SADRŽAJ ENERGIJE U 1966. GODINI

Studije i istraživanja

Str.

V. Bego — B. Belin — M. Cvjetičanin — M. Jung — B. Stefanini: Ispitivanje u mreži 110 kV SR Hrvatske 69

V. Boranić: Nafta kod nas i u susjednim državama 7

S. Gehrecke: Problem informacija u energetskom gospodarstvu pogona 219

H. Hadžimešić: Gromobranska zaštita i njena po. vezanost sa zaštitom uzemljenja u transformatorskim i rasklopnim stanicama 103

M. Jung: Izokeraunička karta SR Hrvatske . . 91

B. Kragić — M. Krešić — I. Plačko: Udarni naponi na visokofrekventnom kabelu 236

T. Pavlović: Registriranje struja munja na području SRH 95

B. Ribić: Specifični problemi gromobranske zaštite i tehnički propisi 99

B. Stefanini: Elektronička računala u elektroprivredi 80

R. Škarica: Određivanje sila prilikom izvlačenja vodiča 12

N. Vagić: Osnovno rješenje električne mreže grada Slavonske Požege 227

Pogonsko-tehnička problematika

V. Barovič: Zaštita pri upotrebi električnih aparata u poljoprivredi i domaćinstvu 170

N. Bilčar: Pogonske karte generatora 86

M. Crlenjak: Nataljivanje letećeg pepela kod parnih kotlova 30

F. Černohous: Raspad elektroenergetskog sistema 114

E. Delcon: Principi konstrukcije turbina graničnih snaga 211

V. Hangi: Analiza ispada i rada zaštite u postrojenjima 110 i 220 kV elektroprivrede Hrvatske za razdoblje od 1961. do 1964. godine 107

E. Höfler: Kontrola statorske izolacije sinhronih generatora 1

J. Lucati: Smrzavanje ugljena za vrijeme željezničkog transporta 26

Ekonomsko-financijska problematika

Str.

D. Feöcze: Bilanca cijena električne energije . . 33

D. Feöcze: Elektrifikacija sela u uvjetima privredne reforme 161

D. Feöcze: Progresivna amortizacija sredstava za područja nerazvijene potrošnje električne energije 179

S. Iršič: Upoznavanje potrošača s ekonomičnom potrošnjom električne energije 175

M. Mikuličić: Materijalno snabdijevanje elektrodistribucije Hrvatske u 1966. 240

J. Novak: Tehnički i ekonomski uvjeti seoske elektrifikacije u Sloveniji 152

J. Prelog: Elektrika i naše selo 140

A. Tadić: Elektrifikacija seoskih naselja u SR Srbiji 183

B. Tilić: Troškovi proizvodnje, prijenosa, razvođenja i predaje električne energije u ovisnosti vremena nastajanja 18

ZBORNIK HE SENJ

Istraživanja i izgradnja

S. Reštarović: Koncepcije energetskog rješenja rijeka Like i Gacke 268

B. Pavlin: Inženjersko-geološke karakteristike područja i radovi na otješnjenju i konsolidaciji 271

B. Percel: Pregrada Sklope i akumulacija Kruščica 276

D. Šnidaršić: Evakuacioni organi 280

D. Borčić: Ostali građevinski objekti 282

F. Jelušić: Hidromehanička i strojarska oprema 299

K. Begović: Električna oprema 309

Izvođači i dobavljači

S. Reštarović: HE Senj — Izvedba 323

S. Reštarović: »Geotehnika« — Istražni i injekcioni radovi 324

Str.

V. Janaček: »Hidroelektra« — Izgradnja derivacionih organa 331

— »Litostroj« — Hidrostrojarska oprema strojarnice 339

— »Rade Končar« — Električna oprema na čvoru strojarnice 345

Investiranje i financiranje

R. Planić: Investiranje u hidroelektranu Senj . 354

E. Radetić: Grandiozno djelo naših graditelja i stručnjaka 363

Savjetovanja i konferencije

M. Kulenović: Savjetovanje o upotrebi drvenih, betonskih i željeznih stupova (10, (20) i 0,4 kV u distributivnoj mreži Jugoslavije 259

Str.

J. Lucati: II jugoslavenski simpozij termičara u Sarajevu od 4—6 studenoga 1965. 56

J. Lucati: III jugoslavenski simpozij termičara 392

E. Radetić: Međunarodni seminar »Automatizacija u proizvodnji i distribuciji električne energije« 58

E. Radetić: Savjetovanje o problemima seoske elektrifikacije u Slatini Radencima 28. i 29. travnja 1966. 140

I. Šimurina: Međunarodni skupovi u godini 1966 54

V. Zloković: O aktivnosti međunarodnih zasedanja radne grupe za studiju seoske elektrifikacije pri Komitetu za električnu energiju Ekonomske komisije za Evropu OUN 192

V. Zloković: XIII i XIV međunarodna konferencija radne grupe za studij elektrifikacije sela i poljoprivrede u Ženevi 196

GOD. 15 (1966) energija BROJ 1 — 2

ČASOPIS ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

KONTROLA STATORSKE IZOLACIJE SINHRONIH GENERATORA

Edvard Höfler, Ljubljana

U članku su opisane mjerne metode, koje danas upotrebljava Elektroinštitut u Ljubljani za kontrolu starenja i vlažnosti statorske izolacije većih sinhronih generatora. Na kraju je nabačeno pitanje naponske probe statorskog namota i njezin značaj za povećanje sigurnosti generatora u pogonu.

DK 621.313.322.004

1. Uvod

Sigurnost pogona visokonaponskih uređaja je uglavnom zavisna od stanja i kvalitete električne izolacije. Kod većine grešaka za vrijeme pogona radi se o preskocima ili probojima izolacije. Kod preskoka se izolaciona sposobnost nakon gašenja električnog luka obično ponovo uspostavi, što vrijedi u pravilu za zrak, ulje i slična izolaciona sredstva. U električnim strojevima, međutim, radi se o čvrstoj izolaciji, gdje svaki proboj predstavlja kvar trajnog karaktera, pa nakon proboja treba izvršiti popravak koji zahtijeva kraći ili dulji prekid pogona.

Vjerojatnost proboja statorske izolacije sinhronih generatora raste s trajanjem pogona. Poznato je, da se izolacija namota u električnim strojevima sastoji od materijala koji je osjetljiv na radnu temperaturu. Što je temperatura viša, to se brže u izolaciji odvija proces takozvanog starenja, neminovno praćen smanjenjem izolacione sposobnosti, koja se obično ispoljava sniženjem probojne čvrstoće. Ovo sniženje može da nastupi i zbog mehaničkih oštećenja izolacije, uslovljeno većim i češćim promjenama radne temperature ili drugim vanjskim utjecajima.

Ovakve okolnosti nameću potrebu stalne kontrole izolacije, kako s obzirom na opće stanje izolacije tako i s obzirom na njezinu probojnu čvrstoću u vezi otkrivanja eventualnih slabih mjesta. To je tim značajnije za veće sinhrone generatore s visokonaponskim statorskim namotom, jer kvar na ovakvom elektroenergetskom objektu prouzrokuje ne samo velike troškove za popravak, nego i značajan ispad proizvodnje električne energije. Iz ovog je razloga veoma korisno pratiti tokom godina promjene u kvalitetu izolacije pogona takvim metodama koje daju što vjerniju sliku stvarnog stanja izolacije. Cilj ovog praćenja je dakle sprečavanje iznenadnih kvarova u pogonu generatora, pogotovo u vrijeme koje je povoljno za proizvodnju električne energije, kod hidrogeneratora na primjer u doba visoke vode.

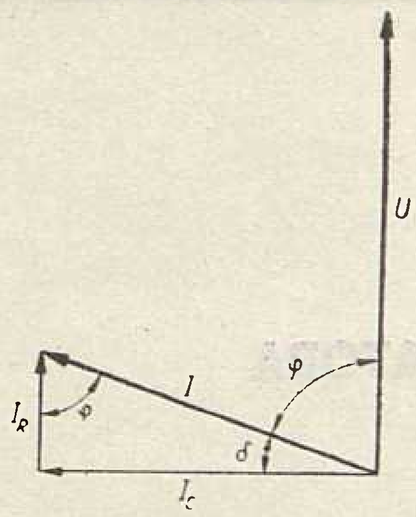
Obzirom na opisane okolnosti, kontrolu izolacije sinhronih generatora, po pravilu, vršimo na početku redovnog godišnjeg remonta agregata ili revizije. Pošto još ne poznajemo takvu metodu kontrole koja bi sasvim isključila mogućnost oštećenja izolacije tokom ispitivanja, možemo ipak za vrijeme remonta agregata izvršiti popravak izolacije na mjestu proboja, do kojeg bi eventualno došlo za vrijeme kontrolnih mjerenja.

Danas postoje u svijetu različite metode kontrole izolacije, no mi ćemo se za sada osvrnuti samo na one koje se kod nas u praksi već primjenjuju, odnosno za koje postoji realna mogućnost izvođenja s obzirom na razpoloživu opremu. Osim toga ćemo ukratko opisati suvremene metode utvrđivanja stanja vlažnosti, koje su veoma korisne za kontrolu sušenja izolacije prije stavljanja u pogon generatora nakon dužeg stajanja agregata. Na kraju spomenut ćemo još značajne naponske probe za pogonsku sigurnost sinhronih generatora.

2. Dielektrični gubici

Poznato je, da struja industrijske frekvencije kroz običnu izolaciju nije sasvim kapacitivna, nego je praćena izvjesnom vatnom komponentom koja je proporcionalna dielektričnim gubicima izolacije. Kao mjerilo za veličinu ove vatne komponente upotrebljavamo odnos tanges kuta δ, koji je relativna veličina. Iz vektorskog dijagrama na sl. 1 vidimo, da je $\cos \varphi = \sin \delta$, što znači, da možemo doći do tg δ mjerenjem vatne i prividne struje ili direktno pomoću Scheringovog mosta. U prvom slučaju potreban je specijalni vatmetar

za male cos φ (npr. 0,1) kao i precizioni mjerni transformatori napona i struje sa što manjim pogreškama prijenosa i kuta. Sa strujnim transformatorom treba obično transformirati na gore, pošto je vatmetar normalno građen za 5 A, a struje kroz izolaciju rijetko prelaze 1 A, ako mjerimo svaki fazni namot zasebno.



Sl. 1. Vektorski dijagram struje kroz izolaciju sa izvjesnom vodljivošću

Principnu spojnu shemu mjerenja tg δ generatora vatmetrom prikazuje sl. 2. Ampermetar je uključen direktno u uzemljenu granu glavnog strujnog kruga, a ispitni transformator na strani višeg napona ne smije biti uzemljen. Na instrumentima očitamo struju I, napon U i snagu P, pomoću kojih dobijemo

$$\sin \delta = \frac{P}{U\,I}$$

a iz toga tg δ. Za male kutove δ = sin δ praktički jednako tg δ.

Za mjerenje tg δ kod generatora preporučuje se upotreba Scheringovog mosta u modificiranom spoju s uzemljenjem na jednoj strani galvanometarske dijagonale (spojna shema na sl. 3). Kod ovog mosta je za slučaj izbalansiranih struja, tj. kada je struja kroz galvanometar jednaka nuli

$$C_x = \frac{R_4 C_n}{R_3}$$

i prema tome

$$\operatorname{tg} \delta = \omega R_4 C_4 .$$

Pošto je obično $R_4 = 10^3\ \pi^{-1}$, dobijemo jednostavno

$$\operatorname{tg} \delta = 10\, C_4\ \% ,$$

kod čega treba C_4 izraziti u mikrofaradima.

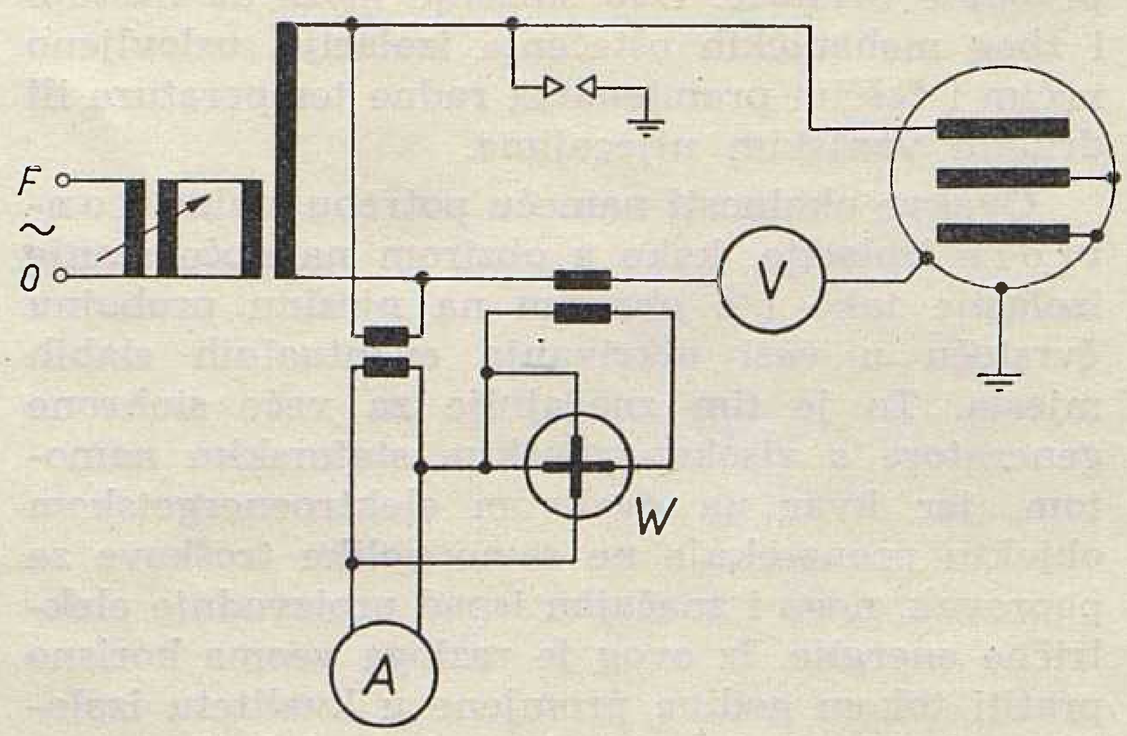
Kod statorske izolacije u generatorima ne zanima nas toliko apsolutna vrijednost dielektričnih gubitaka odnosno tg δ nego više njihov porast u zavisnosti o naponu. Kao karakteristični parametar uzimamo maksimalni gradijent Δ tg δ_{max} na području $U = (0{,}2 \ldots 1)\ U_n$ za naponski interval $0{,}1\ U_n$, što kod većine strojeva odgovara naponskom intervalu 1 kV. Pokazalo se naime (1), da je strmina krivulje tg δ u zavisnosti o naponu praktički proporcionalna količini zračnih mjehurića u izolaciji i time kvalitetu izolacije. Čak je teoretski utvrđeno, da povećanje gradijenta tg δ za 1.10^{-3} približno odgovara povećanju uključenog zračnog volumena za 1 %.

Poseban značaj ima mjerenje tg δ kod generatorske izolacije u pogledu uspoređivanja kvaliteta pojedinih izolacija međusobno. Da bi takvo uspoređivanje bilo pravilno, moramo se složiti na jedinstvene osnove kod mjerenja. Mjerni opseg obuhvaća — kako je već spomenuto — naponsko područje od $(0{,}2 \ldots 1)\ U_n$, a mjerni interval iznosi oko $0{,}1\ U_n$. Iz razloga jednostavnosti upotrebljavamo kod mjerenja tg δ napone koji su navedeni u tablici 1. Mjerni interval iznosi oko $0{,}1\ U_n$, a kao kriterij uzimamo najveću razliku tg δ za mjerni interval. Ovo znači, da je za strojeve sa $U_n < 10$ kV kriterij blaži, pošto je naponski interval za određene razlike tg δ apsolutno uzeto manji. Uostalom ovo je stvar dogovora, pošto možemo za Δ tg δ_{max} uzeti također interval 1 kV. U tom slučaju odredimo kriterij na osnovu odnosa $\frac{\Delta \operatorname{tg} \delta_{max}}{0{,}1\ U_n}$, čime smo izvršili redukciju na 1 kV. Ovaj način proračunavanja upotrebljavali smo u Sloveniji do danas, samo smo u početku uzimali strminu krivulje kod nazivnog napona. U cilju standardizacije i zbog mogućnosti uspoređivanja s rezultatima u drugim zemljama predlažemo upravo opisani način iskorištenja rezultata mjerenja tg δ.

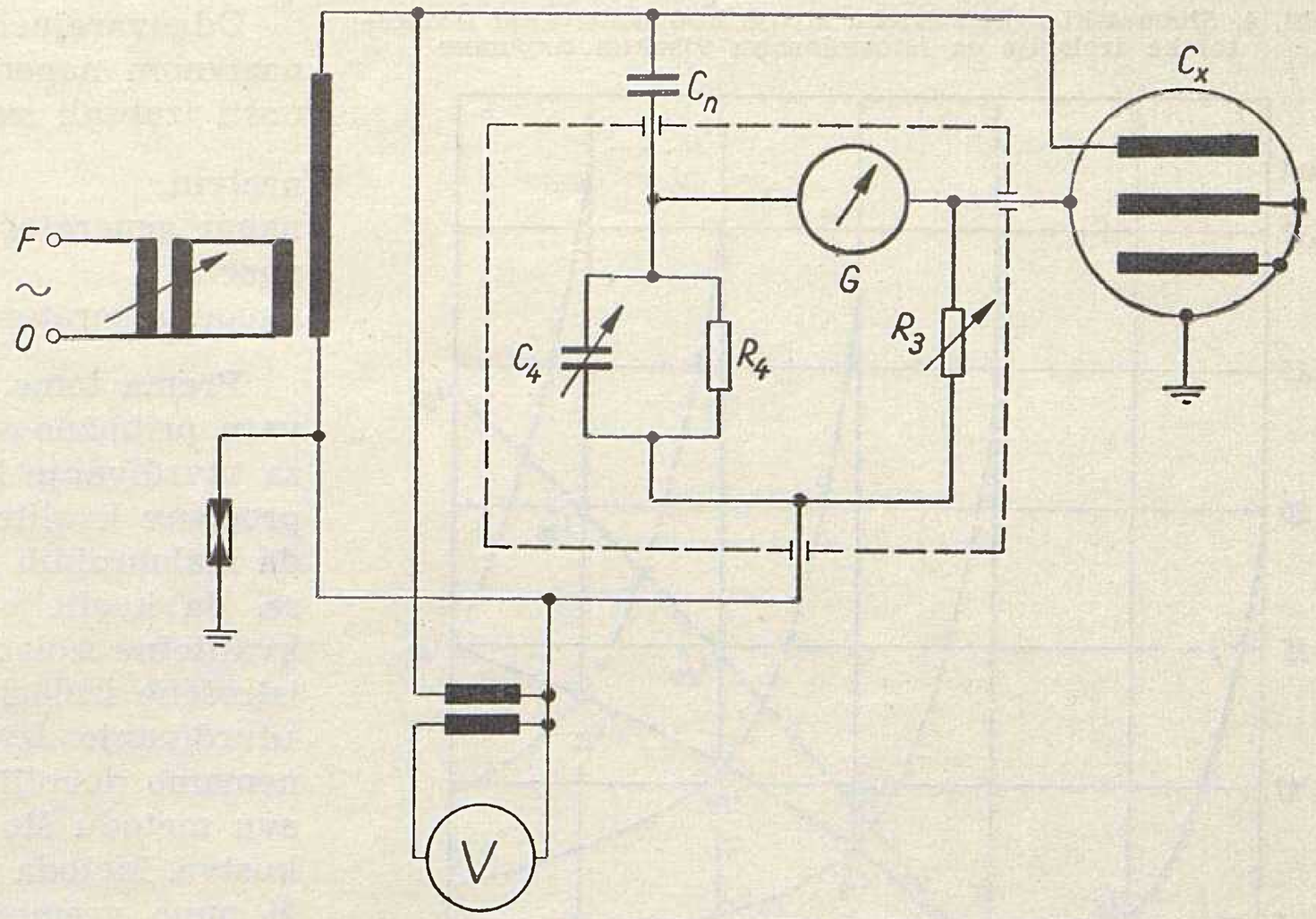
Tablica 1

U_n kV	U / U_n								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
5,25	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
6,3	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0
10,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
15,75	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0

Praksa je pokazala, da su kod normalnog toka starenja razlike u gradijentu tg δ iz godine u godinu srazmjerno malene. Kod novijih izolacija koje su izložene još početnom staloženju može se čak dogoditi, da gradijent Δ tg δ s vremenom pada. Kod prilično stare izolacije Δ tg δ_{max} je bitno veći i može postići vrijednosti do 40 pa čak i 50.10^{-3}, što je očiti znak već oslabljene izolacije. Rezultati kod veoma dobre, nove izolacije, međutim, utvrđeni su kod nas sa $3 \ldots 4.10^{-3}$, što je oko 10 puta manje.



Sl. 2. Principna spojna shema kod mjerenja tg δ izolacije vatmetrom



Sl. 3. Principna spojna shema kod mjerenja tg δ izolacije sa Scheringovim mostom

Iz ovoga se vidi, da je spektar gradijenta tg δ dosta širok, mada se iz njegove vrijednosti još ne može zaključiti na električnu čvrstoću izolacije. Ipak je prednost ove metode baš u tome, da je izolacija barem za kratko vrijeme mjerenja izložena nazivnom naponu industrijske frekvencije prema zemlji, što predstavlja — ako je izolacija napon izdržala — izvjesnu povećanu sigurnost za dalji pogon. Ova činjenica je značajna baš za naše prilike, gdje se operativa još nije odlučila za redovite naponske probe statorske izolacije.

Elektroinstitut u Ljubljani je od februara 1957. do novembra 1965. izvršio ukupno 53 mjerenja tg δ na generatorima skoro svih elektrana Slovenije te u HE Jajce I i Jajce II. Samo prvu godinu vršena su mjerenja vektormetrom AEG, sva ostala mjerenja su izvršena vatmetrom Norma za cos φ = 0,1, klase 1 % te precizionim naponskim i strujnim transformatorima. U tom razdoblju pojavila su se kod mjerenja samo 2 proboja i to jedan na hidrogeneratoru 12,5 MVA, 6 kV kod napona 8 kV te drugi na turbogeneratoru 30 MVA, 10,5 kV kod napona 8,4 kV.

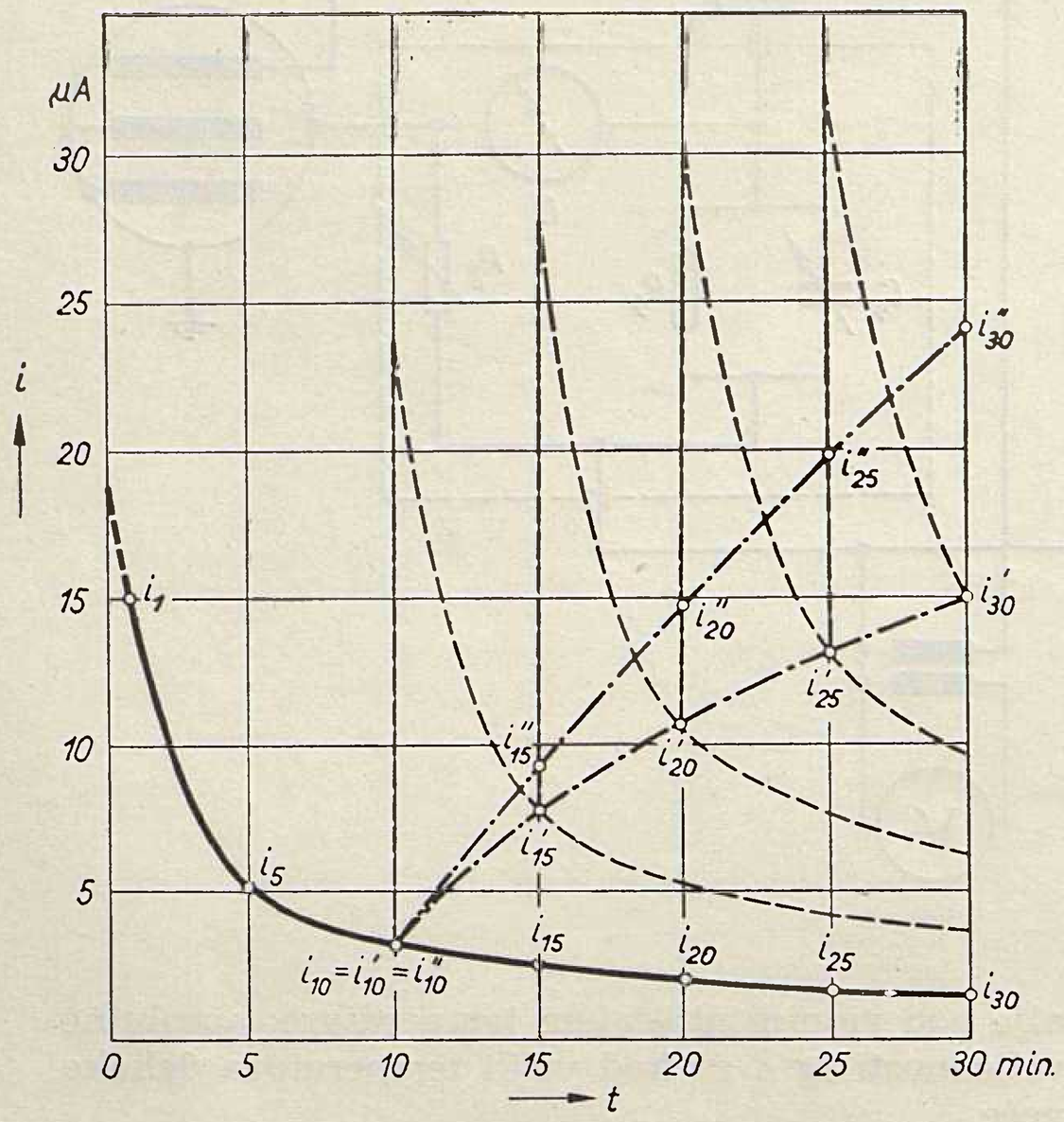
Kao zaključak ovog poglavlja možemo utvrditi, da je mjerenje dielektričnih gubitaka odnosno gradijenta Δ tg δ_{max} korisno, jer nam omogućuje dati ocjenu i usporedbu općeg stanja izolacije. S obzirom na male promjene u toku starenja, dovoljno je mjerenje u vremenskim razmacima od 3 do 4 godine. Kod već istrošene izolacije ovo mjerenje ujedno predstavlja izvjesnu naponsku probu, iako u ograničenom opsegu, tj. do nazivnog napona, što ipak pruža nešto veću pogonsku sigurnost. Kod veoma slabe izolacije moramo dakako računati s eventualnim probojem, stoga je preporučljivo da se mjerenje izvrši na početku godišnjeg remonta ili revizije. Važno je također mjerenje tg δ vršiti uvijek istom aparaturom i po mogućnosti kod približno jednake temperature, ma da je pokusom utvrđeno, da gradijent Δ tg δ_{max} nije pod vidnim utjecajem temperature; apsolutne vrijednosti tg δ su kod viših temperatura dakako veće.

3. Kontrola izolacije sa visokim istosmjernim naponom

Visoki istosmjerni napon se već dugo upotrebljava za kontrolu generatorske izolacije, samo je interpretacija rezultata bila veoma različita. U početku je mjerenje struje uglavnom služilo za određivanje otpora izolacije, ali je bilo ubrzo konstatirano, da je otpor veoma ovisan ne samo o temperaturi izolacije nego i o vremenu mjerenja. Ova konstatacija je posljedica činjenice, da je kod obično upotrebljenih vremena struja kroz izolaciju u pretežnoj mjeri apsorpcionog karaktera. Novije metode, prije svega Faberova (2) prešla je stoga na mjerenje čiste izolacije struje u zavisnosti o naponu. Ova metoda je još danas zvanična kod E. d. F., ali je za nju potrebna veoma skupa specijalna aparatura (tzv. Deltaommetar). Pokušaji primjene ove metode kod nas s običnim ispravljačem nisu dali dobre rezultate, jer su bile pogreške očitavanja reda veličine rezultirajuće struje.

Ova iskustva sa primjenom visokog istosmjernog napona za kontrolu izolacije dobivena su i u Elektroinstitutu u Ljubljani tokom 9-godišnjih mjerenja koja su vršena skoro uvijek uporedo s mjerenjem tg δ. Čak su u nekim elektranama izvršena samo mjerenja istosmjernim naponom, jer je investitor odbio da preuzme odgovornost za eventualnu štetu kod proboja u vezi mjerenja tg δ. Tako su bila ukupno izvršena 63 mjerenja sa visokim istosmjernim naponom, kod čega je došlo do proboja samo u jednom slučaju na generatoru 10MVA, 5 kV, kod istosmjernog napona 8 kV. Što se tiče upotrijebljenih metoda primjećujemo, da nisu bile uvijek iste, ali smo se uglavnom pridržavali vremena od 5 minuta za pojedini naponski

Sl. 4. Shematski prikaz isteka struje kod ispitivanja generatorske izolacije sa istosmjernim visokim naponom



stupanj, kod čega je bio najviši napon kod strojeva 10 kV maksimalno 20 kV.

Nakon raznih pokušaja došli smo kod nas do metode koja upotrebljava ovisnost struje apsorpcije o naponu kao kriterij za stanje izolacije u pogledu starenja. Prvobitni način mjerenja koji je opisan u domaćoj literaturi (3) već je izmijenjen utoliko, da se ekstrapolacija struje prvog naponskog stepena ne vrši više računski, nego grafički. Prema tome, na prvom naponskom stepenu izmjerimo struju nakon 1, 5 i 10 minuta, a na dijagramu sa duplo-logaritmičkom podjelom skale grafički ekstrapoliramo struju apsorpcije nakon 15, 20, 25 i 30 minuta. Tako dobijemo struje i_{15}, i_{20}, i_{25} i i_{30} (vidi sl. 4). Na osnovu pretpostavke izolacije s konstantnom karakteristikom, nezavisnom o naponu, dobijemo struje za ostale naponske stupnjeve, od kojih svaka traje po 5 minuta. Tako dobijemo kalkulirane struje

$$i_{15}' = i_{15} + i_5$$

$$i_{20}' = i_{20} + i_{10} + i_5$$

$$i_{25}' = i_{25} + i_{15} + i_{10} + i_5$$

$$i_{30}' = i_{30} + i_{20} + i_{15} + i_{10} + i_5$$

Ove struje usporedimo sa faktično izmjerenim strujama i_{15}'', i_{20}'', i_{25}'' i i_{30}'' koje su po pravilu veće i dobijemo odnose:

$$\frac{i_{15}''}{i_{15}'}\ ,\ \frac{i_{20}''}{i_{20}'}\ ,\ \frac{i_{25}''}{i_{25}'}\ ,\ i\ \frac{i_{30}''}{i_{30}'}\ .$$

Kao mjerilo za ocjenu izolacije upotrebimo odnos kod najvišeg naponskog stupnja.

$$k_a = i_{30}'' / i_{30}'$$

a nazivamo ga »koeficijent apsorpcije«.

Odgovarajući ispitni napon određen je prema nazivnom naponu generatora. U cilju jednostavnosti izabrali smo slijedeće ispitne napone:

nazivni
napon generatora 5,0 ... 6,3 kV: 2 4 6 8 10 kV
nazivni
napon generatora 10,0 ... 10,5 kV: 3 6 9 12 15 kV

Prema tome, napon posljednjeg stupnja odgovara približno vrijednosti 1,5 U_n, što je dovoljno za utvrđivanje koeficijenta apsorpcije odnosno za procjenu kvaliteta izolacije. Kod dosadašnjih, ma da malobrojnih mjerenja po ovoj metodi pokazalo se, da koeficijent apsorpcije kod nove i visoko kvalitetne izolacije iznosi do ispod 2, a kod veoma istrošene izolacije može se popeti na 5 do 6. Za utvrđivanje izvjesnih graničnih vrijednosti još nemamo dovoljno rezultata, stoga bi bilo korisno ovu metodu što više primjenjivati i skupljati iskustva. Metoda je naime veoma praktična, ne traži puno vremena (oko 2 sata za sve 3 faze), a aparatura se može prevoziti osobnim automobilom.

4. Kontrola vlažnosti izolacije

Kao mjerilo za stanje vlažnosti u izolaciji možemo upotrijebiti izolacioni otpor mjeren istosmjernim naponima 500 ... 2500 V poslije 1 minute nakon uključenja. Za procjenu stanja treba rezultat usporediti s izvjesnim preporukama ili s rezultatima provjerenim u praksi.

Nešto bolju sliku o vlažnosti izolacije daje nam takozvani p o l a r i z a c i o n i i n d e k s i_p prema američkoj praksi. Ovaj indeks definiran je odnosom

$$i_p = \frac{i_{1\,min}}{i_{10\,min}}$$

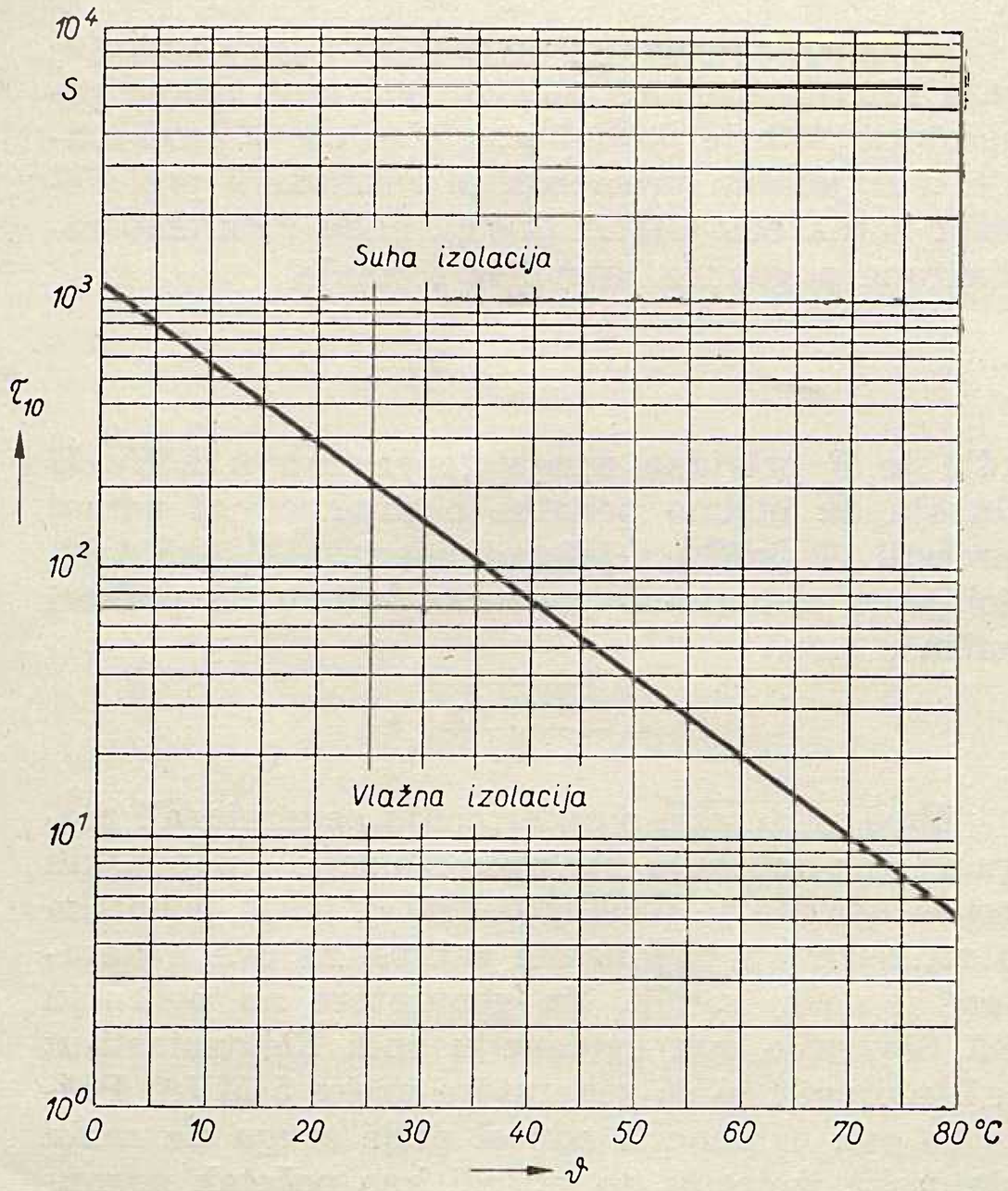
koji je kod suhe izolacije $\geqq$ 2,5.

Ovaj indeks ima nedostatak, da ne uzima u obzir veličinu generatora. Stoga se u inozemnoj praksi uvela primjena takozvane izolacione vremenske konstante τ_{10} koja je definirana produktom omskog otpora nakon 10 minuta R_{10} i kapaciteta namota C. Prema tome je

$$\tau_{10} = R_{10}\,C \quad \text{sekundi},$$

ako uvrstimo otpor u megomima i kapacitet u mikrofaradima. Iz prakse utvrđena minimalna vrijednost za τ_{10} u zavisnosti od temperature izolacije prikazana je u dijagramu na sl. 5. Doklegod je vrijednost vremenske konstante ispod granične crte, izolacija se smatra kao vlažna i treba nastaviti sa sušenjem.

Ova metoda je kod nas već ispitana i pokazala se pouzdanom. Za mjerenje 10-minutnog otpora izolacije nije podesan obični induktor s ručnim pogonom, pošto napon nije dovoljno konstantan. Iz ovog razloga preporučuje se upotreba napona iz ispravljača sa stabilizacijom ili iz anodne baterije za 1000 V s posebnim preklopkom. Unutarnja shema spoja ovakve naprave vidi se na sl. 6. Ona omogućuje mjerenje struje kod punjenja i pražnjenja. Preklopka je tako spojena, da je kod



Sl. 5. Dijagram za utvrđivanje vlažnosti izolacije

uključenja preklopke 1 na »Punjenje« mjerni instrument izvan strujnog kruga i kratko spojen. Tek promjenom položaja preklopke 2 u pravcu »Punjenje« uključuje se mjerni instrument. Isti postupak predviđen je kod pražnjenja. Mjerenje struje kod pražnjenja je naime potrebno, pošto ona ne sadrži komponentu čiste izolacione struje i ona mora u dijagramu s duplo-logaritmičnom skalom predstavljati ravnu crtu. Pomoću izmjerenih karakteristika za struju punjenja i pražnjenja možemo računskim putem prilično tačno izračunati čistu izolacionu struju koja je također značajna za procjenu stanja izolacije s obzirom na vlagu. Ova metoda pomoću čiste izolacione struje je znatno pouzdanija nego mjerenje izolacionog otpora pomoću 1-minutne struje. Razumije se, da je pored prikladnog izvora istosmjernog napona potreban i veoma osjetljiv ampermetar odnosno takozvani nanoampermetar.

5. Naponsko ispitivanje

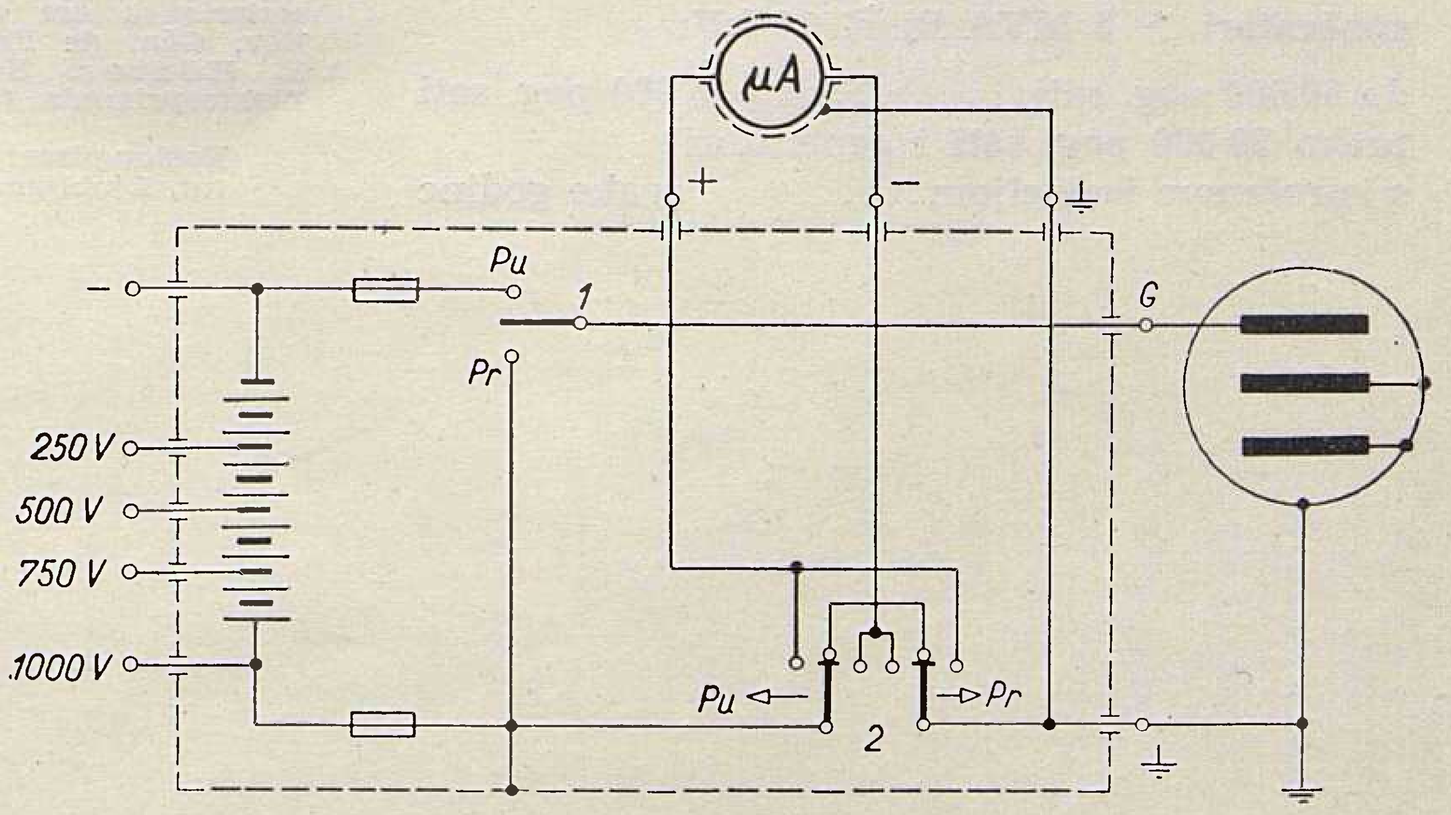
Unatoč velikom napretku u iznalaženju metoda za kontrolu izolacije generatora još ne postoji metoda koja bi sa sigurnošću utvrdila probojni napon izolacije bez proboja. To znači, da ne postoji nijedna sigurna nedestruktivna metoda za određivanje probojne čvrstoće izolacije. Prema praksi koja se primjenjuje u SAD, prvo se izmjeri izolacioni otpor u zavisnosti od visokog istosmjernog napona, kod čega držimo svaki naponski stupanj izvjesno vrijeme, npr. 5 minuta. Tako dobijemo padajuću krivulju otpora koji nakon ekstrapolacije kod izvjesnog napona dostigne vrijednost nula. Ova vrijednost napona trebala bi da predstavlja probojni napon izolacije za istosmjernu struju, iz kojeg bi se moglo zaključivati probojni napon za industrijsku frekvenciju.

Opisana metoda isprobana je u više evropskih država i nije se pokazala kao pouzdana u svim slučajevima. Stoga još uvijek prevladava mišljenje, da je za utvrđivanje probojne čvrstoće izolacije potrebno izolaciju ispitati visokim naponom, bilo izmjeničnim bilo istosmjernim. Što se tiče visine napona za ispitivanje ne postoji nikakav propis, ali se kao uzanca učvrstio minimalni napon ispitivanja

1,5 U_n kod napona industrijske frekvencije i
2,4 U_n kod istosmjernog napona

Vrijeme ispitivanja iznosi kao kod većine ostalih naponskih proba 1 minutu. Odnos 1,6 između istosmjernog i izmjeničnog napona bazira na brojnim ispitivanjima i praksi u SAD.

Naponsko ispitivanje statorske izolacije generatora u pogonu već je uvedeno kao redovita i veoma uspješna praksa kod nekih kompanija u SAD i kod nekih evropskih elektroprivrednih organizacija. Svuda gdje se bez predrasuda pristupilo naponskom ispitivanju, naročito kod već stare i istrošene izolacije, gdje je mogućnost iz-



Sl. 6. Principna spojna shema anodne baterije za mjerenje otpora izolacije

nenadnog proboja izolacije u najnepovoljnije vrijeme najveća, smetnje ove vrste nisu se više pojavljivale. Naravno, ispitivanje se vrši na početku remonta agregata, kad postoji vrijeme i mogućnost popravka defektnog mjesta u izolaciji. Kod toga ne smijemo prešutjeti činjenicu, da je šteta proboja kod ispitnog napona bitno manja nego ako nastupi proboj kad je generator priključen na mrežu. Zbog toga je i popravak izveden brže i s manjim troškovima.

Kod operativaca u našoj elektroprivredi uglavnom još prevlađuje mišljenje, da je naponsko ispitivanje štetno po izolaciju i da je bolje ne izazivati kvar, ma da se radi o slaboj tačci u izolaciji, koja ugrožava sigurnost pogona. Čuju se i primjedbe, da kod naponske probe dolaze pod visoki napon oni dijelovi namota blizu zvjezdišta, koji kod normalnog pogona nisu naponski napregnuti i da može generator raditi godinama s oslabljenom izolacijom na takvom mjestu. Prema tome ova praksa drži se uzrečice »*Ne diraj lava dok spava*«.

Neispravnost ovakvog stanovišta potvrdila su dosadašnja iskustva u našim elektranama, gdje možemo nabrojiti već niz proboja statorske izolacije u generatorima s velikim štetama i u veoma nepovoljno vrijeme. U većini slučajeva radilo se o mjestima u izolaciji gdje je bila probojna čvrstoća smanjena uslijed mehaničkog oštećenja. Dogodilo se i to da je na ovakvom mjestu nastupio proboj prilikom kontrole izolacije čak ispod nazivnog napona. Iskustva u Elektroinstitutu koji je izvršio kontrolu izolacije dosada oko 60 puta, iskazuju dva, tri ovakva primjera, no investitor je nakon izvršenog popravka brzo došao do uvjerenja, da je bilo bolje ovako, jer bi defekt za vrijeme redovitog pogona imao kudikamo teže posljedice.

Ako uzmemo za primjer upute jedne elektroprivredne organizacije iz susjedne Austrije, onda bi morali naponske probe vršiti u slijedećim vremenskim razmacima:

generatori $<$ 5 MVA ili $<$ 10 kV:

do 50 000 pog. sati ..... oko 20 000 pog. sati
preko 50 000 pog. sati i generatori
s istrošenom izolacijom .... svake godine

generatori $>$ 5 MVA ili $\geqq$ 10 kV:

do 50 000 pog. sati ..... oko 15 000 pog. sati
preko 50 000 pog. sati i generatori
s istrošenom izolacijom .... svake godine

Svi gore navedeni pogonski sati podrazumijevaju se reducirani na nazivnu prividnu snagu generatora. Ako je poznat prosječni cos φ proizvodnje u izvjesnom vremenskom razmaku i proizvedena vatna energija A (kWh), onda dobijemo reducirane pogonske satove iz formule

$$t_r = \frac{A}{\cos\varphi\, P} \quad h,$$

gdje je P prividna snaga generatora u kVA. U slučaju da imamo podatke o proizvodnoj vatnoj energiji A (kWh) i jalovoj energiji A_r (kVArh), dobijemo reducirane pogonske satove na poznati način

$$t_r = \frac{\sqrt{A^2 + A_r^2}}{P} \quad h,$$

Zbog evidencije o opterećenju generatora i mogućnosti planiranja kontrole izolacije i naponskih proba korisno je pristupiti prikupljanju podataka o reduciranim pogonskim satima za sve generatore u našoj zemlji. Za generatore na području SR Slovenije ovu evidenciju vodi Elektroinstitut u Ljubljani i to za generatore preko 5 MVA. Pošto se ova evidencija odnosi prije svega na samu statorsku izolaciju, to vrijedi kao početak pogonskih sati stavljanje u pogon same izolacije, što nije identično s početkom pogona generatora, ako je stator bio kasnije premotan.

Naponsko ispitivanje generatora u pogonu predložio je autor već na stručnom savjetovanju Jugoslav. nac. komiteta CIGRE 1962. u Budvi Onda je ovaj prijedlog naišao na izvjesna negativna stanovišta predstavnika operative, što je vjerojatno baziralo prije svega na pomanjkanju rezerve u generatorskim kapacitetima u našoj zemlji. Ipak treba ponovo razmisliti, da li ovaj prijedlog u današnjim prilikama možda već zaslužuje dublje razmatranje. U tom smislu bi vjerojatno bila svestrana diskusija na slijedećem savjetovanju jugoslavenskih stručnjaka iz elektroprivrede i elektroindustrije veoma korisna.

LITERATURA

1. K. Edwin, *Die Bedeutung der Verlustfaktormessung für die Prüfung von Generator Wicklungsstäben*, ÖZE 13 (1960) br. 10, str. 625 . . . 632.
2. J. Fabre, *Un nouvel appareil d'essais des isolations statoriques des grands alternateurs: le deltaohmmètre*, Rev. Gén. de l'Electricité, 68 (1959), str. 217 . . . 223.
3. E. Höfler, *Kontrola izolacije sinhronih generatora*, Elektroprivreda (1965), br. 1—2, str. 27.

Naslov pisca: Edvard Höfler, dipl. ing., Elektroinštitut, Ljubljana, Hajdrihova 2

NAFTA KOD NAS I U SUSJEDNIM DRŽAVAMA*

Vilko Boranić, Zagreb

Članak daje prikaz i usporedbu stanja naftne privrede kod nas i u susjednim zemljama. Iz datih podataka vidi se sve veća uloga i značaj nafte i prirodnog plina u energetici Jugoslavije i njezinih susjeda.

DK 662.88 : 620.9

Geopolitički položaj i političko uređenje naše zemlje pružaju velike mogućnosti za vrlo interesantna uspoređenja sa susjednim državama, što naročito vrijedi za uspoređenje potrošnje energije, strukture te potrošnje i za razmatranje položaja nafte u energetskoj bilanci.

Dok ukupna potrošnja energije ovisi o ekonomskom razvitku neke zemlje, to potrošnja pojedinih izvora energije ovisi o mnogo faktora, koji su u pojedinim zemljama različiti, kao što su raspoloživi vlastiti izvori energije, državna intervencija na usmjeravanje potrošnje energije, tehnički i ekonomski uslovi uvoza deficitarne energije i sl.

Potrošnja energije u direktnoj je korelaciji s nacionalnim dohotkom jedne zemlje i raste paralelno s njim, a za ocjenu privrednog razvoja zemlje uzima se potrošnja energije po jednom stanovniku. Ta je potrošnja u svjetskim razmjerima u 1961. godini iznosila 1,4 tona uslovnog kamenog ugljena. Naravno, da potrošnja energije po jednom stanovniku nije svuda jednaka, jer ovisi o ekonomskoj razvijenosti pojedine zemlje. Stoga se uzima, da zemlje s visoko razvijenom privredom troše godišnje po jednom stanovniku preko 2,5 tone uslovnog ugljena, zemlje sa srednje razvijenom privredom 1,0 do 2,5 tone, a privredno nerazvijene zemlje troše ispod jedne tone uslovnog ugljena.

Privrednim jačanjem pojedine zemlje raste i potrošnja energije, međutim, u tom porastu potrošnje ukupne energije ne raste ravnomjerno i potrošnja pojedinih izvora energije i općenito pada udio ugljena, a raste udio ostalih izvora energije i to ovisno o specifičnim uslovima u pojedinim državama.

Treba svakako istaći, da statistikama nije obuhvaćena potrošnja drva i raznih vegetabilnih otpadaka, koja potrošnja posvuda ima tendenciju stagnacije odnosno opadanja, a većim se dijelom troši u domaćinstvima na selu i u manjim gradovima.

Ukupna potrošnja komercijalnih izvora energije kod nas i u susjednim državama te njena struktura u 1955. i 1961. godini (za kasnije godine nema odgovarajućih podataka) prikazana je u tablici 1.

Kako se iz tih podataka vidi, po apsolutnoj potrošnji energije na prvom je mjestu Italija s gotovo 70 milijuna tona uslovnog ugljena, a na posljednjem Albanija sa samo 560.000 tona. Jugoslavija, Austrija i Madžarska imaju približno istu potrošnju od oko 18 do 19 milijuna tona uslovnog ugljena, dok Rumunjska ima za oko 50% manju. Grčka, međutim, u apsolutnoj potrošnji znatno zaostaje za ostalim državama, osim Albanije, koja je na posljednjem mjestu i troši gotovo deset puta manje od Grčke.

Ako se promatra situacija potrošnje po jednom stanovniku, tada je slika nešto drugačija, jer bi kao privredno razvijenu zemlju mogli uzeti samo Rumunjsku. Albanija i Grčka spadale bi u privredno nerazvijene zemlje, dok bi ostale države spadale u srednje razvijene države, a Jugoslavija bi bila na granici prema privredno srednje razvijenim državama.

Uzimajući u obzir porast potrošnje ukupne energije u prošlim godinama, sigurno je da bi potrošnja po jednom stanovniku u 1964. godini bila razmjerno veća, nego u 1961. godini za koju postoje podaci.

Međutim, i podaci o strukturi ukupne potrošnje energije u 1961. godini prema onoj u 1955. godini pokazuju interesantne razlike, a karakteristično je (što je u ostalom već i prije spomenuto), da u svim državama udio ugljena slabi na račun drugih izvora energije. To nije slučaj jedino kod Grčke, koja gotovo svu potrebnu energiju mora uvoziti, pa njena struktura više ovisi o trgovinsko-platnim odnosima, nego o tehničkim uvjetima razvoja privrede.

Nadalje, interesantna je struktura potrošnje energije u pojedinim državama. Tako je u Italiji i Rumunjskoj u 1961. godini od ukupno potrošene energije na ugljen otpalo ispod 20%, a u Bugarskoj i Madžarskoj preko 80%. Po učešću nafte na prvom je mjestu Grčka sa gotovo 70%, a u Jugoslaviji i Bugarskoj to učešće iznosi oko 10%. Potrošnja prirodnog plina ovisi, dok se ne riješi problem jeftine dopreme prirodnog plina iz Afrike ili SSSR i Holandije, o vlastitim rezervama, pa u Rumunjskoj preko polovine od ukupno potrošene energije otpada na prirodni plin. Znatno manje je učešće prirodnog plina u Austriji i Italiji tj. 12 do 13%. S obzirom na raspoloživi hidroenergetski potencijal i njegovo iskorištenje, najveće učešće hidroenergije je u Italiji (ispod 30%), dok je u Madžarskoj ispod 1%.

Podaci o strukturi potrošnje u Albaniji nisu na raspolaganju.

S obzirom na sve veći udio nafte u ukupnoj potrošnji energije, te na njenu ulogu u razvoju saobraćaja, mehanizacije poljoprivrede i njene sve veće potrošnje kao izvora toplinske energije nafta

* Ovaj članak je u stvari nastavak članka »Situacija nafte u svijetu«, objavljenog u broju 3—4 1965. ovog časopisa. Dok je u prethodnom članku dan prikaz o energetskoj situaciji u svijetu s aspekta nafte i njene uloge u svjetskoj potrošnji energije, u ovom je članku prikazana situacija potrošnje energije i položaja nafte u toj potrošnji kod nas i u susjednim državama.

Ukupna potrošnja energije i njena struktura u SFRJ i u susjednim državama* Tablica 1

Država	Potrošnja u 1961. usl. ugljena	Struktura u 1955.				Struktura u 1961.				Potrošnja u 1961. po stanovniku
		Kruta goriva	Nafta	Prirodni plin	Hidro energija	Kruta goriva	Nafta	Prirodni plin	Hidro energija	
	10^3 t	%				%				kg
Albanija	560	—	—	—	—	—	—	—	—	337
Austrija	17.814	59	16	5	20	42	24	12	22	2.198
Bugarska	11.645	87	9	—	4	83	11	—	6	1.565
Grčka	4.765	24	70	—	6	29	66	—	5	540
Italija	69.119	27	32	11	30	17	44	13	36	1.223
Jugoslavija	18.569	81	9	1	9	77	10	1	12	904
Madžarska	19.843	85	12	3	—	83	14	3	—	2.496
Rumunjska	26.486	28	26	45	1	18	25	56	1	1.433
EVROPA Ukupno	1,878.411	77	16	2	5	67	22	5	6	2.602

postaje sve važniji faktor kao vlastiti raspoloživi energetski potencijal i u međunarodnoj razmjeni dobara.

U tablici 2 dani su podaci o rezervama nafte, njenoj proizvodnji i potrošnji kod nas i u susjednim državama.

Situacija nafte u SFRJ i u susjednim državama u 1964. godini*

Tablica 2

	Utvrđene rezerve		Proizvodnja		Potrošnja**	
		od svjetskih rezervi		od svjetskih rezervi		po stanovniku
	10^6 t	u %	10^3 t	u %	10^3 t	kg
Albanija	12,2	0,02	910	0,06	165	97
Austrija	39,9	0,09	2.663	0,19	4.846	690
Bugarska	1,4	. . .	230	0,02	1.990	249
Grčka	—	—	—	—	3.580	416
Italija	47,7	0,10	2.669	0,19	43.500	856
Jugoslavija	35,4	0,08	1.800	0,13	2.325	120
Madžarska	16,4	0,04	1.810	0,13	4.010	400
Rumunjska	127,5	0,28	12.400	0,88	6.595	350

* Rezerve: Erdöl und Kohle, V/1965. str. 413.
Proizvodnja: Petroleum Press Service, I/1965. str. 5.
Potrošnja: World Petroleum, 15. III/1965. str. 20. i 21.

** Kao potrošnja nafte smatra se ukupna potrošnja svih derivata nafte

Kako se iz ovih podataka vidi, ni jedna od navedenih država, osim Rumunjske, nema u svjetskim razmjerima po rezervama i proizvodnji nafte neko veće značenje, makar te rezerve i ta proizvodnja imaju za svaku državu naročit značaj u njenoj energetskoj bilanci.

Situacija u pojedinim državama je slijedeća:

Albanija — Naftna se polja nalaze kod Patosa, Vlora, Fieri i Devoli, a eksploatacija je započela, iako u skromnim razmjerima, još 1918. godine. U 1964. godini bilo je proizvedeno 910.000 tona prema 603.000 tona u 1960. godini. Podaci o rezervama nafte su potpuno nepouzdani, jer se kreću od 12,2 milijuna tona do sto milijuna tona, pa se može pretpostaviti, da se u prvom slučaju radi o utvrđenim, a u drugom slučaju o vjerojatnim rezervama.

Albanska nafta je vrlo teška i asfaltozna, s malim sadržajem laganih frakcija i vrlo visokim sadržajem sumpora. Preradom te nafte dobiva se dobar bitumen, dok su destilati slabe kvalitete i traže specijalne procese dorade.

U Albaniji rade tri manje rafinerije, čiji ukupni kapaciteti iznose oko 400.000 t/g. Znatan dio nafte izvozi se u Italiju, a izvozi se u DR Njemačku i NR Kinu. Albanija je važan izvoznik bitumena i prirodnog asfalta.

U zadnje vrijeme otkrivena su ležišta zemnog plina kod Bubuline, Divjake i Patosa. Plinsko polje kod Bubuline povezano je plinovodom s Valonom i Stalinom. Međutim nije poznato kolika je proizvodnja prirodnog plina.

Potrošnja derivata nafte iznosila je u 1964. godini ukupno 165.000 tona ili samo 97 kg po jednom stanovniku, pa je Albanija po tom parametru na zadnjem mjestu u Evropi.

Austrija — Proizvodnja nafte u Austriji stagnira, te ima tendenciju opadanja, a do sada utvrđene raspoložive rezerve od oko 40 milijuna tona osiguravaju sadašnji nivo proizvodnje još petnaestak godina. Naftna se polja nalaze u Gornjoj i Donjoj Austriji, te u manjoj mjeri u Burgenlandu, a najvažnije je Matzen-Auersthal dok od prije poznata polja Adersklaa i Zisterdorf-Gaiselberg sve više gube na važnosti. Od ukupnih rezervi na Matzen polje otpada 90%, a od proizvodnje 80%.

Proizvodnja nafte u 1964. godini iznosila je 2,6 milijuna tona prema 2,4 u 1960. godini. Austrijska nafta je većim dijelom lagana parafinska nafta i daje dobre prinose laganih produkata.

U Austriji rade tri rafinerije čiji ukupni kapaciteti iznose 4,2 10^6 t/god., a već u 1967. godini preći će šest milijuna tona. Rafinerije se nalaze u Schwechatu, Floridsdorfu i Kagranu. Najveća i najmodernija je ona u Schwechatu, koja sada povećava svoj kapacitet na 4,0 10^6 t/god. Stare rafinerije u Moosbierbaumu, Lobau i Korneuburgu stavljene su već van pogona. Rafinerija u Floridsdorfu proslavila je 1964. godine sto godina svog rada i spada po tradiciji među najstarije ra-

* Revue annuelle de la situation du gas en Europe; OUN — Ženeva 1963. str. 26—28.

finerije na svijetu. Modernizacijom rafinerija i povećanjem kapaciteta isti će odgovarati potrebama zemlje, što sada nije slučaj, pa se osim nafte uvoze i gotovi produkti. U cilju pokrivanja daljnjih rastućih potreba zemlje na tekućim gorivima, naročito zapadnog dijela zemlje, u planu je da se jedna rafinerija sagradi kod Linza.

Ukupna proizvodnja prirodnog plina, čije se rezerve cijene na 30 $10^9 m^3$ iznosila je u 1964. godini 3,5 10^9 i u ukupnoj potrošnji energije prirodni plin zauzima važno mjesto (u 1963. godini 15%). Međutim, slično kao i s naftom, u Austriji očekuju postepeno slabljenje proizvodnje, pa se već sada s obzirom na sve veće zahtjeve, razmatra mogućnost snabdijevanja prirodnim plinom uključivanjem na plinovod, koji se planira za povezivanje plinskih polja u Holandiji s potrošačima u SR Njemačkoj i Švicarskoj ili eventualno plinom iz Sahare, koji bi se u prostor Tršćanskog zaljeva dopremao posebnim tankerima, a dalje do potrošača u Austriji plinovodom.

Ukupna potrošnja derivata nafte u 1964. godini iznosila je 4,846.000 tona ili 690 kg po jednom stanovniku.

Kretanje potrošnje u zadnjih pet godina prikazano je u tablici 3.

Potrošnja derivata nafte u Austriji u 10^3 t*

Tablica 3

Proizvod	1960	1961	1962	1963	1964
Benzin	587	641	731	812	888
Dieselgorivo	532	575	634	697	765
Ulje za loženje	1.446	1.638	2.049	2.403	2.713
Ostali produkti	263	321	362	433	480
Ukupno	2.828	3.175	3.776	4.345	4.846
Lančani indeks porasta	116,7	112,3	119,0	115,1	111,6

* Petroleum Press Service; III/1965. str. 109.

Pošto domaće nafte nema dovoljno za puno pokrivanje potreba zemlje, to Austrija potrebne količine nafte uvozi, pa je u 1964. godini bilo uvezeno 788.000 tona, a uslijed nedovoljnih vlastitih rafinerijskih kapaciteta u toj je godini uvezeno i 482.000 tona benzina, 251.000 tona raznih maziva i 1,323.000 tona tzv. crnih ulja.

U ukupnoj potrošnji energije nafta učestvuje s oko 25%, a interesantno je da od ukupne potrošnje derivata nafte na ulje za loženje otpada gotovo polovina.

Kako će već postojeća disproporcija između proizvodnje nafte i potreba na njenim derivatima sve više rasti, pa će potrebe na uvoznoj nafti biti sve veće, to će se rafinerija u Schwechatu naftovodom priključiti na naftovod, koji se gradi od Trsta do Ingolstadta u Bavarskoj.

Bugarska — Proizvodnja nafte započela je tek 1954. godine, kad je pušteno u eksploataciju naftno polje Tjelenovo u sjeveroistočnom dijelu države blizu Crnog mora. Do sada utvrđene rezerve iznose nešto oko 1,4 milijuna tona, ali postoje indikacije, da će istražni radovi, koji se vrše kod Gigena i Donjeg Dabnika dati nove i značajnije rezerve.

Dosadašnja proizvodnja nafte bila je na nivou do 200.000 tona, a dobivena nafta je naftenskog karaktera s malim sadržajem laganih frakcija i niskim procentom sumpora. Približno polovina od proizvedene količine prerađuje se u zemlji, dok se preostali dio izvozi.

Nakon višegodišnjih istražnih radova nađene su rezerve prirodnog plina kod Starog Orjahova. Do sada utvrđene rezerve iznose 500 milijuna m^3 i u cilju njihovog iskorištavanja gradi se plinovod dug 27 km do Beloslava. Rezerve prirodnog plina utvrđene kod Čirena služit će za alimentiranje petrokemijske tvornice u Vracima.

Bugarska ima dvije manje rafinerije u Ruščuku s ukupnim kapacitetom od 120.000 t/god., a pred par godina puštena je u rad nova rafinerija u Burgasu na obali Crnog mora. Ta rafinerija prerađuje naftu iz SSSR, pa je u 1964. godini preradom 1,8 10^6 tona proizvedeno benzina 287.000 tona, goriva za mlazne motore 47.000 tona, dizel-goriva 456.000 tona i ulja za loženje 930.000 tona. Ukupna prerada nafte u 1965. godini iznosit će predvidivo 2,66 10^6 tona. Kapacitet rafinerije u Burgasu iznosi 3,0 10^6 t/god., a u planu je da se poveća na 5,0 10^6 t/god.

Osim nafte u 1964. godini uvezeno je iz SSSR i 1,470.000 tona derivata nafte.

Ukupna potrošnja derivata nafte u 1964. godini iznosila je gotovo dva milijuna tona, a po jednom stanovniku 249 kg, prema 1,3 10^6 tona, odnosno 164 kg u 1962. godini. Međutim, u tu potrošnju uračunato je i snabdijevanje brodova, koje količine nisu poznate. Za ovu godinu se očekuje, da će potrošnja doseći 2,3 milijuna tona.

Uprkos naglom povećanju potrošnje nafte, ipak je njen udio u ukupnoj potrošnji energije razmjerno nizak i prelazi nešto preko 10%.

Grčka — Unatoč razmjerno intenzivnim istražnim radovima u raznim krajevima zemlje do sada nisu utvrđene rezerve nafte, pa se sve potrebe na tekućim gorivima pokrivaju uvozom nafte, odnosno njenih derivata. Kako Grčka ne raspolaže ni ostalim izvorima energije u znatnijim količinama, to usmjeravanje na uvoz krutih odnosno tekućih goriva i njihove potrošnje ovisi u znatnoj mjeri o fiskalnim faktorima.

Za sada Grčka ima jednu rafineriju u Aspropirgosu blizu Atene s kapacitetom od 2,0 10^6 t/god., a u gradnji je rafinerijsko-petrokemijski kompleks kod Soluna kapaciteta 2,5 10^6 t/god. Taj će kompleks osim goriva proizvoditi amonijak (200.000 t/god.), etilen (15.000 t/god.), te polovinil-klorid, polivinil-acetat, tetraetil-olovo i neke ostale proizvode, a toplinskom će energijom snabdijevati željezaru, koja se također tamo gradi. Za pokrivanje potreba južnih krajeva države u planu je izgradnja jedne rafinerije u zapadnom Peloponezu, čiji će početni kapacitet biti 1,5 10^6 t/god.

Potrošnja derivata nafte u zemlji i potrebe brodova u ovoj će godini iznositi preko tri milijuna tona (u 1964. godini 2,9 10^6 tona) i bit će pokrivena proizvodnjom rafinerije u Aspropirgosu i uvozom 650.000 tona ulja za loženje, 575.000 tona dizel-goriva i 80.000 tona petroleja.

Kako je motorizacija u Grčkoj, osim u Ateni, dosta slabo razvijena, a potrebe na ulju za loženje razmjerno velike, to ono u ukupnoj potrošnji tekućih goriva učestvuje s gotovo 50%.

Italija — Ukupne utvrđene rezerve nafte cijene se na gotovo 50 milijuna tona i najvećim se dijelom nalaze na Siciliji. Međutim, predviđa se da bi tamošnje rezerve mogle biti znatno veće, te bi samo kod Gele mogle doseći 40 milijuna tona, a kod Raguse do 20 milijuna tona. Na samom poluotoku rezerve nafte su utvrđene na više lokacija, ali u manjim količinama i ukupno do pet milijuna tona.

Talijanska nafta je vrlo teška nafta koja zahtijeva specijalni tehnološki proces za racionalnu preradu, te je u tu svrhu izgrađen kod Gele petrokemijski kompleks, pa tamošnja nafta služi u krajnjoj liniji kao petrokemijska sirovina. S toga se razloga proizvodnja nafte ravna prema mogućnostima racionalne prerade, te je proizvodnja u 1964. godini iznosila 2,7 milijuna tona prema dva milijuna u 1960. godini.

U poslijeratnom privrednom i energetskom položaju Italije i to naročito Padske doline vrlo važno mjesto zauzima prirodni plin, čije se rezerve cijene na 130 10^9 m^3, a proizvodnja u 1964. godini iznosila je 7,4 10^9 m^3, te je učešće prirodnog plina u ukupnoj potrošnji energije iznosilo 9%.

Kako Italija, osim hidroenergije i novootkrivenog prirodnog plina raspolaže s malim rezervama ostalih izvora energije, to je upućena na uvoz, koji je usmjeren na sve veći uvoz tekućih goriva, tj. nafte a na račun krutih goriva. Budući da na porast potrošnje pojedinih izvora energije utječu mnogi tehnički, ekonomski pa i politički faktori, to se udio pojedinih izvora energije u njenoj ukupnoj potrošnji mijenjao, tako da je udio nafte i prirodnog plina u 1964. godini iznosio oko 70% prema 43% u 1955. godini. Treba spomenuti, da je od 1957. godine potrošnja u zemlji narasla od 11,6 10^6 tona na 43,5 10^6 tona, u 1964. godini tj. za gotovo četiri puta.

U Italiji danas radi 39 rafinerija s ukupnim kapacitetom od preko 75 10^6 tona godišnje, a ti će se kapaciteti do 1967. godine povećati na sto milijuna tona. Na nagli razvoj rafinerijskih kapaciteta, osim naglog porasta potrošnje derivata nafte, utječe i geopolitički položaj Italije, pa je ona osim velikog uvoznika nafte postala i značajan izvoznik gotovih proizvoda a ima i dobro razvijenu mrežu bunker-stanica za snabdijevanje brodova tekućim gorivima. Treba konačno spomenuti, da prema posebnom zakonu talijanske rafinerije moraju imati 30% u redovnom radu neiskorištenog rezervnog kapaciteta.

U tablici 4. iskazan je uvoz nafte i derivata, te njihov izvoz u 1964. godini.

Talijanski uvoz i izvoz nafte i derivata nafte u 1964. godini u 10^3 t*

Tablica 4

	Uvoz	Izvoz
Nafta	54.972	—
Benzin	120	1.777
Petrolej	7	646
Maziva	129	58
Crna ulja	1.375	6.414

* Petroleum Press Service; IV/1965. str. 125.

Kako se vidi, osim same nafte glavni uvozni proizvod je ulje za loženje, a izvozni benzin i ulje za loženje.

Madžarska — Utvrđene rezerve nafte iznosile su u 1964. godini oko 16 milijuna tona, a proizvodnja nafte započela je još oko 1937. godine na lokaciji Budafa. Najvažnija se naftna polja nalaze u rajonima Zala i Somogy i u srednjem Potisju kod mjesta Szank. Proizvodnja u 1964. godini iznosila je 1,8 10^6 tona, a do sada je u Madžarskoj ukupno proizvedeno oko 23 milijuna tona nafte.

U zadnje vrijeme otkrivene su i razmjerno bogate rezerve prirodnog plina, pa ga je u 1964. godini bilo proizvedeno 770 mil. kub. metara, a u ovoj bi godini ta proizvodnja trebala iznositi 1,5. Međutim, jedan dio svojih potreba na prirodnom plinu naročito istočnog dijela zemlje, Madžarska pokriva uvozom iz Rumunjske s kojom je spojena plinovodom.

Približno polovinu svojih potreba na derivatima nafte Madžarska pokriva svojom naftom, a preostale potrebne količine uvozi iz Sovjetskog Saveza putem naftovoda prijateljstva, koji povezuje naftna polja na području Ural-Volga s rafinerijama u Poljskoj, DR Njemačkoj, Čehoslovačkoj i Madžarskoj. Taj naftovod počinje kod Kujbiševa, a kod Mozira se odvaja krak za Madžarsku i Čehoslovačku. Kapacitet madžarskog ogranka iznosi 2,5 10^6 t/god.; povećanjem pumpne stanice u Gödölöu povisit će se na pet milijuna tona.

Madžarska ima šest rafinerija s ukupnim kapacitetom od gotovo četiri milijuna tona. Nova rafinerija kod mjesta Szazhalombatha, oko 25 km južno od Budimpešte, ima sada kapacitet od 2,0 milijuna t/god., a postepeno, s porastom potrošnje, povećat će se na 6 milijuna tona godišnje.

Potrošnja derivata nafte iznosila je u 1964. godini nešto preko 4,0 10^6 tona, prema 2,2 10^6 tona u 1962. godini, pa je tako i potrošnja po jednom stanovniku porasla od 220 kg na 400 kg.

Rumunjska — Od svih naših susjeda, pa i od nas, Rumunjska raspolaže s najvećim rezervama nafte, i u tom je pogledu iza SSSR druga u Evropi. Nafta je otkrivena sredinom prošlog stoljeća i nalazišta se eksploatiraju već preko sto godina. Rezerve se nafte cijene na oko 130 milijuna tona,

a glavna se naftna polja nalaze u području Oltenice i Piteštija u Moldaviji, te novootkrivene rezerve u Transilvaniji.

Proizvodnja nafte se u zadnjim godinama održava na nivou od oko 11 milijuna tona, a najvećim je dijelom ostvarena na poljima otkrivenim u zadnjih dvadeset godina, dok je proizvodnja na starim poljima u opadanju. Međutim, primjenom odgovarajućih sekundarnih metoda očekuje se povećanje proizvodnje i na tim poljima. Računa se, da je od 1857. godine, kad je započela proizvodnja nafte u Rumunjskoj, pa do sada dobiveno ukupno 300 milijuna tona nafte.

Uz naftu važan je i prirodni plin, čije se rezerve cijene na približno 300 10^9 m^3, a u 1964. godini bilo je proizvedeno 13 10^9 m^3, prema 7,8 10^9 m^3 u 1961. godini. U ukupnoj potrošnji energije prirodni plin učestvuje s gotovo 60%, a nafta s 25%. Na bazi prirodnog plina razvijena je znatna petrokemijska industrija, a izvjesne se količine isporučuju i potrošačima u Istočnoj Madžarskoj. U cilju transportiranja prirodnog plina izgrađena je mreža plinovoda duga gotovo 4.000 km, a do Crnog mora, Dunava i Odese vode cjevovodi za otpremu produkata. Treba spomenuti, da Rumunjska ne izvozi neprerađenu naftu.

Rumunjska raspolaže s 11 rafinerija, čiji kapaciteti iznose preko 12,0 10^6 t/g, pa su u stanju da prerade svu proizvedenu naftu. Od proizvedenih derivata oko 60% se troši u zemlji, a 40% se izvozi. Kako se struktura potrošnje razlikuje od strukture proizvodnje, to na izvoz otpada oko 80% proizvedenog benzina, polovica dizel-goriva i do 70% proizvedenih mazivnih ulja. Rumunjske rafinerije ne samo da su u zadnje vrijeme povećale svoje kapacitete, ukoliko nisu sagrađeni novi, nego su izgradnjom sekundarnih postrojenja u tehnološkom pogledu postigle zapadnoevropski nivo.

Potrošnja derivata dosegla je u 1964. godini 6,6 milijuna tona, prema 5,9 milijuna u 1962. godini, pa je na jednog stanovnika otpalo 350 kg.

Jugoslavija — Ukupna površina terena, koji mogu biti interesantni za akumulaciju nafte čini oko 40% površine naše zemlje. Polovina od toga otpada na čitavi sjeverni dio države, nazvan Panonski bazen, dok drugu polovinu čini pojas, koji se proteže duž Jadrana ili tzv. Dinaridi. Sve do sada utvrđene rezerve nafte nalaze se u Panonskom bazenu, dok su Dinaridi razmjerno malo istraženi i tek su u zadnje vrijeme poduzeti sistematski istraživački radovi.

Proizvodnja nafte, zahvaljujući otvaranju novih naftnih polja, porasla je od 110.342 tone u 1950. godini na 257.200 tona u 1955. godini na 943.564 tone u 1960. godini i na 1,8 milijuna tona u 1964. godini. Od 1945. pa do 1964. godine bilo je proizvedeno preko deset milijuna tona nafte.

Sve do sada dobivena nafta potječe iz naftnih polja koja se nalaze u centralnom dijelu sjeverne Posavine između Zagreba i Novske, u sjevero-istočnom dijelu Banata, te u Prekomurju. Gotovo 70% od ukupne proizvodnje u 1964. godini dala su naftna polja u Posavini, a ostalo otpada na banatska naftna polja. Proizvodnja u Prekomurju ne učestvuje ni s 10%.

Jugoslavenske nafte odlikuju se vrlo niskim sadržajem sumpora, pretežno su parafinskog karaktera, a najvećim dijelom imaju visok sadržaj laganih frakcija.

Paralelno s otkrivanjem rezervi nafte teklo je i utvrđivanje rezervi prirodnog plina, jedan dio tih rezervi nalazi se u čisto plinskim ležištima, a preostali je dio vezan uz ležišta nafte, bilo da je prirodni plin otopljen u nafti, bilo da čini posebni plinski sloj. Proizvodnja prirodnog plina ravnala se je prema mogućnostima potrošnje, pa je u 1964. godini dosegla 274 milijuna m^3, a osim toga morale su se znatne količine spaliti na bakljama radi premalog kapaciteta distributivne mreže.

Prerada nafte na teritoriju današnje Jugoslavije organizirana na uvoznoj nafti starog je datuma i spada među prve u Evropi. Već 1882. godine započela je radom rafinerija u Rijeci. To je bila prva rafinerija na Mediteranu. Rafinerija u Bos. Brodu sagrađena je 1892. godine i za dulje vrijeme bila je prva rafinerija na Balkanu. Treća rafinerija u Sisku sagrađena je 1927. godine.

Proširenja i rekonstrukcije te novopodignuti kapaciteti u okviru postojećih rafinerija omogućili su da rafinerije mogu danas preraditi preko 3,0 10^6 tona nafte godišnje, što je deset puta više nego prije II svjetskog rata. Daljnja proširenja, koja su u toku dat će takove kapacitete, koji će po volumenu i tehnološkom procesu odgovarati sve većim potrebama zemlje.

U 1950. godini prerađeno je 475.000 tona nafte, deset godina kasnije tj. 1960. godine 1,3 10^6 tona, a u tablici 5 prikazano je kretanje prerade nafte u zadnje tri godine.

Prerada nafte u SFRJ u t*

Tablica 5

Proizvod	1962	1963	1964
Benzin	321.620	343.957	385.560
Petrolej	80.985	88.861	98.199
Dizel-goriva	532.253	617.878	701.395
Ulje za loženje	492.167	480.053	683.450
Ostali proizvodi i gubitak prerade (oko 2 %)	233.033	261.365	293.538
Prerađeno nafte	1,665.058	1,792.114	2,162.142

* Indeks; 6/1965.

Postojeći kapaciteti, iako u masi odgovaraju potrebama zemlje, ipak ne mogu po strukturi proizvodnje potpuno odgovarati strukturi potrošnje (s izuzetnim težištem na potrošnji dizel-goriva), pa su se neki deficitarni proizvodi uvozili, kao što je dizel-gorivo i razni specijalni proizvodi, a izvozili viškovi.

Kako domaća nafta ne pokriva potrebe zemlje, to se deficitarne količine uvoze. S druge strane

izvjesne su se količine domaće nafte izvezle u svrhu zamjene za naftu, koja po svom sastavu osigurava veće prinose motornih ulja i bitumena.

U tablici 6 prikazano je kretanje uvoza i izvoza nafte i njezinih derivata u zadnje tri godine.

Uvoz i izvoz nafte i derivata nafte u SFRJ u 10^3 t*

Tablica 6

Proizvod	1962		1963		1964	
	uvoz	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz	izvoz
Nafte	749	209	778	455	760	316
Derivati nafte	322	174	224	132	460	166

* Nafta; 2—3/1965. str. 92.

S obzirom na sve veće količine u uvozu i izvozu nafte i njezinih derivata međunarodna razmjena tih dobara postaje sve važniji faktor u našoj uvozno-izvoznoj bilanci.

Paralelno s općim razvojem naše privrede rasla je i potražnja derivata nafte, međutim taj je porast bio brži nego porast potrošnje ostalih izvora energije, tako da udio nafte raste brže nego udjel ugljena.

Potražnja derivata nafte u razdoblju od 1957. do 1960. godine rasla je godišnje u prosjeku za 13%, pa je u 1960. godini ukupna potrošnja iznosila 1,341.000 tona, a do 1964. godine popela se na 2,4 milijuna tona.

Struktura potrošnje uvjetovana je uslovima razvoja naše motorizacije i raspoloživim količinama teških tekućih goriva. S toga razloga udio benzina u ukupnoj potrošnji postepeno slabi pa je od oko 19% u 1960. godini pao na 16%, a udio dizel-goriva porastao je od 33%, na preko 38%, dok je udio ulja za loženje oslabio, tj. taj je procenat pao od 29% na 25% u 1964. godini.

Ovakova kretanja u strukturi potrošnje derivata nafte posljedica su uključivanja u našu motorizaciju malolitražnih osobnih vozila s niskom specifičnom potrošnjom benzina, dok traktori, kamioni i autobusi imaju pogon na dizel-goriva. Nadalje, s obzirom na forsiranje drugih izvora toplinske energije dosadašnja potrošnja ulja za loženje ravnala se je prema raspoloživim količinama, koje iz raznih uzroka nisu rasle ravnomjerno s porastom prerade nafte.

Struktura potrošnje derivata kod nas i tendencija u njenom dosadašnjem kretanju je specifična i odgovara našim dosadašnjim uslovima razvoja energetike i motorizacije i odudara od odgovarajućih kretanja u drugim zemljama Evrope. Naime, u Evropi, a naročito u zapadnoj, potrošnja benzina i dizel-goriva je ujednačenija i kreće se na nivou od oko 20%, dok potrošnja ulja za loženje sve više raste, pa njegov udio prelazi 40%.

Literatura

Petroleum Press Service; 1/1965., 3/1965., 10/1964., 7/1964., 12/1964.
World Petroleum; 2/1963., 9/1964., 3/1964., 3/1965.
Nafta; 2—3/1965.
Erdöl und Kohle; 5/1965.
Oil and Gas International; 5/1965.
Revue Petroliere; 11/1964.
Revue annuelle de la situation du gaz en Europe; ECE, Geneve 1963.
Indeks; 6/1965.
Almanah kemijske industrije 1962; Beograd 1964.
Godišnjak spoljne trgovine 1964.
Statistički godišnjak 1964.

Naslov pisca: Vilko Boranić, dipl. ing., Industrija nafte, Zagreb, Trg žrtava fašizma br. 16.

ODREĐIVANJE SILA PRILIKOM RAZVLAČENJA VODIČA

R. Škarica

U članku se opisuje način određivanja vlačnih sila u užetu prilikom razvlačenja pomoću strojeva. Opisano je crtanje i upotreba Carpentierovog dijagrama kod izračunavanja sile razvlačenja u trasama, gdje su visine ovjesišta i rasponi nejednaki, a treba udovoljiti uvjetu da uže ne dodiruje zemlju.

DK 621.315.37

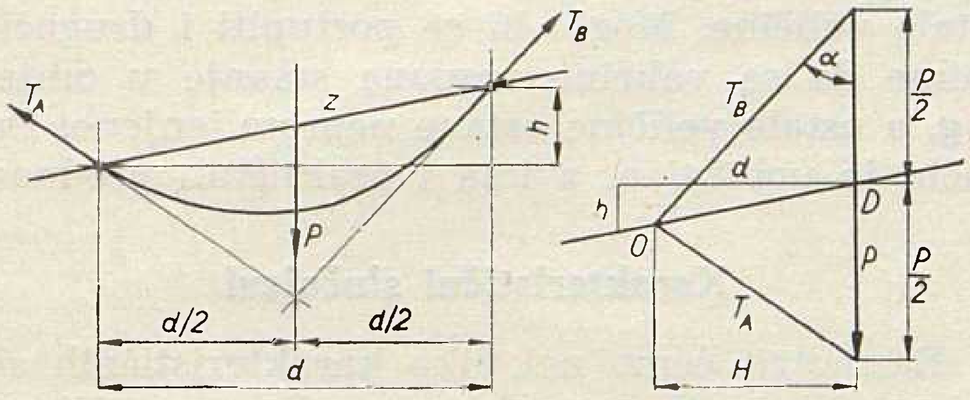
Općenito

Montažni radovi na dalekovodima izvode se u nekoliko faza od kojih je najvažnija faza razvlačenje vodiča. O kvaliteti tog rada dobrim dijelom ovisi trajnost vodiča a time i pogonska sigurnost dalekovoda. Razvlačenjem se vodič prenosi sa bubnjeva na stupove i preko kotura privremeno je zavješen na stupovima. Pri tome je važno, da vodič ne dođe u dodir sa tlom, kako bi se izbjeglo oštećenje, što osobito vrijedi za vodiče od aluminija i aluminijskih legura. Razvlačenjem pod mehaničkim naponom postiže se u vodiču vlačna sila potrebna da se vodič održava iznad tla. Način rada ovisan je o mehanizaciji, pa se može govoriti o radu koji je na nižem ili višem tehničkom nivou.

Prilikom klasičnog razvlačenja pomoću strojeva, koji su se kod nas do nedavno jedino upotrebljavali, nastojalo se da vodič nigdje u radnom polju ne dođe u dodir sa tlom. O veličini vlačnih sila u vodiču nije se vodilo računa, a nije se znalo ni kolika je sila kočenja odnosno vučna sila.

Ukoliko je vodič ipak negdje dodirivao tlo nastojalo se to izbjeći jačim kočenjem pa ako ni

tada nije bilo uspjeha postavljale su se na kritičnim mjestima drvene skele ili koze, zatim daske, grane i slično, dakle predmeti od mekog materijala, koji nisu mogli oštetiti aluminijski plašt vodiča. Ova kritična mjesta obično su se pronalazila na trasi u toku rada.



Slika 1.

Raspodjela strojeva kao i njihovo premještanje u toku razvlačenja obavljalo se od oka i pri tome se nije mnogo vodilo računa koji je položaj bolji za kočnicu a koji za vitlo, kako bi se izbjegla neekonomična eksploatacija stroja.

Rad savremenom mehanizacijom o kojoj je bilo govora u članku »Montaža vodiča savremenom mehanizacijom« (»Energija« br. 3—4 1963. god.) zahtijeva prepremne radove, kako bi se postiglo što kvalitetnije i što ekonomičnije razvlačenje. Ovi se radovi obuhvaćaju u elaboratu razvlačenja, koji se razrađuje u birou, a kao podloga koriste se podaci prethodno prikupljeni na terenu. Podaci se uglavnom odnose na kvalitetu pristupnih puteva, kojim se predviđa transportiranje strojeva i bubnjeva sa vodičem. Gotov elaborat predaje se na upotrebu tehničkom rukovodstvu na terenu.

Osnovu elaborata čini Carpentierov dijagram. Međutim prije nego što se prijeđe na razradu elaborata potrebno je imati uzdužni profil trase sa ucrtanim stupovima i označenim visinama stupova. U uzdužne profile označe se i položaji strojeva, pa je time ujedno određena duljina pojedinih radnih polja. Osim toga potrebno je raspolagati s tehničkim podacima stroja, kao i s jediničnim težinama vodiča i vučnog užeta.

Carpentierov dijagram, koji bazira na poligonu sila (Sl. 1.), dozvoljava, da se brzo dobije uvid u raspodjelu sila radnog polja, dok se vodič nalazi u koturima. Zraka O-D u poligonu sila je paralelna sa zaključnom stranom Z verižnog poligona i nazvat ćemo je »pravcem nagiba«. Nagib ovog pravca ovisi o rasponu d i visinskoj razlici zavješenja vodiča h. Polna udaljenost H jednaka je vlačnoj sili u vodiču u najnižoj tački. Poznavanjem ove sile kao i težine vodiča dolazimo do parametra a, a time i do oblika lančanice.

Nakon ovog kratkog razmatranja prikazat ćemo kako se crta Carpentierov dijagram (Sl. 2.). Trokuti sila za pojedine raspone nanose se jedan za drugim pri čemu je potrebno držati na umu, da vodič u koturima održava vlačnu silu konstantnom kada prolazi iz jednog raspona na drugi. Stranice trokuta koje predstavljaju vertikalne sile padaju u jedan pravac, koji ćemo nazvati osnovnom linijom a obično se ucrtava horizontalno. U raspolovnici tih pojedinih duljina ucrtaju se pravci nagiba, koji će biti više ili manje nagnuti, što ovisi o konfiguraciji terena i visinskoj razlici stupova.

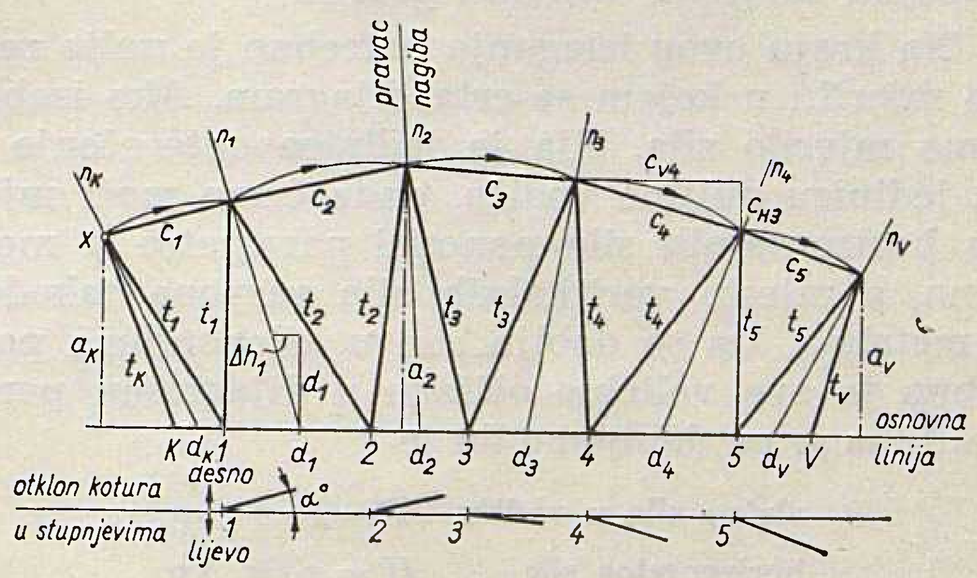
Da bi se dobila vlačna sila u vodiču na izlazu iz kočnice nanese se okomito na osnovnu liniju parametar a_k, te sjecište X parametra sa pravcem nagiba spojimo sa tačkama K i br. 1 na osnovnoj liniji. Na ovaj način dobijemo početni trokut sila za raspon kočnica — prvi stup, kojim je određena također i vlačna sila u vodiču na prvom stupu. Postepenim crtanjem trokuta sila za ostale raspone dobijemo dijagram za čitavo radno polje.

Parametar a_k se odabere prema iskustvu, a ovisan je o težini vodiča, visini vodiča iznad tla za vrijeme razvlačenja, konfiguraciji terena i snazi upotrebljenih strojeva.

Kako vidimo, poznavanjem jedne sile, u ovom slučaju korizontalne komponente vlačne sile odnosno parametra a_k, lako odredimo i sve ostale sile.

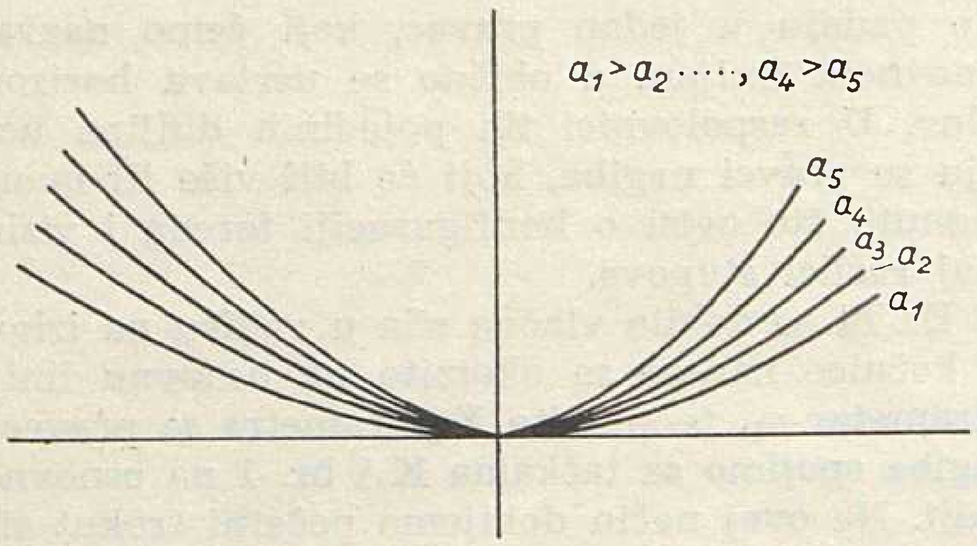
Potrebno je napomenuti, da vlačna sila u vodiču stvarno nije konstantna kada prelazi iz jednog raspona na drugi, nego je zbog otpora koji se pojavljuje prilikom prelaza preko kotura na izlazu iz kotura veća od sile na ulazu u kotur. Ako se želi crtati dijagram sasvim tačno, onda treba sile na izlazu iz kotura povećati za cca 1 : 1,5%.

Osim vlačnih sila u vodiču, kao i njihovih horizontalnih komponenata, dobijemo još i sile C koje predstavljaju opterećenje za pojedina uporišta. Sile C možemo rastaviti u dvije komponente C_H i C_V. Komponenta C_H otklanja kotur u smjeru trase, a komponenta C_V djeluje vertikalno. Obje ove komponente ne smiju ni u kojem slučaju biti veće od računskih sila V_Y i V_Z, a što je normalno slučaj. Ako je smjer komponente C_H prema dolje kotur će se otkloniti lijevo, a ako je prema gore onda desno, ukoliko se dijagram crta kako je prikazano na sl. 2.



Slika 2.

Parametri, koje za ostale raspone dobijemo iz dijagrama služe nam za izbor šablona pomoću kojih se vrši kontrola visine vodiča iznad tla. Familiju šablona za različite lančanice s međusobno različitim parametrima potrebno je imati



Slika 3.

ucrtanu na celuloidu. kako to prikazuje sl. 3. Ovako ucrtanim krivuljama u stanju smo, da brzo izvršimo kontrolu visine vodiča iznad tla, koja se obično kreće oko 2 m. Ako prilikom kontrole ustanovimo da vodič nije u dodiru s tlom i da je visina vodiča iznad tla oko 2 m, onda je sve u redu za promatrano radno polje. Ukoliko pak vodič dira tlo na jednom ili više mjesta, potrebno je smanjiti provjese povećavanjem vlačne sile u vodiču. Time će se izmijeniti parametri i bit će potrebno ponovno izvršiti kontrolu visine vodiča iznad tla. Povećanje vlačne sile ograničeno je snagom stroja, pa ukoliko se vodič nije odlijepio od tla i nakon povećanja vlačne sile treba na kritičnim mjestima postaviti potporne koture, kojima se vodič prisilno izdigne iznad tla. Umetanjem potpornih kotura mijenja se ponovno dijagram, jer je promijenjen broj uporišta, pa će se još jedanput kontrolirati visina vodiča iznad tla.

Prilikom crtanja dijagrama treba kočnicu i vitlo te potporne koture uzeti kao i svako drugo uporište. Za stupove sa zavješenjem vodiča u više visina imat ćemo više pravaca nagiba za raspone između kočnice i prvog stupa, između vitla i zadnjeg stupa, te između potpornih kotura i susjednih stupova.

Za raspored vodiča u tri visine može se za srednji i gornji vodič smanjiti vlačna sila tako da će i stroj raditi manjom snagom, a time će se uštedjeti izvjesna količina goriva.

Na kraju ovog izlaganja potrebno je nešto reći i o mjerilu u kojem se crta dijagram. Ako izaberemo mjerilo sila, čija je jedinica opterećenje g na jedinicu duljine vodiča, onda ćemo moći mjesto horizontalnih sila nanositi parametre u metrima, a mjesto vertikalnih sila raspone također u metrima. Da se dobiju sile u kilopondima potrebno je sve veličine očitane u dijagramu pomnožiti sa g, pa dobijemo da je

vlačna sila u vodiču $T = g \cdot t$ kp

horizontalna sila $H = g \cdot a$ kp

vertikalna sila $V = g \cdot d$ kp

gdje je $t = \frac{a}{\sin \alpha}$ (vidi sl. 1).

Kako se prilikom razvlačenja radi obično sa dva užeta različite težine (vodič i vučno uže), to je potrebno veličine koje se odnose na vučno uže povećati u omjeru težine vodiča i vučnog užeta. Ovo naime slijedi iz toga što se veličine raspona, koje se nanose na osnovnu liniju ne mijenjaju bez obzira da li se npr. vodič nalazi razvučen po čitavoj duljini radnog polja ili vučno uže. Prema tome veličine raspona u kojima se nalazi vučno uže, bit će kao da su povećane i to u omjeru g/g', pa je potrebno u istom omjeru povećati i ostale veličine. Moglo bi se postupiti i drugačije, naime da se veličine raspona smanje u omjeru g'/g, a ostale veličine ostave nepromijenjene. Prvi način je uobičajen, a ima i praktičnih prednosti.

Karakteristični slučajevi

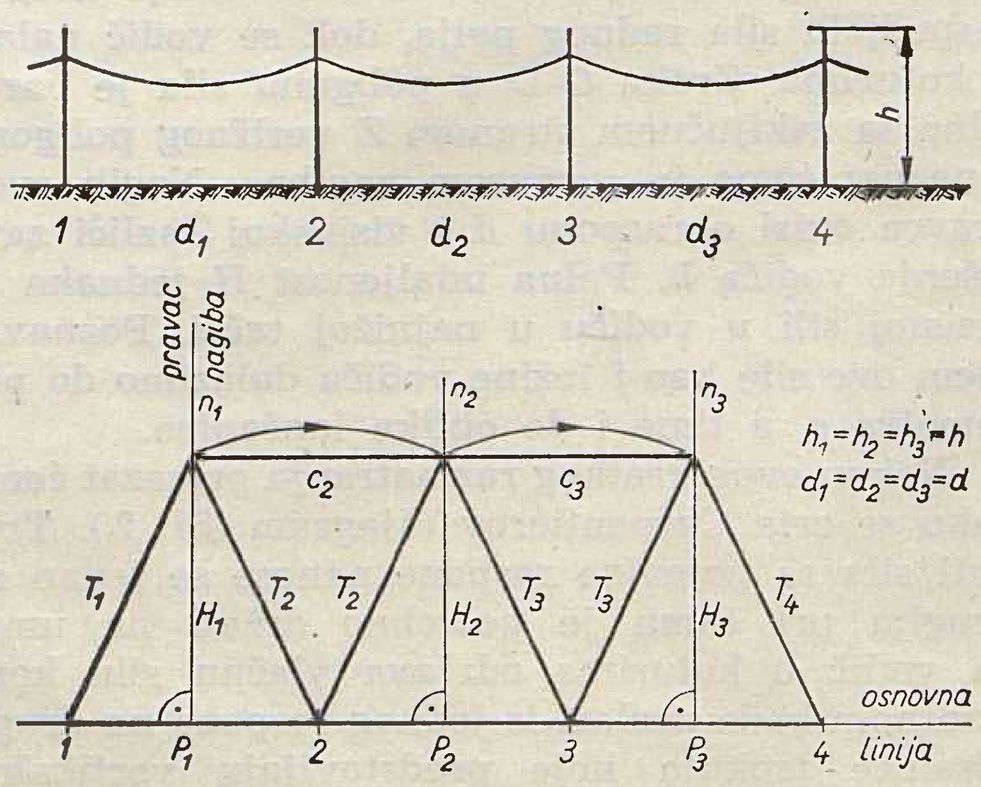
Razmotrit ćemo nekoliko karakterističnih slučajeva od kojih se neki u praksi praktički ne susreću, ali su interesantni radi usporedbe dobivenih rezultata.

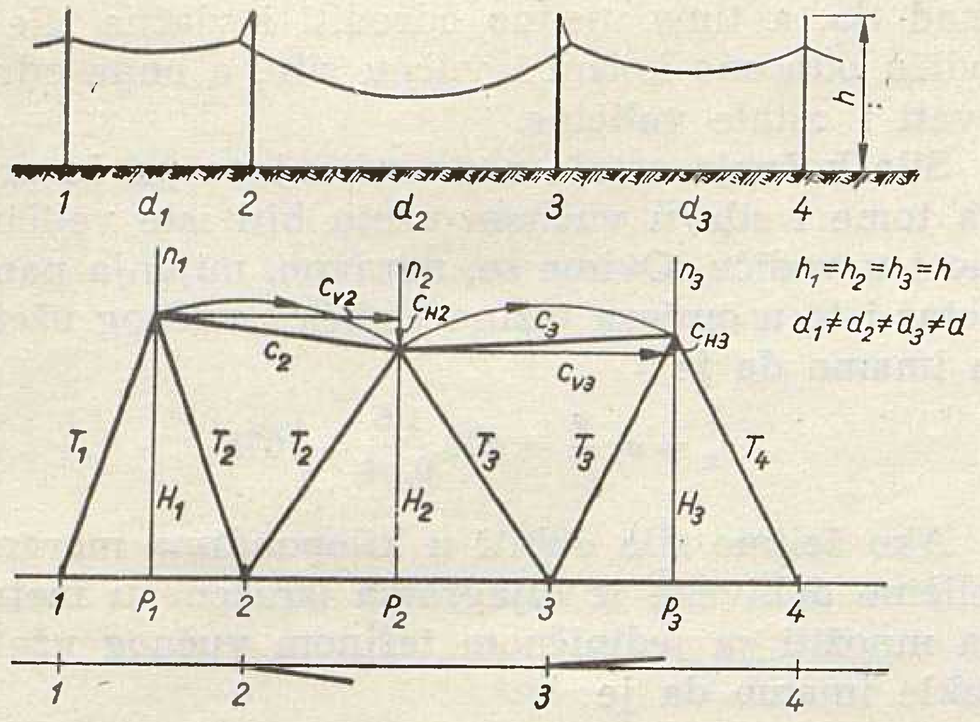
Uzmimo najprije, da imamo dalekovod koji prolazi potpuno ravnim terenom, da su svi rasponi jednaki i da su visine stupova jednake (Sl. 4.). Dijagram za ovaj idealan slučaj je jednostavan. Pravci nagiba okomiti su na osnovnu liniju, a pojedine sile međusobno su jednake, a isto tako i parametri. Visinu vodiča iznad tla kontroliramo jednom lančanicom. U toku razvlačenja koturi stoje u vertikalnom položaju, jer je sila C paralelna sa osnovnom linijom, pa je $C = C_V$, a $C_H = \emptyset$.

U drugom slučaju (Sl. 5.) uzimamo da je teren također ravan i visine stupova jednake, ali da su rasponi nejednaki. Pravci nagiba i u ovom slučaju su okomiti na osnovnu liniju. Sile se međutim mijenjaju od stupa do stupa, dakle i parametri, pa će se kontrola visine vodiča iznad tla vršiti familijom šablona. Sile C nisu više paralelne s osnovnom linijom, što ukazuje da će doći do otklona kotura zbog komponenta C_H. Otklon će biti prema manjem rasponu, a povećanjem razlike u veličini raspona povećava se i otklon kotura.

U trećem slučaju (Sl. 6.) imademo neravan teren, nejednake raspone i nejednake visine stupova, što se u praksi najčešće i susreće. Zbog visinske razlike stupova pravci nagiba više neće

Slika 4.





Slika 5.

biti okomiti na osnovnu liniju, nego će biti otklonjeni prema nižem stupu ili stupu koji se nalazi na nižem mjestu. Parametri se mijenjaju od raspona do raspona, tako da za kontrolu visine vodiča iznad tla treba imati i u ovom slučaju familiju šablona različitih lančanica.

Koturi su normalno otklonjeni u smjeru uspona, međutim kod velikih razlika u veličini susjednih raspona mogu koturi doći u vertikalan položaj ili se čak otkloniti u protivnom smjeru.

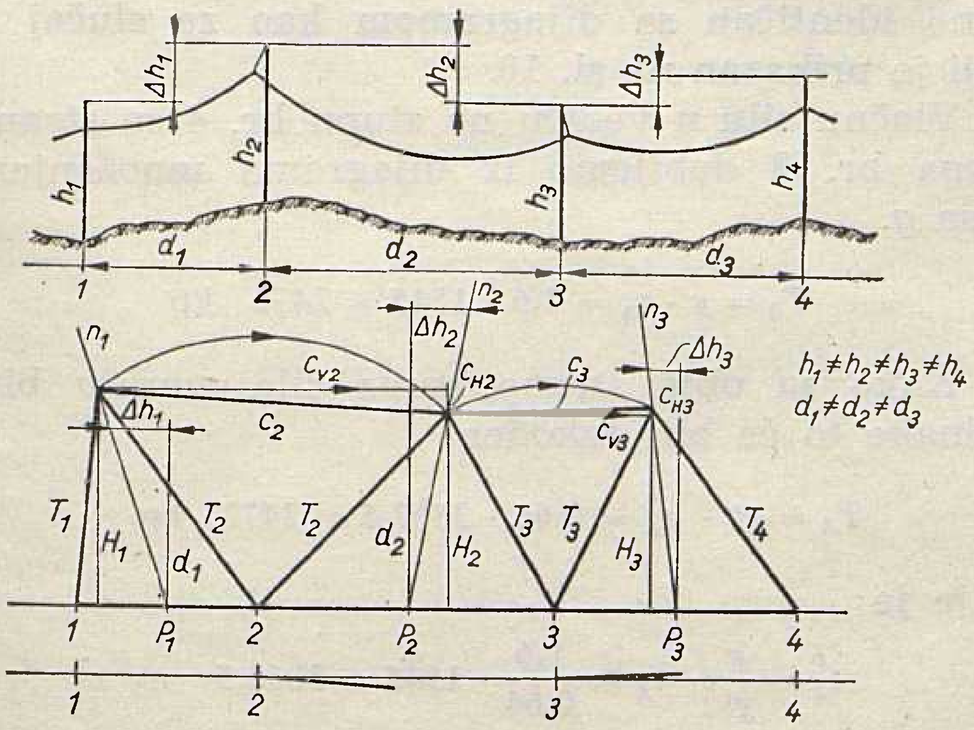
U svim do sada promatranim slučajevima vertikalne komponente imale su smjer prema dolje, pa nije moglo doći do podizanja kotura.

Pretpostavimo sada, da je iz bilo kojeg razloga došlo do povećanja vlačne sile u vodiču. Ako promatramo stup br. 3 (Sl. 7) vidjet ćemo, da se zbog toga smanjuje sila C_3 i da može u izvjesnom momentu postati nula. Ovaj stup smo odabrali zbog toga, jer je niži od svojih susjeda, tako da se pravci nagiba raspona 2—3 i 3—4 međusobno sijeku.

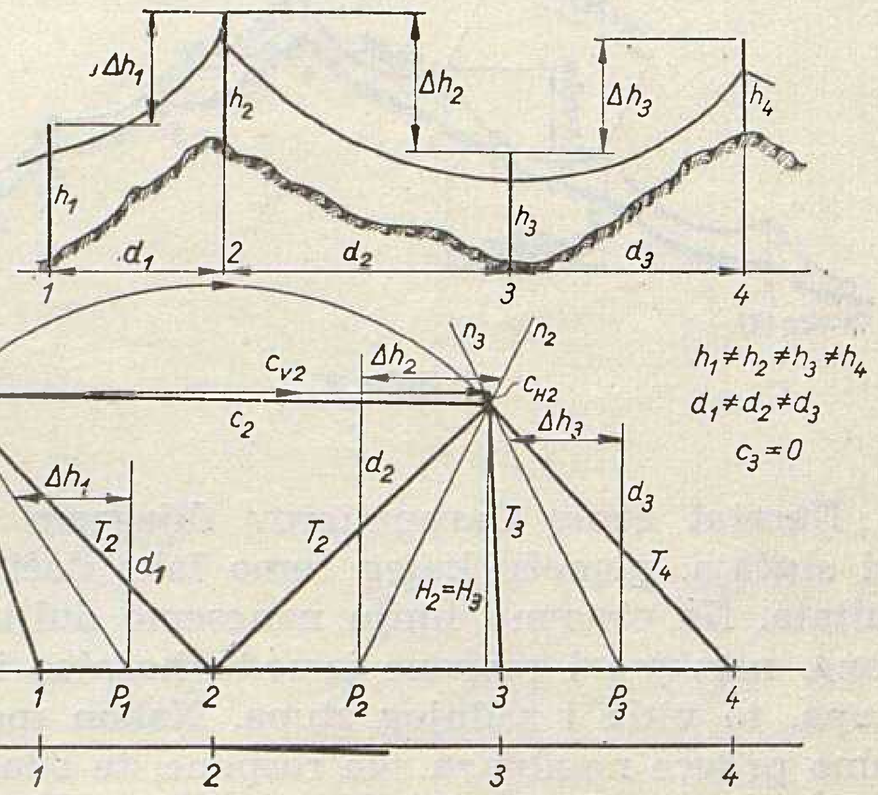
Ako povećavamo i dalje vlačnu silu (Sl. 8.) ponovno će se pojaviti sila C_3 i dalje rasti, ali sada imade protivan smjer, a isto tako i komponente C_H i C_V.

Promjena smjera C_H nema nikakvih posljedica, osim što će se kotur otkloniti u protivnu stranu, dok će promjenom smjera C_V doći do podizanja kotura, jer se je pojavila negativna

Slika 6.

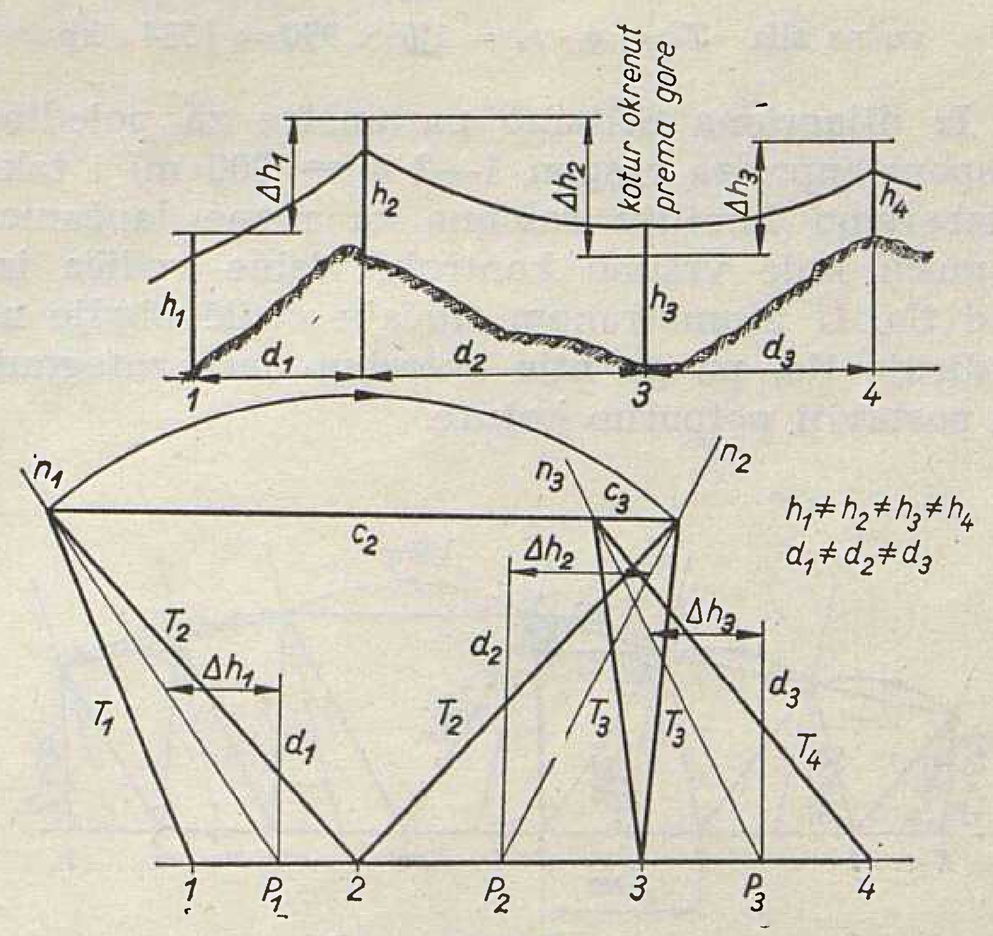


vertikalna sila, što je svakako neugodno. Na stup br. 3 bit će potrebno objesiti specijalne koture sa dva kotača, koji stoje jedan ispod drugog, a međusobno su čvrsto povezani. U početku razvlačenja, kad je C_V pozitivna radit će donji kotač, a kasnije kada sila C_V postane negativna gornji kotač. Ovakav kotur potrebno je usidriti i za tlo.



Silka 7.

Iz promatranih slučajeva vidi se, da na veličinu i smjer sila utječu veličine raspona, visine stupova, konfiguracija terena i sila kočenja. Nije vidljivo, međutim, kolike sile djeluju na kočnicu i motorno vitlo i kako se mijenjaju te sile tokom razvlačenja, jer su promatrane kratke dionice radnih polja. Da bi mogli prikazati kako se dolazi do tih sila razmotrit ćemo kompletno radno polje.

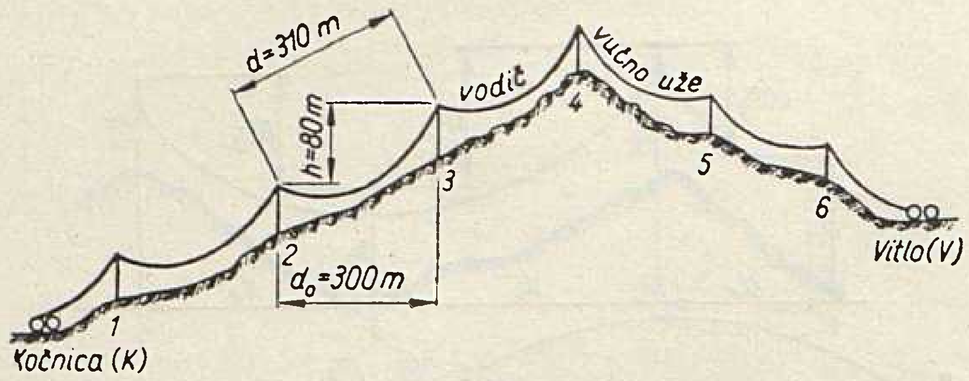


Slika 8.

Radno polje

U nastavku ćemo razmotriti razvlačenje vodiča u radnom polju koje je prikazano na sl. 9. Ovim primjerom bit će prikazano kako se određuje kočna i vučna sila i to kada je vodič na

početku, odnosno na kraju radnog polja. Nadalje će biti prikazano kako se određuje veličina vučne sile na vitlu u momentu kada se vodič nalazi s lijeve strane, a vučno uže s desne strane stupa br. 4. Stup br. 4 odabrali smo zbog toga, jer se nalazi na najvišem mjestu u trasi.



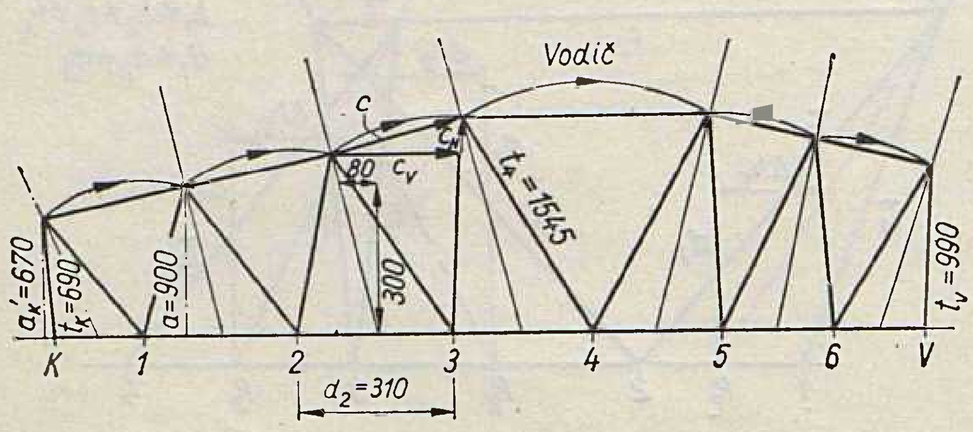
Slika 9.

Nacrtat ćemo Carpentierov dijagram za sva tri slučaja, pomoću kojeg ćemo lako doći do rezultata. Na osnovnu liniju nanesemo duljine raspona, naravno i raspone između kočnice i prvog stupa, te vitla i zadnjeg stupa. Nakon toga ucrtamo pravce nagiba za sve raspone, te odaberemo parametar a_k, koji neka iznosi 670 m. Težina vodiča neka iznosi 1,6 kg/m, a vučnog užeta 0,64 kg/m. Vlačnu silu u vodiču t_k na izlazu iz kočnice izražene u metrima dobijemo tako, da sjecište parametra a_k i pravca nagiba spojimo sa K na osnovnoj liniji (Sl. 10). Postepenim crtanjem trokuta sila dolazimo do vlačne sile na vitlu t_v izražene u metrima. Množenjem ovih sila sa težinom vodiča u kg/m dobijemo sile u kilopondima i to

sila kočenja $T_v = g \cdot t_k = 1{,}6 \times 690 = 1104$ kp

vučna sila $T_v = g \cdot t_v = 1{,}6 \times 990 = 1584$ kp

Iz dijagrama očitamo parametre za pojedine raspone (npr. za raspon 1—2 a = 900 m) i tako odaberemo familiju šablona za razne lančanice pomoću koje vršimo kontrolu visine vodiča iznad tla. U promatranom slučaju vodič nigdje ne dodiruje tlo, pa ga nije potrebno jače zategnuti ili postaviti potporne koture.



Slika 10.

Sada ćemo razmotriti slučaj kad se vodič nalazi na početku radnog polja (Sl. 11.) Ova faza rada, istina, vremenski prethodi prije razmatranu ali se uvijek promatra poslije nje zbog logičnog slijeda. Naime važno je izvršiti kontrolu vodiča iznad tla, a time ujedno odrediti i vlačne sile u vodiču odnosno kočnu i vučnu silu, a onda određivati i ostale veličine.

Sila kočenja ostaje nepromijenjena pa će prema tome i sila u vučnom užetu biti iste veličine kao i u vodiču. Ovime se, naravno, mijenja parametar i to u omjeru težina vodiča i vučnog užeta, pa imamo da je

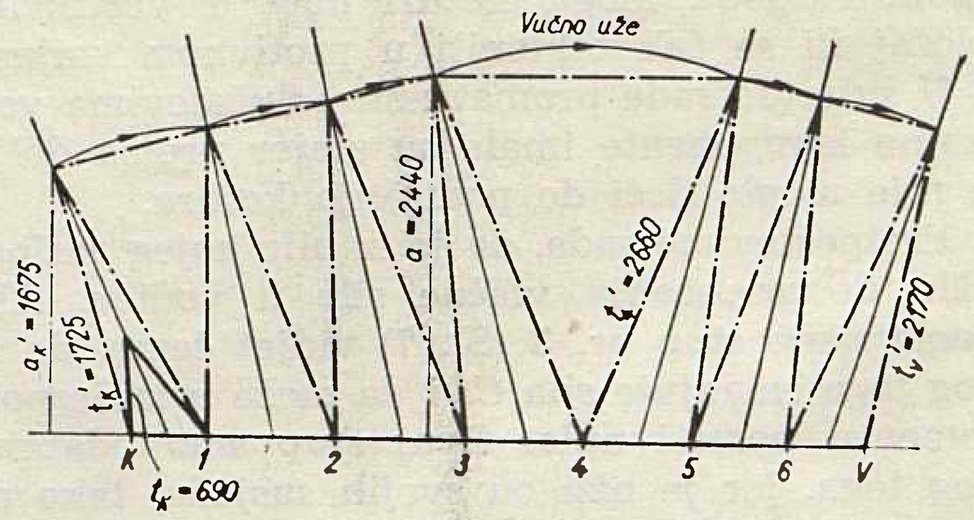
$$a_k' = a_k \frac{g}{g'} = 670 \frac{1{,}6}{0{,}64} = 1675$$

Ako želimo sile dobiti u kilopondima moramo veličine dobivene iz dijagrama izražene u metrima množiti sa jediničnom težinom vučnog užeta. Dakle imamo da je

$$T_k = g' \cdot t_k' = 0{,}64 \cdot 1725 = 1104 \quad \text{kp}$$

$$T_v = g' \cdot t_v' = 0{,}64 \cdot 2170 = 1389 \quad \text{kp}$$

U ovom slučaju ne kontroliramo visinu vučnog užeta iznad tla, jer su parametri za vučno uže uz iste vlačne sile uvijek veći, a to znači da su i krivulje provjesa pliće. Osim toga nije ni važno da li uže negdje dodiruje tlo, jer to nema nekih opasnih posljedica.



Slika 11.

Kako vidimo vučna sila vitla kreće se od 1389 kp na početku razvlačenja do 1584 kp na kraju razvlačenja, dok se kočna sila tokom rada ne mijenja.

Preostaje nam još da vidimo kolika će biti vučna sila kad se vodič nalazi s lijeve strane, a vučno uže s desne strane stupa br. 4 (Sl 12). Kao i obično počnimo crtati dijagram sa strane kočnice. Kočnica da tako kažemo »ne zna« da postoji stup br. 4, pa će dijagram do stupa br. 4 biti potpuno identičan sa dijagramom kao za slučaj 1 koji je prikazan na sl. 10.

Vlačnu silu u vodiču na stupu br. 4 sa strane stupa br. 3 dobijemo iz dijagrama množenjem t_4 sa g.

$$T_4 = g \cdot t_4 = 1{,}6 \cdot 1545 = 2472 \quad \text{kp}$$

Kako sa obje strane stupa sile moraju biti jednake to će biti također

$$T_4 = g' \cdot t_4' = 0{,}64 \cdot 3862{,}5 = 2472 \quad \text{kp}$$

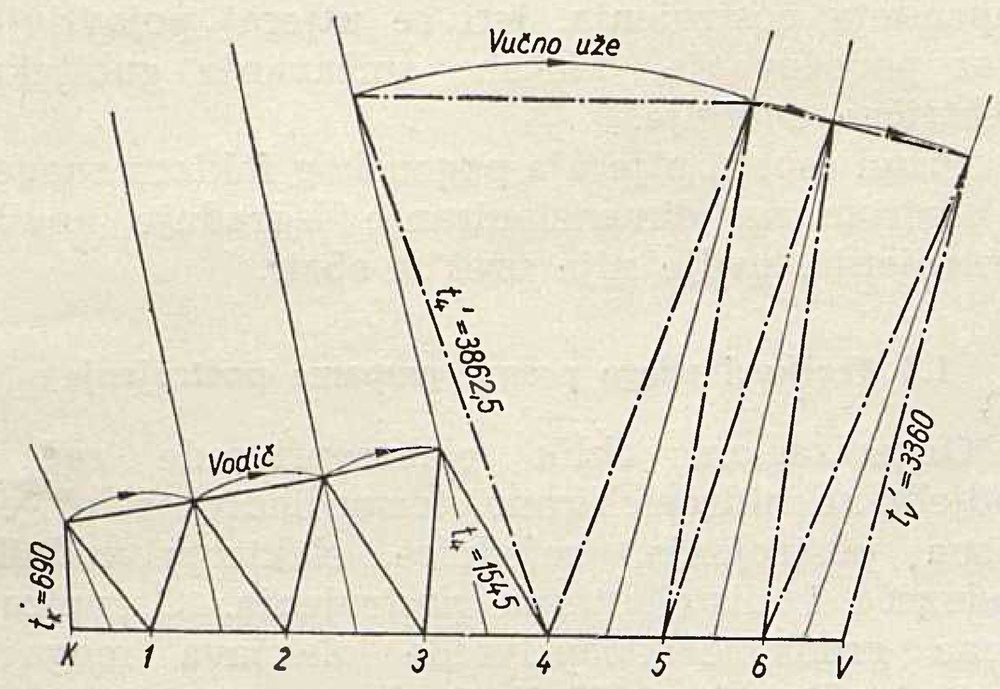
gdje je

$$t_4' = \frac{g}{g'} \cdot t_4 = \frac{1{,}6}{0{,}64} \cdot 1545 = 3862{,}5 \quad \text{m}$$

Da bi dobili vučnu silu na vitlu potrebno je desno od stupa br. 4. dijagramu ucrtati t'_4 i daljnjim crtanjem dobijemo da je $t'_v = 3360$ m odnosno

$$T_v = g' \cdot t'_v = 0{,}64 \cdot 3360 = 2150 \quad \text{kp}$$

Dobiveni rezultati pokazuju, da je vučna sila vitla za vrijeme prelaza vodiča preko stupa br. 4 znatno porasla u usporedbi sa silom na početku, odnosno na kraju razvlačenja. O ovome treba voditi računa, jer ukoliko ne bismo povećali vučnu silu trebalo bi u tom momentu otpustiti kočnicu. Time bi se smanjila vlačna sila u vodiču, pa bi vodič mogao doći u dodir sa tlom, a daljnji rad bi bio moguć uz upotrebu potpornih kotura.



Slika 12.

Osim za navedena tri slučaja moguće je Carpentierovim dijagramom odrediti vučnu silu vitla za bilo koji drugi stup. U niže navedenoj tablici dane su na primjer vučne sile vitla u momentu kada se vodič nalazi s lijeve strane dotičnog stupa, kao i za početak i svršetak razvlačenja.

Vučna sila vitla iznosi:

kada je vodič na početku radnog polja	1389 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 1	1500 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 2	1655 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 3	1810 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 4	2140 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 5	1840 kp
kada je vodič s lijeve strane stupa br. 6	1665 kp
kada je vodič na kraju radnog polja	1584 kp

Iz navedenih podataka može se izvesti zaključak da vučnu silu treba stalno mijenjati za vrijeme razvlačenja, ako želimo da vodič ne dođe u dodir sa tlom. Ovo je tačno, međutim manje promjene vučne sile ne treba uzimati u obzir, jer manje promjene sigurnosne visine nemaju praktičnog značaja. Naime odabrana visina od cca 2 m je uobičajena, a nije ničim čvrsto određena, pa su manje varijacije te visine moguće.

Ako se u elaboratu utvrdi da su potrebne veće promjene vučne sile, onda to treba svakako da se ostvari i na terenu, jer bi u protivnom slučaju moglo doći do oštećenja vodiča. Strojar kod vitla mora dobiti vozni red i udešavati vučnu silu vitla prema elaboratu. Osim toga mora dobiti uputstvo, kako da odredi položaj vodiča u trasi, za što mu služi instrument za mjerenje brzine kretanja užeta sa registratorom razvučenog užeta u metrima. Uzduž trase na mjestu koje predstavlja izvjesnu smetnju za razvlačenje, npr. kutno-rasteretni stup, ako je više zateznih polja pretvoreno u jedno polje, postavljaju se iskusni monteri koji su telefonski povezani sa radnim mjestom, gdje se nalazi vitlo, i daju obavijest o kretanju vodiča.

Što se tiče kočničara moglo bi se za njega reći da mu je zadatak svakako jednostavniji. Potrebno je da pomoću dinamometra udesi silu kočenja, koja se ne mijenja bez obzira na brzinu razvlačenja i promjenu vučne sile. Zahvaljujući konstrukciji kočnice moguće je da kočničar nakon obavljenog udešavanja sile kočenja napusti i radno mjesto za izvjesno vrijeme.

Zaključak

Iz ovog članka može se izvući zaključak, da se primjenom savremene mehanizacije za razvlačenje vodiča može jedan naoko jednostavan posao podići na viši tehnički nivo, a time ga izvesti ekonomično i s tehničke strane solidno. Naravno za takav rad, bilo u birou bilo na terenu, potrebno je imati kadar visokokvalificiranih radnika s bogatim iskustvom na tom radu. Dosadašnji rezultati postignuti na dalekovodima na kojima je razvlačenje vodiča izvedeno modernom mehanizacijom, nam to i potvrđuju.

Literatura

1. H. Carpentier, *»Lignes électriques T. H. T.«.*

Naslov autora: Ranko Škarica, dipl. ing., Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37

TROŠKOVI PROIZVODNJE, PRIJENOSA, RAZVOĐENJA I PREDAJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U OVISNOSTI O VREMENU NASTAJANJA

Boris Tilić, Zagreb

Na osnovu promatranja potražnje za električnom energijom i snagom u 1961. i 1962. godini u prijenosnoj elektroenergetskoj mreži, te troškova u udruženoj elektroprivredi, kao i po grupama postrojenja u jednom prijenosnom i dva distributivna poduzeća izneseni su postignuti rezultati u istraživanju troškova i njihove ovisnosti o vremenu nastajanja.

DK 621.315/316.003

1. Troškovi

Polazeći od specifičnosti strukture troškova u elektroprivredi i njihovog grupiranja prema mjestu i okolnostima nastajanja, koje ima utjecaj na raspodjelu troškova na mjesta predaje električne energije po vremenu, dobiva se osnovna podjela na:

— troškove snage ili stalne troškove,
— troškove prodaje električne energije, i
— troškove rada, koji su ovisni o količini električne energije.

Od posebnog značaja i utjecaja na visinu pojedinih vrsti troškova su gubici električne energije i snage, te odstupanje od nominalnog pogonskog faktora snage.

Ova podjela na troškove sadrži i sve elemente troškova iz strukture bruto-produkta, koji se mogu grupirati na slijedeći način:

a) troškovi snage

— ostali materijalni troškovi,
— premija osiguranja,
— investiciono održavanje,
— amortizacija,
— kamati na dugoročne kredite,
— kamati na kratkoročne kredite,
— ostali doprinosi i članarine, i
— dohodak;

b) troškovi prodaje električne energije

— ostali materijalni troškovi prodaje,
— premija osiguranja prodaje,
— investiciono održavanje prodaje,
— amortizacija prodaje,
— kamati na poslovni fond prodaje,
— kamati na dugoročne kredite prodaje,
— kamati na kratkoročne kredite prodaje,
— ostali doprinosi i članarine prodaje, i
— dohodak prodaje;

c) troškovi rada — promjenljivi troškovi

— materijal za preradu,
— naknada za korištenje vode i
— vrijednost nabavljene električne energije.

Gubici električne energije i snage dijele se na gubitke neovisne o opterećenju i gubitke ovisne o opterećenju.

Utjecaj odstupanja pogonskog faktora snage od nominalnog sastoji se u oslobađanju dijela kapaciteta postrojenja po potrošaču (kod elektrana ne postoji takova mogućnost u svakom slučaju) odnosno u dodatnom blokiranju daljnjeg dijela kapaciteta postrojenja. Isti se utjecaj pojavljuje kroz povećavanje, odnosno snižavanje gubitaka električne energije.

Drugi aspekt utjecaja pogonskog faktora snage, s obzirom na dimenzioniranje izgradnje novih postrojenja, ovdje nije uzet u obzir.

1.1 Troškovi snage prema grupama postrojenja

Organizacioni oblik elektroprivrede sadrži podjelu na hidroelektrane, termoelektrane, prijenosna postrojenja, zajednice elektroprivrednih poduzeća i distributivna postrojenja. Organizaciona građa elektroprivrede olakšava mogućnost utvrđivanja godišnjih troškova snage po grupama postrojenja, čime se stvaraju uvjeti za stepenovanje troškova snage prema mjestu predaje električne energije, a prema tome i za utvrđivanje visine troškova koje izazivaju elektroprivredi potrošači priključeni po pojedinim naponskim nivoima i grupama postrojenja.

Troškovi zajednica elektroprivrednih poduzeća su zajednički troškovi proizvodnih i prijenosnih poduzeća koji među ostalim obuhvaćaju troškove energetsko-dispečarske službe, troškove obračuna električne energije, tarifiranja, planiranja eksploatacije i izgradnje i dr.

U godišnje troškove snage uvršteni su cjelokupni troškovi pojedinih grupa postrojenja, iako bi se neki od njih mogli uključiti u troškove rada u ograničenom iznosu. Međutim, radi uprošćavanja kalkulacije nije izvršeno precizno razdvajanje troškova.

Grupiranje troškova snage izvršeno je prema slijedećim grupama postrojenja:

A. Proizvodnja električne energije

a) hidroelektrane,
b) termoelektrane

sa odgovarajućim dijelom troškova zajednica elektroprivrednih poduzeća.

B. Prijenos električne energije

a) dalekovodi 220 kV
b) transformatorske stanice 220/110 kV.
c) dalekovodi 110 kV i
d) transformatorske stanice 110/35 kV

sa odgovarajućim dijelom troškova zajednica elektroprivrednih poduzeća.

C. Razvođenje (distribucija) električne energije

a) vodovi 35 kV
   — zračna izvedba
   — kabelska izvedba

b) transformatorske stanice 35/10kV

c) vodovi 10 kV
   — zračna izvedba
   — kabelska izvedba

d) transformatorske stanice 10/0,4 kV

e) vodovi 0,4 kV
   — zračna izvedba: ulični vodovi
     kućni priključci
   — kabelska izvedba: ulični vodovi
     kućni priključci

D. Posebna elektroenergetska postrojenja:

a) ispravljačke stanice

b) javna rasvjeta

koji se mogu smatrati kao troškovi posebnih potrošača, jer su ta postrojenja namijenjena isključivo upotrebi određenih potrošača.

Polazna osnova za određivanje godišnjih troškova snage za kalkulacije troškova vezanih uz tarifne probleme je nabavna vrijednost osnovnih sredstava, koja se uzima prema knjigovodstvenom stanju, a za proračune rentabiliteta u investicionim programima prema predračunskim vrijednostima odgovarajućih postrojenja. Nabavna vrijednost osnovnih sredstava hidroelektrana i termoelektrana uzima se kao cjelina, uključujući sve pomoćne uređaje. Kod prijenosnih i distributivnih postrojenja potrebno je razlučiti osnovna sredstva po prethodno navedenim grupama, na primjer, evidencija osnovnih sredstava u pojedinim grupama ima sadržana osnovna sredstva zračnih vodova 35 i 10 kV (betonske izvedbe) ili transformatore, sklopke i mjerne transformatore reda napona 35 i 10 kV, itd.

Zajednička osnovna sredstva mogu se u proračunu uklopiti na dva načina. Prvi je način da se njihova knjigovodstvena vrijednost u jednakom procentualnom iznosu raspodjeli na vrijednost osnovnih sredstava pojedinih grupa postrojenja. Drugi je način, koji je povoljan za kalkulacije kao, na primjer, o rentabilnosti investicione izgradnje i slično taj, da se vrijednost osnovnih sredstava dotične grupe postrojenja uveća kod prijenosnih postrojenja za 1,6 — 1,8%, kod manjih distributivnih poduzeća za 4,6 — 6,5%, a kod većih poduzeća za 2,5 — 3,5%.

Troškovi po elementima bruto-produkta su postavljeni u ovisnosti o nabavnoj vrijednosti osnovnih sredstava, iako postoje i u tom pogledu izvjesna odstupanja budući da su neki troškovi vezani za sadašnju vrijednost osnovnih sredstava. Međutim, ta odstupanja, kolikogod mogu biti značajna kod pojedinačnih postrojenja, toliko se kod mase osnovnih sredstava umanjuju po značaju.

Promjene, koje nastaju u cijenama troškova izgradnje, bilo to opreme ili građevinskih radova, zahtijevaju povremenu revalorizaciju postojećih osnovnih sredstava. Ovisno o efektima revalorizacije, može se u suštini prihvatiti činjenica da postoje dvije ekstremne vrijednosti stopa troškova koji su direktno zavisni o momentanim odnosima cijena i troškova. Da bi se izbjegle neugodnosti koje proizlaze iz odnosa tih vrijednosti proračunate su prosječne stope troškova za jedan revalorizacioni period. To znači da neposredno nakon izvršenja revalorizacije osnovnih sredstava postavljene stope troškova daju veću masu troškova, dok je naprotiv na kraju revalorizacionog perioda ta masa manja.

Grupirajući elemente troškova iz strukture bruto-produkta na materijalne troškove (ostali materijalni troškovi, premije osiguranja i investiciono održavanje), amortizaciju, ostale troškove poslovanja (kamati na poslovni fond, kamati na dugoročne kredite, kamati na kratkoročne kredite, te ostali doprinosi i članarine) i dohodak dobivaju se slijedeće stope troškova:

Tablica 1

Postrojenje	Materijalni troškovi	Amortizacija	Ostali trošk. poslov.	Dohodak	Ukupno
1	2	3	4	5	6
Hidroelektrane	1,13	3,05	1,43	2,22	7,83
Termoelektrane	2,70	4,72	1,33	5,12	13,87
Prijenos elektr. energ.	1,91	3,13	1,43	3,32	9,79
Dalekovodi 220 kV	0,82	2,24	0,89	1,80	5,75
Transform. stanice 220/110 kV	2,32	4,52	0,98	3,83	11,65
Dalekovodi 110 kV	0,82	2,14	1,17	2,01	6,14
Transform. stanice 110/35 kV	2,66	5,59	1,22	5,53	15,00
Zrač. vodovi 35 kV	2,23	2,00	1,07	1,75	7,05
Kabel. vodovi 35 kV	4,04	6,00	0,91	0,07	11,02
TS 35/10 kV	6,23	6,00	1,13	3,21	16,57
Zračni vodovi 10 kV	3,24	2,50	1,33	3,55	10,62
Kabelski vod. 10 kV	4,25	6,00	0,80	1,20	11,25
TS 10/0,4 kV	5,09	6,00	0,80	0,70	12,59
Zrač. vodovi 0,4 kV	7,93	6,00	0,54	5,35	19,82
Kabel. vodovi 0,4 kV	3,36	6,00	0,59	0,22	10,17
Zrač. priklj. 0,4 kV	5,49	6,00	0,69	2,08	14,26
Kabel. priklj. 0,4 kV	2,78	6,00	0,56	0,19	9,53
— — — — — — — —					
Ispravljačke stanice	6,54	6,00	0,89	4,61	18,04
Javna rasvjeta	10,61	6,00	1,05	5,13	22,79

U stopama troškova za hidroelektrane, termoelektrane i prijenos električne energije sumarno, odnosno po grupama postrojenja sadržani su i oni troškovi, koji se evidentno nalaze kod zajednica elektroprivrednih poduzeća. Individualne stope troškova po poduzećima proizvodne djelatnosti mogu bitno odstupati od ovih prosječnih stopa, budući da su ove stope rezultat troškova svih udruženih elektrana (bez distributivnih!) a među istima, kao što je poznato, ima starijih termoelektrana sa manjim instaliranim snagama kao i novih suvremenijih termoelektrana sa većim insta-

liranim snagama i nižim godišnjim troškovima. Nadalje obuhvaćene su hidroelektrane sa akumulacijom kao i protočne hidroelektrane.

Kod stopa troškova za distributivna postrojenja, amortizacione stope za zračne vodove 35 i 10 kV mogu se kod pojedinih poduzeća razlikovati od naprijed navedenih, ovisno o načinu konstruktivne izvedbe vodova. Odstupanja u stopama troškova se javljaju i kod ostalih postrojenja kada se uspoređuju razna poduzeća. Ta su odstupanja tim veća, što je promatrano poduzeće manje, a područje nerazvijenije, ukoliko ima nepovoljnije klimatske uvjete itd. U pojedinim slučajevima odstupanja kod poduzeća mogu iznositi preko 20% od navedenih stopa troškova, s tim da se to raspodjeljuje na materijalne troškove, ostale troškove poslovanja i dohodak, ali ne u ravnomjernom iznosu.

Značajna odstupanja mogu biti kod postrojenja javne rasvjete, zbog različitog načina obračuna troškova sa općinama, po pojedinim distributivnim poduzećima, kao i zbog različitog načina izvedbe, odnosno vlasničkih odnosa. Najveća odstupanja u stopama troškova javne rasvjete mogu iznositi i do 100%, te stopa troškova iz gornje tabele odgovora velikim gradskim područjima.

1.2. Troškovi prodaje električne energije

Troškovi prodaje električne energije odnose se na troškove kod distributivnih poduzeća, a obuhvaćaju dio troškova, koji su vezani uz sam obračun nabave i prodaje električne energije, održavanje i nabavu mjernih uređaja i dr.

Stope troškova prodaje, koji su fiksni elementi cijene jesu:

— materijalni troškovi	4,33%
— amortizacija	12,00%
— ostali troškovi poslovanja	0,73%
— dohodak	10,11%
ukupno	27,17%

1.3. Promjenljivi troškovi

Promjenljivi troškovi se sastoje iz troškova materijala za preradu kod termoelektrana, naknade za korištenje vode kod hidroelektrana i termoelektrana i troškova za nabavljenu električnu energiju (plaćenih u zavisnosti o količini električne energije). Oni se mogu prikazati izrazom.

$$c_p = c_{hv}\frac{W_h}{W} + \frac{W_t}{W}(c_{tv} + c_{te}) + c_n\frac{W_n}{W} =$$

$$= 0{,}08\frac{W_h}{W} + 0{,}034\frac{W_t}{W} + c_{te}\frac{W_t}{W} + c_n\frac{W_n}{W} \text{ din/kWh}$$

gdje su: c_p — jedinični promjenljivi troškovi na pragu predaje u prijenosnu ili distributivnu mrežu u din/kwh,

c_{hv} — naknada za korištenje vode za hidroelektrane u iznosu od 0,08 din/kWh,

W_h — električna energija iz hidroelektrana u kWh,

W — ukupna predana električna energija u prijenosnu ili distributivnu mrežu u kWh,

c_{tv} — naknada za korištenje vode u termoelektranama u iznosu od 0,034 din/kWh,

c_{te} — jedinični troškovi materijala za preradu kod termoelektrana u din/kWh,

W_t — predana električna energija iz termoelektrana u kWh,

c_n — jedinični troškovi nabavljene električne energije u din/kWh

W_n — nabavljena električna energija u kWh

Jedinična vrijednost promjenljivih troškova se mijenja od izvora prema potrošaču pod utjecajem gubitaka električne enegije.

Prema provedenim analizama gubici električne energije, koji se sastoje od gubitaka neovisnih o opterećenju i gubitaka ovisnih o opterećenju, kreću se u okviru iznosa prikazanih u tablici 2.

1.4. Utjecaj odstupanja pogonskog faktora snage

Utjecaj odstupanja pogonskog faktora snage kod potrošača od nominalnog pojavljuje se kod troškova snage i gubitaka električne energije ovisnih o opterećenju. Odstupanje izaziva smanjivanje ili povećavanje postojećeg kapaciteta kod elektrana (ukoliko se može time dobiti odgovarajuća veća snaga iznad one definirane faktorom snage postrojenja), kao i kapaciteta postrojenja za transport električne energije.

Odstupanje ovisi o promjenama izraza:

$$1 - \frac{\cos\varphi_n}{\cos\varphi_{x\,(\text{potrošača})}}$$

Promjene koje nastaju u gubicima električne energije, a koje se sastoje u porastu, odnosno snižavanju gubitaka, ovise o izrazu

$$1 - \frac{\cos^2\varphi_n}{\cos^2\varphi_{x\,(\text{potrošača})}}$$

gdje $\cos\varphi_n$ označava nominalni faktor snage, a $\cos\varphi_x$ pogonski faktor snage, koji se mjeri ili preračunava kod potrošača.

2. Ovisnost troškova o vremenu preuzimanja električne energije

Promjenom potražnje za snagom i količinom električne energije i faktora snage u svakoj jedinici vremena nastaje promjena troškova, jer za svaku količinu snage i energije odgovara drugi kapacitet postrojenja. Troškovi snage, ukoliko se promatra sređeni dijagram opterećenja, rastu po predanom kilovatu čim je slabije vremensko korištenje. Troškovi rada rastu sa povećanjem potražnje za snagom uslijed redoslijeda ekonomič-

Tablica 2

Mjesto gubitaka:	Gubitak energije:	Gubitak snage:
Gubici neovisni o opterećenju:		
Dalekovodi 220 kV		
— odvodni gubici na izol. lancima	1,75 MWh/km, jednostr. voda	0,2 kW/km, jednostr. voda
— gubici korone (za kiše) za 2 × 240 Ač	....	16 kW/km
Transformator stanice 220/110 kV		
— transformator 150 MVA	10,08 MWh/MVA	1,15 kW/MVA
Dalekovodi 110 kV		
— odvodni gubici na izol. lancima	3,50 MWh/km, jednostr. voda	0,4 kW/km, jednostr. voda
Transform. stan. 110/35 kV	15,80—19,50 MWh/MVA	1,81—2,25 kW/MVA
Kabeli 35 kV	5,83—8,60 MWh/km	0,665—0,975 kW/km
Transform. stanice 35/10 kV	18,78—38,68 MWh/MVA	2,15—4,41 kW/MVA
Kabeli 10 kV	1,17—1,775 MWh/km	0,134—0,203 kW/km
Kabeli 5 kV	0,395—0,483 MWh/km	0,045—0,055 kW/km
Transform. stanice 10/0,4 kV	41,331—54,431 MWh/MVA	4,715—6,215 kW/MVA
Brojila	7,0 kWh/jednofaz. broj	6,8 W/jednofaz. broj
Gubici ovisni o opterećenju:		
Dalekovodi 220 kV	....	....
Transform. stanice 220/110 kV	0,15—0,2 %	1,27 kW/MVA
Dalekovodi 110 kV	4,0—7,0 %	....
Transform. stanice 110/35 kV	0,5—0,8 %	1,18—10,30 kW/MVA
Vodovi 35 kV	2,0—3,5 %	....
Transform. stanice 35/10 kV	0,4—0,6 %	0,9—1,3 kW/MVA
Vodovi 10 kV	2,0—6,0 %	....
Transform. stanice 10/0,4 kV	0,8—1,2 %	13,2—34,0 kW/MVA
Vodovi niskog napona	7,0—13,0 %	....

nog korištenja, kod kojeg promjenljivi troškovi rastu od 0,08 din/kWh kod hidroelektrana, na više od 10,00 din/kWh kod termoelektrana.

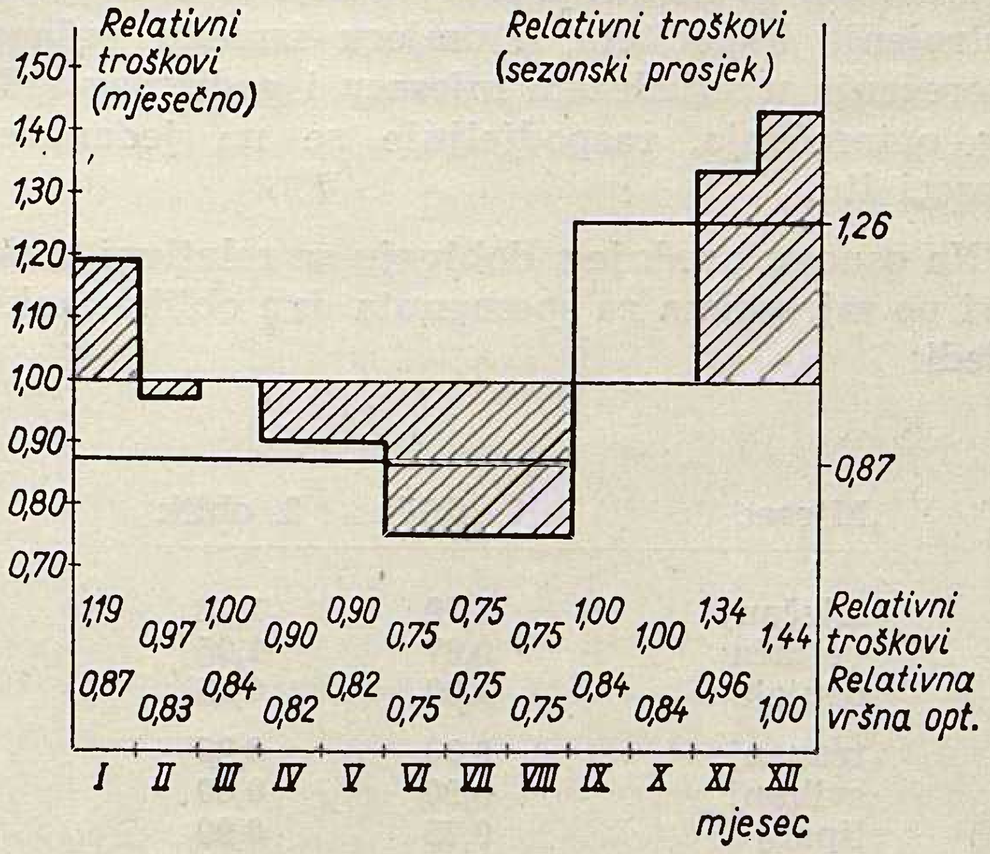
Potražnja za snagom, kao i za električnom energijom se mijenja tokom vremena u svakoj pojedinoj vremenskoj jedinici; međutim za ova istraživanja važne su promjene koje nastaju po mjesecima, te unutar karakterističnih dana.

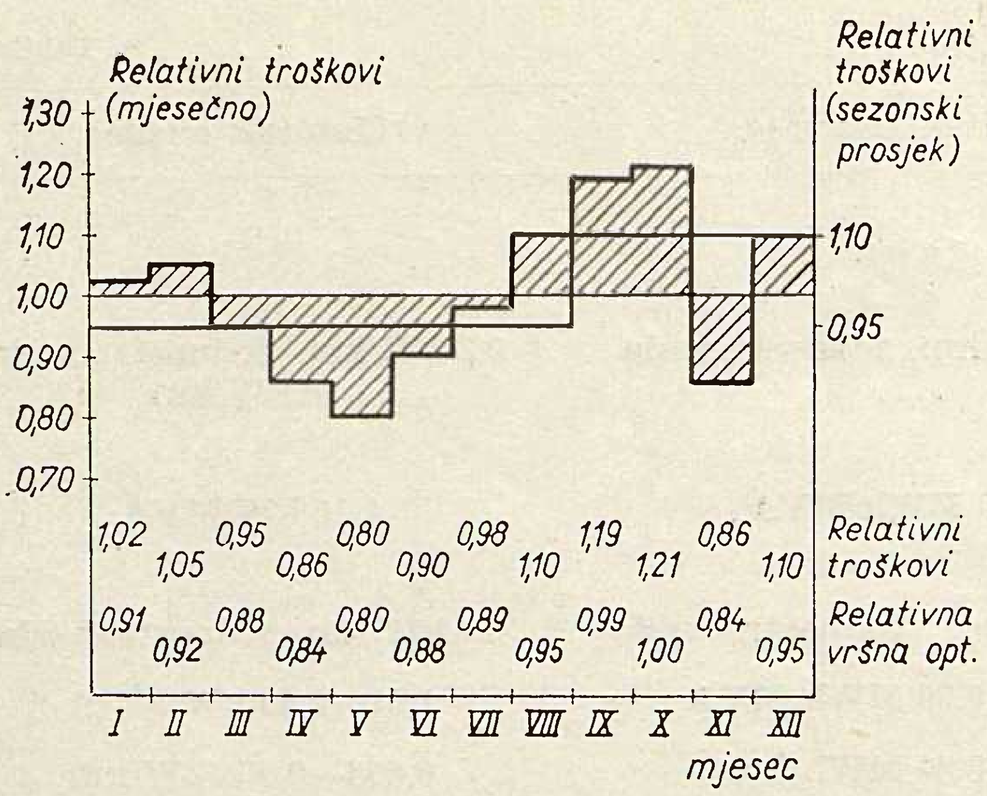
Ove promjene opterećenja, kao i odgovarajućih troškova snage prikazat će se relativnim veličinama, gdje je kod vršnih opterećenja sa 1,00 označeno godišnje vršno opterećenje (za mjesečni dijagram) i dnevno vršeno opterećenje (za dnevni dijagram). Kod relativnih troškova sa 1,00 su označeni prosječni mjesečni troškovi snage (jedna dvanaestina godišnjih troškova) kod mjesečnog dijagrama, te jedna polovica mjesečnih troškova za raspodjelu po dobi dnevne potražnje iz dnevnog dijagrama.

Na osnovu opterećenja svake treće srijede u mjesecu, za 1961. i 1962. godinu, konstruiran je dijagram relativnih opterećenja u dva oblika. Prvi oblik (sl. 1.) prikazuje prosječna relativna vršna opterećenja po mjesecima, te na osnovu njih nađene relativne troškove po mjesecima. Maksimalna opterećenja pojavljuju se u mjesecima prosincu (1,00), zatim studenom (0,96), siječnju (0,87), te rujnu, listopadu i ožujku (0,84).

Drugi oblik (sl. 2.) prikazuje prosječna relativna vršna opterećenja po mjesecima, ali uz pretpos-

Sl. 1. Relativni troškovi snage po mjesecima i po sezonama u ovisnosti o vršnom opterećenju (1961—1962 g.)





Sl. 2. Relativni troškovi snage proizvodne djelatnosti po mjesecima u ovisnosti o odnosima potrebnog kapaciteta hidroelektrana i termoelektrana (1961—1962 g.)

tavku da je snaga hidroelektrana u cijelosti iskorištena u svakom pojedinom mjesecu. Hidrološke prilike nisu konstantne preko cijele godine, te postoje razdoblja koja su izrazito nepovoljna, što onemogućuje iskorištavanje pune snage hidroelektrana, te zahtijeva maksimalno iskorištavanje termoelektrana. Uobičajeni redoslijed korištenja elektrana sa stanovišta ekonomiziranja pogona je: protočne hidroelektrane — termoelektrane sa niskim promjenljivim troškovima — akumulacione hidroelektrane — termoelektrane sa visokim promjenljivim troškovima. Kod takvog razmatranja dobivaju se sasvim novi odnosi za razliku od onih, koji postoje kada se promatraju isključivo odnosi vršnih opterećenja. Maksimalno relativno opterećenje pojavljuje se u mjesecu listopadu (1,00), a zatim redom slijede rujan (0,99) prosinac (0,95) kolovoz (0,95) veljača (0,92) siječanj (0,91) itd.

Polazeći od stanovišta da troškove snage u svakom pojedinom mjesecu treba raspodijeliti prema omjeru između vršnog opterećenja u tom mjesecu i godišnjeg vršnog opterećenja, polazi se od mjeseca sa minimalnim vršnim opterećenjem, kojeg se odgovarajući godišnji troškovi raspodjeljuju ravnomjerno na sve mjesece u godini. Odgovarajući dio godišnjih troškova, koji se odnose na postrojenja kapaciteta u omjeru između vršnog opterećenja u slijedećem mjesecu i godišnjeg vršnog opterećenja, raspodjeljuje se na jedanaest mjeseci itd.

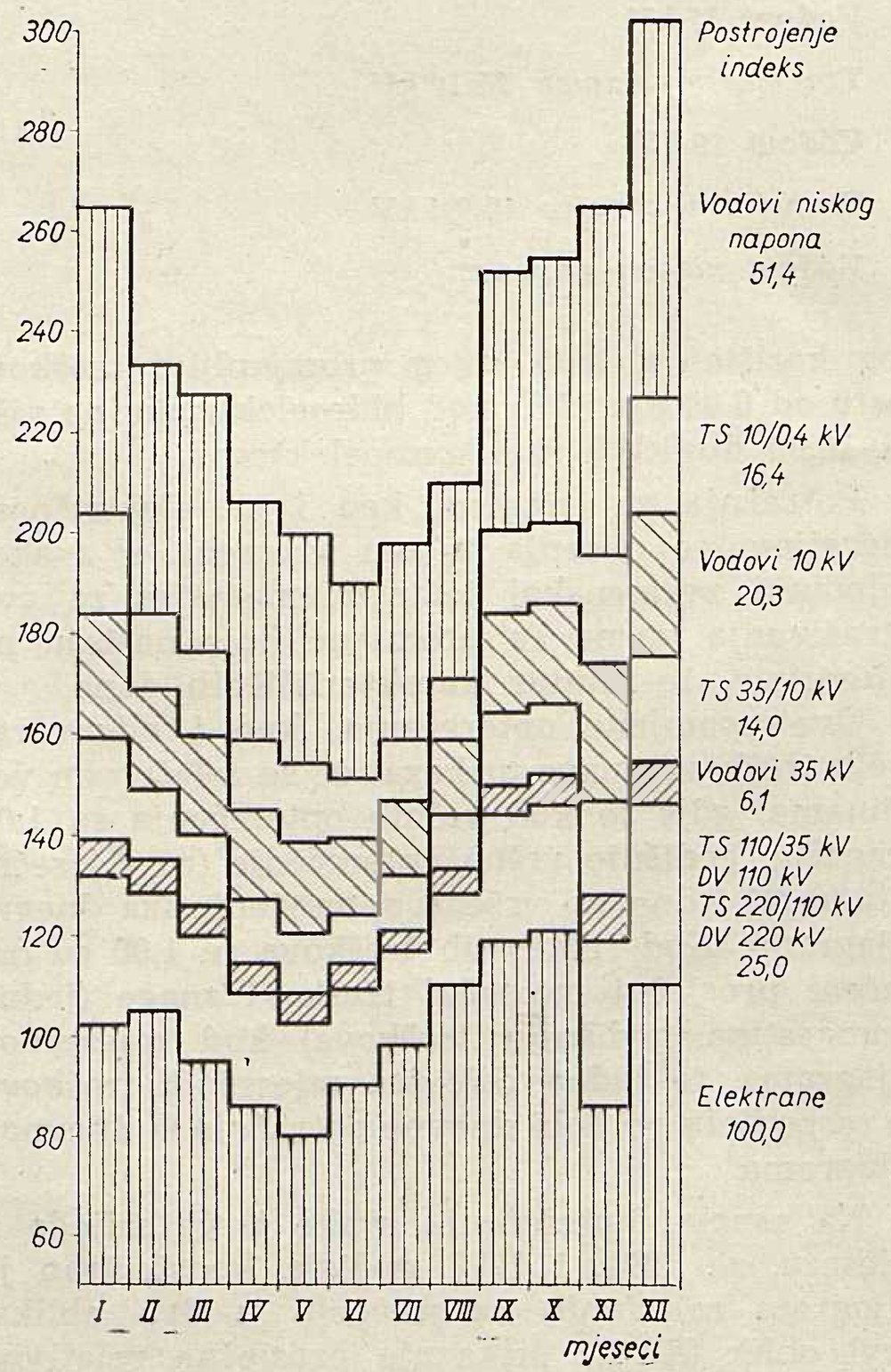
Na osnovu prednjeg, dobivaju se relativni troškovi po mjesecima za spomenuta dva oblika, kako slijedi:

Mjesec	1. oblik	2. oblik
siječanj	1,19	1,02
veljača	0,97	1,05
ožujak	1,00	0,95
travanj	0,90	0,86
svibanj	0,90	0,80
lipanj	0,75	0,90
srpanj	0,75	0,98
kolovoz	0,75	1,10
rujan	1,00	1,19
listopad	1,00	1,21
studeni	1,34	0,86
prosinac	1,44	1,10

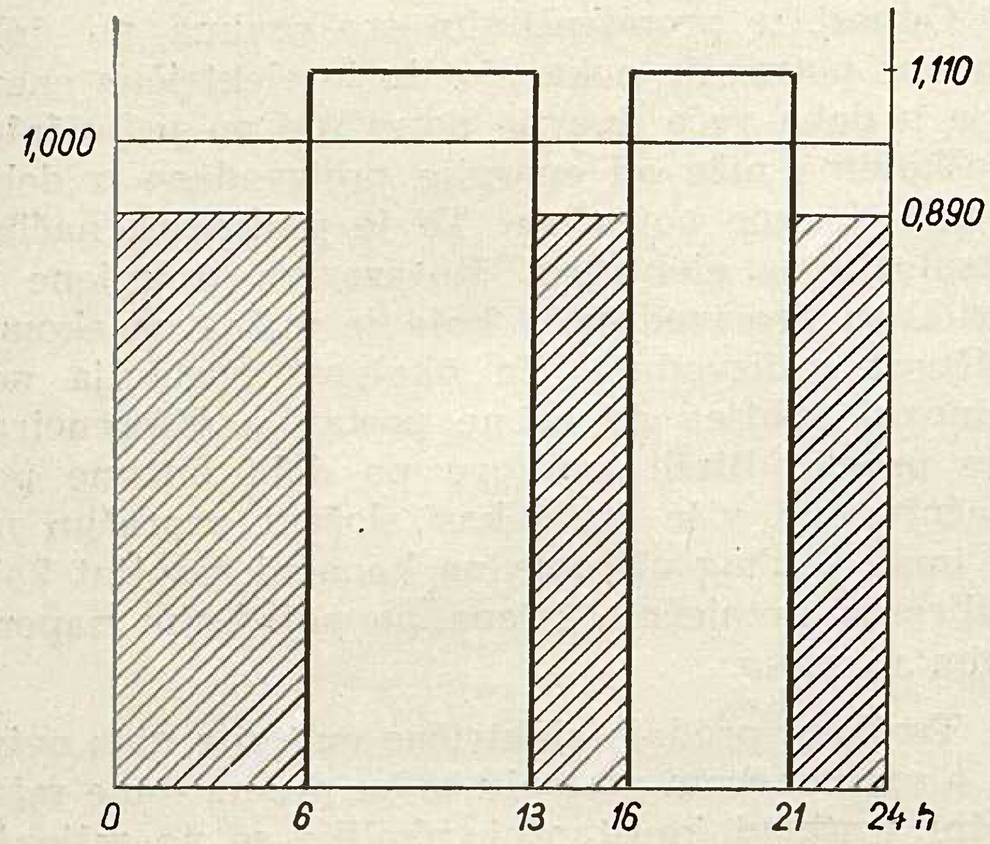
Relativni troškovi u prvom slučaju označavaju troškove kod postrojenja za transport električne energije, a u drugom slučaju kod proizvodnih postrojenja.

Prosječna struktura godišnjih troškova, prema izvršenim analizama za distributivna, prijenosna i proizvodna postrojenja kod indeksiranja godišnjih troškova proizvodnih postrojenja sa 100,0 dobiva slijedeće odnose:

Elektrane	100,0
Dalekovodi 220 kV Transformatorske stanice 220/110 kV Dalekovodi 110 kV Transformatorske stanice 110/35 kV	25,0
Vodovi 35 kV	6,1
Transformatorske stanice 35/10 kV	14,0
Vodovi 10 kV	20,3
Transformatorske stanice 10/0,4 kV	16,4
Vodovi niskog napona	51,4



Sl. 3. Troškovi snage po mjesecima na pragu postrojenja (relativni)



Sl. 4. Raspodjela relativnih troškova snage prema dnevnom opterećenju za razdoblje niže sezone

Doba većih dnevnih stavova:
6,00—13,00 h
16,00—21,00 h (ponedjeljak—subota)

Doba manjih dnevnih stavova:
13,00—16,00 h
21,00— 6,00 h (ponedjeljak—subota)

Odnosi su postavljeni na temelju podataka i pokazatelja iz 1961. i 1962. godine. Promjenom strukture osnovnih sredstava mogu nastati izvjesne promjene naprijed postavljenih odnosa, ali ne u većem opsegu.

Na osnovu postavljene strukture godišnjih troškova po vrstama postrojenja, odnosno naponskih nivoa, te ostvarenih relativnih troškova po mjesecima posebno za proizvodna postrojenja, posebno za postrojenja za transport električne energije proizlaze odnosi troškova po mjesecima na pragu pojedinih naponskih nivoa. Poznavanje ovih odnosa vrlo je značajno za određivanje tarifne politike na osnovu troškovnih principa te za postavljanje investicione politike kod distributivnih poduzeća.

Struktura odnosa troškova snage prikazana je u dijagramu na slici 3.

Iz dijagrama je uočljivo da u strukturi troškova prevladava utjecaj proizvodnih postrojenja i niskonaponske mreže. Na pragu elektrana su najviši troškovi u mjesecima rujnu, listopadu, prosincu, veljači i siječnju. Čim se uzimaju u obzir troškovi daljnjih grupa postrojenja, sve više rastu troškovi u mjesecu prosincu, zatim studenom i siječnju. Na pragu transformatorskih stanica 10/0,4 kV redoslijed mjeseci prema visini troškova je prosinac, siječanj, listopad, rujan i studeni, a na pragu niskonaponskih vodova prosinac, siječanj, studeni, listopad i prosinac.

Međutim kod promatranja tarifa sa stanovišta troškova i racionalnog investiranja za postavljanje sezonskih odnosa u tarifama, kao i iz praktičnih razloga provedivosti tarifnih promjena (za sezone po osam, odnosno četiri mjeseca) nije svejedno da li u razdoblje više sezone uklopiti mjesec rujan ili siječanj. Kriterij djeljivosti opravdanosti različitog grupiranja mjeseci po sezonama između praga prijenosne i distributivne mreže je neodrživ, iz razloga što troškovi investiranja za rješavanje preopterećenja u prvom i drugom slučaju nisu jednaki. Troškovi izgradnje termoelektrana, odnosno hidroelektrana iznose u prosjeku od 110.000.— din/kW do preko 210.000.— din/kW, dok troškovi izgradnje niskonaponskih vodova odnosno transformatorskih stanica 10/0,4 kV iznose po grupi postrojenja oko 20.000 — 30.000.— din/kWh. Iz toga odnosa proizlazi zaključak o tome koji od naprijed spomenuta dva mjeseca treba uključiti u period više sezone, a koji u period niže sezone.

Na osnovu istih postavki u pogledu raspodjele troškova između vremenskih jedinica, mogu se dobiti odnosi u raspodjeli troškova snage između razdoblja dnevnog nižeg i višeg opterećenja potrebnih za određivanje tarifnih stavova.

Na slikama 4. i 5. prikazani su relativni troškovi prema dnevnom opterećenju za razdoblje niže i više sezone, iz kojih proizlazi povećana diferencija između troškova u doba većih dnevnih opterećenja i manjih dnevnih opterećenja za razdoblje više sezone u odnosu na razdoblje niže sezone.

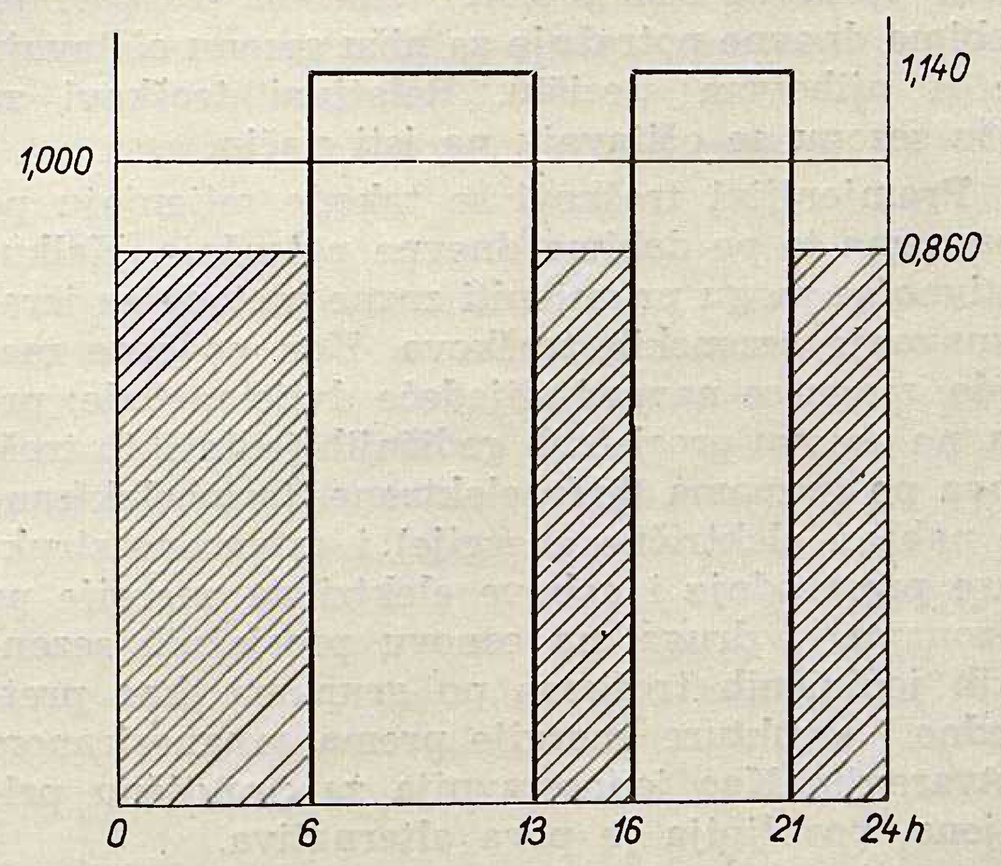
Iskustveni relativni troškovi, koji proizlaze iz analize odnosa u 1961. i 1962. godini, iznose po dobama potražnje za proizvodnju, prijenos i distribuciju:

Doba potražnje	Proizvodnja	Prijenos i distribucija
Niža sezona		
— manja dnev. potražnja	0,845	0,774
— veća dnev. potražnja	1,055	0,966
viša sezona		
— manja dnev. potražnja	0,946	1,083
— veća dnev. potražnja	1,254	1,436

Sl. 5. Raspodjela relativnih troškova snaga prema dnevnom opterećenju za razdoblje više sezone

Doba većih dnevnih stavova:
6,00—13,00 h
16,00—21,00 h (ponedjeljak—subota)

Doba manjih dnevnih stavova:
13,00—16,00 h
21,00— 6,00 h (ponedjeljak—subota)



S obzirom na razlike, koje mogu nastati u dijagramu mjesečnih vršnih opterećenja pod utjecajem tarifa električne energije na pojedine grupe potrošnje, zatim u strukturi izvora električne energije (hidroelektrane i termoelektrane) ili u izmjenama strukture hidroelektrana s obzirom ne geografsko-klimatski smještaj, mijenja se i odnos relativnih troškova po sezonama.

Zavisnost relativnih troškova snage po dobi dnevne potražnje i po sezonama o odnosu vršnih opterećenja, prikazana je u dijagramu na slici 6.

Apscisa prikazuje odnos između vršnog opterećenja u doba manje dnevne potražnje naprama vršnom opterećenju veće dnevne potražnje, s tim da se radi jednostavnosti prikazivanja, uzimaju vrijednosti relativnih vršnih opterećenja veće dnevne potražnje, zarotirane oko ordinate relativnih troškova više sezone.

Ordinata relativnih troškova po sezonama prikazuje u svom donjem dijelu odnos vršnog opterećenja niže sezone naprama vršnom opterećenju više sezone.

Odnos relativnih troškova niže sezone i više sezone naprama relativnom vršnom opterećenju iznosi:

relativ. vršno opterećenje niže sezone	relativni troš. više sezone	relativni troš. niže sezone
1,00	1,00	1,00
0,95	0,95	1,10
0,90	0,90	1,20
—	—	—

Relativni troškovi prema dobi dnevne potražnje se dobivaju, kao što je u dijagramu primjerom prikazano, nanošenjem vertikalnog pravca na apscisu, pri čemu jedan pravac siječe linije relativnih troškova više sezone, a drugi niže sezone. Primjer: za vrijednost P_{m-md}: P_{m-vd} = 0,89 za nižu sezonu i 0,86 za višu sezonu, a P_{m-ns}: P_{m-vs} = 0,95 za elektrane i 0,87 za prijenos i distribuciju, nanosi se vertikala na vrijednost apscise 0,89 u rasponu između normalnog i zarotiranog pravca za relativne troškove 0,95 i 0,87. Relativni troškovi po dobima dnevne potražnje za nižu sezonu očitavaju se u njihovom sjecištu. Relativni troškovi za višu sezonu se očitavaju na isti način.

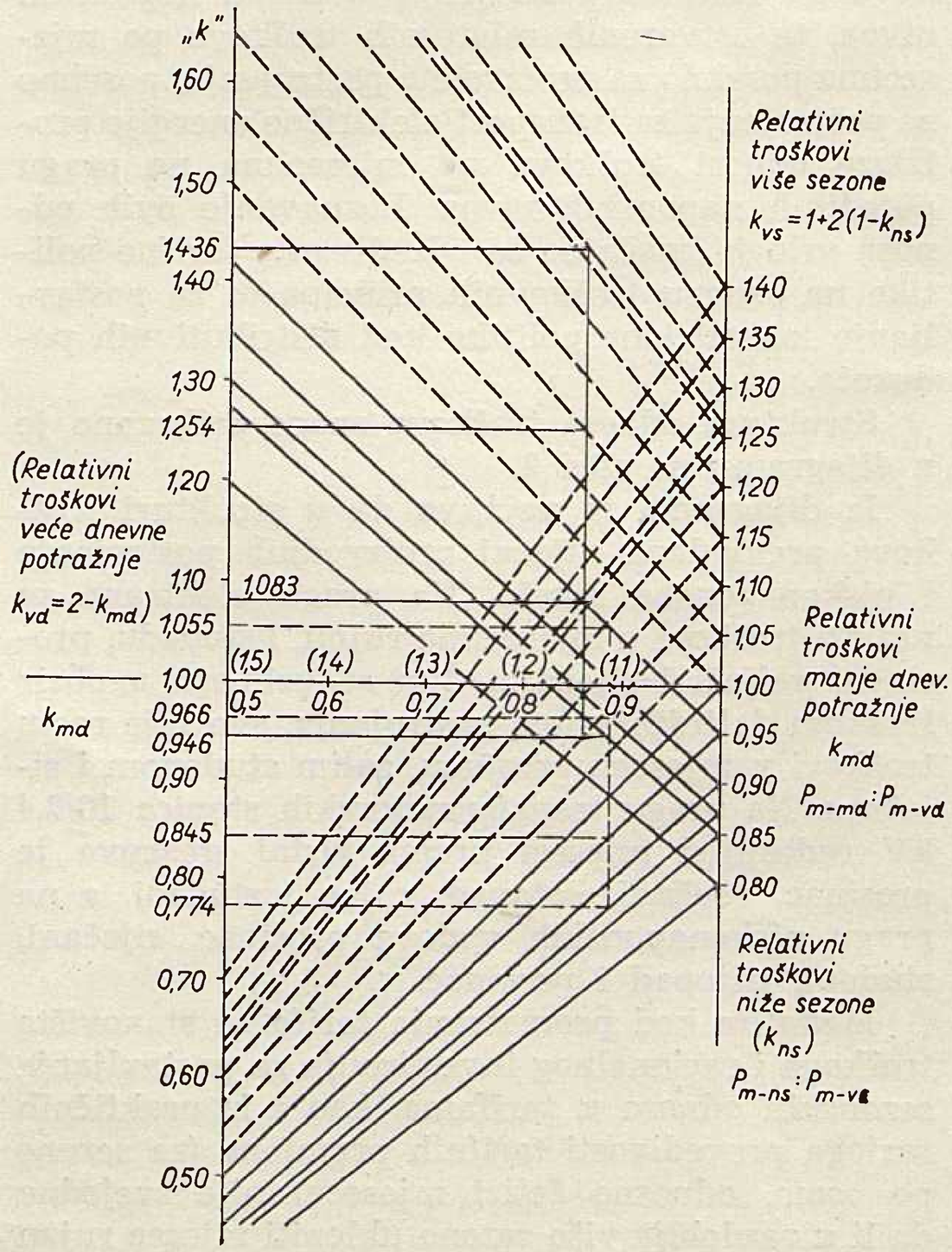
Promjenljivi troškovi se također mijenjaju po sezonama te po dobima dnevne potražnje. Kalkulativno se mogu primijeniti razne metode za izračunavanje sezonskih troškova. Kao podesne metode, mogu se navesti slijedeće dvije metode: prva, na osnovu prosječnih godišnjih jediničnih troškova po grupama (hidroelektrane, termoelektrane te nabave električne energije) i ostvarene strukture proizvodnje i nabave električne energije po sezonama; i druga, na osnovu prosječnih sezonskih jediničnih troškova po grupama, kao prethodno i strukture energije prema prognoziranom ostvarenju. Kao jednostavnija za praktičnu primjenu, povoljnija je prva alternativa.

Odnosi u promjenljivim troškovima po dobi dnevne potražnje pokazuju da je električna energija u doba veće dnevne potražnje po jediničnim troškovima niža od energije proizvedene u doba manje dnevne potražnje. To je posljedica načina eksploatacije elektrana, što izaziva promjene u strukturi proizvodnje, a koja je nužna za ekonomičnost proizvodnje. Ta okolnost postavlja neminovni zahtjev da se ne postavlja diferenciranje promjenljivih troškova po dobi dnevne potražnje, tim više što takav složeni proračun ne bi imao velikog utjecaja na konačni rezultat kalkuliranja prosječnih cijena po pojedinim naponskim nivoima.

Troškovi prodaje električne energije nisu ovisni o vremenskom utjecaju te su prema tome mjesečni troškovi konstantni, ukoliko se ne mijenja broj ili struktura potrošača.

Gubici električne energije neovisni o opterećenju su konstantni kroz cijelu godinu, no dosljedno raspodjeli troškova snage na sezone, jedan dio gubitaka iz razdoblja niže sezone treba da tereti potrošnju u doba više sezone, jer su prouzrokovani potražnjom za snagom u tom periodu.

Relativni gubici su jednaki relativnim troškovima snage za postrojenja za transport električne energije. Budući da se gubici električne energije unose u proračun jediničnih troškova energije, a prema prethodnom su zanemarene promjene koje nastaju prema dobi dnevne potražnje to, iako



Sl. 6. Dijagram relativnih troškova snage po dobi dnevne potražnje i sezonama

postoje razlike u relativnim gubicima neovisnim o opterećenju, na njih se primjenjuje isti kriterij. Ukupni se gubici neovisno o opterećenju raspodjeljuju na sezone na osnovu izraza:

$$W_{gs} = 8\, w_{gs}\, k_{w,ns} + 4\, w_{gs}\, k_{w,vs} \quad \text{kWh}$$

gdje su

w_{gs} — stalni mjesečni gubici električne u kWh

$k_{w,ns}$ — relativni gubici neovisni o opterećenju za razdoblje niže sezone

$k_{w,vs}$ — relativni gubici neovisni o opterećenju za razdoblje više sezone

Gubici ovisni o opterećenju imaju relativne iznose za prijenosna postrojenja po sezonama:

niža sezona $k_{wpn} = 0{,}964$
viša sezona $k_{wpv} = 1{,}060$

dok za distributivna postrojenja relativni gubici iznose:

niža sezona $k_{wdn} = 0{,}916 - 0{,}940$ prosjek: 0,920
viša sezona $k_{wdv} = 1{,}150 - 1{,}100$ prosjek: 1,130

Uslijed odstupanja pogonskog faktora snage kod potrošača u odnosu na nominalni, raspodjela troškova snage i gubitaka električne energije se vrši po sezonama i dobi dnevne potražnje za prve, a prema sezonama za druge.

Odstupanje relativnih troškova snage po dobi potražnje mjesečno se dobiva prema izrazu:

$$T_r = T_{re} + T_{rt} = g_p P_p$$

$$\left(k_{edd} \Big/ 1 - \frac{\cos \varphi_n}{\cos \varphi_{xp}} \Big/ t_e + k_{tdd} \Big/ 1 - \frac{\cos \varphi_n}{\cos \varphi_{xp}} \Big/ t_t\right) \quad \text{Din/mjes.}$$

gdje su g_p — faktor istodobnosti koji označava učešće vršnog opterećenja potrošača u vršnom opterećenju sistema.

P_p — vršno opterećenje sistema po dobi potražnje mjesečno kod potrošača u kW/mjes., dob. potr.

k_{edd}, k_{tdd} — relativni troškovi snage po dobi potražnje i sezonama za elektrane i postrojenja za transport električne energije

t_e, t_t — jedinični troškovi snage na pragu elektrana i postrojenja za transport električne energije u Din/kW.

Odstupanje u gubicima električne energije se količinski dobiva na osnovu izraza:

$$w_g = k_{wp} \left(1 - \frac{\cos^2 \varphi_n}{\cos^2 \varphi_x}\right) \frac{p_p}{100} \cdot W_a \quad \text{kWh}$$

dok se nova jedinična vrijednost promjenljivih troškova po predanom kilovat-satu dobiva iz izraza:

$$t_{kp} = \frac{T}{W_p - \dfrac{p_p W_p}{(1 - p_p)\, 100} k_{wp} \left(\dfrac{\cos^2 \varphi_n}{\cos^2 \varphi_x} - 1\right)} = \frac{T}{W_p - W_{gr}} = \frac{T}{W_p'} \quad \text{Din/kWh}$$

gdje su T — dodatni troškovi (troškovi rada) u Din

W_p — predana energija potrošaču u kWh uz cos φ_n

p_p — postotak promjenljivih gubitaka

k_p — relativni gubici električne energije

W_{gr} — dodatni gubici električne energije u zavisnosti o odstupanju pogonskog faktora snage u kWh

W_p' — predana energija potrošaču u kWh uz cos φ_x

Naslov pisca: Boris Tilić, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

SMRZAVANJE UGLJENA ZA VRIJEME ŽELJEZNIČKOG TRANSPORTA

Jakob Lucati, Zagreb

Autor obrađuje pojavu smrzavanja ugljena za vrijeme željezničkog transporta od rudnika do elektrane, te iznosi mjere koje treba poduzeti da bi se smrzavanje spriječilo ili bar ublažilo. Sve to potkrepljuje rezultatima ispitivanja, što ih je on sam provodio na pojedinim vrstama ugljena.

DK 662.66 : 656.9

Pojava smrzavanja ugljena za vrijeme transporta stvara velike poteškoće pri zimskom snabdijevanju termoelektrana u krajevima u kojima vladaju niske temperature.

Kod malih termoelektrana građenih kod nas do 1940. pojava smrzavanja nije stvarala naročite poteškoće i to iz razloga, što se izgaranje u kotlovima vršilo uglavnom na rešetkama, koristeći mrki ugljen boljih kvaliteta. Termoelektrane na lignit bile su obično locirane blizu rudnika, tako da nije bilo potrebno duže zadržavanje ugljena na transportnom putu.

Problem smrzavanja postaje neugodan tamo, gdje se koristi manje vrijedan lignitni ugljen, koji treba prevoziti željeznicom na veće udaljenosti. To je slučaj kad je termoelektrana i toplana locirana u konzumnom centru udaljenom od rudnika, koji ga opskrbljuje ugljenom.

Možemo bez daljnjega konstatirati, da se kod svih naših termoelektrana nastojalo uz što niže investicione troškove rješavati funkcije istovara i transporta ugljena. To je dovelo do toga, da su kod nekih iskrsli različiti problemi ili u pogledu osjetljivosti uređaja (sklonost kvaru) ili je pored mehanizacije potreban relativno velik broj posluge. Naravno, sve to u uslovima niskih temperatura zimi dolazi u otežanoj formi do izražaja.

Na primjeru Termoelektrane-toplane Zagreb prikazat ćemo štetne posljedice i poteškoće koje prouzrokuje pojava smrzavanja ugljena na putu iz rudnika do odredišta.

Prema prvobitnom projektu, Toplana je trebala biti orijentirana na zagorske ugljene uz dodatno loženje plinom. Nije bilo predviđeno da se ugljen dovlači iz dalekih rudnika drugih republika, barem ne u velikim količinama. To je jedan od razloga da se problemu smrzavanja nije pridavala naročita važnost. Transportiranje ugljena rješavano je upotrebom običnih željezničkih vagona, drvenih i željeznih, a istovar putem 2 čeona naginjača.

Naginjači imaju ukupni kapacitet istovara 20—40 vagona na sat kod nesmetanog rada. Ljeti, kad je ugljen suh, postižu se znatno viši kapaciteti, koji se penju i na 16—18 vagona na sat s jednim naginjačem. Zimi kod temperature —15 do —25°C učinak se bitno smanjuje i iznosi prosječno:

kod suhog ugljena ..... 3—4 vagona/sat
kod mokrog ugljena ..... 1 vagon/sat

za ugljen Kreka sortiman sitni i grašasti. Pri tome je potrebno: ljeti — 2 čovjeka, zimi — oko 12 ljudi.

Iz ovih podataka se vidi s kakvim se neprilikama treba boriti i kolika opasnost prijeti zastoju pogona u uslovima niskih temperatura.

Smrzavanje nastaje na stranama vagona i od površine ugljenog sloja prema dnu. Kod niskih temperatura pri prijevozu na relaciji Tuzla—Zagreb dolazi redovno do potpunog smrzavanja.

Za ublaživanje poteškoća poduzimane su razne mjere. Najbolje se pokazalo premazivanje stranica i dna vagona uljem ili naftom. Uspjeh ovih mjera nije se mogao tačno utvrditi. Naime, stepen smrzavanja i njegove posljedice su različite i ovisne od mnogih faktora, kako će to biti prikazano u nastavku. Zato je i rezultate poduzetih mjera teško provjeravati ukoliko se pojedini faktori mijenjaju. Npr. uočeno je, da se drvene stijene vagona lošije ponašaju, da se ugljen sa depoa više smrzava pod jednakim prilikama nego onaj iz tekuće proizvodnje, da se krupniji ugljeni manje smrzavaju od sitnih itd.

Da bi ispitali podesnost sredstava premaza, koja su bila na raspolaganju i time pomogli ublaženju poteškoća, izvršio je Institut za elektroprivredu usporedbena ispitivanja u TE Zagreb dana 27., 28. i 29. 1. 1964. Ispitivanja su vršena s ugljenom Kreka grašasti — smješten u 4 vagoneta po 800 kg sa željeznim stranama i to:

— prvi vagonet bio je bez premaza stijena,
— drugi vagonet sa premazom stijena naftom,
— treći vagonet sa premazom stijena mašinskim uljem,
— četvrti vagonet bio je sa premazom stijena kloromagnezijevom lužinom.

Budući da je vanjska temperatura u to vrijeme bila —8°C do —12°C, a da bi pospješili proces smrzavanja ugljen je prethodno poškropljen jednakomjerno vodom. Nakon 36 h utvrđeno je slijedeće:

— Proba bez premaza nije se dala pri prekretanju vagoneta odvojiti od stijena i dna,
— Proba 2 i 3 sa premazom naftom i uljem kod prekretanja ugljen se odvojio od stijena i ispao u jednom bloku,
— Proba 4 dala je približno iste rezultate kao proba bez premaza, tj, ugljen se nije odvojio od stijena.

Ovime je dokazano, da nafta i ulje u premazu pospješuju u načelu odvajanje ugljena od stijena. Time je dokazana opravdanost mjera koje je toplana poduzimala prilikom utovara u rudniku Kreka. Uspjeh ovog premaza nije bio uvijek izrazit, ali je neosporno da je postojao.

— Premaz kloromagnezijevom lužinom, premda nije dao povoljnih rezultata, ne treba odbaciti, već nadalje promatrati. Može biti da koncentracija nije bila dovoljna. O tom sredstvu bit će više navedeno u daljnjem tekstu.

Promatranjem pojava pri istovaru vagona s ugljenom, koji je do dna smrznut, došlo se do iskustva da preventivna sredstva ne rješavaju problem, ali da mogu ublažiti poteškoće.

I Faktori koji utječu na smrzavanje

Na intenzitet smrzavanja imaju utjecaja slijedeći glavni faktori:

1. Sadržaj vlage

Sklonost smrzavanju je u prvom redu zavisna od ukupne količine vlage, a onda od odnosa higroskopske prema gruboj vlazi.

Što je veći udio grube vlage, to je sklonost smrzavanja veća.

Rasponi količine ukupne vlage za glavne vrste jugoslavenskih lignita i mrkih ugljena predočeni su na slici.

Lignitni ugljeni, koji dolaze u upotrebu u SRH imaju ukupni sadržaj vlage 38 do 48%, tj. iznad 40%, a odnos higroskopske prema gruboj 1 : 1,8. Kod ovih okolnosti pojava smrzavanja je neizbježna.

Kod mrkih ugljena sadržaj vlage u prosjeku iznosi 12—28%, a odnos higroskopske prema gruboj vlazi 1 : 1,5 do 1 : 2.

Kameni ugljen veoma malo podliježe smrzavanju, mrki se teže smrzava, a lignit podliježe smrzavanju u najvećoj mjeri. Ispitivanja su pokazala da se ugljen, koji ima do 6% ukupne vlage, uopće ne smrzava. Ugljen iznad 6% podliježe smrzavanju.

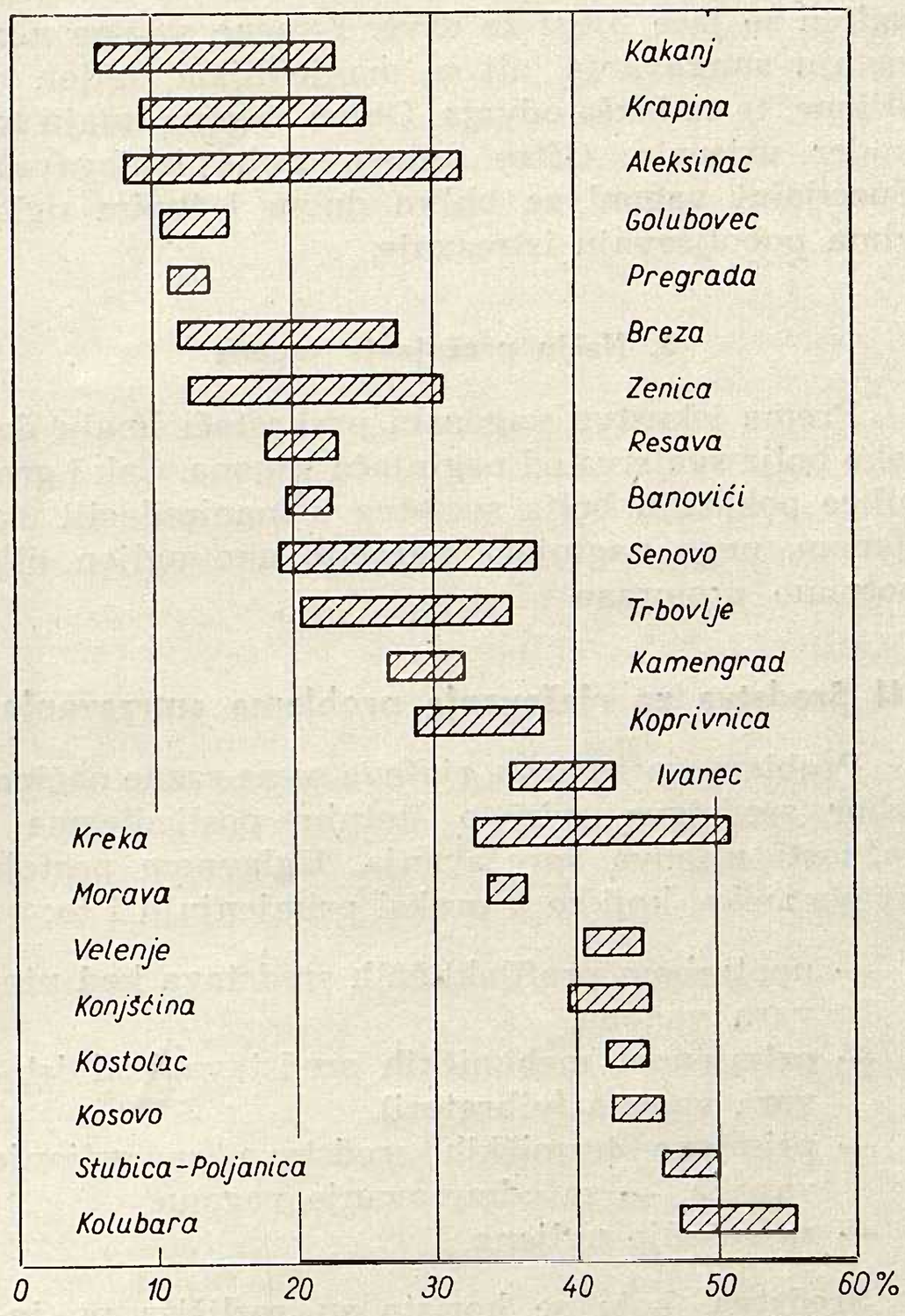
U vagonu nije na svim dubinama jednaka vlažnost. Kod tovarenja vagona iz proizvodnje, separacije ili sa skladišta kod niskih temperatura ugljen ima izvjesnu osjetnu toplinu. Međutim, dijelovi vagona, tj. strane i dna vagona imaju temperaturu okoline. Zato dolazi do primrzavanja partija ugljena, koje dolaze u dodir sa dijelovima vagona. Kad vagon stoji, smrzavanje se polagano odvija. Ovo se pospješuje kod vjetra, a naročito za vrijeme vožnje. Primrzavanje nastaje na stranama i dnu vagona, a naročito u uglovima. Kod jako vlažnih ugljena, vlaga prodire u donje partije vagona, gdje povećava toplinsku vodljivost i time pojačava sloj smrzavanja.

2. Temperatura i vrijeme u kojem je ugljen izložen smrzavanju

Ispitivanja izvršena s ugljenom 6—12% vlage u SSSR-u pokazala su da se kod temperature —5°C stvara obično na površini kora smrznutog ugljena oko 3 cm debljine kod trajanja putovanja 24 sata; kod temperature —10°C kod 24 sata putovanja ova kora ima debljinu od 6—9 cm kod ugljena sa sadržajem vlage 12—15%, a kod temperature od —20° stvara se sloj od 20—30 cm smrznutog ugljena za 2—3 dana putovanja. Ako taj ugljen putuje više od 4 dana uz temperaturu —25°C nastaje potpuno promrzavanje.

Budući da naši ligniti imaju znatno viši postotak vlage, to se može sa vjerojatnošću računati sa znatno pogoršanim vrijednostima. Tako se kod —10°C može očekivati smrzavanje u debljini sloja od 20—30 cm/24 h. Kod —20 do —25°C može se očekivati potpuno promrzavanje već nakon 2—3 dana putovanja, što je potvrđeno u TE—TO Zagreb sa ugljenom Kreka.

Ukupni sadržaj vlage za razne vrste ugljena prema analizama iz 1957. godine



3. Sortiman ugljena

U praksi se pokazalo, da krupniji sortimani imaju manje sklonosti smrzavanju nego sitni. Naročito nepovoljni su u tom pogledu sitni sortimani sa velikim udjelom prašine ispod 3 mm i većim sadržajem jalovih primjesa. Često se u cilju sprečavanja smrzavanja po dnu i stranama smješta krupniji ugljen, a u sredini ostatni. Ovo otežava utovar, te je kod velikih količina teško provedivo.

4. Materijal i oblici vagona

Velikoprostorni vagoni imaju prednost ispred maloprostornih. Razlog je što se radi o većoj masi, koja podliježe temperaturnim utjecajima i jer mehanizam istovara lakše savlađuje masu ugljena koja se pokreće. Drvo je slabiji vodič topline od

željeza. Zato drveni vagoni kod kratkih relacija smrzavaju na stijenama u tanjem sloju. Međutim ugljen se jače lijepi za drvo. Limene stijene ubrzavaju smrzavanje, ali se manje lijepi ugljen za stijene, te se lakše odvaja. Oblici vagona imaju također utjecaja. Oštre uglove treba izbjegavati. Specijalni vagoni sa oblim dnom i tupim uglovima poboljšavaju istresanje.

5. Način pražnjenja vagona

Prema iskustvu vagonski prekretači imaju daleko bolja svojstva od naginjača vagona. Čak i grabilice pokazuju bolja svojstva u manipulaciji ugljenom, nego naginjači, naročito ako ugljen nije potpuno promrzao.

II Sredstva za rješavanje problema smrzavanja

Problem smrzavanja rješava se na razne načine. Izbor sredstava ovisi o štetnim posljedicama i važnosti njihova sprečavanja. Uglavnom postoje tri postupka, koji se u praksi primjenjuju i to:

- upotrebom profilaktičnih sredstava kod utovara vagona,
- primjenom mehaničkih sredstava kod istovara vagona (vibratori)
- primjena termičkih sredstava za grijanje vagona, — za odmrzavanje vagona,
- za sušenje ugljena.

Sredstva, koja se koriste su različita po investicionom ulaganju, po angažiranju ljudske radne snage, a naročito po efektu uklanjanja poteškoća.

1. Profilaktična sredstva

Profilaktična su sredstva ona koja treba da spriječe smrzavanje ugljena na stijene i pod vagona. Ova sredstva sastoje se od raznih ulja, kemijskih sredstava ili oblaganja stijena.

U kemijska sredstva spada:

Klormagnezijeva lužina

Ova lužina dobiva se kao otpadni proizvod kemijske industrije.

Kemijska analiza lužine:

KCL	= 23	g/1
$MgSO_4$	= 35	g/1
$MgCl_2$	= 316	g/1
NaCl	= 19	g/1
Br	= 0,2	g/1

Tu se radi o tehničkoj lužini, a njezino djelovanje kod niskih temperatura ovisi o njenoj koncentraciji.

Ispitivanja i iskustva sa ovom lužinom pokazala su da je djelovanje zadovoljavajuće samo do vanjskih temperatura —15°C. Ispod ove temperature djelovanje je oslabljeno, a ispod —20°C potpuno prestaje.

Otapalo C

Ovo sredstvo je poznato već dugo vremena u ugljenom rudarstvu. To je bijela prašinasta masa, koja u sastavu sliči natrijevu kloridu (kuhinjskoj soli). Ovim otapalom zaprašuju se stijene i dno vagona. Tu se stvara jedan izolacioni sloj, koji sprečava zamrzavanje (vezanje) zamrznutog sloja za stijene. Ovo sredstvo zadire u ugljenu masu, a njegova egzotermička reakcija to pospješuje. Nastaje sniženje temperature smrzavanja na graničnim površinama tj. stijenama i dnu vagona, što ublažuje pojavu smrzavanja ugljena. Potrošnja iznosi oko 2 kg za jedan vagon sadržaja 16 m³. Ako se zaprašivanje vrši pneumatski, potrošak se smanjuje za 50%.

Ovo sredstvo dalo je zadovoljavajuće rezultate u primjeni za temperature do —20°C. U svijetu postoje razna patentirana sredstva kao: Hardy freez-pruf Compound (USA) i druga.

Ulja

Da bi se neko ulje moglo koristiti kao zaštitno sredstvo, ono mora imati nisku temperaturu stiništa, mora biti izdržljivo na niskim temperaturama, a da se pri tome njegov viskozitet osjetno ne mijenja. Pored toga treba da stoje na raspolaganju veće količine. Cijena ovih ulja ne smije biti veća od cijene drugih zaštitnih sredstava istog djelovanja. U obzir dolaze u prvom redu otpadna ulja kao: ulje za pranje. Ovo ulje dobiva se kod švelovanja mrkog uglja. Stinište varira između —6 i —20°C, jer je neujednačenog kvaliteta.

Pokusi su pokazali da je efekat primjene veoma dobar kod temperature 0 do —5°C. Kod temperature —16 do —20°C ostaju jače zamrznute partije na stijenama i dnu vagona, a kod temperature iznad —20°C nema vidnog uspjeha pri primjeni ovog ulja. Izgleda, da ovi rezultati važe i za druge vrste ulja, pa i za naftu. U Americi upotrebljavaju jeftino ulje poznato pod imenom WR 663 1/2 Standard Oil Co. slijedećeg sastava: spec. težina kod 60 °F = 0,9626, viskozitet kod 100 °F = 80 Red. sec. U novije vrijeme često se propagira upotreba siliko-ulja, koja se ističu velikom otpornošću na temperaturama do —60°C. Nedostatak je visoka cijena ovih ulja.

Obloge

To su sredstva, koja služe za stalno oblaganje stijena i dna vagona ili drugih površina, na kojima treba spriječiti lijepljenje.

PVC obloga

Ova plastična masa se oblaže sa oko 3 mm na stijene. Ona je izdržljiva na hladnoću, odvaja vodu, te je otprema na mehaničke udare i trošenje. Laboratorijski i praktički rezultati pokazali su da ovo rješenje ne zadovoljava.

Epilox, Epoxyd i Sekaphen

To su umjetne soli, koje se nakon miješanja sa sredstvom za otvrđivanje polažu na prethodno

brušene i očišćene površine lima u jačini oko 1 mm. Nakon toga se stvrdnjava pod infra-radijacionim toplinskim uplivom. Rezultati obzirom na zamrzavanje su kod ovih sredstava skromni, a troškovi visoki.

Katranska zaštitna sredstva

Pod ovim imenom dolazi u prodaju proizvod katranske industrije, koji se sastoji od katranskog ulja sa dodatkom parafina i otapala. Ovim sredstvom premazuju se površine vagona. Nedostatak je, da vrijeme sušenja traje dosta dugo. Sloj ima debljinu oko 1 mm.

2. Mehanička sredstva

Za pomoć pri istovaru vagona zimi upotrebljavaju se različita sredstva. Najprimitivnije, ali najsigurnije je angažiranje ljudske radne snage. Ovo sredstvo pomaže u svim slučajevima, ali su efekat i racionalnost veoma niski.

Eksploziv

U prilikama prijeke nužde nije rijetkost da se koristi eksploziv (dinamit) kao sredstvo za razbijanje smrznutog ugljena. Prethodno se oslobode sve strane vagona, koje su pokretne. Nakon toga se obično s 8 patrona, punjenja 50% normalne jačine, vrši miniranje. Na 1 vagon 25 t promrzlog ugljena troši se oko 0,75 kg eksploziva. Patrone se smještaju na 8 mjesta oko 50 cm od strana i 30 cm od dna vagona. To se prakticira kod primjene kosih naginjača, tako da se paljenje vrši u kosom položaju vagona. Na početku dolazilo je do oštećenja na oko 10% vagona, jer nisu punjenja eksplozivom bila pravilno smještena. Kod odgovarajućeg smještaja oštećenja su se smanjila na manje od 3%. Oštećenja su razlog, da se ovaj način primjenjuje samo u krajnjoj nuždi. Za rukovanje eksplozivom treba posebno kvalificirano osoblje.

Pomoćna sredstva

U primjenu dolazi razni pribor kao pneumatički čekići, vibratori i zarezna glodalica, koja zarezuje sloj uzduž strana vagona. Ovi uređaji ubrzavaju istovar, kad se koriste kao pomagalo za ručni istovar.

Ovamo spadaju i parna i zračna koplja. Para ili vrući zrak struji velikom brzinom, te razbija, odnosno oslobađa smrznute partije. Ovo sredstvo ima također ograničeno djelovanje.

3. Termička sredstva

Sredstva za grijanje vagona

Ako se ugljen smrzava pri transportu i na kratkim relacijama, npr. kad je termoelektrana smještena blizu rudnika, onda se pristupa grijanju vagona ili vagoneta, u kojem se on prevozi. To se vrši koksnim ili električnim grijačima smještenim u limene ormariće pričvršćene uz nosač vagona, ili tekućim plinovima, čiji su gorionici odgovarajuće smješteni.

Sredstva za odmrzavanje vagona

Za uspješno i sigurno odmrzavanje dolazi u obzir kao najdjelotvornije sredstvo gradnja garaža, komora ili tunela za odmrzavanje. Ovo sredstvo se primjenjuje svugdje, gdje problem istovara smrznutog ugljena stvara neprilike u tolikoj mjeri, da se isplati investirati odgovarajuća sredstva za otklanjanje posljedica. Naročito se to primjenjuje gdje su klimatske prilike takove, da se svake godine mora računati sa smrzavanjem na putu iz rudnika do termoelektrane. Opravdanost ovakovog investiranja postaje još veća, kad se radi o velikim objektima, gdje nije moguće zadovoljiti se polovičnim rješenjima primjenom drugih pomoćnih sredstava.

Prema značaju i složenosti ovog problema vrši se i izbor rješenja u pogledu satnog kapaciteta odmrzavanja, građevnog rješenja, tehničkog rješenja instalacija, goriva i stepena mehanizacije. Postoje mnogobrojna, u praksi prokušana rješenja, od najprimitivnijeg do najsloženijeg. Najpoznatija su rješenja na principu primjene otvorenih komora, ili zatvorenih komora (garaža) uz korištenje čvrstog, tekućeg ili plinovitog goriva, ili osjetne topline dimnih plinova parnih kotlova.

Sušenje ugljena

Sušenjem ugljena, tj. smanjenjem sadržaja vlage smanjuje se i sklonost smrzavanja. Sušenje se vrši prije utovara u vagone u rudniku ili u krugu termoelektrana. Ovaj način je skup i rijetko se rentira, ako je u pitanju samo zahtjev za sprečavanje smrzavanja. Sušenje ugljena postaje interesantno, ako postoje izvori neiskorištene otpadne topline, te ako se istovremeno rješava i problem lijepljenja uz ekonomizaciju transporta.

Literatura

1. GA Matthaei, *Bewährung einer Auftauhalle für Kohlenwaggons,* Energie (1963) br. 3.
2. H. Werkmeister, *Kohlenbehandlung* BWK (1950) br. 4
3. B. Limpouch, O. Vodaček, *Ekonomična upotreba goriva sa visokim sadržajem vode i pepela u termoelektranama,* Svjetska energetska konferencija, Beograd 1957.
4. P. N. Kendis, *Problemi spaljivanja manjevrijednog goriva u kotlovskim postrojenjima SSSR,* Svjetska energetska konferencija, Beograd 1957.
5. H. Schumann, D. Rothe, *Betriebsversuche zur Verhütung von Anfrierungen verschiedener Bodenarten in den Abraumwagen,* Bergbautechnik H 9 September (1959) br. 9, str. 462.
6. H. Schumann, D. Rothe, *Laborversuche zur Verhütung von Anfrierungen,* Bergbautechnik August (1959) br. 8, str. 436.
7. W. Patzschke, H. Schumann, *Das Auftaumittel zur Bekämpfung von Winterschwierigkeiten im Braukohlenbergbau,* Bergbautechnik November (1965) br. 11.
8. V. N. Karpinskij,*Primjena garažiranja za odmrzavanje ugljena u željezničkim poluvagonima,* Električeskie Stancii (1957) br. 12, str. 9.

Naslov autora: Jakob Lucati dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

NATALJIVANJE LETEĆEG PEPELA KOD PARNIH KOTLOVA

Milan Crlenjak, Zagreb

U članku se obrađuje pojava nataljivanja letećeg pepela na ogrjevne površine i šamotnu oblogu kotlova loženih ugljenom prašinom. Daju se teoretska objašnjenja problema i ukazuje se na potrebu prilaženja ovom problemu na temelju teoretskih i mjernih proučavanja, te strojarskih iskustava pri izboru novog kotla.

DK 621.18.004

Poteškoće u pogonu koje izazivaju nataline letećeg pepela naročito kod kotlova loženih ugljenom prašinom, počinju naljepljivanjem prvih omekšanih čestica pepela na cijevi i šamotnu oblogu kotla. Stvore li se slojevi rastaljenog pepela na cijevima kroz koje cirkulira vrela voda ili para, otežava se prolaz topline kroz ove mineralne izolatore do sadržaja kotla. Iz tog razloga dolazi do forsiranja vatrišta što samo ubrzava proces nataljivanja. Temperature izlaznih dimnih plinova i pregrijane pare postepeno rastu uz odgovarajući pad stupnja djelovanja parnog kotla. U nepovoljnim slučajevima dolazi i do začepljenja cijevnih zavjesa pregrijača pare, pa se presjek prolaza dima sužuje toliko, da više nije moguće prostrujavanje dima i nadolazak one količine zraka, koja je potrebna za normalno izgaranje goriva. Kotao treba obustaviti, hladiti i otklesavati ponekad vrlo tvrde nataline, pri čemu se redovito oštećuju cijevi i šamotna obloga ložišta.

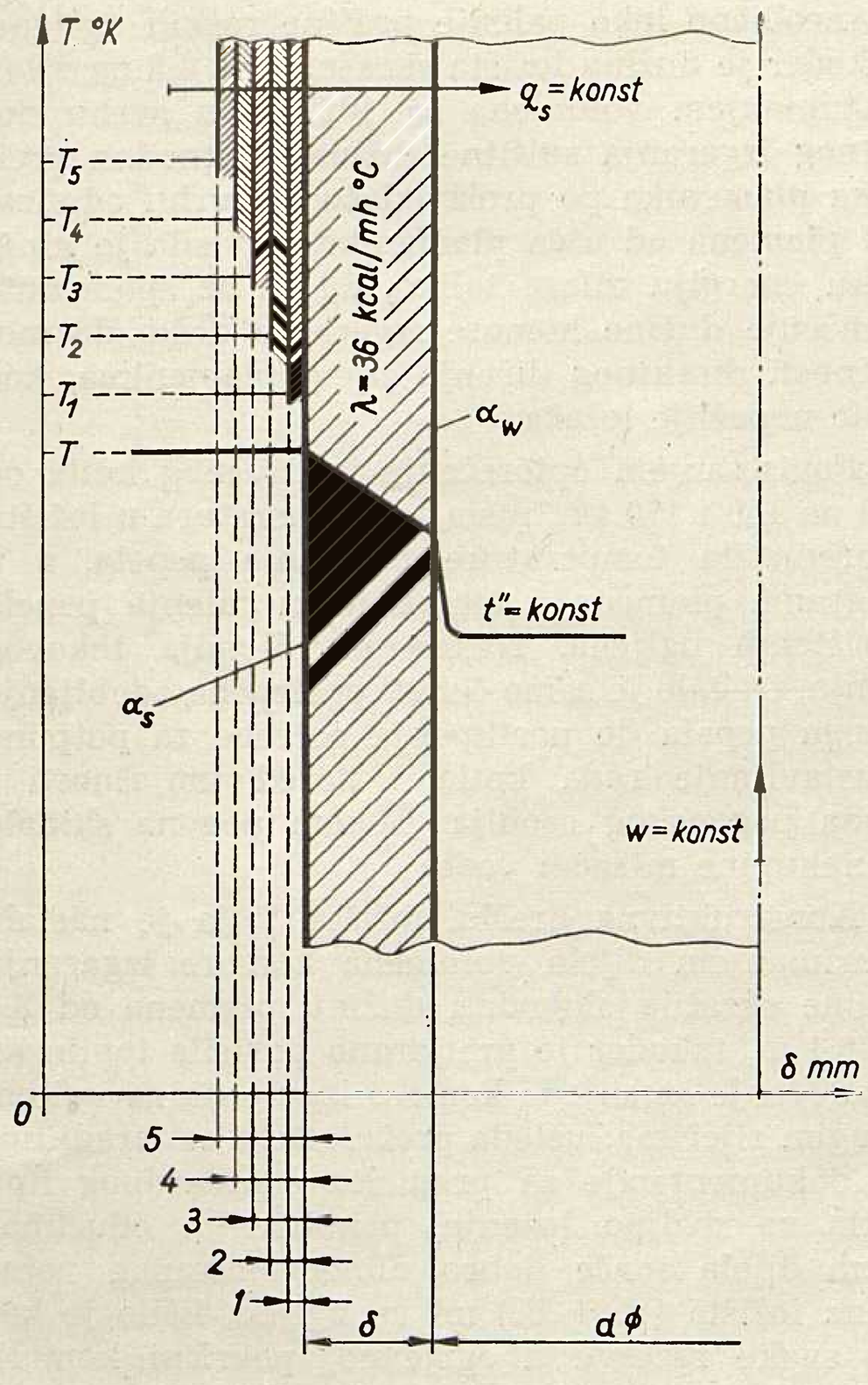
Nataljivanje letećeg pepela pojavljuje se kod svih vrsti ložišta, no najkobnije je to kod radijacionih kotlova sa suhim odvodom pepela, tj. kod parnih kotlova koji se danas najviše grade. Stoga je korisno promatrati razloge pojave nataljivanja letećeg pepela kod ovih kotlova, tim više, jer i kod nas ima takvih slučajeva, a moglo bi ih biti i više, ukoliko se tim problemom ne pozabavimo i sa teoretske strane, bez čega nije moguće riješiti taj problem niti praktično. Događa se čak i to, da se obustavljanje pogona parnog kotla svakih 10 ili nešto više dana smatra normalnim, a sva se krivnja prebacuje na svojstva pepela ugljena. Tome nasuprot postoje danas takvi kotlovi kod kojih je čišćenje vanjskih kotlovnih površina potrebno najviše jedanput godišnje, bez obzira na promjenljiva svojstva ugljena, tj. na varijabilnost temperature mekšanja pepela ugljena iz raznih revira istog ugljenokopa. Iz posljednjeg slijedi, da bi bila neoprostiva greška, naručiti tako konstruirani novi parni kotao, kod kojega nije konstruktivno zagarantiran nesmetani jednogodišnji pogon, bez nekih poteškoća radi nataljivanja pepela.

Kod srednjih i velikih ugljenokopa su horizontalne i vertikalne udaljenosti pojedinih otkopa znatne, pa je neminovno da se pepeli, tj. popratni mineralni sastav ugljena, iz raznih revira, međusobno razlikuju. Utjecaj mineralnog sastava pepela pri izgaranju u pravilu se pojačava s procentualnim udjelom pepela u isporučenom ugljenu. Ustanovljeno je, da već kod sadržaja pepela od 10 do 15% dolazi do znatnih poteškoća u pogonu radi taljenja pepela. Ima i slučajeva kod kojih već i sami tragovi nekih rijetkih metala u pepelu (vanadij) prave iznenađujuće eutektike, s vrlo niskim talištem.

Polazimo li od realnih činjenica, da su svojstva ugljena prirodno dana i da u svakoj isporuci može biti pojedinih partija ugljena s niskim talištem pepela, moramo se poslužiti analizom samog početka procesa nataljivanja pepela na površinama parnih kotlova.

Na slici 1 prikazana je stijenka kotlovne cijevi, kroz koju struji vrela voda brzinom w m/s, čemu odgovara koeficijent konvektivnog prijelaza topline α_W. Ukoliko je kotlovna voda trajno bespriječkorna, neće s te strane biti poteškoća u pogonu. U početku pogona je vanjska strana stijenke cijevi metalno čista, no trajanjem pogona oblaže se suhim ili mekanim slojem letećeg pepela. U slici 1 prikazan je u mjerilu porast temperature od T^0K metalno čiste cijevi do $T_5{}^0$K, koji odgovara sloju nataljenog pepela u debljini od 5 mm uz pretpostavku, da je količina topline koja prolazi do sadržaja kotla putem radijacije usijanih plinova izgaranja q_s = konst. To odgovara težnji, da se u pogonu održi konstantna produkcija, pregrijanje i tlak pare kotla (w = konst, t = konst, slika 1). Želimo li pak održati kapacitet i parametre proizvedene pare pri postepenom odebljanju natalina letećeg pepela u cijevima parnog kotla, mora se povisiti temperatura izgaranja od početno T^0K, na T_1, T_2 itd. Ukoliko je poznavalac ugljena, koji je konstruirao kotao odredio da je T^0K ona temperatura izgaranja, koja nije opasna za početak mekšanja pepela i prema tome izračunao potrebnu veličinu površine za apsorpciju topline, koja je potrebna za održavanje garantiranog kapaciteta kotla, može se dogoditi, da u pogonu radi naljepljivanja pepela moramo povisiti temperaturu u ložištu, koja npr. kod T_3 dostiže temperaturu mekšanja pepela. Daljnji porast temperature od T_3 do temperature taljenja pepela primjerice T_5 (koje znaju ležati često vrlo blizu kod tzv. kratkih pepela), dolazi do pravca taljenja obloga pepela na cijevima, pa mu je ljepljivost još veća. Principijelno započeti proces nataljivanja teče u smjeru sve jačeg zadebljanja sloja, koji sve više priječi prolaz topline i prekriva sve veće površine apsorpcije topline. To iziskuje daljnje povisivanje temperature ložišta ako se želi održati kapacitet kotla. U jednom slučaju iz naše prakse ide to tako daleko, da je produkcija taljenja pepela drugi glavni produkt kotla.

Za bolje razumijevanje problema navest ćemo neka svojstva pepela ugljena, koja se naročito



Slika 1.

ispoljavaju u ložištima parnih kotlova. Tzv. »unutarnji pepeo« ugljena potječe od minerala i soli metala, koje je prvotna biljka usisavala iz okoline za svoj rast. Procentualni udio unutarnjeg pepela leži u redu veličine od 1 do 2%. Tzv. »vanjski pepeo« potječe od popratnih minerala okoline petrificirane biljke. Pored ovih vezanih pepela, može ugljen sadržavati strane primjese gline, lapora i drugo, koje je navukao prilikom transporta od otkopa do potrošača. Taj se pepeo može ispiranjem (čistom) vodom ukloniti.

Prije izgaranja sadrži pepeo ugljena različite mineralne sastojke npr. $2 \cdot AL_2O_3 \cdot 4\ SiO_2 \cdot 3\ H_2O$ (kaolin), ili $AL_2O_3 \cdot (1{,}8$ do $2{,}2) \cdot SiO_2 \cdot (1{,}8$ do $2{,}2) \cdot H_2O$ (razne glinice), ili gips $CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$, koji kod izgaranja daje $CaSO_4 + 2\ H_2O$. Karbonati kalcija, magnezija, željeza, $CaCO_3$, $MgCO_3$ i $FeCO_3$ otpuštaju pri žarenju između 600—950°C ugljični dioksid CO_2, koji ulazi u sastav dimnih plinova sa CO_2 od izgaranja ugljika.

Ispitujemo li svojstva i sastav pepela ugljena u laboratoriju žarenjem, drugačije se mijenja sastav prvotnih minerala, negoli pri izgaranju u ložištima. Promjene ovise i o sastavu »atmosfere« u kojima se probe pepela žare (npr. oksidirajuća ili reducirajuća atmosfera, koja jedna i druga postoje u ložištu kotlova!). Nadalje ima pepela, kod kojih se težina nakon žarenja povećava (npr. oksidacijom željeznog oksidula i daljnje vezanje sa SO_2). U nekom konkretnom slučaju dokazano je povećanje težine pepela kamenog ugljena do 24% u ložištu kotla. Spomenuto i drugi faktori utječu na različito ponašanje pepela u ložištu i laboratoriju.

Zagrijavamo li probe pepela ugljena u laboratoriju, dobivamo podatke za temperature mekšanja i taljenja, bujanja i druge karakteristike. Pepeli kod kojih temperature mekšanja i taljenja leže blizu su tzv. »kratki« pepeli, dok »dugim« pepelima označujemo takove, kod kojih su ove temperature udaljenije; ukoliko se proba pepela na mala povišenja temperature naglo rastali su kratki, a pepeli kod kojih to nastaje postepeno su dugi pepeli.

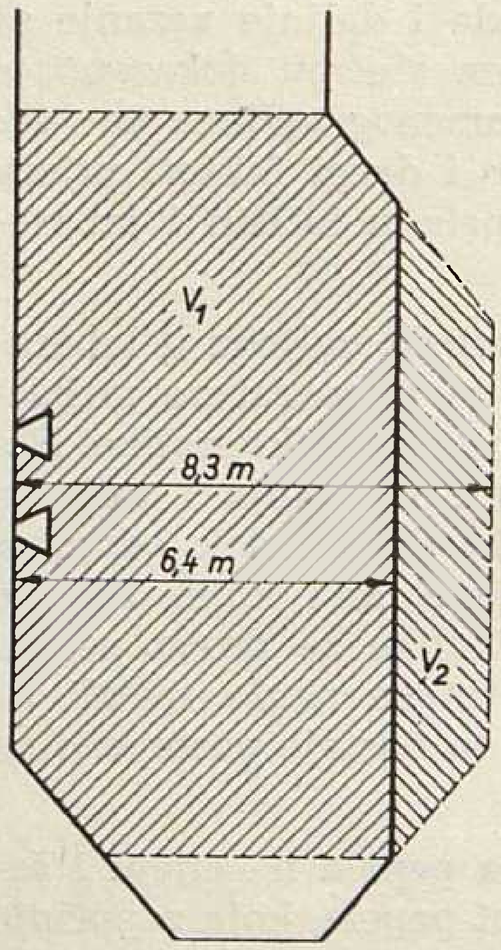
Za početak nataljivanja pepela na cijevi i šamot, presudna je ljepljivost pepela, koja započinje s temperaturom mekšanja. Proces nataljivanja započinje naljepljivanjem prve kapi omekšanog pepela, a sve drugo slijedi prema slici 1 brže ili sporije. Veliku važnost imaju tragovi raznih soli u pepelu, koji lako, tj. već kod nižih temperatura sublimiraju, a desublimiraju se na relativno hladnim cijevima ekrana ložišta, pa tako tvore prvi ljepivi sloj natalina pepela. Vrlo opsežna literatura sabrana je u djelu Gumnz: »Schlackenkunde«.

Za konstruktora parnih kotlova i pogonske inženjere zadan je ugljen takav, kakav on jeste po svojim prirodnim svojstvima i neminovno varijabilnim osebinama pepela. Pravo ponašanje »ugljena«, tj. ugljena i pepela u ložištu, može se realno ustanoviti samo *probnim loženjem* na istim ili sličnim tipovima parnih kotlova, koje se želi konstruirati ili naručiti. Veliki broj jeftinih kemikalija (a samo takove dolaze u obzir) oferiraju i prodaju se kao dodaci ugljenima raznih sastava, ili u svrhu sprečavanja zataljivanja (povišenje tališta), ili da se nastale nataline učine prhkim, kako bi ih se moglo lakše otklesati. Postoje vrlo tvrde nataline (raški ugljeni), koje se mlazom vode mogu oprati; komadi natalina koje se moralo odbijati pneumatskim alatima iz ložišta, postaju nakon nekoliko dana loženja na atmosferi toliko prhki, da ih slabi pritisak može zdrobiti.

Iz niza svestranih analiza kemizma pepela ugljena sabranih u citiranoj knjizi, proizlazi kao dominantna veličina za početak mekšanja pepela ugljena: *temperatura ložišta.* Održi li se temperatura u ložištu ispod kritične visine, ne dolazi do nakupljanja talina u parnom kotlu, barem ne u tolikoj mjeri, da bi se kotao van programa (npr. jedanput godišnje) morao obustavljati.

Drugi put za rješenje problema nataljivanja pepela leži u rukama konstruktora parnog kotla.

U ovom pogledu zaslužna je »Brennstofftechnische Gesellschaft« u Dresdenu (DDR), posebno prof. Loemke, koji je patentiranim konstruktivnim mjerama uklonio poteškoće nataljivanja pepela u izgrađenim kotlovima, na temelju višegodišnjih sistematskih znanstvenih istraživanja. Rezultati —



Slika 2

$V_1 = 612\ m^2$ $V_2 = 168\ m^2$ $V_{12} = 780\ m^2$

principijelnog značaja — do kojih je došao, mjerodavni su za konstrukcije novih kotlova, kao i za razvoj ložišta ubuduće.

Iz razgovora sa prof. Loemkeom, mogu se njegove misli i rezultati mnogobrojnih istraživanja sažeti ovako: Princip ispravnog paljenja ugljene prašine je naglo povišenje temperature u više redova prostorno razmaknutih plamenika. Analogno slijedi princip oduzimanja topline usijanim plinovima izgaranja, naglim rušenjem temperature. U tu svrhu mogu kod izvedenih kotlova pomoći cijevni zastori, a kod novih konstrukcija rezerve u površinama apsorpcije topline u samom ložištu.

Iz vlastitih mjerenja i opažanja na velikim kotlovima na ugljenu prašinu sa suhim odvodom pepela loženim raškim ugljenima, proizlaze jasno i numerički određeno optimalna toplinska opterećenja tačno definiranih prostora izgaranja za određene vrste i svojstva ugljena i pepela. Kao primjer neka služi jedno mjerenje u inozemstvu, započeto na posve čistom kotlu, a završeno na takvom stupnju onečišćenja, koje se za normalno trajanje pogona kotla može smatrati statističkom sredinom. Shematski prikaz oblika ispitivanja ložišta kotla daje slika 2.

Rezultati koji spadaju u okvir ovog kratkog prikaza opsežnih studija, bili bi slijedeći:

Projektirana temperatura ložišta od 1 050°C potvrđena je mjerenjem u blizini netom očišćenih cijevi ekrana ložišta. Maksimalne temperature u jezgrama plamena iznosile su 1 250°C — sve kod normalnog opterećenja kotla od 120 t/h.

Već na početku ispitivanja ložišta počele su se stvarati prve nakupine koksa i pepela u listićima na cijevnoj stijeni komore V_1 — slika 2 — nasuprot plamenicima. Korekcijom plamenika, smanjena je kinetička energija ugljenih čestica toliko, da kasnije uz pozornost ložača više nije došlo do takovih pojava. Razlog nastajanja ovakovih nakupina leži u naknadnom ispravljanju konstruktivne greške plamenika, koji početno nije uzimao u obzir neobično lako palenje prašine raških ugljena. Također je dužina ložišta skraćena od 8,3 na 6,4 m oduzimanjem volumena za 168 m³ u svrhu dodatnog izgaranja sulfitne lužine. Naknadna preinaka plamenika po proizvođaču, u svrhu odmicanja plamena od ušća plamenika, povisila je kinetičku energiju mlaza toliko, da je uz spomenuto skraćenje dužine komore izgaranja došlo do mogućnosti direktnog diranja cijevi plamenima, kod male nepažnje ložača.

Povisivanjem opterećenja ispitivanog kotla od 120 na 150 i 170 t/h, rasla je temperatura u ložištu i premašila temperature mekšanja pepela, a u jezgrama plamena i temperaturu talenja pepela korištenih ugljena. Nakon utvrđivanja takovog stanja, trebalo je samo čekati postepeno odebljanje obloga pepela do nastupanja potrebe za potpuno obustavljanje rada kotla i pored umješnosti i truda pogonskog osoblja. Tokom pogona skidalo se nakupine mlazom vode.

Konstruktivna greška ložišta, koja je nastala oduzimanjem dijela volumena komore izgaranja i time skratila slobodnu dužinu plamena od 8,3 na 6,4 m, također je pretjerano povisila toplinsko opterećenje smanjene komore izgaranja za ugljen. Drugim riječima: ušteda proizvođača na izradi nove dokumentacije za preinaku standardnog tipa kotla za dvojno loženje, primitivnim oduzimanjem dijela inače dobro dimenzioniranog volumena ložišta ($V_1 + V_2$) m³ za ugljen, lišilo je kotao svake rezerve u ogrjevnoj površini komore izgaranja ugljena toliko, da je odvijanje pogona iznad normalnog opterećenja postalo nemoguće.

Konstrukcija ispitivanog ložišta ne može se dakle smatrati rezultatom studiozne razrade ložišta za određena svojstva unaprijed poznatog ugljena i njegovih pepela. Posljedica tako neodgovornog rada jedne svjetske firme je konačno dovela korisnika u prinudu, da o svojem trošku pregradi ložište na mazut. Garantni rokovi sa strane proizvođača, već su bili istekli prije spomenutog ispitivanja . . .

Kod izbora najpovoljnijeg kotla za termoelektrane potrebno je uvažiti navedena strojarska iskustva i vršiti odgovarajuća mjerenja. U protivnom slučaju može doći do posljedica i pogrešnog izbora tj. ako se izabere kotao sa najmanjom površinom apsorpcije topline, koji po cijeni može biti najpovoljniji.

Zaključno se može rezimirati slijedeće:

Proces nataljivanja počinje stvaranjem prve obloge letećeg pepela ili čestica desublimiranih soli na cijevima, nakon čega počinje postepeno smanjivanje količine prenešene topline iz ložišta na sadržaj kotla. Održavanje kapaciteta $D \cdot \Delta i$ radijacionih kotlova, zahtijeva postepeno povisivanje temperature ložišta, paralelno sa oblaganjem površine apsorpcije topline F m² u komori izgaranja. Prijenos topline radijacijom teče po zakonu

$$\frac{D \cdot \Delta i}{\eta K} = B \cdot H_{d_t} = F \cdot C_{1,2} \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{lož}}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{\text{clj}}}{100}\right)^4\right] \text{kcal/h}\,.$$

Fiksiranje projektirane temperature ložišta $T_{lož}$ vrši se izračunavanjem površine apsorpcije topline F m², kod koje se obično pretpostavlja preniski koeficijent onečišćenja ovih površina. Pojednostavnimo li za naše razmatranje funkcionalne veze pojedinih veličina u navedenom fizikalnom zakonu, kao npr. minimalne promjene međusobnog koeficijenta isijavanja između usijanih plinova izgaranja i vanjske površine cijevi $C_{1,2}$ kao i povišenje temperature vanjskih površina cijevi T_{cij} itd., onda se prijenos topline isijavanjem (koji u radijacionim kotlovima ima udio od 90 i više %) može održati na konstantnoj veličini samo povišenjem temperature $T_{lož}$, za nepromijenjeni kapacitet kotla $D \cdot \Delta i$ kcal/h i nepromijenjene temperature proizvedene pare. Povisivanjem temperature ložišta iznad projektirane temperature (100 do 150°C ispod temperature mekšanja pepela), izaziva ubrzano mekšanje pa čak i taljenje pepela tako, da ovaj jedanput započeti proces tjera samog sebe sve do obustave kotla.

Stvaranjem prvih natalina na cijevima ložišta počinje i smanjivanje efektivne površine isparivanja, tj. odvoda razvijene topline iz ložišta na sadržaj kotla. Dokaz tome jeste, da su temperature pregrijavanja pare kod čistog kotla nešto preniske, a kod onečišćenog kotla više od predvidene. Temperatura pregrijanja može se manje ili više racionalno regulirati unutar normalnih granica onečišćenja, no kod zataljivanja normalno zakazuju regulacije.

U ložištu je također od značaja i najviša lokalna temperatura, koja nastaje u jezgrama plamena. Iz jezgre izbacuju se kapljice omekšanog (ljepivog) ili rastaljenog pepela određenom kinetičkom energijom na pojedina mjesta ložišta. I pored izvanredno visokog viskoziteta usijanih plinova izgaranja, preostaje masi kapljica još znatna brzina, da ih glavne struje i sporedne cirkulacije plinova ne mogu zadržati u ložištu tako dugo, da bi se skrutile prije dodira sa relativno hladnim stijenkama cijevi ili znatno toplijim šamotnim oblogama kotla.

Sve navedene nepovoljne pojave mogu se danas održati u neopasnim granicama, smišljenim konstruktivnim mjerama za bilo koje vrste i osobine ugljena i pepela. Realno provjeravanje prikladnosti konstrukcije ložišta za određene osobine ugljena i pepela, moraju se bezuvjetno vršiti probnim loženjima na sličnim ložištima i to sa najnepovoljnijim ugljenima, koji će izgarati u budućem ložištu. Naknadne ugradnje cijevnih zavjesa i preinake plamenika, ne daju ni konstruktoru niti naručiocu dobru stručnu ocjenu, no takvi zahvati mogu pomoći pogonskom osoblju toliko, da pogon kotla održe nesmetanim i normalnim.

Naslov pisca: Ing. Milan Crlenjak, red. prof. Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Zagreb.

BILANCA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Daniel Feöcze, Zagreb

Autor analizira elemente i utjecajne faktore bilance cijena električne energije: vlastite cijene prodaje i realizirane cijene putem tarifa. Predlaže sistem za automatsko prilagođavanje veličine tarifa električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije.

DK 658.8.036 : 621.3

1. Uvod

Ekonomika djelatnosti razvoda i distribucije električne energije, a i elektroprivrede uopće, usko je vezana uz stabilnost bilance njenih cijena: projektirane vlastite cijene prodaje i realizirane cijene putem tarifa. Za održanje stabilnosti ove bilance trebalo bi uvesti mehanizam za automatsko prilagođavanje prodajnih cijena električne energije (tarifnih stavova) tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije.

Bilanca cijena odmjerava veličinu vlastite i realizirane cijene i prikazuje faktore i efekte debalanca. Na lijevu ili tzv. »input« stranu ove bilance mogli bi staviti projektiranu vlastitu cijenu prodaje. Ova cijena predstavlja jedinični vrijednosni izraz reprodukcije. Pri tome se misli na kompletnu reprodukciju u uvjetima ekonomskog rasta. Na volumen projektirane vlastite cijene prodaje utječe opseg autofinanciranja proširenog dijela reprodukcije, a ovaj opseg zavisi od izdašnosti ostalih izvora financiranja u izgradnji novih kapaciteta električne mreže razvoda i distribucije (zajmova, doprinosa kamata na poslovni fond i usmjeravanje tih sredstava u izgradnju određenih elektroenergetskih objekata i dr.). Što je udio ostalih izvora financiranja u izgradnji električne mreže veći to će opseg autofinanciranja biti manji pa će s time u vezi biti manji i volumen projektirane vlastite cijene prodaje i obrnuto. Opseg autofinanciranja proširenog dijela reprodukcije elektrodistribucije odmjerava se veličinom stope akumulacije i režimom njene raspodjele.

Desna ili tzv. »output« strana bilance cijena prikazuje realiziranu cijenu po tarifi. Tarifa je instrument realizacije troškova i dohotka odnosno svih elemenata reprodukcije ili vrijednost bruto produkta, ukoliko su tarifni stavovi električne energije usklađeni s dnevnim cijenama elemenata reprodukcije.

U fazi projektiranja i tzv. starta obje cijene — kalkulativna vlastita cijena prodaje i ponder

tarifnih stavova — su, odnosno trebale bi biti, jednake. One bi trebale biti jednake i u fazama radnog procesa i realizacije proizvodnje. Bolje rečeno, volumen realizirane cijene ne bi smio biti manji od volumena projektirane vlastite cijene prodaje u promatranom vremenskom periodu odnosno u razdoblju za koje su vršene projekcije cijena. Naprotiv, veličina vlastite cijene prodaje treba zaostajati za veličinom realizirane cijene za sve efekte povećane ekonomičnosti i produktivnosti.

2. Prelijevanje efekata veće produktivnosti i ekonomičnosti

Razmotrimo samo neke od faktora koji uzrokuju nestabilnost bilance cijena električne energije. Ovi faktori bi se mogli razgraničiti prema području njihova djelovanja odnosno razgraničiti bi se mogli na utjecajne faktore »input« i »output« strane bilance cijena električne energije.

a Utjecajni faktori »input« strane bilance cijena

Na »input« stranu bilance cijena električne energije odnosno na volumen i proporcije projektirane vlastite cijene prodaje utječu ekonomičnost, produktivnost i fluktuacija tržnih cijena elemenata reprodukcije. Iako su efekti ekonomičnosti i produktivnosti u djelatnosti razvoda i distribucije električne energije znatni, oni ne mogu pokriti povećanje troškova izazvano povećanjem tržnih cijena elemenata reprodukcije. Dakle, »input« ili ulaganje raste zbog porasta tržnih cijena iako je naturalni izraz ulaganja (trošenja) manji — uvijek manji na jedinicu prerade energije srazmjerno štednji, ekonomskom rastu i primjeni novih dostignuća tehnike i nauke uopće.

U uvjetima stabilnih tržnih cijena struktura projektirane vlastite cijene prodaje električne energije mijenjat će iz godine u godinu svoj kvalitet. Troškovi će se smanjivati a dohodak će rasti u skladu s porastom ekonomičnosti i produktivnosti.

U uvjetima nestabilnih i rastućih tržnih cijena odgovarajućih elemenata reprodukcije također se iz godine u godinu mijenja kvalitet proporcija projektirane vlastite cijene prodaje ali obrnuto. Veličina troškova raste a dohodak opada i to u povećanom okviru ove cijene jer prodajne cijene električne energije (tarifni stavovi) zaostaju za sumom tržnih cijena odgovarajućih elemenata reprodukcije. Zaostaju zato jer se ne formiraju prema zakonima tržišta već administrativno i drže po više godina zamrznuto. Prodajne cijene električne energije stalno su u faznom pomaku za kretanjem sume cijena elemenata reprodukcije. U toku zamrzavanja tarifa električne energije — a to su višegodišnji periodi — poremećuje se bilanca cijena elektrodistribucije. »Input« cijena raste i gubi projektirani kvalitet proporcija a »output« cijena opada.

Potencijal veće produktivnosti elektroprivrede dat je već i kvalitetom njenih proizvodnih snaga. U toku rasta potencijal produktivnosti elektroprivrede još se i povećava jer se sve više razvijaju njezine proizvodne snage. Međutim, zbog zamrzavanja tarifa električne energije efekti veće produktivnosti i ekonomičnosti elektroprivrede nevidljivo se prelijevaju potrošačima električne energije, koji su ujedno, posredno ili neposredno, i isporučioci potrebnih elemenata reprodukcije.

To se u većoj ili manjoj mjeri događa i u ekonomici elektroprivrede nekih drugih zemalja. Prema analizi privrednih kretanja javne elektroprivrede SR Njemačke (EVU) u razdoblju od 1950. do 1960. godine[1] efekt produktivnosti elektrana zaostaje za efektima povećanja sume tržnih cijena elemenata reprodukcije. Za ilustraciju ovih kretanja iznose se samo neki elementi ove analize.

Od ukupnih troškova javnih elektroprivrednih poduzeća SR Njemačke (EVU) otpada 1/3 na proizvodnju a 2/3 na prenos, razvod i distribuciju električne energije.

Na sektoru proizvodnje 83% otpada na troškove 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, kapitala i radne snage.

Povećanjem stupnja toplinskog iskorištenja u razdoblju od 1950. do 1960. godine stalno je snižavan specifični utrošak topline po kWh (kcal/kWh). Usporedba prosječnog specifičnog utroška topline svih termoelektrana na ugljen za 1950. i 1960. pokazuje da je tehnologija proizvodnje toliko unaprijeđena da bi se s količinom ugljena utrošenom u 1950. moglo u 1960. proizvesti 39% više električne energije. Međutim, cijene ugljena porasle su u istom razdoblju za 88%. Dakle, efekt povećane produktivnosti predmeta rada na području elektrana, iako je znatan, nedovoljan je za pokriće povećanih cijena ugljena u tom razdoblju.

Veličina specifičnih troškova investicija po obračunskim cijenama zavisi od veličine snage pogonskih jedinica a i od veličine snage elektrana. Povećanjem njihove snage snizuju se specifični troškovi investicija a s time u vezi i troškovi kapitala po kWh. Prosječna snaga blok-jedinice iznosila je 1950. godine 22 MW a prosječna snaga elektrane 98 MW, u 1960. povišena je prosječna snaga blok-jedinice na 39 MW a prosječna snaga 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) s istim kapitalom iz 1950. godine moglo u 1960. godini izgraditi 25% više snage u elektranama. Međutim, cijene elemenata investicija u elektrane porasle su u istom razdoblju za 50%. Dakle, ni efekti povećane produktivnosti sredstava rada elektrana nisu dovoljni za pokriće povećanih cijena elemenata investicija.

---

1 K. D. Fischer, *Elektrizitätsversorgung billig und sicher genug* — Elektrizitätswirtschaft, 61 (1962) No 2

Povećanjem snage blok-jedinice snizuje se i normativ radne snage u elektranama. U 1960. jedan radnik poslužuje 50% više snage postrojenja nego u 1950. Međutim, efekt sniženja troškova posade anuliran je povišenjem troškova života odnosno dohotka radnika. Plaće radnika porasle su u istom razdoblju za 50%.

Na sektoru eletrične mreže elektroprivrede SR Njemačke situacija je povoljnija pa mreža nosi glavni teret općeg porasta cijena. Napredak tehnike na tom sektoru elektroprivrede nije analiziran po naponima ili funkcijama električne mreže (prijenos, razvod, distribucija) već globalno.

Povećanje učinka i ekonomičnosti električne mreže kao cjeline postignuto je pojednostavnjenjem strukture napona, prijelazom na više napone s većim kapacitetom prijenosa i raspodjele, novitetima pri izgradnji zračnih vodova i sl. Primjenom ovih mjera u toku promatranih godina znatno je povećana proizvodnost kapitala električne mreže. Jedinica kapitala uložena u električnu mrežu ostvaruje u 1960. — uz pretpostavku istog nivoa cijena — 70% veću količinu prerade i predaje električne energije nego u 1950. Ovim povišenjem stupnja tehničke funkcije električne mreže znatno su sniženi troškovi 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.

Iz ovih nekoliko elemenata analize vidljiv je red veličina ostvarenih efekata pojedinih sektora elektroprivrede odnosno pojedinih faza proizvodnje električne energije i njihov odnos prema povećanju troškova izazvanih povećanjem tržnih cijena odgovarajućih elemenata reprodukcije.

Ovakva situacija negativno se odrazuje i na sposobnost isporuke električne energije. Poznato je da elektroenergetska postrojenja treba tako dimenzionirati da mogu pokriti maksimalno opterećenje potražnje. Međutim, to je nemoguće u uvjetima zamrzavanja i zaostajanja cijena električne energije za tržnim kretanjima ostalih cijena, pa dolazi do smetnji i zastoja u isporuci električne energije. Stalno niži nivo cijene električne energije u odnosu na ostale zavisne cijene neminovno dovodi do nižeg stupnja sigurnosti isporuke električne energije i do gubitka nacionalnog dohotka u onim privrednim aktivnostima čiji proizvodni procesi koriste električnu energiju u bilo koju svrhu. Prosječni iznos nacionalnog dohotka po utrošenom kilovatsatu električne energije u industriji i rudarstvu veći je oko petnaest puta od prosječne prodajne cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije. Ako se uzme u obzir i izgubljeno vrijeme potrebno za ponovno uhodavanje proizvodnog procesa potrošača, gubitak nacionalnog dohotka u industriji i rudarstvu po izgubljenom kilovatsatu električne energije veći je trideset i više puta od prosječne prodajne cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije.

b Utjecajni faktori »output« strane bilance cijena

U uvjetima zamrzavanja tarifa električne energije na »output« stranu bilance cijena odnosno na veličinu realizirane cijene utječu:

— devijacija projektirane strukture potrošnje električne energije i
— sistem dvodjelne tarife (tarifni stavovi za angažiranu snagu — odmjerenu ili realno mjerenu — i tarifni stavovi za utrošenu energiju).

Devijacija projektirane strukture potrošnje električne energije imat će naročito utjecaj na veličinu realizacije odnosno na veličinu realizirane cijene kad se odnosi tarifnih stavova za angažiranu snagu i utrošenu energiju odmjeruju prema namjeni potrošnje električne energije a ne prema troškovima isporuke za pojedine karakteristične grupe potrošača. Kao primjer mogla bi poslužiti potrošnja električne energije u kućanstvima. Prosječna prodajna cijena po projektiranim tarifnim stavovima za tu grupu potrošača niža je i za 30% od tzv. troškovne tarife za njihove energetske karakteristike potrošnje i njihov način isporuke. Kućanstvo troši oko 1/3 ukupne energije na električnoj mreži distribucije a ima i veću prosječnu godišnju stopu rasta potrošnje od ostalih grupa potrošača. Razumljivo je da kod zamrznutih tarifnih stavova i u tim uvjetima mora iz godine u godinu opadati realizirana cijena i zaostajati za veličinom projektirane vlastite cijene prodaje.

Drugi utjecajni faktor opadanja realizirane cijene je sistem dvodjelne tarife. Proporcionalno količini predaje energije raste samo realizacija po cijeni za utrošenu energiju (pod pretpostavkom da nema devijacije strukture potrošnje) dok realizacija za angažiranu snagu (kW, TJ) raste srazmjerno povećanom angažiranju snage. Snaga raste sporije od količine energije iz čega rezultira veća produktivnost sredstava rada pa cijena za kW i TJ (tzv. osnovna ili stalna uplata) svedena na kWh predaje opada iz godine u godinu u zavisnosti od tempa porasta potrošnje električne energije. Na taj način opada i srednja cijena realizacije. Sistem dvodjelne cijene elektroprivrede dijeli efekte povećane produktivnosti sredstava rada s potrošačima električne energije. Ako elektroprivreda posredstvom sistema dvodjelne tarife prelije potrošačima električne energije samo onoliko efekta povećane produktivnosti sredstava rada koliko su oni tome doprinijeli racionalnijim korištenjem raspoloživih elektroenergetskih kapaciteta, onda je odnos tarifnih stavova za angažiranu snagu i utrošenu energiju dobro ocijenjen i tarifom odmjeren. No ako se potrošačima prelijeva više od toga onda projekt tarife nije dobar.

3. Sistem prilagođavanja cijena električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije

Uslijed zamrzavanja cijena električne energije elektrodistribucija prelijeva potrošačima efekte svoje produktivnosti koji nisu mali pa čak i dije-

love svoje supstance a istovremeno se zbog pomanjkanja sredstava ne može proširivati u skladu s razvojem kapaciteta proizvodnje i prenosa električne energije i privrede uopće. S druge strane, kampanjske korekture cijena električne energije u duljim vremenskim razmacima dovode do relativno većih povećanja cijena, do stanovitih poremećaja na tržištu a i do opadanja potrošnje električne energije u tom periodu. Kad se cijene električne energije ne bi zamrzavale odnosno kad ne bi stalno zaostajale za sumom cijena elemenata reprodukcije efekt veće produktivnosti elektrodistribucije poslužio bi za konsolidaciju električne mreže (uklanjanje uskih grla u odnosu na proširene kapacitete proizvodnje i prijenosa, nadoknada zaostalih (negativnih) investicija, primjena nove tehnike i sl.) i za dopunsko financiranje objektivno date proširene reprodukcije. To bi se moglo postići sistemom automatskog prilagođavanja (adjustiranja) cijena električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije. Sistemom indeksiranja cijena električne energije (tzv. električnim indeksima) služi se npr. na svoj način i nacionalizirana elektroprivreda Francuske (EdF).

Za naše uvjete mogao bi se uvesti sistem adjustiranja (prilagođavanja) cijene električne energije tržnim kretanjima zavisnih cijena prema slijedećoj formuli:

$$c_a = c_p\, q$$

pri čemu je:

c_a = adjustirana ili prilagođena cijena električne energije
c_p = projektirana ili startna cijena električne energije
q = faktor adjustiranja ili prilagođavanja cijene električne energije tržnim kretanjima cijena elemenata reprodukcije.

Faktor q sadrži osnovne elemente vrijednosti bruto produkta i mogao bi imati ove dijelove:

a = energetsko gorivo potrebno za proizvodnju vlastitih elektrana,
b = troškovi nabavljene električne energije
c = troškovi sredstava rada i opći troškovi
d = dohodak (čisti prihod).

Elementi a, b, c, prilagođavali bi se tržnim kretanjima cijena pomoću indeksa. Elemenat d odnosno dohodak (čisti prihod) ne bi trebalo indeksirati. Veličina dohotka (čistog prihoda) zavisila bi — u uvjetima ovakvog indeksiranja cijene električne energije — od ekonomičnosti i produktivnosti elektrodistribucije. Objektivno povećanje troškova života radnika elektrodistribucije trebalo bi pokriti ostvarenim povećanim dohotkom.

Suma elemenata a, b, c, d, iznosi 1. Na taj način faktor q bi imao ovaj sastav:

$$q = a\frac{I_a^a}{I_p^a} + b\frac{I_a^b}{I_p^b} + c\frac{I_a^c}{I_p^a} + d$$

pri tome su:

I_a^a, I_a^b, I_a^c = indeksi tržnih cijena odgovarajućih elemenata vrijednosti bruto produkta promatranog perioda odnosno perioda adjustiranja (I_a, I_a itd.).

I_p^a, I_p^b, I_p^c = indeksi tržnih cijena odgovarajućih elemenata vrijednosti bruto produkta projektirane startne cijene (I_p, I_p itd.).

Veličine indeksa I_a^a i I_a^b utvrđivale bi se u periodu adjustiranja (prilagođavanja) na temelju elemenata ugovora s dobavljačima odnosno na temelju njihovih faktora. Veličina indeksa I_a^c mogla bi se utvrđivali na temelju faktora revalorizacije osnovnih sredstava Osiguravajućeg zavoda, koji služi za obračun premija osiguranja, ili na neki drugi način. Normativi elemenata: materijalni troškovi, investiciono uzdržavanje, amortizacija, kamati i premija osiguranja svedeni su kod elektroprivrede na vrijednost osnovnih sredstava pa bi se i promjena veličina ovih elemenata mogla vezati uz promjenu vrijednosti osnovnih sredstava. Zavod za osiguranje najažurnije prati kretanje vrijednosti osnovnih sredstava jer ih i osigurava protiv rizika. Budući da nastale rizike likvidira po dnevnim cijenama potrebno je da i osigurane vrijednosti osnovnih sredstava svede na dnevne cijene kako bi se ustanovila realna osnovica za obračun premija osiguranja.

Prilagođenu cijenu mogli bi odobravati nadležni organi za kontrolu cijena. U tu svrhu oni bi trebali pratiti kretanje indeksa cijena navedenih elemenata. Elektrodistributivna poduzeća bi mogla svakih 6 mjeseci, a prema potrebi i češće, podnositi nadležnim organima za cijene svoje prijedloge za adjustiranje cijene električne energije. Nakon dobivene suglasnosti poduzeća ne bi trebala mijenjati svoju tarifu već bi samo fakturni iznos električne energije pojedinog potrošača korigirala odobrenim faktorom q. Poduzeća bi mijenjala svoju tarifu odnosno pojedine tarifne stavove samo onda kad bi to smatrala potrebnim.

4. Zaključak

Analiza bilance cijena električne energije minulih godina pokazuje da su projektirana vlastita cijena prodaje i realizirana cijena u stalnom raskoraku. Vlastita cijena raste i gubi projektirani kvalitet proporcije utjecajem stalnog porasta cijena elemenata reprodukcije elektrodistribucije a realizirana cijena po tarifi opada utjecajem devijacije strukture potrošnje i djelovanjem sistema dvodjelne tarife. Razlika između ovih cijena utoliko je veća ukoliko je period zamrzavanja tarifnih stavova dulji pa ovom pitanju treba posvetiti dužnu pažnju jer bez stabilnosti bilance cijena električne energije nema normalne reprodukcije ni normalne isporuke električne energije.

Naslov pisca: Daniel Feöcze dipl. oec. — Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

BIBLIOGRAFIJE ELEKTROTEHNIČKE LITERATURE OBJAVLJENE U AMERIČKOM ELEKTROTEHNIČKOM ČASOPISU IEEE TRANSACTIONS, U RAZDOBLJU OD 1951—1965*

Časopis IEEE Transactions, New York, ranije Transactions AIEE (American Institut of Electric Enginners) je prema analizama američkih bibliotekara iz 1934. i 1949. svrstan među 10 vodećih svjetskih elektrotehničkih časopisa. Izdavan je ranije u 3 dijela koji su sada obuhvaćeni ovim popisom bibliografija, objavljenih u njemu, u razdoblju od 15 proteklih godina. Popis bibliografija (bibliografija bibliografija) obuhvaća 20 tema iz elektrotehnike s 44 nabrojene bibliografije AIEE-a i 44 druge bibliografije citirane u njegovim bibliografijama.

DK 016 : 621.3

I — IEEE Transactions on Communication Technology

(ranije: Part I — Communication and Electronics, Vol. 70—84/1951—1965)

** *Bibliography of Relay Literature 1944—1949*
AIEE Committee Report
1944—1946, Vol. 67 (1948) pt. I, pp. 24—27
1947—1949, Vol. 70 (1951) pt. I, pp. 247—250

** Podaci o toj temi su ponovljeni i kompletirani pod III-1

1. Bibliography on Data Storage and Recording (1948—1952)

G. L. Holander, Vol. 73 (1954) pt. I, pp. 49—58.
330 bibliografskih podataka iz 71 časopisa, te predmetno kazalo.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *A Bibliography of Magnetic Recording*
D. W. Aldous. Electronic Engineering, Vol. 19. Dec. 1947, pp. 390—91. References without abstracts to 96 papers and 10 patents.

— *Bibliography: Counting Circuits and Secondary Emission*
Monica Healea. Nucleonics, Vol. 2, March 1948, pp. 66—74. Many titles applicable primarily to atomic physics. No abstracts.

— *Bibliography on Data Storage and Recording*
Gerhard L. Holander. Technical Memorandum No. 8, Massachusetts Institute of Technology, Servomechanisms Laboratory, Cambridge, Mass, Feb. 24, 1953. Preliminary, shorter version of this bibliography.

— *Preliminary Classified Bibliography on Random Disturbances*
Memorandum DACL M-6. 16—2, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass., Dynamic Analysis and Control Laboratory, Sept. 14, 1948, 12 pp. Approximately 100 references without abstracts by subject headings. 1. Descriptive and quantitative information on random disturbances: 2. System studies including the effect of random disturbances; 3 System desing for optimum performance.

— *Bibliography of Magnetic Amplifier Devices and the Saturable Reactor Art*
Jamer G. Miles. AIEE Transactions, Vol. 70, pt. II, 1951, 2104—23. Nine hundred references to papers and significant patents. Patents are well indexed.

— *Bibliography: Magnetic Amplifier Devices and the Saturable Reactor Art*
James G. Miles. Concract NObsr-42001, Engineering Research Associates, Saint Paul, Minn., Sept. 1, 1950, 1-st ed., 64 pp. Superseded by later edition.

— *Bibliography: Magnetic Amplifier Devices an the Saturable Reactor, Art*
James G. Miles. Report PX 29520, Engineering Research Associates, Saint Paul, Minn. Aug. 31, 1951, 2nd ed., 71 pp. Nine hundred forty-five references without abstracts. Essentially identical to reference 201.

— *Bibliography on Telemetering, 1924—1947.*
Special Libraries Association, Cleveland, Ohio, 4 pp. Thirty-three references without abstracts from widely available publications. Apparently all refer to power telemetering.

— *A Bibliography of Information Theory*
F. L. Stumpers. Massachusetts Institute of Technology, Research Laboratory of Electronics, Cambridge, Mass., Feb. 2, 1953, 46 pp. Over 800 titles arranged by 11 subject classifications.

— *Bibliography of Reports on Wire and Tape Recorders*
United States Office of Technical Services. Report SB-7, United States Department of Commerce, Washington, D. C., March 1949,8 pp. Eighty-one references to unpublished, unclassified reports available from the government. Primarily captured German documents and war department publications. (This bibliography is cumulative and includes references listed in earlier issues of the bibliography).

— *Magnetic Recording 1900—1949.*
Carmen Wilson. John Crerar Library Bibliography Series, no 1, John Crerar Library, Chicago, III., 1950, 61 pp. Bibliography of 339 abstracts and titles.

2. Magnetic Amplifier Bibliography 1951—1957

AIEE Committee Report
1951—1956, Vol. 77 (1958) pt. I, pp. 613—627
849 bibliografskih podataka, iz 87 časopisa 1957,
1957, Vol. 77 (1958) pt. I, pp. 1052—1057
314 bibliografskih podataka iz 46 časopisa

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography on Transductors and Magnetic Amplifier*
H. B. Rex. Instruments, Vol. 21, no 4, 1948.

— *Bibliography of Magnetic Amplifiers Devices and Saturable Reactor Art*
J. G. Miles. AIEE Trans. Vol. 70, pt. II, 1951, pp. 2104—23 (901 references).

— *Bibliography on Magnetic Amplifiers for 1951—1954.*
Automation and Remonte Control (USSR), Vol. 17, no 5, May 1956, pp. 471—87.

— *Bibliography on Magnetic Amplifiers for 1955*
G. V. Subbotina. Ibid. no 9, Sept. 1956, pp. 858—64

3. Bibliography of Thin Magnetic Films (1902—1963)

H. Chang, G. C. Feth, Vol. 83 (1964) pt. I, pp. 706—726
735 bibliografskih podataka iz 60 časopisa, 60 bibliografskih podataka patenata sređenih po zemljama, 12 citata konferencija, 2 dijagrama o razdiobi citirane literature po godinama i podgrupama naslova, te popis autora.

* Časopis IEEE TRANSACTIONS (pt. I-III) Vol. 71—84 posjeduje Institut za elektroprivredu, Zagreb, a Vol. 70 Elektrotehnički fakultet, Zagreb.

Godina navedena u zagradi znači da nije citirana u naslovu originala.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Digest of Literature on Dielectrics*
Publication 713, National Academy of Sciences-National Research Council, Vol. 22, 1958.

— Digest of Literature on Dielectrics
Publication 799, Vol. 23, 1959

— *Magnetics Materials Digest*
AIEE-AIP Conference on Magnetism and Magnetic Materials. A. Continuation of the Digest of Literature on Dielectrics.

— *Index to The Literature of Magnetism*
Bel Telephone Laboratories: available from American Institute of Physics, New York, N. Y.

— *Bibliography of Digital Magnetic Circuits and Materials*
W. L. Morgan. Trans. on E. C., Vol. EC-8 June 1959, pp. 148—58.

4. *Bibliography of Communications Network Studies (1953—1964)*

M. Pollack, Vol. Com. 13 (1965) pp. 552—554
68 bibliografskih podataka.

II — IEEE Transactions on Applications and Industry

(ranije: Part II — Applications and Industry, Vol. 70—84/1951—1965).

1. *Bibliography of Magnetic Amplifier Devices and the Saturable Reactor Art (1887—1951)*

J. G. Miles, vol. 70 (1951) pt. II, pp. 2104—2123
901 bibliografski podatak iz 86 časopisa. Opširan popis patenata.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Magnetic Amplifier*
(German Patent), T. Buchold
Bibliography of Scientific and Industrial Reports Office of Technical Services, US Department of Commerc (Washington, D. C.), Vol. 2, Aug. 23, (1946), pp. 562.

— *Bibliography on Transductors magnetic Amplifiers*
ETC. H. B. Rex. Instruments, Vol. 21, April (1948), pages 332, 352—62

2. *Bibliography on Feedback Control (1868—1952)*

AIEE Committee Report, Vol. 72 (1953) pt. II, pp. 430—462
2083 bibliografska podatka iz 290 časopisa

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography of Information on Servomechanisms and Related Subjects*
Technical Information Bureau (TPA 3), Ministry of Supply, London, England, 1950.

— *Bibliography on Industrial Control*
Special Publication S-39. AIEE, New York. N. Y., 1950.

— *Bibliography of Magnetic Amplifier Devices and the Saturable Reactor Art.*
James G. Miles. AIEE Transactions, Vol. 70, pt. II, 1951, pp. 2104—23.

3. *Bibliography of Industrial System Coordination and Protection Literature (1949—1963)*

AIEE Committee Report, Vol. 82 (1963) pt. II, pp. 1—2
68 bibliografskih podataka.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography of Relay Literature 1959—1960.*
AIEE Committee Report. Ibid., Vol. 81, June 1962, pp. 109—12.

III — IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems

(ranije: Part III — Power Apparatus and Systems, Vol. 71—84/1952—1965).

1. *Bibliography of Relay Literature 1927—1960*
AIEE Committee Report

1927—1939, Vol. 60 (1941) pp. 1435—1447
1940—1943, Vol. 63 (1944) pp. 705—709
1944—1946, Vol. 67 (1948) pt. I, pp. 24—27
1947—1949, Vol. 70 (1951) pt. I, pp. 247—250
188 podataka
1950—1952, Vol. 74 (1955) pt. III, pp. 45—48
171 bibliografski podatak iz 46 časopisa
1953—1954, Vol. 76 (1957) pt. III, pp. 126—129
185 bibliografskih podataka iz 33 časopisa
1955—1956, Vol. 78 (1959) pt. III-a, pp. 78—81
164 bibliografskih podataka iz 28 časopisa
1957—1958, Vol. 79 (1960) pt. III, pp. 39—42
154 biliografska podatka iz 27 časopisa
1959—1960, Vol. 81 (1962) pt. III, pp. 109—112
142 podatka iz 14 časopisa

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Supplement to Bibliography and Abstracts on Electrical Contacts*
Special Publication 56-O, ASTM, 1960.

— *Bibliography on Extra-High-Voltage Systems-First Supplement*
P. A. Abetti. AIEE Trans. pt. III (Power Apparatus and Systems) Vol. 81, 1962 (Paper no 62—99).

2. *Bibliography on Power Capacitors 1925—1962*

AIEE Committee Report
1925—1950, AIEE Special Publication S-43
918 bibliografskih podataka iz 180 časopisa
1950—1952, Vol. 72 (1953) pt. III, pp. 1336—1339
119 bibliografskih podataka iz 47 časopisa, te popis autora
1952—1954, Vol. 75 (1956) pt. III, pp. 26—28
96 bibliografskih podataka te popis autora
1954—1956, Vol. 77 (1958) pt. III, pp. 666—669
127 bibliografskih podataka iz 54 časopisa te popis autora
1956—1959, Vol. 80 (1961) pt. III, pp. 31—36
229 bibliografskih podataka iz 84 časopisa te popis autora

1959—1962, Vol. 83 (1964) pt. III, pp. 1110—1116
189 bibliografskih podataka iz 84 časopisa te popis autora

3. *Bibliography of Electric Couplings (1935—1952)*

AIEE Committee Report, Vol. 72 (1953) pt. III, pp. 202—203
58 bibliografskih podataka

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography of Rotating Machinery 1886—1947*
AIEE Publication S-32 (January) 1950.

4. *Bibliography on Transformer Noise (1930—1959)*

AIEE Committee Report
1931—1952, Vol. 73 (1954) pt. III-b, pp. 1760—1762
51 bibliografski podatak iz 19 časopisa
1930—1959, Vol. 79 (1960) pt. III, pp. 735—740
158 bibliografskih podataka iz 55 časopisa s kratkim sadržajem članaka.

5. *Bibliography and Summary of Fault Location Methods*

AIEE Committee Report, Vol. 74 (1955) pt. III, pp. 1423—1428
121 bibliografski podatak s kratkim sadržajima.

6. *Bibliography of Power System Communication Literature 1920—1954*

AIEE Committee Report, Vol. 75 (1956) pt. III, pp. 1—12
607 bibliografskih podataka iz 123 časopisa te popis autora.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography of Relay Literature 1940—1943.*
AIEE Committee Report. Ibid., Oct., »Section B, Line Protection Pilot Wire and Carrier Current«, Items 1 through 18, p. 705.

7. *Bibliography on Extra-High-Voltage Systems (1898—1960)*

P. A. Abetti (Member AIEE)
1898—1958, Vol. 77 (1958) pt. III, pp. 1517—1536
839 bibliografskih podataka iz 103 časopisa. Tablica razdiobe podataka po godinama i zemljama te popis autora.
1915—1960, Vol. 81 (1962) pt. II, pp. 263—285
1011 bibliografskih podataka iz 134 časopisa. Tablica razdiobe podataka po godinama i zemljama te popis autora.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Power System Stability*
Vol. II (book), S. B. Crary, John Wiley & Sons, Inc. New York, N. Y., 1947, 326 bibliografskih podataka, 1894—1947.

— *Bibliography on High-Voltage Transmission Line Corona and Radio Interference, and Fundamental Corona Processes*
A. S. Denholm. Publication ERB-392, National Research Council of Canada, Ottawa, Ont., Canada.

— *Direct Current Bibliography*
Direct Curr., Vol. 1, 1952, pp. 50—52

8. *Bibliography on The Surge Performance of Transformers and Rotating Machines (1902—1963)*

P. A. Abetti (Member AIEE)
1902—1957, Vol. 77 (1958) pt. III, pp. 1150—1168
934 bibliografska podatka iz 111 časopisa. Tablice distribucije bibliografskih podataka po godinama i zemljama te popis autora.
1932—1961, Vol. 81 (1962) pt. III, pp. 213—219
254 bibliografska podatka iz 64 časopisa.
1903—1963, Vol. 83 (1964) pt. III, pp. 855—858

Survey and Classification of Published Data on the Surge Performance of Transformers and Rotating Machines Vol. 77 (1958), pt. III, pp. 1403—1413.

9. *Bibliography on Ground Resistance and Potential Gradient Measurement*

AIEE Committee Report, Vol. 79 (1960) pt. III, pp. 52—58
193 bibliografska podatka iz 23 časopisa. Bibliografski podaci s kratkim sadržajima svrstani su po zemljama.

10. *Lightning Reference Bibliography 1918—1960*

AIEE Committe Report
1918—1935, AIEE Lightning Reference Book
više od 200 bibliografskih podataka
1936—1949, AIEE Special Publication S-37
750 bibliografskih podataka
1950—1960, Vol. 81 (1962) pt. III, pp. 944—952
455 bibliografskih podataka iz 44 časopisa. Tablica numeracije stranica časopisa AIEE Transaction po mjesecima od 1952—1961.
1950—1960, Supplement to Lightning Reference Bibliography, has been prepareted and placed in the Engineering Societies Library.
571 bibliografski podatak.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography on Corona and Gaseous Materials*
AIEE Special Publication S-79, 1956, 18 pp.

— *Bibliography on Gaseous Dielectric Phenomena*
AIEE Special Publication S-97, 1957, 52 pp.

— *Bibliography on Extra-High-Voltage Systems*
P. A. Abetti. AIEE, pt. Vol. 77, 1959, pp. 1517—36.

— *Bibliography on Extra-High-Voltage Systems-First Supplement*
P. A. Abetti. Ibid. Vol. 81, 1962, pp. 263—85

— *Bibliography on Ground Resistance and Potential Gradient Measurements*
AIEE Committee Report. Ibid. Vol. 79, 1960, pp. 52—58.

— *References on Switching Surges*
AIEE Committee Report. AIEE, pt. III, Vol. 80, 1961, pp. 254—256.

— *Bibliography on The Surge Performance of Transformers and Rotating Machines*
P. A. Abetti. Ibid., Vol. 77, 1958, pp. 1150—68.

— *Survey and Classification of Published Data on the Surge Performance of Transformers and Rotating Machines*
P. A. Abetti. AIEE, pt. III, Vol. 77, 1958, pp. 1403—14.

— *Selective Annotated Bibliography on Thunderstorm Sferics (Supplement)*
G. Thuronyi. »Meteorogical Abstracts and Bibliography«, Vol. 10, 1959, pp. 588—624.

— *Index to the AIEE Transactions, 1950—1959. 400 pp.*

11. Bibliography on Optimum Operation of Power Systems (1919—1959)

F. Noakes, A. Arismunandar (Members AIEE), Vol. 81 (1962) pt. III, pp. 864—871.
436 bibliografskih podataka iz 52 časopisa.

12. Bibliography on Bundled Conductors (1909—1960)

D. H. Sandell, A. N. Shealy, H. B. White (Members IEEE)
Vol. 82 (1963) pt. III, pp. 1115—1128
234 bibliografska podatka s kratkim sadržajima.

DRUGE BIBLIOGRAFIJE CITIRANE U TEKSTU:

— *Bibliography of Extra-High-Voltage Systems*
P. A. Abetti. AIEE Trans. pt. III, Vol. 77, 1958 (Feb. 1959 section), pp. 1517—36.

13. Bibliography of Rotating Electric Machinery (1886—1961)

Publicity Subcommittee of the IEEE
1886—1947, AIEE Special Publication S-32
1948—1961, Vol. 83 (1964) pt. II, pp. 589—606
991 bibliografski podatak iz 10 časopisa.

14. Bibliography: Carrier Microwave, and Wire-Line Literature Applicable to Power Systems (1955—1964)

IEEE Committee Report, Vol. 84 (1965) pt. III, pp. 216
700 bibliografskih podataka iz 40 časopisa.

Naslov pisca: Ivan Šimurina, dokumentalist Instituta za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37

RAD INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU U GODINI 1965.

Institut za elektroprivredu u Zagrebu nastavio je i u 1965. godini svojom naučno-stručnom djelatnošću kao i ranijih godina. Nije napuštena ni jedna grana naučno-stručne djelatnosti niti je uključena koja nova. Naučno-stručni rad odvijao se po radnim jedinicama kojih je bilo devet. Koncem godine radni kolektiv Instituta brojio je 91 člana, od čega 23 inženjera. Djelokrug rada jedinica i radovi u prometnom razdoblju navedeni su po radnim jedinicama kako slijedi.

I ELEKTROENERGETSKI SISTEMI

U Radnoj jedinici za studij elektroenergetskih sistema proučavan je razvoj konzuma, raspored i karakteristične veličine elektrana. Pomoću metoda razvijenih u grupi izrađene su studije i elaborati iz područja razvoja potrošnje električne energije, moguće proizvodnje hidroelektrana, odnosa hidroenergije i termoenergije u kombiniranom elektroenergetskom sistemu, energetske i termoenergetske podloge za proučavanje prijenosnih mreža, eksploatacije elektrana u okviru kombiniranog elektroenergetskog sistema, eksploatacione mogućnosti izrađenih hidroelektrana i sl.

Radovi jedinice u 1965. bili su:

1. Najpovoljnija raspodjela opterećenja kod izrade dispečerskih voznih redova elektrana.
2. Problem veličine agregata u termoelektranama elektroenergetskog sistema Jugoslavije.
3. Regionalne elektroenergetske bilance SR Hrvatske.
4. Moguća proizvodnja HE Perućica.
5. Elektroenergetske prilike u područjima SR Bosne i Hercegovine u 1965., 1966. i 1968. godini.
6. Uloga HE Trnovo u opskrbi SR Slovenije električnom energijom.
7. Usporedba lokacija kombinata aluminija u SR Crnoj Gori s obzirom na napajanje električnom energijom.
8. Mogućnost zadovoljenja potrebe aluminijske industrije hidroelektranama na Cetini.
9. Mogućnost zadovoljenja potreba aluminijske industrije hidroelektranama u Crnoj Gori.

II MREŽE VISOKOG NAPONA

Radna jedinica za mreže visokog napona rješavala je problematiku prijenosne mreže 110 kV, kao i probleme povezivanja sistema i prijenosa električne energije općenito. Proučavane su karakteristike elemenata mreže, te je teoretski i računski obrađivan kratki spoj u visokonaponskim mrežama. Rađeno je također na problemima zaštite, kompenzacije jalovih snaga, problemu uzemljenja i utjecaju atmosferskih prilika na dalekovode.

1. Perspektivna mreža 110 kV SR Hrvatske.
2. Pogonske prilike na vodu 220 kV Dubrovnik—Mraclin u prvim etapama pogona.
3. Proračun tropolnog kratkog spoja i naponske prilike u Tvornici dušičnih gnojiva — Kutina.
4. Proračun raspodjele struja početnog jednopolnog kratkog spoja na potezu Mraclin—Sisak.
5. Ispitivanje prilika kratkog spoja u mreži 110 kV SR Hrvatske.
6. Zaštita kabelskih mreža 110 kV i 220 kV.
7. Ispitivanje distantnih releja.
8. Izokeraunička karta SR Hrvatske.

III DISTRIBUTIVNE MREŽE

Jedinica se bavila problemima razdjelnih vodova i gradskih mreža do napona 35 kV. Rad je bio usmjeren u tri glavna pravca:

— planiranje gradskih i većih mjesnih mreža,
— planiranje republičkih mreža 35 kV i 10 kV za opću elektrifikaciju,
— studij tehničkih, ekonomskih i drugih problema vezanih na distributivne mreže.

U ovoj godini od općih problema treba istaknuti studij regulacije napona u distributivnim električnim mrežama i tehničkih usporedba tronaponskog i dvonaponskog sistema distribucije u gradovima. Ove će se studije nastaviti i u 1966. godini.

Radovi jedinice koji su završeni u 1965. godini bili su slijedeći:

1. Tehničko i ekonomsko rješenje područja TS 110/50 kV Raša, te mreža 10 i 35 kV Labin.
2. Rješenje električne mreže na području Solinske ceste u Tuzli.
3. Osnovno rješenje javne rasvjete na području Solinske ceste u Tuzli.
4. Potreba i problematika uvođenja međunapona 20 kV i 60 kV u ljestvici standardnih napona distributivnih mreža.
5. Struje kratkog spoja kao kriterij za oblikovanje gradskih mreža.

IV TERMOENERGETSKI SISTEMI

Jedinica je radila na ključnim termoenergetskim zadacima u elektroprivredi i industriji rješavajući studijske razvojne zadatke i dajući praktičnu pomoć u unapređenju i vođenju pogona termopostrojenja. Na području toplinskih mjerenja u pogonima je utvrđivan specifični potrošak goriva tog najvažnijeg mjerila rentabilnosti rada termoelektrana i ostalih energetskih postrojenja. Ispitivani su parametri postrojenja prilikom primopredaje i optimiranja postrojenja. Tako su ispitivani uređaji u Tvornici celuloze, Ivangrad, Zavodima »Crvena zastava«, Kragujevac, Tvornici papira u Plaškom, Toplani Zagreb, Termoelektrani »Jertovec«, Rafineriji nafte, Bosanski Brod itd.

Studijski radovi grupe u 1965. god. bili su slijedeći:

1. Sistematsko održavanje termoelektrana.
2. Optimiranje rada mlinova KSG na kotlu Waagner-Biro u TE »Jertovec«.
3. Studija o problemima onečišćenja i korozije ogrjevnih površina parnih kotlova.
4. Pogon termoelektrana.
5. Studija o sastavu parnih kotlova SR Hrvatske.
6. Mjerenje na uređajima za gašenje požara.

V LABORATORIJ ZA TOPLINSKA MJERENJA

Laboratorij se bavio ispitivanjima, baždarenjima, udešavanjima i popravkom svih vrsti mjerila i regulatora temperature. Ispitivane su toplinske izolacije i vatrostalni materijali. Iz područja prolaza topline vršena su ispitivanja na građevinskim objektima, te brodskim i kopnenim hladnjačama. Ispitivana su različita toplinsko-tehnička svojstva materijala, kao npr. koeficijenti toplinske vodljivosti, specifične topline, temperature granice upotrebljivosti materijala i sl.

Radovi jedinica po grupama bili su u 1965. slijedeći:

Elaborati

1. Toplinske osobine materijala kotlovskog zida.
2. Pojave starenja nadtemperature generatorske zaštite i njihov utjecaj na sigurnost pogona.
3. Raspodjela gubitaka radijacije, konvekcije i kondukcije u folijskim izolacijama reaktora.
4. Izvještaj o ispitivanju električne akumulacione peći »Pilot« Zagreb
5. Problemi odvođenja topline gubitaka u kabelima.
6. Ispitivanje temperaturnog polja u kupoli reaktora BHWR.
7. Unutrašnja toplinska izolacija priključka pregrijane pare nuklearnog reaktora tipa Marviken.

Ispitivanja

1. Ispitivanje brodskih hladnjača na brodovima m/b »Sorong« »Tuhobić«, »Dalmacija«, »Iskra«, »Klek« i »Ljutomer«.
2. Ispitivanje koeficijenata toplinske vodljivosti različitih izolacionih materijala, ispitivanje prolaza šuma u stambenim objektima.
3. Održavanje instrumenata za mjerenje, regulaciju i registraciju temperature u 11 industrijskih poduzeća.

VI LABORATORIJ ZA VISOKI NAPON I JAKU STRUJU

Ovaj se laboratorij bavio ispitivanjem električne opreme do napona 110 kV pomoću udarnog generatora 800 kV i drugih odgovarajućih uređaja. Svojim preciznim aparaturama laboratorij je ispitivao električne izolacione materijale i bavio se ispitivanjima aparata široke potrošnje niskog napona. U Laboratoriju su se vršila različita ispitivanja za znak kvaliteta Komisije SMEJ.

Studije i ispitivanja, koja su se vršila u radnoj jedinici tokom 1965. bila su slijedeća:

Studije

»Metoda mjerenja napona koraka i dodira kod stupova dalekovoda«, te razvoj prototipa aparature za ta mjerenja.

Ispitivanja

1. Ispitivanje odvodnika prenapona.
   Ispitivanje velikog broja odvodnika prenapona različitih nazivnih napona.
2. Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska—Zagreb i Karlovac—Rijeka.
   Vršena su kompletna ispitivanja i to ispitivanje položenog kabela, ispitivanje releja, ispitivanje transformatora, davanje uputa za otklanjanje nedostataka, funkcionalna ispitivanja itd.
3. Ispitivanje visokonaponskih osigurača.
   Izvršen je razvoj osigurača različitih tipova, te odgovarajuća ispitivanja.
4. Ispitivanja za znak kvaliteta SMEJ.
   Izvršena su ispitivanja različitih proizvoda široke potrošnje u svrhu dobivanja znaka kvaliteta, kao npr. električni bojleri tvornice »Kontakt« iz Zagreba itd.
5. Ispitivanje elektro-tehničke opreme.
   Vršena su ispitivanja elektro-tehničke opreme za Hidroelektranu »Senj«.
6. Različita ispitivanja.
   Vršena su ispitivanja izolatora, kabela, izolacionog i instalacionog materijala, iskrišta itd.
7. Ispitivanje transformatora snage.
   Izvršeno je ispitivanje transformatora snage 8 MVA.
8. Izrada uređaja za ispitivanje releja.
   Izrađeni su uređaji za ispitivanje primarnih i sekundarnih releja prema prototipu, koji je razvijen u Laboratoriju.
9. Izrada uređaja za ispitivanje kabela.
   Razvijen je prototip uređaja za ispitivanje kabela do 10 kV poslije polaganja, kao i pronalaženje mjesta kvara.

VII LABORATORIJ ZA SLABU STRUJU I ELEKTRONIKU

U ovom Laboratoriju tokom 1965. god. radilo se uglavnom na novom tipu elektroencefalografa. Razvijen je novi tip tzv. parametarskih pojačala, koja se dosada nisu primjenjivala u ovom području niskih frekvencija. Ova se pojačala odlikuju vrlo malim šumom. Posebno je posvećena pažnja novom tipu pisača, koji u potpunosti nadmašuje dosadašnji tip, kako u pogledu frekvencijske karakteristike, tako i u pogledu ostalih mehaničkih svojstava.

Osciloskop sa dvije zrake s mogućnošću registracije na magnetskoj traci omogućuje naknadno promatranje pojava, koje su već protekle i svakako predstavlja novitet na ovom području kod nas.

Za dojavu zaleđivanja na dalekovodima razvijen je poseban uređaj sa mogućnošću indikacije debljine ledenog omotača. Ovaj uređaj promjenu opterećenja voda pretvara u promjenu frekvencija oscilatora, koji je smješten na dalekovodu. Navedena promjena se prijemnikom smještenim u transformatorsku stanicu pojačava i diskriminira, a zatim indicira na jednom instrumentu sa kazaljkom.

Ovaj Laboratorij je u 1965. godini radio na slijedećoj problematici:

1. Seriji od 14 kom EEG aparata.
2. Razvoju novog sistema pojačanja.
3. Razvoju novog tipa pisača.
4. Osciloskopu sa dvije zrake i sa magnetskom registracijom.
5. Seriji fotoakustičnih stimulatora.
6. Uređaju za dojavu zaleđivanja.
7. Daljinskom upravljanju električnim postrojenjima.

VIII EKONOMSKA PITANJA ELEKTROPRIVREDE I STATISTIKA

Jedinica se bavila ekonomskom problematikom elektroprivrede i u tom okviru obrađivala pitanje suvremenih tarifnih sistema. Predmet posebnih studija bile su cijene električne energije i troškovi u elektroprivredi. Osim toga jedinica se bavila problemima racionalizacije opskrbe električnom energijom, normiranjem troškova, valorizacijom električne energije u energetskim sistemima itd.

U okviru rada jedinice u 1965. godini izrađeni su slijedeći elaborati:

1. Principi i metode kalkulacije nivoa ekonomske cijene električne energije.

2. Kalkulacija troškova po naponu, mjestu i vremenu preuzimanja električne energije.
3. Međurepublička razmjena električne energije.
4. Analiza odnosa financijskog ulaganja u izgradnju proizvodnih, prijenosnih i distributivnih postrojenja, te potrošačkih objekata s aspekta potrošnje električne energije na području SR Hrvatske.
5. Racionalizacija potrošnje električne energije za naše uslove.

IX OPĆA ENERGETIKA

U 1965. godini jedinica je obrađivala pretežno usmjeravanje energetskog razvoja za bližu i dalju budućnost. Ovdje je uz električnu energiju obuhvaćen ugljen, tekuća goriva i zemni plin. Pored kompleksnih studija energetike obrađivani su i neki posebni energetski problemi — no i oni uvijek u okviru kompleksnog energetskog razvoja zemlje i pojedinih područja. Naročito se mnogo radilo na usmjeravanju snabdijevanja Zagreba toplinskom energijom, no taj veliki rad nije završen u 1965. već će biti nastavljen i u 1966.

Radovi jedinica u 1965. bili su slijedeći:

1. Optimalno grijanje stanova snabdjevenih elektro-akumulacionim pećima.
2. Nafta i plin u energetici Jugoslavije.
3. Kalkulacija i analiza realnih troškova željezničkog prijevoza krutih i tekućih goriva.
4. Količina klasičnog goriva za termoelektrane u Hrvatskoj.
5. Prijedlog studijskog programa iz oblasti Opća energetika za razdoblje 1966. do 1970.

Uz rad studijskih radnih jedinica, treba još istaknuti i izdavačku djelatnost. Kao i ranijih godina, Institut je bio izdavač časopisa »Energija«, koji je izašao u šest dvobrojeva po 72 stranice.

U Institutu također djeluje služba stručne dokumentacije, koja obuhvaća biblioteku s čitaonicom, arhiv tehničke dokumentacije i dokumentacijsku kartoteku članaka iz stručnih časopisa.

Elektroenergetski sistemi

Najpovoljnija raspodjela opterećenja kod izrade dispečerskih voznih redova elektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Milan Šodan, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1965.

Svrha ovog elaborata jest da omogući dispečerskoj službi Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske izradu dnevnih voznih redova elektrana uz što optimalniju raspodjelu opterećenja na pojedine elektrane i agregate.

S obzirom na ograničeno vrijeme, koje stoji na raspolaganju za izradu voznih redova (nekoliko sati), obrađene su metode koje vode računa o jednostavnosti i brzini.

Opseg: 35 stranica s tablicama, 40 slika.

Problem veličine agregata u termoelektranama elektroenergetskog sistema Jugoslavije

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autori prof. dr. ing. Hrvoje Požar i Božo Udovičić, dipl. ing., dovršeno u ožujku 1965.

Na osnovu analize prilika u 360 mjeseci (30-godišnje razdoblje) određen je utjecaj veličine agregata na sigurnost opskrbe potrošača, na potrebnu rezervu u sistemu, na mogućnost remonta. Analiziran je utjecaj alternativa veličine agregata.

Osim toga analiziran je utjecaj veličine agregata na potrebu proizvodnje termoelektrana uz pretpostavku, da se najprije stavljaju u pogon nove termoelektrane, da se agregati ne obustavljaju preko noći, te da tehnički minimum novih agregata iznosi alternativno 30%, 50% i 70% od maksimalne snage.

Opseg: 110 stranica s tablicama, 30 slika.

Regionalne elektroenergetske bilance SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor prof. dr. ing. Hrvoje Požar, dovršeno u svibnju 1965.

U elaboratu su obrađene elektroenergetske prilike u SR Hrvatskoj za 1966, 1968 i 1970 godinu. Isto tako u elaboratu su obrađene bilance za navedene godine po područjima: sjeverozapadna Hrvatska, Istra i Primorje, Slavonija i Dalmacija, kao i za područje zapadne Hrvatske sa Slavonijom. U elaboratu su navedeni viškovi odnosno manjkovi energije i snage po područjima.

Opseg: 75 stranica s tablicama.

Moguća proizvodnja HE Perućica

Narudžba Elektroenergane, Titograd, autor prof. dr. Hrvoje Požar, dovršeno u studenom 1965.

Obrada HE Perućica izvršena je uz korištenje akumulacije prema tzv. kriteriju Jugela i to:

a) za veličinu akumulacije od 42,1 hm^3 (akumulacija Krupac) i
b) za veličinu akumulacije od 230 hm^3 s tim, da su akumulacije Slano i Vrtac tretirane kao retenzije.

Obrada je završena u istom opsegu kao u elaboratu »Moguća proizvodnja hidroelektrana Jugoslavije«.

Opseg: 20 stranica s tablicama, 8 slika.

Elektroenergetske prilike u područjima SR Bosne i Hercegovine u 1965, 1966 i 1968. godini

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Bosne i Hercegovine, autori prof. dr. ing. Hrvoje Požar i Božo Udovičić, dipl. ing., dovršeno u lipnju 1965.

U navedenom elaboratu izvršena je elektroenergetska bilanca SR Bosne i Hercegovine za drugu polovinu 1965 godine, te za 1966. i 1968. godinu. Na isti način izvršene su bilance za četiri područja (Sarajevo, Mostar, Tuzla i Banja Luka) te za kombinacije područja. Na kraju su navedeni viškovi odnosno manjkovi energije i snage po područjima, te potrebna proizvodnja termoelektrana kao i mogućnosti razmjene električne energije među područjima.

Opseg: 230 stranica s tablicama, 11 slika.

Uloga HE Trnovo u opskrbi SR Slovenije električnom energijom

Narudžba Soške elektrane, Nova Gorica, autori prof. dr. ing. Hrvoje Požar, Juraj Keglević, dipl. ing. i Božo Udovičić, dipl. ing., dovršeno u rujnu 1965.

U elaboratu je izvršena obrada moguće proizvodnje HE Trnovo s utjecajima na HE Plave i HE Doblar. Osim toga provedena je analiza uloge HE Trnova s obzirom na elektroenergetske prilike u SR Sloveniji za 1973. godinu. Prilike u SR Sloveniji određene su bez HE Trnovo, s izgradnjom HE Trnovo i korištenjem akumulacije prema energetsko-ekonomskom kriteriju, te uz korištenje akumulacije prema zahtjevima turizma. U ovoj analizi dobivene su energetske prilike i tehničke mogućnosti pojedinih varijanti, što treba da posluži kao podloga za ekonomsku analizu.

Opseg: 195 stranica s tablicama, 25 slika.

Usporedba lokacija kombinata aluminija u SR Crnoj Gori s obzirom na napajanje električnom energijom

Narudžba Aluminijski kombinat, Titograd, autori prof. dr. ing. Hrvoje Požar i Boris Markovčić, dipl. ing., dovršeno u rujnu 1965.

Električna energija je jedan od važnih elemenata u proizvodnji aluminija, pa troškovi opskrbe električnom energijom mogu — u nekim slučajevima — imati odlučujući utjecaj na izbor lokacije za izgradnju elektroanalize aluminija. Svrha elaborata je, da ukaže na razlike koje se pojavljuju kako s obzirom na investicije u električnu mrežu, tako i s obzirom na troškove koji nastaju u toj mreži, ako se alternativno kombinat aluminija izgradi u blizini Nikšića odnosno u blizini Titograda.

Opseg: 25 stranica s tablicama, 16 slika.

Mogućnost zadovoljenja potreba aluminijske industrije hidroelektranama na Cetini

Narudžba Hidroelektrane na Cetini, Split, autor prof. dr. ing. Hrvoje Požar, dovršeno u listopadu 1965.

Elaborat se sastoji od 7 knjiga, u kojima je razmatrana mogućnost zadovoljenja potreba aluminjske industrije sa različitim kapacitetima 33.000 t/god. U podmirenju pojedinih potreba aluminijske industrije svaki puta bi učestvovale druge elektrane ili kombinacija dviju ili više elektrana.

Opseg: 280 stranica s tablicama, 20 slika.

Mogućnost zadovoljenja potreba aluminijske industrije hidnoelektranama u Crnoj Gori

Narudžba Elektroenergane Titograd, autor prof. dr. ing. Hrvoje Požar, dovršeno u studenom 1965.

Prema uslovima Jugoslavenske investicione banke za osiguranje potrebnih količina energije aluminijskoj industriji kapaciteta 33.000 t/g, 66.000 t/g i 100.000 t/g., u elaboratu je izvršena analiza mogućnosti zadovoljenja spomenutim uslovima. Mogućnost zadovoljenja za svaku od potreba aluminijske industrije obrađena je u posebnom elaboratu (5 elaborata). Kombinacijom hidroelektrana Mrakinje, Andrijevo, Bijeli Brijeg i povećanjem akumulacije HE Peruća, kao i potrebnom izgradnjom termoelektrana, mogu se ispuniti svi uvjeti Jugoslavenske investicione banke i za sve kapacitete.

Opseg: 200 stranica s tablicama, 18 slika.

Mreže visokog napona

Perspektivna mreža 110 kV SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Markovčić, dipl. ing. dovršeno u studenom 1965.

Obrada visokonaponske mreže SR Hrvatske stalan je rad radne jedinice. Raspored materije, zbog lakšeg snalaženja, ostaje uglavnom nepromijenjen. Najprije su izneseni podaci ostvarenja ranijih godina zaključno sa 1964., zatim je obrađena perspektiva razvoja velikih potrošača i distributivne potrošnje. Na temelju ovih podataka utvrđena je snaga i godišnja potrošnja po distributivnim područjima (19 za cijelu SRH), potrebna snaga transformatorskih stanica 110/35 kV i odgovarajuća mreža 110 kV i 220 kV. Obrada je vršena zaključno sa 1973. godinom.

Opseg: 88 stranica, 28 slika, 63 tablice.

Pogonske prilike na vodu 220 kV Dubrovnik-Mraclin u prvim etapama pogona

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori Boris Markovčić, dipl. ing. i Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u veljači 1965.

U elaboratu su razmotrene mogućnosti prenosa vodovima 220 kV između HE Dubrovnik i TS Mraclin na udaljenosti 485,5 km sa stanovišta energetskih prilika, padova napona i stabilnosti prenosa u prvoj etapi pogona. Za ovaj slučaj razmotreni su i mogući prenaponi kod ispada na početku voda. Slična razmatranja provedena su i za slijedeće dvije etape razvoja mreže 220 kV, kada se očekuje njezino učvorenje u Mostaru i Kaknju.

Opseg: 7 stranica, 7 slika, 1 dijagram.

Proračun tropolnog kratkog spoja i naponske prilike u tvornici dušičnih gnojiva — Kutina

Narudžba Tvornice dušičnih gnojiva — Kutina, autori Miroslav Jung, dipl. ing. i Boris Markovčić, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1965.

Za potrebe izbora parametara opreme u TDG — Kutina izvršeni su proračuni tropolnog kratkog spoja i naponskih prilika u električnoj mreži tvornice. Proračuni tropolnog kratkog spoja obuhvatili su početni i trajni kratki spoj za četiri varijante osnovne sheme, dok su proračuni naponskih prilika provedeni za različite uvjete voda mreže 110 kV, opseg regulacije transformatora 110/10 kV i uvjete opterećenja unutar tvornice. Rezultati su dani tabelarno i na slikama.

Opseg: 22 stranice, 1 tablica, 7 slika.

Proračun raspodjele struje početnog jednopolnog kratkog spoja na potezu Mraclin—Sisak

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u travnju 1965.

Na potezu između Mraclina i Siska nalaze se značajne TT-linije koje su do ulaska u pogon voda 220 kV Mraclin—Kakanj bile kod jednopolnih kvarova samo pod utjecajem dvostrukog voda 110 kV Mraclin—Sisak. Kako bi se odredili spomenuti utjecaji i u novim uvjetima izvršeni su potrebni proračuni uz korištenje istosmjernog analizatora. Osim toga izvršen je i proračun raspodjele opterećenja u spomenutom dijelu mreže za nekoliko različitih djelatnosti opterećenja na sabirnicama 110 kV uz paralelni i sekcionirani rad mreža 110 i 220 kV.

Opseg: 7 stranica, 8 tablica, 10 slika.

Ispitivanje prilika kratkog spoja u mreži 110 kV SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Na poticaj Instituta za elektroprivredu, a u zajednici sa »Elektroprenosom« te Zavodom za visoki napon i Zavodom za osnove elektrotehnike i električna mjerenja Elektrotehničkog fakulteta kao i Elektrotehničkim institutom »Rade Končar« iz Zagreba organizirana su i provedena prva šira ispitivanja izravno na mreži 110 kV. Ispitivanja su provedena lipnja 1965 u rasklopnom postrojenju 110 kV TE Jertovac u Konjščini, a obuhvatila su 30 pokusa kratkog spoja i praznog hoda vodova 110 kV kao i transformatora 110/10 kV. Elaborat sadrži prikaz organizacije, provedbe i rezultata ispitivanja kao i 12 priloga više autora u kojima se obrađuju pojedini tehnički detalji.

Opseg: 50 stranica, 1 tablica, 10 slika, 8 fotografija, 12 priloga te 48 oscilograma u posebnoj knjizi.

Zaštita kabelskih mreža 110 kV i 220 kV

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Željko Zlatar dipl. ing., dovršeno u svibnju 1965.

U elaboratu je dan pregled vrsta relejne zaštite koja se može primijeniti za zaštitu kabela. Opširnije su obrađene zaštita kabela s distantnim relejima i usporedbenim relejima. U pogledu distantnih releja pokazano je, da su najpovoljniji distantni releji proizvodnje BBC odnosno SSW tipa LH1 odnosno R3724 s dvostrukom kompenzacijom. Kod primjene usporedbene zaštite autor se je oslonio na američka iskustva i preporučio zaštitu usporedbom struja pod pretpostavkom da dužine kabela 110 kV i 220 kV neće biti veće od 15 do 20 km.

Opseg: 24 stranice, 7 tablica, 13 slika.

Ispitivanje distantnih releja

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Željko Zlatar, dipl. ing., suradnik Antun Šaler, tehn., dovršeno u prosincu 1965.

Na stolu za ispitivanje releja koji je izrađen u Zagrebu u Zavodu za automatizaciju tvornice Iskra u Ljubljani izvršena su prva ispitivanja distantnog releja proizvodnje BBC tipa L3wyaS. Oseg je ispitivanja bio slijedeći:

— snimanje krivulja mjesta pri tro-, dvo- i jednopolnom kratkom spoju;
— snimanje mrtve zone pri tropolnom kratkom spoju;
— pokusna ispitivanja ponašanja distantnih releja kod njihanja u mreži.

Rezultat ispitivanja je postavljanje metoda ispitivanja distantnih releja u laboratoriju, za koja kod nas još uvijek vlada slab interes, te dobivanje slike o vrijednosti distantnog releja proizvodnje BBC tipa L3waS. Za razna ispitivanja potrebno je bilo prirediti vrlo velik broj podataka, pa su naknadno izrađeni programi za proračun krivulja mjesta i vektorske dijagrame na digitalnom računskom stroju proizvodnje Iskra tipa Z-23 V. Program je izradio Računski centar u Zagrebu.

Opseg: 50 stranica, 34 tablice, 16 slika, 41 dijagram.

Izokeraunička karta SR Hrvatske

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Miroslav Jung, dipl. ing., dovršeno u studenom 1965.

U nastavku sličnog rada iz godine 1959 izvršena je statistička obrada meteoroloških zapažanja o mjesečnom broju dana s grmljavinom u SR Hrvatskoj na taj način, što su raniji podaci dopunjeni najnovijim iz razdoblja 1959—1964. Ovom prilikom obrađen je također i znatno veći broj meteoroloških stanica, pa je tako ukupni broj obrađenih podataka povećan za preko 60%. Rezultati su u elaboratu dani tabelarno te u obliku karata sa grmljavinskim linijama i područjima za pojedina godišnja doba i različite vjerojatnosti ove atmosferske pojave.

Opseg: 11 stranica, 17 tablica i 12 slika.

Distributivne mreže

Rješavanje električne mreže na području Solinske ceste u Tuzli

Narudžba Električnog poduzeća Tuzla, Tuzla-Kreka, autor Dragan Borojević, dipl. ing., dovršeno u siječnju 1965.

Razrađena je električna mreža na novoplaniranom stambenom području u istočnom dijelu Tuzle nazvanom Solinska cesta. Kod toga su korištene urbanističke podloge koje određuju koncepciju razvoja ovog područja s obzirom na namjenu, veličinu i raspored objekata. Najprije su dane energetske podloge rješenja u kojima su navedeni veličina i raspored perspektivnog konzuma, a zatim je razrađena mreža 10 kV i niskog napona. Na kraju su dane mogućnosti etapnog razvoja, te aproksimativni troškovi.

Ovo rješenje je rađeno na isti način kao i već ranije učinjena slična rješenja za gradsko područje Tuzle, a kao i potonja čini dio općeg rješenja perspektivne mreže grada Tuzle, čija osnovna razrada će početi nakon dovršenja urbanističkog plana grada.

Opseg: 39 stranica, 3 tablice, 4 slike.

Potreba i problematika uvođenja međunapona 20 kV i 60 kV u ljestvici standardnih napona distributivne mreže, I i II dio

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Ivan Janić, dipl. ing., dovršeno u kolovozu 1965.

Dan je osvrt na standardizaciju napona prema IEC, te na standardizaciju napona u Jugoslaviji i ostalim zemljama. Standardni naponi iznad 1 kV za javnu elektrifikaciju u Jugoslaviji su slijedeći: 1, 10, 35, 110, 220 i 380 kV. Napon

380 kV još ne postoji u Jugoslaviji. Osim toga mogu se izuzetno upotrebljavati i naponi 20 kV i 60 kV, ako je to opravdano ekonomskim razlozima.

Razmatrane su mogućnosti prijenosa s naponima 10 kV, 20 kV i 35 kV, sa različitim načinima opterećenja i s naponima 60 kV i 110 kV za slučaj opterećenja na kraju voda, moguće gustoće opterećenja u ovisnosti o radijusu snabdijevanja i potreban broj vodova u ovisnosti o gustoći opterećenja i radijusu snabdijevanja. To je učinjeno uzevši u obzir pad napona, ugrijavanje i ekonomsku gustoću struje.

Na temelju toga načinjena je usporedba troškova za snabdijevanje kružnog područja s vodovima 10, 20 i 35 kV. Rezultat pokazuje, da je za područnu elektrifikaciju s nadzemnim vodovima, izuzev za mala opterećenja i male udaljenosti najjeftiniji sistem s direktnom transformacijom 110/20 kV. Uvođenje napona 60 kV kod postojećeg napona 110 kV ne dolazi u obzir.

Nadalje je dan i osvrt na utjecaj snaga kratkog spoja, regulaciju napona i proizvodnju jalove energije kod dvo- i tronaponske distribucije, te osvrt na broj pojnih vodova srednjenaponske mreže. Na kraju je razmotrena mogućnost prijelaza vodova 10 kV na napon 20 kV i mogućnost proizvodnje opreme za napon 20 kV.

Opseg: 47 stranica, 53 slike, 31 tablica.

Tehničko i ekonomsko rješenje područja TS 110/50 kV Raša te mreže 110 i 35 kV Labin, I i II dio

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Ivan Janić, dipl. ing., dovršeno u kolovozu 1965.

Dano je idejno rješenje područja TS 110/50 kV Raše obzirom na napon 50 kV koji još postoji samo na tom području. Rješenje predviđa prijelaz mreže 50 kV na standardni napon 35 kV.

Razmotrene su dvije alternative rješenja. Prva alternativa predviđa napajanje cijelog područja iz samo jedne (postojeće) transformatorske stanice Raše, a druga alternativa predviđa napajanje iz dviju transformatorskih stanica: Raše i Plomina. Za svaku alternativu dan je način prijelaza sa 50 kV na 35 kV.

Iz usporedbi obiju alternativa slijedi, da je tehničko i ekonomski bolje rješenje druga alternativa tj. snabdijevanje promatranog područja iz dviju transformatorskih stanica 110/35 Raše i Plomina.

Opseg: 58 stranica, 35 slika, 21 tablica.

Osnovno rješenje javne rasvjete na području Solinske ceste u Tuzli

Narudžba Električnog poduzeća Tuzla, Tuzla-Kreka, autor Dragan Borojević, dipl. ing,. dovršeno u rujnu 1965.

Zadatak ovog elaborata je bio da predloži rješenje javne rasvjete na području Solinske ceste u Tuzli. No pored toga, kod razrade elaborata se imalo u vidu da će on poslužiti kao osnova za razradu javne rasvjete i na drugim područjima grada Tuzle, pa su zbog toga neke tačke obrađene šire. U općem dijelu su dani podaci o površinama koje treba rasvijetliti, te o nivou rasvjete na njima, a zatim je dan izbor izvora svjetla i odgovarajućih svjetiljki.

S izabranim svjetiljkama i uz odgovarajući raspored su izvršeni proračuni jakosti rasvjete na pojedinim površinama. Kod toga su dana alternativna rješenja u pogledu vrste i rasporeda svjetiljki. Dalje je razrađena električna mreža za javnu rasvjetu na promatranom području (također alternativno), a nakon toga su iskazani aproksimativni troškovi izgradnje.

Na kraju je dan osvrt na varijante koje su razrađene u elaboratu, te prijedlog za izvođenje javne rasvjete na Solinskoj cesti.

Opseg: 40 stranica, 29 tablica, 22 slike.

Termoenergetski sistemi

Studija o problemima onečišćenja i korodiranja ogrjevnih površina parnih kotlova

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori Jakob Lucati, dipl. ing. i Mladen Mlinarić, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Za prilike u SR Hrvatskoj upotreba loživih ulja za potrebe elektroprivrede postaje sve interesantnija i to iz više razloga. Najbliži razlozi leže u nedovoljnim zalihama ugljena, koji bi uz niske eksploatacione i transportne troškove omogućio izgradnju termoelektrana većeg učina. Na drugoj strani, zalihe sirove nafte kao primarne energetske sirovine u dijelu istraženom i onim koji još nije istražen, daju perspektivne osnove za širu primjenu loživog ulja u energetske svrhe. Razvoj postojećih i izgradnja novih rafinerijskih kapaciteta ide također tome u prilog.

U studiji pokušano je problem onečišćenja svestrano prikazati u teoriji izgaranja, praktičnoj primjeni i sprečavanju. Pri tome važno mjesto zauzimaju istraživanja vršena kod nas kao i rezultati tih istraživanja. U općem dijelu studije uključene su prilike uz korištenje ugljena, dok je težište postavljeno na probleme prilikom upotrebe loživih ulja i to s ranije navedenih razloga.

Opseg: 79 stranica, 51 slika.

Optimiranje rada mlinova KSG na kotlu Waagner-Biro u TE »Jertovec«

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Hrvoje Brkić, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1965.

Već od samog puštanja u pogon kotlova Waagner-Biro, pogonsko osoblje se stalno suočava sa nizom poteškoća, od kojih su najkarakterističnije:

- jako trošenje rotora i statora mlinova
- povremeno zagušivanje mlinova
- loš rad filtara za otprašivanje dimnih plinova
- jako trošenje rotora i statora ventilatora dimnih plinova
- jako onečišćenje okoline termoelektrane prašinom iz dimnih plinova.

Da bi se utvrdio i otklonio osnovni uzrok navedenih poteškoća, te da bi se omogućili najbolji radni uslovi kotlova i mlinova, izvršen je niz mjerenja i ispitivanja na kotlu, mlinovima, ventilatorima i filterima.

Rezultati ispitivanja sadržani u ovom elaboratu daju odgovore na niz problema, koji su do sada bili neobjašnjeni.

Oni daju tehničkom i pogonskom vodstvu TE »Jertovec« potrebne elemente za daljnje unapređenje rada postrojenja, što je u skladu sa njihovim težnjama.

Opseg: 51 stranica, 16 slika i dijagrama.

Pogon termoelektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Zdenko Selanec, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Za pokrivanje potreba električne energije potrebno je u prvom redu iskoristiti one kapacitete koji proizvode električnu energiju protočnog tipa, dok se ostatak podmiruje iz termoelektrana i akumulacionih elektrana.

Međutim, kod izvjesnih hidroloških prilika pojavljuje se potreba da termoelektrane podmiruju varijabilni dio potreba električne energije, tj. da se svojim opterećenjem prilagođuju promjenama u potrošnji električne energije.

U ovom elaboratu razrađene su mogućnosti prilagođavanja navedenim režimima TE-TO Zagreb i TE »Jertovec« i to s aspekta dispečerske službe SR Hrvatske. Posebno je posvećena pažnja potrošačima topline, odnosno troškovima rada, jer su ovi troškovi ujedno i pokazatelj troškova u slučajevima da je potrebno termoelektranu držati u pogonu, ne zbog potreba termoenergije, već s razloga rezerve odnosno proizvodnje jalove energije.

Opseg: 71 stranica, 1 slika.

Sistematsko održavanje termoelektrana

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori Jakob Lucati, dipl. ing. i Hrvoje Brkić, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1965.

Poslijeratni razvoj elektroprivrede Jugoslavije, uzrokovan povećanjem potrošnje električne energije, imao je za posljedicu ubrzanu izgradnju novih izvora električne energije. Dio stručnog kadra iz starijih elektrana prelazio je u novoizgrađene i prenosio svoja iskustva i time doprinosio njihovom bržem uključivanju u normalnu proizvodnju. Veći dio ovih iskustava najpozitivnije se odrazio u novim pogonima. Jedan dio ranijih iskustava, međutim, ne odgovara novostvorenim uvjetima rada u povezanom elektroprivrednom sistemu. Ovo se naročito odnosi na područje održavanja postrojenja.

Kakvo je stanje u termoelektranama u pogledu njihovog održavanja i izvođenja remonta, te smjernice kako bi se isto trebalo organizirati da se postigne što bolje iskorištenje, kako elektrana, tako i stručnog osoblja, predmet je razmatranja u ovoj studiji.

Opseg: 91 stranica, 8 slika i dijagrama.

Studija o sastavu parnih kotlova SR Hrvatske

Narudžba Fonda za naučni rad, Instituta za elektroprivredu, autor Slavko Špoljarić, tehn., dovršeno u listopadu 1965.

U industrijski razvijenim zemljama posebna je pažnja usmjerena stalnom praćenju promjena u sastavu parnih kotlova sa ciljem, da se on postepeno uskladi sa raspoloživim vrstama goriva uz što veću ekonomičnost.

Kod nas se ovom problemu počela posvećivati veća pažnja tek posljednji decenij, te je Institut ze elektroprivredu, a na inicijativu Savezne industrijske komore, izvršio godine 1957. detaljnu analizu postojećeg sastava parnih kotlova na području Hrvatske.

Do danas je sastav parnih kotlova izmijenjen jer su izgrađene mnoge nove jedinice, a mnoge stare eliminirane. Da bi se dobio uvid u današnje stanje parnih kotlova izrađena je nova redakcija ove studije sa stanjem kotlova koncem 1964. godine.

Opseg: 28 stranica.

Ispitivanje rashladnog tornja u TE »Jertovec«

Narudžba Termoelektrane »Jertovec«, autor Hrvoje Brkić, dipl. ing., dovršeno u rujnu 1965.

U toku desetgodišnjeg rada TE »Jertovec« drveni dijelovi rashladnog tornja u tolikoj su mjeri dotrajali da ih je bilo nužno obnoviti. Tom prilikom su na rashladnom tornju izvršene i izvjesne rekonstrukcije i to u količini i raspodjeli drvenih letava u prskalištu, kao i izboru i izvedbi sapnica i tanjurića za rasprskavanje vode, a prema projektu »Elektroprojekta«, Zagreb.

Da se uvrdi efekat hlađenja ovako obnovljenog rashladnog tornja, izvršen je niz ispitivanja i mjerenja. Na temelju tih mjerenja izvršeni su potrebni proračuni u svrhu utvrđivanja efekta hlađenja.

Opseg: 30 stranica, 14 slika i dijagrama.

Mjerenje na uređajima za gašenje požara

Narudžba Brodogradilišta »Split«, autor Zdenko Selanec, dipl. ing., dovršeno u travnju 1965.

Na brodovima za prijevoz tekućih goriva izvedeni su razni uređaji za gašenje požara. Našem Institutu povjereno je da ispita efekat gašenja u slučaju izbijanja požara u tankovima, gdje se u svrhu gašenja požara ubrizgava para, vršeno je ispitivanje smanjenja količine kisika u atmosferi samog tanka tokom uduhavanja pare.

Gašenje požara u pumpnoj stanici vrši se ubrizgavanjem ugljičnog dioksida. Prilikom ubrizgavanja ugljičnog dioksida vršena je kontrola sadržaja CO_2 i O_2 u pumpnoj stanici na raznim visinskim nivoima, a u ovisnosti od vremena.

Opseg: 24 stranice, 4 slike i dijagram.

Ispitivanje turboagregata i kotlova

Razni naručioci, dovršeno tokom 1965.

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća i tvornica izvršen je niz garantnih primopredajnih i eksploatacionih ispitivanja toplinske i industrijske opreme. Tako su vršena ispitivanja turboagregata u Fabrici sulfatne celuloze, Ivangrad, Zavodima »Crvena zastava«, Kragujevac, Tvornici papira Plaški, Termoelektrani-Toplani Zagreb, specijalnih brodskih turbogeneratora itd.

Ispitivanje kotlova vršeno je u Termoelektrani »Jertovec«, Šćerani Peć, Tvornici sulfatne celuloze, Plaški, TE-TO Zagreb, Rafineriji nafte, Bosanski Brod, Rafineriji nafte, Sisak, Tvornici »Florijan Bobić«, Varaždin i drugima.

Za sva ova ispitivanja osim izvršenih mjerenja i ispitivanja izrađeni su i tehnički izvještaji sa potrebnim obračunima i ostalom dokumentacijom.

Razni radovi

Pa narudžbi industrijskih poduzeća i tvornica vršen je niz ispitivanja i intervencija u svrhu poboljšanja rada postrojenja i uklanjanja eventualnih manjkavosti, te ukazivanje pomoći kod rješavanja raznih energetskih problema i zadataka. Isto tako vršen je i niz ispitivanja i kontrola pogonskih voda i uređaja za pripremu napojne vode.

Nadalje su obavljena razna mjerenja i ispitivanja, vršene potrebne analize, baždareni i kontrolirani pogonski instrumenti i slično.

Laboratorij za toplinska mjerenja

Toplinske osobine materijala kotlovskog zida

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Fedor Šprung, dipl. ing., dovršeno u svibnju 1965.

Ranija studija za istog naručioca ukazala je na potrebu određivanja koeficijenata toplinske vodljivosti specifične topline i temperaturne vodljivosti materijala kotlovskog zida.

Elaborat, pored opisanih mjernih metoda, daje i podatke za 14 različitih materijala u upotrebi za kotlove ZEPH s komentarom ovih svojstava i općim uputama za upotrebu kod remonta.

Opseg: 152 stranice i 35 slika.

Pojave staranja nadtemperaturne generatorske zaštite i njihov utjecaj na sigurnost pogona

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Ivan Žanić, tehn., dovršeno u svibnju 1965.

Ranija ispitivanja ukazala su na potrebu da se proanalizira savremeno stanje izvedbi nadtemperaturne generatorske zaštite i srede podaci o pojavama njihovog starenja radi sigurnosti pogona. Obrađeni su konkretni primjeri elektrana Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, iz kojih se može zaključiti koji su se sistemi zaštite u našim pogonima pokazali kao najpouzdaniji.

Opseg: 39 stranica, 32 slike i 14 originalnih dijagrama.

Izvještaj o ispitivanju električne akumulacione peći »Pilot«

Narudžba Građevno-keramičke industrije »Pilot« Zagreb, autor Emica Hohnjec, tehn., dovršeno u ožujku 1965.

Elaborat daje metode ispitivanja i rezultate sigurnosnih i energetskih pokusa sa peći ovog tipa sa svrhom da se ocijeni mogućnost njezine primjene u masovnoj stambenoj izgradnji. U odnosu na peći ranijih izvedbi sa spontanim odavanjem topline, ova peć pokazuje značajno poboljšanje karakteristika.

Opseg: 20 stranica i 15 slika

Raspodjela gubitaka radijacije, konvenkcije i kondukcije u folijskim izolacijama nuklearnih reaktora

Narudžba Instituta »Đuro Đaković«, Slavonski Brod, za konačnog interesenta »Udruženje proizvođača nuklearne energije«, autor Fedor Šprung, dipl. ing., dovršeno u veljači 1965.

Za nuklearne reaktore tipa GCR od značaja je unutrašnja toplinska izolacija reaktorske posude, koja je ovako smještena zbog specifičnih zahtjeva nuklearnih reaktora, a također ne smije biti izrađena od klasičnih ispunskih materijala, nego od metalnih folija.

Zadatak elaborata je bio, da na temelju ispitivanja odredi vrijednosti koeficijenata potrebnih za projekt i konstrukciju izolacije nuklearnih reaktora sa plinskim hlađenjem.

Opseg: 30 stranica, 15 slika.

Problemi određivanja topline gubitaka u kabelima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Fedor Šprung. dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Povodom problema izbora trase i prikladnog kabela za visokonaponski vod Rakitje—Jarun—Trešnjevka na inicijativu naručioca izrađena je prikladna metoda i izvršena ispitivanja koeficijenta toplinske vodljivosti zemljišta u kome će kabel biti položen; izvršeno je snimanje na analognim električnim modelima u ravnini za jedan prijelaz preko ceste, kao i teoretsko razmatranje utjecaja dužine dijela trase sa slabijom toplinskom vodljivošću na temperaturu kabela.

Opseg: 30 stranica i 30 slika.

Ispitivanje temperaturnog polja u kupoli reaktora sa vrelom teškom vodom

Narudžba Instituta »Đuro Đaković«, Slavonski Brod, autor Fedor Šprung, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Kod projektiranja i konstrukcije mehanizma u kupoli nuklearnih reaktora sa vrelom teškom vodom, došlo se do zaključka, da je proračun temperaturnog polja potreban za određivanje mehaničkih naprezanja i dilatacije teško izvediv.

Da bi se dobio uvid u raspodjelu temperaturnih polja odlučeno je, da se napravi analogni model u ravnini kupole reaktora i obuhvaćenih mehanizama, te da se snimi raspodjela temperatura u promatranom sklopu.

Opseg: 30 stranica.

Ispitivanje toplinskih izolacija brodskih hladnjača

Narudžba Brodogradilišta »J. L. — Mosor«, »3 maj« i »Uljanik«, dovršeno u rujnu 1965.

Elaborati i izvještaji obrađuju ispitivanja i daju komentar o tehničkim osobinama brodskih hlađenih skladišta za teret i provijant na motornim brodovima »Sorong«, »Tuhobić«, »Dalmacija«, »Istra«, »Klek« i »Ljutomer«.

Opseg: 23 stranice teksta, 14 slika, 10 tablica.

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

Ispitivanje i metoda mjerenja napona koraka i napona dodira kod stupova dalekovoda

Narudžbe Republičkog fonda za naučni rad SR Hrvatske, autori Blaž Uzelac, dipl. ing. i Josip Mužny, dipl. ing.

Na osnovu studija, eksperimentiranja i mjerenja u laboratoriju i na terenu predložena je metoda mjerenja napona koraka i napona dodira kod stupova dalekovoda, kao i aparatura za tu svrhu, čiji je prototip izrađen u Laboratoriju za visoki napon i jaku struju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu.

U studiji je opisana aparatura i postotak kod mjerenja.

Opseg: 27 stranica, 42 slike.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Narudžba raznih poduzeća. Ispitan je velik broj odvodnika prenapona raznih nazivnih napona.

Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska—Zagreb i Karlovac—Rijeka

Narudžba Zajednice željezničkih poduzeća Zagreb. Vršena su kompletna ispitivanja i ispitivanje položenog kabela, ispitivanje releja, ispitivanje transformatora, davanje uputa za otklanjanje nedostataka, funkcionalna ispitivanja itd.

Ispitivanje visokonaponskih osigurača

Narudžba Tvornice elektroporculana Izlake. Izvršen je razvoj osigurača raznih tipova, te odgovarajuća ispitivanja.

Ispitivanja za znak kvaliteta SMEJ

Narudžba Sekretarijata teh. komisija SEITH. Izvršena su ispitivanja raznih proizvoda široke potrošnje u svrhu dobivanja znaka kvaliteta kao npr. električni bojleri Tvornice »Kontakt«, Zagreb itd.

Ispitivanje elektrotehničke opreme

Narudžba HE »Senj«. Vršena su ispitivanja električne opreme za Hidroelektranu »Senj«.

Razna ispitivanja

Narudžbe elektroprivrednih i ostalih poduzeća. Izvršena su ispitivanja izolatora, kabela, izolacionih i instalacionih materijala, iskrišta itd.

Ispitivanje transformatora snage

Narudžba: »Elektra«, Zagreb. Izvršeno je ispitivanje transformatora snage 8 MVA.

Izrada uređaja za ispitivanje releja

Narudžbe raznih poduzeća. Izrađeni su uređaji za ispivanje primarnih i sekundarnih releja po prototipu, koji je razvijen u Laboratoriju.

Izrada uređaja za ispitivanje kabela poslije polaganja

Razvijen je prototip uređaja za ispitivanje kabela do 10 kV poslije polaganja kao i pronalaženje mjesta kvara.

Laboratorij za slabu struju i elektroniku

Razvoj novog tipa elektroencefalografa

Narudžbe raznih klinika. Razvoj elektronskog dijela: A. Šantić, dipl. ing.; Razvoj elektromehaničkog dijela: M. Kolaj, dipl. ing.

Razvijen je novi tip elektroencelografa, koji se bitno razlikuje od dosadašnjeg kako po svojoj električnoj shemi tako i po mehaničkoj izvedbi. Kod ovog tipa elektroencefalografa primijenjena su po prvi put u ovom području frekvencija parametarska pojačala. Ova pojačala zahtijevaju potpuno izmijenjenu konstrukciju cijelog trakta pojačala. Parametarsko pojačalo radi kao pretpojačalo i osigurava vrlo mali faktor šuma iza kojega slijedi pojačalo, koje radi na frekvenciji 2,5 MHz, a gdje je informacija ulaznog signala sadržana u moduliranom nosiocu, tj. gornjem i donjem bočnom pojasu. Ovako pojačani signal se demodulira i nakon jednog NF stupnja pojačanja, privodi preko izlaznog stupnja na pisač. Primjena parametarskog pojačala osigurava uz manji šum i veliki faktor rejekcije kao i znatno manje dimenzije. U ovoj seriji pisač također predstavlja novitet, jer je odstupljeno od sistema okretnog svitka i prešlo se na sistem sa željeznim rotorom. Na ovaj način je izbjegnut rotirajući svitak a tako i svi kvarovi koji bi bili zbog prekida žice s tim u vezi. Ovaj tip pisača ima daleko bolju frekventnu karakteristiku, veću graničnu frekvenciju, nema dijelova iz plastike, mehanički je mnogo kompaktniji te na taj način postoji manja mogućnost kvarenja. Isto tako i mehanizam za povlačenje papira znatno je manjih dimenzija i radi bešumno, dok je prebacivanje brzina automatizirano. Osim toga novi tip elektroencefalografa ima i niz drugih rješenja koja mu osiguravaju sigurniji rad sa manje popravaka i znatno smanjenje dimenzije.

Razvoj »Bioloskopa«

Narudžbe raznih bolnica, autor Ante Šantić, dipl. ing.

Razvijen je specijalni osciloskop sa dvije zrake, a njegov prototip je sada pri završetku. Ovaj osciloskop namijenjen je za primjenu u elektromedicini, no može poslužiti i za promatranje bilo kakvih sporih promjena električnih veličina. Njegova primjena osim u miografiji je i u retinografiji, nistagmografiji, kao i vektor-kardiografiji. Specijalnost ovog osciloskopa je u mogućnosti registracije na magnetskoj traci tako da se promatrana pojava može po volji mnogo puta ponoviti, kada se može i fotografirati. Osim toga ovaj osciloskop ima vremenski označivač sa mogućnošću mjerenja vremena, simetrični ulaz i niz drugih rješenja koji ga čine naročito pogodnim za primjenu u području elektrofiziologije.

Razvoj uređaja za dojavu zaleđivanja dalekovoda

Narudžbe HE Senj i Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske. Razvoj elektronskog dijela: Momir Vujnović, dipl. ing.; Razvoj mehaničkog dijela: Miroslav Kolaj, dipl. ing.

Uslijed poznato nestabilnih vremenskih prilika u našoj zemlji, kao i zbog sve razgranatije mreže dalekovoda, pojavila se potreba za uređajem, koji bi imao nadzornu ulogu o toku zaleđivanja dalekovoda u zimskim mjesecima. Stoga se pristupilo razradi jednog odgovarajućeg kompleta, koji bi signalizirao o pojavi ledenog taloga na najkritičnijim tačkama nekog dalekovoda. Nakon izabiranja dalekovoda (220 kV Senj—Brinje) i mjesta najčešćeg zaleđivanja, projektirani su pojedini elementi mjernog kompleta, te se zatim prišlo njihovoj izradi.

Izrađen je tranzistorski predajnik, koji šalje signal s ugroženog dijela dalekovoda. To je u stvari oscilator promjenljive frekvencije. Kontinuiranom promjenom frekvencije ukazuje na kontinuiranu promjenu ledenog omotača po vodičima.

Element, koji registrira promjenu težine vodiča je jedan dinamo-metar, s kojim je mehanički povezan promjenljivi kondenzator iz titrajnog kruga oscilatora. Na taj način promjena težine vodiča izaziva promjenu kapaciteta, a ova pak izaziva promjenu frekvencije signala.

Za prijem signala na kontrolnom mjestu (transformatorska stanica) izveden je prijemnik. To je selektivni tranzistorski voltmetar širine pojasa od 4 kHz.

Razvojni radovi na ovom kompletu su završeni.

Daljinsko upravljanje električnim postrojenjima

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori Momir Vujnović, dipl. ing. i Miroslav Kolaj, dipl. ing.

Završeni elaborat obrađuje pitanje daljinskih upravljanja, koja je tehnika danas od nasušne potrebe u raznim

granama tehnike, pa tako i u elektroprivrednim pogonima. — Sadržaj ovog rada podijeljen je na dva veća dijela. U prvom se obrađuju više teoretska pitanja, a u drugim konkretne sheme upravljanja električnim postrojenjima.

U prvom su dijelu obrađene općenito metode i uređaji daljinskog upravljanja, i to posebno područja daljinskog upravljanja u užem smislu (dirigiranje tehnološkim procesom iz dispečerskog centra), zatim daljinske signalizacije (potvrda o izvršenim komandama), te daljinskih mjerenja (zbog nužnih podataka o raznim veličinama u električnoj mreži).

Nadalje su razmotrena pitanja svrsishodnosti uvođenja daljinskog upravljanja raznih objekata sa stalnim osobljem, kao i bez njega. Osim toga u radu se ocjenjuje i pogonska sigurnost uređaja za daljinsko upravljanje.

Drugi dio elaborata obuhvatio je praktički prikaz daljinskog upravljanja jedne konkretne hidroelektrane i jedne transformatorske stanice s odgovarajućim shemama.

Ekonomska pitanja elektroprivrede i statistika

Kalkulacija troškova po naponu, mjestu i vremenu preuzimanja električne energije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Tilić, dipl. ing.; dovršeno u ožujku 1965.

Izvršena je analiza troškova proizvodnje, transporta i predaje električne energije u 1961. i 1962. godini. Obavljena je klasifikacija troškova po grupama postrojenja prema osnovnim elementima bruto produkta. Postrojenja su grupirana na hidroelektrane, termoelektrane, dalekovode 220 kV, transformatorske stanice 220/110 kV, dalekovode 110 kV, transformatorske stanice 110/35 kV, zračne vodove 35 kV, transformatorske stanice 35/10 (5) kV, itd. Analiza je obuhvatila uz elektrane, detaljno razmatranje troškova jednog poduzeća za prijenos i dva poduzeća za distribuciju električne energije. U studiji je sagledan utjecaj gubitaka električne energije, kao i korištenja reaktivne energije i snage. Posebno je u studiji obrađeno pitanje troškova po vremenu nastajanja.

Metoda kalkulacije troškova temelji se na osnovnim principima iz Pravilnika o tarifama sistema iz 1963. godine. Zaključno je prikazan primjer proračuna troškova po vertikalnom toku kretanja električne energije od mjesta proizvodnje do mjesta preuzimanja po potrošaču, u zavisnosti o vremenu i volumenu preuzete električne energije.

Opseg: 2 toma teksta, 312 stranica, 119 tablica, 46 dijagrama; 1 tom priloga, 126 tablica 16 dijagrama.

Principi i metode kalkulacije nivoa ekonomske cijene električne energije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Tilić, dipl. ing., dovršeno u listopadu 1965.

U rješavanju osiguravanja potrebnih financijskih sredstava za ekonomski suvremenu reprodukciju elektroprivrede (proizvodnja i prijenos električne energije) u rastu studijom je obuhvaćeno:

1. projekcija bruto produkta elektroprivrede SFRJ po republikama i djelatnostima (hidroelektrane, termoelektrane, prijenos električne energije i Zajednice elektroprivrednih poduzeća) za vremenska razdoblja 1965—1970, 1971—1975 i 1976—1980 godine;
2. analiza pojedinih elemenata troškova, na osnovu proračunatih vrijednosti bruto produkta.
3. proračun novog dohotka povećane produktivnosti osnovnih faktora proizvodnje (radna snaga, sredstva rada i predmet rada);
4. istraživanje optimalnog odnosa između potrebnih sredstava kroz cijenu električne energije i kroz mogućnost korištenja zajmova za financiranje proširene reprodukcije.

Konstruirani nivo cijena je rezultat ranije prognoziranog rasta fiksnih fondova i razrađenih energetskih bilanci, a prema organizacionom obliku elektroprivrede (bez distribucije) početkom 1964 godine i vrijednosnim odnosima iz razdoblja 1961—1963 godine.

Opseg: 1 tom teksta, 216 stranica, 97 tablica, 19 dijagrama; 2 toma priloga, 156 tablica.

Analiza odnosa financijskih ulaganja u izgradnju proizvodnih, prijenosnih i distributivnih postrojenja te potrošačkih objekata sa aspekta proizvodnje i potrošnje električne energije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Boris Tilić, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Izvršena je analiza odnosa financijskih ulaganja u izgradnju proizvodnih, prijenosnih i distributivnih postrojenja za područje SR Hrvatske. Analiza je izvršena na osnovu obavljenih projekcija rasta konzuma, rasta fiksnih fondova proizvodnih objekata te prognoziranog razvoja postrojenja za prijenos, razvod i distribuciju za Hrvatsku kao cjelinu, odnosno po pojedinim područjima i gradovima. Odnos je određen prema stanju perspektive u 1980 godini.

Uz proračun udjela vrijednosti potrošene električne energije u cijeni finalnih proizvoda po grupama unutar grana industrije, izvršena je projekcija rasta investicija na osnovu kojih bi se mogao ostvariti prognozirani razvoj potrošnje električne industrije. Zaključno je dat odnos između sumarnih investicija u industriji i elektroprivredi.

Opseg: 182 stranice, 82 tablice, 6 dijagrama.

Međurepublička razmjena električne energije

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Božidar Filipović, dipl. ing., dovršeno u srpnju 1965.

Elaboratom je obrađena problematika cijene električne energije u međurepubličkoj razmjeni električne energije sa aspekta opće narodne privrede i energetskog gospodarstva društvene zajednice, sa stanovišta elektroprivrede kao cjeline i sa stanovišta interesa pojedinih elektroprivrednih organizacija. Optimalna međuregionalna razmjena zasniva se na cijenama koje uvažuju faktor energetske ekonomije, faktor raspoloživih financijskih potencijala za energetske potrebe, te valorizacioni faktor elektroenergetskog konzuma. Izvšeno je bilanciranje snaga i energije za ekonomske međurepubličke razmjene Jugoslavije za godinu 1963. Proračunate ekonomske cijene razmjene za ovu godinu uspoređene su sa ostvarenim cijenama za istu godinu.

Na osnovu dugoročne energetske i ekonomske prognoze elektroprivrednog razvoja od 1964. do 1980. godine, procijenjeni su budući opsezi kategorija međurepubličke razmjene i njihove prosječne cijene te donijeti zaključci o praktičnoj podesnosti tako prognozirane razmjene električne energije.

Opseg: 2 toma, 164 stranice, 96 tablica.

Racionalizacija potrošnje električne energije za naše uslove

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, autor Božidar Filipović, dipl. ing., dovršeno u prosincu 1965.

Studija, postavom osnovnih aspekata racionalizacije potrošnje električne energije i putem podesno odabrane metodike pronalaženja racionalne potrošnje električne energije

za razne kategorije njene primjene, ukazuje na mogućnosti i efekat racionalizacije u perspektivnoj potrošnji električne energije u Jugoslaviji. Usmjeravanje racionalizacije potrošnje, sa ciljem postizavanja što optimalnije opskrbe potrošača električnom energijom, analizirano je pretežno u industrijskoj djelatnosti, a djelomično i u saobraćaju, poljoprivredi i kućanstvu. Provedena je osnovna podjela potrošača i potrošnje po granama i grupama industrijske djelatnosti u Jugoslaviji i za ove utvrđeni su osnovni energetski i ekonomski pokazatelji značajni za podesnost i efekat racionalizacije kod tih djelatnosti. Naročiti značaj pridan je mogućnostima i metodama korištenja energije u elektroenergetski intenzivnim tehnološkim procesima. Za ove procese u elektrometalurškoj i elektrokemijskoj veleindustriji ocijenjen je na temelju utvrđenih normativa utrošaka električne energije mogući efekat racionalizacije za stanje u godini 1980. Zaključci su izvedeni iznalaženjem odnosa korištenja električne energije kod nas i njihove usporedbe sa onima u industrijski razvijenim zemljama. Racionalno korištenje električne energije u kućanstvima analizirano je u vezi sa grijanjem prostorija.

Opseg: 2 toma, 250 stranica, 50 tablica.

Opća energetika

Prijedlog studijskog programa iz oblasti Opća energetika za razdoblje 1966. do 1970.

Narudžba Fonda za naučni rad Instituta za elektroprivredu, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing., dovršeno u ožujku 1965.

Prijedlog ovog studijskog programa obuhvaća cjelokupnu osnovnu problematiku kompleksne energetike za područje SR Hrvatske i daje podatke za studijske radove koje bi trebalo izvršiti u razdoblju od 1966 do 1970 u toj oblasti.

Te studije bile bi osnova i za pravilno usmjeravanje energetskog razvoja Hrvatske i za donošenje mjera koje treba poduzimati, kao i za planiranje razvoja te projektiranja i izvođenje opskrbe energijom te gradnje energetskih naprava. Za pojedine teze navode se podaci o svrhi, sadržaju, opsegu i trajanju rada te troškovima provedbe studijskog programa.

Opseg: 14 stranica

Nafta i plin u energetici Jugoslavije

Narudžba Fonda za naučni rad Instituta za elektroprivredu, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing., dovršeno u rujnu 1965.

Studija obrađuje usmjeravanje razvoja energetike nafte, zemnog i ukapljenog (butanskog) plina u okviru usmjeravanja razvoja cjelokupne energetike Jugoslavije. Prikazuju se faktori koji određuju pravilno usmjeravanje tog razvoja. Navode se potrošnje derivata nafte, zemnog i ukapljenog plina u 1964 te predviđanja te potrošnje u bližoj i daljnjoj budućnosti pri razvoju po datim smjernicama kao i njihov udio u cjelokupnoj potražnji energije i njenom podmirivanju.

Opseg: 61 stranica, 16 tablica, 16 grafikona.

Optimalno grijanje stanova snabdjevenih elektro-akumulacionim pećima

Narudžba Skupštine grada Zagreba, Sekretarijata za građevinarstvo i komunalne poslove, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing., dovršeno u studenom 1965.

Elaborat je izrađen u vezi teškoća koje se u Zagrebu javljaju u stanovima opremljenim za grijanje prostorija samo elektro-akumulacionim pećima. Te teškoće se očituju u nedovoljnom zagrjevnom učinu i previsokim izdacima za grijanje u vezi sa prelazom na ekonomske cijene električne energije. U većinu tih stanova uvedena je plinska instalacija za 1 sobu. Predlaže se da se u te stanove postave plinske peći, koje bi u prvo vrijeme radile na ukapljeni (butanski) plin, a nakon dovoda u naselje — na zemni plin. Analiziraju se troškovi ekvivalentnog grijanja prostorija pri upotrebi drva i ugljena, derivata nafte, zemnog, gradskog i ukapljenog plina uz cijene krajem 1965 godine i predlaže davanje regresa za ukapljeni plin koji bi dobavljač kompenzirao povišenjem cijene ložnih ulja.

Opseg: 33 stranice, 1 dijagram.

Kalkulacija i analiza realnih troškova željezničkog prevoza krutih i tekućih goriva

Narudžba Fonda za naučni rad Instituta za elektroprivredu, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing. dovršeno u prosincu 1965.

Tarifne cijene željezničkog prevoza drva i ugljena te nafte i njenih derivata daleko su ispod realnih ekonomskih cijena, koje obuhvaćaju i troškove potrebne za proširenu reprodukciju. Tarifne cijene prevoza zamagljuju stoga realne cijene goriva kod potrošača i ne dozvoljavaju provedbe analiza i utvrđivanja optimalne opskrbe energijom pojedinih sektora potrošnje. U vezi izrade studija na usmjeravanje razvoja energetike SR Hrvatske i opskrbe Zagreba toplinskom energijom izvršena je stoga kalkulacija realnih troškova željezničkog prevoza krutih i tekućih goriva, koja se zasnivala na istim ekonomskim kriterijima i instrumentima koji su upotrebljeni u navedenim studijama usmjeravanja energetike Hrvatske i Zagreba. Iz osnovnih tehničkih i ekonomskih podataka željezničkog saobraćaja analitički su izvedene matematske formule prosječnih realnih troškova prevoza krutih i tekućih goriva u ovisnosti od daljine prevoza a za razne uslove korišćenja vagona.

Opseg: 18 stranica.

Količina klasičnih goriva za termoelektrane u Hrvatskoj

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing., dovršenje predviđeno početkom 1966.

Svrha je studije utvrđivanje raspoloživosti klasičnih goriva za termoelektrane u Hrvatskoj. Ova raspoloživost utvrđuje se u studiji na osnovi razmatranja ugljena u energetici Hrvatske te nafte i plina u energetici Jugoslavije, a koja su u studiji iznesena kao posebni aneksi. Utvrđuje se ekonomija upotrebe ugljena, ložnih ulja i zemnog plina te njihova raspoloživost u proizvodnji električne energije u ovisnosti od cijene energije sadržane u njima.

Opseg: 160 stranica, 40 tablica, 30 grafikona .

HE »Senj« je puštena u probni rad

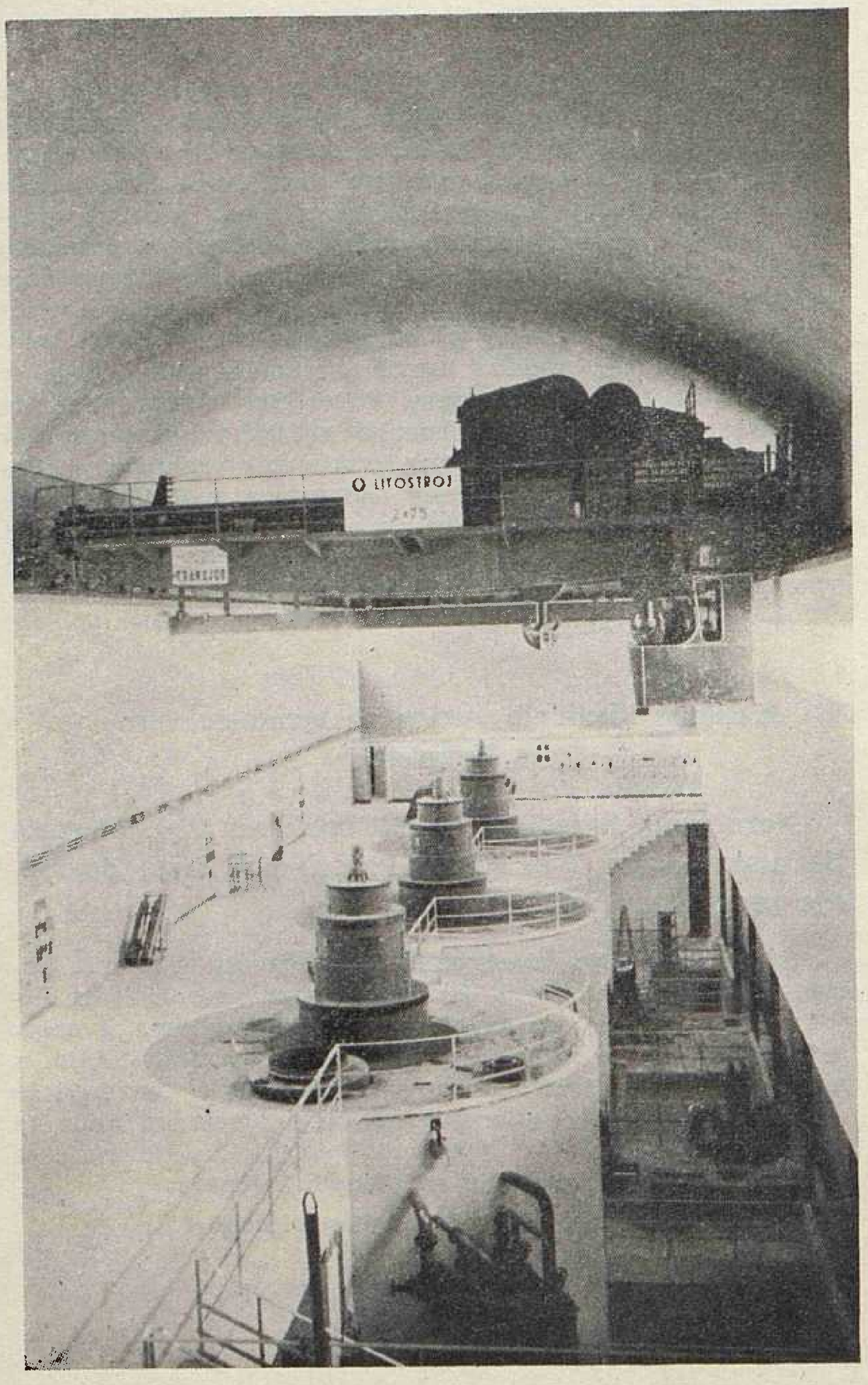
Tokom 1965. izgrađeni su svi hidrotehnički objekti HE »Senj« od Selišta do Grabove i montirana glavnina opreme. Time je postignut uslov da se je moglo pristupiti krajem godine ispitivanju elektrane u cjelini. Kod toga se je naišlo na izvjesne poteškoće koje su onemogućile provedbu ispitivanja proizvodnih jedinica po predviđenoj dinamici.

Otklanjanjem nedostataka i kvarova, privremeno ili u potpunosti, omogućeno je sredinom siječnja 1966. ponovo pokretanje montiranih agregata, tako da su sada u probnom radu dva agregata.

Kako je zakasnila izrada mrežnog transformatora 150 MVA to je privremeno snaga agregata ograničena na ukupno cca 120 MW, tj. na prenosne mogućnosti priključnih dalekovoda 110 kV za Vinodol i Lički Osik. U međuvremenu bit će dovršena (predvidivo sredinom februara) montaža transformatora 150 MVA, pa će se time omogućiti plasman energije i preko voda 220 kV na RS Brinje. Treći agregat je isto tako u fazi ispitivanja, ali samo u praznom hodu, budući da pripadni blok-transformator 80 MVA (220 kV) još nije dovršen. Od montažnih radova u strojarnici u toku je klima-uređaj, VF i NF-uređaji i razne dorade. Priložena slika pokazuje izgled strojarnice HE »Senj«.

U 1966. kao glavni zadatak, preostaje dovršenje gradnje i montaže brane Sklope, sanacija Gusić polja itd. *Đ. F.*

Strojarnica HE Senj



Gradnja dalekovoda 220 kV Lukavac — Đakovo i transformatorske stanice 220/110 kV Đakovo

Početkom drugog tromjesečja 1965. otpočela je izgradnja dalekovoda 220 kV Lukavac — Đakovo, dužine oko 95 km. U izgradnji učestvuju dva investitora i to za prvu dionicu od Save do Đakova, oko 27 km, investitor »Elektroprenos« iz Zagreba, a za drugi dio, od Save do Lukavca, »Elektroprenos« iz Sarajeva. Radove na gradnji prve dionice od Save do Đakova izvelo jo poduzeće »Dalekovod« iz Zagreba, a druge dionice «Energoinvest« iz Sarajeva.

Građevni radovi na prvoj dionici te montaža čeličnih rešetkastih stupova su završeni..

Istovremeno s izgradnjom dalekovoda 220 kV Lukavac—Đakovo otpočela je gradnja transformatorske stanice 220/110 kV u Đakovu. Građevni radovi povjereni su građevnom poduzeću »Rad« iz Osijeka, dok će montažu izvesti »Dalekovod«.

Pored glavnih građevnih radova na TS 220/110 kV Đakovo izvedeni su i radovi na pomoćnim objektima (pristupne ceste, kanalizacija, temelji transformatora i aparata, uljna jama, skladište i dr.) *I. R.*

Kompletiranje transformatorskih stanica 110/30-35 kV u SR Hrvatskoj

U 1965. godini pristupljeno je programskom radu na kompletiranju transformatorskih stanica 110/30-35 kV koje su građene zadnjih godina. To se u prvom redu odnosi na one stanice koje su građene za napon 110 kV, a u pogonu su sa 30 ili 35 kV. Tako su npr. transformatorske stanice 110/30-35 kV Vrbovsko, Ston, Karlovac i Zabok već završene i u pogonu, ali još nisu posve kompletirane.

Transformatorska stanica 110/35 kV Ston bila je u pogonu kao provizorij, pa se je u 1965. godini prešlo na definitivnu izgradnju. Izvršeni su građevni radovi na komandi i 35 kV postrojenja vanjske montaže. Ugovorena oprema već je dobrim dijelom isporučena i svi radovi predviđeno je da budu izvedeni do konca godine.

U transformatorskoj stanici 110/30 kV u Zaboku ugrađeni su uređaji i kabeli, te distantna zaštita.

Plan kompletiranja obuhvatio je i druge transformatorske stanice na području SR Hrvatske.

U transformatorskoj stanici 110/35 kV Pula stavljen je u pogon transformator II od 20 MVA, tako da danas instalirana snaga u njoj iznosi 40 MVA.

Početkom 1965. godine u transformatorskoj stanici 110/35 kV Međurić na postojeći transformator od 20 MVA priključen je, u svrhu povećanja snage transformatora, dodatni hladionik. U drugom kvartalu izvršen je priključak i drugog dodatnog hladionika, tako da snaga transformatora iznosi u najnepovoljnijim uvjetima najmanje 27 MVA.

U transformatorskoj stanici 220/110 kV Mraclin stavljen je u definitivan pogon kompenzator 50 MVA, hlađen pomoću vodika, tako da sada može dati u mrežu puni iznos jalove snage.

Izvršeno je proširenje u transformatorskoj stanici 110/35 kV Zadar koje obuhvaća postavljanje drugog transformatora, budući da je prvi transformator preopterećen. Građevni radovi na proširenju stanice su posve gotovi, a montaža transformatora je pri kraju.

Transformatorska stanica 110/35 kV Lički Osik stavljena je sredinom 1965. u pogon sa 35 kV budući da su bili u zakašnjenju radovi na dalekovodnom polju 110 kV u HE Senj. Ubrzo su međutim uklonjeni svi nedostaci koji su zapaženi prilikom tehničkog pregleda i pošto je izvedeno 110 kV dalekovodno polje u HE Senj to je transformatorska stanica Lički Osik ušla u pogon sa 110 kV.

U završnoj fazi su i radovi gradnje transformatorske stanice 110/35 kV u Virovitici. Radovi na ovom objektu se odvijaju ubrzano kako bi već izgrađeni dalekovod 110 kV Međurić—Virovitica mogao što prije ići u pogon.

U transformatorskoj stanici 110/35 kV Sisak izvršena je montaža za protupožarnu zaštitu. *I. R.*

Proširena mreža dalekovoda 35 kV u Hrvatskoj

U toku 1965. na području Hrvatske su izgrađeni slijedeći dalekovodi 35 kV:

Investitor »Elektra« iz Varaždina izgradio je dalekovod 35 kV Varaždin — Novi Marof, u dužini od oko 15,8 km, za potrebe konzuma područja općine Novi Marof. Vod je izveden na željeznim-pocinčanim stupovima, a vodiči voda su od alučelika 3×95 mm², zaštitno uže od čelika 1×35 mm², dok je izolacija izvedena kapastim izolatorima K-3. Dalekovod 35 kV Varaždin—Novi Marof već je u pogonu, a vod se napaja iz transformatorske stanice 110/35 kV Nedeljanec.

Izgrađen je i dalekovod 35 kV Ivanec—Lepoglava, dužine oko 7 km, koji je također izveden na čeličnim-pocinčanim stupovima s vodičem od alučelika 3×95 mm². Građevne i montažne radove na ovim dalekovodima investitor je povjerio poduzeću »Dalekovod«.

Na području poduzeća »Elektra« iz Karlovca izgrađen je dalekovod 35 kV Karlovac — Vojnić, dužine oko 24,2 km. Zadatak je novosagrađenog dalekovoda osiguranje električne energije područja Vojnića. Izgradnjom toga dalekovoda stvorene su povoljne mogućnosti za elektrifikaciju naselja, budući da na tome području ima još velik broj neelektrificiranih domaćinstava.

Završeni su radovi i na izgradnji dalekovoda 35 kV Međurić — Garešnica, oko 18,5 km. Istovremeno organizirani su radovi izgradnje transformatorske stanice 35/10 kV u Garešnici.

Izgrađeni dalekovod 35 kV Klara — Botinec, dužine 3,8 km, izveden je na željeznim stupovima, a vodiči voda su od alučelika presjeka 3×95 mm². Ovaj vod koristit će se za opskrbu novog stambenog naselja Botinec. Od Botinca isti je vod, u dužini od oko 4,4 km produžen do željezničke stanice Hrvatski Leskovac, koji će služiti za potrebe elektrificirane pruge Rijeka—Ogulin—Karlovac—Zagreb.

U sjevernom dijelu Slavonije važna je izgradnja dalekovoda 35 kV Valpovo — Donji Miholjac, dužine trase oko 21,2 km. Vod je izveden na betonskim stupovima, proizvod »Karpoš« iz Skopja, vodiči voda su od alučelika 3×95 mm², zaštitno uže čelik 1 × 35 mm², a za izolaciju su korišteni kapasti izolatori tipa K-3.

Na svim ovim delekovodima građevne i montažne radove izvelo je zagrebačko poduzeće »Dalekovod«. Konstrukcija stupova kao i kompletan ovjesni materijal izrađeni su u proizvodnim pogonima »Dalekovoda« u Zagrebu. *I. R.*

Gradnja druge dionice DV 110 kV Mraclin — Bjelovar

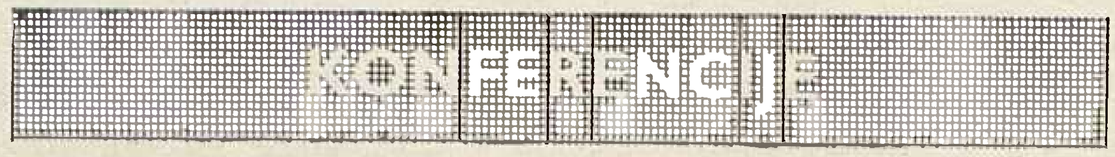
Konzumno područje Bjelovara i Križevaca uglavnom se napaja iz transformatorske stanice Resnik 30 kV vodom Resnik—Božjakovina—Križevci—Bjelovar i drugim vodom 30 kV Bjelovar—Veliki Grđevci. Zbog velikih prenosnih udaljenosti varijacije napona su velike i osjetljive, a osim toga na području Bjelovara opterećenje je u stalnom porastu (preko 12 MVA). Tako velike snage ne bi bilo moguće prenijeti postojećim 30 kV vodovima. Zbog toga su stvoreni potrebni uslovi da se izgradi 110 kV vod za napajanje ovog područja, i nova pojna tačka, transformatorska stanica 110/30 kV u Bjelovaru.

Još prije tri godine pristupljeno je izgradnji dalekovoda 110 kV Mraclin—Bjelovar. U prvoj fazi izgrađena je dionica od Bjelovara do presjecišta 30 kV vodom Sisak—Ivanić. Ukupna dužina ove dionice je oko 45,5 km. Ovaj je vod privremeno u pogonu naponom 30 kV, a samo područje Bjelovara se djelomično napaja iz TS 110/30 kV Sisak. Zbog pomanjkanja investicionih sredstava tek u 1965. pristupljeno je izgradnji i druge dionice između TS 220/110 kV Mraclin i Ivanića. Kompletne radove na drugoj dionici izvode stručne ekipe poduzeća »Dalekovod«. Dobar dio građevnih radova je u završnoj fazi, a oprema za vod je ugovorena, tako da neće biti nikakvih zaprека, da svi radovi budu završeni u planiranim rokovima.

Istovremeno je pristupljeno izgradnji transformatorske stanice 110/30 kV u Bjelovaru. U planu je da građevni radovi budu završeni najkasnije do konca 1965.

Oprema je ugovorena, pa bi se stanica mogla staviti u pogon vjerojatno početkom iduće godine. No svakako investitor i izvađači gradnje ulažu velike napore, da čim prije budu završeni ovi važni elektroenergetski objekti za opskrbu električnom energijom područja bjelovarskog kotara.

I. R.



Međunarodni skupovi u godini 1966.

COMITTEE ON GAS OF THE ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
Komitet za plin, Ekonomske komisije za Evropu
Geneva, 31. 1 — 3. 2 1966.

ANNUAL GAS TURBINE CONFERENCE AND PRODUCTS SHOW OF THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
Godišnja konferencija o plinskim turbinama i izložba proizvoda, Američkog društva strojarskih inženjera (ASME)
Zürich, 13 — 17. 3 1966.
Sekretarijat: Z. Stanley Stys, Chairman, Executive Committee, c/o Brown Boveri Corp. 19 Rector Street, New York 6, N. Y. USA

INTERNATIONAL CONVENTION OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
Međunarodni skup inženjera elektrotehnike i elektronike
Sekretarijat: Mr. E. K. Gannet, IEEE, Box A, Lenox Hill Station New York 21, N. Y.

ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
Ekonomska komisija za Evropu
Geneva, 13 — 29. 4 1966; 21 zasjedanje

INTERNATIONAL PIPES, PIPELINES AND PUMPS EXIBITION AND CONVENTION
Međunarodni skup i izložba cijevi, cjevovoda i pumpi
London, 18—22. 4 1966.
Sekretarijat: Christopher Bradley, Technical Exibitions Ltd., 3 Clement's Inn, London W. C. 2., England

BELGIAN INSTITUTE OF REGULATION AND AUTOMATION
International Seminar on automation in production and distribution of electrical energy
Belgijski Institut za regulaciju i automaciju.
Međunarodni seminar o automatizaciji u proizvodnji i razdiobi električne energije
Brussels, 18—22. 4 1966.
Sekretarijat: 3, rue Ravenstein, Brussels 1

SYMPOSIUM ON THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTES INTO SEAS OCEAN AND SURFACE WATER
Simpozij o odlaganju radioaktivnih otpadaka u mora, oceane i površinske vode, Međunarodna agencija za atomsku energiju
Beč 16—20. 5 1966.
Sekretarijat: International Atomic Energy Agency Kaerntnerring 11, Beč I

INTERNATIONAL CONFERENCE ON FAST BREEDER REACTORS
Međunarodna konferencija o brzim oplodnim reaktorima
London, 17—19. 5 1966.
Sekretarijat: United Kingdom Atomic Energy Authority Charles II Street, London S. W. 1

JOURNEES INTERNATIONALES D'ETUDE DES »CENTRALES ELECTRIQUES MODERNES«
Međunarodno savjetovanje o savremenim elektranama
Liège, 23—27. 5 1966.
Sekretarijat: Secrétariat de l'A. I. M., 31 rue Saint Gilles, 31 Liège, Belgien

INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXIBITION ON ORGANIC AND HAEVY WATER REACTORS AND RADIOISOTOPES
Međunarodna konferencija i izložba o reaktorima i radioizotopima
Winnipeg, 30. 5 — 1. 6 1966.
Sekretarijat: Roy F. Gross, Canadian Nuclear Association, 19 Richmond Street West, Toronto 1, Kanada

NEUVIEMES JOURNEES DE L'HYDRAULIQUE
Deveto savjetovanje o hidraulici
Paris, 1—4. 6 1966.
Sekretarijat: Société Hydrotechnique de France, 199, Rue de Grenelle, Paris (7e)

INTERNATIONAL FLUID POWER EXIBITION AND CONFERENCE
Međunarodna konferencija i izložba o energiji fluida
London, 5—14. 7 1966.
Sekretarijat: The Tower, 229—243 Shepherds Bush Rd Hammersmith, London, W. 6., England

INTERNATIONAL CONFERENCE ON LARGE ELECTRIC SYSTEMS (CIGRE)
Međunarodna konferencija za velike električne mreže
Paris, 8. 6 — 18. 8 1966.; 21 zasjedanje
Sekretarijat: 112, Boulevard Haussmann-Paris.

3rd CONGRESS OF THE INTERNATIONAL FEDERATION OF AUTOMATIC CONTROL
Treći kongres Međunarodne federacije za automatsku regulaciju
London, 20—26. 6 1966.
Sekretarijat: Dr. — Ing. G. Ruppel, 4 Düsseldorf 10, Postfach 10 250

»TECHNISCHE TEMPERATURMESSUNG«
Tehnička mjerenja temperature
Düsseldorf, 23—24. 6 1966.
Sekretarijat: VDI-VDE/Fachgruppe Messtechnik, 4 Düssseldorf 10, Postfach 10 250

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA PRODUCTION MAGNETOHYDRODYNAMIQUE D'ENERGIE ELECTRIQUE
Međunarodni simpozij o magnetohidrodinamičkoj proizvodnji električne energije
Salzburg, 4—8. 7 1966.
Sekretarijat: AIEA, Kaerntnerring 11, Beč I

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR HYDRAULICS RESEARCH LATIN AMERICAN REGIONAL COMMITTEE
Međunarodno udruženje za hidraulička istraživanja, Regionalni komitet za Latinsku Ameriku
Caracas 11—16. 7 1966; 2 kongres
Sekretarijat: Mr. H. J. Schoemaker, Hydraulics Laboratory, Raam 61, Delft (Netherlands)

INTERNATIONAL HEAT TRANSFER CONFERENCE
Međunarodna konferencija o prelazu topline
Chicago, 7—12. 8 1966.
Sekretarijat: J. W. Westwater, c/o Chemical Engineering Dept., University of Illinois, Urbana, III, USA

INTERNATIONAL COMBUSTION SYMPOSIUM
Međunarodni simpozij o sagorijevanju
Berkeley, 14—19. 8 1966; 11 zasjedanje
Sekretarijat: The Combustion Institute, Union Trust Building, Pittsburgh, Pennsylvania 15219

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA)
Beč, 9 mjesec 1966; redovita konferencija
Sekretarijat: IAEA, 11 Kärtnerring, Beč 1.

GROSSE SCHWEISSTECHNISCHE TAGUNG 1966
Veliko savjetovanje o tehnici varenja
Nürnberg, 21—23. 9 1966.
Sekretarijat: Deutscher Verband für Schweisstechnik, 4 Düsseldorf, Schadowstr. 42

COAL COMMITTEE OF THE ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
Komitet za ugljen, Ekonomske komisije za Evropu
Geneva, 22—24. 9 1966; 62. zasjedanje

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC)
Tel Aviv, 2—16. 10 1966; 31. zasjedanje
Sekretarijat: 1, rue de Varembé, Geneva

WORLD POWER CONFERENCE
PROBLEMS OF FUTURE YEARS IN ENERGY UTILISATION
Svjetska energetska konferencija (WPC)
Problemi budućeg korištenja energije
Tokyo, 16—20. 10 1966; 15. posebno zasjedanje
Sekretarijat: Mr. Sachio Tanaka, Japanese National Committee, Japanese Power Association, Daido Building, 1—46 Shiba Minamisakumacho, Minato-ku, Tokyo

PHYSIKERTAGUNG
Savjetovanje fizičara
München, 17—22. 10 1966.
Sekretarijat: Deutsche Physikalische Gesellschaft. c/o Dr. K. — H. Riewe, Hanau, Postfach 169 (Heraeus)

COMMITTEE ON ELECTRIC POWER-THE ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE
Komitet za električnu energiju, Ekonomske komisije za Evropu
Geneva, 30. 11 — 2. 12 1966; 25 zasjedanje

Skupovi u godini 1967.

INTERNATIONAL UNION OF PRODUCERS AND DISTRIBUTORS OF ELECTRICAL ENERGY (UNIPEDE)
Međunarodni savez proizvođača i distributera električne energije
Madrid, 2—8. 5 1967.
Sekretarijat: Unidad Electrica S. A., Serrano 16, Madrid

CANADIAN NUCLEAR ASSOCIATION INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXIBITION ON A WORLD REVIEW OF NUCLEAR REACTORS AND RADIOISOTOPES
Kanadsko udruženje za nuklearnu energiju.
Međunarodna konferencija i izložba nuklearnih reaktora i radioizotopa
Montréal, 29. 4 — 31. 5 1967.
Sekretarijat: 19 Richmond Street West, Toronto 1

Skupovi u godini 1968.

INTERNATIONAL UNION FOR ELECTROHEAT
Međunarodni savez za elektrotermiju, Međunarodna konferencija i izložba
Montréal, 29. 4 — 31. 5 1967
Eastbourne, 20—25. 5 1968; 6. kongres
Sekretarijat: British National Committee on Electroheat, 2 Savoy Hill, London W. C. 2.

CANADIAN NUCLEAR ASSOCIATION INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXIBITION
Kanadsko udruženje za nuklearnu energiju, Međunarodna konferencija i izložba
Toronto, 9—13. 6 1968.
Sekretarijat: 19 Richmond Street, West, Toronto 1

WORLD POWER CONFERENCE
WORLD POWER RESOURCES AND THEIR UTILIZATION FOR THE BENEFIT OF MANKIND
Svjetska energetska konferencija (WPC)
Svjetski izvori energije i njihovo korištenje za potrebe čovječanstva
. . . . ., SSSR, 1968; 7. plenarno zasjedanje
Sekretarijat: Mr. B. P. Debedev, Committeee for Participation by USSR in International Power Conferences, Gorky Street 11, Moskva K-9.

(Prema izvještaju Ujedinjenih nacija, Ekonomske komisije za Evropu, Komiteta za električnu energiju)

Ivan Šimurina

II Jugoslavenski simpozij termičara u Sarajevu od 4—6. studenoga 1965.

U organizaciji Republičkog odbora Jugoslavenskog društva termičara uz pomoć »Energoinvesta« održan je u Sarajevu 4, 5 i 6. studenoga, drugi po redu Simpozij termičara o termoenergetskim postrojenjima i njihovoj opremi.

Gradivo simpozija bilo je podijeljeno u tri grupe i to:

A — Termoenergetska postrojenja
B — Oprema za termoenergetska postrojenja
C — Ostali radovi iz termotehnike

Na simpoziju je učestvovalo 125 stručnjaka iz svih republika, a predano je bilo 48 referata.

Navodimo naslove referata i imena njihovih podnosilaca, iz čega će se najbolje moći ocijeniti obimnost i raznolikost obrađene materije, a po imenima autora i njihovog područja djelovanja, uočiti općejugoslavenski karakter tog eminentnog skupa.

1. Zdravko Radović, Banja Luka:
   Serijski rad protutlačne i kondenzacione turbine
2. Petar Voj, Ljubljana:
   Tehnološka instrumentacija nuklearne elektrane
3. Jože Batista, Ljubljana:
   Opadanje pritiska u reaktoru
4. Mihael Tomšič i Andro Alujević, Ljubljana:
   Termička sigurnost reaktora hlađenih vodom (BHWR)
5. Andro Alujević, Ljubljana:
   Nuklearne elektrane HWR, snage 200 MWe (CANDU, MARVIKEN), u odnosu na termodinamiku energetskog postrojenja
6. Petar Voj, Ljubljana:
   Prilog termodinamici radnih procesa sa direktnim pretvaranjem energije
7. Anton Jezernik, Ljubljana:
   Gubici eksergije u reaktorima
8. Janez Sušnik, Ljubljana:
   Značaj energetskih brzih reaktora i mogućnost hlađenja
9. Ernest Fišer, Novi Sad:
   Neka termodinamička razmatranja u vezi rashladnih tornjeva
10. Ladislav Kreuh, Slavonski Brod:
    Problematika savladavanja naših ugljena loženjem ugljenom prašinom
11. Josip Majić, Slavonski Brod:
    Analiza važnih detalja iz aerodinamskih faktora loženja u sloju
12. Vinko Orlandini, Konjščina:
    Modernizacija i optimiranje pogonskih režima kroz rekonstrukciju
13. Josip Majić, Slavonski Brod:
    Analiza defekata pogonskih smetnji i načina utvrđivanja uzroka te popravaka posljedica u elektranama
14. Zambeli Marijan i Sabolić Darko, Zagreb:
    Rezultati rada na automatiziranju velikih generatora pare (velikih parnih kotlova na mlinsko loženje) sa domaćom automatikom
15. Zambeli Marijan, Sabolić Darko, Zagreb i Josip Majić, Slavonski Brod:
    Automatiziranje loženja u sloju na mehaničkoj rešetki tvornice »Đuro Đaković« i povezivanje sa kompleksnom kotlovskom automatikom domaće izvedbe
16. Antun Kulić, Slavonski Brod:
    Oblici pojedinih detalja rekonstrukcija kotlovskih ložišta sa stepenastom rešetkom
17. Branko Zakošek, Slavonski Brod:
    Problematika proizvodnje ložišta u tvornici »Đuro Đaković« i način razvoja
18. Ladislav Kreuh, Slavonski Brod:
    Ispitivanja mehaničke stepenaste rešetke i analiza vrijednosti rada u toplinskom smislu
19. Nikola Šerman, Karlovac:
    Prikaz regulacionih sistema stacionarnih parnih turbina domaće proizvodnje
20. Marko Majcen, Zagreb:
    Petnaest godina domaće gradnje parnih turbina
21. Marko Majcen i Mladen Maceković, Zagreb:
    Upotreba plinskih turbina u energanama
22. Nikola Grubješić, Karlovac:
    Primjena napojnih pumpa u energetskim postrojenjima i dostignuća u Jugoslaviji
23. Momčilo Zdravković, Beograd:
    Sistem za prigušenje porasta pritiska pri prskanju cevovoda nuklearnog ključajućeg reaktora
24. Miodrag Masarović, Beograd:
    Određivanje termičkih i strujnih karakteristika ključajućeg teškovodnog reaktora
25. Petar Kopta, Beograd:
    Priprema aproksimativnih metoda proračuna količine toplote za regenerativno predgrevanje napojne vode u analizi termodinamičkih ciklusa nuklearnih elektrana na elektronskim računarima
26. Juraj Mihajlov, Zagreb:
    Svjetske rezerve energetskih izvora i vrijeme njihovog trajanja
27. V. Sivjakov, S. Milojković i R. Milošević, Sarajevo:
    Hidrotehnički modeli reaktorskog kanala za BHWR reaktor
28. V. Gligić i A. Popović, Sarajevo:
    Simulacija reaktorskog kanala reaktora tipa BHWR
29. V. Sivjakov i V. Vuletić, Sarajevo:
    Parametrizacija reaktorskog kanala tipa GCR
30. Dragan Cvetković, Sarajevo:
    Nove konstrukcije izmjenjivača toplote za termoenergetska postrojenja
31. Jakob Lucati, Zagreb:
    Lijepljenje uglja u bunkerima i na transportnim putovima termoelektrana

32. Mladen Nadinić, Zagreb:
Adaptacija kotlovskih jedinica TE-TO Zagreb za loženje tekućim gorivom
33. Zvonko Elčić, Karlovac:
Specifični problemi gradnje industrijskih turbina
34. Andro Alujević, Ljubljana:
Sigurnost prilikom toplotnih akcidenata nuklearnih reaktora MAGNOX
35. Miodrag Novaković i Zoran Životić, Vinča:
Merenje termičkog otpora kontakta pri vrlo visokim toplotnim fluksevima
36. Kosta D. Maglić i Zoran P. Životić, Vinča:
Aparatura za merenje termičke provodnosti uzoraka u obliku diska u području od 8×10^{-4} do 8×10^{-2} W/cm°C
37. Kosta D. Maglić i Zoran P. Životić, Vinča:
Aparatura za merenje termičke provodnosti metala
38. Naim Afgan, Vinča:
Prenos toplote ključanjem i toplotni fluks pregorevanja smeša
39. N. Afgin, Lj. Jovanović, S. M. Jovanović, V. Jović, S. Stefanović, M. Studović i S. Zarić, Vinča:
Termički i hidrodinamički proračun energetskog trozonog teškovodnog reaktora sa ključanjem
40. Nenad Kondić, Vinča:
Analiza spektra kapi nastalih zapreminskom kondenzacijom
41. Zoran Žarić, Vinča:
Konvektivni prelaz toplote u asimetričnom divergentno-konvergentnom kanalu
42. Simeon Oka, Vinča:
Aparatura za eksperimentalno ispitivanje prelaza toplote pri ustaljenom turbulentnom strujanju gasa u dvodimenzionom kanalu pravougaonog poprečnog preseka sa hrapavim zidovima
43. Miodrag Stefanović, Ljubomir Jovanović i Miodrag Novaković, Vinča:
Rezultati brzog kinosnimanja ključanja vode sa površine žive
44. M. Stefanović, Lj. Jovanović, N. Ninić i M. Novaković, Vinča:
Uporedna analiza ključanja vode i alkohola
45. A. Venauc, D. Spasojević, S. M. Jovanović i N. Afgan, Vinča:
Analiza termičkih i hidrodinamičkih karakteristika reaktora BWR — TIPA
46. Vladimir Jovašević, Vinča:
Eksperimentalno ispitivanje prelaza toplote na ulaznom delu kanala prstenastog preseka
47. Stojan Milivojević i Naim Afgan, Vinča:
Uticaj varijacija na termički proračun nuklearnih reaktora PWR i BWR TIPA
48. Vojislav Đurić, Momčilo Milekić i Miodrag Hrnjiček, Beograd:
Neki nedostaci kotlovskih postrojenja TE-KOSOVO

Diskusije na simpoziju o pojedinim referatima bile su vrlo živahne i interesantne, a obrađene teme bit će što u izvacima što u cijelosti objavljene u odgovarajućim stručnim časopisima.

Na kraju su doneseni zaključci, koji su od velike važnosti za unapređenje istraživačkog rada, rješavanje pogonske problematike i povećanje ekonomije na području tehnike.

Simpozij je održan u prostorijama Montažno-projektnog poduzeća, trajao je 3 dana, a učesnici su nakon završetka rada posjetili Tvornicu toplotnih aparata, Istraživačko-razvojni centar za termotehniku i nuklearnu tehniku, te Elektronsko-računski centar poduzeća Energoinvest u Sarajevu.

J. L.

Međunarodna izložba »Suvremena elektronika«

Dvanaesta međunarodna izložba *»Suvremena elektronika«* održana od 2. do 10. listopada 1965. u Ljubljani okupila je 127 izlagača od čega 30 domaćih i 97 stranih. Od stranih izlagača nastupili su izlagači iz Austrije, Belgije, ČSSR, Danske, Francuske, Italije, Mađarske, DR Njemačke, Holandije, SR Njemačke, Švedske, Švicarske, Velike Britanije i SAD.

Izložbu je posjetio velik broj stručnjaka iz svih naših republika, kao i stručne delegacije iz Poljske, SSSR, Bugarske, Mađarske, Austrije, Italije, SR Njemačke, Švicarske i Velike Britanije.

Karakteristika ovogodišnjeg izlaganja je u tome što su izlagači prikazali elektronske uređaje u praktičnom radu. Demonstracije na pojedinim štandovima popraćene su nizom stručnih predavanja koja je organizirao Jugoslavenski komitet ze elektroniku, telekomunikacije, automatizaciju i nuklearnu tehniku ETAN i Elektroniška zveza Slovenije. U okviru ove izložbe organizirana su stručna savjetovanja o telekomunikacijama, digitalnoj tehnici i mikroelektronici.

Na izložbi je bila zastupljena praktički čitava jugoslavenska elektronska industrija. Kod stručnjaka i posjetilaca poseban interes je vladao za izložene eksponate poslovne zajednice »R I Č« — čiji su članovi »RIZ«, »Iskra« i »Rudi Čajavec«. No najuspješniji izlagač bio je svakako »Iskra«, koja je prikazala 45 potpuno novih elektronskih konstrukcija, među kojima su posebnu pažnju privlačili prvi laseri jugoslavenske proizvodnje.

Od inozemnih izlagača zapažen je bogat asortiman eksponata renomirane tvrtke »The Solartron Electronic« iz Velike Britanije, »Teletra« iz Italije i »Philips« iz Holandije.

Velik interes je vladao za izložene proizvode američke tvrtke IBM, koja se ubraja u najveće i najjače proizvođače na području elektronskih digitalnih računala. Na izložbi je prikazan suvremeni uređaj, koji može za jednu sekundu da zbroji ili oduzme 1800 petocifrenih brojeva.

Izložba je u svakom pogledu uspjela, a uz to su polučeni i vrlo dobri komercijalni rezultati u pogledu plasmana proizvoda iz oblasti suvremene elektronike.

I. R.

Međunarodni seminar »Automatizacija u proizvodnji i distribuciji električne energije«

Od 18. do 22. aprila 1966. održat će se u Brislu (Bruxelles, Belgija) međunarodni seminar pod naslovom *»Automatizacija u proizvodnji i distribuciji električne energije«*. Seminar organizira zajednički »Belgijski institut za regulaciju i automatizaciju« i »Kraljevsko belgijsko elektrotehničko društvo«. Savjetovanje će se održati u »Palais de Congrès«.

Cilj je priređivača da u susretu s međunarodnim stručnjacima za regulacionu tehniku i upraviteljima električnih postrojenja, utvrde bilancu doprinosa automatizacione tehnike povećanju pogonske sigurnosti u električnim postrojenjima i optimizaciji proizvodnog i distribucionog procesa u njima.

Predviđene diskusije obuhvatit će: velike pogone termičkih i nuklearnih elektrana, postrojenja za proizvodnju trapeznih opterećenja i postrojenja za vršna opterećenja. U okviru cjelokupnog kompleksa pitanja izgleda da će biti najvažniji problem parnih kotlova i nuklearnih reaktora.

Isto će tako biti temeljito razmotreno i pitanje automatskog upuštanja u pogon, automatskog posluživanja proizvodnih jedinica, automatski nadzor raspodjele opterećenja po postrojenjima, automatizacije u distribuciji, automatsko posluživanje u distributivnim mrežama i niz drugih pitanja.

Uz analize iz prakse bit će prikazani i modeli računskih strojeva, koji služe za što je moguće savršenije rješavanje svih tih problema.

U svim će se razmatranjima voditi, paralelno, računa o ekonomskim aspektima uređaja za regulaciju i automatizaciju.

Autori, koji žele podnijeti seminaru svoje radove treba da ih prijave, uz naznaku naslova i s kratkim sadržajem na oko dvije tipkane stranice, do 30. septembra 1965. i to na jednom od slijedećih jezika: engleskom, francuskom ili njemačkom.

Oni koji žele sudjelovati na seminaru treba da se prijave do 28. februara 1966. i uplate pristojbu od 2.500 belg. franaka. Oni, koji se prijave iza toga roka plaćaju 3500 belg. franaka. U toj je cijeni uračunata i vrijednost Zbornika radova, koji će biti dostavljen svim učesnicima u roku od 6 mjeseci nakon održanog seminara.

Autori čiji radovi budu prihvaćeni za raspravljanje na seminaru uživaju popust od 50% od spomenute pristojbe.

Uplate se vrše na naslov: Institut Belge de Régulation et d' Automatisme«, Bruxelles (Belgija).

Sve detaljnije upute i informacije daje: SECRETARIAT DE L. I. B. R. A., 3 Rus Ravenstein, BRUXELLES 1, (Belgique).

R. E.

IN MEMORIAM

Umro je prof. ing. Juraj Mihajlov



Dne 11. 12 1965. umro je u Zagrebu u 76. godini života jedan od najpoznatijih elektroprivrednih radnika — projektanata termoenergetskih postrojenja Jugoslavije, prof. ing. Juraj Mihajlov.

Od 1930. godine do oslobođenja djelovao je kao tehnički rukovodilac starog pogona Elektrane Zagreb. Iza oslobođenja postaje prvi direktor Termobiroa u Beogradu, a zatim šef Projektnog odjela za termoelektrane u »Elektroprojektu« Zagreb, tehnički suradnik Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, tehnički savjetnik »Energoinvesta« i profesor Mašinskog fakulteta u Sarajevu.

Gotovo nema termoenergetskog objekta, koji je iza oslobođenja izgrađen ili se nalazi u izgradnji, a da ing. Mihajlov nije direktno učestvovao kao projektant, savjetnik ili ekspert. Kao suradnik u časopisima elektroprivrede te drugim stručnim i tehničkim publikacijama bio je vrlo aktivan.

Naročito je zaslužan za projektiranje izgradnje nove Toplane u Zagrebu a najaktivnije je radio i na stvaranju prvih projekata toplane u Ljubljani, Beogradu i Sarajevu. Bio je saradnik Nuklearne komisije Jugoslavije.

Početkom ove godine izdao je poznato stručno djelo o izgradnji i projektiranju termoelektrana, prvu originalnu knjigu ove vrste u našoj zemlji. O toj knjizi i naš časopis je objavio kratku recenziju u broju 5-6 1965.

Bio je dosljedan borac za primjenu najsavremenijih tekovina nauke i tehnike u našoj energetici, a naša mlada elektroindustrija i strojogradnja našla je u njemu pobornika, koji je uvijek imao puno vjere u naše stvaralačke sposobnosti i poticao nas na nova dostignuća.

S. Š.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 614.876 : 621.387.4
Die Messtechnik im Dienste des Strahlenschutzes
R. Jaeger
VDI-Z. 107 (1965) No 33, 1590—1594

DK 620.9
Die Deckung des Strombedarfs der Bundesrepublik Deutschland in den 70-er Jahren
H. Mandel
Atomwirtschaft-Atomtechnik 11 (1960) No 1, 27—34

DK 621.165 : 65.012.23
Entwicklungsrichtungen und Entwicklungsprobleme von Dampfturbinen
G. Schilg
Energietechnik 16 (1966) No 1, 12—17

DK 621.3
Effect on Operation and Economics of A. C. Transmission Systems
D. J. Miller
Electrical Review 177 (1965) No 27, 975—979

DK 621.3.014.7.001.24
Die Bestimmung der Teilkurzschlussströme in Hochspannungsnetzen bei Fehlern mit Erdberührung
R. Muckenhuber
E. u. M. 82 (1965) No 12, 575—586

DK 621.3.016.351
Issledovanija statičeskoj ustojčivosti avtomatičeski reguliruemyh električeskih sistem s učetom tipovyh vozmušćajuščih sil
I. V. Litkens
Električestvo 84 (1965) No 12, 7—13

DK 621.3.027.26
Zum Problem der internationalen Normung von Niederspannungen
G. Hameister
ETZ-B 17 (1965) No 27, 906—910

DK 621.3.064.24.004
Vozdušnye vykljućateli s uprošćennym privodom
V. A. Golovin
Električeskie stancii 36 (1965) No 12, 61—63

DK 621.3.077.4
Rasčet režima regiliruemogo transformatora s učetom statičeskih harakteristik energosistemy
L. M. Zisman
Električestvo 84 (1965) No 12, 13—19

DK 621.31
Stand der japanischen Elektrizitätserzeugung
M. Cuénod
Bull. SEV 57 (1966) No 1, 33—36

DK 621.31 : 620.9
Application of dynamic programming to optimisation of hydroelectric/steam power-system operation
E. B. Dahlin
Proc. IEE-Power Record 112 (1965) No 12, 2255—2260

DK 621.311.1.001.12
O nadežnosti elektrosnabženija seljskih potrebitelej
F. H. Usmanov
Električeskie stancii 37 (1966) No 1, 56—59

DK 621.311.1.024
Versuche zur Gleichstrom-Rückleitung über Erde in den USA
F. Hirsch
ETZ-B 18 (1966) No 1, 1—7

DK 621.311.1.028.8.064.1
Kurzschlussschnellabschaltung durch Distanzrelais ohne Hochfrequenzverbindungen
Institut f. Energetik Mitt. (1965) No 71, 34—41

DK 621.311.1.072.8
Leistungsflussberechnung für Energieversorgungsnetze unter Berücksichtigung von Leitungsänderungen und komplexen Zusatztransformatoren
D. Schaller
Institut f. Energetik Mitt. (1965) No 71, 25—33

DK 621.311.22
Problemy razvitija energetičeskogo hozjajstva
Ju. N. Flakserman
Električeskie stancii 37 (1966) No 1, 2—5

DK 621.311.49
Optimizacija i rasčet shem podstancij s deliteljami naprjaženija
V. D. Jurenkov
Električeskie stancii 36 (1965) No 12, 50—54

DK 621.313.322-81
Inbetriebnahme des ersten 300 000 kW-Turbogenerators in der Bundesrepublik
Energie 17 (1965) No 12, S. 557

DK 621.314.21
Die Kurzschlussimpedanz von Transformatoren und ihre Darstellung am Netzanalysator
F. Noack
Energietechnik 15 (1966) No 12, 568—571

DK 621.314.224.8
Stromwandler für neuzeitlichen Netzschutz
G. Rosenberger
Siemens-Z. 40 (1966) No 1, 18—23

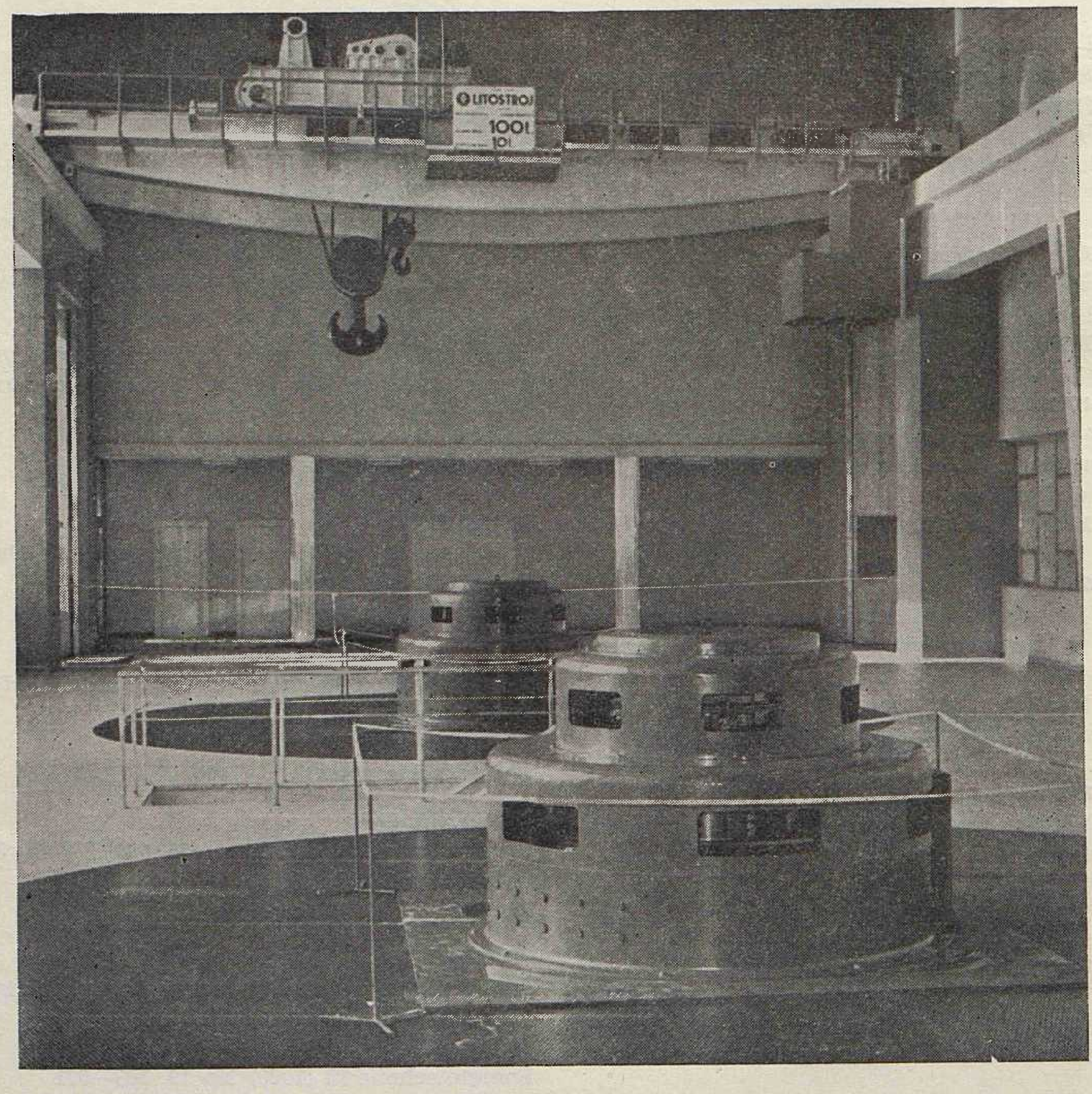
DK 621.314.254
Auswirkungen der modernen Transformatorbauweise auf die Transformator-Schaltüberspannungen
R. Thaler
Bull. SEV 56 (1965) No 25, 1115—1117

»ELEKTROOPSKRBA«

PODUZEĆE ZA NABAVKE ELEKTROPRIVREDE NR HRVATSKE

ZAGREB, GUNDULIĆEVA 32, TELEFON 34-641

Dobavlja kompletnu strojarsku i elektroopremu za hidroelektrane iz domaće proizvodnje i uvoza



Do sada smo opremili slijedeće hidroelektrane:

HE NIKOLA TESLA • HE GOJAK • HE PERUĆA • HE SPLIT

Opremamo **HE SENJ**

DK 621.315

K voprosu ob učete vzaimnoj indukcii meždu linijami elektroperedači pri nessimetričnyh režimah

B. N. Neklepaev

Električestvo 84 (1965) No 12, 19—23

DK 621.315 : 621.332

Das Energieverteilungsnetz für die elektrische Traktion der Osterreichischen Bundesbahnen

L. Glatz

E. u. M. 83 (1966) No 1, 68—72

DK 621.315.001.1

Ueber Vorhersage-Möglichkeiten der Entwicklung von elektrischen Netzen

J. Horak

Energetyka 19 (1965) No 12, 379—380

DK 621.315.1

Methods of measuring radio interference from high--voltage insulators

R. N. Allan

Prov. IEE Power Record 112 (1965) juni, 919—924

DK 621.315.1

Jump height of overhead-line conductors after the sudden release of ice loads

D. A. Davis

Proc. IEE-Power Record 112 (1965) No 10, 1941—1944

DK 621.315.004.64

Gewitter Störungs- und Schadenstatistik der Hochspannungsanlagen in Polen in den Jahren 1953 bis 1963

W. Heller

Energetyka 19 (1965) No 12, 353—358

DK 621.315.176.001.24

Približennyj rasčet opornyh reakcij v točkah podvesa provoda

I. I. Tunkevičus

Električeskie stancii 36 (1965) No 12, 66—69

DK 621.315.2

Extra-high voltage power-cable systems and gas-pressurised dielectrics for use with them

Proc. IEE Power Record 112 (1965) No 9, 1736—1749

DK 621.316.11

Probleme der Gestaltung elektrischer Netze

J. Sacer

Bull. SEV 57 (1966) No 1, 37—39

DK 621.316.11.064.1

Berechnungen von Kurzschlussströmen in Hochspannungsnetzen mit Impedanzen des %/MVA-Systems

D. Oeding

BBC-Nachrichten 47 (1965) No 12, 603—614

DK 621.316.13.012.5

Kurzschlussleitung und transitorische wiederkehrende Spannung in Schweizerschen 170-, 52- und 17,5-kV -Netzen

Bull. SEV 56 (1965) No 26, 1145—1150

DK 621.316.37.027.8

110-kV-Schaltanlagen in Netzschwerpunkten

R. Weinkötz

BBC-Nachrichten 47 (1965) No 12, 624—627

DK 621.316.37.027.8-742/.744

Raumsparende, trennerlose 110-kV-Schaltanlagen für Innen- und Freiluftaufstellung

F. Parschalk

BBC-Nachrichten 47 (1965) No 12, 615—624

DK 621.316.726/.728

Die Spitzen- und Regelkraft der Vorarlberger Illwerke, dargestellt mit Leistungsdauerlinie

E. Ammann

E. u. M. 82 (1965) No 12, 586—595

DK 621.316.727

Bobines de réactance avec noyaux de fer et entrefers

G. Sacharoff

RGE 49 (1965) No 12, 1055—1058

DK 621.316.9

Developments in phase-comparision techniques for distance protection

W. D. Humpage

Proc. IEE Power Record 112 (1965) No 7, 1383—1394

DK 621.316.91

Beanspruchung von Überspannungsableitern durch Langzeitstossströme

G. Albrecht

Elektrizitätswirtschaft 64 (1965) No 25, 701—704

DK 621.316.925

Schutz der Statoren von Grossgeneratoren durch elektrische Relais

A. Kolar

Bull. SEV 56 (1965) No 24, 1074—1084

DK 621.316.973

Erdströme in vergrabenen Metallgefässen

F. Ollendorf

ETZ-A 86 (1965) No 25, 810—814

DK 621.316.99

Resistive earthing of electrical distribution systems in ships and similar installations

Proc. IEE Power Record 112 (1965) No 8, 1566—1568

DK 621.316.992

Aufgabe der zusätzlichen Erdung des Nulleiters in Freileitungen

E. Herzog

Energetyka 19 (1965) No 11, 337—339

DK 621.317.333.4

Fehlerortmessgeräte für Hochspannungsfreileitungen

E. Born

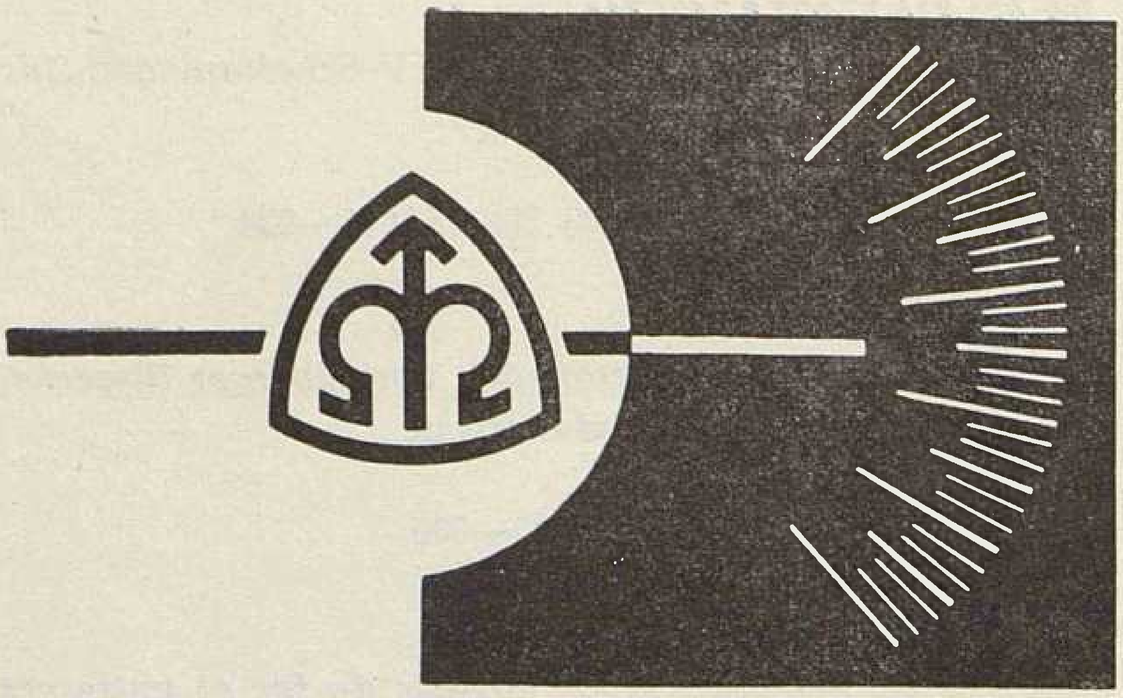
Siemens-Z. 40 (1966) No 1, 23—27

DK 621.317.7

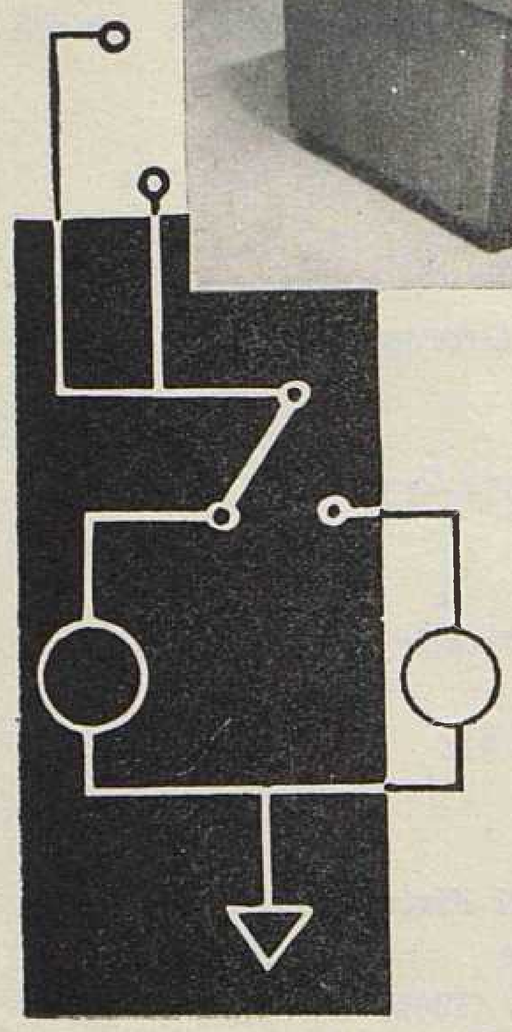
Measurement of earth-electrode resistance with particular reference to earth-electrode systems covering a large area

Proc. IEE Science & General Record 112 (1965) No 10, 1990—1992

Ivan Šimurina







MJERNI STROJ ISTOSMJERNE STRUJE TIP QSAV ss

Mjerni stol je posebno namijenjen elektrotehničkim laboratorijima, pogonima, ispitnim pogonima i proizvodnim pogonima, zatim za ispitivanje, justiranje i bažđarenje aparata istosmjerne struje. Uređaj omogućava laganu i preciznu regulaciju struje i napona. Istosmjerni napon može se stalno regulirati do 1000 V a istosmjerna struja do 150 A. Stol se sastoji od jednog naponskog i jednog strujnog dijela. Naponski dio može se najzgodnije napajati iz sabirnih baterija 1000 V s odvojcima kod 2,5 — 10 — 50 — 250 V. Strujni dio dozvoljava podešavanje struja po volji od 50 mA do 150 A.

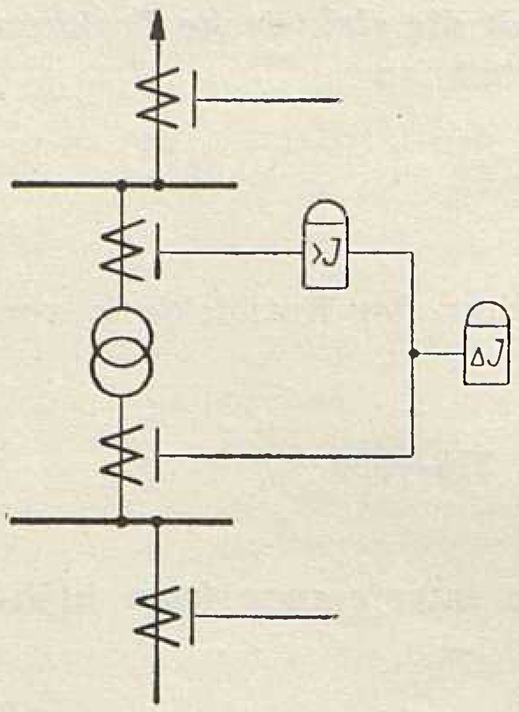
Težina stola iznosi oko 160 kg. Dimenzije: širina 170 cm, dubina 110 cm, visina 108 cm.

Izvozi **KOVO**

PRAHA — ČEHOSLOVAČKA

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL — Beograd, Terazije 27/III; Zagreb, Proleterskih brigada 60

Što vrijede zaštitni uređaji, ako nisu ispravni?



Zato Tehnički propisi za pogon, održavanje i reviziju elektroenergetskih postrojenja, objavljeni u Sl. listu FNRJ od 6. 2. 1957. u točci 3. 5. 4. nalažu: *Djelovanje zaštite ispituje se za vrijeme pogona mjesečno, ako za to postoje uvjeti; u protivnom jedanput godišnje.*

Čime ispitivati releje?

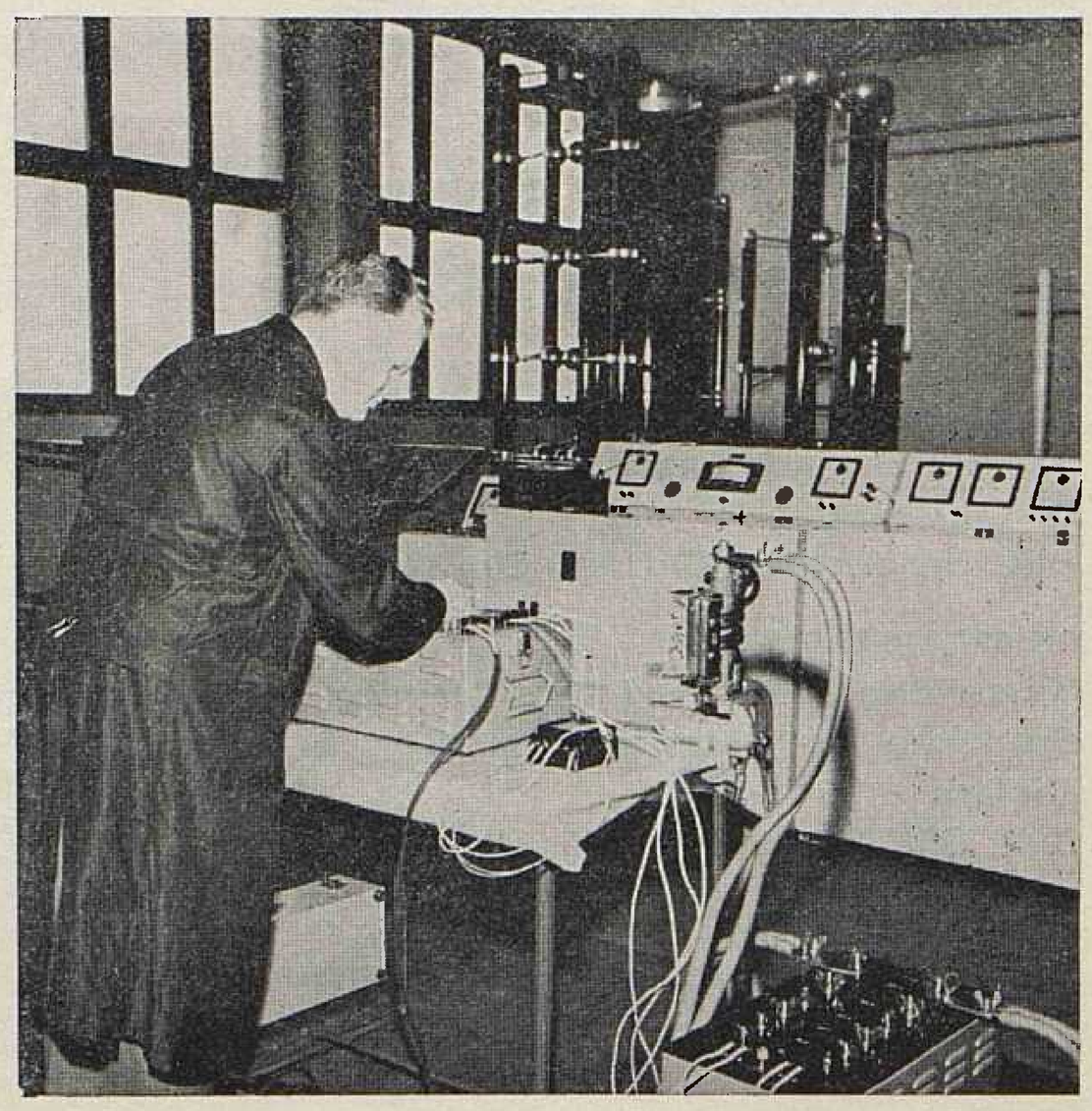
Domaće uređaje za ispitivanje releja izrađuje Institut za elektroprivredu u Zagrebu.

Dvije serije uređaja već se nalaze u eksploataciji kod distributivnih poduzeća. Pomoću ovog uređaja mogu se ispitivati primarni i sekundarni nadstrujni releji te njihovi vremenski članovi.

Uređaj se priključuje na mrežu napona 220 V. Snaga uređaja iznosi 2 kVA, a maksimalna trajna struja 1000 A.

Narudžbe šaljite na naslov:
INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU, Zagreb,
Ulica Proleterskih brigada 37, p. p. 451.

Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S u eksploataciji.



NOVE KNJIGE I ČASOPISI

J. S e r d a r: *Prenosila i dizala,* Izdavač: Tehnička knjiga — Zagreb, 1965. 316 str., tvrdi uvez, cijena N. din 25.

Autor već u predgovoru knjige napominje da je ovo djelo namijenjeno za udžbenik studentima Strojarsko-brodograđevnog fakulteta u Zagrebu.

Međutim, obzirom na način obrade materijala i načina pristupanja rješavanju pojedinih problema, ova knjiga prelazi okvire jednoga udžbenika, te se može smatrati stručnom tehničkom literaturom u širem smislu.

Naslov knjige *Prenosila i dizala* moguće nije najsretnije odabran, jer u knjizi nije obuhvaćeno široko područje transportne tehnike, kako bi se moglo u prvi mah prema naslovu zaključiti. Autor se je ograničio na detaljnu obradu granika i kranova kao i svih njegovih osnovnih i sastavnih dijelova.

S obzirom na niz podataka potrebnih za izvedbu i konstrukciju granika autor se vrlo često osvrće i na čisto pogonske probleme granika u eksploataciji. Kod izvjesnih problema u koje se ne ulazi detaljnije, redovno je navedena potrebna literatura.

Ovo djelo, iako je namijenjeno prvenstveno studentima, vrijedno je pomagalo ne samo inženjerima-konstruktorima, već i tehničkom osoblju u pogonima, koje se u svojoj praksi redovno susreće s raznim problemima povezanim sa granicima i kranovima.

Z. Selanec

Z. R a n t: *Isparivanje i uparivanje,* Izdavač: Tehnička knjiga, Zagreb, 1965. 279 str., tvrdi uvez, cijena N. din 44.

U suvremenoj tehnici mnogo se upotrebljava isparivanje i uparavanje. Ovi postupci primjenjuju se danas gotovo u svim granama industrije, te su se i razvili najrazličitiji tipovi tih uređaja, već prema vrsti primjene i svojstvima tvari s kojima se proces vrši kao i tvari od kojih je sastavljena aparatura.

Autor je u ovoj knjizi prikazao teoretske osnove procesa uparavanja i isparavanja s posebnim osvrtom na nepovrativost tehničkog isparavanja.

Posebna pažnja posvećena je praktičnoj provedbi tih procesa, te je dat niz primjera izvedbe raznih uređaja, kao i prijedloga za provedbu potrebnih proračuna. U praćenju toplinskih zbivanja tih isparavanja i za preračunavanje prijenosa topline u odnosnim uređajima, prednost je dana grafičkim metodama, koje su i inače vrlo prikladne za inženjerski rad.

U prilogu knjige dat je niz dijagrama vodene rastopine niza soli.

Za svakoga stručnjaka, koji se bavi problemima koji su obrađeni u ovome djelu, bez obzira da li on djeluje u konstrukcionim i projektnim organizacijama, ili u pogonu, ovo djelo predstavlja dragocjeno pomagalo, tim više što osim teoretskih osnova sadrži i mnogo praktičnih podataka i konkretnih primjera za izvedbe i proračune.

Z. Selanec

V. V r a n i ć, *Vjerojatnost i statistika.* 2. izdanje. Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 1965. Uvez poluplatno, 317 stranica, niz tablica, 42 slike, format 17,5 × 24,5, cijena N. din 27.

Drugo izdanje ove knjige dosta je prošireno i dopunjeno prema prvom, na temelju novih iskustava autora stečenih u međuvremenu na brojnim predavanjima, sugestija kolega, studenata i recenzenata prvog izdanja ove knjige.

Knjiga je nastala kao plod dugogodišnjeg autorovog bavljenja tom strukom, kao i niz njegovih predavanja održavanih tokom niza godina na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Knjiga je prvenstveno namijenjena studentima kao sveučilišni udžbenik, čemu je i prilagođen sadržaj, ali je ujedno i zamišljena kao priručnik za sve one koji se bave pitanjima s područja teorije vjerojatnosti i matematičke statistike.

U knjizi su prema riječima autora objašnjeni samo osnovni pojmovi teorije vjerojatnosti i statistike, čije poznavanje danas spada u opće matematičko obrazovanje i predstavlja važno pomagalo u mnogim granama nauke i tehnike. Autor je imao namjeru, u čemu je izgleda i uspio, da nam dade solidne osnove za proučavanje literature, koja ovu materiju obrađuje dublje i detaljnije.

Knjiga je podijeljena u 4 dijela: *Teorijska vjerojatnost, Matematička statistika, Dodatak i Prilozi.*

Teorijska vjerojatnost obrađuje: Osnovne pojmove, matematičko očekivanje, matematičku teoriju, vjerojatnost događaja, Gaussov integral i kontinuirane vjerojatnosti.

Matematička statistika obrađuje: Uvod u matematičku statistiku, teoriju korelacije i teoriju uzoraka.

Prilog sadrži tri autorova članka: »O pojmu slučajnosti«, »Statističke zakonitosti« i »Statističke metode«, koji su objavljeni ranije u raznim časopisima, a štampani su ponovo u ovoj knjizi da upotpune pojmove sadržane u ovoj knjizi i pomognu njihovom što ispravnijem shvaćanju.

Naročito je naglašena potreba utvrđivanja veze između pojmova vjerojatnosti i statističkih pojmova, jer se statističke metode ne mogu ispravno shvatiti, ako nisu jasni osnovni pojmovi iz teorije vjerojatnosti.

Dodatak razrađuje najvažnije pojmove iz kombinatorike u onoj mjeri koja je potrebna za rješavanje zadataka, koji dolaze u teoriji vjerojatnosti, nadalje obrađuje metodu najmanjih kvadrata i teoriju grešaka.

Uz svako poglavlje je za ilustraciju teksta navedeno nekoliko primjera i zadataka s rješenjima na kraju knjige, što znatno pomaže usvajanju gradiva.

Na kraju knjige priložene su tablice normalne funkcije i Gaussovog integrala, tablice vrijednosti χ^2, popis literature i indeks pojmova.

I. Šimurina

A. Ž i d a n : *Priručnik za popravak radioprijemnika,* II knjiga, Izdanje 2. prošireno. Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 1965., 268 strana, mnogo slika i tablica, 10 shema većeg formata u posebnom prilogu, format 20×14,5, uvez poluplatno, cijena N. din 25.

Drugo izdanje ove II knjige, iz serije »*Priručnika za popravke radioprijemnika*«, svjedoči o njezinoj vrijednosti i popularnosti. Knjiga predstavlja priručnik za radiotehničare, radiomehaničare, radioamatere kao i za sve one koji se bave popravcima, pregradnjama i konstrukcijom radioprijemnika, pojačala i njima srodnih uređaja.

Srž knjige predstavlja stotinjak shema i servisnih podataka radioprijemnika starijih i novijih, od stranih i domaćih proizvođača, ukratko izbor onih tipova, koji se najčešće kod nas pojavljuju.

Zbirka sheme obuhvaća najpoznatije evropske proizvođače, kao Grunding, Philips, Telefunken itd. u razdoblju od 1938—1959, kao i sve domaće proizvođače od 1956—1959.

U proširenom izdanju nema mnogo novih shema, jer je to namijenjeno knjizi III, koja se priprema za štampu. U navedenoj zbirci date su kompletne sheme spojeva s vrijednostima i podacima o sastavnim dijelovima, pogonskim naponima, te uputama za servis i ugađanje.

Knjiga II osim shema sadrži upute za ugađanje superprijemnika za prijem amplitudno i frekventno moduliranih signala, kao i sheme za samogradnju mjernih instrumenata i pomagala potrebnih za spomenuta ugađanja i ispitivanja sastavnih dijelova. U novom izdanju upravo ova poglavlja su znatno proširena, a dodano je i poglavlje u kojem se obrađuju osnovna mjerenja i ispitivanja osjetljivosti radioprijemnika.

Uz servisne podatke o radioprijemnicima i pojačalima knjiga donosi sheme fleš uređaja, magnetofona, tranzistorskih prijemnika, vibratora i televizora sa shemama u posebnom prilogu koji je u ovom izdanju znatno proširen.

Na kraju knjige date su tablice za preračunavanje frekvencije u valne dužine, spojevi podnožja upotrijebljenih elektronki, tumačenje simbola i oznaka na shemama, označavanje otpornika i kondenzatora bojama, te abecedni popis svih shema.

I. Šimurina

M. T a d e j, *TV-servis,* 2. izdanje. Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 1965. 900 strana, 805 slika u tekstu, indeks grešaka u 90 slika, 10 velikih shema priloga, format 18×24 cm, uvez u platno, Cijena N. din 120.

Zamisao autora, da knjiga bude podjednako korisna kako TV-početniku koji posjeduje samo univerzalni instrument, tako i TV-stručnjaku koji raspolaže svim potrebnim instrumentima, bila je vrlo originalna, ali ne i laka. Sudeći po tome, da je ovo izdanje već drugo na našem jeziku u nepunu godinu dana, te da je ova knjiga već 1964. izašla u Njemačkoj na njemačkom jeziku, a 1965. prevedena i na francuski, zaključujemo da mu je zamisao i uspjela.

U knjizi je sistematski obrađen i prikazan način popravka televizora počevši od najjednostavnijih grešaka do najkompliciranijih kvarova potpuno automatiziranog televizora s bežičnim upravljanjem. Uz detaljan opis načina popravka priloženo je i teorijsko objašnjenje, naročito za novije konstrukcije ili se čitalac upućuje na knjigu *Televizor* od istog autora s kojim ova knjiga čini zaokruženu cjelinu televizijske teorije i prakse.

Navedeni su i svi potrebni podaci i norme za servis i pregradnju evropskih, američkih i OIR televizora što je sve skupa vrlo interesantno za naše prilike.

Knjiga je podijeljena na 3 poglavlja:

A — *Kućni servis*
B — *Laboratorijski servis*
C — *Televizijski servisni instrumenti*

U »kućnom servisu« opisane su greške i kvarovi koji se mogu otkloniti na licu mjesta, samo univerzalnim instrumentom te uz skromnije poznavanje televizora.

Za lokalizaciju grešaka služi nam veliki broj slika na kojima se vidi kako se pojedina greška ili kvar manifestira na ekranu u kojem dijelu televizora se nalazi i kako se otklanja. Ako se i tada kvar ne može popraviti, čitalac se upućuje na odgovarajuće B poglavlje. Uz »kućni servis« naveden je i popis potrebnog alata, pribora i rezervnih dijelova.

U »laboratorijskom servisu« opisani su kvarovi koji se ne mogu popraviti na licu mjesta i za čije otklanjanje je potrebno dobro poznavanje televizora te posjedovanje odgovarajućih TV instrumenata. Ovdje je opisan način kako se ispituju pojedini dijelovi televizora i u njima traži greška lokalizirana već u »kućnom servisu«.

U dijelu servisni instrumenti postupljeno je kao i u prva dva dijela, prvo je naveden kratak opis, a zatim u nastavku detaljan opis raznih tvorničkih izvedbi.

Za čitaoce koji prate stručnu literaturu tog područja priložen je na kraju knjige popis literature i opširan indeks pojmova na hrvatskom, njemačkom i engleskom jeziku.

I. Šimurina

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE STUDENI I PROSINAC 1965.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 – 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 1965.	274.722	24.932	2.359	19.183	277.081	44.115	4.921	3.028	— 834	328.311
2. 1965.	204.815	46.580	1.661	20.663	206.476	67.243	18.097	17.275	— 2.411	306.680
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	— 19.228	11.241	— 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16.551	238.233	68.517	— 13.147	22.638	— 12.642	303.599
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	29.021	23.622	— 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	25.659	9.014	— 627	299.876
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	— 48.939	— 73	273.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	18.695	159.851	74.482	109.269	— 45.770	— 43	297.789
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191.948	67.143	89.074	— 61.441	— 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	— 16.463	— 2.341	288.905
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	+ 34.889	— 2.896	388.039
12. 1965.	414.537	38.088	2.775	22.751	417.312	60.839	— 59.700	+ 95.070	— 11.847	501.674
Ukupno 1 — 12. 1965.	2,702.552	532.242	20.722	244.250	2,723.274	776.492	389.983	44.164	— 44.197	3,889.716

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece studeni i prosinac 1965.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku SR Hrvatske

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Studeni	Prosinac
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik	216,0	79.417	143.345	248.182	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	18.660	25.116	188.077	116,9	136,9	177,3	32,8	42,7	—	—
		Gojak	48,0	26.670	36.247	215.879	82,1	125,8	115,5	77,1	101,4	—	—
		Ozalj	5,1	1.964	3.013	25.579	—	—	216,6	53,4	81,5	—	—
		Senj		19.374	10.428	29.802	—	—	—	—	—	—	—
		Peruća	42,0	—	1.914	157.626	—	12,5	167,3	—	6,1	—	—
		HE na Cetini Kraljevac i Split	67,0 224,0	95.834	179.951	1,709.147	59,8	92,6	117,0	45,6	83,1	—	—
		HE na Krki Manojlovac i Jaruga	20,5 5,3	9.846	14.523	166.417	68,3	95,3	112,0	53,0	75,5	—	—
	TE	Zagreb — TO	64,0	30.021	18.414	320.765	175,9	104,4	85,8	65,1	38,6	—	—
		Zagreb	10,0	1.181	—	8.021	—	—	87,1	16,4	—	—	—
		Jertovec	36,0	15.175	13.623	172.074	216,5	120,6	106,8	58,6	54,1	—	—
		Kvarn. elektrane Vlaška i Rijeka	8,0 7,2	3.515	—	32.945	220,6	—	50,7	32,2	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	2.224	1.482	29.141	285,8	64,1	89,2	18,6	12,0	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	1.935	—	7.344	75,4	—	98,6	37,9	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	1.700	1.878	25.290	111,3	70,4	108,1	39,3	42,0	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	3.381	2.691	38.345	94,4	80,4	105,5	85,3	65,7	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim, iskazan je u odnosu na 1964. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Proizvodnja ugljena za mjesece studeni i prosinac 1965.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Studeni	Prosinac	Od početka godine	Studeni	Prosinac	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	53.180	71.570	750.970	76,7	105,4	95,8
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	4.000	4.646	48.266	114,3	92,9	86,5
	Rudnik — Pregrada	6.756	6.650	77.060	119,0	110,6	100,7
	Ostali	4.921	5.326	65.759	82,7	84,7	92,5
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	13.387	14.723	172.188	89,8	101,8	101,2
	Dalmacija: Rudnik Siverić	5.808	6.200	83.534	81,8	84,4	86,2
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.871	1.474	21.477	104,2	96,9	90,2
	Svega mrki	36.743	39.019	468.284	94,4	96,1	94,7
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Ladanjski ugljen., Ivanec	28.581	31.664	359.030	99,9	96,1	98,9
	Zagorski rudnici, Konjščina	8.935	8.687	108.264	90,2	78,6	89,7
	Rudnik lignita Poljanica	4.587	5.169	55.323	107,0	107,7	92,8
	Ostali	1.343	1.552	17.660	77,0	72,0	83,4
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	8.539	8.782	100.216	118,0	107,0	110,8
	Ostali	5.631	6.447	74.247	85,2	92,6	103,0
	Ostala područja	1.709	1.328	23.064	127,1	69,0	144,4
	Svega lignita	59.325	63.629	737.804	99,3	93,5	99,3
	Ukupno sve vrste ugljena	149.248	174.218	1,957.058	88,8	98,7	96,8

NAPOMENA: [1] obuhvaća bivše koprivničke ugljenokope — Koprivnica te križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kalorija)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	11. 1965.	2.460	87	832	1.541	1.088	101
	12. 1965.	2.640	117	920	1.603	2.057	143
Indeks na bazi	11. 1964.	104,2	80,5	96,7	110,4	58,5	101,0
	12. 1964.	104,3	100,0	100,7	105,9	103,0	136,1

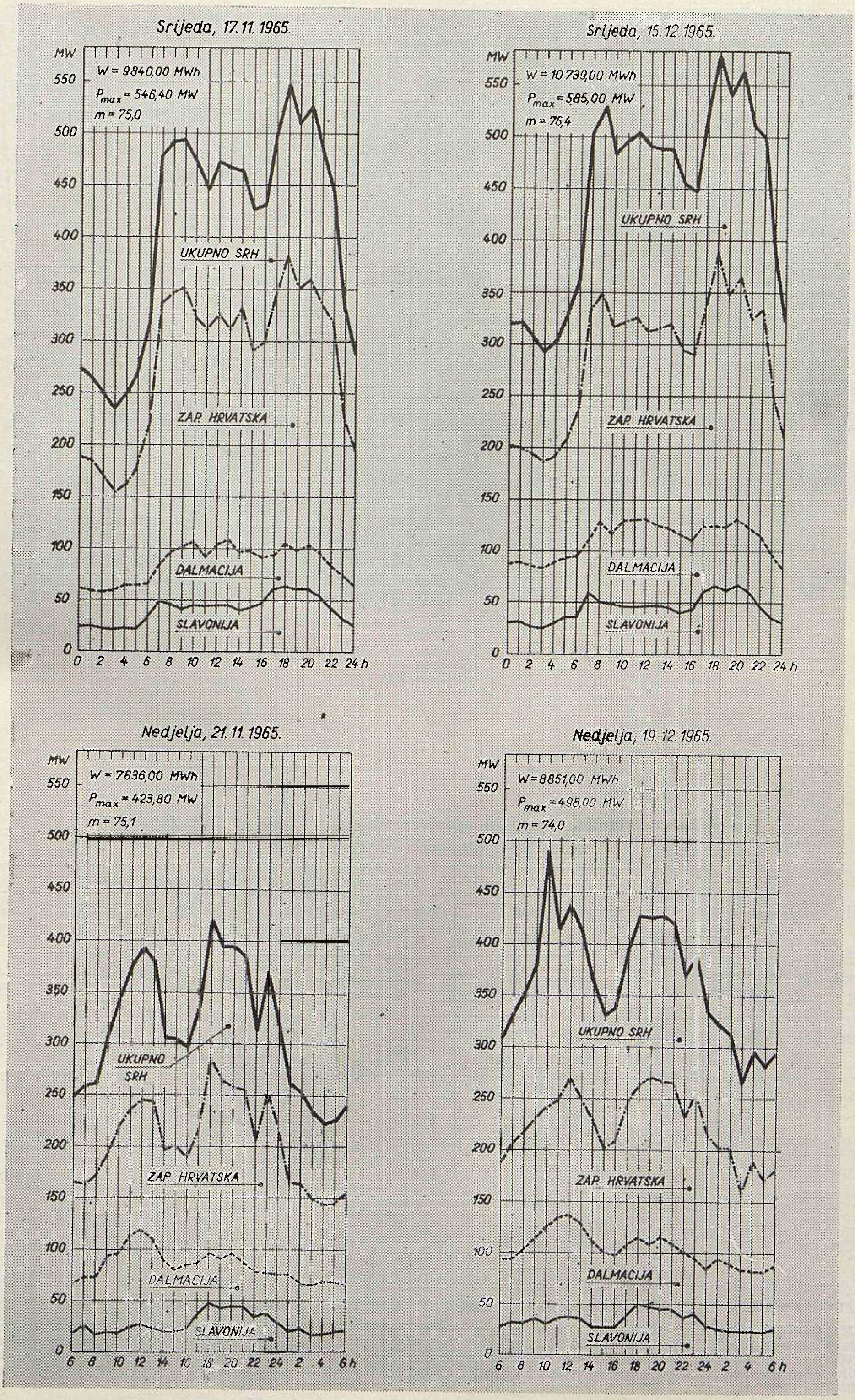
Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1965.

Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Mazivna ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m^3	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	11. 1965.	172.050	29.873	302.504	66.579	1.843	6.476	84.029	5.922	132.195
	12. 1965.	175.346	32.711	326.777	55.534	1.884	10.736	81.950	8.509	153.153
Indeks na bazi	11. 1964.	108,1	107,1	149,6	191,4	176,9	94,1	135.4	56,1	188,5
	12. 1964.	96,1	106,4	135,6	124,4	144,7	91,4	117,1	57,5	171,9

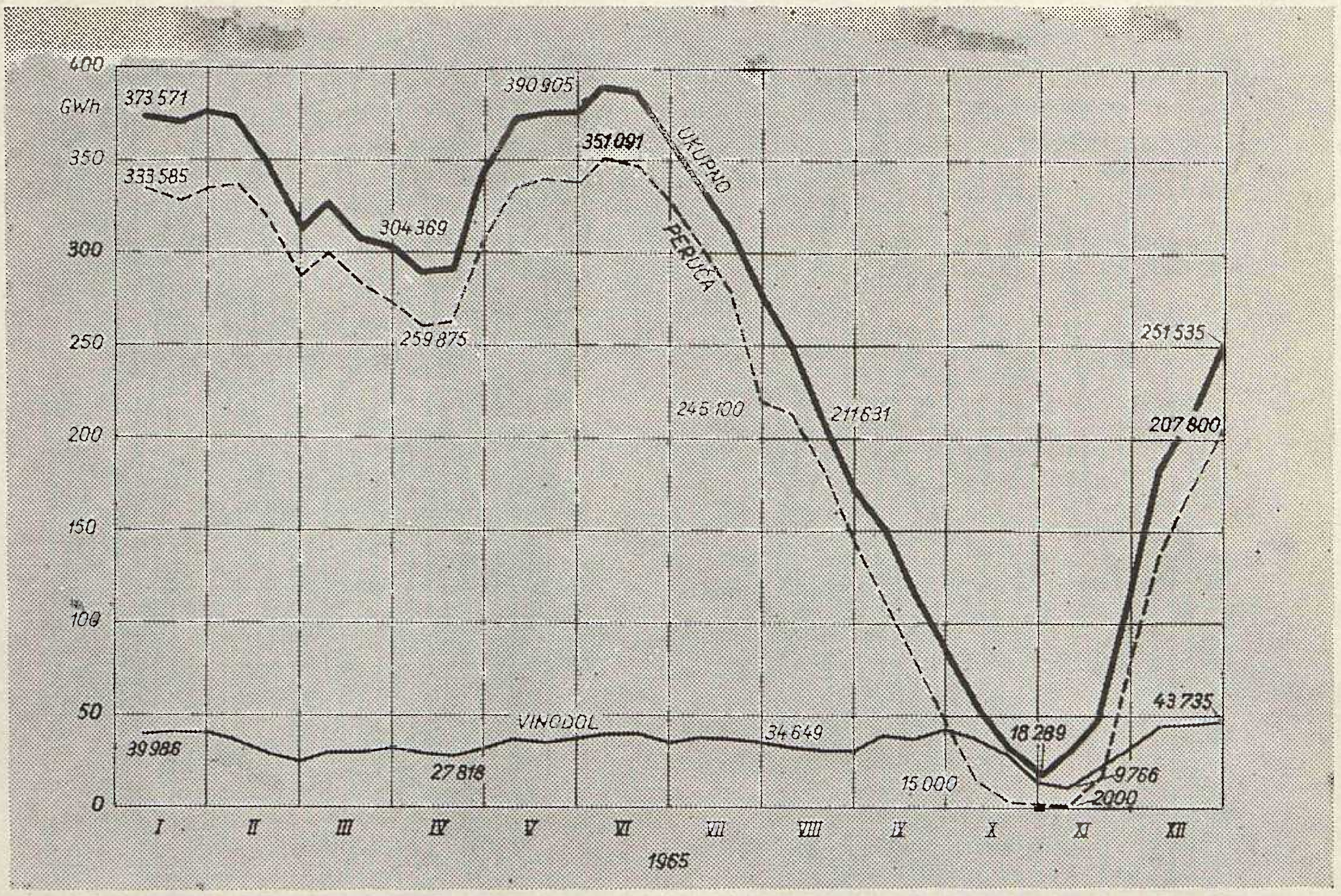
Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1965.

Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
11. studeni 1965.	110	115	115	99	103	113	111	123	101	117
12. prosinac 1965.	126	132	130	115	125	127	125	163	115	126
11. studeni 1964.	103,6	106,4	106,4	95,1	100,9	116,4	100,9	116,0	99,0	104,4
12. prosinac 1964.	113,6	110,0	105,6	104,5	113,6	115,4	101,6	116,4	105,5	107,7

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece studeni i prosinac 1965.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po narodnim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	11. 1965.	1073	597	476	186	48	76	233	141	96	114	90	32	9	48	—
	12. 1965.	1344	933	410	300	32	92	221	161	82	244	67	47	8	90	—
Indeks na bazi	11. 1964.	95	74	144	84	189	72	157	82	102	76	114	87	—	40	—
	12. 1964.	108	107	111	110	105	77	155	99	78	159	85	123	112	73	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

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 - financijjska problematika: Franjo *Kovač.* Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec.* Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić.* Tehnički urednik: Ivan *Šimurina.* Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić.*

GOD. 15 (1966) energija BROJ 3 — 4

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

ISPITIVANJE U MREŽI 110 kV SR HRVATSKE

V. Bego — B. Belin — M. Cvjetičanin — M. Jung i B. Stefanini

Prva izravna ispitivanja struja kratkog spoja i faktora prenapona u mreži 110 kV SR Hrvatske izvršena su od 8. do 12. VI 1965. u TE Jertovec uz suradnju Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Instituta za elektroprivredu, Elektroprenosa, Elektrotehničkog fakulteta i Elektrotehničkog instituta »Rade Končar« iz Zagreba, te TE Jertovec iz Konjščine. U referatu su ukratko opisani radovi na pripremi i provedbi ispitivanja, kao i dobiveni rezultati.

DK 621.316.1

1. Općenito o ispitivanju

Postupci izravnog mjerenja prilika u električkim mrežama visokog napona primjenjuju se u svijetu već dugi niz godina u svrhu dobivanja rezultata, čije bi računsko određivanje zahtijevalo previše pojednostavljenja. Zahvaljujući takvim mjerenjima raspolažemo danas brojnim podacima neophodnim za daljnji razvoj elektroenergetike, no rezultati mjerenja na izvedenim objektima mogu se također korisno upotrijebiti i za verifikaciju računskih postupaka. Kao nedostatak izravnih mjerenja u mreži treba spomenuti neizbježna smetanja pogona prilikom njihovog provođenja kao i neprimjenljivost ove metode na sisteme u osnivanju.

I u našoj zemlji provode se izravna ispitivanja na mrežama nazivnih napona 35, 110 i 220 kV već desetak godina, sa ciljem koji ostaje ograničen na provjeru rada relejne zaštite, ponovnog uklapanja i pokazivanja pogonskih instrumenata, te na mjerenje konstanata i induktivnog utjecaja na susjedne žičane linije dojavnih službi, dok se je o kompleksnijim ispitivanjima dosta diskutiralo i na stručnim savjetovanjima JUNAKO CIGRE. Osnovnu poteškoću predstavlja ovdje svakako činjenica, što naša elektroprivreda ne raspolaže instrumentima koji bi mogli zadovoljiti potrebe širih ispitivanja.

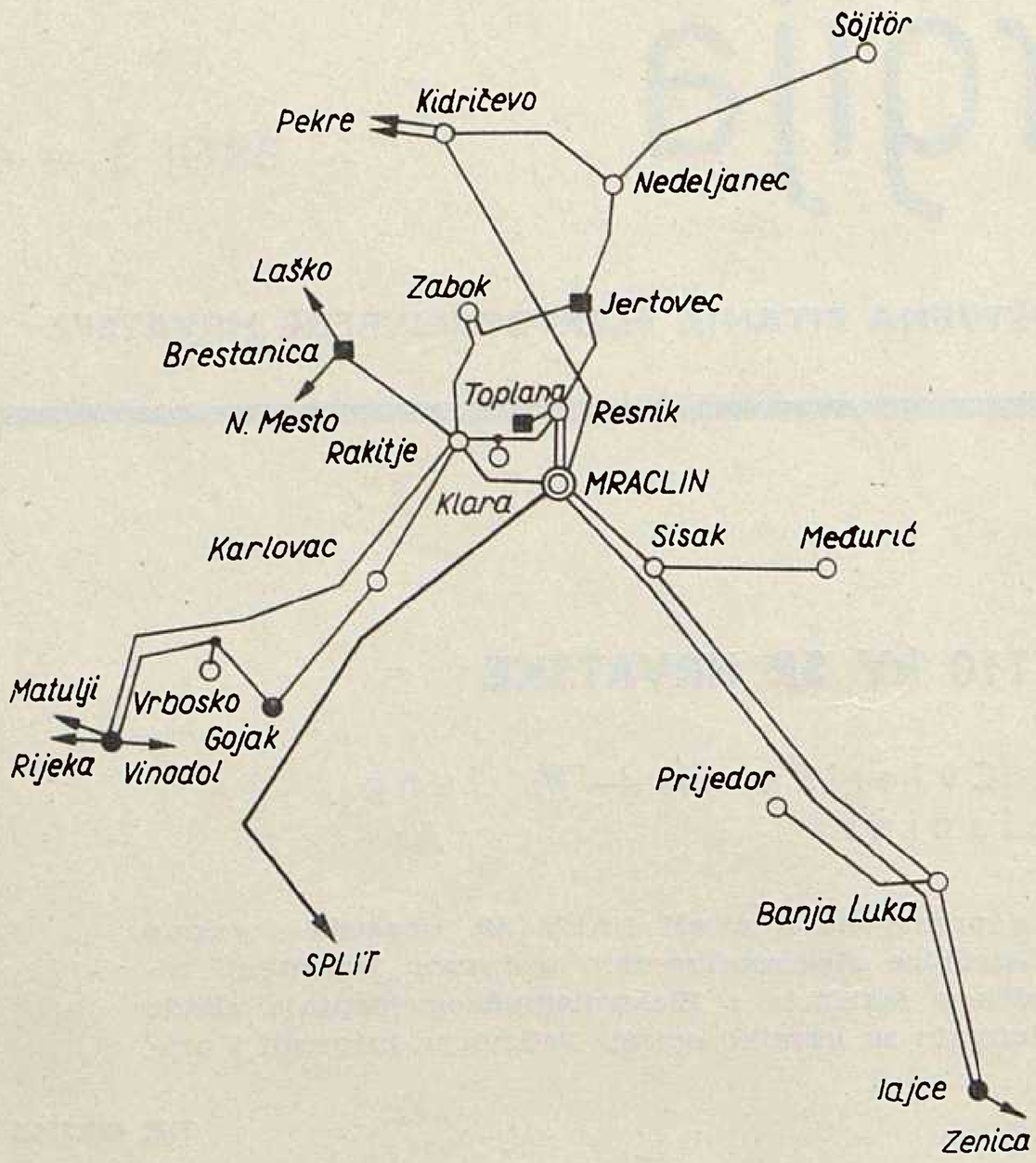
Uz veći broj pokusa provedenih na našim mrežama visokog napona s užom svrhom, spomenimo ovdje samo ispitivanje iz godine 1957., prilikom puštanja u paralelni rad mreže 110 kV Jugoslavije i ona iz godine 1962., prilikom ulaska u pogon voda 220 kV Titograd — Srbobran, kada su se po prvi put u većoj mjeri upotrijebili precizniji postupci za registraciju pojava u mreži.

Uočivši smisao i potrebu provođenja izravnih ispitivanja u mrežama visokog napona, bivša Zajednica elektroprivrednih poduzeća Hrvatske prihvatila je inicijativu Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, te je bilo dogovoreno, da se ispitivanja provedu u suradnji s poduzećem »Elektroprenos« iz Zagreba. Za spomenutu inicijativu pokazali su interes također Elektrotehnički fakultet i Elektrotehnički institut »Rade Končar« iz Zagreba. Kao mjesto ispitivanja odabrano je rasklopno postrojenje 110 kV TE Jertovec. Slika 1 prikazuje kako je ova termoelektrana uklopljena u mrežu 110 kV Hrvatske.

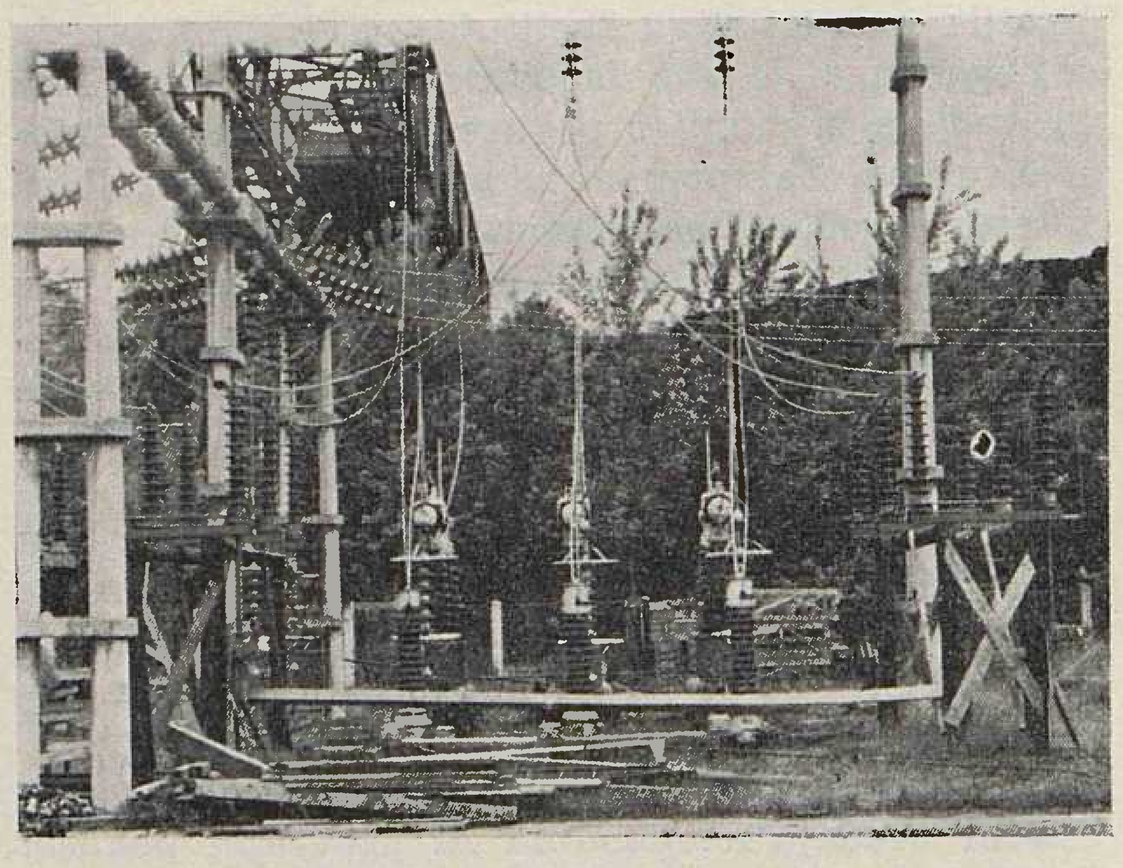
Godine 1964. podignuto je ispitno polje (sl. 2) u produžetku sabirnica 110 kV u Jertovcu, prema jednopolnoj shemi prikazanoj u slici 3. Paralelno s tim pristupilo se izradi kapacitivnih djelila napona i shuntova za mjerenje struja, te programskog valjka i osciloskopa sa 12 kanala kao i svih ostalih uređaja neophodnih za provedbu pokusa.

Međutim, iz energetskih a i drugih pogonskih razloga, ispitivanja su bila provedena tek od 8. do 12. VI 1965. god. pod rukovodstvom štaba ispitivanja, sastavljenog od predstavnika svih zainteresiranih strana. U svemu je obavljeno 30 ispitivanja kako slijedi:

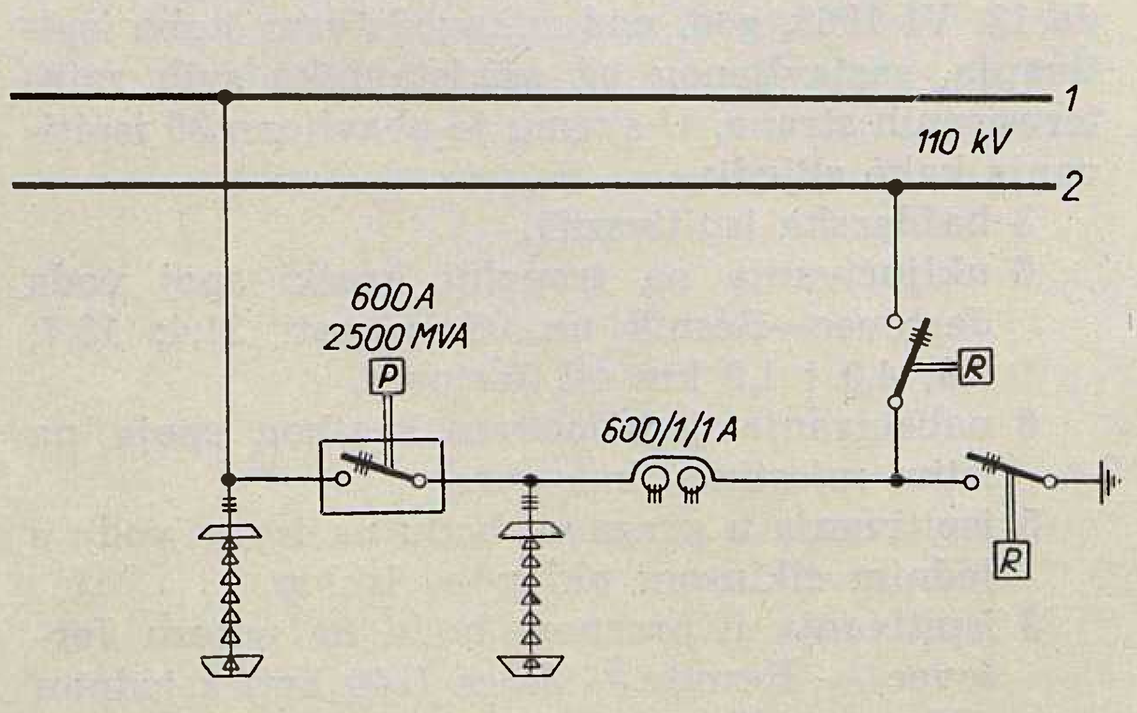
- 3 baždarska ispitivanja,
- 6 uključivanja na tropolni kratki spoj voda Jertovec—Resnik na udaljenosti 31,4; 15,7; 7,8; 4,0 i 1,0 km od Jertovca,
- 6 nabacivanja jednopolnog kratkog spoja na istim mjestima, kao gore,
- 5 ispitivanja u praznom hodu na istom vodu s jednim ciklusom uklop — isklop,
- 3 ispitivanja u praznom hodu na potezu Jertovec — Resnik — Jajce (248 km) s jednim ciklusom uklop — isklop,



Sl. 1. Mreža 110 kV sjeverozapadne Hrvatske sredinom 1965. godine



Sl. 2. Opći pregled na ispitno polje u postrojenju 110 kV TE Jertovec



Sl. 3. Jednopolna shema ispitnog polja

1 ispitivanje u praznom hodu, kao gore, s dva uzastopna ciklusa, uklop —· isklop,

3 sklapanja neopterećenog transformatora 16 MVA s dva uzastopna ciklusa uklop — isklop, i

3 sklapanja neopterećenih transformatora 16 + + 20 MVA, s jednim ciklusom uklop — isklop.

Pri tome su oscilografirane struje u vodičima, pojedini fazni naponi ispred i iza prekidača ili povratni naponi na prekidaču te komande uklopnih i isklopnih elektroventila.

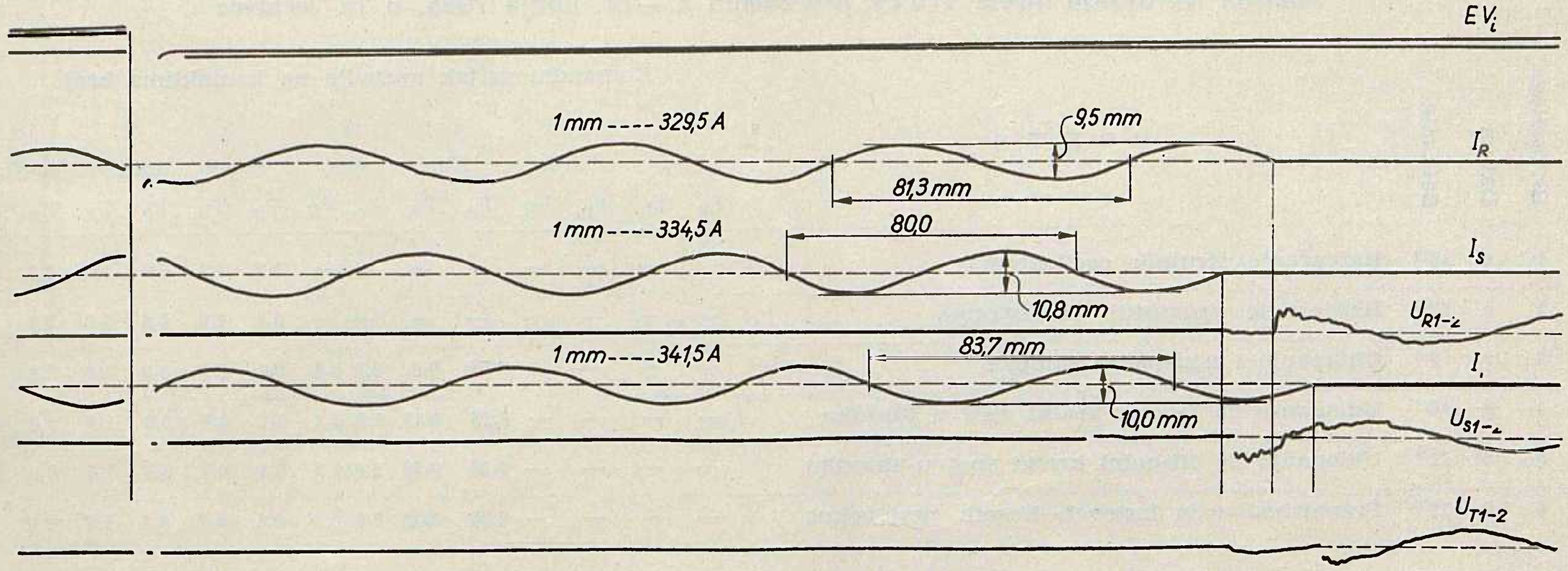
Primjera radi, dan je u slici 4 oscilogram snimljen prilikom isklapanja tropolnog kratkog spoja u vezi sa zemljom na stupu br. 10 voda 110 kV Jertovec—Resnik, na udaljenosti 4,0 km od Jertovca. Tom prilikom oscilografirani su komanda elektroventila isklapanja na kanalu br. 1, struje u fazama R, S i T na kanalima 4, 6 i 8, a povratni naponi u istim fazama na kanalima br. 7, 9 i 11. Na oscilogramu su naznačena mjerila za struje u ovisnosti o razmaku pozitivnih i negativnih tjemenih vrijednosti, dok se prosječna brzina snimanja, neposredno pred isklapanje, može utvrditi sa 4 m/s uz pretpostavku frekvencije od 50 Hz.

O pojedinim detaljima provedenih mjerenja bit će više riječi u slijedećim izlaganjima, ali svakako treba istaći, da su to bila prva kompleksnija mjerenja u mreži 110 kV SR Hrvatske, da je tom prilikom po prvi puta došlo do ostvarenja suradnje organa elektroprivrede, elektroindustrije i naučnih ustanova iz Zagreba na sličnom poslu i da su stečena dragocjena iskustva koja će se moći iskoristiti u daljem radu na unapređenju razvoja i pogona električkih mreža. U ovom trenutku se predviđa, da će započeta suradnja biti eventualno nastavljena i proširena prilikom ulaska u pogon HE Senj.

Da se dobije što bolji uvid u opseg, program i tok mjerenja, u tablici 1 dan je cijeli dnevnik ispitivanja. U dnevniku su naznačena vremena s kojima su bile udešene pojedine komande na odgovarajućim parovima kontakata programskog valjka, i oscilografirane veličine na pojedinim kanalima osciloskopa. Pojedine kratice pri tome znače I-struja, U-napon i EV-elektroventil, dok se indeksi R, S i T odnose na pojedine faze, 1 i 2- na fazne napone prvog i drugog sistema, 1-2 na povratni napon mjeren na stezaljkama sklopke, i- na iskapčanje te u —· na ukapčanje.

2. Mjerenje struje, oscilograf i komandni valjak

Za provedbu ispitivanja u mreži bilo je potrebno omogućiti snimanje struja kratkog spoja, uz upotrebu strujnih transformatora u privremenom ispitnom polju. Pri tome je trebalo voditi računa o činjenici, da za vrijeme kratkog spoja teku kroz strujne transformatore struje daleko veće od nazivnih struja tih transformatora, dakle, daleko izvan onog područja u kojem se garantiraju granice pogrešaka. Osim toga važno je kod



Sl. 4. Oscilogram iskapanja tropolnog kratkog spoja u vezi sa zemljom na stupu br. 10 voda 110 kV Jertovec — Resnik

ovakvih pokusa da strujni transformator vjerno prenese na sekundarnu stranu i istosmjernu komponentu struje kratkog spoja, što se posebno ne zahtijeva kod redovne namjene.

Pogreške koje će nastupiti pri radu strujnog transformatora u ovakvim uvjetima, najzgodnije je odrediti razmatrajući odvojeno njegovo ponašanje kod prenošenja simetrične komponente udarne struje kratkog spoja od ponašanja kod prenošenja istosmjerne komponente struje kratkog spoja.

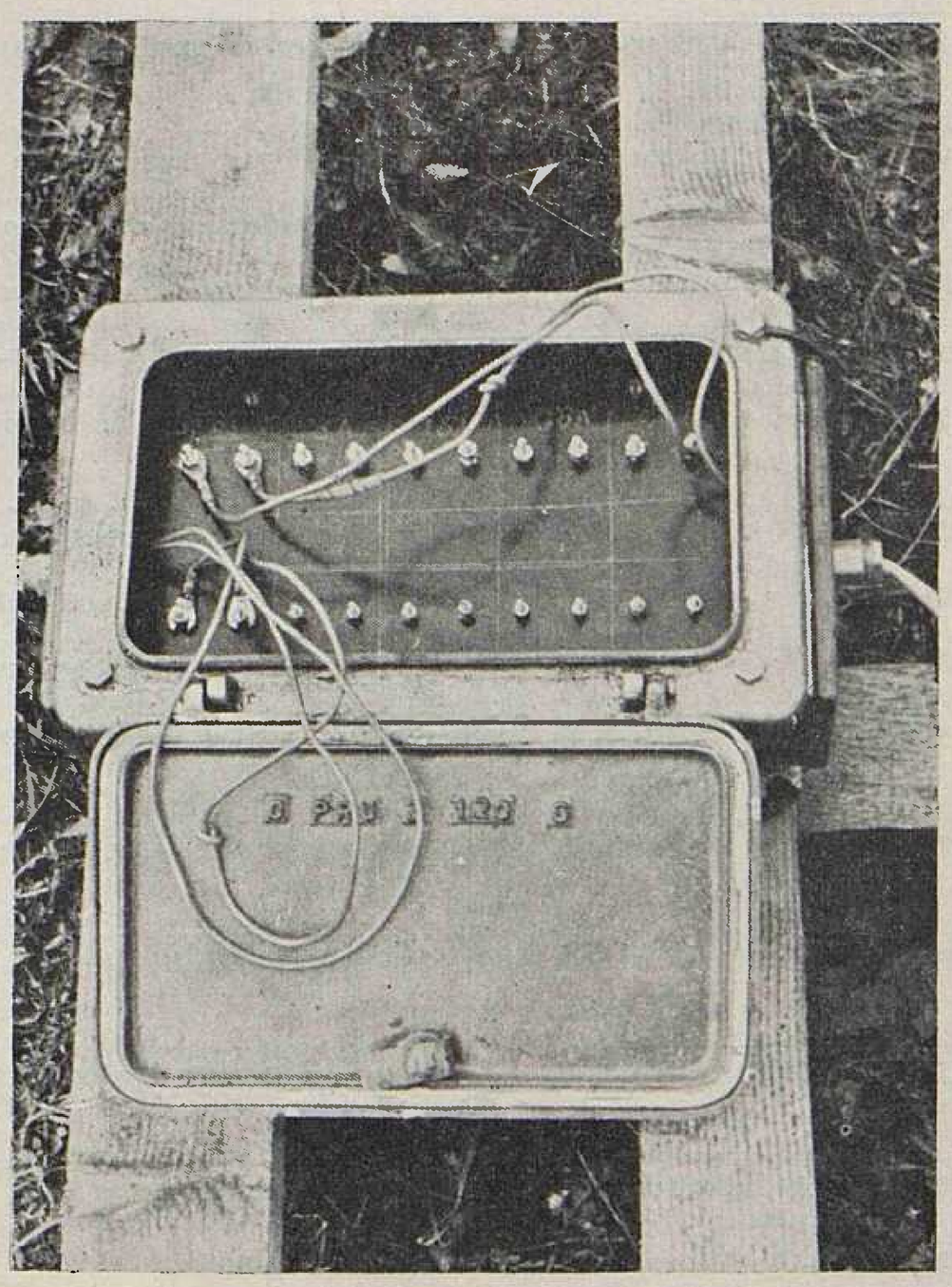
Jednostavna razmatranja pokazuju, da će mjerenje izmjenične komponente biti pouzdano i kod struja daleko većih od nazivnih, ako se smanji otpor tereta priključenog na sekundarne stezaljke strujnog transformatora. Stoga je predviđeno da se sekundarno priključi samo shunt s više odvojaka (sl. 5) tako odabran, da na njemu za vrijeme kratkog spoja nastupi pad napona od cca 2 V, kolikc je potrebno da bi oscilograf dobio zadovoljavajuće otklone. Mjerenjem struje magnetiziranja ugrađenih strujnih transformatora APU-123 2 × × 300/1/1 A, kl. 0,5/1 za 60/60 VA dobiveno je, da magnetska vodljivost relejne jezgre postiže najmanju vrijednost kod cca 180 V. Daljnjim porastom napona počinje vodljivost rasti. Kakc je radni otpor sekundarnog namota relejne jezgre kod ovog transformatora cca 11 oma, a rasipni sekundarni gotovc zanemariv, postiže se napon od 180 V kod sekundarnih struja koje su 16,2 puta veće od nazivne. Pri tom su pogreške strujnog transformatora i manje nego kod nazivnih struja, ako se ne vodi računa o korekciji broja zavoja.

Vidimo, dakle, da se upotrebom shuntova maloga otpora postiže zadovoljavajuća tačnost simetrične komponente udarne struje kratkog spoja, koja je daleko veća od nazivne struje transformatora.

Kod mjerenja istosmjerne komponente struje kratkog spoja, koja opada po eksponencijalnom zakonu, razmatranja pokazuju da će pogreška ovisiti o odnosu između vremenske konstante T_0 sekundarnog kruga strujnog transformatora. Pri tom je $T_0 = L\,(R_2 + R_t)$, gdje je L induktivitet sekundarnog namota, a $R_2 + R_t$ djelatni otpor sekundarnog namota i tereta (shunta). Maksimalna procentualna pogreška reducirana na početnu vrijednost istosmjerne komponente kratkog spoja dobiva se iz izraza:

$$p_{max}\% = \frac{T}{T_0 - T}\left[\left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{T}{T_0-T}} - \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{T_0}{T_0-T}}\right] 100 \,.$$

Iz slike 6 vidimo, da npr. kod omjera $T/T_0 = 0{,}01$ ta pogreška iznosi 0,96%, dok je kod omjera



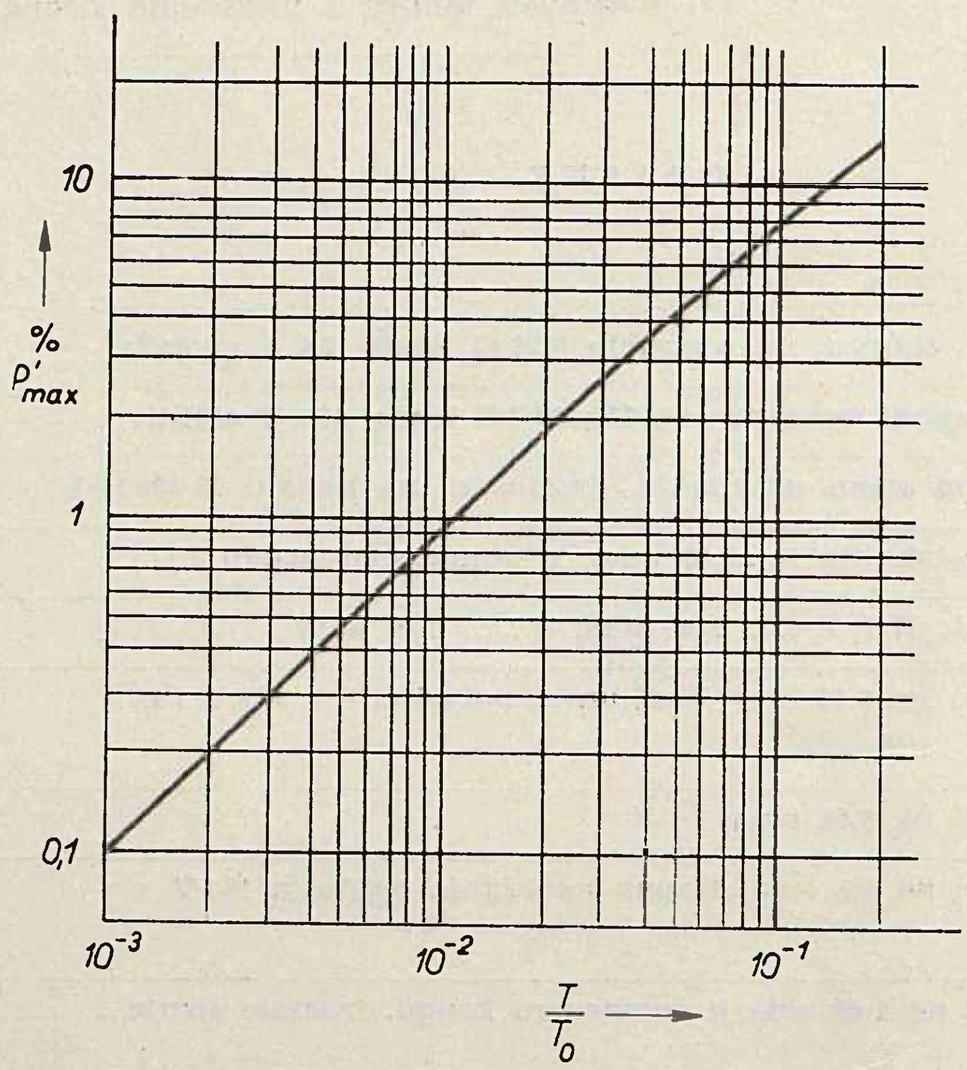
Sl. 5. Kutija sa shuntom za mjerenje struja

Dnevnik ispitivanja mreže 110 kV provedenih 8.—12. lipnja 1965. u TE Jertovec

Br. oscilogr.	Datum	Sat i min.	POKUS	Komandni valjak upravlja na kontaktima broj													
				2		3		4		5		8		9		10	
				EV_i		EV_u		EV_i		EV_u		svjetlo		kočnica		spojka	
				T_p	T_K	T_p	T_K	T_p	T_K	T_p	T_K	T_p	T_K	T_p	T_K	T_p	T_K
1	8	12^{00}	Baždarenje strujnih oscilograma	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0.6	0.6	1.8	0,1	0.6
2	8	22^{00}	Baždarenje naponskih oscilograma	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0,6	0.6	1.8	0,1	0.6
3	9	9^{30}	Uklapanje i isklapanje sklopke	—	—	—	—	0,59	0,8	0,2	0.4	0.1	0.9	0.9	1,9	0.0	0.9
4	9	10^{25}	Uklapanje na I-polni kratki spoj u Resniku	—	—	—	—	0,35	0.55	0,0	0.2	0.1	0.9	0.9	1.9	0,0	0,9
5	9	11^{10}	Uklapanje na III-polni kratki spoj u Resniku	—	—	—	—	0.35	0.55	0,0	0.2	0.1	0.7	0.7	1.7	0.0	0.7
6	9	12^{30}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik, prvi pokus	—	—	—	—	0.35	0.55	0.0	0,2	0.1	0.7	0.7	1.7	0.0	0.7
7	9	17^{45}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik, drugi pokus	—	—	—	—	0.45	0,65	0.1	0,3	0.1	0.7	0.7	1.7	0.0	0.7
8	9	18^{07}	Uklapanje na III-polni kratki spoj u Resniku, ponovljeni pokus	—	—	—	—	0.45	0.65	0.1	0,3	0.1	0.7	0.7	1.7	0.0	0.7
9	10	11^{06}	I-polni kratki spoj na stupu br. 41 voda Jertovec-—Resnik	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	1.0	1.0	2,0	0.0	1.0
10	10	12^{35}	Uklapanje III-polni kratki spoj na stupu 41 voda Jertovec—Resnik	—	—	—	—	0.45	0.65	0,1	0.3	0.1	0.7	0.7	1.7	0,0	0.7
11	10	14^{04}	I-polni kratki spoj na stupu br. 41, ponovljeni pokus	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	1.0	1.0	2.0	0,0	1,0
12	10	17^{39}	I-polni kratki spoj na stupu br. 24 voda voda Jertovec-Resnik	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	1.0	1.0	2,0	0.0	1,0
13	10	18^{45}	Uklapanje na III-polni spoj na stupu br. 24 voda Jertovec—Resnik	—	—	—	—	0.45	0,65	0,1	0,3	0.1	0,7	0,7	1.7	0,0	1,0
14	11	13^{51}	I-polni kratki spoj na stupu br. 10 voda Jertovec—Resnik	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4	2.3	2.3	2,9	0.3	2,3
15	11	14^{40}	Uklapanje na III-polni kratki spoj na stupu br. 10 voda Jertovec—Resnik	—	—	—	—	0.45	0,65	0.1	0.3	0.0	0,7	0,7	1.7	0.0	0.7
16	11	16^{30}	Prazni hod Tr. II. prvi pokus, dva ciklusa	1,35	1.55	1.0	1.2	0,45	0.65	0,1	0,3	0.1	1,6	1.6	2,6	0.0	1.6
17	11	17^{00}	Prazni hod Tr. II, drugi pokus, dva ciklusa	1,35	1,55	1.0	1.2	0.45	0.65	0,1	0,3	0.1	1,6	1,6	2,6	0,0	1,6
18	11	17^{00}	Prazni hod Tr. II, treći pokus, dva ciklusa	1,35	1,55	1.0	1.2	0.45	0,65	0,1	0,3	0.1	1.6	1.6	2,6	0,0	1,6
-9	11	17^{36}	I-polni kratki spoj na stupu br. 3 voda J—R	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	2,6	2.6	3.0	0.0	2.6
20	11	18^{14}	Uklapanje na III-polni kratki spoj na stupu br. 3 voda Jertovec—Resnik	—	—	—	—	0.45	0.65	0.1	0.3	0.5	0,7	0.7	1,7	0.0	0.7
21	12	8^{34}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik, treći pokus	—	—	—	—	0,45	0.55	0,1	0,3	0,1	0.7	0.6	1.6	0.0	0.6
22	12	8^{38}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik, četvrti pokus	—	—	—	—	0.45	0.55	0,1	0,3	0.1	0.7	0.6	1,6	0,0	0.6
23	12	8^{48}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik, peti pokus	—	—	—	—	0.45	0,55	0,1	0,3	0.1	0.7	0.6	1.6	0.0	0.6
24	12	9^{50}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik—Jajce, prvi pokus	—	—	—	—	0.45	0.55	0,1	0,3	0.1	0.7	0.6	1.6	0.0	0.6
25	12	9^{50}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik—Jajce, drugi pokus	—	—	—	—	0.45	0.55	0,1	0,3	0.1	0.7	0.6	1.6	0.0	0.6
26	12	10^{04}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik—Jajce, treći pokus, dva ciklusa	1.25	1.45	0,9	1,1	0,45	0,55	0,1	0.3	0.1	1.55	1.5	2,5	0,1	1,5
27	12	11^{06}	Prazni hod voda Jertovec—Resnik—Jajce, četvrti pokus	—	—	—	—	0.45	0,55	0,1	0.3	0,1	0.7	0,6	1,6	0.0	0,6
28	12	13^{06}	Prazni hod Tr. I+II, prvi pokus	—	—	—	—	0.45	0.55	0,1	0.3	0.1	0,7	0.6	1,6	0,0	0.6
29	12	13^{06}	Prazni hod Tr. 1+II, drugi pokus	—	—	—	—	0,45	0,55	0,1	0.3	0.1	0,7	0,6	1,6	0,0	0,6
30	12	13^{20}	Prazni hod Tr. I+II, treći pokus	—	—	—	—	0,45	0,55	0,1	0.3	0,1	0.7	0,6	1,6	0,0	0,6

(nastavak tablice s prethodne strane)

Osciloskop na kanalu													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		OPASKE
Snima													
—	—	—	I_R	—	I_S	—	I_T	—	—	—	—	1	**Struja u shuntu, na području 0.24 Ω iznosi 7,8 A efektiv**
—	—							—	—	—	—	2	**Fazni naponi** na napon tr. 110.000/100 iznosi 61.2 V efektiv
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	500 Hz	3	Uhvaćeno **samo uklapanje.** (Oscilosk., na kanalu 12 500 Hz)
—	U_{R2}	U_{S2}	—	U_{T2}	$3I_O$	U_{R1}	—	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	4	**Područje shunta S....0,60** oma, **u sumarnom krugu**
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	5	**Shuntovi: R i T** ..... 0,60 oma, S ..... 0,24 oma
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	6	**Shuntovi na 6,00 oma.** Izmijenjen **polaritet 1, 3, 5, 7, 9, i 11 kanala**
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	7	**Shuntovi** na 6,00 oma.
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	8	**Shuntovi na 1,2 oma.** Napon napajanja **oscilosk. 150 V**
—	U_{R2}	U_{S2}	—	U_{T2}	$3I_O$	U_{R1}	—	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	9	**Shunt S na 0,60 oma u sumarnom krugu.** Izostale struje
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	10	**Shuntovi na** 0.60 oma. **>I ....0,26 S. Napon oscilosk.< 150 V**
—	U_{R2}	U_{S2}	—	U_{T2}	$3I_O$	U_{R1}	—	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	11	Shunt S na 0,60 oma. Prelaz na napajanje iz G II
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	12	**Shuntovi na** 0,24 oma. Uhvaćeno samo uklapanje
—	U_{R2}	U_{S2}	I_T	U_{T2}	I_S	U_{R1}	I_R	U_{S1}	U_{T1}	EV_i	—	13	**Shuntovi na 0,24** oma.
EV_i	—	—	I_R	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	14	**Shuntovi na 0.24 oma. Prekasno uhvaćeno**
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	I_{R1-2}	I_T	U_{S1-2}	—	U_{T1-2}	—	15	**Shuntovi** na 0.24 oma
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	**16**	**Shuntovi na 6.0 oma**
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	17	
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	18	
EV_i	—	—	I_R	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	19	**Shuntovi na 0,24 oma. Prekasno uhvaćen.**
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	I_{R1-2}	I_T	U_{S1-2}	—	U_{T1-2}	—	20	**Shuntovi** na 0,24 oma
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	21	**Shuntovi na 6,00 oma**
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	22	
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	**I_S**	**U_{T2}**	**I_T**	**U_{R1}**	**U_{S1}**	**U_{T1}**	—	23	
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	**I_S**	**U_{T2}**	I_T	U_{R1}	**U_{S1}**	U_{T1}	—	24	
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	25	
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	26	
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	**U_{T2}**	I_T	**U_{R1}**	U_{S1}	U_{T1}	—	27	
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	28	
EV_i	**U_{R2}**	**U_{S2}**	**I_R**	—	I_S	**U_{T2}**	I_T	U_{R1}	U_{S1}	U_{T1}	—	29	
EV_i	U_{R2}	U_{S2}	I_R	—	I_S	U_{T2}	I_T	U_{R1}	**U_{S1}**	U_{T1}	—	30	



Sl. 6. Maksimalna pogreška mjerenja istosmjerne struje u ovisnosti o mjerenju vremenskih konstanti

$T/T_0 = 0{,}1$ već 7,74%. Vremenska konstanta T_0 sekundarnog kruga upotrebljenih strujnih transformatora kretala se od 1 do 3,5 s ovisno o otporu shunta i veličini sekundarne struje, što omogućava zadovoljavajuće tačno snimanje istosmjernih komponenta, čija je vremenska konstanta manja od cca 0,1 s.

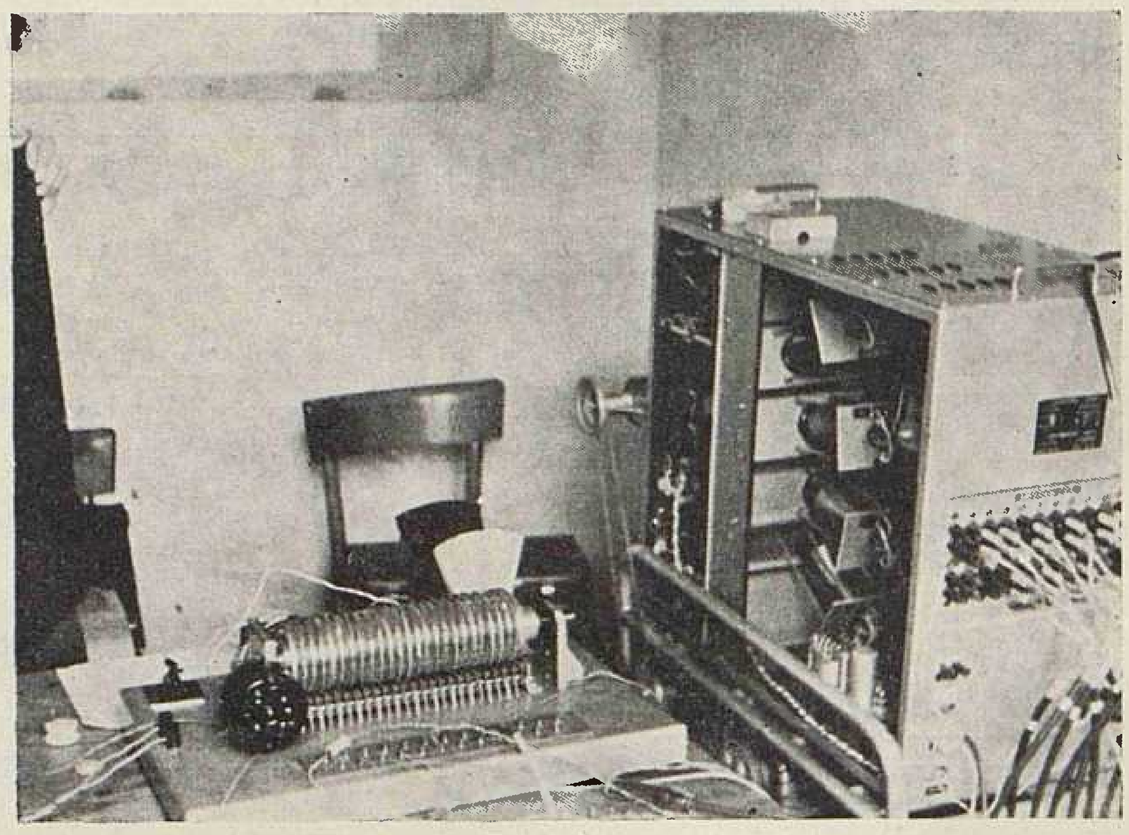
Za potrebe ovih mjerenja izrađen je poseban shunt od bifilarno motanih manganskih traka. Odvojci na shuntu su tako odabrani, da se postiže pad napona od 2 V kod slijedećih primarnih struja: 200, 500, 1000 i 5000 A. Ukupni otpor shunta iznosi 6 oma, a otpor između odvojaka predviđenih za mjerenje struja do 5000 A iznosi 0,24 oma.

Za snimanje struja i napona upotrijebljen je eksperimentalni oscilograf s 12 katodnih cijevi, izrađen u Elektrotehničkom institutu poduzeća »Rade Končar«. Snimane pojave izazivaju horizontalne otklone svjetlosne mrlje na zastorima katodnih cijevi. Preko prikladne optike odslikavaju se svjetlosne mrlje na filmsku traku širine 18 cm, koja se pomoću motornog pogona može pomicati brzinom i do 5 m/s. Otklanjanje svjetlosne mrlje se postiže bilo priključivanjem snimanog napona na jedan par otklonskih pločica katodnih cijevi, bilo pomoću svitaka montiranih uz grlo katodne cijevi. Prvo se rješenje upotrebljava za snimanje napona iznad cca 50 V, dok je drugo rješenje prikladno za mjerenje manjih napona, pa je ono uzeto kod snimanja struja kratkog spoja.

Kod provođenja ispitivanja na mreži bilo je potrebno unutar kratkog vremena izvršiti više komandi određenim redoslijedom. Npr. potrebno je najprije uključiti jedan ili više oscilografa, uključiti prekidač za dobivanje kratkog spoja, isključiti kratki spoj pomoću istog ili posebnog prekidača, isključiti oscilograf, itd. U tu svrhu je izrađen komandni valjak s 25 grebena, od kojih 24 služe za davanje komandi, dok zadnji služi za isključivanje pogonskog motora valjka nakon što je komandni valjak napravio jedan okret. Ispod valjka nalazi se 25 tipki koje grebeni pritiskom isključuju. Tipke služe za davanje potrebnih komandi, a početak i trajanje komande može se po volji podešavati ručnim zakretanjem grebena na komandnom valjku. Trajanje jednog okretanja valjka iznosi 3 s, a vrijeme koje se može iskoristiti za davanje komandi iznosi 2,6 s. Tačnost podešavanja komandi iznosi ± 0,005 s.

U slici 7 prikazan je konačni valjak smješten na stolu pored oscilografa u komandnoj prostoriji.

Sl. 7. Programski valjak i osciloskop



3. Mjerenje napona

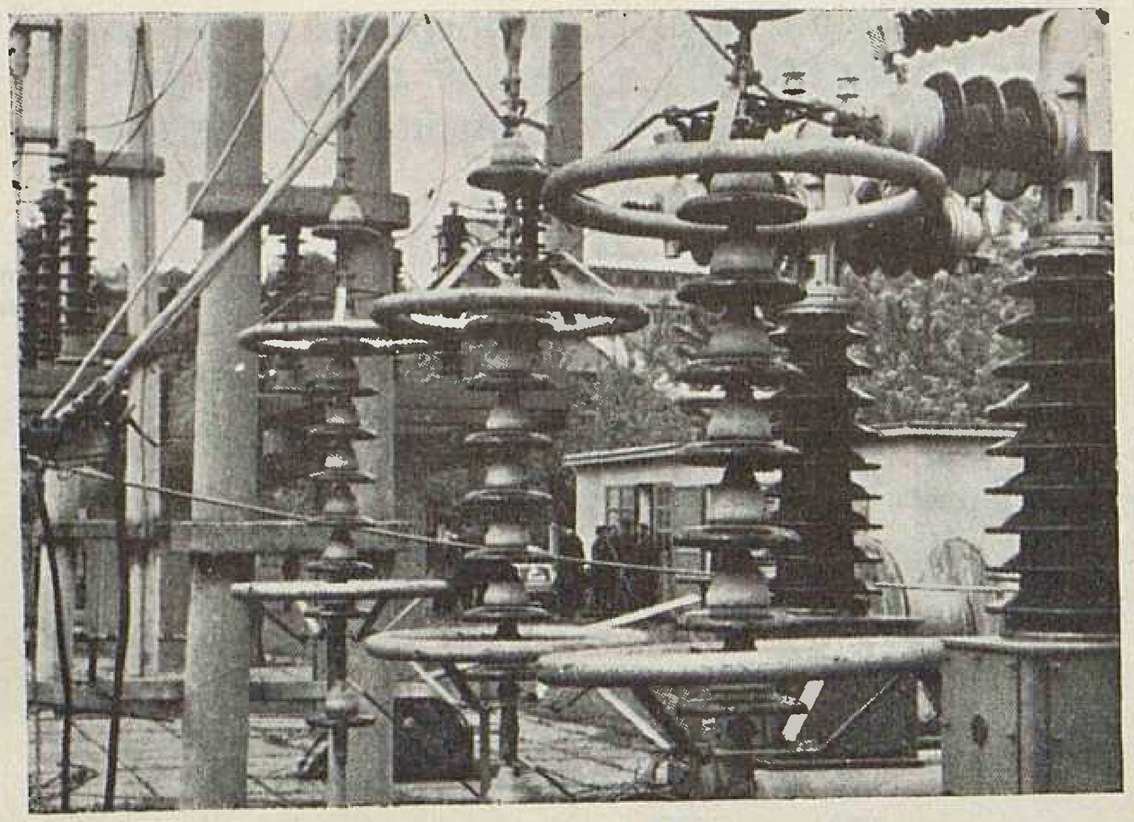
Prilikom ovih ispitivanja trebalo je mjeriti amplitude prelaznih pojava određenog spektra frekvencija, počevši od pogonske pa do najviše frekvencije koja se može pojaviti kod ovakvih ispitivanja.

U tu je svrhu bilo izabrano kapacitivno djelilo napona kao najprikladnije, kako u pogledu vjernog prenošenja istraživanih pojava tako i s obzirom na to, da ne predstavlja značajno opterećenje na mjestu mjerenja.

Budući da za mjerenja u mreži nisu postojala djelila laboratorijskog tipa, improvizirano je djelilo od lanca izolatora tipa K 3. Na slici 8 prikazana su djelila napona ugrađena u tri faze istiptno polja u TE Jertovec.

S obzirom na upotrebu lànca u mjerne svrhe, tj. za postizanje bolje tačnosti mjerenja, lanac je bio izveden u nešto modificiranom obliku. Mjerna struja je prolazila kroz visokonaponski kondenzator čije su elektrode bile dva zaštitna prstena, dok je sam lanac izolatora služio samo kao mehanički nosač.

Niskonaponski dio djelila se sastojao od niza kondenzatora, koji su bili priključeni u onolikom broju, koliko je bilo potrebno da se na osciloskopu dobije dovoljno velika amplituda napona.



Sl. 8. Kapacitivno djelilo napona ugrađeno u ispitno polje. U pozadini komandna zgrada

U pogledu sigurnosti u radu, razmak visokonaponskih elektroda bio je tako odabran, da je preskočni napon bio za preko 50% viši od najvišeg napona koji se mogao pojaviti. Niskonaponski odvodnik i zaštitno iskrište je bilo sposobno da podnese struje i do nekoliko stotina ampera.

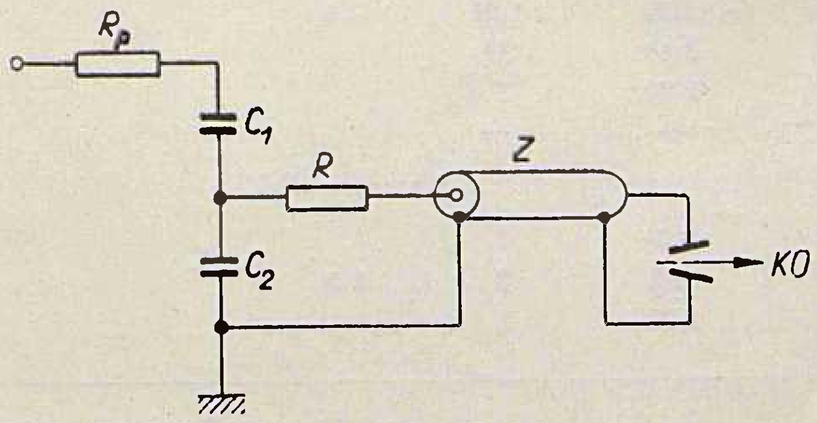
Donji kraj djelila bio je uzemljen posebnim vodičem, a osim toga i usidren, da bi se izbjeglo mijenjanje položaja prema djelilima drugih faza.

Ukupno je bilo postavljeno šest djelila napona, smještenih ispred i iza prekidača. Djelila su bila povezana s osciloskopom pomoću koaksijalnog kabela valnog otpora $Z = 75$ oma.

Međusobni utjecaj djelila smanjen je odgovarajućim razmakom i baždarenjem na mjestu mjerenja. Kod izbora prstena, za visokonaponski dio, posebno je istražen utjecaj korone. Ispitivanja su pokazala da standardni prsteni ne odgovaraju za tu svrhu, jer je pojava korone u velikoj mjeri utjecala na omjer prijenosa djelila. Tako je izmjereno da se na nivou od 300 kV pozitivnog polariteta, omjer prijenosa djelila promijenio za 15%. Zbog toga je bilo potrebno da se za elektrode uzmu prsteni od ventilnih odvodnika, čime se utjecaj korone smanjio na oko 1,5%.

Kapacitet je takvog kondenzatora, izvedenog od prstena, iznosio oko 11,6 pF.

Na nadomjesnoj shemi djelila, slika 9, prikazani su još i prigušeni otpornik R_p, radi prigušenja visokofrekventnih oscilacija, te otpornik $R = Z$ radi smanjenja refleksija.



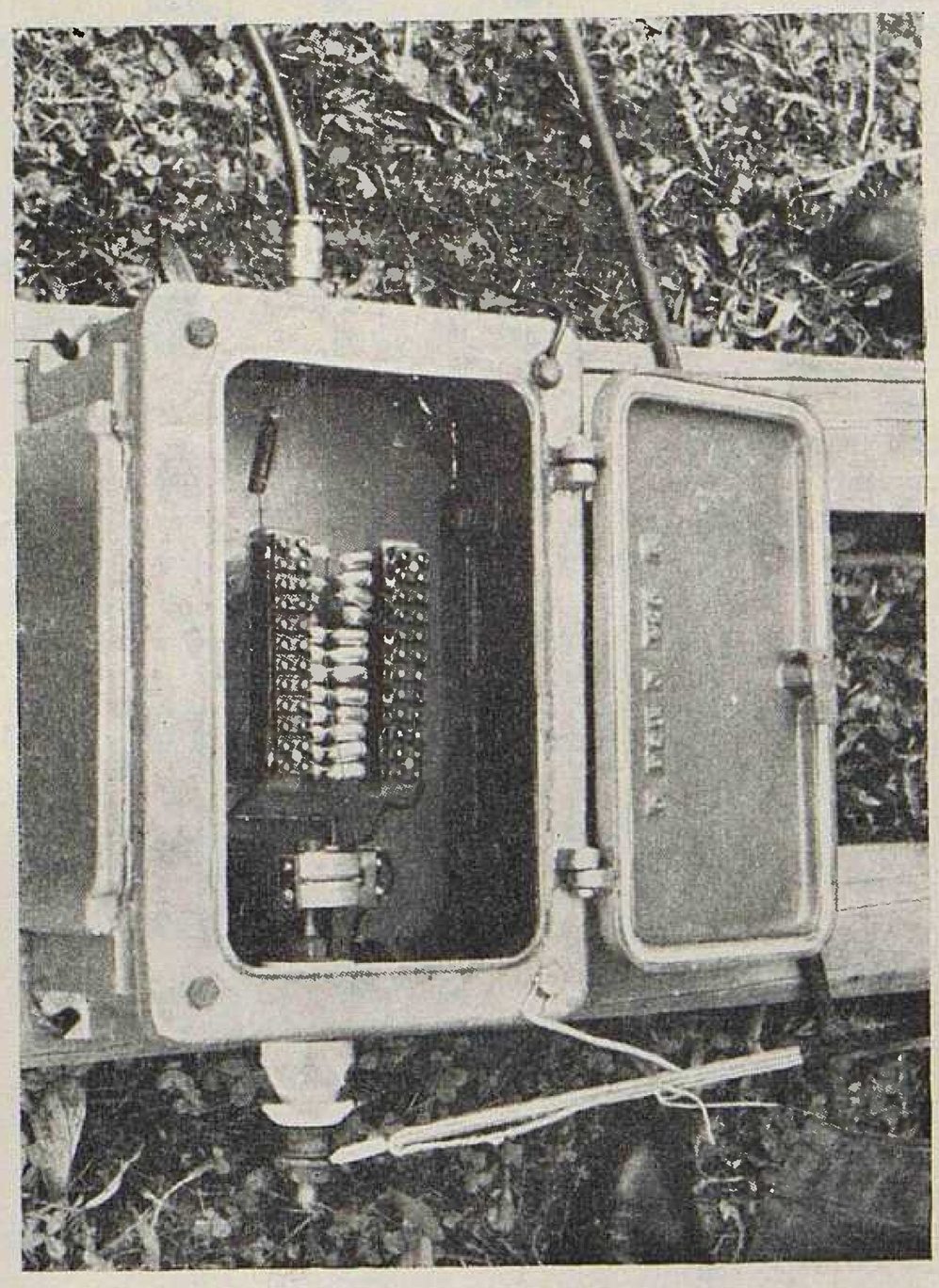
Sl. 9. Nadomjesna shema djelila

Uz izvedbu djelila na opisani način i provedbu mjerenja uz utvrđene uvjete, ocijenjeno je da pogreška mjerenja može iznositi od 5 do 10%, što je posve zadovoljavajuće.

Kutiju s niskonaponskim uređajima za mjerenje napona prikazuje slika 10.

4. Rezultati mjerenja kratkog spoja

Analiza rezultata mjerenja kratkog spoja izvršena je na temelju oscilograma, poput onoga u slici 1. U spomenutom slučaju zatezanje isklapanja iznosilo je oko 3,8 perioda a trajanje lûka oko 0,3 periode, što za ukupno vrijeme isklapanja daje oko 4,1 periode ili oko 0,08 s. Redoslijed gašenja struja pri tom je bio S-R-T (tropolni kratki spoj



Sl. 10. Kutija sa niskonaponskim uređajima za mjerenje napona

u vezi sa zemljom), dok su pojedine struje iznosile:

$$I_R = 0{,}3295 \cdot 9{,}6 = 3{,}16 \text{ kA},$$
$$I_S = 0{,}3345 \cdot 10{,}8 = 3{,}62 \text{ kA},$$
$$I_T = 0{,}3415 \cdot 10{,}0 = 3{,}42 \text{ kA},$$

iz čega za isklopnu struju slijedi

$$I_R = \frac{1}{3}(3{,}16 + 3{,}62 + 3{,}42) = 10{,}2\,3 = 3{,}4 \text{ kA}.$$

Analizirajući na sličan način i struje kod ostalih kvarova možemo dobivene vrijednosti (u kA) prikazati tablicom 2.

Struje kratkog spoja u kA na vodu Jertovec—Resnik

Tablica 2

Mjesto kvara	Vrsta kratkog spoja	
	Tropolni	Jednopolni
TS Resnik	2,3	1,8
Stup br. 41	2,9	2,4
Stup br. 24	3,2	2,7
Stup br. 10	3,4	3,5
Stup br. 3	3,9	4,1

Iz snimljenih oscilografa mogu se izvući još i različiti drugi detalji, o čemu se može više naći u odgovarajućem elaboratu Instituta za elektroprivredu.

Izmjereni faktori prenapona

Tablica 3

Sklapanje dalekovoda ili transformatora	Broj oscilograma	UKLAPANJE								
		Ispred sklopke				Iza sklopke				Max
		Faza				Faza				
		R	S	T	Max	R	S	T	Max	
Jertovec—Resnik	6	1,21	1,15	1		?	1,38	1,27		
	7	1,06	1,33	1,18		1,46	1,46	1,26		
	21	1,32	1	1	1,33	1,29	1,39	1	2,19	
	22	1	1,21	1,22		1	1,61	1,24		
	23	1	1	1,16		1	2,19	1		
										2,19
Jertovec—Jajce	24	1,16	1	1,27		1	1	1,21		
	25	1	1	1,18		< 1	1,62	< 1		
	26a	1,34	1,20	1	1,34	1,46	1	1	1,85	
	26b	1,16	1	1,19		1,27	1,31	1,12		
	27	1,13	1,21	1,27		< 1	1,85	1,23		
										2,53
Jedan transformator + 1500 m kabela	16a	1	1	1		?	1,89	?		
	16b	1	1	1		?	2,53*	1		
	17a	1	1	1		1,24*	1,82*	1,36	2,53	
	17b	1	1	1	1	?	1	1,30*		
	18a	1	1	1		?	1,90	?		
	18b	1	1	1		1*	1,84	1,29*		
										2,53
Dva transformatora + 1500 m kabela	28	1	1	1		?	?	1*		
	29	1	1	1	1	1	1,5	?		
	30	1	1	1		?	1,62*	?	1,62	

Sklapanje dalekovoda ili transformatora	Broj oscilograma	ISKLAPANJE								
		Ispred sklopke				Iza sklopke				Max
		Faza				Faza				
		R	S	T	Max	R	S	T	Max	
Jertovec—Resnik	6	1	1	1		1	1,45	1		
	7	1	1	1		1	1,15	1		
	21	1	1	1	1,27	1	1	1	1,61	
	22	1	1,27	1		1	1,45	1		
	23	1	1	1		1	1,61	1		
										1,61
Jertovec—Jajce	24	1	1	1		1,37	1	1		
	25	1	1	1		1	1	1		
	26a	1	1	1	1	1	1,53	1	1,53	
	26b	1	1	1		1,47	1	1		
	27	1	1	1		1	1	1		
										3,4 3,4
Jedan transformator + 1500 m kabela	16a	1	1	1		?	3,3*	1,54*		
	16b	1	1	1		1	2,0	1,33		
	17a	1	1	1		1,47*	2,02	1,21	3,4	
	17b	1	1	1	1	1,56*	3,4*	1*		
	18a	1	1	1		?	2,60	?		
	18b	—	—	—		—	—	—		
										3,4
Dva transformatora + 1500 m kabela	28	1	1	1		1,58*	3,3*	?		
	29	1	1	1	1	1,44	1,63	?	3,3	
	30	1	1	1		?	1,76	1		

? — oscilogram nejasan

* — podatak nesiguran

5. Rezultati mjerenja prenapona

Odlučeno je da se mjere prenaponi uklapanja i isklapanja neopterećenih dalekovoda i neopterećenih transformatora. Ovi slučajevi sklapanja pretežno kapacitivnih i pretežno induktivnih struja mogu, naime, imati za posljedicu prenapone relativno visoke amplitude i u kruto uzemljenim mrežama.

Sklapanje se u svim ispitivanjima provodilo istim prekidačem, jer je jedino ta mogućnost postojala, mada je poznato da amplitude i trajanja prenapona sklapanja u velikoj mjeri ovise i o konstrukciji aparata.

Mjerenja prenapona za vrijeme uklapanja i isklapanja neopterećenog dalekovoda provedena su na vodovima TE Jertovec — TS Resnik (dužina 31,5 km) i TE Jertovec — HE Jajce (dužina 248,1 km). Ispitivanje se vršilo isklapanjem jednog i dvaju transformatora.

U ovim slučajevima prenaponi su mjereni u sve tri faze ispred i iza prekidača.

Faktori prenapona dobiveni mjerenjima prikazani su u tablici 3. U nekim rubrikama tablice nalazi se upitnik, koji znači, da je oscilogram nejasan, pa se faktor prenapona ne može odrediti. Iznosi faktora prenapona označeni zvjezdicama nisu pouzdani. Maksimalni faktor prenapona za vrijeme uklapanja voda iznosio je 2,19. Ta vrijednost je izmjerena za vrijeme uklapanja kraćeg dalekovoda (Jertovec—Resnik).

Za vrijeme sklapanja neopterećenog (ili neopterećenih) transformatora u relativno velikom broju mjerenja faktori prenapona ne mogu se izmjeriti, a i one vrijednosti koje su unesene u tablicu, nisu sigurne. Razlog, što je oscilogram prelazne pojave kod sklapanja transformatora nejasan, vjerojatno je previsoka frekvencija prelazne pojave. Najviši prenapon koji se mogao izmjeriti desio se za vrijeme isklapanja jednog transformatora. Faktor prenapona u tom slučaju dosegao je iznos 3,4 (vidi sliku 11). To je ujedno najviši iznos faktora prenapona dobiven tokom cijelog mjerenja.

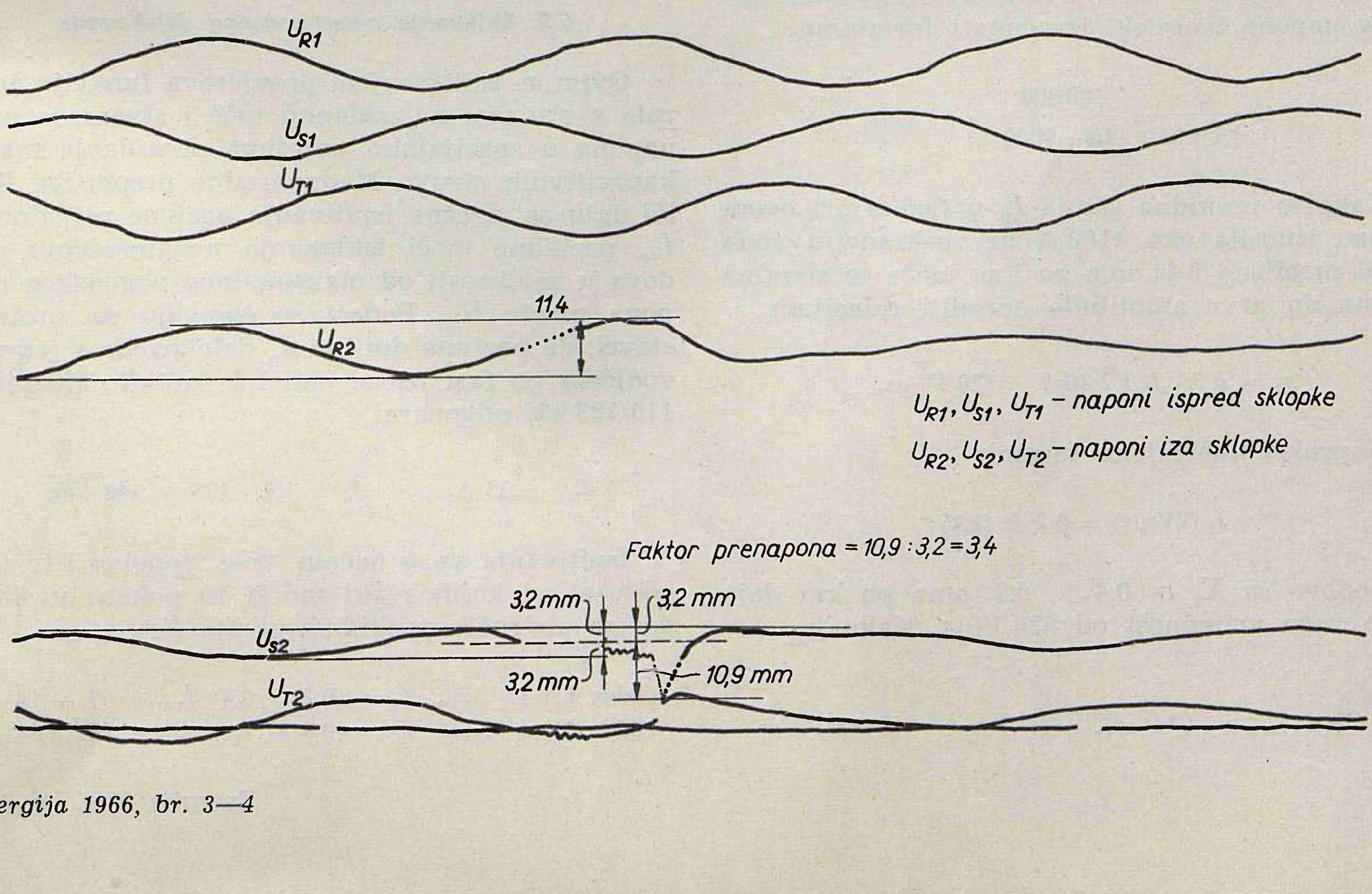
6. Djelovanje prekidača

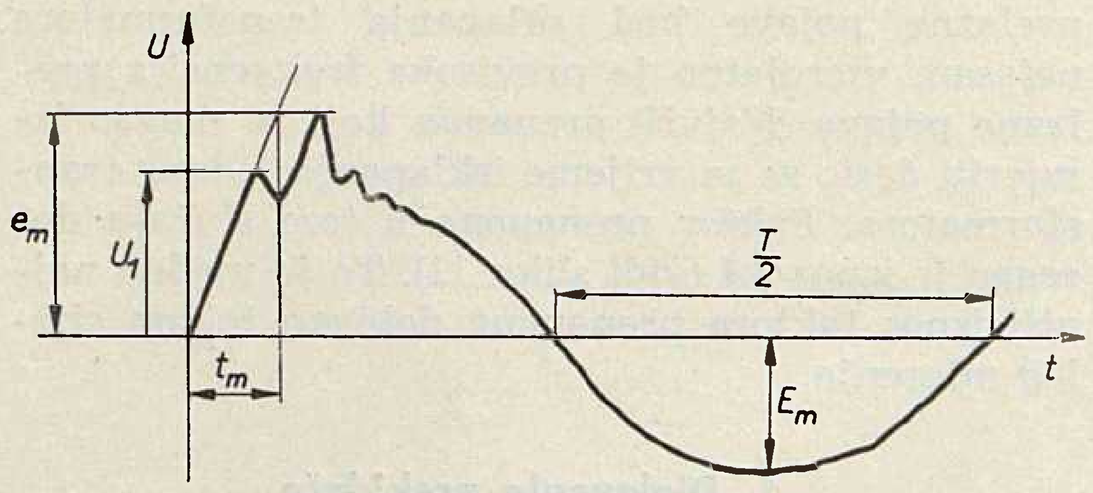
Primijenjeni prekidač 2 Pv 110 g 600 za napon 110/123 kV jedan je iz serije pneumatskih aparata proizvodnje »Rade Končar«. Njegova je nazivna uklopna moć $I_{um} = 32$ kA, a simetrična prekidna moć $I_{pn} = 13$ kA. Ograničene mogućnosti s obzirom na situaciju u mreži i raspoloživu ispitnu opremu u TE Jertovec nisu dopustile, da se postignu maksimalna naprezanja, propisana za atestiranje njegovih nazivnih karakteristika. Ipak provedeni eksperimenti pružaju stanovite informacije o vladanju aparata u pogonskim uvjetima sklapanja kratkog spoja, neopterećenih dalekovoda i transformatora u praznom hodu.

6.1. Sklapanje u kratkom spoju

Međunarodne preporuke IEC [1, § 65] predviđaju tri ispitna ciklusa sa 10, 30 i 60 % I_{pn} i jedan ciklus sa 100 % I_{um} i 100 % I_{pn}. Za ostale uvjete strogosti, kao što su faktor amplitude K i vlastita frekvencija f_v, za sada nisu utvrđene numeričke vrijednosti. Na temelju uobičajene prakse i nekih nacionalnih standarda [2, § 4.3.2.10] [3, § 17] kreću se ove veličine, za promatrano područje napona u granicama $K = 1{,}2 \ldots 1{,}4$, $f_v = 0{,}6 \ldots 1{,}5$ kHz. U ovoj je seriji ispitivanja bilo izvršeno 11 pokusa. Analiza snimljenih oscilograma br. 15

Sl. 11. Oscilogram 17b; Transformator + kabel, i skapčanje





Sl. 12. Određivanje parametara povratnog napona

i 20, koji odgovaraju kratkom spoju na udaljenosti od 4 i 1 km, pokazuje da su struje dosegle oko 30 % nazivnih vrijednosti, ali da su naponska naprezanja lučnih komora bila stroža od standardnih: $K = 1{,}58$, $f_v > 2$ kHz. Veličine K i f_v izračunate su iz omjera

$$K = \frac{e_m}{E_m} \cdot \qquad f_v\ (\text{kHz}) = \frac{1}{t_m\,(\text{ms})}$$

prema oznakama u slici 12. Prikazana konstrukcija vremena t_m odgovara slučaju, kad prelazna pojava povratnog napona sadrži više vlastitih frekvencija i kad je njegova prva amplituda U_1 viša od osnovne komponente E_m [1, fig. 9].

Kratki spoj pokusa 20 na udaljenosti 1 km od prekidača predstavlja tzv. *kilometričku smetnju* (daljinski kratki spoj), gdje su uvjeti prekidanja posebno otežani velikom početnom brzinom uspona povratnog napona. Ova se činjenica ima pripisati vrlo strmim titrajima pilastog oblika, koji nastaju refleksijom putnih valova na odsjeku voda između prekidača i mjesta kvara, te se superponiraju na klasični oblik krivulje povratnog napona.

Uz brzinu putnih valova $v = 300\,000$ km/s i daljinu kvara $d = 1000$ m može se frekvencija pilastog napona teoretski izračunati formulom

$$f_v = \frac{v}{\sqrt{2}\,\pi\,d} = \frac{300\,000}{4{,}5 \cdot 1000} = 67\ \text{kHz} \cdot$$

Kako je prekidna struja I_p u fazi S pri ovom pokusu iznosila oko 4100 A uz reaktanciju voda X_1 od približno 0,41 oma po km, može se strmina uspona do prve amplitude odrediti relacijom

$$s_1 = v\,X_1\,I_p\,\sqrt{2}\,10^{-6} = 720\ \text{V}/\mu\text{s}.$$

U praksi uobičajena formula

$$s_1\ (\text{kV}/\mu\text{s}) = 0{,}2\ I_p\ (\text{kA})$$

za vodove sa $X_1 = 0{,}4 \ldots 0{,}7$ oma po km daje nešto veću vrijednost od 820 V/μs. Kako je

$$I_p = \frac{E}{X_g + d \cdot X_1},$$

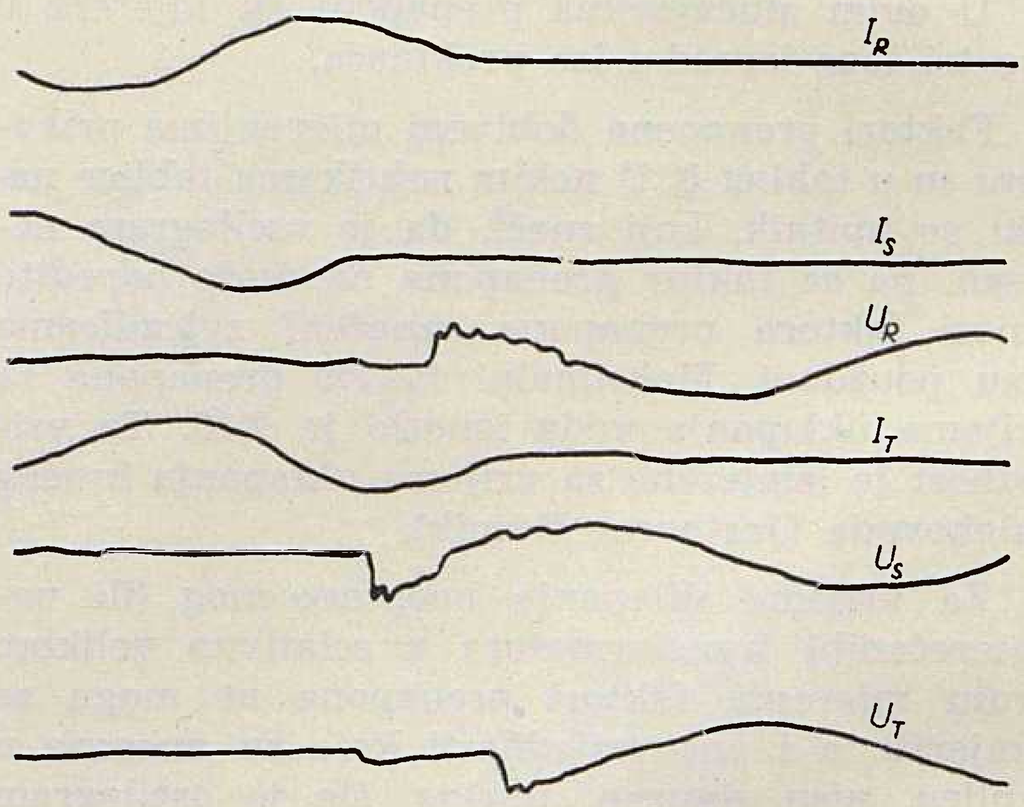
gdje X_g označuje reaktanciju u krugu izvora energije, slijedi

$$X_g = \frac{E}{I_p} - dX_1 = \frac{110/\sqrt{3}}{4{,}1} - 10{,}41 = 15\ \text{oma}.$$

Visinu prve amplitude pilastog napona [4] određuje izraz

$$U_1 = 2E\,\sqrt{2}\,\frac{d}{d + X_g/X_1} = 4{,}3\ \text{kV}.$$

Dobiveni rezultat pokazuje, da se u uvjetima koji su vladali za vrijeme pokusa, doduše morala pojaviti vanredno velika brzina uspona, ali i vrlo niska prva amplituda pilastog napona. Stoga su naprezanja lučne komore i pri ovom eksperimentu ostala ispod opasne granice. Pripadni oscilogram prikazuje slika 13.



Sl. 13. Detalj oscilograma br. 20: prekidanje kratkog spoja na udaljenosti 1 km

6.2. Sklapanje neopterećenog dalekovoda

Ovim se ispitivanjem provjerava funkcija aparata s obzirom na isklopnu moć i stvaranje prenapona u specijalnim uvjetima prekidanja malih kapacitivnih struja. Međunarodne preporuke IEC [5] daju za mrežna ispitivanja nazivne vrijednosti I_{vn} prekidne moći isklapanja neopterećenih vodova u zavisnosti od maksimalnog pogonskog napona mreže U_m. Podaci se osnivaju na pretpostavci, da nazivna duljina d_n dalekovoda s jednim vodičem po fazi iznosi oko 1,2 km/kV. Mrežama 110/123 kV odgovara

$$I_{vn} = 35\ \text{A}, \qquad d_n = 1{,}2 \cdot 123 = 148\ \text{km}.$$

Ispitivanja se, u načelu, vrše tropolno i to u 4 ciklusa, od kojih svaki sadrži 10 pokusa u slijedećem području prekidnih struja I_v:

ciklus 1 i 3 . . . $I_v = (0{,}2 - 0{,}4)\ I_{vn} = 7 - 14$ A.
ciklus 2 i 4 . . . $I_v = (0{,}8 - 1{,}0)\ I_v^{II} = 28 - 35$ A.

Krug napajanja mora u ciklusima 1 i 2 imati toliku impedanciju, da njegova simetrična struja kratkog spoja ne prekorači 10 % nazivne prekidne moći aparata I_{pn}. U ciklusima 3 i 4 treba naprotiv primijeniti krug napajanja što manje impedancije, ali da pri tome njegova struja kratkog spoja ne premaši vrijednost I_{pn}.

Članom 8 predviđa se standardizacija dopuštenih prenapona, koji nastaju djelovanjem aparata, ali su njihove vrijednosti još u razmatranju. Odgovarajući njemački propisi [3, § 44] ne određuju ni potrebnu maksimalnu struju praznog hoda I_{vn} ni dopušteni maksimalni prenapon, već se kao baza uzimaju one vrijednosti, koje garantira proizvođač. Prema tome se smatra, da prekidač udovoljava propisima, ako prenaponi u toku ispitivanja ne premaše garantiranu vrijednost, ako se struja pravilno prekine u svim ciklusima i ako aparat pri tome ostane ispravan.

Zbog premalih strujnih mjerila ne mogu se veličine I_v očitati iz snimljenih oscilograma, ali se mogu procijeniti usporedbom stvarnih duljina vodova s nazivnom duljinom $d_n = 148$ km. Na taj se način dobiva za vod Jertovec—Resnik—Jajce ($d = 248$ km):

$$I_v = I_{vn} \cdot \frac{d}{d_n} = 35 \cdot \frac{248}{148} = 59 \text{ A} \cdot$$

Na temelju poznate kapacitivne vodljivosti dalekovoda $C_1 \omega = 2{,}78$ μS/km dobiva se nešto manja vrijednost

$$I_v = U_m \, d \, C_1 \, \omega = \frac{123 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} \cdot 2{,}78 \cdot 10^{-6} \cdot 248 = 50 \text{ A} \cdot$$

Prema tome su isklapanjem voda Jertovec—Resnik—Jajce znatno premašeni zahtjevi ciklusa 4, dok je pri ispitivanju na liniji Jertovec—Resnik ($d = 31{,}4$ km) struja ležala u području 20 % I_{vn}, što odgovara ciklusu 3.

Što se tiče prenapona, teško je zaključiti, koja je stvarna gornja granica, jer je broj izvršenih pokusa bio premalen.

Analiza oscilograma pokazuje, da su prenaponi u većini pokusa bili neznatni, a da ni u najnepovoljnijem slučaju nisu prekoračili 2,5-struku tjemenu vrijednost napona koji je vladao neposredno prije pojedinog ciklusa.

6.3. Sklapanje neopterećenih transformatora

Tipično je za ovu vrstu ispitivanja, da se male induktivne struje često prekidaju izvan prirodne nultačke. Time se oslobođena elektromagnetska energija $LI^2/2$ pretvara u elektrostatsku $CU^2/2$, što može dovesti do znatnih prenapona i ponovnih paljenja lûka, ovisno o karakteristikama prekidača.

Prve se međunarodne preporuke za provjeravanje funkcije aparata u opisanim uvjetima nalaze tek u pripremi. Njemački propisi [3, § 43] ni u ovom specijalnom slučaju ne utvrđuju nazivnu struju praznog hoda I_{tn}, ni iznos dopuštenih prenapona, nego baziraju ispitivanja na kontroli onih vrijednosti, koje garantira proizvođač. Tropolne aparate treba ispitivati trofazno i to jednim ciklusom od najmanje 10 isklopa, a momente otvaranja kontakata po mogućnosti rasporediti duž cijelog poluvala. Kao kriterij za ocjenu kvalitete aparata i ovdje se smatra uspješnost prekidanja garantiranih struja I_t, ograničavanje prenapona ispod garantiranog maksimuma i ispravnost prekidača nakon provedenih ispitivanja.

Pokusi 16—18 vršeni su s jednim transformatorom od 16 MVA, 115/10,5 kV, kojemu je na strani 10 kV bilo priključeno oko 1,5 km kabela. U pokusima 28—30 bio je ovaj transformator u paralelnom spoju s drugim od 20 MVA. Što se tiče snimljenih prenapona, situacija je slična kao pri isklapanju neopterećenih dalekovoda. Uz izmjereni maksimalni prenapon od $3{,}4 \cdot 2 \cdot 123 / 3 = 340$ kV naprezanja su još uvijek ispod podnosivog udarnog napona postrojenja.

6.4. Ocjena funkcije prekidača

Aparat je bez smetnje uklapao i prekidao struje kratkog spoja na udaljenosti 1 km i više, te struje neopterećenih dalekovoda i transformatora. Prenaponi su ostali u granicama koje nisu bile opasne za izolaciju postrojenja niti su dovodile do povratnih paljenja lûka u prekidaču. Za čitavo se vrijeme ispitivanja nisu na aparatu vršili nikakovi popravci ni izmjene. Mada su naprezanja u nekim pokusima prekoračila standardne vrijednosti, ne mogu se dobiveni rezultati smatrati mjerodavnim atestom s obzirom na preniske vrijednosti struja kratkog spoja i premalen broj izvršenih pokusa. Presitno mjerilo malih induktivnih i kapacitivnih struja i često nejasan početak isklapanja u oscilogramima ne dopuštaju tačniju analizu. Aparat je nakon uspješno dovršenih pokusa bio u ispravnom stanju i time u potpunosti odgovorio električkim i mehaničkim naprezanjima za vrijeme ispitivanja.

Literatura

[1] IEC *Specification for alternating current circuit-breakers*, Publication 56—1./1954.
[2] UTE *Appareillage H. T. pour cs. a. — Disjoncteurs tripolaires, règles spéciales C* 64—112/1962 (2. Défaut en ligne).
[3] VDE 0670, Teil 1/1. 64: *Bestimmungen für Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV — Leistungsschalter.*
[4] JNK CIGRE 1964, Referat 13—5.
[5] IEC *Specification for alternating current circuit-breakers*, Publication 56—5/1963.

Naslovi pisaca: Prof. dr. ing. Vojislav Bego, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, Boris Belin, dipl. ing., Elektrotehnički institut »R. Končar«, Zagreb, Milan Cvjetičanin, dipl. ing, Elektrotehnički institut »R. Končar«, Zagreb, Miroslav Jung, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Prof. dr ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet, Zagreb.

ELEKTRONIČKA RAČUNALA U ELEKTROPRIVREDI

Božidar Stefanini, Zagreb

Opisane su osobine i sastavni dijelovi elektroničkih računala, objašnjene razne vrste programa, te navedene mogućnosti računanja i ostalih operacija, koje elektronička računala mogu provesti. Ukratko je prikazana upotreba elektroničkih računala u elektroprivredi za potrebe planiranja i proračuna mreža, te za vođenje pogona. Na kraju je, kao primjer, razrađena podloga za izradu programa, pomoću kojega se računaju tablice provjesa za vodiče kod nadzemnih vodova.

DK 681 3 : 621.31

1. Osobine i mogućnosti elektroničkih računala

Elektroničkom računalu može se dati širi naziv: automatski elektronički digitalni računski stroj. To je dakle stroj ili naprava, koja služi za računanje, pri čemu su pojedine veličine dane kao brojevi s onoliko znamenaka koliko želimo. Konstrukcija računala osniva se na korištenju elektronike, što omogućuje veoma brzo izvođenje svih operacija. Da bi se ta brzina mogla iskoristiti što bolje, računalo radi automatski po unaprijed zadanom mu programu, i kad jednom počne rješavati ma kako opsežan i složen problem, više nije potreban nikakav zahvat izvana.

U načelu sva su elektronička računala građena na isti način. Njihova shema organizacije i sastavni dijelovi prikazani su na slici 1. Centralni dio jest organ za upravljanje. On dirigira čitavim radom računala i brine se za izvršenje zadanog mu programa pri rješavanju određenog problema, pa dakako i za učitavanje tog problema na početku rada. Memorija je dio računala u koji se iz organa za upravljanje spremaju komande iz programa, te brojčani podaci, bilo zadani bilo izračunati za vrijeme rada, i odakle se to opet po potrebi uzima. Nadalje postoji dio za izvršavanje različitih računskih i drugih operacija, kojemu organ za upravljanje daje brojčane podatke i komandu za operaciju, a rezultat uzima za daljnju upotrebu.

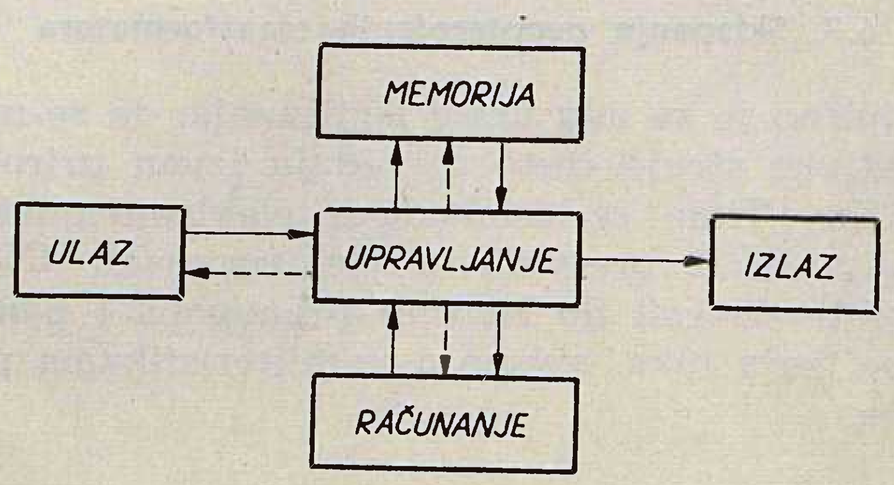
Osim toga računalo mora imati organe za vezu s vanjskim svijetom. Ulazni organ je u stvari čitač, putem kojega se u računalo učitavaju komande programa i brojčani podaci zadatka. Podaci se čitaču daju pomoću bušenih kartica, bušene trake ili magnetske trake. Rezultat svog rada računalo nam predaje putem izlaznog organa. To je opet pisač, koji na roli papira ispisuje brojčane rezultate i popratni tekst. Izlazni organ može nam dati rezultate opet u obliku bušenih kartica, bušene trake ili magnetske trake, što je dakako potrebno posebno dešifrirati.

Za pripremu ulaznog medija (kartice, bušena ili magnetska traka) potrebni su posebni strojevi, neovisni od elektroničkog računala, s tastaturom sličnom kao kod pisaćeg stroja. Isto je to potrebno i za dešifriranje rezultata, ako ih je računalo dalo pomoću izlaznog medija, a nije ih ispisalo tako da ih možemo direktno pročitati.

Kod rada s elektroničkim računalima posebno su važni programi, pri čemu treba razlikovati različite vrste programa. Već samom konstrukcijom računala ugrađen je u računalo program za najjednostavnije operacije, na primjer učitavanje jedne znamenke u binarnom sistemu. Redovito se, međutim, u računalo učitava i osnovni program, pomoću kojeg računalo naučimo osnovne računske operacije (na primjer zbrajanje, odbijanje, množenje i dijeljenje), a isto tako ga naučimo da zna što znače pojedine komande, koje će biti kodirane u odgovarajućem kodu.

Dalje dolazi program za rješavanje određenog problema, koji se može izraditi u spomenutom kodu, a taj je redovito različit za svako računalo. Da se izrada konkretnih programa olakša i ubrza, sastavljeni su posebni jezici (npr. ALGOL ili FORTRAN), tako da se program, izrađen u kodu toga jezika, može upotrijebiti kod bilo kojeg računala. Dakako da u računalo najprije moramo učitati posebni program, pomoću kojeg računalo nauči taj jezik. Taj se postupak redovito upotrebljava kod rješavanja tehničkih problema, jer je na taj način izrada konkretnog programa olakšana i ubrzana.

Program za rješavanje određenog problema se redovito sastavlja sasvim općenito, tako da se može upotrijebiti za bilo koje brojčane podatke. Na primjer, program za proračun tropolnog kratkog spoja u čvorovima neke mreže bit će izrađen tako da se može upotrijebiti za bilo kakvu konfiguraciju mreže s bilo kojim brojem čvorova i vodova i s bilo kojim reaktancijama tih vodova. Zbog toga je nakon učitavanja programa potrebno dati stroju i da učita brojčane podatke za određeni zadatak. Kod istog primjera kratkog spoja brojčani podaci sadržavat će najprije podatak o broju čvorova, a zatim reaktanciju vodova redom između svaka dva čvora (tamo gdje voda nema, stavit ćemo nulu).



Sl. 1. Shema organizacije elektroničkog računala

Da bi rad s elektroničkim računalom bio što efikasniji, redovito se ne zadovoljavamo samo s time da računalo zna rješavati samo osnovne računske operacije. Zbog toga su u specijalnom programu za određeni jezik uvijek sadržani i potprogrami za složenije računske operacije (na primjer drugi korijen) i za neke najvažnije funkcije (sinus, logaritam, eksponencijalna funkcija itd.). Ako potprogram za neku funkciju, koju češće trebamo, nije sadržan u specijalnom programu (na primjer za sinus hiperbolni), možemo takav potprogram ubaciti u naš konkretni program, i tokom rada uvijek se iznova na nj pozivati.

Računalo redovito izvršava program onim redom kako je napisan. Ipak postoji mogućnost skoka, tako da se ne pređe na slijedeću komandu, nego skoči na određeno posebno označeno mjesto u programu. Upotreba potprograma je već primjer za takve skokove. No takav skok može biti i uvjetovan, pa računalo mora samo donijeti odluku, na temelju izračunatih vrijednosti, hoće li takav skok izvršiti ili ne, odnosno u kojem slučaju će skok biti izveden na ovo ili ono mjesto u programu. To sve dakako omogućuje izradu elastičnijih i kraćih programa.

Upotreba odluka i skokova omogućuje stvaranje petlji u programu, tako da se jedan dio programa toliko puta ponavlja koliko je to potrebno. To je jedna od najvrijednijih mogućnosti kod elektroničkog računala. Kao primjer navest ćemo proračun pomoću metode iteracije, gdje dotični dio programa predstavlja petlju, koja se toliko puta ponavlja dok se ne dobije dovoljno tačan rezultat.

Brzina kojom elektronička računala rade i velike mogućnosti u elastičnoj izradi programa doveli su do upravo eksplozivnog razvoja u njihovoj upotrebi za sva područja ljudske djelatnosti, a zbog toga i u razvoju samih elektroničkih računala.

2. Primjena u elektroprivredi

Za rješavanje mnogobrojnih problema i za različite proračune u elektroprivredi elektronička se računala u svijetu intenzivno upotrebljavaju. Već za jednostavne proračune, koji se samo ponavljaju veliki broj puta, upotreba elektroničkih računala veoma dobro dolazi. Kao primjer spomenimo ovdje proračun tablica provjesa, gdje se isti proračun vrši za različite raspone, a za svaki raspon za različite temperature. To se u daljnjim tablicama ponavlja za različite vodiče, i opet svaki put u različitim uslovima.

Kao daljnje primjere jednostavnih proračuna spomenimo statistički proračun stupova i električne prilike u dugom vodu. Program izrađen za jedan tip stupa može se koristiti za proračun velikog broja stupova s različitim vanjskim silama. Ako se pak variraju neki parametri oblika stupa (na primjer širina na vrhu i nagib uspravnih stranica) može se — istražujući razne varijante — naći optimalni oblik stupa. Program za električne prilike u dugom vodu daje nam na primjer napone i struje po iznosu i kutu na početku i na kraju voda u različitim pogonskim uvjetima, kod različitih dužina voda i za različite izvedbe voda.

Tipična je međutim upotreba elektroničkih računala za proračun električnih mreža. Tu se radi ne samo o ponavljanju istih proračuna za različite brojčane zadatke, nego i o takvim metodama računanja (npr. metoda iteracije) gdje se pojedini dijelovi programa ponavljaju veoma veliki broj puta. U osnovi se proračuni mreža svode na rješavanje velikog broja jednadžbi s isto tolikim brojem nepoznanica, pa je to i za elektroničko računalo dugotrajan posao. Redovito se zbog toga pri rješavanju upotrebljavaju metode matričnog računa, a i za rješavanje matričnih jednadžbi nastoje se pronaći nove metode, koje što je moguće brže dovode do razultata.

Kod mreža vrše se različite vrste proračuna. Kao primjer navedimo proračun tokova snaga u pojedinim granama mreže, proračun električnih prilika kod simetričnih i nesimetričnih kratkih spojeva, ispitivanje statičke i dinamičke stabilnosti sistema u različitim pogonskim uslovima, te proračun prilika kod prelaznih stanja mreže. Spomenuti proračuni se redovito vrše pri planiranju mreža, no slični proračuni vrše se i za potrebe pogona.

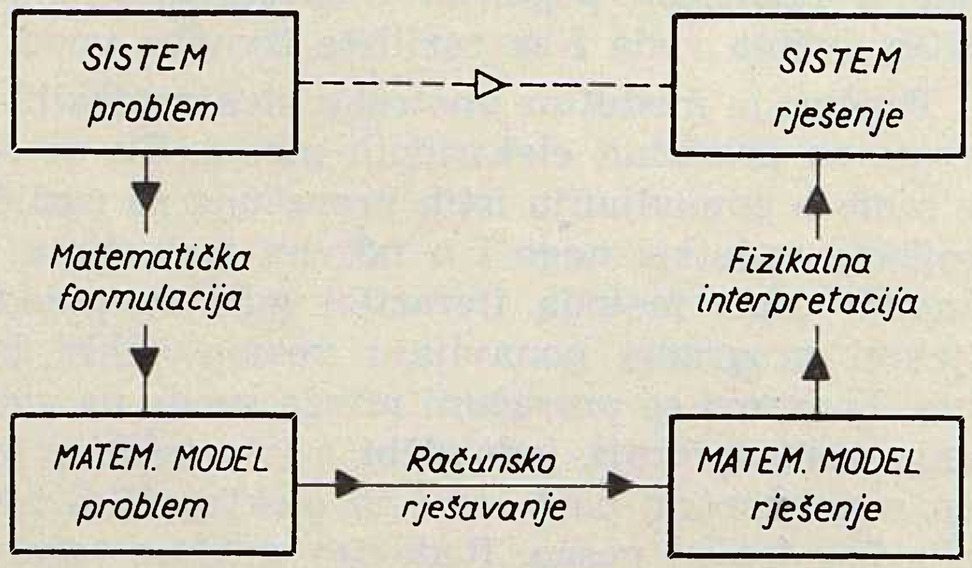
Druga grupa proračuna spada u optimiranje, to jest iznalaženje najpovoljnijeg tehničkog rješenja. Na taj način se vrši izbor novih elektroenergetskih izvora ili izbor najpovoljnije konfiguracije mreže, ako se radi o planiranju. Za potrebe pogona traži se najpovoljnija razdioba opterećenja na pojedine izvore, najpovoljnija razdioba snaga u pojedinim vodovima i tako dalje.

Elektronička računala služe konačno i za obradu statističkih podataka u elektroprivredi, što je neophodna podloga za pogon i planiranje mreža. Na taj način obrađuju se podaci o konzumu, što omogućuje predviđanje budućih opterećenja, ili podaci o vodotocima koji su potrebni pri projektiranju hidroelektrana. Isto tako obrađuju se podaci o kvarovima i smetnjama u pogonu, na temelju čega se odlučuje o stupnju sigurnosti budućih postrojenja i o potrebnim rezervama.

3. Priprema programa

Da se dođe do izrađenog programa za rješavanje konkretnog zadatka, predstoji dugotrajan put, koji ćemo ovdje ukratko opisati. U prvom redu treba naglasiti da računalo barata samo s čistim brojevima, i da prema tome ono ne može ulaziti u fizikalnu ili tehničku stranu problema. Postupak kako se pomoću elektroničkog računala dolazi do traženog rješenja prikazan je na slici 2.

U sistemu koji promatramo (fizikalnom, tehničkom ili slično) postoji zadani problem. Njega ne možemo direktno riješiti, što bi inače bilo najugodnije. Moramo ga najprije matematički formulirati tako da dobijemo matematički model pro-



Sl. 2. Shema postupka

blema. Na tom poslu (ako je složeniji) obično surađuju stručnjak iz dotičnog područja (u našem slučaju elektroinženjer) i matematičar. Zatim treba iznaći najpovoljniju matematičku metodu za rješavanje, što se može povjeriti specijalisti matematičaru. Na temelju toga se izrađuje program za elektroničko računalo i konačno dobiva rješenje matematičkog modela. Na kraju je dakako potrebna fizikalna interpretacija matematičkog rješenja (što obično ne predstavlja neke naročite poteškoće), da bi se dobilo rješenje u našem promatranom sistemu.

Pri izradi složenijeg programa posao se vrši po fazama, koje uglavnom mogu biti slijedeće:

a) postavljanje problema (ovdje treba tačno definirati u čemu je problem i što se želi dobiti kao rezultat);

b) utvrđivanje fizikalnih uvjeta i ograničenja (to je potrebno, jer problem nikad ne možemo matematički sasvim tačno obuhvatiti, ili na primjer kod proračuna kratkog spoja moramo se odlučiti hoćemo li računati i s djelatnim otporima ili samo s reaktancijama);

c) matematička formulacija problema;

d) izbor metode za matematičko rješavanje problema;

e) izrada blok-sheme za postupak rješavanja (to je grubi grafički prikaz svih faza rada pri rješavanju i njihove međusobne veze);

f) izrada sheme toka za postupak rješavanja (to je detaljni grafički prikaz svih faza rada pri rješavanju i njihove međusobne veze);

g) izrada programa (ispisivanje programa prema shemi toka u kodu kojega stroj razumije);

h) priprema ulaznog medija (to je priprema bušenih kartica odnosno bušene trake u formi koja se može direktno predati čitaču elektroničkog računala).

Osim programa za rješavanje nekog određenog problema treba pripremiti i brojčane podatke za konkretni zadatak. To se radi na isto takvom ulaznom mediju kao i za program (bušene kartice odnosno traka), a podaci se navode onim redom kako to zahtijeva program.

4. Primjer: Priprema programa za tablice provjesa

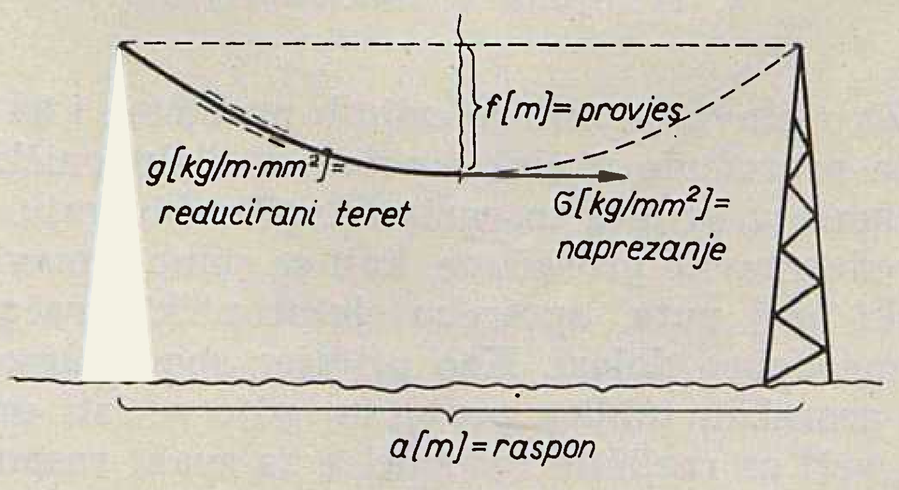
Postupak za pripremu programa bit će ilustriran na primjeru tablica provjesa za vodiče nadzemnih vodova. Iako je ovo razmjerno jednostavan problem, radi jasnoće ići ćemo tačno gore postavljenim redom.

a) Postavljanje problema

Vodiči nadzemnih vodova zategnuti su između dva stupa. Zbog težine samog vodiča a i eventualnog dodatka tereta (zaleđenje), vodič se provjesi tako da se nalazi ispod spojnice ovjesišta. Zbog različitog tereta (goli odnosno zaleđeni vodič) provjes vodiča je različit. Osim toga uslijed promjene temperature vodič se steže ili rasteže, što također utječe na veličinu provjesa. Potrebno je za različite raspone stupova izračunati provjes golog vodiča za temperature od —20°C do +40°C u skokovima po 10°C, a isto tako i provjes zaleđenog vodiča kod —5°C, pri čemu naprezanje vodiča ne smije prekoračiti odabranu vrijednost.

b) Utvrđivanje fizikalnih uvjeta i ograničenja

Prilike vodiča u rasponu prikazane su na slici 3. Pretpostavljamo da je raspon horizontalan. Pod provjesom podrazumijevamo najveću udaljenost vodiča od spojnice ovjesišta (u sredini raspona), a pod naprezanjem podrazumijevamo horizontalno naprezanje (također u sredini raspona). Reducirani teret vodiča je ukupni teret (vodič i eventualni led) po dužnom metru horizontalne projekcije vodiča, podijeljen s presjekom vodiča.

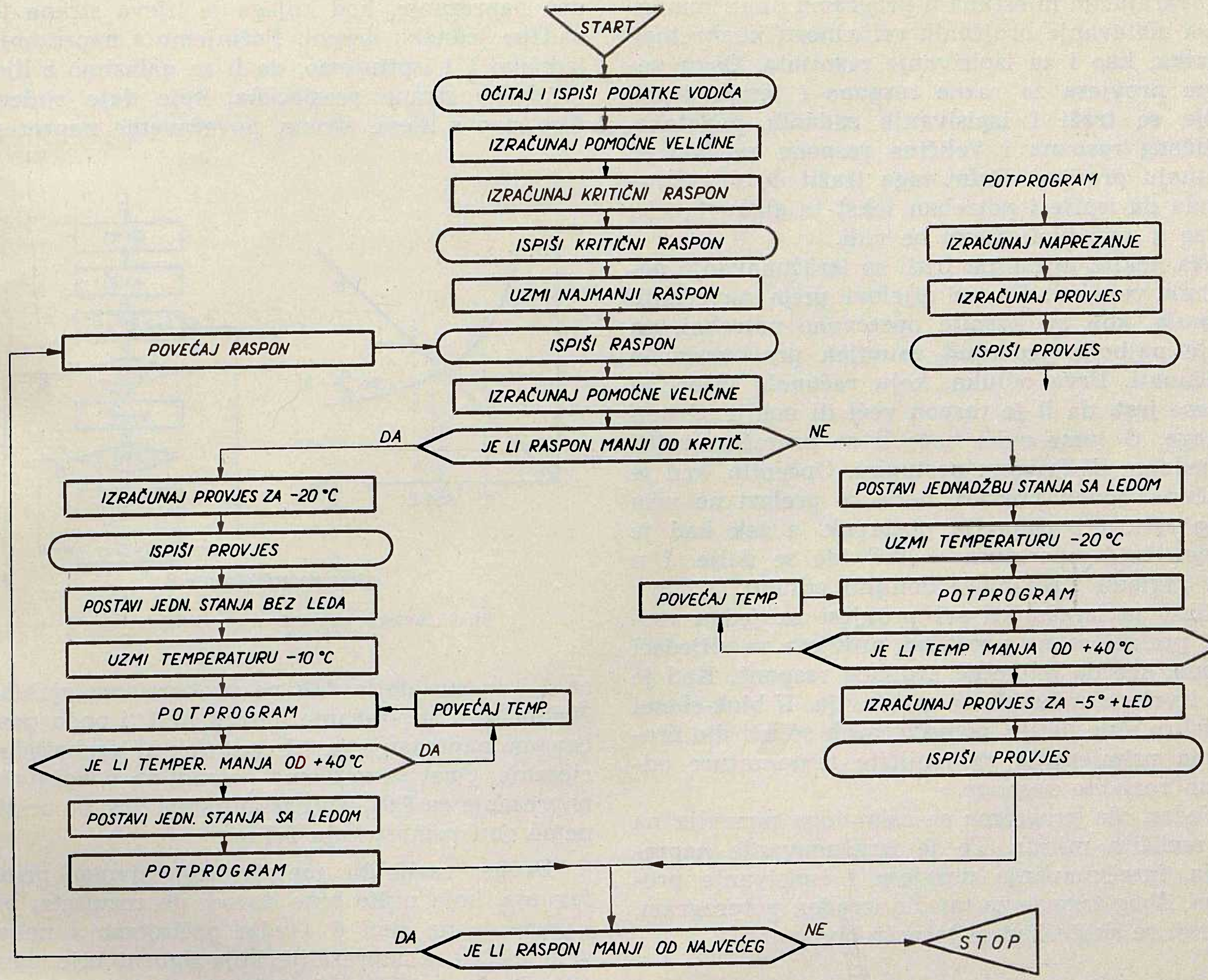


Sl. 3. Vodič u rasponu

c) Matematička formulacija problema

Kao što je poznato problem se može matematički obuhvatiti s pomoću takozvane jednadžbe stanja, koja glasi

$$\frac{\sigma - \sigma_1}{E} + \beta (t - t_1) = \frac{a^2}{24} \left(\frac{g^2}{\sigma^2} - \frac{g_1^2}{\sigma_1^2} \right)$$



Sl. 4. Proračun tablice provjesa, blok-shema

Osim već uvedenih oznaka ovdje znači:

E — modul elastičnosti,

β — toplinski koeficijent rastezanja,

t — temperatura,

a indeksom »1« označeno je početno stanje.

Početno stanje potrebno je izabrati s obzirom na kritični raspon, koji se računa prema izrazu

$$a_k = \sigma_{max} \sqrt{\frac{360\,\beta}{g_1^2 - g_0^2}}$$

a gdje nadalje znači:

δ_{max} — maksimalno naprezanje, koje ne smije biti prekoračeno,

g_z — reducirani teret zaleđenog vodiča,

g_0 — reducirani teret golog vodiča.

Ako je stvarni raspon manji od kritičnoga, kao početno stanje treba uzeti goli vodič i temperaturu —20°C, a ako je veći onda zaleđeni vodič i temperaturu —5°C.

Konačno se provjes računa po formuli

$$f = \frac{a^2\, g}{8\,\sigma}$$

d) Izbor metode za matematičko rješavanje

Za proračun kritičnog raspona nema poteškoća a isto tako niti za postavljanje jednadžbe stanja i njezino sređivanje u prikladni oblik za rješavanje, koji glasi

$$\sigma = \frac{A}{\sigma^2} + B.$$

Na metode za rješavanje tako dobivene kubne jednadžbe, gdje je nepoznanica naprezanje, vratit ćemo se kasnije, pa ćemo se tim pitanjem potanje pozabaviti. Kad nam bude poznato naprezanje, onda ni za proračun provjesa nema poteškoća.

e) Izrada blok-sheme

Izrađena blok-shema prikazana je na slici 4. Nju nije potrebno posebno objašnjavati, jer ionako mora biti jasna sama po sebi. Ipak ćemo na neke pojedinosti posebno upozoriti.

U shemi su označene komande za početak rada i za zaustavljanje računala nakon izvršenja čitavog zadatka. Ovo nam najbolje ilustrira kako program mora sadržavati kompletne i detaljne upute što računalo treba da radi. Nadalje su na

odgovarajućim mjestima u programu dane komande za učitavanje brojčanih vrijednosti konkretnog zadatka, kao i za ispisivanje rezultata. Osim veličine provjesa za razne raspone i temperature, ovdje se traži i ispisivanje zadanih podataka, kritičnog raspona i veličine raspona za koji se računaju provjesi. Osim toga tražit će se od računala da ispiše i potreban tekst te glavu tabele, što se u ovoj blok-shemi ne vidi.

Na nekim mjestima traži se izračunavanje pomoćnih veličina. To su dijelovi prije navedenih formula, koji su kasnije opetovano potrebni, pa ih je najbolje jedanput zauvijek pravovremeno izračunati. Prva odluka, koju računalo treba da donese jest, da li je raspon veći ili manji od kritičnoga. O tome ovisi hoće li se proračun vršiti po jednom ili drugom postupku. Općenito, kad je izračunat jedan provjes, onda se prelazi na višu temperaturu i ponavlja postupak, a tek kad je dosegnuta temperatura $+40^0$C ide se dalje. I u tom pogledu stroj mora donijeti odluku.

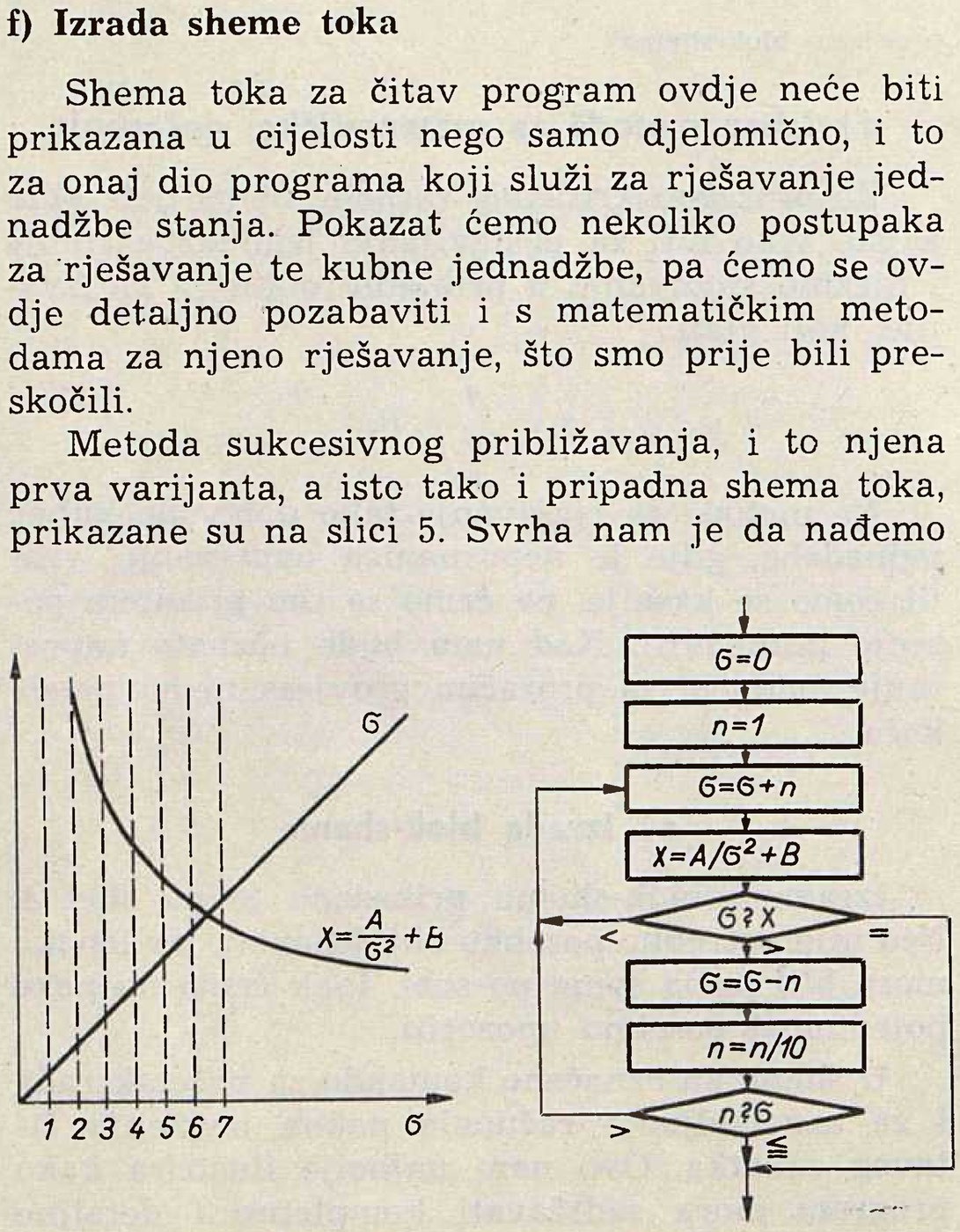
Kad su izračunati svi provjesi za jedan raspon, prelazi se na proračun provjesa za slijedeći raspon, sve do najvećeg zadanog raspona. Kad je i to izvršeno računalo se zaustavlja. U blok-shemi se dobro vide petlje, pomoću kojih se isti dio programa primjenjuje za različite temperature odnosno različite raspone.

Jedan dio programa se osim toga ponavlja na tri različita mjesta. To je izračunavanje naprezanja, izračunavanje provjesa i ispisivanje provjesa. Zbog toga je za taj dio izrađen potprogram, na koji se skače kad je to potrebno.

f) Izrada sheme toka

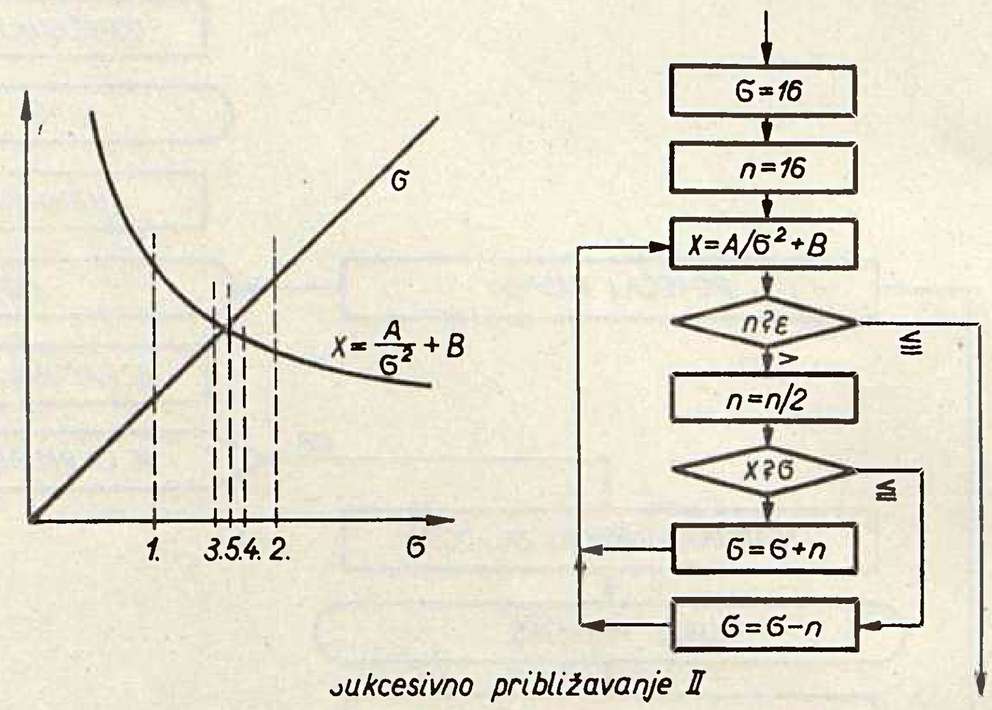
Shema toka za čitav program ovdje neće biti prikazana u cijelosti nego samo djelomično, i to za onaj dio programa koji služi za rješavanje jednadžbe stanja. Pokazat ćemo nekoliko postupaka za rješavanje te kubne jednadžbe, pa ćemo se ovdje detaljno pozabaviti i s matematičkim metodama za njeno rješavanje, što smo prije bili preskočili.

Metoda sukcesivnog približavanja, i to njena prva varijanta, a isto tako i pripadna shema toka, prikazane su na slici 5. Svrha nam je da nađemo



Sl. 5. Metode sukcesivnog približavanja I

ono naprezanje, kod kojega je lijeva strana jednadžbe jednaka desnoj. Počinjemo s naprezanjem jednako 1 i ispitujemo, da li se nalazimo s lijeve ili desne strane presjecišta, koje daje rješenje. Ako smo s lijeve strane, povećavamo naprezanje



Sl. 6. Metode sukcesivnog približavanja II

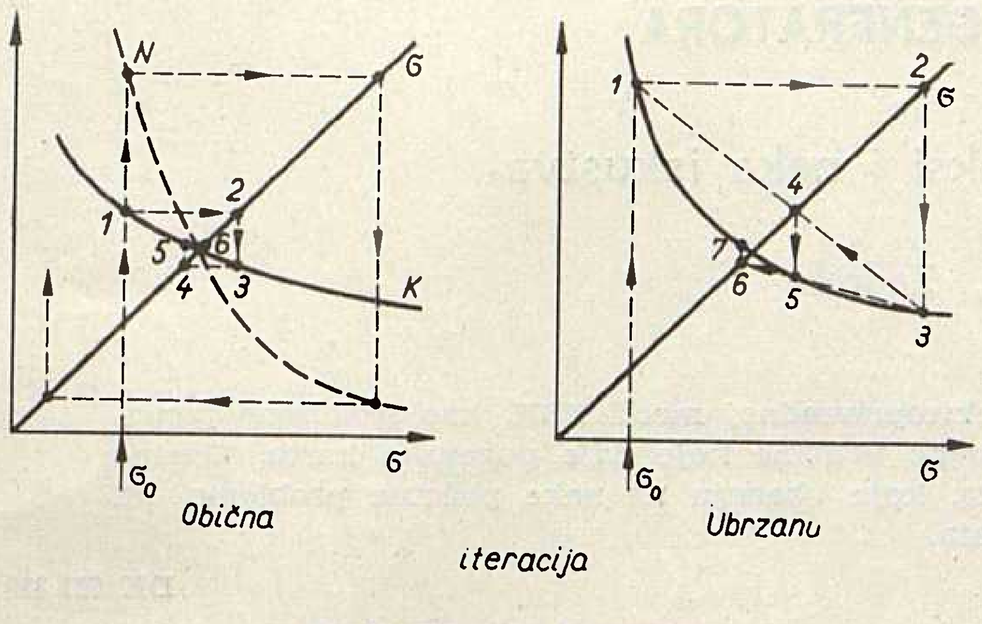
za 1 i to sve dotle dok ne prekoračimo rješenje. Nakon toga se vraćamo natrag za 1, i onda povećavamo naprezanje za 0,1 opet dok ne prekoračimo rješenje. Opet se vraćamo natrag, pa povećavamo naprezanje za 0,01. To nastavljamo, dok ne postignemo onu tačnost koju želimo.

Druga varijanta metode sukcesivnog približavanja, koja nešto brže dovodi do rezultata, prikazana je na slici 6. Ovdje počinjemo s nekom vrijednošću za naprezanje, koja sigurno nije manja od polovice vrijednosti rješenja, na primjer sa 16. Toj vrijednosti zatim dodamo, odnosno oduzmemo polovinu od toga (u ovom slučaju 8), već prema tome jesmo li bili s lijeve ili desne strane rješenja. Zatim opet dodamo, odnosno oduzmemo, polovinu od toga, sve dok ne postignemo dovoljnu tačnost.

Metoda iteracije prikazana je na slici 7. Kod obične iteracije počne se s bilo kojom vrijednosti za naprezanje; to se uvrsti u desnu stranu jednadžbe i izračuna lijeva strana. Sad se s tom vrijednošću uđe u desnu stranu i opet izračuna lijeva strana. To se ponavlja do dovoljne tačnosti. Obična iteracija konvergira samo uz određene uslove (na slici krivulja desne strane jednadžbe prikazana krivuljom K), te ne mora uvijek dovesti do rezultata (na slici crtkana krivulja N).

Zbog toga se radije upotrebljava ubrzana iteracija, koja sigurno konvergira, a osim toga i brže dovodi do rezultata. Pri tome se za slijedeću vrijednost nepoznanice upotrebljava nagib krivulje, koja prikazuje desnu stranu jednadžbe, a taj se nagib grubo određuje spojnicom između dva posljednja rezultata.

Modificirana ubrzana iteracija i pripadna shema toka prikazane su na slici 8. Tu je za početak pretpostavljena ne samo vrijednost za naprezanje nego i nagib krivulje (u ovom slučaju tangens kuta = —1). Pri ovoj metodi upotrebljavamo slijedeće formule



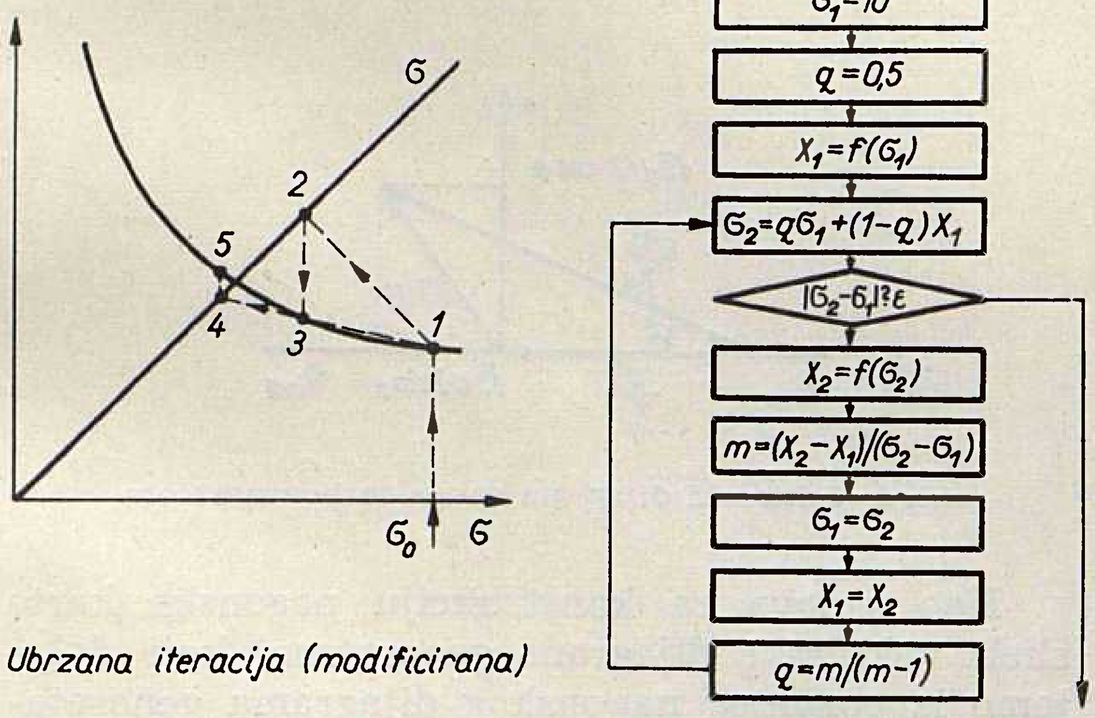
Sl. 7. Metode iteracije

$$m = \frac{x^2 - x_1}{\sigma_2 - \sigma_1},$$

$$q = \frac{m}{m - 1},$$

$$\sigma_2 = q\sigma_1 + (1 - b)\, x_1$$

Kod metode iteracije ne moramo početi uvijek s proizvoljnim vrijednostima. To je potrebno samo prvi put. Za slijedeći proračun (u našem slučaju za slijedeći provjes) mogu služiti posljednje izračunate vrijednosti, jer su one vjerojatno bliže rezultatu, pa će se broj iteracija smanjiti. Na ovoj shemi toka se to ne vidi, jer je ovo samo izvadak iz potpune sheme.



Sl. 8. Metode modificirane ubrzane iteracije

U vezi sa svim prikazanim shemama toka treba napomenuti da upotrijebljeni znak jednakosti nema isto značenje kao u matematici. Taj znak treba interpretirati ovako: uzmi postojeće vrijednosti za veličine na desnoj strani i izračunaj vrijednost desne strane, pa to pridaj kao novu vrijednost veličini s lijeve strane. Ovo omogućuje da se i s jedne i s druge strane nalazi ista veličina i da se na taj način veoma elastično formiraju petlje.

Konačno se za rješenje kubne jednadžbe može upotrijebiti eksplicitna formula, koja za kubnu jednadžbu

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0$$

u našem slučaju s jednim realnim rješenjem glasi

$$p = -\frac{a^2}{3} + b$$

$$q = \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c$$

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \frac{a}{3}.$$

Prema ovoj formuli je lako sastaviti program, ali je pitanje da li je to najbolji način. Vjerojatno ćemo brže doći do rezultata pomoću iteracije, jer proračun drugog i trećeg korijena na elektroničkom računalu razmjerno dugo traje (računalo to mora računati pomoću redova odnosno opet pomoću iteracije).

g) Izrada programa

Ovdje ćemo se zaustaviti u našim razmatranjima, jer je ispitivanje programa specifično za svako elektroničko računalo, odnosno za jezik koji pri tome upotrijebimo. Onome, tko pozna taj jezik, nije teško ispisati program, ukoliko raspolaže dobro i detaljno izrađenom shemom toka.

Rezultat rada elektroničkog računala na temelju programa izrađenog prema gornjim izlaganjima prikazan je na slici 9. Pri tome je upotrijebljeno elektroničko računalo Računskog centra Zavoda za unapređivanje produktivnosti rada u Zagrebu.

TABLICA PROVJESA

PODACI: 7500 0,000019 9,0 0,005780 0,003560
KRIT. RASPON: 165,60

Temp. / Raspon	—20	—10	0	+10	+20	+30	+40	—5 +LED
150	1,11	1,27	1,46	1,67	1,90	2,14	2,29	2,76
175	1,55	1,75	1,98	2,23	2,50	2,77	3,04	2,46
200	2,14	2,39	2,67	2,96	3,25	3,55	3,84	3,21
225	2,86	3,16	3,47	3,79	4,11	4,42	4,74	4,06
250	3,70	4,04	4,38	4,72	5,06	5,40	5,73	5,02
275	4,67	5,03	5,40	5,76	6,12	6,47	6,81	6,07
300	5,76	6,14	6,53	6,90	7,28	7,64	7,99	7,22
325	6,96	7,36	7,76	8,15	8,53	8,90	9,27	8,48
350	8,28	8,69	9,10	9,50	9,89	10,27	10,64	9,83
375	9,70	10,12	10,54	10,94	11,34	11,73	12,11	11,29
400	11,23	11,66	12,08	12,49	12,90	13,30	13,68	12,84
425	12,87	13,30	13,73	14,15	14,56	14,96	15,35	14,50
450	14,61	15,05	15,48	15,90	16,31	16,72	17,12	16,26
475	16,45	16,89	17,33	17,75	18,17	18,58	18,99	18,11
500	18,40	18,84	19,28	19,70	20,13	20,54	20,95	20,07
525	20,44	20,89	21,33	21,76	22,18	22,60	23,02	22,13
550	22,59	23,04	23,48	23,91	24,34	24,76	25,18	24,28
575	24,85	25,29	25,73	26,17	26,60	27,02	27,44	26,54
600	27,20	27,65	28,09	28,53	28,96	29,38	29,81	28,90

Sl. 9. Tablica provjesa izračunata na elektroničnom računalu

Naslov pisca: Prof. dr ing. Božidar Stefanini, Elektrotehnički fakultet, Zagreb.

POGONSKE KARTE GENERATORA

Primjena u pogonskoj praksi i neka iskustva

Nikola Bilčar, Zagreb

Autor obrađuje primjenu pogonske karte generatora u elektroprivrednoj mreži SRH, kao praktično pomagalo u svakodnevnom radu. U članku su objašnjene osnovne veličine koje daje pogonska karta. Ujedno su iznesena i dosadašnja iskustva iz korištenja ovih karata, koje ukazuju na neke početne probleme, ali i koristi koje se mogu dobiti korištenjem pogonskih karata.

DK 621.313.12

Uvod

U našem elektroenergetskom sistemu uobičajena rezerva je minimalna, ili je praktički nema, ovisno o momentanim dotocima. Dakako da je kod ovakvog stanja teško održavati u sistemu zadovoljavajuće prilike s obzirom na opskrbu potrošača kvalitetnom električnom energijom. U svrhu što uspješnijeg vođenja sistema i u ovakvim situacijama, preostalo je da se radi na usavršavanju načina kako iz postojećih izvora izvući maksimum, a da se pri tome ne ugrozi sigurnost pogona.

Jedna od prvih mjera, o kojoj će ovdje biti govora, sastojala se je u tome da se utvrdi s kolikom zapravo maksimalnom snagom (radnom i jalovom) možemo računati trajno kod pojedinih generatora u našim elektranama. Osim toga trebalo je utvrditi također i minimalne snage (tehnički minimum kod termoelektrana i minimalna snaga nekih hidroagregata, ispod koje nije dozvoljen rad iz hidrauličkih razloga) da bi se što ekonomičnije i uspješnije vodio elektroenergetski sistem noću, kao i niz drugih podataka.

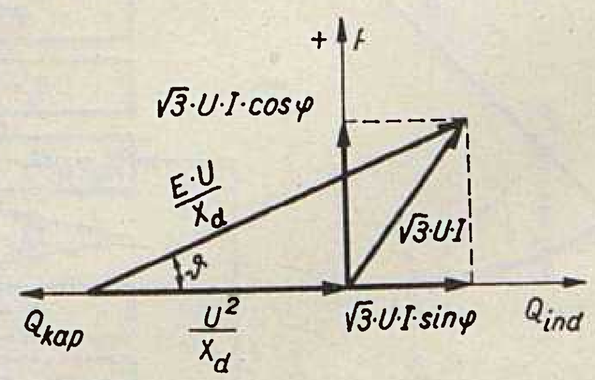
Koncem 1963. godine konstruirane su pogonske karte generatora u kojima su pokazane mogućnosti generatora svih većih elektrana u SRH i to za nominalni napon i stacionirani pogon, te su date pogonskom osoblju elektrana i dispečerima na upotrebu.

Osnovno o konstrukciji pogonske karte

Za konstrukciju pogonske karte generatora potrebno je poznavati, osim nominalnih podataka s tablice određenog generatora, također uzdužnu i poprečnu sinhronu reaktanciju. Nominalni podaci s tablice nalaze se u ispitnom protokolu kao rezultati ispitivanja. Uzdužna sinhrona reaktancija definira se kao omjer između nominalnog faznog napona i struje kratkog spoja, koja bi protekla kroz kratkospojni generator kad bi bio uzbuđen strujom uzbude i_0, koja je potrebna za spomenuti napon u praznom hodu uz pretpostavku da se radi o nezasićenom generatoru slika 1, odnosno imamo da je

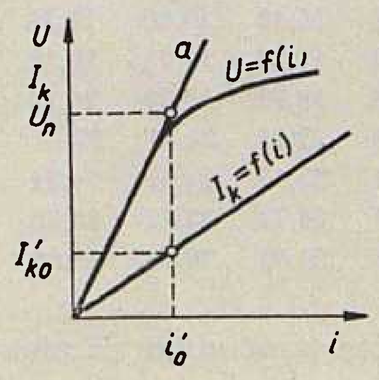
$$X_d = \frac{U_n}{I'_{ko}}$$

Prema tome može se kazati da je i ova veličina, iako ne direktno, mjerena. Ostaje poprečna reaktancija (X_q), čije mjerenje nije uobičajeno ni direktno, pa se ova uzima iz proračuna. Ovo može biti razlogom izvjesnih odstupanja pojedinih stvarnih vrijednosti od onih u pogonskim kartama, ali ipak neznatnih.

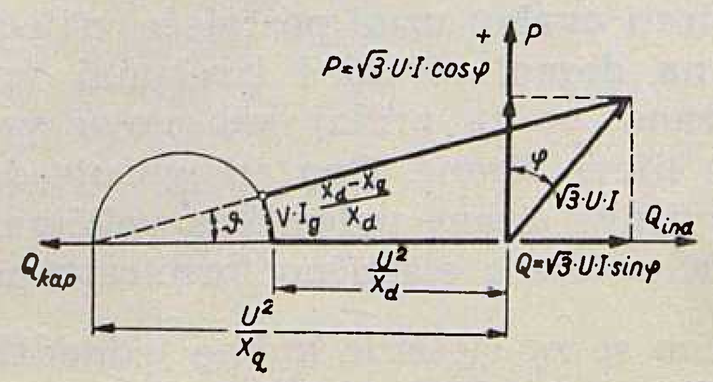


Sl. 2. Vektorski dijagram snaga turbogeneratora

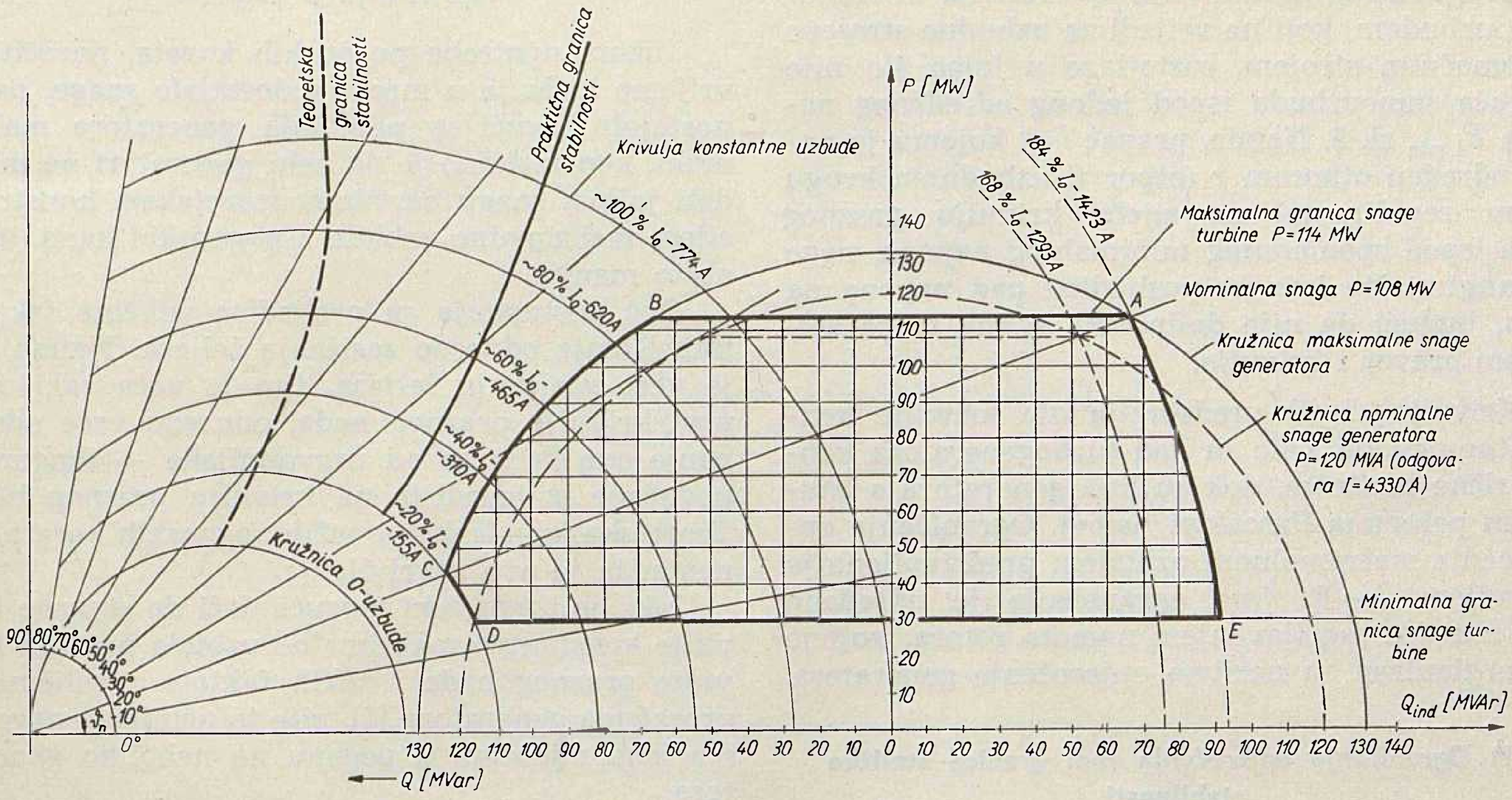
Kao osnova za konstrukciju pogonske karte služi vektorski dijagram generatora, koji dobijemo iz poznatog naponskog dijagrama generatora tako da podijelimo sve napone sa sinhronom reaktancijom, odakle dobijemo strujni vektorski dijagram generatora, a iz ovog spomenuti dijagram snaga, ako pomnožimo struje s naponom na stezaljkama generatora (1).



Sl. 1. Određivanje sinhrone reakcije iz karakteristika praznog hoda



Sl. 3. Vektorski dijagram snaga generatora s izrazitim polovima



Sl. 4. Pogonska karta za generator I HE Split

Podaci generatora: R_{nom} = 120 MVA cosφ = 0,9
U_{nom} = 16 kV X_d = 88 %
Ist_{nom} = 4330 A X_q = 50 %

Na slikama 2 i 3 prikazani su vektorski dijagrami snaga turbogeneratora, odnosno generatora s izrazitim polovima. Vektor $\sqrt{3}\ U\ I$ prikazuje prividnu snagu generatora. Ako sada iz tačke O povučemo kružnicu, kojoj je polumjer $\sqrt{3}\ U_n\ I_n$ dobijemo zapravo prvi elemenat pogonske karte — kružni dijagram gdje je područje iznad osi apscisa generatorsko, odnosno ispod osi apscisa motorno.

Kako je uvodno rečeno, pogonska karta generatora se odnosi na stacioniran pogon uz pretpostavku konstantnog napona na stezaljkama generatora. Na slici 4 prikazana je pogonska karta generatora HE Split na kojoj odstupanja od spomenute kružnice predstavljaju ograničenja, koja proizlaze iz dozvoljenih zagrijavanja statora i rotora, mogućnosti pogonskog stroja, vrsta uzbude, te stabiliteta.

a) Ograničenje opterećenja radi ugrijavanja statora

Stator se dimenzionira za nominalnu struju I_n, pa je ograničenje opterećenja radi zagrijavanja statora, uz nominalni napon U_n, određeno produktom $\sqrt{3}\ U_n \cdot I_n$ bez obzira na odnos radne i jalove snage. Prema tome, na našoj slici ovo ograničenje je predstavljeno dijelom luka B—C i nominalnom tačkom A. Drugim riječima, generator se može opteretiti — s obzirom na zagrijavanje statora onom snagom, kojoj tačka u koordinatnom sistemu snaga pada unutar ili na rub kruga s polumjerom $\sqrt{3}\ U_n \cdot I_n$.

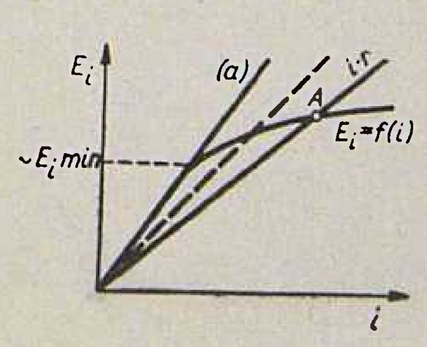
b) Ograničenja opterećenja radi pogonskog stroja

Radna snaga generatora je ovisna o pogonskom stroju — turbini u našem slučaju — pa je maksimalna radna snaga generatora jednaka raspoloživoj snazi na osovini turbine pomnoženoj s η. Od ove snage generator ne može dati veću bez obzira na ostale karakteristike. Ovo ograničenje predstavljeno je paralelom A—B s osi apscisa.

Druga paralela D—E predstavlja također ograničenje uslijed pogonskog stroja. Ispod ove snage pogonski stroj ne može raditi bilo da je to ograničeno tehničkim minimumom kod parnih postrojenja, bilo vibracijama hidrauličnog porijekla kod vodnih turbina.

c) Ograničenje opterećenja minimalnom i maksimalnom uzbudom

Dio krivulje C—D (sl. 4) predstavlja ograničenje opterećenja uslijed minimalne uzbude. Kao prvi razlog ovog ograničenja treba spomenuti regulator napona. Naime, on neće djelovati ispod neke minimalne vrijednosti — obično se to uzima kao 10% od nominalne uzbude.



Sl. 5. Uzbuda generatora samouzbudnim strojem

Drugi razlog ograničenja opterećenja minimalnom uzbudom, koji ne vrijedi za uzbudne strojeve s pomoćnim strojem, sastoji se u tome što nije moguća samouzbuda ispod jednog određenog napona $E_{i\,min}$ sl. 5. Naime, pravac $i \cdot r$ kojemu je nagib određen otporom r (otpor u uzbudnom krugu kojim reguliramo) ne siječe krivulju praznog hoda ispod spomenutog minimalnog napona, nego je tangira, što ima za posljedicu pad napona na nulu, budući da nije definirana radna tačka sjecištem pravca i krivulje.

Krivulja C—D predstavlja dio krivulje konstantne uzbude. One su kod turbogeneratora koncentrične kružnice, dok su kod generatora s isturenim polovima Pascalovi listovi. Ograničenje opterećenja maksimalnom uzbudom predstavljeno je krivuljom A—E. Ovo ograničenje je određeno dozvoljenim zagrijavanjem namota rotora, koji je dimenzioniran za nazivno opterećenje generatora.

d) Ograničenje opterećenja radi granice statičke stabilnosti

Kao posljedica ograničenja imamo krivulju koja predstavlja praktičnu granicu stabilnosti, odnosno granicu do koje generator radi stabilno s obzirom na ovisnost djelatne snage o kutu koji zatvara vektor uzbude s vektorom napona na stezaljkama. Naime, ako se određena vrijednost ovog kuta prekorači, generator ispada iz koraka.

Ispitivanje u pogonu

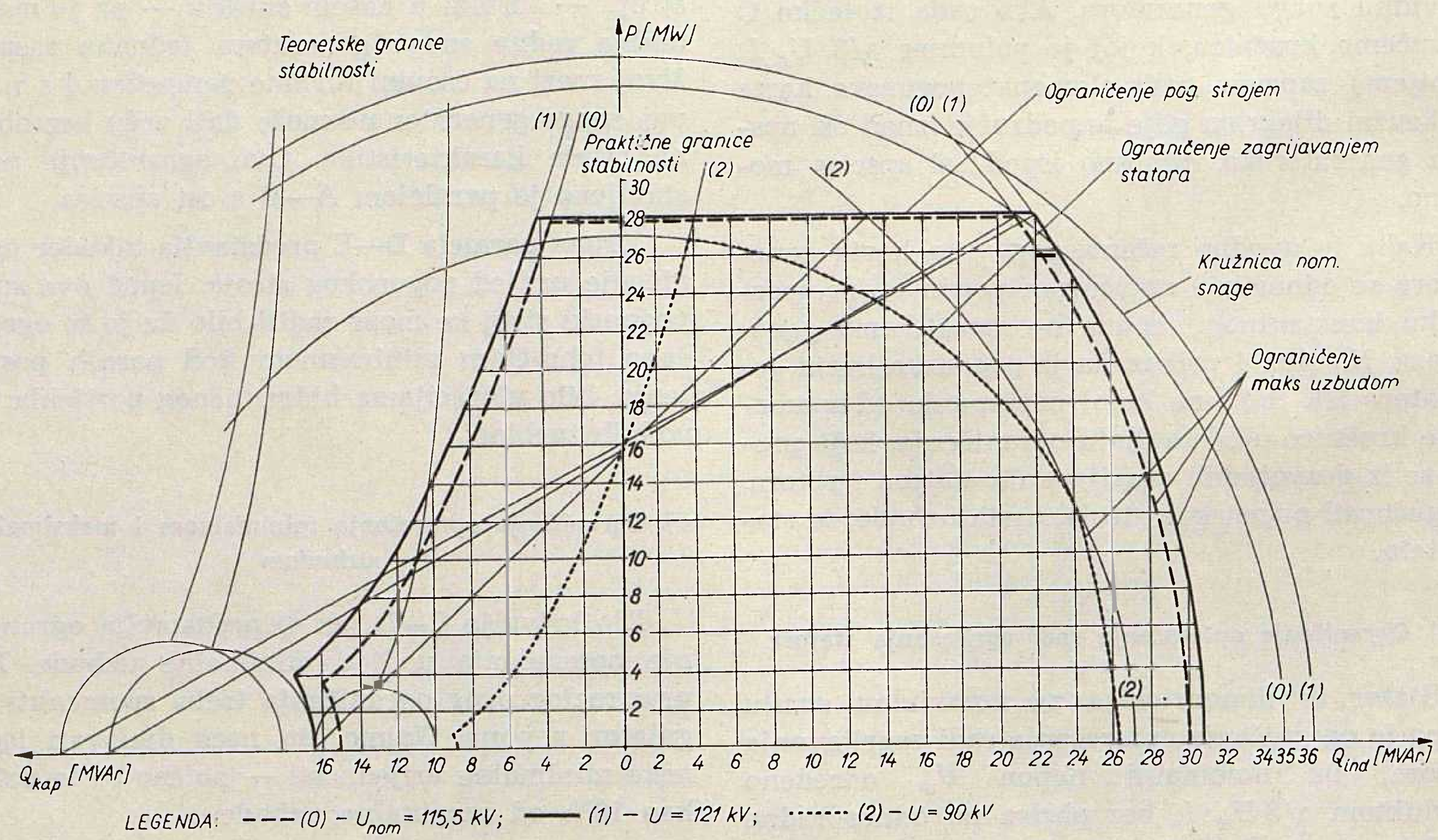
Tokom upotrebe pogonskih karata, naročito u vrijeme kada je u mreži nedostajalo snage, pa se nastojalo izvući iz pojedinih generatora maksimum, konstatirano je da neki generatori ne mogu dati jalovu snagu određenu teoretskom konstrukcijom maksimalne uzbude u pogonskoj karti, nego nešto manju.

Ova odstupanja su posljedica veličine faktora iskorištenja odnosno zasićenja željeza. Naime, što je veće zasićenje željeza, tim je veća zakrivljenost krivulje praznog hoda, odnosno veće odstupanje ove krivulje od pravolinijske — tangentne povučene iz ishodišta na krivulju praznog hoda. Teoretska konstrukcija naših pogonskih karata zanemarila je ovo zakrivljenje.

Iako je i teoretski moguće doći do stvarne krivulje konstantne maksimalne uzbude pomoću krivulje praznog hoda i nekih faktora i veličina iz proračuna generatora [2], nije to učinjeno, nego su izvršena mjerenja u pogonu na nekoliko generatora.

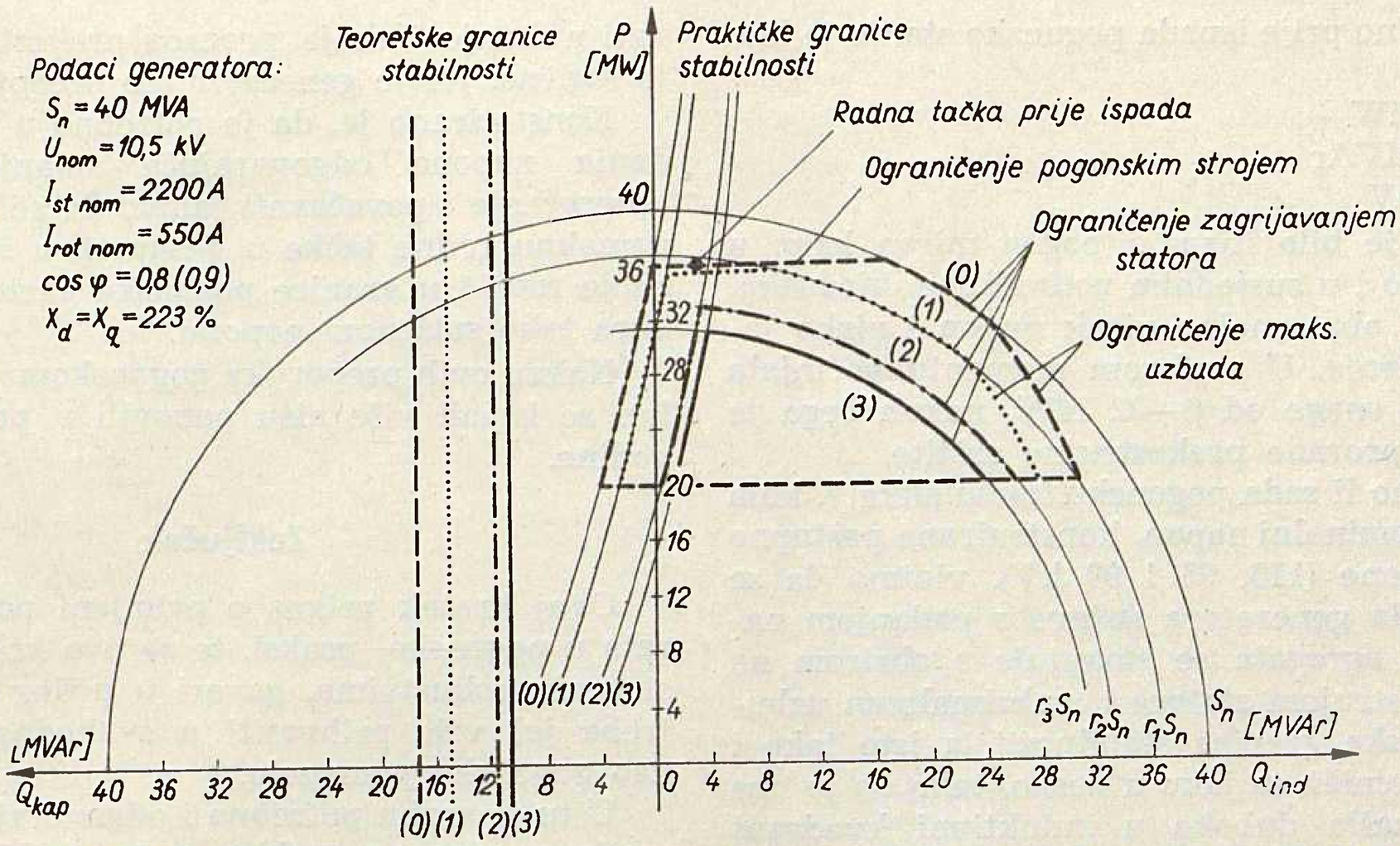
Mjerenja su obavljena tako da se nakon dovođenja generatora na nominalnu radnu tačku prebacila uzbuda na ručno, te smanjivala radna snaga za određeni broj MW. Nakon svakog postepenog smanjivanja, vršeno je očitavanje instrumenata i to:

— napon i struja uzbude (laboratorijski instrumenti),



Sl. 6. Pogonska karta bloka HE Vinodol

Podaci generatora:		Podaci transformatora:	
S_n	= 35 MVA	S_n	= 35 MVA
U_n	= 10,5 kV	E_k	= 10 %
Ist_n	= 1925 A	U_1	= 10,5 kV
$Irot_n$	= 237 %, I_o = 537 A	U_2	= 115,5 kV
$\cos\varphi$	= 0,8	P_{Cu}	= 173 kW
X_d	= 149,5 %	P_{Fe}	= 57 kW
X_q	= 88 %		



Sl. 7. Pogonska karta bloka TE—TO Zagreb za nominalne i snižene napone (O) U_n = 115 kV; (1) U = 105 kV; (2) U = 95 kV; (3) U = 90 kV

— radna snaga (laboratorijski instrumenti),
— napon na generatoru (laboratorijski instrumenti) i
— jalova snaga (pogonski instrumenti).

Nedostatak ovih mjerenja — mjerenja jalove snage pogonskim instrumentima — kontrolirano je mjerenjem statorske struje i računanjem jalove snage. Mjerenja su pokazala, da su odstupanja od teoretski konstruirane krivulje maksimalne uzbude kod generatora HE Manojlovac i HE Gojak praktički zanemarivana, dok su kod generatora HE Vinodol i HE Split, gdje se išlo na veće iskorištenje željeza, ova odstupanja znatnija kako se vidi iz slijedećih tablica:

Razlike između teoretske (po konstrukciji) i stvarne (izmjerene) jalove snage na generatoru HE Vinodol

Tablica 1

Radna snaga (MW)	28	25	20	15	10	5	0
Jalova snaga (MVAr) po teor. konstr. krivulje konstante uzbude	21	22,6	24,6	26,4	27,7	28,4	28,6
Izmjerena jalova snaga (MVAr)	21	22,2	23,6	24,8	25,7	26,0	26,2
Razlika (MVAr)	0	0,4	1,0	1,6	2,0	2,4	2,4

Razlike između teoretske (po konstrukciji) i stvarne (izmjerene) jalove snage na generatoru HE Split

Tablica 2

Radna snaga (MW)	112	108	95	80	60
Jalova snaga (MVAr) po teor. konstr. krivulje konstante uzbude	66	68	74	79	85
Izmjerena jalova snaga (MVAr)	66	68	71	73	75
Razlika (MVAr)	0	0	3,0	6,0	10,0

Na temelju ovih mjerenja izvršena je korekcija pogonskih karata generatora.

Iskustva s pogonskim kartama

Ovako konstruirane pogonske karte su u stvari teoretske preko kojih se trebalo upotrebom i provjeravanjem u pogonu doći do praktičnih pogonskih karata sistematskim kontroliranjem krajnjih tačaka pogonske karte. Međutim, ovako zamišljeno provjeravanje i ispitivanje pogonskih karata nije uspjelo, pa su organizirana mjerenja, ali je primjena pogonskih karata imala određenog uspjeha.

Prije svega upotreba pogonskih karata generatora ukazala je na potrebu izrade pogonskih karata bloka tj. trebalo je uvažiti i reaktancije transformatora, pa su izrađene nove pogonske karte. Osim toga, pokazalo se, da pogonske karte nisu u potpunosti odgovarale upravo u momentima kada ih se najviše trebalo. Naime, ranije pogonske karte crtane za nominalni napon i stacioniran pogon, primjenjivane su kod vrlo čestih i osjetljivo niskih napona, dakle u momentima kada one više nisu odgovarale s obzirom na promijenjeni napon, pa je bilo čak i nesuglasica. Radi toga su pri konstrukciji pogonskih karata bloka, osim za nominalni napon, ucrtane pogonske karte za sniženi i povišeni napon (sl. 6). Za sniženi napon uzet je do tada najniži registrirani napon u pogonu, dok je za povišeni napon uzeta gornja granica dozvoljena po propisima. Ovakve pogonske karte, osim što pokazuju raspone kretanja pojedinih vrijednosti ovisnih o promjeni napona, omogućuju dovoljno tačnu orijentaciju o mogućnosti generatora u datom momentu kod jednog određenog napona.

Kao primjer korisne upotrebe pogonske karte može poslužiti izvršena analiza u dva navrata ponovljenog ispada agregata TE-TO Zagreb. Naime, oscilacije snage, koje su prethodile ispadima, uputile su analizu na pogonsku kartu, pogotovo zato, jer u to vrijeme nije bio u pogonu dalekovod HE Split—TS Mraclin, koji bi eventualno mogao biti uzrok njihanju.

Neposredno prije ispada pogonsko stanje je bilo slijedeće:

$P = 36$ MW
$Q = 4$ MVAr
$U = 96$ kV

Vrijeme je bilo lijepo i pogon miran kako u Zagrebu tako i u susjednim područjima. Međutim, upada u oči abnormalno nizak napon i nisko jalovo opterećenje. U ovakvom momentu počinjala je oscilacija snage od 0—32 MW, nakon čega je dolazilo do prorade prekostrujne zaštite.

Pogledamo li sada pogonsku kartu slika 7, koja je, osim za nominalni napon, konstruirana postupno za niže napone (115, 95 i 90 kV), vidimo da se područje rada generatora sužava s padanjem napona, snaga agregata se smanjuje s obzirom na ograničenje strujom statora i maksimalnom uzbudom. Teoretska granica stabilnosti, a isto tako i praktična, pomiču se jako u desno, tako da je ova posljednja zašla duboko u induktivni kvadrant pogonske karte.

Ako sada ucrtamo gore spomenutu radnu tačku na našu sliku, vidimo da radna tačka pada van pogonske karte, označene s brojem 2 i crtane tačka-crta, koja odgovara naponu u momentu ispada. Dalje se vidi da je praktična granica stabilnosti desno od radne tačke, što navodi na zaključak da je generator radio u nestabilnom području, pa je i najmanji poremećaj iz mreže mogao prouzrokovati njihanje. I dalje, prorada prekostrujne zaštite je logična, jer je generator bio preopterećen.

Konstatirano je, da je potrebno u slučaju opadanja napona odgovarajuće smanjivati radno opterećenje i povećavati jalovo da se na taj način pomaknu radne tačke u desno tj. u stabilno područje rada i u granice pogonske karte koja odgovara tako sniženom naponu.

Nakon ovih preporuka pogonskom osoblju, ovakvi se ispadi više nisu ponovili u protekle dvije godine.

Zaključak

Ovaj kratak prikaz o primjeni pogonskih karata u pogonskoj praksi, te za ovo kratko vrijeme stečenim iskustvima, govori u prilog tome, da ih treba još više prihvatiti u svakodnevnoj praksi kao pogonsko pomagalo.

U tu je svrhu potrebno i odgovarajuće upoznavanje pogonskog osoblja s pogonskim kartama.

Literatura

[1] H. Požar, *»Proizvodnja električne energije«*, skripta — svezak II
[2] R. Richter, *»Elektrische Maschinen«*, knjiga II
[3] H. Walker, *»Operating Characteristics of Salient-pole Machines«*, The Proceedings, Part II, 1953.

Naslov pisca: Nikola Bilčar, dipl. ing., »Udružena elektroprivreda SRH«, Zagreb

Laboratoriji i terenske mjerne grupe
INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU
obavit će vam
SVA MJERENJA NA VAŠIM POSTROJENJIMA

IZOKERAUNIČKA KARTA SR HRVATSKE

Miroslav J u n g, Zagreb

U Institutu za elektroprivredu u Zagrebu izrađena je nova izokeraunička karta na temelju podataka iz 82 stanice, uključujući ovamo i najnovije vremensko razdoblje od 6 godina. Nova izokeraunička karta se temelji na broju podataka koji su za 60% veći od prijašnjih, pa se može smatrati, da su ovi podaci znatno pouzdaniji od ranijih. Rezultati statističke obrade kao i karta grmljavinskih linija 50 %-tne vjerojatnosti prikazani su u ovom članku.

DK 551.515

U želji da se prikupi što veći broj pouzdanih podataka o utjecaju atmosferskih prilika na pogon električnih mreža započelo se kod nas prije desetak godina radom na utvrđivanju intenziteta i frekvencije atmosferskih izbijanja u našem području. Dok se sa mjerenjima na utvrđivanju jakosti struje groma kod nas tada tek započelo, raspolagala je hidrometeorološka služba brojnim podacima o frekvenciji grmljavina, koji su bili sposobni za matematsko-statističku obradu pa prema tome i za određivanje pouzdanijih podataka jer su se osnivali na višegodišnjim zapažanjima. O svemu tome izrađen je godine 1959. u Institutu za elektroprivredu u Zagrebu poseban elaborat, a referirano je također i na V stručnom savjetovanju JNK CIGRE godine 1960. u Ohridu.

Budući da se u zadnje vrijeme raspoloživi statistički materijal znatno povećao pristupilo se u godini 1965, dopuni starijih podataka i izradi novih izokerauničkih karata SR Hrvatske. Dok je starija razrada obuhvatila 60 stanica hidrometeorološke službe sa zbrojem svih razdoblja promatranja od 801 godine, u novoj razradi te brojke iznose 82 stanice i 1280 godina što znači povećanje od 36,6 % u broju stanica i 60,8 % u broju raspoloživih podataka. Kraj toga moralo se iz raznih razloga izostaviti 3 stanice iz starije razrade, ali umjesto toga u novu je razradu uvedeno 25 novih stanica sa razdobljem opažanja od 6 godina.

Upada u oči, da je od više stotina stanica hidrometeorološke službe koje djeluju na području SR Hrvatske odabran samo relativno malen broj, no ipak uvažene su sve one stanice, čiji su se podaci mogli koristiti za naznačene potrebe. S obzirom na organizaciju hidrometeorološke službe spomenute se stanice dijele na sinoptičke, kišomjerne i klimatološke te njihovi podaci motrenja nisu uvijek jednako vjerodostojni.

U novoj razradi, međutim, na prijedlog hidrometeorološke službe za klasifikaciju podataka o grmljavinama nije usvojena gornja, već nešto drugačija raspodjela koja prema vjerodostojnosti podataka o grmljavinama razlikuje stanice s podacima:

I reda tj. one stanice u kojima vrši danonoćnu službu profesionalno ili priučeno osoblje s najmanje 10 godina prakse i s dobrim rezultatima rada, a ukoliko i nema noćne službe osoblje je dužno da putem svojih veza odmah sutradan ujutro prikupi potrebne podatke;

II reda, tj. one stanice u kojima osoblje kao gore vrši samo dnevnu službu, pa postoji mogućnost da se neke pojave i ne zabilježe. Uz to u tim stanicama povremeno vrši službu i manje stručno osoblje, i

III reda, tj. ostale stanice, a njihovi podaci se mogu uzeti kao manje pouzdani.

Na taj se način dogodilo, da su neki podaci sinoptičkih stanica klasificirani kao podaci drugog reda, no češći je slučaj bio, da su podaci stanica nižeg ranga klasificirani kao podaci višeg reda. Vjerodostojnost podataka pak kontrolirana je još naknadnom primjenom matematsko-statističkih metoda.

U pogledu rasporeda stanica hidrometeorološke službe na području SR Hrvatske može se reći, da »čujnost« gromova svih stanica, čiji su podaci korišteni, pokriva čitavo područje, budući da njihova međusobna udaljenost ne prelazi 30 km, koliko iznosi prosječna čujnost svake stanice. Pa ipak pri iscrtavanju izokerauničkih linija naišlo se na izvjesne poteškoće s obzirom na geometrijski oblik republičkih granica te je još jednom uočena potreba obuhvaćanja susjednih područja osobito onih na teritoriju SR Bosne i Hercegovine.

Što se tiče vrste podataka, koje u vezi promatranja grmljavina registriraju pojedine stanice hidrometeorološke službe, valja istaći, da samo neke od njih registriraju sat u koji se čula grmljavina dok velika većina stanica registrira samo dan u kojem se čula grmljavina te potom obavještava svoj republički centar o ukupnom broju dana s grmljavinom u toku pojedinog mjeseca. Na taj način bili smo prisiljeni u spomenutoj razradi koristiti se samo podacima o mjesečnom ili godišnjem broju grmljavinskih dana, gdje potonji predstavlja svaki onaj dan u kojemu se grmljavina uopće čula, makar i jedanput i to bez obzira na smjer izbijanja. Ovdje želimo također napomenuti da postoje i preciznija mjerila za frekvenciju atmosferskih izbijanja kao npr. broj udaraca groma u tlo po jedinici površine i vremena, no na žalost mi takvim podacima ne raspolažemo.

Kao primjer podataka preuzetih od hidrometeorološke službe navodimo ovdje priloženi višegodišnji pregled broja dana s grmljavinom za kišomjernu stanicu Drenovci i razdoblje proma-

Višegodišnji pregled broja dana sa grmljavinom

Hidrometeorološka služba SFRJ, SR Hrvatska, Kišomjerna stanica DRENOVCI

Nadmorska visina Hs 86 m
Geograf. širina φ 44⁰ 55'
Geograf. dužina λ 18⁰ 55'

Tablica 1

Mjesec / Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Zbroj
1939	1	0	0	4	12	10	5	8	1	1	1	0	43
1940	0	0	2	6	10	3	5	3	1	2	1	0	33
1941	0	1	2	2	2	9	8	6	0	0	0	0	30
1942	0	0	0	4	7	8	6	3	6	0	1	0	35
1943	0	0	0	1	5	8	4	2	4	0	1	0	25
1944	0	0	0	2	4	9	4	4	1	1	0	0	25
1945	0	0	0	0	7	6	8	5	1	1	0	0	28
1946	0	0	0	3	17	9	4	5	1	0	1	0	40
1947	0	0	2	5	10	8	8	3	0	1	0	0	37
1948	0	1	0	2	7	5	6	4	3	1	0	0	29
Zbroj	1	2	6	29	81	75	58	43	18	7	5	0	325
1949	0	0	0	3	8	11	7	5	3	0	0	0	37
1950	0	0	1	5	4	4	3	5	0	1	0	1	24
1951	0	1	0	4	7	11	8	4	2	0	0	0	37
1952	0	0	2	2	7	8	2	4	6	2	0	0	33
1953	1	0	0	3	7	12	7	1	2	0	0	0	33
1954	0	0	0	2	12	14	7	6	1	0	0	0	42
1955	1	1	1	1	4	6	11	6	3	0	0	0	34
1956	0	0	0	4	5	8	7	4	3	0	1	0	32
1957	0	1	0	3	10	5	6	1	1	0	0	1	28
1958	0	0	0	2	2	2	4	6	2	3	0	0	21
Zbroj	2	3	4	29	66	81	62	42	23	6	1	2	321

tranja od godine 1939. do godine 1958., a koji su podaci po hidrometeorološkoj službi ocijenjeni kao podaci drugog reda.

Na jednaki način preuzeti su podaci za sve 82 odabrane stanice pri čemu se nastojalo, da razdoblja motrenja pojedinih stanica budu čim dulja i neprekinuta te je pri tom postignuta slijedeća raspodjela spomenutih razdoblja u ovisnosti o broju stanica motrenja:

Broj stanica	4	5	8	5	15	7	4	4	2	3	25
Razdoblje godina	64	26	19	18	16	15	14	13	12	11	6

koja daje već spomenutih 1288 podataka o godišnjem odnosno 15.456 podataka o mjesečnom broju dana s grmljavinom.

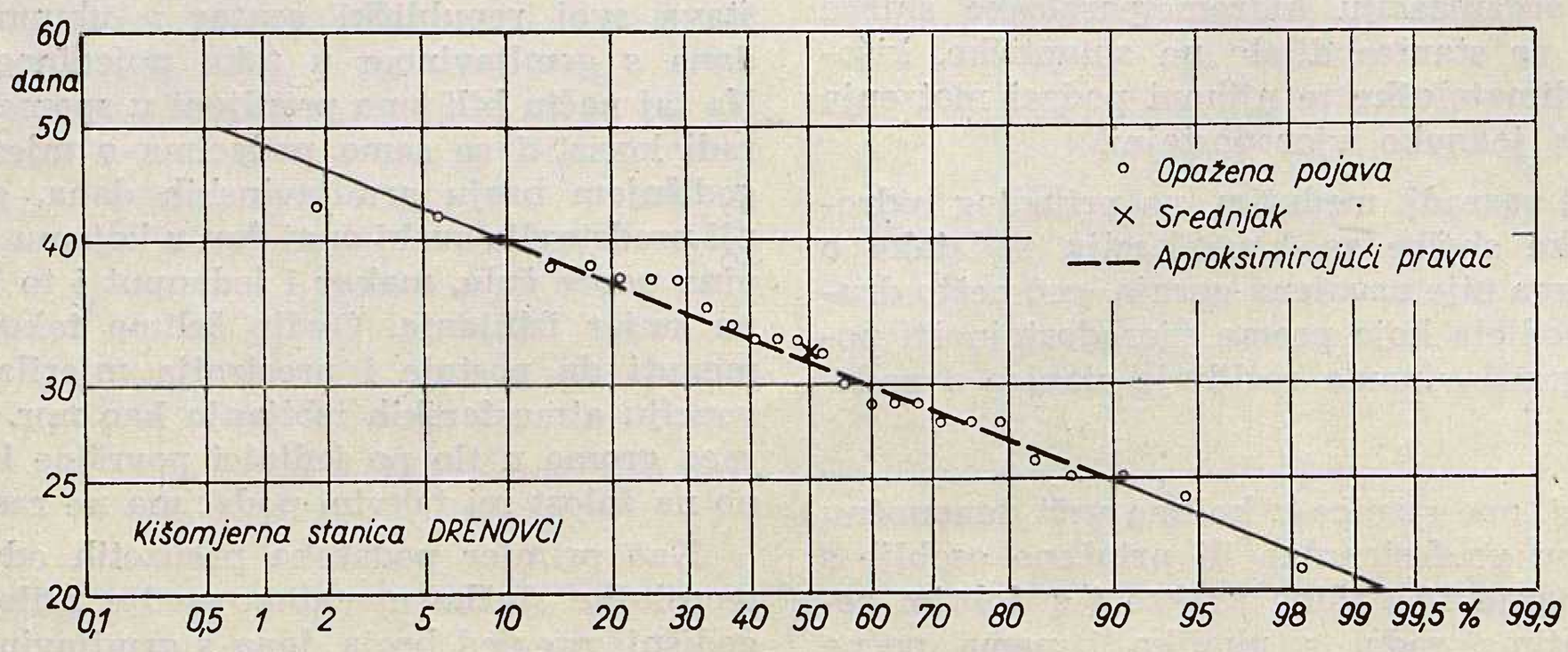
U svrhu izrade izokerauničkih karata navedeni statistički podaci podvrgnuti su matematskoj obradi kao i u prvoj razradi iz godine 1959. na slijedeći način: Na sve raspoložive podatke o godišnjem broju grmljavinskih dana primijenjena je Gibratova metoda prema kojoj se Gaussov zakon vjerodostojnosti može predočiti pravcem u pravokutnom koordinatnom sustavu ako na apscisnu os nanesemo skalu u mjerilu Laplace-Gaussovog integrala a na ordinatnu os logaritamsku skalu. Ako sada pojedine opažene vrijednosti poredamo u padajući niz te ih nanesemo na ordinatu redom ovisno o rastućoj vjerodostojnosti apscise, dobivamo krivulje koje redovito možemo vrlo dobro aproksimirati pravcima.

Radi primjera prikazana je na priloženom dijagramu spomenuta raspodjela i aproksimirajući pravac za već spomenutu stanicu Drenovci i za razdoblje promatranja 1939—1964. Samo je po sebi razumljivo da su slični dijagrami izrađeni za sve 82 promatrane stanice, da bi potom s aproksimirajućih pravaca bili očitani grmljavinski dani kod određenih vjerojatnosti. U našem slučaju to je učinjeno za vjerojatnosti od 90, 50 i 10 postotaka, pri čemu znači:

90 % vjerojatni broj dana s grmljavinom u godini, da će u 90 % slučajeva (godina) broj dana s grmljavinom biti barem tolik ili veći, ili drugim riječima, da toliki ili manji broj dana s grmljavinom treba očekivati prosječno jednom u svakom desetljeću,

50 % vjerojatni broj s grmljavinom u godini predstavlja tzv. »matematsku nadu« te je u pravilu jednak srednjoj vrijednosti opažene pojave u promatranom razdoblju ili se od nje tek malo razlikuje, i

10 % vjerojatni broj dana s grmljavinom u godini, da toliki ili veći broj dana s grmljavinom treba očekivati prosječno jednom u svakih deset godina.

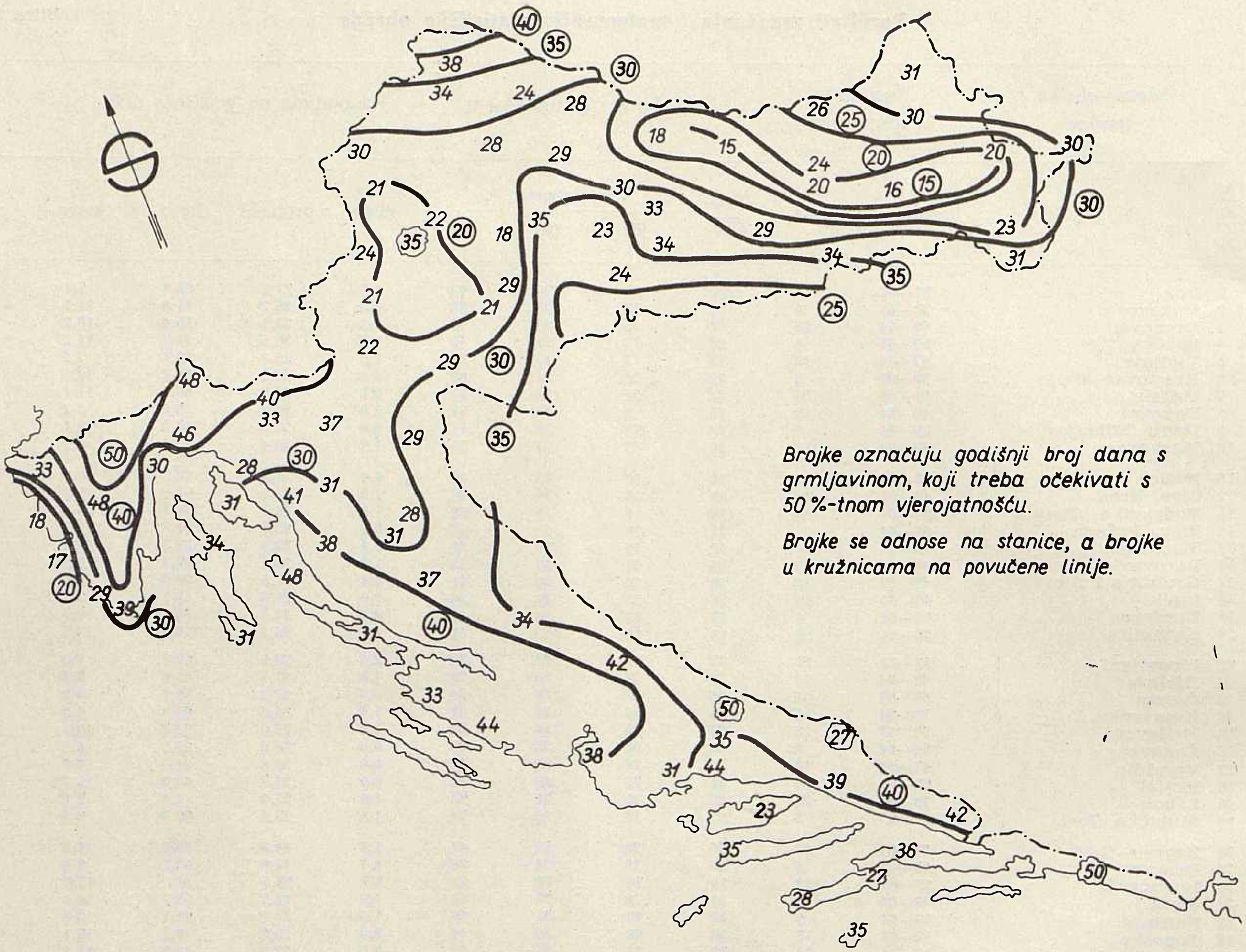


Sl. 1. Grmljavinske linije 50%-tne vjerojatnosti

Rezultati zapažanja i matematičko-statističke obrade

Tablica 2

Red. br	Meteorološka stanica — Naziv	Razdoblje promatranja — od — do	god.	Broj dana s grmljavinom — Pro-sjek	Vjerojatnost % — 90	50	10	Raspodjela na godišnje doba % — zima	proljeće	ljeto	jesen
1	Ilok	51—64	14	31	21	30	43	0,5	27,3	63,0	9,2
2	Vukovar	59—64	6	21	13	20	30	0,8	26,2	61,9	11,1
3	Drenovci	39—64	26	32	25	32	40	1,6	33,1	55,0	10,3
4	Spačva	59—64	6	25	13	23	40	0,7	36,5	51,3	11,5
5	Vinkovci	47—64	18	19	9	17	32	1,2	33,2	58,4	7,2
6	Brestovac Belje	59—64	6	32	21	31	46	0,5	26,8	59,8	12,9
7	Osijek	01—64	64	31	21	30	41	0,5	27,5	60,9	11,1
8	Đakovo	46—64	19	18	9	16	29	2,0	30,3	59,0	8,7
9	Donji Miholjac	59—64	6	27	15	26	44	0,0	23,0	67,9	9,1
10	Markovac	53—64	12	25	17	24	35	1,7	26,4	63,2	8,7
11	Našice	59—64	6	22	12	20	34	0,0	30,8	59,2	10,0
12	Slav. Brod	46—64	19	35	26	34	46	1,3	29,5	61,0	8,2
13	Podravska Slatina	52—64	13	16	9	15	25	1,0	26,7	64,1	8,2
14	Slav. Požega	01—64	64	31	18	29	45	0,9	27,2	61,8	10,1
15	Virovitica	49—64	16	18	11	18	31	2,1	32,1	57,3	8,5
16	Daruvar	49—64	16	35	21	33	53	1,3	26,5	62,9	9,3
17	Grubišno Polje	47—64	18	30	22	30	41	0,4	27,5	63,0	9,1
18	Lipik	49—64	16	35	23	34	50	2,0	27,6	61,2	9,2
19	Đurđevac	59—64	6	27	15	28	42	0,6	33,3	55,4	10,7
20	Garešnica	59—64	6	25	13	23	42	1,3	26,3	59,9	12,5
21	Lipovljani	52—62	11	25	15	24	38	2,6	30,5	59,4	7,5
22	Bjelovar	47—64	18	29	21	29	39	1,5	27,1	61,8	9,6
23	Čazma	59—64	6	36	22	35	54	0,5	27,4	59,1	13,0
24	Koprivnica	39—64	26	24	18	24	32	1,4	28,5	60,8	9,3
25	Križevci	50—64	15	28	20	28	39	1,4	26,0	62,2	10,4
26	Čakovec	59—64	6	38	27	38	53	0,0	30,0	61,3	8,7
27	Varaždin	47—64	18	35	24	34	48	0,8	26,6	64,3	8,3
28	Kostel	59—64	6	31	22	30	42	0,0	23,7	65,0	11,3
29	Zabok	39—64	26	22	15	21	30	1,0	25,0	64,9	9,1
30	Stubička Gora	59—64	6	22	14	22	34	1,5	27,4	65,9	5,2
31	Zagreb—Grič	01—64	64	35	28	35	44	1,7	24,3	59,8	14,2
32	Bistrac	59—64	6	25	16	24	36	0,7	27,6	63,1	8,6
33	Ivanićgrad	52—64	13	18	12	18	27	3,7	26,5	56,2	13,6
34	Sisak	39—64	26	31	18	29	45	1,5	27,2	58,5	12,8
35	Petrinja	59—64	6	22	15	21	29	1,5	25,2	61,1	12,2
36	Topusko	50—64	15	30	20	29	41	5,0	22,8	57,1	15,1
37	Jastrebarsko	53—64	12	22	14	21	32	3,4	22,8	62,8	11,0
38	Karlovac	39—64	26	23	14	22	35	3,8	24,4	57,6	14,2
39	Ogulin	47—64	18	37	24	37	55	6,8	21,7	52,3	19,2
40	Slunj	50—64	15	30	19	29	44	4,2	23,1	55,4	17,3
41	Stipanov Grič	59—64	6	29	17	28	45	5,7	20,0	54,4	18,9
42	Gospić	46—64	19	38	26	37	52	12,2	20,6	43,6	23,6
43	Zavižan	59—64	6	39	25	38	56	8,5	18,3	46,4	26,8
44	Ličko Lešće	59—64	6	32	19	31	50	8,8	19,7	46,6	24,9
45	Brinje	46—64	19	32	22	31	45	10,6	18,8	46,2	24,4
46	Senj	51—64	14	42	31	41	54	11,8	17,9	43,2	27,1
47	Crikvenica	01—64	64	28	20	28	37	10,2	19,6	43,3	26,9
48	Ravna Gora	46—64	19	34	23	33	47	7,7	19,9	50,5	21,9
49	Skrad	50—64	15	40	28	40	55	6,9	21,1	49,6	22,4
50	Parg	50—64	15	49	35	48	64	7,1	18,6	52,8	21,5
51	Rijeka	49—46	16	47	33	46	64	9,3	18,6	48,5	23,6
52	Opatija	59—64	6	37	25	36	51	5,4	20,7	51,4	22,5
53	Buje	59—64	6	34	25	33	44	2,5	16,2	58,6	22,7
54	Pazin	50—64	15	50	35	48	66	3,5	21,7	51,9	22,9
55	Poreč	49—64	16	17	10	18	28	3,6	16,7	53,9	25,8
56	Rovinj	51—64	14	18	11	17	27	4,3	17,2	54,3	24,2
57	Fažana	59—64	6	29	21	29	40	6,2	16,4	49,7	27,7
58	Pula	49—64	16	41	27	39	56	8,0	16,7	45,5	29,8
59	Krk	49—64	16	33	21	31	47	11,8	18,9	43,3	26,0
60	Cres	59—64	6	36	24	34	49	8,1	19,8	41,0	31,0
61	Mali Lošinj	49—64	16	33	20	31	50	12,2	16,8	39,6	31,4
62	Rab	51—64	14	49	36	48	64	14,1	17,5	38,3	30,1
63	Pag	54—64	11	32	23	31	43	13,6	15,9	42,4	28,1
64	Gračac	54—64	11	35	24	34	48	13,5	19,7	46,5	20,3
65	Zadar	49—64	16	35	24	33	47	15,6	17,2	34,4	32,8
66	Biograd n/m	59—64	6	45	31	44	62	17,3	19,1	33,8	29,8
67	Šibenik	49—64	16	40	27	38	54	19,3	18,1	33,8	28,8
68	Knin	49—64	16	43	28	42	62	11,7	22,5	42,8	23,0
69	Kaštel Stari	49—64	16	33	22	31	45	16,4	21,0	37,3	25,3
70	Split	49—64	16	44	34	44	57	16,6	19,2	37,7	26,5
71	Trilj	46—64	19	35	26	35	46	15,8	21,2	40,2	22,8
72	Sinj	50—64	15	51	38	50	66	12,7	20,8	42,2	24,3
73	Makarska	52—64	13	40	26	39	56	16,6	19,5	35,2	28,7
74	Imotski	59—64	6	28	19	27	39	6,5	20,7	47,4	25,4
75	Opuzen	52—64	13	40	31	42	57	20,5	21,9	33,3	24,3
76	Dubrovnik	46—64	19	52	35	50	72	20,9	22,8	29,5	26,8
77	Pražnice	59—64	6	23	15	23	34	14,2	19,2	39,7	26,9
78	Hvar	46—64	19	36	24	35	52	21,4	17,3	28,7	32,6
79	Lastovo	49—64	16	36	24	35	51	21,5	18,5	28,1	31,9
80	Vela Luka	59—64	6	29	22	28	37	13,4	19,8	27,9	38,9
81	Korčula	49—64	16	29	15	27	49	20,4	21,0	29,2	29,4
82	Orebić	59—64	6	37	28	36	48	16,2	18,0	28,4	37,4



Sl. 2. Podaci kišomjerne stanice Drenovci

Rezultati spomenutih očitanja s odgovarajućih dijagrama prikazani su tabelarno za svaku stanicu pošto su prethodno navedeni početak, svršetak i trajanje razdoblja promatranja, kao i prosječna vrijednost pojave unutar pripadnog razdoblja.

Kako bi se barem donekle obuhvatila vremenska raspodjela grmljavina po pojedinim stanicama unutar jedne godine, korišteni su raspoloživi podaci o mjesečnom broju grmljavinskih dana te je izračunat postotak učešća zbroja grmljavinskih dana po pojedinim godišnjim dobima (zima: prosinac, siječanj i veljača; proljeće: ožujak, travanj i svibanj; ljeto: lipanj, srpanj i kolovoz i jesen: rujan, listopad i studeni) u ukupnom zbroju grmljavinskih dana. Izračunati postoci navedeni su također u spomenutoj tablici.

Konačno su na temelju tako dobivenih rezultata izrađene karte grmljavinskih linija i grmljavinskih područja od kojih na ovome mjestu prikazujemo izokerauničku kartu 50 %-tne vjerojatnosti.

Naslov pisca: Miroslav J u n g, dipl. ing., Institut za elektroprivredu Zagreb, Ul. Proleterskih brigada 37

A n a l i z e p o d a t a k a

statistike i mjerenja atmosferskih pražnjenja obavlja za Vas

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

REGISTRIRANJE STRUJA MUNJA NA PODRUČJU SRH

Tomislav Pavlović, Zagreb

U članku je opisan način mjerenja struja munja na teritoriju SR Hrvatske te su navedeni dobiveni rezultati. Rezultati su sređeni tabelarno, a u geografskoj karti su grafički prikazana mjesta mjerenja i registrirane veličine struja.

DK 621.316.98

Uvod

Razvojem mreže visokog napona, njenim rasprostiranjem i pokrivanjem sve većeg geografskog područja, pojavila se i potreba što potpunijeg saznanja o učestalosti i intenzitetu atmosferskih pražnjenja na tim područjima. Iz dosadanjeg iskustva je poznato, da se pojedina područja SR Hrvatske među sobom bitno razlikuju, kako po učestalosti, tako isto i po intenzitetu pražnjenja, pa je, da bi dobili jednu približnu sliku stanja, ispitivanje moralo biti provedeno na cijelom teritoriju republike. Podaci dobiveni sistematskim proučavanjem pojava pražnjenja od velike su važnosti kako za projektante onih dalekovoda koji će se tek graditi, tako isto i za redovito održavanje dalekovoda u pogonu. Specijalno na kraškom području, gdje postoje brdoviti tereni koji često imaju i različitu vodljivost zemljišta, gromovi kao po nekom pravilu redovito pogađaju neke dalekovode. Karakterističan smo primjer imali na 35 kV Bileća—Dubrovnik, gdje je praktički i kod najmanjeg nevremena dolazilo do udara munje u vod i ispadanja voda iz pogona, što je u vrijeme dok je Dubrovnik bio napajan samo preko jednog dalekovoda imalo vrlo neugodne posljedice. Da je prije postojalo poznavanje područja koje je toliko izloženo udarima munje, trasa dalekovoda je mogla biti drukčije projektirana, pa ne bi bilo ni neugodnih posljedica.

Prvi pokušaj ispitivanja struja munje provedeni su u SR Hrvatskoj 1962. godine postavljanjem magnetskih štapića na zaštitna užeta pojedinih 35 i 110 kV dalekovoda. Kako do tada nismo imali nikakovih iskustava na tom području, to nam ni prvi rezultati nisu pružili naročito pouzdane podatke, ali su nam bar dali iskustva za buduće sistematsko ispitivanje i sakupljanje podataka.

Metode ispitivanja struja munja

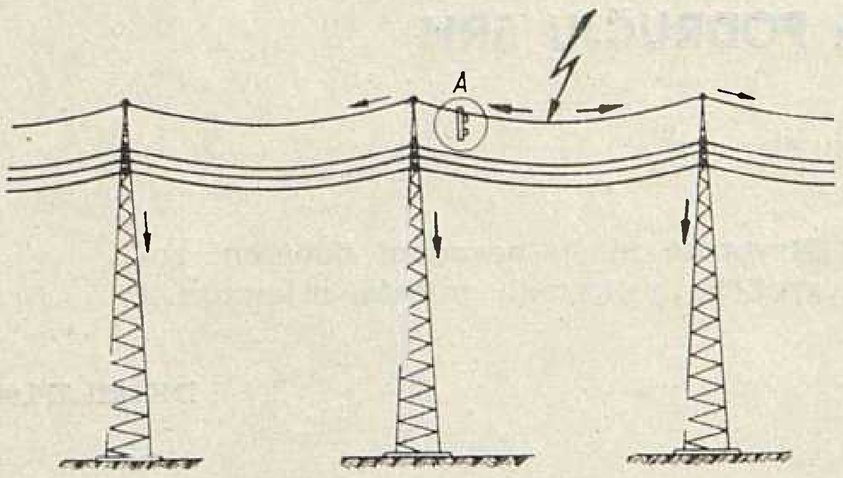
U svijetu postoji više različitih metoda ispitivanja struje munje ali se po kvaliteti i jednostavnosti izdvajaju dvije metode i to američka i švedska. Prednost američke metode sastoji se u tome što se ispitivanja mogu vršiti na samom terenu, do rezultata se dolazi za relativno kratko vrijeme, ali je nedostatak ove metode u tome što treba nabaviti specijalne instrumente za mjerenje.

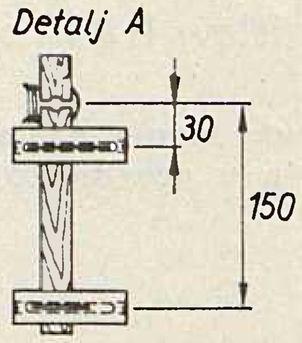
Švedski pak sistem zahtijeva nešto dulje vrijeme ispitivanja, jer se do rezultata ne dolazi direktnom metodom; ispitivanja se uglavnom provode u laboratoriju, jer je aparatura znatno glomaznija od američke, ali omogućuje da se lakše dođe do rezultata ukoliko se radi o više od jednog udara munje u zaštitno uže. Osim toga kod švedske metode je dovoljno da bi se došlo do rezultata da se ispituje samo jedan štapić, dok kod američke u svakom slučaju moramo imati dva štapića. Švedska metoda osim toga daje prilično tačne rezultate ukoliko se radi o intenzitetima pražnjenja, koji izazivaju magnetiziranje štapića na pravolinijskom dijelu magnetske krivulje. Naprotiv, ukoliko se radi o području zasićenja, pogreška može biti i do 50%. Kao prikladnija odnosno jednostavnija zbog potrebnog instrumentiranja za naše prilike izabrana je švedska metoda.

Postavljanje magnetskih štapića u svrhu ispitivanja struja munja

Kao moguća mjesta koja dolaze u obzir za postavljanje magnetskih štapića su: zaštitna užeta dalekovoda, uzemljenja stupova i katodnih odvodnika. Budući da nas je u prvi čas interesirala geografska rasprostranjenost učestalosti i intenziteta pražnjenja, odlučili smo da magnetske štapiće postavimo na zaštitna užeta dalekovoda. U tu svrhu od drva je izrađen specijalni držač magnetskih štapića, koji se pričvrsti na zaštitno uže (sl. 1) Držač ima dvije rupice, u koje se postavljaju magnetski štapići. Rupa u koju se postavlja štapić 5 mm promjera udaljena je 30 mm, a rupa u koju se postavlja štapić 8 mm promjera udaljena je 150 mm od zaštitnog užeta. Prvi je štapić namijenjen registraciji struja do 5 000 A, dok drugi pokriva područje od 5 000 do 70 000 A.

Postavljanje nosača štapića kao i kasnija zamjena u pravilu se vrše onda kada je vod van pogona, jer naši pogonski propisi ne dopuštaju, dok je vod pod naponom, nikakve zahvate na vodu. Ova činjenica stvara izvjesne poteškoće pri kontroli i skidanju, odnosno zamjeni magnetskih štapića, jer se može obavljati samo onda, kad je vod iz drugih razloga van pogona, kao na primjer za vrijeme godišnje revizije dalekovoda. Upravo iz ovih razloga nije bilo moguće preciznije odrediti u kojim je mjesecima ili periodima godine pražnjenje bilo intenzivnije, odnosno kad se desilo neko jače pražnjenje.





Sl. 1. Raspodjela struje kod udara groma u zaštitno uže u sredini raspona

Skidanje i ispitivanje magnetskih štapića

Budući da je skidanje odnosno zamjenu magnetskih štapića moguće provesti samo onda kada je vod van pogona, nastoji se skidati samo one štapiće koji su magnetizirani. Da se ne bi desilo da se skida i štapić koji nije namagnetiziran, pomoću magnetske igle, kojom se približimo samom štapiću ustanovimo da li je on magnetičan. Ako magnetska igla ne pokazuje nikakav otklon, znači da štapić nije namagnetiziran, pa ga se i dalje ostavlja na vodu. Ovo je potrebno radi toga da se na ispitivanje ne bi slalo štapiće koji nisu magnetični, jer bi to samo povećalo vrijeme manipulacije.

Oni magnetski štapići, koji pokazuju magnetska svojstva, stavljaju se u posebne metalne cjevčice, da bi ih se zaštitilo od utjecaja polja ostalih magnetskih štapića. Prije toga u posebni formular se ubilježi njihov broj, broj stupa i strana stupa uz koji je držač stajao.

Štapići se u laboratoriju podvrgnu ispitivanju, koje je prilično dugotrajno (traje otprilike 30 minuta po jednom štapiću). Kod tog ispitivanja ustanovi se intenzitet i smjer struje, a ako je bilo i više udara, ovom metodom se može ustanoviti i broj i intenzitet ovih udara. Nakon toga se štapić razmagnetizira i snimi mu se magnetska krivulja. Zatim se razmagnetizirani štapići ponovo stavljaju u metalne cjevčice (koje ujedno služe i kao mehanička zaštita) i otprema ih se na teren, da bi ih se ponovo upotrijebilo, odnosno zamijenilo. Ukoliko se magnetski štapići ne razbiju, mogu se upotrijebiti neograničeni broj puta, jer je laboratorijskim putem provedeno umjetno starenje, tako da kod njih za vrijeme upotrebe ne nastupa praktički nikakova promjena.

Rezultati ispitivanja

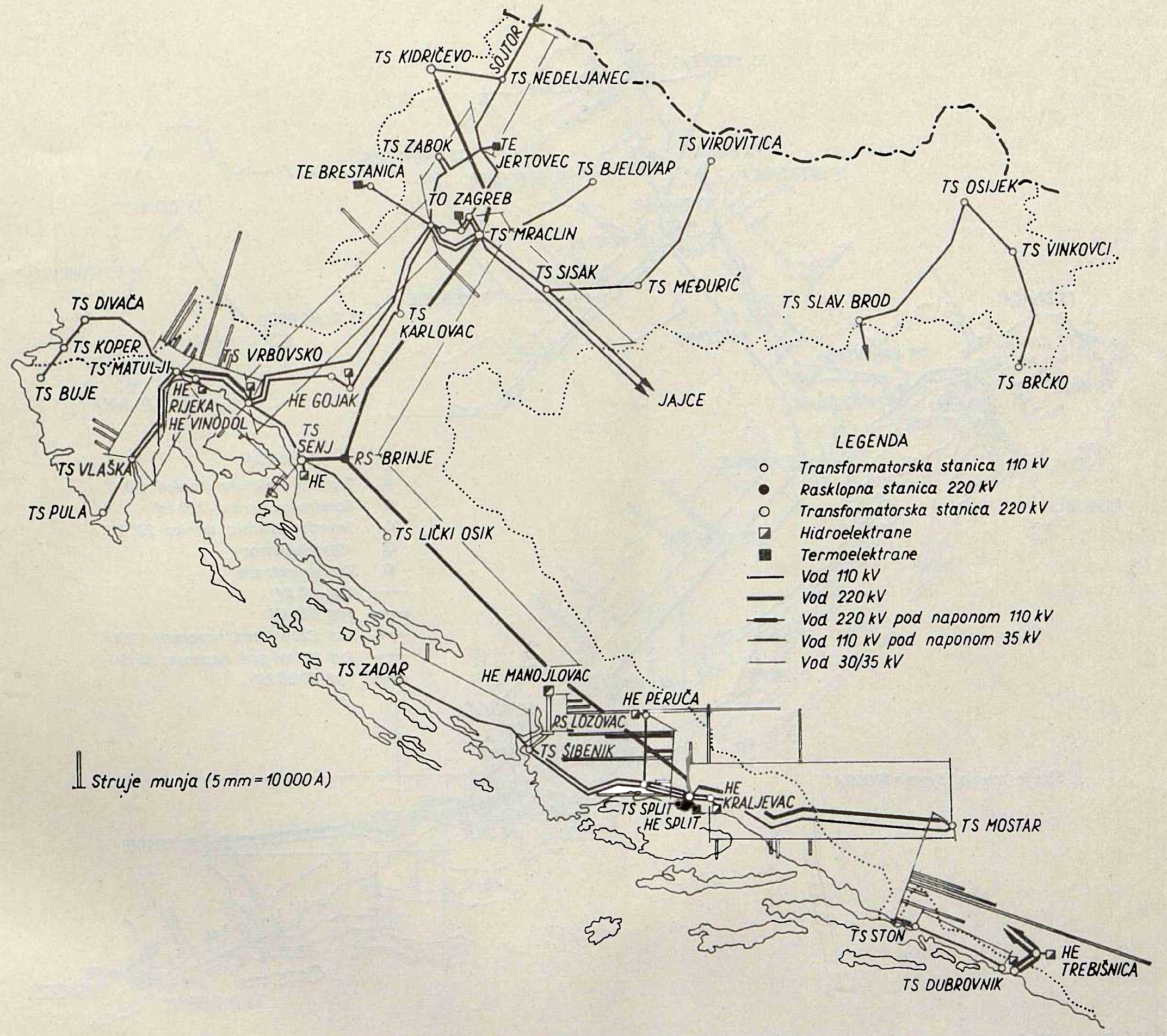
Naprijed je spomenuto da su prvi pokušaji ispitivanja struje munja napravljeni već 1962. godine. Međutim, tek 1964. godine imali smo potpuniju sliku stanja pražnjenja duž pojedinih visokonaponskih vodova, jer su tek tada skinuti sa vodova i ispitani magnetski štapići postavljeni na vodove koncem 1962. i početkom 1963. godine. Rezultati ispitivanja sa najnužnijim podacima o mjestu i vremenu postavljanja štapića prikazani su u tablici 1. a u slici 2. dat je i geografski prikaz dobivenih rezultata iz kojih se je moglo zaključiti slijedeće:

1. Vrijeme u kojem je štapić bio na dalekovodu prepostavljeno je i u buduće ne bi trebalo da prelazi više od 180 dana (godinu bi trebalo podijeliti na dva vremenska razdoblja ljetno i zimsko, a u specijalnim slučajevima trebalo bi ići i na još kraće vrijeme).
2. Broj postavljenih štapića na dalekovodu trebalo bi da je veći, osobito na dionicama, koje su izvrgnute češćim i jačim atmosferskim pražnjenjima, kako bi podaci o pražnjenju bili što potpuniji.
3. Na nekim dalekovodima (110 kV DV Mostar—Ston i 35 kV DV Manojlovac—Lozovac) intenziteti pražnjenja u nekim slučajevima prelaze granice mogućnosti registriranja, pa bi u svrhu ustanovljenja

Tabelarni prikaz ispitanih magnetskih štapića Tablica 1

Red. br.	Dalekovod	Dužina dalekovoda u km	Štapići postavljeni	Štapići skinuti	Vrijeme u danima koje je štapić bio na dalekovodu	Štapići 8 mm ∅			Štapići 5 mm ∅			Maksimalna struja pražnjenja u A
						Ukupno postavljeno	Magnetiziranih	Od magnetiziranih zasićeno	Ukupno postavljeno	Magnetiziranih	Od magnetiziranih zasićeno	
1.	Rakitje — Vinodol	130	VIII. 62	III. 64	570	2	1	0	4	3	0	15500
2.	Rakitje — Gojak	138	VIII. 62	I. 64	525	1	1	0	1	1	1	16020
3.	Vinodol — Senj	41	IX. 62	II. 64	525	6	6	0	6	6	3	8500
4.	Vinodol — Matulji	34	IX. 62	I. 64	507	5	5	0	6	6	4	38300
5.	Matulji — Divača	30	IX. 62	I. 64	495	13	3	0	13	13	3	18317
6.	Matulji — Raša I	42	VII. 62	I. 64	545	4	4	0	4	4	3	8750
7.	Bilice — Zadar	67	IX. 63	III. 64	112	0	0	0	1	1	1	5000
8.	Manojlovac — Lozovac	25	XI. 62	V. 64	549	6	6	1	18	18	6	59500
9.	Peruča — Meterize	35	XII. 62	I. 64	411	19	13	0	21	21	10	31100
10.	Mostar — Kraljevac	36	III. 63	I. 64	298	13	8	0	15	11	5	5200
11.	Mostar — HE Split	49	III. 63	I. 64	296	7	6	0	8	8	7	16600
12.	Mostar — Ston	32	XII. 63	II. 64	430	31	17	2	32	30	4	71481

Dužina međurepubličkih vodova računana samo do granice SRH



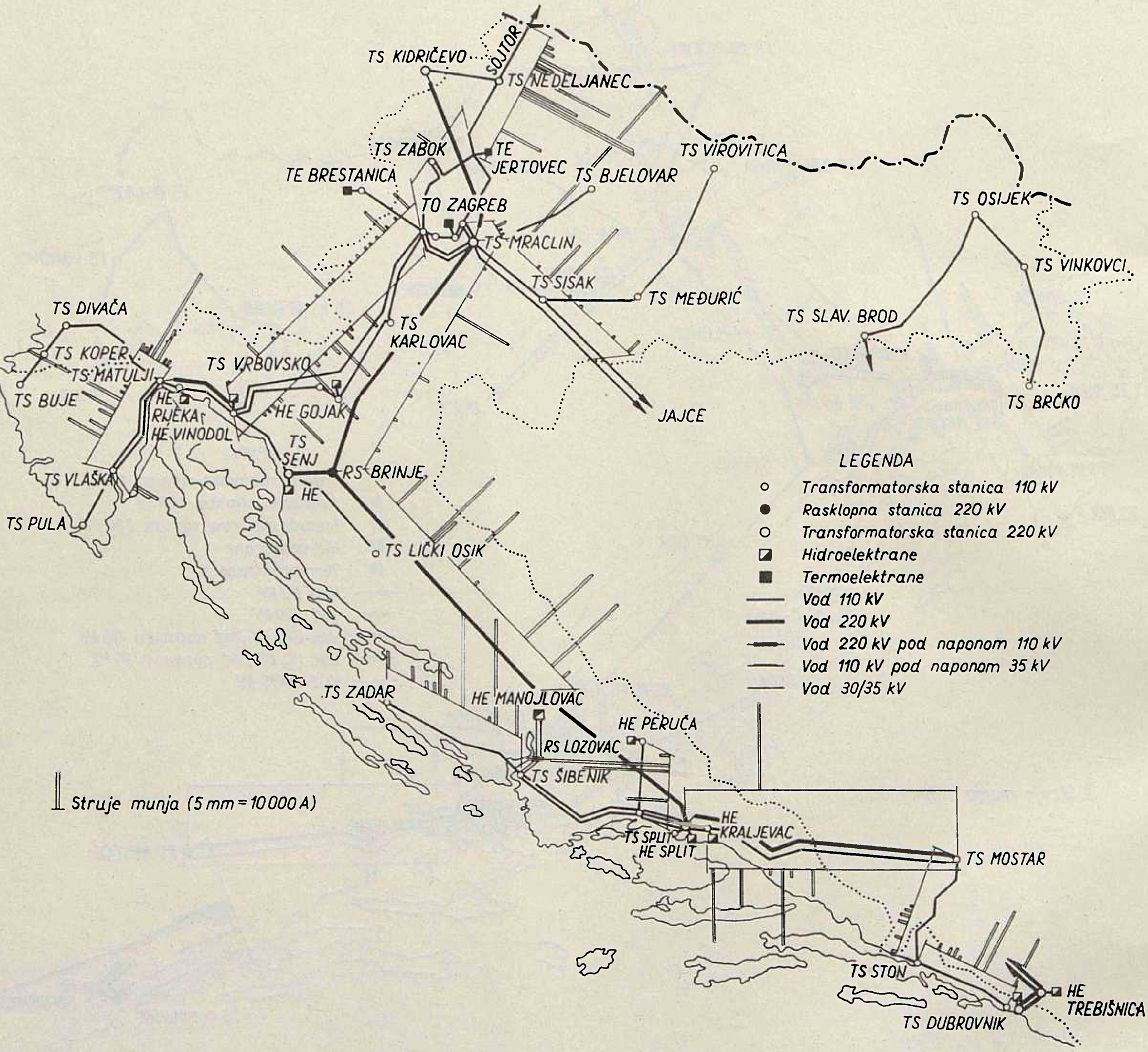
Sl. 2. Geografski prikaz intenziteta pražnjenja na području SRH 1963. (podaci iz tablice)

Tabelarni prikaz ispitanih magnetskih štapića

Tablica 2

Red. br.	Dalekovod	Dužina dalekovoda u km	Štapići postavljeni		Štapići skinuti		Vrijeme u danima koje je štapić bio na dalekovodu	Štapići 8 mm ∅			Štapići 5 mm ∅			Maksimalna struja pražnjenja u A
								Ukupno postavljeno	Magnetizirano	Od magnetiziranih zasićeno	Ukupno postavljeno	Magnetiziranih	Od magnetiziranih zasićeno	
1.	Resnik — Mraclin	21	IV	64	VII	64	105	10	0	0	12	4	0	15720
2.	Mraclin — Una	70	IV	64	VII	64	105	26	6	0	23	10	0	59570
3.	Mraclin — Zrmanja	121	III	64	VII	64	112	40	13	0	40	27	6	24800
4.	Rakitje—Goj.—Vinod.	137	III	64	VII	64	135	27	8	0	25	24	0	33060
5.	Rakitje — Vinodol	130	III	64	VII	64	140	47	4	0	47	26	0	16400
6.	Jertovec — Rakitje	58	IV	64	VII	64	97	4	1	0	3	2	0	5940
7.	Nedeljanec — Jertovec	36	IV	64	VII	64	97	7	1	0	7	3	0	11910
8.	Nedeljanec — Söjtör	31	III	64	VII	64	422	17	14	0	15	15	4	34700
9.	Matulji — Divača	14	I	64	X	64	277	10	5	0	19	17	0	26060
10.	Matulji — Raša I	42	I	64	X	64	279	5	2	0	8	8	0	6710
11.	Matulji — Raša II	42	I	64	X	64	279	19	5	0	20	19	0	29800
12.	Ston — Komolac	44	II	64	X	64	240	4	4	0	19	19	0	18200
13.	Mostar — Ston	32	II	64	X	64	240	0	0	0	13	13	0	2500
14.	Peruča — Meterize	35	I	64	IX	64	233	13	7	0	19	19	0	35510
15.	Mostar — Zakučac	49	I	64	XII	64	339	1	1	0	2	2	0	23800
16.	Mostar — Kraljevac	26	I	64	XII	64	339	10	9	0	22	22	0	18600
17.	Bilice — Zadar	67	III	64	IX	64	190	17	11	0	32	32	0	29800

Dužina međurepubličkih vodova računana samo do granice SRH



Sl. 3. Geografski prikaz intenziteta pražnjenja na području SRH 1964. (podaci iz tablice)

maksimalnih vrijednosti struja munja trebalo povećati udaljenost štapića od zaštitnog užeta.

4. Sistematizirane i sređene podatke trebalo bi unositi u geografske karte, na kojima su ucrtani dalekovodi, kao što je to prikazano na slici 2 za one dalekovode na kojima su bili postavljeni magnetski štapići.

Navedeni zaključci imali su izvjesnog odraza na kasniji postupak oko postavljanja i skidanja magnetskih štapića, jer su već u toku 1964. godine na vodovima još jednom zamijenjeni i ispitani. Nažalost podatke za 1965. godinu još nemamo sređene, jer je reorganizacija elektroprivrede omela započeti sistematski rad oko sakupljanja i sređivanja gornjih podataka. U tablici 2 prikazani su navedeni podaci, a u slici 3 dat je i geografski prikaz dobivenih rezultata. Nakon drugog perioda, koji su štapići proveli na vodu, moglo bi se reći da vrijedi sve ono što je o tome već naprijed rečeno. Jedino je u drugom slučaju vremensko razdoblje bilo zadovoljavajuće.

Dobiveni podaci, iako nepotpuni, daju interesantan pregled pražnjenja, koji bi ako bi se sakupljali kroz dulje vrijeme, mogli dati prilično vjernu sliku stanja. Makar i nepotpuni ukazuju nam na neka područja, koja po intenzitetu izbijanja odskaču od drugih. To bi bila područja oko Šibenika prema Manojlovcu i Zadru, zatim područje oko Stona, kao i područje Rijeke. Iako se prema podacima ispitivanja štapića ne može tačno saznati i intenzitet munje, jer kroz zaštitno uže proteče samo jedan dio te struje, gornja se područja poklapaju sa područjima na kojima smo imali i najveći broj kvarova na katodnim odvodnicima, što je još samo jedan dokaz da su podaci dobiveni pomoću magnetskih štapića tačni.

Naslov pisca: Tomislav P a v l o v i ć, dipl. ing. »Združena elektroprivreda SRH«, Zagreb, Proleterskih brigada 37/IV

SPECIFIČNI PROBLEMI GROMOBRANSKE ZAŠTITE I TEHNIČKI PROPISI

Božidar R i b i ć, Zagreb

Autor se kritički osvrće na jugoslavenske »Tehničke propise za gradnju i održavanje gromobrana«, te iznosi pojedine slučajeve u kojima se propisi ne tumače jedinstveno, jer nisu dovoljno definirani. Zalaže se za neke izmjene propisa (npr. propisa o uzemljenju kućnih antena).

DK 621.316.98 : 389.6

Jugoslavenski tehnički propisi za gradnju i održavanje gromobrana (Službeni list broj 7/1957) obrađuju tehnička načela gromobranske zaštite i rješavaju konstruktivne pojedinosti gromobranskih instalacija uglavnom na jednaki način kao i razni inostrani propisi. U praksi se pojavljuju međutim neki specifični problemi gromobranske zaštite, koje propisi ne obrađuju direktno, zbog čega se kod rješavanja tih problema propisi ne tumače jedinstveno i raznoliko se primjenjuju.

Smatram stoga, da je ne samo korisno već i potrebno u vezi razmatranja tehničkih propisa o gromobranima na I Saveznom savjetovanju o geofizici i gromobranima iznijeti četiri specifična problema, čije rješavanje prema mojim zapažanjima zadaje našim projektantima najviše brige.

I Odnos elektroenergetskih i telekomunikacionih postrojenja i gromobranske instalacije

U okvir spomenutog problema ulazi prije svega odvajanje, odnosno povezivanje elektroenergetskih i telekomunikacionih uzemljenja s gromobranskim uzemljenjem. Naročite komplikacije se pojavljuju na objektima, koji na ograničenom prostoru obuhvaćaju transformatorsku stanicu, elektroenergetske konzumne instalacije, telekomunikaciona postrojenja i gromobransku zaštitu.

Jugoslavenski tehnički propisi za gradnju i održavanje gromobrana, koji za sada još važe, napominju izričito u tački 6. da po pravilu nije dozvoljeno povezivanje visoko i niskonaponskih i zaštitnih uzemljenja jake i slabe struje s gromobranskom instalacijom, odnosno s njezinim uzemljenjem. Po propisu samo izuzetno uz specijalnu dozvolu elektroenergetskog inspektorata i to za svaki slučaj posebno, može se izvršiti međusobno povezivanje spomenutih uzemljenja. Ova odredba uvrštena je u potpunosti i u novi prijedlog jugoslavenskih propisa za gradnju i održavanje gromobrana.

Nedostatak je citirane odredbe naših propisa, što ne sadrži jasnu i određenu direktivu ne samo za projektiranje već ni za elektroenergetske inspektorate, koja bi precizirala uz koje se uvjete mogu elektroenergetska i telekomunikaciona uzemljenja povezati s gromobranskim uzemljenjem. Štoviše smatram, da ukoliko je prije devet godina, kad su rađeni propisi koji su na snazi još danas, bila opravdana izvjesna skepsa u pogledu povezivanja uzemljenja, danas se ona može opravdano zahtijevati samo u ograničenim i tačno definiranim slučajevima.

U mnogo slučajeva je odvajanje elektroenergetskih i telekomunikacionih uzemljenja od gromobranskih jako otežano i skupocjeno, a često praktički neostvarivo. To se naročito odnosi na slučajeve, kad na razmjerno ograničenom prostoru treba efikasno odvojiti elektroenergetska i telekomunikaciona uzemljenja od gromobranskog uzemljenja. Ova situacija je još kompliciranija kad su u pitanju objekti iz metalnih ili iz armiranobetonskih konstrukcija, a u blizini se nalazi mreža cjevovoda, kabela i drugih vodljivih podzemnih konstrukcija.

Komentar austrijskih Uputa za gradnju i ispitivanje gromobrana ÖVE-E4 91/1963 i VDE 0141/64 izričito napominje da zahtjev za odvajanje gromobranskog i pogonskog uzemljenja gubi opravdanje, kad se pojedina od navedenih uzemljenja moraju položiti na ograničenom prostoru s malim razmacima, jer će ih zemlja na tom prostoru međusobno povezati premda su fizički odvojena. Bolje je u tom slučaju sva uzemljenja galvanski povezati.

Naročito je interesantno napomenuti da finski propisi za gromobrane iz god. 1963., suprotno našim propisima, izričito traže da elektroenergetske i telekomunikacione instalacije treba da imaju uvijek zajedničko uzemljenje sa sistemom gromobranske zaštite, no s tim da se veza na zajedničko uzemljenje nad zemljom vrši zasebnim dozemnim vodovima. Treba napomenuti i to da je tokom diskusije na 8. internacionalnoj konferenciji o gromobranskoj zaštiti u Krakovu (od 13. do 17. septembra 1965) bilo istaknuto da treba napustiti princip »svakom vlastita zemlja«, jer se u protivnom ne mogu ostvariti jasni uvjeti za jednaki nivo potencijala.

Njemački propisi ABB za gromobransku zaštitu dozvoljavaju povezivanje elektroenergetskih uzemljenja i gromobrana kad u smislu VDE propisa 0100/58 i 0141/64 ne nastaje nikakova opasnost. U pogledu telekomunikacionih postrojenja i gromobrana upućuju ABB propisi na odredbe VDE propisa 0675/57 i 0800/63.

Prije svega razmotrimo na osnovu VDE propisa 0100 i 0141 slučajeve, u kojima je prema VDE propisima u elektroenergetskim postrojenjima do-

zvoljeno povezivanje zaštitnih i pogonskih uzemljenja na strani visokog i niskog napona. To su slijedeći slučajevi:

a) kad visokonaponsku mrežu sačinjavaju kabeli s vodljivim plaštevima;

b) kad se visokonaponska mreža sastoji iz kabela i nadzemnih vodova, no s tim da kabelski dio mreže u najmanje dvije grane imade ukupnu dužinu od najmanje 3 km;

c) kad distributivnu mrežu niskog napona sačinjavaju kabeli s vodljivim plaštevima ili kad nije moguće u mjesnim ili industrijskim mrežama odvojiti uzemljenja zbog blizine vodovodnih cijevi, drugih kabela s vodljivim plaštevima ili drugih većih metalnih masa.

U svim navedenim slučajevima treba otpor uzemljenja ograničiti toliko da dozemni napon izazvan dozemnom strujom ne bude veći od 65 volta, a u svim ostalim slučajevima kad nisu ispunjeni uvjeti treba prema VDE propisima visoko i niskonaponsko uzemljenje odvojiti.

Na ovom mjestu interesantno je napomenuti da francuski propisi USE 408 za distribuciju električne energije izričito traže da se sva uzemljenja međusobno povežu, ukoliko otpor zajedničkog uzemljenja u godišnjem prosjeku nije veći od 1 oma. Prema tome, bez obzira na druge uvjete, samo kad se na racionalan način ne može postići propisani otpor zajedničkog uzemljenja od prosječno 1 oma izvodi se prema francuskim propisima uzemljenje visokog i niskog napona odvojeno. Najčešće u slučajevima kad se na zajedničkom području nalazi transformatorska stanica zajedno s objektima koje ona napaja postoje uvjeti da se povezivanjem svih uzemljenja i eventualno njihovim spajanjem na vodovodnu mrežu i druge metalne mase u zemlji postigne zahtijevani niski otpor zajedničkog uzemljenja. Francuski propisi također polaze sa stanovišta da se u takovim slučajevima teško ostvaruje efikasno odvajanje raznih uzemljenja te da ono izaziva teškoće uslijed moguće cirkulacije znatnih dozemnih struja u zemlji između susjednih uzemljivača.

U pogledu pogonskog i zaštitnog uzemljenja telekomunikacionih postrojenja mjerodavni su propisi VDE 0800/63 u kojima na žalost za sada još nedostaju dodatne odredbe o odnosu telekomunikacionih i ostalih uzemljenja. Međutim, šematska slika 4 navedenih propisa prikazuje da se putem sabirnica za uzemljenje međusobno povezuju pogonska i zaštitna uzemljenja telekomunikacionih uzemljenja, metalni plaštevi telekomunikacionih kabela, metalni konstrukcioni dijelovi objekta, vodovodne i plinske cijevi, a napose nulvodič elektromagnetske mreže. Što se tiče gromobranskog uzemljenja, ono se odvaja, ako se može postići udaljenost veća od 40 m, a u protivnom povezuje se i gromobransko uzemljenje s ostalim uzemljenjima. U pogledu odvajanja ili povezivanja visokonaponskog i niskonaponskog (pogonskog i zaštitnog) uzemljenja poziva se propis VDE 0800/63 na ranije citirane uslove propisa VDE 0100/58 i 0141/64.

Iz prednjeg razmatranja dolazi se u pitanju odnosa elektroenergetskih i telekomunikacionih postrojenja i gromobranske zaštite do slijedećih zaključaka:

1. elektroenergetska, telekomunikaciona i gromobranska uzemljenja izvode se odvojeno, kad nisu ispunjeni tehnički uvjeti za njihovo povezivanje odnosno kad bi ispunjenje tih uvjeta (niski otpor zajedničkog uzemljenja) bilo u ekonomskom pogledu neracionalno;

2. elektroenergetska uzemljenja visoko i niskonaponske strane mogu se međusobno povezati, ako se na visoko ili niskonaponsku stranu nadovezuju kabeli s vodljivim plaštem i ako se može otpor zajedničkog uzemljenja svesti u granice, koje garantiraju dodirni napon ispod 60 volta, odnosno ako otpor uzemljenja nije veći od 1 oma;

3. telekomunikaciona uzemljenja mogu se povezati s nulvodičem elektroenergetskog sistema, a sa gromobranskim uzemljenjem kada se ne može postići međusobna udaljenost ovih uzemljenja od najmanje 40 m.

Prema tome kad postoje naprijed navedeni uvjeti pod tačkom 2. i 3. mogu se elektroenergetska telekomunikaciona i gromobranska uzemljenja međusobno povezati čime se postizava ne samo potrebna sigurnost (jedinstveni potencijalni nivo) već i najekonomičnije rješenje. Kao što je već ranije spomenuto takovo se rješenje nameće naročito u slučajevima, kad se distributivna transformatorska stanica, elektroenergetske i telekomunikacione instalacije nalaze u jednom ili više gromobranima zaštićenim objektima na ograničenom prostoru, gdje nije moguće efikasno odijeliti razne vrste uzemljenja.

Prigodom povezivanja raznih uzemljenja važno je da se uzemljenja međusobno spoje u zemlji i da se dozemni vodovi elektroenergetskog i telekomunikacionog sistema sa gromobranskim sistemom spajaju tek u zemlji, a ne van zemlje.

Ukoliko se ne može održati minimalni razmak »D« prema dijagramu slike 2. Tehničkih propisa za građu i održavanje gromobrana između dijelova elektroenergetskog i telekomunikacionog sistema pod naponom s jedne strane i gromobranske instalacije s druge strane, onda treba međusobnu vezu uspostaviti pomoću dodatnih aparata (odvodnici prenapona, iskrišta i sl.). Iz dijagrama dobivene vrijednosti važe kad je medij zrak, a za suho ziđe (ne za armirani beton) se ovaj razmak »D« može smanjiti na trećinu. Navedeni razmak je potreban da struje atmosferskog pražnjenja ne preskoče na dijelove električnih instalacija pod naponom. Međutim ova mjera nije potrebna ako se električne instalacije nalaze unutar čeličnog kostura ili armirano-betonske konstrukcije objekta s tim da su vodljivi dijelovi tih konstrukcija me-

đusobno i s gromobranskom instalacijom pouzdano povezani.

U mrežama u kojima se primjenjuje nulovanje kao zaštita od dodirnog napona treba uzemljenje odvodnika prenapona faznih vodiča izvršiti zajedno s uzemljenjem nulvodiča. Nasuprot tome treba u mrežama u kojima nulovanje nije dozvoljeno kao zaštitna mjera od previsokog dodirnog napona ugraditi odvodnik prenapona također između nulvodiča i uzemljenja.

Odvodnik prenapona, koji se s obzirom na nedovoljni razmak »D« ugrađuju unutar objekta treba montirati u prostorijama u kojima se ne nalazi zapaljiv materijal i to na mjestima najvećeg približenja gromobranske i električne instalacije, a po potrebi i na dijelu električne instalacije, koja je najbliža zemlji.

II Zaštita od indirektnih atmosferskih pražnjenja

Pojava prenapona u nadzemnim vodovima uslijed atmosferskih utjecaja ne može se spriječiti kod nevremena. Ti prenaponi mogu putem vodova ući i širiti se po kućnim električnim instalacijama te ugroziti ljudske živote i izazvati razaranje čak u zgradama koje su zaštićene gromobranskom instalacijom. Ovoj opasnosti su naročito izloženi objekti na selu, jer je distributivna mreža na selu po pravilu izvedena nadzemnim vodovima. U gradovima s mrežama izvedenim podzemnim kabelima ne postoji opasnost od indirektnih atmosferskih pražnjenja i širenja prenapona u kućnim instalacijama.

U cilju odvođenja prenapona iz nadzemnih vodova distributivnih mreža ugrađuju se u te mreže, u međusobnim razmacima od najviše 1000 m, odvodnici prenapona, a nulvodič se osim toga uzemljuje na svakih 500 m kao i na kraju odvojaka sa tri i više raspona. Razmještaj uzemljenja nulvodiča treba izvršiti tako da se odvodnici prenapona mogu uzemljiti zajednički s nulvodičem. Iskustva na žalost pokazuju da opisana mjera zaštite putem odvodnika prenapona u mreži nije uvijek u stanju spriječiti pojavu prenapona u kućnim instalacijama i to naročito kad se kuća nalazi na kraju distributivne mreže ili po prilici u sredini između dva odvodnika prenapona. Naime do atmosferskih pražnjenja u nadzemni vod može doći u neposrednoj blizini kuće udaljene do 500 m od najbližeg odvodnika prenapona, koji prema tome ne može efikasno reagirati.

U opisanim slučajevima, a naročito ako se radi o područjima izloženim čestim i jakim atmosferskim pražnjenjima, treba, radi bolje zaštite, ugraditi odvodnik prenapona još neposredno na ulazu priključka voda u objekat. Važno je pri tom da se nadzire ispravnost odvodnika prenapona i da njegov otpor uzemljenja ne bude veći od 5 oma. Međutim, ako se zbog troškova ili iz drugih razloga ne ugrade odvodnici prenapona neposredno na ulazu priključnog voda u zgradu, preporuča se ugraditi glavnu sklopku, kojom se kućna instalacija pred nastup nevremena može direktno odvojiti od mreže. Na taj način mogao bi se bitno smanjiti broj nesreća i šteta uslijed indirektnog udara groma kod konzumenata priključenih na nadzemnu mrežu distribucije.

III Gromobranska zaštita kućnih antena

Svi propisi traže da se kućne antene odnosno čelični stupovi tih antena vežu direktno ili putem odvodnika prenapona (iskrišta) na gromobranske vodove zaštićenog objekta. Ispunjenje tog traženja nije nikakav tehnički ni ekonomski problem. Mnogo je teži problem kad objekat nije zaštićen gromobranskom instalacijom i kad treba antenu posebno uzemljiti. Ne samo kod nas, već i u inostranstvu imamo prilike da vidimo kako antene unatoč propisa u najviše slučajeva ipak nisu uzemljene. Troškovi posebnog uzemljivanja kućnih antena su u mnogo slučajeva višestruko veći od troškova kompletne antene. Nastaje stoga pitanje kakovu svrhu imade propis koji se ne primjenjuje. Propisi ne traže kategorički da se od groma zaštite svi objekti bez razlike, već samo oni koji su naročito ugroženi svojim smještajem ili čije bi oštećenje moglo znatno poremetiti javni život ili u kojima se skuplja mnogo osoba ili koji predstavljaju naročitu vrijednost po svom kulturnom i historijskom značaju, odnosno oni u kojima se prerađuju ili uskladištavaju zapaljivi i eksplozivni materijali. Nastaje zbog toga pitanje, da li je, s obzirom na stepen opasnosti, opravdano tražiti od pojedinaca u objektu, koji nije gromobranski zaštićen, da o svom trošku zbog svoje antene provede djelomičnu gromobransku zaštitu objekta?

Prema mojim zapažanjima i dosadašnjem iskustvu može se konstatirati, da su na gusto izgrađenim područjima vrlo rijetki slučajevi direktnog udara groma u kućnu antenu, a napose takovi koji bi izazvali značajnije štete. Oblak iznad površine zemlje sadrži prilično konstantan naboj, koji sačinjava sa zemljom, odnosno objektima na zemlji, veliki kondenzator. Brojne antene i objekti na zemlji izgleda da sukcesivno odvode naboje u zemlju premda nisu opremljeni odvodnim vodovima osim na objektima koji su gromobranski zaštićeni. Vjerojatno zbog toga ne dolazi na takovim područjima do naglog pražnjenja kondenzatora u obliku udara groma. Prema tome smatram da bi na gusto naseljenom gradskom području s brojnim antenama trebalo i nadalje zahtijevati da se antene vežu za gromobransku instalaciju, gdje ona postoji, a za ostale da se u pogledu njihovog uzemljenja ostane kod preporuke. Međutim, antene na rijetko naseljenom području odnosno na izoliranim objektima trebalo bi svakako uzemljiti. Antene koje nisu uzemljene treba svakako pred oluju isklopiti prije uvoda u zgradu, čime se ne samo smanjuje opasnost već i štite aparati priključeni na antenu.

Metalni rezervoari

U važećim propisima nije dovoljno definirana gromobranska zaštita metalnih rezervoara za zapaljive tekućine, koji su postavljeni na otvorenom. S obzirom na to da pare zapaljivih tekućina pomiješane sa zrakom mogu stvoriti eksplozivnu smjesu, jedna od revizionih komisija pozivajući se na tačku 53. Tehničkih propisa za gradnju i održavanje inzistirala je na tome da se oko tih rezervoara postavi poseban zaštitni kavez. Taj se zahtjev nije održao na višoj reviziji, koja je predmet razmatrala povodom žalbe investitora, no uvaženje žalbe nije bilo lako opravdati u vezi citiranih propisa. Zauzeto je stanovište da plašt rezervoara sam po sebi sačinjava najgušći kavez. Budući da je debljina lima rezervoara i na najtanjem mjestu (na kaloti) bila veća od 1 mm nije postojala ni opasnost propaljivanja lima uslijed termičkog djelovanja struje groma. Grom ne može da rastopi čelični lim na dubini većoj od 0,05 mm. Metalne rezervoare je dovoljno povezati na obodu u jednakim udaljenostima na dva mjesta (do promjera ne većeg od 20 m) odnosno kod rezervoara promjera iznad 20 m na tri mjesta na zajedničko uzemljenje. Na ovo uzemljenje treba da su priključeni i svi cjevovodi kao i sva susjedna uzemljenja, odnosno sve metalne mase, koje se nalaze u blizini rezervoara na udaljenosti do 20 m.

U novije vrijeme se fasade i krovovi kuća sve više oblažu aluminijskim, a vrlo rijetko i bakrenim pločama. Prema tome treba držati u vidu da termičko djelovanje može propaliti aluminijske ploče od 0,2 mm, a bakrene od 0,1 mm. Zbog zaštite tih ploča od propaljivanja treba gromobranski kavez izvesti s najmanjom širinom rešetke od cca 10 m.

Zaključak

U vezi općenitog razmatranja Tehničkih propisa za gradnju i održavanje gromobrana na I Saveznom savjetovanju o geofizici i gromobranima navedeni specifični problemi gromobranske zaštite imadu zadatak da pokrenu diskusiju o tim pitanjima u interesu dopune kao i pravilne primjene jugoslavenskih propisa za gromobransku zaštitu.

Naslov pisca: Božidar Ribić, dipl. ing., Zagreb Lenjinov trg 14.

Ispitujte redovito

ODVODNIKE PRENAPONA

u visokonaponskom laboratoriju Instituta za elektroprivredu u Zagrebu

ili na terenu u prevoznom ispitnom uređaju

koji će izraditi za Vas

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

GROMOBRANSKA ZAŠTITA I NJENA POVEZANOST SA ZAŠTITOM UZEMLJENJA U TRANSFORMATORSKIM I RASKLOPNIM STANICAMA

Hasan Hadžimešić, Sarajevo

Gromobranska zaštita transformatorskih stanica i rasklopnih postrojenja izvodi se kod nas na razne načine. Glavni su uzrok tome nedovoljno definirani propisi. Autor citira pojedine tačke jugoslavenskih i VDE propisa, te razmatra bitne slučajeve gromobranske zaštite stanica. Predlaže povezivanje gromobranskog i zaštitnog uzemljenja stanica ako dodirni napon ne prelazi vrijednost 65 V.

DK 621.316.98 : 621.311.4

1. Uvod

Problem gromobranske zaštite u transformatorskim i rasklopnim stanicama tretira se u našoj zemlji na različite načine, pa stoga pravilnom prilaženju ovom problemu treba dati naročiti značaj. Razlog za često neujednačenu izvedbu ove vrste zaštite ne leži uvijek u nepoznavanju materije, koliko tome doprinose i sami propisi, koji svojom nepreciznošću, a ponekad i nejasno iskazanim tačkama, dovode projektanta u zabludu. S druge strane, naša literatura je vrlo siromašna na ovom području zaštitne tehnike pa je projektant često prinuđen da ovaj problem rješava onako kako mu to njegovo skromno iskustvo nalaže. U svom izlaganju pokušat ću najprije da dam osnovne smjernice za izvedbu gromobranske zaštite u transformatorskim i rasklopnim stanicama, a zatim da ukratko iznesem neke probleme, koji stoje na putu njene pravilne realizacije.

2. Gromobranska zaštita u postrojenjima velikih transformatorskih i rasklopnih stanica

Postrojenja višeg napona, reda 220 i 110 kV u transformatorskim i razvodnim stanicama, izvode se na slobodnom sa kruto uzemljenim zvjezdištem, dok su ona nižeg napona, reda 35, 10 i 6 kV, pretežno unutrašnje izvedbe s najčešće izoliranim zvjezdištem ili uzemljenim preko Petersenke, a u novije vrijeme i preko niskoomskih otpornika. Za zaštitu osoblja i nesmetanog pogona od struje zemljospoja, u ovim stanicama izvode se uzemljenja zaštitnog i pogonskog karaktera.

Pri nastanku zemljospoja u postrojenju najvišeg napona sa kruto uzemljenim zvjezdištem javlja se struja jednopolnog kratkog spoja reda 5, 10 i više kA, čije trajanje zavisi od udešenja zaštitnih organa, ali rijetko preko 1 sekunde.

U postrojenjima nižeg napona struju zemljospoja predstavljaju kapacitivne struje reda ispod 100 A, ali im trajanje nije ograničeno, čime i pored relativno manje vrijednosti u poređenju sa strujama jednopolnog kratkog spoja predstavljaju veću opasnost. Za postrojenja sa kruto uzemljenim zvjezdištem, napon dodira i koraka ne smije prekoračiti vrijednost koju određuju propisi, a najčešće 125 V, dok je kod ovih drugih zbog dužine trajanja struje zemljospoja ovom vrijednošću ograničen ukupan napon zemljospoja.

U svrhu osiguranja pogonskog osoblja od opasnih napona dodira pravilo je da se na uzemljenje stanice povežu svi metalni dijelovi, koji ne pripadaju strujnom kolu, a mogu pod raznim okolnostima doći pod napon. Iz tog razloga na terenu transformatorske stanice izvodi se zajednički uzemljivač za pogonska i zaštitna uzemljenja svih redova napona u stanici. Ovaj zajednički uzemljivač polaže se u zemlju u obliku mreže u kombinaciji sa ili bez cijevnih uzemljivača, čije dimenzije zavise direktno od veličine i trajanja struje zemljospoja, specifičnog otpora tla, i prema propisima, najvećeg dozvoljenog napona dodira i koraka, odnosno napona zemljospoja.

Gromobranska zaštita koja ima za cilj da sprovede struju groma u zemlju, a da pri tome pogonsko osoblje i svi dijelovi postrojenja ne budu zahvaćeni bilo direktnim udarom groma, bilo električnim lukom, izvodi se u transformatorskim stanicama na sličan način kao i za mnoge druge objekte. Ona se sastoji od hvataljki, odvoda i uzemljenja, čineći na taj način jedan zaštitni kavez čiji efekat zavisi od njegovih prostornih dimenzija, upotrijebljenog materijala, a posebno od njegovog uzemljenja. Kako se za dimenzioniranje zaštitnog uzemljenja stanice postavljaju dosta strogi uslovi, koji treba da omoguće sigurnu zaštitu pogonskog osoblja pri nastanku zemljospoja, to je otpor ovog zajedničkog uzemljivača stanice obično nizak, zbog čega se u principu i gromobranska zaštita veže na ovaj uzemljivač.

Za vanjsko postrojenje tranformatorske stanice, gromobranska zaštita se izvodi od željezne pocinčane užadi, koja se razapinje iznad postrojenja na određenoj visini i međusobnom rastojanju. Visinu i međusobno rastojanje ovih užeta treba tako odabrati, da svi dijelovi ovog postrojenja dođu u takozvanu zaštitnu zonu, čiju prostornu veličinu reguliraju propisi (1).

Nosači ove užadi su obično željezno-rešetkasti stupovi, ili se ovi postavljaju na portalima u postrojenju. Priključak ove užadi na zajednički uzemljivač stanice izvodi se indirektno, tj. na vrhu se vežu na rešetkasti nosač preko odgovarajuće stezaljke, a na dnu desetak centimetara iznad temelja na uzemljivač. Željezni nosač iskorišten je time kao dozemni vod, ali pod uslovom da konstruktivni dijelovi ovog nosača osiguraju dobar i pouzdan galvanski spoj.

Nepouzdanim galvanskim spojem na nosaču užeta smatraju se vijčani spojevi dijagonala ili osnovnih profila, čije kontaktne površine mogu da zarđaju, pa se ovakvi spojevi obično premoštavaju ili se u njih postavljaju nazupčane podložne pločice. Najsigurniji galvanski spoj na ovakvim rešetkastim konstrukcijama predstavlja varena konstrukcija.

Posebnu pažnju treba obratiti na spojeve dozemnih vodova i metalnih dijelova nosača ili ostalih konstruktivnih dijelova u postrojenju, jer obično veliki otpor nesolidno izvedenog spoja dovodi u pitanje efikasnost čitave gromobranske zaštite. Ukoliko je uzemljivač od pocinčane čelične trake, onda se i dozemni vodovi izvode od nje, a njihov priključak na metalne nosače izvodi se vidljivo na desetak centimetara iznad temelja pomoću najmanje 2 pocinčana vijka sa nazupčanim podložnim pločicama.

Ako je uzemljivač stanice izveden od bakrenog užeta ili bakarne trake, onda ovakvim spojevima treba posvetiti još veću pažnju, budući da sada dolazi u pitanje spoj dvaju različitih metala — bakar i željezo. Ove spojeve treba izvoditi tzv. bimetalnim stezaljkama, ili se između kontaktnih površina bakra i željeza umeće olovni uložak najmanje debljine 2 mm, kako bi se zbog vlage izbjeglo elektrolitsko djelovanje bakra i željeza, što bi imalo za posljedicu razaranje metala na ovim spojnim mjestima. U Francuskoj je uobičajeno, da se spojevi dozemnih bakrenih užeta na metalne dijelove nosača izvode pomoću bimetalnih stezaljki za dvostruko uže u obliku omče, tako da se uže nigdje ne prekida. Pored toga, ovaj spoj ima i tu prednost što se istim užetom udvostručava efektivni presjek dozemnog užeta. Bimetalne stezaljke se na žalost ne proizvode u našoj zemlji, pa su investitori prisiljeni da ovaj spojni materijal nabavljaju u inostranstvu. Na ovom mjestu trebalo bi podstaći naše proizvođače spojnog i ovjesnog materijala na proizvodnju ovakvih stezaljki, kako bi se investitori oslobodili nepotrebnih deviznih troškova. Ove stezaljke su dvodjelne i trodjelne za dvostruki, trostruki i višestruki priključak bakrene užadi, a izrađuju se od specijalnog materijala koji neutralizira elektrolitsko djelovanje bakra i željeza.

U novije vrijeme gromobranska zaštita vanjskog postrojenja izvodi se pomoću šiljaka, koji se postavljaju na portalima, ali bez zaštitnih užeta. Naši propisi i literatura nisu dali u ovom pravcu svoju riječ, pa bi ovdje bilo vrlo interesantno i korisno čuti mišljenje pojedinih stručnjaka o tom pitanju. Rješenje na ovaj način gromobranske zaštite u transformatorskoj stanici uslijedilo je vjerovatno zbog opasnosti prekida zaštitnog užeta i njegovog pada na fazne vodiče, kao i zbog indukcije visokih prenapona u faznim vodičima kada nastupi neko atmosfersko pražnjenje u paralelno postavljenom zaštitnom užetu. Međutim, ostaje otvoreno pitanje koliko visoko treba postaviti ove šiljke, da se dobije ista zaštitna zona koju ima relativno nisko postavljena zaštitna užad, i da li se takvom zaštitnom zonom mogu »pokriti« svi dijelovi postrojenja.

Gromobranska užad priključenih dalekovoda u principu se također veže na uzemljenje stanice, čime čitav sistem uzemljenja (uzemljenje stanice i uzemljenje pojedinih dalekovodnih stupova) postaje efikasniji u sprovođenju bilo pogonskih struja greški, bilo struja groma. Pri tome treba obratiti pažnju na prve stupove od stanice u pogledu prenošenja potencijala iz nje, a time i povećanih napona dodira na njima, kada u transformatorskoj stanici nastane zemljospoj. Da bi opasnost bila veća, prvi dalekovodni stupovi, kao i ostali, izloženi su dodiru nestručnih lica za koje je propisan skoro upola niži napon dodira i koraka.

Projektanti dalekovoda, želeći da ovu vezu učine što efikasnijom, pored povezivanja gromobranskog užeta dalekovoda sa uzemljenom stanicom, povezuju još i metalnu konstrukciju prvog stupa sa uzemljenjem stanice pomoću pocinčane trake, ili bakarnim užetom pod zemljom, što izaziva novu opasnost. Ovakvo rješenje treba izbjegavati u svakom slučaju, jer se na taj način iznosi potencijal iz stanice bez ikakvog potencijalnog rastera, pa čitav teren sa bočnih strana ovog provodnika poprima vrlo velike potencijalne razlike, a time i napone koraka koji mogu biti vrlo opasni. Iz ovog razloga priključak dalekovodnih stupova na uzemljenje stanice smije se izvoditi samo preko gromobranske užadi dalekovoda, a uzemljenje prvih stupova dalekovoda treba izvoditi sa dovoljno dimenzioniranim potencijalnim rasterom. Neophodna je i saradnja projektanta uzemljenja transformatorske stanice sa projektantom uzemljenja dalekovodnih stupova, što u praksi nije čest slučaj.

Postrojenje nižeg napona reda 35, 10 ili 6 kV postavlja se u ovakvim stanicama izvan terena vanjskog postrojenja u posebnoj prizemnoj ili jednokatnoj zgradi. U ovoj zgradi postavlja se još i komanda sa svim svojim pogonskim i pomoćnim uređajima, a ponekad se u ovakvim zgradama predviđaju i stanovi za pogonsko osoblje, garaže i sl.

Gromobranska zaštita zgrade izvodi se na isti način kao i za ostale tvorničke, stambene i druge zgrade. Na krovu se postavlja hvataljka od željezne pocinčane trake, ili se za nju koristi opšavni pocinčani lim krova, metalna ograda i sl. Odvodni vodovi su od istog materijala, a njihov broj zavisi od veličine zgrade.

Uzemljenje gromobranske zaštite izvodi se po pravilu odvojeno od uzemljenja stanice. Međutim, vrlo često nije moguće izvesti ovo odvajanje zato što svi metalni dijelovi zgrade, kao što su željezni nosači, fasadni profili, oluci itd., moraju biti uzemljeni radi zaštite od dodirnog napona, koga uzrokuju zemljospojne struje postrojenja. U takvim slučajevima, međusobno povezivanje gromobranske zaštite sa zaštitnim i pogonskim uzemljenjem stanice izvodi se samo uz pismenu saglasnost nadležnog elektroenergetskog inspektorata (1).

Kod odvojenog uzemljenja mora se obratiti posebna pažnja da se što sigurnije izbjegne preskok groma u unutrašnjost zgrade na dijelove postrojenja, koji stoje u galvanskoj vezi sa zaštitnim uzemljenjem, što često ima za posljedicu nastanak požara ili teško oštećenje pojedinih dijelova postrojenja. U tu svrhu na mjestima gdje se pretpostavlja mogućnost takvog preskoka postavlja se varničar koji se sastoji od dva željezna komada, koji stoje jedan prema drugom na odstojanju od nekoliko milimetara. Jedan takav komad veže se na gromobransku hvataljku ili odvodni vod, a drugi na uzemljeni metalni dio zgrade ili direktno na vod zaštitnog uzemljenja. Ovo rastavno mjesto ili varničar odvaja vodove gromobranske zaštite od vodova zaštitnog uzemljenja pri nastanku zemljospoja u stanici, a spaja ih kada poteče struja groma za koju nekoliko milimetara ne predstavlja nikakvu prepreku zbog njenog znatno većeg udarnog djelovanja. Na taj način postiže se povećana efikasnost oba uzemljenja pri udaru groma, a uz to i najmanje opasan put preskoka groma na odvojeno uzemljenje stanice.

3. Svrha međusobnog povezivanja gromobranskih užeta priključnih dalekovoda sa uzemljenjem stanice

I pored toga što propisi preporučuju povezivanje gromobranske užadi priključnih dalekovoda na uzemljenje stanice, postoji izvjestan broj transformatorskih stanica u našoj zemlji gdje ovo nije izvedeno. Gromobranska užad je postavljena samo do posljednjeg stupa prema stanici, ali nije vezana za njeno zaštitno uzemljenje. Razlog za ovakvo rješenje jednog dijela stručnjaka leži u tome, što se stanica želi osloboditi od struja groma i naponskih udara koji nastaju na dalekovodu. S druge strane, postoji veći broj i velikih i davno podignutih transformatorskih stanica, gdje je ovaj priključak izveden, a da nesreće nisu poznate (3).

Gromobranska užad dalekovoda izvodi se obično od čeličnog ili alučel provodnika raznih presjeka. Na svakom stupu dalekovoda ova užad je uzemljena tako da paralelnom vezom čini jedan ukupni otpor uzemljenja, čija veličina zavisi od veličine otpora i broja uzemljenih stupova dalekovoda, te presjeka, materijala i dužine gromobranskog užeta. Pri ovome treba svakako imati u vidu i otpor voda, zbog kojega, nakon izvjesne dužine gromobranskog užeta, uzemljenja pojedinih stupova dalekovoda postaju neaktivna u sprovođenju struje zemljospoja odnosno groma, što opet zavisi od navedenih faktora.

Sa strane pogonskog i zaštitnog uzemljenja transformatorske stanice međusobna povezanost gromobranske užadi sa uzemljenjem stanice doprinosi osjetnom rasterećenju uzemljenja same stanice pri nestanku zemljospoja u njoj. Koliki dio struje zemljospoja odvodi ova užad iz stanice zavisi direktno od veličine ukupnog otpora uzemljenja dalekovodnih stupova i otpora uzemljenja stanice. Jasno je da je ovaj dio veći ukoliko je otpor uzemljenja dalekovodnih stupova manji, a otpor uzemljenja stanice veći i obratno. Preostali dio struje zemljospoja koji otpada na uzemljenje stanice mjerodavan je za dimenzioniranje istog. S ekonomske tačke gledišta može se lako izračunati kolika se ušteda postiže u materijalu i iskopu zemlje pri izvođenju uzemljenja jedne transformatorske ili rasklopne stanice, ako se ustanovi da gromobranska užad priključnih dalekovoda odvodi npr. 40% struje zemljospoja, što je čest slučaj.

Primjera radi navodimo slučaj HE Dubrovnik. Ova elektrana, koja je nedavno puštena u pogon, izgrađena je u kraškom predjelu koji ima vrlo lošu specifičnu vodljivost. Specifični otpor tla iznosio je mjestimično i 10.000 Ω m, pa je ovakva otpornost uslovila izvođenje jednog kvalitetnog zaštitnog uzemljenja elektrane, koje bi garantiralo napone dodira i koraka ispod dozvoljenih. Struja jednopolnog kratkog spoja iznosi na sabirnicama 220 kV razvodnog postrojenja elektrane 10.000 A, pa je u prvi mah izgledalo da je nemoguće izvesti uzemljenje koje bi bez ikakvih opasnosti sprovelo ovako veliku struju zemljospoja u tlo, koje skoro da je ličilo na kakav izolator. U tu svrhu prišlo se rješenju, da se priključe sva četiri gromobranska užeta presjeka alučel 150 mm² dvaju priključnih dalekovoda 220 kV HE Dubrovnik — RS Trebinje na zaštitno i pogonsko uzemljenje elektrane. Ova veza omogućila je da se uzemljenje elektrane sada dimenzionira na svega 60 % struje zemljospoja ili 6.000 A, jer je proračun pokazao da gromobranska užad odvodi 40 % ili 4.000 A.

Zanimljivo je da je prvo mjerenje uzemljenja elektrane izvedeno u vrijeme kada nisu bili izgrađeni priključni dalekovodi 220 kV, tj. kada spomenuta gromobranska užad nije bila vezana na uzemljenje elektrane. Tada su naponi dodira i koraka iznosili na više mjesta preko 200 V, a na samoj Jadranskoj magistrali, koja prolazi ispod razvodnog postrojenja, 220 kV preko 150 V, iako je na terenu elektrane i njene bliže okoline postavljen obiman potencijalni raster. Tek nakon priključka gromobranske užadi na uzemljenje elektrane, naponi dodira i koraka svedeni su na zadovoljavajuću mjeru, što je projektom i bilo predviđeno.

4. Problemi pri međusobnom vezivanju gromobranske zaštite zgrade sa uzemljenjem transformatorske stanice

Često se postavlja pitanje da li se gromobranski odvodi na zgradama transformatorskih stanica smiju vezati na uzemljivač električnih postrojenja ili ne. Evo kako ovaj problem tretiraju propisi:

Tačka 37.4.2. »Službenog lista FNRJ« br. 6/57 kaže: »Ako elektrane i transformatorske stanice imaju na javno pristupačnim mjestima zemljovode na zgradama, ti zemljovodi se odvajaju od vodova za uzemljenje visokonaponskih postrojenja i priključuju na posebne uzemljivače.

Paragraf 34/c — VDE 0141/2.64 kaže: »Ukoliko se u transformatorskim stanicama postavljaju gromobranski odvodi na javno pristupačnim mjestima, te s njima mogu doći u dodir lica izvan električnih pogonskih prostorija, onda ovakve gromobranske odvode treba po mogućnosti odvojeno položiti od uzemljenja visokonaponskih postrojenja i odvesti na posebne uzemljivače«.

Ova preporuka od strane VDE, a vjerojatno i našeg Službenog lista donesena je jedino iz ovoga razloga: Pošto je u transformatorskim stanicama dozvoljen najveći dodirni napon od 125 V, moglo bi se desiti, da pri zajedničkom vezivanju zaštitnih i pogonskih uzemljenja sa gromobranskim uzemljenjem, dođu pod ovaj napon i svi dijelovi zgrade koji stoje u vezi sa ovim uzemljenjem, a time i nestručna lica koja nisu upućena u rukovanje visokonaponskim postrojenjima. Na taj način mogu postati opasni oluci, željezni nosači, željezne ograde i svi ostali metalni dijelovi koji stoje u galvanskoj vezi sa gromobranom, a preko ovoga sa zaštitnim uzemljenjem.

U svakom slučaju ima mnogo postrojenja gdje ova veza postoji, jer gromobranski vodovi moraju biti priključeni na krovne konstrukcije, oluke i slično, inače zaštita od groma ne bi bila efikasna. Ako neki dijelovi postrojenja imaju vezu sa dijelovima zgrada, koji inače moraju imati vezu sa gromobranom, onda ovo odvajanje uopće nije moguće izvesti.

Kod velikih postrojenja kao što su elektrane, velike transformatorske rasklopne stanice i sl., pitanje ovog odvajanja i nema velikog značenja s obzirom na dosta dobro i često predimenzionirano zaštitno uzemljenje, koje se obično izvodi u ovakvim objektima. Veći značaj ovom odvajanju se, međutim, pridaje kod manjih transformatorskih i rasklopnih stanica koje su dostupne svakome. U ovakvim stanicama se može voditi računa o ovom odvajanju, pogotovu ako se uzme u obzir da je pregled o uzemljenim odnosno odvojenim metalnim dijelovima zgrade daleko jednostavniji.

Uočljivo je, međutim, da se navedena tačka 37.4.2. »Službenog lista FNRJ« razlikuje od paragrafa 34/c VDE zbog čega se ovaj problem kod nas i tretira na razne načine, a time se nestručna lica dovode u opasnost. Primjera radi navodimo jednu transformatorsku stanicu 110/35 kV kod koje je 110 kV-postrojenje izvedeno na slobodnom, a 35 kV u posebnoj zgradi koja ima još i svrhu komande. Oba postrojenja, tj. čitava stanica se nalazi u ograđenom prostoru, pa je ovdje najveći dozvoljeni napon dodira ograničen na 125 V, što je na prvi pogled izgledalo sasvim ispravno, budući da je u ograđenom prostoru dozvoljen pristup samo stručnom osoblju. Gromobranska zaštita zgrade je povezana na uzemljenje što se isto tako smatra ispravnim. Međutim, u prizemlju spomenute zgrade predviđeni su i stanovi za pogonsko osoblje pa time vjerojatno i za članove njihove porodice, koji se tretiraju u svakom slučaju kao nestručno osoblje. Ovo nestručno osoblje, a naročito djeca dolaze najčešće u dodir sa gromobranskim odvodima i svim metalnim dijelovima, koji stoje u vezi s njima, te na taj način i dodirnim naponom 125 V, a ne 65 V koliko se za njih kao maksimalno dozvoljava. U ovom slučaju trebalo je, ili ne predvidjeti stanove za pogonsko osoblje u krugu stanice, ili izvesti odvojeno uzemljenje gromobranske zaštite, ili ograničiti najveći dodirni napon u cijeloj stanici na 65 V, a ne na 125 V.

Drugi primjer je manja transformatorska stanica podignuta u krugu jedne tvornice. Gromobranska zaštita povezana je na uzemljenje stanice, odnosno uzemljenje tvornice, a kao osnov za najveći dopušteni napon dodira uzet je 125 V, jer se smatralo da je stanica ograđena tvorničkim krugom, a nije uzeto u obzir da se tvorničko osoblje ne može smatrati i stručnim licima za koja treba predvidjeti najveći dodirni napon 65 V, a ne 125 V. Projektant je vjerovatno smatrao da gromobranski odvodi stanice nisu postavljeni na javno pristupačnim mjestima, za što je on možda imao razloga, jer naš propis ne navodi koja se miesta smatraju javno pristupačnim za razliku od VDE, koji to jasno precizira.

Primjera pogrešnog tumačenja propisa ima još i bit će ih sve dotle, dok se ne revidira ili dopuni gore navedena tačka 37.4.2. naših propisa.

Literatura

1. *Zbirka tehničkih propisa iz oblasti industrije* — izdanje »Službenog lista« 1962. godine.
2. VDE — *Vorschriften* 0141/2. 64.
3. W. Koch, *Erdungen in Wechselstromanlagen über* 1 kV Springer Verlag 1961.
4. V. M. Miletić, *Međusobni utjecaj uzemljenja dalekovoda i razvodnih postrojenja.*
5. M. Krstić, *Gromobranske instalacije* — Tehnička knjiga, Beograd 1963 god.

Naslov pisca: Hasan Hadžimesić, tehn. »Energoinvest«, Sarajevo.

ANALIZA ISPADA I RADA ZAŠTITE U POSTROJENJIMA 110 i 220 kV ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE ZA RAZDOBLJE OD 1961. DO 1964. GODINE

Velimir H a n g i, Zagreb

Na osnovu detaljnih podataka o ispadima i radu električnih zaštitnih uređaja, generatorskih grupa, mrežnih transformatora i vodova 110 i 220 kV, dan je tabelarni pregled ispada po ovim elementima mreže za razdoblje od 1961. do 1964. godine i to po godinama i sumarno sa analizom i ocjenama ispada i rada zaštitnih uređaja.

DK 621.311.1

1. Osnova za izradu analize

Ova analiza bit će izvršena na osnovu podataka koji su sakupljeni u okvirima elektroprivrede Hrvatske po osnovnim elementima mreže, tj. po generatorskim grupama (uključivo blok-transformator), mrežnim transformatorima, te vodovima 110 i 220 kV. Analize koje su vršene u okvirima Studijskog komiteta za zaštitu i releje CIGRE, polaze od relejnih uređaja različitih tipova i proizvodnih firmi, te se analizira, odnosno ocjenjuje njihov rad bez obzira na mjesto ugradnje ili uvjete pod kojima uređaji rade. Sa stanovišta pogona i njegove sigurnosti došlo se je međutim do spoznaje, da je posebno interesantno promatrati djelovanje zaštitnih uređaja po štićenim elementima mreže, tako da se od godine 1961. u okviru elektroprivrede Hrvatske vodi statistika i analiza ispada sa djelovanjem zaštite po elementima mreže.

Osnovni podaci o ispadima i radu zaštite vode se po mjesecima. Kvartalno i godišnje daju se tri sumarna tabelarna pregleda po elementima mreže i to, prvi za generatorske grupe i sinhrone kompenzatore, drugi za mrežne transformatore višeg napona 110 i 220 kV i treći za vodove 110 i 220 kV. Tu se daju podaci o broju ispada, o selektivnosti ispada, o djelovanju zaštitnih releja s ocjenom tačnosti njihovog rada, o ispadima bez rada zaštite, o mjestu smetnje, o mehaničkim kvarovima i oštećenjima, te o vremenu trajanja ispada.

Na osnovu podataka iz godišnjih tabelarnih pregleda, ovdje će biti dani godišnji i sumarni pregledi za promatrano četverogodišnje razdoblje od 1961. do 1964. godine, s onim podacima koji se smatraju najinteresantnijima. Za 1965. godinu nisu na žalost još do sada dobiveni i sređeni cjelokupni podaci, pa su u ovom prikazu morali biti ispušteni.

2. Analiza ispada i rada zaštite

2.1 Generatorske grupe

Analizirajući ispade i rad zaštite generatorskih grupa u promatranom četverogodišnjem razdoblju već u prvi mah pada u oči, kako razmjerno velik broj ispada, tako još i više velik udio neselektivnih ispada. Od ukupno 754 ispada svega 161 ili 21,4 % su selektivni, što je sasvim nepovoljno. Međutim, tokom analize ispada i rada zaštite moći će se dobiti uvid u uzroke ovakovog stanja, što će bitno ublažiti prvi nepovoljni dojam.

Analiza će se provesti prvenstveno po pojedinim elektranama. U TE Jertovec dolazilo je do neselektivnog rada diferencijalne zaštite generatora I na vanjske kvarove u mreži u 1961. i 1962. godini (22 ispada). Ugrađen je bio nestabilizirani diferencijalni relej tipa T 3 proizvodnje BBC, a otkrivena je i pogreška u spoju releja. Nakon zamjene ovoga releja stabiliziranim, krajem 1962, neselektivni ispadi nisu se ponovili.

U TE — TO Zagreb, veći broj ispada otpada na zaštitu od povrata energije. Povećani broj ispada može se dijelom pravdati početnim poteškoćama nakon ulaska ove elektrane u pogon. To se odnosi naročito na 16 ispada uslijed djelovanja zaštite od povrata energije, do kojih dolazi uglavnom zbog teškoća s pogonom turbine.

U HE Gojak od ukupno 51 ispada pretežan broj se odnosi na rad prekostrujne zaštite, tj. 33 ispada. Od toga su 24 uzrokovana visokim opterećenjima zbog ispada dijelova mreže, odnosno djelomičnim raspadima sistema, o čemu će kasnije biti još govora. Uslijed djelovanja zaštite od povrata energije otpada 11 ispada (od toga 6 zbog kvara turbinskog regulatora). Pet ispada nije uzrokovano proradom zaštite.

U HE Vinodol bilo je razmjerno malo ispada (ukupno 21), tim više, što njih 16 otpada na djelovanje statorske zaštite zbog kvarova. Zbog čestih dozemnih spojeva na statorskom namotu generatora I (14 prorada statorske zaštite) izvršeno je preizoliranje namota.

U HE Kraljevac od ukupno 68 ispada, 55 tj. oko 80 %, otpada na djelovanje prenaponske zaštite kod rasterećenja. Ova je situacija uzrokovana time, što regulatori napona nisu predviđeni da brzo snize napon kod jačeg, a pogotovo punog rasterećenja generatora. Budući da je nakon izgradnje HE Split, Kraljevac bitno izgubio na važnosti, to se neće poduzimati posebne mjere, tim više, što sistem najviših napona postaje sve stabilniji, a raspadi dijelova sistema sve rjeđi.

Tabelarni pregled broja i selektivnosti ispada generatorskih grupa po godinama

Redni broj	Postrojenje	Gen.	1961	1962	1963	1964	Ukupno 1961—64	Prekostr.	Pre-napon.	Dif.	Stat.
1		G I	24 (9)	21 (3)	6 (4)	7 (6)	58 (22)	27	—	22	—
2	TE Jertovec	G II	13(12)	7 (2)	5 (3)	4 (4)	29 (21)	20	—	1(1)	1
3		G III	8 (6)	8 (3)	5 (3)	11 (9)	32 (21)	21	—	2(2)	—
4	TE-TO Zagreb	G I	—	1	13 (3)	7 (4)	21 (7)	8	2	1(1)	1
5		G II	—	3	10 (1)	14 (5)	27 (6)	10	1	—	1
6		G I	5 (5)	5 (1)	5 (4)	3 (1)	18 (11)	13	—	1	—
7	HE Gojak	G II	5 (2)	8 (3)	5 (5)	5 (1)	23 (11)	13	—	—	—
8		G III	2 (1)	2 (1)	3 (3)	3 (1)	10 (6)	7	—	1	—
9		G I	2 (1)	2 (2)	6 (6)	5 (5)	15 (14)	—	—	—	14
10	HE Vinodol	G II	1	1 (1)	2 (1)	—	4 (2)	1	—	1	1
11		G II	—	—	1 (1)	1 (1)	2 (2)	1	—	—	1
12		G I	—	—	1 (1)	2	3 (1)	3	—	—	—
13	HE Peruča	G II	1	2 (2)	3 (3)	1	7 (5)	7	—	—	—
14		G I	3	4 (1)	3	2	12 (1)	—	11	—	1
15		G II	3	4 (1)	9	4	20 (1)	1	18	1	—
16	HE Kraljevac	Tr I	3 (3)				3 (3)	3	—	—	—
17		G III	2	5 (1)	8	5 (1)	20 (2)	2	18	—	—
18		G IV	2	1	3	2	8	—	8	—	—
19		Tr II	4 (4)		1 (1)		5 (5)	5	—	—	—
20		G I	19 (4)	30 (1)	38	7	94 (5)	9	83	—	—
21	HE Manojlovac	G II	11 (1)	31 (1)	35	8	85 (2)	3	80	—	2
22		G III	12 (2)	29	50	8	99 (2)	10	86	—	3
23		G IV	22 (6)	35 (2)	40	15	112 (8)	13	99	—	—
24		G I	2	7	6 (2)	1	16 (2)	6	3	—	—
25	HE Split	G II	—	20	10	1 (1)	31 (1	5	4	—	—
Ukupno:			144(56)	226(25)	268(41)	116(39)	754(161)	188	413	30(40)	25

Vrijednosti u zagradama predstavljaju broj selektivnih ispada
Prekostr. — prekostrujna zaštita
Prenapon. — prenaponska zaštita
Dif. — diferencijalna zaštita
Stat. — statorska zaštita

U HE Manojlovac od ukupno 390 ispada, 348 tj. oko 90 % otpada također na djelovanje prenaponske zaštite. Uzrok je isti kao u HE Kraljevac. I kada se već prišlo razmatranju potrebe ugradnje odgovarajućih regulatora napona, nakon povezivanja ove elektrane sa sistemom još jednim 30 kV vodom preko Drniša, situacija se bitno izmijenila tj. normalizirala, što pokazuju podaci za 1964. godinu.

U HE Split očito je u opadanju broj ispada od momenta ulaska u pogon, što se i ovdje može pripisati početnim poteškoćama. Od ukupno 47 ispada, 16 otpada na one koje nije uzrokovalo djelovanje zaštite. Pretežni broj od ovih 16 ispada uzrokovan je krivim manevrom odnosno prekidom naponskih grana zaštite sabirnica kod prelaženja s jednog sistema sabirnica na drugi, što samo po sebi pokazuje da ova zaštita nije povoljno riješena. Ukupno 7 ispada djelovanjem prenapona zaštite uzrokovano je preniskim udešenjem, 3 su uzrokovana djelovanjem zaštite od povrata energije, 2 djelovanjem zaštite od nesimetrije, a 3 neselektivnim radom zaštite od prekida uzbudnog kruga.

Iz danog pregleda i komentara proizlazi da je na vrlo nepovoljnu sliku, kako broja tako i selektivnosti ispada generatorskih grupa, bitno utjecao neselektivan rad prenaponske zaštite kod rasterećenja u HE Kraljevac i HE Manojlovac. Ako bi od ukupnog broja tj. od 754 ispada odbili one izazvane djelovanjem prenaponske zaštite zbog rasterećenja u HE Manojlovac i HE Kraljevac, dakle 403 neselektivna ispada, preostao bi 351 ispad, a 161 selektivni predstavljao bi 46 % od ukupnog broja ispada, prema utvrđenih 21,4 %.

Velik broj djelovanja prekostrujne zaštite generatorskih grupa (188 ispada) također znatno povisuje ukupan broj ispada. Od ovog broja 118 otpada na djelovanje ove zaštite zbog visokog opterećenja, što znači uglavnom kod smetnji u mreži odnosno djelomičnih raspada sistema ili kod odvajanja od mreže susjednih republičkih mreža.

Očito je da za navedene ispade krivnja ne leži na prenaponskoj i prekostrujnoj zaštiti, koje djeluju uglavnom ispravno, jer proraduju kod vrijednosti koje su na relejima udešene.

Tabelarni pregled broja i selektivnosti ispada mrežnih transformatora po godinama

Redni broj	Postrojenje	Transf.	1961	1962	1963	1964	Ukupno	Prekostr.	Dif.
1	TS Nedeljanec	Tr I		2(1)	5(3)	1(1)	8(5)	3(1)	4(4)
2		Tr II	1(1)	6(1)		6(3)	13(5)	9(2)	2(2)
3	TS Rakitje	Tr I	12	6	3(2)	4(1)	25(3)	20(1)	3(2)
4		Tr II	13	5	3(2)	4(1)	28(5)	25(4)	3(3)
5	TS Klara	Tr		1(1)	5(3)	5(2)	5(2)	5(2)	
6	TE-TO Zagreb	Tr	—			4(1)	14	7	7
7	TS Resnik	Tr I			10	4	6	3	3
8		Tr II		1	2	4	4(6)	1	3(1)
9	TS Sisak	Tr I	2(1)	1	1	2(1)	10(6)	6	5(5)
10		Tr II		—		7(5)	6	6	
11	TS Medjurić	Tr	—	3(1)	2	4	10(3)	3(2)	
12	TS Brod	Tr			3(1)	4(1)	8(1)	8(1)	
13	TS Osijek	Tr I	7(3)		7	1(1)	11(4)	8(3)	
14		Tr II		6(1)	4(1)		11(1)	4(1)	6
15	TS Vinkovci	Tr	—	—	5		4(3)	2(2)	
16	HE Gojak	Tr IV	5		1	3(3)	6	1	4
17	TS Karlovac	Tr	—	—	1		6(1)	5(1)	
18	HE Vinodol	Tr IV			—	6(1)	3(1)	3(1)	
19		Tr V	13	2		3(1)	41(1)	40(1)	
20	TS Senj	Tr	1	8(1)	14	12(1)	32(2)	32(2)	
21	TS Matulji	Tr I	2	1	11	12(1)	9	9(4)	
22		Tr II	2	1		6	8(3)	7(2)	1(1)
23	TS Rijeka	Tr	—	5	1(1)	4(2)	26(3)	25(3)	
24	TS Raša	Tr I	9	16	7(2)	14(1)	29	28	1
25		Tr II	9	9	3	1	21	20	1
26		Tr III	—	—		1	1	1	
27	TS Pula	Tr I	3(2)	12(1)	9(1)	3	27(4)	13(1)	10(1)
28		Tr II	8(1)	13	4(1)	7(3)	32(5)	19(3)	10(1)
29	TS Buje	Tr	9(2)		12	15(10)	36(12)	26(2)	5(5)
30	TS Zadar	Tr				1	1		1(1)
31	TS Šibenik	Tr I							
32		Tr II							
33		Tr III							
34	TS Meterize	Tr I		2(1)	2	2	6(1)	3(1)	
35		Tr II		2(1)	2		5(1)	3(1)	
36	HE Peruča	Tr III							
37	TS Dugi Rat	Tr I		2(1)	2	1(1)	5(2)		1(1)
38		Tr II	1(1)			4(4)	5(5)	1(1)	1(1)
39		Tr III		1			1		

(Nastavak tablice na slijedećoj stranici)

(nastavak tablice sa prethodne stranice)

Redni broj	Postrojenje	Transf.	1961	1962	1963	1964	Ukupno	Prekostr.	Dif.
40	TS Ston	Tr				1	1	1	
41	TS Nedeljance	Tr Sö		4	2(1)	2	8(1)	7(1)	1
	U k u p n o:		97(11)	109(10)	122(16)	144(44)	472(81)	349(43)	78(28)
				Transformatori 220/110 kV					
1	TS Mraclin	Tr	—	11	1(1)	7	19(1)	12	6(1)
2	HE Split	Tr	—	9(1)	3		12(1)		4
	U k u p n o:		—	20(1)	4(1)	7	31(1)	12	10(1)

Vrijednost u zagradama predstavlja broj selektivnih ispada
Prekostr. — prekostrujna zaštita
Dif. — diferencijalna zaštita

Pokazuje se međutim već u 1964. godini tendencija smanjenja broja ispada. Prema tabelarnom pregledu u promatranom četverogodišnjem razdoblju oni se kreću kako slijedi: 144 — 226 — 268 — 116. Dalje praćenje ispada generatorskih grupa vjerojatno će potvrditi iznesene pretpostavke, tim više što je već poznato da je broj prorada prenaponske zaštite u HE Manojlovac u 1965. godini minimalan.

2.2 Mrežni transformatori

Broj ispada transformatora u promatranom četverogodišnjem razdoblju vrlo je visok. Nepovoljna je i situacija u pogledu selektivnosti. Od ukupno 472 ispada samo se za 84 moglo sa sigurnošću utvrditi da su selektivni što u procentima iznosi svega 17,8 %.

U slučajevima kad je djelovala prekostrujna zaštita, od ukupno 349 ispada svega je 43 selektivnih, dakle 12,3 %. To je i razumljivo, kada se zna da su ispadi mrežnih transformatora djelovanjem prekostrujne zaštite u pravilu neselektivni. Kod kvarova u 35 kV mreži trebala bi naime proraditi prekostrujna zaštita 35 kV vodova, koja je i stepenovana s nižim vremenskim zatezanjem. Jedino u slučajevima kvarova u području sabirnica 35 kV ili kod visokog opterećenja, no samo u slučaju da paralelni transformator ispadne iz pogona proradom ostalih zaštitnih uređaja, može se ispad transformatora djelovanjem prekostrujne zaštite tretirati kao selektivan. Poseban problem predstavlja utvrđivanje uzroka ispada transformatora, pa se za veliku većinu ispada nije mogao jednoznačno utvrditi uzrok. Kod ocjene tačnosti rada releja od 349 ispada za 292 odnosno 83 % nije bilo utvrđeno da li je prekostrujni relej ispravno proradio u odnosu na zaštitu 35 kV vodova ili obratno, pa će se tome ubuduće posvetiti više pažnje. Kao poseban problem uočeni su neselektivni ispadi proradom prekostrujne zaštite kod onih transformatora, koji su jače opterećeni kratkotrajno i znatno preko nazivnog opterećenja.

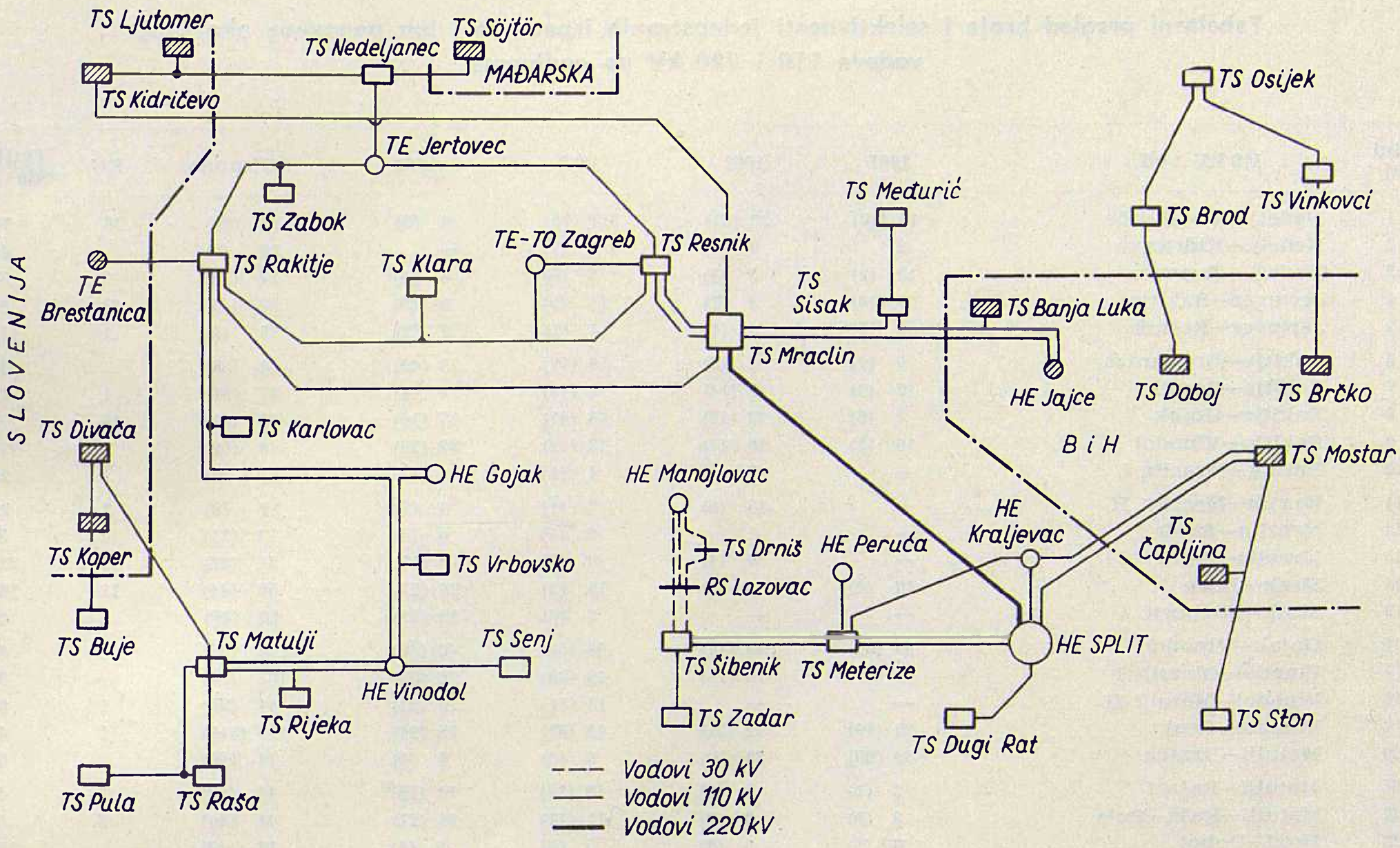
Usprkos visokom prekostrujnom udešenju, kod prorade releja uslijed kratkog spoja u mreži koji je otklonjen zaštitom mreže, visoka struja opterećenja transformatora može ostati viša od struje otpuštanja prekostrujnog releja, tako da ovaj ne otpusti nego provede isključivanje transformatora. Takav je slučaj konstatiran u TS Rijeka, gdje je kod kvarova u 10 kV mreži dolazilo do ispada transformatora 110/30 kV. Postavljanjem odgovarajućeg visokog prekostrujnog udešenja i poboljšanja povratnog faktora prekostrujnog releja transformatora, stanje se bitno popravilo. U TS Raša zabilježen je znatan broj ispada transformatora zbog visokog opterećenja, i to sve do ugradnje trećeg transformatora 1963. godine. Ukupan je broj takvih ispada 79, što predstavlja 22,6 % od ukupnog broja ispada djelovanjem prekostrujne zaštite.

Djelovanjem diferencijalne zaštite transformatora došlo je u promatranom razdoblju do ukupno 78 ispada, od toga 28 ili 36 % selektivnih. Do neselektivnosti dolazilo je zbog netačnog spoja releja (posebno veze zvjezdišta strujnih transformatora i međutransformatora), zbog odstupanja prenosnog odnosa međutransformatora, te zbog preniskog osnovnog udešenja i stabilizacije. Tako prilikom prelaska 110 kV mreže Istre na kruto uzemljenje, nije odmah izvršena promjena priključka releja, što je dovelo do niza krivih proračivanja diferencijalne zaštite.

Posebno pada u oči na području Dalmacije (red 30—40) izrazito manji broj ispada transformatora. Za ovo područje na ukupno 11 transformatora otpada 24 ispada, tj. 2,18 po transformatoru u četiri godine ili prosječno 0,55 ispada po transformatoru godišnje. Na preostalih 30 transformatora otpada 472 ispada tj. 15,7 po transformatoru u četiri godine ili prosječno 3,92 ispada po transformatoru godišnje.

Odnos je prema tome 1 : 7, a to je mnogo.

S transformatorima 220/110 kV bilo je većih teškoća nakon puštanja u pogon. Prekostrujna udešenja uzeta su u početku prenisko, što je također utjecalo na broj neselektivnih ispada.



Sl. 1. Stanje mreže najviših napona u SR Hrvatskoj krajem 1964.

2.3 Vodovi 110 i 220 kV

Ukupan broj ispada vodova 110 kV bilo s uspješnim, bilo s bezuspješnim ponovnim ukapčanjem iznosi 2158 jednosatnih ispada. Ispadi se vode za svaki kraj voda posebno, kako bi se mogli pratiti svi podaci o radu distantne zaštite i ponovnog ukapčanja. To je svakako prednost, no loša strana je u tome, što se ne registriraju ispadi odnosno ponovno ukapčanje po vodu. Ipak u kvartalnim i godišnjim tabelarnim pregledima uz ukupan broj jednostranih ispada, daje se posebno broj obostranih ispada, te posebno jedne ili druge strane voda.

Od ukupno navedenog broja ispada vodova 110 kV, 1801 ili 83,4 % ocijenjeno je kao selektivno, što je razmjerno povoljno. Ako pak uzmemo u obzir samo ispade zbog djelovanja distantne zaštite i odbijemo ostale uzroke ispada, tj. 158 ispada, (od toga zbog djelovanja rastavnih releja u 1961. i 1962. god. 79 selektivnih ispada, te zbog djelovanja prekostrujnih releja 44 ispada), tada od ukupno njih 2000 zbog djelovanja distantne zaštite ostaje 1722 ili 86,0 % selektivnih. Ovaj postotak bio bi nešto lošiji kada bismo ocjenjivali ispade vodova obostrano. Kod 220 kV voda na 234 ispada otpada 193 odnosno 82,5 % selektivnih. Na 204 ispada uzrokovanih djelovanjem distantne zaštite otpada 193 odnosno 95 % selektivnih ispada. Ostali ispadi 220 kV voda uzrokovani su djelovanjem prekostrujne zaštite (15 ispada), te zaštitom sabirnica ručno aktiviranom, kao i drugim uzrocima.

Ukupna duljina 110 kV vodova iznosi 2 851,3 km (uračunate i cijele duljine međurepubličkih vodova). Ukupna duljina vodova reducirana prema postupnom ulaženju u pogon iznosi 2 209,2 km. Ukupan broj ispada bilo obostranih ili jednostranih iznosi 1733. Prema tome, za promatrano četverogodišnje razdoblje dobivamo srednji broj ispada od 0,783 ispada po kilometru, ili 0,195 ispada po kilometru godišnje. Broj ispada pojedinih vodova znatno se razlikuje.

Od ukupno 2000 ispada vodova 110 kV zbog djelovanja distantne zaštite, oko 1475 otpada na vodove na kojima je aktivirano, odnosno u pogonu, brzo ponovno ukapčanje. U promatranom četverogodišnjem razdoblju bilo je zabilježeno 453 odnosno 30,8 % uspješno provedenih ponovnih ukapčanja. Na 220 kV vodu uspješnost ponovnog ukapčanja iznosi 14,3 %. Ona je dana po godinama i sumarno u slijedećem tabelarnom pregledu:

TABELA USPJEŠNOSTI PONOVNOG UKAPČANJA

Godina	Ispada jednostrano	1-polno PU	3-polno PU	Ukupno PU	Procent PU
		Vodovi 110 kV			
1961	190	50	—	50	26,3
1962	314	84	32	116	37,0
1963	488	59	39	98	20,0
1964	483	93	96	189	39,1
Ukupno	1475	286	166	452	30,6
		Vodovi 220 kV			
1961	—	—	—	—	—
1962	vod u pogonu ali bez ponovnog ukapčanja				
1963	83	12	—	12	14,5
1964	71	9	1	10	14,1
Ukupno	154	21	1	22	14,3

Tabelarni pregled broja i selektivnosti jednostranih ispada sa i bez ponovnog ukapčanja vodova 110 i 220 kV po godinama

Redni broj	110 kV vod	1961	1962	1963	1964	Ukupno	PU	Duljina voda (km)
1	Nedeljanec—Söjtör	15 (13)	32 (31)	17 (16)	8 (8)	72 (68)	46	70,0
2	Nedelj.—Kidričevo	2	3 (2)	7 (7)	—	12 (9)		44,0
3	Nedelj.—Jertovec	12 (9)	5 (3)	6 (6)	4 (4)	27 (22)	8	36,3
4	Jertovec—Rakitje	22 (18)	9 (7)	13 (9)	9 (9)	53 (43)	21	44,5
5	Jertovec—Resnik	8 (1)	8 (1)	4 (1)	5 (2)	25 (5)	1	31,5
6	Rakitje—Brestanica	5 (2)	9 (5)	20 (12)	10 (40)	44 (29)		36,5
7	Rakitje—Resnik	12 (3)	18 (14)	19 (15)	8 (4)	57 (36)	1	27,7
8	Rakitje—Gojak	7 (6)	23 (18)	48 (41)	17 (16)	95 (81)	18	77,3
9	Rakitje—Vinodol	10 (2)	20 (17)	18 (11)	32 (29)	79 (59)	2	129,3
10	Resnik—Mraclin I	—	7 (3)	4 (2)	4 (1)	15 (6)		21,5
11	Resnik—Mraclin II	—	13 (6)	2 (1)	4 (2)	19 (9)	2	21,5
12	Mraclin—Sisak	—	1	6 (6)	6 (5)	13 (11)	7	36,0
13	Mraclin—Jajce	—	4 (4)	8 (8)	19 (17)	31 (29)	15	216,6
14	Sisak—Jajce	12 (2)	6 (6)	15 (3)	26 (23)	59 (44)	12	161,4
15	Sisak—Medjurić	—	—	8 (8)	12 (12)	20 (20)	2	48,0
16	Gojak—Vinodol	49 (32)	48 (41)	54 (52)	40 (40)	190 (165)	53	60,3
17	Vinodol—Matulji I	26 (21)	15 (11)	40 (39)	26 (23)	107 (94)		33,6
18	Vinodol—Matulji II	—	—	15 (11)	29 (24)	44 (35)	1	33,4
19	Vinodol—Senj	20 (19)	22 (21)	42 (41)	35 (34)	119 (115)	1	41,0
20	Matulji—Divaća	32 (29)	30 (30)	8 (3)	4 (4)	74 (66)		54,7
21	Matulji—Raša I	2 (1)	9 (9)	19 (14)	15 (15)	45 (39)	3	41,2
22	Matulji—Raša—Pula	9 (9)	3 (3)	11 (11)	21 (21)	44 (44)	2	69,1
23	Brod—Doboj	3 (1)	6 (2)	5 (2)	5 (4)	17 (9)		162,0
24	Brod—Osijek	5 (3)	7 (6)	11 (9)	7 (6)	30 (24)		70,3
25	Osijek—Vinkovci	—	—	6 (3)	19 (18)	25 (21)	2	128,5
26	Mraclin—Rakitje I	—	—	—	3 (2)	3 (2)	2	34,9
27	Mraclin—Kidrićevo	—	—	6 (2)	4 (1)	10 (3)	2	91,3
28	TE-TO Zagreb—Resnik (Rak)	—	—	7 (3)	3 (1)	10 (4)		31,3
29	(Resnik—Sisak)	18 (10)	—	—	—	18 (10)	7	56,3
30	(Resnik—Jajce)	27 (11)	—	—	—	27 (11)	2	216,6
31	Šibenik—Zadar	7 (7)	8 (8)	53 (47)	17 (16)	85 (78)	7	66,9
32	Šibenik—Meterize I	20 (17)	19 (16)	36 (34)	52 (50)	127 (117)	36	69,5
33	Šibenik—Meterize II	10 (7)	26 (22)	53 (49)	38 (36)	127 (114)	34	61,0
34	Meterize—Peruča	7 (7)	16 (16)	16 (16)	26 (25)	72 (71)	4	34,7
35	Meterize—He Split I	4 (4)	10 (6)	1	4 (3)	19 (13)	1	-8,8
36	Meterize—He Split II	—	62 (59)	13 (10)	13 (12)	88 (81)	46	18,8
37	Meterize—Kraljevac	—	44 (41)	19 (18)	9 (9)	72 (68)	41	33,6
38	HE Split—Kraljevac	—	4	6 (3)	3 (1)	13 (4)	3	14,7
39	HE Split—Mostar	2 (2)	18 (15)	26 (23)	24 (22)	70 (62)	47	99,5
40	HE Split—Dugi Rat	—	3 (2)	1	1 (1)	5 (3)	2	5,2
41	Kraljevac—Mostar	8 (8)	20 (19)	23 (12)	22 (19)	73 (58)	1	87,2
42	(Kraljevac—Meterize I)	8 (6)	—	—	—	8 (6)	3	33,5
43	(Kraljevac—Meterize II)	9 (7)	—	—	—	9 (7)		33,5
44	(Kraljevac—Dugi Rat)	2 (2)	—	—	—	2 (2)		18,7
45	(Meterize—Mostar)	4 (4)	—)	—	—	4 (4)	2	118,1
	Ukupno:	377(263)	527(444)	670(565)	584(429)	2158(1801)	453	2.851,3
1	Mraclin—Split	—	65 (50)	95 (78)	74 (65)	234 (193)	22	355

Vrijednosti u zagradama predstavljaju broj selektivnih ispada
PU — uspjelo ponovno ukapčanje

Ispadi su dani samo na vodovima s aktiviranim ponovnim ukapčanjem, i to ispadi zbog djelovanja distantne zaštite.

Uspješnost ponovnog ukapčanja 110 kV vodova postepeno raste s izuzetkom 1963. godine, no porast je polagan.

3. Zaključak

Obilje raspoloživih podataka omogućuje da se oni obrađuju i sređuju na razne načine i prema različitim zahtjevima.

Ovakova, međutim, analiza za razmjerno dulje vremensko razdoblje i za velik broj osnovnih elemenata mreže ne dopušta da se ulazi u detalje, već da se dobiju osnovni podaci o ispadima i radu zaštitnih uređaja u visokonaponskoj mreži.

Što se tiče ispada i rada zaštite generatorskih grupa zapažena je tendencija smanjenja broja ispada, posebno djelovanjem prenaponske i prekostrujne zaštite, te ispada vezanih uz početne poteškoće koje su prisutne u svakom postrojenju nakon puštanja u pogon. Na ispade pak koji su vezani na stabilnost sistema ne može se utjecati

mjerama koje poboljšavaju rad same zaštite, tako da je na smanjenje ispada u 1964. godini bitno utjecao upravo faktor povećane stabilnosti sistema.

Situacija s ispadima transformatora je nepovoljna, pa će se veća pažnja posvetiti posebno prekostrujnoj zaštiti transformatora 110/35 kV i vodovima 35 kV. Problem ispada visoko opterećenih transformatora, s obzirom na razmjerno nizak povratni faktor prekostrujnih releja (oko 0,8), nije još dovoljno prostudiran. Neselektivan rad diferencijalne zaštite zastupljen je u znatnom broju ispada, te stvara krivu sliku o sigurnosti i selektivnosti rada diferencijalne zaštite. Na području Dalmacije, po broju ispada situacija je bitno povoljnija.

Rad distantne zaštite vodova 110 i 220 kV zadovoljava po selektivnosti. Efikasnost brzog ponovnog ukapčanja je u stalnom porastu, no stanje do 1964. godine još ne zadovoljava, pa će se ovom problemu nužno posvetiti veća pažnja.

Očito je iz svega što je do sada konstatirano da postoji mogućnost poboljšanja kvalitete rada zaštitnih uređaja u visokonaponskoj mreži, jer ova još nije zadovoljavajuća. Isto je tako očito da su stalno praćenje i analiza ispada i rada zaštite nužni preduvjet da se slabosti konstatiraju i otklone. U tom smislu može se mnogo postići i razmjenom iskustava na nivou Jugoslavenske elektroprivrede, što se već ostvaruje posredstvom Studijskog komiteta za zaštitu i releje Jugoslavenskog nacionalnog komiteta CIGRE.

Naslov pisca: Velimir Hangi, dipl. ing., »Združena elektroprivreda Hrvatske«, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

Laboratoriji i terenske mjerne grupe

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU

obavit će Vam

PREGLED I POPRAVAK VAŠIH ZAŠTITNIH UREĐAJA

RASPAD ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA

Franjo Černohous, Zagreb

Istovremeni ili vremenski pomaknuti ispadi više povezanih ili svih dijelova elektroenergetskog sistema dovode do djelomičnih ili potpunih raspada sistema. Opisan je jedan slučaj djelomičnog i jedan slučaj potpunog raspada na području SR Hrvatske. Prikazano je vremensko trajanje ponovnog povezivanja raspadnutog sistema, kao i važnost ispravnog funkcioniranja VF telefonskih veza, o kojima ovisi brzina komuniciranja sa svim transformatorskim stanicama i elektranama na području na kojem je došlo do raspada.

DK 621.31.004

Elektroenergetskim sistemom nazivamo čitav skup uređaja, od postrojenja za proizvodnju električne energije do uključivo potrošača, koji su međusobno tako povezani, da su uvjeti iskorištenja pojedinih uređaja neposredno ovisni jedan o drugome.

Pojedine dijelove elektroenergetskog sistema čuvaju od štetnog djelovanja kratkih i dozemnih spojeva odgovarajući zaštitni uređaji, koji obavljaju okidanje (isklop) sklopke. U praksi je uvriježeno da se isklop određenog elementa elektroenergetskog sistema izvršen posredovanjem zaštitnih uređaja naziva ispadom, a izvršen posredovanjem čovjeka jednostavno isklopom (iskapčanje), odnosno uklopom (ukapčanje). Isklapanje odnosno uklapanje naziva se također i manevrom. Pod »dati napon«, »proslijediti napon« ili »prihvatiti napon« podrazumijeva se uklapanje određene vodne sklopke. Raspad je prema tome posljedica istovremenog ili vremenski pomaknutog ispada više povezanih ili svih dijelova elektroenergetskog sistema. U prvom slučaju govorimo o parcijalnom (djelomičnom), a u drugom o totalnom (potpunom) raspadu elektroenergetskog sistema.

Dispečerska služba pored svoga osnovnog zadatka, da osigura potrošaču u svakom momentu kvalitetnu električnu energiju, da usklađuje proizvodnju u elektranama sa ciljem da se postigne tehnički i ekonomski optimum, obavlja također i nadzor nad pogonom elektroenergetskog sistema i potrebne manevre. Kod toga dežurno osoblje u elektranama i transformatorskim stanicama predstavlja njene neposredne izvršioce.

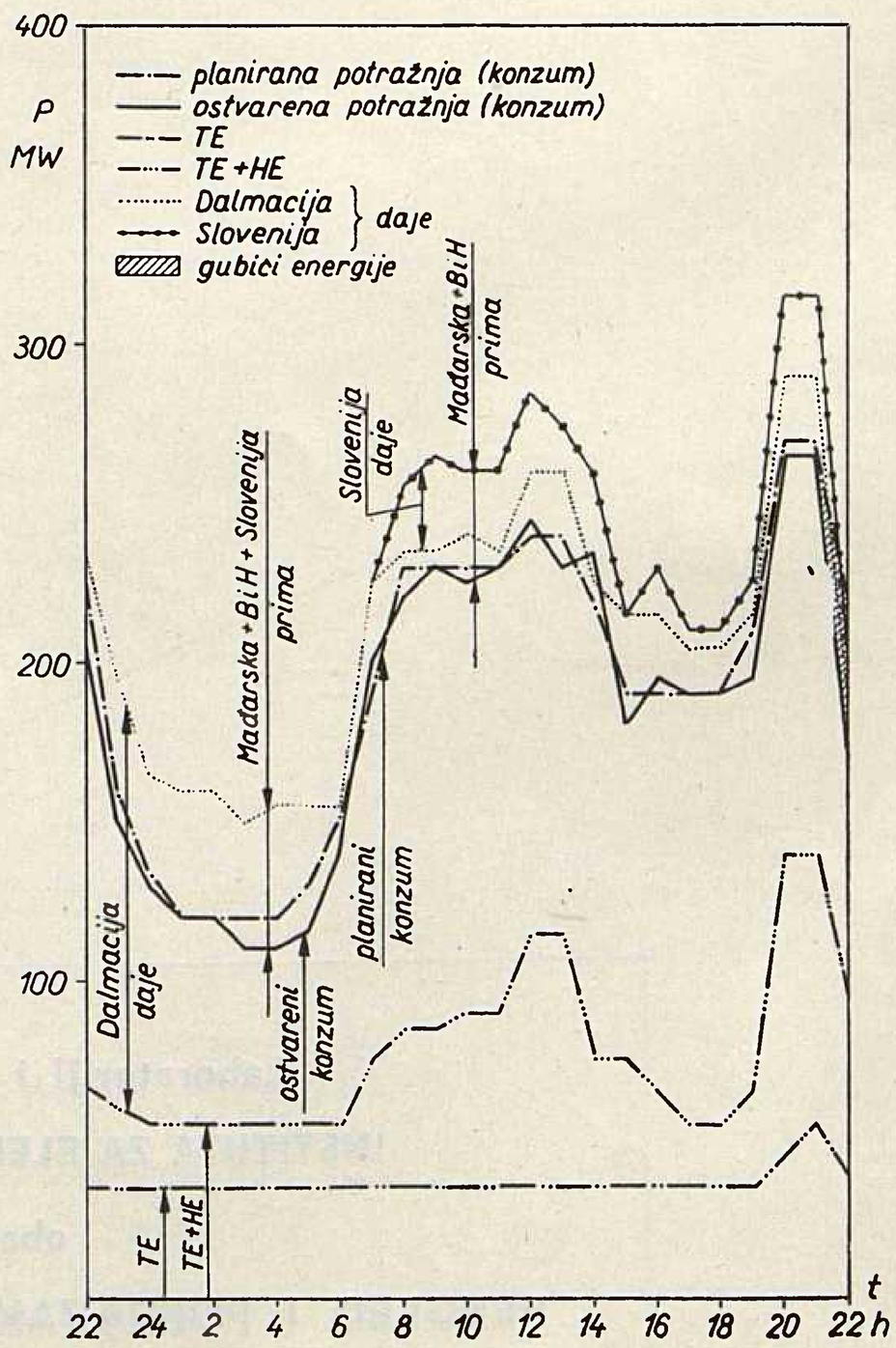
1. Parcijalni raspad elektroenergetskog sistema

Ponajprije ćemo ovdje razmotriti jedan parcijalni raspad elektroenergetskog sistema koji se dogodio 23. IV 1963.

Iz dnevnog dijagrama opterećenja (sl. 1) je vidljivo, da je Dalmacija tokom cijeloga dana isporučivala znatnu količinu energije (cca 100 — 150 MW), Bosna uglavnom primala energiju, a Slovenija noću primala, a danju davala energiju. Mađarska je primala energiju za konzum Söjtöra i Ajke u odvojenom pogonu.

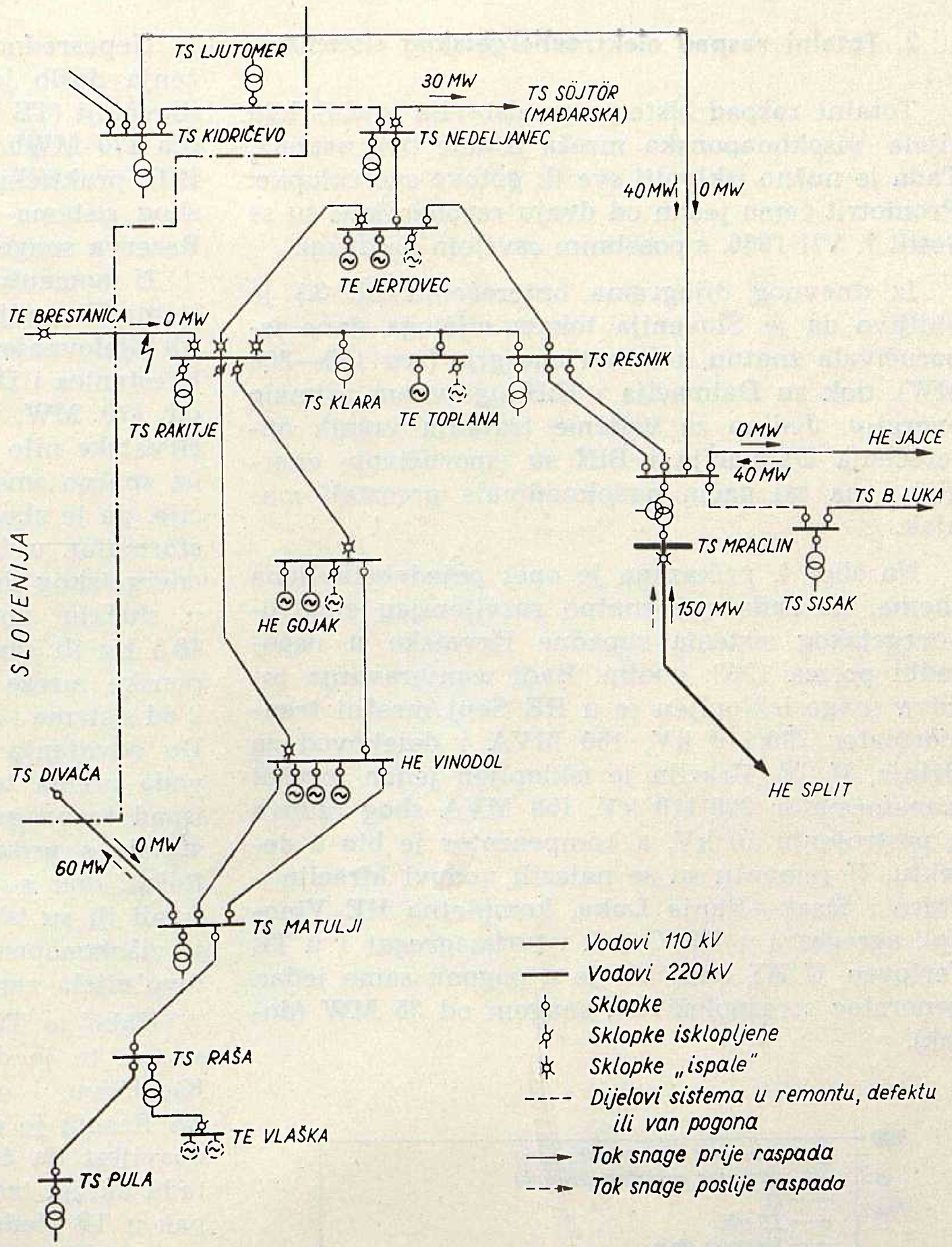
Na slici 2. prikazana je pojednostavljena shema elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske u 1963. godini radi pregleda konfiguracije visokonaponske mreže i angažiranih proizvodnih jedinica u elektranama. Crtkano su naznačeni vodovi 110 kV Nedeljanec—Ljutomer, Mraclin—Sisak, te turboagregati 2 u TE Jertovec i TE Toplani, koji su se nalazili u remontu. Također su ucrtani tokovi snage razmjene sa Slovenijom, BiH i Dalmacijom neposredno prije i poslije raspada, a posebno i sklopke koje su ispale, odnosno koje su bile isklopljene.

U 21.04 sati došlo je do tropolnog kratkog spoja na vodu Rakitje—Brestanica, pa je TS Rakitje ostala bez napona. Istodobno je u TS Mraclin ispao dalekovod 220 kV za Split. Tokovi snage razmjene su se promijenili. Frekvencija elektroenergetskog sistema se smanjila za samo par desetina herca, jer je nastali manjak snage nadoknadila djelomično HE Vinodol (koja je regulirala frekvenciju čitavog sistema Jugoslavije) sa trenutnom rezervom od 75 MW, a djelomično BiH. Dispečerske službe Slovenije i BiH su odmah upoznate s događajem. Kako je vod Resnik—Rakitje ostao pod naponom do TS Rakitje, to je posadi u TS Rakitje naređeno da odmah uklopi vod (21.07 sati) i oba transformatora kako Zagreb ne bi bio bez energije. Posadi pak u TS Mraclin je naređeno da ostane pasivna tako dugo, dok se dispečer ne



Sl. 1. Dijagram opterećenja zapadne Hrvatske na dan 23. 4. 1963.

Sl. 2. Elektroenergetski sistem zapadne Hrvatske u 1963. godini



javi, odnosno, da javi eventualni nestanak napona na dalekovodu za Split (što bi u skladu sa pogonskim propisima značilo, da je vod isklopljen u HE Split, pa bi se dao napon prema Splitu, jer telefonsku vezu s dispečerom u Splitu nije bilo moguće uspostaviti).

U TS Nedeljanec nije dozvoljen uklop voda za Söjtör tako dugo dok se ne poveže sistem zapadne Hrvatske i Dalmacije, jer kako nije bilo dovoljno snage, postojala je opasnost preopterećenja voda Mraclin—Jajce. Kod donošenja te odluke nije zaboravljena činjenica, da se u slučaju ispada konzum Söjtöra i Ajke automatski prebacuje na snabdijevanje energijom iz Mađarske.

Budući da je vod za Brestanicu kod uklopa u TS Rakitje odmah ispao, to je ocijenjeno da postoji stvarni defekt i odlučeno je da se pokuša uklopiti još jedanput, ali tek nakon povezivanja preostalog dijela visokonaponske mreže.

Zbog povezivanja visokonaponske mreže dat je napon iz HE Gojak prema Rakitju, gdje međutim sinhronoskop nije pokazivao isti redoslijed faza (te je s obzirom na raniji kvar ocijenjeno da nije ispravan), pa je vod isklopljen i dat je napon prema HE Gojak. Zbog razlike napona koju nije bilo moguće tolerirati, napon je usklađen uz pomoć HE Vinodol, a u međuvremenu su zbog sporosti akcije uklopljeni vodovi Rakitje—Vinodol (21.14 sati) i Rakitje—Jertovec (21.19 sati), te napokon u HE Gojak i vod za Rakitje (21.24 sati).

U međuvremenu je uspostavljena i telefonska veza sa Splitom, pa je nakon isklopa dalekovoda za Mraclin u HE Split (21.15 sati), dat napon prema Splitu (21.18 sati), gdje je dalekovod uklopljen u 21.20 sati. Sada je dozvoljeno posadi u TS Rakitje da uklopi sve vodove 30 kV, a u TS Nedeljanec da uklopi vod Söjtör (21.26 sati).

U dogovoru s dispečerskom službom Slovenije dat je napon iz TE Brestanica (21.44 sati) prema TS Rakitje, pa kako sada vod nije ispao, uklopljen je i u TS Rakitje. Prema tome ostaje zaključak da je uzrok ovog parcijalnog raspada prolazni tropolni kratki spoj.

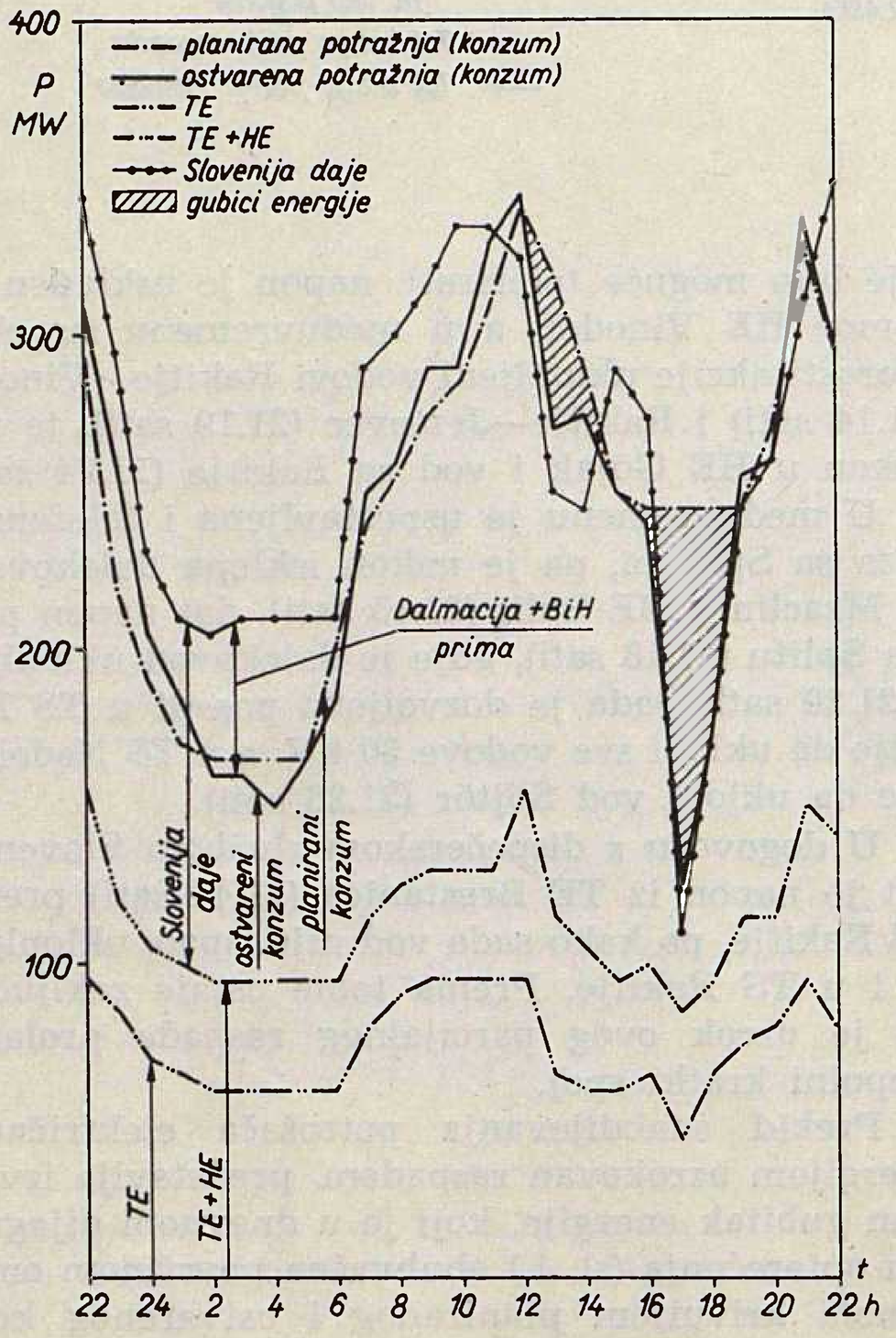
Prekid snabdijevanja potrošača električnom energijom uzrokovan raspadom, predstavlja izvjestan gubitak energije, koji je u dnevnom dijagramu opterećenja (sl. 1.) obuhvaćen površinom omeđenom krivuljom planiranog i ostvarenog konzuma. Planimetriranjem te površine možemo konstatirati da je taj gubitak iznosio 25 MWh.

2. Totalni raspad elektroenergetskog sistema

Totalni raspad sistema predstavlja slučaj kad cijela visokonaponska mreža ostane bez napona. Tada je nužno isklopiti sve ili gotovo sve sklopke. Promotrit ćemo jedan od dvaju raspada koji su se desili 7. VII 1966. s posebnim osvrtom na drugi.

Iz dnevnog dijagrama opterećenja (sl. 3.) je vidljivo da je Slovenija tokom cijeloga dana isporučivala znatnu količinu energije (cca 100—200 MW), dok su Dalmacija i BiH uglavnom primale energiju. Jedino za vrijeme trajanja vršnih opterećenja Dalmacija i BiH su isporučivale energiju i na taj način nadoknađivale preostali manjak.

Na slici 4. prikazana je opet pojednostavljena shema, no sada već znatno razvijenijeg elektroenergetskog sistema zapadne Hrvatske u usporedbi prema 1963. godini. Radi usmjeravanja tokova snage isklopljen je u HE Senj mrežni transformator 220/110 kV, 150 MVA i dalekovod za Brinje. U TS Mraclin je isklopljen jedan mrežni transformator 220/110 kV, 150 MVA zbog radova u postrojenju 10 kV, a kompenzator je bio u defektu. U remontu su se nalazili vodovi Mraclin—Jajce i Sisak—Banja Luka, kompletna HE Vinodol, agregat 2 u HE Gojak i turboagregat 1 u TE Jertovec. U HE Senj bio je u pogonu samo jedan generator s raspoloživom snagom od 35 MW (dotok).



Sl. 3. Dijagram opterećenja zapadne Hrvatske na dan 7. 5. 1966.

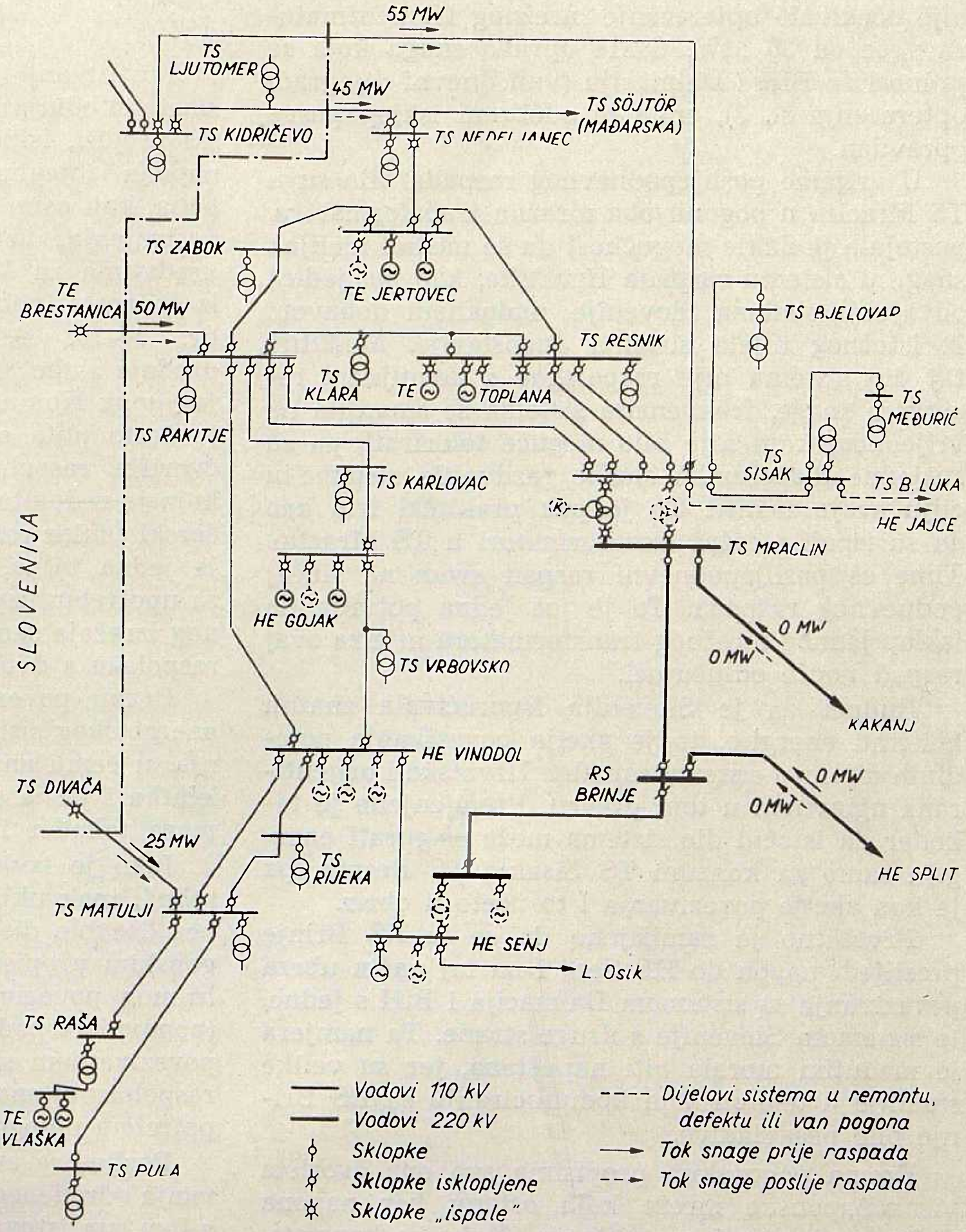
Neposredno nakon podnevnog vršnog opterećenja došlo je u 12.44 sati do kratkog spoja u Sloveniji (TS Kleče). U to vrijeme Slovenija daje cca 170 MWh/h, dok je razmjena s Dalmacijom i BiH praktički nula. Frekvenciju elektroenergetskog sistema Jugoslavije regulira HE Jablanica. Rezerva snage praktički ne postoji.

U momentu kratkog spoja elektroenergetski sistemi Slovenije i zapadne Hrvatske su se razdvojili djelovanjem rastavnih releja u TS Kidričevo, Brestanica i Divača. Time je nastao manjak snage od 170 MW, pa kako rezerve snage u sistemu Hrvatske nije bilo, tokovi snage su se promijenili uz znatno smanjenje naponskog nivoa i frekvencije, pa je zbog preopterećenja ispao mrežni transformator u TS Mraclin (odvajanje od elektroenergetskog sistema Dalmacije i BiH). TE Toplana u slučaju smanjenja frekvencije sistema ispod 48,5 Hz ili smanjenja naponskog nivoa visokonaponske mreže ispod 95 kV, odvaja turboagregat 2 od sistema i on proizvodi dalje za konzum 30 kV. Do odvajanja TE Toplane došlo je zbog ispada voda prema toplani u TS Resnik uz istovremeni ispad turboagregata 1. TE Vlaška je također nastavila s proizvodnjom za svoj konzum (rudnik Raša), dok su generatori u ostalim elektranama ispali ili su isklopljeni zbog preopterećenja. Tako je visokonaponska mreža ostala bez napona, a gotovo cijela zapadna Hrvatska bez energije.

Kako je TS Mraclin imala napon na 220 kV strani, to je dat nalog da se isklopi vod prema Kidričevu, i oba voda prema Rakitju. Posadi u TS Resnik je dat nalog da isklopi sve vodove, uz obavijest da će dobiti napon iz TS Mraclin i da tada uklopi transformator i vodove 30 kV. Posadi pak u TS Nedeljanec je naređeno da prihvati napon iz Slovenije (Kidričeva), uklopi transformatore i proslijedi napon do TE Jertovec, koja također ima nalog da isklopi sve vodove i da po primitku napona sinhronizira generatore na mrežu. Istovremeno je dat nalog i u TS Matulji da isklopi sve vodove, prihvati napon iz Divače i odmah uklopi samo vod Raša 2 (Pula), te tom dijelu Istre osigura snabdijevanje električnom energijom. TS Rakitje je naređeno da isklopi sve vodove osim voda Vinodol, a HE Vinodol da isklopi sve vodove.

TS Nedeljanec i TS Matulji primile su napon iz TS Kidričevo odnosno TS Divača u 12.46 sati. TS Nedeljanec uklapa vod Jertovec (12.47 sati), transformatore i 30 kV vodove (12.50 sati), a TS Matulji vodove Divača i Raša 2 (Pula) također u 12.50. TE Jertovec uklapa vod Nedeljanec u 12.52, prosljeđuje napon do TS Rakitje i sinhronizira na mrežu turboagregat 2 u 12.55. TS Rakitje uklapa vod Jertovec u 12.53 i transformatore u 12.54, dok u RS Brinje istodobno samoinicijativno isklapaju zbog visokog napona vodove za Mraclin i Split, što je u skladu sa propisima. Kako je uklopom voda za Jertovec u TS Rakitje, došao pod napon i vod za Vinodol, to HE Vinodol uklapa po nalogu taj vod u 12.55 i prosljeđuje napon do HE Senj i HE Gojak (12.56 sati). Da bi

Sl. 4. Elektroenergetski sistem zapadne Hrvatske u 1966. godini



se dobilo na vremenu, zamoljena je HE Vinodol, da HE Senj i HE Gojak prenese nalog, da odmah uklope vodove i sinhroniziraju generatore na mrežu.

U međuvremenu je u TS Mraclin uklopljen mrežni transformator (12.55 sati), a odmah zatim uklopljeni su u TS Resnik i TS Sisak transformatori i vodovi 30 kV. U 12.57 sati u TS Mraclin je uklopljen vod za Kidričevo, a u 12.58 sati vodovi Rakitje 1 i Rakitje 2. U TS Rakitje uklapa se vod za Gojak u 12.59 i vod za Mraclin 2 u 13.00, pa je time uspostavljen paralelan rad cijelog sistema. Istovremeno TS Resnik uklapa vod Mraclin 2, HE Senj vodove Vinodol i Lički Osik, TE Jertovec sinhronizira na mrežu turboagregat 3, a HE Gojak generator 1.

U 13.01 TS Rakitje uklapa vod Brestanica, a TS Mraclin i drugi mrežni transformator. U 13.02 sinhroniziran je na mrežu generator 1 u HE Senj i generator 3 u HE Gojak. Do 13.09 su uklopljeni vodovi Rakitje—Mraclin 1, Matulji—Raša, Rakitje —Resnik, Resnik—Jertovec i Resnik—Toplana, transformatori u TS Matulji i TS Raša, te preostali vodovi 30 kV u TS Rakitje.

U TS Brinje uklopljeni su vodovi Mraclin i Split istom u 13.22 zbog poteškoća u uspostavljanju telefonske veze s dispečerom Dalmacije. Gubitak energije uzrokovan raspadom iznosio je 50 MWh (sl. 3.)

3. Analiza totalnog raspada elektroenergetskog sistema

Dana 7. VII 1966. elektroenergetski sistem zapadne Hrvatske raspao se dvaput. Prvi put u 12.44 sati, a drugi put u 16.04 sati. U oba slučaja uzroci raspada su isti, energetske prilike jednake, a tokovi snage razmjene također približno isti, što nam u analizi pruža dragocjene komparativne prednosti. Zato spomenuti dan i nije odabran slučajno kao konkretan primjer.

Na prvi pogled se čini, da se nije smio dopustiti isklop mrežnog transformatora u TS Mraclin, što je u kompentenciji dispečerske službe, jer je time drugi mrežni transformator ograničavao prijenos energije, pa je logično da je nakon odvajanja Slovenije ispao zbog preopterećenja. Ako se uzme u obzir činjenica, da se spomenutog dana

nije očekivalo opterećenje mrežnog transformatora veće od 35 MW, dakle upravo snaga koja se prenosi za BiH i Dalmaciju (vidi dnevni dijagram opterećenja sl. 3), onda je odobreni isklop posve opravdan.

U vrijeme poslijepodnevnog raspada bila su u TS Mraclin u pogonu oba mrežna transformatora, postojala je dakle mogućnost da se nastali manjak snage u sistemu raspada Hrvatske, kao posljedica odvajanja sistema Slovenije, nadoknadi dobavom iz istočnog dijela sistema Jugoslavije. Međutim taj dio sistema nije raspolagao s dovoljnom rezervom snage, frekvencija sistema se smanjila na vrijednost koju nije bilo moguće tolerirati, pa su susjedne dispečerske službe razdvojile sisteme u cilju svoje zaštite. To je pak praktički isto kao da su ispali mrežni transformatori u TS Mraclin. Time se poslijepodnevni raspad svodi na slučaj podnevnog raspada. To je još jedna potvrda da isklop jednog mrežnog transformatora nije za ovaj raspad uopće odlučujući.

Budući da je Slovenija isporučivala znatnu količinu energije, to je akcija povezivanja pojedinih dijelova sistema zapadne Hrvatske i orijentirana uglavnom u tom pravcu. Procijenjeno je također da istočni dio sistema može osigurati energiju samo za konzum TS Sisak i TS Resnik, pa je kod akcije povezivanja i to uzeto u obzir.

Prvobitno je zamišljeno da se iz RS Brinje proslijedi napon do HE Senj i na taj način ubrza povezivanje sa sistemom Dalmacija i BiH s jedne, te sistemom Slovenije s druge strane. Ta namjera je međutim morala biti napuštena, jer su velike smetnje u telefonskom komuniciranju sa RS Brinje bile nesavladive.

Prema pogonskim propisima sva ona čvorišta visokonaponske mreže koja ostanu bez napona dužna su isklopiti sve sklopke. Kako se konstatiralo da neka čvorišta iz objektivnih ili subjektivnih razloga ne postupaju u skladu s tim propisom, bilo je potrebno izvršiti provjeru, pa je i to jedan od uzroka, da je akcija povezivanja sistema usporena.

Ipak do 13.04 sati, dakle za 20 minuta, gotovo cijelom konzumu zapadne Hrvatske bilo je osigurano snabdijevanje električnom energijom. Povezivanje visokonaponske mreže završeno je praktički u 13.09 sati.

Relativno brzom uspostavljanju pogona elektroenergetskog sistema, prilikom podnevnog raspada, doprinijela je uprkos nepoštivanju pogonskih propisa i činjenica, da su VF telefonske veze uglavnom dobro funkcionirale, te da je jutarnja smjena radnika uz pomoć poslovođa u transformatorskim stanicama, vođa smjena u elektranama i dvaju dispečera udvostručena. To nam potvrđuje i poslijepodnevni raspad, kada su telefonske VF veze potpuno zatajile, pa je uz jednog uklopničara u stanicama i jednog dispečera i upotrebu telefonskih linija PTT-a, uspostavljanje pogona elektroenergetskog sistema trajalo cca jedan sat, dok su gubici uzrokovani raspadom dosegli iznos od 150 MWh (sl. 3).

4. Zaključak

Povezivanje raspadnutog sistema može se nesmetano odvijati samo onda ako se poštuju pogonski propisi. Isklopom sviju vodova u čvorištu bez napona izbjegnuta je opasnost pojave visokog napona, koji osim što može oštetiti pojedine dijelove postrojenja, uzrokuje i pregaranje osigurača u uređajima za VF telefoniju i time ih isključuje iz upotrebe (pobliže o tome vidi u »Energiji« 1963, br. 9—10, B. Kragić, dipl. ing.: *Napajanje uređaja slabe struje u elektroenergetskim postrojenjima).* Komuniciranje samo pomoću PTT-linija je često puta onemogućeno i time, što pojedina čvorišta raspolažu samo s jednom PTT-linijom, koja je redovito zauzeta. Upravo zbog toga dispečerski centar raspolaže s dvije PTT-linije, od kojih je jedna tajna, te prema tome uvijek slobodna za upotrebu dispečera. No ta bi linija došla do punog izražaja samo u slučaju da i pojedina čvorišta raspolažu s dvostrukom PTT-linijom.

Brzina povezivanja pojedinih dijelova elektroenergetskog sistema ovisi i o procjeni pravog stanja, u čemu znatnu pomoć pruža dispečeru samo kratka i jasna obavijest čvorišta. Nalog dispečera mora također imati iste odlike.

Iako je izvjesna samoinicijativa čvorišta potrebna, ipak uklop ili isklop vodova nije dopušten bez dozvole dispečera (osim ako je reguliran pogonskim propisom), jer se može dovesti do asinhronog povezivanja, a to znači početi ispočetka (ponovni raspad). Jedino dispečer ima pregled nad povezivanjem sistema, pa vodeći stalno računa o raspoloživoj snazi izvora i konzumu čvorišta, daje potrebne naloge.

Posljedica svakog raspada je prekid snabdijevanja određenog broja potrošača električnom energijom, uz istovremeno smanjenje adekvatne proizvodnje u elektranama. Kako prekid snabdijevanja za neke grupe potrošača predstavlja ne samo prekid, već i obnovu tehnološkog procesa, to tako nastali gubici energije nisu vezani samo na neproizvedeni kWh. To je razlog da odgovarajuća površina u dnevnom dijagramu opterećenja obuhvaća veći vremenski interval od intervala potrebnog za uspostavljanje pogona sistema. Ako se uzme sve u obzir, ukupnu novčanu vrijednost gubitaka je teško sagledati. Imajući upravo to u vidu, dežurno osoblje vrši krajnje napore, da u granicama svojih mogućnosti skrati vrijeme trajanja prekida.

Napokon moramo konstatirati da je na temelju promatranih raspada moguće lako sagledati ulogu i značaj rotirajuće rezerve snage u sistemu. Da HE Vinodol nije bila u remontu, postojala bi u sistemu zapadne Hrvatske rezerva snage, potpuno dovoljna da ne dođe do raspada. Izvjesne grupe potrošača bi doduše neko vrijeme trpjele zbog smanjene kvalitete energije, ali bi veći dio potrošača bio zadovoljen.

Naslov pisca: Franjo Černohous, dipl. ing., »Elektroprivreda«, združeno poduzeće elektroprivrednih organizacija, Zagreb, Proleterskih brigada 37

Mjere za održanje frekvencije i zahvati kod opadanja frekvencije u evropskoj vezanoj mreži

Evropska mreža sastavljena je od većeg broja pojedinačnih elektroenergetskih sistema. U pravilu svaki sistem pokriva svoje potrebe u potpunosti ili u većem dijelu, ali nije isključena ni razmjena energije i sa susjednim sistemima prema određenim ugovorima. U takvoj mreži prouzrokuje svaka promjena frekvencije, neovisno o razlogu, promjenu raspodjele snaga. U normalnom pogonu je potrebno održanje prilično tačnog frekventnog pojasa, kako bi se mogle održati razmjene snaga i energije prema ugovorima o razmjeni, da ne bi došlo do nepotrebnih promjena u snazi razmjene zbog promjene frekvencije, a time i do eventualnih strujnih preopterećenja vodova razmjene.

Kod pogonskih se smetnji traži da mreža ostane povezana u što većoj mjeri, kako bi se mogla vršiti međusobna ispomoć i sačuvati mreže pojedinih učesnika od totalnih raspada. Iz toga razloga trebalo je u pojedinim zemljama usaglasiti predviđene mjere za normalni pogon i za slučaj smetnji.

Za pobliža razmatranja razlikuju se slijedeći slučajevi:

a) Normalni pogon unutar uskog frekventnog pojasa
b) Frekventna odstupanja sa znatnim odstupanjima snaga razmjene odnosno prenosa
c) Znatno opadanje frekvencije
d) Međusobna ispomoć ukoliko to dozvoljavaju mogućnosti pojedinih partnera
e) Odvajanje mreža.

1. Održavanje odgovarajućeg frekventnog pojasa u normalnom pogonu

U normalnom i nesmetanom pogonu neke mreže ili više mreža mora proizvedena snaga u svakom času odgovarati potrošnji. U slučaju da ima odstupanja, dolazi do promjene frekvencije, a uslijed toga do djelovanja na primarne regulatore turbina koji izazivaju promjenu proizvodne snage, a time i promjene u snagama razmjene između pojedinih mreža.

Tako nastala promjena opterećenja u jednoj od mreža koje su vezane na zajedničku mrežu izaziva promjenu opterećenja na svim agregatima mreže, koji su opremljeni primarnim regulatorima. Kada se radi samo o kratkotrajnoj promjeni — udarcu, poprima frekvencija nakon kraćeg vremena opet svoju nominalnu vrijednost. Potraje li promjena snage dulje vrijeme — nekoliko minuta ili više, mora ona biti u potpunosti pokrivena od strojeva one mreže u kojoj je nastala. Tada će se opet uspostaviti normalno pogonsko stanje, a to znači nominalna frekvencija i nominalne snage razmjene. U vezanoj mreži evropskih zemalja taj se zadatak ostvaruje na taj način, da regulacioni uređaji frekvencija—snaga pomiču paralelno karakteristike primarnih regulatora regulacionih elektrana onog sistema u kojem je došlo do promjene snage. Ova mjera slijedi zahvat primarnih regulatora s izvjesnim zatezanjem.

Međusobna povezanost pojedinih pogonskih događaja navodi na slijedeće zaključke:

— Preuzimanje udaraca snage je u pravilu povezano s promjenom snage.
— Odstupanje od nominalne frekvencije je utoliko manje, što više jedinica sudjeluje u primarnoj regulaciji, što je njihova ukupna snaga veća i što je niže podešena statika primarnih regulatora.
— Potrebna je izvjesna rotaciona rezerva i za vrijeme vršnog opterećenja. Da bi se postiglo odgovarajuće djelovanje primarnih regulatora kod udaraca u mrežu, ova rezerva mora biti raspodijeljena na odgovarajući način na strojeve s primarnim regulatorima. Raspodjela treba biti po mogućnosti u odnosu snaga, i ne treba izuzimati ni najekonomičnije strojeve.

Ukoliko unutar jedne od zemalja djeluje više dispečerskih službi, one se tokom dana više puta sporazumijevaju o postojećim rezervama snage.

Potpuno konstantnu frekvenciju nije moguće održati čak ni u normalnom pogonu bez ikakvih smetnji, ali ostvareni uski frekventni pojas kroz neko određeno vrijeme, znak je za sigurno i regulaciono-tehnički zadovoljavajuće vođenje pogona.

Slično značenje se može pridodati i odstupanju sinhronog vremena od ostvarenog, te se ove razlike nastoje što više smanjiti.

U vezanoj mreži evropskih zemalja uspjelo je tokom zadnjih godina ostvariti frekventni pojas od $\pm$ 0,05 do $\pm$ 0,1, H_z a to znači $\pm$ 0,1 do $\pm$0,2% od nominalne frekvencije.

Rotaciona rezerva snaga, koja je potrebna za održavanje određenog frekventnog pojasa u nesmetanom pogonu, manja je od one snage koja je potrebna za slučaj izravnanja ispada ili pogonskih kvarova neočekivano velikih snaga.

2. Mjere za sprečavanje opadanja frekvencije kod pogonskih smetnji ograničenih razmjera i kod neočekivano velikih opterećenja

Rotaciona rezerva cjelokupne mreže treba biti dovoljno velika, da se u slučaju neočekivano velikih opterećenja ili ispada velike proizvodne jedinice, spriječi znatniji i trajniji pad frekvencije.

U zemljama s malim maksimalnim opterećenjem i relativno velikim pogonskim jedinicama rotaciona rezerva je jednaka snazi najveće jedinice koja je u pogonu. Rotaciona rezerva iznosi već prema godišnjoj dobi 4% — 9% maksimalnog dnevnog opterećenja. Nasuprot tome, rotaciona rezerva u zemljama s visokim opterećenjem, odgovara određenom postotku maksimalnog dnevnog opterećenja (do 5%) i mijenja se tokom dana.

U svim zemljama vrši se procjena očekivanog opterećenja vrlo pažljivo, često u suradnji s meteorološkim stanicama.

U zemljama s pretežnim brojem termoelektrana nije rijedak slučaj da se stavljaju u pogon dodatne jedinice na temelju praćenja ostvarenog dnevnog dijagrama opterećenja i dobivenih meteoroloških podataka. Ovo je potrebno, da bi jedinice s obzirom na srazmjerno dugo potrebno vrijeme ulaska u pogon, bile na mreži na vrijeme, odnosno, da se i u vrijeme vršnog opterećenja ostvari dovoljna rotaciona rezerva.

U zemljama s hidroelektranama ili pretežnom proizvodnjom električne energije u hidroelektrana, stoje uz rotacionu rezervu, jedinice u akumulacionim elektranama, koje mogu ući u pogon za nekoliko minuta i odmah preuzeti pun teret.

Osim toga su u nekim zemljama u gradnji ili se planira izgradnja elektrana s plinskim turbinama, koje mogu također brzo krenuti u pogon.

Treba spomenuti i rezervne snage koje pojedini partneri prema međusobnim ugovorima moraju držati na raspolaganju, i koje svakog časa mogu biti korištene.

Prema tome, rotaciona rezerva se koristi:

— za pokrivanje neočekivano visokih opterećenja, prema nalogu dispečera,
— za izravnanje smetnji ograničenih razmjera, gdje u prvi mah teret preuzimaju svi strojevi vezane mreže, koji su opskrbljeni primarnim regulatorima i time odstupanje frekvencije ograničuju na male razlike od nominalne. Sekundarna regulacija mreže, u kojoj je nastala smetnja, nastoji izravnati promjene opterećenja u razmjeni. Ukoliko njihova regulaciona snaga nije dovoljna, teret preuzima prema nalogu dispečera rotaciona rezerva, kako bi pomogla regulacionim elektranama.

Osim do sada spomenutih rezervi, mogu se za pokrivanje očekivanog i nekoliko sati unaprijed predviđenog opterećenja, koristiti termičke jedinice, čije vrijeme ulaska u pogon iznosi nekoliko sati. Ove jedinice ne predstavljaju rotacionu već hladnu rezervu, i ne mogu biti korištene u momentu ispada neke jedinice.

3. Mjere kod znatnog pada frekvencije zbog velikih smetnji u vezanoj mreži

Ako neka zemlja nije povezana s internacionalnom vezanom mrežom, ispad neke proizvodne jedinice makar i u ograničenom obimu obično ima kao uzrok znatan pad frekvencije. Da bi se pad frekvencije snizio na najmanje moguću mjeru, a omogućio daljnji rad strojeva u elektranama koje su ostale priključene na mreži, potrebne su dobro pripremljene mjere, koje stupaju u djelovanje po mogućnosti automatski.

U zemljama koje nemaju velikih pogonskih rezervi, koje obično nalazimo u akumulacionim hidroelektranama, pristupa se kod pada frekvencije ispod određene granice, isključenjima prema tačno određenom programu. Ova isključneja se vrše djelomično ručno, a djelomično automatski pomoću frekventnih releja.

U slučaju pak povezanosti s internacionalnom vezanom mrežom pad frekvencije je uz pad iste snage, zbog znatno veće ukupne snage koja stoji na raspolaganju, razmjerno niži nego u odvojenom pogonu i isklapanja potrošača obično se mogu izbjeći.

Predviđene mjere ipak ostaju na snazi, za slučaj velikih ispada u internacionalnoj vezanoj mreži ili za slučaj otočnog pogona. Ponovno uklapanje isklopljenih potrošača slijedi prema nalogu dispečera i to ručno, već prema snazi koja u toj mreži stoji na raspoloženju.

Da bi se pojedini dijelovi mreže održali u pogonu i nakon otklanjanja smetnji ponovno što brže uspostavilo normalno pogonsko stanje, može se prilikom pada frekvencije, uz obavezno isklapanje pojedinih potrošača, vršiti i razdvajanje pojedinih mreža ili dijelova mreže stvaranjem posebnih odvojenih sistema.

4. Zaključak

Iz naprijed iznesenog je vidljivo, da bi se za održanje konstantne frekvencije u normalnom pogonu i u slučaju kvarova trebalo postupiti kako slijedi:

a) Svaka zemlja učesnica u internacionalnoj vezanoj mreži sastavlja pregled iz kojeg je vidljivo kako se rotirajuća rezerva raspoređuje na termoelektrane, protočne i akumulacione hidroelektrane, te kakova je snaga elektrana koje ne reagiraju na promjenu frekvencije.
   Poželjno je da se ovakav pogon, s ograničenim konstantnim snagama, spriječi svim mogućim mjerama koje stoje na raspolaganju.

b) Sve elektrane moraju biti opskrbljene odgovarajućim brojem dovoljno tačnih instrumenata, da u slučaju smetnji koje izazivaju odstupanja frekvencije, mogu kontrolirati da li njihov teret odgovara promijenjenoj vrijednosti koju prema podešenju statike primarnih regulatora moraju poprimiti.
   Dispečerske službe i eventualno za vezanu mrežu važne transformatorske kao i rasklopne stanice moraju također biti opskrbljene dovoljno tačnim instrumentima (f metar i MW metar) kako bi mogli utvrditi, da li odnosu promijenjenih snaga razmjene u odnosu na promjenu frekvencije, odgovara iznos koji je poprimila sekundarna regulacija.

c) Dispečeri susjednih poduzeća moraju imati mogućnost što brže međusobne telefonske veze. Mora postojati pregledan plan telefonskih veza i biti dostavljen svim učesnicima u vezanoj mreži na upotrebu.

d) Rotacione rezerve, koje su od pojedinog partnera predviđene za karakteristično doba dana, a koje je u postojećim postrojenjima moguće staviti na raspolaganje, moraju odgovarati većoj vrijednosti od:
   — snage najveće jedinice u pogonu
   — po prilici 3—5% snage koja je u promatranom momentu u pogonu.

   Jasno je da su snage ispomoći, koje su ugovorom utvrđene između dvije zemlje, uključene kod određivanja rotirajuće rezerve.
   Rotaciona rezerva jedne mreže neka po mogućnosti bude razdijeljena na što je moguće veći broj

jedinica; ovdje ne treba isključiti ni najekonomičnije jedinice.
Ako jedna zemlja nije u mogućnosti da udovolji ovim uvjetima treba o tome obavijestiti susjedne dispečerske službe.

e) Treba predvidjeti mjere isklapanja pojedinih grupa potrošača. Na taj način želi se izbjeći, da prilikom ispada većih jedinica iz pogona dođe do potpunog raspada mreže, što bi imalo utjecaja na sve potrošače.

f) Pogon internacionalne vezane mreže treba održati i kod većih odstupanja frekvencije, ako to dozvoljavaju mogućnosti sigurne opskrbe pojedinih partnera.

(Prema: Jahreshericht UCPTE br. 1/1965)

Herbert Praznik, dipl. ing.

Pregled članaka u stranim časopisima iz područja elektroprivrede

Članci su sređeni po sistemu međunarodne decimalne klasifikacije (kratica DK) i prilagođeni za izrezivanje i lijepljenje na kartone, u svrhu stvaranja individualne dokumentacije.

DK 614.8 (430)
Zur Statistik der tödlichen Unfälle durch elektrischen Strom
W. Hardt
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 5, 175—178

DK 620.193.2 : 620.197.6
Korrosionsschutz an Hochspannungsmasten
B. Müller
Institut f. Energetik Mitt. (1966) No 79, 595—610

DK 620.197
Zaščita ot korrozii armatury vozdušnyh linij elektroperedači
A. G. Hanlarova
Električeskie stancii 37 (1966) No 4, 63—66

DK 620.4.662.6/8.001.24
Sistema matematičeskih modelej dlja optimizacii perspektivnyh energetičeskih balansov
Ju. A. Kuznecov
Teploenergetika 13 (1966) No 2, 2—15

DK 620.9 (100)
Future Power Prediction
B. Scheer
Energy International 3 (1966) No 2, 14—16

DK 621.165 : 621.3.026.449
Dampfturbinen grosser Leistung
E. Goerk
Siemens-Z. 40 (1966) No 2, 96—102

DK 621.18-52 : 53.08
Mess- und Regelfragen im Dampfkesselbetrieb
K. Cleve
Energie 18 (1966) No 1, 11—15

DK 621.221 (481)
Ausbau der Wasserkraft und Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in Norwegen
C. B. Blydt
Wasser u. Energiewirtschaft 58 (1966) No 4/5, 82—92

DK 621.3.016.24/25.001.24
Wirk-, Blind- und Schwingleistungen
M. Skalicky
E. u. M. 83 (1966) No 5, 307—308

DK 621.3.027.7 : 621.315.027.3
Probleme der 750-kV-Drehstromübertragung
W. Frey
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 10, 337—339

DK 621.3.048.1.002.2
Prüfung und Bemessung der Isolation
H. Baatz
ETZ-A 87 (1966) No 2, 71—76

DK 621.3.051.024 : 621.311.1.027.8
Energieübertragung mit Gleichstrom hoher Spannung
E. Uhlmann
E. u. M. 83 (1966) No 4, 250—253

DK 621.3.051.024
Improving Transient Stability of AC System by Joint Usage of DC System
T. Machida
IEEE Transactions on Power Apparatus and System Vol. PAS-85/1966 No 3, 226—232

DK 621.3.064.1.014.001.24 : 621.3.052.4
Berechnung symmetrischer und unsymmetrischer Dauerkurzschlussströme in vermaschten Drehstromnetzen
E. Bauer
ETZ-A 87 (1966) No 6, 192—199

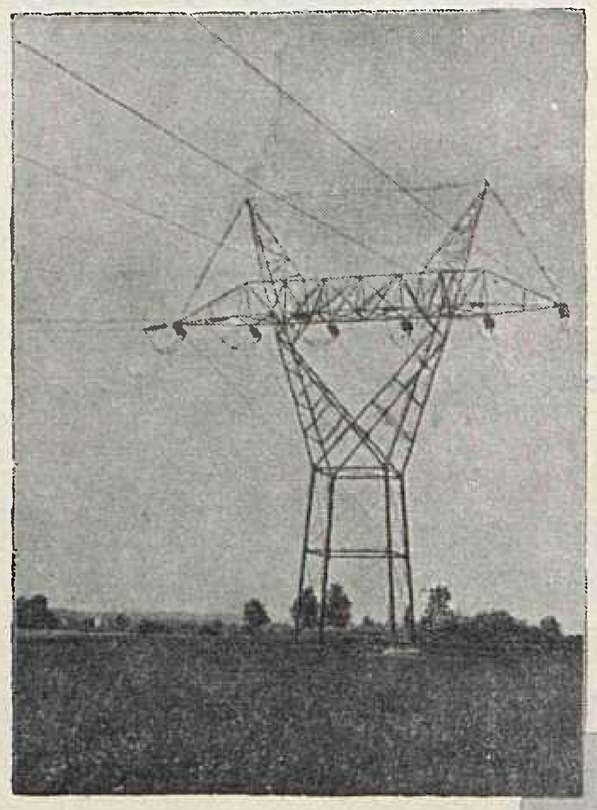
DK 621.31.003
Alcuni spunti di economia elettrica
R. Marin
L'Energia elettrica 48 (1965) No 10, 649—652

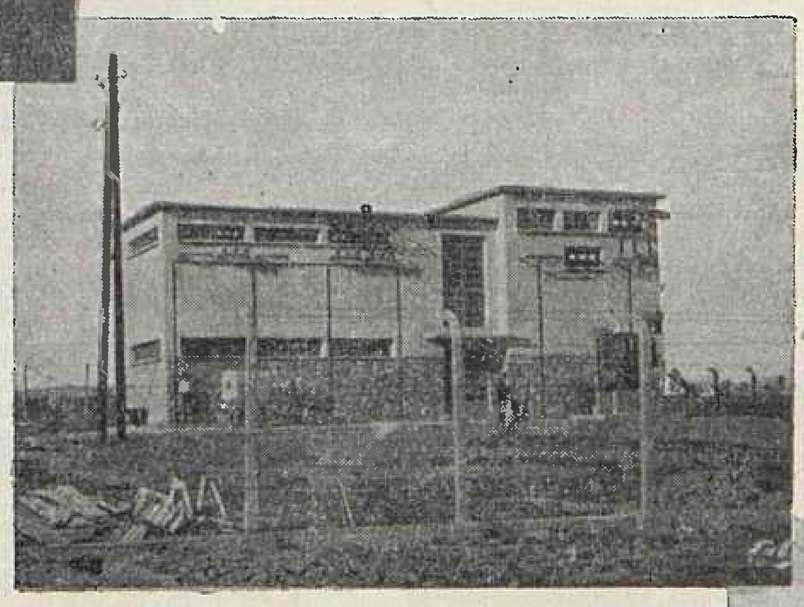
DK 621.311 : 004 (73)
Der Netzzusammenbruch in Nordost-Amerika am 9. November 1965
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 2, 62—68

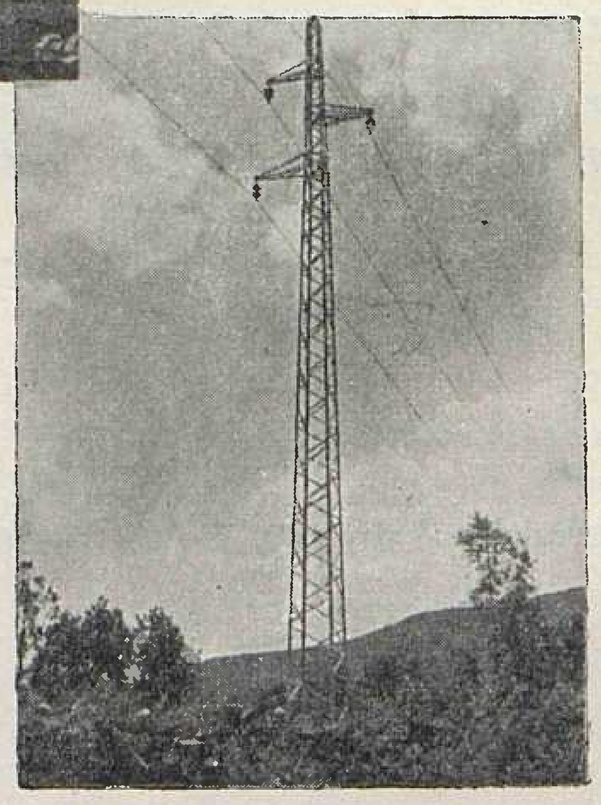
DK 621.311 : 621.398
Stand der Fernwirktechnik im Bereich der Elektrizitätsversorgungsunternehmen im Bundesgebiet
M. Erich
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 1, 15—19

DK 621.311 : 621.398 (494)
Automatisierung und Fernwirktechnik in den EVU aus Schweizer Sicht
F. Schär
Elektrizitätswirtschaft 65 (1966) No 1, 20—27

DALEKOVOD
ZAGREB







P R O J E K T I R A

G R A D I

M O N T I R A

I Z R A Đ U J E M E T A L N E

K O N S T R U K C I J E

Z A E L E K T R O P R I V R E D N E O B J E K T E

DALEKOVOD – ZAGREB

ULICA PROLETERSKIH BRIGADA 37

DK 621.311.1
L'évolution des réseaux français à haute tension
A. Déjou
RGE 50 (1966) Tom 75, No 3, 283—294

DK 621.311.1
O primenenii batarej statičeskih kondensatorov dlja simmetrirovanija nepolnofaznyh režimov električeskih sistem
L. A. Žukov
Električestvo 86 (1966) No 3, 51—57

DK 621.311.1
Simmetrirovanie režimov raboty električeskih sistem
N. A. Meljnikov
Električestvo 86 (1966) No 2, 5—11

DK 621.311.1
Perspektivnaja sistema naprjaženija dlja elektrosnabženija seljskih rajonov
A. P. Koršunov
Električestvo 86 (1966) No 1, 10—12

DK 621.311.1.001 : 781.14-523.8
Einfluss der Netzverluste im Hochspannungsnetz der DDR auf die wirtschaftliche Lastverteilung
W. Schönbrod
Institut f. Energetik Mitt. (1966) No 79, 581—594

DK 621.311.1.027.3.015.38 : 621.316.99
Überspannungen bei Erdschlüssen in Hochspannungsnetzen
H. Maier
ETZ-A 87 (1966) No 2, 64—71

DK 621.311.15 : 621.3.015.25 : 621.316
Optimaljnoe razmešćenie istočnikov reaktivnoj mošćnosti v složnyh energosistemah s gidroelektrostancijami
D. I. Gorohovir
Električeskie stancii 37 (1966) No 4, 46—49

DK 621.311.4—52
Die Aufgabe der Vereinfachten Stationen 110 kV in dem Übertragungssystem
J. Richter
Bull. EGU (1966) No 1, 1—3

DK 621.311.22
Metod vybora glavnyh shem električeskih soedinenij mošćnih kondensacionyh elektrostancij
L. I. Dvoskin
Električestvo 86 (1966) No 5, 11—17

DK 621.311.22
Wärmekraftwerke für das kommende Elektrizitätszeitalter
K. Schröder
Siemens-Z. 40 (1966) No 5, 379—390

DK 621.311.22—52
Automatisierung im Dampfkraftwerk
P. Profos
Bull. SEV 57 (1966) No 7, 335—342

DK 621.311.25—182.2/.3 : 621.039 (047.1)
Kernkraftwerke und bewegliche Kernkraftanlagen
G. Wiesenack
VDI-Z. 108 (1966) No 4, 139—144

DK 621.311.69 : 629.19
Energieversorgung im Weltraum
J. Euler
ETZ-B 18 (1966) No 2, s. 40

DK 621.313.322—81 : 621.3.025.3—181.2
Ableitung hoher Ströme bei grossen Turbosätzen
F. Tochtrop
Energie 18 (1966) No 1, 1—11

DK 621.314/.315 : 621.3.027.8
Energieübertragungen mit Höchstspannungen
P. Ailleret
E. u. M. 83 (1966) No 4, 228—229

DK 621.315/.316
Essais de tenue aux courants de court-circuit des matériels de postes
M. Pouard
RGE 50 (1966) Tom 75, No 4, 467—473

DK 621.315
Kingsnorth—London D. C. Transmission Link
Electrical Review 178 (1966) No 10, 378—379

DK 621.315
Umenjšenie opasnosti soprikosnovenija provodov linij elektroperedači pri ih pljaske
O. G. Vekseljman
Električestvo 86 (1966) No 4, 71—75

DK 621.315.002.003
Ökonomische Berechnungen der etappenweise ausgebauten elektrischen Netze
E. Miedziński
Energetyka 20 (1966) No 2, 48—52

DK 621.315.05
K voprosy o celesobraznosti primenenija zamknutyh gorodskih električeskih setej
V. G. Holmskij
Električestvo 86 (1966) No 5, 27—30

DK 621.315.1
Peredovye metody ekspluatacii i remonta vozdušnyh linij elektroperedači
Energetik 14 (1966) No 5, 3—4

DK 621.315.1»71«
Die Entwicklungsrichtung der Hochspannungsfreileitungen in der DDR und ein Vergleich zum internationalen Stand
H. Dörr
Energietechnik 16 (1966) No 2, 56—60

DK 621.315.1.001.12
Die Anwendung der dynamischen Programmierung für den optimalen zeitlichen Ausbau elektrischer Netze
E. Schmock
Energietechnik 16 (1966) No 2, 65—68

DK 621.315.17
Maste für Freileitungen unter Einsatz von Leichtmetall
K. Freier
Energietechnik 16 (1966) No 5, 213—218

Ivan Šimurina

KAKO SPRIJEČITI

TEŠKA OŠTEĆENJA POSTROJENJA ZASTOJE POGONA

uzrokovana nepouzdanom i neselektivnom zaštitom?

Bez ispitivanja i podešavanja relejne zaštite najmanje jedanput godišnje nije moguće osigurati njenu

POUZDANOST I SELEKTIVNOST

Zato redovito kontrolirajte vašu relejnu zaštitu, u koju svrhu najbolje će vam poslužiti uređaj IR - 2S.

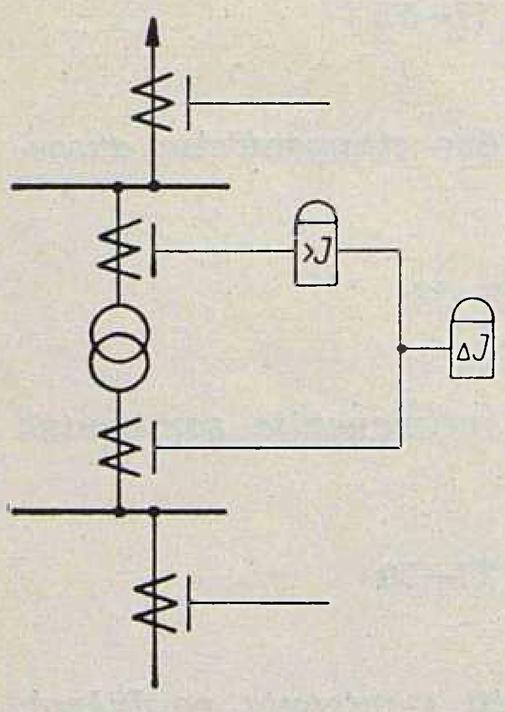
proizvod

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU
ZAGREB
Proleterskih brigada 37

koji omogućava TAČNOST
BRZINU

prilikom podešavanja releja uz najveću

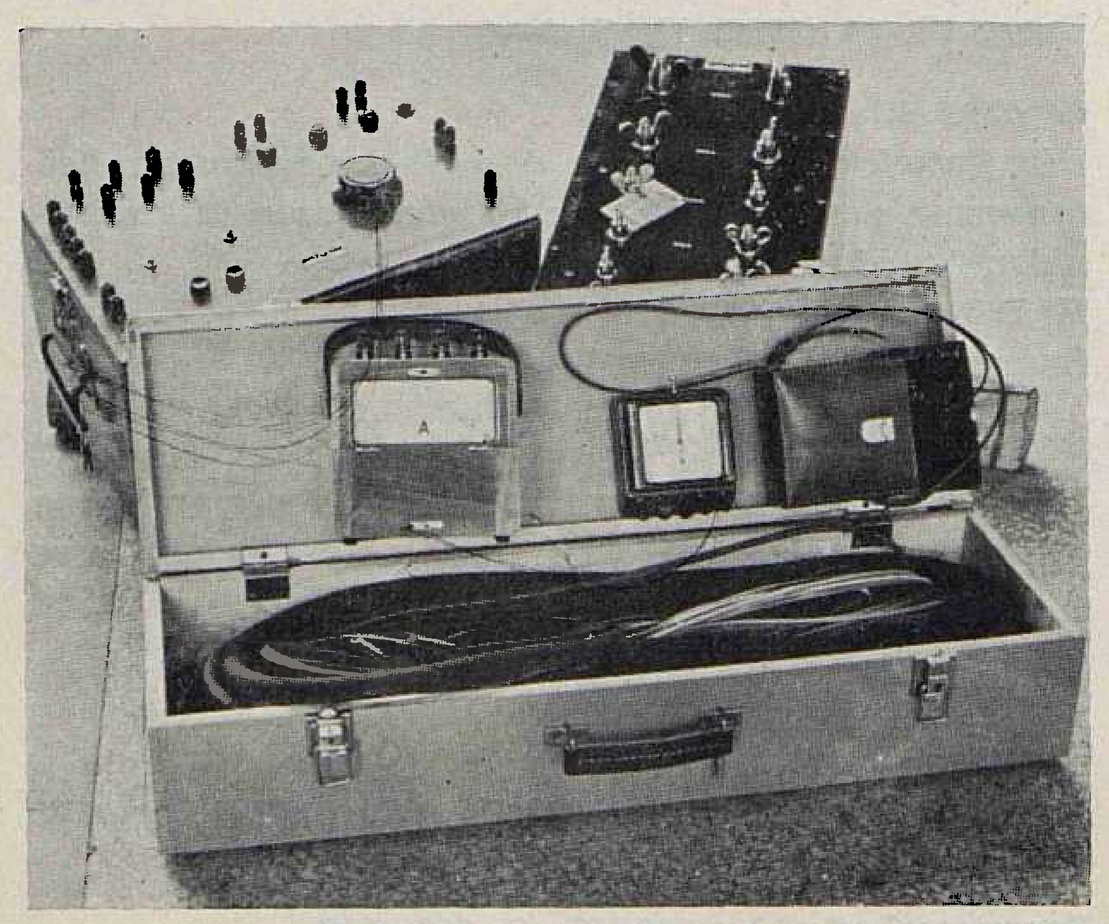
JEDNOSTAVNOST RUKOVANJA



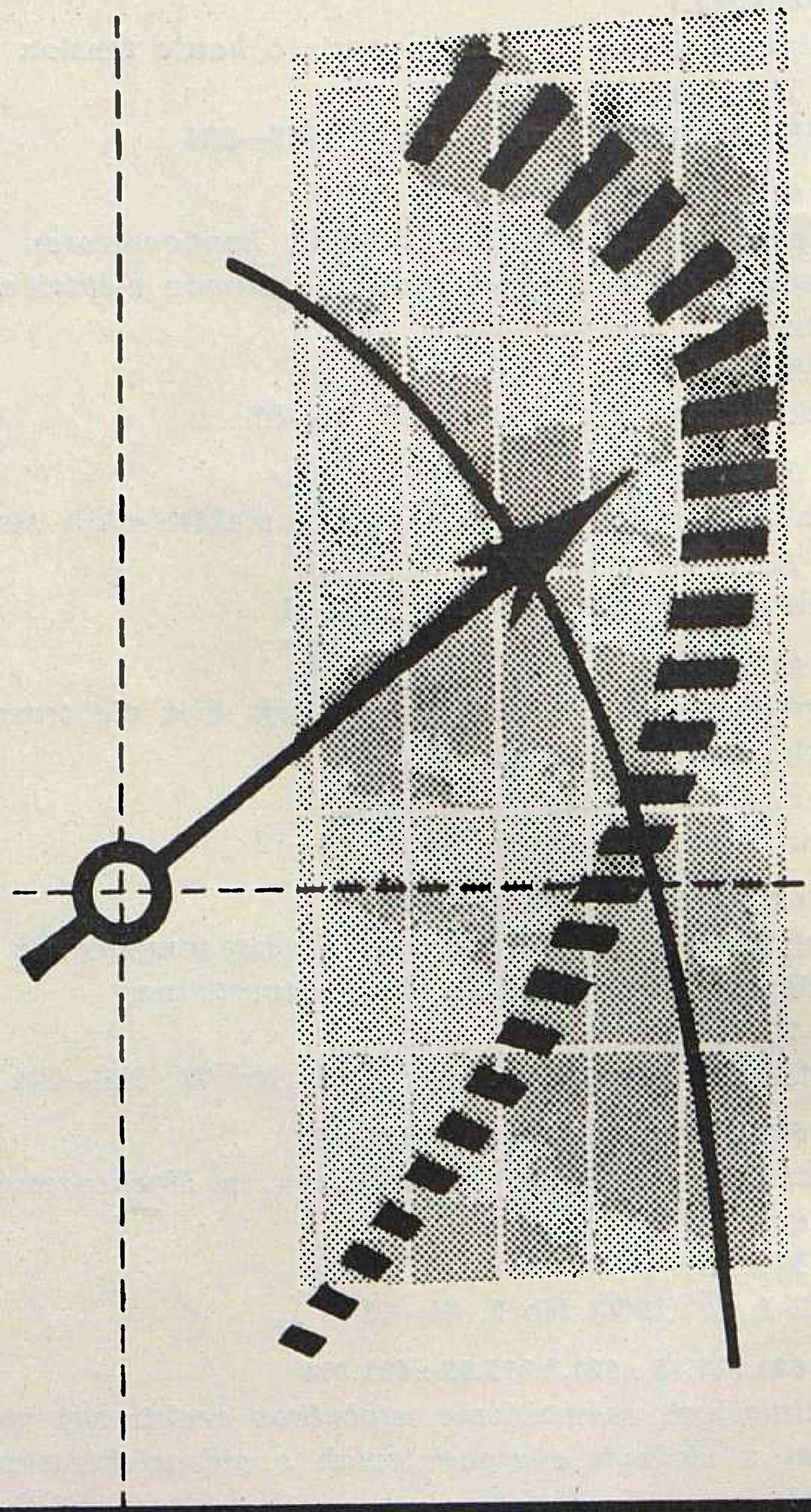
Uređajem IR - 2S moguće je ispitivati sve vrste prekostrujnih, naponskih i vremenskih releja.

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

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



Uređaj za ispitivanje releja I R — 2 S



TESLA METRA PREMA

Aparati za laboratorijska mjerenja, regulaciju, automaciju i meteorologiju, svijetom poznatih maraka:

REGULA — mjerne sprave za regulaciju i automaciju
PREMA — brojila za plin i vodu
TESLA — elektronski mjerni aparati
METRA — klasične mjerne sprave i mjerne sprave za meteorologiju

Izvozi

KOVO

Praha — Čehoslovačka

Zastupnik za SFRJ: KONTINENTAL, Beograd, Terazije 27/III
Zagreb, Proleterskih brigada 60

III SIMPOZIJ TERMIČARA

Nacionalni simpozij sa međunarodnim učešćem kao treći simpozij Jugoslavenskog društva termičara održava se u organizaciji Republičkog odbora za SR Hrvatsku u Zagrebu od 17. — 19. studenoga 1966. uz učešće inozemnih stručnjaka sa područja te tehnike. Simpozij se održava u velikoj i malim dvoranama Instituta za elektroprivredu u Zagrebu, Ulica proleterskih brigada broj 37.

Tema simpozija. »*Termoenergetski izvori i termoenergetska postrojenja*« obrađivat će se na plenarnim sjednicama i u slijedećim grupama:

Termoenergetski izvori i termoenergetsko gospodarstvo
Termoenergetski uređaji i oprema
Elementi termoenergetskih uređaja
Opći problemi termoenergetike
Nuklearne elektrane.

Tačan raspored rada pojedinih grupa objavit će se naknadno svima učesnicima koji pošalju preliminarnu prijavu. Radovi prijavljeni za Simpozij prikazuju rad autora i njegove radne organizacije na razvoju i unapređenju termoenergetske privrede i njenih elemenata. Radovi su obrađivani prema Pravilniku odbora za radove i Uputstava za autore radova.

Organizacija

Kotizacija. Članovi Jugoslavenskog društva termičara i predavači ne plaćaju kotizaciju. Nečlanovi uplaćuju u ime kotizacije N Din 100.— Poduzeća kao i pojedinci koji uplate N Din 450.— primaju komplet referata. Doznaka kotizacije i uplata za komplete referata vrši se u korist žiro računa Jugoslavenskog društva termičara Odbora za SRH, Zagreb, broj 3071-8-415.

Štampanje publikacija. Referati prijavljeni za Simpozij bit će umnoženi i prijavljenim učesnicima stavljeni na raspolaganje prije i za vrijeme održavanja Simpozija. Pojedinci kao i poduzeća mogu komplete referata nakon Simpozija nabaviti uz cijenu od N Din 450.— po kompletu.

Ekskurzije i posjeti prema vremenskim prilikama.

Preliminarno prijavljeni radovi

Značaj raškog kamenog ugljena u energetskoj bilanci naše Republike — autor Jugoslav Bulat, dipl. ing.

Geografski položaj; rezerve ugljena i montan geološke prilike ležišta; kemijski sastav raškog kamenog ugljena i toplinska moć; potrošnja energije SRH; potrošnja kamenog ugljena SFRJ; deficitarnost u ugljenu SRH; perspektivna potrošnja 1970. i 1980. godine. Ekonomičnost potrošnje kvalitetnih goriva; sjeverozapadni elektroenergetski sistem; energetski objekti na bazi kamenog ugljena Raša i mogućnost njihovog proširenja; privredna reforma i traženje ekonomskih rješenja; integracija rudnika ugljena i termoelektrana; mogućnost plasmana električne energije u deficitarne susjedne zemlje.(1)

Specifičnost raškog kamenog ugljena i pepela pri izgaranju — autori prof. ing. Milan Crlenjak i Vjekoslava Pavičić, dipl. ing:

I — Geneza, petrografski sastav i kemijske analize. Osebine i mjesto raškog ugljena u internacionalnoj klasifikaciji. Ponašanje kod zagrijavanja. Kemijska analiza pepela i mineralnih tvari ugljena. Ponašanje mineralija u oksidacionoj, redukcionoj i kombiniranoj atmosferi. Zaključci (autor Vjekoslava Pavičić).

II — Osnovne fizikalne i termodinamičke osebine raškog ugljena. Mješavina raškog i drugih ugljena. Izgaranje u sloju i samljevenom stanju. Pogonska iskustva nataljivanja letećeg pepela. Rezultati mjerenja ložišta sa raškom ugljenom prašinom i suhim odvodom pepela. Zaključci i preporuke (autor prof. ing. Milan Crlenjak).(2)

Proizvodnja gradskog plina u Jugoslaviji — autor Branko Marčić, dipl. ing.:

Daje se historijat i razvoj klasičnih plinara, modernih plinara i distribucije s konkretnim numeričkim podacima s perspektivom u velikim potrošačkim centrima i rajonima.(3)

Spaljivanje sulfitne lužine u parnim kotlovima — autor Zdravko Radović, dipl. ing.:

Referat razmatra problematiku spaljivanja sulfitne lužine s energetsko-ekonomskog stanovišta, sa stanovišta zagađivanja otpadnih voda te razmatra tehničke okolnosti spaljivanja ovog materijala.(4)

Pojedinosti o ispitnim uređajima za ispitivanje karakteristika naših ugljena u svrhu definiranja projektnih podloga za naše uslove, za izgradnju savremenih mlinskih ložišta parnih kotlova — autor Ante Kulić, dipl. ing.:

Referat ukazuje na okolnost da se u poluindustrijskim uređajima, uz mogućnost određivanja uobičajenih veličina (potrebna snaga za mljevenje, koeficijenta istrošenja elemenata, finoće meljave, separacije itd.) mogu ispitati i utjecaji faktora modifikacije (sistem dorade) i oblikovanja vezana za ventilacione efekte i efekte mljevenja, za naše specifične uslove. (5)

Sigurnosni problemi kao jedan između vidova usporedbe nuklearnih i konvencionalnih elektrana — autori J. Sušnik i M. Tomšić:

Sigurnost elektrana. Utjecaj njihovog djelovanja na zdravlje i život okolišnog stanovništva. Uvjerljivo

je dokazano da je nuklearna elektrana uz normalan rad u velikoj mjeri sigurnija od termoelektrane jednake snage.(6)

Snabdijevanje Slovenije toplinskom energijom putem prirodnog plina — autor Jan Jože:

1. Analiza energetskih izvora Slovenije. Deficitarnost energetskih izvora. Pokrivanje potreba za toplinskom energijom.

2. Međunarodni plinovod iz Kopra u srednju Evropu i dovoz prirodnog plina iz Alžira. Priključenje Slovenije na međunarodni plinovod.

3. Predviđeni razvoj industrijske proizvodnje i ostalih potrošača, koji će koristiti prirodni plin u Sloveniji.

4. Aspekti priključivanja plinskih nalazišta i potrošnih centara u SFRJ na međunarodnu plinsku mrežu.(7)

Problemi kod konstruiranja parnih kotlova loženih mazutom — autor Stjepan Herr, dipl. ing.:

Tipovi kotlova; dimenzioniranje ložišta; korozija kod visokih temperatura; korozija kod niskih temperatura i rotorske lopatice kod exhaustora.(8)

Parni kotlovi sa tlačnim strujanjem dimnih plinova, energetski osnovi i prikaz nekih domaćih izvedbi — autor Željko Milobar, dipl. ing.:

Definira se tlačno strujanje (navodi se primjena tlačnog strujanja) za neka izvedena postrojenja. Navode se prednosti i mane tlačnog strujanja. Daje se usporedbena energetska analiza tlačnog i sisnog strujanja. Navode se primjeri nekih izvedenih domaćih konstrukcija kotlova.(9)

Ultrazvuk u ložištima parnih kotlova — autor prof. ing. Leopold Andree:

Načini za povećanje intenziteta sagorjevanja na osnovi povećanja relativne brzine. Mogućnosti upliva dodatnih ultrazvučnih valova u ložišta parnih kotlova. Opisan je tip originalnog generatora ultrazvuka s kojim je autor izveo usporedbene pokuse i drugi tip originalnoga generatora ultrazvuka i s njime izvedeni usporedbeni pokusi. Mogućnost upotrebe ultrazvuka kod loženja uljem. Opis originalnoga projekta novog uljnog plamenika sa ultrazvučnim raspršivanjem.(10)

Izbor najpovoljnijeg pritiska kondenzacije pri projektiranju nuklearnih i klasičnih termoenergetskih postrojenja s protočnim hlađenjem — autor Aleksander Popović, dipl. ing.:

U radu je data analitička formulacija problema određivanja optimalnog pritiska kondenzacije u termoenergetskim postrojenjima s protočnim hlađenjem. Preporučena je relativna metoda iskazivanja komponenata troškova tj. metoda bazne tačke, i dat je prikaz njezinih osnovnih karakteristika i relacija. Analiziran je slučaj termoenergetskih postrojenja 200 MWe za razne temperature rashladne vode i promjenljive ekonomske uslove.(11)

Korištenje iskustava o aerodinamičkim faktorima kod loženja u sloju, na ložištu za izgaranje u lijetu — autor Josip Majić, dipl. ing.:

Sistem primjene sinhronizacije procesa propuhavanja s izgaranjem na osnovi na kojoj je rješavano ložište u sloju daje posebne efekte. Sitne čestice u sloju nisu dobile samo mogućnost kvalitetnog izgaranja, već one veoma snažno intenziviraju proces izgaranja krupnih čestica. Također uloga ložišta u sloju, kombiniranog sa loženjem u lijetu i rešetkom za dogorjevanje, kod većih jedinica dobiva sasma novi značaj. Tu problematiku iznosi ovaj referat, koji se detaljno osvrće na primjenu aerodinamskih faktora kod mlinskih ložišta i novi značaj faktora prema kojima se dimenzioniraju ovi mlinovi. (12)

Način i efekti primjene postignutih naučnih dostignuća u rješavanju ložišta za niskokalorična goriva na mehaničku rešetku lakog tipa »Đuro Đaković« — autor Stjepan Damjanović, dipl. ing.:

Referat obrađuje problematiku cjelovite primjene naučnih dostignuća na proizvodnu tehnologiju različitih kotlovskih tipova. Do nedavno, samo djelomična primjena ovih saznanja bila je ograničena jedino na neke parametre mehaničke stepenaste rešetke teškog tipa. Ovdje je posebno razmotrena problematika primjena novih saznanja na rešetke ugrađene u kotlove od 2 — 8,000.000 kcal/h, te efekti koji su se pri tom dobili.(13)

Efekti rada kotlovskih postrojenja s mlinskim uređajima tipa »Đuro Đaković« *i mogućnost modernizacije putem primjene novih razvojnih dostignuća mlinskih uređaja prilikom investicionih remonata* — autor Branko Zakošek, dipl. ing.:

Tvornica »Đuro Đaković« veći dugi niz godina (cca 15) proizvodi različite veličine mlinova čekićara. Pojedine veličine su nešto i tipski modificirane. Mlinovi su podesni za mrke i lignitske ugljene i ugrađivani su u kotlovske tipove srednjeg i velikog kapaciteta. Poseban osvrt je načinjen na optimiranje pojedinih veličina tipova. Efekti ovih optimiranja su značajni zbog modernizacije određenog mlina i zbog dobivanja podloge koja daje čvrstu osnovu za jači razvoj ovog mlinskog tipa. Naglašen je značaj primjene saznanja o aerodinamskim faktorima i novoj ulozi mlina u kotlovskim tipovima s kombiniranim loženjem u sloju i lijetu.(14)

Specifičnost primjene domaće automatike kod optimiranja energetskih pogona i gradnje savremenih energetskih uređaja — autori Marijan Zambeli, dipl. ing. i Darko Sabolić, dipl. ing.:

Razvoj domaće automatike usmjeren je stvaranju automatike koja bi što bolje odgovarala specifičnostima naših pogona. Primjena domaće automatike, kako u novim uređajima, tako i u rješavanju pojedinih ili kompletnih linija starih uređaja pokazala je dobre rezultate. Poseban problem je primjena domaće automatike koja zamjenjuje postojeću ukoliko kod projektnog rješenja dotičnog uređaja (kotla, sušare itd.) nije vođeno dovoljno računa o zadatku i

mogućnostima automatike. Razmatranje uzima u obzir i ovaj problem. Posebno je opisano nekoliko primjera primjene regulacije temperature i tlaka.(15)

Oblici optimiranja energetskih uređaja — autor Josip Majić, dipl. ing.:

Energetski uređaji i kod savremenih rješenja nakon izvjesnog eksploatacionog perioda, ako su praćenja bila dovoljno organizirana, imaju mogućnost da optimiranjem iskoriste rezervu koju sadrže. Kod starijih pogona rezerve su neočekivano velike. Primjeri iznose podatke o valjanostima pojedinih uređaja prije i poslije optimiranja, rezultate primjene na nekoliko energetskih izvora različitih tipova i veličina i jednog karakterističnog kompleksa šećerane. Navode se također oblici i značaj kompleksnog optimiranja energetskih pogona.(16)

Važnost i metode kontrole izgaranja — autor Vladimir Vuković, dipl. ing.:

Općenito o proizvodnji energije sa specijalnim osvrtom na termoenergiju proizvedenu »klasičnim« izgaranjem. Udio termoenergije u energetskoj privredi Jugoslavije sada i u bližoj perspektivi. Ekonomski značaj kontrole izgaranja s numeričkim podacima. Metode kontrole: volumetrijsko-apsorpciona metoda, ručna i automatska. Prikaz nekoliko principa kontinuiranog mjerenja sastava plinova izgaranja.(17)

Jedan novi način određivanja površine vlažne izmjene kod rashladnih tornjeva — autor prof. ing. Ernest Fišer:

Ukazuje se na fenomenološku sličnost između pojava kod tehničkih izmjenjivača toplote i izmjene materije — isparene vode — u rashladnim tornjevima. Time se jednostavno dolazi do potrebne površine izmjene u tornju određivanjem logaritamske srednje vrijednosti vlažnosti struja uzduha i vode, na ulazu i izlazu iz tornja. Time je ušteđen trud grafičke integracije Merkel-ove osnovne jednadžbe. Također je ukazano na uslove za primjenu koeficijenata evaporacije po Sprengeru, odnosno Hilpert-Lohrisch-Kochu.(18)

Ekonomski aspekti automatizacije parnih kotlova primijenjenih u termoelektranama — autor Daniel Jurjevec, dipl. ecc.:

Referat obuhvaća ekonomske promjene koje nastaju primjenom automatizacije u termoelektranama. Cilj je sagledavanje ekonomskih prednosti automatizacije termoelektrana.(19)

Međunarodna empirička temperaturna skala — autor Marijan Brezinšćak, dipl. ing.:

U referatu su navedeni temelji temperaturne skale s najnovijim vrijednostima fundamentalnih, primarnih i sekundarnih temperaturnih tačaka uz naznaku nepouzdanosti reprodukcije i načina uzimanja u obzir korekture zbog tlaka. Referat obrađuje i tačnu interpolaciju temperature između fundamentalnih i primarnih fiksnih tačaka u četiri područja: — 182,97 ... 0^0 C, 0 ... 630,5^0 C, 630,5 ... 1063^0 C,, te iznad 1063^0 C. Navedene su jednadžbe i konstante potrebne pri interpolaciji. Letimično su spomenute poteškoće na koje se nailazi u velikim nacionalnim metrološkim laboratorijima i Međunarodnom birou za mjere i utege. Dodirnuta su i paralelna istraživanja mjerenja temperature u termodinamičkoj skali na temelju mjerenja brzine zvuka, mjerenjem paramagnetske susceptibilnosti, kvadripolne nuklearne rezonancije itd.(20)

Prilog proračunu i konstrukciji toplinskih dijagrama — autor Ivo Kolin, doc. ing.:

Autor daje prikaz termodinamičkih svojstava plinova u log T-s dijagramu, njihovu konstrukciju i specifičnost upotrebe u odnosu na klasične oblike toplinskih dijagrama.(21)

Mogućnost primjene pneumatske automatske regulacije u termoenergetskim postrojenjima — autor Đorđe Kačkin, dipl. ing.:

Primjena pneumatske automatske regulacije u termoenergetskim postrojenjima uslovljena je kako osebinama objekta regulacije, tako i karakteristikama elemenata regulacije, posebno regulatora. Promatraju se dinamičke karakteristike objekata regulacije u termoenergetskim postrojenjima za neke tipične slučajeve, a na osnovu raspoloživih eksperimentalnih podataka. Daju se podaci o potrebnim karakteristikama regulatora i osiguranje rada sistema automatske regulacije, i analiza karakteristika pneumatskog regulatora domaće proizvodnje s gledišta pogodnosti primjene u termoenergetskim postrojenjima. Dosadašnja iskustva u primjeni peumatske automatske regulacije kod parnih kotlova kod nas.(22)

Značaj energetskih brzih reaktora i mogućnost hlađenja — autor Janez Sušnik, dipl. ing.:

Cijepanjem svih procijenjenih zaliha U^{235} u prirodi dobili bi približno deset puta manje energije nego što je ima u fosilnim gorivima. To nas uvjerava o tome koliku korist donose brzi reaktori, jer se njihovom pomoći može iskoristiti sav uran. Brzi reaktori koji su u pogonu, ili su danas u izgradnji hlade se tekućim natrijem, ili slitinom Na-K. Ipak upotreba natrija kao sredstva za hlađenje nije riješila sve probleme. Izrađeni su projekti u kojima se predviđa hlađenje plinovima — helijem ili CO_2, pa i natkritičnom vodenom parom.(23).

Temperaturno polje u čvrstom cjevastom izvoru topline s karakteristikama zavisnim od temperature — autor Nenad Kondić, dipl. ing.:

Zbog eksploatacionih ograničenja kod heterogenih nuklearnih reaktora, karakter i maksimum temperaturne distribucije moraju ispunjavati izvjesne uslove. Međutim, temperaturno polje utječe i na izvjesne karakteristike materijala. Kod većih specifičnih snaga rad sa srednjim vrijednostima toplinskih i električnih otpora unosi znatnije pogreške u rezultate. Stoga je u radu primijenjen analitički postupak koji koristi algebarske polinome. Dobiveni rezultati opravdavaju primjenu algebarskih polinoma, čija konvergencija omogućuje željeno približenje tačnom rješenju.(24)

Dvostruko hlađenje cijevnog gorivnog elementa u kanalu s ključanjem i pregrijavanjem — Dr. ing. M. Zdravković i N. Kondić, dipl. ing.:

Za unaprijed pretpostavljenu funkcionalnu zakonitost raspodjele stvaranja topline nuklearnim izgaranjem cijevnog goriva određene su funkcionalne zavisnosti porasta temperatura tekućine i pare kao i sadržaja pare u ključajućem dijelu i temperaturno polje u gorivu i košuljicama. Analitički teorijski model je preveo ovako postavljen termodinamički zadatak na simultani sistem diferencijalnih jednadžbi koji je rješavan na analognom računaru.(25)

Analiza koncepcije toplinske zaštite reaktorskog suda od prethodno napregnutog betona — autor Dr ing. M. Zdravković:

Termodinamička analiza koncepcije »toplog« betonskog suda prof. Žeželja pokazala je prednosti u poređenju s hladnim betonom. Predlaže se kao dalje poboljšanje »toplog« betonskog suda nova zamisao »progrijavanja« betona, a kao primjeri su prikazani stacionarno i nestacionarno temperaturno polje pri »progrijavanju« zagrijanog betonskog reaktorskog suda.(26)

Termički proračun i izrada konstrukcije izmjenjivača topline na digitalnom računskom stroju — autori Dragan Cvetković, Alija Lekić i Ibro Džubur:

Termički proračun i osnovna dimenzioniranja izmjenjivača topline. Metoda proračuna izmjenjivača topline voda-para horizontalne izvedbe i mogućnosti proračuna ostalih tipova izmjenjivača. U prvom dijelu referata dan je pregled jednadžbe svojstava vode i vodene pare, drugi dio sadrži određivanje površine, a treći dio osnovne dimenzije izmjenjivača.(27)

Razvoj toplifikacije u gradu Zagrebu — autor Zdenko Sakar, dipl. ing.

Razvoj gradske toplovodne mreže, porast potrošnje, karakteristični dijagrami na parovodu i vrelovodu, troškovi eksploatacije, problematika pogona.(28)

Proračun kapaciteta izvedenog kotla za danu vrst goriva — autor Aurel Kostelić, dipl. ing.

U članku se daje funkcionalna povezanost rada pojedinih ogrjevnih površina. Razmatrano je ohlađivanje dimnih plinova, količina potrebne topline za pojedine faze isparivanja i brzina prijelaza topline preko odgovarajućih ogrjevnih površina. Time se daju funkcionalne značajke nekog izvedenog kotla i način proračuna njegovog učina u ovisnosti o karakteristikama upotrijebljenog goriva. Na kraju se za takvu zakonitost napravi matematički model programa za termodinamičke proračune parnih kotlova na elektronskim računalima.(29)

Referati iz nuklearne termotehnike

Očekuje se još oko 20 referata iz područja nuklearne termotehnike. Do ulaza u štampu ovog programa nisu na žalost primljeni tačni naslovi i kratki sadržaji.(30)

Predavanja stranih učesnika:

AEG, Frankfurt/M — *Velike jedinice turboagregata sa visokim parametrima i blok regulacijom.* (S1)

Maschinenfabrik Andritz A. G., Graz — *Vanjski hidraulički uvjeti rashladnih pumpi obzirom na specijalne razvoje.*(S2)

CEKOP, Warszawa — *Termoelektrane u Poljskoj.*(S3)

Fiat Grandi Motori, Torino — *Razmatranja o termoelektranama sa plinskim turbinama.*(S4)

Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal — *Napojne pumpe velikih kotlova.*(S5)

»Komplex«, Budapest — *Rashladna postrojenja za vodu.*(S6)

MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G. — *Čelični temelji.*(S7)

Siemens-Schuckertwerke A. G., Erlangen —

1) *Velike jedinice turboagregata u modernim elektranama.*(S8)
2) *O značenju nuklearnih reaktora na prirodni uran sa teškom vodom u tehnici nuklearnih elektrana.*(S9)

Stal — Laval, Finspong — *Parne turbine za postrojenja daljinskog loženja.*(S10)

Technoexport, Praha — *Spaljivanje gradskog smeća ili Gradnja velikih turboagregata.*(S11)

Waagner Biro A. G., Graz — *Kotlovi utilizatori za Željezaru Skopje.*(S12)

Dr Bartoletti, Milano — *Najnovija ostvarenja na području sprečavanja inkrustacija na pregrijačima pare upotrebom aditiva.*(S13)

Dr Fr. Sturla, Milano — *Kemijski problemi pri projektiranju, kretanju i pogonu termoelektrana.*(S14)

P. D e n z e l: **Grundlagen der Übertragung elektrischer Energie.** Izdavač Springer — Verlag, Berlin — Heidelberg (New York) 1966; 387 strana, 349 slika, format 24 × 16,5 cm, tvrdi uvez, cijena DM 36.—

Knjizi je cilj da upozna s osnovama prijenosa električne energije u prvome redu studente, a zatim elektroinženjere uopće. Knjiga je izraziti udžbenik koji je napisan prema predavanjima autora na Visokoj tehničkoj školi u Aachenu. Zbog toga su izlaganja popraćena brojčanim podacima, čime se teorija primjenjuje na slučajeve iz prakse.

Nakon uvodnog poglavlja o važnosti električne energije slijede izlaganja o računanju s izmjeničnim strujama. U sažetom obliku iznijeti su osnovni zakoni elektrotehnike, te teorija računanja zamkastih mreža upotrebom analize petlji i čvorova. Na ovo se poglavlje nadovezuje poglavlje o teoriji polifaznih struja. U četvrtom poglavlju obrađena je teorija trofaznog voda uključivši konstrukciju kružnog dijagrama i određivanje raspodjele struja u zamkastim mrežama. Posebno je poglavlje posvećeno transformatoru kao elementu mreže.

U slijedećem, šestom, poglavlju obrađene su detaljno konstante voda. Kod utvrđivanja induktiviteta izložen je način računanja uobičajen u njemačkoj literaturi, no obrađena je također i metoda srednjih geometrijskih udaljenosti. Ona je primijenjena kod računanja induktiviteta snopova vodiča i vodiča proizvoljnih presjeka. Posebno je obrađena zemlja kao vodič. Proračunu kapaciteta također je posvećen dobar dio ovog poglavlja.

Sedmo, osmo i deveto poglavlje obrađuje probleme kvara u mreži i to, sedmo poglavlje jednostruki i dvostruki zemni spoj u izoliranoj i gašenoj mreži, a osmo poglavlje trofazni kratki spoj. Deveto pak poglavlje počinje s teorijom simetričnih komponenata, a zatim slijedi primjena te metode na proračun nesimetričnih kvarova u trofaznoj mreži. Nastavak na teoriju i proračun kratkog spoja slijedi u desetom poglavlju razmatranjem mehaničkih sila u električnom i magnetskom polju.

U posljednjem poglavlju ove interesantne knjige dani su osnovni pojmovi o statičkoj i dinamičkoj stabilnosti sistema.

Knjiga dakle obuhvaća svu osnovnu materiju iz područja prijenosa električne energije, a što je kod toga najvažnije ona je dana sažeto i pregledno, te će odlično poslužiti namijenjenoj joj svrsi.

B. Markovčić

S. E l a z a r: **Nomografija,** Tehnička knjiga — Zagreb 1965. 178 strana, 111 slika, tvrdi uvez, cijena N. din 25.

S iskrenim zadovoljstvom možemo prihvatiti izlaženje prve knjige kod nas o nomografiji. Nakon mnogih djela iz domene klasične matematike, konačno smo dobili i jedno s područja numeričke matematike koje se bavi metodama konstruirainja naročite vrste crteža — nomograma. Ovi omogućuju jednostavno računanje funkcionalnih ovisnosti bez upotrebe formule koje ih predstavljaju. Ovakvo konstruiranje nomograma naročito je pogodno u slučaju mnogih inženjerskih zadataka, kada su nužna mnogostruka a istovrsna računanja (npr. prema jednoj određenoj formuli). Pored raznih sredstava numeričke tehnike, nomogrami su obično najjednostavniji i najpristupačniji. Često se kaže da imaju ulogu male mehanizacije.

Jedino tačnost ovakvog načina računanja nije prevelika. No ona ovisi o veličini mjerila koje se uzima pri crtanju, pa se tako može utjecati na tačnost očitanja. Smatra se normalnim kad je ova tačnost jednaka onoj kod logaritamskog računala, što znači da se mogu tačno očitati prve 2—3 odnosno najviše 4 brojke.

U posljednje se doba nomografija mnogo razvija, tako da zalazi i u područja izvan postizavanja čisto numeričkih rezultata; zalazi također u teoretska ispitivanja raznih zavisnosti, te u njihovu osnovu. Primjena nomografije proteže se u sve oblasti nauke i tehnike (elektrotehnika, strojarstvo, hidraulika, biologija, geodezija, kartografija, ekonomika, statistika, medicina, rudarstvo, kemija i niz drugih djelatnosti) jer je ona važno i jednostavno sredstvo za realizaciju numeričke tehnike.

Sadržaj razmatrane knjige sastoji se od tri dijela. U prvom su dani osnovni pojmovi, definicija i osobine funkcijske skale, kao bitnog elementa svakog nomograma. Drugi dio obrađuje mrežaste nomograme, dok treći kolinearne. Čitav je tekst ispunjen praktičnim zadacima za vježbanje (oko 200) koji nadopunjuju široko razmatrani osnovni tekst, što nas uvodi u prostrano područje ove matematičke discipline.

Na kraju je prikazan popis literature kojom se služio autor.

M. Vujnović

J. Š. H a š k o v e c i N. P. V a s i l j e v a — **Logički sklopovi u industriji,** Tehnička knjiga — Zagreb, 1966. 185 strana, 173 slike, meki uvez, cijena N. din 25.

Gornja je knjiga jedno iz niza djela Politehničke biblioteke, koju je osnovalo izdavačko poduzeće Tehnička knjiga — Zagreb s ciljem, da na relativno jednostavan i stručno solidan način omogući čitaocu razne dobi i profesije pristup u razna tehnička znanja, koja je suvremeni čovjek često puta prisiljen pratiti. S tom je namjenom pisana ova knjiga kao zajednički rad češkog i ruskog autora. Koliko je ova tema aktuelna govori činjenica, da se istovremeno štampala na češkom i ruskom jeziku (1963), a ubrzo zatim i u našem prijevodu Jaroslava Satrape.

Materija koju razmatra ova knjiga prvi je puta opširnije osvijetljena u našoj literaturi. Njeno poznavanje sve je više nužna potreba radi svoje primjene u automatizaciji objekata. O mogućnostima primjene

logičkih sklopova govori nam niz stvarnih primjera objašnjenih u tekstu.

Kod upravljanja radom raznih uređaja često je nužno izvršiti komandu tek ako su ispunjeni neki uvjeti. Da tu ne bi morao sudjelovati čovjek, nego da se radnje vrše automatski, traže se izvjesni sklopovi koji moraju »misliti«, »pamtiti«, odnosno logički zaključivati. Njihovu je izvedbu omogućio današnji nagli razvoj tehnike, i to naročito pojavom poluvodičkih elemenata u ulozi beskontaktnih tzv. logičkih sklopova. Ovi su sklopovi nadomjestili releje koji su se prije isključivo koristili i koji nisu bili niti dosta sigurni, a niti tako trajni.

U šest je poglavlja tretirana navedena materija koja se već toliko razvila, da se teško dade sažeti u ovako zapravo malom obimu. U prvom su date definicije i zadaci automatizacije koji se rješavaju pomoću uređaja s kontinuiranim djelovanjem. Drugo poglavlje je najopširnije i najteže za onog, tko bolje ne poznaje ovu struku. Ono objašnjava pitanja logičke algebre za analizu djelovanja i sintezu upravljačkih krugova. Također jedno veće poglavlje (treće) razmatra konkretne logičke sklopove, sastavljene od elektrotehničkih releja, poluvodičkih dioda s otpornicama, elektronki, tranzistora, feromagnetskih elemenata, kao i njihovih kombinacija. Ovo je poglavlje interesantno zbog praktičke konkretizacije navedene materije.

Posljednja tri kraća poglavlja opisuju ulazne sklopove koji prenose upravljačke komande i oblikuju signale, zatim izlazna pojačala za logičke krugove koji pak daju izlaznu snagu za izvršenje komandi, te na kraju primjere konstrukcije krugova s logičkim sklopovima.

M. Vujnović

B. A p s e n: **Logaritamsko računalo,** izdavač Tehnička knjiga, Zagreb, 5. izdanje 1962., uvez u poluplatno, format 14 × 20, 246 stranica, 89 slika, cijena N. din 14.—

Logaritamsko računalo je zacijelo najjednostavnije i najviše upotrebljavano računsko pomagalo. Jednostavnost rukovanja, brzina, mogućnost računanja i najzamršenijih računskih operacija, dimenzije, težina i cijena čine ovaj instrument neophodnim za studente, tehničare, inženjere i sve one koji se bave praktičnim računanjem.

Autor obrađuje više sistema logaritamskih računala: Ritz, Darmstadt, elektroračunala, tahimetrijska računala te računala za armirani beton.

Poglavlje A, knjige je posvećeno općim načelima logaritamskog računala, opisu skala računala, položaju decimalne tačke, postavljanju i očitavanju brojeva, određivanju broja cijelih mjesta i tačnosti računanja na pojedinim dijelovima računala.

Poglavlje B, obrađuje redom sve računske operacije koje se mogu izvoditi na računalima raznih tipova i načine na koje se to radi, navodeći mnogo praktičnih primjera.

Poglavlje C, posvećeno je specijalnim tahimetrijskim računalima, koja osim skala za opće računske operacije npr. množenje, dijeljenje itd., posjeduju i specijalne skale samo za tahimetrijsko računanje, koje se upotrebljava u geodeziji.

Poglavlje D, sadrži također opise specijaliziranih računala, koja su namijenjena građevinarima za proračun armiranobetonskih konstrukcija.

I. Šimurina

B. A p s e n: **Repetitorij elementarne matematike,** izdavač Tehnička knjiga Zagreb, 7. izdanje 1965., uvez u poluplatno, format 17 × 24, 287 stranica, 137 slika, cijena N. din 20.—

Knjiga obuhvaća uglavnom gradivo koje se predaje u srednjim školama, pa može srednjoškolcima poslužiti kao pomoćni udžbenik. Nadalje se njome kao udžbenikom mogu služiti polaznici stručnih škola, a kao repetitorijem studenti i svi oni koji žele obnoviti poznavanje osnova matematike.

Knjiga ima četiri poglavlja:

I *Aritmetika i algebra*
II *Geometrija (Planimetrija i Stereometrija)*
III *Geometrija i trigonometrija*
IV *Analitička geometrija u ravnini*

Knjiga je ilustrirana brojnim crtežima koji olakšavaju praćenje teksta, a oprema i papir su na zamjernoj visini.

I. Šimurina

B. K r a u t: **Strojarski priručnik,** izdavač Tehnička knjiga Zagreb, 5. izdanje (3. hrvatskosrpsko) 1965., uvez polivinil, format 10 × 14, 512 stranica teksta, 80 stranica priloga, mnogo slika i tablica, cijena N. din 40.—

Brojna izdanja u relativno kratko vrijeme i velika naklada (20.000), govore o praznini koja je ispunjena pojavom ovog vrijednog priručnika na području strojarstva.

Prednost ovog priručnika prema stranim je u tome što autor dosljedno donosi podatke o kvaliteti i obliku proizvoda naše domaće industrije, te navodi domaće standardne i tehničke propise, što sve zajedno u mnogome olakšava snalaženje korisnicima ovog priručnika.

Ogroman broj brojčanih podataka potrebnih u svakodnevnoj praksi inženjerima, tehničarima i nastavnicima, a u školama studentima i đacima srž su ovog priručnika.

Mnogobrojni dijagrami i crteži povećavaju zornost izlaganja, a alfabetsko kazalo na kraju, omogućava lako pronalaženje traženih podataka.

U čitavom priručniku dosljedno su upotrebljavane veličinske jednadžbe, koje daju problemu kod računanja jasan fizikalni smisao i omogućuju upotrebu bilo kojih koherentnih jedinica (npr. tehnički sistem mjera, internacionalni sistem mjera, itd.).

Priručnik se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu su sabrana poglavlja o bazičnim naukama: matematika, mjere i mjerni sistemi, mehanika, čvrstoća, hidromehanika, toplina i elektrotehnika, dok se u drugom dijelu nalaze poglavlja o materijalima i njihovom oblikovanju: ispitivanje materijala, materijali, oblici metalnih proizvoda, elementi strojeva i tehnologija.

Na kraju pod razno, nalazi se između ostaloga sistem jugoslavenskih standarda JUS-a, tehničko pismo, formati papira itd.

I. Šimurina

O. Horvat: **Mehanička tehnologija** II., izdanje Tehnička knjiga, Zagreb 1965., 565 stranica, 596 slika, tvrdi uvez, cijena 35.— N. din.

Ovim IV izdanjem nastavlja se serija sve novijih izdanja Mehaničke tehnologije, koja izlazi još od vremena poslije rata, pa nadalje. U prva tri izdanja došlo je do nekih manjih nadopuna, bilo zbog pogrešaka u prethodnim izdanjima koje neminovno nastaju pri štampanju, bilo zbog potrebe za novitetima na tom području. Međutim, uslijed velike potražnje ovog djela, kao i činjenice o daljnjem velikom razvoju ove tehnike, nužno je moralo doći do novog, posve prerađenog i nadopunjenog četvrtog izdanja. Ovaj drugi dio bavi se obradom materijala skidanjem strugotina.

Promatranjem sadržaja uočljiva je podjela djela na opis danas već pomalo klasične obrade materijala raznim načinima skidanja strugotine i na prikaz odgovarajućih modernih metoda. Pri tom ovaj prvi dio sadržaja predstavlja daleko najveći dio knjige, dok je drugi, nažalost, tek informativno nabačen na samom kraju (obrada električkom strujom i ultrazvukom).

U knjizi su obrađena slijedeća poglavlja: Opći pojmovi, Noževi za obrađivanje, Odrezivanje — probijanje — štancanje — piljenje — turpijanje — grecanje, Blanjanje, Tokarenje, Glodanje, Izrađivanje zavojnica, Brušenje, Fina obrada, Obrada primjenom električke struje i ultrazvuka, Obrada ultrazvukom, Programski razvodi. Mnoga od ovih poglavlja su proširena u odnosu na prošla izdanja. Osim toga, u tekstu ima znatan broj primjera obrađivanih i grafički i matematički koji znatno olakšavaju razumijevanje i primjenjivost znanja koja se iz teksta dobivaju. Jedino je šteta što nisu nešto opsežnija poglavlja o obradi materijala električkom strujom i ultrazvukom, koje se tehnike danas mnogo koriste.

M. Vujnović

B. Apsen: **Repetitorij više matematike.** Izdavač Tehnička knjiga Zagreb.

Ovaj repetitorij više matematike je izvanredna kombinacija udžbenika i priručnika. Pored solidne teoretske obrade daje i numeričke primjere s ilustracijama, čime se postiže potrebna zornost, neophodna kod primjena matematike u tehnici.

Komplet sastavljen od tri knjige, obuhvaća čitavo gradivo koje se predaje na tehničkim fakultetima i drugim visokim školama. Zbog kompletnosti i sistematičnosti pogodan je za studente, naročito za izvanredne, ali će dobro doći i svim ostalima, koji se u svom radu služe matematikom, za osvježenje i dopunu znanja iz tog područja nauke.

Sudeći po broju izdanja i visini naklade, izgleda da je autor uspio pogoditi potrebe čitalaca, a dodavši tome solidnu opremu knjige i pristupačnu cijenu uočavamo da su time ispunjeni svi uslovi da knjiga postane pristupačna najširem krugu interesenata.

Za uvid u sistematiku materije najbolje će poslužiti pregled važnijih poglavlja po dijelovima:

I dio, 3. izdanje 1964. uvez u poluplatno, 276 stranica, 144 slike, format 17×24, cijena 18 ND.

Poglavlja: O brojevima, realni i kompleksni brojevi — O slijedovima i limesima — Općenito o funkcijama — Elementarne funkcije — Parametarski oblik jednadžbe krivulje — Inverzne funkcije — Granična vrijednost funkcije — Neprekinutost ili kontinuitet funkcije — Asimptote krivulja — Derivacija funkcija — Derivacija višeg reda — Rolleov teorem — Teorem srednje vrijednosti — Neprekinutost i derivacija — Neodređeni oblici — L'Hospitalovo pravilo — Duljina tangente, normale, subtangente i subnormale — Ekstremne vrijednosti funkcije i tačke infleksije — Kinematičko značenje prve i druge derivacije — Približno rješavanje algebarskih i transcedentnih jednadžbi — Beskonačni redovi — Eulerove formule — Treći oblik kompleksnog broja — Interpolacija — Lagrangeova formula.

II dio, 3. izdanje 1964, uvez u poluplatno, 370 stranica, 116 slika, format 17 × 24, cijena 23 ND.

Poglavlja: Diferencijal funkcije — Jednadžbe tangente i normale na krivulju, kojoj je jednadžba zadana u parametarskom obliku — upolarnim koordinatama — Zakrivljenost krivulja — Neodređeni integrali — Primjena integralnog računa — Nepravi integrali — Približna vrijednost određenog integrala — Diferencijalne jednadžbe — Harmonička analiza — Fourierovi redovi.

III dio, 3. izdanje 1965, uvez u poluplatno, 470 stranica, 189 slika, format 17 × 24, cijena 28 ND.

Poglavlja: Determinante — Vektorska algebra — Analitička geometrija u prostoru — Funkcije dviju i više nezavisnih promjenljivih — Višestruki određeni integrali i njihova primjena — Integrali ovisni o parametru, njihovo deriviranje i integriranje po parametru — Egzaktni diferencijali i njihovo integriranje — Egzaktne diferencijalne jednadžbe — Eulerov multiplikator — Krivulje u prostoru — Linijski integrali — Plošni integrali — Veza između integrala različitih tipova — Vektorska analiza — Sustavi običnih diferencijalnih jednadžbi — Parcijalne diferencijalne jednadžbe.

I. Šimurina

J. Wilks: **Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik** — VEB Fachbuchverlag. Leipzig 1963. Prijevod sa engleskog — naslov originala »The Third Law of Thermodynamics«. Prvo izdanje, 166 strana, 41 slika, 5 tabela, format 14,7 × 21,0 cm, uvez poluplatno, cijena 10,80 DM.

Ova monografija obrađuje široko područje primjene III glavnog stavka termodinamike, čije je osnove na području kemije početkom našeg stoljeća

empiričkim putem utvrdio Nernst, a koji danas vrijedi kao princip kako u fizici tako i u kemiji. Sve važne aspekte III glavnog stavka autor je nastojao izložiti na što jednostavniji i pristupačniji način. U tom cilju pridodao je osnovnim poglavljima i nekoliko dodatnih poglavlja o elementarnoj statističkoj mehanici. Međutim, za praćenje izlaganja potrebno je solidno poznavanje matematike i apstraktan način mišljenja. Knjiga je dala, u vrijeme izdavanja, najviši domet u tom specijalnom području teoretske termodinamike. Značaju ove knjige svakako doprinosi i činjenica, da III glavni stavak normalno nije obuhvaćen klasičnom termodinamikom, koja predstavlja u izvjesnom smislu jednu potpunu i zatvorenu cjelinu, te počiva na I i II glavnom stavku.

Knjiga obuhvaća deset poglavlja i to kako slijedi:

I Uvod

II Entropija i vjerojatnost — Postavljen je odnos između pojma entropije termodinamike i statističke mehanike.

III Entropija i stepeni unutrašnje slobode — Određivanje upliva različitih komponenata (tzv. »kategorija«) jednostavnih sistema na ukupnu entropiju. Detaljnije su razmatrane kategorije translatorskog i rotacionog gibanja molekula, paramagnetske susceptibilnosti i miješanja.

IV Treći glavni stavak termodinamike — Primjena trećeg stavka na jednostavne sisteme, koji su u potpunoj unutrašnjoj ravnoteži.

V Treći glavni stavak i stepeni unutrašnje slobode — Primjena trećeg stavka na kompliciranije sisteme kod kojih se najmanje jedna »kategorija« ne nalazi u unutrašnjoj termodinamičkoj ravnoteži.

VI Statistika idealnog plina — Detaljnija razmatranja statistike idealnih plinova: Bose — Einsteinova i Fermi — Diracova kvantna statistika.

VII Statističke osnove trećeg glavnog stavka.

VIII Atomne jezgre i entropija — Razmatranje »kategorija« ukupne entropije, koje proizlaze iz atomnih jezgara (izotopi, spin jezgara).

IX Kemijske ravnoteže — Način određivanja ravnotežnih uslova kemijskih reakcija na osnovu zakona termodinamike.

X Nemogućnost postizavanja temperature apsolutne nule — Razmatranje principa nemogućnosti postizavanja apsolutne nule, te njegov značaj u fizici ekstremno niskih temperatura.

S. Ivančić

P f l i e r — J a h n: **Elektrische Messgeräte und Messverfahren,** 3. izdanje; Springer—Verlag Berlin /Heidelberg/ New York 1965, tvrdi uvez, XVI + 317 stranica, 357 slika, cijena DM 45.—

Mnoga naša saznanja proističu iz iskustva, bilo da su sazdana na temelju promatranja, bilo na temelju mjerenja. Kao što to općenito vrijedi, isto se može ovo primijeniti i u elektrotehnici. Mjerenja u toj struci često su od neocjenjive vrijednosti, jer ona ne eliminiraju — kod mnogih pojava prisutne — neprimjetne utjecaje, koji se najčešće ne mogu teoretskim putem predvidjeti i uzeti u obzir. U želji da se čim preciznije otkriju razne zakonitosti, kao i kvantitativne vrijednosti odgovarajućih fizikalnih veličina, to se u mnogo detalja razvijala tehnika mjerenja, o čemu je napisan veliki dio tehničke literature.

Gornja je knjiga prikaz područja osnovnih mjerenja koja se vrše u elektrotehnici. Sadržaj joj je originalno raspoređen u četiri veće skupine! Općenito o mjerenjima, Mjerni uređaji (instrumenti), Mjerni transformatori, Mjerenja.

U prvoj skupini govori se posve kratko o osnovama mjerenja i nešto opširnije o izvedbi i svojstvima električnih mjernih instrumenata. Drugi je dio najopsežniji. U njemu su opisani principi rada i izvedbe pojedinih mjernih uređaja (instrument sa zakretnom zavojnicom uz dodatak ispravljača, termopretvarača, Hall-generatora, Zener-diode; instrument sa zakretnim magnetom, s unakrsnim zavojnicama, elektrodinamski, s titrajnim jezičcima, mjerač histereze i drugi).

U poglavlju o mjernim transformatorima dani su strujni i naponski transformator, kao i njihov rad u sklopu s mjernim instrumentima.

U posljednjem su poglavlju opisani kompenzatori, mjerni mostovi, pojačala, osciloskopi. Zatim je prikazana digitalna mjerna tehnika, daljinsko mjerenje, mjerenje izolacije, uzemljenja, a dan je i pregled mjernih davača za mjerenje neelektričnih veličina.

Knjiga je vrlo opsežno i moderno napisana, te će u njoj mnogo toga naći stručnjaci i slabe i jake struje.

M. Vujnović

Atomstrahlung in Medizin und Technik; Zweite Wissenschaftlich—Technische Tagung des Deutschen Atomforums e. V. Bonn; Verlag Karl Thiemig KG München 1964, VIII + 396 str., 241 slika, format 15×22,8 cm, DM 48.—

Sadržaj gornje knjige sačinjen je od doprinosa mnogih autora, koji se bave primjenom radioaktivnog zračenja. Iz prikazanih članaka vidljiva je sva širina ovog područja ljudske djelatnosti, koje se proteže kroz mnoge grane medicinskih i tehničkih znanosti. Izvori radioaktivnog zračenja često su nužni pomagači pri otkrivanju i praćenju raznih procesa iz navedenih područja. Isto su tako važni i faktori koji utječu na te procese. U vezi toga nailazimo u nizu članaka na razradu problema iz područja medicine, biologije, kemije, tehnologije, agronomije i slično.

Knjiga je tematski podijeljena na tri krupnija dijela. U prvom su prilozi iz medicine i biologije. Vredniji dio su opisi i razrada nove metode pri proučavanju tjelesnih organa (npr. uočavanje promjena njihovih oblika u toku vremena), tzv. metode gama-scintilacijske ikonoskopije. Osim samog postupka razrađena je i tehnička strana prisutnih mehaničkih i elektronskih uređaja.

U drugom se dijelu raspravlja o problemima samih reaktora: njihov smještaj, procesi u njima, zaštita od zračenja. Osim toga, razmatraju se i kemijski problemi u vezi radioaktivnog zračenja.

U trećem se dijelu govori o promjeni radio-aktivnog zračenja u poljoprivredi, o proizvodnji izotopa za te svrhe, izgradnji ispitnih laboratorija itd. Knjiga se završava prilozima o mjerenjima i iskustvima u vezi

s doziranjem osoblja koje rukuje radioaktivnim materijalima.

Kako iz kvalitetnih priloga, tako i iz gornjeg prikaza slijedi da je ova knjiga koristan informator o današnjem stanju istraživanja radioaktivnog zračenja u raznim područjima medicine, tehnike i poljoprivrede. U tom će smislu dobro poslužiti liječniku, biologu, tehničaru, kao i poljoprivrednom stručnjaku.

M. Vujnović

Elektrodistribucija Beograd

(propagandna publikacija)

Poduzeće *ELEKTRODISTRIBUCIJA — BEOGRAD,* izdalo je prilikom milijarditog kWh utrošenog za godinu dana na području Beograda, ilustriranu publikaciju sa željom da što širi krug potrošača električne energije upozna sa svojim radom, dostignućima i nastojanjima da im u svakom trenutku osigura električnu energiju.

U svega nekoliko rečenica, na zanimljiv način doznajemo kako je tek nekoliko decenija po odlaska Turaka zasjala u Beogradu prva žarulja, kako je električna energija prvi puta potekla mrežom Beograda 1893. godine, koja ujedno označuje i godinu postanka tog poduzeća, kao i to, da je današnja zgrada Elektrodistribucije podignuta upravo na mjestu, gdje je bila upaljena prva žarulja u Beogradu.

Iz priloženog plana organizacije poduzeća tačno vidimo na koliko je sektora, pogona i odsjeka poduzeće podijeljeno, te se upoznajemo s njihovim djelatnostima. Pogon »Distribucijaprojekt« projektira sve važnije objekte za potrebe poduzeća, pogon »Elektroizgradnja« raspolaže visokokvalificiranim ekipama za sve vrste radova na izgradnji distributivnih elektroenergetskih objekata, u »radionici za popravak i ispitivanje mjernih uređaja« vrše se popravci i ovjere brojila najsuvremenijim instrumentima itd.

Radionica za popravak transformatora posluje već preko 35 godina i jedna je od najstarijih u Srbiji. Raspolaže visokostručnim kadrom i suvremenim uređajima za popravak i ispitivanje transformatora.

Elektronski računski centar posjeduje najsuvremeniju garnituru elektronskih strojeva za obradu podataka s bušenim karticama firme IBM.

Publikacija nas, nadalje, informira o broju godišnjih pregleda električnih instalacija, izmjena, ukopčanja i iskopčanja brojila, o radu šalterske službe u njegovoj zgradi u Beogradu i njenim podružnicama, te o radu radničkog savjeta i upravnog odbora u prošloj godini.

Doznajemo kako posluje zdravstvena služba i šta je sve učinjeno u 1965. godini, da bi se smanjio postotak bolovanja.

Osnovan je školski centar sa ciljem da se kadrovi školuju i specijaliziraju za specifične potrebe distribucije. Od osnutka do danas završilo je školovanje 164 polaznika.

Kao ilustracija rada dispečerskog centra distributivne mreže Beograda, navodi se da je u jednoj godini intervenirano u 20.670 slučajeva i lokalizirano 427 kvarova.

Polovinom 1965. godine osnovana je »služba kontrole« koja usko surađuje sa stručnim biroima i sa stalnom komisijom radničkog savjeta za donošenje i usklađivanje svih mjerila za procjenu rada u poduzeću.

Sva su ta obavještenja popraćena slikama i brojčanim podacima kao i uputstvima o traženju pomoći u slučaju kvara na mreži.

Ne smijemo izostaviti niti podatak da »tehnička tribina« poduzeća okuplja zainteresirane članove kolektiva i razvija aktivnost na polju dopunskog tehničkog odgoja putem filma, radija, televizije, raznih tečajeva itd., a aktiv saveza omladine posvećuje svu potrebnu pažnju učenicima u privredi, kako u pogledu kulture i sporta tako i zabavnog života. Omladina ima u svom klubu na raspolaganju bogatu biblioteku, muzički automat i diskoteku.

Iz te vrlo zanimljive publikacije doznajemo, da je nekada čitav predio Beograda imao jednu transformatorsku stanicu, dok ih sada ima u svakoj ulici po nekoliko i svaka od njih prerađuje kao mala »tvornica« energiju visokog napona na napon upotrebljiv za potrošače.

Danas su ulice Beograda i okoline osvijetljene sa 19.000 svjetiljaka. Svake se godine uključi novih 1.500 rasvjetnih tijela, dok se oko 500 već postojećih modernizira. Prvih je godina gradska mreža bila isključivo nadzemna. Sada je međutim mreža užeg gradskog područja kabelska i nastoji se, da se njome pokriju što veći dijelovi grada, dok nadzemni vodovi i dalje ostaju osnova mreže izvangradskog područja.

Knjižica je vrlo lijepo i ukusno opremljena, bogato ilustrirana uspjelim fotografijama i sigurno će kod potrošača, kojima je u prvom redu namijenjena, naići na dobar i simpatičan prijem.

Z. D.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SIJEČANJ I VELJAČU 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5 — 9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. 1965.	273.588	44.630	2.279	17.493	275.867	62.123	— 19.228	11.241	— 8.016	321.987
4. 1965.	235.954	51.966	2.279	16.551	238.233	68.517	— 13.147	22.638	— 12.642	303.599
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	29.021	23.622	— 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	25.659	9.014	— 627	299.876
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	— 48.939	— 73	273.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	18.695	159.851	74.482	109.269	— 45.770	— 43	297.789
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191.948	67.143	89.074	— 61.441	— 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	— 16.463	— 2.341	288.905
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	34.889	— 2.896	388.039
12. 1965.	414.537	38.088	2.775	22.751	417.312	60.839	— 59.700	95.070	— 11.847	501.674
Ukupno 1965.	2,702.552	532.242	20.722	244.250	2,723.274	776.492	389.983	44.164	— 44.197	3,889.716
1. 1966.	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	73.401	— 91.816	106.587	— 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	— 66.362	40.045	— 320	322.286
Ukupno 1 — 2. 1966.	576.622	99.554	3.955	36.963	580.617	136.517	— 158.178	146.632	— 352	705.236

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece siječanj i veljaču 1966.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku SR Hrvatske

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Siječanj	Veljača
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik	216,0	137.455	65.786	203.241	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	19.797	11.707	31.504	67,5	56,2	62,8	33,7	22,0	—	—
		Gojak	48,0	31.551	31.646	63.197	117,5	205,1	149,6	88,2	97,8	—	—
		Ozalj	5,1	1.867	2.965	4.832	60,5	181,5	102,4	49,3	86,5	—	—
		Senj		42.843	75.288	118.131	—	—	—	—	—	—	—
		Peruća	42,0	10.498	4.831	15.329	51,2	23,9	37,7	33,5	17,0	—	—
		HE na Cetini Kraljevac i Split	67,0 / 224,0	7.508 / 154.630	15.296 / 133.364	22.804 / 287.994	14,4 / 111,4	42,1 / 133,9	28,1 / 121,5	15,0 / 92,7	33,9 / 88,5	—	—
		HE na Krki Manojlovac i Jaruga	20,5 / 5,3	15.222 / 3.959	13.650 / —	28.875 / 3.959	98,3 / 95,2	108,7 / —	103,1 / 55,8	99,0 / 100,0	99,0 / —	—	—
	TE	Zagreb — TO Žitnjak	64,0	33.974	23.504	57.478	296,4	81,3	142,6	71,4	54,6	—	—
		Zagreb	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jertovec	36,0	17.637	10.140	27.777	158,5	73,7	112,1	65,6	41,9	—	—
		Kvarn. elektrane Vlaška i Rijeka	8,0 / 7,2	—	1.414	1.414	—	17,2	17,2	—	13,8	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.463	1.342	2.805	63,3	31,9	43,0	11,7	12,0	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.310	1.828	4.138	86,6	49,6	77,3	51,7	45,3	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	3.196	2.746	5.942	95,5	83,0	89,4	78,1	79,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u ovim narednim, iskazan je u odnosu na 1965. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Proizvodnja ugljena za mjesece siječanj i veljaču 1966.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1965 = 100		
		Siječanj	Veljača	Od početka godine	Siječanj	Veljača	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	65.670	66.790	132.460	102,0	99,6	100,8
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	3.100	3.500	6.600	69,9	79,5	74,7
	Rudnik Pregrada	6.170	5.715	11.885	102,0	92,0	96,9
	Ostali	4.744	4.748	9.492	81,0	76,3	87,8
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	13.496	14.922	28.418	101,1	96,5	98,1
	Dalmacija: Rudnik Siverić	5.312	6.136	11.628	76,9	96,3	86,3
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.878	2.141	4.019	110,3	146,5	127,0
	Svega mrki	34.700	37.342	72.042	90,2	92,3	91,4
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	28.703	29.923	58.626	100,2	106,2	103,2
	Zagorski rudnici, Konjščina	9.199	11.000	20.199	86,3	104,2	95,2
	Rudnik lignita Poljanica	4.651	4.645	9.296	105,7	101,2	103,4
	Ostali	961	1.272	2.233	49,1	87,1	65,4
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.580	5.602	13.182	87,8	55,0	70,1
	Ostali	4.545	5.420	9.965	63,6	91,7	76,3
	Ostala područja	1.539	1.717	3.256	93,0	100,8	97,0
	Svega lignit	57.178	59.579	116.757	90,6	95,2	92,9
	Ukupno sve vrste ugljena	157.548	163.711	321.259	95,0	96,2	95,6

NAPOMENA: 1 Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojkovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki 4000 kalorija	Koks
Proizvodnja u 1000 t	1. 1966.	2400	104	845	1451	1872	105
	2. 1966.	2498	103	858	1537	1935	96
Indeks na bazi	1. 1965.	99,9	106,1	98,7	100,2	100,1	100,0
	2. 1965.	104,1	101,9	100,2	109,1	107,2	111,6

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1966.

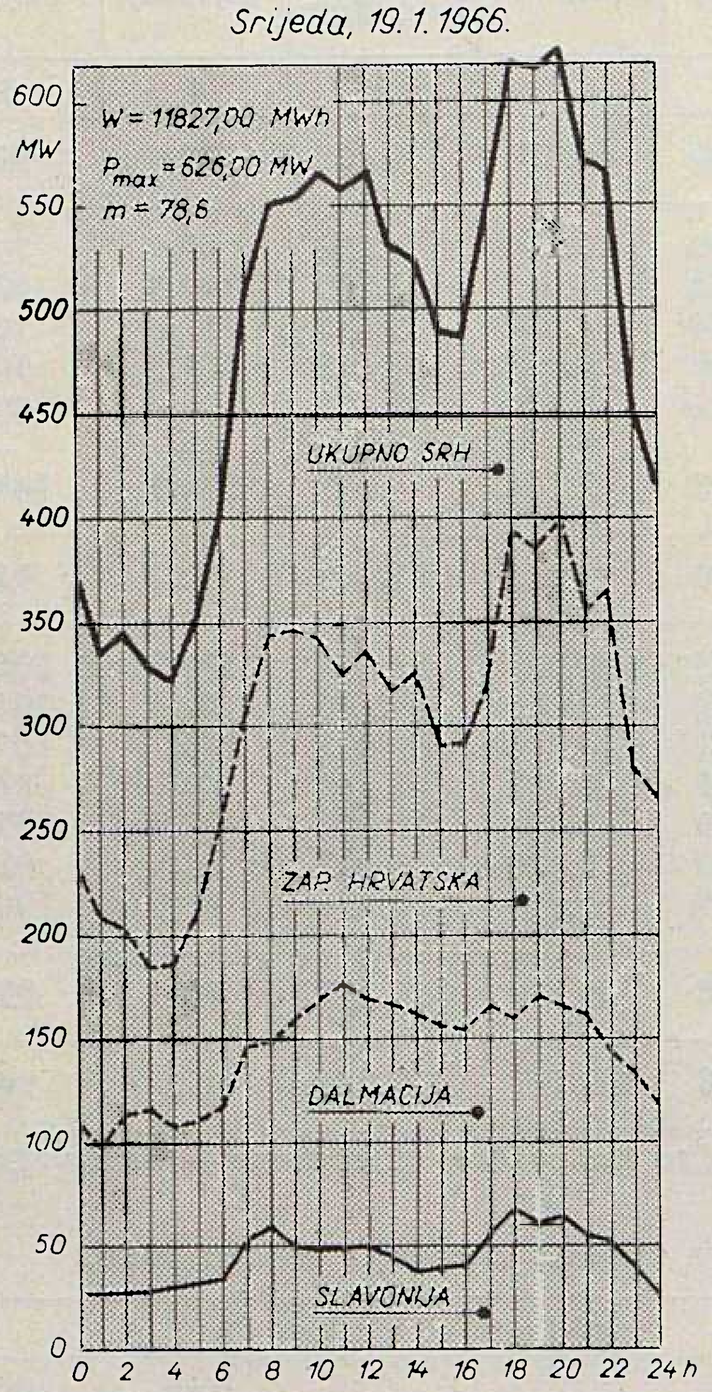
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	1. 1966.	166.533	35.048	292.664	43.335	951	5.339	72.153	7.556	135.410
	2. 1966.	158.244	31.731	310.148	59.658	1.256	6.173	78.664	9.515	142.595
Indeks na bazi	1. 1965.	102,0	114,7	175,0	127,6	94,7	84,1	152,6	102,9	207,9
	2. 1965.	101,0	114,2	144,1	171,4	112,8	99,2	123,4	76,6	162,2

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1966.

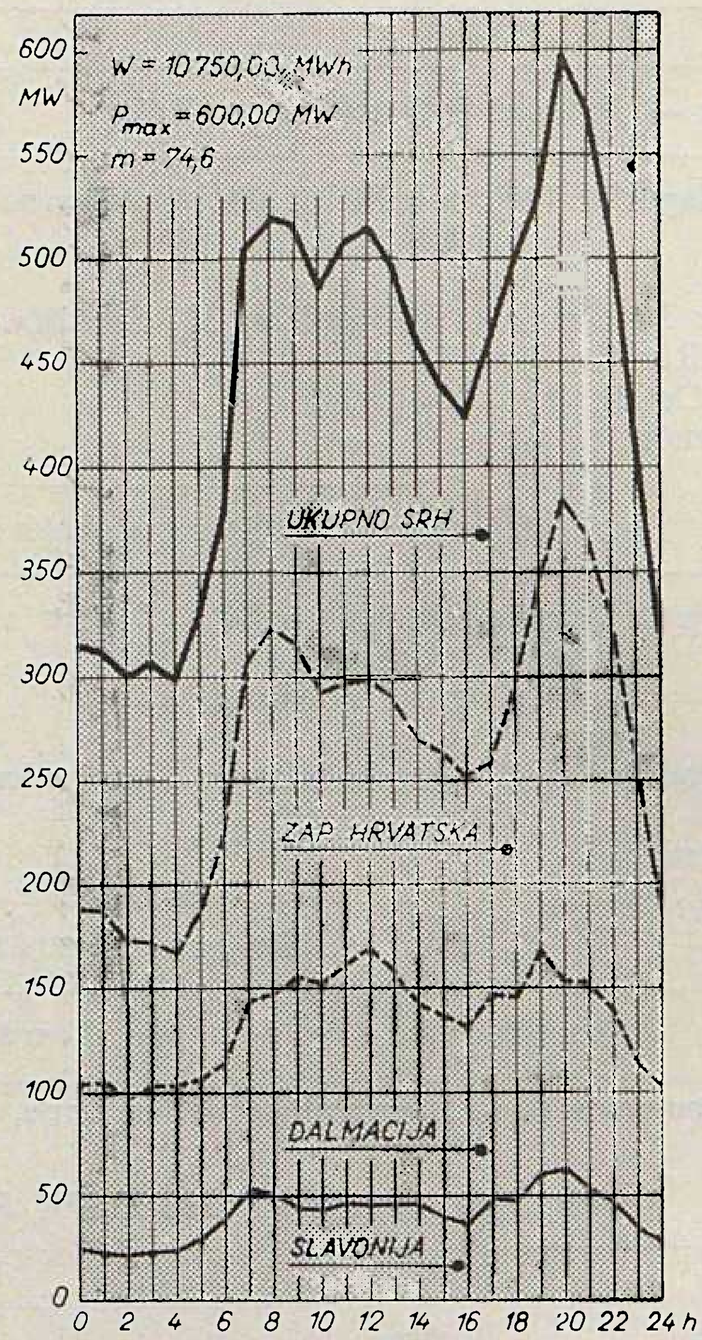
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprod.	Potrošna roba
1. siječanj 1966.	89	84	94	91	92	92	88	79	91	90
2. veljača 1966.	95	91	97	97	97	106	94	90	98	94
1. siječanj 1965.	104,6	98,8	110,5	104,5	101,1	110,8	95,6	114,2	102,2	102,2
2. veljača 1965.	106,7	104,5	108,9	104,3	104,3	134,1	108,0	108,4	108,8	104,4

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

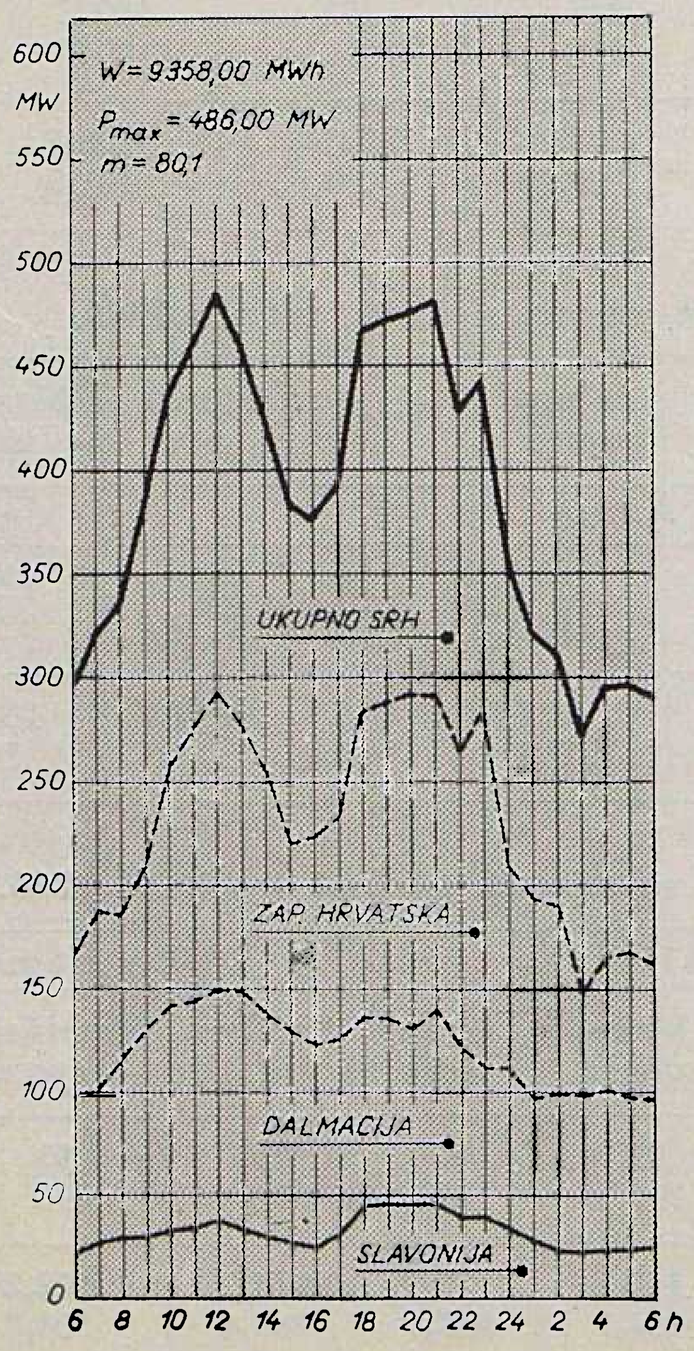
Srijeda, 19. 1. 1966.



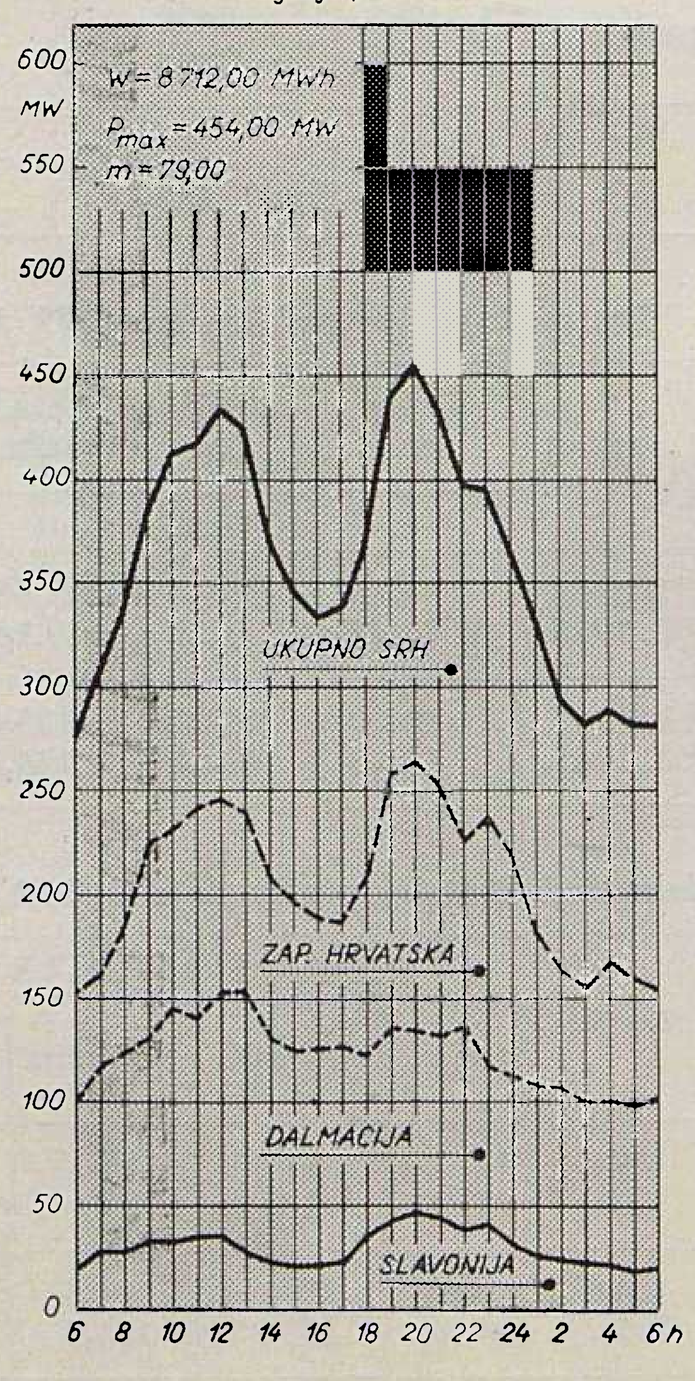
Srijeda, 16. 2. 1966.



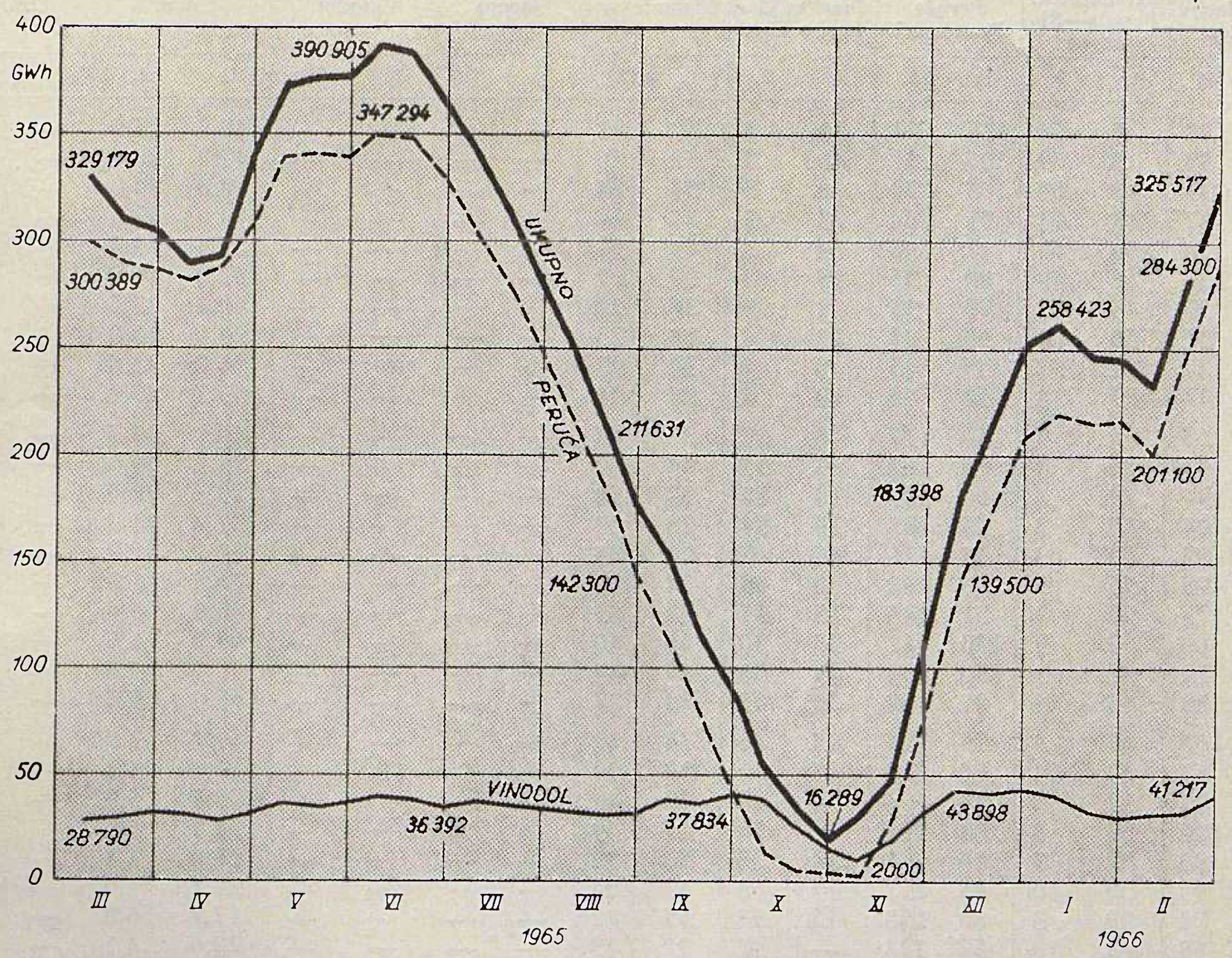
Nedjelja, 23. 1. 1966.



Nedjelja, 20. 2. 1966.



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece siječanj i veljaču 1966

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		UKUPNO	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	1. 1966.	1245	806	439	279	46	70	192	95	110	227	85	45	6	90	—
	2. 1966.	1109	746	363	283	31	84	177	120	82	152	67	31	6	76	—
Indeks na bazi	1. 1965.	107,5	100,1	121,2	101,4	176,9	71,4	143,2	80,5	101,8	147,4	97,7	118,4	85,7	81,0	—
	2. 1965.	105,7	117,1	114,0	138,7	58,4	81,5	150,0	127,6	67,2	115,2	59,2	86,1	85,7	111,7	—

Srednji dnevni protoci za mjesece siječanj i veljaču 1966 (m/sek).

Datum	Cetina								Krka				Ličanka Lokvarka		Mrež.-Dobra		Kupa		Lika Gacka	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća—Šilovka		Međudotok Peruća Prančevići		Ispust iz ak. Prančevići u korito Cet.		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Gojak		Ozalj		Senj	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
1	63	27	3	64	115	34	30	3	50	28	—	—	—	—	44,2	215,0	—	—	—	—
2	63	33	3	69	107	31	40	3	52	26	—	—	—	—	47,0	150,0	—	—	—	—
3	62	33	18	69	105	33	6	3	56	24	—	—	—	—	78,0	84,0	—	—	—	—
4	64	27	48	68	91	30	28	3	47	24	—	—	—	—	59,0	62,5	—	—	—	—
5	61	30	36	68	92	28	39	3	42	22	—	—	—	—	46,5	53,5	—	—	—	—
6	56	31	47	48	80	36	15	3	37	22	—	—	—	—	37,0	49,0	—	—	—	—
7	49	35	45	63	73	33	17	3	36	22	—	—	—	—	40,0	43,5	—	—	—	—
8	39	31	56	64	56	33	13	4	33	23	—	—	—	—	28,6	40,0	—	—	—	—
9	41	27	31	52	55	43	6	4	30	28	—	—	—	—	24,0	37,6	—	—	—	—
10	35	47	55	18	50	76	10	4	28	34	—	—	—	—	35,7	36,0	—	—	—	—
11	36	65	64	3	50	117	6	27	26	68	—	—	—	—	46,1	34,5	—	—	—	—
12	32	94	61	3	66	162	25	57	34	69	—	—	—	—	25,2	30,6	—	—	—	—
13	43	97	69	3	60	187	18	84	32	50	—	—	—	—	23,2	28,3	—	—	—	—
14	39	94	75	3	55	183	16	84	28	43	—	—	—	—	21,2	24,2	—	—	—	—
15	33	83	69	3	58	176	15	67	26	38	—	—	—	—	33,1	17,0	—	—	—	—
16	48	75	55	3	40	168	6	65	24	32	—	—	—	—	36,5	11,8	—	—	—	—
17	50	77	57	3	51	146	15	55	27	47	—	—	—	—	35,9	6,6	—	—	—	—
18	72	66	9	3	130	147	53	36	44	40	—	—	—	—	67,0	61,5	—	—	—	—
19	49	79	37	3	110	151	49	50	45	44	—	—	—	—	93,0	5,6	—	—	—	—
20	44	68	45	3	87	138	30	45	40	44	—	—	—	—	61,0	5,5	—	—	—	—
21	41	67	47	3	75	126	25	46	35	42	—	—	—	—	49,1	7,0	—	—	—	—
22	36	67	43	14	63	118	15	30	30	39	—	—	—	—	40,5	5,4	—	—	—	—
23	45	85	13	6	78	127	6	48	39	44	—	—	—	—	35,7	5,9	—	—	—	—
24	52	100	35	8	88	163	10	78	61	69	—	—	—	—	33,7	6,6	—	—	—	—
25	45	93	32	3	86	168	18	72	54	72	—	—	—	—	28,0	4,3	—	—	—	—
26	47	93	30	10	85	157	17	63	47	64	—	—	—	—	22,1	1,0	—	—	—	—
27	32	77	29	3	80	150	15	53	55	42	—	—	—	—	17,8	6,0	—	—	—	—
28	36	68	44	10	57	134	—	52	32	45	—	—	—	—	22,0	4,1	—	—	—	—
29	28		54		42		—		34		—		—		33,7		—		—	
30	34		37		36		—		32		—		—		90,0		—		—	
31	31		68		34		—		29		—		—		167,0		—		—	
Mjeseč. prosjek	44,8	63,2	42,4	23,9	72,7	110,5	16,6	34,0	38,2	40,9	—	—	1,63	5,76	46,5	35,0	—	—	46,6	93,75

Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece siječanj i veljaču 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		I. i II. mj. 1966. prema I. i II. mj. 1965.		12 mjeseci 1966/65. prema 12 mjeseci 1965/64.	
	siječanj %	veljača %	siječanj %	veljača %	siječanj %	veljača %	siječanj %	veljača %	siječanj %	veljača %
Ukupno SRH	100,0	100,0	114,6	101,8	109,7	109,2	109,7	109,2	111,2	111,8
Direktni potrošači	17,3	18,6	168,5	109,8	125,2	127,3	125,2	127,3	137,6	136,1
Distribucija	69,8	70,0	112,7	102,1	95,2	103,8	95,2	103,8	102,3	102,3
Gubici	12,9	11,4	85,6	89,7	160,8	120,0	160,8	120,0	141,4	149,2

UREDNIŠTVO I UPRAVA. Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, telefon 513-822, kućni 328.

UREDNIČKI ODBOR. Glavni i odgovorni urednik: ing. Boris *Markovčić*. *Urednici rubrika*. Studije i istraživanja: ing. Jakob *Lucati*, ing. Vladimir *Štengl*, ing. Blaž *Uzelac*. Tehnička i pogonska problematika: ing. Ivo *Božin*. Izgradnja elektroenergetskih postrojenja: ing. Stjepan *Reštarević*. Energetsko-dispečerska problematika: ing. Ivan *Tkalčec*. Ekonomsko-financijska problematika: Franjo *Kovač*. Opća problematika i Vijesti: Ivan *Medvedec*. Iz strane stručne literature: prof. ing. Vladimir *Žepić*. Tehnički urednik: Ivan *Šimurina*. Komercijalno i financijsko rukovodstvo: Ernest *Radetić*.

GOD. 15 (1966) energija BROJ 5 — 6

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

ELEKTRIKA I NAŠE SELO

Stupanj razvijenosti sela u savremenom se svijetu prosuđuje, prije svega, po stupnju seoske elektrifikacije.

U našoj su zemlji, poslije drugog svjetskog rata postignuti u tom pogledu ogromni rezultati. Naročito je u prvom deceniju iza oslobođenja, elektrifikacija naših sela provedena na veoma širokom planu koristeći pri tome velik interes potrošača, njihova vlastita investiciona ulaganja i subvenciju društva. U tom je periodu izvršena elektrifikacija na ogromnim, prije svega ekonomski jačim seoskim područjima. Sve većim smanjivanjem pomoći društvenih sredstava za elektrifikaciju sela, i to u doba kada je trebalo elektrifikaciju nastaviti i u ekonomski slabijim područjima, ona je počela brzo stagnirati.

Tako danas imamo na jednoj strani na velikim područjima završenu prvu fazu seoske elektrifikacije područja sa minimalnom potrošnjom električne energije, a velikim troškovima i malom koristi koju elektrifikacija pruža tim potrošačima, a na drugoj strani još uvijek velika neelektrificirana područja za čiju elektrifikaciju ne postoji neka određenija perspektiva.

Savjetovanje »O problemima seoske elektrifikacije« koje je organiziralo dne 28. i 29. aprila 1966 u Slatini Radenci *Poslovno združenje podjetij za distribucijo električne energije v Sloveniji — DES* uz sudjelovanje svih distributivnih poduzeća Jugoslavije, konstatiralo je, da u pogledu elektrifikacije ima još veoma mnogo neriješenih ili slabo riješenih problema, te mnogo pitanja bez odgovora.

Rješavanje pitanja koja prate seosku elektrifikaciju nije jednostavno. Elektrifikacija sela traži jasno precizirana i sistematska rješenja, koja ne ovise samo o našim elektrodistributivnim poduzećima, pa ni onda kada je u pitanju rentabilnost seoske mreže. Taj se problem ne može promatrati samo isključivo sa stanovišta elektrodistribucije, nego ga je potrebno tretirati sa šireg društvenog aspekta. Nije, naime, najveći problem čak ni u tome, što distributivna poduzeća ne pokrivaju



svoje troškove realizacijom prodaje električne energije na širokim seoskim područjima, nego je mnogo veća šteta u tome, što od te seoske elektrifikacije nema koristi onaj kome je namijenjena. Barem ne u većoj mjeri.

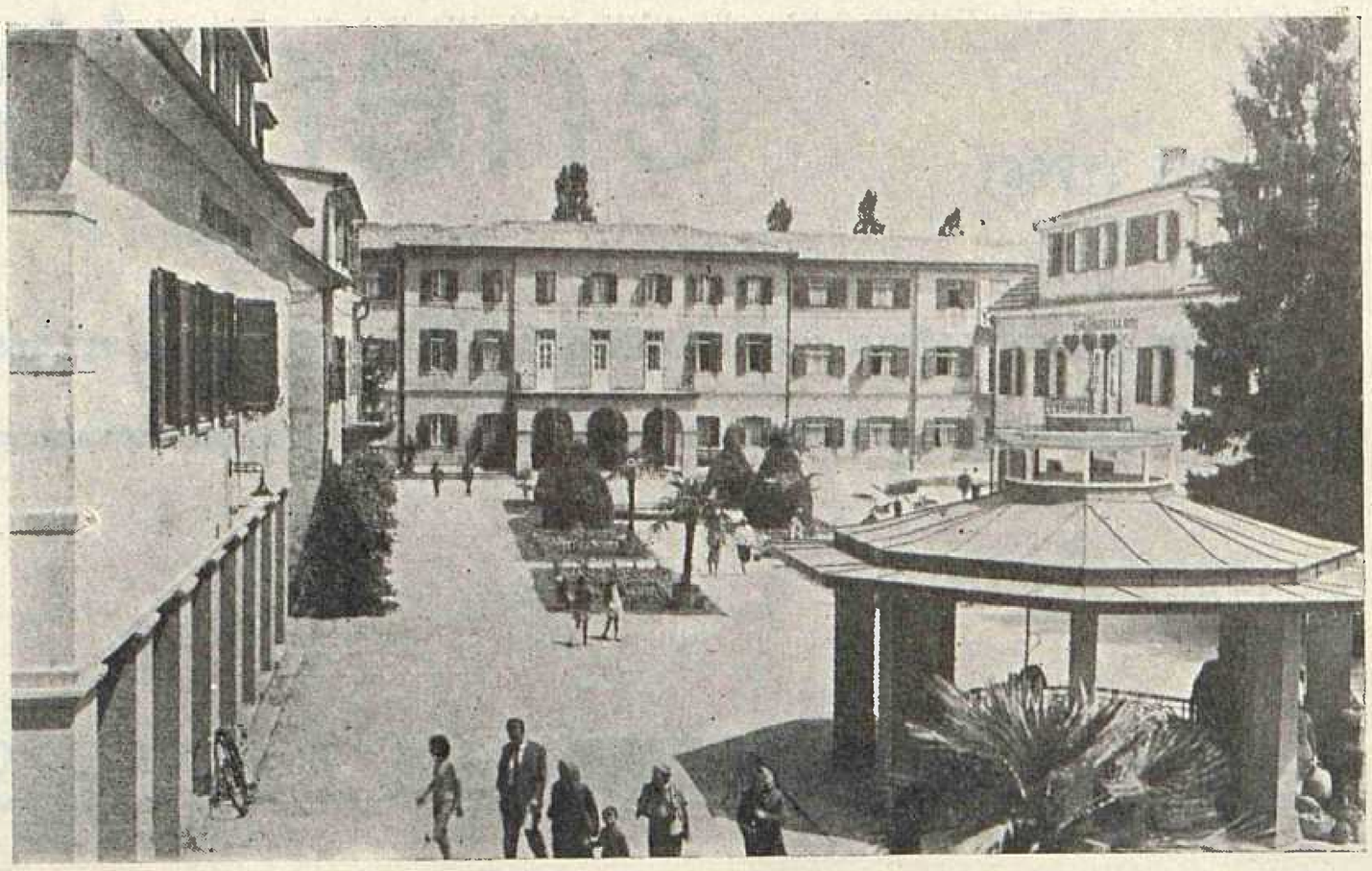
Rješenje treba tražiti u intenziviranju korištenja mreže, čime će se popravljati njezina rentabilnost i povećavati korist onih potrošača za koje je ta mreža bila sagrađena. Trebat će nastaviti još i daljnjom elektrifikacijom još neelektrificiranih područja, pa i onda kada ta elektrifikacija u prvi mah za elektrodistribuciju nije povoljna.

Korisnost takve elektrifikacije mora se neminovno promatrati kroz efekte općedruštvenog napretka, a cijena električne energije će se morati prilagođivati tako da distributivno poduzeće postepeno participira na većem dijelu ekonomskog efekta, koji podstiče potrošače na upotrebu električne energije sve dok ne dostigne realne troškovne cijene.

Određivanje te participacije krenulo je na bolje već kod utvrđivanja sadašnjih tarifa. Povećanom potrošnjom, uz postepeno korigiranje cijena, seoska će područja u skoroj budućnosti moći pokrivati sama sebe.

Janez Prelog

Savjetovanje o problemima seoske elektrifikacije u Slatini Radencima 28. i 29. travnja 1966.



Ljekovito kupalište Slatina Radenci

Život poljoprivrednog radnika, seljaka, nije lagan ni ugodan. Mučan je to i naporan posao, koji ne pozna ni sedamsatno ni osamsatno, ni skraćeno ni produženo radno vrijeme. Nisu rijetki dani, kada se počinje u 4 ujutro, a završava u 10 uveče. Seoske idile i ekloge opisane su i opjevane, doduše, u najljepšim bojama i u nebrojenim varijantama. I Vergil i Ovidije i Horacije, a iza njih plejade pjesnika i pisaca od «*Georgica*« do Reymontovih »*Seljaka*«*, rado su uzimali teme iz seoskoga života, no sve su to, uglavnom, lijepe priče, gledane uvijek iz udobnih i toplih soba.

Seljački život je težak, a seljački rad mukotrpan. Toga smo svi svjesni, pa i danas u eri vrhunske tehnike, koja je život čovjeka na zemlji nastojala olakšati do maksimuma; svjedoci smo neprekidnog bijega sa sela u gradove, u svim zemljama i svim narodima, bijega koji traži lakši i udobniji život, nego što je grbljenje na obradi zemlje.

»*Beatus ille, qui procul negotiis rura paterna bobus exercet suis...*« — Blago onomu koji daleko od državnih poslova očinska polja obrađuje svojim volovima — (Horacije Epod. 2) puka je idila.

Bitan uvjet većeg doprinosa u poljoprivredi, a time i povećanja seljakova životnog standarda, bio je oduvijek, a to je i danas, *veliko ulaganje rada.*

Nije, dakle, čudo, što se čovjek od pamtivijeka, svakako dovijao, da pronađe mogućnost, da si bilo kakovom mehanizacijom olakša taj tvrdi i žuljevit rad.

Čovječanstvo se povećava geometrijskom progresijom. Sve je više usta koja traže plodove zemlje, ali se na žalost površine plodne zemlje ne povećavaju uporedo s njima.

Rodnost zemlje povećava r a d, ali sama količina uloženoga rada ne može biti dovoljna za stvaranje one mase proizvoda i onog visokog kvaliteta, koji je čovječanstvu potreban. Od ogromnog je, dakle, značenja baš kvalitet toga rada. Taj rad mora biti stručan, discipliniran, realan, empirijski, ekonomičan i pun odgovornosti. Bez tih elemenata poljoprivredni je rad Sizifov posao, gdje će unatoč neizmjernih površina i cesto puta kraj ogromne mase ljudske radne snage, pojedini dijelovi čovječanstva — čemu smo i sami danas svjedoci — oskudijevati i gladovati.

Znanost je u posljednjih nekoliko decenija toliko napredovala, da je, naročito preko Organizacije ujedinjenih naroda, uložila ogromne napore za svladavanje poteškoća u opskrbi čovječanstva neophodno potrebnim živežnim namirnicama. Jedan kratak prikaz o naporima OUN, što ga malo dalje donosimo (vidi prikaz Vl. Zlokovića na str. 192 ovog broja) to nam najbolje potvrđuje.

Svijet dakle napreduje. Za posljednjih se je 50 godina industrija razvila do neslućenih visina. Najnovijim izumima nauka je čovjeku toliko olakšala rad na svim područjima ljudskoga života, da je čovjeka tako reći na svakom mjestu zamijenila, čak i eliminirala: sve je mehanizirano, sve automatizirano i čovjek više, štono riječ, ne treba ni prstom maknuti. Ponekad čak ni to: »*elektronski*« ga mozak čak i u tom pokušava nadomjestiti.

Na području obrade zemlje, u poljoprivredi, međutim izgleda, da ni elektronski mozgovi nisu daleko došli. Zemlja je još uvijek tvrda i suha i da bi rodila treba ju ne samo navodnjavati, nego i natapati, prema biblijskom proročanstvu, čak vlastitim znojem.

Ipak je u najnovije doba, nesumnjivo, i tu mnogo urađeno. Umjetna gnojiva, umjetna kiša, mehanizacija i e l e k t r i f i k a c i j a učinile su velik korak naprijed...

*

Pokušajmo razmotriti prilike kod nas u Hrvatskoj.

Prema statističkim podacima (Statistički bilten Saveznog zavoda za statistiku br. 263 od aprila 1963) živi u Hrvatskoj na individualnim seljačkim gospodarstvima 2,775.358 osoba, što čini 66% od ukupnog broja stanovništva u republici (4,218.000). Uvažimo li da je od toga broja djece, đaka i studenata 814.716 osoba, koji ne privređuju, ispada da je seljaka koji rade i zarađuju samo 1,960.642, (a zapravo je stvarne poljoprivredne radne snage 1,259.424).

---

* »*Seljaci*« (»*Chlopi*«) poljskog književnika Vladislava Reymonta priznati su kao najbolje djelo u svjetskoj literaturi o životu seljaka. Pisac je za nj dobio 1926. Nobelovu nagradu.

Kakve su bile prosječne zarade jednog poljoprivrednog radnika u Hrvatskoj u 1963. (i opet po statistici)? Iznosile su godišnje 260.000 starih dinara, što znači u prosjeku ni 22.000 mjesečno.

Nešto su bolje prilike onih poljoprivrednih radnika, koji su zaposleni u poljoprivrednim kombinatima, seljačkim radnim zadrugama i općim poljoprivrednim zadrugama. Tu se zarade u tzv. »čistoj« poljoprivrednoj djelatnosti kreću oko 33.000 dinara, a opći je prosjek (uključivši službenike, zanatske radnike i mehaničare i dr.) oko 41.000 dinara u Hrvatskoj, odnosno 48.800 u Sloveniji, a u drugim republikama 40.000 dinara i manje.

Ukupan broj seljačkih gospodarstava iznosio je te godine u Hrvatskoj 654.000 sa prosječno 4,3 člana obitelji svako.

Uz prosječnu zaradu od spomenutih 22.000 dinara mjesečno, kako je mogao izgledati životni standard jedne takove obitelji, pogotovo ako uvažimo da je od tih 654 tisuće gospodarstava njih 506 tisuća živjelo na zemljištu do 5 hektara, 121 tisuću do 10 hektara, a samo 27 tisuća je imalo preko 10 hektara zemlje.

Od tih 654 tisuće gospodarstava imalo je uvedenu elektriku, što kod nas već smatramo boljim životnim standardom, samo 309 tisuća, dakle manje od polovice. U tih 309 tisuća elektrificiranih seljačkih gospodarstava živjelo je otprilike 1,300.000 osoba, a godišnji je njihov potrošak iznosio 45,600.000 kWh ili 36 kWh po osobi, a to je zaista minimum od minimuma.

Društveni proizvod iznosio je u cijeloj Hrvatskoj godišnje po jednom zaposlenom:

— u seljačkim radnim zadrugama	1,737.000 dinara
— u poljoprivrednim industrijskim kombinatima	1,613.000 dinara
— u općim poljoprivrednim zadrugama	1,368.000 dinara
— u ostalim čisto individualnim gospodarstvima	330.000 dinara

To su konstatacije utvrđene statističkim podacima.

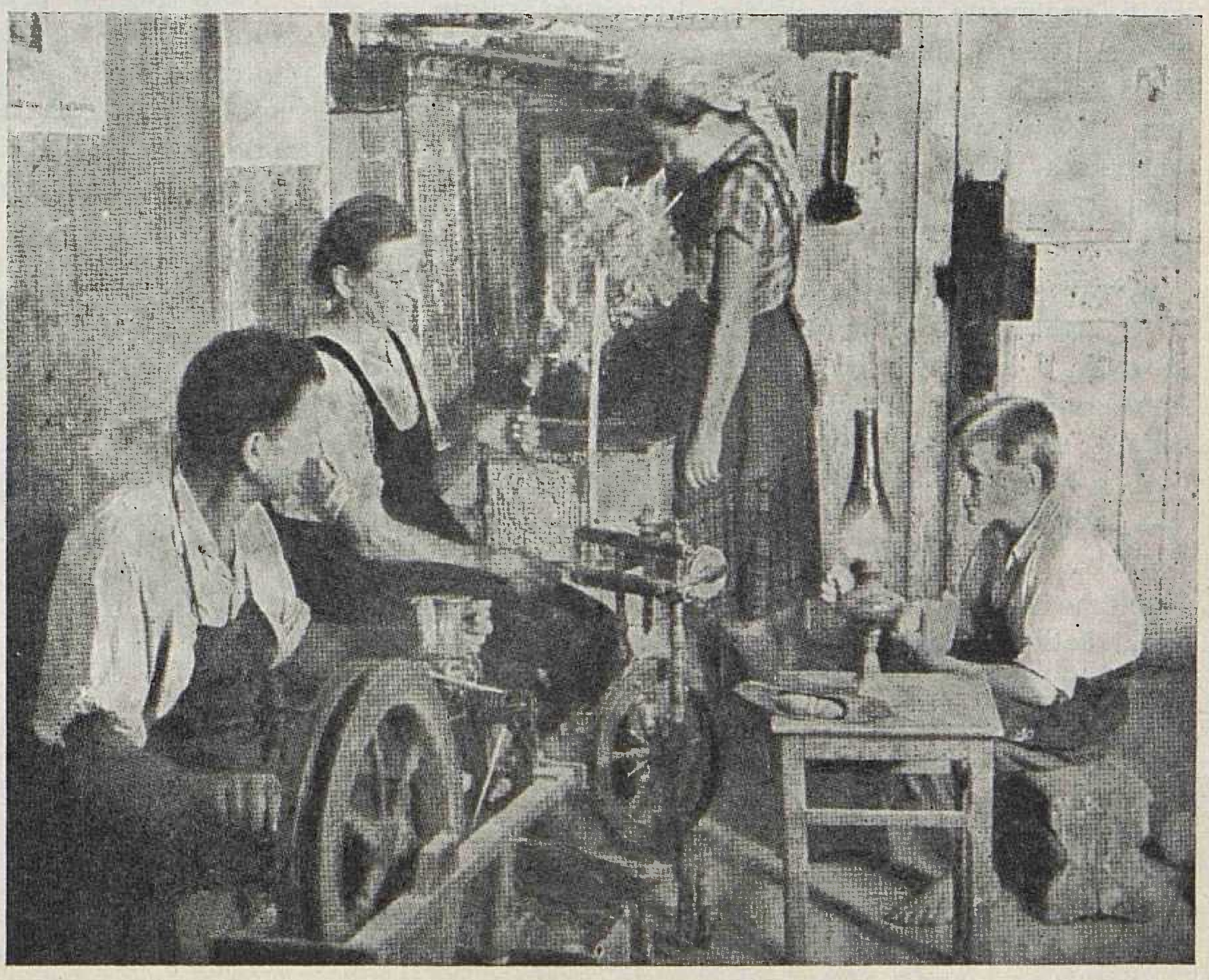
Konstatiravši te stvarnosti pokušajmo razmotriti drugi jedan slučaj. Kako živi jedan takav poljoprivredni radnik, seljak, u drugoj nekoj zemlji. Na primjer u Nizozemskoj, koja ne obiluje oranicama i nepreglednim ravnicama sa zemljom crnicom. Sjedinjene američke države, poznate po vanredno visokom životnom standardu seljaka (farmera) hotimice ne uzimamo za primjer.

Nizozemska ili Holandija poznata je po tome što je tamo zemlja u pravom smislu riječi otimana od mora: ona je bila morsko dno, najvećim dijelom pjeskovito, gdje kopajući samo malo dublje nailaziš na slanu vodu. Kad ne bi bilo brojnih nasipa i crpki najveći bi dio zemlje bio trajno izvrgnut morskim poplavama.

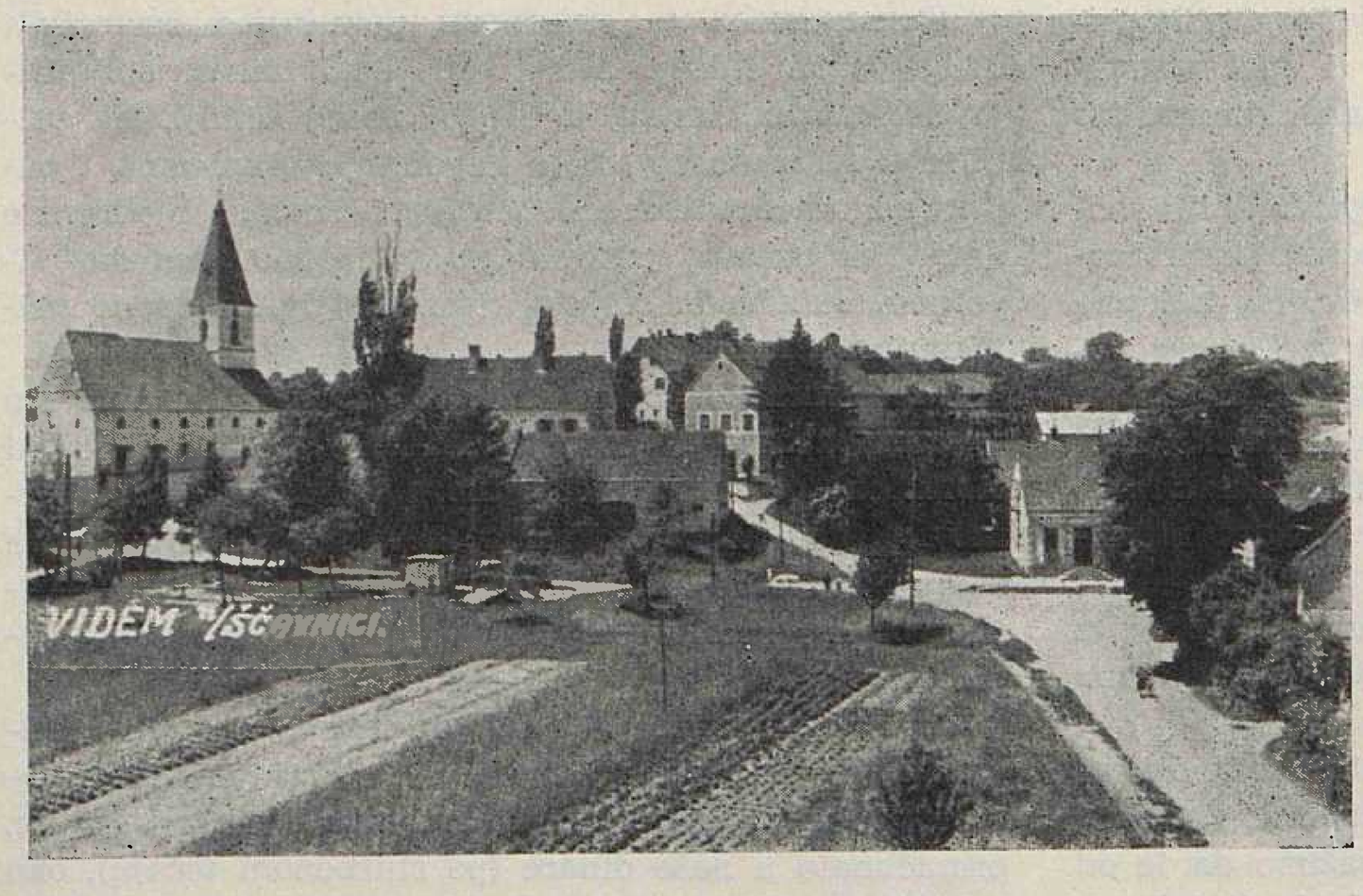
A ipak je opće poznato, da nizozemski poljoprivredni radnik, seljak, iza američkog ima najviši osobni dohodak na svijetu. Dok američki seljak zarađuje, preračunato u naše dinare (po službenom tečaju), oko 5 milijuna dinara godišnje, nizozemski seljak dobiva skoro 4 i pol milijuna dinara. Riječ je o »stalno zaposlenom poljoprivrednom radniku« u 1964. godini. To znači za Amerikanca 420 tisuća a za Nizozemca 375 tisuća dinara mjesečno. Sa 22 tisuće dinara neto osobnog primanja mjesečno našega seljaka bilo bi nezgodno to uopće uspoređivati.

Međutim što radi Nizozemac?

Nijedna zemlja na svijetu ne upotrebljava toliko umjetnih gnojiva i kemijskih sredstava koliko Nizozemska: 126 kg azotata, 53 kg fosfata, 64 kg potaše sipa se godišnje na svaki hektar zemlje. (U Hrvatskoj svih umjetnih gnojiva zajedno 103 kg po hektaru). Omjeri i količine mijenjaju se skoro svake godine na osnovu rezultata postignutih analizom zemljišta, pa čak i atmosferskih prilika. Nizozemska je poljoprivreda jedan ogroman laboratorij u kome nije ništa prepušteno slučaju.



Sl. 1. Večer uz petrolejku u seljačkoj kući



Sl. 2. Videm ob Ščavnici, gdje je otvoreno Savjetovanje o elektrifikaciji poljoprivrede

Evo količina glavnih poljoprivrednih proizvoda u Nizozemskoj (brojke u zgradama odnose se na Jugoslaviju):

Pšenice 4710 kg (3040) — raži ili ječma 3370 kg (2660) — krumpira 33000 kg (14700) — šećerne repe 49000 kg (33200) — sve to po jednom hektaru.

Svaka krava muzara daje u Nizozemskoj godišnje prosječno 4200 (2094) litara mlijeka sa 3,82% masnoća. Nizozemske brojke predstavljaju svjetske maksimume. Čak i kokoši nose u Nizozemskoj više jaja godišnje, negoli u drugim zemljama: 203 komada ili 4 jaja sedmično dok je drugdje prosjek 86 jaja za 12 mjeseci.

I konačno i za one poljoprivredne proizvode za koje zbog blijedog sunca, unatoč dobre volje i umjetnih gnojiva nema mogućnosti da dovoljno sazriju, Nizozemci su našli rješenje: u sedamdeset četvornih kilometara staklenika, većim dijelom električno grijanih, proizvode grožđe, rajčice, krastavce, salate, orhideje. Nizozemske rajčice pojavljuju se na evropskom tržištu prije onih, koje dozrijevaju na južnjačkom talijanskom suncu. Svježe grožđe iz holandskih staklenika može se na Božić naći u povrćarnama ne samo Amsterdama, nego i Pariza, Torina, Milana i Rima.

Čemu se ima sve to zahvaliti?

U zemlji, tako reći, bez sunca, sa preko 200 maglovitih i kišovitih dana, gdje živi najgušće naseljeno pučanstvo, brojke o tolikom blagostanju radnika i seljaka izgledaju nevjerojatnom zagonetkom.

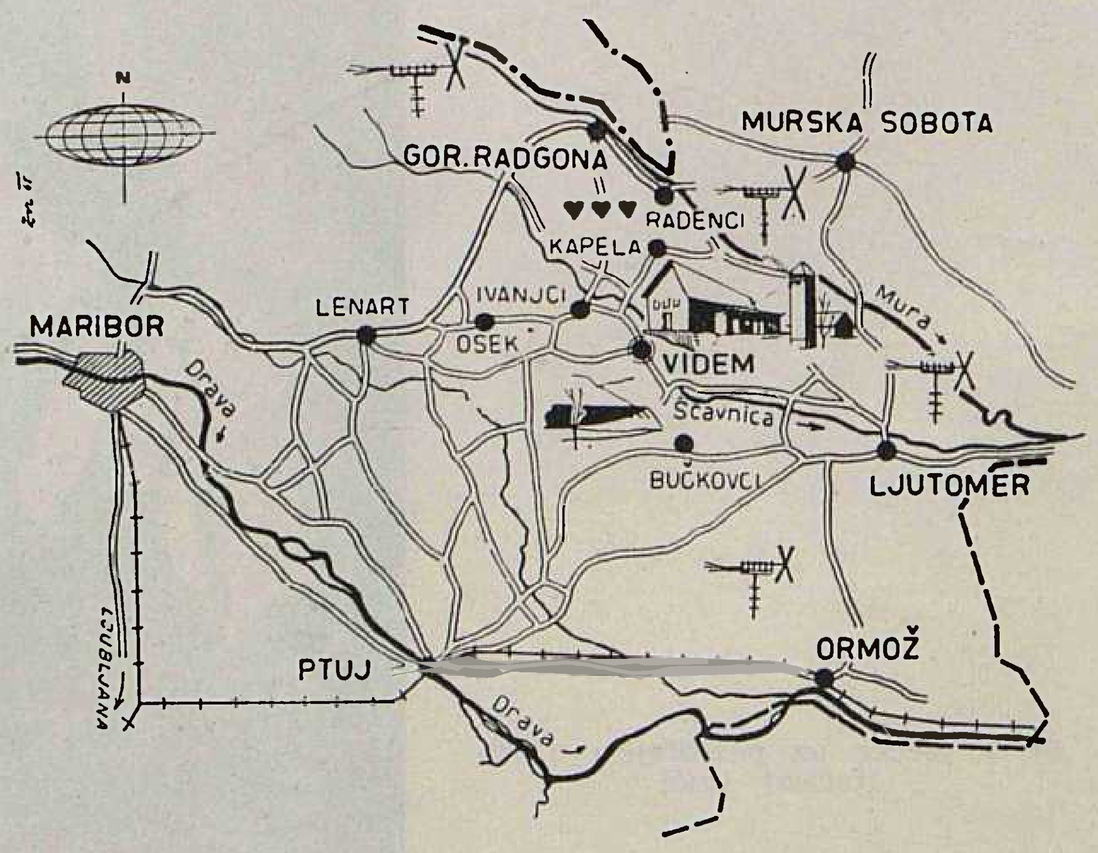
I u našoj i u ostalim zemljama trebali bi odlučujući kompetentni faktori da se nad tom zagonetkom zamisle.

Nama se, međutim, čini da je stvar sasvim jasna: svaki četvorni metar zemlje tamo se podvrgava trajnim analitičkim ispitivanjima stručnjaka sa poljoprivrednog fakulteta u Wageningenu, poznatom kao najboljem na svijetu. Seljak tako saznaje matematičkom preciznošću — i to besplatno! — koja je kultura na njegovom zemljištu najpodesnija i najrentabilnija.

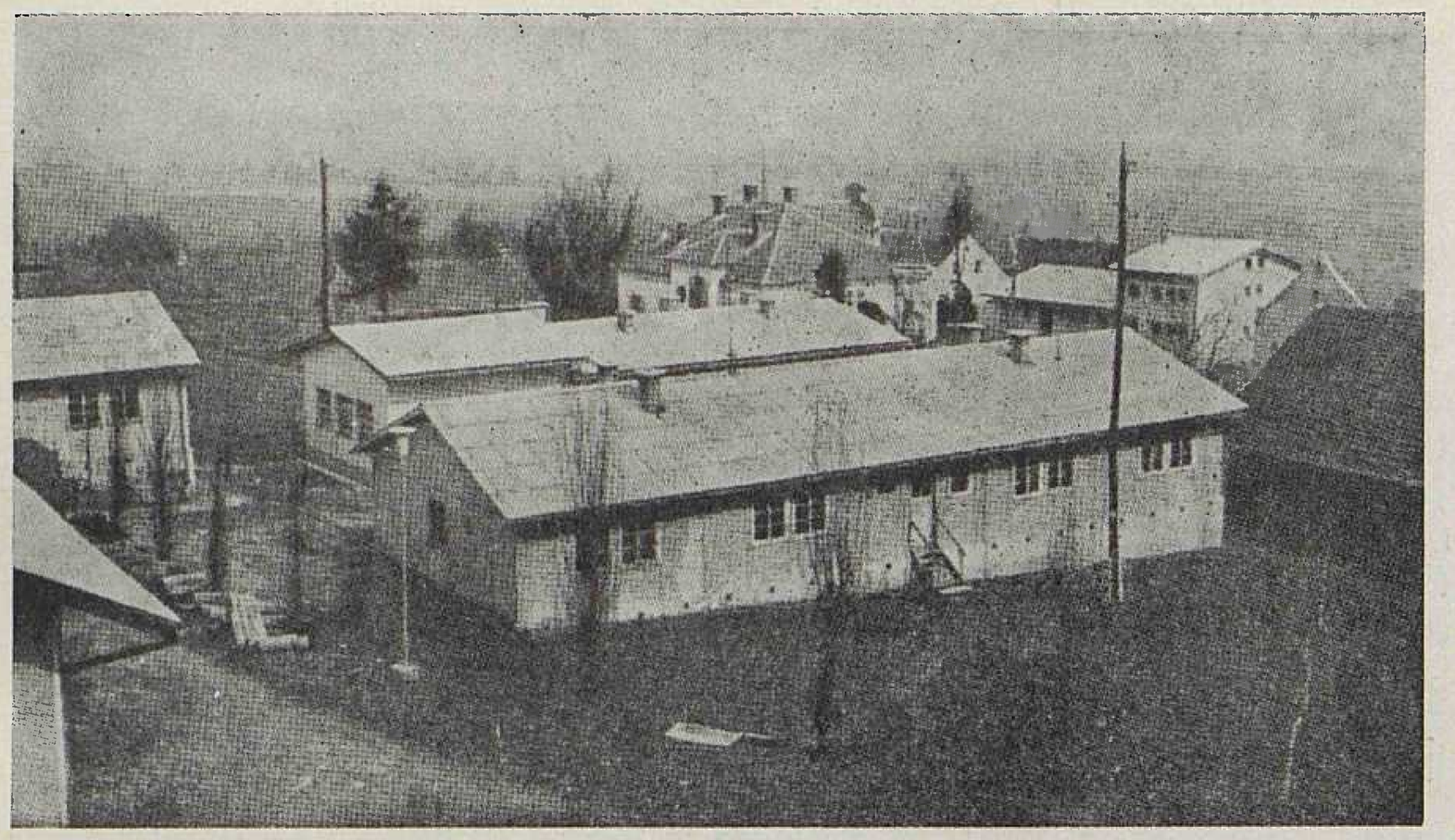
S druge strane postoje laboratoriji i eksperimentalne stanice u kojima se svako novo sjeme ili biljka ispituje i poboljšava: u tu svrhu naročito postavljeni savjetnici »Nacionalne službe za unapređenje poljoprivrede« sa čitavim nizom veoma rasprostranjene mreže publikacija brinu se da upoznaju vlasnike zemljišta s najnovijim rezultatima ispitivanja i novostima.

U Nizozemskoj nema seljaka, koji svake sedmice ne prima stanoviti broj stručnih publikacija, koje proučava i koje ga uvijek potiču na poboljšanje vlastite obrade zemlje i vlastitih kultura, na uvođenje novih sredstava i uređaja, novih strojeva, novih vrsta gnojiva, najdjelotvornijeg načina sjetve i žetve, odnosno sađenja, gajenja i berbe. U Nizozemskoj se ne gaji ono što se ne isplaćuje. Seljak je shvatio da mu se ponekad ne isplati da sam sije salatu iza svoje kuće, ako mu je taj komadić zemlje prikladniji i unosniji za sadnju luka: treba li salate on će je kupiti. Autarhični vrtić kod njega ne postoji.

Tako su, na primjer, Nizozemci još 1880. godine ustanovili da im bolje odgovara uvoziti cerealije za prehranu stoke iz Amerike, negoli da najveći dio svoje skupocjene zemlje zasiju žitaricama, kako se to do tada činilo. Od raži i ječma, zobi i kukuruza oslobođena zemlja donosila je daleko više, kada su



Sl. 3. Pomurje



Sl. 4. Objekti Zavoda za primjenu električne energije u seoskom gospodarstvu u Vidmu ob Ščavnici

je zasijali šećernom repom ili zasadili krumpirom. Gajiti onu kulturu zemlje, koja im najbolje odgovara.

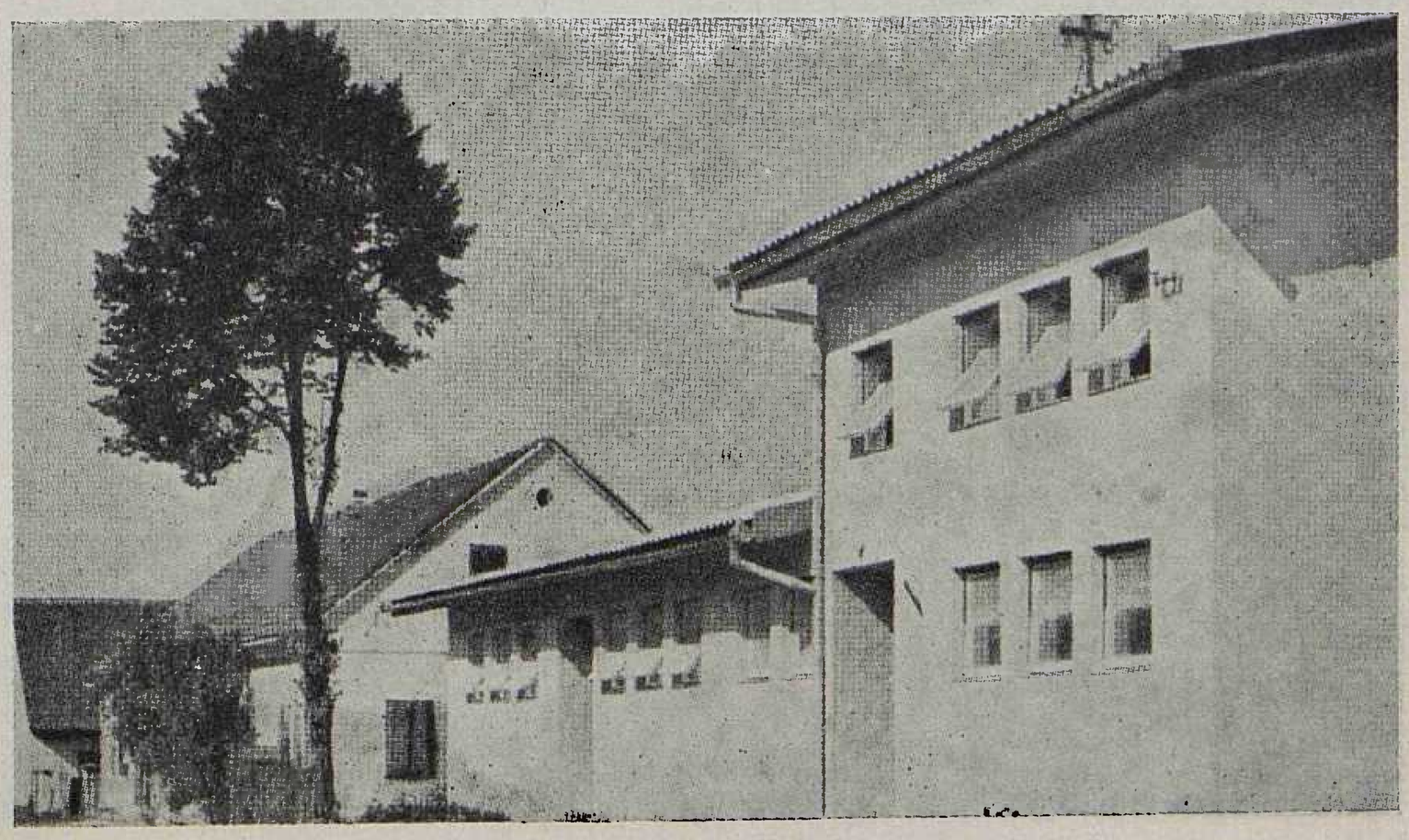
I još jedan princip na kome se osniva poljoprivredna industrija Nizozemske: raspodjela zemljišta na najrazumniji način i njegovo grupiranje tako da zemljoradniku bude pristup do njega lagan i isto tako njegovo korištenje. To je bitka u kojoj su angažirani i privatnici i država i u koju se ulažu deseci i deseci milijardi holandskih forinti. Nizozemska je ravna, to znamo, ali je ispresijecana nevjerojatno velikim brojem kanala i kanalića, nasipa i cesta, koji predstavljaju isto toliki broj zapreka za seljaka. Naslijeđena rasparčanost zemlje, kao i kod nas, razbila je posjede.

Na zahtjev samih vlasnika država studira projekte za ponovno »ujedinjavanje«: trasira idealne ceste, zatrpava jedne, a probija druge kanale, preporuča zamjenu pojedinih čestica zemlje među seljacima, sugerira preuzimanje, pa i sama kupuje zemljišta, koja su napustili ljudi, koji su otišli sa sela u grad (seosko je stanovništvo u zadnjih 35 godina spalo od 30% na svega 9% ukupnog pučanstva).

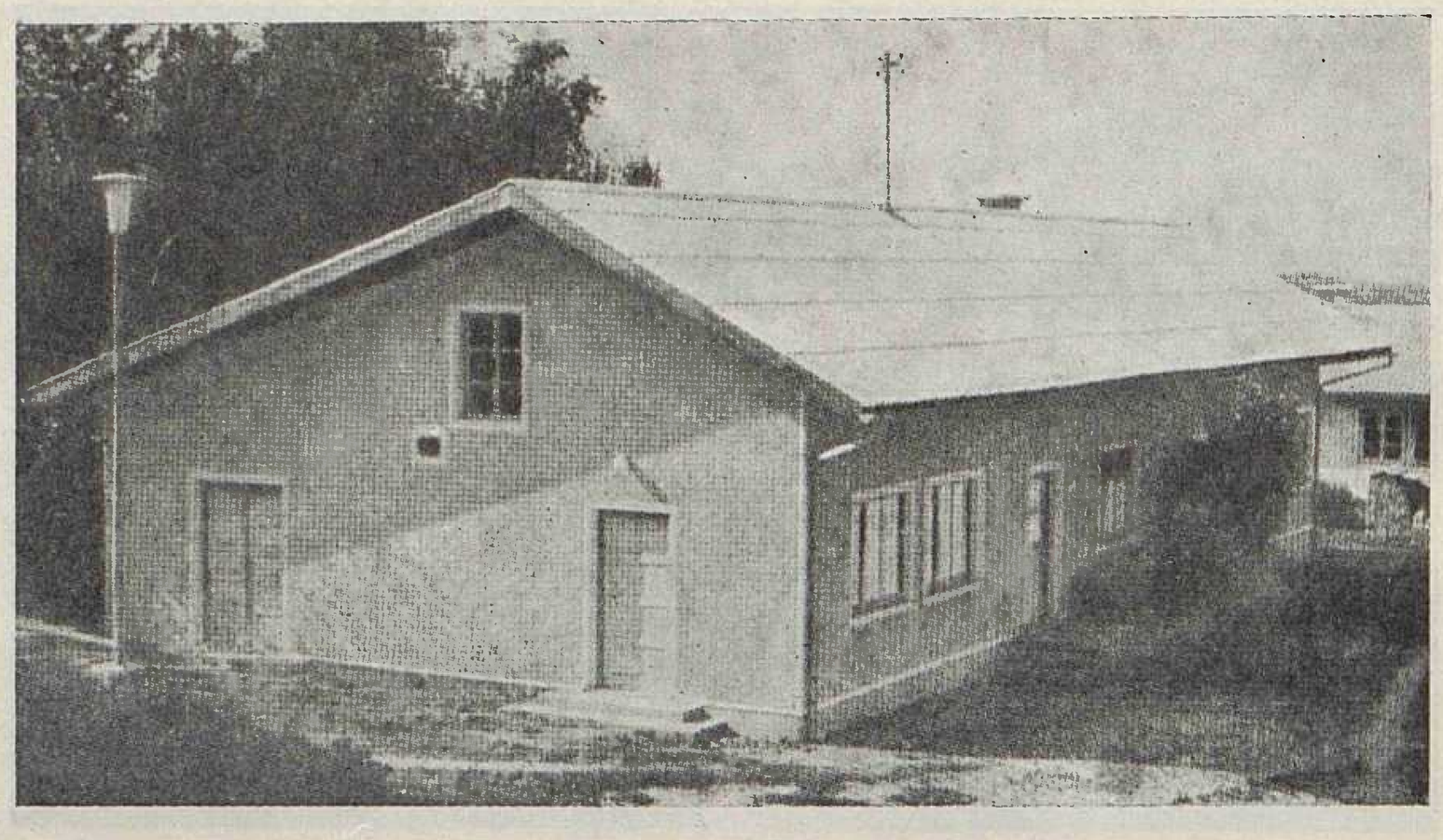
Da bi se to preuzimanje i kupovanje napuštenih zemljišta moglo ostvariti daju i država i zadružne kreditne organizacije (u čitavoj ih zemlji ima 1300, koje su stvorili sami poljoprivrednici, koji u njih ulažu svoje uštedevine!) dugoročne kredite.

A u novom projektu, koji nerijetko dobiva gigantske dimenzije (momentano je upravo u toku pretvorba 200 tisuća hektara zemlje) Nizozemac ne zaboravlja niti vanjski izgled pejsaža, igrališta za seosku djecu, parkove, puteve i ceste sa dvostrukim smjerovima i dr.

Rad u poljima je mehaniziran do krajnosti: nekoliko brojaka je potrebno navesti, da bi se bolje shvatilo kako je uspjelo preobraziti nizozemsku poljoprivredu u industrijsku. Praktično nema gospodarstva bez kompletne mehanizacije. Ako seljak kojim slučajem bilo kojeg stroja nema on će ga bez daljnjega moći posuditi od zadruge u kojoj je učlanjen. Općenito na svakih 10 hektara zemlje dolazi jedan traktor, na svakih 100 hektara zemlje pod žitaricama jedan kombajn, na svakih 25 krava jedna električna muzilica. Postoji, drugim riječima, čitava vojska strojeva i uređaja, koji seljaka oslobađaju tvrdog robovanja seljačkom fizičkom radu i koja mu pomažu da poveća rentabilnost zemlje, a vrijeme koje je inače potrebno za obradu jednog hektara da osjetljivo skrati.



Sl. 5. Zgrade sa zajedničkim kupaonicama i praonicom rublja



Sl. 6. Zajednička hladnjača

Elektrifikacija poljoprivrede tamo je provedena stopostotno u svim njezinim oblicima.

. . . . . .

Ovaj umetak možda baš i ne bi spadao u prikaz savjetovanja elektrodistributivnih poduzeća o našoj seoskoj elektrifikaciji. Smatramo ipak, da je to potrebno znati, jer »riječi odlijeću, a primjeri privlače«. I zašto ne bi znali, da u toj Nizozemskoj sa neobično škrtom i prirodno siromašnom zemljom, 9% pučanstva zaposlenog u poljoprivredi, vuče 11% sveukupnog nacionalnog dohotka . . .

*

Savjetovanje elektrodistributivnih poduzeća održano 28. i 29. travnja 1966. u Slatini Radencima, odvijalo se ovako:

Četvrtak 28. travnja

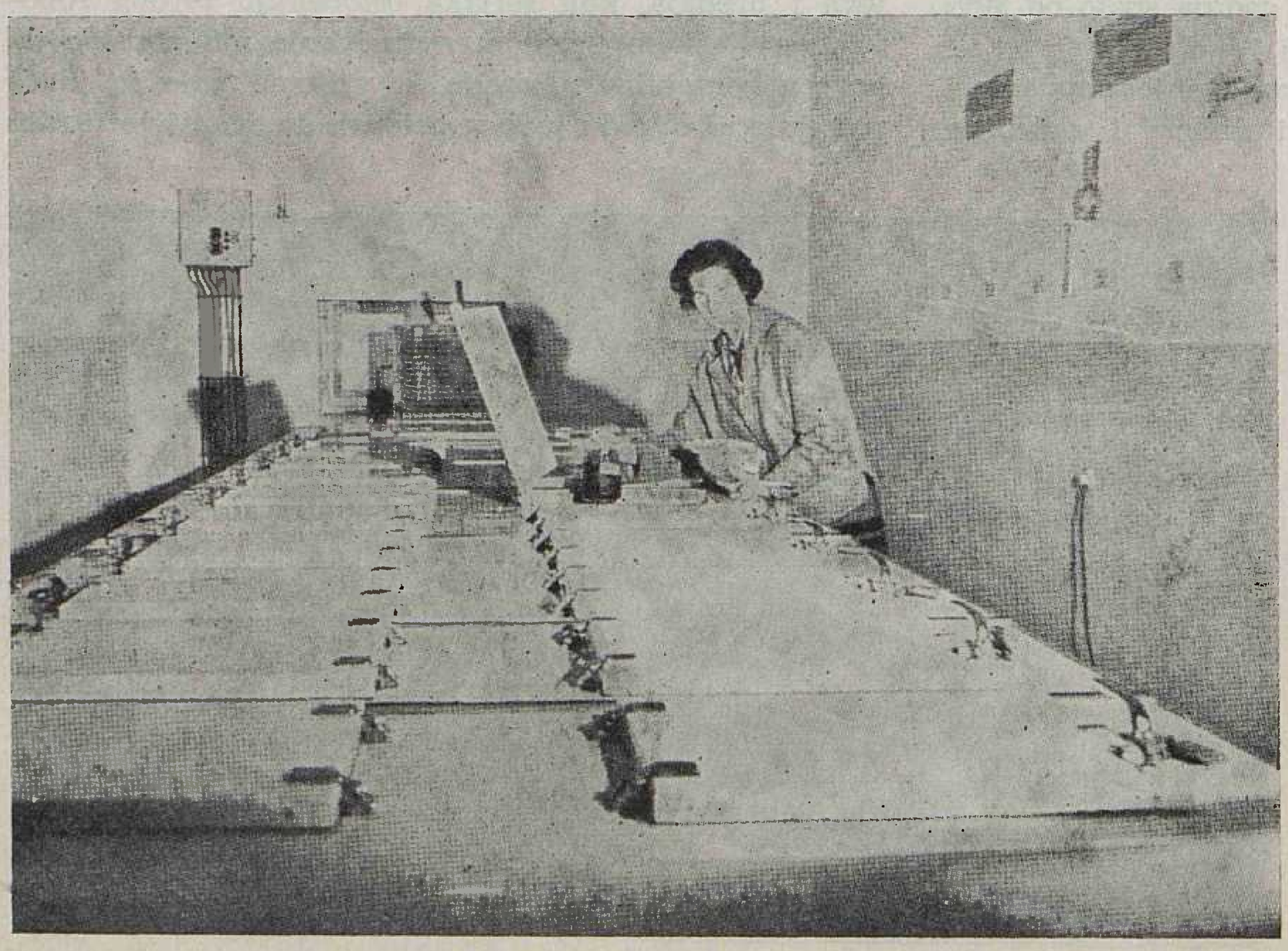
— u 8 sati odlazak autobusima iz Slatine Radenci u »Zavod za proučavanje elektrifikacije v kmetijstvu« u Videm ob Ščavnici (5 km udaljeno od Slatine Radenci)
— u 9 sati početak savjetovanja u kino dvorani u Vidmu ob Ščavnici, izbor radnog predsjedništva i komisije za zaključke, zatim dva referata.
— u 11,30 sati razgledavanje objekata Zavoda i za tu priliku otvorene izložbe slovenskog slikara Kumara.
— u 12 sati povratak u Slatinu Radenci.
— u 17 sati nastavak savjetovanja u prostorijama Zdravilišča Slatina Radenci
— u 19 sati prikazivanje domaćih i stranih filmova o primjeni električne energije u poljoprivredi.

Petak 29. travnja

— u 8 sati referati, zatim diskusija i na koncu zaključci
— u 16 sati razgledavanje električnih uređaja na poljoprivrednom dobru u Kapeli
— u 18 sati završetak savjetovanja i povratak u Maribor.

Savjetovanje je bilo dobro organizirano brigom poduzeća Elektro-Maribor, koje je učesnicima u svakom pogledu izlazilo u susret. Evo kako je otprilike teklo:

Savjetovanje je, prema programu, počelo u kinodvorani u malom selu Videm ob Ščavnici. Prije početka savjetovanja učesnike je dočekao predstavnik toga kraja i uporni pobornik elektrifikacije sela i poljoprivrede ne samo u Sloveniji, nego i u cijeloj zemlji, nekadašnji narodni poslanik u Saveznoj narodnoj skupštini *Ivan Kreft*, koji je rekao:



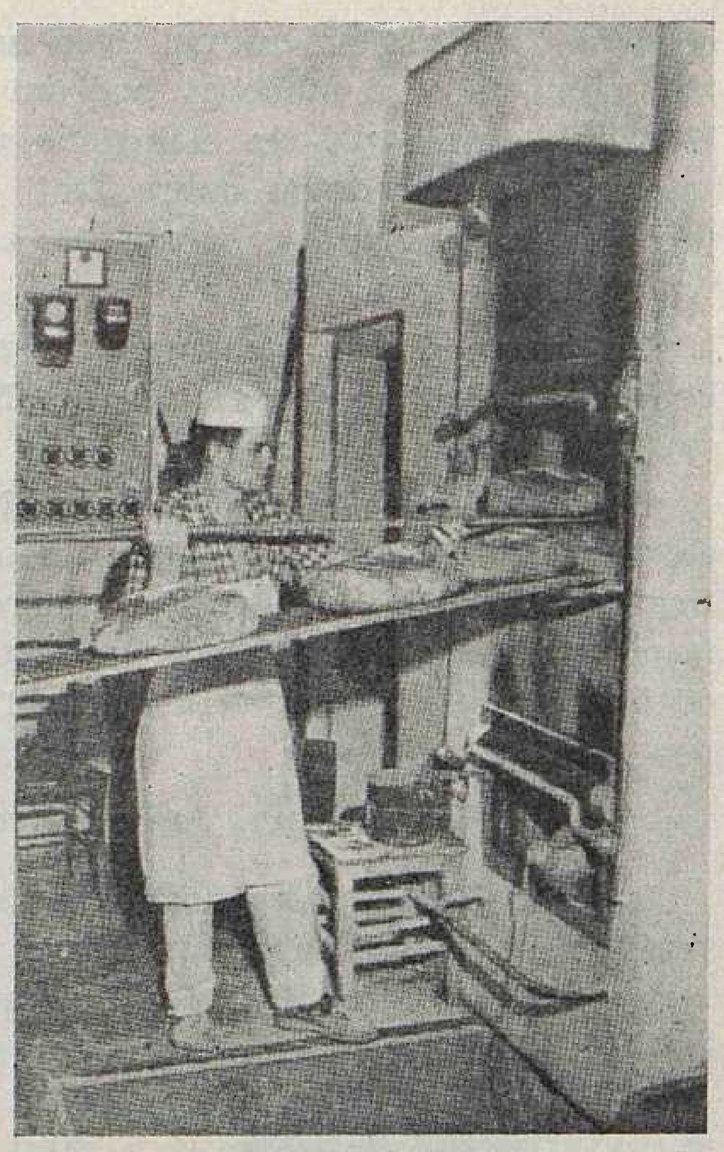
Sl. 7. Unutrašnjost zajedničke hladnjače i smrzavaonice — svako domaćinstvo ima svoj hladionik

»Iako je velikoj većini nas ovo prvi susret, mi smo već dugi niz godina suradnici, povezani istom mišlju i istim nastojanjima. Kažem vam to kao jedan od propagatora elektrifikacije ne samo moga rodnoga zavičaja, nego i cijele naše zemlje, jer sam uvijek bio svjestan, da je elektrifikacija, i to potpuna elektrifikacija, svakog našeg doma, jedini uvjet napretka i ljepše budućnosti našega naroda i naše zemlje. Boreći se da to postignemo, ja sam obišao sve krajeve naše domovine, sve naše republike.

O tome sam nekada i pisao i govorio, naročito na zasjedanjima Savezne narodne skupštine čiji sam bio član. Moje veze s elektroprivredom, konkretno baš u distribuciji, nisu od jučer. Ja sam — da spomenem samo jedan slučaj — već prije deset godina, tačnije na dan 27 decembra 1956. prigodom pretresanja društvenog plana za 1957. podnio tri amandmana na zakon, koji je trebalo prihvatiti. Sva su se tri odnosila na elektroprivredu, bolje na distribuciju električne energije. Dva su od njih, i to ona koja su zahtijevala da se ukine porez od 50% na dohodak elektrodistributivnih poduzeća, prihvaćena. Svrha mi je bila da elektrodistribuciji ostane što više sredstava za proširenu reprodukciju. To je bilo i postignuto.

Elektroprivredna poduzeća Slovenije odvojila su tom prilikom jedan mali dio od federacije im odstupljenih sredstava za razvoj seoske elektrifikacije. Iz tih je sredstava bio tada ustanovljen i ovaj ogledni elektrifikacioni centar u čijem se domu mi sada nalazimo. Svrha mu je da zorno prikaže kako treba provoditi elektrifikaciju u poljoprivredi, kakvi će biti rezultati i kako će se oni odraziti na životni standard našeg sela, koje je — priznajmo — još uvijek daleko zaostalo.«

Iza toga se drug Kreft osvrnuo i na napore, koji su učinjeni da se osnuje i ogledni centar općerepubličkog značaja u Šatornji u Srbiji, sa potpunom i kompletnom opremom. Za centar u Šatornji dala je svoj doprinos i Tehnička pomoć Organizacije ujedinjenih naroda. Kako se međutim šire glasovi, rekao je Kreft, da bi se centar u Šatornji imao likvidirati,



Sl. 9. Električna akumulaciona krušna peć

mišljenja sam, da bi se onom opremom mogao dopuniti ovaj centar u Vidmu, koji kako vidimo veoma lijepo i korisno djeluje već niz godina i živi je primjer kako treba da izgleda jedno elektrificirano selo.

U svom je govoru drug Kreft izrazio želju za ponovnim sastankom elektroprivrednika na ovom mjestu, ali drugi put zajedno s predstavnicima elektroprivrednika iz susjednih zemalja, Austrije, Italije, Madžarske, Bugarske i Rumunjske, s kojima održavamo vrlo dobre susjedske odnose, pa da s njima ovdje izmijenimo iskustva. Tu su želju izrazili i predstavnici Lužičkih Srba, koji su nedavno ovdje boravili i spontano donijeli taj prijedlog.

Drug Kreft, koji je — iako sam nije elektroprivrednik po struci — za čitavo vrijeme trajanja savjetovanja bio među učesnicima i pažljivo pratio sve



Sl. 8. Zajednička električna praonica i sušionica rublja

referate i diskusiju o njima, uveo nas je na rastanku kao domaćin i u moderni podrum u bližnjem selu Kapela da nam pokaže električne uređaje na tamošnjem poljoprivrednom dobru, koji je također rezultat njegovih napora i zalaganja za napredak toga vinorodnoga kraja.

Iza druga Krefta pozdravio je prisutne drug Sakelšek, direktor poduzeća Elektro-Maribor, koji je službeno otvorio zasjedanje.

Radno predsjedništvo sačinjavali su drugovi iz elektrodistributivnih poduzeća Beograda, Sarajeva, Zagreba, Ljubljane i Maribora. Predsjednikom radnoga predsjedništva izabran je ing. Janez Hrovatin od Poslovnog udruženja DES Ljubljana.

Izlaganje ing. Janeza Hrovatina

Istaknuvši svrhu i važnost ovoga savjetovanja elektrodistribucije baš na ovom mjestu i u ovo vrijeme, vrijeme najavljenih reformi u privredi, on je rekao:

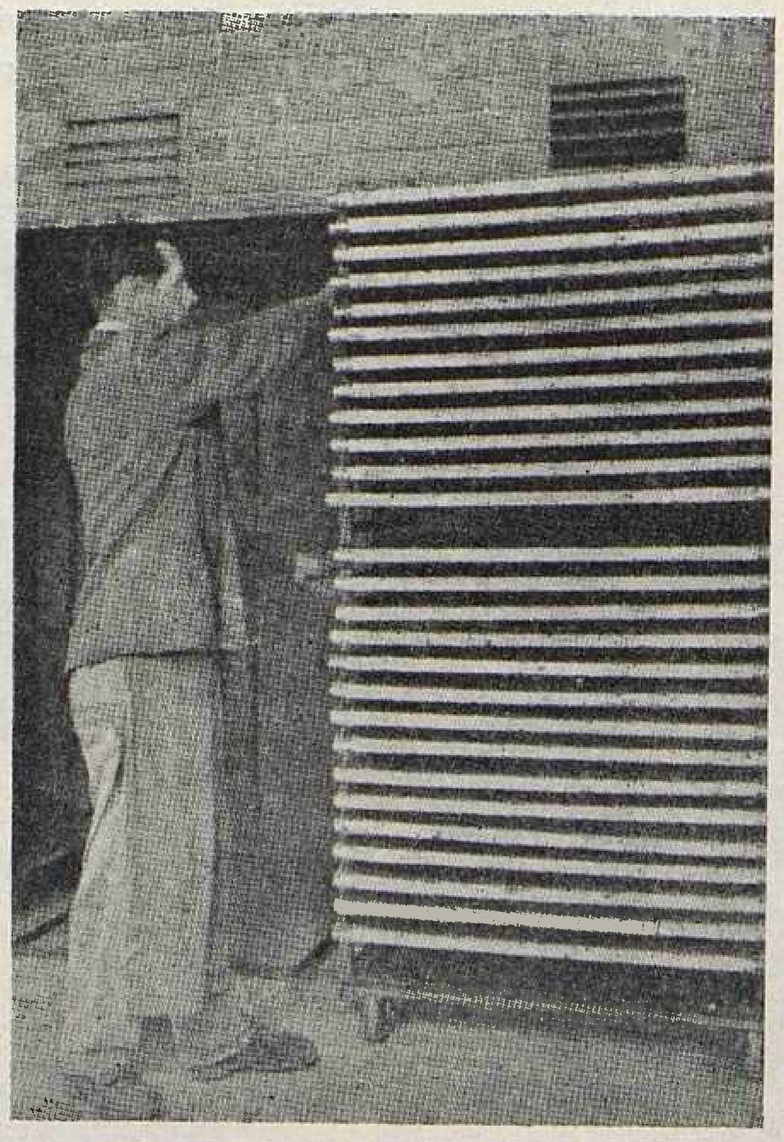


Kod realizacije principa privredne reforme polažemo sve veću pažnju na što ekonomičnije korištenje postojećih elektroenergetskih objekata. Jako dinamični dijagrami opterećenja distributivne mreže ukazuju na vrlo loše korištenje postojećih distributivnih objekata koje je u mnogim seoskim područjima manje od 20 %. Na veće korištenje ovih unutrašnjih rezervi sama distribucija ne može direktno utjecati. Većina seoskih mreža je nerentabilna, pa bi morali na osnovu troškovnog principa povisiti cijene električnoj energiji na ovim područjima. Rezultat poskupljenja možemo već sada ocijeniti: postigli bi veći ili manji pad potrošnje, a naša postrojenja bila bi većinom još lošije iskorištena.

Jedan od načina rješavanja problema pomoću cijena električne energije bio bi u promjeni strukture cijene uz plaćanje doprinosa za snagu, koji bi trebao imati značajnu ulogu u odnosu na cijenu električne energije. Ova promjena strukture cijene bila bi u skladu s troškovnim principom i imala bi utjecaj na ekonomičnije korištenje distributivne mreže, ali ipak je možemo smatrati samo kao jednu od mjera, koje moramo poduzeti u rješavanju ovog problema. U našim razmatranjima moramo polaziti od važne činjenice, da je potrošnja električne energije u seoskim predjelima samo posljedica razvijenosti ili nerazvijenosti poljoprivredne djelatnosti pa i standarda seoskog stanovništva. Pred nama se otvara širi problem na koji kao isporučioci električne energije nemamo isključiv i odlučujući utjecaj. Daljnja politika razvoja poljoprivredne djelatnosti u seoskim područjima dat će konkretnije smjernice za elektrifikaciju još neelektrificiranih područja.

Kod proširivanja elektrifikacije trebalo bi voditi računa i o prednostima koje se ne mogu sagledati kroz direktne ekonomske računice. Ovdje mislim na izvore informacija i druge mogućnosti koje otvara elektrifikacija stanovništvu u raštrkanim seoskim područjima i koje su bile u našem poslijeratnom razvitku glavni faktor koji je utjecao na jaku i intenzivnu elektrifikaciju.

Kao isporučilac električne energije, distribucija dakle nema isključiv utjecaj na proširivanje potrošnje električne energije i ekonomično korištenje svojih kapaciteta. Ali ipak možemo barem djelomično, i to u okviru danog stanja razvoja seoske djelatnosti, utjecati na racionalno korišćenje električne energije i proširivanje njene upotrebe. Problem seoske mreže uočila je elektroprivreda već ranije. Za što intenzivnije rješavanje ove problematike formirala je službu potrošača koja je pružala potrošačima stručnu pomoć i ukazivala na mogućnost upotrebe pojedinih električnih aparata i na radove koje je moguće racionalno izvršavati pomoću električnih uređaja. Ovaj problem ne postoji samo u našoj zemlji, već je više ili manje aktuelan i u drugim zemljama sa višim nivoom razvijenosti privrede. U Sloveniji bio je u tom pravcu formiran poseban centar ovdje u Vidmu ob Ščavnici koji radi isključivo na proširivanju ekonomske upotrebe električne energije u seoskim prilikama i potrebama. O našoj i inostranoj praksi rada na ovom području i o problemima distribucije bit će govora u referatima ovog savjetovanja. Problematika ekonomske upotrebe električne energije u seoskim područjima bila je više puta predmet referata koji su bili pripremljeni kao materijal za različita savjetovanja. Na žalost ova je problematika na dosadašnjim savjetovanjima zbog aktuelnosti drugih pitanja, ostala više ili manje neobrađena. Zbog toga smo u pro-



Sl. 10. Električna sušionica voća



Sl. 11. Na satu obuke o primjeni električne energije u kućanstvu

gram ovog savjetovanja uključili i dva najinteresantnija referata iz ranijih savjetovanja distribucije, jer smatramo da mogu biti na ovom savjetovanju detaljno obrađena.

Problematika koja je pred nama, je problematika distributivne mreže sa neintenzivnom potrošnjom, koja predstavlja potencijalne teškoće u pravcu racionalnog distribuiranja električne energije i baš zbog toga zahtijeva našu naročitu pažnju.

Iza ing. Janeza Hrovatina prvi je referat održao ing. Janez Novak iz Ljubljane, a drugi Stane Iršič od poduzeća Elektro-Maribor.

Nakon održanih dvaju referata svi su se učesnici uputili na pregledavanje Zavoda i njegovih uređaja.

Cijelo selo jedan električni uređaj

Zašto baš u Pomurju?

U poljoprivrednom gospodarstvu radove na polju obavlja stroj s unutrašnjim sagorijevanjem. U gospodarskim zgradama, u seljačkim dvorištima, u kući i kuhinji to čine električni strojevi i aparati. Tri četvrtine kućnih poslova otpada na kućanstvo: kuhanje, pranje rublja, glačanje, pospremanje i čišćenje, mužnja, hranidba sitne stoke, svinja i kokoši i, na žalost na posljednjem mjestu, odgoj djece.

Sav je taj rad naporan i traži mnogo vremena tako da npr. žena domaćica uopće ne zna za odmor. Od časa kad se ujutro digne, a to je vrlo rano, čim zadâni, pa do kasno u noć ona je tako reći uvijek na nogama, uvijek u pokretu. Ako igdje, tu je elektrifikacija seoskog domaćinstva zahtjev našega vremena, jer daje ženi više slobodnog vremena, te je tjelesno ne zamara. Kod toga je pri nekim poslovima neophodna upotreba kućanskih aparata (za pranje, za pripremu hrane za blago, za čišćenje stana, štednjaci, bojleri, pumpe). S druge strane ima strojeva, koje može zajednički koristiti više gospodarstava: to su strojevi za pranje rublja, hladionici i zaleđivači, sušionice za voće i povrće itd. Ti su aparati međutim za pojedinca preskupi, te ih ne može sam kupiti, pogotovo ne u onim selima, gdje seljak živi isključivo od poljoprivrede i gdje nema mogućnosti, da svoj dohodak povisi nekim dodatnim radom u industriji ili značajnijom kućnom radinosti.

Takav je slučaj, konkretno, baš u Pomurju. Zato je upravo u tom kraju Slovenije Zavod za proučavanje elektrifikacije u poljoprivredi započeo svoje djelovanje, izgradivši objekte u kojima se ispituju električni aparati namijenjeni poljoprivrednim gospodarstvima i seoskim domaćinstvima.

U jednom je objektu smještena električna akumulaciona peć, u drugom električna sušionica voća i povrća, pa električna praonica sa sušionicom za rublje i kupaonica, zatim hladnjača sa zaleđivaonicom i preradom živežnih namirnica. Sve te uređaje koriste stanovnici sela Videm ob Ščavnici zajednički, a Zavod mjeri i zapisuje podatke, na temelju kojih se izrađuju ekonomsko-tehničke analize o rukovanju pojedinim električnim aparatima.

S postignutim rezultatima Zavod upoznaje preko poduzeća za distribuciju električne energije potrošače širom Slovenije i čitave Jugoslavije.

Evo električnih uređaja, kojima je opremljeno ogledno elektrificirano selo Videm ob Ščavnici!

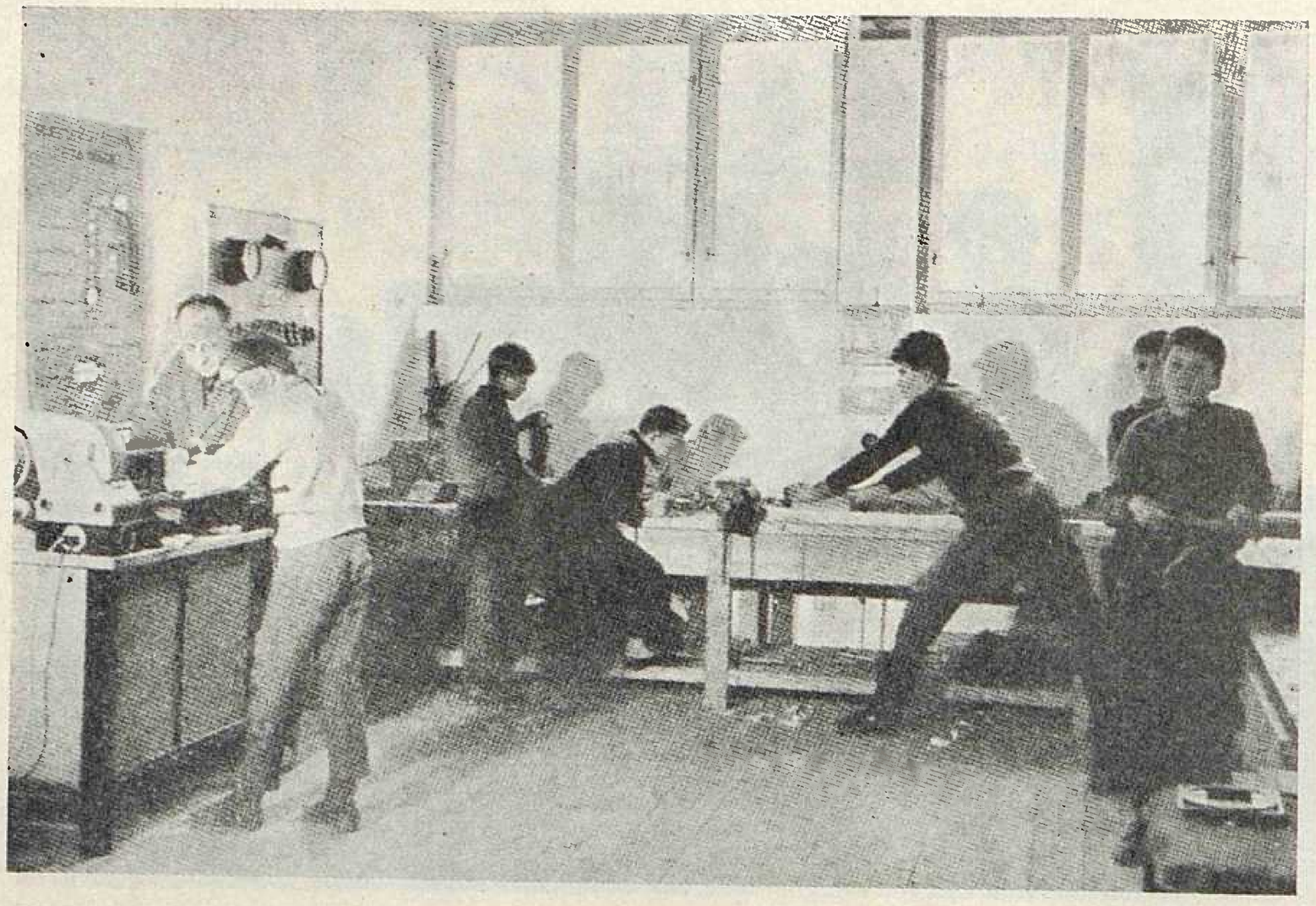
Električna akumulaciona krušna peć

Peć je izgrađena tako da toplinu koju nakupi noću isijava danju. U njoj su električni grijači ugrađeni u utore akumulacionih blokova, a pored grijača montirani su još i dodatni grijači.

Akumulacioni grijači ukupne snage 15 kW uključeni su samo za noćne jeftinije tarife. Osnova za projekt akumulacione peći je, teoretski, količina topline potrebna za pečenje 1 kg kruha, što iznosi oko 150 kcal ili 0,174 kWh.

Maksimalno ispeče preko 250 kg kruha dnevno pri najnižoj potrošnji od 0,5 kWh po kilogramu kruha.

Kad bi peć imala veću snagu tj. 80 kW dnevno bi mogla ispeći preko 1000 kg kruha. Ako se snaga trans-



Sl. 12. Tehnička obuka učenika u radioničkim prostorijama

formatora ne bi ograničavala, iskoristivost bi peći bila mnogo veća, no to bi onda zahtijevalo i drukčije područje, gdje je konzum zbijeniji, tj. gradsko ili industrijsko područje.

Električna sušionica voća

Sušionica je jednopojasna komora, gdje u gornjem odijeljenom prostoru rade dva elektromotora, koji tjeraju ventilatore. Komora je dobro izolirana i toplinski su gubici vrlo mali. Ukupno ima 36 četv. metara površine. Priključna snaga grijača iznosi 32 kW, a motora za ventilatore 3 kW. Grijači se mogu uključiti istom kad su u pogonu ventilatori. Na taj način nije moguće da temperatura u komori osjetljivo poraste, što bi prouzročilo prženje voća ili kvar uređaja. Temperaturu procesa sušenja moguće je, uključivanjem šest serija grijača, dobro regulirati.

Nećemo opisivati sve detalje sušionice, no činjenica je, da bi se u voćarskom kraju svakako isplatilo uređenje takovih električnih sušionica. Konkretno se u većini naših voćarskih područja goleme količine voća, npr. šljiva uglavnom pretvaraju u alkohol, pa se rakija toči i pije kao voda. Što to znači za zdravlje, umnu i fizičku sposobnost odnosno nesposobnost dotičnih krajeva, nije potrebno isticati.

Pri rekordnim ljetinama električne sušionice voća mogle bi osušiti velike količine voća koje bi se moglo plasirati ne samo u zemlji nego i još više na stranim tržištima.

Kapacitet električne sušionice u Vidmu iznosi 470 kg suhih kriški voća dnevno.

Rentabilnost takvih sušionica mogla bi se povećati sušenjem šumskih plodova, bilja i povrća. Jasno da sve to ovisi o dobroj organizaciji i dobro utvrđenim ugovorima s kupcima, tako da sušionice ne budu vezane isključivo na dobar urod nekih vrsti voća.

Sam proces sušenja ovisan je o dobrom posluživanju, o poznavanju teoretskih osnova sušenja, savjesnoj manipulaciji i dr. tako da proces sušenja bude što kraći a voće što kvalitetnije.

Električna hladnjača i smrzavaonica

Ta dva uređaja su zbog bliske međusobne povezanosti u posebno sagrađenoj zgradi, koja je okružena topolama, da bude što manje obasjana suncem. Polovicu zgrade zauzima prostorija za preradu voća i sušionica za meso, te prostor za novi tip smrzavaonice s pretprostorom za hlađenje.

U uređaju za smrzavanje ventilator usisava hladan vanjski zrak, tjera ga kroz cijevni sistem kondenzatora, oduzima toplinu i puše nad vratašca pretinaca za smrzavanje.

Naprava djeluje po poznatom principu kompresorskog hladnjaka. Posluživanje može biti ručno ili automatsko.

Napravu za smrzavanje u sklopu s komorama za hlađenje seljaci su prihvatili vrlo brzo tako da skoro svaki pretinac koriste po dva seljaka.

Sa stanovišta energetike ti su potrošači vrlo korisni. Agregat uzima pri velikoj hladnoći, kad je velika potražnja za energijom, 60% manje energije nego ljeti, kad je obično na raspolaganju više energije. Isto je tako taj uređaj vrlo koristan i sa stanovišta narodne prehrane. Gdje nema takvih uređaja seljaci nakon klanja zimi pojedu najveći dio mesa odmah, a nešto samo posuše. Suho meso koje je obično slabije kvalitete, pojede se ljeti za ljetnih radova (košnje i vršidbe). Ako imaju smrzavaonicu onda mogu usred ljeta uzeti iz nje svježe meso, što je hranjivije od mesa sušenog na dimu. Posebno je značajna i smrzavaonica za voće, jer daje i usred zime svježe trešnje, jagode, grožđe i dr. (Zajedničke smrzavaonice vrlo su raširene u Evropi no u zadnje vrijeme prodiru sve više i pojedinačne smrzavaonice, koje imaju tu prednost da se mogu montirati u privatnim kućama u podrumima. One su doduše za 100% skuplje od zajedničkih ali imaju tu prednost da su uvijek pri ruci. Za pojedina područja u Jugoslaviji zajedničke će smrzavaonice još dugo vremena biti ekonomski opravdane).

Elektrificirana kupaonica i praonica

Kupaonica i praonica su u novoj zgradi, koja stoji na glavnoj cesti u blizini ostalih objekata. Kapacitet praonice i kupaonice bio je predviđen prema načelu, da se treba brinuti za ličnu higijenu već u školi. Zato su u kupaonici postavljeni i kolektivni tuševi, prvenstveno za školsku djecu. Kupaonica ima dvije kabine s kadom, četiri kabine s tušem i osam zajedničkih tuševa s garderobama, sanitarijama, čekaonicom i hodnicima.

U praonici su dva stroja za pranje rublja svaki od po 7 kg, jedan agitatorski stroj za pranje, velika centrifuga, sušionica s napravom za sušenje i glačaonica sa strojem za glačanje.

U podrumskim prostorijama nalazi se kotlovnica i spremište ugljena, u prizemlju su kancelarije Zavoda, a u prvom katu stan elektromontera, koji prema potrebi popravlja električne uređaje zavoda.

Rad kupaonice i praonice je povremen i to samo u određene dane u tjednu tako da tih dana budu električni uređaji, koliko je to god moguće, opterećeni preko cijelog dana. Na taj su način toplinski gubici najmanji.

Po iskustvima Zavoda kupaonica i praonica su pored hladnjače i smrzavaonice selu najpotrebniji objekt. Osim tehničko-ekonomske analize električnih uređaja u tom je objektu Zavod izvršio i velik posao na socijalizaciji sela i higijeni njegovog stanovništva naročito školske omladine.

Dok je u školi higijena bila obrađivana samo teoretski za vrijeme školskih sati, njen je uspjeh među učenicima bio minimalan. Tek kupanjem školske djece higijena je postala životna istina. Slično vrijedi i za pranje rublja. Prve predrasude davno su nestale. Danas pored naprednih seljačkih žena spoznale su prednosti pranja strojem i starije seljakinje konstatiravši da je to veliko rasterećenje seoske domaćice, zaposlene na polju.

U tehničkom pogledu takav će objekt u selu doživjeti vjerojatno stanovite promjene. Današnja energetska kriza prolaznog je karaktera, pa će čim ona prođe biti ekonomičnije zagrijavanje vode i prostorija električnom energijom na principu poluakumulacije. Elektroprivreda će na taj način izravnati dnevne dijagrame opterećenja i tako ostvariti bolje uvjete u proizvodnji i raspodjeli energije.

Time su opisani uglavnom svi objekti Zavoda, koji svi zajedno imaju značaj jednog sređenog zajedničkog poljoprivrednog gospodarstva.

Napomenemo li da se u jednoj zgradi održava trajna izložba svih električnih aparata i uređaja potrebnih jednom seljačkom gospodarstvu, da je u pojedinim prostorijama prikazan i povjesni razvoj toga kraja i samog sela, kao i to da se u posebnim prostorijama priređuju i povremene izložbe slikara, kipara i drugih umjetnika (upravo je u vrijeme našeg boravka izložio svoje slike slovenski slikar A. Kumar!) držim da smo dobili pravu sliku, kako bi trebalo da — više ili manje — izgleda svako uzorno selo i seljačko gospodarstvo u našoj zemlji.

Mi smo, naravno, još daleko od onoga, što smo u uvodnom dijelu rekli o životu *nizozemskoga seljaka* ali ako se već ne možemo s njime uspoređivati, moramo nastojati da mu se upornim radom i zalaganjem barem približimo. Ako ne naša generacija onda barem ona koja dolazi prva iza nas.

(Primjećujemo da smo se dobrim dijelom podataka iznesenih u ovom napisu poslužili iz brošurice koju je povodom 10-godišnjice svoga postojanja objavio Zavod).



Sl. 13. Higijena na selu. Tuševi za školsku djecu

Seminari

Pri kraju smatramo potrebnim da rečemo i riječdvije o seminarima, koji se povremeno održavaju u tom oglednom selu, odnosno u Zavodu u njemu.

Pri Zavodu postoji i neke vrsti škola za potrošače, koja uz povremene seminare o ekonomičnom korištenju električne energije u seoskom domaćinstvu i gospodarstvu upoznaje potrošače električne energije i s rezultatima rada Zavoda. Seminari šireg značaja, koji se održavaju svake prestupne godine jesu:

Seminar za predstavnike elektrifikacionih odbora, seminar za seoske tehničare, seminar za službenike distributivnih poduzeća, seminar za slušaoce agronomsko-šumarskog fakulteta i seminar za slušaoce više domaćinske škole.

Svi ovi seminari imaju karakter dodatnog stručnog obrazovanja i predstavljaju određenu opću i stručnu izobrazbu.

Seminari za predstavnike elektrifikacionih odbora imaju svrhu, da upoznaju ljude, koji su najviše pomogli u prvoj fazi elektrifikacije, pri postavljanju mreže i transformatorske stanice, da te naprave nisu

opterećene samo sijalicama, nego i drugim električnim aparatima. Tamo gdje su ti elektrifikacioni odbori već rasformirani, Zavod traži na preporuku distributivnih poduzeća mlađe napredne seljake, koji su sudjelovali u prvoj fazi elektrifikacije, pa i druge inicijatore elektrifikacije na selu. Ti seminari se vode u kasnu jesen s obzirom na to, da su polaznici većinom pojedinačni seljaci. Tada više nema posla na polju, a snijeg još ne pravi poteškoće putovanjima.

Seminari za službenike distributivnih poduzeća su vrlo poželjni. Na njima se razmatraju i mogućnosti prodaje većeg broja kWh, a bez povećanja mreže i snage transformatora, gdje to nije nužno potrebno. Upravo to predstavlja komercijalni uspjeh poduzeća i sniženje energije potrošaču s pretpostavkom naravno, da se prilagodi određenom režimu trošenja. Osim tog osnovnog pitanja obrađivana su na tim seminarima i pitanja sigurnosti pri radu i servisne službe za potrošače.

Seminare za slušaoce Poljoprivrednog fakulteta organizira Fakultet za agronomiju, šumarstvo i veterinarstvo, a seminare slušateljica više gospodarske škole VGŠ u Groblju u sporazumu sa Zavodom. Ove slušateljice uče po završenoj školi nastavu domaćinstva na osmoljetkama ili rade kao rukovodeće službenice u domovima društvene prehrane i sličnim organizacijama. Upravo zato, jer imaju vrlo širok kontakt s ljudima, bilo je utvrđeno, da kratki seminar korisno dopunjuje njihove teoretske osnove iz škole.

Osim ovih seminara šireg značaja, na koje dolaze učesnici iz svih krajeva Slovenije, postoje još i tečajevi lokalnog značaja za seoske djevojke, buduće domaćice, i za tehničku naobrazbu školske omladine. U prostoriji gdje se vježbaju mlade djevojke u korištenju električnih aparata u suvremenom domaćinstvu, služe tečajkama svi spomenuti električni aparati domaćih proizvođača. Da bi tečajke što ekonomičnije trošile električnu energiju pri raznim domaćim poslovima, kuhanju, pečenju, glačanju itd., priključi se pred aparat, kojim rade, prenosno električno brojilo. Pri različitim manipulacijama aparatom, regulacijom temperature, povremenim iskapčanjem ploče za kuhanje ili pećnice, pravilnim izborom posude (ravno dno, odgovarajuća dimenzija s obzirom na ploču za kuhanje, ekonom. lonac) i korištenjem tople vode pri kuhanju iz akumulacionog bojlera, buduće se domaćice upoznaju, koliko je vremena i novca moguće prištedjeti pravilnim rukovanjem. Ti su tečajevi za ekonomičnu eksploataciju niskonaponske mreže od vanrednog značaja, jer najviše energije u provinciji troši domaćinstvo.

Tečajevi za školsku omladinu vode se u školskoj radionici. Opremljeni su najraznovrsnijim alatom za obradu drveta i metala. Pri toj školski obaveznoj nastavi učenici, koji se žele posvetiti obrtničkim pozivima i samostalnom radu na strugu, tokarskom stroju itd., već dobiju prvo zanimanje za taj ili neki drugi obrtnički poziv. Ova školska radionica zajedno s prostorom za nastavu domaćinstva i mehaničkom radionicom u istoj zgradi, služi i za uzdržavanje i manje popravke zavodskih uređaja.

Drugi dan savjetovanja, u petak 29. travnja, bio je posvećen čitanju ostalih referata, iza čega se razvila vrlo bogata i plodna diskusija, u kojoj je sudjelovao velik broj prisutnih stručnjaka iz raznih distributivnih poduzeća.

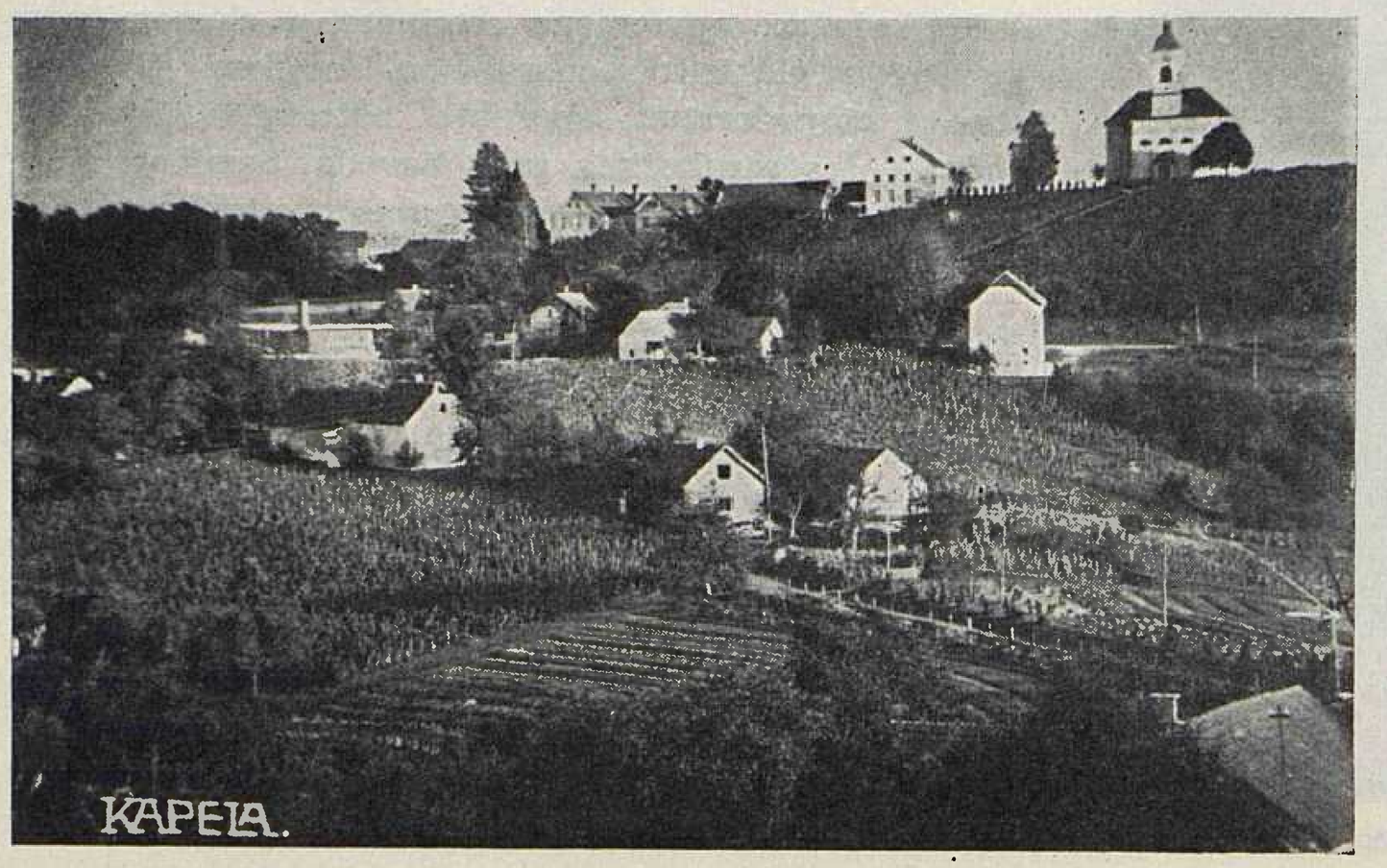
Dobar dio diskutanata, naročito onih iz Bosne, Srbije i Hrvatske interesirao se je kod stručnjaka iz Slovenije, kako su oni riješili, odnosno kako bi rješavali pojedine konkretne slučajeve, koji se njima dešavaju na terenu. Bila je to nadasve zanimljiva izmjena mišljenja, savjeta, prijedloga i iskustava, s koje su učesnici ponijeli u svoja poduzeća i na svoj teren bogate i vrijedne iskustvene materijale.

Glavni referati objavljeni su u ovom broju »Energije« i njima će se sigurno moći obilno koristiti i učesnici i oni koji savjetovanju nisu mogli prisustvovati.

Na kraju savjetovanja i živih diskusija komisija za zaključke sažela je rezultate referata, rasprava i dogovora u 16 tačaka.

Pregledom uzornog Poljoprivrednog dobra u Kapeli, gdje su se stručnjaci elektrodistribucije našli zajedno s predstavnicima ljubljanskog Poljoprivrednog fakulteta, te društvenim i političkim radnicima Ljubljane i Maribora, ovo je savjetovanje završeno.

Ernest Radetić



Sl. 14. Poljoprivredno dobro Kapela, gdje se nalazi uzorno podrumarstvo s potpunim električnim pogonom

Zaključci

Savjetovanja o problemima seoske elektrifikacije održanog u Slatini Radencima 28. i 29. IV 1966.

1. Konstatira se da je ovo savjetovanje organizirano u pravo vrijeme tj. nakon privredne reforme, kad su se elektroprivredne organizacije našle u novim uvjetima rada i privređivanja i kad počinje povećana aktivnost za unapređenje poljoprivrede, privredne grane koja nam je još uvijek najviše zaostaje.
2. Daljnja elektrifikacija sela, konsolidacija postojeće mreže i povećanje potrošnje električne energije na selu jedan je od bitnih uvjeta za daljnji privredni, socijalni i kulturni razvoj sela i poljoprivrede kao cjeline.
3. U tim nastojanjima javljaju se tri osnovna problema:
   a) problem elektrifikacije još neelektrificiranih područja i naselja,
   b) priključenje (akvizicija) neprikljućenih domaćinstava u već elektrificiranim područjima,
   c) povećavanje potrošnje električne energije u već elektrificiranim područjima.
4. Činjenica je, da distribucija ne raspolaže dovoljnim sredstvima za seosku elektrifikaciju i s obzirom na općedruštveni značaj ove elektrifikacije ona se ne može prepustiti isključivo brizi distribucije već mora biti predmet brige čitave društvene zajednice.
5. U svrhu što racionalnije daljnje elektrifikacije sela potrebno je najtješnje surađivati s institucijama za urbanizaciju sela, turističkim organizacijama i političko-teritorijalnim organima. Sve ove institucije zajedno morale bi donijeti planove i zaključke koja naselja bi trebalo elektrificirati u bližoj budućnosti, a koja kasnije. To bi bila osnova za projekt obima investicija do potpune elektrifikacije.
6. Prema gruboj ocjeni iznose potrebne investicije za dovršenje elektrifikacije zemlje oko 130 milijardi S din a za priključke neelektrificiranih domaćinstava u već elektrificiranim naseljima još 36 milijardi S din, pa je potrebno tražiti izvore financiranja i izvan distribucije, jer sadašnja cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije ne osigurava dovoljno sredstava za konsolidaciju postojeće mreže i proširene reprodukcije u već elektrificiranim područjima.
7. Neprikljućena domaćinstva u elektrificiranim naseljima predstavljaju poseban problem koji zaslužuje detaljnu obradu. U tim slučajevima to su ekonomski slabija domaćinstva kojima bi trebalo naći mogućnosti za kreditiranje priključaka i električnih aparata.
8. Zbog niske i neravnomjerne potrošnje u dosad elektrificiranim seoskim područjima mreža nije dovoljno iskorištena zbog čega je nerentabilna, pa je potrebno svim sredstvima utjecati na povećanu i ravnomjerniju potrošnju električne energije. Kod toga značajnu ulogu treba da izvrši služba potrošača u distributivnim poduzećima i elektrifikacioni odbori koji su sudjelovali u prvoj fazi elektrifikacije, a koji mogu postati nosioci daljnje propagande za povećanje potrošnje električne energije.
9. Vrlo važan faktor koji može utjecati na povećanje potrošnje električne energije je i cijena električne energije. Visina prodajnih cijena mora biti zavisna od stepena i načina korištenja elektroenergetskih postrojenja, odnosno od veličine specifičnih investicija po kWh godišnje potrošnje električne energije.. To se može postići tarifnim sistemom višestruke cijene.
10. Za ublaživanje relativno visokih cijena električne energije na seoskim područjima proizašlih iz visokih troškova mogao bi se koristiti sistem progresivne amortizacije proporcionalne količini potrošnje električne energije. Predviđeni novi propisi o amortizaciji to će i omogućiti.
11. Poboljšati kontakt s potrošačima, putem obrazovanja potrošača u pogledu primjene električne energije, pravilne upotrebe trošila i električnih strojeva, upoznavanja potrošača sa tarifnim sistemom i tarifama, kao i zaštite potrošača od električnih udara i drugih nesreća.
12. Konstatira se da seosku električnu mrežu podižu u nekim područjima ovlašteni električari, koji za to nemaju odgovarajuće stručno znanje. Tako izgrađena mreža ponajčešće ne odgovara tehničkim propisima pa ju je potrebno dorađivati. Sve to povećava troškove i cijenu na mreži distribucije. Potrebno je, stoga, izdati propise koji će onemogućiti ovakav rad.
13. Količina potrošnje električne energije novo elektrificiranih domaćinstava u neelektrificiranim i elektrificiranim područjima neće ugroziti elektroenergetsku bilancu Jugoslavije, jer prema orijentacionim proračunima to povećanje bi iznosilo oko 320 milijuna kWh godišnje.
14. S obzirom na to da su u distributivnim mrežama vrlo neravnomjerna opterećenja, nastupaju u vrijeme vršnog opterećenja veći padovi napona i gubici energije. Te padove i gubitke je moguće efikasno smanjiti pomoću regulacionih transformatora s beskontaktnom regulacijom napona pod opterećenjem. Model ovakvog transformatora koji je izveo doc. ing. Jovanović — Elektrotehnički fakultet Sarajevo — trebalo bi ispitati u distributivnoj mreži i rezultate ispitivanja pružiti distributivnim poduzećima.
15. Pitanje regulacije napona trebalo bi proučiti i u okviru Tehničke komisije Koordinacionog odbora elektrodistribucije Jugoslavije.
16. U pogledu impregnacije drvenih stupova u Sloveniji su stečena značajna iskustva. Ta su izdata u publikaciji: »Priručnik o uporabi in zaščiti lesenih drogov«. Propisano impregnirani stupovi izdrže od 20 do 25 godina bez dodatnih betonskih nogara, što je dovoljno za trajanje svake električne mreže.

TEHNIČKI I EKONOMSKI UVJETI SEOSKE ELEKTRIFIKACIJE U SLOVENIJI

Janez N o v a k, Ljubljana

U članku je obrađena tehnička i ekonomska analiza stanja seoske elektrifikacije u SR Sloveniji. Suštinu problema predstavlja poznata činjenica, da su električne seoske mreže vrlo razgranate i loše opterećene, da su troškovi održavanja električnih distributivnih uređaja visoki, što sve predstavlja teret za elektroprivredu. S druge strane je vidljivo, da je proizvodnja u poljoprivredi privatnih gospodarstava, koja posjeduju još 89 % obradivih površina u Sloveniji, malena, da nedostaje radne snage, da nema mehanizacije, da su porezi još uvijek visoki, da je ukupna snaga prosječnog seljaka niska a u vezi s time i potrošnja električne energije, i konačno niska produktivnost u poljoprivredi privatnih gospodarstava.
Rješavanje ovog zadatka predstavlja vrlo kompleksan problem s tehničke, ekonomske i političke strane. Članak ne obuhvaća društvena poljoprivredna dobra pošto su u manjini i imaju sasvim drukčiji položaj. Zbog preglednosti svako je gledište razmatrano posebno, a tek se na kraju predlaže svrsishodno rješenje.

DK 621.311.1 : 63

Razvoj elektrifikacije Slovenije prije godine 1940.

Prva elektrana koja je snabdijevala privatne potrošače u Sloveniji stavljena je u pogon godine 1894. u Škofjoj Loki, malom gradiću na Gorenjskom. Do 1900. počele su raditi još elektrana u Mozirju i gradska elektrana u Ljubljani — do 1915. najveća. Do početka prvog svjetskog rata 1914. izgrađeno je bilo još 14 javnih elektrana (5 općinskih i 9 privatnih) tako da je 1914. bilo u Sloveniji 17 elektrana sa instaliranom snagom 2 500 kW. Planska elektrifikacija započela je poslije prvog svjetskog rata izgradnjom većih elektrana, naročito elektrane Fala na Dravi snage 43 400 kVA. Tako je u Sloveniji 1938. bilo već 835 javnih i privatnih elektrana sa ukupnom snagom 128 000 kVA. Snaga svih instaliranih transformatora je iznosila oko 240 000 kVA. Prevladivao je sistem 380/220 V sa frekvencijom 50 Hz. Istosmjerni napon imalo je samo 5% svih elektrana. Normirani naponi bili su pored niskonaponskih vodova još 3, 5, 6 i 10 kV, a napon vodova za dovod energije iznosio je 20, 35, 60 i 80 kV. Ukupna dužina svih dalekovoda bila je 1.800 km, a niskonaponskih vodova 2.200 km. Sve elektrane su proizvele u 1938. godini 306,445.398 kWh, što je iznosilo 265 kWh po stanovniku u Sloveniji. U Jugoslaviji je bila tada potrošnja po stanovniku 70 kWh, u ČSR 229, Danskoj 273, Italiji 320, Francuskoj 387, Engleskoj 630 i Norveškoj 2.780 kWh.

Javne elektrane su snabdijevale 1938. godine električnom energijom 544.309 od ukupno 1,158.093 stanovnika u Sloveniji, što znači 47%. U ČSR-u je tada bilo snabdijeveno 65,5% stanovnika električnom energijom.

Od ukupno 6.000 naselja bilo ih je elektrificirano 1.097 što znači oko 17% svih naselja. Takav je bio položaj elektrifikacije Slovenije prije drugog svjetskog rata. Zbog boljeg pregleda svi su ti podaci sakupljeni u tablici 1.



Važniji podaci o elektrifikaciji Slovenije 1938.

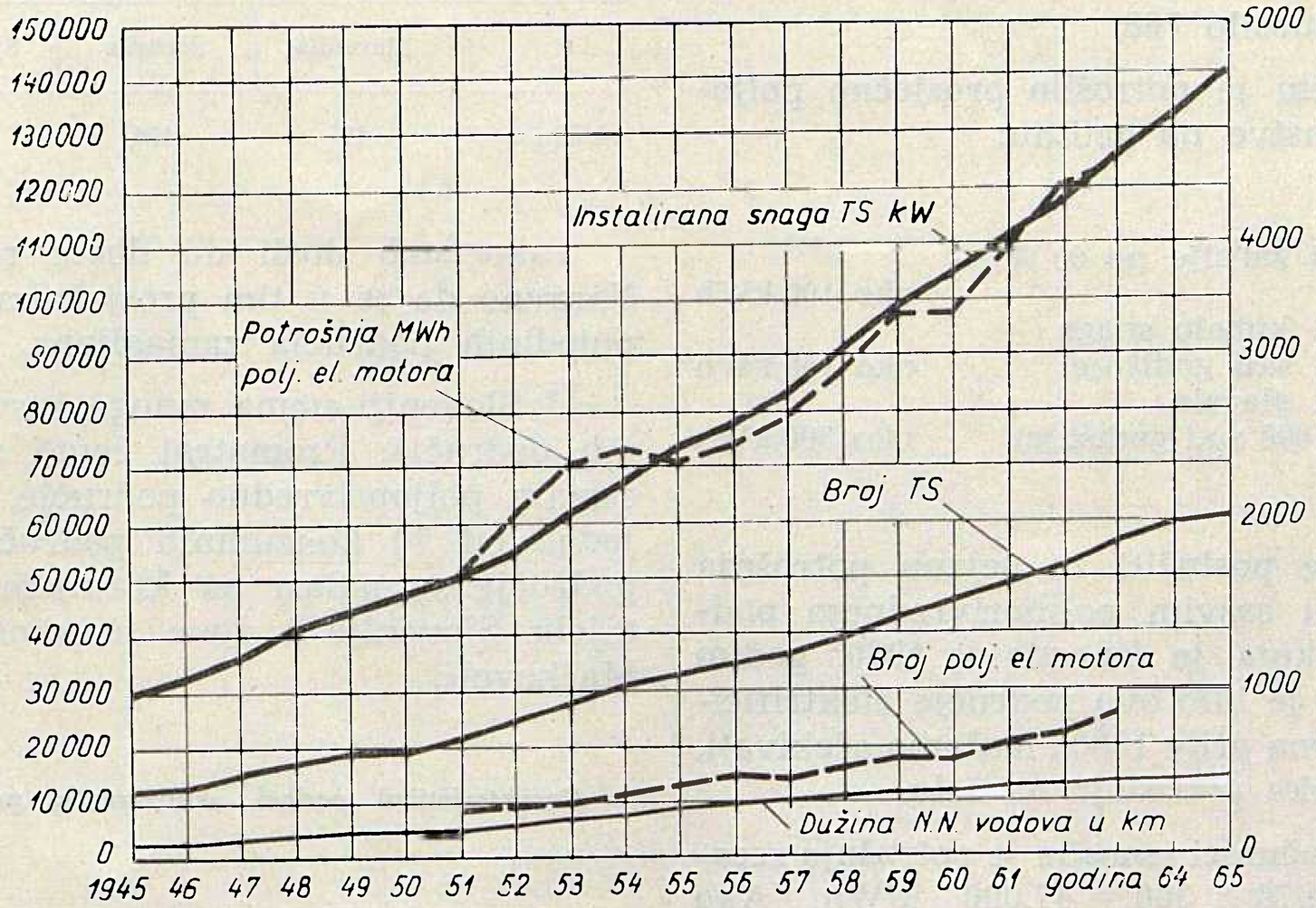
Tablica 1

Broj elektrana	835
Instalirana snaga generatora	128.000 kVA
Instalirana snaga transformatora	240.000 kVA
Dužina dalekovoda	1.800 km
Dužina niskonaponskih vodova	2.200 km
Proizvodnja elektrana	306,445.398 kWh
Broj stanovnika, snabdijevanih električnom energijom	544.309
Broj stanovnika	1,158.093
Stupanj elektrifikacije stanovništva	47 %
Broj naselja, snabdijevanih električnom energijom	1.097
Broj naselja	cca 6.000
Stupanj elektrifikacije naselja	cca 17 %

Razvoj seoske elektrifikacije od 1945. do 1965.

Poslije oslobođenja elektrifikacija Slovenije imala je vrlo jak uspon. Zahvaljujući veoma zainteresiranim seoskim elektrifikacionim odborima, naročito se je unaprijedila elektrifikacija koja je predmet našeg razmatranja. Taj uspon seoske elektrifikacije najbolje ilustrira tablica 2 čiji su podaci korišteni u dijagramu slike 1.

VAŽNIJI PODACI SEOSKE ELEKTRIFIKACIJE U SLOVENIJI OD 1945 — 1965 GODINE



Slika 1.

Važniji podaci seoske elektrifikacije u Sloveniji od 1945. do 1965.

Tablica 2

Godina	Broj TS	Instalirana snaga TS kVA	Dužina NN vodova km	Broj poljoprivred. el. motora	Potrošnja poljoprivred. el. motora — MWh
1945	396	29.598	2.556,7		
1946	429	32.365	2.923,2		
1947	502	36.503	3.415,7		
1948	576	41.542	4.030,5		
1949	625	44.467	4.301,4		
1950	663	47.302	4.486,3		
1951	716	50.041	4.930,6	8.237	1.703
1952	794	54.710	5.630,5	8.990	2.040
1953	909	61.879	6.755,6	9.558	2.343
1954	1.000	67.270	7.531,6	11.982	2.437
1955	1.080	73.836	8.591,9	12.749	2.353
1956	1.154	77.534	9.223,3	14.255	2.442
1957	1.233	82.911	9.955,0	14.105	2.645
1958	1.322	90.796	10.637,7	15.444	2.915
1959	1.441	98.940	11.298,7	17.068	3.237
1960	1.541	104.741	11.815,3	17.788	3.200
1961	1.648	111.840	12.542,4	20.100	3.635
1962	1.735	117.218	12.890,1	22.608	3.996
1963	1.882	126.792	13.385,2	25.249	4.195
1964	1.956	133.013	13.717,5		
1965	2.032	140.162	14.001,6		

Poslije popisa neelektrificiranih naselja u 1962. godini u Sloveniji, bilo je od 6.005 naselja neelektrificirano još 292, a u 1965. još 136 naselja. Ostali interesantni podaci sakupljeni prilikom popisa prikazani su u tablici 3.

Tablica 3

		od 1962.	do 1965
Broj naselja		6.005	6.005
Broj neelektrificiranih naselja		292	136
Stupanj elektrificiranosti naselja	%	94,5	97,5
Potrebna dužina dalekovoda	km	274	120
Potrebna dužina niskonaponskih vodova	km	936	385
Broj potrebnih transformatorskih stanica		119	46
Broj stanovnika neelektrificiranih naselja		15.733	7.600
Broj poljoprivrednih stanovnika		477.573	468.500
Stupanj elektrifikacije stanovništva	%	96,7	98,0

Iz tablice 3 jasno se vidi, da je elektrifikacija u Sloveniji u završnoj fazi, naročito zbog toga jer ima nekoliko naselja, koja po planu neće ni biti elektrificirana.

Energetski i tehnički uvjeti seoske elektrifikacije

Na osnovu popisa stanovništva 1960. postojalo je u Sloveniji 194.855 privatnih poljoprivrednih gazdinstava od kojih je bilo elektrificirano 155.976, što znači 80% svih privatnih poljoprivrednih gazdinstava. Tada je bilo u Sloveniji 581.385 poljoprivrednika, te su došla na svako gazdinstvo po tri člana porodice koji su se bavili isključivo poljoprivredom. Navedenih godina je stalno opadao broj poljoprivrednog stanovništva, a u manjoj mjeri i broj privatnih poljoprivrednih gazdinstava. S pretpostavkom, da je broj poljoprivrednih gazdinstava nebitno opao od 1960 do 1965. mogli bi, koristeći tablicu 3 i demografske statističke podatke Zavoda za statistiku SR Slovenije, tvrditi, da su se parametri seoske elektrifikacije kretali prema podacima tablice 4.

Porast elektrificiranih privatnih poljoprivrednih gazdinstva od 1960. do 1965.

Tablica 4

Godina	Broj gazdinstava	Broj elektrificiranih gazdinstava	Stupanj elektrificiranosti gazdinstava
1960	194.855	155.976	80 %
1962	194.800	185.000	95 %
1965	194.750	190.000	98 %

U 1960. godini je bilo u Sloveniji 332.114 potrošača električne energije u grupi domaćinstvo, koji su potrošili 255.000 MWh električne energije.

Pored 155.976 elektrificiranih poljoprivrednih domaćinstava postojalo je u 1960. godini 176.138 gradskih domaćinstava. Godišnji prosjek kWh po domaćinstvu je iznosilo 768.

Po gruboj ocjeni je potrošilo prosječno poljoprivredno domaćinstvo na godinu:

— za rasvjetu (3 žarulje po 60 W — 1,5h dnevno)	oko 100 kWh
— za kuhanje (1 kuhalo snage 1500 W — 100 sati godišnje)	oko 150 kWh
— za glačanje (1 glačalo oko 500 W — 600 sati godišnje)	oko 300 kWh

Isto tako može poslužiti za ocjenu potrošnja po domaćinstvu u sasvim poljoprivrednom području Mačkovci, koja je iznosila u 1960. godini 242 kWh. A pošto je bilo ovo područje elektrificirano nekoliko godina prije 1960., možemo očekivati, da je ispod prosjeka potrošnje na selu.

Po toj gruboj računici iznosila je potrošnja seoskih naselja 155.976 × 300 = 47.000 MWh. Ako tome dodamo još 3.920 MWh koje su potrošili 1960. godine poljoprivredni motori, cjelokupna potrošnja poljoprivrednih gazdinstava iznosila je oko 51.000 MWh. Kad smo došli do ovog broja, možemo se uspoređivati s ostalim zemljama. Uspoređivanje je realno samo sa zemljama s približno istim klimatskim uvjetima i približno istom strukturom zemljišta. Te zemlje su: Austrija, Švicarska i Zapadna Njemačka. Klimatski uvjeti su vrlo slični pošto su ovo alpske zemlje, a strukturu zemljišta prikazat će tablica 5.

Struktura zemljišta u nekim alpskim evropskim zemljama 1960.

Tablica 5

	Slovenija*	Austrija	Švicarska	Zapadna Njemačka
Cjelokupna površina — ha	1,434.187	8,305.000	4,130.000	24,426.000
Oranice — ha	18 %	20 %	7 %	35 %
Zelena površina — ha	39 % (57 %)	30 % (50 %)	46 % (53 %)	23 % (58 %)
Šume — ha	40 %	37 %	23 %	28 %
Neplodno — ha	3 %	13 %	24 %	14 %

* Podaci za Sloveniju odnose se samo na privatni sektor

Spomenute zemlje upotrebljavaju kod izračunavanja specifične potrošnje kWh/ha za površinu termin »reduzierte landwirtschaftliche Nutzfläche (RLN)«, koja obuhvaća za oko 30% reduciranu ukupnu površinu oranica i zelenih površina, pošto zelene površine obuhvaćaju i loše pašnjake u planinama. Po tim mjerilima iznosi reducirana korisna površina privatnih gazdinstava u Sloveniji 575.000 ha. Specifična potrošnja kWh/ha promatranih zemalja prikazana je u tablici 6.

Specifična potrošnja kWh/ha promatranih zemalja u 1960.

Tablica 6

	Slovenija	Austrija	Švicarska	Zapadna Njemačka
kWh/ha	89	104	375	138

Tako smo došli do dosta realne usporedbe. Naravno da je u tim prosječnim brojevima slika pojedinih područja zamagljena.

U Sloveniji nema mnogo sasvim poljoprivrednih područja. Promatrat ćemo samo jedno veće sasvim poljoprivredno područje, koje je također jedno od 70 konzumnih područja Slovenije. To područje se nalazi na krajnjem sjeveroistočnom dijelu Slovenije i zove se »konzumno područje Mačkovci«.

Karakteristični podaci »konzumnog područja Mačkovci«

Tablica 7

	1960.	1961.	1962.
Električni aparati:			
— glačalo	1.401	1.565	2.032
— kuhalo	726	810	978
— el. štednjak	5	10	12
— el. bojler	6	8	12
— el. peć	30	46	26
— el. stroj za pranje	9	9	14
— električni hladnjak	20	26	26
Elektromotori:			
— do 3 kW	17	39	77
— preko 3 kW	56	75	177

Potrošnja električne energije

Tablica 7a

Godina	MWh	kWh/potrošač	Broj potrošača
1959	367	129	2.500 domaćinstava
1960	692	245	350 ostali mali
1961	920	322	potrošači
1962	1.240	435	
1963	1.560	550	
1964	1.800	630	

Iz tablice 7a vidi se jak uspon potrošnje električne energije po potrošaču i jak porast nekih električnih aparata, naročito elektromotora. Slabo su zastupani bojleri i strojevi za pranje, a uzrok tome je, da nema vodovodne mreže. To je prikaz jedne veće grupe potrošača na sasvim poljoprivrednom području.

Da bi mogli u okviru komisije za energetska pitanja DES izraditi mikroanalizu karakterističnih potrošača, odabrano je bilo preko 20 različitih naselja s namjerom, da bi se izborom što manjeg broja karakterističnih naselja moglo doći do nekih normativa ovakvih potrošača.

Tu ćemo razmatrati samo seoska naselja i jedno gradsko naselje radi uspoređivanja pojedinih veličina.

Kratak opis pojedinih naselja:

1) Lehen: malo selo na brdovitom šumskom zemljištu
2) Lenart: varošica u jakom poljoprivrednom području
3) Beltinci: veliko selo u ravnici
4) Dobrunje: selo u blizini Ljubljane (mješovito: seljaci — radnici)
5) Domžale: zanatlijsko naselje pored jake saobraćajnice
6) Otok III Celje: stambeno naselje u industrijskom gradu

U svim tim naseljima bila je u januaru, aprilu, julu i novembru snimljena s registriranim ampermetrima potrošnja električne energije u jednom radnom danu i u nedjelju. Za ovu analizu obrađivat ćemo samo mjerenja u januaru, aprilu i julu u jednoj godini. Ovdje su radi ilustracije priloženi samo dijagrami za januar sl. 2 do 7, a sve karakteristike dijagrama kao i podaci popisa naselja sakupljeni su u tablici 8.

Sa rastućim razmjerom zaposleni : nezaposleni vrlo je uočljivo da raste broj kWh po potrošaču što je i sasvim razumljivo. S jedne strane je u porodici koja ima više zaposlenih članova, više prihoda i veća kupovna moć za nabavku aparata i plaćanja potrošnje, a ujedno zaposleni ljudi ujutro prije odlaska na posao i popodne poslije izlaza nužno trebaju brzo pripremljeno jelo što omogućuju jedino električni aparati. U porodicama sa više zaposlenih pored djece i starih ljudi postoji veća potrošnja električne energije i zbog toga što se ručak i doručak dvaputa priprema. U dijagramima se jasno vidi, da je u seoskim područjima u radnim danima veće maksimalno opterećenje nego u nedjelju. U sasvim gradskom stambenom naselju otok III Celje, koje je razmatrano ovdje samo zbog usporedbe, položaj je obrnut što važi djelomično i za seoska naselja u blizini gradova. Ta činjenica je uočljiva i u kolonama faktora istovremenosti tablice 8 gdje je faktor istovremenosti u nedjelju u sasvim seoskim naseljima za 2% manji od faktora istovremenosti u radnim danima, a u gradskom naselju je faktor istovremenosti u nedjelju 30 do 40% veći nego isti faktor u radnom danu. Isto se tako ta činjenica ispoljava u strukturi potrošnje energije gdje je energija u pojasu u gradskom području srazmjerno malena a u trapezu i konusu velika.

Na osnovu nekih poznatih činjenica o instaliranim snagama električnih aparata i o popisu broja tih aparata pokušat ćemo iz poznate godišnje potrošnje električne energije, ustanoviti sliku strukture potrošnje energije prema namjeni kako slijedi iz tablice 9.

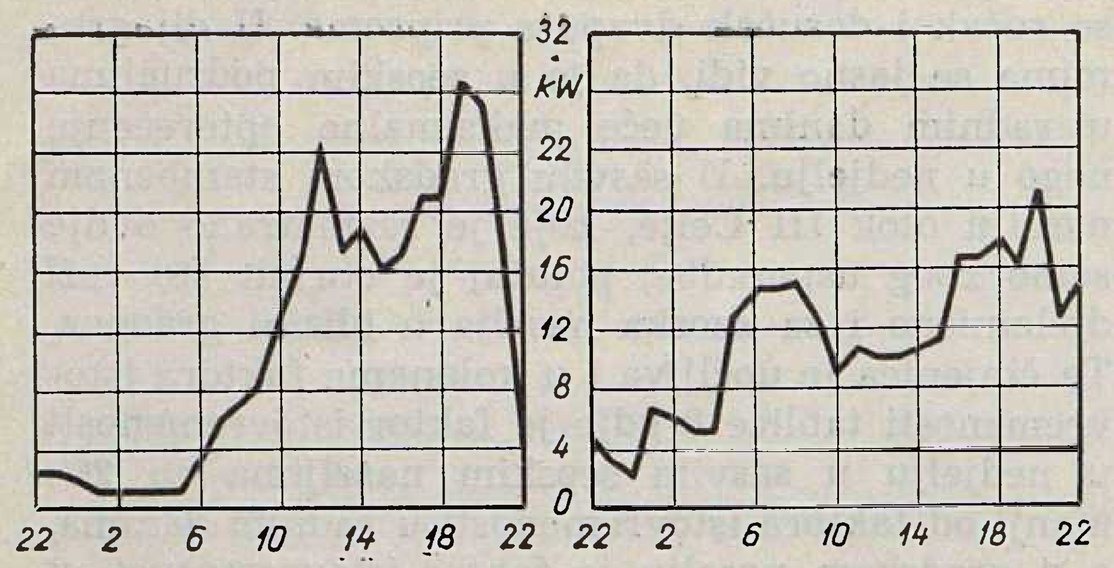
Ove prosječne angažirane snage i godišnji satovi korištenja važe za naselja s prosječnom potrošnjom električne energije od 1000 kWh/ domaćinstvo; za sela s nižom godišnjom potrošnjom, oko 500 kWh, su vrijednosti proporcionalno manje, a za gradska naselja s većom potrošnjom do 3000 kWh/ domaćinstvo u jednoj godini, približno su iste, jer je tu broj aparata po domaćinstvu veći.

Tablica 8

Naziv tipičnog potrošača	Broj potrošača	Zaposleni	Nezaposleni	Zaposl. nezaposleni	Potrošak godišnje	Radni dan			Nedjelja			Radni dan			Nedjelja		
						potrošača			potrošača			Faktor istovremenosti			Faktor istovremenosti		
						1	2	3	1	2	3						
					kWh	kW			kW								
Lehen	45	31	185	0,168	640	0,55	0,16	0,25	0,39	0,13	0,25	0,108	0,032	0,048	0,078	0,026	0,048
Lenart	250	346	644	0,54	1220	0,44	0,36	0,36	0,25	0,24	0,25	0,104	0,104	0,112	0,072	0,068	0,038
Beltinci	300	125	1064	0,177	390	0,54	0,48	0,42	0,21	0,24	0,21	0,28	0,256	0,22	0,11	0,125	0,117
Dobrunje	154	238	325	0,73	1150	0,52	0,45		0,38	0,39		0,118	0,102		0,085	0,89	
Domžale	264	365	461	0,81	2640	0,125	0,82		0,91	0,98		0,098	0,117		0,129	0,139	
Otok III Celje	194	415	233	1,78	—	1,03	1,03		1,34	1,29		0,105	0,104		0,138	0,131	

Naziv tipičnog potrošača	Radni dan									Nedjelja								
	Energija u pojasu			Energija u trapezu			Energija u konusu			Energija u pojasu			Energija u trapezu			Energija u konusu		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lehen	9	57	27	79	39	43	12	4	30	38	32	33	53	68	47	9		20
Lenart	25	29	20	53	57	63	22	14	17	52	41	48	39	51	51	9	8	1
Beltinci	18	12	10	73	82	81	9	6	9	17	34	10	73	54	82	10	12	8
Dobrunje	22	7		45	76		33	17		16	43		78	50		6	7	
Domžale	32	25		54	64		14	1		30	41		64	50		6	9	
Otok III Celje	19	11		59	57		22	32		17	27		70	60		13	13	

NAPOMENA: Brojevi 1, 2, 3 znače termine mjerenja
1 mjerenje u januaru
2 mjerenje u aprilu
3 mjerenje u julu



Sl. 2. TS LEHEN, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 29$ kW

$P_{min} = 1$ kW

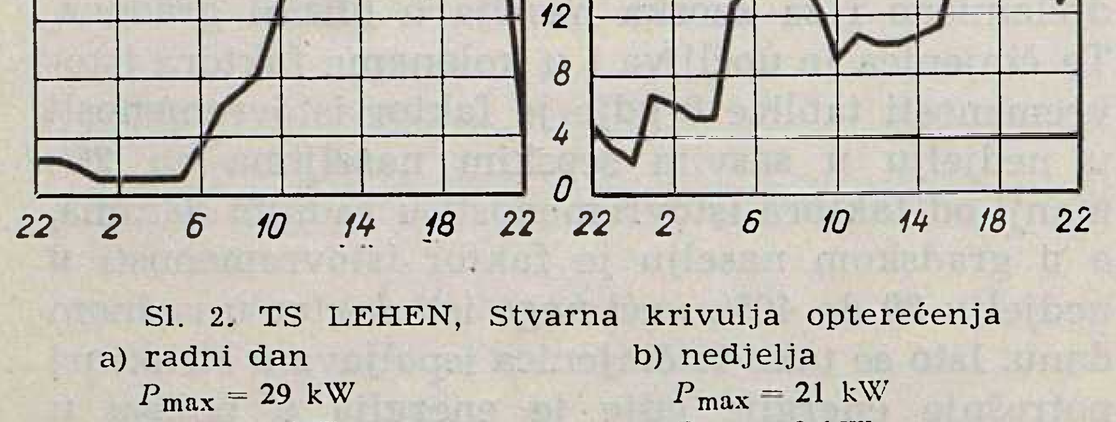
$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 29$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}108$

b) nedjelja

$P_{max} = 21$ kW

$P_{min} = 2$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 10{,}5$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}078$



Sl. 3. TS LENART, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 110$ kW

$P_{min} = 106$ kW

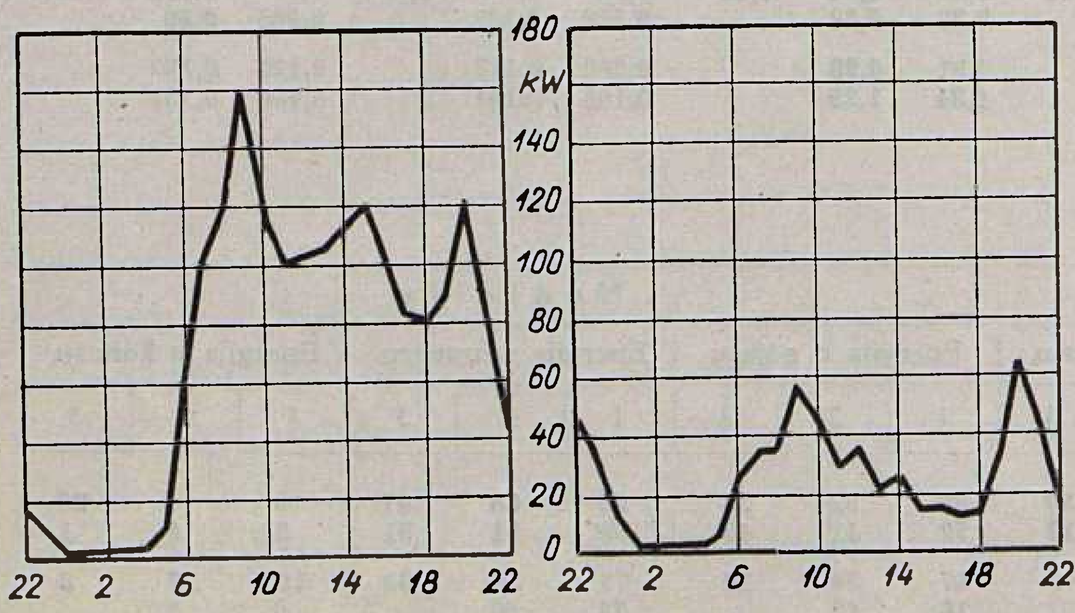
$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 6{,}9$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}104$

b) nedjelja

$P_{max} = 72$ kW

$P_{min} = 25$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 2{,}9$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}068$



Sl. 4. TS BELTINCI, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 156$ kW

$P_{min} = 3$ kW

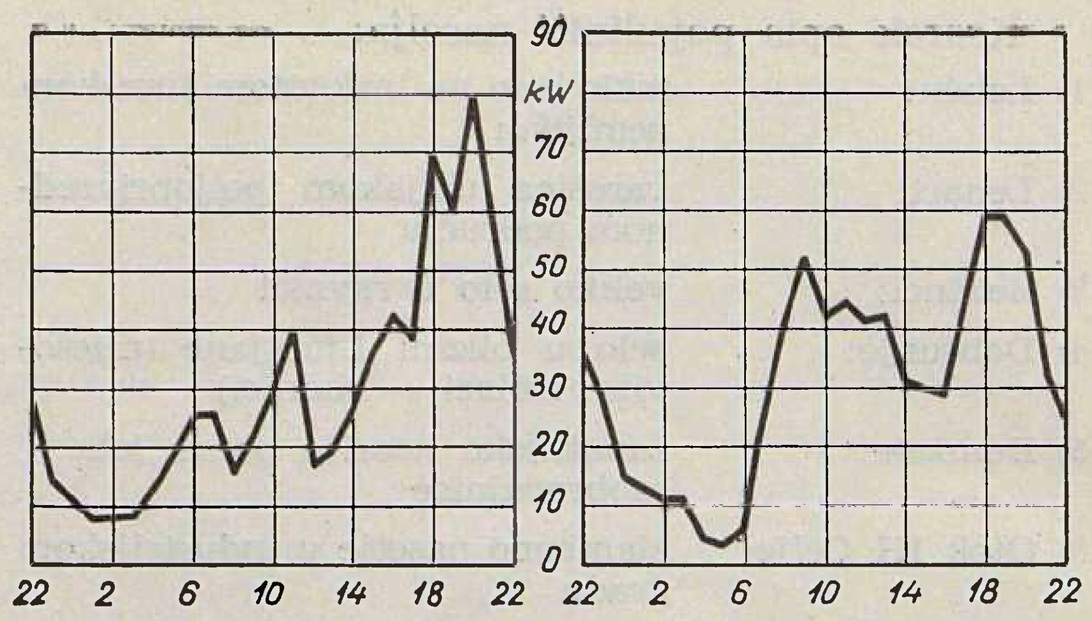
$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 3$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}28$

b) nedjelja

$P_{man} = 62$ kW

$P_{min} = 3$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 21$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}111$



Sl. 5. TS DOBRUNJE, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 80$ kW

$P_{min} = 7$ kW

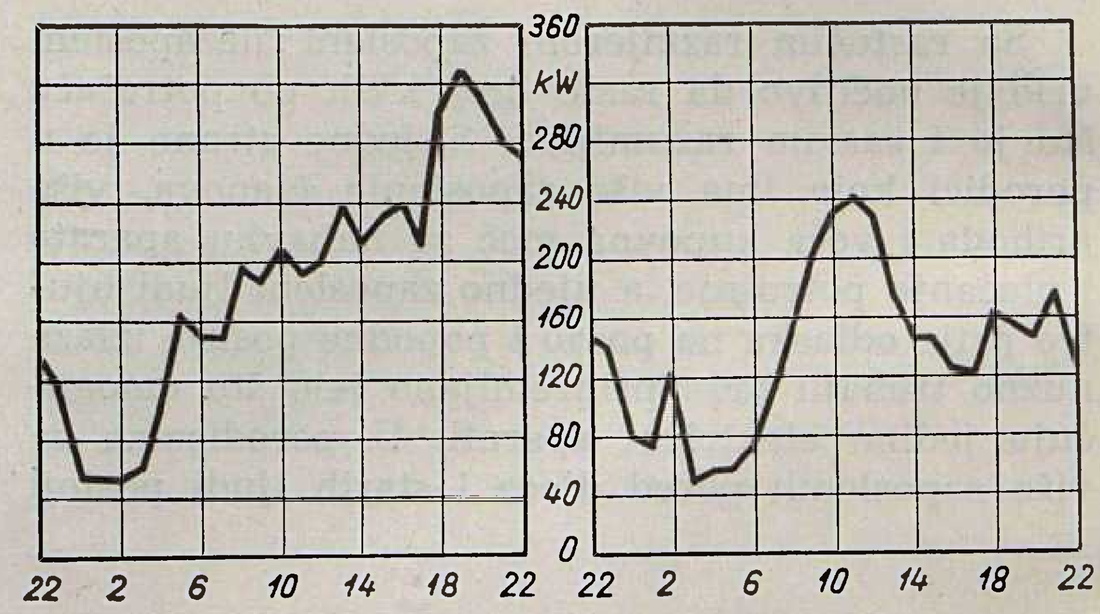
$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 11$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}118$

b) nedjelja

$P_{max} = 58$ kW

$P_{min} = 4$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 14$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}085$



Sl. 6. TS DOMŽALE, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 180$ kW

$P_{min} = 50$ kW

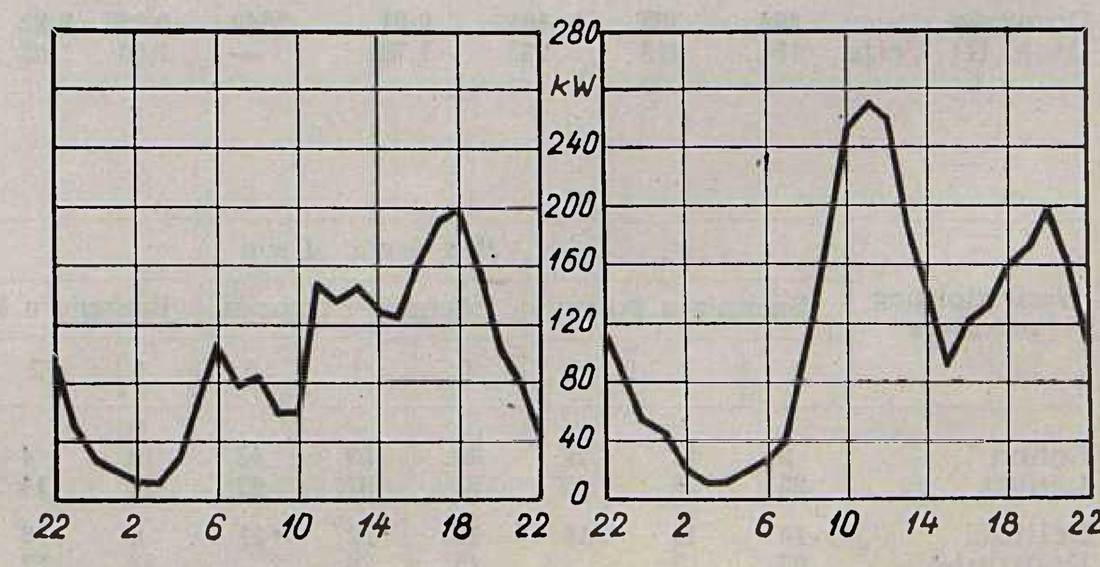
$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 3$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}098$

b) nedjelja

$P_{max} = 240$ kW

$P_{min} = 50$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 4{,}7$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}129$



Sl. 7. TS OTOK III CELJE, Stvarna krivulja opterećenja

a) radni dan

$P_{max} = 200$ kW

$P_{min} = 10$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 20$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}105$

b) nedjelja

$P_{max} = 265$ kW

$P_{min} = 10$ kW

$\frac{P_{max}}{P_{min}} = 26{,}5$ $\frac{P_{max}}{P_i} = 0{,}138$

Učešće potrošnje električnih aparata u godišnjoj potrošnji energije

Tablica 9

Elektr. aparat	Instal. snaga kW	Vjerojatna prosječna angaž. snaga kW	Godišnji satovi korištenja h	Godišnja potrošnja el. aparata kWh
Štednjak	6	1,5	800	1.200
Kuhalo	2	1	500	500
Bojler veliki	1,4	1,4	1.650	2.300
Bojler mali	1,4	1,4	500	700
Hladnjak	0,12	0,12	2.000	240
Stroj za pranje	3	1	250	250
Glačalo	1	1	40	40
Peć fiksna	1	1	50	50
Peć prenosna	1	1	50	50
Motor	3	2,5	40	100
Crpka	0,8	0,6	200	120
Žarulje na domaćintvo	0,4	0,20	750	150

U tablici 10. prikazan je na toj osnovi proračun godišnjih kWh samo za selo Dobrunje kod Ljubljane.

U tablici 11. dat je pregled broja električnih aparata u razmatranim naseljima. U tablici 11. u zagradi () su brojevi domaćinstava naselja. Brojevi aparata po domaćinstvu se prilično razlikuju što zavisi, kako je već spomenuto, o razmjeru zaposleni : nezaposleni i o drugim uvjetima (vodovodna mreža, blizina grada).

Iz tablica 9, 10 i 11 vidi se, da termički aparati predstavljaju glavnu potrošnju električne energije u domaćinstvima na selu, i da udio te potrošnje poslije elektrifikacije naselja veoma brzo raste, naročito s izgradnjom vodovodne mreže. U naselju promatranom u tablici 9. iznosi razmjer između potrošnje za rasvjetu, snagu i toplinu:

— potrošnja za rasvjetu 14 %
— potrošnja za snagu 6 %
— potrošnja za toplotu 80 %

Proračun godišnje potrošnje električne energije s pomoću normativa iz tablice 9. za TP Dobrunje

Tablica 10

Električni aparati	Vjerojatna prosječna angažirana snaga	Godišnji satovi korištenja	Broj aparata	Godišnje kWh
Štednjak	1,5	800	36	43.200
Kuhalo	1	500	100	50.000
Bojler vel.	1,4	1.650	9	20.800
Bojler mali	1,4	500	12	8.400
Hladnjak	0,12	2.000	29	6.960
Mašina za pranje	1	2.500	2	500
Glačalo	1	40	131	5.250
Peć fiksna	1	50	28	50
Peć prenosna	1	50	28	1.400
Motor	2,5	40	36	3.000
Crpka	0,6	200	14	1.680
Žarulje	0,2	750	154	23.100
Posebni potrošači: Obrtna radiona, škola . . .			oko	12.000
				176.940

Sekundarno prodani kWh: 177.595 kWh.

Iznad tablice 10. naveden je razmjer potrošnje za rasvjetu, snagu i toplinu. Naravno, ovi se procenti kreću s obzirom na stupanj elektrificiranosti naselja na više ili na niže.

Prosječni razmjeri ove potrošnje u austrijskoj poljoprivredi su u 1957. godini iznosili na njihovim oglednim dobrima kako slijedi:

— potrošnja za rasvjetu 9,6 %
— potrošnja za snagu 14,3 %
— potrošnja za toplinu 76,1 %

Interesantno bi bilo također prikazati pregled potrošnje električne energije u časovima lošeg opterećenja mreže, ali to kod nas zbog vrlo malog broja dvotarifnih brojila još nije moguće ocijeniti. Iz dijagrama opterećenja i razmjera $P_{max} : P_{min}$ koji se kreće u razmatranim seoskim mrežama od 10 do 30 vidi se, da je opterećenje noću veoma maleno naročito gdje nema bojlera.

U već spomenutim austrijskim oglednim dobrima potrošnja u noći iznosila je u prosjeku 54% energije. U ovom slučaju visok procenat noćne potrošnje prouzrokuju pored bojlera, akumulacionih peći za grijanje i pečenje kruha i zaparivači stočne hrane.

Pregled broja aparata u razmatranim naseljima

Tablica 11

Naselje	Lehen	Lenart	Beltinci	Dobrunje	Domžale	Otok III Celje
El. aparati	(45)	(250)	(300)	(154)	(264)	(194)
Štednjak	4	71	2	36	156	177
Kuhalo	49	155	69	100	87	20
Bojler veliki	4	28	6	9	140	184
Bojler mali	—	8	—	12	61	—
Hladnjak	8	60	4	29	114	120
Stroj za pranje	2	18	—	2	43	67
Glačalo	47	249	154	131	93	194
Peć fiksna	—	8	—	1	78	190
Peć prenosna	1	10	—	28	241	—
Motor	27	39	33	36	16	—
Crpka	5	5	15	14	3	—

NAPOMENA: u zagradi () su brojevi domaćinstava naselja.

Poseban problem za distributivnu mrežu u naseljima predstavljaju ponegdje jednofazni poljoprivredni elektromotori. Zbog dosta jake pogonske struje prouzrokuju na slabim mrežama koje su bile u prvoj fazi elektrifikacije izgrađene samo za rasvjetu, a poslije se nisu rekonstruirale, osjetljiva treperenja žarulja, tako da su se morali korisnici motora u takvim slučajevima podređivati posebnim pogonskim uvjetima koje je propisao isporučilac — distributivno poduzeće. Uglavnom imaju seoski elektromotori vrlo mali broj prosječnih godišnjih sati iskorištenja. S obzirom na to da je 1963. 25.000 poljoprivrednih motora srednje snage oko 4 kW potrošilo oko 4.200 MWh, njihovo prosječno godišnje doba korištenja iznosi 4.200 MWh/ /100 MW oko 40 sati. Taj maleni broj sati korištenja je moguće poboljšati većim brojem priključaka elektromotora ali to ima obično loš uticaj

na seosku mrežu, jer su motori ponekad vrlo loše opterećeni i vuku iz mreže reaktivnu snagu, što prouzrokuje pad napona. Ali s obzirom na to, da 1 kW snage elektromotora nadomještava 13 radnika, prije spomenute teškoće nisu značajne.

Ekonomsko-politički uvjeti seoske elektrifikacije

Prema izloženom u prijašnjem poglavlju možemo zaključiti, da je distribucija električne energije u seoskim naseljima skupa, zbog male potrošnje energije u različitim naseljima, zbog visokih investicionih troškova mreže i transformacije, te visokih troškova održavanja.

U 1964. je iznosila osnovna vrijednost elektroenergetskih objekata konzumnog područja Mačkovci 591,622.000 st. din. U toj godini je preko distributivnih objekata bilo prodano 1800 MWh električne energije. To znači, da je teretilo svaki kWh računajući sa 20-godišnjom amortizacijom sa oko 16 din samo investicionih troškova. Elektrifikacija sela Radovna na Gorenjskom s ukupno svega 15 potrošača električne energije koštala je 1962. godine 16 milijuna dinara. Kod godišnje potrošnje 4.500 kWh teretilo je svaki kWh, računajući 20-godišnju amortizaciju 180 din samo investicionih troškova. Bez obzira na to, što sva ta sredstva nisu davala samo distributivna poduzeća, briga nas svih je, da se što ekonomičnije koriste.

Prije drugog svjetskog rata kod elektrifikacije naselja bila je praksa, da je troškove dalekovoda i transformatorskih stanica 35/04 kV snosilo poduzeće, a troškovi napojnih vodova i niskonaponskih transformatorskih stanica djelomično su teretili potrošače. Doprinos seoskih potrošača za gradnju distributivne mreže iznosio je do 40%. Poslije oslobođenja kod nas je počeo široki zamah elektrifikacije naselja. Elektroprivredna poduzeća snosila su sve troškove primarnih objekata za razdiobu električne energije, a investicioni troškovi sekundarnog razvoda financirali su se različito. Prema udjelu troškova mogli bi podijeliti elektrifikaciju u tri grupe. U prvu kategoriju ulaze naselja koja su jako postradala za vrijeme narodnooslobodilačkog rata, što je važilo u Sloveniji za čitavu Belu Krajinu. Tu su sve troškove elektrifikacije snosila distributivna poduzeća. U drugu kategoriju spadaju siromašna naselja, koja za vrijeme rata nisu mnogo stradala. U tim naseljima seljaci su dali svoj doprinos u drvenim stupovima i prijevoz. A seljaci u trećoj kategoriji bogatih naselja, koja nisu imala gubitaka u ratu, snosili su sve troškove sekundarne elektrifikacije.

Kao što je već poznato i utvrđeno na početku ovog referata za sprovođenje elektrifikacije u Sloveniji potrebno je izgraditi još 120 km dalekovoda, 385 km niskonaponskih vodova, 46 transformatorskih stanica 10/0,4 kV što sve predstavlja oko 18 milijuna novih dinara investicionih troškova po ovoj računici i sadašnjim cijenama.

385 km niskonaponskih vodova prosječnog presjeka Al vodiča 4 × 50 mm² po cijeni 30.700 N. din/km	11,800.000 N. din
120 km dalekovoda prosječnog presjeka 25 mm² Če-Al po cijeni 38.500 N. din/km	4,600.000 N. din
46 transformatorskih stanica prosječne snage 75 kVA na željeznom stupu po cijeni 37.300 N. din/TS	1,720.000 N. din
	18,120.000 N. din

Vrlo je vjerojatno, da će ovi troškovi biti za oko 20% manji, jer sva naselja neće ni biti elektrificirana. Svakako su ove investicije ogromna sredstva, koja neće moći snositi srazmjerno mali broj — oko hiljadu siromašnih poljoprivrednih gazdinstava — ni sa 50% troškova, jer i u tom slučaju iznose troškovi po domaćinstvu preko 7.500 N. din.

Kod procjene materijalnog položaja poljoprivrednih gazdinstava je od velike važnosti i struktura vlasništva poljoprivrednih gazdinstava, prema podacima iz 1955. kako se vidi iz tablice 12.

Privatna poljoprivredna gazdinstva po veličinskim grupama utvrđenim kod popisa stoke

Tablica 12

Zajedno	Poljoprivredna gazdinstva po ukupnoj površini						Nepoljoprivredna gazdinstva
	do 2 ha	iznad 2 do 5	iznad 5 do 8	iznad 8 do 10	iznad 10	bez vlastite zemlje	
238.628	27.252	40.921	24.049	11.242	38.573	3.625	92.966

Uočljivo je, da ima vrlo veliki broj gazdinstava s malom površinom zemlje. Osim toga je opće poznato, da su i onako već malena gazdinstva rascjepkana na male parcele, što prouzrokuje veće gubitke vremena kod prijevoza i veće trošenje materijalnih sredstava. Te gubitke bi mogli prilično smanjiti komasacijama zemljišta. Prva veća komasacija u Sloveniji je bila izvedena u proljeće 1958. u Ščavniškoj dolini u blizini Vidma ob Ščavnici. Uspjesi te komasacije se najbolje vide iz tablice 13.

Tablica 13

	Prije komasacije	Poslije komasacije
— Površina SLP*	168ha 57a 81m²	172ha 86a 81m²
— Površina privatnika	296ha 80a 11m²	281ha 83a 6m²
— Broj parcela SLP*	257 (u 80 kompleksa)	11
— Broj privatnih parcela	518	253
— Dužina vlasničkih međa SLP*	55,5 km	3,5 km
— Neiskorištena obradiva površina vlasničkih međa	10.500 m²	660 m²
— Broj privatnih učesnika u postupku komasacije	172	155

* = općenarodna imovina

Šesnaest puta manja dužina vlasničkih međa i šesnaest puta manja neiskorištena površina oranica, koja daje ostvarenje jednog hektara obradive površine, vrlo je značajan uspjeh ove komasacije.

Prosječni prihodi i rashodi privatnih poljoprivrednih domaćinstava u 1963. (za gazdinstva od 5 do 8 ha)

Tablica 14

Prihodi domaćinstava			Prihodi gazdinstava			Prihodi van gazdinstva		
Čitav prihod	U novcu	Natural. potroš.	Čitav prihod	U novcu	Natural. potroš.	Čitav prihod	U novcu	Natural. potroš.
789,6	498,1	291,5	545,0	265,6	279,4	244,6	232,5	12,1

Zanimljivi su rezultati ankete koju je organizirao Zavod SRS za statistiku. Razmatrat ćemo prihode i rashode srednje velikog poljoprivrednog gazdinstva od 5 do 8 ha.

Rashodi

Ukupni rashodi	559,2
Za gazdinstvo:	254,7
— za poljoprivrednu proizvodnju	14,7
— porez od poljoprivrede	68,3
— bruto investicije	118,5
— ostali izdaci	53,2
Za domaćinstvo:	284,2
— hrana	80,6
— duhan i piće	19,6
— odijelo i obuća	66,5
— održavanje stana	53,4
— ostali osobni izdaci	64,1
— ostali izdaci	20,3

Prema ovim podacima ostalo je u 1963. godini na poljoprivrednom gazdinstvu 5 do 8 ha zemlje svega 230.400 S. din. Ako pogledamo rubriku izdataka u tablici 14 vidimo, da ima 118.000 S. din predviđenih za investicije koje vjerojatno obuhvaćaju popravke zgrada. Ostatak ne zadovoljava za nabavku nekih većih strojeva za gazdinstvo i domaćinstvo. Osim toga seljak mora imati i neki mali kapital koji bi trebao uložiti u štedionicu s pretpostavkom, da za to postoji stimulacija. Svi u tablici 14 navedeni podaci važe za prosječno domaćinstvo. Ima i puno lošije i bolje situiranih gazdinstava. Pogledajmo sada podatke koje je prikazala RTV Ljubljana prije dva mjeseca. Podaci se odnose na općinu Ljutomer i važe za prosječno dobro od 6 ha zemlje.

Porezi dobra sa 6 ha zemlje i 450.000 katastarskog dohotka:

Tablica 15

— savezni stupanj	3 %	13.500 S. din
— općinski stupanj	31,8 %	143.100 S. din
— zdravstveno osiguranje seljaka	16,0 %	72.000 S. din
— pokrivanje deficita zdravstvenog osiguranja	2 %	9.000 S. din
Zajedno porezne obaveze	52,8 %	237.600 S. din
Novčani prihod od prodane robe:		
— cca 800 kg krumpira		48.000 S. din
— 1 bik 450 kg		240.000 S. din
— 2 bekona à 110 kg		120.000 S. din
— 1.800 l mlijeka		180.000 S. din
— 1.000 kom jaja		40.000 S. din
— 1 tele		72.000 S. din
Ukupno:	cca	700.000 S. din

S plaćanjem poreznih obaveza ostaje seljaku za takse na konje i kola i ishranu 6 članske porodice svega 463.000 S. din, što znači 75.000 S. din po članu porodice.

Takav je položaj seljaka u poljoprivrednom rajonu daleko od kakvog stambenog centra, gdje nema mogućnosti prodaje direktnom potrošaču kao onaj koji je u blizini gradova i industrijskih centara. Osim te činjenice važna je još jedna. Prihodi općinskih proračuna u jako poljoprivrednim područjima uglavnom se pokrivaju iz dohotka poljoprivrede, dok na području pored gradova, gdje ima isto tako obradive zemlje, dohoci općine od poljoprivrede predstavljaju malen udio, što se najbolje vidi iz tablice 16 (po podacima Zavoda SRS za statistiku).

Učešće grana u narodnom dohotku općine u %

Tablica 16

Općina	Godina	Ukupno	Industrija	Poljoprivreda	Šumarstvo	Ostalo
Ljutomer	1962	100	16,9	45,7	0,4	37,0
Ormož	1962	100	6,0	59,2	2,3	32,5
Domžale	1962	100	79,2	8,2	0,3	13,3
Ljubljana-Moste-Polje	1962	100	53,1	3,1	—	43,8

Iz gornjeg se jasno vidi, da se seljak koji živi na sasvim poljoprivrednim područjima, kao što su Ljutomer i Ormož, nalazi pod većim poreznim pritiskom od onog, koji živi u razvijenim općinama pored gradova — a položaj seljaka u pogledu prodaje robe je baš obrnut, kako smo već vidjeli u prethodnim razmatranjima.

Sa stanovišta elektroprivrede ugodniji je konzument seljak u blizini grada, jer troši više električne energije od onog u sasvim poljoprivrednom području, pa i mreža u prigradskim područjima nije tako razvučena, a u vezi s tim su i troškovi održavanja mreže i inkasa niži od onih u sasvim poljoprivrednim područjima. Sasvim usko gledanje dovelo bi do zonskih ekonomskih tarifa na takvim područjima. Takav stav bi situaciju još pogoršao, jer bi toliko opala potrošnja električne energije, da bi opali i dohoci poduzeća za prodaju električne energije.

Usporedimo sada cijene električne energije, cijene poljoprivrednih proizvoda, procenat poljoprivrednog stanovništva i potrošnju električne energije kWh/ha prije rata i u nekim godinama poslije rata.

Tablica 17a

Godina	Cijena kWh		Cijena poljoprivrednog proizvoda			
	Domaćinstva	Motori	Pšenica 1 kg	Mlijeko 1 l	Krumpir 1 kg	Govede meso 1 kg žive vage
1939	3,5	2	2	2,5	1,5	10,5
1954	5,0	24	50	30	16	210
1965	14	31,5	90	70	80	530

Tablica 17b

Godina	kWh/ha	% poljoprivrednog stanovništva
1939	—	60
1960	8,9	36,6
1961	95,0	31,3
1962	104,0	29,9
1963	125,0	29,4

Promatrajući tablicu 17b došli bi do zaključka da je električna energija suviše jeftina s obzirom na cijenu prije rata. Do 1960. godine cijena za domaćinstvo stvarno je bila niska tako da domaćica nije imala interesa štediti energijom. Za današnju cijenu to više ne možemo tvrditi. Ali bitno je ovo; sa sve većom snagom agregata proizvodnih i prijenosnih elektroenergetskih objekata i sa sve gušćim konzumom, proizvodnja i raspodjela energije će biti relativno sve jeftinija. S industrijalizacijom zemlje i rastućim brojem stanovništva industrijski artikli će biti relativno sve jeftiniji, a poljoprivredni sve skuplji, pošto se površina ispod tvornica i stambenih zgrada širi, a obradive površine zemlje se smanjuju.

Jasno je, da se je unapredila i poljoprivreda ali ne takvim tempom kao industrija. Drukčije bi bilo kada bi mlijeko, krumpir i pšenicu uspjeli izrađivati u tvornicama.

Potrošnja električne energije u poljoprivrednom gazdinstvu nema uvijek direktan utjecaj na proizvodnju u poljoprivredi, ali ima vrlo jak indirektan utjecaj sa rasterećenjem domaćice. U poljoprivrednom gazdinstvu do 20 ha zemlje otpada 72% rada na unutarnje poslove, a 28% na vanjske radove. Za vanjske radove na zemljištu, izuzev umjetno navodnjavanje, nije moguće uspješno koristiti električnu energiju pošto je traktor povoljniji. Od unutrašnjih radova otpada:

34 % na rad u kući
27 % na rad u staji
11 % na rad u dvorištu

Sve te radove je moguće vrlo uspješno elektrificirati, naročito u kući. Rasterećenjem domaćice koja nosi veći dio unutrašnjih poslova indirektno se postiže veća produktivnost u poljoprivredi, pošto ostaje više vremena i snage za radove na polju. Tablica 17 prikazuje jako opadanje poljoprivrednog stanovništva i porast potrošnje električne energije po hektaru. To je u stvari pokušaj supstitucije žive radne snage koja odlazi iz sela u grad. Ta pojava je poznata u svim razvijenim zemljama; u Austriji, Njemačkoj i Švicarskoj zovu je »Landflucht«. U Austriji je 1960. godine izašao zakon koji jako štiti seljaka i utvrđuje, da poljoprivredna djelatnost nema samo važan ekonomski nego i visok sociološki i politički značaj. Slično je zaštićen seljak i u drugim zemljama. Trebalo bi i kod nas malo razmisliti o tome, da ne bude prekasno.

Zaključak

Poslije oslobođenja krenula je elektrifikacija seoskih naselja vrlo jakim tempom tako, da ima još samo 3% neelektrificiranih naselja u Sloveniji. Potrebni investicioni troškovi za ovu elektrifikaciju su tako visoki, da će kod toga morati sudjelovati i zajednica. Elektrifikacija nekih naselja će biti interesantna i s turističkog gledišta, što bi trebao rješavati Institut za urbanizam i turističke organizacije. Za poboljšanje eksploatacije seoske mreže, rješenje je samo u većoj potrošnji električne energije i to u glavnom bez pojačanja dimenzija mreže i transformacije. Trebalo bi podići potrošnju elektrotermičkih aparata — naročito bojlera. Uvjet za to su naravno vodovodi koje bi mogli izgraditi sa vodograđevnim seoskim odborima uz pomoć općinskih skupština, kao što je to bio slučaj s odborima za elektrifikaciju.

Poljoprivrednom stanovništvu je potrebno utvrditi materijalni položaj snižavanjem poreza i omogućivanjem nabave strojeva na kredit. Ovo bi bilo realno moguće kreditirati sa strane poljoprivrednih štedionica u koje bi seljaci i zanatlije ulagali svoja sredstva. Na taj način smanjila bi se razlika u materijalnom položaju poljoprivrednog stanovništva u blizini gradova i industrijskih centara i onih u zabačenim poljoprivrednim područjima. Takvo rješenje je čvrsto povezano s eksploatacijom niskonaponske seoske mreže, jer bi sa boljim materijalnim položajem poljoprivrednog stanovništva brže porastao konzum električne energije na tim područjima.

Literatura:

1. L. Levstik: *Razvoj elektrifikacije Dravske banovine,* Elektrotehniški vestnik, 1939.
2. O. Gros: *Elektrifikacija Gorenje vasi.*
3. L. Levstik: *Der Verbrauch elektrischer Energie in der österreichischen Landwirtschft 1961,* ÖZE.
4. *Statistički letopis SRS 1965.*
5. A. Šermazanov: *Razvoj tarife električne energije v Sloveniji*
6. O. Steiner: *Prva komasacija v Sloveniji,* Socialistično kmetijstvo — letnik 1960:
7. *Publikacije OUN* — Ekonomska komisija za Evropu — Komitet za električnu energiju — Radna grupa za proučavanje seoske elektrifikacije
8. *Elektrifizierung der Landwirtschaft,* ÖKL Wien 1957.
9. *Deset let Zavoda za proučevanje uporabe električne energije v kmetijstvu — Videm ob Ščavnici*

Naslov pisca: Janez Novak, dipl. ing. Poslovno združenje energetike SR Slovenije, Ljubljana

ELEKTRIFIKACIJA SELA U UVJETIMA PRIVREDNE REFORME

Daniel F e ö c z e, Zagreb

Autor prikazuje stanje elektrificiranosti Jugoslavije, daje proračun potrebnih novih investicija za dovršenje elektrifikacije zemlje i potrebne količine proizvodnje za taj novi konzum. Raspravlja o cijeni električne energije seoskih područja i o izvorima sredstava za financiranje investicija.

DK 621.311.1 : 63

Uvod



Električna energija je jedan od osnovnih faktora suvremenog čovjeka. Svojim izvanrednim svojstvima brze i jednostavne pretvorbe u razne druge oblike (mehaničku, toplotnu, svjetlosnu, zvučnu, kemijsku) i svestranim mogućnostima primjene u svim djelatnostima čovjeka i društva, električna energija je postala osnovom privrede te raznih kulturnih, zdravstvenih i drugih socijalnih institucija. Ona je i neophodni elemenat svakodnevnog života današnjeg čovjeka. Razumljivo je stoga što električna energija služi, u raznim relacijama s relevantnim faktorima, i kao indikator stupnja razvijenosti društva. Npr. kao količina potrošnje električne energije po gradskom i seoskom domaćinstvu, po privrednim djelatnostima i poduzećima, po hektaru obradive površine, po poljoprivrednom gazdinstvu, farmi itd. Osim toga budno se prati i indikator stupnja elektrificiranosti zemlje.

Električna energija može imati svestranu primjenu i na selu. Osim što daje intenzivnu higijensku rasvjetu i što omogućuje slušanje radija, gledanje i slušanje televizije, upotrebu raznih kućanskih aparata i sl. ona ima široku primjenu i u poljoprivredi, gdje predstavlja bitni faktor povećanja produktivnosti. OUN objavljuje mnogo podataka o porastu produktivnosti u elektrificiranim poljoprivredama pojedinih zemalja.

Otuda i briga za elektrifikaciju sela i naselja.

U Jugoslaviji ima (prema podacima za 1964.) ukupno 28.273 naselja s 4,653.513 domaćinstava. Od toga je elektrificirano samo 19.294 naselja ili 68% i 3,209.990 domaćinstava ili 69%. Neelektrificirano je 8.979 naselja sa 718.098 kućanstava. Osim ovih neelektrificiranih domaćinstava u neelektrificiranim naseljima, ima još 725.425 neelektrificiranih odnosno neprikljućenih domaćinstava u elektrificiranim naseljima.

Ovi podaci pokazuju da na razvoju elektrifikacije zemlje treba i dalje mnogo raditi i uklanjati sve one poteškoće koje usporavaju proces elektrifikacije.

Osnovnih problema nema mnogo. Može se reći da ih ima samo dva i to: problem sredstava potrebnih za investicije i problem nivoa i sistema cijene električne energije. I jedan i drugi problem imaju dva aspekta: aspekt proizvodnje, prenosnom mrežom vezanih elektrana, odnosno aspekt industrijske (interkonektirane) proizvodnje električne energije i aspekt razvoda i distribucije, dakle, daljnje prerade električne energije i opskrbe potrošača industrije, ostale privrede, društvene nadgradnje i standarda stanovništva.

Ovdje će se razmatrati spomenuti osnovni problemi samo s aspekta djelatnosti razvoda i distribucije električne energije.

Nove investicije u elektrifikaciju

Realni proračuni potrebnih novih investicija za elektrifikaciju naselja i domaćinstava mogu se dobiti samo na temelju projekata odgovarajućih elektroenergetskih postrojenja. Budući da takvi projekti nisu raspoloživi mogu se za ova razmatranja koristiti i jednostavni orijentacioni proračuni sastavljeni za nekoliko odabranih naselja s različitim energetskim, topografskim i demografskim karakteristikama. Ovakvi orijentacioni proračuni pružaju red onih veličina o kojima se raspravlja a mogu poslužiti i kao osnova za opće zaključke.

Za orijentacione proračune uzeto je pet sela s područja Sjeverne Hrvatske različite konfiguracije tla, nejednake gustoće naseljenosti i različitog intenziteta potrošnje električne energije.

Relevantni demografski, tehnički i energetski pokazatelji promatranih pet sela prikazani su na tablici 1.

Iz podataka tablice 1 se vidi da su za razmatranje odabrana sela s relativno višim specifičnim potroškom električne energije po domaćinstvu. Nedavno provedena statistička obrada podataka o intenzitetu potrošnje električne energije u domaćinstvu pokazuje, da na nekim područjima Hrvatske oko 30% domaćinstava troši prosječno mjesečno samo do 10 kWh, dok u Srbiji takvih potrošača ima oko 40%. Na području *Elektre* Zagreb do 10 kWh mjesečno troši 17% potrošača domaćinstva dok njihov ukupni potrošak električne energije iznosi samo 1,7% ukupne potrošnje domaćinstava tog područja. Budući da je to manji dio potrošača domaćinstava, odabrana su sela s većim specifičnim potroškom kako bi se dobile realnije vrijednosti za ova razmatranja. Međutim, i ova odabrana sela, s relativno većom potrošnjom električne energije,

Demografski, tehnički i energetski pokazatelji promatranih sela Tablica 1

Pokazatelji	Naziv sela					
	A	B	C	D	E	Ukupno
I *Demografski*						
1. Broj domaćinstava	190	185	155	137	102	769
II *Tehnički*						
1. Vodovi visokog napona cca m	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	10.000
2. Vodovi niskog napona m	5.870	5.260	5.370	6.897	4 380	27.777
3. Transformacija do 50 kVA						
4. Javna rasvjeta: po jedno rasvjetno mjesto na svaki drugi do treći stup						
5. Radni vijek mreže:						
10—15 godina na kestenovim i impregniranim stupovima						
20 godina na stupovima s betonskim nogarima						
III *Energetski*						
1. Količina godišnje potrošnje električne energije kWh	43.270	46.820	35.400	23.390	21.360	170.240
2. Prosječna godišnja stopa rasta potrošnje 2 do 5 %						
IV *Ostali*						
1. Specifični potrošak električne energije po domaćinstvu:						
— godišnji kWh/domać.	228	253	229	171	209	221
— mjesečni kWh/domać.	19	21	19	14	17	18
2. Period udvostručenja potrošnje kod prosječne godišnje stope rasta potrošnje:						
— 2,0 % = 35 godina						
— 3,5 % = 20 godina						
— 5,0 % = 15 godina						
3. Godišnja stopa amortizacije za radni vijek od						
10 godina = 10 %						
12,5 godina = 8 %						
15 godina = 6,6 %						
20 godina = 5 %						
4. Potrošak energije po metru mreže kWh/m	5,5	6,4	4,8	2,6	3,3	4,5

Proračun potrebnih investicija za izgradnju električne mreže promatranih sela u 000 starih dinara Tablica 2

Pokazatelji	Naziv sela					
	A	B	C	D	E	Ukupno
I *Cjenik i proračun*						
1. Vodovi visokog napona S Din 10^3/km 1.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	15.000
2. Transformacija 10^3 S Din 1.400 do 1.800 prosjek 1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	8.000
3. Vodovi niskog napona prosječno S Din 10^3/km 1.700	9.979	8.942	9.129	11.725	7.446	47.221
4. Javna rasvjeta jedno rasvjetno tijelo na svaki drugi do treći stup 10^3 S Din 30 po domaćinstvu	5.700	5.550	4.650	4.110	3.060	23.070
5. Priključci 10^3 S Din 25 po domaćinstvu	4.750	4.625	3.875	3.425	2.550	19.225
6. Brojila 10^3 S Din po domaćinstvu	1.330	1.295	1.085	959	714	5.383
Investicije ukupno	26.359	25.012	23.339	24.819	18.370	117.899
II *Specifični troškovi investicija*						
1. S Din 10^3/km (s vodovima visokog napona)	3.350	3.450	3.170	2.790	2.880	3.130
2. S Din 10^3/domaćinstvo	138,5	135,2	150,0	181,1	180,1	152,0
3. S Din/kWh godišnje potrošnje	608	534	659	1.061	860	692

imaju vrlo slabo iskorištenje postrojenja što pokazuje i omjer između ukupne potrošnje i duljine mreže. Potrošak električne energije po jednom kilometru mreže ovih sela iznosi samo 4,5 MWh, dok takav indikator za ukupnu mrežu visokog i niskog napona i ukupnu potrošnju električne energije Jugoslavije iznosi preko 65 MWh po kilometru mreže. Ovako slabo iskorištenje investicija odrazuje se i na tzv. troškovnu cijenu električne energije na mreži niskog napona, posebno na seoskim mrežama.

Osim slabog iskorištenja uloženih sredstava u energetsku mrežu, seoska područja imaju i vrlo nisku prosječnu godišnju stopu rasta potrošnje električne energije. Ona se kreće od 2 do 5%. Uslijed toga, vrlo sporo se oporavlja niski stupanj produktivnosti sredstava rada seoskih elektrodistribucija. Kod ovih stopa rasta, period udvostručenja potrošnje električne energije vrlo je dug. Kreće se od 15 pa čak do 35 godina, i dulji je jedan do dva i više puta od radnog vijeka električne mreže. Gradska područja imaju višestruko veću stopu rasta potrošnje, pa u uvjetima ponderiranih cijena električne energije dolazi do prelijevanja dohotka iz gradskih u seoska područja.

Proračuni potrebnih investicija za izgradnju električne mreže promatranih sela rađeni su po dnevnim cijenama i prikazani su na tablici 2.

Podaci tablice 2 pokazuju vrlo različite specifične troškove investicija po kilometru mreže, po domaćinstvu i po kilovatsatu godišnje potrošnje električne energije.

Veličina specifičnih investicija po kilometru električne mreže pokazuje stupanj tehničkog sastava i konfiguracije mreže. Što je električna mreža kvalitetnija i složenija to će specifične investicije po kilometru mreže biti veće ali i produktivnije. Gradske električne mreže tehnički su mnogo složenije i vrednije od seoskih, jer prerađuju neusporedivo veći volumen energije, jer opskrbljuju složenu strukturu korisnika s vrlo različitim energetskim karakteristikama potrošnje i jer imaju podzemne kablovske vodove i intenzivniju transformaciju.

Na veličinu specifičnih investicija po naselju i domaćinstvu utječe tehnički sastav i konfiguracija mreže te gustina naseljenosti. Ovaj indikator može poslužiti za orijentacioni proračun potrebnih novih investicija u elektrifikaciju zemlje.

Veličina specifičnih troškova investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje prikazuje intenzitet potrošnje električne energije i stupanj iskorištenja sredstava uloženih u električnu mrežu. Što su veći specifični troškovi investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje električne energije to će nužno biti veća i kalkulativna odnosno troškovna cijena distribucije i obrnuto. Veličina specifičnih troškova investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje i veličina cijene električne energije uzročno su vezane, jer najveći dio cijene otpada na troškove investicija odnosno sredstava rada.

Specifični troškovi investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje promatranih sela iz tablice 2 vrlo su visoki. U gradskim elektrodistribucijama oni su neusporedivo manji. Npr. specifični troškovi investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje *Elektre* Zagreb s bližom okolicom manji su 10 do 20 puta. Ovaj nerazmjer najbolje će ilustrirati niže navedeni indeksi:

	S Din/kWh	Indeksi (zaokruženo)
ELEKTRA Zagreb	52,80[1]	100
Selo A	608,00	1150
Selo B	534,00	1000
Selo C	659,00	1250
Selo D	1.061,00	2000
Selo E	860,00	1630
Ukupno ponder A do E	692,00	1310

[1] Knjigovodstvena nabavna vrijednost osnovnih sredstava revalorizirana je faktorom 2
(S Din 18,402.191.000 ×2 : 698,085.328 kWh = 52,8)

Ovi konkretni podaci jasno pokazuju da se troškovi investicija, a s time u vezi i troškovi opskrbe električne energije, jako razlikuju među poduzećima i njihovim područjima. Poduzeće koje u svom sastavu ima više sela i naselja slabijeg intenziteta potrošnje, ima objektivno i veću prosječnu prodajnu cijenu električne energije. Pri tome na veličinu cijene električne energije ne utječe okolnost što je mreža eventualno podignuta doprinosima zainteresiranih potrošača i prenijeta u sredstva rada elektrodistributivnog poduzeća. Cijena električne energije mora podmiriti troškove njege i investicionog uzdržavanja postrojenja, amortizaciju, kamate na poslovni fond i sl. bez obzira na to, što je mreža podignuta sredstvima korisnika i besplatno prenijeta u sredstva rada poduzeća.

Ako se za temelj orijentacionih proračuna potrebnih investicija u elektrifikaciju zemlje uzmu podaci iz tablice 2 dobije se slijedeći red veličina potrebnih sredstava:

a) zavisno od broja neelektrificiranih naselja (8.979)	41,4 milijarda S Din
b) zavisno od broja neelektrificiranih domaćinstava (718.098)	88,6 milijarda S Din
Ukupno	130,0 milijarda S Din

Samo se po sebi razumije da će iznos potrebnih sredstava za ove investicije, proračunat na temelju konkretnih projekata elektrifikacije, odstupati manje-više od gornjeg orijentacionog iznosa.

Investicioni plan elektrodistribucije Hrvatske predviđa potrebna sredstva za elektrifikaciju svog područja u iznosu od oko 25 milijarda starih dinara. Podaci raznih dosadašnjih projekcija ukazuju da promatrani elementi za Hrvatsku iznose $^1/_4$ do $^1/_5$ elemenata Jugoslavije. Promatrajući s tog aspekta realnost proračunatog iznosa od 130 mili-

jarda starih dinara, može se zaključiti, da ta orijentaciona vrijednost ima kvalitet reda veličine.

Osim 718.098 neelektrificiranih domaćinstava u 8.979 neelektrificiranih naselja ima još 725.425 neelektrificiranih odnosno neprikljućenih domaćinstava u 19.294 elektrificiranih naselja. Specifične investicije za elektrifikaciju ovih domaćinstava mnogo su manje pa su i potrebna sredstva za njihov priključak na postojeću električnu mrežu znatno manja.

Ako se uzme da je za priključak ovih domaćinstava potrebno prosječno 10 metara odvojka mreže niskog napona i normalni prosječni troškovi priključka i brojila, onda bi po cijenama tablice 2 specifične investicije po domaćinstvu iznosile:

S Din 49.000

ili za 725.425 domaćinstava ukupno

S Din 35,6 milijarda

Za elektrifikaciju i potrošnju električne energije svih ovih domaćinstava (718.098 + 725.425 = =1,443.523) treba osigurati novu proizvodnju energije. Na temelju specifične potrošnje po prosječnom domaćinstvu promatranih pet sela od 221 kWh/dom. trebalo bi nove proizvodnje oko 320 milijuna kWh za koju količinu treba izgraditi ili možda samo proširiti elektroenergetske kapacitete proizvodnje električne energije što zahtijeva odgovarajuća dodatna investiciona sredstva.

Izvori sredstava financiranja

Izvori sredstava za financiranje investicija u elektroenergetska postrojenja razvoda i distribucije bili su proteklih godina uglavnom ovi:

a) sredstva fondova elektrodistribucije
b) zajmovi banaka i društvenih fondova
c) doprinosi komuna i
d) doprinosi zainteresiranih potrošača.

Osnovni dio sredstava distribucije bila su sredstva amortizacije za direktna, ili indirektna financiranja preko bankovnih kredita. Stanje postojećih elektroenergetskih postrojenja razvoda i distribucije je takvo, da nema dovoljno sredstava ni za njihovu konsolidaciju. Zbog stalnog zaostajanja cijena električne energije za sumom ostalih zavisnih cijena (cijena elemenata reprodukcije distribucije) i zbog pomanjkanja potrebnih dopunskih sredstava iz drugih izvora (koja su se uglavnom davala samo za izgradnju elektrana i postrojenja prenosa) kapacitet električne mreže razvoda i distribucije zaostajao je iz godine u godinu za proširenjem kapaciteta proizvodnje i prenosa. Posljedica toga su znatni iznosi negativnih odnosno zaostalih investicija a s tim u vezi i nekvalitetna isporuka i opskrba potrošača električnom energijom.

Nivo nove cijene električne energije, projektirane za privrednu reformu na bazi knjigovodstvenih cijena osnovnih i prosječno angažiranih sredstava, niži je od nivoa cijene reprodukcije. Plan financiranja novih investicija u mrežu razvoda i distribucije — iz projekta nove cijene električne energije — pokazuje manjak vlastitih sredstava od 44,5%. Pri tome je plan novih investicija proračunat primjenom prosječne godišnje stope rasta fiksnih fondova od 11,24% na nabavnu vrijednost osnovnih sredstava prema stanju iz knjigovodstva. Poznato je da su knjigovodstvene vrijednosti osnovnih sredstava jako deprecirane. Podaci orijentacione procjene vrijednosti osnovnih sredstava pokazuju, da su dnevne cijene tih sredstava dvostruko veće od knjigovodstvenih cijena, pa će trebati s tim u vezi korigirati i plan investicija iz projekta nove cijene.

U uvjetima zaostalih investicija djelatnosti razvoda i distribucije, koje treba nadoknaditi u cilju normalne opskrbe potrošača postojećim volumenom energije i u uvjetima još uvijek deprecirane cijene električne energije nije vjerojatno da bi se daljnja elektrifikacija zemlje mogla vršiti sredstvima elektroprivrednih poduzeća.

Nisu nam poznate kreditne mogućnosti banaka s obzirom na potrebe cijele privrede, prema tome ni eventualno slobodna sredstva kredita za elektrifikaciju. Međutim, imajući u vidu akciju i napore koji su ulažu oko osiguranja kredita potrebnih za izgradnju elektrana i postrojenja superponirane mreže, malo je vjerojatno, da ima raspoloživih kredita za elektrifikaciju. Ako ih i ima, to mogu biti neznatni iznosi u odnosu na proračunate potrebe.

Doprinosi zainteresiranih komuna realni su izvori sredstava financiranja, ali također nedovoljni u odnosu na proračunate potrebe. Može se reći da se oni kreću u okviru kamata na poslovni fond, koji za elektrodistributivna poduzeća Jugoslavije, u uvjetima nerevaloriziranih osnovnih sredstava iznose oko 8 milijarda starih dinara. Zavisno od efekta revalorizacije povisit će se i masa ovih kamata i ona će rasti iz godine u godinu u skladu s porastom poslovnog fonda elektrifikacije. To bi bila sigurna sredstva za elektrifikaciju ako se ne bi koristila za sniženje nove cijene električne energije, koja je još uvijek u disparitetu s cijenama nekih primarnih oblika energije a i s ostalim zavisnim cijenama. Međutim, ima pojava da se sredstva kamata na poslovni fond elektrodistribucije koriste za sniženje cijene električne energije.

Doprinosi zainteresiranih potrošača su u ovim uvjetima najrealniji izvori sredstava za financiranje daljnje elektrifikacije zemlje. Oni su to i dosada bili. Prosječnih 152.000 starih dinara doprinosa po domaćinstvu prema ovim proračunima neće biti veliki teret za mnoga zainteresirana naselja koja svojim proizvodima gravitiraju gradovima. Problem su međutim udaljena sela koja teže realiziraju svoje proizvode. Za njih bi trebalo naći druga kombinirana rješenja.

Neke inozemne elektroprivrede koriste, osim navedenih izvora financiranja, još i druge izvore sredstava za izgradnju svoje elektroenergetike i to:

a) obavezni elektroenergetski porez sadržan u cijeni električne energije (Norveška, Švedska. Švedska ubire npr. 10 % elektroenergetskog poreza na cijenu električne energije od industrijskih potrošača s godišnjom potrošnjom od preko 40.000 kWh, a 7 % od svih ostalih potrošača).

b) nacionalne elektroenergetske zajmove (npr. Austrija, Francuska) i

c) budžetska sredstva.

Instrumenti navedeni pod a) i b) mogli bi se koristiti i u našim uvjetima. I jedan i drugi instrument prikupljanja sredstava utječe na veličinu cijene a ova kao ekonomski regulativ usmjerava na racionalnu primjenu i potrošnju električne energije.

Bespovratni doprinosi zainteresiranih potrošača imaju i svoj psihološki nedostatak. Potrošač naime smatra, da kad je dao doprinos za izgradnju električne mreže, da onda treba da ima i jeftinu cijenu električne energije. On ne uviđa da cijena mora osigurati pogon, uzdržavanje i suvremenu reprodukciju postrojenja u uvjetima ekonomskog rasta. Na temelju ovakovih shvaćanja i još uvriježenog mišljenja da je električna energija opće dobro koje treba biti svakom dostupno po niskim i jednakim cijenama i u neograničenim količinama, stvorilo se i javno mnijenje koje usporava razvoj cijene električne energije a s time u vezi i unapređenje kvaliteta opskrbe.

Za rješenje pitanja daljnje elektrifikacije zemlje potrebna je temeljita studijska obrada. Treba sastaviti popis svih neelektrificiranih naselja, analizirati njihov socijalni sastav i uvjete privređivanja i opravdanost elekrifikacije pa na temelju ovih podataka izraditi perspektivni plan elektrifikacije, plan prikupljanja financijskih sredstava i plan njihove amortizacije, plan financiranja, plan potrošnje i plan cijene električne energije.

Cijena električne energije seoskih područja

Kalkulacije vrijednosti proizvodnje i prerade električne energije na mjestima predaje promatranih pet sela, zatim kalkulacije cijena distribucije i cijena prodaje rađene su na temelju proračunatih troškova investicija tablice 2 i količina potrošnje električne energije tablice 1.

Kalkulacije su vršene na temelju slijedećih normativa:

1. materijalni troškovi 2,5 %
2. investiciono uzdržavanje 2,6 %
3. amortizacija za radni vijek postrojenja od 12,5 godina 8,0 %
   od nabavne vrijednosti osnovnih sredstava;
4. bruto osobni dohodak proračunat je za 1 idealnog radnika (sve funkcije rada) s 90.000 starih dinara bruto mjesečnog dohotka,
5. fond zajedničke potrošnje proračunat je s 5 % od iznosa bruto osobnog dohotka,
6. akumulacija je proračunata samo za stvarne obaveze (bez tzv. ostatka akumulacije za financiranje proširene reprodukcije) na temelju prosječnih proporcija elektrodistribucije Jugoslavije,
7. troškovi nabave električne energije proračunati su po stvarnoj prosječnoj cijeni isporuke do 0,4 kV napona i tretirani su kao proporcionalni trošak.

Ovi proračuni i struktura cijene električne energije prikazani su na tablicama 3 i 4.

Podaci tablice 3 i 4 pokazuju vrlo visoke i vrlo različite kalkulativne prodajne cijene električne energije na mrežama seoskih distribucija. Ovi podaci pokazuju, nadalje, vrlo veliki udio troškova distribucije u strukturi prodajne cijene. Troškovi nabave električne energije zajedno s gubicima do 0,4 kV napona niži su i od samih materijalnih troškova a jednaki su svojom veličinom kamatima na poslovni fond.

Dok troškovi nabavljene električne energije iznose čak 54,6% u strukturi prosječne prodajne cijene elektrodistribucije Jugoslavije, oni u strukturi prosječne prodajne cijene promatranih pet sela iznose samo 9%. Na ovakve proporcije strukture cijene seoske elektrodistribucije utječe vrlo slaba potrošnja električne energije. Na ovim područjima dominantni su troškovi distribucije a gotovo beznačajni su troškovi energije. Što je intenzitet potrošnje električne energije slabiji to su veći troškovi distribucije u cijeni električne energije (uglavnom troškovi sredstava rada).

Korelaciju između indikatora specifičnih investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje električne energije i cijene distribucije (bez troškova nabavljene energije) neka ilustrira slijedeći niz:

	Specifične investicije po kilovatsatu godišnje potrošnje		Cijena distribucije		Omjer: Specifične investicije prema cijeni distribucije
	S Din/kWh	Indeks	S Din/kWh	Indeks	
Selo A	608	114	125,5	113	4,85
Selo B	534	100	111,5	100	4,79
Selo C	659	124	139,1	125	4,73
Selo D	1061	200	221,0	198	4,81
Selo E	860	162	193,5	172	4,45

Na neznatna odstupanja od indeksa korelacije utječu oni elementi cijene koji se proračunavaju nezavisno od vrijednosti sredstava rada. Međutim, omjer između specifičnih investicija i cijene distribucije gotovo je jednak za sva sela. Kreće se od 4,45 do 4,85. Na neznatne razlike ovih omjera utječu bruto osobni dohoci i fond zajedničke potrošnje koji ulaze u cijenu distribucije promatranih sela u jednakim iznosima nezavisno od veličine vrijednosti investicija. Zbog toga je veličina omjera između specifičnih investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje i cijene distribucije manji kod onih sela koja imaju manju potrošnju električne energije, jer im je uslijed jednakog iznosa bruto osobnih dohodaka i fonda zajedničke potrošnje a relativno manje količine potrošnje električne energije veća za toliko cijena distribucije.

Kalkulacija vrijednosti proizvodnje i prerade električne energije za pet promatranih sela u hiljadama starih dinara

Tablica 3

Opis		Naziv sela					
		A	B	C	D	E	Ukupno
a) *Nabavna vrijednost osnovnih sredstava*		26.359	25.012	23.339	24.819	18.370	117.899
b) *Kalkulacija vrijednosti bruto produkta*							
1. Materijalni troškovi	2,5 %	659	625	583	620	459	2 946
2. Investiciono uzdržavanje	2,6 %	685	650	607	645	478	3.065
3. Amortizacija	8,0 %	2.109	2.001	1.867	1.985	1.470	9.432
4. Bruto osobni dohoci		1.080	1.080	1.080	1.080	1.080	5.400
5. Fond zajedničke potrošnje		54	54	54	54	54	270
6. Akumulacija:							
a) kamati na poslovni fond		596	568	529	562	417	2.672
b) kamati na kredite		70	66	62	65	59	322
c) premije osiguranja		105	98	91	96	72	462
d) rezervni fond		63	60	56	59	44	282
I *Cijena distribucije*		5.421	5.202	4.929	5.166	4.133	24.851
7. Troškovi nabave električne energije							
a) količine kupnje kWh		(47.600)	(51.500)	(39.000)	(25.700)	(23.500)	(187.300)
b) Cijena kupnje na 35 kV = S Din/kWh 11,29							
gubici energije:							
na 35 kV 2,1 % S Din/kWh na 10 kV 6,8 % S Din/kWh	1,10						
troškovi razvoda:							
za 35 kV S Din/kWh	0,13						
za 10 kV (dio) S Din/kWh	0,77						
Ukupno	S Din/kWh 13,29	633	684	517	342	312	2.488
II *Vrijednost proizvodnje i prerade*		6.054	5.886	5.446	5.508	4.445	27.339
Količina potrošnje u	kWh	43.270	46.820	35.400	23.390	21.360	170.240
Prosječna cijena distribucije	S Din/kWh	125,5	111,5	139,1	221,0	193,5	146,2
Prosječna prodajna cijena	S Din/kWh	140,0	126,0	153,6	235,5	208,0	160,5
Prosječni izdatak za utrošenu energiju po domaćinstvu							
— godišnje	S Din/dom.—god.	31.900	31.800	35.200	40.300	43.500	35.600
— mjesečno	S Din/dom.—mjes.	2.660	2.650	2.930	3.360	3.620	2.960

Struktura cijene električne energije za promatranih pet sela u S Din/kWh

Tablica 4

Opis	Naziv sela					
	A	B	C	D	E	Ukupno
1. Materijalni troškovi	15,2	13,4	16,5	26.5	21,4	17,3
2. Investiciono uzdržavanje	15,8	13,9	17,1	27,5	22,4	18,0
3. Amortizacija	49,0	43,1	52,6	85,0	68,7	55,5
4. Bruto osobni dohoci	24,9	23.1	30,5	46,3	50,5	31,7
5. Fond zajedničke potrošnje	1,2	1,1	1,5	2,3	2,4	1,6
6. Akumulacija						
a) kamati na poslovni fond	13,8	12,1	15,0	24,0	19,5	15,7
b) kamati na kredite	1,8	1,4	1,7	2,8	2,7	1,9
c) premije osiguranja	2,4	2,1	2,6	4,1	3,8	2,7
d) rezervni fond	1,4	1,3	1,6	2,5	2,1	1,6
I *Cijena distribucije*	125,5	111,5	139,1	221,0	193,5	146,0
7. Troškovi nabave električne energije	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
II *Prodajna cijena*	140,0	126,0	153,6	235,5	208,0	160,5

Iako je za kalkulaciju troškova i cijene pojedinih sela uzet samo jedan radnik za pogon mreže, tekuće uzdržavanje, režiju, inkaso i sl. s bruto osobnim dohotkom od mjesečnih 90.000 ili godišnjih 1,080.000 starih dinara, na njega ipak otpada od 23,1 pa čak do 50,5 starih dinara po kilovatsatu godišnje potrošnje.

Evo zašto:

Selo A	= S Din 1,080.000	: 43.270 kWh	= S Din/kWh 24,9
Selo B	= S Din 1,080.000	: 46.820 kWh	= S Din/kWh 23,1
Selo C	= S Din 1,080.000	: 35.400 kWh	= S Din/kWh 30,5
Selo D	= S Din 1,080.000	: 23.390 kWh	= S Din/kWh 46,3
Selo E	= S Din 1,080.000	: 21.360 kWh	= S Din/kWh 50,5
Prosjek	S Din 5,400.000	:170.240 kWh	= S Din/kWh 31,7

Ovakvi odnosi, iako objektivno dati, zbunjuju mnoge potrošače a iritiraju nažalost i one neupućene koji imaju utjecaja na javno mnijenje. Dovoljno je tendenciozno i neobrazloženo javno iznijeti, da osobni dohoci u cijeni električne energije ovih područja iznose 23 do 50 S Din/kWh kod prosječne prodajne cijene električne energije od 22,80 S Din/kWh pa da se distributivnom poduzeću i njegovom kolektivu a i ostaloj elektrodistribuciji i elektroprivredi u cjelini nanese moralna pa i materijalna šteta. U razdoblju uvođenja novih, iako još uvijek depreciranih, cijena električne energije bilo je više primjera neshvaćanja objektivnih okolnosti i nepoznavanja notornih osnova teorije troškova i cijene.

Pod najjačim udarcima zbunjenih potrošača i neupućenih faktora nalazila su se, i još uvijek se nalaze, ona elektrodistributivna poduzeća koja na svom energetski još nerazvijenom području snabdijevaju nerazmjerno više seoskih naselja najslabijeg intenziteta potrošnje električne energije. Razumljivo je da takva poduzeća imaju objektivno i veće troškove distribucije po kilovatsatu. Nerazumljivo je, međutim, kad neki potrošači a i drugi faktori uspoređuju u svojim zahtjevima i ekonomskim analizama cijenu distribucije ovakovih područja sa cijenama i troškovima distribucije drugih, energetski mnogo razvijenijih područja i kad na temelju ovakovih svojih analiza zahtijevaju da se cijena električne energije snizi, odnosno izjednači s cijenom energetski razvijenog područja.

Istina je, međutim, da se dugogodišnje zaostajanje cijene električne energije ne može odjednom izravnati s tzv. troškovnom cijenom. Naročito ne zbog toga što su potrošači u toku proteklog niza godina navikli na niske jedinstvene jugoslavenske, dakle jednake cijene bez obzira na visinu troškova proizvodnje i prerade energije. Prijelaz s jedinstvenih-jednakih na troškovne cijene, u okviru još uvijek depreciranog nivoa cijene električne energije, mogao je bezbolnije proći da su se potrošači preko štampe i propagandnih brošura pripremali za nove cijene. Potreban je stoga stalni i prisniji kontakt s potrošačima električne energije, naročito s potrošačima tzv. široke potrošnje.

Elektrodistributivna poduzeća Jugoslavije opskrbljuju električnom energijom preko 3,5 milijuna potrošača najrazličitijih kategorija. Ljudski odnosi s potrošačima električne energije vrlo su osjetljivi pa ipak, uzeto u cjelini, prilično zanemareni. Unapređivanje tih odnosa ne može se prepustiti samo onim stručnim službama poduzeća koje po prirodi posla kontaktiraju s potrošačima. To osjetljivo područje rada treba povjeriti posebnim službama u poduzeću, ljudima s posebnom izobrazbom za tu svrhu i privrednim psiholozima.

Iako su kalkulativne cijene električne energije promatranih seoskih područja horendno visoke u odnosu na cijene razvijenih gradskih područja, mjesečni izdaci za utrošenu električnu energiju po seoskom domaćinstvu nisu veliki. Oni bi se za promatrana sela kretali u uvjetima troškovne cijene od 2.650 do 3.620 starih dinara. Nema dvojbe da blagotvorni učin mjesečno utrošenih 14 do 21 kWh vrijedi seoskom domaćinstvu ovaj izdatak. Nije dakle pitanje veličine izdatka već visine cijene. To je prije svega psihološki problem, koji se ne može riješiti preko noći.

Preko noći ga nisu rješavale ni elektroprivrede onih zemalja koje danas imaju normalnu cijenu električne energije za potrošače domaćinstva kao npr. Poljska 285 S Din/kWh, Mađarska 74 S Din/kWh, Švicarska (Lausana) 100 S Din/kWh, Italija i to Genova 90,0 S Din/kWh, Milano 78,5 S Din/kWh, Napulj 76 S Din/kWh, Rim 80,0 S Din/kWh i Torino 88,8 S Din/kWh, SR Njemačka u prosjeku 78,3 S Din/kWh, Belgija i to Anvers 83,5 S Din/kWh, Bruxelles 86,6 S Din/kWh, Charleroi 91,5 S Din/kWh, Liège 85,0 S Din/kWh, Francuska i to Pariz od 89,5 do 220 S Din/kWh, Strasbourg isto tako, Grčka u Ateni 764,0 S Din/kWh, SAD i to Chicago 64,5 S Din/kWh, New York 85,0 S Din/kWh, San Francisko 65,0 S Din/kWh i tsl.

Visoke cijene električne energije seoskih područja mogle bi se sniziti izmjenom sistema amortizacije. Ako se postojeći sistem tzv. vremenske amortizacije zamijeni sistemom progresivne amortizacije, proporcionalne količini potrošnje, cijene električne energije promatranih sela mogle bi se sniziti u uvjetima prosječne godišnje stope rasta potrošnje od 3,5% za

selo A	sa	S Din	9,32
selo B	sa	S Din	8,30
selo C	sa	S Din	8,90
selo D	sa	S Din	15,00
selo E	sa	S Din	12,70

Za prijelaz na sistem progresivne amortizacije, proporcionalne količini potrošnje, potrebno je proračunati ukupnu potrošnju električne energije u toku radnog vijeka uloženih investicija.

Npr. potrošnja sela »A« iznosi 1. godine 43.270 kWh a vrijednost uloženih sredstava rada 26,359.000 S Din. Kod radnog vijeka ovih sredstava od 12,5 godina i stope otpisa od 8%, godišnja masa amortizacije iznosi 2,109.000 S Din odnosno po kilovatsatu 49,0 S Din. Ako potrošnja električ-

ne energije tog sela ne bi rasla iz godine u godinu, iznosila bi u toku radnog vijeka sredstava rada

$$43.270\ \text{kWh} \cdot 12{,}5 = 550.875\ \text{kWh}$$

pa bi amortizacija po kilovatsatu ukupne potrošnje energije u toku radnog vijeka sredstava rada od 12,5 godina iznosila:

$$\frac{\text{S Din } 26{,}330.000}{\text{kWh } 550.875} = \text{S Din/kWh } 47{,}80$$

odnosno za 1,20 S Din/kWh manje od specifičnog iznosa amortizacije po sistemu vremenski ravnomjerne amortizacije, čime bi cijena električne energije bila manje opterećena. Naravno i masa amortizacije bila bi manja i to:

a) masa vremenski ravnomjerne amortizacije 2,120.000 S Din
b) masa proporcionalne amortizacije 47,80 S Din/kWh × 43.270 kWh = 2,068.000 S Din
c) razlika 1,20 S Din/kWh × 43.270 kWh = 52.000 S Din

Ali kako količina potrošnje električne energije ovog sela nije stacionarna već raste iz godine u godinu, iako sporim tempom u prosjeku od 3,5%, to će ukupna potrošnja u toku radnog vijeka sredstava rada biti za toliko veća odnosno iznosit će ukupno 664.340 kWh pa će i specifični iznos proporcionalne amortizacije biti znatno manji i to:

$$\frac{\text{S Din } 26{,}330.000}{\text{kWh } 664.340} = \text{S Din } 39{,}68$$

odnosno manji za 9,32 S Din/kWh od specifičnog iznosa vremenske amortizacije, čim se cijena električne energije mnogo više umanjuje. Međutim, istovremeno se još više umanjuje i masa ukalkulirane amortizacije 1. godine. Ona se umanjuje na 1,716.700 S Din a time i troškovi čak za 403.300 S Din.

Sistem progresivne amortizacije, proporcionalne količini potrošnje, također osigurava integritet sredstava rada, odnosno reprodukciju njihove vrijednosti, samo s drugim vremenskim kvotama ubiranja amortizacije. Prve godine, dok je potrošnja električne energije još nerazvijena i mala, ubire se manja masa amortizacije. S rastom potrošnje raste i masa ukalkulirane amortizacije tako da će njena suma na kraju radnog vijeka postrojenja biti jednaka nabavnoj vrijednosti osnovnih sredstava. Dok sistem vremenske amortizacije neravnomjerno opterećuje cijenu, sistem proporcionalne amortizacije omogućuje uvijek jednaki udio amortizacije u cijeni.

Uvođenjem progresivne amortizacije, proporcionalno količini potrošnje, cijena električne energije promatranih sela mogla bi se sniziti za 6 do 7% a mjesečni izdaci za električnu energiju po domaćinstvu od 174 do 220 S Din.

U uvjetima troškovnih cijena električne energije za novoelektrificirana područja i u uvjetima stabilnih tržnih cijena može se računati i s efektima veće produktivnosti sredstava rada koji mogu poslužiti za amortizaciju investicionih kredita podignutih za elektrifikaciju.

Pri prosječnoj godišnjoj stopi rasta potrošnje električne energije od 3,5%, količine godišnje potrošnje promatranih sela kretale bi se ovako:

	Selo				
	A	B	C	D	E
	kWh				
1. godine	43.270	46 820	35.400	23.390	21.360
5. godine	49.640	53.750	40.160	26.850	24.500
10. godine	58.950	63.840	48.230	31.890	29.100
12. godine	63.150	68.380	51.670	34.150	31.170

U uvjetima stabilnih tržnih cijena elemenata reprodukcije (zanemarujući troškove radne snage odnosno porast osobnih dohodaka) specifični troškovi distribucije s vremenskom a ne s proporcionalnom amortizacijom kretali bi se ovako:

	Selo				
	A	B	C	D	E
	Cijena distribucije S Din/kWh				
Startne godine	125,50	111,5	139,1	221,0	193,5
5. godine	109,0	97,2	121,3	192,0	168,5
10. godine	92,2	81,8	102,2	161,8	142,0
12. godine	86,0	76,5	95,4	151,0	132,8

Dakle, s porastom potrošnje električne energije opada udio fiksnih troškova a raste udio dohotka u istom okviru cijene. Ovaj dio povećanog dohotka, ostvarenog povećanjem produktivnosti sredstava rada, trebalo bi koristiti za amortizaciju zajmova i unapređenje rada.

Utjecaj nestabilnih odnosa i inflacije cijena na strukturu i volumen cijene električne energije može se i treba eliminirati već u više navrata predloženim sistemom automatskog prilagođavanja tarifa električne energije tržnim kretanjima ostalih zavisnih cijena.

Zaključak

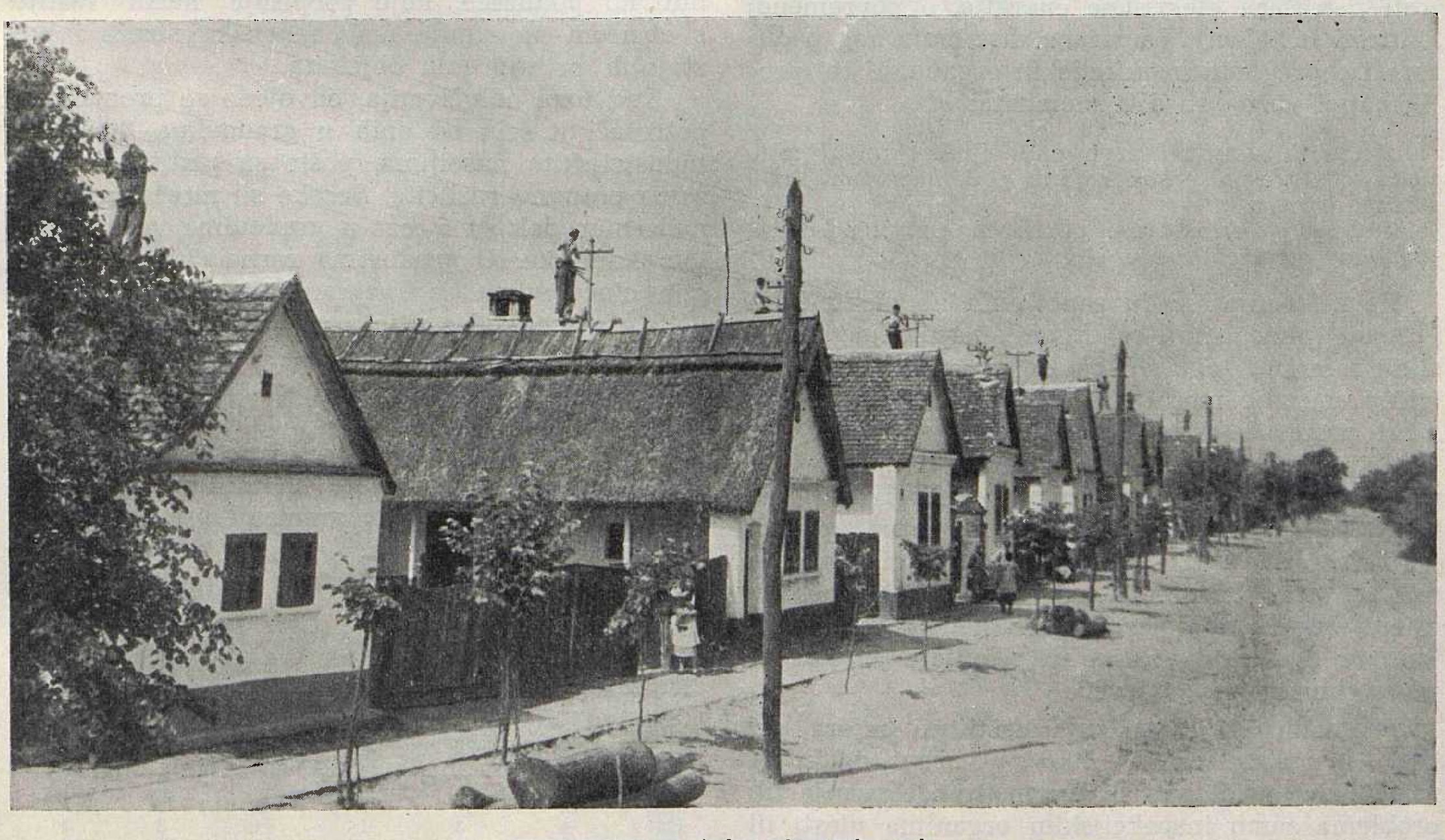
1. Za daljnji proces elektrifikacije zemlje potrebna su znatna sredstva.
2. Elektrodistribucija koja je kao privredna grana energetike zainteresirana za elektrifikaciju i povećanje potrošnje električne energije nema raspoloživih sredstava za takva ulaganja.
3. Elektroenergetski kapaciteti djelatnosti razvoda i distribucije zaostajali su iz godine u godinu za razvojem i proširenjem kapaciteta proizvodnje i prenosa električne energije. Posljedica toga su znatne negativne odnosno zaostale investicije.
4. Postojeća cijena električne energije na mreži razvoda i distribucije ne osigurava dovoljno sredstava za konsolidaciju postrojenja električne mreže te za prostu reprodukciju i potrebno proširenje mrežnih kapaciteta u skladu s razvojem potrošnje električne energije u već elektrificiranim područjima.

5. Intenzitet potrošnje električne energije sela i seoskih naselja daleko je ispod prosječnog intenziteta potrošnje na području postojeće mreže pa nova elektrifikacija u uvjetima sadašnjeg nivoa i sistema cijena električne energije snizuje stopu akumulacije.
6. Investicione kredite banaka koji preostaju za djelatnost razvoda i distribucije električne energije trebalo bi prvenstveno koristiti za konsolidaciju mreže i njeno proširenje u već elektrificiranim područjima.
7. Dovršenje elektrifikacije zemlje je višegodišnji proces. Ako je orijentaciono proračunati iznos investicija za dovršenje elektrifikacije zemlje od 130 milijarda starih dinara dobro ocijenjen i ako se za plan dovršenja elektrifikacije zemlje uzme period od 5 godina, onda bi kamati na poslovni fond elektrodistributivnih poduzeća predstavljali značajnu stavku u planu financiranja elektrifikacije — naravno, ukoliko se usmjere u tu svrhu.
8. Zajmovi, a ne doprinosi, zainteresiranih potrošača za elektrifikaciju realni su izvori sredstava s obzirom na umjerene specifične investicije po domaćinstvu od 135 do 180 hiljada starih dinara prema ovim proračunima.
9. Kvalitet i volumen proizvodnje i prerade električne energije uzročno su vezani uz kvantitet cijene. Postojeću cijenu električne energije treba više približiti cijeni reprodukcije.
10. Veličine prodajnih cijena električne energije pojedinih područja treba učiniti zavisnima od veličine specifičnih investicija po kilovatsatu godišnje potrošnje električne energije.
11. Za ublaženje relativno visokih cijena električne energije seoskih područja mogao bi se koristiti sistem progresivne amortizacije, proporcionalne količine potrošnje.
12. Za osiguranje projektiranog kvaliteta proporcija vrijednosti bruto produkta djelatnosti razvoda, i distribucije treba legalizirati sistem automatskog prilagođavanja cijena električne energije tržnim kretanjima ostalih zavisnih cijena.

Literatura:

1. D. Feöcze, *Rentabilnost elektroprivrede* Elektroprivreda, Beograd 1/1963.
2. D. Feöcze, *Cijena električne energije novoelektrificiranih područja* Elektroprivreda, Beograd 9—10/1954.
3. D. Feöcze, *Razlike između projektiranog i stvarnog ekonomskog položaja elektrodistribucije Jugoslavije u uvjetima privredne reforme* Energija, Zagreb 9—12/1965.
4. D. Feöcze, *Bilanca cijena električne energije* Energija, Zagreb 1—2/1966.
5. Koordinacioni odbor elektrodistribucije Jugoslavije, *Nove cijene električne energije na mreži razvoda i distribucije električne energije Jugoslavije* (V razrada), Beograd, 25. juna 1965.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. ek. Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37.



Elektrificira se jedno slavonsko selo

ZAŠTITA PRI UPOTREBI ELEKTRIČNIH APARATA U POLJOPRIVREDI I DOMAĆINSTVU

Viljem Barovič, Maribor

Autor ukazuje na brojna pitanja, koja se javljaju u vezi sa zaštitom osoblja koje radi s postrojenjima pod naponom, kao i brojnih potrošača električne energije, koji upotrebljavaju električne aparate. Zagovara jedinstvenost akcije na izvođenju sigurnosnih mjera, utvrđivanje odgovornosti za njihovo provođenje i nadzor nad njima i na kraju analizira rezultate, koje je u tim postrojenjima postiglo njegovo poduzeće.

DK 621.316.9 : 63 : 64

U vrijeme kada u svim privrednim organizacijama a naročito u elektroprivredi utvrđujemo i unapređujemo organizaciju zaštite pri radu zaposlenih ljudi, i polažemo sve veću pažnju na zaštitu u prometu, zaštiti individualnog potrošača električnih aparata u domaćinstvu i poljoprivredi posvećuje se premalo pažnje.

Postoje propisi JUS-a još iz 1952. koji propisuju tehničku izvedbu mjera za zaštitu protiv dodirnog napona. Ti propisi ograničuju se na čisto tehničku izvedbu i daju vrlo skromno tumačenje za primjenjivanje zaštitnih mjera.

Kao dopunu našim propisima služimo se i inostranim naročito VDE propisima, dalje raznim uputstvima i knjižicama koje su izdale stručne i privredne organizacije. I zakon o zaštiti pri radu donio je neka nova načelna rješenja.

Propisi za zaštitu potrošača protiv kvarova aparata ne izvode se striktno ili se uopće ne primjenjuju, jer već od početka nije raščišćeno pitanje odgovornosti za izvođenje zaštite. Kvaliteta tih mjera ovisila je uglavnom o obuci i svijesti potrošača električne energije, o povremenoj kontroli instalacija sa strane distributivnog poduzeća i o pregledu inspekcijskih organa. U toj problematici važna su dva momenta:

a) zaštita vlastitih zaposlenih ljudi, koji u radu dođu u dodir s postrojenjima pod naponom ili u blizini napona;

b) zaštita široke mase potrošača električne energije, koji upotrebljavaju električne aparate.

Za zaštitu pri radu zaposlenih na električnim postrojenjima brinu se organi inspekcija, komisije i referenti HTZ službe. Zaštitu potrošača električne energije morali bi isto tako regulirati tehnički propisi i efikasna društvena kontrola.

Cilj ovog referata nije obraditi u cjelini tehnička rješenja zaštitnih mjera, već ukazati na brojna pitanja koja se javljaju, zatim, postići jedinstvenost akcije pri izvođenju sigurnosnih mjera, tačnije, odrediti odgovornost za zaštitne mjere, organizaciju izvođenja i nadzor nad zaštitom, te na kraju analizirati rezultate postignute iskustvima našeg poduzeća.

Problemi kod izvođenja zaštitnih mjera pri širem krugu potrošača toliko su složeni, da ih ne možemo više odlagati ili prepustiti rješavanje tih problema samo inspekcijskim organima vlasti ili pojedinim distributivnim poduzećima. To pitanje potrebno je u buduće kompleksno obraditi sa unaprijed pripremljenim perspektivnim programom rada.

Razvojem elektrifikacije porastao je i broj aparata koje je bilo potrebno po propisima zaštititi. Naredna tabela prikazuje stanje aparata u našem poduzeću u god. 1960 — 1962.

Godina	Štednjaci	Bojleri	Hladnjaci	Strojevi za pranje	Elektromotori	
					do 3 kW	iznad 3 kW
1960	2204	1366	1368	450	3367	3603
1961	2851	2000	2323	850	4432	4671
1962	3260	2348	2632	944	4731	4658

Povećanjem broja aparata a naročito motora, postavlja se sve više problem efikasnosti zaštite protiv dodira. Isto tako se to pitanje postavlja kod priključivanja novih modernih stambenih blokova koji su opremljeni raznim aparatima kao štednjacima, bojlerima, električnim hladnjacima itd. a također i za zaštitu priključnica za prenosive aparate.

U svim tim slučajevima uvijek nastupa distributivno poduzeće, koje propisuje način zaštite s obzirom na stanje niskonaponske mreže i postojećih priključenih objekata.

Kod toga odlučivanja, odvojeno se promatraju potrošači u selu od onih u gradovima ili većim industrijskim naseljima, pošto su prilike u mrežama potpuno različite. Seoske su mreže većinom nadzemne dok su mreže u gradovima većim dijelom kabelske. U gradovima raspolažemo u mnogim slučajevima sa razgranatom mrežom vodovoda, koja također utječe na izbor zaštite.

Zato je u seoskim mrežama uvijek teže primijeniti zaštitne mjere, jer se normalno ne raspolaže odgovarajućim uzemljenjem.

Sva ta pitanja ovdje su iznesena uglavnom zbog porasta broja nesreća na niskom i visokom naponu, koja traže pravovremenu preventivu, za očuvanje ljudskih života.

Naredni pregled prikazuje smrtne nesreće u Sloveniji

Godina	Ukupno nesreća	Niski napon	Visoki napon	Električno postrojenje	Domaćinstvo	Prenosive svjetiljke
1956	14	10	4	11	3	1
1957	4	3	1	1	3	2
1958	19	16	3	5	14	10
1959	28	26	2	4	24	8
1960	17	17	—	5	12	10
1961	18	15	3	5	13	12
Ukupno	100	87	13	31	69	43

Po konačnoj statistici dogodile su se u godinama od 1956. do 1963. ukupno 154 smrtne nesreće od kojih je bilo na niskom naponu 134. Na nepropisno zaštićenim aparatima bilo je 30 nesreća ili 22.5%.

Zato je i republički elektroenergetski inspektorat počeo 1959. sa širokom akcijom za uvođenje zaštitnih mjera kod svih potrošača na niskonaponskoj mreži. Tada su izišli i VDE propisi 0100.11, koji su tačno određivali izvođenje svih vrsta zaštite.

U to vrijeme distributivna poduzeća učinjena su odgovornima za propisano izvođenje zaštite kod svih potrošača. Za dovršenje tih mjera, uglavnom priprema mreže i transformatorskih stanica za nulovanje, dani su vrlo kratki rokovi i to kraj 1959., koji je kasnije produžen do kraja 1963. Iz opravdanih razloga nijedan gornji termin nije se mogao održati. Pripreme koje smo počeli u tom pravcu realizirati, pokazale su mnoge neriješene probleme:

a) spojena uzemljenja (zaštitno i pogonsko) koja je potrebno razdvojiti i međusobno izolirati;
b) uzemljenje nultog voda nije bilo uređeno po propisima; za osiguranje odsjeka niskonaponske mreže nije bilo pogodnih osigurača; stanje kućnih instalacija nije odgovaralo uvjetima nulovanja.

Na drugi način izvedbe zaštite kao nulovanja, u tadašnjim uvjetima nije se moglo misliti, jer je zaštita s uzemljenjem tražila još teže izvedive uvjete pri dobivanju odgovarajućeg prelaznog otpora kod potrošača i u cijeloj mreži.

Uglavnom već kod pripremnih radova nastupili su brojni problemi, koji nisu mogli biti riješeni u tako kratkom roku.

Na savjetovanjima distribucije kako u Novom Mestu 1955. tako i u Portorožu 1958. bili su primljeni zaključci o primjeni zaštite potrošača nulovanjem, kao jednom od mjera koju je najlakše izvesti. Većina poduzeća primila je kao dovoljnu zaštitu postojeće uzemljenje aparata (motora) koje vjerojatno ni u jednom slučaju nije imalo propisan prelazni otpor.

U početku akcije za uvođenje zaštitnih mjera izvršena je i analiza pregleda poljoprivrednih pogona (objekata) u okolici Maribora godine 1962.

Pregled je obuhvatio 16 poljoprivrednih pogona da bi se ustanovilo stanje instalacija i mogućnost uvođenja zaštitnih mjera. Pogreške su bile konstatirane u 133 objekta od svega 150 objekata. Od toga, od svih pregledanih objekata ni jedan nije imao uvjeta za nulovanje. U odnosu na cjelokupan broj pogrešaka u instalacijama otpada procentualno na pojedine objekte:

oštećeni vodovi instalacija	24 %
sklopke, doze i svijetleća tijela	37.5 %
osigurači, ploče, provizoriji i oštećeni strojevi	19.7 %
prenosive svjetiljke	6 %
uzemljenja	6 %
izolacija	6.8 %

U gornjim objektima uvođenje zaštite protiv dodira nije bilo moguće zbog slabih instalacija u cjelini i to naročito u prostorijama gdje se zadržava mnogo ljudi.

Iz tog razloga poduzeća su bila primorana prethodno proučiti organizaciju uvođenja zaštite, izvršiti izvjesne pripreme i vlastite ljude (montere) unaprijed upoznati sa svim tehničkim i ostalim detaljima. Krupan problem i ovdje predstavlja cjelokupan pregled instalacija i njihov popravak, te osposobljavanje za nulovanje. Većina instalacija izrađenih prije 1955. nije odgovarala propisima.

Da bi mogli u što kraće vrijeme pregledati što više kućnih instalacija potreban je bio veliki broj stručnjaka (montera), zato su bili postavljeni i prijedlozi da se organiziraju općinske elektroenergetske inspekcije. Konačno je dužnost pregledavanja instalacija, kao i odgovornost za zaštitu opet bila prenesena na distributivna poduzeća, kao dobavljača električne energije.

Uvođenje zaštite protiv dodira

Paralelno s pripremama za uvođenje zaštite razmatrano je i osiguranje potrebnih financijskih sredstava. Već u fazi početnih priprema bilo je jasno da će rekonstrukcije mreža angažirati i znatna materijalna sredstva, koja poduzeće u kraćem roku neće moći da osigura. Iz tih je razloga poduzeće već u početku pregledalo sve transformatorske stanice i uredilo rastavljanje uzemljenja — pogonskog i zaštitnog. Time je omogućen prijelaz na radove u mreži. To je bio obiman rad, ma da svi slučajevi kod izoliranja uzemljenja nisu mogli biti u cjelini riješeni.

U duhu propisa i uputstva elektroenergetske inspekcije u početku je zaštita nulovanjem u pogledu izvođenja izgledala najlakša i najjeftinija u usporedbi s ostalim mjerama. To potvrđuje i tehnički razlog da mora n. n. mreža ispunjavati uvjete nulovanja (bez dodatnih uzemljenja nultog voda), da bi time bila omogućena kvalitetna dobava energije i selektivna zaštita. Dodatne troškove je u ovoj pretpostavci tražila jedino montaža dodatnih uzemljenja svakih 500 m i u promjeru 250 m kod grupa potrošača, da bi se osigurao prelazni otpor 2 odnosno 5 oma.

Kod pregleda većine n. n. mreža i transformatorskih stanica ustanovili smo da većina starijih mreža ne odgovara osnovnim uvjetima koji garantiraju i napon i selektivnu zaštitu. Da bi se postigli ti uvjeti potrebno bi bilo rekonstruirati starije mreže tako, da bi zamijenili presjeke vodiča odnosno montirali nove transformatorske stanice u duge razgranate mreže. Mjerenja postojećih uzemljenja naročito u brdskim predjelima pokazala su vrlo slabe rezultate. Ta uzemljenja (pre-

lazni otpor) u nekim krajevima ne bi mogli poboljšati ni s polaganjem dodatnom pocinčanom trakom. To znači, da u nekim mrežama u početku, dok još nije bilo na zalihi zaštitnih sklopka, nismo bili u stanju izvršiti bilo kakvu zaštitu potrošača i bili smo prisiljeni prepustiti potrošača slučaju, da ne dođe do nesreće, a odgovornost je po tumačenju elektroenergetske inspekcije usprkos takvoj situaciji bila na nama.

Početni prošireni program uvođenja zaštite nulovanjem morao je biti korigiran i sveden na manji broj transformatorskih stanica. Radovi na tome bili su ograničeni jedino na rekonstrukciju mreža i montažu dodatnih uzemljenja kod onih mreža, koje bi došle u obzir za uvođenje nulovanja u kraćem roku. Paralelno s time bio je utvrđen program pregleda svih instalacija u roku od dvije godine. Već kod tih početnih radova naišli smo na ozbiljne poteškoće uglavnom financijske prirode i na pomanjkanje radne snage. Nije nam bilo jasno kako ćemo pokriti materijalne troškove rekonstrukcija mreže i priključaka i kako će potrošači prihvatiti naš zahtjev za popravak instalacija. Bilo nam je poznato da većina instalacija izrađenih poslije 1945. pa i za vrijeme rata nije u pogledu upotrebe materijala odgovarala sadašnjim propisima. Sve te manjkavosti naročito u pogledu kućnih instalacija trebalo je sada urediti, naravno, na račun potrošača.

Već samo uvjeravanje potrošača o potrebi uvođenja zaštite i s time u vezi dodatnih troškova bili su poseban problem. Potrošač nikako nije mogao razumjeti, da njegova instalacija nije po propisima izvršena, da je čak opasna po život i da može prouzrokovati požar.

Ipak smo uspjeli većinu individualnih potrošača uvjeriti, da su te mjere potrebne i oni su se odlučili za popravak instalacija.

Veće poteškoće smo imali sa kućnim savjetima i stambenim zajednicama, koji nisu imali sredstava za održavanje instalacija.

Paralelno s našim radovima na pripremi uvođenja zaštite, kod Udruženja distribucije komisija za unapređenje pogona izrađivala je uputstva za zaštitu potrošača i obrađivala sva pitanja koja su iskrsla kod realizacije na terenu. Kao najveći uspjeh te komisije može se uzeti priprema domaće proizvodnje zaštitnih sklopaka ZNS 25 A, u početku dvopolnih a kasnije četvoropolnih.

S tim sklopkama praktično je bilo riješeno kompromisno izvođenje zaštite svuda tamo gdje nisu postojali uvjeti za nulovanje ili zaštitno uzemljenje.

Naravno, svi su ti radovi iziskivali pripremu odgovarajuće evidencije, elaborate sa skicama i računima presjeka na kratak spoj, mjerenja uzemljenja i evidenciju o pregledima instalacija.

Što se više prilazilo detaljima sve nam je više bilo jasno, da ti obimni radovi neće biti dovršeni u tako kratko vrijeme. Zato je bilo potrebno cjelokupan program radova u vezi sa zaštitom svesti na realne mogućnosti. Uspjelo nam je u razmjerno kratkom vremenu urediti izvjestan broj n. n. mreža za nulovanje, ali ih nismo mogli do kraja izvršiti zbog neuređenih kućnih instalacija. Većina instalacija starijih od 5 godina nije odgovarala uvjetima nulovanja kao npr., nulvodič je imao slabiju izolaciju nego fazni vodič, vodiči nisu bili označeni po bojama, montirane su obične (ne šuko) utikačke kutije.

U to vrijeme bilježili smo svakodnevni porast broja aparata i motora, koje je bilo potrebno zaštititi. Hitno je trebalo poduzeti mjere kako bi zaštitu uključili u početne investicije potrošača. Sa sklopkama ZNS IIp bilo je moguće štititi jednofazne aparate, dok su trofazni potrošači morali čekati. Uz suglasnost za priključivanje aparata i motora obavezna je i propisana vrsta niskonaponske zaštite protiv dodira i to u svim slučajevima gdje još nije u potpunosti izvršena zaštita sa nulovanjem. Po propisima dopuštena je kombinacija ZNS sklopka s nulovanjem. Na taj način je omogućeno priključivanje svih novih aparata.

Potrebno je napomenuti, da smo rješavali i zaštitu motora veće nazivne struje od 25 A, naročito na nekim gradilištima. U tim mjestima obično nismo mogli postići dobro uzemljenje zbog visokog specifičnog otpora zemlje. Upotrebili smo kombinaciju IIp ZNS sklopka sa kontaktorom Iskra, struje veće od 25 A. U toj kombinaciji djeluje IIp ZNS 25 A na uklopni svitak kontaktora. Trajanje isključenja prilikom proboja faze na masu nosilo je 0.02 sek., što je ispod dopuštene granice.

Organizacija rada pri uvođenju zaštite

Niskonaponske mreže koje smo po reduciranom planu izabrali za nulovanje bile su detaljno pregledane i izmjerena uzemljenja nulvodiča. Izrađeni su elaborati, koji su obuhvatili sve tehničke detalje s predračunom troškova. Pregledani su bili i svi priključci i instalacije po područjima transformatorskih stanica. Izabrane su mreže novijeg datuma sa razmjerno malim brojem potrošača koje je trebalo zaštititi. Potrebna dokumentacija obuhvatila je:

a) skicu mreže jedne transformatorske stanice u kojoj su ucrtani svi otcjepi u mjerilu 1:25 000, označeni osigurači i mjesta gdje su smješteni, označena uzemljenja i prelazni otpor u omima,

b) elaborat koji sadrži izbor osigurača za pojedina mjesta s računom kratkog spoja i određivanje presjeka vodiča.

U vezi s potrošačima potrebno je bilo pripremiti:

a) pregled svih kućnih instalacija na području transformatorske stanice s popisom svih pogrešaka u posebnoj knjizi, određeni su ro-

kovi popravaka instalacija. Potrošač je svojim potpisom preuzeo obavezu da će instalaciju u određenom roku urediti,

b) svim potrošačima podijeljeni su posebni žuti listići s upozorenjem na obavezno izvođenje zaštite protiv dodira kao i zabranu popravaka osigurača i obaveznu prijavu svih naknadno nabavljenih aparata.

Po gornjim pripremama pristupilo se rekonstrukciji mreža i priključaka pa i popravcima instalacija.

Poseban problem pri tom radu predstavljali su ulošci osigurača za niskonaponske izvode iz transformatorskih stanica. Vrijeme pregaranja osigurača obično nije odgovaralo. Zato smo sami vršili mjerenje osigurača na pregaranje pri određenom vremenu i struji. Tako smo s obzirom na različit sastav materijala i presjek srebrne žice, uspjeli tačnije kalibrirati uloške na određene struje kratkog spoja. Time smo postigli selektivnu zaštitu pojedinih sektora mreže, što je od naročite važnosti za besprijekorno funkcioniranje nulovanja.

Po završenim radovima na zaštiti nulovanjem i s obzirom na strukturu različitih mreža mogli smo odrediti specifične troškove zaštite nulovanjem. Rezultati su pokazali troškove svih radova na uvođenju zaštite na gustoću potrošača na km^2, na broj potrošača po km dužine mreže. Ukupni troškovi radova na nulovanju mreže kretali su se od 1000 do 13.700 din.

Po gornjim analizama došli smo do zaključka da je uvođenje zaštite nulovanjem opravdano jedino u gusto naseljenim industrijskim krajevima, gradovima i kod pojedinih većih potrošača koji se napajaju preko vlastite stanice. Za sve ostale mreže i seoske potrošače dolazi u obzir jedino zaštita sa zaštitnom naponskom ZNS ili kasnije zaštitnom strujnom sklopkom ZIS. To potvrđuje i iskustvo da je vrlo teško stalno kontrolirati stanje instalacije i kasnije priključene aparate.

Upućivanje potrošača

Uvođenje odgovarajuće zaštite potrošača bilo je potrebno s jedne strane zbog povećanja broja aparata, a s druge strane, zbog porasta broja nesreća. Uvođenje tih mjera tražilo je i svestranu suradnju s potrošačima. Da se što bolje postigne taj cilj Zavod za proučavanje potrošnje električne energije na selu u Videm ob Ščavnici stavio je u svoj program upućivanje potrošača o ekonomičnoj upotrebi kao i zaštitnim mjerama pri upotrebi električnih aparata. S druge je strane komisija za zaštitu pri radu elektroprivrede Slovenije razvila na tom području široku djelatnost koja je obuhvatila:

a) prikazivanje filmova o upotrebi električnih aparata i zaštiti, te filmova o nesrećama od električne struje,
b) izdavanje priručnika — uputstva o zaštitnim mjerama u električnim postrojenjima,
c) uvođenje obaveznog polaganja ispita iz zaštite,
d) izdavanje raznih publikacija i kalendara,
e) demonstracije i upućivanje o davanju prve pomoći po novim metodama,
f) praćenje, analize i publiciranje nesreća.

Svoj udio u upućivanju potrošača o potrebi zaštitnih mjera dala je i služba za rad s potrošačima.

Smatrali smo potrebnim te akcije oko informiranja potrošača o svim mogućnostima upotrebe elektrike, pa i o potrebi zaštitnih mjera, centralizirati u jednom mjestu. Tu se mislilo uglavnom na seoske potrošače. Za tu svrhu bio je već u početku postojanja predložen centar u Vidmu ob Ščavnici, gdje bi bilo moguće osim predavanja i praktički prikazati upotrebu raznih strojeva, kao i pravilnu i nepravilnu zaštitu aparata. Pripremili smo kraće seminare (dva do tri dana) za članove elektrifikacionih odbora iz raznih sela tj. za one prve propagatore uvođenja elekirike za rasvjetu, pa i za ostale korisnike električnih motora. Program je obuhvatio predavanja i demonstracije s aparatima, koji su u tom zavodu na proučavanju, s glavnim ciljem, da se postigne što bolja upotreba aparata, da se što ekonomičnije iskoristi postojeće mreže, i da se upotrebe sve zaštitne mjere. Do sada smo uspjeli sprovesti 8 ovakvih seminara. Dalje su bila organizirana 4 seminara za poljoprivredne tehničare i učiteljice osnovnih škola s proširenim teoretskim dijelom programa. Na svim tim seminarima upotrebljavala su se već navedena propagandna sredstva i vršene su praktične demonstracije. Prikazani su umjetni proboji faze na masu i kontrolirano djelovanje zaštitnih uređaja. Naravno, tom su prilikom obrađivane i teoretske osnove nekih termina, kako bi učesnici mogli pratiti predavanja. Čitav materijal skupljen je u referate koji su podijeljeni učesnicima.

Kod tog rada došli smo do zaključka, da je za uspjeh takvih seminara koji treba da prenesu naše sugestije među širu masu potrošača nužno u potpunosti opremiti takav centar sa svim praktičkim pomagalima. Zato je i predviđeno da će se centar u Vidmu u okviru mogućnosti dalje razvijati i dobiti u novo uređenom prostoru stalnu izložbu svih aparata koji se danas upotrebljavaju u individualnom gazdinstvu i domaćinstvu. Ti aparati bit će normalno u pogonu i opremljeni sa svim propisanim zaštitnim mjerama. Tako opremljeni centar mogao bi u budućnosti poslužiti i potrebama cjelokupne distribucije.

Iskustva tih seminara su pokazala, da su učesnici s razumijevanjem primili na znanje uvođenje zaštitnih mjera i time dodatne troškove za uređenje kućne instalacije i zaštite aparata. Učesnici su u svojim mjestima dalje širili propagandu za što bolju i ekonomičniju upotrebu aparata i motora, i prenijeli informacije i smjernice sa seminara na ostale potrošače. Tako smo u selima gdje su potrošači već bili obaviješteni o predviđenom uvođenju zaštitnih mjera imali mnogo lakši položaj i uspjeli urediti zaštitne mjere naročito kod motora, bez nekih poteškoća.

Još veći uspjeh očekujemo od seminara za tehničare i učitelje, jer će oni moći još više utjecati na šire mase u školi i u svojim poduzećima, kako bi se zaštita protiv dodira mogla što efikasnije sprovesti. Ti će se seminari i dalje razvijati i postati stalan oblik podučavanja potrošača.

Zaključak

Smatramo, da će razvoj u pogledu eksploatacije seoskih mreža i primjenjivanje zaštitnih mjera i u ostalim republikama ići sličnim putem. Tako će probleme prikazane u ovom referatu, zajednički koristiti sva poduzeća distribucije cijele zemlje. Te probleme bi naravno trebalo i zajednički rješavati. Da bi se sva ta pitanja rješavala u interesu dobavljača i potrošača električne energije, potrebno bi bilo vlastite kadrove upoznati sa svim tim problemima, jer ih ima mnogo. To bi se dalo najlakše izvesti u ciklusu stalnog dopunskog osposobljavanja u seminarima koji bi obuhvatili stručnjake cijele distribucije. Za to dopunsko obrazovanje potrebno bi bilo angažirati i službu za rad s potrošačima, uključiti tehničke službe i referente koji se bave zaštitom pri radu, i one koji su zaduženi za rekonstrukciju mreža, za sprovođenje tehničkih zaštitnih mjera u mreži i kod potrošača. Iskustva navedena u ovom referatu mogla bi se koristiti i prenijeti na specifične uvjete u drugim republikama.

Diskusija o ovim pitanjima trebala bi dati smjernice i materijal za zaključke. Potrebno bi bilo posebno obraditi:

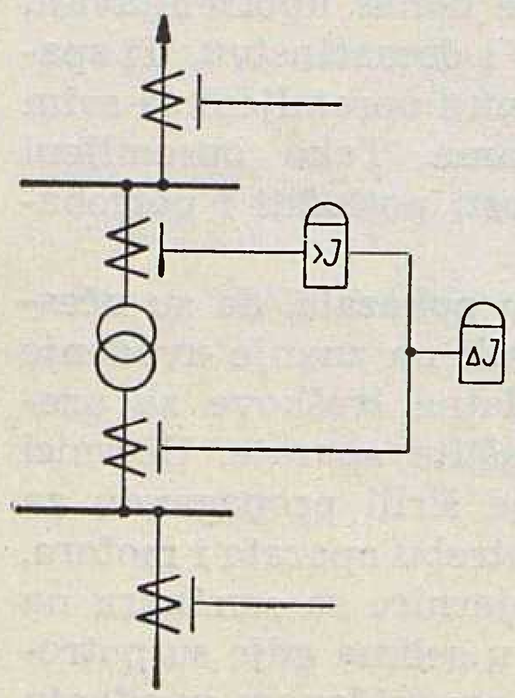
a) Primjenu pravilne zaštite potrošača s obzirom na specifične prilike u mrežama.
b) Organizaciju informiranja potrošača pri uvođenju zaštitnih mjera.
c) Programe kurseva — seminara za dopunsko osposobljavanje tehničkog kadra distribucije, u pitanjima službe rada s potrošačima i zaštitom pri radu.
d) Organizaciju službe zaštite u poduzećima s posebnim obzirom na stanje mreža i potrošače.
e) Suradnju s inspekcijom službe u pitanju sprovođenja zaštitnih mjera kod potrošača.
f) Rješavanje pravno-spornih pitanja u pogledu odgovornosti prilikom nesreće, financiranje zaštitnih mjera, razgraničenje troškova pri uvođenju zaštite između dobavljača i potrošača.
   Mogućnost šireg dopunskog osposobljavanja u Vidmu ob Ščavnici i s tim u vezi organizacije seminara.
g) Izmjena iskustva pri izvođenju zaštite među svim republikama. Analize nesreća po republikama, međusobno obavještavanje.

Naslov pisca: Viljem Barovič, »Elektro-Maribor«, Maribor

NEPOUZDANA i NESELEKTIVNA ZAŠTITA?

KAKO SPRIJEČITI OŠTEĆENJA POSTROJENJA I ZASTOJE POGONA?

Redovito kontrolirajte Vašu relejnu zaštitu!



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

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

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



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

UPOZNAVANJE POTROŠAČA S EKONOMIČNOM POTROŠNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE U DOMAĆINSTVU

Stane I r š i č, Maribor

Pisac u svom prikazu daje upute kako treba provoditi akcije za upućivanje široke mase potrošača o ekonomičnom trošenju električne energije i izlaže program akcija poduzetih u školskom centru za školsku omladinu, za odrasle i ostale potrošače i njihove rezultate na terenu. Ističe obavezu distributivnih poduzeća, da pored dobave električne energije pružaju svu stručnu pomoć i potrebno obrazovanje potrošačima.

DK 621.31 : 64

Prošlo je vrijeme obnove porušenih objekata i uređivanja električne mreže. Našim potrošačima možemo već danas nuditi nesmetanu isporuku električne energije, osim za vrijeme privremenih kvarova na razdjelnoj mreži i za vrijeme redukcije električne energije našoj industriji u izvanredno sušnim razdobljima. Kao i u svim drugim granama privrede, i u elektroprivredi smo se zadnjih nekoliko godina previše usmjeravali na građenje većih investicionih objekata. U borbi za kreditima potrebnim za izradu tih uređaja skoro smo zapostavili potrošača kome su zapravo svi ti objekti namijenjeni.

Tarifni sistem treba što više prilagoditi stimulaciji potrošača za ispravno i ekonomično korištenje električne energije. Mišljeno je, da bi se odgovarajućom tarifom nekako pobudio interes kod potrošača, da ne koristi energiju u vrijeme kada to nije poželjno, što znači u jutarnjim i večernjim vrhovima opterećenja. Svrsishodnim postupkom tehničkog i tarifnog značaja to je moguće urediti. Danas svaki potrošač želi nabaviti električne aparate za domaćinstvo, pa je tih aparata iz dana u dan sve više priključeno na mrežu. Usprkos želji i savjetu dobavljača električne energije takvom potrošaču da ne uključuje aparat u vrijeme vršnog opterećenja, potrošač će ga ipak u slučaju potrebe uključiti, ne obazirući se na »špice« i prethodne opomene. Postavlja se pitanje, kako to urediti na zadovoljstvo potrošača i dobavljača električne energije. Možda bi bilo jedno od rješenja u tome, da se u perspektivi montira što više tarifnih otklopnika.

Poslije oslobođenja uložili su organi vlasti, naročito elektrifikacioni odbori ogromna financijska sredstva za izgradnju električnih uređaja niskog napona. Nama je kao isporučiocu električne energije dužnost, da dajemo potrošaču energiju prije svega zato, da podigne produktivnost, kao i zato da ga energija što više rastereti od svakodnevnog rada. Ukratko, moramo mu omogućiti što bolji životni standard. Jednofazna mreža koja prenosi tek nekoliko kWh, obično postaje vrlo nerentabilna, jer ne pokriva niti troškove inkasanata, a da ne govorimo o amortizaciji. Taj se problem javlja prije svega u pasivnim predjelima, a naša je dužnost, da takve predjele uz primjernu propagandu podignemo i promijenimo u aktivne predjele. U Austriji i u Njemačkoj spomenuti problem su riješili preko organizirane službe potrošača, koja uz primjernu propagandu mijenja pasivne predjele u aktivne.

Distributivna poduzeća treba da otvore pored predavanja, štampe i filma, još i savjetovališta s odgovarajućim savjetnicima, koji će biti sposobni domaćicama demonstrirati ispravno, ekonomično i sigurno korištenje električne energije u gradovima, industrijskim centrima, a i na selu, koje predstavlja za nas pretežno pasivno područje. Električna energija je danas, u naprednoj svrsishodnoj i ekonomičnoj privredi i domaćinstvu, nepogrešiva. Bogat izbor električkih domaćinskih aparata i poljoprivrednih strojeva već može zadovoljiti svakoga kupca — potrošača. Proizvođač — tvornica mora uglavnom usmjeriti svoju proizvodnju sa ciljem da su njegovi proizvodi za široku potrošnju, tj. za kućanstvo i poljoprivredno gazdinstvo tehnički što više ekonomični, da imaju jednostavan način posluživanja, a što je najvažnije, da su jeftini. Želja potrošača — kupca električnog kućanskog aparata svodi se na to, da taj kupljeni novi aparat besprijekorno i ekonomično radi i služi svojoj svrsi. Na žalost danas imamo mnogo kupaca koji kod kupovine aparata ili stroja više gledaju na vanjski estetski izgled aparata ili stroja nego na njegovu funkcionalnost. Tome veoma mnogo doprinosi i trgovačka mreža, težeći za tim, da proda što više aparata, a da kod prodaje kupcu ne daje osnovne savjete, niti ga upozorava na dobra i loša svojstva aparata, drugim riječima, ne savjetuje ga, koji bi aparat bio najpovoljniji za njegovo kućanstvo, odnosno gazdinstvo. Naš potrošač se ipak sve više interesira za kvalitetnije električne kućanske aparate i s vremenom postavlja sve više i veće zahtjeve. To je vidljivo iz interesiranja za novim poluautomatskim i automatskim strojevima, kao što su: strojevi za pranje rublja, mješalice, sušionice, univerzalni kuhinjski aparati, aparati za grijanje, pržilice za kruh i jastuci, odnosno pokrivači sa grijanjem. U asortimanu koji naša industrija nudi domaćem tržištu, moramo upozoriti na neke još nepotpuno usvojene proizvode, koje naša industrija ne proizvodi u dovoljnim količinama, zbog čega smo još uvijek vezani na uvoz. Naša industrija mora u perspektivi usvojiti nove tipove aparata u svrhu kompletiranja asortimana na tržištu. Potražnja električnih kućanskih aparata vidljivo

raste naročito od 1961. dalje. Mogu mirno reći da potražnja ide u korak s razvojem povećanja, odnosno poboljšanja proizvodnih snaga u elektroindustriji. Potrebno je naglasiti, da se sada ipak primjećuje nabavljanje kućanskih aparata u vrijeme sezone koja je za upotrebu aparata značajna, što se u prijašnjim godinama nije događalo. Statistika je pokazala, da se potražnja jednostavnih i jeftinih aparata smanjuje, a štedni ulozi potrošača rastu.

Kao što sam već prije spomenuo, potrošač — kupac aparata preuzme u trgovini samo aparat, bez savjeta i uputa za ispravno i ekonomično korištenje u kućanstvu. Svakomu aparatu priložen je garantni list, i tu i tamo uputstva, koja su više ili manje nezadovoljavajuća. Samo rijetki prodavaoci daju kupcima potrebna uputstva. U najviše slučajeva tome nisu dorasli, jer ne znaju što je napon, struja ili snaga, a još manje poznaju tarifu električne energije u kućanstvu. S obzirom na to, potreban je stručni odgoj kadrova prodavača u trgovinama da mogu odgovoriti zahtjevima kupaca električnih aparata.

Za rješenje tog problema postoje u inostranstvu bogata iskustva. U Austriji npr. djeluje na području širenja upotrebe električne energije, neposredno ili posredno, više organizacija. Elektroprivreda uglavnom usmjerava svoju djelatnost preko poduzeća za distribuciju električne energije, a elektroindustrija tijesno surađuje s trgovačkom mrežom.

Naša elektroindustrija pobrinula se za veoma širok asortiman aparata i strojeva, koji omogućavaju veću mehanizaciju domaćinstava, i svih onih pogona koji također služe u tu svrhu, kao što su npr. školske kuhinje, pogoni društvene ishrane, ugostiteljski pogoni, praonice u servisima i blokovima, kemijske čistione itd. S obzirom na to, neophodno je potrebno formirati centre za obrazovanje i savjetovališta svuda, gdje za to postoje uvjeti. Svaka servisna radionica za popravak električnih aparata trebala bi biti istovremeno i savjetovalište za domaćicu — potrošača. Ta savjetovališta trebala bi biti povezana i sa Zavodom za unapređenje domaćinstava, sa proizvođačima električnih kućanskih aparata i dobavljačima električne energije. Ukoliko ta veza bude pravilno uspostavljena, postići će se obostrano zadovoljstvo i uspjeh tih savjetovališta.

Rad savjetovališta neka se bazira na odgoju potrošača — korisnika električnih kućanskih aparata. U savjetovalištu mora potrošač dobiti sve upute i savjete, a prije svega osnovno znanje o rukovanju aparatima. Povremenim demonstracijama u centrima za izobrazbu, potrebno je prikazati ispravan način posluživanja, kao i ekonomično i sigurno korištenje električne energije.

Pored odgoja potrošača korisnika električne energije, ne smijemo zapostaviti niti stručno osposobljavanje predavača tehničke i domaćinske nastave u školama. Poznato je, da svi predavači tehničke nastave nemaju posebnu prednaobrazbu u elektrostruci. Pored eksperimentalnih pokusa, koji se baziraju na fizikalnim principima, potrebno je da predavači obzirom na današnji razvoj elektroindustrije, predaju odnosno upoznavaju školsku omladinu o korištenju električne energije u domaćinstvima i poljoprivredi upotrebom kućanskih električnih aparata i poljoprivrednih električnih strojeva.

Sadržaj odnosno program seminara, koji bi bili organizirani za takve predavače, trebao bi obuhvatiti slijedeće teme:

— upoznavanje vrsta i tipova električnih kućanskih aparata i strojeva,
— tarife električne energije,
— osiguranje korisnika električnih kućanskih aparata, te osiguranje aparata samih.

U nastavku članka želim prikazati iskustva i djelovanje službe potrošača poduzeća »Elektro-Maribor«.

Poduzeće »Elektro-Maribor« sa svojim distribucijskim jedinicama u Mariboru, Slovenskoj Bistrici, Ptuju, Gornjoj Radgoni i Murskoj Soboti zauzima čitavo područje sjeverozapadne Slovenije. Ukupan broj potrošača električne energije iznosi 112.000.

S obzirom na taj broj potrošača, kao i na porast broja priključenih kućanskih električnih aparata i poljoprivrednih strojeva, pojavila se potreba izobrazbe potrošača električne energije.

U tu svrhu je poduzeće »Elektro-Maribor« već 1956. godine formiralo potrošačku službu na području poduzeća. Za tu službu odgovara poseban referent. Potrošačka služba poduzeća »Elektro-Maribor« je do danas postigla zadovoljavajuće uspjehe, koji se odražavaju u zadovoljstvu naših potrošača, na tijesnoj povezanosti s njima, a također i na povećanoj potrošnji električne energije. Potrošačka služba razvila je svoju djelatnost prije svega na onim izvangradskim područjima, gdje je bila izvršena elektrifikacija. Usporedo s time bila su također obrađivana i elektrificirana područja. Organizacija predavanja i predavanja sama, iz godine u godinu su bolja, čime su opravdala svoju namjenu i formiranje. U program predavanja bili su uključeni novi proizvodi naše elektroindustrije, odnosno bolji načini ekonomične upotrebe električne energije u kućanstvu i poljoprivredi.

Uspjehu potrošačke službe u mnogome su doprinijeli i odbornici elektrifikacionih odbora koji su kod organizacije tih predavanja pokazali jednako zalaganje, kao i prije kod elektrifikacije svojih područja.

Kako izgleda organizacija takvog predavanja

Nekoliko dana prije samog predavanja uz pomoć odbornika elektrifikacionih odbora obavijestimo plakatima stanovništvo tog područja, da će se održati predavanje. Pored oglasa na plakatima, u sporazumu s rukovodstvima škola, u školske bilježnice se upišu pozivi roditeljima, koji svojim

potpisom ispod tog poziva potvrde da su obaviješteni o održavanju predavanja. Na taj način roditelji su obaviješteni i putem plakata i putem svoje školske djece. Predavanje se vrši odvojeno, i to: u prijepodnevnim satovima za školsku omladinu, a u poslijepodnevnim, odnosno večernjim satovima za odrasle. Program prijepodnevnih predavanja drugačiji je od večernjih.

Za školsku omladinu program predavanja je slijedeći:

1) svrha predavanja;
2) proizvodnja i prijenos električne energije;
3) upotreba električne energije u kućanstvu i poljoprivredi;
4) nesreće i preventivne mjere kod upotrebe električne energije;
5) diskusija;
6) prikazivanje filmova:
   a) »Proizvodnja električne energije«,
   b) »Elektrika u dječjoj mašti«,
   c) »Nesreće prouzrokovane električnom strujom«,
   d) Crtani film u bojama (Walt Disney).

Pod tačkama 1. do 4. programa prikazujemo školskoj omladini pomoću zornih i razumljivih shema i skica u bojama, proizvodnju i prijenos električne energije. Prospektima elektroindustrije upoznajemo pak omladinu s električnim aparatima. Pod tačkom: »preventivne mjere« kod upotrebe električne energije upoznajemo omladinu sa svim vrstama nesreća, koje su nastale krivnjom djece. Nadalje naglasimo u predavanju, kakova je dužnost školske omladine kod otklanjanja tih nesreća i šta im u slučaju nesreće treba činiti. Poslije 4. tačke programa slijedi diskusija. Te diskusije su pokazale da se naša školska omladina mnogo interesira za električne aparate, njihovo djelovanje i upotrebu. Po završenoj diskusiji podijelimo svim prisutnim omladincima i omladinkama ilustrirani časopis *»Dom i elektrika«*, zatim prospekte elektro-industrije i kalendare, u kojima su štampane i slike o nezgodama kod električne struje te uputstva i savjeti.

Na kraju prikazujemo vlastitim kinoprojektorima navedene zvučne filmove iz područja elektrifikacije.

Da bi omladina pratila predavanje i u što većem broju ga posjetila, na programu je na kraju i crtani film u bojama (Walt Disney), koji je uvijek željno očekivan.

Prvi dio predavanja, tj. govorni dio traje između 40 i 50 minuta, a drugi dio, tj. prikazivanje filmova oko 50 minuta, dakle ukupno svega 90 do 100 minuta. Zadovoljna i ugodno iznenađena omladina napušta učionicu sa željom da se takvo predavanje ponovno organizira.

Nastavnici koji predaju na takvim školama tehničku nastavu izrazili su želju, da s njima surađujemo te da im pružimo svu pomoć kod njihove nastave. Oni su nam priznali, da im takova predavanja služe kao putokazi i materijal za program tehničke nastave. Rezultat tih iskustava bio je, da smo škole opskrbili mnoštvom tehničke literature, prospekata, slika itd. Tako smo pored izobrazbe školske omladine o upotrebi električne energije u kućanstvu i u životu uopće, uspostavili kontakt i s predavačima tehničke i domaćinske nastave.

Program predavanja za odrasle sastavljen je na slijedeći način:

1) proizvodnja i prijenos električne energije;
2) ekonomična upotreba električne energije u kućanstvu i poljoprivredi;
3) sistem tarife i uvjeti isporuke;
4) preventivne mjere pred nezgodama električnom strujom;
5) diskusija;
6) prikazivanje poučnih folmova:
   a) »Elektrika u kućanstvu i poljoprivredi«,
   b) »Nesreće prouzrokovane električnom strujom«,
   c) »Poznajete li me?«,
   d) Zabavni film: »Kome trubi?«.

Kod tog predavanja se također u njegovom prvom dijelu služimo već prije spomenutim rekvizitima. Naročito zanimljiva je za potrošača tema — tarife i uvjeti isporuke — što se odražava i u kasnijoj diskusiji.

Pod tačkom: *»Nesreće prouzrokovane električnom strujom«* upoznajemo sve prisutne svim mogućim nesrećama električnom strujom i zašto je do njih došlo. Nadalje upoznajemo slušače kako i na koji se način pruža pomoć unesrećenima i kako se takve nesreće sprečavaju.

Pod tačkom »Diskusija«, koja je obično veoma plodna, savjetujemo i odgovaramo na postavljena pitanja. Svim predavanjima prisustvuje pogonski tehničar ili nadzorni monter dotičnog područja koji poznaje probleme u svom rajonu te daje odgovore na pitanja i upute za svaki pojedini slučaj. Po završenoj diskusiji svima se prisutnima podijeli već prije spomenuti časopis i druga ranije navedena literatura. Poslije diskusije prikazuju se nabrojeni poučni filmovi i filmovi za razonodu.

I odrasli izražavaju zadovoljstvo takvim predavanjima te žele da ih ponovno posjetimo.

Podaci, koje dobivamo na predavanjima za nas su od naročitog značenja, jer analizom tih dragocjenih podataka dobivamo smjernice za daljni uspješan rad naše potrošačke službe.

Ozbiljan porast broja priključenih električnih kućanskih aparata i poljoprivrednih strojeva na području »Elektro-Maribor« ukazao je na potrebu da se potrošači što intenzivnije izobražavaju. Poduzeće »Elektro-Maribor« formiralo je pored potrošačke službe izvan gradskog područja od 1. januara 1963. i u Mariboru centar za obrazovanje potrošača električne energije. Svrha formiranja i djelatnost toga centra sastoji se u tome, da prikaže i praktično pouči potrošače o ekonomičnoj i sigurnoj upotrebi električne energije u kućanstvu i poljoprivredi.

Sjedište novoformiranog centra nalazi se u posebnoj prostoriji »Remontnih delavnic« u Mariboru. Predavanja u tom obrazovnom centru su periodična, održavaju se svakih 20 dana i dobro su posjećena. Kada bude izgrađena nova poslovna zgrada poduzeća u centru grada, prostorije tog centra bit će mnogo pogodnije. U toj poslovnoj zgradi bit će organizirana stalna otvorena izložba električnih kućanskih aparata i poljoprivrednih strojeva.

Pošto je područje poduzeća veoma veliko, u početku svake godine izrađuje se plan predavanja. Plan obuhvaća sve gradove na području poduzeća, kao i sva elektrificirana sela.

Za potrošače iz gradova i većih naselja priređujemo predavanja u postojećem centru za obrazovanje u Mariboru. Posjetioce tih predavanja prevozimo iz njihovog mjesta stanovanja u Maribor i natrag našim vlastitim autobusom besplatno. Do sada je bilo održano 17 predavanja. Navedena predavanja posjetilo je 46 nastavnica domaćinske nastave i 348 domaćica, zajedno dakle 394 osobe iz područja Ptuja, Gornje Radgone i Murske Sobote. Svi posjetioci pohvalno su se izrazili o tim predavanjima. Izrazili su želju za što tjesnijom suradnjom s našim poduzećem.

U prostorijama toga centra izloženi su kućanski termoelektrični aparati svih vrsta, stroj za pranje rublja sa centrifugom, hladnjaci, kuhala i ostali kućanski električni aparati. Posjetioci raspolažu tehničkom literaturom, prospektima, cjenicima te ilustriranim časopisom *»Dom in elektrika«*, koje dobiju besplatno. Centar za obrazovanje opremljen je također kinoprojektorom i dijaprojektorom.

I u tom centru dijelimo predavanje na dva dijela i to: u govorni dio, i u dio u kome se prikazuju filmovi. U prvom dijelu upotrebljavamo već nabrojena tehnička pomagala (slike i skice), a na izloženim aparatima objašnjavamo ekonomičnu i praktičnu upotrebu tih aparata u kućanstvu, upozoravamo na sigurnosne mjere kod upotrebe tih aparata i prikazujemo posjetiocima na pojedinim aparatima konkretnu potrošnju električne energije uz upotrebu tarife.

Na prvi dio predavanja nadovezuje se drugi dio, na kome predaje nastavnica domaćinske nastave zavoda za unapređivanje domaćinstava iz Maribora. Predavačica praktično prikaže prisutnima, kako se aparati održavaju te kako se vrši kuhanje i pečenje na električnom štednjaku. Tačno prikaže regulaciju i određivanje potrebne temperature za kuhanje pojedine vrste hrane na štednjaku itd. I poslije drugog dijela predavanja razvija se diskusija.

Na kraju se prikazuju prije navedeni poučni i zabavni filmovi. Predavanje u centru traje cca 2 sata i 40 minuta.

Na takvim predavanjima upoznajemo se s potrošačima, njihovim problemima, teškoćama i željama kod upotrebe električne energije u kućanstvu. Na drugoj strani upoznajemo potrošače s problemima i željama poduzeća kao dobavljača električne energije. Na temelju svih tih rezultata utvrđujemo da je zajednički cilj — isporuka električne energije bez prekida, u dovoljnim količinama i odgovarajućoj kvaliteti.

Evo i nekoliko brojčanih podataka o radu i uspjehu naše potrošačke službe za protekle tri godine, tj. od 1961. do 1963.:

a) Predavanja na terenu:

Godina	Broj predavanja	Broj slušača		
		Školska omladina	Odrasli	Svega
1961	23	1842	1309	3151
1962	45	3461	2191	5652
1963	57	4016	3275	7291
Svega	125	9319	6319	16094

b) Predavanja u centru za obrazovanje u Mariboru

1963	17		394	394

Već sami ti brojevi dokazuju da potrošačka služba postiže iz godine u godinu sve značajnije uspjehe na obostranu korist.

Iskustva s potrošačima na tim predavanjima i kontaktima usmjeravaju nas na poboljšanje i prilagođavanje naše potrošačke službe i poslovanja poduzeća u postizanju cilja, tj. ekonomičnoj upotrebi električne energije u kućanstvu i poljoprivredi.

Uspjesi, koje smo s tim predavanjima postigli podstrek su nam za dalji rad na obrazovanju naših potrošača. Kao dobavljači električne energije smatramo svojom dužnošću, da pored isporuke električne energije pružimo i svu stručnu pomoć pa i potrebno obrazovanje našim potrošačima. Na taj način, postići ćemo povjerenje potrošača, obostranu suradnju, zadovoljstvo i ekonomično iskorištenje distributivne mreže na selu.

Naslov pisca: Stane Iršič, »Elektro-Maribor«, Maribor

PROGRESIVNA AMORTIZACIJA SREDSTAVA ZA PODRUČJA JOŠ NERAZVIJENE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Daniel Feöcze, Zagreb

Autor analizira veličinu i kvalitet strukture cijene električne energije novo elektrificiranih područja. Ukazuje da veliki dio troškova otpada na amortizaciju postrojenja po sadašnjoj metodi vremenske amortizacije. Predlaže da se metoda vremenske amortizacije zamijeni metodom progresivne amortizacije, proporcionalno količini potrošnje električne energije. Masa ukupne amortizacije ostaje ista po jednoj i drugoj metodi. Razlika je samo u tome što se u toku uzetog razdoblja vremenski nejednoliko realizira. Prijelazom na progresivnu metodu, amortizacija se pretvara od fiksnog u varijabilni trošak, pa njena godišnja kvota raste iz godine u godinu proporcionalno porastu potrošnje električne energije.

DK 621.31

Elektrifikacija novih područja — normalno slabijeg intenziteta potrošnje električne energije — utječe na usporavanje produktivnosti distribucije kao cjeline i na porast kalkulativne cijene distributivnih poduzeća koja vrše elektrifikaciju. S tim u vezi postavljaju se dva pitanja i to:

1. Po kojoj cijeni električne energije snabdijevati novo elektrificirana područja? Da li po realnoj cijeni na temelju stvarnih troškova i nužnog dohotka ili po ponderiranoj cijeni s elementima matičnog distributivnog područja?

2. Da li je moguće realnu cijenu električne energije novo elektrificiranog područja sniziti, a da je ona pri tome još uvijek vrijednosni izraz ukupnih troškova snabdijevanja električnom energijom?

Efekti veće produktivnosti distribucije nekog matičnog područja služe razvoju i proširenju njegove električne mreže (naravno, ukoliko se u uvjetima zamrznutih cijena električne energije i slobodnijeg kretanja ostalih cijena ovi efekti ne prelijevaju proizvođačima elemenata reprodukcije distribucije). Razumljivo je, da efekti veće produktivnosti distributivnih poduzeća treba da služe i elektrifikaciji novih susjednih područja — kao jednom od uvjeta njihove proširene reprodukcije — ali ne i dotiranju tih područja putem niskih cijena koje ne pokrivaju troškove opskrbe električnom energijom. Razvojna politika poduzeća koristi doduše i nižu cijenu električne energije kao stimulans za veću potrošnju u nekom razumnom roku, ali u principu ne nižu od cijene koštanja, dakle ne nižu od osnovnih troškova reprodukcije.

Faktori koji utječu na veličinu cijene distribucije

Na veličinu cijene opskrbe električnom energijom pojedinog distributivnog područja utječu razni endogeni i eksogeni faktori. Razmotrimo eksogene faktore, jer je njihov utjecaj na veličinu cijene znatno veći, iako su pažnje vrijedni i endogeni faktori (organizacija, ljudski odnosi, izbor tehnike i ekonomika uopće).

Ako pretpostavimo da su tehnički sastav i kapacitet električne mreže optimalno riješeni te da su organizacija i ekonomika distributivnog poduzeća u skladu s njegovim zadacima, dakle ukratko, ako pretpostavimo da su endogeni faktori racionalno projektirani i međusobno skladno povezani te da nema zamjerke njihovom radu, onda ćemo ustanoviti da je intenzitet potroška električne energije osnovni faktor, koji utječe na veličinu cijene distributivnog poduzeća.

Što je potrošnja električne energije veća to je cijena distribucije niža, a niža je s tim u vezi i prodajna cijena distributivnog poduzeća.

Razvijeni organski sastav proizvodnih snaga distribucije (odnos živog i minulog rada) odražava se i na kvaliteti strukture troškova distributivnog poduzeća. Gotovo svi elementi tzv. čiste cijene distribucije nezavisni su od obujma predane električne energije (osim energetskog goriva vlastite proizvodnje i poreza na promet). Prema tome, na fiksne elemente čiste cijene distribucije otpada oko 99%. Od toga je samo amortizacija preko 29% a reducirano investiciono uzdržavanje oko 14,6% ili ukupno oko 44%. U prodajnoj cijeni distribucije, koja uključuje i vrijednost električne energije (kupljene i proizvedene u vlastitim elektranama) na fiksne elemente otpada 65 do 70% (naravno zavisno od odnosa cijena za snagu i energiju na prenosnoj mreži interkonektirane proizvodnje).

Posljedica ovakvog kvaliteta strukture cijene je, da distributivna poduzeća koja snabdijevaju električnom energijom područje slabijeg intenziteta potrošnje imaju objektivno i višu kalkulativnu prodajnu cijenu.

Ovu konstataciju najbolje će nam ilustrirati konkretni indikatori triju gradova različite veličine i područja različitog ekonomskog sastava pa zato i nejednakog intenziteta potrošnje električne energije.

Uzmimo na primjer:

a) jedan gradić slabijeg intenziteta potrošnje električne energije,
b) jedan grad srednje veličine i jačeg intenziteta potrošnje električne energije i
c) jedan veliki grad s vrlo jakim intenzitetom potrošnje električne energije.

Budući da cijena distributivnog poduzeća zavisi od veličine sredstava rada i troškova tih sredstava (fiksnih troškova) te od količine predane

električne energije, to se intenzitet potrošnje električne energije može odmjeriti indikatorom specifičnih investicija. Specifične investicije su kvocijent vrijednosti sredstava rada i godišnje količine predaje električne energije. Ovaj indikator pokazuje koliko dinara je uloženo u sredstva rada za 1 kWh godišnje predaje. S druge strane, recipročna vrijednost ovog kvocijenta je indikator produktivnosti sredstava rada. On pokazuje koliko kWh godišnje predaje jedan milijun dinara uloženih sredstava.

Ako usporedimo veličine specifičnih investicija sa cijenama električne energije promatranih gradova, ustanovit ćemo zakonitost kauzaliteta ovih vrijednosti.

	Specifične investicije		Cijena električne energije	
	Din/kVh	Indeks	Din/kWh	Indeks
a) gradić	56,0	100	20,72	100
b) grad srednje veličine	51,3	91	19,04	92
c) veliki grad	37,1	66	16,95	89

Iz ovog niza vidimo da specifične investicije opadaju brže od prodajne cijene. To je zato što poduzeća višeg organskog sastava ostvaruju i veći dohodak. To je uostalom i karakteristika razvijenih i nerazvijenih.

Distributivna poduzeća s višim specifičnim investicijama (manja produktivnost sredstava rada) imaju normalno (zbog velikog udjela fiksnih elemenata u cijeni) i višu cijenu električne energije. I obrnuto, poduzeća s nižim specifičnim investicijama (veća produktivnost sredstava rada) imaju normalno nižu cijenu električne energije. Pri tome treba imati još u vidu da je vrijednost jedinice električne mreže (npr. Din/km) u velikom gradu mnogo veća od te jedinične vrijednosti gradića i grada srednje veličine. Izraženo indeksima te vrijednosti se kreću ovako:

	Jedinična vrijednost električne mreže Din/km
— veliki grad	100
— grad srednje veličine	61
— gradić	49

Kilometar električne mreže promatranog grada srednje veličine složeniji je i za cca 30% vredniji od kilometara mreže malog gradića, dok je kilometar električne mreže promatranog velikog grada čak za preko 200% vredniji. Veći intenzitet potroška električne energije zahtijeva složeniju i vredniju električnu mrežu. Kod toga su dodatne specifične investicije u razvoj i proširenje električne mreže — u cilju omogućenja većeg intenziteta potrošnje električne energije — u prosjeku uvijek niže. Uslijed toga, proširena reprodukcija distribucije u svrhu povećanja intenziteta potrošnje električne energije izvor je i novog dohotka, dakle osnove za financiranje daljnjeg razvoja i proširenja električne mreže.

Utjecaj elektrifikacije na povećanje cijene distribucije

Ako bi novo elektrificirano područje nekog od promatranih gradova imalo isti intenzitet potrošnje električne energije (kWh: sredstva) kao matično gradsko područje, onda ne bi došlo do usporavanja produktivnosti distribucije tog uvećanog poduzeća.

Ako bi npr. promatrani gradić elektrificirao neko novo, njemu gravitirajuće područje istog intenziteta potrošnje električne energije, onda bi indikatori produktivnosti distribucije izgledali ovako:

A. *Matično područje*

1. Nabavna vrijednost osnovnih sredstava	5,9	milijarda dinara
2. Potrošnja električne energije	105,5	milijuna kWh
3. Specifične investicije 5,9 : 105,5	56,0	Din/kWh
4. Produktivnost 105,5 : 5,9	18,0	kWh/10^3 Din.

B. *Novo elektrificirano područje*

1. Nabavna vrijednost osnovnih sredstava	1,18	milijarda dinara
2. Potrošnja električne energije	21,1	milijun kWh
3. Specifične investicije 1,18 : 21,1	56,0	Din/kWh
4. Produktivnost 21,1 : 1,18	18,0	kWh/10^3 Din.

U ovakvom slučaju elektrifikacija novog područja neće utjecati na smanjenje produktivnosti uvećanog distributivnog poduzeća, pa prema tome niti na povećanje njegove cijene električne energije.

Međutim, u praksi, novo elektrificirana područja imaju znatno slabiji intenzitet potrošnje električne energije od matičnog područja. Prvih godina električna energija se koristi uglavnom samo za rasvjetu, radio, TV, osnovne termičke aparate i po koji motor. Zbog toga su specifične investicije novo elektrificiranog područja znatno veće. Pretpostavimo da će potrošnja električne energije novoelektrificiranog područja promatranog gradića iznositi samo 10,5 milijuna kWh (umjesto gore uzetih 21,1 milijuna kWh). U tom slučaju će indikatori produktivnosti i cijena električne energije biti nepovoljniji i to:

— Specifične investicije 1,18 : 10,5	112,0	Din/kWh
— Produktivnost 10,5 : 1,18	9	kWh/10^3 Din

Ovakvim specifičnim investicijama odnosno ovakvoj produktivnosti odgovara cijena od

41,5 Din/kWh

naravno uz pretpostavku da su energetske karakteristike kupnje električne energije iste. Ekonomska situacija ovog distributivnog poduzeća izmijenit će se u tim uvjetima ovako:

— Specifične investicije

$$\frac{5{,}9 + 10{,}5}{105{,}5 + 10{,}5} = \frac{7{,}08}{116{,}0} = 61{,}0 \text{ Din/kWh}$$

— Produktivnost

116,0 : 7,08 = 16,0 kWh/10^3 Din

Specifične investicije poduzeća porasle su od 56,0 na 61,0 Din/kWh, a produktivnost je opala od 18 na 16 kWh/103 Din. Uvećanim specifičnim investicijama i ovako smanjenoj produktivnosti distributivnog poduzeća odgovara cijena električne energije od cca

22,6 Din/kWh

prema prijašnjoj cijeni matičnog poduzeća od

20,72 Din/kWh

Postavlja se dakle pitanje cijene električne energije u uvjetima elektrifikacije novih područja slabog intenziteta potrošnje električne energije. Koju cijenu električne energije treba plaćati novo elektrificirano područje? Da li

— pondiranu cijenu od 22,6 Din/kWh

ili

— svoju individualnu cijenu od 41,5 Din/kWh

Ako se novo elektrificirano područje snabdijeva električnom energijom po pondiranoj cijeni onda se diskriminiraju potrošači matičnog područja, jer će radi elektrifikacije novog područja plaćati veću cijenu električne energije, odnosno podmirivat će i one troškove distribucije koje nisu izazvali. Ako se ipak zadrži prijašnja cijena od 20,72 Din/kWh onda će distributivno poduzeće doći u lošiji materijalni položaj. Izmijenit će nužno svoj ekonomski kvalitet, jer će biti primorano prelijevati dohodak a i druga svoja sredstva (1,88 Din/kWh) potrošačima novoelektrificiranog područja. Pitanje je dakle, da li je opravdano po cijeni ovakovih žrtava stimulirati novo elektrificirana područja na povećanje potrošnje električne energije, kad je opće poznato da je električna energija zbog svojih izvanrednih svojstava brze i jednostavne pretvorbe u mehaničku, toplotnu, svjetlosnu, zvučnu i kemijsku energiju tako kvalitetan oblik energije i u tolikoj mjeri neophodan privrednom i društvenom životu zemlje, da će se već silom tih svojih svojstava, bez posebne stimulacije putem niže cijene, stalno proširivati na nova područja konzuma. Potrošači će i u uvjetima svoje iste kupovne moći trošiti realno vrednovanu električnu energiju, ali na račun supstitucije u strukturi svoje ukupne potrošnje.

Individualna ekonomska cijena formirana na troškovnom principu prenosi na potrošača sve troškove sadržane u proizvodu. Ovakva cijena je i regulator investicija, jer će pokazati da li se mogu i u kojim uvjetima se mogu realizirati uložena sredstva.

Niži nivo realne cijene

Ako bi se novo elektrificirana područja snabdijevala električnom energijom po individualnoj realnoj cijeni, tada bi trebalo razmotriti i mogućnost sniženja te cijene, ali tako da ona makar i snižena osigura normalnu reprodukciju distribucije. To je moguće postići izmjenom sadašnje metode amortizacije osnovnih sredstava.

Osnovna sredstva se amortiziraju vremenski ravnomjerno a to znači nezavisno od volumena distribucije električne energije. U tim uvjetima na amortizaciju otpada u prosjeku gotovo $^1/_3$ troškova i dohotka distribucije (bez vrijednosti energije). U godinama male, još nerazvijene potrošnje električne energije novo elektrificiranih područja, cijena distribucije je zbog utjecaja fiksnih troškova relativno visoka. Realizacijom malih količina energije treba nadoknaditi jednaku masu fiksnih troškova.

Kad bi se metoda vremenske amortizacije zamijenila u novo elektrificiranim područjima metodom progresivne amortizacije, ali proporcionalno obujmu potrošnje električne energije, onda bi se i cijena električne energije snizila.

U tu svrhu bi trebalo utvrditi iznos amortizacije po kilovatsatu predaje električne energije. Ova veličina se dobije iz odnosa nabavne vrijednosti osnovnih sredstava novo elektrificiranog područja i ukupne količine predaje energije u toku radnog vijeka promatrane električne mreže. Nabavna vrijednost osnovnih sredstava je poznata, a ukupna količina energije može se ocijeniti pomoću stope rasta potrošnje s istom tačnošću kao i fizički (radni) vijek električne mreže. Amortizacija se prema ovoj metodi pretvara od fiksnog u varijabilni, proporcionalni, trošak a realizirana masa amortizacije raste u istoj progresiji kao i potrošnja električne energije. Masa amortizacije u toku uzetog razdoblja je po jednoj i drugoj metodi ista samo što se u toku uzetog razdoblja vremenski nejednako realizira.

Prednosti progresivne metode amortizacije, proporcionalne obujmu potrošnje električne energije, su slijedeće:

a) Individualna realna cijena električne energije novo elektrificiranog područja bit će znatno niža pa se time ublažuje problem razlika u cijeni između matičnog i novog područja. Osim toga, ona stimulira i na pove-

ćanje potrošnje električne energije, naravno, ako će u odnosu na stimulativna svojstva same elektrike, kao oplemenjenog oblika energije, imati taj kvalitet. I dalje, ovako snižena cijena ostaje ipak vrijednosni izraz realnih troškova, samo s tom razlikom što se jedan njihov dio ne realizira više vremenski ravnomjerno, već progresivno i proporcionalno obujmu potrošnje električne energije.

b) Metoda proporcionalne amortizacije dobar je i vremenski dispečer sredstava amortizacije. U prvim godinama još nerazvijenog konzuma električne energije, realizirana amortizacija je manja. Sredstva rada su tih godina još nova pa im je dovoljna tekuća njega i nešto investicionog uzdržavanja. Nasuprot tome, kod metode vremenske amortizacije sredstva amortizacije su velika i u prvim godinama rada postrojenja. Cijena električne energije opterećuje se u tim godinama i za onaj dio amortizacije koji još nije potreban. Novo elektrificirano područje akumulira amortizaciju i drži je ili zamrznutu ili je troši, možda i neracionalno u daljnje proširenje mreže za neki budući konzum koji nije realno još ni ocijenjen. Time se još više povećava cijena električne energije, stvaraju se problemi većih razlika u cijeni i traži onaj tko to treba izravnati — obično pripajanjem, u ime integracije, nekom području s razvijenijom ekonomikom i nižom cijenom električne energije. Metoda progresivne amortizacije, proporcionalne obujmu potrošnje električne energije, eliminira nepotrebno anticipiranje amortizacije, a s tim u vezi i mogućnost njenog neracionalnog trošenja.

Metodi progresivne amortizacije moglo bi se prigovoriti da nije suvremena. Razvijena privreda primjenjuje metodu degresivne amortizacije. Prvih godina dok je postrojenje još suvremeno ubire se više amortizacije a kasnijih godina manje u cilju da se uložena sredstva nadoknade čim prije, kako bi se postrojenje moglo zamijeniti na vrijeme novim suvremenijim i time ići u korak s razvojem nauke i tehnike. To je dakle metoda ekonomske ili ubrzane amortizacije.

Ubrzanje amortizacije može se postići i kod metode progresivne amortizacije tako da se skrati period amortiziranja, odnosno da on bude kraći od fizičkog ili radnog vijeka postrojenja. Skraćivanje radnog vijeka električne mreže novo elektrificiranih područja ima opravdanja i u sadašnjim uvjetima deprecirane cijene električne energije, ali smo u okviru normirane mase troškova investicionog uzdržavanja i amortizacije. Budući da je veličina troškova investicionog uzdržavanja uzročno vezana uz duljinu radnog vijeka električne mreže, povećanje amortizacionih stopa i godišnje mase amortizacije, u cilju skraćenja kalkulativnog radnog vijeka mreže, moglo bi se u datim uvjetima vršiti samo smanjenjem stopa i troškova investicionog uzdržavanja. Po svojoj tehnologiji prerada i distribucija električne energije znatno se razlikuje od ostale industrijske proizvodnje koja s razvojem nauke i tehnike mijenja iz osnove i tehnološki proces svoje proizvodnje. Do osvajanja tehnologije autonomne energije po ekonomičnim cijenama ne će se već izgrađena električna mreža stavljati van pogona prije isteka njenog fizičkog radnog vijeka jer se s razvojem tehnike i pronalascima novih materijala i novih oblika opreme ne mijenja njena funkcija već samo njen tehnički sastav i kvalitet distribucije energije, a ovi se dotjeruju rekonstrukcijama i racionalizacijama mreže.

Naslov pisca: Daniel Feöcze, dipl. ek. Poslovno udruženje poduzeća za distribuciju električne energije, Zagreb, Proleterskih brigada 37

INVESTICIJE TREBA DA BRZO DONOSE POVEĆANJE DOHOTKA

treba se odlučiti između raznih ulaganja, za najbrži i najveći povratak uloženog kapitala

Studijska radna jedinica za ekonomska pitanja, Instituta za Elektroprivredu, Zagreb izradit će Vam ekonomske ekspertize.

ELEKTRIFIKACIJA SEOSKIH NASELJA U SR SRBIJI

SA GLEDIŠTA EKONOMIKE DISTRIBUCIJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Aleksandar T a d i ć, Beograd

Članak predstavlja iscrpan izvadak iz opširne studije o seoskoj elektrifikaciji u Srbiji. Na osnovu dugogodišnjeg iskustva s velikim poznavanjem problema autor osvjetljuje to pitanje sa svih stanovišta: njegova značenja za privredni i općedruštveni razvitak zemlje, za ekonomiku same elektroprivrede, racionalne organizacije održavanja postrojenja, pojednostavljenja tarifnog sistema i dr. Na kraju zaključuje da je seoska elektrifikacija korisna društvena investicija koja ne smije biti samo briga elektroprivrede nego i svih političko-teritorijalnih organizacija i da o priključivanju još neelektrificiranih naselja te unapređenju ekonomike distribucije električne energije treba da vode stalnu brigu svi kompetentni faktori.

DK 621.311.1 : 63

Opšta razmatranja

Pojam seoske elektrifikacije i njen značaj za privredni i opštedruštveni razvitak zemlje

Stepen razvitka seoske elektrifikacije vrlo je značajan ekonomski indikator svake zemlje, čak i one u kojoj je poljoprivreda sporedna i dopunska privredna grana. Pod stepenom razvitka podrazumeva se odnos koji postoji između seoskih domaćinstava i poljoprivrednih gazdinstava priključenih na razvodnu mrežu i ukupnog broja seoskih domaćinstava i poljoprivrednih gazdinstava, koji se nalaze u odnosnoj seoskoj oblasti. Ali ovaj indikator nije usvojen u svim zemljama, već se stepen razvitka utvrđuje i po drugim kriterijima.

U svakom slučaju čini nam se da treba uvek pri razmatranju seoske elektrifikacije paralelno promatrati elektrifikaciju sela i razvoj poljoprivrede u njima, s obzirom na činjenicu da se u svetu još uvek znatan deo stanovništva bavi poljoprivredom koja je ne samo baza biološkog opstanka čovečanstva već isto tako i vrlo značajna sirovinska baza za razvoj industrije.

Elektrifikacija sela pored osnovnog zadatka da podigne materijalno blagostanje seljaštva i unapredi njihovu poljoprivrednu proizvodnju, ima zadatak i da ga prosveti i uzdigne politički, socijalno i kulturno, a ovaj se rezultat ne može u potpunosti novčano izraziti ni kod elektroprivrede, ni kod poljoprivrede ni privrede uopšte, već se taj uspeh registruje u opštem prosperitetu i napretku čitave društvene zajednice.

Električna energija podiže produktivnost živoga rada jer zamenjuje ljudsku snagu elektromotorom; ona povećava prihode u poljoprivredi, jer se pomoću nje proizvodi bolje spremaju i čuvaju; ona poboljšava i produktivnost tla blagodareći navodnjavanju, a što je najvažnije ona poboljšava i uslove života seoskih porodica, blagodareći primeni elektriciteta u domaćinstvu.

Suština problema seoske elektrifikacije, promatrana sa stanovišta ekonomske elektroprivrede

Opšte je poznata činjenica u čitavom svetu da poljoprivreda kao privredna grana zaostaje po proizvodnosti rada za industrijom, te da je prema tome i njena platežna sposobnost za plaćanje tuđih usluga znatno niža nego kod drugih privrednih grana. Isto tako poljoprivreda promatrana sa elektroenergetskog stanovišta noviji je potrošač električne energije, koji kao takav nema još dovoljno rutine, da se prilikom njenog korišćenja prilagođava stanju i prilikama koje vladaju u energetskim izvorima i javnoj mreži. Što je najvažnije, poljoprivrednik je još uvek u znatnoj meri konzervativan, nepoverljiv, oklevalo i teško se odlučuje na potpunu elektrifikaciju svoga gazdinstva, koja doduše iziskuje i znatna financijska ulaganja, tako da smo mi svedoci još uvek vrlo niske potrošnje električne energije u seoskoj elektrifikaciji za svrhe poljoprivredne proizvodnje a te su potrebe vrlo obimne kako po angažovanosti tako i po trajnosti korišćenja snage, tako da bi se one mogle vrlo racionalno vremenski rasporediti.

Usled niske i neracionalne potrošnje električne energije u poljoprivrednoj proizvodnji, seoski konzum uzet u celini zakržljao je, a takvo stanje stvari neminovno prouzrokuje visoke eksploatacione troškove pri distribuiranju električne energije, dalje izaziva nesrazmerno velike gubitke energije u mreži usled neiskorišćenosti transformatorskih postrojenja i najzad podiže nivo nabavne cene električne energije na prenosnoj mreži, jer se energija ne koristi ni dovoljno ni racionalno.

Budući dakle da elektrifikaciju sela prate s jedne strane visoki troškovi distribucije usled niske potrošnje, a s druge strane i niski prihodi od prodaje električne energije opet usled niske potrošnje, ona u ekonomici elektroprivrede stvara veći ili manji debalans između rashoda i prihoda, kao razliku između kalkulativne prodajne cene kWh i njegove stvarne prodajne cene. Podići stvarnu prodajnu cenu do nivoa kalkulativne cene čini se kao jedini mogući izlaz u takvoj situaciji. Međutim, ako bi se tako postupilo, onda bi se u mnogim slučajevima našli pred totalnom likvidacijom seoske elektrifikacije, jer bi je ta ekonomska cena potpuno onemogućila. Mora se dakle tražiti neki drugi izlaz, o kome će biti reči u docnijem izlaganju.

Kakve su ekonomske mere praktikovane u cilju uravnoteženja debalansa rashoda i prihoda seoske elektrifikacije

U već elektrificiranim seoskim područjima, njihovu pasivnost pokrivala su aktivna gradska područja sa razvijenijim konzumom. Ali za dalju elektrifikaciju seoskih područja, distributivna preduzeća nisu pokazivala interes, te su stoga opštine,

srezovi i države morali u mnogim slučajevima da intervenišu kako bi se eksploatacioni troškovi tih područja snižavali i bar približno pokrili prihodima od prodate energije u tim područjima. Ta je intervencija bila u raznim vidovima, od kojih su dva bila najrasprostranjenija: a) davanje subvencija distribuciji za proširenu reprodukciju i b) odobravanje dugoročnih povoljnih kredita za investicione svrhe bilo bez kamate ili sa simboličnom kamatnom stopom. Cilj tih subvencija i kreditnih olakšica za dalji razvoj seoske elektrifikacije imao je uvek pred očima težnju da se s jedne strane poveća produktivnost rada u poljoprivrednim gazdinstvima, a s druge strane da se poboljšaju uslovi života seoskog stanovništva i ovi približe uslovima gradskog stanovništva.

Pojedini izvori finansiranja seoske elektrifikacije od 1960—1963. godine u nekim evropskim zemljama pružaju sledeću sliku njihovog procentualnog učešća u ukupnim investicijama:

Zemlje	Subvencije	Specijalni krediti	Doprinos potrošača	Ostali izvori	Ukupno
Austrija	16,0	15,2	47,4	21,4	100,0
Savezna republika Nemačka	47,6	17,4	18,0	17,0	100,0
Finska	10,4	17,6	72,0	—	100,0
Francuska	43,0	—	—	57,0	100,0
Mađarska	69,8	22,0	8,2	—	100,0
Poljska	—	—	100,0	—	100,0
S S S R	57,6	—	—	42,4	100,0
Čehoslovačka	100,0	—	—	—	100,0
Belgija	30,0	30,0	40,0	—	100,0
Danska	—	—	44,0	56,0	100,0
Irska	70,0	—	—	30,0	100,0
Portugal	45,0	—	—	55,0	100,0
Španija	26,5	—	20,3	53,2	100,0
Švedska	100,0	—	—	—	100,0

Kao dalju ekonomsku meru na sniženju eksploatacionih troškova distribucije električne energije u seoskim područjima, treba spomenuti stalnu brigu i staranje elektrodistribucije kao investitora da se investiciona sredstva troše što racionalnije, da se pojednostavi obračunska služba kao i služba održavanja postrojenja i ove učine što efikasnijima sa gledišta sigurnosti snabdijevanja potrošača. U pogledu sniženja investicionih ulaganja i prema tome smanjenja eksploatacionih troškova, rađeno je na širokom frontu na uvođenju monofaznih mreža, tipizaciji trafostanica, standardizaciji napona.

Daleko značajnija i efikasnija ekonomska mera u pravcu aktiviranja uloženih sredstava u seosku elektrifikaciju, jeste stalna akcija distributera da se konzumne potrebe sela povećavaju a time i prihodi od prodaje električne energije. To je istovremeno i siguran put za sniženje eksploatacionih troškova, a samim tim i za uravnotežavanje rashoda i prihoda seoskog područja. U tom cilju distributeri su organizovali stalnu propagandnu i demonstrativnu službu u elektrificiranim selima i na taj neposredan način izazvali njihovu maksimalnu zainteresovanost za korišćenje raznih aparata za primenu u domaćinstvu i gazdinstvu.

Opšti razvoj elektrifikacije Jugoslavije posle Oslobođenja

Radi ilustracije napretka Jugoslavije u razvoju njene elektrifikacije u celini, za posljednjih 20 godina, dajemo nekoliko karakterističnih podataka:

I — Instalisana snaga kapaciteta za proizvodnju u MW

Godina	Elektrane			Indeksi		
	HE	TE	Ukupno	HE	TE	Ukupno
1945.	211	313	524	100	100	100
1964.	1.774	1.335	3.109	841	427	593

II — Dalekovodi prenosa u km

Godina	Naponi			Indeksi		
	110 kV	220 kV	Svega	110 kV	220 kV	Svega
1945.	338	—	338	100	—	100
1964.	6.334	2.294	8.628	1.874	—	2.553

III — Transformatorske stanice prenosa u MVA

Godina	Naponi			Indeksi		
	110 kV	220 kV	Svega	110 kV	220 kV	Svega
1945.	52	—	52	100	—	100
1964.	3.467	600	4.067	6.667	—	7.821

IV — Distributivna mreža u km

Godina	Naponi			Indeksi		
	visoki	niski	Svega	visoki	niski	Svega
1945.	6 878	16.664	23.542	100	100	100
1964.	43.477	107.287	150.764	632	644	640

V — Proizvodnja električne energije u milionima kWh

Godina	Elektrane			Indeksi		
	HE	TE	Svega	HE	TE	Svega
1945	316	501	817	100	100	100
1964.	7.575	6.614	14.189	2.397	1.320	1.737

VI — Specifična proizvodnja i potrošnja kWk godišnje

Godina	Po stanovniku		Potrošnja po domaćinstvu	Indeksi		
	proizvodnja	ukupna potrošnja		proizvodnja	ukupna potrošnja	potrošnja po domaćinstvu
1945.	54	43*	22*	100	100	100
1964.	736	622	567	1.363	1.447	2.577

* procenjeno.

VII — Elektrifikacija naselja i domaćinstava

	1945.	1964.	Indeksi
Ukupan broj naselja u Jugoslaviji		28.273	
Ukupan broj domaćinstava	3.735	19.294	517
Ukupan broj elektrif. naselja		4,653.513	
Ukupan broj domaćinstava u elektrificiranim naseljima		3,935.415	
Ukupan broj priključenih domaćinstava u elektrificir. naseljima	955.833	3,209.990	336
Ukupan broj nepriključenih domaćinstava u elektrif. naseljima		725.425	
Ukupan broj neelektrificiranih naselja		8.979	
Ukupan broj domaćinstava u neelektrificiranim naseljima		718.098	

VIII — Specifični pokazatelji za domaćinstva u godini 1964.

na svakih	1000 domaćinstava
stoji na raspoloženju električna energija za	846 domaćinstava
nema mogućnosti da koristi električnu energiju	154 domaćinstva
elektrificirano — priključeno	689 domaćinstava
ne koristi elektrinu energiju, iako im stoji na raspoloženju	157 domaćinstava

Gornji podaci o elektrifikaciji naselja i domaćinstva za 1945. nisu potpuni da bi ih mogli u celini upoređivati sa stanjem u 1964., ali su i tako nepotpuni vrlo rečiti. Za prvih 50 godina elektrifikacije današnje teritorije Jugoslavije elektrificirano je 3.735 naselja, a za daljih 19 godina još 15.559. Za prvih 50 godina elektrificirano je 956.000 domaćinstava, a za posljednjih 19 godina daljih 2,254.000. No evo i jednog nepovoljnog podatka. Od 1000 domaćinstava Jugoslavije u 1964. godini moglo se koristiti električnom energijom 846 domaćinstava jer su im naselja elektrificirana, i taj je odnos vrlo povoljan čak i prema evropskim razmerama. Ali ono što je vrlo nepovoljno u toj stvari, to je podatak da od tih 846 domaćinstava koriste električnu energiju samo 689, dok se 157 domaćinstava ili 22,8% uopšte njome ne koriste. U toj okolnosti leži i jedan od ne malo značajnih uzročnika visokih troškova distribucije u seoskim naseljima, u kojima je procenat nepriključenih domaćinstava još daleko veći.

Kretanje i stanje seoske elektrifikacije u SR Srbiji

Kao što je ogroman napredak ostvaren u Jugoslaviji na polju elektrifikacije od Oslobođenja do danas, tako isto je i na području SR Srbije. Mi doduše ne raspolažemo detaljnim podacima o seoskoj elektrifikaciji (koja nas ovde naročito interesuje) iz predratnog perioda Srbije, ali iz nekih opštih i vrlo grubih pisanih podataka kao i prisećanja još živih učesnika u razvoju te elektroprivrede, u koje učesnike spada i autor ovog članka, može se ipak doći do približno jasne slike o tome, šta smo u tom pogledu primili u nasleđe posle Oslobođenja.

Radi ilustracije prilika u seoskoj elektrifikaciji toga vremena imamo sačuvane neke podatke u tadašnjem časopisu Saveza električnih preduzeća Jugoslavije od decembra 1939. godine, koji je bio posvećen prikazu održanog savetovanja o problemu elektrifikacije sela. Autor ovog napisa sudelovao je također na tome savetovanju sa jednim prikazom o stečenom iskustvu na elektrifikaciji sela, promatrano sa stanovišta ekonomike distribucije električne energije. Smatramo da je ovaj prikaz još i danas aktuelan i vrlo instruktivan, pa ćemo stoga ovo poglavlje i početi sa nekim podacima iz toga napisa, koji se odnose na događaje između 1930. i 1938.

Jedan isečak iz seoske elektrifikacije Srbije od pre 27 godina

Autor je u tome referatu obradio rezultate rada na elektrifikaciji jednog povezanog seoskog područja od 21 naselja, sa preko 56.000 stanovnika i 11.000 domova. U tome referatu data je potpuna kalkulacija toga poslovnog poduhvata sa podacima o uloženim sredstvima, bruto produktu, realizaciji i postignutom finansijskom rezultatu, posle osam godina sistematskog rada na razvoju potrošnje, na što racionalnijoj organizaciji održavanja postrojenja i potrošačke službe, a sve u cilju postizavanja što veće akumulacije na uloženim sredstvima.

Radi što reljefnijeg prikaza ovih vrlo interesantnih podataka seoske elektrifikacije Srbije iz predratnog perioda, dajemo nekoliko karakterističnih naturalnih veličina iz toga vremena, uporedo sa podacima iz ukupne seoske elektrifikacije Srbije za 1964. godinu.

	1938.	1964.	Indeks
1. Dužina mreže u km na 1000 stanovnika elektrificiranih naselja	4,74	8,40	177
2. Snaga TS na 1000 stanovnika elektrificiranih naselja u kVA	18,78	88,22	469
3. Broj domaćinstava na 1 km mreže u elektrificiranim naseljima	42,8	28,7	67
4. Broj priključenih domaćinstava na 1 km mreže	9	17	189
5. Procenat priključenih domaćinstava na mrežu	21,24	59,45	280
6. Protok električne energije na 1 km mreže kWh na čas	0,264	1,130	428
7. Iskorišćenje snage TS u %	8,31	13,45	162
8. Ukupna godišnja potrošnja kWh po 1 stanovniku	7,28	62,69	861
9. Ukupna godišnja potrošnja kWh po 1 računu	138	416	300
10. Prosečna mesečna potrošnja po 1 domaćinstvu kWh	2,89	19,86	687

Kao što je napred već spomenuto, prikazani isečak iz predratne seoske elektrifikacije imao je najpovoljnije moguće parametre za tadašnje prilike. Oni nisu dakle prosečni iz seoske elektrifikacije toga vremena, pa su u toliko još i upadljivije razlike koje se javljaju u razvoju seoske elektrifikacije između predratnog i današnjeg stanja. Ti predratni podaci odnose se na vrlo napredno poljoprivredno područje, gusto naseljeno, u blizini

velikih gradskih naselja, sa visokim poljoprivrednim prihodima, jednom rečju na seosko stanovništvo čiji je životni standard bio daleko viši od prosečnog.

Kako nam stoje na raspoloženju i mnogi drugi interesantni podaci, koji se odnose na financijske pokazatelje iz predratne eksploatacije seoske distributivne mreže, to ih prikazujemo uporedo sa podacima iz seoske elektrifikacije Srbije za godinu 1964.

	1938.	1964.	Indeks
1. Uložena sredstva u postrojenja po/kWh prodate električne energije Din	24,67	134,27	544
2. Vrednost električne energije na prenosnoj mreži sa gubicima Din/kWh	1,50	13,28	885
3. Troškovi distribucije Din/kWh	3,30	32,76	993
4. Ukupna kalkulativna prodajna cena (2+3) Din/kWh	4,80	46,04	959
5. Prosečna prodajna cena po tarifi Din/kWh	2,78	34,03	1.224
6. Manjak prihoda po 1 kWh prodaje (5—4) Din	2,02	12,01	595
7. Struktura troškova distribucije pod tač. 3 u %:			
zarade radnika	19,1	42,4	222
tekuće i invest. održavanje	18,4	20,9	114
amortizacije i kamate	58,4	25,6	44
ostalo	4,1	11,1	270
8. Struktura potrošnje električne energije po tarifskim grupama u %			
domaćinstva	20,6	54,6	265
poslovno-društv. prostorije	1,3	6,7	515
javno osvetljenje	20,2	3,3	16
industrija, motori i aparati	57,9	35,4	61
	100,0	100,0	
9. Prosečne prodajne cene po tarifskim grupama Din/kWh	2,78	34,03	1.224
domaćinstva	6,50	32,10	494
poslovno-društvene prostorije	8,00	47,00	587
javno osvetljenje	1,00	17,00	1.700
industrija, motori i aparati	1,95	36,16	1.854
10. Broj uposlenih radnika — na 100 km mreže	5,55	10,00	180

Da bi se lakše snašli u ovoj množini indikatora i da bi što reljefnije prikazali nastale kvantitavne i kvalitativne razlike u seoskoj elektrifikaciji između predratnog perioda i 1964. godine, razvrstaćemo gornje podatke u dve grupe: 1) ekonomika distribucije električne energije i 2) struktura potrošnje i prosečne prodajne cene.

Ekonomika distribucije. Uložena sredstva po 1 kWh prodaje, danas su relativno znatno manja nego u predratnom periodu, zahvaljujući boljem korišćenju postrojenja tj. većoj potrošnji električne energije. Distributivni troškovi po kWh veći su danas oko 10 puta, što je opet više nego povoljno, ako imamo pred očima razliku u kupovnoj vrednosti dinara. Ali u strukturi troškova distribucije došlo je do bitnijih promena, a naročito kod učešća ličnih dohodaka i amortizacija sa kamatama u ukupnim troškovima, jer se povećao broj uposlenih radnika i smanjila akumulativnost distribucije. Ove dve pozicije učestvovale su u ukupnim troškovima distribucije sa 77,5% u 1938. i sa 68,0% u 1964. godini.

Vrednost električne energije na prenosnoj mreži učestvuje u ukupnoj kalkulativnoj ceni 1938. godine sa 31,25% a 1964. godine sa 28,84%. Gubitak po 1 kWh u seoskoj elektrifikaciji srazmerno je niži u 1964. godini i iznosi 26,1% od ukupne kalkulativne prodajne cene, dok je u 1938. godini iznosio 42,1%. Ovo smanjenje debalansa rashoda i prihoda treba pripisati uglavnom povećanju prosečne prodajne cene, koja je 1964. bila veća za 12,24 puta nego u 1938. dok su uložena sredstva porasla 5,44 puta, vrednost električne energije 8,85 puta, troškovi distribucije 9,93 puta i ukupna kalkulativna prodajna cena 9,59 puta.

Uzev u celini ekonomiku seoske elektrifikacije ona se bitno poboljšala u posleratnom periodu, ali zahvaljujući više objektivnim a manje subjektivnim faktorima.

Struktura potrošnje i prosečne prodajne cene. U strukturi potrošnje došlo je isto tako do znatnijih promena u odnosu na predratni period. Tako se učešće potrošnje u domaćinstvima povećalo za 2,65 puta i iznosi sada 54,6% od ukupne potrošnje u seoskoj elektrifikaciji. Također se osetno povećalo i učešće potrošnje u poslovno-društvenim prostorijama. Međutim je znatno sniženo učešće uličnog osvetljenja (koje je tarifski bilo znatno favorizovano u predratnom periodu). Isto tako opalo je i učešće pogonske energije, za čiju se potrošnju pre rata vodila uporna borba oko akvizicije mlinova, vršalica, crpki, krunjača i dr. koji su imali svoje individualne parne i dizelske pogone.

Ne manje su interesantni i podaci o odnosima u cenama pojedinih potrošačkih grupa za predratni i sadašnji period. Tako su u 1938. godini prosečne cene za domaćinstva bile veće za 134% od ukupne prodajne cene, a u 1964. godini za 6% manje. Odnosi između prosečnih cena za potrošnju u domaćinstvima i pogonske energije iznosili su pre rata 3,33 : 1, a u 1964. god. 0,89 : 1. Ako se još ima u vidu da su cene za domaćinstva u 1964. god. povećane za skoro 100% onda se tek može dobiti potpuna slika o depreciranosti cene za domaćinstva u posleratnom periodu.

Razvoj elektrifikacije naselja u Srbiji od 1918. do 1964.

O kretanju elektrifikacije naselja na današnjem području SR Srbije stoje nam na raspoloženju i podaci od pre I. svetskog rata. Imamo takođe i podatke o kretanju broja elektrificiranih naselja između dva svetska rata i posle Oslobođenja sve do kraja 1964. Ti podaci pružaju ovu sliku:

do 1918. bilo je ukupno elektrificirano	63 naselja
od 1919. do 1945. prinovljeno	367 naselja
od 1946. do 1953. elektrificirano još	697 naselja
od 1954. do 1958. elektrificirano daljih	748 naselja
od 1959. do 1964. elektrificirano novih	1982 naselja
Ukupno	3857 naselja

Od prve elektrifikacije jednog naselja u Srbiji (Beograd 1892. godine) do svršetka I. svetskog rata elektrificirano je za 25 godina svega 63 naselja;

za daljih 27 godina do II. svetskog rata još 367, a za poslednjih 19 godina elektrificirano je novih 3427 naselja.

Ne raspolažemo pouzdanim podacima o kretanju elektrifikacije sela po gornjim vremenskim periodima. Ali deduktivnim putem možemo doći do broja elektrificiranih seoskih naselja od Oslobođenja. Budući da broj gradova i varošica uglavnom stagnira i da njihov broj iznosi svega 3% od ukupnog broja naselja, onda u proceni broja elektrificiranih seoskih naselja ne možemo napraviti veliku grešku.

Do 1918. od ukupno 63 elektrificirana naselja u današnjem području SR Srbije otpada na seoska naselja 30, od kojih je 6 naselja u užoj Srbiji, a 24 u Vojvodini. Elektrifikaciju ovih seoskih naselja treba prepisati okolnosti, da su u tim naseljima bile lokacije raznih industrijskih preduzeća i hidroelektrana.

Između dva svetska rata do 1945. od ukupno 430 elektrificiranih naselja otpada na gradove i varošice 124 i na sela 306 naselja.

Za daljih 19 godina od Oslobođenja do kraja 1964. elektrificirano je novih 3350 seoskih naselja.

Usporedni pokazatelji iz seoske elektrifikacije Srbije krajem 1958. i 1964. U ovome pregledu prikazaćemo nastale promene u seoskoj elektrifikaciji od 1958. do 1964, u kome je periodu elektrificirano više seoskih naselja, nego za ranijih 50 godina. Došla je tako na red elektrifikacija srednjih i manjih sela, te je od interesa sagledati, da li je ta masovna seoska elektrifikacija još više pogoršala finansijski položaj distribucije, ili ga je popravila, u kome obimu i u kome pravcu.

Evo tih uporednih pokazatelja za seosku elektrifikaciju iz 1958. i 1964.

	1958.	1964.	Indeks
1. Broj elektrificiranih sela	1.782	3.686	207
2. Broj stanovnika u ovim naseljima hiljada	3.102	3.922	127
3. Broj domaćinstava u ovim naseljima hiljada	776	947	122
4. Dužina mreže u km	22.228	33.226	149
5. Snaga TS u MVA	154	346	225
6. Priključeno domaćinstvo u %	58,7	59,5	101
7. Protok kWh na 1 km mreže na čas	0,545	1,130	207
8. Iskorišćenje snage TS u %	9,83	13,45	137
9. Godišnja potrošnja kWh po stanovniku	24,66	62,69	254
10. Prosečna mes. potrošnja po domaćinstvu kWh	9,96	19,86	199
11. Gubici u mreži %	27,89	24,61	88
12. Ukupne investicije Din/kWh prodaje	172,43	134,27	78
13. Troškovi distribucije Din/kWh prodaje	22,55	32,76	145
14. Vrednost električne energije Din/kWh prodaje	13,91	13,28	95
15. Kalkulativna prod. cena (13+14) Din/kWh	36,46	46,04	126
16. Prosečna prod. cena po tarifi Din/kWh	18,30	34,03	186
17. Gubitak po 1 kWh prodaje (15—16) Din.	18,16	12,01	16
18. Procentualni gubitak od prod. cene	49,8	26,1	52

U ovome šestogodišnjem periodu vidimo da je došlo do bitnih kvantitavnih promena u seoskoj elektrifikaciji, koje su se u znatnoj meri pozitivno odrazile na ekonomiku distribucije. Ovi podaci nisu možda 100% tačni, jer se knjigovodstveno ne evidentiraju odvojeno finansijski rezultati za gradska i seoska naselja, ali su oni ipak toliko pouzdani da na bazi istih možemo donositi sigurne zaključke za smernice u budućem radu.

Analizirajući podatke iz 1958. i 1964. možemo konstatovati:

— Broj elektrificiranih naselja u ovome šestogodištu više je nego udvostručen, dok se broj stanovnika i domaćinstava u njima povećao samo za 27 i 22%, što znači da se radilo o daljoj elektrifikaciji manjih naselja, jer je do 1958. prosečan broj stanovnika u elektrificiranom naselju iznosio 1.741 sa 435 domaćinstava, dok je taj prosek u 1964. pao na 1.064 stanovnika i 257 domaćinstava.

— Protok električne energije u mrežama za 6 godina udvostručen je, dok su TS poboljšale iskorišćenje samo za 37% i još uvek su vrlo slabo korišćene (13,45), dvostruko niže nego u gradskim naseljima.

— Ukupna godišnja potrošnja po stanovniku seoskih područja povećana je za 2,5 puta, a po seoskom domaćinstvu 2 puta, što kazuje da je priraštaj konzuma izvan domaćinstva bio daleko intenzivniji.

— Gubici energije u distributivnim postrojenjima su sniženi samo za 12%, i još uvek su nenormalno visoki (24,61%) uglavnom usled predimenzioniranih transformatora i njihovog praznog hoda.

— Specifične investicije po kWh prodate energije smanjene su za proteklih 6 godina za 22%, uprkos znatnom porastu cena opreme i ostalog materijala, kao i porastu vrednosti živoga rada. Ovo treba pripisati uglavnom povećanju potrošnje električne energije, ali se mora primetiti da su specifične investicije po kWh još uvek vrlo visoke u seoskim naseljima, jer su 6 puta veće nego u gradskim.

— Ukupna kalkulativna prodajna cena po kWh povećala se poslednjih 6 godina za 26%, a prosečna prodajna cena za 86%, tako da se raspon između kalkulativne prodajne cene i stvarne prodajne cene po tarifama za to vreme smanjio za 34%, tj. od Din 18,16 na Din 12,01 po kWh. Drugim rečima tarifni manjak iznosio je 1958. skoro 50% od ukupne prodajne cene, a 1964. sveden je na 26,1%. Ova okolnost da je s jedne strane prosečna prodajna cena u seoskim područjima povećana (porastom cena u domaćinstvima), a s druge strane da su troškovi distribucije sniženi (povećanjem potrošnje), biće od presudnog značaja za perspektivni razvoj seoske elektrifikacije.

Opšte tendencije u daljem razvoju seoske elektrifikacije u SR Srbiji

Iz dosadašnjeg izlaganja o kretanju opšte elektrifikacije u našoj zemlji, a naročito seoske elektrifikacije i nastalih promena u odnosu na pred-

ratni period kao i u poslednjim godinama, možemo približno oceniti da li možemo računati na postepenu likvidaciju prelivanja distributivnih troškova sa seoskih naselja na gradska i prelazak na ekonomično poslovanje i u seoskim područjima, što je uglavnom i cilj ovoga napisa.

Unapređenje poljoprivrede i podizanje materijalnog blagostanja sela

Formiranje krupnih poljoprivrednih gazdinstava, sistem kooperacije individualnih gazdinstava sa proizvodnim zadrugarstvom, mehanizacija polja i poljoprivrednih dvorišta, široka primena veštačkih đubriva, odvodnjavanje i navodnjavanje ratarskih površina, uža specijalizacija i podela rada u ratarstvu, stočarstvu, voćarstvu itd. razvijen školski sistem specijalizovanih poljoprivrednih kadrova, izdašna pomoć naučnih poljoprivrednih instituta, usklađene cene agrarnih proizvoda sa cenama industrijskih proizvoda i usluga, omogućili su prelazak sa ekstenzivne na intenzivnu poljoprivredu.

Ovaj je proces u permanentnom toku, što se s jedne strane ogleda u stalnom smanjivanju aktivnog poljoprivrednog stanovništva, a s druge strane u neprekidnom povećanju poljoprivredne proizvodnje. Taj proces nezadrživo vodi k podizanju privrednog blagostanja seoskog stanovništva, čija kupovna moć iz dana u dan jača, a to stvara izvanredne mogućnosti za razvoj elektrifikacije sela i poljoprivrede, koji postaju sve sigurniji, stalniji i intenzivniji potrošači električne energije.

Razvoj potrošnje električne energije u seoskim područjima

Iz ranijeg izlaganja smo videli da se potrošnja električne energije u seoskim naseljima Srbije povećala u 1964. godini za 8,6 puta u odnosu na predratnu, a za poslednjih 6 godina za 2,5 puta. Pri tome treba imati na umu da distributivna preduzeća sa svoje strane nisu ništa preduzimala za porast seoske potrošnje ni na priključivanju novih potrošača ni na proširenju primene električne energije kod postojećih potrošača. Taj porast potrošnje došao je dakle spontano, blagodareći najviše okolnosti da je električna energija u domaćinstvu uživala povlašćenu cenu, a isti je slučaj bio i sa energijom za poljoprivredne svrhe.

Budući da električna energija ima tako mnogo pozitivnih svojstava u odnosu na sve njene supstitucije, kako za svrhe osvetljenja, kuvanja, grejanja i hlađenja u domaćinstvu, tako i za pogonske svrhe u gazdinstvu, to će ona uprkos znatnom povećanju cene poslednjih godina, biti još uvek van konkurencije i koristiti se sve intenzivnije. Takva perspektiva ide dakle u prilog poboljšanja ekonomike seoske elektrifikacije i opšteg povećanja akumulativnosti distribucije. Dalji razvoj potrošnje u seoskim naseljima uticaće povoljno i na sniženje specifičnih investicionih ulaganja za rekonstrukcije mreža i povećanje transformatorskih kapaciteta, što će opet posredno uticati i na sniženje distributivnih troškova i dalje unapređenje ekonomike.

Napuštanje namenskih tarifa u novom tarifnom sistemu i formiranje tarifnih stavova po troškovnom principu

Opšte je poznata činjenica da je nivo cene električne energije u Jugoslaviji bio vrlo povoljan za potrošače u poređenju sa cenama u drugim zemljama, blagodareći pre svega znatnim i povoljnim hidroenergetskim potencijalima (znači strukturi proizvodnje), a sem toga niskoj akumulativnosti ove privredne grane i finansiranju proširene reprodukcije iz bankarskih kredita uz vrlo povoljne uslove. No i pored opšteg niskog nivoa prodajne cene električne energije, izvesne kategorije potrošača bile su dalje još povlašćene na račun drugih kategorija, kao što su tzv. specijalni potrošači, potrošnja u domaćinstvima i komunalna potrošnja.

U tom pogledu naročito je bila favorizovana grupa »domaćinstvo«, jer je preko cene električne energije vršena preraspodela nacionalnog dohotka. Iz prethodnog izlaganja smo videli da je u predratnom periodu cena za domaćinstva bila skoro 2 1/2 puta veća od ukupne prosečne prodajne cene, a četiri puta veća od cene energije za pogonske svrhe. Međutim, do pre dve godine cena za domaćinstvo iznosila je samo oko 50% od ukupne cene, a od cene za pogonske svrhe bila je čak niža za oko 30%. Ta depreciranost izazvala je nenormalno visok rast potrošnje u domaćinstvima, a usled niske cene ove potrošnje došlo je do još većeg raskoraka između kalkulativne predajne cene u distribuciji i stvarne realizacije po tarifama. Ilustracije radi navodimo da je prosečna prodajna cena u domaćinstvima Srbije iznosila do 1. VIII 1964. oko Din 8,60 po kWh, dok je predratna prosečna cena u domaćinstvima iznosila oko 6 din po kWh.

U novom tarifnom sistemu koji je stupio na snagu 1. VIII 1965. potpuno su napuštene namenske tarife po grupama potrošnje, i tarifni stavovi se utvrđuju po troškovnom principu, zavisno od napona, sezone, doba dana, zona i stepena. Doduše, ovaj princip nije još u potpunosti primenjen na grupu »domaćinstvo«, ali je u toku ažuriranje cene i kod ove grupe, a to će imati znatnog upliva na poboljšanje ekonomike u seoskoj elektrifikaciji, u kojoj je potrošnja u domaćinstvima pretežna.

Smanjivanje razlike između kalkulativne i stvarne prodajne cene u seoskoj elektrifikaciji

Iz prikazanog materijala u II poglavlju videli smo da je u seoskoj elektrifikaciji Srbije za 1958. godinu kalkulativna cena iznosila Din 36,48 po kWh, stvarna prodajna cena samo Din 18,30, a tarifna razlika Din 18,16, koju su pokrili potrošači gradskih naselja. Međutim, već u 1964. godini posle dva uzastopna podizanja tarifnih stavova, prosečna cena za domaćinstvo se povećala za 86%, te je potrošač seoskih naselja pokrivao svojom cenom Din 34,03 po kWh, tako da je samo Din 12,01 prevaljeno na gradskog potrošača.

Nova privredna reforma koja je stupila na snagu počev od 1. VIII 1965. zajedno sa novim tarifnim sistemom i povećanom cenom na prenos-

noj mreži, izazvala je dalja preračunavanja i raspodelu troškova po naponima. Dok je raniji nivo prosečne prodajne cene u domaćinstvima II stepena iznosio u Srbiji Din 34,15 po kWh, isti se povećao od 1. VIII 1965. na Din 55,61. Ako se ima na umu da je učešće potrošnje domaćinstva u seoskoj elektrifikaciji Srbije oko 55% od ukupne potrošnje i da na II stepen otpada preko polovine potrošnje, onda izlazi da će poslednja tarifna reforma povećati prosečnu stvarnu prodajnu cenu u selima za oko 8,26 din po kWh. Dodajmo tome i povećanu cenu domaćinstva u I stepenu, možemo očekivati da će se iskazani manjak prihoda u seoskoj elektrifikaciji Srbije iz 1964. skoro u potpunosti eliminisati već u 1966. ili barem svesti na minimalni iznos.

Ekonomske mere za dalje unapređenje ekonomike u seoskoj elektrifikaciji

Videli smo da je poslednjih godina došlo do znatnih objektivnih promena u sektoru seoske elektrifikacije, koje će omogućiti ekonomičnije poslovanje i u tim područjima. Ali pored ovih objektivnih uslova, potrebno je mobilisati i sve subjektivne činioce za dalje unapređenje ekonomike distribucije uopšte, a naročito u njenim seoskim naseljima. U te mere spadaju: racionalizacija ulaganja sredstava u proširenu reprodukciju, propagandna akcija na povećanju potrošnje električne energije u seoskim naseljima, akvizicija neprikljućenih domaćinstava u selima, racionalna organizacija održavanja postrojenja i potrošačke službe u seoskim mrežama, kontaktiranje sa zadrugarstvom i uprošćavanje tarifnog sistema i obračuna potrošnje u selima.

Racionalizacija ulaganja sredstava u proširenu reprodukciju

Moramo otvoreno priznati da dosadašnji razvoj seoske elektrifikacije nije izvođen po jednom sistematskom perspektivnom, tehničkom planu, već je ta elektrifikacija znatnim delom sprovođena stihijno, usled čega izvršeni radovi na mrežama i instalacijama u većini slučajeva ne odgovaraju elektrotehničkim propisima ni minimalnim tehničkim normama.

Iz toga iskustva moramo izvući potrebne pouke i buduća investiciona ulaganja u seosku elektrifikaciju izvoditi što racionalnije kako u pogledu projektovanja, tako i u pogledu izvođenja radova i trošenja sredstava. Pri tome se mora naročito voditi računa o optimalnoj granici svih kapaciteta (vodova i transformatora), a zatim o standardizaciji napona, stubova, trafostanica, mernih uređaja, postrojenja za javnu rasvetu, kako bi investiciona ulaganja po kWh prodate električne energije bila svedena na što je moguće nižu meru.

Propagandna akcija na povećanju potrošnje u seoskim naseljima

Treba konstatovati da elektroprivreda uzeta u celini, od Oslobođenja do danas, nije imala potrebe da ulaže naročite napore za što veće iskorišćenje njenih kapaciteta. Ona je u tom pogledu uživala monopolistički položaj, jer su se potrebe u električnoj energiji razvijale spontano i uvek jače nego kapaciteti, tako da je elektroprivreda u stvari bila oslobođena brige oko plasmana svoga proizvoda.

To se međutim ne može smatrati normalnim niti opravdanim, naročito kada je reč o elektrifikaciji seoskih područja i potrošnje u njima. Akcija na što većoj primeni električne energije u selima pokazuje se kao neophodna, obzirom na visoka ulaganja sredstava za njihovu elektrifikaciju. U tom cilju treba mobilisati sva propagandna sredstva kao što su: radio, televizija, filmovi, pokretne izložbe, predavanja, praktične brošure, demonstracije aparata i njihovo rukovanje. Radi potpunijeg uspeha u tom pravcu, ovu akciju treba organizovati zajedno sa elektroindustrijom i poljoprivrednim zadružnim organizacijama.

Akvizicija neprikljućenih domaćinstava u selima

Kretanje elektrifikacije domaćinstava u elektrificiranim naseljima Srbije od 1945. do 1964. bilo je u %:

god.	%
1945.	24,2
1953.	39,3
1959.	53,6
1960.	55,8
1961.	59,8
1962.	61,0
1963.	63,4
1964.	71,5

Ovi podaci odnose se na sva naselja gradska i seoska. Međutim, ta je slika u seoskim naseljima vrlo nepovoljna. U 1964. na 1000 domaćinstava bilo je priključeno svega 595, dok 405 seoskih domaćinstava još ne koristi električnu energiju i ako im ista stoji na raspoloženju. Na području Vojvodine bilo je priključenih samo 62% domaćinstava.

Akvizicija još neprikljućenih domaćinstava na postojeće seoske mreže predstavlja prvoklasan ekonomski interes distribucije, za koji se vredi boriti. Rešenju ovog problema treba pristupiti organizovano i pružiti pomoć takvim interesentima, da se uz što povoljnije uslove priključe na seoske mreže, jer će te njihove investicije doprineti povećanju realizacije i ekonomičnosti distribucije u seoskoj elektrifikaciji.

Racionalna organizacija održavanja postrojenja i potrošačke službe u seoskim mrežama

U seoskim naseljima angažovan je znatno veći broj ljudi na održavanju postrojenja, naročito u brdovitim krajevima, jer su mreže izgrađene pretežno na drvenim neimpregniranim stubovima. Ako tome dodamo još i to da u tim područjima imamo po pravilu i loše komunikacije, onda se može upotpuniti slika o problemima održavanja i teškoćama za uredno snabdevanje potrošača.

Da bi organizacija službe održavanja postrojenja a isto tako i potrošačke službe bila što racionalnija i što efikasnija, potrebno je njen operativni delokrug proširiti i na održavanje kućnih instalacija i instalacija poljoprivrednog gazdinstva, na akviziciji novih potrošača i proširenje primene električne energije, na izvođenje novih instalacija i montažu trošila, obzirom da u seoskim naseljima nema takvih servisa.

U vezi toga potrebno je u seoskim naseljima temeljno proučiti sistem nagrađivanja radnika prema postignutim učincima, jer će iste biti moguće utvrđivati. Budući pak da bi ovi učinci povećali produktivnost rada, realizaciju i dohodak u distribuciji, to bi se time stvorile mogućnosti za dobre zarade uposlenih radnika, što bi povoljno uticalo na popravku kvalifikacione strukture kadrova u seoskoj elektrifikaciji.

Kontaktiranje sa zadrugarstvom

Činjenica je da skoro u svim većim i srednjim seoskim naseljima postoje zemljoradničke zadruge sa zadatkom da organizuju racionalnu proizvodnju u poljoprivredi i pribiraju plodove te proizvodnje za iznošenje na tržište. Nama se čini da je naslon seoske elektrifikacije na te zadružne organizacije sasvim prirodan, jer se i njihovi ciljevi dopunjuju.

Njihova kolaboracija u organizovanju operativne električarske službe za održavanje uličnih i kućnih instalacija, za obračun i naplatu potrošnje električne energije, za poboljšanje kvaliteta snabdevanja i povećanja sigurnosti isporuke energije, za otklanjanje kvarova na trošilima i njihovom dobrom funkcionisanju, za ukazivanje pomoći pri rukovanju raznim pomoćnim aparatima i motorima, za pružanje pomoći u kolektivnim zadružnim radionicama itd. dobro će doći obema stranama. Ta kolaboracija omogućiće distribuciji da poveća radni učinak uposlenih ljudi, da proširi polje primene električne energije, da kvalitetno zadovolji potrošača električnom energijom i da poveća svoju realizaciju i dohodak.

Uprošćavanje tarifnog sistema i obračuna potrošnje u selima

U elektrifikaciji sela i poljoprivrede imamo tri osnovne grupe potrošača: velika poljoprivredna dobra, poljoprivredne motore i aparate i seoska domaćinstva. Postavlja se pitanje da li su važeći tarifni oblici dovoljno stimulativni za spomenute potrošačke grupe i da li bi se isti mogao još više uprostiti.

Velika poljoprivredna dobra po pravilu se snabdevaju na visokonaponskoj mreži, po dvojnoj tarifi, sa tačnim merenjem angažovane vršne snage. Nama se čini da je ovaj tarifni oblik dovoljno stimulativan za ove potrošače, samo bi ih trebalo instruirati u pravcu racionalnije raspodele opterećenja njihovih trošila i većeg korišćenja manje — noćne tarife.

Što se tiče druge grupe potrošača u seoskoj elektrifikaciji poljoprivredni motori i aparati kojima stoji na raspoloženju također tarifa sa 2 stepena u zavisnosti od njihovog načina korišćenja električne energije, treba primetiti da se kod ovih potrošača utvrđivanje vršnog opterećenja do 31. XII 1968. godine vrši prema instalisanoj snazi trošila, a po isteku ovog prelaznog perioda, vršno opterećenje se ima meriti ili ograničavati.

Najbrojnija grupa potrošača — seoska domaćinstva — koriste dvojnu tarifu sa 2 stepena, većim doprinosom za snagu i nižom radnom cenom i nižim doprinosom za snagu i višom radnom cenom. U I stepenu doprinos za snagu se odmerava prema broju stambenih prostorija u prelaznom periodu do 31. XII 1968. godine, a posle toga roka obračun doprinosa vršiće se na osnovu merenja ili ograničenja snage.

Nama se čini da bi u seoskim područjima ne samo za domaćinstva, već i za individualna poljoprivredna gazdinstva (za motore i aparate) najviše odgovarala kWh tarifa sa 3 bloka, dakle bez doprinosa i komplikovanih mernih uređaja. Takva tarifa bila bi potrošačima shvatljiva i razumljiva, te stoga nije ni čudno što je ona našla vrlo veliku primenu u svim naprednim poljoprivrednim zemljama.

Najzad u pogledu diskriminacionih tarifa po zonama, tj. diferenciranja tarifnih stavova prema troškovnom principu na gradska i seoska područja, moramo istaći da se mi odlučno protivimo zonskim tarifama za potrošnju na niskom naponu u okviru područja jednog distributivnog preduzeća. Ovo stoga što je na terenu nemoguće tehnički razgraničiti područje viših troškova od područja nižih troškova. Svako seosko naselje razlikuje se po nivou troškova, a isto tako i u kompaktnom gradskom naselju sve ulice, reoni i opštine nemaju isti intenzitet potrošnje, pa prema tome ni iste troškove. Prema tome rukovodeći se troškovnim principom, mi bi morali i gradsko naselje deliti na zone. Međutim mi smatramo da bi razbijanje distributivnih područja na više tarifnih zona povećalo troškove prodaje i stvorilo niz problema na terenu, a što je glavno takve tarife niti bi doprinele racionalizaciji potrošnje i iskorišćenja postrojenja, ni povećanju akumulativnosti distribucije, već samo nešto pravičnijoj raspodeli troškova na potrošače. Ali ni ta preraspodela troškova opet ne bi bila u krajnjoj liniji pravična, jer u tome nastojanju nije se išlo do kraja, već je samo načet problem diskriminacije cena.

Zaključak

— Seoska elektrifikacija predstavlja korisnu društvenu investiciju, te je kao takvu ne treba prepustiti samo brizi i staranju distributivnih preduzeća, već se o njoj imaju starati i političko-teritorijalne organizacije: opština, srez i republika. Ovo u toliko pre što elektrifikacija seoskih naselja nije akumulativna investicija, jer su proizvodne

snage sela još nedovoljno razvijene, potrošnja električne energije u njima još je niska, a troškovi distribucije relativno visoki.

— Poslednjih godina materijalno blagostanje sela primetno se poboljšava, njegova kupovna moć raste, a tim se može očekivati da će i električna energija dobiti širu primenu i u seoskom domaćinstvu i njegovom gazdinstvu, što će u znatnoj meri doprineti poboljšanju ekonomike u seoskoj elektrifikaciji.

— Paralelno sa porastom potrošnje u seoskim naseljima, treba očekivati da će i novi tarifni sistem, koji napušta namenske tarife i prelazi na ekonomske cene kod svih potrošača električne energije, doprineti također uspostavljanju ravnoteže prihoda i rashoda distribucije u seoskim naseljima.

— Pored napred iznetih objektivnih okolnosti, a radi daljeg unapređenja ekonomike distribucije u seoskim područjima, treba preduzeti i niz mera subjektivnog karaktera. Pre svega treba povesti što širu akciju u cilju priključivanja još neelektrificiranih domaćinstava u već elektrificiranim naseljima, i razviti što veću propagandnu akciju radi proširenja primene električne energije domaćinstva i gazdinstva u već elektrificiranim domaćinstvima. U tom cilju treba uvesti što jednostavniji tarifni oblik za obračun potrošnje električne energije u selu, dalje što tešnje sarađivati sa zadružnim organizicijama na terenu, a isto tako organizovati što racionalniju i što efikasniju službu održavanja postrojenja kao i potrošačku službu i za to uvesti što stimulativnije oblike nagrađivanja, kako bi snabdevanje potrošača električnom energijom bilo što kvalitetnije i što sigurnije. Najzad, neophodno je voditi stalnu brigu i o racionalnom projektovanju, izvođenju i finansiranju proširene reprodukcije u seoskim naseljima.

Naslov pisca: Aleksandar Tadić savetnik u Poslovnom udruženju elektrodistribucije Srbije, Beograd, Carice Milice 2.

TO JE LEIPZIG

Od godine 1165. povezuje Leipziški sajam narode i kontinente, unapređuje trgovinu i razmjenu, otklanja zategnutost i izgrađuje suradnju. Leipzig je svjetsko tržište u pravom smislu riječi. On je vodeće tržište između istoka i zapada. Dakle, u Leipzigu se uspoređuje, trguje, zaključuje. No,

USPOREĐUJE

se u Leipzigu ne samo roba jedne ili više privrednih grana, nego više od 1 milijun proizvoda gotovo svih proizvodnih grana iz 70 zemalja, koji su pregledno izloženi

TRGUJE

se u Leipzigu ne samo među poslovnim partnerima jednog ili više privrednih područja, nego između više od 10.000 renomiranih proizvođača i kupaca njihovih proizvoda, kao i mjerodavnih ličnosti privrednog života iz čitavog svijeta

ZAKLJUČUJE

se u Leipzigu ne samo manje ili veće poslove, nego i dugoročne ugovore, koji obuhvataju projekte raspodjele rada i kooperacije.

Obavijesti u vezi Vašeg putovanja u Leipzig i sajamske iskaznice daje:

OZEHA — Zagreb, Beograd, Rijeka, Split, Sarajevo i Skopje.

LEIPZIŠKI SAJAM

TEHNIČKA ROBA I ROBA ŠIROKE POTROŠNJE

5. — 14. marta 1967.

Njemačka Demokratska Republika

O aktivnosti međunarodnih zasedanja radne grupe za studiju seoske elektrifikacije pri Komitetu za električnu energiju Ekonomske komisije za Evropu OUN

Posle Drugog svetskog rata pitanju unapređenja sela i poljoprivrede za zemlje u razvoju poklonjena je naročita pažnja. Pri Organizaciji Ujedinjenih Nacija u Ženevi, u okviru Ekonomske komisije za Evropu, osnovani su stalni komiteti za pružanje tehničke pomoći industrijski zaostalim zemljama. Pored organizacije FAO (Food and Agriculture Organization), pri Ekonomskoj komisiji za Evropu, osnovana je 1952. Radna grupa za studiju seoske elektrifikacije, kao pomoćno telo Komiteta za električnu energiju ECE u Ženevi.

Problemi elektrifikacije poljoprivrede i naselja su vrlo mnogobrojni i grupa eksperata ove Radne grupe za studiju seoske elektrifikacije pri Komitetu za električnu energiju ECE u Ženevi nije imala za cilj da iznađe rešenja za sve moguće uslove i da izradi neke šablone za sprovođenje elektrifikacije sela u tehnički zaostalim zemljama. Cilj je bio da se dadu smernice i kritičke analize na osnovu iskustava već uspešno sprovedene elektrifikacije naselja evropskih i američkih zemalja i efikasne primene električne energije u raznim poljoprivrednim procesima i u domaćinstvu, tako da se ta iskustva mogu koristiti u pojedinim slučajevima prema specifičnim političko-ekonomskim uslovima odnosne zemlje.

Prvo međunarodno zasedanje za seosku elektrifikaciju održano je u Ženevi od 27. X do 21. XI 1952. kada je Komitet za električnu energiju ECE na svom VIII zasedanju, na inicijativu jugoslovenske delegacije i na traženje Ekonomske komisije za Evropu, odlučio da se prihvati izrade studije o problemima seoske elektrifikacije. Do sada, od 1952. do 1966., održano je ukupno 14 međunarodnih zasedanja ove Radne grupe za seosku elektrifikaciju. Zasedanja su obično održavana jedanput godišnje u mesecu septembru ili oktobru, sa učešćem prosečno 22 evropskih zemalja i SAD. U proteklom periodu rad na tom polju bio je vrlo plodan i svake je godine bio podnešen niz stručnih referata o problemima elektrifikacije sela i poljoprivrede koji interesuju veći broj zemalja učesnica ove konferencije.

Aktivnost ove Radne grupe za studiju seoske elektrifikacije je naročito bila izražena pod predsedništvom Dra Nikolaja Sazonova (SSSR), koji je skoro 10 godina, sve do svoje smrti, uspešno vodio ova stručna zasedanja i uz pomoć svojih saradnika i Sekretarijata Komiteta za električnu energiju ECE sproveo veliki program studija iz ovog područja, tako da je Sekretarijat Ekonomske komisije za Evropu pri Ujedinjenim Nacijama u Ženevi do sada objavio 8 volumena sa ukupno 52 stručna referata o problemima elektrifikacije sela i poljoprivrede. Materija je obimna iz ovog područja pa je stoga podeljena na 4 glavne grupe:

I. *Proizvodnja električne energije,*
II. *Prenos i razvod električne energije,*
III. *Primena električne energije*
IV. *Ekonomska, administrativna i finansijska pitanja.*

Publikacije su odštampane na tri zvanična jezika (francuski, engleski i ruski) i nose oznaku E/ECE/260 — E/ECE/EP/178. Prva serija od 10 referata objavljena je u Vol. I, septembra 1956; druga serija od 6 referata objavljena je u Vol. II, 1957; treća serija od 8 referata sadržana je u Vol. III, 1958; serija od 7 referata, Vol. IV, 1959; serija od 7 referata, Vol. V, 1961; serija od 6 referata, Vol. VI, 1963; 2 referata, Vol. VII, 1964. i serija od 6 referata Vol. VIII, objavljena 1966. god — »*Electrification Rurale*« — »*Rural Electrification*« — »*Seljskaja Elekrifikacija*«.

Objavljeni stručni referati u navedenim pojedinim volumenima se odnose na materiju navedenih četiriju grupa. Radi preglednosti ovde se navode stručni referati ne po izdatim volumenima već po tretiranoj materiji. I grupa »*Proizvodnja*« ima 7 objavljenih referata. II grupa »*Prenos i razvod*« — 18 stručnih referata, III grupa »*Primena*« — 19 stručnih referata i IV grupa »*Ekonomska i financijska pitanja*« — 8 stručnih referata. Ukupno 52 stručna referata do 1966.

I. Proizvodnja električne energije

1. *Paralelan rad aeroelektrana sa hidro i termoelektranama male snage.* P. Denzel (SR Nemačka), Vol. I, 1956.
2. *Principi priključivanja hidroelektrana malih i srednjih snaga na lokalne električne mreže i njihovo spajanje na velike električne mreže.* Ch. Crescent (Francuska), Vol. III, 1958.
3. *Termička postrojenja male i srednje snage za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije za potrebe poljoprivrede i sela.* A. Entin (SSSR), Vol. III, 1958.
4. *Proizvodnja električne energije pomoću individualnih aeroelektrana.* P. Denzel (SR Nemačka), Vol. IV, 1959.
5. *Korišćenje poljoprivrednih otpadaka za proizvodnju električne energije.* A. Ananiašvili (SSSR), Vol. IV, 1959.
6. *Principi i primenjene šeme za automatski rad termoelektrane male snage koje snabdevaju električnom energijom poljoprivredna gazdinstva za privremene ili specijalne potrebe.* D. Bistricki (SSSR), Vol. VI, 1963.
7. *Pomoćni električni agregati manjih snaga za napajanje poljoprivrednih instalacija u slučaju prekida električne energije iz mreže.* K. Lundholm (Švedska), Vol. VII, 1964.

II. Prenos i razvod električne energije

1. *Zaštita stanovništva od prenapona atmosferskog pražnjenja u seoskim vazdušnim mrežama niskog napona.* N. Sazonov (SSSR), Vol. I, 1956.
2. *Regulacija napona u seoskim distributivnim mrežama niskog napona.* P. Denzel (SR Nemačka), Vol. I, 1956.
3. *Proračun i izvođenje uzemljenja električnih instalacija na poljoprivrednim gazdinstvima u cilju zaštite životinja od prenapona.* E. Sarajoa i J. Sarvas (Finska), Vol. I, 1956.
4. *Normalizacija primenjenih napona na poljoprivrednim instalacijama.* G. von Geijer (Švedska), Vol. I, 1956.
5. *Korišćenje zemlje kao provodnika.* O. Simola (Finska), Vol. II, 1957.
6. *Razrada sistema i metoda za napajanje električnom energijom električnih traktora sa stalnih i sezonskih mreža. C. Cameron Brown* (V. Britanija), Vol. II, 1957.
7. *Proučavanje ritma razvoja seoskih mreža i instalacija* (dužina, napon). P. Denzel (SR Nemačka), Vol. II, 1957.
8. *Postignuta iskustva industrijskog građenja i montaže seoskih elektrana, trafostanica i prenosnih mreža.* T. Tevosijan (SSSR), Vol. III, 1958.
9. *Primenjena sredstva, u raznim zemljama, zaštite od prenapona od atmosferskog pražnjenja u mrežama srednjeg i niskog napona.* S. Lazarovski (Bugarska), Vol. III, 1958.
10. *Produženje roka trajanja eksploatacije drvenih stubova u seoskim električnim mrežama za prenos snage.* F. van Heurn (Holandija), Vol. IV, 1959.
11. *Poređenje tehničkih propisa zaštitnih mera za seoske električne mreže, usvojenih u raznim zemljama.* F. Suchanek (Austrija), Vol. IV, 1959.
12. *Primenjene metode u izradi betonskih stubova za seoske mreže srednjeg i niskog napona.* L. Maska (ČSSR), Vol. IV, 1959.
13. *Iskustvo u primeni raznih normativa za proračun seoskih električnih mreža u cilju izbora ekonomski najpovoljnijih i tehnički najcelishodnijih rešenja.* L. Ebin (SSSR), Vol. V, 1961.
14. *Postignuta iskustva upotrebe mešovitih sistema razvoda trofazni-jednofazni u seoskim električnim mrežama i njihovo tehničko i ekonomsko preimućstvo prema trofaznom sistemu.* I. Budzko (SSSR), Vol. V, 1961.
15. *Primenjene tehničke metode za obezbeđenje automatske regulacije napona u seoskim električnim mrežama: efikasnost sa ekonomskog aspekta i područje primene.* J. Krepelka (ČSSR), Vol. VI, 1963.
16. *Primenjene metode za povećanje propusne moći seoskih mreža srednjeg i niskog napona.* P. Militaru (Rumunija), Vol. VIII, 1966.
17. *Mehanizmi, aparati, transportna i komunikaciona sredstva koja se primenjuju u raznim zemljama prilikom opravke seoskih mreža srednjeg i niskog napona.* J. Zuna (ČSSR), Vol. VIII, 1966.
18. *Normalizacija napona za seoske mreže,* K. Lundholm (Švedska), Vol. VIII, 1966.

III. Primena električne energije

1. *Primena električnog osvetljenja za gajenje ranog povrća u staklarama i dopunsko osvetlenje u živinarnicima u cilju povećanja nosivosti jaja.* F. Ringwald (Švajcarska), Vol. I, 1956.
2. *Metoda sušenja poljoprivrednih proizvoda pomoću visokofrekventnih struja.* F. Ringwald (Švajcarska), Vol. I, 1956.
3. *Razrada metode grejanja staklara primenom električne energije i otpadne pare iz termičkih postrojenja za rano sazrevanje poljoprivrednih kultura u toku cele godine.* F. Ringwald (Švajcarska), Vol. I, 1956.
4. *Primena ultraljubičastih zrakova u poljoprivredi, u cilju stimulacije rasta kultura, sprečavanja rahitisa kod stočnog podmlatka i živine itd.* C. Cameron Brown (V. Britanija), Vol. I, 1956.
5. *Proučavanje nacionalnih propisa o zaštitnim merama pri izvođenju unutarnjih električnih instalacija na poljoprivrednim gazdinstvima.* P. Caller (Belgija), Vol. I, 1956.
6. *Električne instalacije za orošavanje poljoprivrednih kultura na principu veštačke kiše.* F. Lodi (Italija), Vol. II, 1957.
7. *Primena električne energije u svim operacijama transporta na farmama uopšte, a posebno na stočarskim farmama.* P. Listov (SSSR), Vol. III, 1958.
8. *Metode sušenja poljoprivrednih proizvoda pomoću infracrvenih zrakova.* A. Morzycka i J. Zyviel (Poljska), Vol. III, 1958.
9. *Konstrukcija sistema mašina s automatskim upravljanjem za elektrifikaciju procesa: vršidbe, sortiranja i sušenja cerealija.* N. Bimbulov i E. Fulga (Rumunija), Vol. V, 1958.
10. *Čuvanje stočne hrane pomoću strujanja nezagrejanog vazduha.* C. Cameron Brown (V. Britanija), Vol. V, 1961.
11. *Primena električnih mašina za spremanje i čuvanje stočne hrane pomoću najsavremenijih metoda.* A. Morzycka i A. Konovrocki (Poljska), Vol. V, 1961.
12. *Proizvodnost i efikasnost primene električne transmisije kod složenih sistema poljoprivrednih mašina.* B. Runov (SSSR), Vol. V, 1961.
13. *Primena električnih aparata za otkrivanje i uništavanje parazitnih insekata u poljoprivredi.* V. Zloković (Jugoslavija), Vol. V, 1961.
14. *Automatski uređaji u električnim instalacijama na farmama za odgoj stoke i značaj ove automatizacije s ekonomskog aspekta.* C. Cameron Brown (V. Britanija), Vol. VI, 1963.
15. *Električni uređaji i primena automatizacije na velikim živinarskim farmama za gajenje kokoši nosilja i brojlera.* T. Hienton i H. Ahrens (SAD), Vol. VI, 1963.

16. *Primena električne toplotne pumpe u poljoprivredi.* V. Zloković (Jugoslavija), Vol. VII, 1964.
17. *Primena električnog osvetljenja za razvoj ranih poljoprivrednih kultura (povrća) i dopunsko osvetljenje živinarnika u cilju povećanja nosivosti jaja.* F. Ringwald (Švajcarska), Vol. VIII, 1966.
18. *Razrada standardne opreme u električnim mašinama i aparatima za tipske uzorne farme u zavisnosti od njihove površine i karakteristika njihove proizvodnje.* J. Bojanezyk i A. Morzycka (Poljska), Vol. VIII, 1966.

IV. Problemi u vezi ekonomskih, administrativnih i finansijskih pitanja

1. *Način finansiranja seoske elektrifikacije.* G. van der Cruyce (Belgija), Vol. II, 1957.
2. *Sadašnje metode propagande upotrebe električne energije na selu, u raznim zemljama.* R. Pletnick (Belgija), Vol. II, 1957.
3. *Tendencija procentualnog povećanja elektrifikacije domaćinstava na selu i potrošnje električne energije po kategorijama primene.* Ch. Crescent (Francuska), Vol. III, 1958.
4. *Optimalno korišćenje električne energije u raznoj primeni, a naročito za grejanje.* F. Lodi (Italija), Vol. III, 1958.
5. *Poređenje raznih metoda određivanja tarifa električne energije za poljoprivredne svrhe.* F. Suchanek i A. Paulik (Austrija), Vol. IV, 1959.
6. *Profesionalno podizanje kadrova i opšte obrazovanje lica zaposlenih na poslovima elektrifikacije poljoprivrede.* C. Cameron Brown (V. Britanija), Vol. IV, 1959.
7. *Istraživanje optimalnog korišćenja električne poljoprivredne opreme na farmi — posebno s ekonomskog aspekta.* F. Lodi (Italija), Vol. VI, 1963.
8. *Proučavanje tehničkih i ekonomskih karakteristika primene električne energije u poljoprivredi na manjim individualnim farmama i u zanatskim pogonima.* M. Neveux (Francuska), Vol. VIII, 1966.

Pored napred objavljenih stručnih referata u razradi se nalaze referati prema dugoročnom programu, usvojenom od Radne grupe eksperata za seosku elektrifikaciju.

Studijska putovanja

Da bi se delegati pojedinih zemalja bolje upoznali sa tehničkim dostignućima primenjene elektrifikacije poljoprivrede i naselja, vlade nekih zemalja su organizovale Studijska putovanja kroz svoje zemlje za članove delegacija ove Radne studijske grupe. Delegacije su dosad imale priliku da se upoznaju sa rezultatima elektrifikacije sela i poljoprivrede u ovim zemljama: Austrije, SR Nemačke, SSSR, Francuske, Velike Britanije, Škotske, Irske, Italije, Finske, Švedske, Švajcarske, Španije i Portugalije. Na nekim studijskim putovanjima učestvovali su i delegati Jugoslavije.

Studijska putovanja kroz evropske zemlje su celishodna, jer se stiču praktička iskustva na izvedenim elektrificiranim objektima, proučavanju ekonomičnog razvoda električne energije po naseljima, o savremenoj primeni električne energije iz područja elektrifikacije poljoprivrede, o upoznavanju novih konstrukcija električne opreme mreža, trafostanica, kao i električnih aparata i mašina u poljoprivredi a koja naša domaća industrija još ne proizvodi. Pored toga, lični kontakti sa ekspertima seoske elektrifikacije omogućuju bolje poznanstvo i održavanje veza sa njima u cilju dobijanja potrebne stručne literature, saveta po pojedinim pitanjima i uputstva za izvođenje savremenih konstrukcija objekata i uređaja za primenu električne energije u poljoprivredi.

Treba istaći da rezultate ovog plodnog rada Radne grupe za studiju elektrifikacije sela i poljoprivrede ne koriste samo evropske zemlje već i zemlje Latinske Amerike i zemlje Azije i Dalekog Istoka.

Jugoslavenska delegacija redovno i aktivno učestvuje u radu Radne grupe za studiju seoske elektrifikacije pri Komitetu za električnu energiju ECE u Ženevi, jer naša zemlja pokazuje naročiti interes za ovo polje rada. Kako je napred izloženo, ova Radna grupa je i osnovana na inicijativu jugoslovenske delegacije. Naša zemlja nastoji da primeni savremena tehnička dostignuća na naše uslove u zemlji za modernizaciju poljoprivrede primenom električne energije i za podizanje većeg životnog standarda na selu. Naročito naša zemlja može uspešno koristiti iskustvo u podizanju zadružnih električnih instalacija koje imaju druge zemlje i veću primenu električne energije na socijalističkim krupnim poljoprivrednim gazdinstvima. Pored aktivnog učešća u stručnim diskusijama na međunarodnim zasedanjima o problemima seoske elektrifikacije, jugoslovenska delegacija je dala dosada doprinos sa dva stručna referata koje je objavila Ekonomska komisija za Evropu OUN 1961. i 1964. Jugoslovenska delegacija daje i predloge za razradu novih stručnih referata iz tog područja, što je ušlo u dugoročni program rada pomenute Radne studijske grupe. Na predlog i inicijativu jugoslovenske delegacije 1962. obrazovana je pri Sekretarijatu Komiteta za električnu energiju Radne grupe za seosku elektrifikaciju u Ženevi biblioteka za stručnu literaturu iz područja elektrifikacije sela i poljoprivrede i sada ima preko 140 publikacija (knjiga, brošura i dr.) kao i kinoteka savremenih filmova iz te oblasti koja sada raspolaže sa 15 filmova, a koji se šalju zainteresovanim zemljama za kraće korišćenje bez naplate.

Jugoslovenska delegacija je dala sugestiju za osnivanje jednog međunarodnog stalnog tela koje bi se bavilo problemima seoske elektrifikacije (slično CIGRE). Tu sugestiju je prihvatio Sekretarijat Radne studijske grupe za seosku elektrifikaciju, s tim da se u sadašnjem periodu ograniči na prikazivanje aktivnosti međunarodnih zasedanja koja sada postoje, a koja se bave pitanjima seoske elektrifikacije. Poslednjih godina predstavnici pomenutog Sekretarijata učestvuju na zasedanjima FAO u Parizu kao i na međunarodnim kongresima za seosku

elektrifikaciju Ekonomske komisije za Aziju i Daleki Istok (ECAFE) i Ekonomske komisije za Latinsku Ameriku (CEPAL).

Za što bolje korišćenje materijala (stručnih referata) sa međunarodnih konferencija o seoskoj elektrifikaciji može uspešno poslužiti naša stručna štampa, radio-televizijska difuzija, stručna predavanja kao i stručne diskusije u odgovarajućim organizacijama i ustanovama koje se bave problemima seoske elektrifikacije: Jugoslovenski centar za elektrifikaciju poljoprivrede i sela pri Savezu mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Jugoslavije, Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Jugoslavije, kao i republičke organizacije Društva inženjera i tehničara mašinske, elektrotehničke i poljoprivredne struke, poljoprivredne komore, zadružni savezi zemljoradničkih zadruga, poljoprivredni fakulteti, klubovi Narodne tehnike, narodni tehnički univerziteti i sl.

Aktivnost prenošenja dosadašnjih iskustava sa međunarodnih zasedanja o elektrifikaciji sela i poljoprivrede u Ženevi, na naše uslove u zemlji.

1. Upoznavanje stručnih kadrova sa savremenom primenom električne energije u poljoprivredi i na selu putem stručnih predavanja u elektroprivrednim institutima, društvima inženjera i tehničara, preko Tehničkog univerziteta, radio predavanja kao i putem stručnih i naučnih publikacija, stručne i dnevne štampe i dr.

2. Uzdizanje stručnih kadrova putem uvođenja stalnih programa iz primene električne energije u poljoprivredi na visokim školama (fakultetu) poljoprivrednog smera i davanje predloga Saveznom izvršnom veću o uvođenju nastavnog programa iz navedene problematike i u drugim školama poljoprivrednog smera.

3. Izrada novih konstrukcija savremenih električnih aparata i uređaja od strane naše domaće industrije u cilju unapređenja poljoprivrede i sela.

4. Uvođenje novih metoda i postupaka kao i oglednih konstrukcija na krupnim poljoprivrednim gazdinstvima primenom električne energije u poljoprivrednim procesima (dosušivanje leguminoznih trava, zaštita poljoprivrednih kultura primenom električnih aparata za otkrivanje štetnih insekata i njihovo blagovremeno uništavanje, primena savremenih električnih uređaja i aparata za konzerviranje bogatih prinosa žitarica, upotreba savremenih električnih aparata i uređaja za dobijanje ranih poljoprivrednih kultura u zimskim baštama i električnim lejama, primena električnih akumulacionih grejalica — električnih kvočki za industrijsko gajenje živine itd.) Većina tih radova je objavljena u našoj stručnoj štampi.

Pored iskazane aktivnosti na polju seoske elektrifikacije naročita aktivnost na ovom području se očekuje od strane stručnih komisija Jugoslovenskog centra za elektrifikaciju poljoprivrede i sela pri SMJET-u, koji je obrazovan 1962. Poželjno je da u te stručne komisije uđu mladi i aktivni stručni kadrovi.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

INFORMATIVNO-DOKUMENTACIJSKI SERVIS
Instituta za elektroprivredu, Zagreb

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



XIII i XIV MEĐUNARODNA KONFERENCIJA RADNE GRUPE ZA STUDIJ ELEKTRIFIKACIJE SELA I POLJOPRIVREDE U ŽENEVI

Od 27. do 29. rujna 1965. održano je u Ženevi XIII Međunarodno zasjedanje Radne grupe za studij elektrifikacije sela i poljoprivrede Komiteta za električnu energiju pri Ekonomskoj komisiji za Evropu OUN-a. Na ovoj konferenciji učestvovali su delegati iz 23 zemlje: Austrije, Belgije, Bugarske, ČSSR-a, Danske, Finske, Francuske, Holandije, Irske, Italije, Jugoslavije, Mađarske, Poljske, Portugala, Rumunjske, SSSR-a, SSR Ukrajine, SR Njemačke, Španije, Švicarske, Švedske, Velike Britanije i predstavnika DR Njemačke (neslužbeno).

Dosadašnji predsjednik ove Radne studijske grupe za elektrifikaciju sela C. A. Cameron Brown (Vel. Britanija) zahvalio se na dosadašnjem položaju predsjednika i izjavio da ove godine ide u penziju zamolivši delegate da izvrše izbor predsjedništva.

Na prijedlog poljske delegacije, a uz podršku ostalih delegacija na ovoj konferenciji, za predsjednika je izabran prof. ing. Igor Budzko (SSSR), a na prijedlog delegacije ČSSR-a, uz podršku ostalih delegacija, za potpredsjednika je izabran dr Fritz Ringwald (Švicarska). Dr Ringwald je direktor elektrana Centralne Švicarske, sa sjedištem u Luzernu. Prof. ing. Igor Budzko je potpredsjednik Akademije nauka za poljoprivredu u SSSR-u.

Tok radnog zasjedanja po stručnim referatima se odvijao prema unaprijed utvrđenom dnevnom redu.

Referati za publiciranje

I Proizvodnja električne energije

Iz ove oblasti nije bio podnijet nijedan referat.

II Prijenos i razdioba električne energije

»Normalizacija napona za seoske mreže«. Radni dokument EP/WP. 3/No 57/Rev. 1. Referent, K. Lundholm (Švedska). Referat je sastavljen na osnovu dobivenih tehničkih informacija od 23 evropske zemlje i od SAD i sadrži pregled normaliziranih napona koji su uvedeni u pojedinim zemljama. U diskusiji o ovom referatu su učestvovali delegati Francuske, Poljske, SSR Ukrajine, V. Britanije i Švicarske. Referat je primljen za publikaciju u Vol. IX Electrification Rurale, ECE.

Predstavnik SSR Ukrajine, Stjepan Oljeksenko, pomoćnik ministra za energetiku i seosku elektrifikaciju SSR Ukrajine, prikazao je nagli razvoj potrošnje električne energije u seoskim oblastima, a naročito na ukrajinskim kolhozima. Za primjer je naveo kolhoz »Družba narodu« koji je povrćarsko-voćarskog smjera i obuhvaća obradivu površinu od 16.000 hektara. U 1958. godini ovaj kolhoz imao je potrošnju električne energije od 1 milijun i 560 hiljada kWh, a 1964. godine potrošnja za poljoprivredne svrhe na ovom kolhozu je narasla na 7 milijuna i 200 hiljada kWh, tj. pet puta više, sa specifičnom potrošnjom od 450 kWh/ha godišnje. Najveći dio potrošnje električne energije, oko 62 % od ukupne godišnje potrošnje, otpada na orošavanje tj. oko 4,5 GWh. Orošavaju se povrćarske kulture pomoću uređaja raspršivača i elektromotornih pumpa crpeći vodu iz arteških bunara, dubokih 150 m. Orošavanjem se postižu prinosi znatno veći nego bez te primjene. Delegat je istakao da razvodne seoske mreže od 10 kV napona ne bi bile sposobne da prenesu taj porast opterećenja bez povećanja nivoa napona. Stoga se sada normaliziraju naponi od 20 kV za razvodne seoske mreže u SSR Ukrajini.

Delegat Poljske, u diskusiji, je također podvukao važnost povećanja napona na 20 kV u seoskim mrežama. Taj napon Poljska će također uvesti kao normaliziran napon s obzirom na povećanje propusne moći vodova.

III Primjena električne energije

»Primjena električnog osvjetljenja za razvoj ranih poljoprivrednih kultura (povrća) i dopunsko osvjetljenje peradarnica u cilju povećanja nosivosti jaja«. Radni dokument EP/WP. 3/No 86/Rev. 1. Referent, F. Ringwald (Švicarska). Referat je sastavljen na osnovu podataka o najnovijim dostignućima danas iz ove oblasti dobivanjem tehničkih informacija od 20 zemalja. Ovaj referat bit će završen do kraja ove godine i publiciran u Vol. IX Electrification Rurale, ECE.

IV Ekonomska, administrativna i financijska pitanja

Iz ove oblasti nije bio podnesen nijedan referat.

Referati u provizornom obliku

U ovu grupu spadaju referati podložni reviziji. Prije otvaranja diskusije o referatima ove grupe, predsjednik Radne grupe je primijetio da neki referati predstavljaju po sadržaju cjelinu uključiv informacije o novim dostignućima iz te oblasti, dok drugi referati ove grupe predstavljaju samo reviziju tj. ispravke i dopune već ranije izrađenog teksta. U pogledu revizije stručnih referata, koji su u prvoj redakciji izrađeni prije 10 godina, predloženo je da se ne izrađuju samo revizije u vidu dopune tih referata, već da se tako revidiranim tekstom kompletiraju prethodni referati da čine cjelinu za bolje korištenje. Taj prijedlog je podržala i delegacija SFRJ.

I Proizvodnja električne energije

Iz ove oblasti nije bio podnesen nijedan referat.

II Prijenos i razdioba električne energije

»Projektiranje, proizvodnja i upotreba betonskih stupova za mreže niskog i srednjeg napona u seoskim oblastima«. Radni dokument EP/WP. 3/88. Referant F. Zuna (ČSSR) izradio je referat na osnovu primljenih informacija od 14 zemalja. Referat će biti dostavljen u definitivnom obliku do kraja 1965.

»Iskustvo u primjeni raznih normativa za proračun seoskih električnih mreža u cilju izbora ekonomski najpovoljnijih i tehnički najsvrsishodnijih rješenja«. Radni dokument EP/WP. 3/No 89. Referenti: L. Ebin i M. Levin (SSSR). Predstavnik SSSR-a je dao informaciju da je ovaj referat u prvoj redakciji bio izrađen na osnovu tehničkih informacija 7 zemalja, a sadašnja redakcija ovog referata sadrži informacije 14 zemalja. On smatra da će referat u definitivnom obliku biti iznijet na diskusiju idućeg zasjedanja ove Radne grupe.

»Organizacija dispečerske komande i službenih veza kod seoskih mreža: instalacije i uređaji koji se primjenjuju za tu svrhu«. Referent, B. Smirnov (SSSR). Ovaj referat nije mogao biti pripremljen za ovo zasjedanje. Do sada su dobivene tehničke informacije od 13 zemalja. Nastojat će se da ovaj referat bude iznesen na diskusiju za iduće zasjedanje.

»Korišćenje zemlje kao vodiča«. Radni dokument EP/WP. 3/No 90. Referent, O Simola (Finska). Referat ukratko prikazuje upotrebu zemlje kao vodiča. Međutim, u sadašnjem periodu ovaj sistem prijenosa električne energije se rjeđe koristi. U diskusiji prof. ing. Igor Budzko (SSSR) informirao je, da se sada taj sistem prijenosa snage u regionima SSSR rjeđe primjenjuje. Upotreba zemlje kao provodnika na veliko se primjenjivala odmah poslije drugog svjetskog rata u svrhu uštede metala. U tom periodu bilo je izrađeno preko 10.000 km mreža srednjeg napona trofaznih i jednofaznih kojih su mjesto jednog provodnika koristili zemlju. Taj sistem je odgovarao za priključak seoskih mreža na elektrane male snage i za struju kratkog spoja do 500 A, s tim da uzemljivač tog sistema ima otpor uzemljenja od 0,5 Ohma. Razvojem elektrifikacije seoskih oblasti i priključkom za snabdijevanje od elektrana većih snaga i sa većim strujama kratkog spoja ovaj sistem sada više ne odgovara tj. nema onaj značaj i ne primjenjuje se, jer je teško postići propisani otpor uzemljenja.

Predstavnik Španije iznio je neka iskustva svoje zemlje o upotrebi zemlje kao provodnika i istakao da za raštrkana naselja ovaj sistem za njihove uvjete potpuno odgovara. Naveo je zasjedanje Grupe za elektrifikciju sela u Australiji koja kao i Kanada i Novi Zeland koriste zemlju kao provodnik. Ovaj referat bit će izrađen za definitivnu redakciju do kraja ove godine.

III Primjena električne energije

»Primjena ultraljubičastih zraka u poljoprivredi«. Radni dokument EP/WP. 3/No 87. Referent, C. A. Cameron Brown (V. Britanija). Ovaj referat je izradila grupa eksperata i on će biti predstavljen na idućem zasjedanju.

»Upotreba električne energije u hortikulturi«. Referent, C. A. Cameron Brown (V. Britanija). Referent je obavijestio da nije imao mogućnosti da ovaj referat pripremi za ovo zasjedanje, ali će ga dostaviti Sekretarijatu Radne grupe do kraja 1965. godine.

IV Ekonomska, administrativna i financijska pitanja

»Usporedba raznih metoda tarifiranja električne energije za poljoprivredne svrhe«. Radni dokument EP/WP. 3/No 83. Referent, F. Suchanek (Austrija). Referat sadrži tehničke informacije od 14 zemalja, a naknadno će se uzeti i informacije o ovoj materiji od Francuske, Islanda, V. Britanije, Španije, Portugala i Poljske. Referat će se izraditi do kraja ove godine.

»Studij metoda koje omogućuju, s jedne strane, smanjenje vršnih opterećenja na poljoprivrednim gazdinstvima i, s druge strane, ekonomično korištenje električne energije za poljoprivredne svrhe«. Referent, J. Friedrich (Dem. Rep. Njemačka). Referat je izrađen na osnovu dobivenih informacija od 15 zemalja. Definitivna redakcija ovog referata bit će izrađena za iduće zasjedanje.

»Razvoj električnog uređaja za orošavanje na principu umjetne kiše«. Referent, F. Lodi (Italija). Ovaj referat je u radu i prikazat će se na idućem zasjedanju.

»Utjecaj potrošnje električne energije privatnih malih farma na ekonomiju snabdijevanja električnom energijom iz seoskih mreža«. Radni dokument EP/WP. 3 No. 84. Referent, M. Rude (SR Njemačka). Referat je izrađen u vidu upitnika sa informacijama o iskustvu njemačkih distributivnih poduzeća, koje napajaju male farme električnom energijom. Pošto referent dobije tehničke podatke i informacije od drugih zemalja, sastavit će referat u provizornom obliku za diskusiju na idućem zasjedanju.

»Istraživački centri za primjenu električne energije u poljoprivredne svrhe, karakter predmetnih istraživanja i primijenjene metode za korišćenje naučno-istraživačkih radova i praktičnih ogleda«. Referent, R. Neveux (Francuska). Predstavnik delegacije Francuske obavijestio je delegate da je referent primio odgovor na poslati upitnik od 13 evropskih zemalja i od SAD. Referat u provizornom obliku bit će izrađen za diskusiju na idućem zasjedanju.

Zatim se prešlo na razmatranje referata »Položaj seoske elektrifikacije u Evropi 1964.« Radni dokument ST/ECE/EP 32 i radni dokument EP/WP. 3/No 82. Ovaj referat je sastavio Sekretarijat Radne grupe za studij elektrifikacije sela. Radni dokument ST/ECE/32 sadrži prikaz o stanju seoske elektrifikacije u Evropi 1963. u definitivnoj redakciji. Dokument EP/WP. 3/No 82 daje kraći pregled o stanju seoske elektrifikacije u 1964. Sekretarijat Radne grupe pripremit će za iduće zasjedanje trogodišnji pregled o stanju seoske elektrifikacije u Evropi, koji će sadržati analizu razvoja elektrifikacije sela i poljoprivrede u proteklom periodu od 1. siječnja 1963. do 31 prosinca 1965.

Delegati Austrije, Francuske, Irske, Italije, SR Njemačke, V. Britanije, SSSR-a, kao i predstavnik DR Njemačke, J. Friedrich iz Energetskog instituta u Leipzigu, uzeli su učešća u diskusiji o ovom referatu.

U diskusiji mnogi delegati su iznesli mišljenje da je dovoljno da se daju podaci o stanju elektrifikacije sela i poljoprivrede za period od 3 godine, a ne svake godine. To pitanje će se riješiti naknadno na idućem zasjedanju Radne grupe za studij elektrifikacije sela.

Sovjetski delegat opširno je prikazao razvoj elektrifikacije poljoprivrednih gazdinstava i sela u SSSR-u. Istakao je dostignuća u proizvodnji transformatora sa regulacijom napona pod opterećenjem, izradu kompletnih trafo-stanica i razvodnih postrojenja, proizvodnju opreme za veće peradarske farme (20.000 kom. pilića), opremu za farme od 100 do 200 grla krava sa primjenom potpune elektromehanizacije i dr. Potrošnja električne energije u poljoprivredi 1963. god je iznosila 17.000 GWh, a 1964. god. je porasla u SSSR-u za 13 % prema 1963. Cijena 1 kWh za poljoprivredne svrhe iznosi 1,90 kopejaka, a za upotrebu društvenog standarda 4 kopejke po 1 kWh. Ukupne investicije za seosku elektrifikaciju u SSSR-u u 1964. su veće za 38 % prema 1963.

Predstavnik Austrije je ukratko iznio stanje elektrifikacije pojedinih gazdinstva u Austriji i podvukao značaj primjene električne energije u pogledu ekonomičnosti, uštede radne snage i povećanja radne produktivnosti u proteklom periodu. 1951. godine bilo je ukupno zaposleno u austrijskoj poljoprivredi 216.900 radnika, 1960. 141.400, a 1964. god. 108.000 radnika. Kao što se vidi, 1964. god. bilo je zaposleno na poljoprivrednim radovima dva puta manje radne snage nego 1951., ali primjenom električne energije i mehanizacije povećana je radna proizvodnost u poljoprivredi 1964. za 146 % prema 1954. Školski centri za obučavanje kadrova godišnje daju 25.000 specijalista za seosku elektrifikaciju.

»Usporedba propisa zaštitnih mjera kod seoskih električnih mreža, usvojenih u raznim zemljama«. Referent, F. Suchanek (Austrija) dao je informaciju o stanju ovog referata. Prema sugestiji Sekretarijata Radne grupe referat će biti dopunjen informacijama drugih zemalja, na osnovu ponovo izgrađenog upitnika, i bit će izrađen do kraja ove godine.

Novi referati na temelju informacija sadržanih u već objavljenim referatima

»Tehničke metode za obezbjeđenje automatske regulacije napona u distributivnim seoskim mrežama niskog i srednjeg napona, njihova efikasnost, obim njihove primjene i perspektiva za dugoročnu primjenu«. Referent J. Křepelka (ČSSR). Referat je izrađen na osnovu tehničkih informacija 18 zemalja i bit će pripremljen za diskusiju na idućem zasjedanju.

»Prenaponi atmosferskog pražnjenja u nadzemnim mrežama niskog napona; zaštitna sredstva od pražnjenja munje kao i zaštita ljudi i životinja od napona u mrežama niskog napona«. Referent, S. Lazarevski (Bugarska). Predstavnik delegacije Bugarske informirao je delegate, da su dobiveni podaci i informacije od 18 evropskih zemalja i da će referat biti izrađen za diskusiju za iduće zasjedanje.

Nove studije

»Metode sekcioniranja i automatizacije seoskih električnih mreža i podstanica u cilju povećanja obezbjeđenja stalnog snabdijevanja električnom energijom potrošača na poljoprivrednim područjima«. Referent, S. Peti (Mađarska). Referent je informirao da je izrađen model upitnika koji je dostavljen delegacijama radi dobivanja potrebne tehničke informacije. Referent se nada, da će na osnovu primljenih odgovora moći izraditi referat u provizornom obliku za iduće zasjedanje.

»Standardizacija konstruktivnih elemenata električne mreže i opreme za seosku elektrifikaciju kao načina za smanjenje investicija i povećanje trajanja konstrukcija«. Referent, P. Militaru (Rumunjska) obavijestio je delegate da će izraditi upitnik za dobivanje tehničkih informacija od drugih zemalja. Sekretarijat Radne grupe revidirat će prvu redakciju ovog referata zajedno sa Sekretarijatom IEC (Međunarodnom elektrotehničkom komisijom) i dostaviti referat za dalji rad.

Aktivnost međunarodnih organizacija na području elektrifikacije sela i poljoprivrede

Predstavnik delegacije Španije podvukao je interes suradnje u razmjeni informacija o tehničkom dostignuću elektrifikacije sela i poljoprivrede sa međunarodnim organizacijama koje se bave tim pitanjem kao i interes koordinacije rada u dugoročnom programu. On je istakao koristi od godišnje konferencije koju organizira FAO u Parizu i smatra da bi trebalo uzeti učešća na ovom međunarodnom zasjedanju.

Sekretarijat Radne grupe, između ostalog, obavijestio je, da je Međunarodna komisija Genie Rural (CIGRE) osnovala 4. Sekciju koja će se baviti pitanjima primjene električne energije u poljoprivredi, a čiji je predsjednik C. A. Cameron Brown (Vel. Britanija).

Cameron Brown informirao je delegate da će CIGRE u jesen 1966. održati međunarodnu konferenciju za elektrifikaciju poljoprivrede.

Sekretarijat Radne grupe istakao je da za aktivnost rada ove studijske grupe pokazuju veliki interes i druge ekonomske komisije u svijetu i to: Ekonomska komisija za Aziju i Daleki Istok (ECAFE) i Ekonomska komisija za Latinsku Ameriku (CELAP). Radna grupa eksperata ECAFE proučavala je problem seoske elektrifikacije 14 zemalja na svom području, u okviru svojih regiona. Te komisije imaju velik interes za dobivanje materijala iz Ženeve koje publicira Ekonomska komisija za Evropu Komiteta za električnu energiju i to Radne grupe za studij elektrifikacije sela i poljoprivrede.

U diskusiji o ovoj problematici delegacija SFRJ dala je sugestiju Sekretarijatu da bi bilo svrsishodno imati detaljnije informacije o problematici tih zema-

lja i o studijama koje su od interesa za ove organizacije u pogledu razvoja seoske elektrifikacije, što je Sekretarijat i usvojio obećavši prikupljanje tehničke dokumentacije i literature, koju objavljuje grupa eksperata za seosku elektrifikaciju ECAFE i CEPAL.

Program budućeg rada

U Radnom dokumentu EP/WP. 3/No 59/Rev. 1. Sekretarijat je prikazao aktivnu problematiku novih tema za razradu pitanja elektrifikacije poljoprivrede.

Usvojeno je da se izrade slijedeći referati u provizornom obliku za diskusiju na idućem zasjedanju.

1. »Phytotroni i prostorije za umjetni porast biljaka, električne svjetiljke i osvjetljenje«. Referent, F. Suchanek (Austrija).

2. »Analiza ekonomičnosti primjene električne energije na farmama sa obradivom površinom preko 200 ha«. Referent J. Friedrich, Energetski institut — Leipzig.

3. »Način financiranja i organizacije seoske elektrifikacije u evropskim regionima u razvoju«. Referent, jedan ekspert Španije.

Temu za referat o tač. 2. je predložila delegacija SFRJ Sekretarijatu Radne grupe za elektrifikaciju sela 1962., u svom prijedlogu za dugoročni program.

»Definicije i klasifikacija potrošnje električne energije u poljoprivredi i na selu«. Sekretarijat je obavijestio Radnu grupu da paragrafi 32 i 34 u Radnom dokumentu EP/156-EP/WP. 4/12 sadrže definicije o potrošnji električne energije na osnovu Radne grupe za statistiku. Dokument EP/WP. 4/No 10 također tretira navedeno pitanje.

Studijska putovanja

Ove godine Sekretarijat Radne grupe za elektrifikaciju sela i poljoprivrede na poziv vlada Potugala i Španije provest će studijsko putovanje u Portugal i Španiju u svrhu proučavanja dostignuća seoske elektrifikacije u tim zemljama. Na studijskom putovanju učestvovat će 36 delegata raznih evropskih zemalja. Delegacije ove Radne studijske grupe imale su priliku da se upoznaju sa rezultatima elektrifikacije sela i poljoprivrede u Austriji, SR Njemačkoj, SSSR-u, Francuskoj, Velikoj Britaniji, Škotskoj, Irskoj, Italiji, Finskoj, Švedskoj, Švicarskoj, Portugalu i Španiji. U nekim studijskim putovanjima učestvovali su i jugoslavenski delegati.

Predstavnik delegacije Poljske obavijestio je prisutne delegate ove konferencije da poljska vlada poziva eksperte ove Radne grupe na studijsko putovanje u Poljsku za proučavanje progresa elektrifikacije poljoprivrede i sela. Studijsko putovanje će biti organizirano 1967. i 1968.

Razno

Sekretarijat je iznio dokument EP/WP. 3/No 89/Ad. 1 koji sadrži popis filmova i publikacija iz oblasti elektrifikacije sela i poljoprivrede u 1964. Sekretarijat je obavijestio da filmoteka sada raspolaže velikim brojem filmova iz seoske elektrifikacije, koji se daju besplatno zainteresiranim delegacijama i preporučio je da se ti filmovi bolje koriste.

Sekretarijat Radne grupe obavijestio je prisutne delegate da će Elektrotehničko društvo Mađarske održati 6. i 7. prosinca 1965. nacionalnu konferenciju o problemima elektrifikacije poljoprivrede.

U toku zasjedanja prisutnim delegatima ove međunarodne konferencije prikazana su dva prigodna filma i to francuski film »Smrzavanje namirnica« i švicarski film »Građenje brana za hidroelektrane na brdovitom terenu«.

Delegacije Austrije, Belgije i ČSSR-a podijelile su delegatima izvještaje i brošure o elektrifikaciji poljoprivrede.

Datum idućeg zasjedanja Međunarodne konferencije za elektrifikaciju sela određen je od 12.—14. rujna 1966. godine.

Poslije konferencije, Vladimir Velebit, izvršni sekretar Ekonomske komisije za Evropu, izrazio je želju da porazgovara sa jugoslavenskom delegacijom o aktuelnim problemima elektrifikacije sela i poljoprivrede. Drug Velebit se živo interesirao za problematiku elektrifikacije poljoprivrednih područja u SFRJ kao i o načinu prenošenja iskustava stečenih u tehnički razvijenim zemljama. Ovom prilikom dao je niz vrlo korisnih sugestija za budući rad na tom polju.

XIV zasjedanje

Već 14 godina pokazuje veliku aktivnost Radna grupa eksperata za studij seoske elektrifikacije, Komiteta za električnu energiju pri Ekonomskoj komisiji za Evropu OUN. Ove godine od 12 do 14. septembra spomenuta Radna grupa eksperata održala je XIV Međunarodno zasjedanje u Ženevi uz učešće delegata iz 23 zemlje: Austrije, Belgije, Bugarske, ČSSR-a, Danske, Finske, Francuske, Jugoslavije, Mađarske, Poljske, Portugala, Rumunjske, SAD, SSSR-a, SSR Bjelorusije, SSR Ukrajine, SR Njemačke, Švicarske, Švedske, Španije i Vel. Britanije, kao i neslužbenog predstavnika DR Njemačke.

Izvršen je ponovni izbor predsjedništva Radne grupe za studij elektrifikacije sela. Na prijedlog delegacije Francuske, a uz podršku ostalih delegacija, za predsjednika je ponovno izabran prof. ing. Igor Budzko (SSSR), a za potpredsjednika Dr. Fritz Ringwald (Švicarska).

Na ovom zasjedanju razmatrani su slijedeći stručni referati iz područja elektrifikacije sela i poljoprivrede.

Referati za definitivnu publikaciju

1. Proizvodnja električne energije

Iz ove oblasti nije bio podnijet ni jedan referat.

2. Prijenos i razvod električne energije

»Upotreba betonskih stupova za mreže niskog i srednjeg napona seoskih područja«. Radni dokument EP/WP. 3 (No. 88) Rev. 1. Referenti: J. Zuna i V. Brat (ČSSR). U referatu su prikazana iskustva izrade betonskih stupova i njihova primjena na mreže nekih evropskih zemalja, a posebno je istaknuto iskustvo ČSSR-a u izradi centrifugalnih armirano-betonskih stupova. U referatu je istaknuto da se posljednjih godina sve više primjenjuju betonski stupovi u seoskim mrežama. Godine 1959. u ČSSR-u je bilo 11,1 drvenih stupova na 1 betonski, dok u 1965. godini dolaze 3,2 betonska stupa na 1 drveni s betonskim podnožjem. Za mreže niskog napona drveni stupovi s betonskim podnožjem se sada rijetko primjenjuju, a bez betonskog podnožja uopće se više ne upotrebljavaju. Transformatorske stanice se grade na betonskim stupovima. Tvornička serijska izrada betonskih stupova omogućila je da se sve više zamjenjuju drveni stupovi. Ocjenjuje se da je u 1965. godini 13,5 % od svih stupova na mreži niskog napona betonskih. U Francuskoj od ukupnog broja stupova na mreži niskog i srednjeg napona 70 % su betonski stupovi, a 25 % drveni, dok u Rumunjskoj ima betonskih stupova u mreži srednjeg napona 95 %, a u mreži niskog napona 20 %. Razlog da se sve više uvode betonski stupovi je u prvom redu ušteda na drvu i trajanje betonskih stupova od 20 do 80 godina. U pogledu transporta betonskih stupova, istina, postoje izvjesne teškoće prema drvu, ali faktor trajanja kao i olakšica u održavanju linija opravdavaju njihovu primjenu.

Poslije stručne diskusije delegacija Belgije, Finske, Francuske i Jugoslavije prihvaćeno je da se ovaj referat priredi za definitivnu publikaciju.

»Iskustvo u primjeni raznih normativa za proračun seoskih mreža u cilju izbora ekonomski najpovoljnijih i tehnički najsvrsishodnijih rješenja«. Radni dokument EP/WP. 3/No 89. Referenti: L. Ebin i M. Levin (SSSR). Referat sadrži normirane napone za seoske mreže na osnovu tehničkih informacija 12 evropskih zemalja i SAD. Oko 80 % mreža niskog napona imaju napon 380/220 V, a 20 % napon 220/127 i 220/110 V. Za srednji napon mreža najčešće se primjenjuje 10, 20 i 35 kV. U SSSR za napajanje mreža seoskih potrošača primjenjuju se naponi 220/110/35 kV, 110/10 kV i u posljednje vrijeme 110/120 kV. U cilju uštede na materijalu u SSSR za mreže srednjeg napona sve se više uvode naponi od 20 kV umjesto 10 kV. Ovaj referat sadrži dopuštene tolerancije kod standardiziranih napona koje primjenjuju razne evropske zemlje. Referat je usvojen za definitivnu publikaciju.

»Korištenje zemlje kao vodiča«. Radni dokument EP/WP. 3/No. 90. Referent: O. Simola (Finska). Ovaj referat predstavlja reviziju ranije objavljenog referata o ovoj materiji 1955. Upotreba zemlje kao vodiča bila je u primjeni kod nekih zemalja odmah poslije drugog svjetskog rata uslijed oskudice bakra. Najviše je ovaj sistem primijenjen u SSSR kao 2 vodiča + zemlja i 1 vodič + zemlja, tako da je izgrađeno 10.000 km mreža srednjeg napona. Sada poslije proteklih 20 godina ovaj sistem je napušten u SSSR, ali neke evropske zemlje kao Madžarska i Španija koriste ga za elektrifikaciju izoliranih područja i rijetko naseljenih krajeva. Korištenje zemlje kao vodiča primijenile su i Engleska, Kanada, Australija i Island, ali samo kao pokusne linije. Ovaj sistem nema izgleda šire primjene u budućnosti za elektrifikaciju seoskih područja koja se priključuju na elektroenergetski sistem sa elektranama većih snaga i kod mreža sa većim strujama kratkog spoja.

Poslije stručne diskusije prihvaćeno je da se ovaj referat s dopunskim informacijama prihvati za definitivnu redakciju.

3. Primjena električne energije

»Primjena ultraljubičastih zraka u poljoprivredi«. Radni dokument WP/WP. 3/No. 87. Referent: C. A. Cameron Brown (Vel. Britanija). Referat prikazuje razne izvore ultraljubičastih zraka i primjenu ultraljubičastih lampa za sterilizaciju vode, pasterizaciju mlijeka, utjecaj ultraljubičastog zračenja na održavanje zdravlja životinja u stočarstvu i peradarstvu, ispitivanju kvalitete jaja, sterilizaciju zraka u skladištima voća i drugu primjenu. Ovaj će referat biti dopunjen informacijama SAD o primjeni ultraljubičastih zraka kao sredstva za primamljivanje štetnih insekata u poljoprivredi u aparatima za prognoznu službu zaštite bilja. Referat će biti izrađen u definitivnom obliku za iduće zasjedanje.

4. Ekonomska, administrativna i financijska pitanja

»Usporedba raznih metoda tarifiranja električne energije za poljoprivredne svrhe«. Radni dokument EP/WP. 3/No 83. Referenti F. Suchanek i J. Schmidt (Austrija). Referat sadrži informacije o tarifama koje se primjenjuju u poljoprivredi Austrije, Belgije, ČSSR, Danske, Islanda, Italije, Luksemburga, Holandije, Švicarske, Švedske, SSSR, Vel. Britanije i SR Njemačke. U diskusiji delegat SSSR je podvukao da je od 1. januara 1966. godine revidirana tarifa električne energije za poljoprivredne svrhe i da će naknadno dostaviti informacije. Na isti je način delegat Bugarske obavijestio da se spremaju nove tarife i da je sistem tarifiranja sada u reviziji. Ovaj referat će biti dopunjen potrebnim tehničkim informacijama do kraja 1966. godine i bit će pripremljen za objavljivanje.

»Studija metoda koje omogućuju, s jedne strane, smanjenja vršnih opterećenja na poljoprivrednim gazdinstvima i, s druge strane, ekonomično korištenje električne energije za poljoprivredne svrhe«. Radni dokument: EP/WP. 3/No 86. Referent J. Friedrich (DR Njemačka). Referat je izrađen na osnovu dobivenih tehničkih informacija od 15 evropskih zemalja. Referat pokazuje da kod elektroenergetskih sistema većeg broja evropskih zemalja vršno opterećenje pada u mjesecu decembru. Međutim, na poljoprivrednim područjima gdje se intenzivno primjenjuje elektrifikacija procesa, vršno opterećenje pada ne u zimskom razdoblju već u ljetnim mjesecima. Vršna opterećenja razvodnih mreža izazivaju elektrificirani procesi

navodnjavanja, sušenja trava i žitarica i ventilacije poljoprivrednih zgrada. Vršna opterećenja kod razvodnih mreža elektrificiranih farma padaju u različito vrijeme. U DR Njemačkoj elektromehanizacijom poljoprivrednih radova (sušenje žitarica i navodnjavanje), vršno opterećenje pada ljeti u 8 i 18 sati. Zimi noćno opterećenje iznosi 30 % dnevnog. U Austriji npr., na ogledним elektrificiranim dobrima noćna potrošnja električne energije iznosi 46 %, a dnevna 54 %. Tu potrošnju izazivaju termički aparati: električni bojleri i zaparivači stočne hrane. Za smanjenje opterećenja seoskih mreža autor navodi slijedeće mjere:

a) tarife koje stimuliraju potrošnju izvan vršnog opterećenja;

b) tehničke mjere koje onemogućuju jednovremeno upotrebu električnih aparata (trošila) veće snage;

c) organizirane kontrole vršenja poljoprivrednih radova na osnovu planskog programiranja.

Vrlo je efikasna mjera uvođenje pogodnije tarife za vrijeme upotrebe električne energije izvan vršnog opterećenja. Noćna tarifa je jeftinija od dnevne za 50 %. Takav sistem tarifiranja uspješno primjenjuju ove zemlje: Austrija, Belgija, Cipar, ČSSR, DR Njemačka, Francuska, Grčka, Holandija, Rumunjska, V. Britanija, SR Njemačka i Jugoslavija. U SSSR, prema informacijama, je u toku studija primjena noćne tarife. Referat navodi da se u cilju smanjenja vršnog opterećenja razvodnih mreža u seoskim područjima vrše studije i planiranje kod više zemalja (DR Njemačka, Poljska i SSSR). U DR Njemačkoj zabranjena je upotreba električne energije za grijanje prostorija u domaćinstvima izuzev za primjenu električnih grijalica sa akumulacijom topline izvan vršnog opterećenja.

Referat će biti dopunjen tehničkim informacijama još nekih zemalja i bit će predložen za publikaciju.

Referati izrađeni u provizornom obliku

1. Proizvodnja električne energije

Iz ovog područja nije bio podnesen ni jedan referat.

2. Prijenos i razvod električne energije

»Organizacija dispečerske komande i službenih veza kod seoskih mreža, instalacije i uređaji koji se primjenjuju za tu svrhu«. Radni dokumenti: EP/WP. 3/No 91. Referent: B. Smirnov (SSSR). Referat je izrađen na osnovu dobivenih tehničkih informacija od 13 zemalja. Referat sadrži:

a) način organizacije u eksploataciji mreža srednjeg napona na seoskim područjima i tendencije uštede na investicijama i radnoj snazi uvođenjem automatizacije,

b) organizacija dispečerske službe putem telekomande upravljanja električnim mrežama,

c) sheme veza i metode telesignalizacije. Referat će biti dopunjen dodatnim informacijama i bit će pripremljen za definitivnu publikaciju.

»Prenaponi atmosferskog pražnjenja u nadzemnim mrežama niskog i srednjeg napona, zaštitna sredstva od pražnjenja munje kao i zaštita ljudi i životinja od prenapona u mrežama niskog napona«. Radni dokument EP/WP. 3/No 97. Referent: ekspert Bugarske. Ovaj referat predstavlja reviziju ranije objavljenih referata o toj materiji sa dopunama. Referat sadrži tehničku informaciju od 21 zemlje. U njemu se obrađuju mjere za zaštitu mreža od neposrednog atmosferskog pražnjenja kao i zaštitu izolacije od pražnjenja (uzemljenje, katodni i cijevni odvodnici, rastavljači s rogovima i dr.). Referat će biti pripremljen za diskusiju za iduće zasjedanje.

»Metode sekcioniranja i automatizacije seoskih električnih mreža i podstanica u cilju povećanja osiguranja stalne dobave električne energije potrošačima na poljoprivrednim područjima«. Radni dokument EP/WP. 3/No 100. Referent: S. Peti, Mađarska. Referat je sastavljen na osnovu tehničkih informacija 13 zemalja i bit će razrađen s ekonomskog aspekta za daljnje razmatranje.

»Metode za osiguranje neprekidne isporuke električne energije potrošačima seoskih područja«. Radni dokument EP/WP. 3/No 101. Referenti: L. Ebin, N. Zulj, V. Andrijanov, D. Bistricki i V. Panjkin (SSSR). Referat je sastavljen na osnovu dobivenih tehničkih informacija od 8 zemalja. Za osiguranje neprekidne opskrbe električnom energijom potrošača seoskih područja primjenjuju se mjere povećanja sigurnosti izgradnje električnih mreža, napajanje potrošača prstenastim mrežama i predviđanje rezerve u izvorima energije (dizel agregati). U referatu se analiziraju metode za određivanje rezerve potrebne snage. Kao kriterij za određivanje potrebne rezerve u mreži napajanja služe slijedeći faktori: broj i trajanje prekida i veličina štete potrošačima od neplanskih prekida u napajanju električnom energijom. Referat će se dopuniti odgovarajućim informacijama drugih zemalja i izraditi u definitivnom obliku za diskusiju na idućem zasjedanju.

3. Primjena električne energije

»Phytotroni i prostorije za umjetni porast biljaka, električne svetiljke i rasvjeta«. Radni dokument: EP/WP. 3/No 96. Referent: F. Suchanek (Austrija). Referat je sastavljen samo na osnovu raspoloživog iskustva Austrije i sadrži opis instrumenata phytotrona i phytocyclona, a i komora za kondicioniranje zraka za porast biljaka kao i automatizaciju održavanja potrebne klime i jačine rasvjete u prostoriji. Referat će biti izrađen sa dopunskom informacijom drugih zemalja i bit će predstavljen na idućem zasjedanju.

4. Ekonomska, administrativna i financijska pitanja

»Razvoj električnih uređaja za orošavanje kultura na principu umjetne kiše«. Radni dokument EP/WP.

3/No 103. Referent P. Lodi (Italija). Referat nije razmatran uslijed odsutnosti delegacije Italije, pa će se iznijeti na idućem zasjedanju.

»Istraživački centri za primjenu električne energije u poljoprivredne svrhe, karakter predmetnih istraživanja i primijenjene metode za korištenje naučno-istraživačkih radova i praktičnih pokusa«. Radni dokument EP/WP. 3/No 104. Referenti: R. Bernard, i R. Neveux (Francuska). Referat sadrži tehničke informacije 14 evropskih zemalja i obuhvaća: organizaciju istraživačkih centara, teme sadašnjih istraživanja kao i metode za prenošenje rezultata predmetnih istraživanja u praksi. Poslije stručne diskusije referat je prihvaćen za definitivnu publikaciju.

»Utjecaj potrošnje električne energije privatnih malih farma na ekonomično napajanje električnom energijom seoskih mreža«. Radni dokument: EP/WP. 3/No 109. Referent: M. Rude (SR Njemačka). Referat sadrži tehničku informaciju 10 evropskih zemalja. U referatu se analizira vršno opterećenje razvodnih električnih mreža koje nastaju elektrifikacijom poljoprivrednih gazdinstava površine 15 do 25 ha. Konstatirano je da je posljednjih godina jako povećana potrošnja električne energije, mada je broj farma smanjen. Povećana potrošnja električne energije je rezultat dužeg trajanja vršnog opterećenja u toku godine. U Zapadnoj Njemačkoj i Švicarskoj duže korištenje vršnog opterećenja povoljno utječe na opterećenje razvodnih mreža. Referat zaključuje da je za ekonomično napajanje električnom energijom elektrificiranih farma odlučujući faktor trajanje godišnjeg vršnog opterećenja. Referat će biti izrađen u definitivnom obliku za iduće zasjedanje.

Zatim se prešlo na razmatranje referata *»Položaj seoske elektrifikacije u Evropi«*. Radni dokument EP/WP. 3/No 105. Ovaj referat je sastavio Sekretarijat Radne grupe za studij elektrifikacije sela i predstavlja informaciju o razvoju elektrifikacije evropskih zemalja u razdoblju od 1963—1966. Referat, pored ostalog, prikazuje stanje poljoprivrede u evropskim zemljama kao i stupanj elektrifikacije poljoprivrednih gazdinstava i naselja. Konstatirano je da je posljednjih godina jako intenzivirana elektrifikacija poljoprivrede i povećana potrošnja električne energije za poljoprivredne svrhe. Mnoge zemlje privode kraju elektrifikaciju poljoprivrednih područja. U diskusiji o ovom referatu uzeli su učešća predstavnici Austrije, Belgije, Bugarske, SAD, Mađarske i SSSR, SSR Bjelorusije i SSR Ukrajine.

Sovjetski delegat P. Listov prikazao je situaciju elektrifikacije poljoprivrednih područja u SSSR 1965. On je istakao da je 70% poljoprivrednih gazdinstava priključeno na sigurne energetske izvore i mreže državnog energetskog sistema koje predstavljaju jedinstveni elektroenergetski sistem evropskog dijela SSSR. Za protekle tri godine (1963—1966) izgrađeno je više od 650.000 km mreža srednjeg i niskog napona i sada one sačinjavaju dužinu od 1,734.000 km. Broj elektromotora koji se upotrebljavaju u poljoprivredi iznosi sada 1,698.000 komada. Posljednjih godina naročita se pažnja obraća sigurnom napajanju električnom energijom i strogo se vodi računa o broju prekida i analizira šteta koja se tim prekidima izaziva. U cilju osiguranja neprekidne dobave električne energije, 1964. godine potrošači u poljoprivredi podijeljeni su u tri grupe. U prvu grupu spadaju osjetljivi potrošači na prekid električne energije kod kojih prekidi izazivaju veliku materijalnu štetu (inkubatori, brojleri, svinjci s električnim grijanjem i dr.). U drugu grupu spadaju potrošači koji imaju elektrificirane glavne proizvodne procese u poljoprivredi i kod kojih ne smije prekid u opskrbi električnom energijom trajati više od 3,5 sati (stočarske farme, peradarske farme, sušenje žitarica i dr). U treću grupu spadaju svi ostali potrošači u poljoprivredi.

Poduzeća koja isporučuju električnu energiju poljoprivrednim potrošačima moraju uskladiti prekide u saglasnosti s potrošačima. Elektroprivredne organizacije za isporuku električne energije, ako isključuju potrošače bez njihove saglasnosti, treba da plaćaju penale i to po 8-strukoj cijeni za neisporučenu količinu električne energije.

Sovjetski delegat je istakao da je od 1. januara 1966. cijena električne energije za proizvodne svrhe u poljoprivredi znatno snižena, tako da sada iznosi 1,0 kop/kWh umjesto ranije 1,9 kop/kWh. Za potrebe domaćinstva ostala je ista tarifa tj. 4 kop/kWh. Sniženjem cijene električne energije za poljoprivredne svrhe nastoji se stimulirati uvođenje elektromehanizacije na velikim poljoprivrednim gazdinstvima.

Za unapređenje elektrifikacije poljoprivrede angažirane su brojne naučno-istraživačke organizacije u SSSR. One su izradile Rukovodeća uputstva za projektiranje električnih instalacija u poljoprivredi, Pravila tehničke eksploatacije seoskih mreža, Uputstva za projektiranje rezervnih dizel-agregata snage do 2.400 kW, projekte tipskih transformatorskih i tipskih armirano-betonskih stupova za napone 35, 10 i 0,4 kV. Pojedine naučno-istraživačke organizacije razrađuju projekte za kompleksnu elektromehanizaciju velikih farma. Godine 1965. ukupna potrošnja električne energije u SSSR dostigla je 507 milijardi kWh, a od toga za elektrifikaciju sela i poljoprivrede troši se 21 milijarda kWh, dok za proizvodne svrhe u poljoprivredi 12,5 milijardi kWh.

Sadašnje stanje izrade novih studija iz oblasti elektrifikacije sela i poljoprivrede

»Usporedba propisa zaštitnih mjera kod seoskih električnih mreža niskog napona usvojenih u raznim zemljama«. Referent: F. Suchanek (Austrija). Za ovaj će referat biti sastavljen upitnik koji će se putem sekretarijata Radne grupe dostaviti svim evropskim zemljama u cilju prikupljanja tehničkih informacija.

»Analiza ekonomičnosti primjene električne energije na farmama s obradivom površinom preko 200 ha«. Radni dokument EP/WP. 3/No 107. Referent: J. Friedrich, Energetski institut, Leipzig. Referat je izrađen u provizornom obliku (za sada samo na engleskom jeziku). Ovaj problem će se analizirati sa dva aspekta: a) uspoređivanjem ekonomičnosti primjene raznih vidova energetskih izvora za termičke svrhe na većim gazdinstvima, b) uspoređivanjem efikasnosti primjene električne energije za termičke svrhe

nekih poljoprivrednih procesa. Referat će se izraditi u provizornom obliku za diskusiju na idućem zasjedanju.

»*Tehničke metode za osiguranje automatske regulacije napona u distributivnim mrežama niskog i srednjeg napona, njihova efikasnost, obim njihove primjene i perspektiva za dugoročnu primjenu*«. Radni dokument EP/WP. 3/No 99. Referent: J. Krepelka (ČSSR). Referent je prikupio tehničke informacije od 21 zemlje i referat će biti pripremljen za diskusiju za iduće zasjedanje.

»*Upotreba električne energije u hortikulturi*«. Referent: C. A. Camerom Brown (Vel. Britanija). Referat je u toku izrade i bit će predstavljen na idućem zasjedanju.

»*Standardizacija konstruktivnih elemenata električne mreže i opreme za seosku elektrifikaciju kao načina za smanjenje investicija i povećanje trajanja konstrukcija*«. Referent: P. Militaru (Rumunjska). Ovaj će referat biti izrađen u saradnji sa Međunarodnom elektrotehničkom komisijom (IEC) i pripremit će se za iduće zasjedanje.

U radnom dokumentu EP/WP. 3/No 93. Sekretarijat Radne grupe je naveo problematiku novih tema za razradu iz područja seoske elektrifikacije.

Predstavnik delegacije SSSR predložio je novu temu »Tehničko-ekonomska efikasnost upotrebe električne energije u stočarskoj proizvodnji na industrijskoj osnovi«. Ova tema je prihvaćena i zadužen je prof. P. Listov (SSSR) da bude referent za izradu ove teme.

Poslije diskusije o stručnim referatima razmatrala se aktivnost drugih organizacija koje se bave problemima seoske elektrifikacije i mehanizacije poljoprivrede.

Aktivnost Radne grupe za mehanizaciju poljoprivrede pri Ekonomskoj komisiji za Evropu

Predstavnik ove Radne grupe ukratko je iznio dosadašnji rad eksperata za mehanizaciju poljoprivrede. Dosada je izrađeno i objavljeno 30 stručnih referata iz ovog područja, a u toku je izrada novih 14 referata iz mehanizacije poljoprivrede. Od prije dvije godine nastala je tješnja saradnja između Radne grupe za elektrifikaciju poljoprivrede i sela sa spomenutom Radnom grupom. Odlučeno je da u buduće radi koordinacije uvijek na međunarodnim zasjedanjima seoske elektrifikacije učestvuje predstavnik Radne grupe za mehanizaciju poljoprivrede.

Aktivnost međunarodnih organizacija u području seoske elektrifikacije

Sekretarijat Radne grupe za seosku elektrifikaciju obavijestio je prisutne delegate da od sada na godišnjoj skupštini FAO u Parizu prisustvuje i predstavnik Sekretarijata ove Radne grupe. Sekretarijat je dobio od FAO publikacije o stanju seoske elektrifikacije i poljoprivrede u Aziji i na Dalekom Istoku (izdanje Rim, 1962. god.).

C. A. Cameron Brown, predsjednik Sekcije za seosku elektrifikaciju Međunarodne komisije za poljoprivredu — CIGR — informirao je prisutne da će se ove godine 16. septembra održati zasjedanje spomenute Sekcije u Lindau (SR Njemačka) s temom: »*Analiza primjene električne energije u poljoprivredi i hortikulturi*«. U radu ovog zasjedanja učestvovat će i 14 delegacija ove radne grupe.

Studijska putovanja

Sekretarijat je informirao delegate da će se publicirati materijal koji sadrži izvještaj o studijskom putovanju grupe eksperata 1965. godine u proučavanju razvoja seoske elektrifikacije u Španiji i Portugalu.

Predstavnik delegacije Poljske obavijestio je delegate da će njegova zemlja uputiti poziv za obavljanje studijskog putovanja u Poljsku u cilju proučavanja razvoja seoske elektrifikacije. Ovo putovanje se planira od 3. do 11. septembra 1967. godine prema utvrđenom programu.

U toku ovog zasjedanja prisutnim delegatima ove Međunarodne konferencije prikazan je čehoslovački film »Proizvodnja armirano-betonskih stupova za mreže«. Film je na engleskom jeziku i traje 20 minuta, izrađen jula 1966. godine.

Za vrijeme konferencije delegacije Austrije, Mađarske i ČSSR podijelile su delegatima brošure i materijale o seoskoj elektrifikaciji.

Datum slijedećeg zasjedanja Međunarodne konferencije za seosku elektrifikaciju odredit će se naknadno.

Opaža se aktivnost Sekretarijata radne grupe za seosku elektrifikaciju u pogledu izrade stručnih referata. Do sada je objavljeno 57 stručnih referata iz područja elektrifikacije poljoprivrede i sela. Posljednje dvije godine spomenuti Sekretarijat razvio je aktivnost na saradnji s međunarodnim stručnim organizacijama koje se bave problemima seoske elektrifikacije i dobiva nove materijale (publikacije i filmove) a što je poteklo na inicijativu delegacije Jugoslavije prije tri godine.

Vladimir Zloković, dipl. ing.

DRUŠTVENE I STRUČNE VIJESTI

NAGRADA »KOLUBARA«

Povodom 10-godišnjice rada Termoelektrane »Kolubara«, oformljen je u ovom kolektivu godišnji fond za nagrađivanje naučnih i stručnih radova iz oblasti elektroprivrede Jugoslavije u iznosu od 20.000.— NDin, iz kojeg bi se svake godine za Dan republike nagrađivali najvrijedniji radovi prijavljeni na javnom konkursu. Izbor radova vrši posebna komisija TE »Kolubare«, formirana iz redova vrhunskih jugoslavenskih naučnih i stručnih radnika elektroprivrede.

Svrha je ove nagrade, da se uspostave još čvršće veze s naučnim i stručnim radnicima, koji su u proteklom periodu mnogo doprinijeli uspjehu ovog kolektiva, kao i da se podstakne zbližavanje teorije i prakse od čega se očekuje povećanje obostranih koristi.

Ove godine su prvi puta podijeljene navedene nagrade pojedincima i kolektivima za radove iz slijedećih oblasti:

1) *Oblast termotehnike* (prijavljeno 18 radova)

a) Pogonsko bilanciranje termoelektrana — autor: Kolektiv Instituta za elektroprivredu, Zagreb; b) Karakteristike postrojenja strojeva II i III u TE »Kolubara« — autor prof. dr ing. B. Milojković i prof. ing. D. Stojanović; c) Tornjevi za hlađenje vode prinudnim strujanjem atmosferskog uzduha — autor dr ing. Vojislav Alić.

2) *Oblast hidrotehnika* (prijavljena 2 rada)

a) Problemi zasipanja akumulacionih bazena hidroelektrana i mjere za njihovu zaštitu — autor Branislav Đorđević, dipl. ing. iz Beograda.

3) *Oblast nuklearne termotehnike* (prijavljeno 13 radova)

Trozona metoda proračuna energetskog teškovodnog reaktora sa ključanjem rashlađivača — autor Milovan Studović, dipl. ing. i Ljubomir Jovanović, dipl. ing. iz Beograda.

4) *Oblast prenosa električne energije:*

a) Osiguranje izolacione vrijednosti visokonaponskih postrojenja u uslovima povećane atmosferske zagađenosti — autori Vučeta Miletić, dipl. ing., Abahandžić Miloš, dipl. ing., Jovo Mandić, dipl. ing. i Petar Hemon, dipl. ing. svi iz Sarajeva i Miloš Prodanović, dipl. ing. Tuzla; b) Dinamička analiza sistema za automatsku regulaciju frekvencije i snage razmjene povezanih energetskih mreža — autor Milan Čalović, dipl. ing. iz Beograda.

Prema odluci Radničkog savjeta Termoelektrane, nagradni fond 2,100.000 starih dinara ravnomjerno je podijeljen između sedam nagrađenih radova.

I. Š.

IN MEMORIAM

MIRKO WOLF



U 63-ćoj godini tragično je završio svoj život u automobilskoj nesreći 4. V 1966. na magistrali kod Šibenika dugogodišnji službenik »Elektre« Zagreb, drug MIRKO WOLF. Svoju, marljivim radom i predanošću stečenu, osobnu mirovinu samo je 2 godine uživao. Njegov nestanak bolan je gubitak za brojne znance i suradnike ne samo u kolektivu, već i u širim krugovima praktičara, naročito na energetskim postrojenjima Zagreba i njegove industrije, na kojima je ostavio preko 40 godina neumornog rada. Od svršenog elektromontažnog zanata 1922. i početne prakse, već se 1933, upošljava u tadašnjoj Gradskoj električnoj centrali, današnjoj »Elektri« i tu radi punih 30 godina. U prvo vrijeme u instalacionom uredu na priključcima i glavnim vodovima, zatim u odjelu za prijenos i razdiobu električne energije, a nakon toga kao rukovodilac odjela transformatorskih stanica. Godine 1949. osnutkom poduzeća u sadašnjem sastavu, postavljen je za šefa mreže, obavljajući dužnost glavnog i operativnog pogonskog stručnjaka, vrsnog majstora svoga zanata. Reorganizacijom poduzeća godine 1957., konačno postaje šef pogonskog odsjeka, sa kojeg je radnog mjesta 31. V 1964. otišao u zasluženu mirovinu.

U svojoj bogatoj praksi dva je puta doživio udar struje visokog napona 5 i 30 kV od čega je imao posljedice smanjenjem radne sposobnosti ruke. U poslijeratnom razvoju energetskih postrojenja priključenih na zagrebačku mrežu, rijetko bi se našlo koje a da ga nije pregledao i u pogon stavio drug Mirko. I više od toga. Bio je anoniman kirurg na postrojenjima kod svakog ispada, gotovo svake grmljavine, snijega

i mećave u bilo koje doba dana i noći. Vraćao je struju u domove, na ulicu i u postrojenja, ohrabrivao mlađe suradnike i spremno je kao otac davao savjete i pomoć. Ipak, smjena generacija je neminovna. Jednako nije poštedjela ni druga Mirka. Tragika je, što mu nije dozvolila da još u relativnoj snazi — i dalje u zasluženom miru živi kraj postrojenja u koje je uloženo mnogo njegova truda i znoja.

Za nas mlađe, njegove znance, prijatelje i suradnike, ostaje u trajnoj i lijepoj uspomeni.

Dipl. ing. Petar Kuzele

NOVE KNJIGE I ČASOPISI

K. Knizia: **Die Thermodynamik des Dampfkraftprozesses,** izdanje Springer — Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1966, tvrdi uvez, 284 stranica, 210 slika, cijena DM 56.

U krugu stručnjaka koji se bave problematikom termoelektrana, bilo kao projektanti ili u pogonu, dobro je poznato djelo od Musil-a: »*Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken*« čije je drugo izdanje izašlo 1948.

Treće izdanje ovoga djela počelo je izlaziti iz štampe 1966., te je izišao I dio pod naslovom »*Die Thermodynamik des Dampfkraftprozesses*« dok će naskoro izići i II dio pod naslovom »*Allgemeine Gesichtspunkte für die Auslegung und den baulichen Entwurf*«.

S obzirom na tehnički razvitak na tom području u zadnjih dvadesetak godina i ovo je djelo, u svom trećem izdanju, doživjelo osjetne nadopune što je iziskivalo i potpuno novu obradu. U taj obiman posao nije se mogao upustiti sam autor, te je nadopunu i novu obradu prvoga dijela preuzeo dr ing. Knizia.

Ovo djelo u prvom redu treba da služi projektantima, te je prema toj osnovnoj postavci prilagođena i forma samog djela. U prvom dijelu, kako to i sam naslov kaže, obrađuje se problem termodinamske strane. Pri tome je uspjelo dati takovu formu tom specijalnom dijelu termodinamike i vezu njenih zakonitosti sa ekonomskim faktorima, da knjiga pruža dragocjenu podlogu kako za principijelna razmatranja, tako i za donošenje konkretnih pojedinačnih odluka pri projektiranju termoelektrana. Imajući nadalje u vidu stalni razvitak na tom području, autor je problematiku iznio tako, da pruža pomoć projektantima i za duže razdoblje, odnosno i u slučaju ako bi se, bilo izvedbeni bilo ekonomski uvjeti osjetno mijenjali.

Glavnina knjige obrađuje probleme termoelektrana sa klasičnim parnim procesima, uključivo regenerativno zagrijavanje kondenzata i međupregrijavanje pare.

Posebni dio obrađuje probleme kombiniranih termoelektrana tj. onih koje koriste parne i plinske procese, zatim parne procese u nuklearnim elektranama, te elektrane koje uz parne procese koriste i magnetoplazmodinamične generatore.

Svakako treba napomenuti da je u knjizi dat poseban osvrt na upotrebu digitalnih računskih strojeva u svrhu provedbe potrebnih obračuna kompleksa termoelektrana.

Kako je već prije spomenuto ovo je djelo prvenstveno namijenjeno projektantima, međutim, s obzirom na način izlaganja pojedinih problema i obrađenu materiju, ono će korisno poslužiti i stručnom osoblju u pogonima, kao i svima onima koji se u svom radu susreću sa takovim problemima.

Z. Selanec

O. Horvat: **Mala mehanička tehnologija,** VII dopunjeno izdanje, Izdavač Tehnička knjiga, Zagreb 1965., 762 stranice, 635 slika, tvrdi uvez, cijena 20 N. din.

Isto kao i analogno djelo ovog pisca (Mehanička tehnologija I, II, III dio), i Mala mehanička tehnologija nastavlja tradiciju sve novijih i opširnijih izdanja. Od svoje prve pojave, kada se predstavila kao udžbenik za industrijske škole, ona ovim sedmim nadopunjenim izdanjem narasta po opsegu upravo dvostruko, postajući tako sve univerzalniji udžbenik za srednje stručne škole. No nije sam volumen znak kvaliteta, nego činjenica da su u novijim izdanjima sukcesivno izlagana godinama nakupljena daljnja znanja s tog područja.

Usporedbom starijih izdanja s novijim, odmah je uočljiva razlika u obradi materije. U novom izdanju, iako postoje mnoga ista poglavlja kao i ranije, izlaganja su puno opširnija i s mnoštvom novih podataka. Ujedno je prilična pažnja poklonjena zornom prikazu s pomoću niza slika iz kojih je često vidljiv i historijski razvoj nekog postupka.

Sadržaj knjige podijeljen je u četiri dijela. Prvi dio je uvod u tehnologiju, gdje se čitalac upoznaje s raznim pojmovima, definicijama, te svojstvima raznih materijala i slično. Drugi dio sadrži obradu materijala bez skidanja strugotine (kovanje, valjanje, izvlačenje žice, lijevanje, metalokeramika, proizvodnja umjetnih dijamanata), a treći obradu skidanjem strugotine (mjere, tolerancije, alati, alatni strojevi, obrada ultrazvukom). U četvrtom je poglavlju razmotrena toplinska obrada (čelici, metalografija, lemljenje i zavarivanje, ispitivanje materijala, uzance i trgovački običaji, obrada drveta).

Knjiga je lijepo opremljena, s jasnim slikama, dijagramima i tekstom. Kako je u njoj obrađena vrlo opsežna materija, koja zasjeca u razna tehnička područja, to će korisno poslužiti stručnjacima raznih profesija i nivoa.

M. Vujnović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE OŽUJAK I TRAVANJ 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru u MWh						Razmjena			Ukupno (5-9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. 1965.	195.730	28.714	2.124	15.593	197.854	44.307	29.021	23.622	— 2.465	292.339
6. 1965.	215.043	31.515	1.390	17.882	216.433	49.397	25.659	9.014	— 627	299.876
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	— 48.939	— 73	273.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	18.695	159.851	74.482	109.269	— 45.770	— 43	297.789
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191.948	67.143	89.074	— 61.441	— 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	— 16.463	— 2.341	288.905
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	34.889	— 2.896	388.039
12. 1965.	414.537	38.088	2.775	22.751	417.312	60.839	— 59.700	95.070	— 11.847	501.674
Ukupno 1965.	2,702.552	532.242	20.722	244.250	2,723.274	776.492	389.983	44.164	— 44.197	3,889.716
1. 1966.	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	78.401	— 91.816	106.587	— 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	— 66.362	40.045	— 320	322.286
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	— 72.141	53.680	— 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	42.440	— 52.713	54.081	— 2.198	334.558
Ukupno 1. — 4. 1966.	1,184.715	168.144	7.612	77 954	1,192.327	246.098	— 283.032	254.393	— 4.615	1,405.171

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece ožujak i travanj 1966.

Po podacima Republičkog zavoda za statistiku SR Hrvatske

Obilježje elektrane		Naziv elektrane	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorišćenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Ožujak	Travanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Vinodol-Fužine	78,9	16.054	7.319	54.877	130,0	65,7	74,6	27,2	12,9	—	—
		Gojak	48,0	18.572	20.731	102.500	67,6	76,2	96,3	47,0	60,0	—	—
		Ozalj	5,1	2.483	2.907	10.222	80,6	178,0	94,9	65,7	78,3	—	—
		Senj		82.601	100.468	303.200	—	—	—	—	—	—	—
		Peruča	42,0	17.379	7.961	10.669	87,0	70,8	56,9	55,7	26,4	—	—
		Kraljevac	67,0	8.258	3.243	34.305	20,6	13,1	23,4	17,4	6,6	—	—
		Split	224,0	153.750	128.996	570.640	97,1	112,2	105,0	92,2	80,1	—	—
		Manojlovac	20,5	14.009	13.595	56.479	97,4	91,2	98,7	92,1	91,5	—	—
		Jaruga	5,3	3.885	3.882	11.726	97,0	100,0	75,4	98,4	98,4	—	—
	TE	Zagreb — TO — Žitnjak	64,0	27.875	14.842	100.195	103,3	43,7	99,2	58,4	60,8	—	—
		Zagreb	10,0	615	—	615	125,3	—	23,0	8,0	—	—	—
		Jertovec	36,0	9.391	2.573	39.741	63,4	16,7	72,1	35,0	9,9	—	—
		Vlaška	8,0	380	—	1.794	12,1	—	18,9	1,0	—	—	—
		Rijeka	7,2	404	—	404	60,7	—		1,0	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	»Jugovinil« — Split	16,6	1.497	1.468	5.770	73,4	99,5	58,4	12,1	12,2	—	—
		»Sladorana« — Županja	7,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.534	2.192	8.864	112,0	96,8	89,7	56,6	51,1	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	2.848	1.971	11.761	99,8	54,9	89,8	69,4	50,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1965. = 100

[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta

Proizvodnja ugljena za mjesece ožujak i travanj 1966. god.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio Ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1964 = 100		
		Ožujak	Travanj	Od početka godine	Ožujak	Travanj	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi Raša	72.330	70.210	275.000	111,1	106,5	104,8
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	4.623	3.965	15.188	104,0	92,1	86,4
	Rudnik — Pregrada	6.830	6.315	25.030	106,6	95,4	98,9
	Ostali	5.308	1.965	19.825	84,0	84,1	81,6
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	14.581	13.699	56.598	96,8	96,5	97,4
	Dalmacija: Rudnik Siverić	6.788	7.237	25.653	88,2	90,5	88,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.848	1.610	7.477	159,6	78,2	117,2
	Svega mrki	40.038	37.691	149.771	97,5	92,0	93,1
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-ladanjski ugljen., Ivanec	29.251	28.218	116.095	94,3	91,5	97,8
	Zagorski rudnici, Konjščina	8.183	8.675	37.057	83,5	87,1	90,4
	Rudnik lignita Poljanica	3.480	3.623	16.399	67,2	74,3	86,1
	Ostali	1.315	1.113	4.661	73,3	88,7	72,1
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	6.298	5.352	34.832	72,6	65,8	69,7
	Ostali	5.196	4.683	19.844	78,2	75,8	76,7
	Ostala područja	1.856	2.070	7.182	130,1	126,2	111,8
	Svega lignita	55.579	53.734	226.070	86,1	85,5	89,3
	Ukupno sve vrste ugljena	167.947	161.635	650.841	98,4	95,2	96,2

NAPOMENA: [1] Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope — Koprivnica te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kalorija)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	3. 1966.	2.738	109	932	1.697	2.114	105
	4. 1966.	2.517	100	872	1.546	1.950	101
Indeks na bazi	3. 1965.	102,2	105,8	93,9	107,0	100,7	100,0
	4. 1965.	100,1	102,0	94,5	103,8	101,1	101,9

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1966.

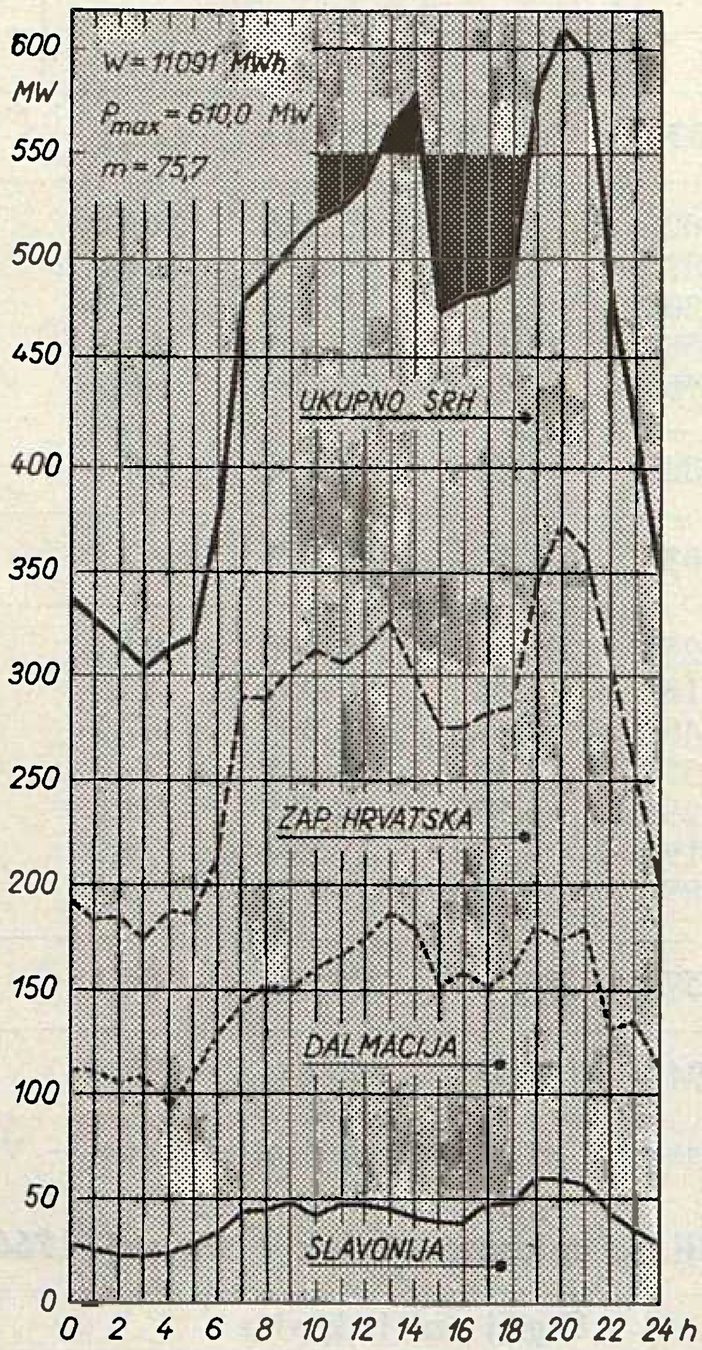
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulje za loženje (mazut)
		t	1000 m^3	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	3. 1966.	183.534	34.058	346.553	74.199	2.278	7.748	95.484	14.582	150.738
	4. 1966.	178.601	30.335	347.588	66.461	1.022	9.882	96.617	11.465	142.857
Indeks na bazi	3. 1965.	104,5	126,1	175,2	217,8	147,6	120,7	155,1	110,7	198,6
	4. 1965.	108,0	110.9	167,5	173,6	66,2	198,0	137,2	115,6	198,5

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1966.

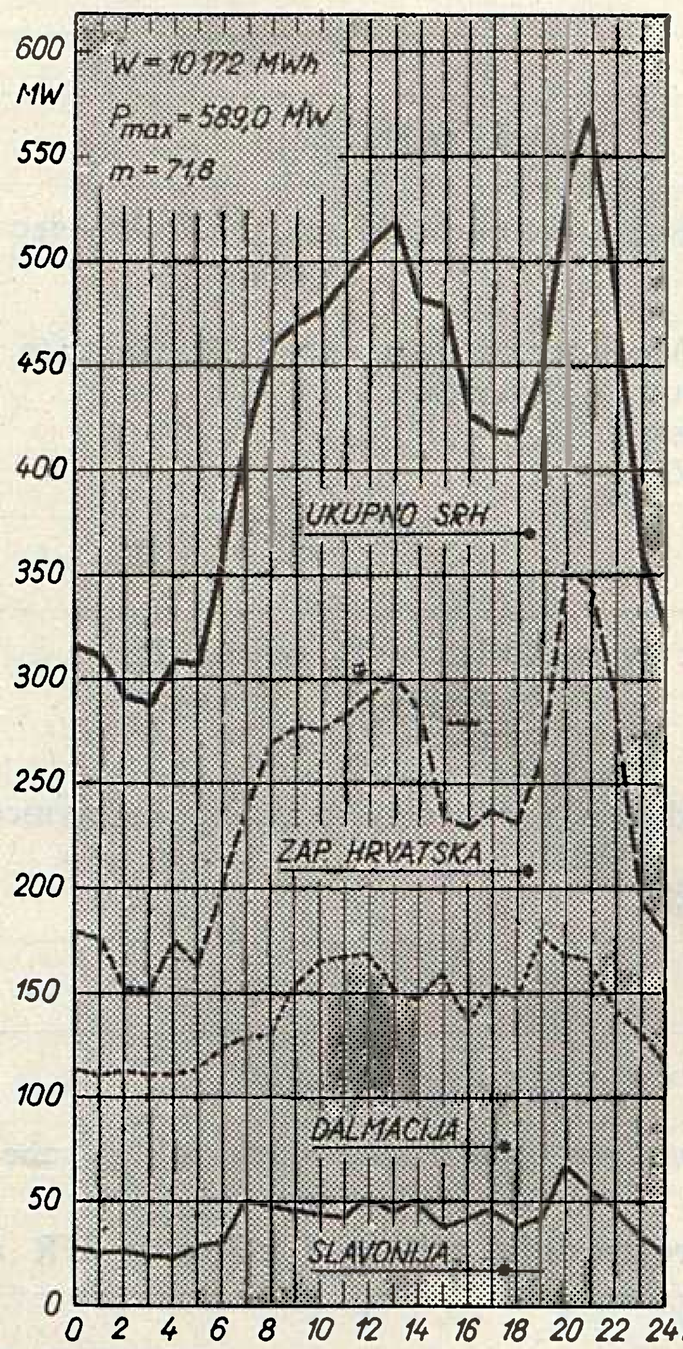
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
3. ožujak 1966.	111	109	113	110	110	124	110	104	114	108
4. travanj 1966.	106	103	110	106	104	120	109	106	108	104
3. ožujak 1965.	106,7	105,8	109,7	104,5	101,8	121,5	103,7	99,0	108,5	105,8
4. travanj 1965.	102,9	103,0	107,8	99,2	100,0	121,0	108,9	101,9	102,8	105,0

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

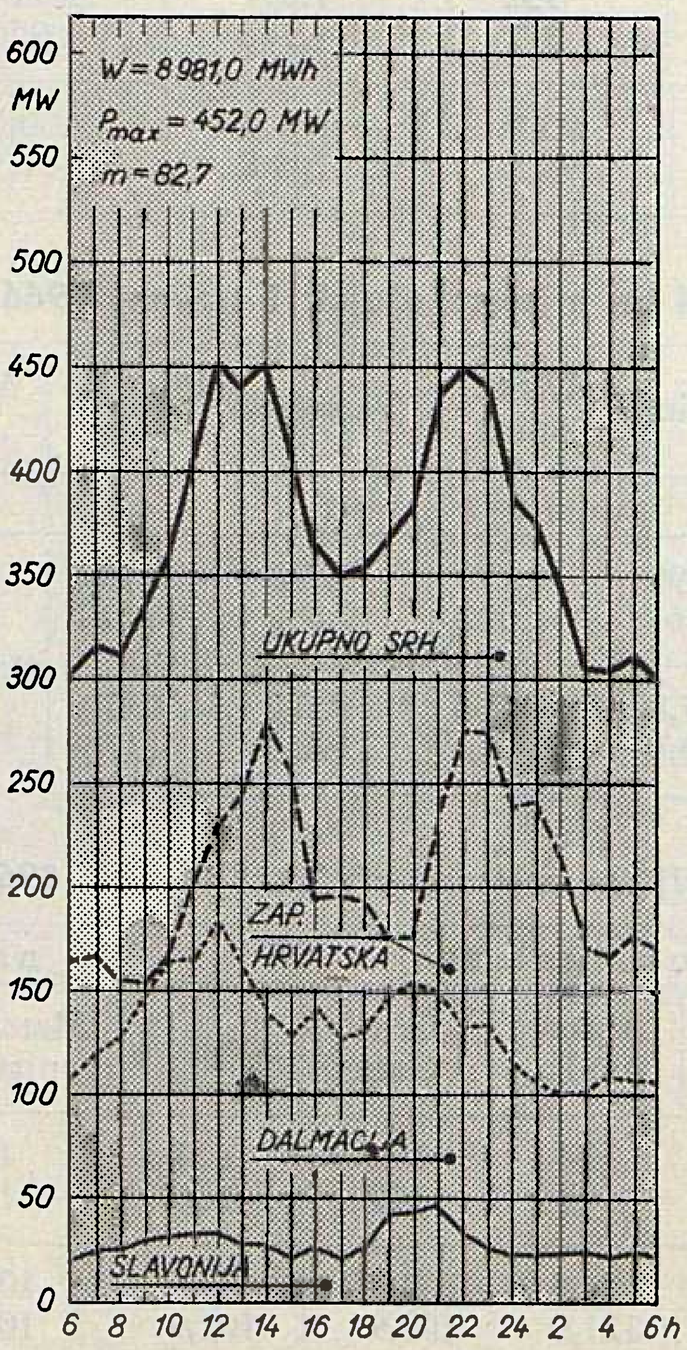
Srijeda, 16. 3. 1966.



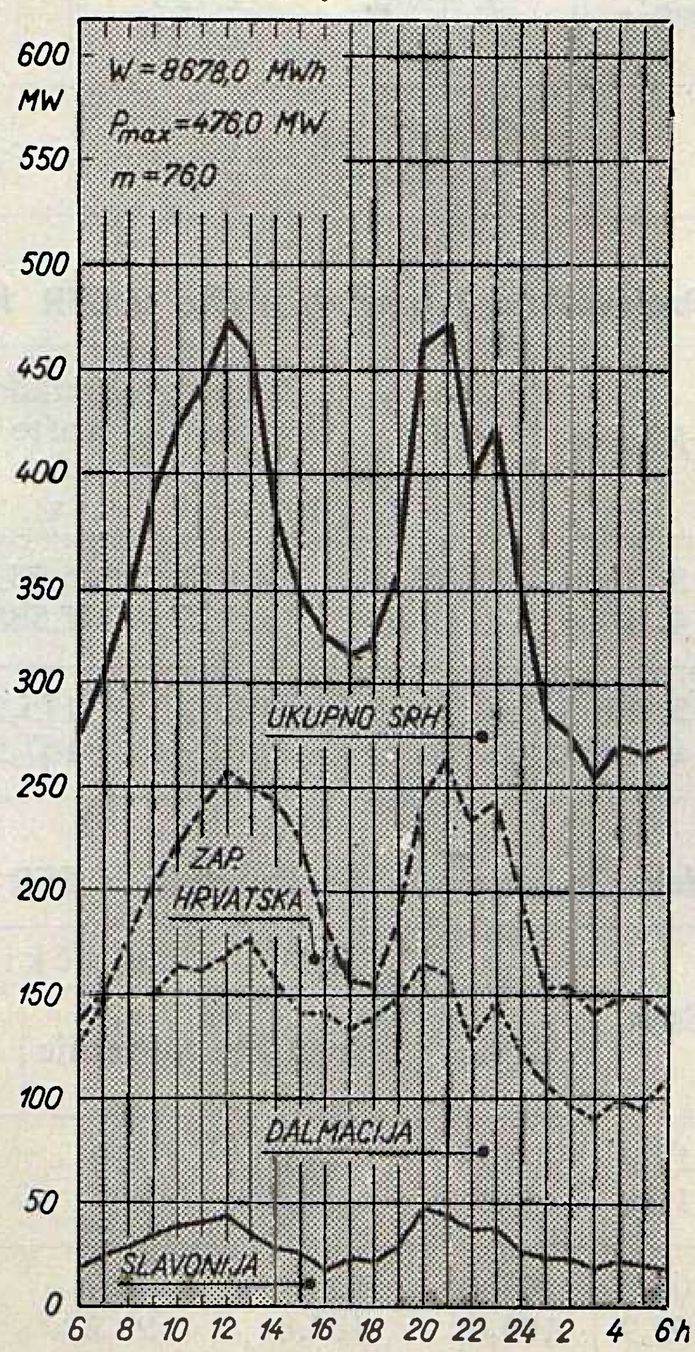
Srijeda, 20. 4. 1966.



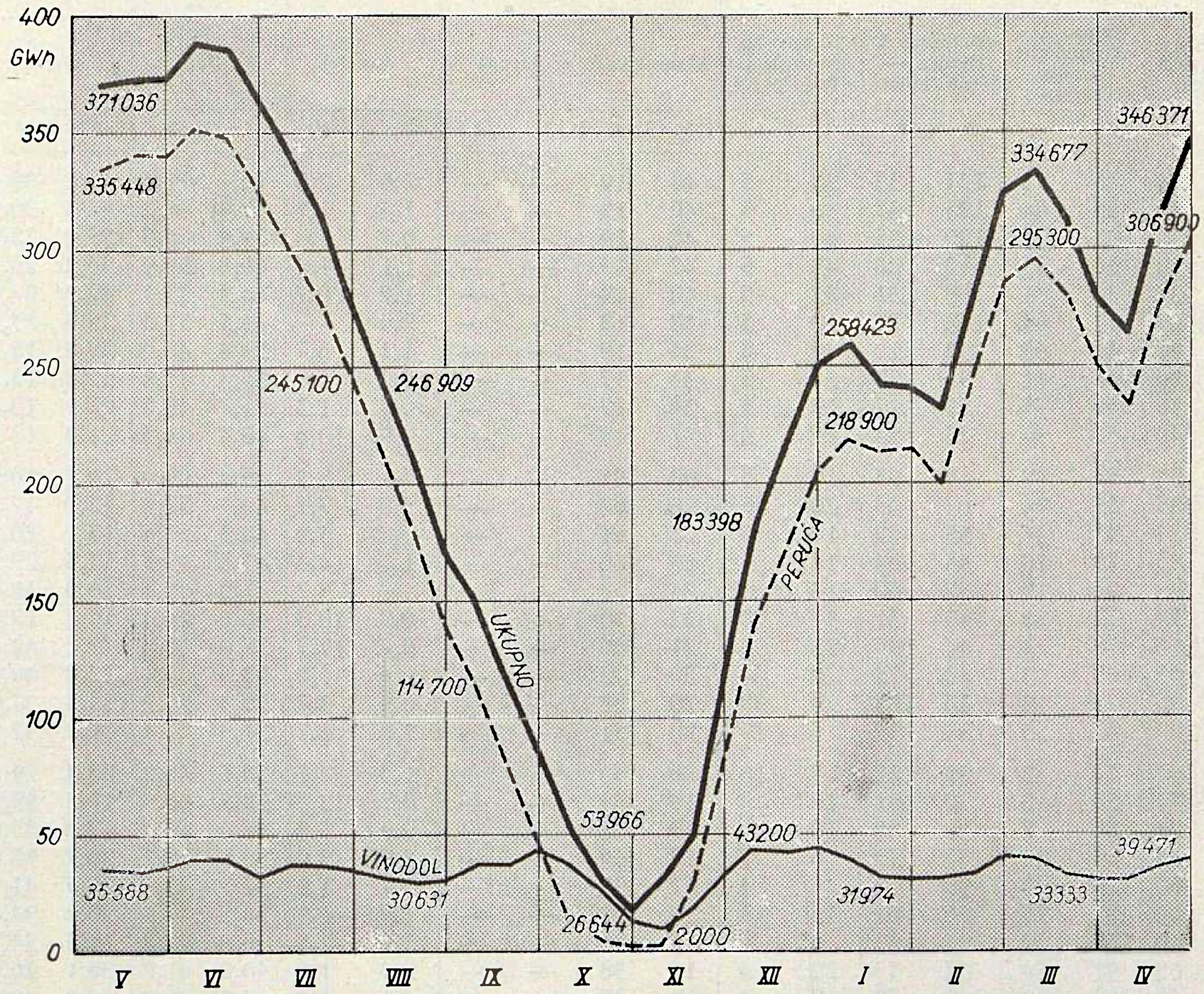
Nedjelja, 20. 3. 1966.



Nedjelja, 24. 4. 1966.



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece ožujak i travanj 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		III—IV. mj. 1966. prema III—VI. mj. 1965.		12 mjeseci 1966/5. prema 12 mjeseci 1965/4.	
	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %	ožujak %	travanj %
Ukupno SRH	100	100	110,5	91,4	108,9	105,9	107,5	107,1	115,5	114,5
Direktni potrošači	21,3	22,2	119,0	95,0	110,9	124,0	121,5	122,1	126,1	126,4
Distribucija	69,2	69,0	110,6	91,1	112,4	104,4	102,9	103,2	105,5	105,0
Gubici i ostalo	9,5	8,8	93,9	85,5	72,0	72,4	96,3	90,1	145,5	138,0

Srednji dnevni protoci vode za mjesece ožujak (3) i travanj (4) 1966. (m^3/sek.)

Datum	Cetina								Krka				Lokvarka Ličanka		Lika Gacka		Mrežnica — Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciji Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća Šilovka		Međudotok Peruća — Prančevići		Ispust iz akumulacije Prančevići		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.	3.	4.
1	67	44	25	52	127	35	35	5	44	19	—	—	2,0	2,0	76,7	71,5	40,8	32,0	—	—
2	69	29	25	64	125	35	30	5	40	19	—	—	1,4	1,1	87,4	68,2	42,3	30,3	—	—
3	64	28	35	29	120	35	40	5	42	19	—	—	0,7	1,0	77,4	64,9	39,2	28,0	—	—
4	59	30	36	55	112	28	48	5	42	19	—	—	1,1	1,4	69,8	59,0	36,2	26,2	—	—
5	57	27	34	71	108	31	42	5	40	19	—	—	1,2	0,7	64,5	55,1	42,3	24,0	—	—
6	55	29	17	64	105	29	10	5	38	18	—	—	0,5	—	63,5	51,0	39,0	25,5	—	—
7	53	27	46	65	99	29	42	5	36	18	—	—	1,1	0,7	59,3	48,0	29,8	18,4	—	—
8	44	30	48	71	91	27	26	5	36	17	—	—	0,2	0,9	55,5	45,8	52,8	15,3	—	—
9	51	36	50	77	80	27	25	5	36	17	—	—	0,7	1,3	51,7	43,0	25,9	13,3	—	—
10	39	40	50	50	75	25	22	5	31	19	—	—	0,9	10,6	48,4	43,5	21,3	13,3	—	—
11	46	54	56	48	69	35	15	5	30	46	—	—	—	8,3	45,4	69,6	16,1	16,5	—	—
12	41	85	55	34	67	45	20	5	28	62	—	—	3,0	7,1	44,1	58,2	15,7	17,1	—	—
13	39	83	45	27	55	73	10	5	28	61	—	—	2,8	5,3	44,3	57,4	15,1	20,3	—	—
14	38	85	81	20	55	64	18	5	20	60	—	—	1,1	4,3	43,8	49,5	17,3	20,0	—	—
15	35	83	84	18	52	60	18	5	24	57	—	—	—	3,7	41,5	45,4	16,3	18,4	—	—
16	29	72	72	28	50	51	17	58	22	50	—	—	0,7	10,3	40,6	44,4	15,4	17,8	—	—
17	30	116	78	4	44	135	22	83	21	66	—	—	0,9	17,7	39,0	65,4	13,6	44,6	—	—
18	29	133	68	3	40	172	22	64	20	72	—	—	0,6	6,0	38,6	63,4	12,8	40,6	—	—
19	29	95	73	3	40	165	20	38	20	68	—	—	0,3	3,7	39,3	53,2	15,3	37,0	—	—
20	30	107	45	3	37	139	6	29	20	51	—	—	1,0	2,7	31,3	47,4	19,9	32,0	—	—
21	25	87	75	3	33	122	17	10	20	50	—	—	1,3	4,7	38,6	46,2	88,4	29,0	—	—
21	25	74	80	3	30	101	10	4	19	48	—	—	0,7	13,0	38,2	60,0	16,8	83,5	—	—
23	30	74	80	8	32	88	10	4	19	41	—	—	0,9	5,8	37,4	57,4	17,6	85,0	—	—
24	25	65	83	22	34	75	6	7	17	39	—	—	3,0	3,0	36,8	50,1	20,7	52,0	—	—
25	32	60	79	6	30	73	6	4	17	31	—	—	3,7	1,9	37,1	45,8	22,7	41,6	—	—
26	26	62	81	25	30	62	15	4	17	39	—	—	1,9	1,9	36,8	43,9	20,0	34,4	—	—
27	27	60	67	32	26	63	6	4	17	39	—	—	1,6	1,5	36,3	42,2	19,8	24,7	—	—
28	27	62	91	29	32	53	22	4	16	38	—	—	3,3	1,2	40,0	41,0	36,1	26,0	—	—
29	30	60	86	29	32	53	15	4	16	38	—	—	4,1	1,2	63,2	43,2	43,8	21,0	—	—
30	31	65	73	26	40	52	9	4	19	37	—	—	2,9	1,6	87,0	69,4	37,1	41,0	—	—
31	29		57		43		5		20		—		1,7		74,4		31,6		—	
Mjeseč. prosjek	37,9	63,4	60,4	32,3	61,7	65,1	19,6	13,3	26,3	39,8	—	—	1,5	4,0	51,5	53,5	26,1	31,4	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece ožujak i travanj 1966.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	3. 1966.	1263	832	431	303	33	82	204	123	108	194	80	303	5	94	—
	4. 1966.	1178	832	346	284	15	102	186	145	76	192	62	284	7	77	—
Indeks na bazi	3. 1965.	108,6	103,7	119,0	110,1	126,9	83,6	152,2	104,2	100,0	125,9	90,9	771,0	71,4	84,6	—
	4. 1965.	112,3	131,0	83,5	139,2	28,3	99,0	155,9	154,2	62,2	146,5	54,8	788,8	100,0	113,2	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović,* dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato,* dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić,* »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele,* dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić,* dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo,* »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković,* dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić,* Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić,* dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković,* dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić,* dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić,* dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar,* dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević,* dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić,* dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković,* dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen,* dipl. ek., Miroslav *Balling,* dipl. ing., Petar *Kuzele,* dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze,* dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja,* dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić,* prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina.*

GOD. 15 (1966) energija BROJ 7 — 8

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

PRINCIPI KONSTRUKCIJE TURBINA GRANIČNIH SNAGA

Eli Deleon, Karlovac

U članku je dat prikaz koncepcije izgradnje parnih turbina velikih snaga u Engleskoj. Jak energetski sistem s velikim trendom porasta potrošnje s izuzetno velikim učešćem termoenergije i znatnim oscilacijama između dnevne i noćne potrošnje zahtijeva nove jedinice velikih snaga sposobne za rad u dvije smjene. Takvi zahtjevi postavljaju pred konstruktore parnih turbina čitav niz problema, za čije rješenje je nužna tijesna suradnja proizvođača opreme i njenih korisnika.
Nacionalna industrija Velike Britanije razvijajući vlastite ispitane konstrukcije turboagregata, s uspjehom prati zahtjeve koji se pred nju postavljaju. Izlažući u članku neka tehnička rješenja iz britanske prakse autor članka pokazuje da je jasno trasiran put razvoja agregata velikih snaga, bar do onih veličina koje će u dogledno vrijeme zadovoljavati naš energetski sistem, želeći da se i u našim uvjetima ostvari potrebna saradnja elektroprivrede i domaćih proizvođača opreme radi iznalaženja optimalnih rješenja s tipskim jedinicama domaće proizvodnje.

DK 621.165.001

Uvod

Konstruiranje parnih turbina graničnih snaga je jedan od najsloženijih, ali i najprivlačnijih zadataka savremenog konstruiranja mašina. Pošto je pretežni dio energije u visokorazvijenim industrijskim zemljama proizveden parnim turbinama to sniženje cijene električne energije putem potpunijeg iskorištenja toplinske energije i smanjenja investicionih troškova povećanjem jedinične snage, postaje prvorazredni ekonomski problem. Pored toga nemoguće je ostvariti trend udvostručavanja instalirane snage svakih 7—10 godina bez istovremenog povećanja snage po ugrađenoj jedinici.

Konstrukcija parnih turbina koje su predmet ovoga članka nastala je iz potreba električne mreže Velike Britanije. Da bismo bili u mogućnosti da probleme shvatimo u odgovarajućem odnosu, navest ću, da je instalirana snaga C.E.G.B. tj. centralne uprave za proizvodnju električne energije koja snabdijeva energijom britanska ostrva (pored SSEB tj. Uprave električne energije Južne Škotske) bila na dan 31. III 1965. g. 37076 MW i to praktično isključivo termoelektrana. Istovremeno je u narudžbi ili gradnji bilo 47 jedinica od po 500 MW. Planirana instalirana snaga u 1970. iznosi 54.000 MW.

Tehnička rješenja parnih turbina u Velikoj Britaniji odražavaju prije svega potrebe ovog jedinstveno velikog potrošača, njegove eksploatacione koncepcije i tehnički nivo odgovarajuće domaće strojogradnje. Ona su nastala u najužoj suradnji tehničke službe Uprave i konstrukcionih biroa velikih proizvođača turbina (kojih u ovom trenutku ima samo još tri).

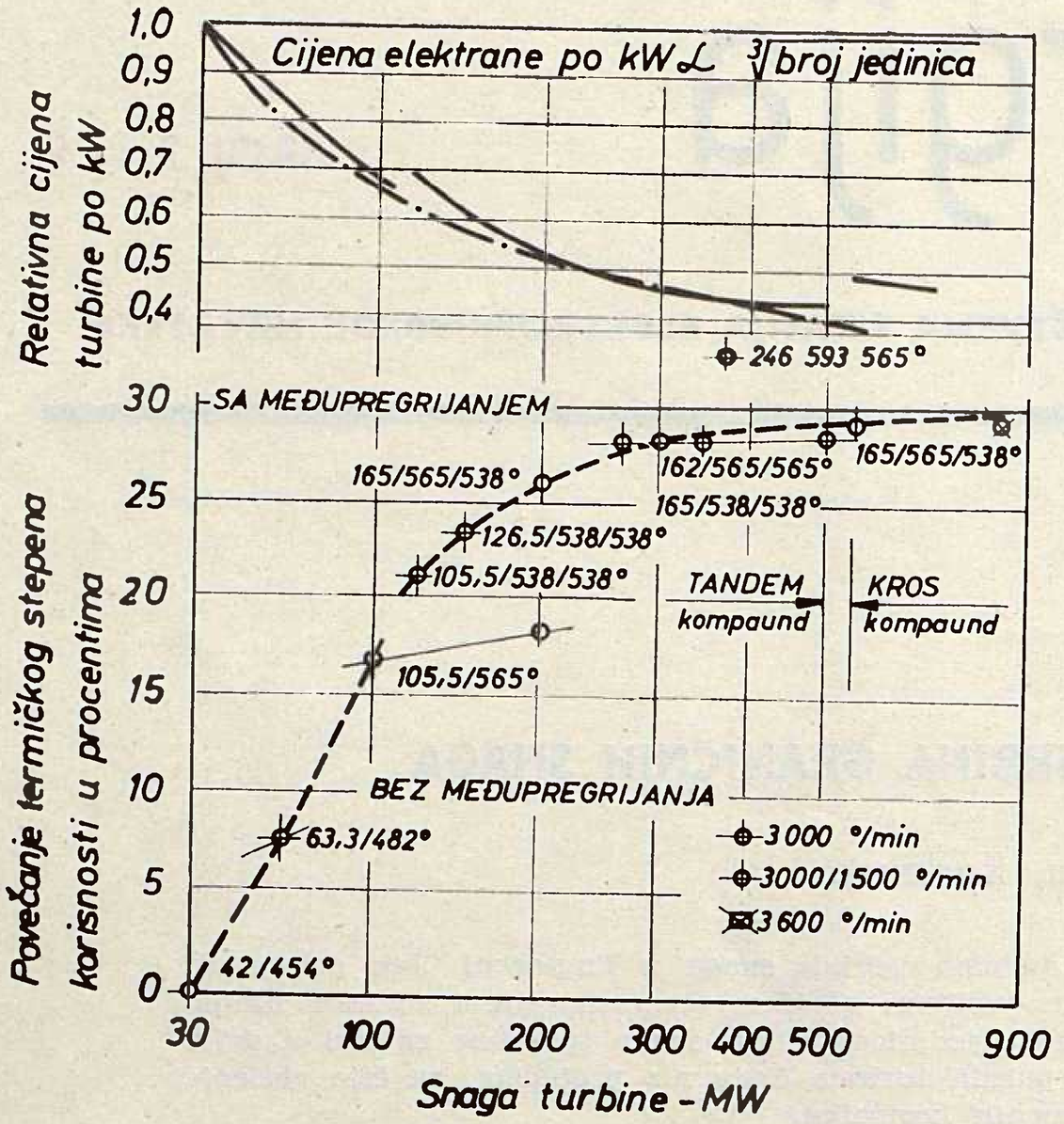
Ovu politiku odražava i podatak da je na godišnje investicione troškove za energetsku opremu u zemlji od 335 milijuna funti sterlinga dolazilo samo 4 milijuna iz uvoza, tj. oko 1%.

Što se tiče parne turbine najkarakterističniji zahtjev potrošača je efikasnost i brzo upuštanje. Struktura električne mreže u kojoj praktično nema hidroelektrana i u kojoj nuklearne termoelektrane imaju perspektivu da preuzmu bazično opterećenje je takva da Uprava postavlja zahtjev da svaka jedinica, pa i najveća mora da bude sposobna za rad u dvije smjene. Tako npr. tender za 500 MW jedinicu uvjetuje slijedeće:

»Cjelokupno postrojenje mora biti sposobno za svakodnevni rad u sistemu električne mreže i to kako za trajni rad tako i za rad u dvije smjene.

Pri konstrukciji treba pretpostaviti da pri radu u dvije smjene postrojenje može biti rasterećeno za pola sata, te da poslije stajanja od 6 sati bude sinhronizirano u toku deset minuta i zatim opterećeno do punog opterećenja za 20 minuta.«

Iz velikog niza problema koji se postavljaju pred konstruktora ovakvih jedinica moguće je u okviru ovog izlaganja prodiskutirati samo nekoliko. Radi toga će ovo izlaganje biti nepotpuno. Dotaknut ćemo neka pitanja koja proističu iz



Sl. 1. Dijagram povećanja termičkog stepena korisnosti

upotrebljenog parnog ciklusa, konstrukciju toplih dijelova turbine, dispoziciju seta, konstrukciju dijela niskog pritiska, te neke posebne probleme najvećih jedinica. Izlaganje ćemo ilustrirati podacima o konstrukcijama General Electric Company.

1. Termički ciklus

Svaki od velikih svjetskih proizvođača u osnovi slijedi vlastitu kontinualnu liniju razvitka održavajući po mogućnosti osnovnu konstruktivnu koncepciju. Na taj način je jedino moguće koristiti iskustvo iz prethodnih konstrukcija na kojima se zasnivaju neophodne ekstrapolacije. Kod turbina GEC ovaj se kontinuitet može veoma jasno pratiti na svim jedinicama sa međupregrijanjem pare počev od 120 MW, preko 200, 350, 500 do 660 MW. Parametri pare ovih jedinica dati su u tabl. 1.

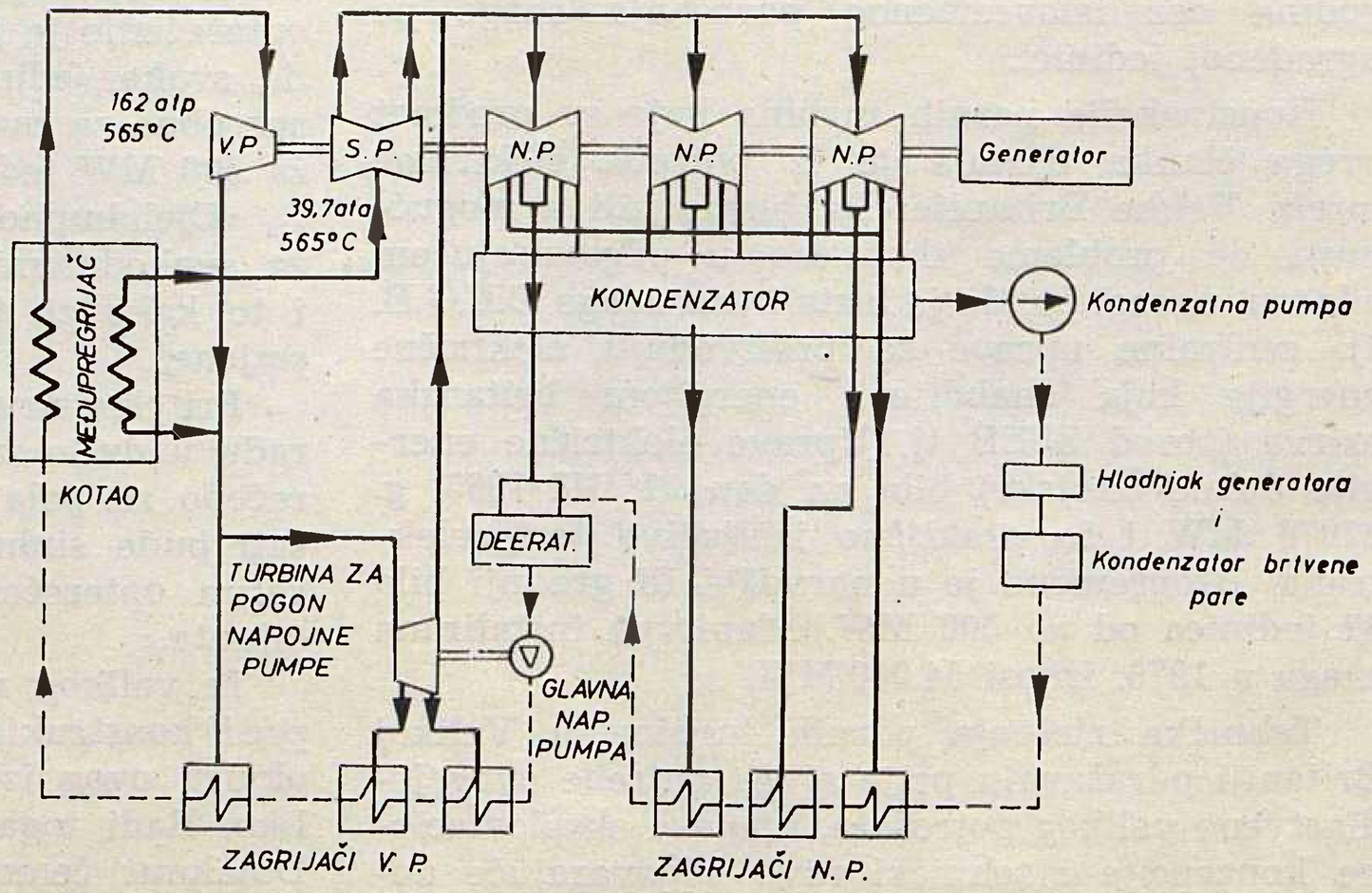
Tablica 1

Snaga	Svježa para		Međupregrijana para		Temperatura napojne vode
	Pritisak	Temperatura	Pritisak	Temperatura	
MW	atp	°C	ata	°C	°C
120	105,5	538	26,4	538	224
200	165	565	31,0	538	249
350 i 500	162	565	39,7	565	253
660*	162	565	38,6	565	163
660**	246	538	65	538	
			19	538	

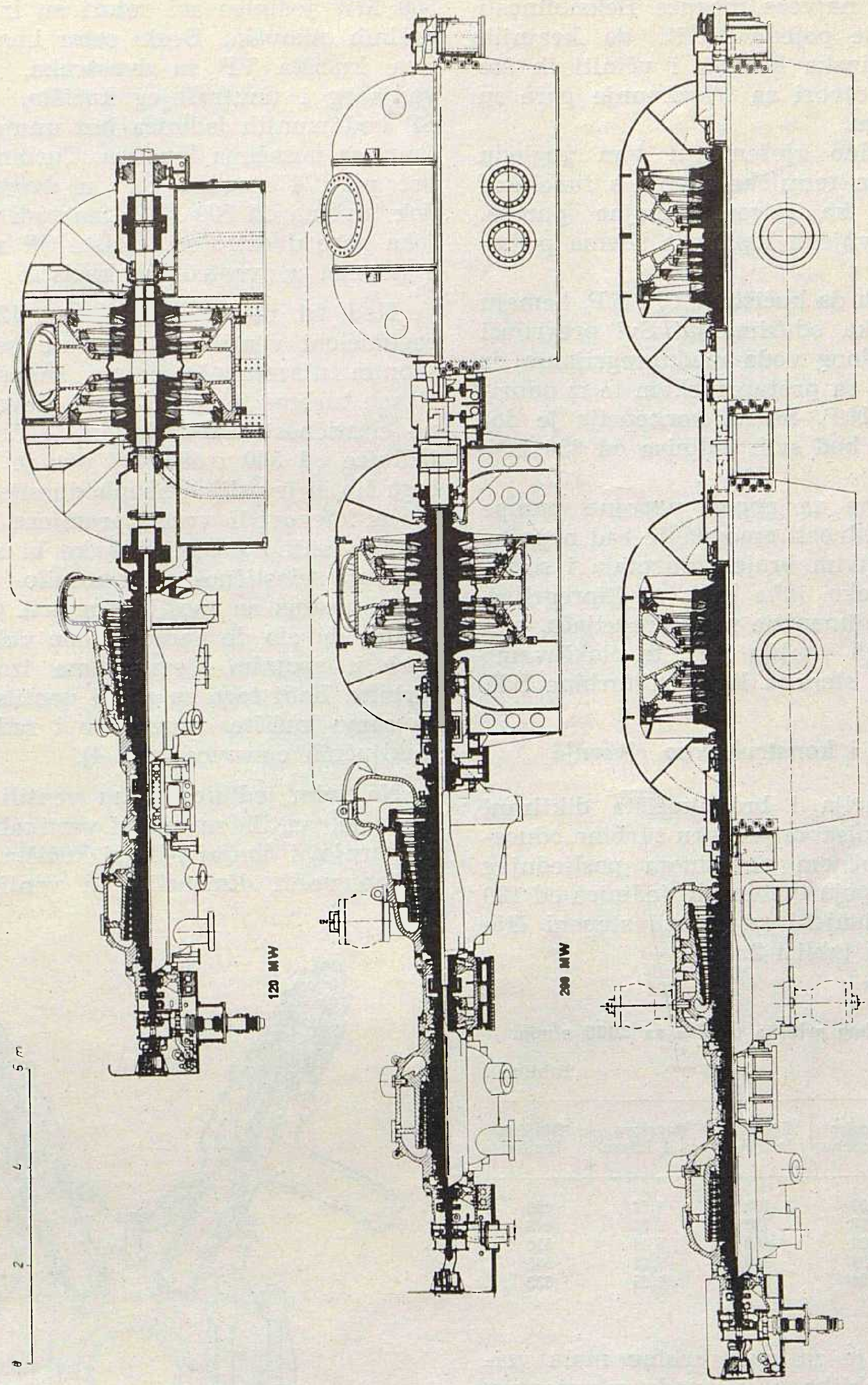
Primjedba: * Projekat NTE Dungeness B
** Projekat termoelektrane DRAX sa dvostr. međupregr.

Zapažamo da je, s izuzetkom superkritične jedinice 660 MW, temperatura pare rasla od 538° na 565° C s porastom pritiska od 106 ata na 162 ata. Sve jedinice od 500 MW imaju temperaturu svježe i međupregrijane pare 565° C u slučaju loženja ugljenom, dok je kod mazutom loženih kotlova ova temperatura snižena na 538° C kako za svježu tako i za međupregrijanu paru u cilju izbjegavanja korozije u pregrijaču i međupregrijaču kotla. Također treba naglasiti da se kod turbine za NTE Dungeness radi o tzv. A.G.R. tipu (Advanced Gas Cooled Reactor) plinom hlađenog reaktora koji omogućuje upotrebu pare visokih parametara, te time i turbine u osnovi konvencionalne gradnje. Superkritične jedinice za TE DRAX radit će s najvišom temperaturom pare od 538° C kako bi bilo omogućeno da u turbini upotrebimo feritno-perlitne materijale.

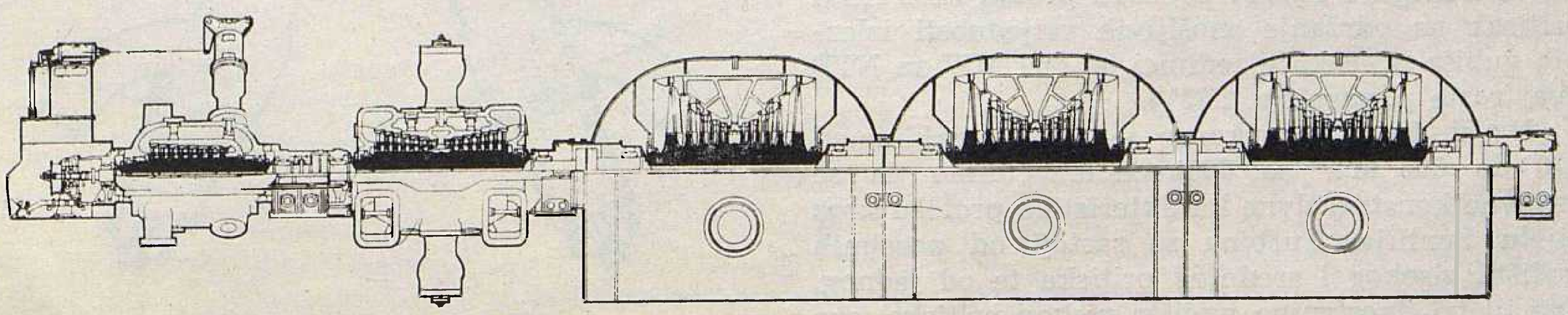
Na sl. 1 prikazan je porast termičkog stepena korisnosti turbine u odnosu na jedinice s parom parametara 42 atp i 454° C. Dat je i trend opadanja specifične cijene stroja s porastom jedinične snage. U cijenu je uključena turbina i generator, kondenzaciono i regenerativno postrojenje.



Sl. 2. Pojednostavnjeni parni ciklus 500 MW jedinice



Sl. 3a Dispozicioni presjek turbina 120 MW, 200 MW, 350 MW



Sl. 3b Uzdužni presjek 500 MW turbine za TE KINGSNORTH

Radi postizanja najveće moguće fleksibilnosti turbine potrebno je pojednostaviti do krajnjih granica topla turbinska kućišta i učiniti ih što simetričnijim. Svi otvori za oduzimanje pare su u tom pogledu štetni.

Potpuno dosljedno rješenje u tom pogledu omogućuje upotreba termičke sheme s turbinom sa protupritiskom za pogon napojne pumpe. Ovakva pojednostavnjena toplinska shema prikazana je na sl. 2

Zapažamo odmah da kućišta V.P. i S.P. nemaju ni jednog priključka oduzimanja. Svi pregrijači se napajaju iz hladnog voda međupregrijanja, iz oduzimanja turbine sa protupritiskom te iz oduzimanja na turbini N.P. Slična koncepcija je dosljedno sprovedena kod svih jedinica od 350 MW do 660 MW.

Upotreba turbine za pogon napojne pumpe pored navedene prednosti omogućuje rad napojne pumpe s promjenljivim brojem okretaja i sniženje protoka pare oko 10% kroz međupregrijač. Ovim smanjujemo dimenzije međupregrijača, cjevovoda, prihvatačkih ventila S.P., te olakšavamo konstrukciju prvog stepena lopatica turbine S.P.

2. Dispozicija i konstruktivno rješenje

Osnovna dispozicija i broj kućišta diktirani su brojem izlaza u niskom pritisku turbine odnosno najvećom protočnom površinom posljednjeg stepena. U toku razvoja turbinskih jedinica od 120 do 660 MW primijenjeni su zadnji stepeni čije su dimenzije date u tablici 2.

Prosječni stupnjevi niskog pritiska turbine sa 3000 o/min.

Tablica 2

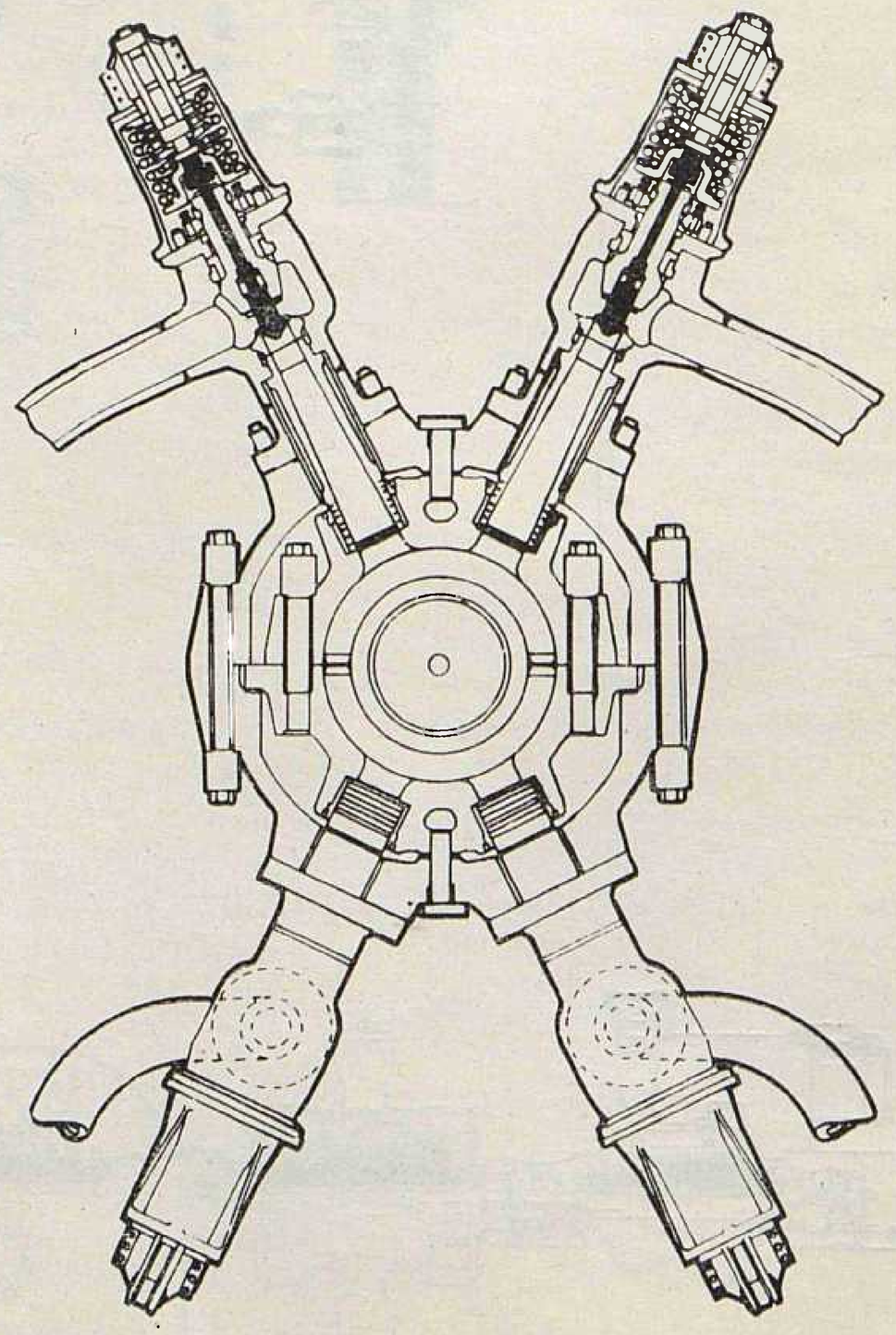
Snaga	Broj izlaza	Promjer u korijenu	Dužina lopatice	Površina po 1 izlazu	Obodna brzina
120	2	1400	700	4,62	440
200	4	1400	700	4,62	440
350	4	1524	860	6,44	510
500	6	1524	940	7,26	535
660	6	1524	940	7,26	535

Karakteristična je za ove turbine mala vrijednost izlaznog gubitka koja opada s porastom jedinične snage. Tako je npr. kod 120 MW turbine ovaj gubitak 2.4% od raspoloživog toplotnog pada dok je kod 500 MW turbine svega 1.3%, a pri pritisku u kondenzatoru od 0.038 ata. Očigledno je da je uz nepromijenjenu vrijednost izlaznog pritiska moguće znatno povećati protok kroz niski pritisak uz održanje snošljivih vrijednosti izlaznih gubitaka. Tako u jedinici od 660 MW za NTE ovaj raste ponovo na 2.35%.

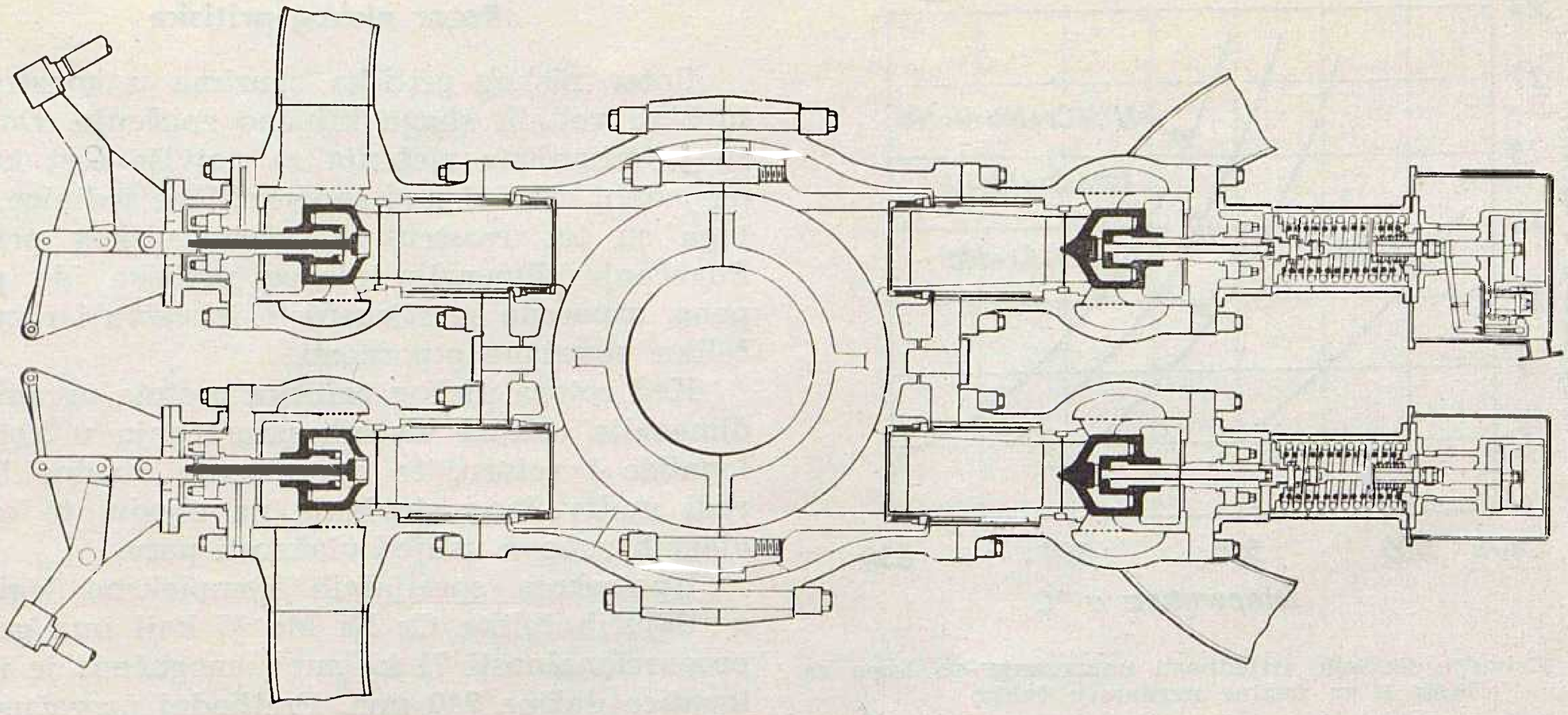
Na sl. 3a i 3b prikazan je razvoj turbina od 120 do 500 MW sa 3000 o/min. Vidimo da se osnovne konstruktivne karakteristike protežu kroz cijelu familiju. Turbina se sastoji od posebnih kućišta visokog i srednjeg pritiska te od jednog, dva ili tri dvostrujna kućišta niskog pritiska, sve na jednoj osovini. Počev od 200 MW jedinice do 500 MW jedinice svi rotori su izrađeni od integralnih otkovaka. Svaki rotor ima po dva ležaja. Sva kućišta VP su dvostruka, sastavljena od vanjskog i unutrašnjeg kućišta, dok su kućišta SP kod manjih jedinica bez unutrašnjeg kućišta, samo sa nosačima lopatica. Turbina 350 MW ima već prva 4 stepena S.P. u dvostrukom kućištu dok turbina od 500 MW ima radi povećanog protoka pare dvostrujno kućište SP sa također prva 4 stepena u dvostrukom kućištu.

Kod tri manje jedinice od 120 do 350 MW regulacioni ventili svježe pare se nalaze u posebnim ulaznim kućištima smještenim sa obje strane turbine te su povezani cjevovodima dovoljne elastičnosti sa turbinom V.P. Međutim, kod jedinice od 500 i 660 MW ovo je napušteno radi toga što ih je uslijed neophodnosti da se primijene spojni cjevovodi većeg promjera i debljine, potrebno znatno produžiti kako bi se dobila odgovarajuća elastičnost i smanjilo opterećenje na prirubnicama na snošljivu mjeru. Ovo bi, s druge strane, dovelo do nedozvoljeno velikih zapremina pare u spojnim cjevovodima između ventila i turbine. Radi toga su sva 4 ventila VP smještena na samo kućište, simetrično i radijalno, umjesto priključnih cjevovoda (sl. 4).

Na svim jedinicama su ventili S.P., tzv. prihvatački ventili, smješteni vertikalno, u parovima na gornjoj i donjoj polutci kućišta. Ovi su ventili znatno većih dimenzija od ventila svježe pare



Sl. 4. Poprečni presjek kroz kućište V. P. i regulacione ventile



Sl. 5. Poprečni presjek kroz kućište S. P. i prihvatačke ventile

s velikim pokretnim masama te nisu mogli biti smješteni na povoljan način radijalno. Odgovarajućom konstrukcijom omogućena je njihova slobodna toplinska dilatacija duž osovine i poprečno na nju (sl. 5).

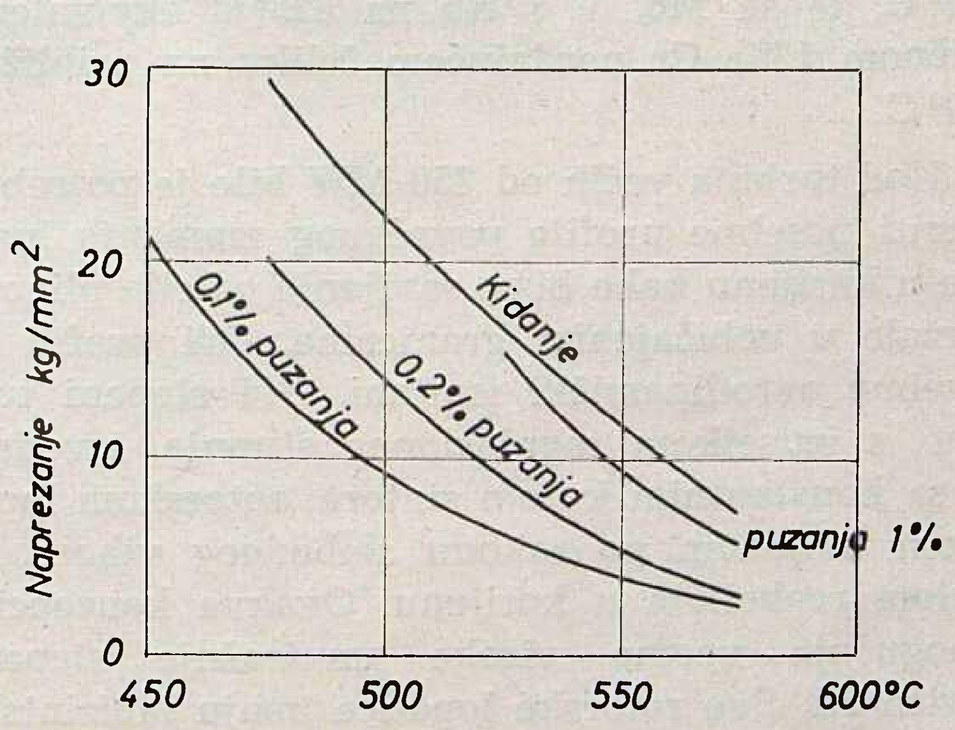
Karakteristično za sve ove jedinice je da imaju uvođenje pare u regulacioni stupanj V.P. po cijelom obimu tj. da se reguliranje vrši prigušivanjem u ventilima. Ovo je od najbitnijeg utjecaja na fleksibilnost turbine pošto se time pojednostavnjuju i postižu simetrične toplinske dilatacije. Pošto je koncepcija električne mreže takva da turbine treba da rade uglavnom pri punom opterećenju, a da se reguliranje opterećenja postiže zaustavljanjem pojedinih jedinica, nešto lošija potrošnja pri parcijalnom opterećenju nema značaja. Naprotiv, sve su jedinice konstruirane tako da im je optimalna potrošnja pri punoj snazi.

Konstrukcija rotora

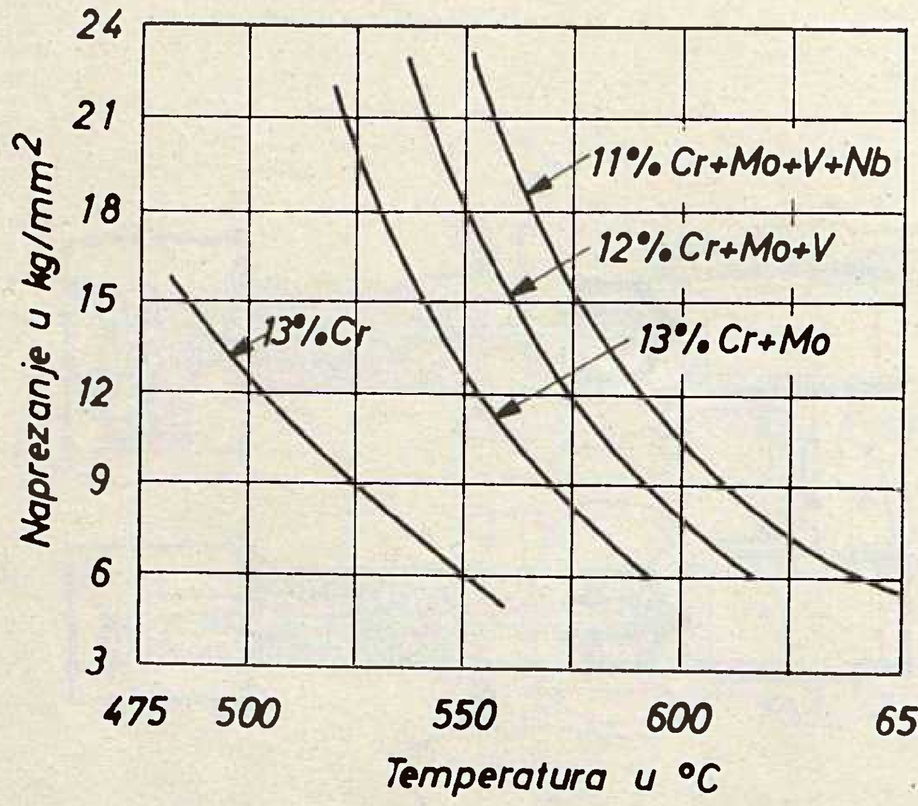
Konstrukcija rotora ovih turbina postavlja nekoliko važnih ograničenja. Rotor V.P. iako izložen pari najviših temperatura i pritisaka može se sve do snage od 660 MW izvesti jednostrujan. Lopatice su relativno kratke, te je i rotorsko opterećenje u uobičajenim granicama. Međutim u turbini S.P. specifična zapremina pare je oko pet puta veća od zapremine svježe pare te su radi toga, pri istoj temperaturi, i centrifugalna opterećenja lopatica, korijena i diskova veoma velika. Pored upotrebe dvostrujnog rotora SP u 500 MW i 660 MW turbini neophodno je primijeniti hlađenje parom rotora između diskova prvog stepena. Materijal rotora VP i SP su čelični otkivci sastava 1 % Cr, 1 % Mo i 0,3 % V. Ovaj materijal ima relativno povoljne osobine na visokim temperaturama što se vidi iz sl. 6.

Međutim, nije jednostavno odrediti kolika su dozvoljena naprezanja ovakvih visokotemperaturskih rotora. Smatra se da raspodjela opterećenja ne odgovara početnoj elastičnoj raspodjeli opterećenja radi toga što pod utjecajem pucanja materijala na visokoj temperaturi dolazi do preraspodjele opterećenja koje se izjednačuje u radijalnom pravcu. Radi toga se rotori dimenzioniraju prema srednjem tangencijalnom naprezanju, tako da puzanje ne prelazi 0.1% za 100.000 h na radnoj temperaturi. Ovaj jednostavni kriterij očigledno nije dovoljan, te se ulažu značajni napori u analizu rasporeda temperature u hlađenom i nehlađenom rotoru. Ovi proračuni su izuzetno složeni te se izvode uz pomoć digitalnih računskih strojeva ili analogijom pomoću elektrolitičkog tanka. Interesantna analiza ovog problema može se naći u članku F. Dolina [L. 1] i u diskusiji R. G. Carltona. S obzirom na izuzetnu važnost ovog problema za sigurnost rada velikih parnih turbina u V. Britaniji je u toku program praćenja deformacija uslijed puzanja rotora na visokoj temperaturi. Ova ispitivanja organizira C.E.G.B. zajedno sa proizvođačima turbina.

Lopatice u svim turbinama učvršćene su u korijenu isključivo pomoću višestruke viljuške sa



Sl. 6. Otkivci rotora od 1% Cr Mo V, očekivane deformacije puzanja i kidanje za 100.000 h



Sl. 7. Krivulje fizičkih vrijednosti naprezanja do loma za 10.000 h za feritne nerđajuće čelike

zakovicama. Pokazalo se, da ovaj tip korijena omogućuje dosljednu upotrebu u svim stepenima VP, SP i NP uz uobičajena dozvoljena opterećenja i materijale i to 12% Cr Mo V za najviše temperature, 13% Cr Mo za visoke i 13% Cr nerđajući čelik za niže temperature osim zadnjeg stepena N.P. Sve lopatice imaju bandaže te se ne primjenjuju žice za prigušenje vibracija.

U proizvodnji parnih turbina već dugo vremena je u upotrebi 13% Cr čelik sa niskim sadržajem ugljika od 0.15—0.20%. Ovaj je materijal upotrebljiv u oblasti do 500° C, te ima izvanredne osobine pri dinamičkim opterećenjima. Na sl. 7 uspoređeni su noviji i više legirani materijali u pogledu osobina na visokim temperaturama, te se može uočiti postignuti napredak.

Radi usporedbe lopatičnih materijala u pogledu zamora na povišenim temperaturama izvedena su ispitivanja uzoraka na različitim temperaturama, sa konstantnim jednosmjernim srednjim naprezanjem od 12.6 kg/mm² i superponiranim promjenljivim opterećenjem sa frekvencijom od 2000 cik/min. Na sl. 8 prikazani su dijagrami dinamičke izdržljivosti do loma, te se vidi da su nerđajući čelici sa Mo na 550° C, sa Mo i V na 590° C, te sa Mo, V i Nb na 625° C ekvivalenti običnom 13% Cr nerđajućem čeliku na približno 420° C.

Kod turbina većih od 350 MW bilo je potrebno razviti posebne profile povećanog momenta inercije u korijenu kako bi se savijanje od sila plinova održalo u uobičajenim granicama. Ovi profili su posebno aerodinamički ispitani. Svi stepeni turbine, s izuzetkom regulacionog stupnja, izvedeni su sa konstantnim kutom statora, rotorskom lopaticom uvijenom po zakonu slobodnog vihora, te malom reakcijom u korijenu. Ovakva koncepcija omogućuje veoma visoke unutrašnje stepene korisnosti. Sve rotorske lopatice imaju labirintske brtve na bandažama budući da je primijenjena znatna reakcija na vrhu lopatice.

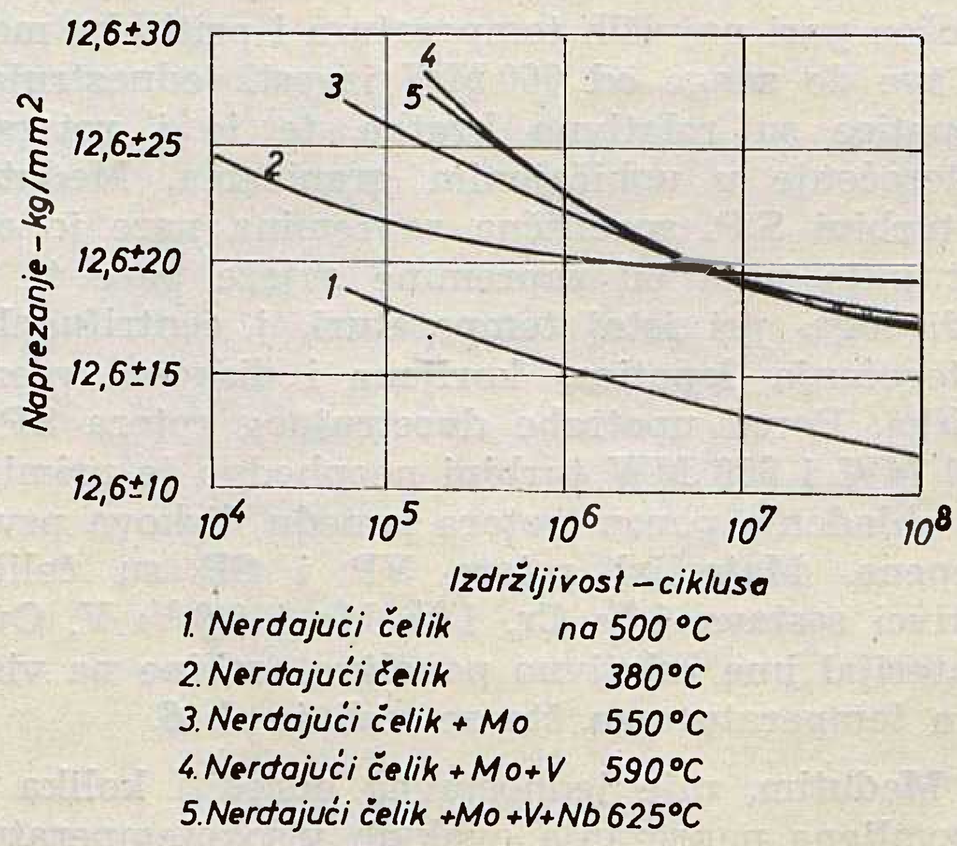
Rotor niskog pritiska

Rotor niskog pritiska zauzima u konstrukciji turbina velikih snaga ključno značenje. Do sada su primijenjena rješenja sa najviše šest kućišta na jednoj osovini kod superkritične jedinice, a od toga su tri dvostrujna kućišta niskog pritiska. Povećanje dimenzija niskog pritiska ide postepeno, usporedo sa stjecanjem iskustva i razvojem čelika povećane otpornosti.

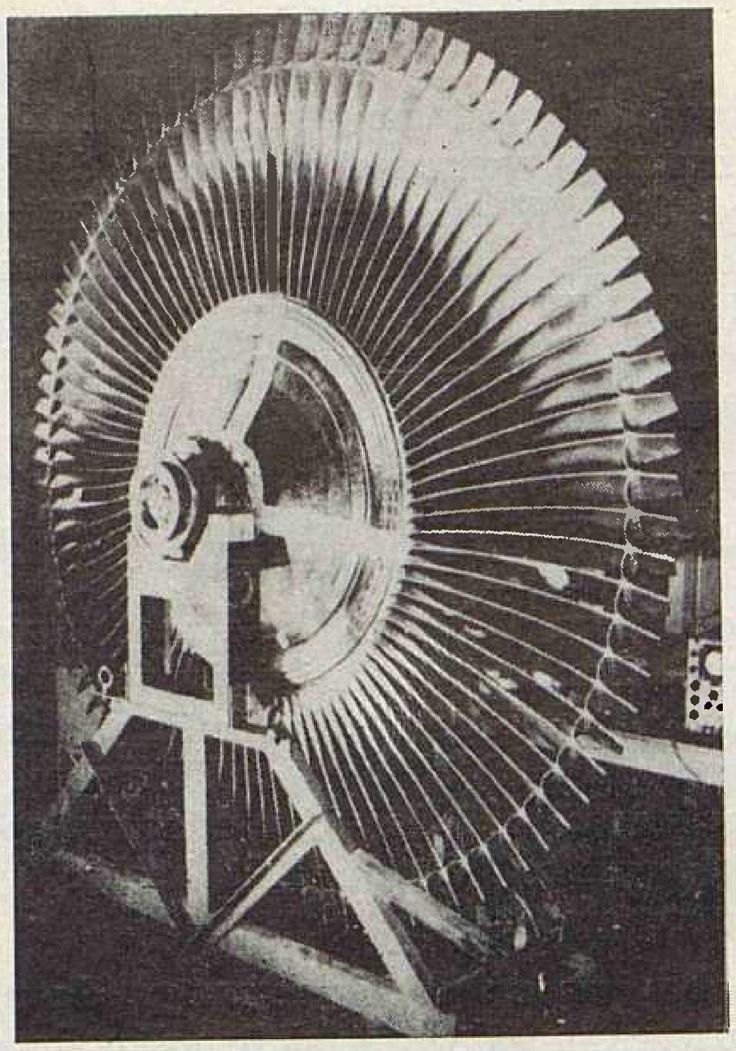
Kod rotora niskog pritiska postoje ograničenja dimenzija uslijed visokih naprezanja u korijenu lopatice i rotoru, te ograničenja obodne brzine radi nadzvučnog strujanja na obodu, te erozije ulaznih rubova uslijed vlažnosti pare.

Upotrebom specijalnih kompleksno legiranih nerđajućih čelika Cr Ni Mo V koji ima granicu proporcionalnosti 71 kg/mm² omogućena je izrada lopatice dužine 940 mm. Prethodni proračuni pokazuju da bi bilo moguće i povećanje dužine do 1070 mm. Međutim, do sada se njihova primjena nije pokazala nužnom. Lopatice navedene u tab. 2 su tako konstruirane da naprezanja ne prelaze nigdje 35 kg/mm² usprkos upotrebi bandaža u obliku izvrnutog luka o kome će dalje biti riječi.

Rotor niskog pritiska konstruiran je u najvećim jedinicama u dvije varijante i to od 3% Cr Mo čelika sa minimalnom čvrstoćom na granici proporcionalnosti = 52 kg/mm² ili varene konstrukcije u obliku diskova jednakog naprezanja od 2% Cr Ni Mo čelika. Ovakvi rotori se konstruiraju sa trostrukim stepenom sigurnosti u odnosu na srednje tangencijalno naprezanje. Smatra se da kod rotora u monoblok-izvođenju elastični naponi u veoma ograničenoj oblasti centralnog kontrolnog otvora nisu mjerodavni za određivanje stepena sigurnosti. U ovom pogledu su monoblok-rotori u znatnoj prednosti nad konstrukcijom u obliku osovine s diskovima radi toga što kod ove posljednje veličinu centralnog otvora određuje potreban promjer osovine radi transmisije obrtnog momenta. Pošto promjer rukavca dostiže 500 mm to ovako veliki otvori u diskovima zahtijevaju veoma velike poprečne dimen-



Sl. 8. Izdržljivost na zamor feritnih nerđajućih čelika



Sl. 9. Eksperimentalno kolo s lopaticama dužine 940 mm pripremljeno za vibraciona ispitivanja x

zije glavičine kako bi se naprezanja održala u dozvoljenim granicama. Prethodne studije upućuju na zaključak da je za još veće jedinice reda 750—800 MW na jednom vratilu svrsishodna varena konstrukcija, budući da nije sigurno da li će biti moguće izraditi metalurški besprijekorne monoblok-otkivke potrebnih dimenzija.

Lopatica posljednjeg stupnja je neuobičajene konstrukcije. Ona je nastala iz lopatica dužine 860 mm upotrebljenih u 350 MW jedinici dodavanjem jednog slobodnog nastavka dužine 80 mm (sl. 9)

Bandaža u obliku izvrnutog luka koji efikasno ukrućuje vijenac lopatica zadržana je na istom promjeru. Na taj način je strujni presjek u oblasti najvećih brzina potpuno slobodan, bez uobičajenih žičanih prepreka. Profili i dimenzije kanala na najvećim presjecima predmet su posebne aerodinamičke studije (L. 2).

Dalje ograničenje maksimalnoj slobodnoj brzini predstavlja otpornost bridova lopatice na eroziju vodenih kapljica. Ovdje treba zapaziti, da su obodne brzine od 535 m/sek dozvoljene radi toga što se vlažnost na izlazu iz stupnja kreće 7%. Teško je reći danas bilo što o tome kako će se ponašati ove jedinice u pogledu erozije vodenih kapljica. No, pretpostavlja se da će zaštitni bridovi od stelita postavljeni na oko petine dužine lopatice, uz postojanje posebnih mjera za odvođenje vlage na obodu ispred zadnjeg stepena omogućiti dovoljnu trajnost u pogonu. Ovaj problem je danas posebno važan radi određivanja najveće dozvoljene brzine na obodu, odnosno dimenzija turbine na NTE koje rade sa zasićenom parom i kod kojih vlažnost na izlazu dostiže do 13%. Na sl. 10 data je procjena ove zavisnosti prema najnovijim podacima saopćenim u maju ove godine u Belgiji (L. 3).

Specijalni problemi

Potrebno je dotaći se na kraju i dinamičkih problema turbine i generatora. Određivanje kritičnih brzina tandem kompaund-stroja sa ukupno sedam rotora je izvanredno složen i dugotrajan posao koji se međutim rješava danas pomoću digitalnih računala. Postoji znatna nesigurnost u određivanju tzv. »fleksibilnosti« ležaja i oslonaca što dovodi u pitanje tačnost računanja. Kod opisane familije turbina ova je poteškoća izbjegnuta na taj način što su svi rotori turbine konstruirani kruto tj. sa prvom slobodnom kritičnom brzinom izračunatom pod pretpostavkom potpuno krutih oslonaca od oko 4000 o/min. Na taj način, bez obzira na utjecaj generatora i ležaja, svi vezani viši kritični brojevi okretaja ostaju znatno iznad 3450 o/min, što predstavlja brzinu ispitivanja pri pokusu centrifugiranja.

Slijedeći važan dinamički problem je određivanje momenta kratkog spoja radi dimenzioniranja posljednjeg rukavca između turbine i generatora. Rješavanjem sistema diferencijalnih jednadžbi putem analognog računala određuje se odnos maksimalnog okretnog momenta prema momentu pri punom opterećenju. Tim putem su za 500 MW jedinicu dobivene slijedeće vrijednosti na pojedinim rukavcima:

NP_3-GEN	NP_2-NP_3	NP_1-NP_2	SP-NP_1	VP-SP
4.04	3.64	3.58	3.65	2.32

Na osnovu ovih vrijednosti dimenzioniran je promjer najvećeg rukavca na oko 500 mm. Pri ovakvoj brzini od 78.5 m/sek mogu se očekivati, zavisno od konstrukcije ležaja, poteškoće sa stabilnošću uljnog filma i pojave vibracija. Ove su pojave također podvrgnute eksperimentalnoj provjeri za određenu konstrukciju. Za još veće jedinice od 660 MW bit će potrebno pažljivo provjeravati postojeća rješenja, te po potrebi tražiti nova.

Kod turbina međupregrijanjem regulacija mora da osigura, da pri ispadanju generatora sa mreže, broj okretaja turbine ne poraste više od 10%

Sl. 10. Dozvoljena obodna brzina zavisna od teoretske konačne vlažnosti i od erozivnog indeksa E

kako centrifugalni izvrstilac ne bi aktivirao brzozatvarajuće ventile. Vrijeme koje stoji na raspoloženju regulaciji za zatvaranje regulacionih ventila svježe pare i prihvatačkih ventila je izvanredno kratko i zavisi od početnog ubrzanja turboseta, te od količine pare koja se nalazi u cjevovodima između ventila i turbine i u samoj turbini.

Ukupni polarni moment inercije rotora turbine i generatora i početna ubrzanja

Tablica 3

Snaga MW	Pol. momenat inercije kg m²	Početno ubrzavanje % u sek
120	9 850	12,3
200	17 700	11,4
350	30 000	11,9
500	43 000	11,7

Vidjeli smo u ranijem izlaganju što je učinjeno u pogledu smještaja regulacionih i prihvatačkih ventila kako bi se zapremnina pare smanjila na najmanju mjeru. Pored toga iz gornje tabele je vidljivo da kod većih jedinica ne dolazi do povećanja inicijalnog ubrzanja, kao što se ponekad pogrešno zaključuje, radi toga što nasuprot smanjenja specifičnog polarnog momenta inercije generatora, djeluje povećanje momenta inercije rotora turbine niskog pritiska tako da su vrijednosti inicijalnog ubrzanja praktično konstantne. Regulacioni sistem je u osnovi mehanički sa hidrauličkim servomotorima za pokretanje ventila. Svi regulacioni impulsi prenose se mehaničkim putem osim impulsa za regulaciju donjeg para prihvatačkih ventila, koji uslijed nezgodnog postavljanjanja primaju hidrauličkim putem impuls od zatvaranja gornjeg para ventila. Njegova ukupna vremenska konstanta je izvanredno mala i iznosi oko 0.47 sek. Ispitivanja regulacije 120 MW turbine su pokazala da pri ispadanju iz rada prelazni porast broja okretaja ostaje ispod 8%, uz djelovanje regulatora osjetljivog na ubrzanje. Najnovije jedinice od 660 MW imat će, na zahtjev C.E.G.B. mehanički regulator zamijenjen električnim, dok će prijenos impulsa biti i dalje nepromijenjen. Novi sistem se razrađuje.

Zaključak

Iz dosadašnjeg izlaganja može se zaključiti da je konstruktivna koncepcija turbine do jedinične snage od 800 MW jasno trasirana. Mislim da je to za našu zemlju koja sada ugrađuje prve blokove od 200 MW, a ima tek ugrađenih 1050 MW termoelektrana, dovoljna perspektiva za slijedećih 15 do 20 godina.

Možemo sa uvjerenjem reći da će to biti turbina sa potkritičnim ciklusom 165 atm i temperaturom pare od 540 do 565° C, ili sa natkritičnim ciklusom 246 atm i temperaturom pare oko 540° C. Turbina će biti jednoosovinska sa 5 do 6 kućišta. Lopatice će biti čelične, dužine vjerojatno ne veće od 1050 mm. Efikasnost ciklusa će se kretati od 45.5 do 47%, odnosno specifična potrošnja toplote 1830 do 1880 kcal/kW na stezaljkama generatora.

Želio bih, no na žalost ne mogu, da na ovom mjestu ustvrdim sa istom sigurnošću da će naša elektroprivreda biti u tom istom razdoblju u stanju da se odluči da planski trasira svoj razvoj, definira jedinstvene parametre i veličine jedinica za određeno razdoblje, te u zajednici s nama iz industrije, odredi zadatke da osigura zemlji energetske blokove za slijedeća dva decenija. Mislim, da je to prvorazredan i neodložan zadatak od koga zavisi daljnji razvoj i naše energetike i naše industrije.

Literatura

[1] F. Dolin — *Some design problems arising in the development of very large high-speed turbines*
Proc. I. M. E. 177 (9) 1963.

[2] M. Adler, D. W. Bottle and R. Carlton — *Investigation of supersonic flow through the tip section of low-pressure blades of large steam turbines by means of cascade tests.*
Thermodynamics and fluid mechanics convention Cambridge 9—10 April 1964.

[3] R. Hohl: *Quelques problèms concernant les turbines à vapeur saturée pour centrales nucleaires.*

[4] J. M. Mitchell — *Design of steam turbines for G.E.C. 500 MW generators.*
G.E.C. Journal of Science and Technology Vol. 32, No 1, 1965.

[5] D. Kalderon — *Current Designs of large Reheat Turbines.* G.E.C. Journal of Science and Technology Vol. 29, No 1, 1962.

Naslov pisca: Eli Deleon, dipl. ing. Jugoturbina, Karlovac

PROBLEM INFORMACIJA U ENERGETSKOM GOSPODARSTVU POGONA

Siegfried Gehrecke, Borovo

Pri vođenju i usmjerivanju rada energetskih pogona jedan od vrlo utjecajnih faktora je ekonomičnost. Međutim, da se jedan energetski pogon može usmjerivati da radi ekonomično potrebne su izvjesne osnove da se mogu poduzimati određene mjere, s ciljem da se ekonomičnost pogona održi na što višem nivou. Autor članka je na pristupačan i popularan način prikazao nužnost unapređenja rada u energetici te dao prikaz postupaka počev od neminovno potrebnih mjerenja pojedinih osnovnih veličina do konačnih odluka i provođenja potrebnih intervencija.
Kako su upravo informacije dobivene mjerenjem jedan od osnova za daljnji rad to se je i autor posebno osvrnuo na taj problem te ga opširno opisao i potkrijepio mnogim primjerima iz prakse.

DK 620.9 : 621.317

1. Uvod

Svaki industrijski pogon, promatrano s kibernetskog stanovišta, predstavlja sklop regulacionih sistema, od kojih je jedan onaj koji služi za pokrivanje potreba energije. Ovaj energetsko — ekonomski sistem određen je za svaki pogon prema njegovoj tehničkoj, tehnološkoj i ekonomskoj strukturi i podešavan prema organizacionom postupku svojih komandnih organa. Svi organizacioni postupci komandnih organa temelje se na odlukama koje su dobivene na temelju informacija, a sa svrhom da se što djelotvornije ostvare pogonski zadaci. [1]. U okviru industrijske proizvodnje obim djelotvornosti su veličine: ekonomičnost, produktivnost i rentabilitet. U sistemu snabdijevanja energijom među pogonima, najznačajnija veličina je »ekonomičnost«.

Podmirenje energetskih potreba pojedinih pogona na ekonomičan način bit će postignuto:

1) ako stoje na raspolaganju iscrpne i tačne informacije o pogonskom energetskom i eksergetskom toku;
2) da su informacije tako podešene da služe kao podloga za odluke koje će se koristiti za unapređenje pogona;
3) da postavljanje odluke stvarno dovede do postupka koji će povisiti djelotvornost sistema za opskrbu energijom.

U te tri postavke mogu biti, odnosno nastati, osjetne manjkavosti koje ometaju djelotvornost sistema u pojedinim pogonima te štete ekonomičnosti pri snabdijevanju energijom.

2. Problem informacija

Problem informacija sastoji se stvarno iz dva dijela koji se mogu promatrati međusobno odvojeno:

1. Obuhvaćanje važnih energetskih veličina s mjernotehničke strane.
2. Planska razrada i obrada sakupljenih podataka.

Ova obadva dijela imadu, kako zajedničkih tako i pojedinačnih problema, koji će u nastavku biti pobliže razmotreni.

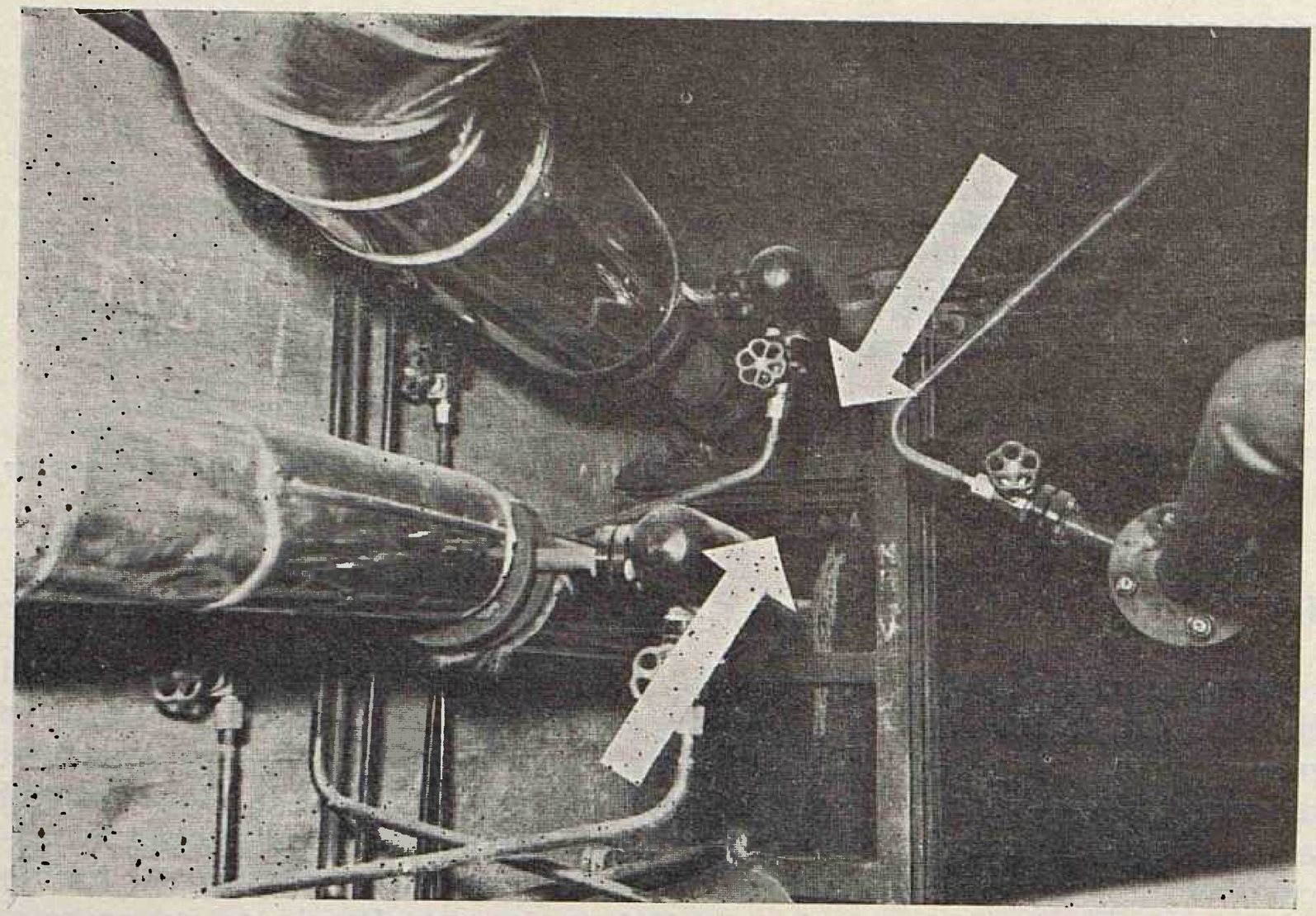
2.1. Pogonska mjerenja

Saznanje, da je energija znatan faktor u cijeni te da utječe na ekonomičnost pogona, probija se polagano čak i u onim pogonima koji su intenzivni potrošači energije. Stoga dolazi do toga da još i danas rijetko susrećemo u pogonu mjerne instrumente za mjerenje nosioca energije (izuzev brojila za el. energiju), te da se troškovi nosioca energije često obračunavaju na pojedine pogone i pojedina odjeljenja prema nekim zastarjelim ključevima. Od zastranjenja da se montira prevelik broj instrumenata ili da se montiraju vrlo precizni a time i vrlo skupi instrumenti, kao što je to djelomično slučaj na primjer u Zapadnoj Njemačkoj [2], nema još opasnosti kod nas u Jugoslaviji.

Međutim i kod nas se pojavljuje jedan drugi nedostatak: neispravne instalacije i nedovoljna njega, nedovoljno održavanje i nadzor mjernih instrumenata. Ovi nedostaci uzrokovani su bilo nepažnjom, pomanjkanjem interesa ili zbog pomanjkanja odgovarajuće izobrazbe. Kako su samo ispravni i ispravno priključeni instrumenti nedvojbeni uvjet za dobivanje upotrebljivih energetskih informacija i podataka to ćemo u nastavku prikazati najčešće greške koje nastupaju pri mjerenjima raznih nosilaca energije.

2.11 Neispravno mjerenje protočnih količina

Slike 1 i 2 prikazuju dva primjera loše ugrađenih mjernih prigušnica za mjerenje količina pare, vode i zraka. Tehnički podaci za obadvije prigušnice dati su na slikama 3 i 4 u obliku mjernih skica. Za prigušnicu 1 (slika 1 i 3) izračunat je omjer $d^2 : D^2 = m = 0{,}6$, a za prigušnicu 2 (slika 2 i 4) $d^2 : D^2 = m = 0{,}57$. Ako se uzme u obzir da kompenzator ispred prigušnice 1 imade isto djelovanje kao otvoreni zasun, tada se iz tabele 1 može lagano utvrditi potrebna udaljenost između kompenzatora i prigušnice : $26D = 2613$ mm. Kako stvarna udaljenost iznosi samo 520 mm to su izmjerene vrijednosti s obzirom na ometano strujanje neispravne. K ometanju strujanja uzrokovanog kompenzatorom dolazi kod prigušnice 1 i smetnja uzrokovana simetričnim smanjenjima cijevi ispred prigušnice od 125 mm na 100,5 mm što prema tabeli 1 zahtijeva ravnu dužinu sužene cijevi ispred prigušnice od barem $25D = 2512$. Stvarna dužina iznosi samo 420 mm. Kompenzatorom već



Sl. 1. Loše ugrađena prigušnica za mjerenje količine pare. Strelicom je označen kompenzator koji je ugrađen ispred prigušnice (sl. 3.)

ometano strujanje bit će zbog suženja još nejednoličnije te izmjerene vrijednosti sigurno neće biti bolje.

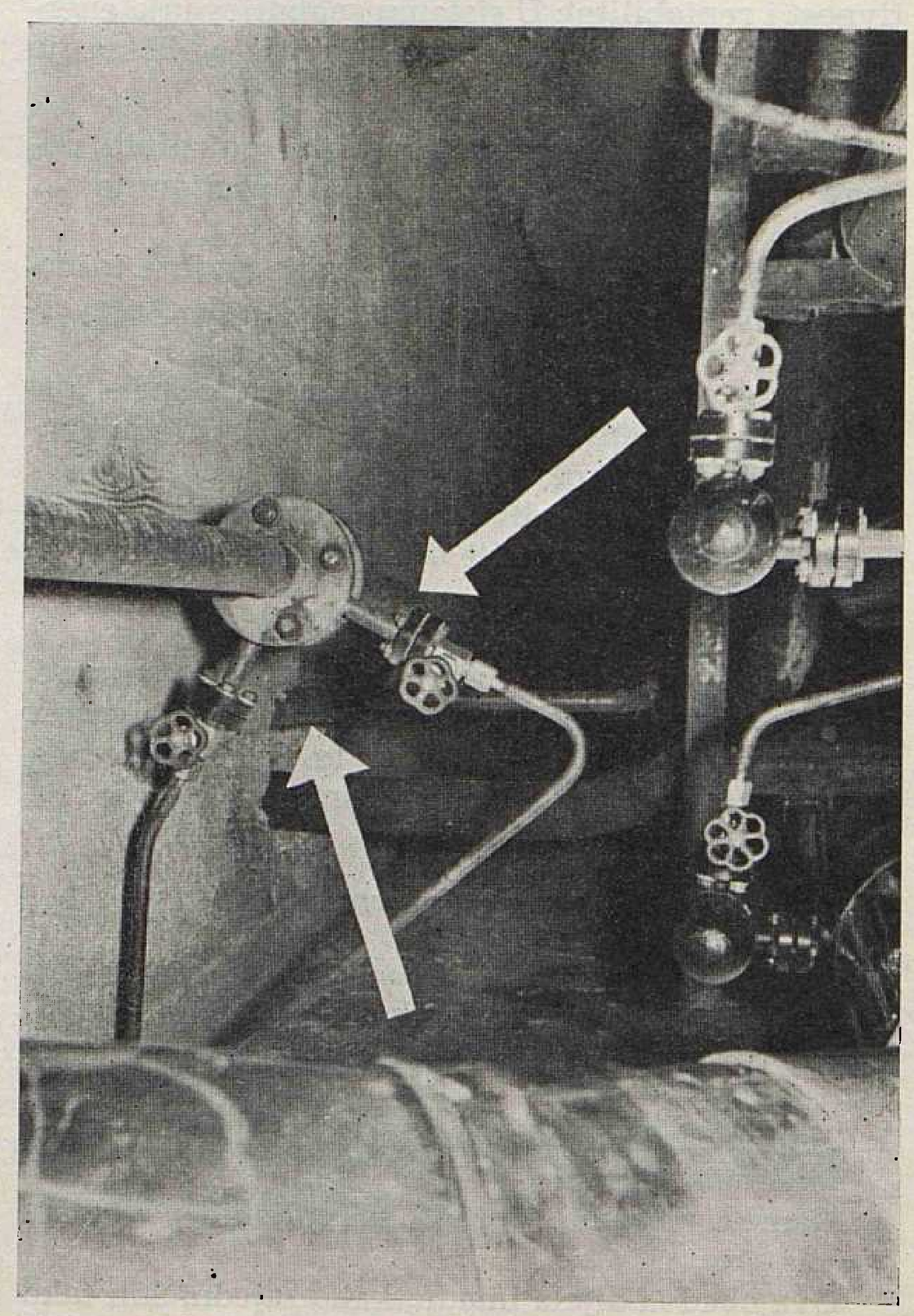
Ispred prigušnice 2 na udaljenosti od 700 mm nalazi se cijevni luk u dvije ravnine, koji ometa strujanje i prouzrokuje netačnost mjerenja. Iz tabele 1 slijedi potrebna minimalna udaljenost između luka i prigušnice od 74D = 3996 mm. Ovaj razmak može se smanjiti na polovicu ukoliko se može tolerirati povećanje greške mjerenja za ± 0,5%, odnosno na 20D ukoliko je neposredno iza luka ugrađen uređaj za stabilizaciju strujanja.

Potrebne dužine ravnih dijelova cjevovoda date su u literaturi [3 i 4] odnosno podacima firmi [5]. Prema podacima Schröder-a [4], mogu se na temelju novih istraživanja i usporedbe sa američkim normama, zanemariti razlike u postojećim propisima za ugradnju mjernih prigušnica, i to za prigušnice sa pojedinačnim oduzimanjem diferencijalnog pritiska i oduzimanjem diferencijalnog pritiska preko komora, kao i razlike pri ugradnji prigušnica i sapnica. U vezi s navedenim pod [4] u tabeli 1 dati su podaci o ugradnji koji su predloženi kao internacionalni.

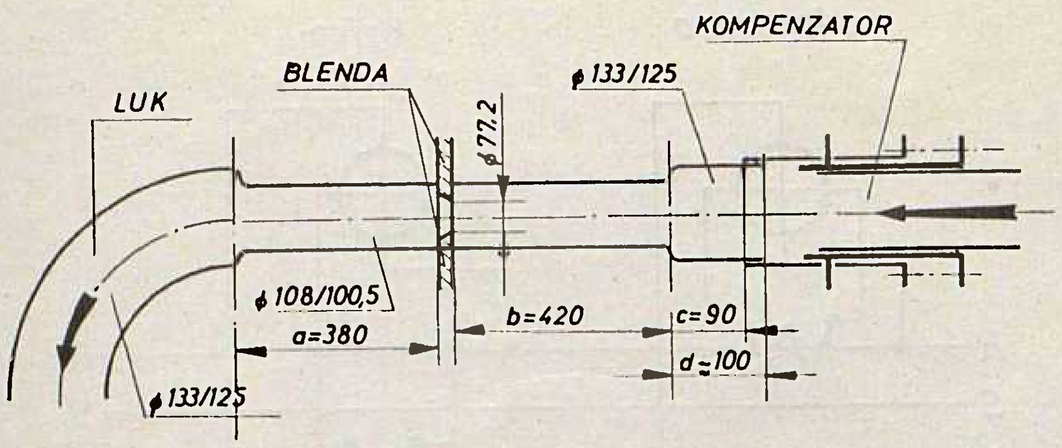
Kod mjerenja protočnih količina, osim grešaka nastalih uslijed neispunjenja uvjeta za potrebne dužine ravnog dijela cjevovoda, mogu nastati i druge greške od kojih Biasin [6] navodi slijedeće primjere:

1) U nekoj tvornici prehrambenih proizvoda mjerena je količina tople vode za devet sušionica. Od tih devet prigušnica bile su samo tri ispravno ugrađene. Kod jedne prigušnice bili su vodovi dif. pritiska zamijenjeni kod priključka na brojilo. Na pet mjesta bile su prigušnice naopako ugrađene što je prouzrokovalo pokazivanje manjih količina zbog smanjenja dif. pritiska uslijed manjeg suženja mlaza.

2) U nekoj tekstilnoj tvornici nisu se mogle koristiti tri mjerne prigušnice koje su trebale služiti za mjerenje količine pare.



Sl. 2. Loše ugrađena prigušnica za mjerenje količine zraka. Strelica pokazuje dvostruki luk ispred prigušnice (slika 4)



Sl. 3. Plan ugradnje mjerne prigušnice za mjerenje količine pare (sl. 1)

Kod prve prigušnice nije se dobivao ispravan otklon pri opterećenju. Kada je izvađena prigušnica ustanovljeno je da je bila jako iskrivljena u smjeru strujanja.
Drugu prigušnicu, pogon je sam izradio i ugradio. Sama prigušnica bila je pričvršćena na prsten zakovicama uslijed čega je izmijenjen propisan oblik prigušnice. Uslijed neispravnog oblika prigušnice i priključci za mjerenje dif. pritiska izvedeni su na neispravnim udaljenostima od prigušnice. (sl. 5).
Kod treće prigušnice brtva nije bila centrično postavljena tako da je oko 2 mm ulazila u struju pare.

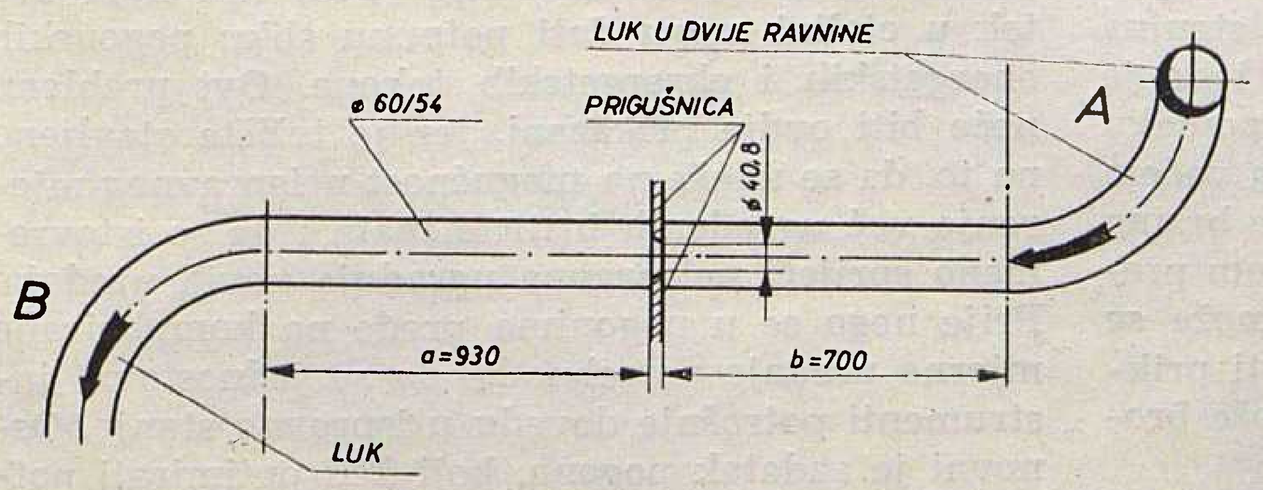
Potrebne dužine ravnog dijela cjevovoda

Tablica 1

Odnos otvora m	Jednostruki luk 90° ili T komad*	Dva ili više lukova 90° u istoj ravnini	Dva ili više lukova 90° u različitim ravninama	Potpuno otvoreni ventil	Potpuno otvoreni zasun
0,05	10 D	14 D	34 D	18 D	12 D
0,1	10 D	16 D	34 D	18 D	12 D
1,2	14 D	18 D	38 D	20 D	12 D
0,3	16 D	22 D	44 D	22 D	14 D
0,4	20 D	29 D	52 D	26 D	16 D
0,5	28 D	38 D	62 D	32 D	20 D
0,6	40 D	48 D	74 D	40 D	26 D
0,7	54 D	58 D	90 D	50 D	40 D

Ostale ugradnje u dovodu		Potrebni ravni dio cjevovoda u dovodu
Druga prigušnica (m 0,3) ili simetrično suženje		25 D
Uložak za termometar sa promjerom	≦ 0,03 D	5 D
Uložak za termometar sa promjerom ali	≦ 0,03 D < 0,13 D	20 D

* Podaci vrijede za T komade u dovodu kod kojih se strujanje dijeli na dva dijela te se jedan dio mjeri. Iza T komada gdje se spajaju dva strujanja nastaje vrtlog, te su potrebne veće dužine ravnog dovodnog dijela.



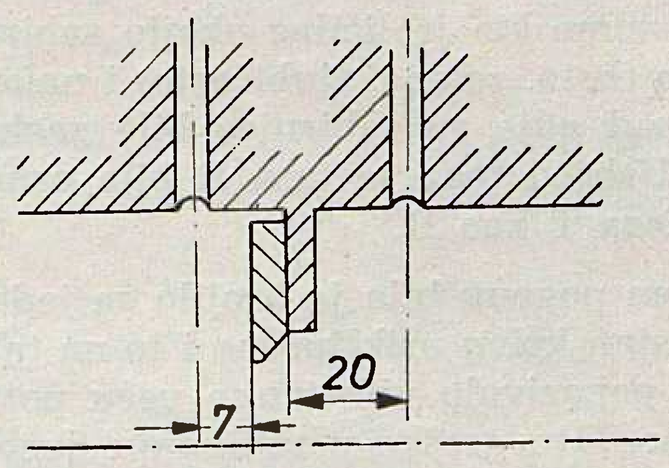
Sl. 4. Plan ugradnje mjerne prigušnice za mjerenje količine zraka (sl. 2)

Za slučaj da su priključci za mjerenje dif. pritiska nepropisno smješteni, kao i za slučaj da je brtva preuska, postoje korekturni faktori, pomoću kojih se mjerenja mogu bar grubo korigirati [3]. Takva se gruba korektura može izvršiti zbog utjecaja nagomilavanja nečistoće ispred prigušnice kao i zbog utjecaja zatupljenja oštrice prigušnice [7].

2.12. Neispravno mjerenje potroška električne energije

I pri mjerenju potroška električne energije također mogu često nastati osjetne greške, zbog neispravnog priključka brojila. Najčešće greške prilikom priključivanja su slijedeće:

— zamjena ulaza i izlaza strujnih grana
— krivi redoslijed strujnih i naponskih grana, te krivi priključci mjernih transformatora.



Sl. 5. Prigušnica neispravnog oblika i s neispravnim priključcima za mjerenje diferencijalnog pritiska

Ove zabune mogu biti objašnjene uglavnom sa tri uzroka:

1) Kod pogonskih razvodnih uređaja, prilikom naknadne ugradnje brojila, često je vrlo teško besprijekorno utvrditi ispravne veze za mjerne krugove.
2) Električari zaduženi za el. instalacije i održavanje, vrlo često nisu dovoljno upućeni u mjernu tehniku, a ponekad su ponešto i nemarni.
3) Kod električnih brojila postoji velik broj raznih mogućnosti priključaka kod kojih se ne može kontrolom smjera okretaja brojila utvrditi da li su ispravni ili ne (vidi kasnije).

Finckh navodi slijedeće primjere za neispravnosti električnih brojila [8 i 9].

1) U jednoj velikoj tvornici papira bila su montirana jednosistematska brojila na 17 odvoda.

Pregledom nacrta ustanovljeno je da je poduzeće koje je montiralo postrojenje, već u samom nacrtu krivo odredilo naponske grane tako da je već na samom početku bila isključena mogućnost ispravnog priključka brojila. Greška u nacrtu bila je još potencirana nemarnošću montera: od 17 brojila bilo je samo 8 priključeno prema nacrtu. Ostalih 9 brojila bilo je na daljnjih 5 načina krivo povezano, tako da su u tom 6 kV postrojenju brojila bila priključena na šest raznih načina. Jedno brojilo davalo je unatoč neispravnom priključku ispravne vrijednosti, jer se je greška pukim slučajem kompenzirala.

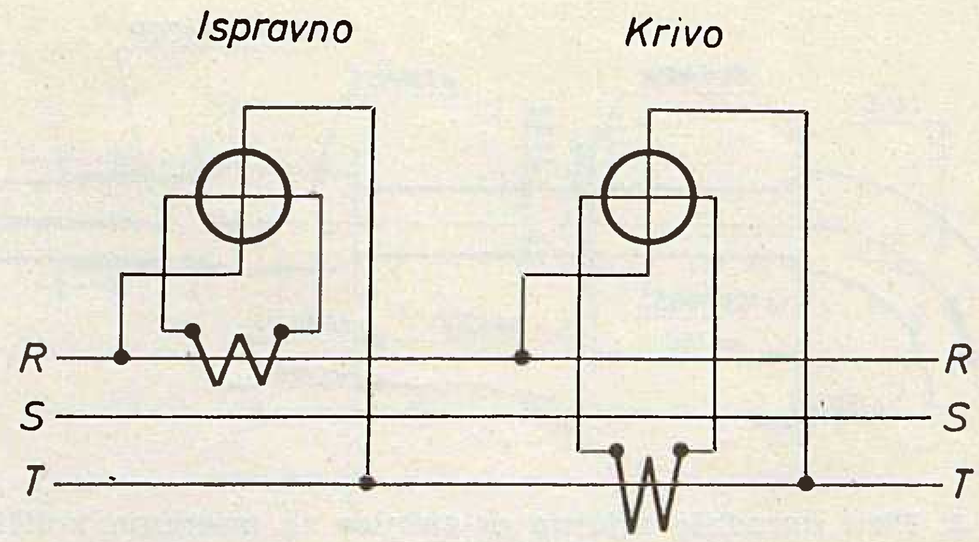
2) U nekoj valjaonici lakih metala pretpostavljalo se je da je brojilo ispravno priključeno na faze R, S, T s obzirom na boje sabirnica (žuta, zelena, ljubičasta). Pregledom je ustanovljeno da su sabirnice označene krivim bojama. Uzrok je bio u tome što je ličilac obojio sabirnice istim redom (žuto, zeleno, ljubičasto) i nakon prolaza kroz zid gdje su sabirnice bile zaokrenute za 180°. Uslijed toga je faza R bila označena kao T, a faza T kao R.

   U istom pogonu bilo je brojilo za jedan valjaonički stan krivo priključeno i to na takav način da je pokazivalo višestruko veću potrošnju od stvarne. Ova greška u vezivanju dogodila se je prilikom izmjene brojila, kada su na novo brojilo strujne i naponske grane priključene bez prethodne kontrole.

3) U nekom poduzeću drvne industrije nastupala je svakoga mjeseca razlika između ukupno primljene električne energije i sume potrošnje električne energije za oko 20%. Potrošnja energije registrirana je za pojedine pogone dvosistemskim brojilima (Aronov spoj). Potrošnja el. energije za rasvjetu utvrđivana je trosistemskim brojilima. Pregledom brojila utvrđeno je da je brojilo za rasvjetu izvedeno za napon 220/380 V, dok su naponski transformatori posredstvom kojih je brojilo bilo priključeno imali na sekundaru 110 V.

   Uslijed toga je dolazilo do greške od cca 50% tj. računalo se je samo sa polovicom stvarno utrošene el. energije za rasvjetu, što je iznosilo oko 15—20% ukupne potrošnje el. energije.

Greška koja nastaje uslijed krivo priključenih brojila ne ovisi samo o načinu krivog priključka već i o faktoru snage (cos φ). Ukoliko je, na primjer [9] naponska grana jednosistemskog brojila priključena kako je propisno na R i T, a strujna grana namjesto u fazi R u fazu T (sl. 6), tada je smjer okretaja brojila obrnut pri faznom pomaku manjem od 30°; dok je pri faznom pomaku većem od 30° smjer okretaja ispravan, pri čemu je brzina okretaja ovisna o faznom pomaku. Kontrolom prema ispravnom smjeru vrtnje brojila ne može se prema tome donijeti zaključak o ispravnosti priključka, jer i za slučaj krivog priključka može brojilo imati ispravan smjer vrtnje.



Sl. 6. Neispravan i ispravan priključak jednosistemskog brojila za izmjeničnu struju

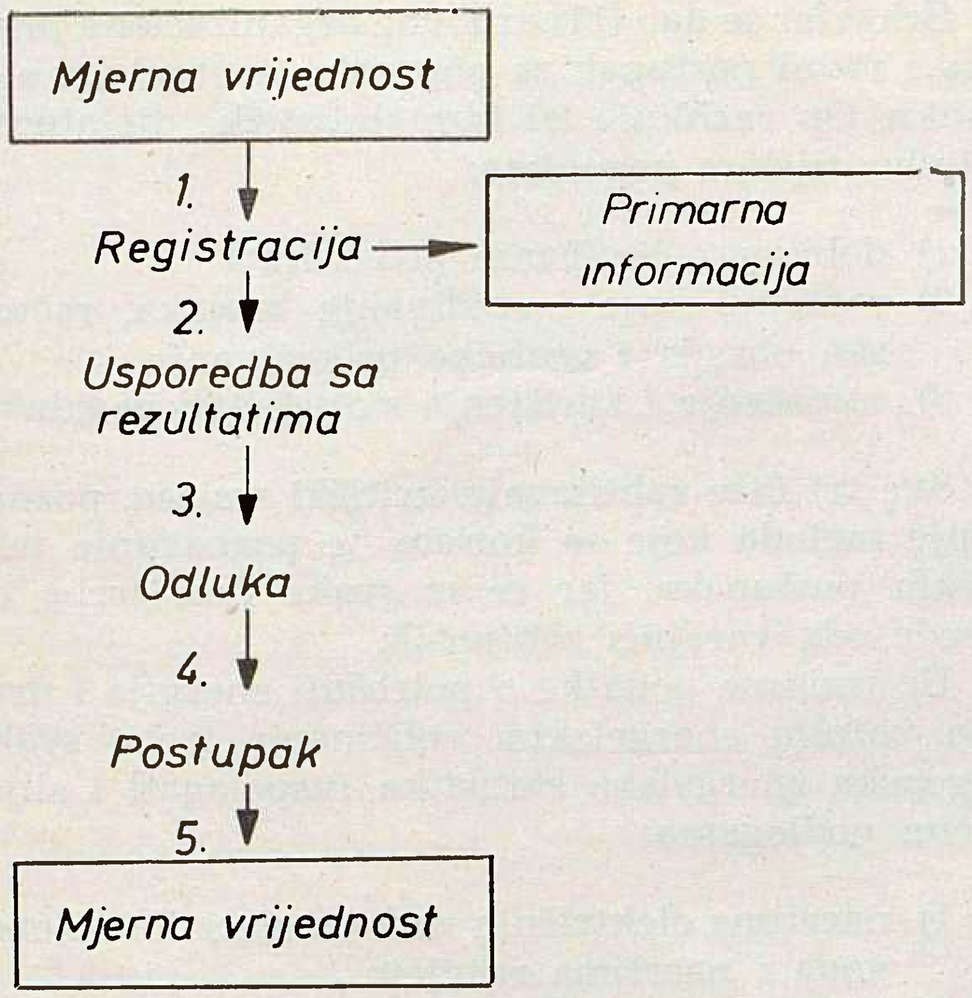
2.13. Neispravno mjerenje količina goriva

Čak i pri tehnički jednostavnom mjerenju količina goriva vagama mogu nastupiti osjetne greške. Prema navodima Geigera [10] u jednom pogonu korištena je za mjerenje količina ugljena dvokraka vaga. Na jednom kraju kraka nalazila se je posuda a na drugome uteg. Posuda se je punila ugljenom kroz jedan žlijeb tako dugo dok nije uspostavljena ravnoteža kada se je automatski zatvarao zasun za privod ugljena. Tokom zatvaranja prolazilo je kroz još nepotpuno zatvoreni zasun oko 12% više ugljena no što je pokazivala vaga pri aktiviranju zatvaranja zasuna.

Većinom se potrošak krutog i tekućeg goriva utvrđuje knjigovodstvenim putem, pri čemu se na stanje zaliha od prijašnjeg obračunskog perioda dodaju kupljene količine tokom obračunskog perioda i od te sume se odbije nanovo procijenjeno stanje zaliha. Na ovakav način utvrđen potrošak u obračunskom periodu vrlo često odstupa od stvarnog potroška, jer su procjene zaliha vrlo netačne. Prema navodima Schaefera [11] u nekom se pogonu vršilo utvrđivanje stanja zaliha ugljena svakoga mjeseca i to sa točnošću od pola tone a na stanje ugljena od 400 do 600 tona. Prilikom preseljenja skladišta ugljena otkrilo se, da je bager tokom vremena iskopao velike jame na mekanom terenu skladišta ugljena, koje su bile duboke i do 3 metra. U ovim jamama nalazilo se je oko 300 t ugljena, koje su pri procjenama neprimjetno nestale u terenu.

2.14. Zaključne primjedbe na pogonska mjerenja

Uz problem mjerenja potroška energije dolaze u pogonu i problemi mjerenja učina, pritiska, temperatura, kemijska mjerenja (CO_2) itd. koja sva tek u cjelini mogu dati potpunu sliku pogonskih energetskih i eksergetskih tokova. Ovi problemi neće biti ovdje prikazani, jer je težište stavljeno na to, da se ukaže na mogućnost neispravnog mjerenja već ugrađenih instrumenata i da se istovremeno spriječi neispravna ugradnja novih uređaja. Prije nego se u pogonima pređe na komplicirane mjerne uređaje potrebno je da se jednostavni instrumenti potrošnje dovedu u ispravno stanje. Osnovni je zadatak pogona, koji želi optimirati pot-



Sl. 7. Elementarni regulacioni tok bez primarnih statističkih informacija

rošnju energije da ispita ispravnost svojih mjernih uređaja i da sistematskim održavanjem i njegom osigura njihov ispravan rad i u budućnosti.

2.2. Mjerne vrijednosti i primarne informacije

U službenoj se statistici sakupljeni podaci nazivaju primarnim statističkim brojčanim materijalom. Analogno tome, mogu se u pogonskoj energetskoj statistici, registrirane mjerne vrijednosti označiti kao primarne informacije. U sklop pogonske energetske statistike spada sve, što se dobiva iz pogonskih mjernih vrijednosti: dakle ne samo potrošci, učinci, temperature itd. već i energetski i eksergetski tokovi, energetske bilance, stepeni djelovanja i ostale energetske značajke. U pogonsku energetsku statistiku spadaju praktički svi energetsko-tehnički i energetsko-ekonomski podaci, koji su u pogonu zabilježeni i korišteni.

Sama egzistencija mjerne vrijednosti ne može se još smatrati primarnom informacijom. Prvi uvjet je, da je ta vrijednost u izvjesnoj formi svjesno registrirana. Za tu registraciju dovoljno je njeno akceptiranje osjetnim organima (npr. okom) ukoliko ta informacija ne ulazi u statističke podatke, već neposredno služi za podešavanje tekućeg procesa. Ovamo spada veliki dio pokaznih instrumenata za učin, pritisak, temperature itd. koji su montirani na primjer u kotlovnici, kod potrošača topline (peći, preše za vulkanizaciju), kod potrošača snage (el. energije, komprimirani zrak). Već u ovom elementarnom regulacionom postupku [7], kojega na primjer direktno provodi jedan ložač, dolazi često do osjetnih poremećaja, ukoliko se na instrumente ne obraća dovoljna ili čak nikakova pažnja. Upravo to je dovelo u industrijaliziranim zemljama do toga da se regulacioni postupci (prvenstveno u kotlovnici) sve više automatiziraju. Ovamo spada i automatska kontrola preuzimanja el. energije pomoću kontrole maksimuma sa djelomičnim isključenjima.

Ukoliko mjerne vrijednosti treba u pogonskoj energetskoj statistici razrađivati u informacije višeg stupnja (sekundarne informacije), tada nije više dovoljna registracija osjetnim organima. Uz akceptiranje osjetnih organa treba uvesti zapisivanje (bilo rukom bilo strojem). S tim zapisivanjem započinje statistička djelatnost u pogonu.

Međutim svaka zapisana mjerna veličina nije još primarna informacija. Vrlo se često događa u pogonu, da se potrebna očitanja instrumenata i upisivanje mjernih vrijednosti po zaduženom osoblju provede bez interesa a ponekad čak i neodgovorno. Tako izvještava Finckh [8] o jednom električaru, koji je u jednoj tvornici kože imao zadatak da registrira vlastitu proizvodnju el. energije pomoću trosistemskog brojila. Taj je električar utvrdio da se po njemu izmjerene vrijednosti ne poklapaju ni sa radnim vremenom ni sa učinom turbine, ali nije pokušao da nađe uzrok toj neispravnosti. Umjesto da prekontrolira ispravnost priključka brojila, on je potpuno proizvoljno množio sa faktorom 3 izmjerenu dnevnu, odnosno mjesečnu proizvodnju, te tako dobivao vrijednosti koje su po njegovom mišljenju bile ispravnog reda veličine. Kasniji pregled pokazao je, da je brojilo bilo krivo priključeno. Geiger izvještava [10] o jednom parnom kotlu, kod kojega je stalno vođena evidencija o količini proizvedene pare i količini napojne vode. Kotlovski izvještaji bili su uvijek potpisani od dva pogonska inženjera. Oni nisu godinama zapazili da proizvodnja pare odstupa od količine napojne vode za 80 do 300% tj. da kotao proizvodi više pare nego što je količina vode kojom se napaja. Pisač CO_2 pokazivao je vrijednosti između 3 i 6%. Odgovorni inženjer je stalno računao sa dvostrukim vrijednostima, jer je vjerovao, da bi negdje u mjernom sistemu taj faktor trebao biti sadržan. U jednom drugom pogonu dodavana su stalno po 4 punkta na vrlo nisko izmjerenu vrijednost CO_2 s objašnjenjem da je to kompenzacija utjecaja prodora zraka [10].

Loše i po osoblju ispravljene mjerne vrijednosti su pogrešne informacije, koje tokom daljnje razrade mogu dovesti do krivih zaključaka. Ovakove krive informacije ni u kojem slučaju ne predstavljaju primarne informacije za potrebe optimiranja potrošnje energije. Takove informacije ukazuju samo na neispravno funkcioniranje mjernog sistema te treba da djeluju samo u tom smislu da se što prije otklone te neispravnosti.

Često se događa, da se ispravne mjerne vrijednosti upisuju i skupljaju, ali da se nikada ni ne pročitaju ni ne razrađuju.

Ovi se izvještaji uredno odlažu, a registrirane trake spremaju u kutije i nakon nekog vremena sve se skupa nepročitano odbacuje. Ovakovo »groblje brojaka« nema uopće nikakovu informacionu vrijednost te prema tome to nisu primarni statistički podaci. Oni ukazuju na to:

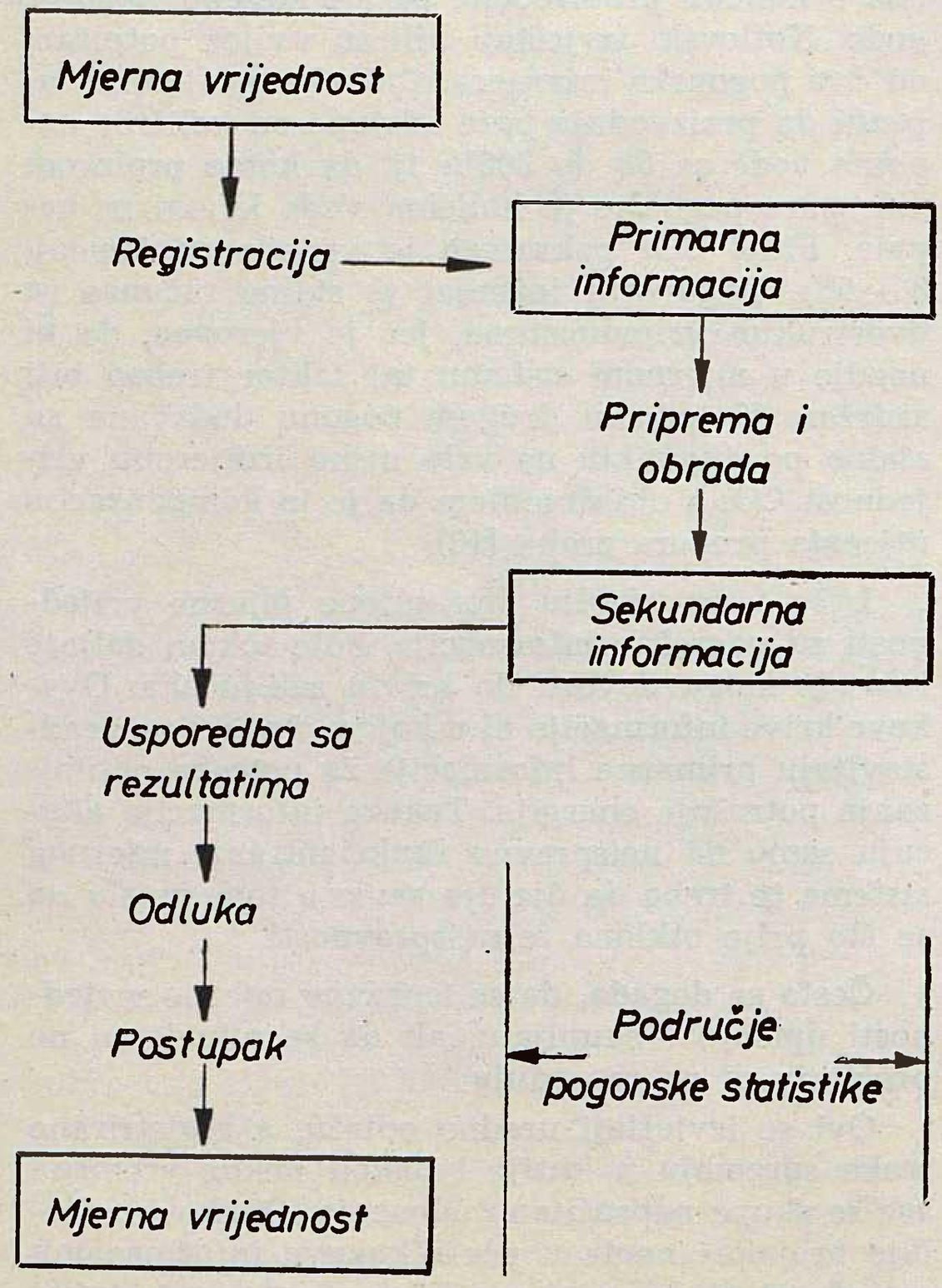
1) da su montirani nepotrebni mjerni uređaji, čije održavanje i očitavanje uzrokuje nepotrebne troškove
2) ili pak, da osoblje zanemaruje svoje dužnosti.

Ovakovo groblje brojaka u svakom slučaju više šteti nego koristi, jer se obmanjuje nekim nadzorom koji ne postoji, i time u očima radnika postaje potpuno bezvrijedna ta mogućnost kontrole.

2.3 Priprema i obrada primarnih informacija

Obrada i iskorištavanje ispisanih primarnih informacija zadatak je pogonske statistike. Rezultati su te statističke djelatnosti sekundarne energetske informacije, koje su dobivene iz primarnih informacija, a koje su na primjer: Sankeyevi dijagrami, stupanj djelovanja kotla, faktor isparivosti, linije kretanja učina, vrijeme iskorištenja, specifična potrošnja po jedinici proizvoda itd. Na slici 8 prikazano je djelovanje pogonske statistike u regulacionom krugu snabdijevanja energijom.

Nedvojbeno je da u pojedinim stepenima djelovanja energetsko-statističke djelatnosti mogu nastati greške, kojima je uzrok redovito ili u organizacionim manjkavostima, nedovoljnoj upućenosti ili nemaru. Tehničke greške (na primjer rač. strojeva) pojavljuju se vrlo rijetko.



Sl. 8. Regulacioni tok sa primarnim i sekundarnim statističkim informacijama

Schaefer je dao [11] osnovne organizacione principe i radni postupak za pogonsku energetsku statistiku. On razlikuje tri faze statističke djelatnosti u industrijskim pogonima:

1) dobivanje brojčanih podataka
2) raščlanjivanje i sređivanje brojaka, računska obrada i grafičko prikazivanje
3) tumačenje i korištenje statističkih podataka.

Sve tri faze zahtijevaju kritički smisao, poznavanje metoda koje se koriste, te poznavanje tehničkih postupaka, jer se iz svake faze treba da izvede odgovarajući zaključak.

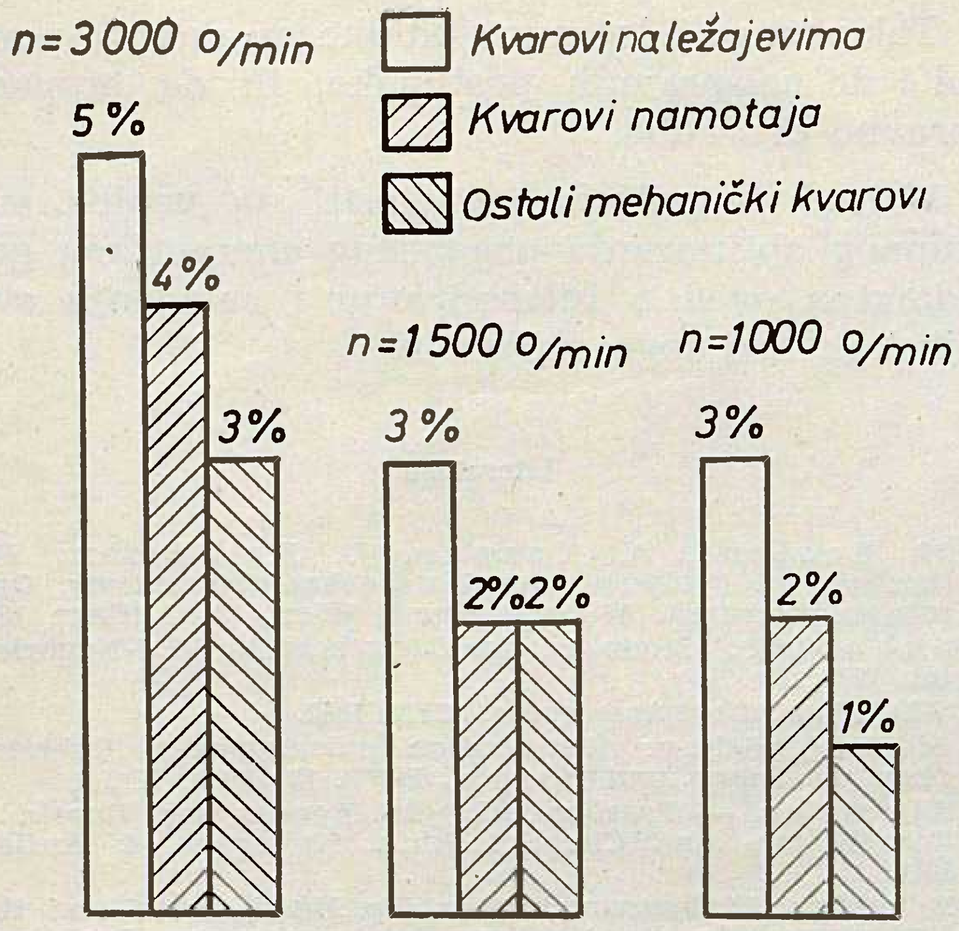
Uz ispisane podatke o potrošnji energije i drugim važnim energetskim veličinama treba svaka pogonska energetska statistika raspolagati i slijedećim podlogama:

1) nacrtima električnih vodova, nacrtima cjevovoda i nacrtima rasvjete
2) kartotekom o stanju:
   - motora, rasvjetnih mjesta i ostalim potrošačima el. energije
   - toplinskim postrojenjima
   - ostalim energetskim postrojenjima (npr. potrošačima komprimiranog zraka)
   - mjernim i regulacionim uređajima.

Nacrti el. vodova i cjevovoda vrlo su važna podloga za određivanje mjernih mjesta i ostalih energetskih projekata. Unatoč tome u mnogim pogonima nema tih nacrta ili su pak vrlo manjkavi. Često se ne zna tačan položaj pojedinih kabela ili cjevovoda, i nije rijetkost da se prilikom kopanja novih temelja zahvate kabeli i potrgaju vodovi. Ovime ne nastaju samo osjetni troškovi već to predstavlja i veliku opasnost.

Kartoteka postrojenja potrošača energije mora biti potpuna i treba je stalno nadopunjavati prema najnovijem stanju postrojenja. Ona mora sadržavati slijedeće podatke: vrst, tip, učin, isporučilac, datum nabave i popravaka (uzroci kvara). Kada je kartoteka vođena u potpunosti i brižljivo, ona može pružiti vrlo vrijedne informacije. Tako se može na primjer ocijeniti kvalitet određenog proizvoda, ili se može provjeriti pouzdanost određenog tipa. Nadalje se može utvrditi vijek trajanja postrojenja kao i učestalost i vjerojatnost kvarova. Isto tako se može utvrditi koja je vrsta uzroka kvarova naročito česta i koliko je vrsta i broj kvarova ovisna o vrsti i tipu potrošača.

Primjer za to dat je na slici 9 [12]: za jedan kemijski pogon sa 5000 motora dat je prikaz kvarova, tokom jedne godine, razvrstano prema uzroku i broju okretaja. Iz slike se razabire da je broj kvarova ovisan o broju okretaja motora. Dok je kod dvopolnih motora (n = 3000 o/min.) tokom godine bilo van pogona zbog kvara 12% od ukupnog broja tih motora, kod četveropolnih (n = 1500 o/min) 7%, a kod šestpolnih svega 6%. Također i usporedba pojedinih uzroka kvarova u grupi motora s istim brojem okretaja daje interesantne podatke: kod svih brojeva okretaja prevladavaju



Sl. 9. Pregled kvarova tokom godine na 5000 elektromotora u jednom kemijskom pogonu

kvarovi na ležajevima dok su slijedeće greške na namotajima. Na posljednjem mjestu su ostali mehanički kvarovi. Jasno je, da su takove informacije za plansko održavanje motora od velikog značaja. Također i održavanje rasvjetnih uređaja, koji imadu veliki utjecaj na radnu produktivnost, najbolje je da se bazira na podacima kartoteke. Za grupnu izmjenu svjetiljaka, koja se sve češće provodi u modernim industrijskim pogonima, kartoteka je jedini izvor informacija.

2.4. Programiranje informacione službe

Ekonomičan pogon postrojenja koja troše energiju nije moguć bez mjerenja. Poznavanje potrošnje energije, učina, gubitaka i drugih energetskih veličina neophodno je za racionalni pogon postrojenja. Samo mjerenjem mogu se dobiti upotrebljive podloge za kalkulacije, za nove projekte i racionalizaciju. Međutim u većini slučajeva ne postoje za to u pogonu potrebni preduvjeti, jer cijela informaciona služba nije ispravno organizirana. Velik dio manjkavosti koje mogu da nastupe, ranije je opširno opisan. U literaturi se stoga sve više ističe zahtjev programiranjem informacionog toka. Kako takovo programiranje treba konkretno izgledati?

Prvi je korak da se utvrdi koje su primarne i sekundarne informacije bezuvjetno potrebne i to razgraničeno kako slijedi:

1) Primarne informacije koje nije potrebno registrirati i koje služe za neposrednu kontrolu i podešavanje procesa. (sl. 7).
2) Sekundarne informacije (stupanj djelovanja kotla, vrijeme korištenja) koje treba stalno proračunavati.
3) Primarne informacije, koje su potrebne kao osnova za proračun potrebnih sekundarnih informacija i koje je potrebno registrirati (zapisivati) (sl. 8).

Navedeno pod 2 i 3 usko je vezano s izborom mjernih instrumenata te je na primjer podložno razmatranju da li su potrebni pisači momentanih vrijednosti ili pisači srednjih vrijednosti. Iz ovoga logično slijedi treći korak, naime izbor potrebnih mjernih instrumenata. Kod izbora instrumenata potrebno je voditi računa o mnogo faktora koji su različiti za pojedine pogone. Svaki pogon treba da među ponuđenim instrumentima izabere takove, koji su upravo dovoljni da zadovolje zahtjeve postavljene u pogledu informacija. Na ovaj način bit će spriječeno, da se ne postave previše osjetljivi a time i preskupi instrumenti, ili pak instrumenti koji bi bili neiskorišteni. Kod izbora instrumenata potrebno je nadalje voditi računa u kojem će obliku biti davani podaci o izmjerenim vrijednostima (pokazni, brojila, pisači, s bušenjem rupica) kako bi te mjerne vrijednosti bile prikladne za očitavanje i obračun.

Četvrti korak sastoji se u tome, da usporedi, da li su oni instrumenti koji su stvarno montirani upravo ti za koje se smatra da su potrebni. Kod takove usporedbe uvijek se pokaže, da su s jedne strane postavljeni nepotrebni instrumenti, a s druge strane da nedostaju neki potrebni instrumenti. Kod konsekventne provedbe informacionog programa potrebno je suvišne mjerne instrumente radikalno ukloniti, bez obzira na neke sentimentalne osjećaje i navike. Nepotrebni instrumenti skreću samo pažnju s važnih instrumenata i dovode do ravnodušnog odnosa osoblja prema svima mjerenjima. Kod preostalih instrumenata potrebno je provoditi stalnu kontrolu da li su priključci ispravno izvedeni, kao i kontrolu ispravnosti samih instrumenata, kako bi se izbjegla mogućnost krivih informacija. Sve nove instrumente potrebno je montirati s velikom pažnjom. Novo postavljene instrumente preporuča se hitno podvrći kontroli po specijaliziranim stručnjacima.

Posljednji korak je općenito utvrđivanje informacionog toka od mjernih uređaja do pogonske statistike i do komandnih organa. Istovremeno je potrebno pribaviti i ostale podloge, bez kojih pogonska energetska statistika ne može ispravno djelovati: nacrte kabela i vodova kao i kartoteku.

2.5. Kontrola informacija

Tačnost informacija mora biti stalno provjeravana, kako krive informacije ne bi negativno utjecale na optimiranje pogonskog energetskog gospodarstva. Kontrola se sastoji:

1) u stalnoj njezi i održavanju mjernih instrumenata;
2) povremenoj kontroli pojedinih osoba koje su zadužene za očitavanje i zapisivanje;
3) u kritičkom provjeravanju svih primarnih i sekundarnih informacija.

Provjeravanje primarnih i sekundarnih informacija može se provoditi tako da se uspoređuju pojedine veličine sa odgovarajućim veličinama, kao na primjer količina pare i količina napojne vode.

Druga mogućnost provjeravanja je promatranje kontinuiteta tih veličina i traženje uzroka neobjašnjivim odstupanjima od iskustvene vrijednosti. I izrada energetskih pokazatelja, kao na primjer toplinske bilance, dovodi vrlo često do otkrivanja neispravnih mjerenja. Ima mnogo mogućnostî kontrola, a da li će one biti iskorištene ovisi u zadnjoj liniji o interesu i znanju osoblja koje se time bavi.

3. Informacije, odluke i postupci

Za regulacioni tok pri optimalnoj opskrbi energijom od presudnog su značaja tačne i prikladne informacije. Doduše samo postojanje dobrih informacija ne osigurava još ispravno djelovanje regulacionog toka, jer i u idućim fazama mogu biti manjkavosti ili nastati greške. Tako mogu, na primjer, organi, koji su zaduženi da donose odluke, uslijed nedovoljnog poznavanja energetike i unatoč ispravnih informacija da donose krive odluke. Jedna odluka može biti loša i uslijed toga što je donesena sa zakašnjenjem, i već samim tim gubi vezu sa stvarnošću.

Najgori je slučaj, kada oni organi koji treba da donose odluke jednostavno ignoriraju informacije, te tada odluke otpadaju zbog nekih neispravnih gledišta i ostalih sličnih mišljenja.

Niti daljni postupak od ispravne odluke do provedbe odgovarajućeg energetskog postupka nije bez daljnjega siguran. Neke odluke mogu oni organi, koji treba da ih provode, i krivo shvatiti ili ih čak uopće i ne uvažiti.

Tako mogu i ispravne odluke da dovode ponekad i do neispravnih postupaka, ili da propuste ispravne provedbe.

Najzad je potrebno naglasiti da uspjeh sveukupnog optimiranja pogonskog energetskog gospodarstva ovisi o interesiranju i zalaganju svih onih koji kod toga sudjeluju.

Literatura

[1] M. Sasieni, A. Yaspan, L. Friedman: *Methoden und Probleme der Unternehmensforschung.* Operations Research. Würzburg und Wien, 2. Auflage 1965.
[2] Schaefer: *Mode in der Messtechnik.* VDI-Nachrichten 1966, Nr. 1.
[3] VDI-*Durchflussmessregeln,* DIN 1952.
[4] A. Schröder: *Notwendige störungsfreie Rohrstrecken für Düsen und Blenden.* BWK 13 (1961). Nr. 1.
[5] Siemens — *Taschenbuch für Messen und Regeln in der Wärme- und Chemietechnik.* Karlsruhe, 4. Auflage 1962.
[6] Biasin: *Einbauvorschriften für Messblenden und ihre Bedeutung für die richtige Mengenmessung.* Praktische Energiekunde 10 (1962), H. 5.
[7] BWK 18 (1966), Nr. 8, S. 416.
[8] H. Finckh: *Beispiele für Fehler bei der innerbetrieblichen Messung des elektrischen Energieverbrauchs.* Praktische Energiekunde 10 (1962), H. 5.
[9] H. Finckh: *Innerbetriebliche Erfassung des Stromverbrauchs? — Ja, aber richtig!* Praktische Energiekunde 10 (1962), H. 1.
[10] M. Geiger: *Falsche Bilanzierung im Kesselhaus durch fehlerhafte Mengenmessung und kritiklose Verarbeitung von Messdaten.* Praktische Energiekunde 10 (1962), H. 5.
[11] H. Schaefer: *Die statistische Überwachung der innerbetrieblichen Energiebedarfsdeckung.* Praktische Energiekunde 10 (1962), H 5.
[12] W. Egli: *Anforderungen der chemischen Industrie an die Elektromotoren.* ETZ-A 76 (1955), S. 558—566.

Naslov pisca: Siegfried Gehrecke, dipl. tehn. ek., Jugoslavenski kombinat gume i obuće, Borovo, Tehnički razvojni sektor, BOROVO.

OSNOVNO RJEŠENJE ELEKTRIČNE MREŽE GRADA SLAVONSKA POŽEGA

Nikola V a g i ć, Zagreb

Članak donosi pregled glavnih rezultata iz dugoročnog plana razvoja električne mreže u Slavonskoj Požegi, uključivo i rješenja dobave energije za cijelo područje Požeške kotline. Najprije je dat pregled dosadašnjeg razvoja konzuma i sadašnjeg stanja mreže. Nakon toga su prikazani rezultati prognoze razvoja konzuma do godine 1990. a zatim je izložena koncepcija, odnosno samo rješenje mreže 110, 35 i 10 kV za dovod i razvod energije u Slavonskoj Požegi.

DK 621.316.1

Dosadašnji razvoj elektrifikacije i konzuma

Izgradnjom električne centrale u Kuzmici godine 1912. Slavonska Požega je dobila električnu javnu rasvjetu i tako se svrstala u red kod nas najranije elektrificiranih gradova.

Za prijenos energije od Kuzmice do Slavonske Požege služio je 6 kV vod presjeka 3 × 25 mm² Cu, duljine 6 200 m.

Gradsku mrežu visokog napona činili su:

kabeli 6 kV: NKBA 3 × 10 mm² — duljine 940 m
NKBA 3 × 6 mm² — duljine 1134 m
i 6 transformatorskih stanica 6 / 0,11 kV.

Mrežu niskog napona sačinjavalo je oko 55 km Cu žice različitih presjeka.

Instalirana snaga u centrali ugrađenih strojeva iznosila je 450 kVA (hidro-generator sa 295 kVA i dizel-agregat sa 155 kVA). Godine 1913. ostvarena je u centrali proizvodnja od 330 000 kWh električne energije.

Početni konzum obuhvaćao je oko 265 svjetiljki za javnu rasvjetu a već godine 1915. na centralu u Kuzmici priključeno je: 5 000 žarulja, 16 motora, 53 glačala i 58 grijaćih tijela.

Povećanje konzuma ukazivalo je već 1920. na potrebu da se ugradnjom novih strojeva poveća kapacitet centrale u Kuzmici. Ugradnjom još jednog dizel-agregata od 350 KS i njegovim puštanjem u pogon godine 1930. dobila je centrala u Kuzmici svoj konačni obim izgradnje. Godinama zapostavljena mreža dospjela je 1938. u sasvim kritično stanje.

Nakon ratnog razaranja centrale u Kuzmici godine 1944. grad se snabdijeva električnom energijom iz industrijskih elektrana, ukupne instalirane snage od oko 110 kW.

Poslije oslobođenja centrala u Kuzmici je djelomično obnovljena i već godine 1946. napaja konzum od preko 1800 kućanstava, dok je slabo razvijena industrija orijentirana uglavnom na vlastite izvore energije. Godine 1949. u mreži se nalazi 25 kom. transformatora 6/0,11 kV, ukupno instalirane snage 950 kVA. Cjelokupna mreža 6 kV imala je 18 km, a mreža 110 V oko 40 km vodova (od čega km 18 gradske mreže niskog napona).

Po uzoru na grad Slavonsku Požegu veći broj mjesta u Požeškoj kotlini ima svoje lokalne izvore električne energije:

Pleternica	vodna turbina	100 KS
	plinska turbina	60 KS
Požeški Brestovac	vodna turbina	57 KS
Vilić Selo	vodna turbina	15 KS
Kamensko	vodna turbina	25 KS
Mihaljevci	vodna turbina	75 KS
Velika	vodna turbina	36 KS
Kutjevo	vodna turbina	36 KS
	plinska turbina	45 KS
	dizel-motor	74 KS
Čaglin	plinska turbina	55 KS
Požeške Sesvete	traktor	10 KS
Biškupci	vodna turbina	7 KS
Skenderovci	vodna turbina	20 KS
Eminovci	vodna turbina	15 KS
Zvečevo	vodna turbina	25 KS

Mada se iz ovih skromnih izvora električne energije izvlačilo najviše što su u danim prilikama mogli dati, moralo se u Požeškoj kotlini još 1952. godine pribjegavati ograničavanju potrošnje električne energije. Tako su rastuće potrebe Požeške kotline u električnoj energiji, koje su još od ranije upućivale na opravdanost povezivanja Slavonske Požege sa elektroenergetskim sistemom, i svakodnevno prisutna redukcija potrošnje električne energije počevši od 1952. vršile snažan pritisak da se pronađe trajnije rješenje za opskrbu ovog područja električnom energijom.

Nagli porast potrošnje električne energije na području Slavonske Požege, ostvaren nakon stavljanja u pogon novo izgrađene TS 30/10 kV Slavonska Požega i dalekovoda 30 kV Slavonski Brod — Slavonska Požega najmjerodavnije pokazuje da se izgradnji ovih objekata i rekonstrukciji mreže prišlo u zadnji čas. To potvrđuje i prikaz na sl. 1, iz koje se vidi da se od 1957. do danas održao vrlo visok procenat rasta potrošnje, koji ima tendenciju da se produži i u bližoj budućnosti.

Analiza konzuma pokazala je da je potrošnja električne energije u prošlosti bilježila slijedeće eksponencijalne poraste.

1913 — 1956. god.	4 %
1947 — 1956. god.	12 %
1956 — 1965. god.	34 %

Udio pojedinih kategorija potrošača u potrošnji nabavljene elektroenergije u razdoblju od 1958. do 1964. godine kretao se kako slijedi:

Velepotrošnja	39,9 —48,5 %
Malopotrošnja	51,5 —60,1 %
Gubici u mreži	10,01—16,28%



Glavni trg u Slavonskoj Požegi

U istom razdoblju učestvovala su u malopotrošnji:

Kućanstva sa	48,8 — 61,1 %
Ostala malopotrošnja . .	38,8 — 51,2 %

U promatranom periodu potrošnja električne energije u prosječnom elektrificiranom kućanstvu na području TS 30/10 kV Slavonska Požega kretala se od 270 do 430 kWh/god. dok je potrošnja u ostaloj malopotrošnji svedena na elektrificirano kućanstvo, iznosila 230 do 320 kWh/god.

Raščlanjena po strukturi potrošača potrošnja je u promatranom vremenskom periodu bilježila ove prosječne godišnje poraste:

Velepotrošnja	28,4 %
Malopotrošnja	22,12%
Gubici u mreži	13,2 %

Unutar malopotrošnje rasla je potrošnja električne energije u prosjeku kako slijedi:

Kućanstva	25,02 %/god.
Ostala malopotrošnja . .	18,35 %/god.

Da bi se dobila potpunija predodžba o prikazanim veličinama treba naglasiti, da se u promatranom periodu u Požeškoj kotlini odvijala veoma intenzivna elektrifikacija (porast broja elektrificiranih kućanstava kretao se u prosjeku oko 15,6% godišnje).

Prema podacima o stanju elektrificiranosti Požeške kotline početkom 1965. od ukupno 202 naselja bilo je 117 ili 57,9% elektrificiranih (od čega 7 iz lokalnih izvora), a od ukupno 19 573 kućanstava bilo je 12 716 ili 64,97% elektrificiranih. U elektrificiranim naseljima bilo je 1887 neelektrificiranih kućanstava.

Postojeće stanje mreže

Specifičnost postojeće električne mreže odraz su dosadašnjeg razvoja elektroenergetskih prilika u Požeškoj kotlini. Karakteristično je za tu mrežu ovo: Požeška kotlina je orijentirana na postojeću TS 30/10 kV Slavonska Požega,

— TS 30/10 kV Slavonska Požega smještena je sasvim periferno u odnosu na grad te bi s njom u perspektivi bilo najbolje ne računati kao s gradskom stanicom,

— gradska mreža 10 kV formirana je s nadzemnim magistralnim vodovima dok je na užem gradskom području izgrađen i manji dio mreže 10 kV.

Vršno opterećenje na 30 kV vodu Slavonska Požega — Slavonski Brod doseglo je 1965. iznos od oko 5 MVA. Računski je utvrđeno da je to opterećenje i najviše opterećenje s kojim se u postojećim prilikama može opteretiti ovaj vod (duljine 38,6 km i presjeka 120 mm² Ač), a da se ostane u granicama urednih naponskih prilika.

Propusna moć dalekovoda mogla bi se nešto povećati prijelazom na napon 35 kV, kao i ugradnjom kondenzatorskih baterija radi kompenzacije induktivnog pada napona i kompenziranja reaktivne energije, koja se prenosi vodom.

Već današnje potrebe nalažu, da se napon 30 kV zamijeni s 35 kV i da se u TS 30/10 kV Slav. Požega umjesto postojeće transformacije od 2 × 2,5 MVA ugrade veće jedinice. Kako ova stanica niti u svom konačnom opsegu izgradnje (2 × 4 MVA) ne može zadovoljiti sve potrebe Požeške kotline, pa niti samog grada Slavonska Požega, a imajući na umu da je ona locirana periferno s obzirom na grad, trebalo bi postojećoj TS 30/10 kV Slavonska Požega već sada odrediti buduću ulogu.

Nadzemnu gradsku mrežu 10 kV sačinjavaju oko:

8 000 m Ač vodova, presjeka od 16 do 95 mm², i
3 540 m Cu voda, presjeka 25 mm².

Gradska kabelska mreža 10 kV počela se formirati u užim gradskim područjima u periodu od godine 1957. a sačinjavaju je kabeli, koji razvode energiju od magistralnih nadzemnih vodova 10 kV do pojedinih TS 10/0,4 kV. Kabelska mreža ima duljinu oko 3360 m, a izvedeno s kabelima presjeka 16, 25, 35, i 50 mm²

Usporedba stanja i mogućnosti postojeće gradske razvodne mreže 10 kV pokazuje da u mreži postoji određena rezerva, koja dopušta priključak novih potrošača i omogućava normalan porast potražnje kod već postojećih potrošača.

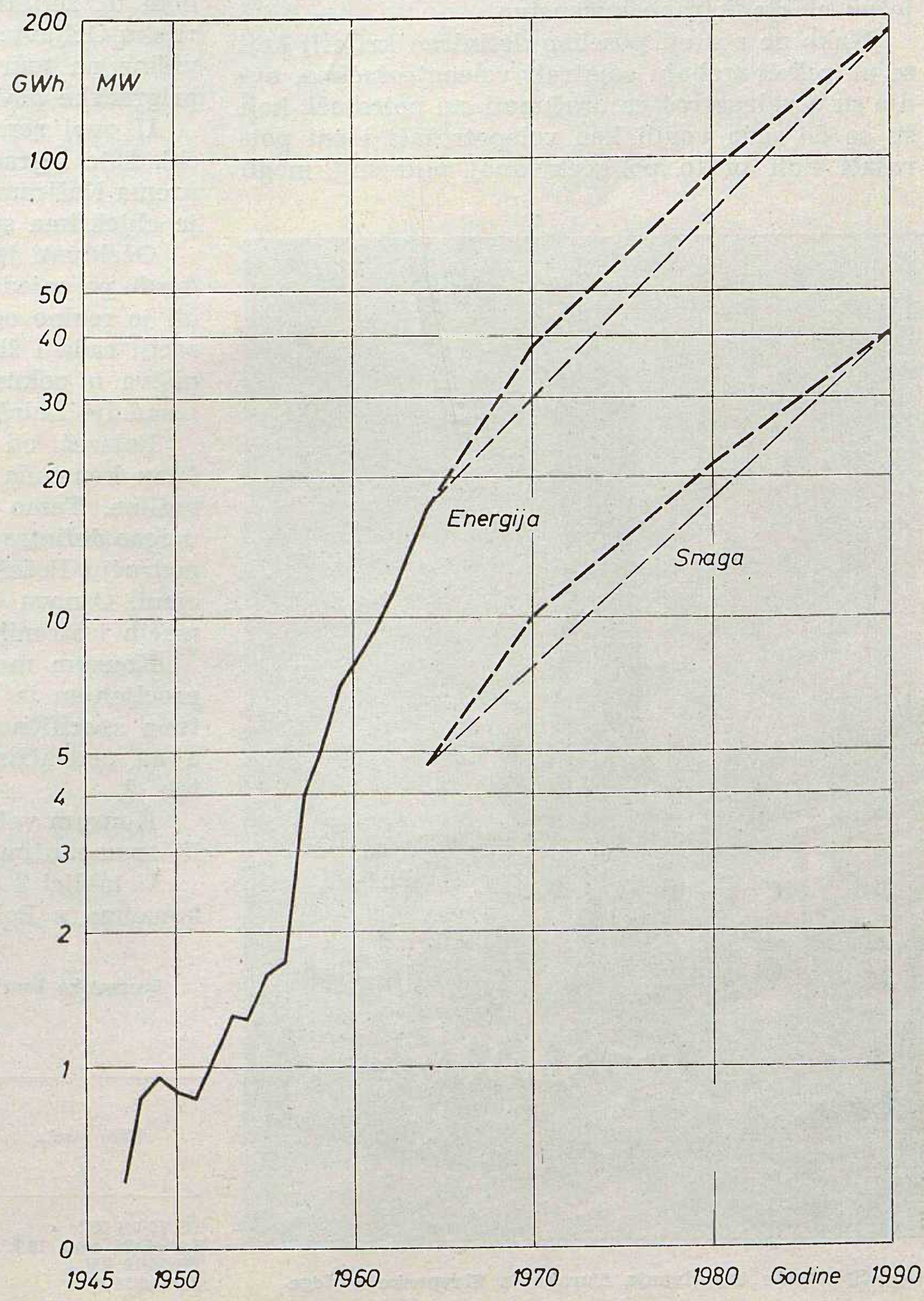
Ista razmatranja pokazuju, da zatvorena petlja 10 kV magistralnih vodova »Požega grad I« — »Industrijski« omogućava u slučaju kvara na bilo kojem od ova dva voda, da preostali vod, uz sadašnja maksimalna opterećenja, preuzme napajanje čitave petlje. Od ukupno 25 km TS 10/0,4 kV ugrađenih u gradskoj mreži 60% je kabelskih, 24% zidanih zračnih i 16% stupnih zračnih stanica i u njima je uglavnom ugrađen po jedan transformator.

Veličine transformatora kreću se u granicama od 30 kVA do 400 kVA, no najveći broj transformatora je od 250 kVA i 400 kVA.

Razmatranja su pokazala, da su transformatori u TS 10/0,4 kV neiskorišteni, da sumarna snaga svih instaliranih transformatora na magistralnim vodovima »Požega grad I« i »Industrijski« premašuje prijenosnu moć tih vodova, i da prijenosne mogućnosti magistralnog voda »Požega grad II« ni izdaleka nisu iskorištene.

Perspektivni razvoj konzuma

Pri razradi perspektivnog konzuma svi su potrošači električne energije svrstani u dvije osnovne kategorije: malopotrošače i velepotrošače.



Sl. 1. Razvoj konzuma Požeške kotline

Razmatranja su obuhvatila vremenski period od 1965—1990. god. što je u skladu s urbanističkim planom razvoja Slavonske Požege.

Polazna osnova toj razradi bile su slijedeće podloge:

— Urbanistički plan razvoja Slavonske Požege
— Razvoj i tendencije postojećeg konzuma u Požeškoj kotlini
— Anketa o budućim elektroenergetskim potrebama postojećih velepotrošača.

U malopotrošnju su svrstana kućanstva, javna rasvjeta i djelomično: zanatstvo, javna uprava, školstvo, društvene organizacije, prosvjetne i kulturne ustanove, sportski i rekreacioni centri i slični objekti, koji teritorijalno prate razmještaj kućanstva. Kako su kućanstva najbrojniji potrošači u ovoj skupini razrađene su posebno njihove energetske potrebe, a posebno potrebe pratećih potrošača.

Sumiranjem ovih potreba dobivene su energetske karakteristike ekvivalentnog kućanstva, koje će predstavljati malopotrošnju svedenu na prosječno elektrificirano kućanstvo.

Kako ne postoji posebno definiran kriterij koji se potrošači trebaju smatrati velepotrošačima, ovdje su u velepotrošače uračunati svi potrošači, koji su se do sada vodili kao velepotrošači i oni potrošači koji bi to po očekivanoj potrošnji mogli postati, bez obzira radi li se o industrijskim ili pojednim javnim objektima, o rezervatima određene namjene ili o objektima javnog značaja, koncentriranim na manjem prostoru poput gradskih ili rajonskih centara.

Urbanističkim planom razvoja Slavonske Požege predviđeno je, da će do 1990. godine grad doseći veličinu od 25 000 stanovnika i 9 850 kućanstava.

Naglašeno intenzivniji razvoj Slavonske Požege u periodu od 1961 — 1965. godine od onog, koji je urbanističkim planom bio predviđen, mogao bi, naglasili su urbanisti radeći na reviziji postojećeg plana, dovesti do toga da grad umjesto ranije predviđene veličine u periodu do 1990. godine dosegne veličinu od oko 35 000 stanovnika.

Hoće li se, s tim u vezi, prići osvajanju površina izvan ranije zacrtanih granica stambene zone prema sjeverozapadu, ili će se povećati ranije predviđene gustoće naseljenosti unutar tih granica, nije još definirano.

Industrijski pogoni već su sada locirani uglavnom uz željezničku prugu prema Pleternici i uz rijeku Orljavu, pa su im uz postojeće slobodne površine na tom području za razvoj namijenjene i prigradske površine prema istoku.

U ovoj zoni predviđena je izgradnja i raznih skladišta i gradskih servisa. Prostor između ceste prema Našicama i ceste prema Velikoj namijenjen je objektima specijalne namjene.

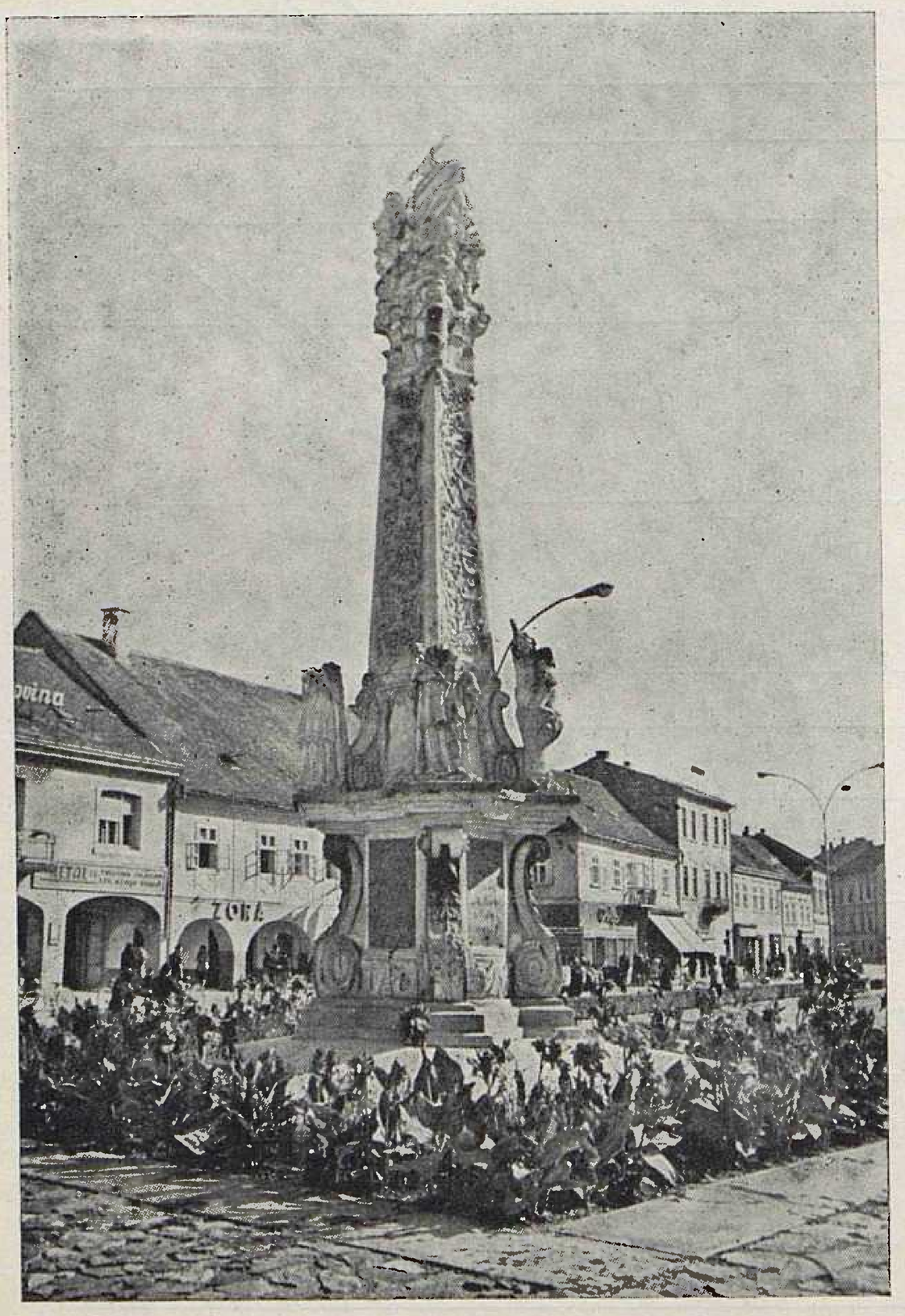
Očekivati je da većih razlika u životnom standardu po pojedinim gradskim područjima neće biti, ali je realno očekivati, da će se razlike u organizaciji rada i životnog standarda gradskog stanovništva u pokrajinskim naseljima Požeške kotline i nadalje zadržati.

Polazeći od iznesenih postavki prišlo se proračunu konzuma po pojedinim područjima Požeške kotline. Tamo gdje se na pouzdaniji način nije mogao definirati budući konzum (posebno na širem području Požeške kotline) prišlo se njegovoj procjeni. Osnova ovih procjena bila su iskustva domaćih i stranih stručnjaka preuzeta iz literature.

Konzum malopotrošnje na gradskom području procijenjen je služeći se proračunskim vrijednostima specifičnog opterećenja navedenim u tab. 1, a na područjima u pokrajini s vrijednostima u tab. 2.

Konzum velepotrošnje utvrđen je anketiranjem ili spomenutim procjenama.

U tablici 3 dan je sumarni pregled očekivanog konzuma u Požeškoj kotlini oko godine 1990.

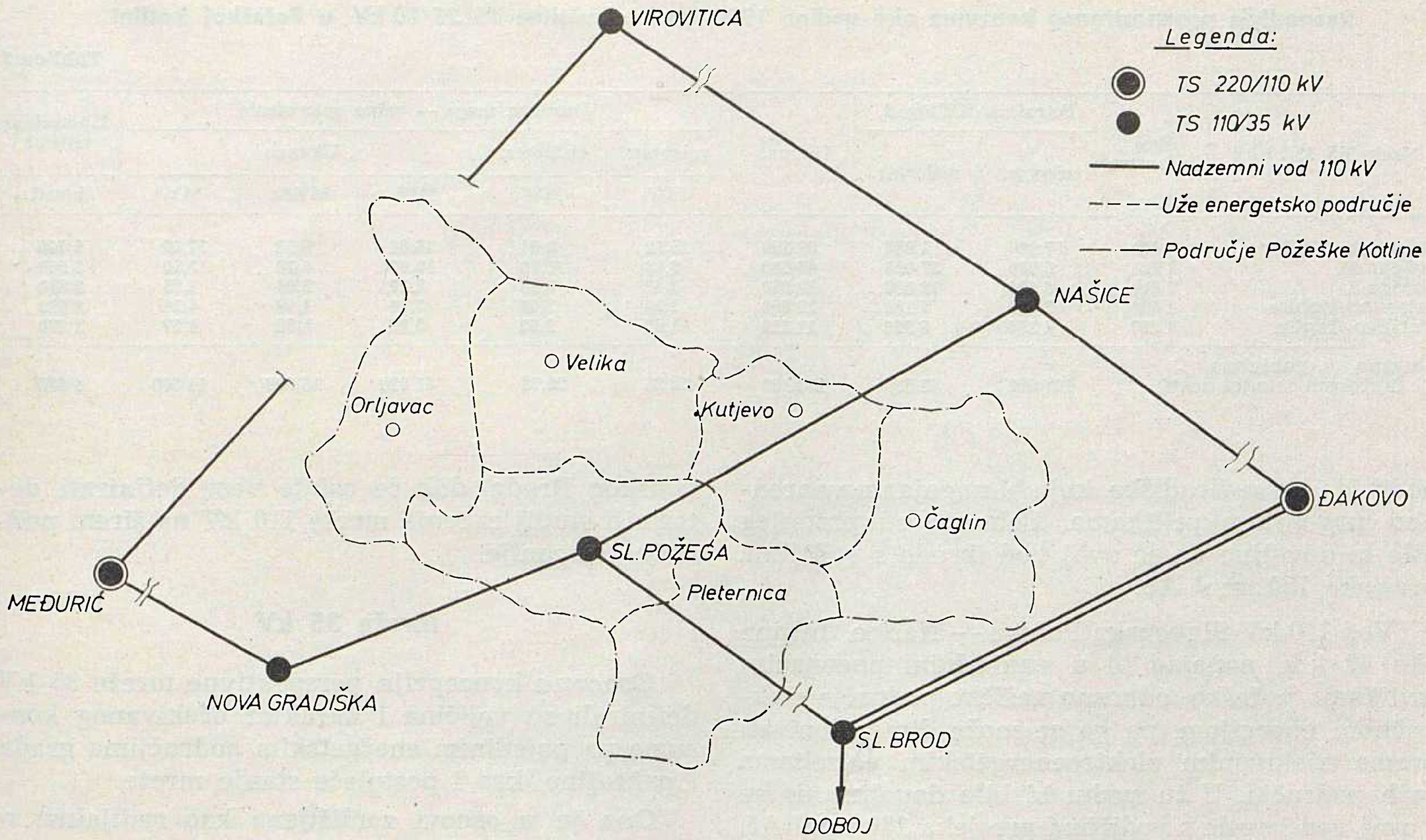


Spomenik istjerivanja Turaka iz Slavonske Požege

Energetske karakteristike budućeg ekvivalentnog kućanstva u gradu Slavonska Požega

Tablica 1

Nivo mreže	Proračunska opterećenja (W/kuć)			Upotrebno vrijeme h/godišnje
	prosječno kućanstvo	prateća malo-potrošnja	ekvivalentno kućanstvo	
TS 10/0,4 kV	1 250	250	1 500	2 900
Kabelski vod 10 kV	1 080	220	1 300	3 300
TS 35/10 kV	1 040	210	1 250	3 460
TS 110/35 kV	1 000	200	1 200	3 600



Sl. 2. Uklapanje TS 110/35 kV Slavonska Požega u područnu mrežu 110 kV

Energetske karakteristike budućeg ekvivalentnog kućanstva sa seoskih područja Požeške kotline

Tablica 2

Nivo mreže	Proračunska opterećenja (kW/kuć)			Upotrebno vrijeme h/godišnje
	prosječno kućanstvo	prateća malo-potrošnja	ekvivalentno kućanstvo	
TS 10/0,4 kV	650	150	800	2 000
Dalekovod 10 kV	570	130	700	2 300
TS 35/10 kV	550	125	675	2 400
TS 110/35 kV	525	120	645	2 500

Oblikovanje i dimenzioniranje perspektivne mreže

Napajanje Požeške kotline električnom energijom u perspektivi

Napajanje Požeške kotline električnom energijom bilo je, radi njenog geografskog smještaja i potencijalnih privrednih mogućnosti, razmatrano u više navrata. Sada se tom pitanju prišlo kompleksnije: koristeći ranija iskustva i imajući na umu intencije budućeg privrednog razvoja Požeške kotline i posebno Slavonske Požege, koje ranije nije bilo moguće sagledati.

Razradom niza varijanti nastojalo se uskladiti rješenja koja nameće postojeće stanje mreže i perspektivno očekivane elektroenergetske potrebe ovog područja sa zahtjevima urbanista, kao i s drugim specifičnim zahtjevima.

Kao najprihvatljivije pokazalo se slijedeće rješenje:

— Napajanje Požeške kotline iz elektroenergetskog sistema s naponom 110 kV, i
— Lociranje glavne pojne tačke — TS 110/35 kV — na području grada Slavonske Požege.

Razradom je također dobiveno da je najpovoljnija uža lokacija buduće TS 110/35 kV Slavonska Požega u blizini postojeće Ljevaonice željeza u Slavonskoj Požegi, te da bi u sklopu ovog objekta trebalo izgraditi i transformaciju 35/10 kV.

Na izbor osnovne sheme TS 110/35 — 35/10 kV te veličine i broja transformatorskih jedinica posebno je utjecala potreba, da se ljevaonici za tad njenih u perspektivi predviđenih elektrolučnih peći osigura poseban režim rada i 100% rezerva u napajanju.

U nedostatku razrađene perspektivne mreže najviših napona predlaže se povezivanje TS 110/35 kV Slavonska Požega vodovima 110 kV s postojećom TS 110/35 kV Slavonski Brod i s u perspektivi očekivanim TS 110/35 kV u Našicama i Novoj Gradiški (sl. 2).

Vod 110 kV Slavonska Požega — Slavonski Brod, duljine oko 40 km, napajao bi TS 110/35 kV Slavonska Požega u normalnim pogonskim prilikama. On bi u perspektivi trebao preuzeti i napajanje TS 110/35 kV Nova Gradiška, a možda i TS 110/35 kV Našice u vanrednim pogonskim prilikama. Tako bi energetske potrebe ovog područja, koje se već sada naziru bile na redu veličine prenosne moći nadzemnog voda 110 kV izvedenog s vodičima presjeka 150 mm² Ač.

Vod 110 kV Slavonska Požega — Nova Gradiška, duljine oko 32 km, može se dimenzionirati prema očekivanim elektroenergetskim potrebama

Raspodjela prognoziranog konzuma oko godine 1990. po područjima TS 35/10 kV u Požeškoj kotlini

Tablica 3

Naziv TS 35/10 kV	Broj kućanstva	Potrošnja MWh/god.		Ukupno	Potrebna snaga — vršno opterećenje					Upotrebno vrijeme
		velepotr.	malopotr.		velepotr.	malopotr.	Ukupno			
					MW	MW	MW	MVAr	MVA	h/god
Slavonska Požega	429	87 260	1 870	89 130	15,12	0,54	15,66	6,59	17,00	5 700
Požega II	8 521	6 600	37 020	43 620	3,13	10,70	12,45	4,10	13,10	3 500
Požega I	7 810	6 770	12 500	19 270	2,42	5,55	7,17	3,00	7,75	2 690
Orljavac-Velika	4 490	2 820	7 180	10 000	1,14	3,02	3,74	1,78	4,14	2 680
Kutjevo-Čaglin	4 350	4 150	6 960	11 110	1,45	2,92	3,92	1,93	4,37	2 830
Ukupno (s gubicima i faktorom istodobnosti)		107 600	65 530	190 130	23,26	22,73	41 000	16 600	44 000	4 630

područja Nove Gradiške, koje bi napajao u vanrednim pogonskim prilikama. Polazeći od prednjeg bilo bi dovoljno da se ovaj vod izvede s vodičima presjeka 150 mm² Ač.

Vod 110 kV Slavonska Požega — Našice, duljine oko 42 km, napajao bi u vanrednim pogonskim prilikama požeško, odnosno našičko područje električnom energijom, pa ga se može dimenzionirati prema očekivanim elektroenergetskim potrebama ovih područja. U tu svrhu bi bilo dovoljno da se i ovaj vod izvede s vodičima presjeka 150 mm² Ač.

Navedene mogućnosti uklapanja TS 110/35 kV Slavonska Požega u mrežu 110 kV ocijenjene su ovdje samo jednostrano, pretpostavljajući jedno stanje u daljoj budućnosti, u kojoj se može očekivati djelomično radijalan pogon mreže 110 kV. Za bližu perspektivu, međutim realno dolazi u obzir izgradnja dalekovoda 110 kV iz pravca Slavonskog Broda, dok će ostale veze definirati detaljniji studij razvoja mreže 110 kV na širem području Slavonije.

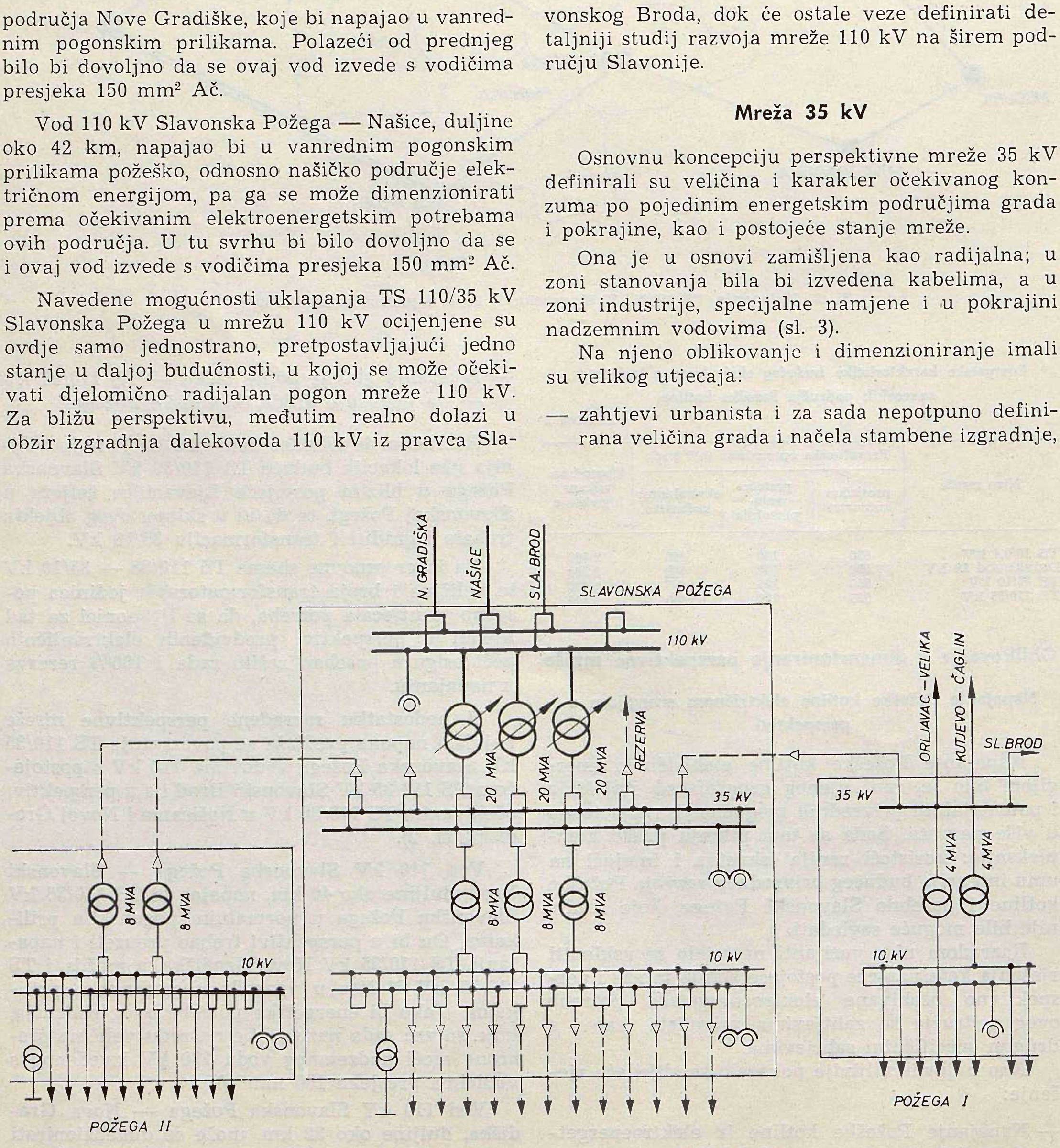
Mreža 35 kV

Osnovnu koncepciju perspektivne mreže 35 kV definirali su veličina i karakter očekivanog konzuma po pojedinim energetskim područjima grada i pokrajine, kao i postojeće stanje mreže.

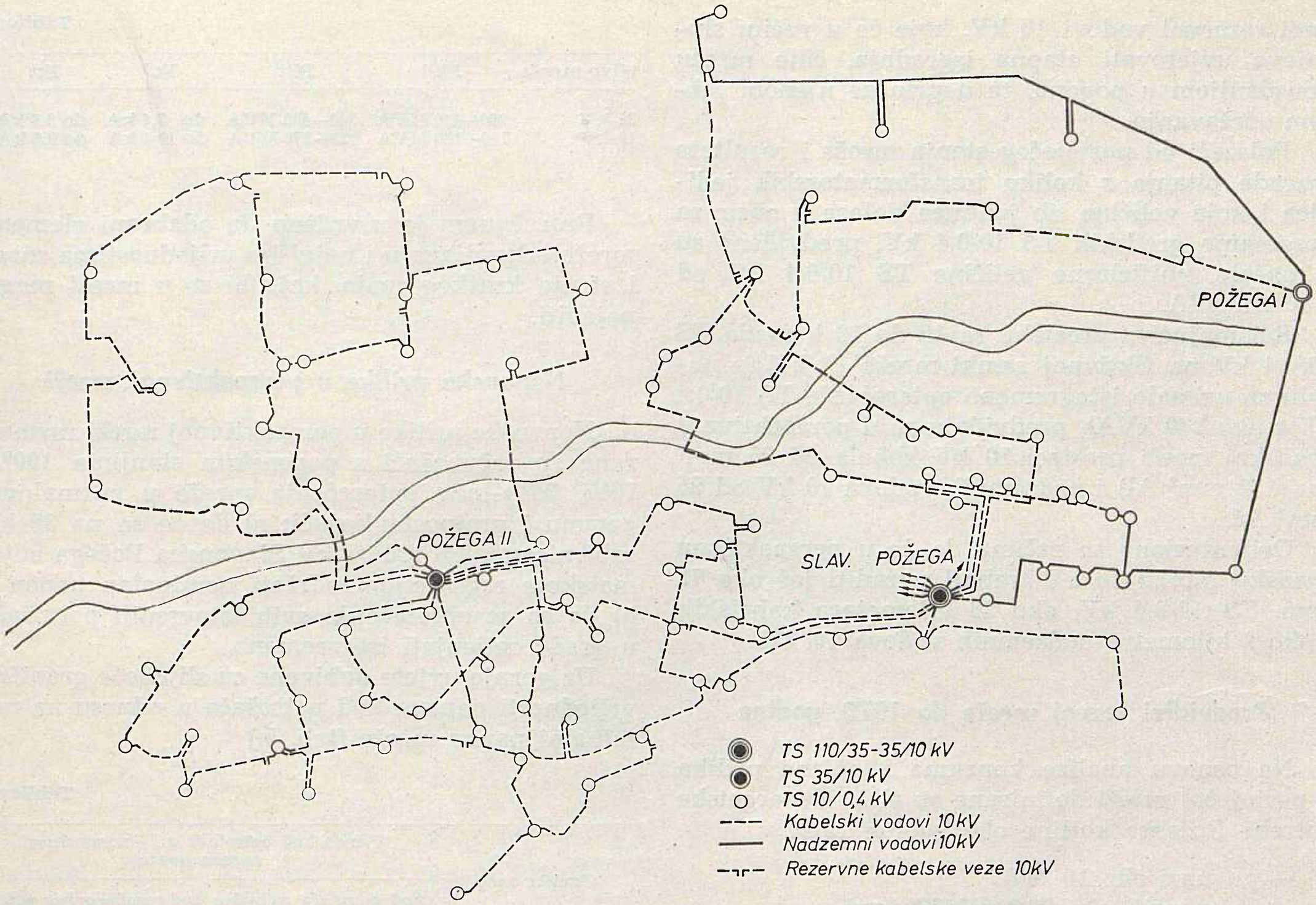
Ona je u osnovi zamišljena kao radijalna; u zoni stanovanja bila bi izvedena kabelima, a u zoni industrije, specijalne namjene i u pokrajini nadzemnim vodovima (sl. 3).

Na njeno oblikovanje i dimenzioniranje imali su velikog utjecaja:

— zahtjevi urbanista i za sada nepotpuno definirana veličina grada i načela stambene izgradnje,



Sl. 3. Shema perspektivne mreže visokog napona Slavonske Požege



Sl. 4. Načelni rasplet perspektivne mreže 10 kV i prostorni razmještaj TS 10/0,4 kV u Slavonskoj Požegi

— potreba, da se Ljevaonici željeza u Slavonskoj Požegi omogući poseban režim rada i osigura neprekidna dobava električne energije,
— nastojanje, da se omogući nesmetano praćenje razvoja konzuma po pojedinim energetskim područjima, kako bi se pravovremeno i opravdano moglo intervenirati u pojedinim dijelovima mreže,
— nastojanje da se omogući što elastičniji etapni razvoj mreže na svim nivoima, i
— nastojanje, da se omogući što jednostavnije upravljanje postrojenjima 35 kV iz jednog centra — TS 110/35 kV Slavonska Požega.

Imajući na umu prednje zahtjeve i nastojanja definirana su energetska područja TS 35/10 kV, veličine TS 35/10 kV, njihove osnovne šeme i način njihovog uklapanja u sistem.

TS 35/10 kV Slavonska Požega, veličine 3 × 8 MVA, napajala bi zonu »Industrija i servisi«, a djelomično i zonu »Stanovanje« i »Specijalna namjena«. Predviđeno je, da se izvede u sklopu TS 110/35 kV.

TS 35/10 kV Požega II, veličine 2 × 8 MVA, napajala bi uglavnom zonu »Stanovanje«. Njeno povezivanje s pojnom tačkom TS 110/35 kV Slavonska Požega predviđeno je da se izvede sa dva kabela NHKBA 95 mm², duljine oko 1,5 km.

TS 35/10 kV Požega I već je definirana veličinom izgradnje postojeće TS 30/10 kV Slavonska Požega, koja će nakon rekonstrukcije i ugradnje većih transformatorskih jedinica (2 × 4 MVA) postati TS 35/10 kV Požega I.

Uz predviđeno povezivanje TS 35/10 kV Požega I sa TS 110/35 kV Slavonska Požega računa se u perspektivnoj mreži područja i sa postojećim vodom 30 kV Slavonska Požega — Slavonski Brod.

Veličine i lokacije TS 35/10 kV u pokrajini i njihovo povezivanje s pojnom tačkom dano je samo načelno, te bi ovu problematiku trebalo pravovremeno potpunije razraditi.

Mreža 10 kV

Analizom uvjeta za razvoj buduće mreže 10 kV utvrđeno je, da predviđenom obimu izgradnje grada Slavonska Požega odgovara radijalna i u osnovi kabelska mreža 10 kV (na području industrije i specijalne namjene predviđeno je iznimno i nekoliko nadzemnih vodova).

Uživajući prostorni razmještaj perspektivno očekivanih elektroenergetskih potreba kao i postojeće stanje mreže na gradskom području, utvrđen je orijentacioni prostorni razmještaj TS 10/0,4 kV u perspektivnoj gradskoj mreži, i zatim je razrađena konfiguracija mreže 10 kV. Međusobnim uspoređivanjem raznih varijanti dobiveno je najpovoljnije rješenje mreže (sl. 4).

Već po svojoj osnovnoj koncepciji usvojena konfiguracija mreže omogućava dvostruko napajanje gotovo svih gradskih TS 10/0,4 kV. Predvi-

đeni rezervni vodovi 10 kV, koje će u većini slučajeva uvjetovati etapna izgradnja, čine mrežu pouzdanijom u pogonu, te doprinose njenom lakšem održavanju.

Polazeći od postojećeg stanja mreže i rezultata razrade pitanja s koliko transformatorskih jedinica i koje veličine tih jedinica dolaze u obzir za opremanje gradskih TS 10/0,4 kV, predviđene su u načelu unificirane veličine TS 10/0,4 kV od 1×400 kVA.

Računajući u prosjeku sa 10 do 12 komada TS 10/0,4 kV na fiktivnoj zamki mreže 10 kV (u načelu se uzimalo istovremeno opterećenje TS 10/0,4 kV s oko 300 kVA), predviđaju se u perspektivnoj gradskoj mreži presjeci 10 kV kabela od 95 mm² Cu (150 mm² Al) i nadzemnih vodova 10 kV od 95 mm² Ač.

Orijentaciono se računa da će u perspektivnu gradsku mrežu 10 kV trebati ugraditi još oko 78 kom. TS 10/0,4 kV, oko 28 kilometara kabelskih i oko 2 kilometra nadzemnih vodova 10 kV.

Predvidivi razvoj mreže do 1970. godine

Na osnovu analize konzuma i ocjene prilika u postojećoj mreži definirane su elektroenergetske potrebe Požeške kotline oko godine 1970.

— u snazi oko 10 MW
— u energiji oko 38 000 MWh/god.

Da se udovolji ovim potrebama predlaže se u skladu s predviđenim razvojem perspektivne mreže uz najnužniju rekonstrukciju postojeće TS 30/10 kV Slavonska Požega i izgradnja:

— nadzemnog voda 110 kV Slavonski Brod — Slavonska Požega, presjeka 3×240 mm² Ač, duljine oko 40 km,
— TS 110/35 — 35/10 kV Slavonska Požega i njeno opremanje potrebnim aparatima i uređajima prema sl. 5,
— nadzemni vod 35 kV od TS 110/35 kV Slavonska Požega do TS 35/10 kV Požega I, presjeka 3×150 mm² Ač, duljine 1,2 km.

Položaj pojnih stanica i orijentacija glavnih saobraćajnica u gradu Slavonska Požega određuje smjerove napajanja konzuma, pa se već u početnoj etapi razvoja gradske mreže 10 kV predviđa polaganje tri magistralna kabelska voda 10 kV u centralno gradsko područje i potrebnog broja vodova u zoni industrije.

Snage i struje kratkog spoja u perspektivnoj mreži

Definiranju snaga i struja kratkog spoja u perspektivnoj mreži Slavonska Požega prišlo se pretpostavljajući početnu snagu kratkog spoja na sabirnicama 110 kV TS 110/35 kV Slavonska Požega u granicama od 500—2 500 MVA.

Polazeći od prednje pretpostavke i služeći se dijagramima na sl. 6. i sl. 7. dobiveni su na pojedinim naponskim nivoima gradske mreže iznosi snaga i struja kratkog spoja prema tab. 4.

Tablica 4

Nivo mreže	Pk''	Pkt	Ik''	Ikt
35 kV	260—450 MVA	240—400 MVA	do 7,4 kA	do 6,6 kA
10 kV	140—180 MVA	130—170 MVA	do 10,4 kA	do 9,8 kA

Proračunom je utvrđeno da odabrani elementi mreže udovoljavaju i najvišim vrijednostima snaga i struja kratkog spoja, koje bi se u mreži mogle pojaviti.

Naponske prilike u perspektivnoj mreži

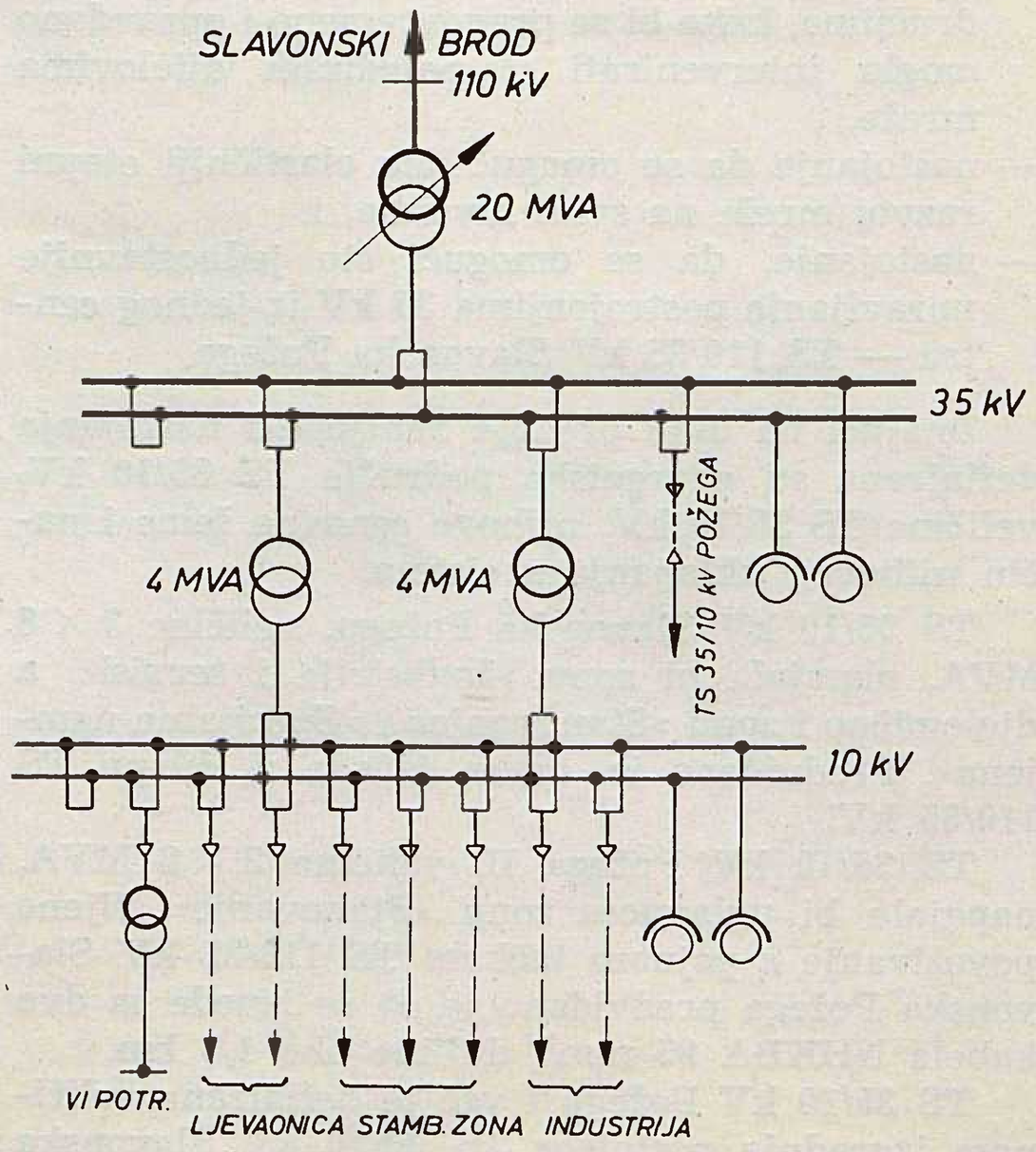
Naponske prilike u perspektivnoj mreži razmatrane su računajući s pogonskim stanjima 100%, 70%, 30%-tnog opterećenja mreže u normalnom pogonu i pretpostavljajući: a) da će se na 35 kV sabirnicama TS 110/35 kV Slavonska Požega automatskom regulacijom održati nominalan napon i, b) da će se opterećenje svih istovrsnih potrošača u gradu mijenjati istovremeno.

Uz gornje uvjete dobivene su slijedeće granične vrijednosti napona kod potrošača u odnosu na nominalni napon mreže (tab. 5.)

Tablica 5

Gradske zone	Napon kod potrošača u % nominalnog napona mreže	
	kod potrošača najbližeg pojnoj trafostanici	kod najudaljenijeg potrošača od pojne trafostanice
Stanovanje	100,2 do 100,42%	95,16 do 98,82%
Industrija	101,6 do 108,9 %	96,2 do 107,2 %
Specijalna namjena	100,26 do 100,45%	95,13 do 98,92%

Analizom prednjih podataka može se zaključiti, da odstupanja napona kod potrošača leže u grani-



Sl. 5. Osnovna shema TS 110/35-35/10 kV Sl. Požega (Etapa I)

cama od + 8,9% do — 4,87% i da se nalaze u granicama dopuštenih padova napona u mreži.

Na osnovu prednjih razmatranja proizlazi, da će se u perspektivnoj gradskoj mreži Slavonska Požega moći održavati uredne naponske prilike regulacijom napona samo u TS 110/35 kV Slavonska Požega.

Jalove snage u perspektivnoj mreži

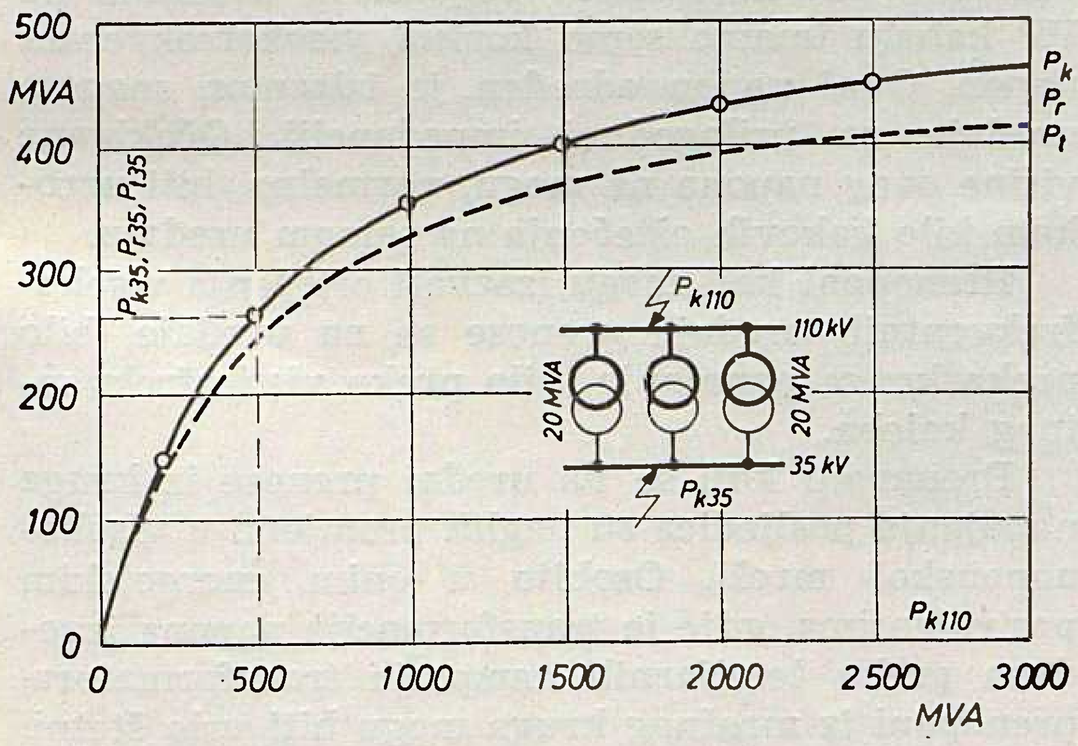
Razradom je utvrđena razdioba jalovih snaga po konzumnim područjima i pojedinim dijelovima gradske mreže prema tablici 6.

Tablica 6

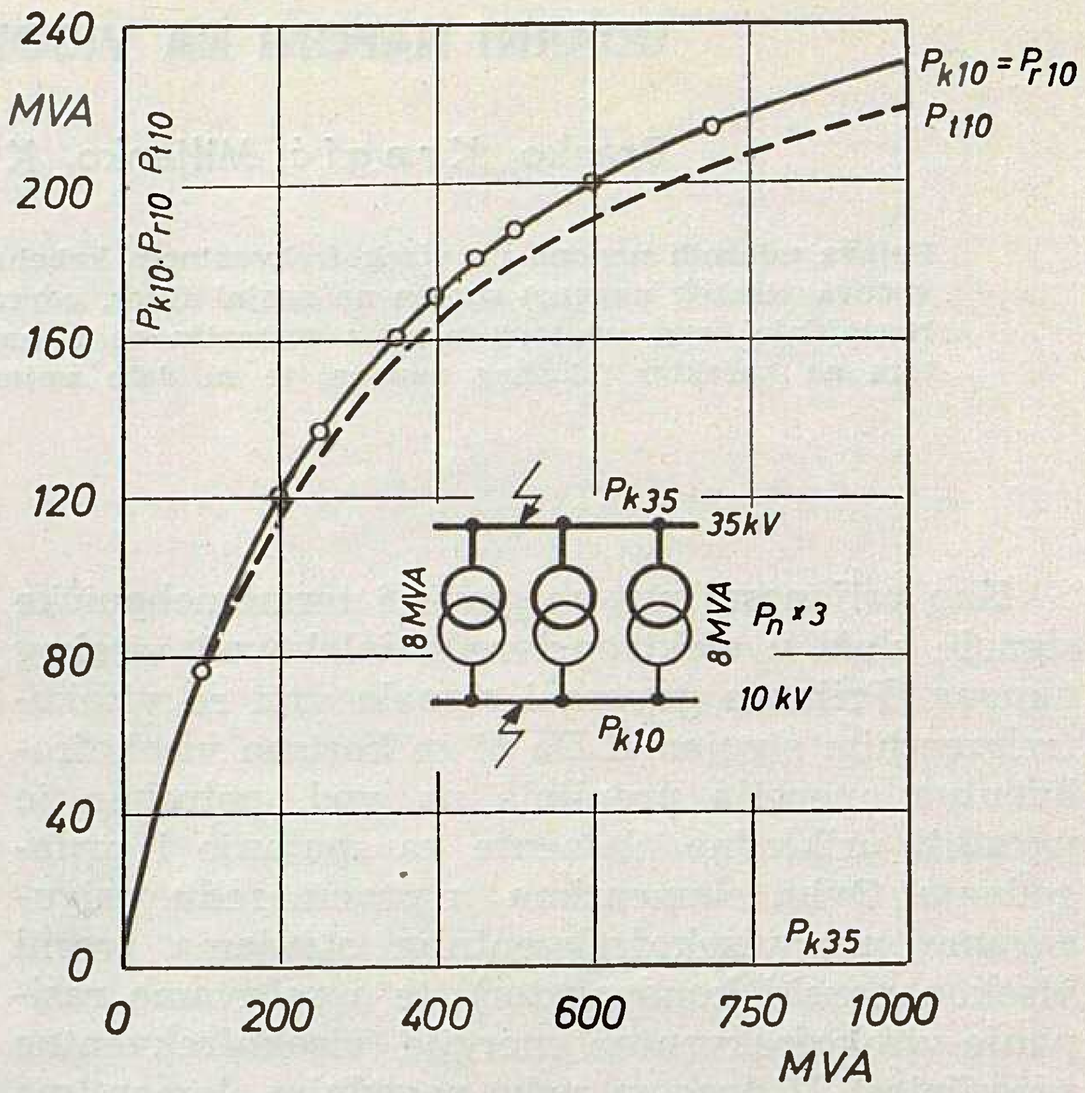
Konzumno područje	Potrebe u jalovoj snazi (MVAr)			Prosječ. faktor snage	
	kunzuma	mreže	ukupno	konzuma	ukupno
TS 35/10 kV Slav. Požega	6,6	2,36	8,96	0,92	0,86
TS 35/10 kV Požega II	4,1	3,03	7,13	0,95	0,88

Ako bi se prišlo primjeni svrsishodno odabrane kompenzacije smanjili bi se gubici energije u mreži, poboljšale naponske prilike kod potrošača i povećala propusna moć mreže.

Analiza je pokazala, da bi se primjenom kompenzacije moglo ići na poboljšanje faktora snaga i iznad 0,95, te da bi se gubici energije u pojedinim dijelovima mreže smanjili za oko 12 do 21%. Utjecaj kompenzacije na naponske prilike u mreži i prenosnu moć mreže nije detaljnije razmatran, jer se prilikom proračuna naponskih prilika u mreži pokazalo da se može očekivati uredan napon, a prilikom dimenzioniranja perspektivne mreže računalo se s potrebnom energetskom rezervom.



Sl. 6. Snage kratkog spoja na sabirnicama 35 kV u odnosu na snage kratkog spoja na sabirnicama 110 TS 110/35 kV Slavonska Požega



Sl. 7. Snage kratkog spoja na sabirnicama 10 kV u odnosu na snage kratkog spoja na sabirnicama 35 kV TS 35/10 kV

Aproksimativni troškovi

Aproksimativni troškovi gradske perspektivne mreže računati su na osnovu jediničnih cijena opreme iz godine 1965. i kalkulativnih troškova izgradnje iz iste godine. Tako dobivena struktura investicija po pojedinim dijelovima mreže dana je u tablici 7.

Tablica 7

Dio mreže	Potrebne investicije (000 N. Din.) za mrežu			
	110 kV	35 kV	10 kV	Ukupno
Vodovi	15 080	630	3 460	19 170
Trans. stanice	8 220	2 370	7 700	18 290
Sveukupno:	23 300	3 000	11 160	37 460

Od oko 37 460 000 N. Din. sveukupnih investicija nešto više od polovine uložit će se u izgradnju vodova, a ostatak za izgradnju transformatorskih stanica. Četvrtinu sveukupnih investicija trebat će uložiti u toku prve etape izgradnje mreže, dok će u daljnjem toku izgradnje ta sredstva biti ravnomjerno raspoređena na dulji vremenski period.

Literatura

N. V a g i ć, *Osnovno rješenje mreže grada Slavonska Požega.* Institut za elektroprivredu, Zagreb 1966.

Naslov pisca: Nikola V a g i ć, dipl. ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37.

UDARNI NAPONI NA VISOKOFREKVENTNOM KABELU

Branko Kragić, Miljenko Krešić, Ivan Plačko, Zagreb

Pojava udarnih napona na visokofrekventnom kabelu, preko kojeg je VF uređaj (predviđen za rad preko vodova visokog napona) spojen na spojni filter, popraćena je oštećenjima na tranzistoriziranim uređajima. Nastajanje ovog udarnog napona razmatra se u najosnovnijim crtama. Analiziran je utjecaj spojnog filtera na karakter udarnog napona, te su date smjernice za rješavanje problema zaštite VF uređaja.

DK 621.39 : 621.315.2

Kao prijenosni put za govor i termomehaničke signale služi u elektroprivredi dalekovod visokog napona. Prijenos govora i signala vrši se visokofrekventnim strujama. Da bi se korisna visokofrekventna energija prenijela na vod, potrebno je ugraditi prikladne elemente za spajanje i prilagođenje. Ovim elementima, u prvom redu, osiguravamo put visokofrekventnim strujama (vezni visokonaponski kondenzator), te sprečavamo rasipanje visokofrekventne energije (visokofrekventne prigušnice). U drugom redu, pogodnim elementima vršimo prilagođenje impedancije uređaja na impedanciju voda te provodimo zaštitu bilo uređaja, bilo ljudi od eventualnih udara napona.

Elemente kojima ispunjavamo navedena traženja nazivamo općenito spojnim, prilagodnim i zaštitnim elementima. Oni se ugrađuju u dalekovodno polje odgovarajućeg dalekovoda.

Od visokofrekventnog uređaja do elementa za prilagođenje polaže se visokofrekventni kabel, redovito koaksijalni kabel impedancije 75 ili 125 oma.

Element za prilagođenje, uobičajeno nazvan spojni filter, je u biti širokopojasni visokofrekventni transformator. Njegova je uloga, kako je već naglašeno, da prilagodi impedancije voda i uređaja kako bi se postigli najpovoljniji uvjeti prijenosa. Impedancija voda za neku odgovarajuću visoku frekvenciju redovito je veća za 2—6 puta od impedancije uređaja (već prema tome da li uređaji imaju 75 ili 125 omski izlaz).

Uz spojni filter obavezno se ugrađuju zaštitni elementi. Preko zaštitnih elemenata privode se na uzemljenje struje 50 Hz koje teku kroz visokonaponski kondenzator. Privođenje se vrši preko tzv. prigušnice za uzemljenje, koja za struje 50 Hz ima minimalan otpor, a za visokofrekventne struje njen je otpor relativno velik.

Paralelno ovoj prigušnici za uzemljenje ugrađeni su odvodnik prenapona i rastavljač za uzemljenje. Katodni odvodnik dimenzioniran je za napone od 500—1500 V. Rastavljačem za uzemljenje moguće je kraj visokonaponskog kondenzatora spojiti na uzemljenje, što je nužno pri radovima oko spojnog filtera.

Na ovako izvedene zaštitne elemente spaja se paralelno spojni filter (namotaj više impedancije). Kod nekih se izvedbi veza između zaštitnih elemenata i spojnog filtera vodi preko osigurača od 1 A. Nužnost uvođenja ovog osigurača naša dosadašnja praksa nije potvrdila. Svi prekidi, koji su ustanovljeni na tom osiguraču, posljedica su mehaničkih i kemijskih djelovanja, a ne strujnih.

Kapacitet visokonaponskog kondenzatora koji se kreće u granicama od 4200 do 6500 pF dovoljan je da osigura prolaz visokofrekventnim strujama, a istovremeno da za struje 50 Hz predstavlja velik otpor kako bi uz minimalne struje čitav pad faznog napona bio na njemu. Nazivni napon kondenzatora odgovara linijskom naponu odnosne mreže. Struja kroz kondenzator određena je uglavnom kapacitetnim otporom i faznim visokim naponom. Otpor prigušnice za uzemljenje je neznatan pa ne utječe na veličinu struje koja teče od voda preko serijskog spoja kondenzatora i prigušnice u zemlju.

Visokofrekventna prigušnica ugrađena u vodič sprečava da se značajni iznosi visokofrekventne energije gube preko sabirničkog sistema po drugim priključnim dalekovodima. Uzemljenje vodova provodi se iza prigušnice, gledano od voda prema postrojenju, pa je tako osiguran prijenos i preko uzemljenog voda.

Uz ovako postavljene elemente, pri normalnim pogonskim uvjetima, visokofrekventna struja teče od uređaja preko VF kabela na spojni filter, te se dalje preko filtera i kondenzatora prenosi na vod. Pri tim normalnim pogonskim uvjetima na VF kabelu imamo samo korisni visokofrekventni napon. Ovaj napon određen je izlaznom snagom uređaja na prilagodnoj impedanciji. Očekivane visine ovog napona ne mogu, normalno, biti uzrokom bilo kakovih oštećenja na samom uređaju.

Prenaponi koji mogu izazvati oštećenja visokofrekventnih uređaja prenose se na uređaje, bilo preko kruga napajanja, bilo preko visokofrekventnog kaleba.

Prenaponi koji se na uređaj prenose iz kruga napajanja posljedica su naglih promjena u visokonaponskoj mreži. Osobito u onim energetskim postrojenjima, gdje je transformacija napona izvedena preko tercijarnih namotaja transformatora, prenaponi iz mrežnog kruga mogu biti vrlo štetni.

Ovi prenaponi iz mrežnog kruga traju u svakom slučaju više od nekoliko poluperioda 50 Hz, pa su dovoljni da izazovu oštećenja. Takvim oštećenjima više su podložni uređaji koji se direktno napajaju mrežnim naponom, jer se prenapon direktno prenosi iz mreže na krugove uređaja. Za uređaje koji se napajaju preko baterija, prenaponi iz mreže redovito neće biti opasni, jer će biti znatno prigušeni, kako u ispravljaču tako i u bateriji, kao i u ulaznom krugu napajanja kod

tranzistorskih uređaja. Ulazni krug napajanja tranzistorskih uređaja izveden je kao filter za izgla-đivanje valovitosti istosmjernog napona, pa se prenapon 50 Hz kratko spaja ulaznim kondenza-torom velikog kapaciteta.

Prenaponi koji na uređaj dolaze preko VF kabela mogu biti izazvani:

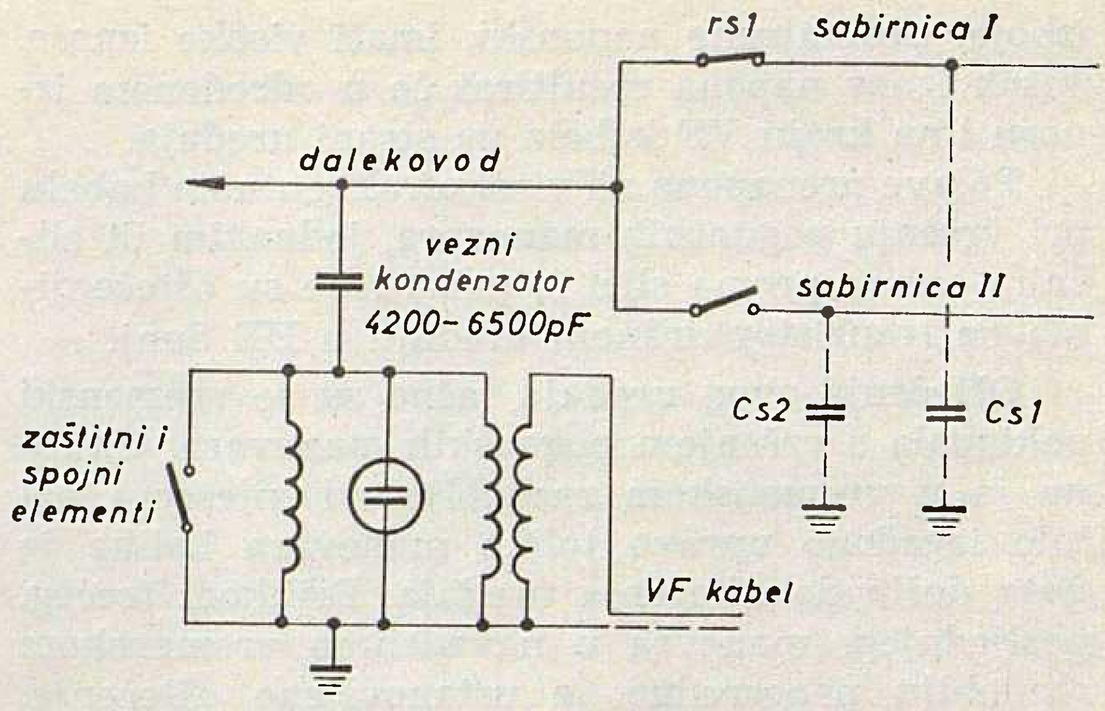
1. Djelomičnim atmosferskim pražnjenjem preko zaštitnih elemenata i spojnog filtera.
2. Vršenjem pogonskih manevara u visokonapon-skom postrojenju.

Kod atmosferskih pražnjenja može doći do preskoka naboja na zaštitnim elementima. Iako redovito i katodni odvodnik i prigušnica za uzem-ljenje sprečavaju prijelaz prenapona na spojni filter i VF kabel, ipak dolazi do izvjesnih oštećе-nja. Katodni odvodnik djeluje sigurno kod izra-zitih prenapona, dok će za one prenapone koji su niži ili jednaki njegovom radnom naponu ostati bez djelovanja. Oštećenja izazvana prenaponima koji su niži od radnog napona katodnog odvod-nika redovito su vezana uz visokofrekventni pri-jemni filter uređaja. Ulaz prijemnog filtera izve-den je obično serijskim spojem kondenzatora i zavojnice. Proboj ovog kondenzatora posljedica je prenapona. Budući da smo do sada u eksploataciji imali, uglavnom, uređaje s elektronskim cijevima, to se nije redovno odmah primjećivao proboj kondenzatora. Probojem kondenzatora opao bi prijemni nivo, ali kako je i iza toga taj nivo bio u granicama dovoljnim za djelovanje regula-cije, to se ovo oštećenje primjećivalo tek pri godišnjim revizionim mjerenjima. Tom se prili-kom ustanovilo da čak kod 30—35% uređaja u eksploataciji dolazi do opisanog oštećenja. U neko-liko slučajeva atmosferskih pražnjenja došlo je do težih oštećenja uređaja. Ovdje se redovito radilo o uređajima preko kojih se ostvaruju veze po 30 i 35 kV vodovima. Međutim se u takvim slučaje-vima radilo o direktnim pražnjenjima preko za-štitnih elemenata, jer je zbog loših odvodnika prenapona 35 kV dolazilo do preskoka preko kra-jeva visokonaponskog kondenzatora.

Kako tranzistorizirani uređaji još nisu kod nas u dovoljnom broju zastupani u mreži veza preko vodova visokog napona, to ne možemo utvrditi kako će se prenaponi na njih odražavati.

I proizvođači spojnih i zaštitnih elemenata, i proizvođači uređaja za rad preko vodova visokog napona vodili su računa o atmosferskim pražnje-njima i prenaponu. Poduzete mjere zaštite zadovo-ljavaju, koliko je to bilo moguće ocijeniti, kod cijevnih uređaja. Ispravni katodni odvodnici u zaštitnim elementima, naponski dobro dimenzio-nirani elementi u VF uređaju, dovoljna probojna izolacija na spojnom filteru, te predviđena zaštita zenerovim diodama kod tranzistoriziranih uređaja, daju dovoljnu garanciju da do težih oštećenja kod atmosferskih opterećenja neće doći.

Na slici 1 prikazano je pojednostavljeno uklop-no stanje pri vršenju pogonskog manevra u viso-



Sl. 1. Prikaz veze sprežnih elemenata VF uređaja sa sabir-nicama preko parazitnih kapaciteta

konaponskom postrojenju. Pri manevru, odnosno onima koji proistječu iz slike 1, dolazi do pojave prenapona na visokofrekventnom kabelu.

Nastajanje ovog prenapona možemo vezati uz prijelaznu pojavu koja se može objasniti ovako:

U seriju sa visokonaponskim kondenzatorom vezani su zaštitni elementi. Drugim pak krajem vezani su zaštitni elementi na uzemljenje. Ako pretpostavimo da smo u nekom trenutku zatvorili rastavljač rs2, prema slici 1, onda će drugi sabir-nički sistem doći pod napon. Pretpostavljeni kon-denzator sabirnica II nabit će se prema zemlji na napon mreže, koji postoji u trenutku uklapanja rastavljača rs2. Kako je vremenska konstanta na-bijanja pretpostavljenog kondenzatora sabirnica vrlo mala, zbog vrlo malog otpora vodiča i malog kapaciteta, to će prijelazna pojava trajati vrlo kratko. Početne struje nabijanja, zbog visokog napona koji je mreža imala u trenutku uklapanja rastavljača, vrlo su velike. Kod ovog smo pretpo-stavili da se rastavljač nije uklopio kad je fazni napon prolazio kroz nulu.

Kako je visokonaponski vezni kondenzator u momentu uklapanja rastavljača na istom naponu kao i visokonaponska mreža, to možemo zaključiti da će se nabijanje sabirničkog kondenzatora vršiti istovremeno i iz mreže i iz veznog kondenzatora. Udio struje veznog kondenzatora u struji nabija-nja sabirničkog kondenzatora bit će reda veličine struje nabijanja iz mreže. To znači da će u prvom trenutku i struja nabijanja iz veznog kondenza-tora biti vrlo velika. Kako struja prelazi na zemlju preko spojnih i zaštitnih elemenata, to će ona prouzrokovati prenapon, koji se prenosi preko spojnog filtera na visokofrekventni kabel i dalje na VF uređaj.

Kakovu sliku će imati prenapon s obzirom na vremensku os, zavisit će o tome, da li će struja izbijanja veznog kondenzatora na ekvivalentnom sklopu omskih i reaktivnih komponenta spojnog filtra, zaštitnih elemenata i VF kabela izazvati prigušene oscilacije ili će izboj biti aperiodski. No bez obzira na to kakav će biti izboj, možemo očekivati da će i vršna vrijednost prve poluperiode prigušenog titraja i visina impulsa aperiodskog

izboja, promatrane naponski, imati visoke iznose. Visok iznos napona rezultirat će u određenom iznosu i na kraju VF kabela na strani uređaja.

Pojave prenapona na visokofrekventnom kabelu pri vršenju pogonskih manevara, jednakim ili sličnim onima prema slici 1, potvrđene su oštećenjima na tranzistoriziranom uređaju u HE Senj.

Oštećenja ovog uređaja tačno su se vremenski poklapala s vršenjem pogonskih manevara. Ukupno je u vremenskom razdoblju od mjesec i pol bilo izvedeno upravo toliko manevara koliko je puta došlo do oštećenja uređaja. Prilikom trećeg, posljednjeg, manevra u navedenom vremenskom razdoblju neposredno je ustanovljeno oštećenje. Dok je pri prva dva manevra mogla bili pretpostavljena slučajna koincidencija oštećenja, pri trećem manevru ova slučajnost je potpuno isključena. Na osnovu ovog trećeg slučaja moglo se i za prva dva zaključiti na uzročnu vezu manevra i oštećenja uređaja.

Višekratnim ponavljanjem manevra prema slici 1, ustanovljena je očekivana pojava prenapona na VF kabelu. Provedena orijentaciona mjerenja pokazala su da je visina prenapona tolika da nekoliko puta premašuje radne napone sklopova tranzistoriziranih uređaja. Oscilografska slika prenapona bila je predstavljena impulsom. Veličinu impulsa u naponskom iznosu nije bilo moguće utvrditi, jer je čak i uz maksimalno prigušenje ulaza slika na oscilografu prelazila preko cijelog zaslona katodne cijevi. Uporednim mjerenjem jednostavnim univerzalnim instrumentima također je registrirana pojava prenapona. Otkloni kazaljke instrumenata, u trenutku uklapanja rastavljača, označili su napon reda 60-70 V.

Ako uzmemo u obzir tromost pokaznih instrumenata i činjenicu da pojava prenapona traje vrlo kratko, onda možemo zaključiti da je izmjereni iznos daleko ispod stvarne veličine.

Pri otvorenom kraju koaksijalnog kabela na strani VF uređaja, a pri ponovljenim manevrima, čuo se prasak male jačine. Na osnovu tog praska može se zaključiti da je na otvorenom kraju kabela postojala potencijalna razlika od barem nekoliko kV.

Da bi se dobila potpuna potvrda nastajanja prenapona kod opisanog pogonskog manevra, obavljena su kontrolna ispitivanja i u nekoliko drugih postrojenja. Sva ova ispitivanja potvrdila su nastajanje prenapona. Eventualne pretpostavke da se pojava u HE Senj može smatrati iznimnom, zbog razloga uzemljenja ili izvedbe rasklopnog postrojenja, odbačene su nakon ispitivanja u drugim postrojenjima. Kontrolna ispitivanja u različitim postrojenjima također su potvrdila da prenaponi nastaju bez obzira na to koji je tip spojnih i zaštitnih elemenata upotrebljen u dalekovodnom polju.

Međutim, ispitivanja su pokazala da visina prenapona nije ista za različite tipove elemenata. Zamjenom jednog tipa elementa u dalekovodnom polju elementima drugog tipa dobivene su vrlo izrazite razlike otklona kazaljke na pokaznim mjernim instrumentima.

Iako možemo pretpostaviti da je visina prenapona na zaključenom kraju VF kabela na strani uređaja mnogo manja od iznosa pri nezaključenom kraju, ona je ipak dovoljno velika da izazove oštećenja.

Proizvođači uređaja, izvedenih s elektronskim cijevima, nisu predvidjeli nikakvu dodatnu zaštitu od prenapona u samom uređaju. Kratkotrajne pojave prenapona, kako je i iskustvo potvrdilo, nisu izazivale težih oštećenja cijevnih uređaja pa se može prihvatiti da konstruktori cijevnih uređaja nisu imali potrebe poduzimanja dodatnih mjera zaštite u samom uređaju. Konstruktori pak tranzistoriziranih uređaja predviđaju dodatnu zaštitu u izlaznom krugu uređaja. Ovakovom zaštitom, izvedenom zenerovim diodama, postiže se efikasno štićenje tranzistora izlaznog stupnja odašiljača.

Budući da kod navedenih pojava prenapona nisu na uređaju u HE Senj stradali izlazni tranzistori, nego tranzistori u krugu istosmjernog pretvarača, to možemo utvrditi: ili da je napon vođenja za diode viši od iznosa prenapona ili, da je prenapon vremenski prije dospio do tranzistora u pretvaraču nego na diode.

Tranzistori u pretvaraču su od svih tranzistora u uređaju najpodložniji oštećenju. Naime, ovi tranzistori su trajno opterećeni i prema tome zagrijani do dopuštene granice. Kod istovremeno narinutog prenapona na zagrijani (opterećeni) i hladni (neopterećeni) tranzistor, opterećeni tranzistor je podložniji oštećenju.

Ispitivanja provedena na maketi sklopa prema slici 1, uz izmijenjene nazivne vrijednosti kapaciteta veznog kondenzatora i kapaciteta sabirničkog kondenzatora, još su jednom potvrdila nastajanje prenapona na visokofrekventnom kabelu. Promatranja na oscilografu pokazala su da je izboj veznog kondenzatora popraćen pojavom prigušenog titranja. Kako u maketi vezni kondenzator nije bio predstavljen kondenzatorom kapaciteta 4200—6500 pF, jer zbog niskog napona ispitivanja ne bi se mogle dobiti odgovarajuće količine naboja, to je, kao nadomjesni, uzet kondenzator mnogo većeg kapaciteta.

Kako je poznato, kapacitet kondenzatora je jedan od faktora koji uvjetuje nastajanje prigušenog titranja kod izboja. Za potpuno određivanje karaktera izboja nužno je provesti, kako matematičku analizu, tako i oscilografska promatranja pojava u stvarnom sklopu. Orijentacionim ispitivanjima u raznim postrojenjima, a isto tako i pri ispitivanjima zamjenom tipova spojnog filtera, opažene su dovoljne razlike.

Ako uzmemo da je kapacitet veznog kondenzatora u svim slučajevima jednak, da je čisto omska komponenta promatranog sklopa bila u jednakom redu veličine, onda je na opažene razlike mogao jedino izrazito utjecati različiti induktivitet spojnog filtra. Ekvivalentni iznos induktiviteta spojnog filtera također je jedan od faktora koji je bitan za određivanje izboja. Moguće je, prema tome, da će pri jednom tipu filtera doći do aperiodskog izboja veznog kondenzatora, a pri nekom drugom

tipu do izboja prigušenim titranjem. U skladu s tim različitim izbijanjima može doći i do različitih iznosa u veličini prenapona. Ako pak, kod svih izboja dolazi do prigušenih titraja, onda frekvencija redovito neće biti ista za različite tipove spojnih filtera. Različitim frekvencijama prigušenog titranja predstavit će se visokofrekventni priključak VF uređaja različitim impedancijama, a time će i napon uz istu snagu izboja biti različit.

Usporedo s daljnjim istraživanjima problema prenapona (udarnog napona) na VF kabelu potrebno je analizirati efikasne mjere zaštite. Budući da smo ustanovili, da uzrok nastajanju udarnog napona na VF kabelu nalazimo u izboju veznog kondenzatora na spojnom filteru, tada potrebne mjere zaštite moramo provesti ili na spojnom filteru ili na samom tranzistoriziranom uređaju.

Na spojnim filterima upotrebljenim u našoj eksploataciji razlike predstavljaju izvedbe transformatorskog prijenosa. Kod jednih tipova izvedba je kao kod zračnog transformatora, kod drugih je upotrebljena visokofrekventna, a kod trećih niskofrekventna jezgra. Ekvivalentni induktiviteti kod izboja bitno će se razlikovati, te će se u odgovarajućem obliku odražavati na visinu, na VF kabelu izazvanog, udarnog napona. Zbog toga će u prvom redu biti nužno odrediti način izvođenja transformatorskog prijenosa spojnog filtera, ne vodeći samo računa o visokofrekventnim prilagođenjima.

Postavljanje dodatnih odvodnika prenapona paralelno priključku VF kabela na spojni filter ne bi predstavljalo efikasnu mjeru zaštite, jer bi radni napon odvodnika u svakom slučaju bio veći od višekratnog uvećanog tranzistora u uređaju.

Upotreba zenerovih dioda u svrhu zaštite potpuno je zadovoljavajuća. Potrebno je jedino utvrditi mjesto ugradnje ovih dioda u uređaju. Mjesto mora biti tako odabrano da je osigurano djelovanje dioda prije nego udarni napon može izazvati oštećenje na nekom drugom elementu. Najprikladnije mjesto ugradnje dioda bilo bi na mjestu priključka VF kabela na uređaj.

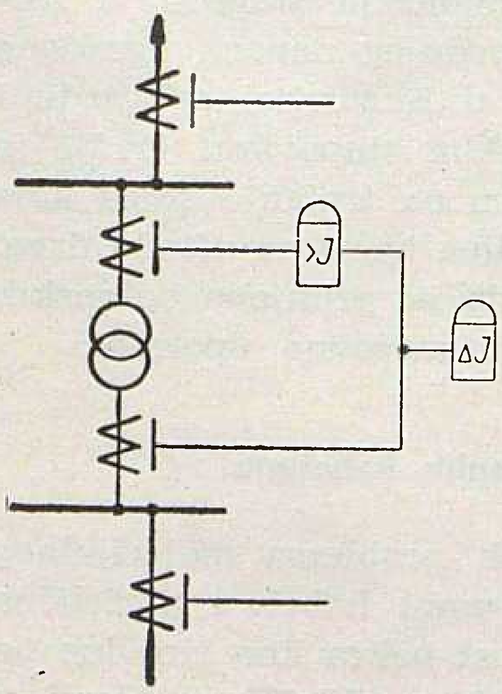
Pored određivanja mjesta ugradnje, potrebno je odrediti proradni napon dioda. Za korisne signale diode ne smiju predstavljati nikakove prepreke.

Prenaponi koji premašuju maksimalne amplitude korisnog signala za više od 20%, morali bi biti provedeni kroz diode.

Naslovi pisaca: Branko Kragić, dipl. ing. »Elektroprenos« Zagreb — Miljenko Krešić, dipl. ing., Poslovno udruženje elektroprivrede Hrvatske, Zagreb, Proleterskih brigada 37 — Ivan Plačko, dipl. ing. Elektrotehnički fakultet, Zagreb, Unska ul. 17.

NEPOUZDANA i NESELEKTIVNA ZAŠTITA?
KAKO SPRIJEČITI OŠTEĆENJA POSTROJENJA I ZASTOJE POGONA?

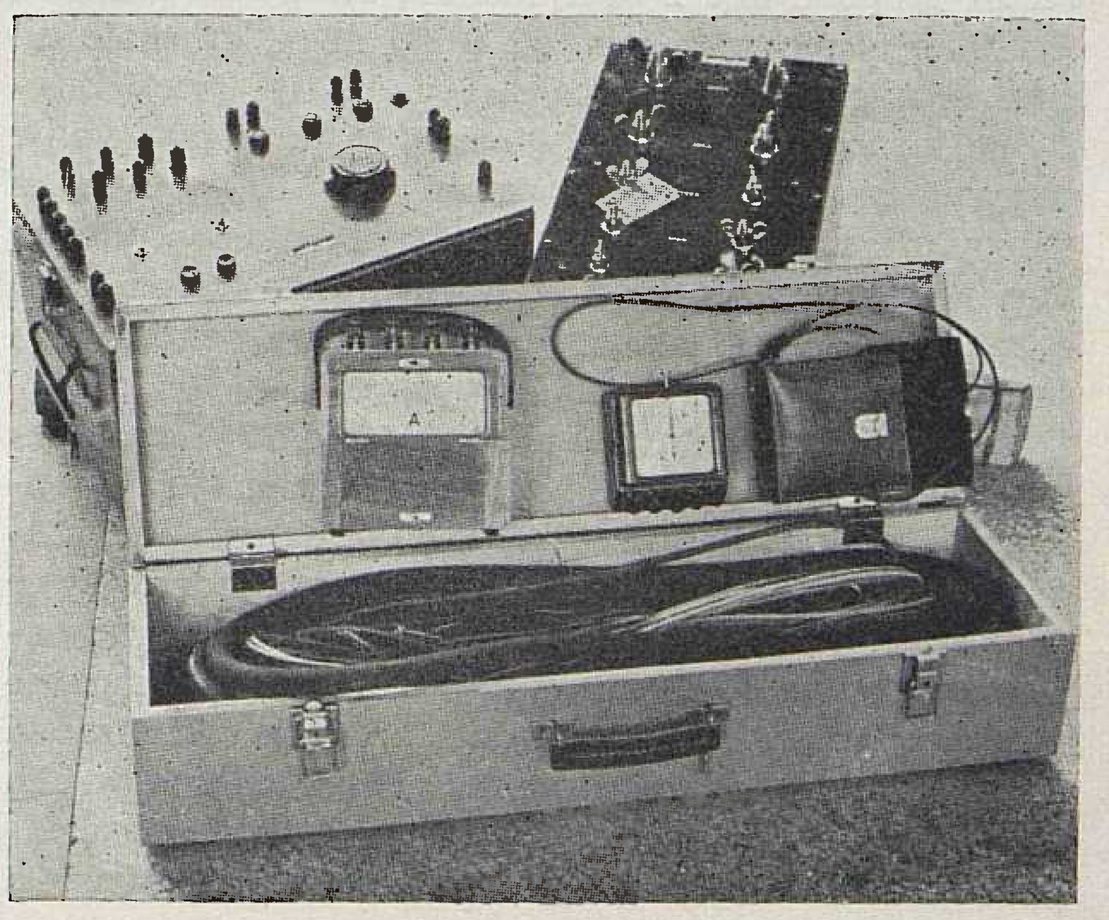
Redovito kontrolirajte Vašu relejnu zaštitu!



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

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

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



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

MATERIJALNO SNABDIJEVANJE ELEKTRODISTRIBUCIJE HRVATSKE U 1966.

DK 621.315/.316

Na savjetovanjima elektrodistribucije Jugoslavije održanim u Jajcu i Beogradu, bio je istaknut aktuelni problem materijalnog snabdijevanja u elektrodistribuciji. Nestašica materijala došla je do izražaja naročito u snabdijevanju elektrovodnim stupovima, podzemnim kabelima, alučel-užetima, profilnim željezom, transformatorima, kao i drugim osnovnim i kritičnim materijalima, te deviznim sredstvima.

Na simpoziju u Sarajevu problem sirovih drvenih stupova dao je jasnu i nedvojbenu sliku stanja na tržištu i stanja distributivnih mreža. Iz materijala iznesenih na simpoziju proizlazi, da su godišnje potrebe stupova jugoslavenske distribucije 99.100 m³, od čega otpada 61.000 m³ stupova na održavanje, a 30.000 m³ na nove objekte. Vrijednost ovih potreba u drvenim stupovima iznosi godišnje oko 7.200 milijuna st. dinara.

U mrežu elektrodistribucije Hrvatske ugrađeno je cca 240.000 m³ stupova. Ako uzmemo, da godišnja stopa iznosi prosječno 12% za održavanje, onda proizlazi da su samo u Hrvatskoj potrebe na izmjeni dotrajalih stupova oko 15.000 m³.

Na simpozijumu je također ustanovljeno da su JUS-ovim propisima DB 2020 određeni oštri uvjeti za promjere sirovih drvenih stupova pri vrhu i u sredini. U tom je pogledu zatražena od tehničke komisije pri Koordinacionom odboru izmjena stare tabele JUS-a DB 2020 i predložena su nova dozvoljena odstupanja. Ovom izmjenom JUS-a svakako se očekuje veća realizacija sirovih drvenih stupova.

Sječa drvne mase u jugoslavenskim razmjerima iznosi oko 20 milijuna m³ godišnje u lišćarima i četinjarima zajedno. Od te mase otpada na elektrovodne i PTT stupove oko 2 milijuna m³, što iznosi cca 20—25.000 m³ stupova dužine od 9 do 16 m, a ostalo su stupovi manjih dužina, koje se u distributivnoj mreži ne primjenjuju. Dakle oskudica i pomanjkanje ukupnih potreba stupova iznosi oko 50—60%, a u stupovima 10, 11, 12, 13 i 14 m i preko 60 %. Činjenica je, da sječa drvenih stupova ovisi u prvom redu o sastavu šume (stara, mlada) od čega je ovisan i postotak sječe i asortiman stupova.

U sječi slovenskih šuma otpada cca 70 % na elektrovodne, a 30 % na PTT stupove, dok u sječi u šumama Gorskog kotara otpada na elektrovodne stupove 40—50 %, a na PTT 50—60 %, tj. odnos sječe stupova je povoljniji u mladim šumama u korist naših asortimana. Na području SR Hrvatske nalazi se uglavnom stari sastav šuma četinjara. Realizacija elektrovodnih stupova u prošloj godini iznosila je oko 2.000—2.500 m³, od čega je maksimum upotrebila elektrodistribucija (1.500 m³ elektrovodnih stupova), a ostalo PTT i rudnici.

Elektrodistribucija Hrvatske pristupila je 1966. sistematskom rješavanju ovog problema.

Elektrovodni stupovi

Pronađeno je tehničko rješenje uzemljenja betonskog stupa za niski i visoki napon, način penjanja na stup, te izgradnju konzola. Pristupilo se je razgovorima sa građevinskim poduzećima za izradu standardnog stupa. Razrađuje se ponuda za izradu betonskog stupa od 9, 10,5 i 12 m dužine. Osnovne karakteristike te ponude su vrlo povoljne, kako u cijeni tako i u težini stupa. Neka distributivna poduzeća u Hrvatskoj bila su posebno zainteresirana za masovnu primjenu betonskih nogara. Proizvođačima je postavljen uvjet za izradu betonskih nogara, da budu lakši od dosadašnjih pa prema tome i jeftiniji, zatim, dobilo se je rješenje sa atestom novog tipa betonskih nogara, koji je za 64 % lakši od dosadašnjeg, a može se vršiti izmjena stupa i u slučaju dok je vod pod naponom. Danas već može proizvođač proizvesti i do 3.000 komada nogara mjesečno, i takva nas proizvodnja može zadovoljiti.

Upotrebu betonskih nogara i betonskog stupa trebalo bi masovno primijeniti čemu najbolje govori u prilog i ovaj pokazatelj. Cijena betonskog stupa iznosi 26.800.— st. dinara u odnosu na cijenu drvenog stupa (21.000.— st. din.). Uzmemo li u obzir situaciju s drvom i trajnost stupa, onda je ova preorijentacija potpuno opravdana.

Na Međunarodnoj konferenciji o elektrifikaciji sela i poljoprivrede, koja je održana u rujnu 1966. u Ženevi, iznesen je i ovaj primjer.

U Čehoslovačkoj je u 1956. godini otpao na svakih 11 ugrađenih drvenih stupova jedan betonski stup, 1965. je taj odnos bio takav da je na svaka 3 ugrađena betonska stupa otpao samo jedan drveni stup, dok je u mrežama niskog napona primjena drvenih stupova potpuno isključena.

Godišnji kapacitet proizvodnje betonskih stupova u Čehoslovačkoj iznosi 180.000 komada. Jedan pogon sa kapacitetom od 90.000 komada nalazi se na teritoriju Češke, a drugi isto toliki na teritoriju Slovačke. Na Međunarodnoj konferenciji u Ženevi bilo je također izneseno i drugih primjera. Tako npr. u Francuskoj distributivna mreža srednjeg i niskog napona ima ugrađeno 70 % betonskih stupova, u Rumunjskoj je na mrežama srednjeg napona ugrađeno 90 % betonskih stupova, a u Bugarskoj se grade i telefonski vodovi na betonskim stupovima. Ovdje je akcenat rentabilnosti stavljen na trajanje stupa koje se povećava od 25 na 80 godina kao i na uštedu drva. Krajnje je dakle vrijeme, da se primjena betonskih stupova u elektrodistribuciji masovno upotrebi.

Stanje s podzemnim kabelima

U jedan od najvažnijih problema materijalnog snabdijevanja spadaju podzemni kabeli i alučelična užad. Nestašica i deficitarnost bakra kao sirovine na svjetskom tržištu, te političke prilike i problemi u posljednje dvije godine u zemljama koje su najveći proizvođači bakra (Čile i Rodezija) utjecali su na situaciju bakra na svjetskom tržištu, zbog čega su nastale teškoće u nabavi starog bakra, koji naša kabelska industrija uvozi. Ova situacija ubrzala je od-

luku naše industrije, da pređe na proizvodnju aluminijskih kabela. Prijelazom od bakrenih na aluminijske kabele trebalo je riješiti i problem proizvodnje spojnog materijala, osiguranje sirovina itd. Tokom 1965. kabelska industrija rješavala je u saradnji s predstavnicima distribucije ovaj problem, te je putem svojih kooperanata pristupila proizvodnji kabela, spojnog materijala itd.

S obzirom na zahtjeve i potrebe domaćeg tržišta, a posebno vanjskog za izvoz kabela, postali su tvornički kapaciteti premaleni. U toj situaciji kabelska industrija je bila primorana da pristupi proširenju svojih kapaciteta, i da bi osigurala potrebe kabela distribuciji, ponudila joj je dugogodišnju suradnju na oročavanju sredstava za razdoblje od 1967. do 1970. s time da joj garantira potrebe u kabelima. Potrebe jugoslavenske distribucije iznose godišnje cca 2.445 km u podzemnim kabelima 1 kV, 10 kV i 35 kV, od čega za potrebe elektrodistribucije SR Hrvatske otpada 486 km i to:

Od 1 kV 265 km u vrijednosti od oko 972 mil. st. din.
Od 10 kV 196 km u vrijednosti od oko 1.500 mil. st. din.
Od 35 kV 25 km u vrijednosti od oko 480 mil. st. din.

što ukupno iznosi samo za SR Hrvatsku oko 2.952 milijuna st. din.

Alučelična užad

Među kritične materijale spada i aluminijska užad. Godišnje potrebe jugoslavenske distribucije iznose oko 3.300 tona, u čemu Hrvatska učestvuje sa 900—1000 tona, što predstavlja vrijednost od cca 900 milijuna st. dinara.

Domaća proizvodnja aluminija kreće se do 45.000 tona. Dodamo li tome godišnji uvoz od cca 25.000 tona, prerađivači raspolažu sa 70.000 tona aluminija za preradu. Kapacitet proizvođača aluminijske užadi iznosi cca 18.000 tona godišnje, a isto toliko i kapacitet za izvlačenje. Razumljivo je da se sav raspoloživi aluminij ne koristi samo za proizvodnju alučelične užadi i kabela, nego i za ostale proizvode koje industrija koristi.

Usporedimo li potrebe jugoslavenske distribucije u alučeličnoj užadi koje iznose oko 3.300 tona i potrebe udružene elektroprivrede koje iznose oko 2.500 tona što je ukupno 5.800 tona godišnje, izlazi da su kapaciteti domaćih proizvođača, kako u pletenju aluminijske užadi tako i u izvlačenju, više nego dovoljni da bez poteškoća podmire potrebe domaćeg tržišta.

Pristupanjem poslovnoj suradnji putem oročavanja sredstava, distribucija očekuje bitno poboljšanje u snabdijevanju ovim veoma važnim i kritičnim materijalom u toku iduće i u narednim godinama.

Da bismo ublažili manjak u alučeličnoj užadi ugovorili smo s Istočnom Njemačkom uvoz od 300 tona užeta raznih presjeka.

Stanje u valjanim i vučenim proizvodima crne metalurgije

Snabdijevanje domaćeg tržišta, a posebno elektrodistribucije profilnim željezom, bio je jedan od težih problema. Poznata je činjenica, da se potrebe jugoslavenske industrije ne mogu podmiriti proizvodima profilnog željeza iz proizvodnje domaćih željezara, te se pojavljuje potreba uvoza oko 650.000 tona godišnje, u čemu jugoslavenska distribucija učestvuje sa 4.800 tona valjanih i vučenih proizvoda, što otprilike predstavlja vrijednost od 560.000.— $.

Istočne zemlje, uglavnom Čehoslovačka i Poljska, glavni su isporučioci asortimana koji traži distribucija, i učestvuju u tome sa cca 450.000 tona.

Distributer kontingenta i deviza za uvoz ovog materijala, do sada Jugobanka, nije vodila dovoljno računa o potrebama elektrodistribucije zbog čega je i došlo do tako lošeg stanja u snabdijevanju. U ovoj godini bitno će se popraviti to stanje s obzirom na novu liberalizaciju uvoza.

Potrebe deviznih sredstava

Jugoslavenska elektrodistribucija predala je svoj zahtjev jugoslavenskoj banci za vanjsku trgovinu, za uvoz potrebnih instrumenata, brojila, strojeva i rezervnih dijelova, te alata u iznosu od 8,146.000 st. obračunskih dinara, od čega 1,631.521.— otpada na distribuciju Hrvatske. Zatražena devizna sredstva nisu distribuciji dodijeljena, već se je ona koristila isključivo deviznim sredstvima koje je ostvarila putem amortizacionog fonda, i jednim dijelom iz sredstava generalne dozvole, koja nisu bila dovoljna za podmirenje njenih potreba. Unatoč velikoj potrebi distribucije za uvozom instrumenata i rezervnih dijelova potrebnih za zamjenu dotrajalih, nije se moglo uvesti niti manji dio tih potreba.

Situacija s transformatorima

Već oko dvije godine, situacija s transformatorima od 160 do 8000 kVA, dakle za potrebe distributivnih poduzeća, više je nego kritična. Distributivna poduzeća u SR Hrvatskoj podmiruju svoje potrebe u energetskim i mjernim transformatorima, najvećim dijelom od poduzeća »Rade Končar«. Međutim, to poduzeće nije ni približno održavalo dobavne rokove utvrđene ugovorima, a kod ostalih proizvođača transformatora u zemlji, nije bilo ništa bolje.

S predstavnicima »Rade Končara« održano je nekoliko sastanaka na kojima su iznesene velike poteškoće s kojima se »Rade Končar« i ostali proizvođači sličnih proizvoda u našoj zemlji susreću u svojoj proizvodnji. Te poteškoće nisu pomanjkanje proizvodnih ili kadrovskih kapaciteta, već jedino repromaterijal kako iz uvoza tako i domaće proizvodnje, i pomanjkanje deviza. Od uvoznih materijala koji su na taj način bili kritični, treba u prvom redu spomenuti transformatorske limove i izolaciju. Međutim, ni sa domaćim materijalima nije bilo bolje, barem što se tiče proizvoda iz bakra.

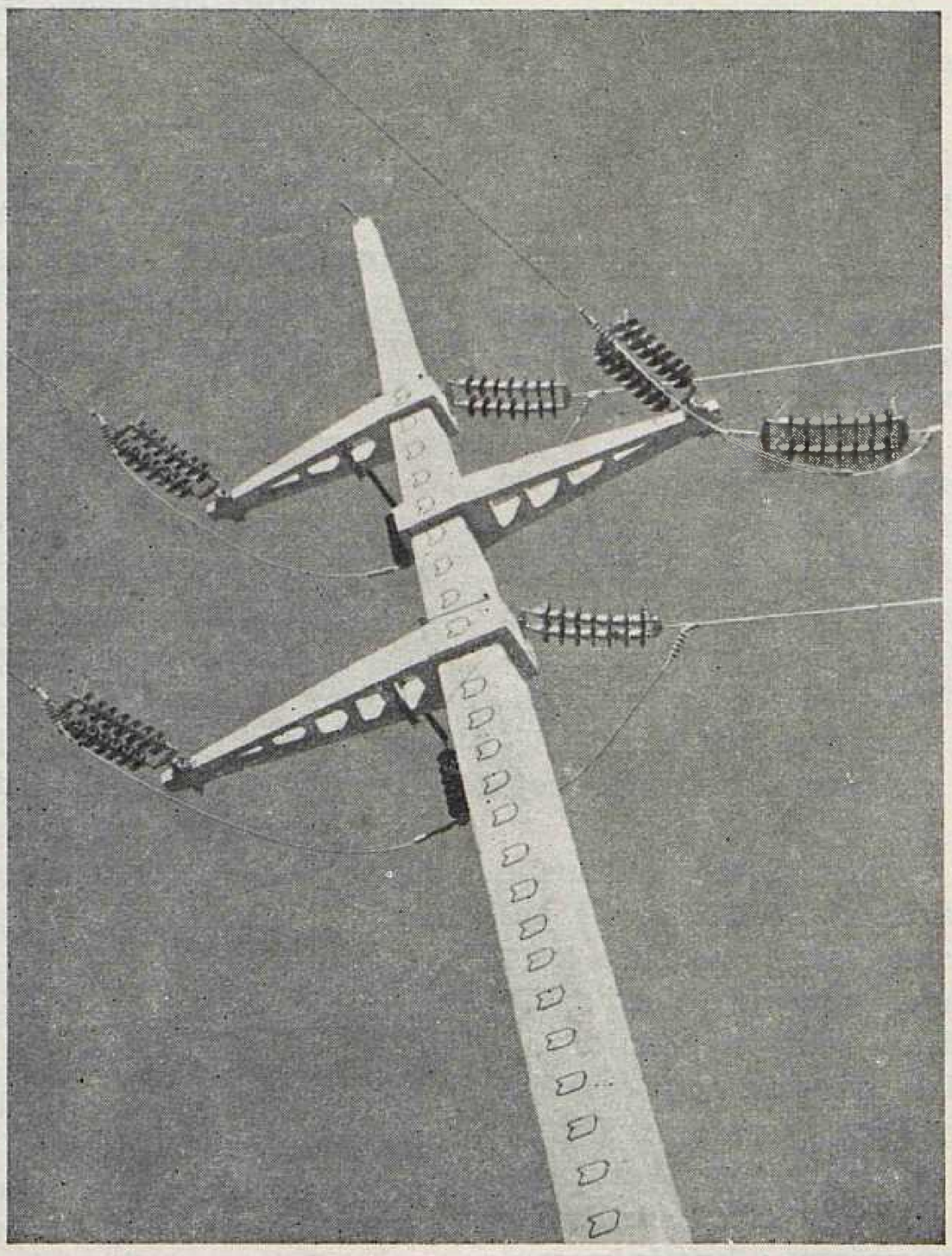
Proizvođači bakrenih proizvoda nisu ni približno udovoljavali svojim obavezama utvrđenim ugovorima, jer su se orijentirali na izvoz, tako da do kraja listopada 1966. nije isporučeno više od 2/3 obaveza, koje su do tada bile dospjele. Kako ni potpuno ispunjenje tih obaveza ne bi pokrilo potrebe distribucije,

bilo je potrebno da se i proizvodi iz bakra djelomično nabave u inozemstvu, što je još više opteretilo i onako nedostatna devizna sredstva.

Povećanjem izvoza »Rade Končara« znatno su se poboljšali izgledi za zadovoljavajuće devizno samofinanciranje u 1967. No prema dobivenim obavijestima iz tog poduzeća, pojavila se nova nepredviđena poteškoća u pomanjkanju obrtnih sredstava za onaj volumen proizvodnje, kojim bi bilo omogućeno osim proizvodnje transformatora za izvoz, proizvoditi i transformatore potrebne za distributivna poduzeća u našoj zemlji. Stoga se je »Rade Končar« obratio elektroprivrednim distributivnim poduzećima s prijedlogom da se plaćanje transformatora avansira, s time da se uplaćeni avansi koriste namjenski, tj. za nabavku repromaterijala potrebnog za proizvodnju transformatora, i pokriće drugih troškova u vezi s tom proizvodnjom. Predstavnici elektrodistributivnih poduzeća u načelu su se složili da prihvate takav način plaćanja, uz uvjet, da »Rade Končar« preuzme čvrste obaveze za isporuku tako plaćenih transformatora. U toku su pregovori s pojedinim poduzećima za zaključenje konkretnih ugovora.

Treba napomenuti, da je »Rade Končar« prije kratkog vremena pustio u pogon novu tvornicu transformatora u Jankomiru kraj Zagreba, koja će omogućiti dva i po puta veću proizvodnju transformatora nego do sada. Prema tome, rješenjem financijskih pitanja svi su izgledi da će ove godine distributivna elektroprivredna poduzeća podmiriti svoje potrebe za transformatorima.

Milan Mikuličić



IZ STRANE STRUČNE LITERATURE

ISPAD U SJEVEROISTOČNOM DIJELU USA UNAPREĐUJE PLANOVE ZA SIGURNIJU DOBAVU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Sjeveroistočni dio Sjedinjenih Američkih Država i susjednu Kanadu opskrbljuje električnom energijom Northeast Power Pool. Od kičme vodova 345 kV granaju se vodovi 230 kV i 115 kV prema većim elektranama područja. Centralna rezerva u snazi, koja je dostupna svim udruženim poduzećima, mnogo doprinosi ekonomiji pogona i dopušta dapače da se više elektrana obustavi. Ovo se rješenje pokazalo dobrim. Sve nastale smetnje uzorno su svladane do kasnog poslijepodneva 9. studenog 1965. kad je niz nevjerojatnih okolnosti izazvao do sada najveći ispad elektrana u povijesti.

Smetnja je nastupila u hidroelektrani Sir Adam Beck No. 2 Vodovi koji vode iz elektrane sjeverno prema Torontu bili su visoko opterećeni, ali nisu ipak dostigli dopuštene najviše vrijednosti.

Impedantni rele jednog voda, međutim, bio je udešen na 375 MW, znatno ispod dopuštene maksimalne vrijednosti. On je iskopčao kad je opterećenje postiglo udešenu vrijednost. Zatim je slijedilo naglo prebacivanje opterećenja na ostala četiri voda, koji vode prema državi Ontario, koji su tada djelovanjem svojih releja neposredno odvojeni od elektrane Sir Adam Beck i elektrana na Niagari. Kratko prije nastupa kvara slao je sistem CANUSE (Canada — United States Eastern — Interconnection) prema Kanadi oko 500 MW, a oko 200 MW vraćalo se preko Massene natrag iz Kanade u USA. Raspoloživa snaga u elektrani Sir Adam Beck od 1000 MW, zajedno s viškom snage elektrana na Niagari, zbog tromosti hidromehaničkih uređaja, sjedinila se u silnu električnu snagu čiji se udarac munjevito raširio cijelim sistemom. Snaga od 1500 MW tekla je prema istoku, a kod Massene je normalna snaga uzora od 200 MW promijenila smjer i povećala se na 300 MW i dotjecala u vodove za Ontario. Smjer toka energije se promijenio i sistem je izgubio stabilnost. Frekvencija je snažno kolebala i pala od 60,1 Hz na 56 Hz, a napon je pao na trećinu normalne vrijednosti. Releji su proradili i sistem se počeo raspadati u pojedine dijelove. Jedva je prošlo 4 sekunde od prorade prvog releja u elektrani Sir Adam Beck, a sistem CANUSE bio je već rastavljen u četiri izolirana dijela. Ontario sistem se raspao na tri dijela, dok je zapadni dio od Ontarija bio napajan iz elektrane Michigan. Elektrana Sir Adam Beck i elektrane na Niagari su ispale i time dovele do sloma sistema.

Različiti su uzroci doveli do tog obimnog ispada. U postrojenju Sir Adam Beck nisu se turbinski zatvarači mogli dovoljno brzo prilagoditi kolebanju potražnje. Neke termoelektrane bile su iskopčane svojim regulacionim uređajima kad je napon počeo padati, dok su druge ispale zbog preopterećenja. No najviše je elektrana izbačeno iz pogona, jer su im zatajili njihovi pomoćni pogoni.

Interesantno je, i ujedno poučno, pratiti tok kako su se kod ponovnog uspostavljanja pogona ponašale pojedine elektrane i kakve su poteškoće nastale.

Prije nastupa kvara davala je elektrana Greenidge, poduzeća New York State Electric and Gas, oko 100 MW. Kad je nastao kvar napon je naglo pao od 115 kV na 40 kV, tlak pare u kratko je vrijeme znatno porastao, sigurnosni su ventili proradili i 51 relej u postrojenju izbacio je elektranu. Pumpe, ventilatore i kompresore iskopčale su njihove sigurnosne sklopke. Međutim se automatski ukopčao sigurnosni agregat. Time su se mogli generatori ponovno pokrenuti i kad se napon digao također su i pumpe proradile. Nakon tri sata bilo je moguće ponovno generatore priključiti na mrežu.

U elektrani Gandly (NYSEG) morao se isključiti agregat nominalne snage 83 MW, jer je bio opterećen sa 135 MW. I ovdje je napon jako pao i pomoćni su uređaji ispali iz pogona. Ovi su uređaji proradili tek kad je ponovno uspjelo pokrenuti generatore parom iz kotlova i podići napon.

Sasvim drugačije su se ponašali agregati plinskih turbina, koje su preuzele opterećenje već nakon dvije minute.

Ponovno stavljanje u pogon pokazalo se najteže kod sistema kompanije Consolidated Edison, koji opskrbljuje 5 distrikta grada New Yorka i jedan vanjski kotar. Sve elektrane ovog povezanog sistema su zatajile osim elektrane Artur Kill snage 360 MW. Elektrana Ravenswood od 1000 MW morala je stati zbog pomanjkanja ulja u glavnim ležajevima, jer zbog preniskog napona nisu mogle raditi uljne pumpe. Kako taj sistem ima 59 milja kabela 345 kV i 305 milja kabela 115 kV, moralo se postupnim uvođenjem dodatnog opterećenja kompenzirati kapacitet kabela, da se izbjegne pojava previsokog napona. Zbog toga je prošlo 13 sati dok je pogon ponovno uspostavljen.

Za vrijeme kvara pokazala se prednost postrojenja koja su imala sigurnosni agregat. Ne samo u elektranama već i u velikim zgradama i bolnicama, koje su imale takve agregate ostali su u pogonu važni uređaji kao sigurnosna rasvjeta, liftovi, pumpe, ventilacija itd. unatoč ispadu električne energije iz mreže.

Suviše centralizirana opskrba električnom energijom pokazala je kod ovog teškog iskušenja uz svoje prednosti također i mane koje se ne smiju previdjeti. Nedostatak dodatnih pomoćnih nezavisnih izvora tj. izvora koji nisu bilo posredno bilo neposredno vezani na zajedničku mrežu otežalo je i usporilo po-

novno stavljanje elektrana u pogon. Druge posljedice kao mrak u gradovima, obustava cijelog prometa, neka budu samo kratko spomenuti.

Federalna komisija (Federal Power Commission) izradila je prijedloge da se u budućnosti izbjegnu takvi događaji. Na prvome je mjestu oprema s nezavisnim pomoćnim izvorima električne energije. Za termoelektrane predloženi su sigurnosni agregati, a za hidroelektrane akumulacije koje se dobiju pumpanjem na veliku visinu. Bolnice, aerodromi, tuneli i ostali objekti prometa trebaju obavezno imati sigurnosni agregat. U tim objektima mora biti pogonski spremno barem jedno dizalo. Kao prikladni izvori električne energije preporučaju se, već prema veličini objekta, baterije, dizelski agregati ili plinske turbine. Zakonodavci su već spremili prijedloge prema kojima bi trebalo ugraditi sigurnosni agregat u školama, bolnicama, podzemnim željeznicama, vodovima, a također i u privatnim velikim zgradama.

Nemila iskustva koja su dobivena u nuždi prigodom kvara 9. XI 1965. jesu opće dobro, te ih kod planiranja novih postrojenja treba bezuvjetno uzeti u račun. Također bi trebalo ispitati kako stoji s pomoćnim izvorima energije u postojećim povezanim mrežama.

(Prema: »Hamburger Kraftausfall im Nordosten der USA fördert Pläne für sichere Kraftversorgung«)

B. Markovčić

MJERE POTREBNE ZA SPREČAVANJE VELIKIH KVAROVA U POVEZANIM MREŽAMA

Povodom poznatog velikog sloma elektroenergetskog sistema u sjeverozapadnom dijelu USA, u studenom 1965. godine, kvartalni bilten U.C.P.T.F. za IV tromjesečje 1966. donio je detaljne upute o potrebnim mjerama, kako bi se u velikim povezanim sistemima izbjegli slični kvarovi. Zbog njihove interesantnosti i za naše prilike donosimo ih u cijelosti u prijevodu.

1. Općenito

Opskrba električnom energijom od životne je važnosti za visoko industrijalizirane zemlje. Štete, koje nastaju zbog težih i dugotrajnih kvarova tako su značajne, da je iz tehničkih i ekonomskih razloga potrebno posvetiti najveću pažnju sigurnoj i neprekidnoj opskrbi električnom energijom. U tom se cilju u povezanom sistemu članova U.C.P.T.E. već godinama s uspjehom primjenjuju prikladne mjere.

Na temelju stečenih iskustava posljednjih godina pokušalo se ovdje ukratko rezimirati potrebne mjere u planiranju, pogonu i međusobnom radu električnih mreža, da se s jedne strane po mogućnosti izbjegnu kvarovi, a s druge strane, ukoliko oni unatoč tome nastupe, da se ograniče i da se što prije uspostavi normalno stanje.

Ove mjere počivaju djelomično na konstataciji da su kod kvara prihvatljivija izvjesna kratkotrajna ograničenja u opskrbi električnom energijom, nego posljedice proširenog sloma sistema s neminovnim višesatnim prekidom dobave.

Ove mjere na nivou povezane mreže treba također nadopuniti odgovarajućim mjerama na svim naponskim stepenicama. Time će se postići što je moguće kraći prekid dobave električne energije.

Iz ovdje izloženih mjera za povećanje sigurnosti u povezanim mrežama ne smije se zaključiti, da se sve što je nabrojeno može primijeniti na svakom mjestu. Izbor ovisi o slijedećem:

a) o stanju i pogonskim zahtjevima elektrana i mreže svakog pojedinog poduzeća, koja su međusobno povezana,
b) o važnosti dotičnog dijela mreže s obzirom na dobavu električne energije.

Na koncu treba ukazati na to, da i najopsežnije mjere osiguranja dobave električne energije ne mogu apsolutno zajamčiti, da kvarovi ne mogu nastupiti ni u kom slučaju.

2. Planiranje

Ovdje su navedena gledišta koja se moraju uzeti u obzir već kod planiranja i projektiranja mreže.

2.1. Proizvodnja

a) Za mrežu svakog partnera treba predvidjeti dovoljno snage koja se dade regulirati i koja može slijediti promjene opterećenja bez zatezanja, tako da pojedina mreža može dati svoj odgovarajući doprinos regulaciji povezane mreže.

b) Vlastiti potrošak elektrana, neophodan za pogon (npr. uljne pumpe, regulacioni uređaj) mora biti kod kvara što je moguće sigurniji. Elektrana mora ostati u pogonu i u slučaju ispada sa mreže. Napajanje vlastitog pogona treba vršiti bilo direktno iz generatora, bilo iz pomoćne jedinice za vlastiti pogon. Prvi način ima svojih prednosti naročito kod termoelektrana, jer se generator kod odvajanja od mreže može održati dulje vrijeme u pogonu pod utjecajem uređaja za ograničenje brzine, i djelomičnog opterećenja.

Kod elektrana (naročito akumulacionih) koje u momentu kvara mogu biti isključene, prikladni su pomoćni agregati kojima se elektrana može staviti u pogon nezavisno o mreži.

U svim je slučajevima od najveće važnosti da je osigurana dobava ulja za ležajeve i regulacione uređaje dok se god stroj kreće. To je neophodno i tada, kad nema energije niti iz mreže, a niti iz razbuđenih generatora (moguća pomoćna sredstva: pomoćni generator pokretan turbinskom osovinom, uljne pumpe pokretane bilo turbinskom osovinom, bilo istosmjernom strujom iz baterija). I tada, kad se agregat zaustavi potrebno je još osigurati sigurnosno napajanje.

c) Dobava istosmjerne struje treba da bude tako provedena da se u svim slučajevima izvrši napajanje pomoćnih uređaja.

d) Pomoćni pogoni moraju održati dovoljan učin, naročito kod termičkih jedinica, i kod sniženog napona i kod najnižih frekvencija s kojima je još mreža prolazno u pogonu.

2.2. Prijenos

a) Prijenosni vodovi unutar neke zemlje, koji su od značaja za međusobno povezivanje mreža, treba da budu tako dimenzionirani da u slučaju kvara mogu preuzeti povećanu snagu prijenosa.

Aparati koji pripadaju nekom vodu ili transformatoru, kao strujni mjerni transformatori, rastavljači, sklopke i VF-zapreke, treba da budu tako dimenzionirani, da odgovaraju najvećoj prijenosnoj snazi voda odnosno transformatora i da ne prestavljaju usko grlo.

Načelno treba biti zajamčena na osnovu pogonskih uvjeta mreže, »jednostavna sigurnost« tj. da kod ispada nekog elementa mreže, ostali koji ostaju u pogonu mogu preuzeti povećano opterećenje. Kako tada nastupaju preopterećenja tih elemenata, važno je da je dispečer u stanju ukloniti ova preopterećenja bilo ubacivanjem pogonske rezerve, bilo promjenom uklopnog struja mreže.

b) Da se omogući optimalno iskorištenje povezanog pogona, treba također da i internacionalni vodovi za povezivanje budu tako dimenzionirani da preko njih nije omogućena samo programirana razmjena energije, već da im je i prijenosna moć tolika, da je moguća efikasna ispomoć u slučaju kvara.

c) Izborom strukture povezane mreže treba po mogućnosti izbjegavati komplicirane sklopove, kako se ne bi smanjila djelotvornost zaštitnih uređaja čiji bi kvar doveo do mnogobrojnih isključenja.

d) Kod planiranja prijenosnih uređaja treba uzeti u obzir razvoj snaga kratkog spoja i probleme stabilnosti.

e) U transformatorskim i rasklopnim stanicama treba tako provesti sigurnosno napajanje da se mogu vršiti svi manevri i tada, ako ispadne mreža u okolini. To se odnosi naročito na opskrbu istosmjernom strujom i komprimiranim zrakom, a također i na pogon uređaja za vezu i daljinsko upravljanje.

2.3. Razdioba

a) U slučaju većih padova frekvencije, naročito ako su nagle, treba predvidjeti mjere za rasterećenje mreže, kako bi se izbjeglo daljnje širenje kvara. Zbog djelotvornosti i brzine, ove mjere moraju biti upravljane automatski pomoću frekventnih releja. Stepenastim udešenjem ovih releja postiže se određena selektivnost kod isključenja. Budući da su mjere rasterećenja to djelotvornije i krug pogođenih potrošača to manji, što se prije s njima započne, ako je moguće, treba frekventne releje udesiti da prorade već kod 49,5 Hz.

Kako u većim mrežama nije potrebno da i znatniji ispadi dovedu do značajnijeg pada frekvencije, treba predvidjeti da se rasterećenja vrše prema telefonskim uputama dispečera.

b) U slučaju kvara mogu nastati vrlo veliki tokovi jalovih snaga, koji snižavaju raspoložive prijenosne kapacitete. Zato je potrebno raspolagati uređajima za proizvodnju jalove snage i regulaciju napona, kojima će se ponovno uspostaviti normalna razdioba jalovih snaga. Osim toga, treba osigurati kompenzaciju jalove snage što bliže potrošaču.

2.4. Zaštitni uređaji

a) Zaštitni uređaji protiv kratkog spoja svih elemenata mreže (generatora, transformatora, sabirnica i vodova) moraju kod svih nastalih kvarova brzo i selektivno isklopiti, ali ne smiju vršiti kriva isklapanja kod preopterećenja i njihanja snage. Vrlo je važno da sve zaštitne naprave budu međusobno funkcionalno usklađene. Važno je da izvedbe budu po mogućnosti jednostavne, robustne i pogonski sigurne. Posebnu pažnju treba posvetiti rezervnoj zaštiti.

b) Brzo i selektivno isključivanje kvarova na vodovodima može biti olakšano upotrebom signalnih veza između krajeva voda.

c) Svi važniji vodovi moraju imati uređaje za brzo ponovno uključivanje, jer se na taj način, prema iskustvima, mogu vrlo osjetno reducirati trajna isključenja vodova. Naročito kod kritičnih atmosferskih uvjeta (nevremena, jakih magli u područjima zagađene atmosfere) kod kojih može doći do brojnih kratkih spojeva, brzo ponovno uključivanje je od presudnog značaja za održavanje pogona.

d) Na internacionalnim vodovima za povezivanje i važnim nacionalnim vodovima treba da budu predviđeni uređaji za pokazivanje preopterećenja. Također i kod velikih transformatora ovakvi su uređaji korisni. Uređaji treba da obavijeste dispečera da je dotični vod ili transformator opterećen iznad dozvoljene granice. To treba učiniti pravovremeno, kako bi dispečer još imao dovoljno vremena da provede odgovarajuća rasterećenja. Mogu se primijeniti i posebni zaštitni uređaji, koji omogućuju da preopterećeni vod ostane još izvjesno vrijeme u pogonu.

e) Ispadne li potpuno visoki napon u nekoj stanici, mora biti moguće da se prema potrebi mogu isklopiti sve sklopke, bilo automatski bilo ručno. Prema tome, treba da bude odabran način kojim se dispečeru omogućuje da unaprijed utvrdi sklopke koje treba da automatski isklope.

f) Može biti svrsishodno da se na internacionalnim vodovima za povezivanje, a i na vodovima u zemlji, predvide odgovarajući uređaji koji će kod pada frekvencije (izazvane preopterećenjem ili ispadom) rastaviti mrežu na unaprijed određenim mjestima. Ova mjesta moraju biti tako odabrana da u odvojenim mrežama ne bude odviše narušena ravnoteža proizvodnje i potrošnje, kako bi se pogon u svakoj od mreža mogao dalje odvijati pod prihvatljivim uvjetima s obzirom na frekvenciju.

2.5. Telefonski uređaji i uređaji za daljinsko upravljanje

a) Dispečer mora biti stalno obaviješten, preko daljinskih dojavnih uređaja, o djelatnom i jalovom opterećenju svih važnih vodova i transformatora i o

uklopnom stanju najvažnijih sklopki, kako bi uvijek imao pregled situacije, i tako mogao brzo donositi potrebne odluke.

b) Dobre telefonske veze između dispečera povezanih mreža moraju omogućiti stalno međusobno obavještavanje i saglašavanje o mjerama koje treba provesti u slučaju kvara.

Unutar pojedinih mreža mora biti dovoljno telefonskih veza koje dopuštaju da se uvijek mogu u sve važne stanice predavati nalozi o manevrima. Osim toga, treba postojati mogućnost da se prekinu svi ostali razgovori, kad su veze potrebne dispečeru.

c) Napajanje telefonskih uređaja i uređaja za daljinsko upravljanje mora biti uvijek osigurano. Najbolje pretvaračem u stalnom pogonu, koji se napaja iz akumulatorskih baterija.

d) Prijenos važnih informacija treba vršiti putem dviju potpuno nezavisnih odvojenih veza od kojih je jedna po mogućnosti nezavisna o mreži visokog napona (npr. usmjerivanjem radioveza).

2.6. Regulacija mreže

a) Regulacija snage koja se izmjenjuje između partnera treba da se vrši prema principu regulacije frekvencija snaga tako, da svi partneri sudjeluju u održavanju frekvencije i da mogu potpomoći mrežu koja je u kvaru.

b) Treba predvidjeti mogućnost prelaska s regulacije frekvencija — snaga na regulaciju samo snage ili samo frekvencije, kako bi se pogon mogao prilagoditi uvjetima koji su nastupili nakon kvara.

3. Pogon

Ovdje su navedene mjere koje je poželjno poduzeti s jedne strane u normalnom pogonu, a s druge strane u slučaju kvara i ponovnog uspostavljanja normalnog stanja.

3.1. Proizvodnja

a) Uvijek treba da stoji na raspoloženju dovoljna rotirajuća rezerva, koju treba podijeliti razmjerno i geografski na što više jedinica. Ovi strojevi moraju biti u mogućnosti da prihvate brze promjene snage, tako da rezervna snaga prema potrebi trenutno stoji na raspoloženju. Zbog toga treba paziti da se izbjegnu uređaji koji ograničuju snagu kao uređaji za ograničenje gutanja hidroturbina ili sistemi za regulaciju tlaka kod parnih turbina.

b) Već kod malog sniženja frekvencije treba da bude osoblje elektrane alarmirano kako bi kod daljnjeg pada bilo spremno da intervenira. Rezervne jedinice treba staviti u pokret već kod tih malih padova frekvencije, da se pravovremeno spriječi daljnji pad.

c) Dođe li usprkos rasterećenju do većeg pada frekvencije do te mjere da tehničke jedinice dolaze u opasnost (ispad pomoćnih pogona, opasnost vibracija lopatica i temelja), treba agregate, po mogućnosti automatski, odvojiti od mreže da rade neopterećeni i da budu stalno spremni za sinhroniziranje i preuzimanje opterećenja. Svakako se mora spriječiti da kod velikih padova frekvencije termičke jedinice ne budu zapostavljene, jer će tada trebati više sati da se stave u pogon, što će usporiti normalizaciju stanja u mreži ili je čak staviti u pitanje. Nadalje, treba spriječiti da strojevi nakon odvajanja od mreže i odbacivanja tereta ne dobiju brzinu koja izaziva zatvaranje brzog zatvarača. To će nastojanje biti olakšano, ako jedinice same napajaju svoje pomoćne pogone, jer će tako ostati i nadalje opterećene. Ovakav se način pogona može održati i dulje vrijeme.

3.2. Prijenos

a) Kad su spojni vodovi, kod kvara u susjednoj mreži, preopterećeni i postoji mogućnost njihovog isključenja, treba opterećenje reducirati i dovesti ga u dopuštene granice, budući da je ograničena pomoć bolja od nikakve. Ovakvo ograničenje opterećenja može uslijediti odgovarajućim mjerama djelovanjem na automatsku regulaciju.

b) Treba tačno nadzirati razdiobu jalove snage, kako bi se pravovremeno moglo djelovati na njenu proizvodnju.

c) U normalnom pogonu treba paziti na »jednostavnu sigurnost«. Kod ispada jednog voda ili transformatora, moraju preostali paralelni prijenosni uređaji biti u mogućnosti da, makar kratkotrajno, preuzmu opterećenje.

c) U normalnom pogonu treba paziti na »jednostavnu sigurnost«. Kod ispada jednog voda ili transformatora, moraju preostali paralelni prijenosni uređaji biti u mogućnosti da, makar kratkotrajno, preuzmu opterećenje.

d) Naročito se teško odražava kvar na sabirnicama u prijenosnoj i razdjelnoj mreži, jer dolazi do ispada većeg broja vodova i transformatora. Zbog toga je potrebno koliko je moguće, da važne stanice imaju više sabirnica s mogućnošću spajanja pomoću sklopke. U slučaju kvara na jednim sabirnicama, te se sabirnice spojnom sklopkom selektivno odvoje, a ostale mogu dalje ostati u pogonu.

e) Dođe li na nekom vodu ili transformatoru do prorade najave opterećenja, i ako preopterećenje ostane i nakon poduzetih mjera za rasterećenje, treba preopterećeni elemenat mreže dovoljno usporeno isklopiti. Preporuča se, da se vod, odnosno transformator, isklopi samo na jednom kraju.

f) Pogon internacionalne povezane mreže treba po mogućnosti održati što dulje i kod većih kvarova, kako bi se partneru u nuždi moglo što više pomoći. Odvajanje mreže u kvaru ipak je potrebno, ako postoji prevelika opasnost da se kvar proširi. Naime, da se pomogne mreži u kvaru i doprinese brzom uspostavljanju povezanog pogona, neophodno je da u vlastitoj mreži vladaju normalne pogonske prilike. Ukoliko nije taj uvjet ispunjen, moraju se internacionalni vodovi za povezivanje isklopiti bilo pomoću releja bilo ručno. Za odvajanje dviju mreža mjerodavni su slijedeći kriteriji:

— ispad iz koraka,
— pad frekvencije ispod određene granične vrijednosti,
— preopterećenje vodova.

g) Spomenuto odvajanje vrši se općenito na dotičnim nacionalnim granicama, no bit će često moguće da se odvajanje vrši tako, da ili dio opterećenja mreže u kvaru preuzme zdrava mreža, ili da dio proizvodnje zdrave mreže ostaje na mreži u kvaru.

3.3. Razdioba

a) Pripremljene mjere rasterećenja prema 2.3.a treba provesti u najkraćem roku.

b) Kod uspostavljanja normalnog pogona treba paziti da se ne priključuju najednom preveliki dijelovi mreže i prevelika opterećenja.

3.4. Zaštitni uređaji

a) Uređaje za zaštitu od kratkog spoja treba tako podesiti da izbacuju samo kod kratkih spojeva ili kod vrlo visokih opterećenja. Udešenja treba tako odabrati da ne dođe do neželjenog isklapanja za vrijeme ciklusa automatskog kratkog isključenja i kod takvih preopterećenja koja su dopuštena nekoliko minuta, kako bi se omogućilo osoblju da provede rasterećenje.

b) Udešenje i funkcioniranje zaštitnih uređaja treba često i redovno kontrolirati, najprikladnije, prema planu revizije.

c) Kod promjene pogonskih uvjeta treba udešenje zaštitnih uređaja smjesta prilagoditi novim prilikama.

4. Organizacija

Ovdje su sakupljene organizacione mjere, koje su svrsishodne kako preventivno, tako i u slučaju kvara i nastavnog uspostavljanja normalnog pogona.

a) Upotreba računskih strojeva i uređaja za razradu informacija olakšava vođenje pogona mreže i to stoga, što se postiže bolje poznavanje razdiobe djelatnih i jalovih snaga na pojedine dijelove mreže i efekta eventualnog isključenja.

b) Međusobna ispomoć partnera, u slučaju kvara, mora biti koordinirana s obzirom na kratkotrajne i dugoročne energetske prognoze.

c) Partneri se zbog koordinacije međusobno informiraju o predviđenim planovima izgradnje.

d) Kvarovi treba da se sistematski analiziraju. Preporuča se da se ove analize ne ograničuju samo na spojne vodove, već da se protegnu na povezane mreže u cjelini uzimajući kod toga u obzir moguće konfiguracije. Partneri treba da ugovore prikladne mjere ispomaganja.

e) Program revizija mora biti usklađen između sviju zainteresiranih.

f) Izbor i udešenje zaštitnih i kontrolnih uređaja te uređaja za razdvajanje mreža u području mjesta predaje, treba da bude izvršeno sporazumno.

g) Također treba da postoji sporazum o izboru parametara za regulaciju mreže i o agregatima koji vrše regulaciju.

h) Pogonsko osoblje treba da bude posebno izobraženo kako će se ponašati u slučaju kvara. Budući da nije uvijek moguće za takvu priliku dati detaljne upute, moraju se bezuvjetno dati osnovne smjernice i izobraziti osoblje, kako bi bilo sposobno da prosudi situaciju i donese odgovarajuće odluke.

i) Pogonsko osoblje mora biti poučeno o ručnom pokretanju uređaja koji su normalno automatizirani, kako bi mogli djelovati i u slučaju kvara na automatici.

j) Program uklapanja nakon totalnog sloma mreže treba biti sastavljen unaprijed, što je moguće detaljnije i tačnije.

B. Markovčić

Metarske dimenzije u Velikoj Britaniji

U skladu s nedavno objavljenim Britanskim standardom za dimenzije motora u metarskom sistemu mjera, mnogi proizvođači sada proizvode električne strojeve koji su u skladu sa ovim standardima o metarskim dimenzijama Međunarodne elektrotehničke komisije I.E.C.

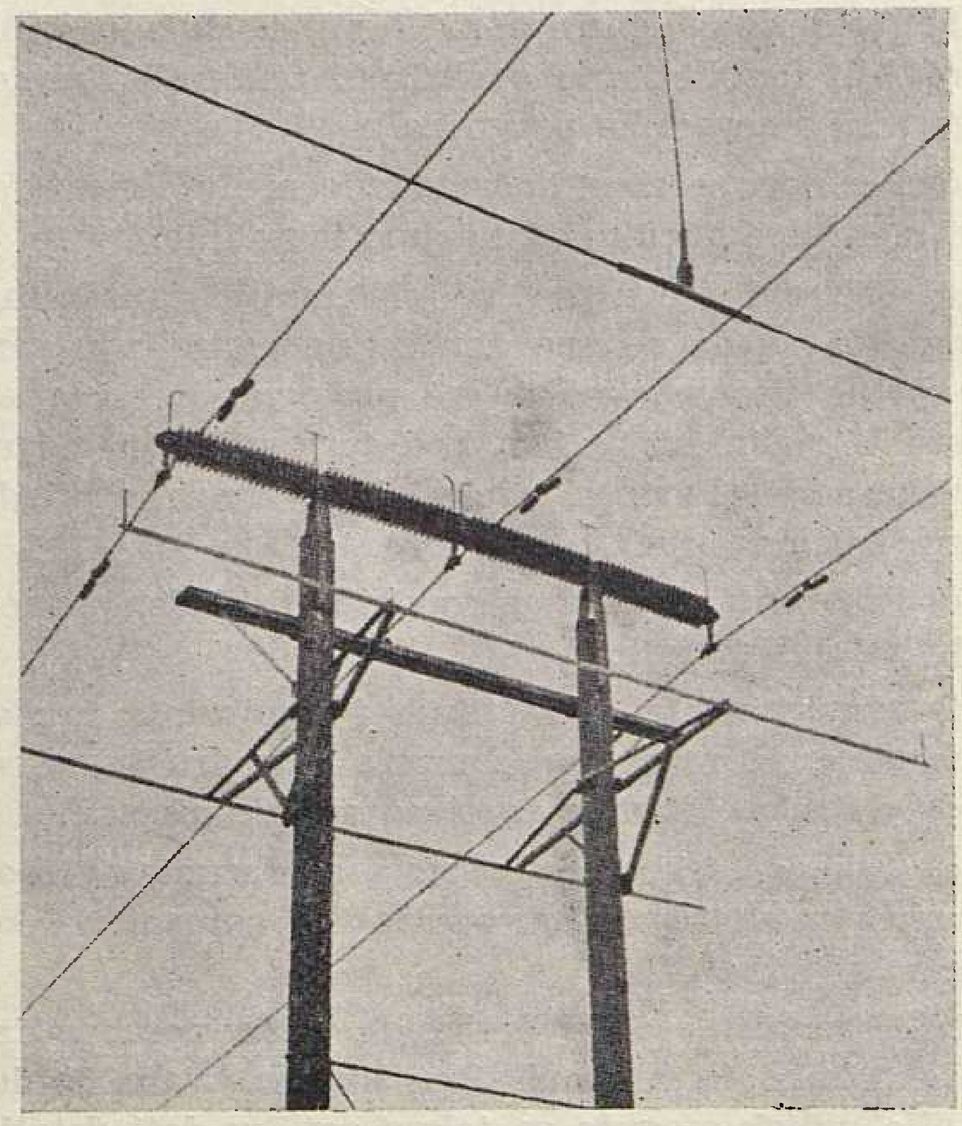
Među ovim strojevima je i serija kompaktnih komutatornih motora izmjenične struje za snage od 9 do 48 kW (12—65 HP). Njihov proizvođač je firma Fuller Electric iz Londona. Nedostaci ovih strojeva u pogledu veličine i oblika su uklonjeni tako da oni sada nisu veći od odgovarajućih motora jednosmjerne struje.

Nekoliko britanskih firmi sada izrađuje motore sa amplitudno moduliranim polovima za upotrebu s različitim brzinama. Firma W. Mackie iz Mitcham-a izrađuje ove motore u osamnaest standardnih D.I.N. gabarita koristeći metarske dimenzije preporučene od strane I.E.C., za motore u opsegu snage od 0,09 do 37 kW (0,125—50 HP) i sa tri opsega brzine.

Nastavila se proizvodnja kompaktnijih podstanica i njihove opreme sa prekidačkim i razvodnim postrojenjima u jednom ormaru, a »upakovane podstanice« se već mogu dobiti kod raznih proizvođača. Tipičan ovakav uređaj, koji proizvodi Woden Transformer iz Bilston-a, obuhvaća trofazni 500 kVA transformator za sniženje napona sa 11000 V na 433 V, koji je snabdjeven uljanim prekidačem s jedne strane i napojnim stupom s druge strane. Međusobne veze između prekidačkog uređaja i transformatora su sastavni dio ove opreme.

Još veći novitet na ovom polju je »džepna podstanica« od fiberglasa koju izrađuje South Wales Switchgear iz Blackwood-a. Ova podstanica ima prednost da je malih dimenzija pa je stoga prijatnog izgleda, a osim toga ima nizak nivo buke i ne korodira (nije osjetljiva na koroziju). Isporučuje se kao jedna cjelina i jednostavno se instalira.

Plastični izolatori se ispituju na vodu 132 kV



Sl. 1. Izolaciona plastična konzola na vodu 132 kV

U Velikoj Britaniji vršeni su pokusi s plastičnim izolatorima na vodovima visokog napona. Smatra se, da bi primjena plastičnih izolatora dovela do bitnih promjena u oblikovanju nadzemnih vodova.

Prvo je pitanje u vezi upotrebe plastičnih izolatora, da li sintetični materijal ima odgovarajuće trajanje upotrebe. Poznato je da su porculanski izolatori upotrebljivi i nakon pedeset godina, a sintetički materijali nemaju ni približno takovu trajnost.

Učinjen je pokus sa sintetičkim izolatorima (materijal na bazi fenola) te su ovi izolatori montirani na vodove 33 kV i 132 kV u Britaniji i Ugandi. Kod uvjeta kakvi vladaju u Britaniji tečenje materijala počelo je u roku od jedne godine do 18 mjeseci, a u Ugandi nije bilo te pojave između tri i pet godina. Pokus u Ugandi je pokazao, da za kvarenje izolatora nisu potrebne samo ultraljubičaste zrake već i vlaga.

Također su rađeni pokusi s materijalima na bazi cikloalifatskih spojeva. Tim je izolatorima opremljen jedan vod 132 kV koji je bio ispravan u pogonu 9 mjeseci. Nakon toga nije se pokazalo tečenje materijala već samo lagano izjedanje.

Ukoliko bi se našao pogodan plastični materijal za izolatore mogle bi se od toga također proizvoditi i konzole, čime bi se znatno skratili stupovi vodova visokog napona. Kod 132 kV to bi skraćenje iznosilo oko 3,5 m, kod 400 kV 8 do 9 m, a kod 750 kV čak oko 12 m. Zbog znatnih sila vlaka kod velikih presjeka vodiča kod vodova najviših napona ušteda bi se postigla i u smanjenju broja izolatorskih lanaca.

Upotreba plastičnih izolatora ovisi još o brojnim tehničko-ekonomskim pitanjima za koje se u bližoj budućnosti još ne može predvidjeti rješenje.

(Prema: Plastic insulators on test at 132 kV — Electrical Review 20. I. 1967)

B. Markovčić

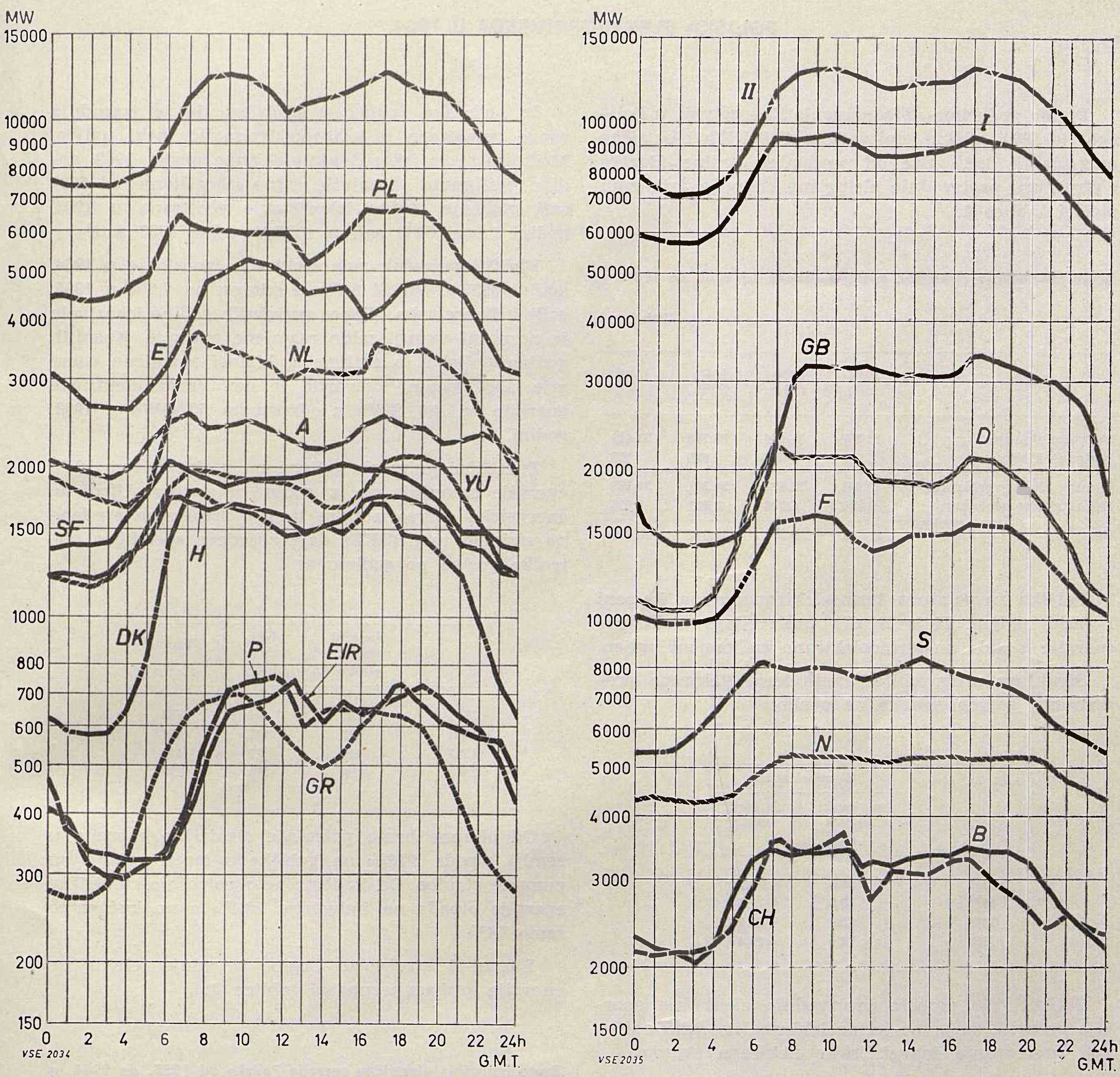
MEĐUNARODNO USPOREĐIVANJE KRIVULJA OPTEREĆENJA

Međunarodna unija proizvođača i distributera električne energije *»Unipede«* (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique) objelodanjuje svake godine dijagrame opterećenja učlanjenih zemalja za jedan jako opterećeni zimski dan.

Dijagrami su vezani na doba dana prema srednjem vremenu po Greenwich-u, koja su u prednosti za oko jedan sat prema srednjoevropskom vremenu. U Švicarskoj je Savez švicarskih elektroprivrednih poduzeća uveo prošle godine prikazivanje ovih karakterističnih krivulja opterećenja u časopisu Švicarskog elektrotehničkog društva, koje krivulje obuhvaćaju oko 75—100% ukupnog opterećenja pojedinih zemalja već prema tome, da li one iskazuju samo elektrane javne opskrbe ili ukupnu potrošnju zemlje. Prema tome nije na mjestu uspoređivanje apsolutnih vrijednosti tih krivulja.

Slika prikazuje interesantne krivulje opterećenja za dan 20. I 1955. Upadljiv je skoro idealan dijagram opterećenja Norveške, dok krivulje opterećenja Švedske i Poljske pokazuju vrlo dobro izjednačenje. Krivulje Savezne Republike Njemačke, Nizozemske, Grčke a ponajviše Danske, djelomično su bitno nepravilnije od švicarske krivulje.

Iz prikaza krivulja potrošnje, objelodanjenog u SEV — biltenu 1966 br. 14, poznato je da su zemlje sa ekstremnim krivuljama (Norveška i Danska) zemlje u kojima je električno grijanje prostorija vrlo rašireno. Međutim iznosi najniže opterećenje u Norveškoj 82% dnevnog maksimalnog opterećenja, prema samo 32% u Danskoj. Bilo bi sigurno krivo izvesti iz toga preduhitrene zaključke, jer stoje na raspolaganju dijagrami opterećenja samo jednog dana. Za stvaranje punovažnih zaključaka trebalo bi promotriti takva opterećenja barem preko jedne cijele godine.



Sl. 1. Krivulja opterećenja raznih zemalja za 20. I 1965.

Osim prikaza dijagrama opterećenja raznih zemalja smatralo se je potrebnim predočiti i dvije slike uspoređenja toka krivulje Švicarske sa sumarnom krivuljom opterećenja samo kontinentalnih evropskih zemalja i sa ovom uvećanom za odnose britanskih otoka.

(Bull. SEV (58) 1967 No 1. str. 34)

B. Filipović

POLJSKA ELEKTROPRIVREDA U 1964.

Prema podacima »Zjednoczenie Energetyki« u Poljskoj je 1964. godine proizvedeno 40,6 TWh električne energije ili 9,9% više od prethodne godine. Razvoj i strukturu proizvodnje električne energije prikazuju podaci tablice 1.

Bruto proizvodnja električne energije Poljske od 1955 do 1964. g.

Tablica 1

Struktura	1955 GWh	1960 GWh	1963 GWh	1964 GWh
Termoelektrane	12.352	21.780	29.703	33.429
Hidroelektrane	709	657	668	726
Javna elektroprivreda	13.061	22.437	30.371	34.155
Industrijske elektrane	4.690	6.870	6.591	6.453
Ukupno	17.751	29.307	36.962	40.608

Poljska raspolaže s termoelektranama na kameni i mrki ugljen. Najveći dio proizvodnje električne energije otpada na termoelektrane na kameni ugljen.

Struktura proizvodnje javnih termoelektrana promatranih godina kretala se ovako:

	Termoelektrane	
	na kameni ugljen %	na mrki ugljen %
1955	98,5	1,5
1960	93,5	6,5
1963	82,0	18,0
1964	72,0	28,0

Najveći dio porasta proizvodnje električne energije preuzele su javne termoelektrane na mrki ugljen dok proizvodnja industrijskih elektrana stagnira.

Instalirana snaga elektrana porasla je od 1963. do 1964. godine za 740 MW od kojih 673 otpada na javne termoelektrane na mrki ugljen. Strukturu i razvoj instaliranih snaga elektrana prikazuju podaci tablice 2:

Instalirana snaga elektrana Poljske od 1955. do 1964. g.

Tablica 2

Struktura	1955 MW	1960 MW	1963 MW	1964 MW
Termoelektrane				
— na kameni ugljen	2.545	4.053	5.000	5.095
— na mrki ugljen	30	165	1.240	1.913
Hidroelektrane	237	261	348	349
Javne elektrane	2.812	4.479	6.588	7.357
Industrijske elektrane	1.367	1.837	1.875	1.846
Ukupno	4.179	6.316	8.463	9.203

Iz podataka tablice 2 proizlazi da je izgradnja snage usmjerena u termoelektrane na mrki ugljen. Međutim satno iskorištenje elektrana opada. 1962. godine postignuto je najviše satno iskorištenje od 5687 sati godišnje. Satno iskorištenje elektrana u 1963. godini iznosi 5242 sati a u 1964. samo 4853 sati.

Vlastiti potrošak svih elektrana iznosio je u 1964. godini 3857 GWh ili 9,5% u odnosu na 7,6% u 1955. godini. Energetska bilanca prijašnjih godina iskazivala je neznatni uvozni saldo razmjene energije. Kasnijih godina Poljska je aktivna u bilanci razmjene energije. 1964. godine ostvarila je neto izvoz električne energije od 588 GWh u odnosu na 50 GWh u 1963. godini.

Specifični potrošak ugljena po proizvedenom kWh energije smanjuje se iz godine u godinu. Utrošeno energetsko gorivo u svim termoelektranama svedeno na uvjetne tone (SKE) daje slijedeće specifične potroške goriva po godinama:

	Kameni ugljen g/kWh	Mrki ugljen g/kWh	Ukupno g/kWh
1955	578	1.034	583
1960	485	441	484
1963	445	411	440
1964	428	390	420

Od ukupne bruto potrošnje električne energije u zemlji otpada 10,3% na gubitke u mreži i 0,1% na pumpne stanice. Od količine neto potrošnje električne energije otpada na industriju 78,4% a na kućanstvo samo 7,4%.

Razvoj i strukturu bruto potrošnje električne energije prikazuju podaci tablice 3:

Bruto potrošnja električne energije Poljske od 1955. do 1964. g.

Tablica 3

Struktura	1955 GWh	1960 GWh	1963 GWh	1964 GWh
Bruto potrošnja	16.459	27.171	33.323	36.193
Gubici u mreži	1.596	2.800	3.353	3.712
Pumpne stanice	20	37	32	32
Neto potrošnja	14.843	24.334	29.983	32.449
Od toga:				
Industrija	12.009	18.939	23.257	25.437
Željeznice	123	385	810	953
Kućanstvo	1.091	1.969	2.365	2.386
Ostali	1.620	3.041	3.506	3.673

Upadljiv je vrlo mali porast potrošnje električne energije u kućanstvu. U 1964. godini iznosio je svega 1%. Ako se još uzme u obzir da broj kućanstva

Specifični godišnji potrošak električne energije po kućanstvu od 1955. do 1964. g.

Tablica 4

Struktura	1955 kWh/kuć	1960 kWh/kuć	963 kWh/kuć	1964 kWh/kuć
Kućanstva u				
— gradovima	370	545	574	557
— selima	360	413	414	392
Poljoprivredni potrošači	363	420	383	371
Prosjek	368	517	540	520

normalno stalno raste, onda kod porasta potrošnje od 1% specifični godišnji potrošak električne energije po kućanstvu mora stagnirati što je vidljivo iz podataka tablice 4:

Ukupna neto potrošnja električne energije porasla je 1964. godine za 8,5%. Od toga je potrošnja industrije porasla za 9,5%, potrošnja željeznica za 18%, a potrošnja ostalih potrošača za 4,5%. Potrošnja kućanstva počela je stagnirati već od 1962. godine.

D. Feöcze

STRUKTURA ENERGETSKE POTROŠNJE U SSSR-u

Paralelno i u skladu s visokom stopom rasta industrijske proizvodnje u SSSR-u povećava se i potrošnja energije, koja je u 1965. veća (prema ocijenjenim podacima) za 12,5% od potrošnje energije u 1958. godini. S razvojem nauke i unapređenjem tehnologije proizvodnje mijenja se i struktura energetske potrošnje što je vidljivo iz podataka tablice 1.

Dinamika strukture energetske potrošnje u SSSR-u

Tablica 1

Opis	1958 %	1965 %
Ugljen	74,4	58,3
Zemni plin	6,4	20,2
Proizvodi nafte	10,0	15,1
Treset	4,0	2,6
Uljni škriljci	0,6	0,8
Drvo	4,6	3,0
	100	100

U SSSR-u kao i u drugim zemljama naglo raste udio zemnog plina i proizvoda nafte a opada udio ugljena u strukturi energetske potrošnje. Ugalj stalno gubi svoje pozicije na energetskom tržištu. Npr. željeznički transport tereta povećao se u promatranom razdoblju za 47%. Pri tome se udio parnih lokomotiva u strukturi vučnog parka smanjio od 73,9% iz 1958. na 14,8% u 1965. godini, dok se udio elektro i dizelskih lokomotiva povećao u istom razdoblju od 26,1% na 85,2%. Time je smanjena potrošnja ugljena od 79,3 milijuna tona iz 1958. na 19,5 milijuna tona u 1965 godini, dok je potrošnja dizelnafte 6 puta veća a potrošnja električne energije 3,6 puta veća na tom području. Međutim, ugljen je još uvijek a i ostat će narednih godina osnovno energetsko gorivo konvencionalnih termoelektrana iako nafta i zemni plin sve više osvajaju svoje pozicije u energetskoj potrošnji elektroprivrede. U zadnje vrijeme ima sve više elektrana s pogonom na zemni plin npr. Krasnodarsk, Volgograd, Harkov, Kiev i Moskva. Koncem 1964. godine stavljen je u pogon prvi blok od 300 MW s pogonom na zemni plin u termoelektrani Konakov. Mnoge elektrane rade istovremeno s ugljenom i zemnim plinom kao npr. Nova Moskva, Lugan, Čeljakin. Isto tako, mnoge elektrane, izgrađene u blizini rafinerije nafte, rade na loživo ulje.

Proizvodnju pojedinih primarnih oblika energije u toku promatranog razdoblja prikazuju podaci tablice 2.

Struktura proizvodnje primarnih oblika energije SSSR-a od 1958. do 1965. g.

Tablica 2

Godine	Ugljen	Nafta	Zemni plin	Treset	Uljni škriljci	Drvo
1958	362,1	161,9	33,9	21,1	4,5	32,9
1959	370,0	185,3	42,5	23,0	4,6	34,0
1960	373,1	211,4	54,4	20,4	4,8	28,7
1963	388,4	294,7	105,1	21,7	6,5	30,7
1965	406,2	346,0	153,2	24,1	7,2	21,0

Na žalost, kvalitet kamenog i mrkog ugljena zadnjih je godina sve slabiji. Tako npr. počev od 1955. godine sadržaj pepela u kamenom ugljenu Donjeckog bazena porastao je od 14,5% na 15,7%, u ugljenu Moskovskog bazena od 29,4% na 31%, u ugljenu Kuznjeckog bazena od 10,3% na 11,8% i u ugljenu Sverdlovskog. bazena od 20,9% na 34,7%.

Potrošnja zemnog plina u kemijskoj industriji iznosi u 1965. godini 7,3 milijarda m^3 i veća je 27 puta od potrošnje u 1956. godini. Preko plinovoda Buhara-Ural snabdjevene su 1964. godine mnoge velike industrije (npr. Magnitogorski metalurgijski kombinat i mnoge termoelektrane Donjouralskog područja) s nekoliko milijarda m^3 zemnog plina. Primjenom zemnog plina u željezarama mogla bi se smanjiti količina potrošnje skupog koksa od 895 na 702 kg po toni željeza što bi omogućilo uštedu od 12,5 milijuna tona koksa.

Uvođenjem zemnog plina u industriju cementa poboljšao se kvalitet proizvedenog cementa, povećala se produktivnost i smanjio se broj zaposlenih radnika. Rezultat je sniženje troškova proizvodnje cementa.

Stalno se izgrađuju nove i proširuju stare postojeće plinovodne mreže u gradovima pa je snabdijevanje plinom iz ovih mreža poraslo od 4,2 milijarde m^3 iz 1958. na 14,9 milijarda m^3 u 1965. godini. Potrošnja ukapljenog plina porasla je od 40 na 690 hiljada tona. Do 1965. godine bilo je plinificirano 2000 gradova. Daljnjih 400 stambenih naselja priključeno je 1965. na plinsku mrežu. Dok je do 1958. bilo položeno oko 10.600 km plinovoda u 1965. godini ovaj se broj povećao na 27.800 km.

(Prema: D. J. Masljakov, Termoenergetika 3/1965).

D. Feöcze

KRETANJE CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE I PLINA U BELGIJI

Comité de Contrôl de l'Electricité et du Gaz, Bruxelles izdao je povodom desetogodišnjice osnivanja »Convention pour l'Electricité et le Gaz en Belgique« godišnji izvještaj za 1965. godinu na francuskom i flamanskom jeziku. Publikacija donosi strukturu nadzornog odbora (Comité de Contrôl), izvještaj o radu, razvoj i strukturu prosječnih cijena električne energije i plina te kumulirane uspješne bilance (prihodi — troškovi) posebno za elektroprivredna poduzeća i posebno za poduzeća plina u Belgiji.

Nadzorni odbor sačinjavaju predstavnici CSC (Confédération des Syndicats chrétiens de Belgique — Savez kršćanskih sindikata Belgije), FGTB (Fédération générale du Travail de Belgique — Glavni savez rada Belgije), CGSLB (Centrale générale des Syndicats liberaux de Belgique — Glavna centrala slobodnih sindikata Belgije), CGEE (Comité de gestion des Entreprises d'électricité — Upravni odbor elektroprivrednih poduzeća), CTG-Gaz (Section de Figaz pour la Coordination du Transport et de la Distribution du Gaz — Sekcija Figaz-a za koordinaciju transporta i distribucije plina), SGSPE (Société de Gestion du Secteur public de l'Electricité — Udruženje uprava javne elektroprivrede) zatim predstavnici vlade (šef kabineta za koordinaciju privrede, šef kabineta za ekonomiku ministra predsjednika i dr.), predstavnici komunalnih uprava i nezavisni eksperti kao npr. viceguverner Narodne banke Belgije i dr.

U dijelu izvještaja koji obrađuje cijene posebno su prikazani razvoj i struktura prosječnih cijena električne energije i posebno cijena plina.

Cijene električne energije

Veličina cijene električne energije zavisi od organskog sastava kapitala odnosne elektroprivrede, od strukture i volumena njene proizvodnje, od brzine reprodukcije sredstava rada, od stupnja autofinanciranja novih investicija dakle i od kreditne sposobnosti tržišta kapitala i njegovih kondicija te od ekonomske politike zemlje.

Podaci o cijenama za 1964. odnose se na potrošnju od 11,4 milijarde kWh. Glavni dio proizvodnje, oko 99%, daju termoelektrane. Belgija je jedan od osnivača UCPTE (Union pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Electricité — Udruženje za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije, vidi: »ENERGIJA« broj 5—6/1962, str. 125 do 141) pa dio potrebne energije preuzima i iz mreže ovog međunarodnog udruženja elektroprivrede.

Prosječna cijena prodaje električne energije na mreži niskog napona (bez taksa koje propisuju općinski, komunalni i drugi organi) iznosila je:

1964. godine 2,41 Bfr/kWh ili 60,25 S Din/kWh
1965. godine 2,44 Bfr/kWh ili 61,00 S Din/kWh

(po tečaju od 12. prosinca 1966. godine: 100 Bfr = 25,0 N Din). Ova cijena bila je 1953. znatno veća. Iznosila je 3,49 Bfr i opadala je postepeno iz godine u godinu sve do 1964. Povećanje cijene 1965. iznosilo je 0,03 Bfr/kWh.

Prosječna prodajna cijena električne energije na mreži visokog napona (ispod 1000 kW) iznosila je bez propisanih taksa:

1964. godine 1,12 Bfr/kWh ili 28,00 S Din/kWh
1965. godine 1,16 Bfr/kWh ili 29,00 S Din/kWh

Za ove uvjete opterećenja cijena je 1964. iznosila 1.27 Bfr/kWh. Do 1956. postepeno je opadala da bi se već 1957. povećala na 1,31 i 1958 na 1,39 Bfr/kWh. Od 1959. ova cijena postepeno opada do 1962. a od 1963. ponovno se povećava.

Potpuniju sliku o ekonomici elektroprivrede Belgije daje pregled prosječne proizvodne cijene djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije na tablici 1.

Struktura prosječne realizirane cijene proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije Belgije

Tablica 1

Struktura	1963		1964	
	Bfr/kWh	S Dni/kWh	Bfr/kWh	S Din/kWh*
1. Materijali	0,258	6,45	0,256	6,40
2. Troškovi eksploatacije i uprave	0,340	8,50	0,360	9,00
3. Amortizacija	0,172	4,30	0,164	4,10
4. Razni proizvodni troškovi	0,022	0,55	0,020	0,50
5. *Cijena koštanja*	0,792	19,80	0,800	20,00
6. Ostali troškovi	0,021	0,52	0,021	0,52
7. Participacije i doprinosi komuna	0,064	1,60	0,076	1,90
8. Troškovi financiranja	0,081	2,03	0,084	2,10
9. Fiskalni troškovi	0,047	1,18	0,048	1,20
10. Razno	0,008	0,20	0,009	0,23
11. Čisti dobitak	0,135	3,37	0,142	3,55
12. *Bruto rezultat*	0,335	8,38	0,359	8,98
13. *Prosječna cijena*	1,148	28,70	1,180	29,50
14. *INDEKS*	100	100	102,8	102,8

* (Preračunavanje u dinare izvršeno je po tečaju od 12. prosinca 1966. godine — 100 Bfr = 25 N Din)

Ukupna prosječna proizvodna cijena svih djelatnosti elektroprivrede Belgije koleba iz godine u godinu utjecajem raznih faktora. Od 1959. kad je iznosila 1,302 Bfr/kWh postepeno je opadala do 1963. od koje se godine ponovo povećava.

Struktura prosječne realizirane cijene razgraničena je na: troškove cijena koštanja, ostale troškove i bruto rezultat. Na cijenu koštanja i tzv. ostale troškove otpada 71% realizirane cijene. Elementom »materijali« obuhvaćeni su troškovi energetskog goriva. Na opadanje ovih proporcionalnih troškova utjecalo je smanjenje nabavne cijene po kaloriji energetskog goriva, što je vjerojatno posljedica sve većeg udjela loživog ulja i plina u strukturi potrošnje goriva. Troškovi eksploatacije i uprave porasli su 1964. za 6%. Osim materijalnih troškova uzdržavanja postrojenja i pogonsko-upravno-prodajne režije troškovi eksploatacije od 0,36 Bfr/kWh sadrže i troškove radne snage na koje otpada 70% ili 0,252 Bfr/kWh, a to je 21,5% realizirane cijene 1964. godine od 1,18 Bfr/kWh.

Amortizacija sudjeluje sa 14% u realiziranoj cijeni. Iz podataka izvještaja proizlazi da belgijska elektroprivreda primjenjuje, uzevši je u globalu, sistem degresivnog otpisivanja pa udio amortizacije u cijeni opada brže iz godine u godinu. Realizirana cijena, udio amortizacije u cijeni i stope otpisa kretali su se u nekoliko proteklih godina ovako:

	Realizirana cijena Bfr/kWh	Udio amortizacije u cijeni Bfr/kWh	% Otpisa
1959	1,302	0,218	5,25
1960	1,214	0,217	5,14
1961	1,177	0,196	4,94
1962	1,128	0,183	4,74
1963	1,148	0,172	4,46
1964	1,180	0,164	4,32

Udio amortizacije u cijeni opada konstantno i brže od prikazanog opadanja realizirane cijene. Dok je 1959. na amortizaciju otpalo 16,8% realizirane cijene, 1964. otpada samo 14%. U uvjetima slobodnog formiranja amortizacije u okviru granične fiskalne stope amortizacionih otpisa (kojom se regulira osnovica za oporezivanje dobitka ili nešto rezultata) amortizacija je utjecajno sredstvo politike bilance, veličine godišnjeg dobitka pa i volumena prodajne cijene.

Razni troškovi cijene koštanja nisu značajni. Neznatni su i ostali troškovi poslovanja koji po svom karakteru ne ulaze u sastav cijene koštanja.

Bruto rezultat (akumulacija) raspodijeljen je 1964. godine ovako:

— participacije i doprinosi komuna	21,2%
— troškovi financiranja (anuiteti i ulaganja)	23,4%
— fiskalni troškovi (razni porezi i sl.)	13,4%
— razno	2,4%
— neto rezultat (čisti dobitak)	39,6%
	100%

Troškovi financiranja u strukturi bruto rezultata rastu u skladu s proširenom reprodukcijom. Od 1959. do 1964. ovi troškovi ostvareni su kako slijedi:

	Milijuna Bfr	Indeks
1959	392	100
1960	475	121
1961	530	135
1962	692	177
1963	778	199
1964	891	227

Amortizacija, sredstva financiranja iz bruto rezultata i neto rezultat ili čisti dobitak iznose 1964. godine 0,39 Bfr/kWh ili 33,2% realizirane cijene.

Podaci Tablice 1 pokazuju da cijena koštanja raste sporije od prosječne prodajne cijene. Pri tome na volumen i strukturu te cijene utječe i politika amortizacije. S porastom prosječne prodajne cijene (indeks 103) brže raste bruto rezultat (indeks 107) a u strukturi tog rezultata najveći porast imaju participacije i doprinosi komuna (indeks 119). Manji porast imaju neto rezultat (indeks 105), troškovi financiranja (indeks 104) i fiskalni troškovi (indeks 102).

Osim globalnog pregleda strukture cijene za elektroprivredu u cjelini u izvještaju se posebno tretira djelatnost interkoneksije proizvodnje (proizvodnja i prijenos) i posebno djelatnost distribucije električne energije. Za ove dvije djelatnosti posebno su sastavljene kumulativne uspješne bilance i posebno pregledi strukture realizirane cijene.

Analizu realizirane cijene djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije prikazuju podaci Tablice 2

Struktura prosječne realizirane cijene djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije Belgije

Tablica 2

Struktura	Cijena Bfr/kWh 1963	1964	Struktura % 1963	1964	Cijena S Din/kWh* 1963	1964
1 Materijali	0,247	0,245	33,4	32,5	6,18	6,12
2 Troškovi eksploatacije i uprave	0,173	0,184	23,4	24,4	4,32	4,60
3 Amortizacija	0,105	0,098	14,2	13,0	2,62	2,45
4 Razni proizvodni troškovi	0,015	0,016	2,0	2,1	0,38	0,40
5 *Cijena koštanja*	0,540	0,542	73,0	72,0	13,50	13,57
6 Ostali troškovi	0,017	0,020	2,3	2,6	0,42	0,50
7 Troškovi financiranja	0,060	0,061	8,1	8,1	1,50	1,52
8 Fiskalni troškovi	0,032	0,033	4,3	4,4	0,80	0,82
9 Čisti dobitak	0,091	0,097	12,3	12,9	2,28	2,42
10 Bruto rezultat	0,183	0,191	24,7	52,4	4,58	4,76
11 *Prosječna cijena*	0,740	0,753	100	100	18,50	18,83
12 *INDEKS*	100	102			100	102

* (Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din)

Dok je prosječna realizirana cijena djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije porasla u 1964. godini za 2%, cijena koštanja te djelatnosti s degresivnom stopom amortizacije porasla je samo za 0,5% a bruto rezultat se povećao za 4,4%. U strukturi bruto rezultata povećani su troškovi financiranja za 1,7%, fiskalni troškovi za 3%, a neto rezultat za 6,6%.

Raspodjela bruto rezultata djelatnosti proizvodnje i prijenosa električne energije ostvarena je u promatranim godinama ovako:

	1963.	1964.
— troškovi financiranja (anuiteti i ulaganja)	32,8%	32,0%
— fiskalni troškovi (razni porezi i sl.)	17,5%	17,3%
— neto rezultat (čisti dobitak)	49,7%	50,7%
	100%	100%

Na sredstva ove djelatnosti tj. na amortizaciju, sredstva financiranja iz bruto rezultata i na čisti dobitak otpada 1964. godine 0,256 Bfr/kWh ili 34% realizirane cijene. Kao što je iz raspodjele bruto rezultata vidljivo, djelatnost proizvodnje i prenosa električne energije ne plaća participacije i doprinose komuna a nema ni raznih drugih tereta.

Analizu realizirane cijene djelatnosti distribucije električne energije prikazuju podaci Tablice 3.

Struktura prosječne realizirane cijene djelatnosti distribucije električne energije Belgije

Tablica 3

Struktura	Cijena Bfr/kWh		Struktura %		Cijena S Din/kWh*	
	1963	1964	1963	1964	1963	1964
1 Nabava energije	0,883	0,894	53,3	53,2	22,08	22,35
2 Troškovi eksploatacije i uprave	0,316	0,320	19,1	19,0	7,90	8,00
3 Amortizacija	0,122	0,117	7,4	7,0	3,05	2,92
4 Razni troškovi	0,021	0,022	1,3	1,3	0,52	0,55
5 *Cijena koštanja*	1,342	1,353	81,1	80,5	33,55	33,82
6 Ostali troškovi	0,025	0,020	1,5	1,2	0,63	0,50
7 Participacije i doprinosi komuna	0,125	0,144	7,6	8,6	3,12	3,60
8 Troškovi financiranja	0,038	0,040	2,3	2,4	0,95	1,00
9 Fiskalni troškovi	0,029	0,026	1,7	1,5	0,73	0,65
10 Razno	0,015	0,017	0,9	1,0	0,37	0,43
11 Čisti dobitak	0,080	0,080	4,9	4,8	2,00	2,00
12 *Bruto rezultat*	0,287	0,307	17,4	18,3	7,17	7,68
13 *Prosječna cijena*	1,654	1,680	100	100	41,35	42,00
14 *Indeks*	100	102			100	102

* (Cijene su preračunate po tečaju: 100 Bfr = 25,0 N Din)

Veličina i struktura cijene djelatnosti razvoda i distribucije zavisi od troškova nabave električne energije, gustoće naseljenosti područja koje opskrbljuje, konfiguracije i tehničkog sastava mreže, intenziteta potrošnje električne energije, kreditnih sredstava i njihovih kondicija te doprinosa raznih interesenata za razvoj i proširenje elektroenergetskih postrojenja ove djelatnosti.

Belgija je sa svojih 300 stanovnika po km² jedna od najgušće naseljenih država u Evropi (Nizozemska 353, SR Njemačka 231, Velika Britanija 220 Italija 168, DR Njemačka 159, Švicarska 141, Čehoslovačka 109, Mađarska 109, Jugoslavija 75 stanovnika po km²) što znatno utječe na veličinu specifičnih investicija i na veličinu cijene električne energije na mreži distribucije.

Na troškove nabavljene električne energije otpada 1964. godine 53,2% realizirane cijene djelatnosti distribucije. Ostali elementi cijene koštanja (troškovi eksploatacije i uprave s osobnim dohocima, amortizacija i razni troškovi) iznose 27,3% odnosno uvećani za ostale troškove poslovanja 28,5%. Na bruto rezultat djelatnosti distribucije električne energije otpada 18,3%.

Prosječna realizirana cijena ove djelatnosti povećala se 1964. za 1,5%, troškovi cijene koštanja za 1% a bruto rezultat za 7%. Na povećanje cijene koštanja utječe povećanje cijene nabave energije, povećanje troškova eksploatacije i uprave i povećanje raznih troškova. Sva ta povećanja troškova veća su od povećanja koštanja. Niveliranje cijene koštanja omogućeno je smanjenjem amortizacije u odnosu na 1963. Indeks jediničnih troškova amortizacije 1964. iznosi 96.

U povećanom bruto rezultatu (indeks 107) najveći dio otpada na participacije i doprinose komuna (indeks 115), manji dio na troškove financiranja (indeks 105) i na razno (indeks 113), dok su fiskalni izdaci manji od prošle godine (indeks 89). Čisti dobitak je ostao isti s 0,080 Bfr/kWh.

Stopa rasta potrošnje električne energije na mreži distribucije ostvarena je 1964. sa 14,5% dok je 1963. ostvarena s 11,3% a 1962. s 10,3%.

Stopa rentabilnosti elektroprivrede Belgije stalno raste. 1961. iznosila je 7,38%, 1962. godine 7,99%, 1963. godine 7,42% i 1964. godine 8,14%.

Izvještaj ne sadrži strukturu energetske bilance a ni strukturu sredstava elektroprivrede za promatrani period pa se bez ovih elemenata ne mogu izvesti ostale analize i zaključci.

Cijene plina

Nakon pronalaska velikih količina zemnog plina u Nizozemskoj kod Groningena (1100 milijarda m³) zainteresirani potrošači energije susjednih zemalja razmatrali su mogućnost i uvjete uvoza zemnog plina iz Nizozemske. Tako je sastavljen i projekt suradnje belgijskih i nizozemskih poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju plina. Comité de Contrôl izradio je na zahtjev belgijske vlade ekonomsku analizu ovog projekta i konstatirao da se kalkulacije osnivaju na fiksnim uvoznim cijenama te da bi na toj osnovi cijena plina, posebno cijena plina za grijanje domaćinstava, mogla opadati u toku uzetog perioda od 20 godina. Ovakvo kretanje domaćih cijena plina prognozirano je na osnovu cijena koje se primjenjuju u Nizozemskoj. Međutim, Comité de Contrôl smatra da Belgija treba zadržati slobodu tarifiranja potrošnje plina na domaćem području što bi se ugovorom moralo i osigurati. Na toj osnovi postignut je i sporazum vlada Belgije i Nizozemske i potpisan je dugoročni ugovor o isporuci 3 milijarde m³ zemnog plina za potrebe domaćinstava i 2 milijarde m³ zemnog plina za potrebe industrije. Monopol kupnje, transporta i prodaje nizozemskog zemnog plina na području Belgije dat je poduzeću Distrigaz. Osnivači poduzeća su vlada Belgije, nizozemsko dobavno poduzeće SNI (NAM Export) i belgijska poduzeća za eksploataciju plina s po 1/3 potrebnog osnivačkog kapitala.

Godišnji izvještaj obrađuje podatke poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju plina, učlanjenih u CTD-Gaz Belgije. Ukupno prodana količina plina tih poduzeća iznosila je 1964. godine 1,725.363.985 m³. U odnosu na prethodnu 1963. godinu potrošnja plina je porasla za 9,9%.

Kretanje prosječnih prodajnih cijena plina za potrošače domaćinstava u Belgiji pokazuju podaci Tablice 4.

Pregled kretanja redovitih, sniženih i prosječnih cijena plina za potrošače domaćinstva Belgije

Tablica 4

Godine	Redovite cijene		Snižene cijene		Prosjek cijena	
	Bfr/m³	S Din/m³	Bfr/m³	S Din/m³	Bfr/m³	S Din/m³
1959	3,58	89,50	2,65	66,25	3,34	83,50
1960	3,49	87,25	2,50	62,50	3,19	79,75
1961	3,47	86,75	2,38	59,50	3,09	77,25
1962	3,42	85,50	2,14	53,50	2,83	70,75
1963	3,46	86,50	2,09	52,25	2,73	68,25
1964	3,56	89,00	2,10	52,50	2,73	68,25
1965	3,66	91,50	2,13	53,25	2,63	65,75

(Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din)

To su prosječne prodajne cijene poduzeća (članova CTD-Gaz) bez taksa koje propisuju nadležni općinski i komunalni organi. Povoljnije cijene plina imaju komercijalni i industrijski potrošači i javne službe. Kretanje prosječnih prodajnih cijena plina (bez taksa) za ove potrošače prikazuju podaci Tablice 5.

Pregled kretanje prosječnih prodajnih cijena plina u Belgiji za komercijalne, industrijske i javne potrošače

Tablica 5

Godine	Komercijalni potrošači		Industrijski potrošači		Javne službe	
	Bfr/m³	S Din/m³	Bfr/m³	S Din/m³	Bfr/m³	S Din/m³
1959	2,66	66,50	1,57	39,25	2,09	52,25
1960	2,46	61,50	1,49	37,25	1,96	49,00
1961	2,33	58,25	1,42	35,50	1,83	45,75
1962	2,22	55,50	1,39	34,75	1,74	43,50
1963	2,22	55,50	1,48	37,00	1,84	46,00
1964	2,26	56,50	1,47	36,75	1,82	45,50

(Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din)

Kretanje strukture prosječne realizirane cijene svih poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju plina CTD-Gaz Belgije prikazuju podaci Tablice 6.

Struktura prosječne realizirane cijene poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju plina CTD-GAZ Belgije

Tablica 6

Struktura	1963		1964	
	Bfr/m²	S Din/m³	Bfr/m³	S Din/m³
1 Materijali	0,812	20,30	0,772	19,30
2 Troškovi uprave i eksploatacije	0,581	14,53	0,613	15,33
3 Amortizacija	0,193	4,82	0,222	5,55
4 Razni proizvodni troškovi	0,012	0,30	0,012	0,30
5 *Cijena koštanja*	1,598	39,95	1,619	40,48
6 Ostali troškovi	0,026	0,65	0,027	0,68
7 Participacije i doprinosi komuna	0,112	2,80	0,126	3,15
8 Troškovi financiranja	0,064	1,60	0,080	2,00
9 Fiskalni troškovi	0,037	0,92	0,033	0,82
10 Razno	0,009	0,23	0,011	0,28
11 Čisti dobitak	0,092	2,30	0,079	1,97
12 *Bruto rezultat*	0,314	7,85	0,331	8,27
13 *Prosječna cijena*	1,938	48,45	1,977	49,43
14 *Indeks*	100	100	102	102

(Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din)

Ukupni prihod 1964. godine iznosio je 3,410.886.292 Bfr. Od toga je prihod od prodaje plina 3,302.174.979 Bfr, ostali prihodi vezani uz djelatnost proizvodnje i raspodjelu plina 103,561.604 Bfr i razno 5,149.709 Bfr.

Prosječna realizirana cijena plina iznosila je 1964. godine:

$$\frac{3{,}410.886{,}292 \text{ Bfr}}{1{,}725{,}363.985 \text{ m}^3} = 1{,}977 \text{ Bfr/m}^3$$

Elementom »Materijali« obuhvaćeni su troškovi materijala izrade (predmeta rada) i troškovi kupnje plina. Na opadanje ovih troškova utjecala je promjena strukture proizvodnje i kupnje plina.

Troškovi eksploatacije i uprave sadrže i osobne dohotke odnosno troškove radne snage. Apsolutni iznos ovih troškova povećao se 1964. godine za 16% dok su prihodi porasli samo za 12,1%.

Stope amortizacionih otpisa rastu. Prosječna stopa otpisa iznosila je 1962. godine 4,49%, 1963. godine 4,85% i 1964. godine 5,04%.

Bruto rezultat je 1964. godine porastao za 1,7 centima. U strukturi bruto rezultata najveći porast imaju troškovi financiranja te participacije i doprinosi komuna, dok su fiskalni troškovi i čisti dobitak smanjeni. Apsolutni iznos participacija i doprinosa komuna povećao se za 23,4%. To je rezultat integracije područja grada Bruxellesa u CTD-Gaz s potrošnjom od 43,959.934 m³ plina.

Čisti dobitak se smanjuje iz godine u godinu. 1962. iznosio je 188 milijuna, 1963. samo 144 milijuna a 1964. tek 137 milijuna franaka.

U poslovnom izvještaju posebno su obrađeni podaci za djelatnost proizvodnje i prijenosa i posebno za djelatnost distribucije plina. Analiza realizirane cijene djelatnosti proizvodnje i prijenosa plina poduzeća CTD-Gaz prikazana je na Tablici 7.

Struktura prosječne realizirane cijene poduzeća za proizvodnju i prenos plina CTD-GAZ Belgije

Tablica 7

Struktura	Cijena Bfr/m³		Struktura %		Cijena S Din/m³	
	1963	1964	1963	1964	1963	1964
1 Materijali	0,747	0,706	75,5	71,0	18,68	17,65
2 Troškovi uprave i eksploatacije	0,139	0,159	14,0	16,0	3,48	3,98
3 Amortizacija	0,048	0,078	4,8	7,8	1,20	1,95
4 Razni proizvodni troškovi	0,001	0,001	0,1	0,1	0,02	0,02
5 *Cijena koštanja*	0,935	0,944	94,4	94,9	23,38	23,60
6 Ostali troškovi	0,007	0,004	0,8	0,4	0,18	0,10
7 Troškovi financiranja	0,019	0,034	1,9	3,4	0,48	0,85
8 Fiskalni troškovi	0,009	0,007	0,9	0,7	0,22	0,18
9 Čisti dobitak	0,020	0,006	2,0	0,6	0,50	0,15
10 *Bruto rezultat*	0,048	0,047	4,8	4,7	1,20	1,18
11 *Prosječna cijena*	0,990	0,995	100	100	24,75	24,88
12 *Indeks*	100	101			100	101

(Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din

Ukupno prodana količina plina djelatnosti proizvodnje i prijenosa CTD-Gaz iznosila je 1964. godine 1,809.149.199 m³ a ukupni prihod 1,800.730.499 Bfr. Od toga je prihod od prodaje plina 1,722.876.992 Bfr a ostali prihodi 27,853.457 Bfr.

Prosječna realizirana cijena djelatnosti proizvodnje i prijenosa plina u 1964. godini iznosila je:

$$\frac{1{,}800.730.449 \text{ Bfr}}{1{,}809.149.199 \text{ m}^3} = 0{,}995 \text{ Bfr/m}^3$$

U elementu »Materijali« (predmet rada) sadržani su i troškovi nabave plina. U 1964. kupljeno je 61,4% potrebne količine plina. Ostatak je vlastita proizvodnja.

Na povećanje troškova eksploatacije i uprave utjecalo je povećanje broja radne snage i njenog dohotka.

Povećanje amortizacije i troškova financiranja uvjetovano je povećanjem potrebnih investicija. U tim uvjetima opao je čisti dobitak pa i fiskalni troškovi.

Analiza realizirane cijene djelatnosti distribucije plina poduzeća CTD-Gaz prikazana je u tablici 8.

Ukupni prihod ove djelatnosti iznosio je 1964. godine 2,919.618.952 Bfr. Od toga je prihod od prodaje plina 2,837.385.432 Bfr, ostali prihodi vezani uz djelatnost distribucije plina 77,083.811 Bfr i razno 5,149.709 Bfr. Ukupno prodana količina plina iznosila je 1,124.890.666 m³.

Prosječna realizirana cijena djelatnosti distribucije plina iznosila je 1964. godine:

$$\frac{2{,}919.618.952 \text{ Bfr}}{1{,}124.890.666 \text{ m}^3} = 2{,}596 \text{ Bfr/m}^3$$

Troškovi nabave plina iznosili su 1,369.623.611 Bfr, troškovi eksploatacije i uprave 711,666.361 Bfr, amortizacija 242,580.598 Bfr, razni troškovi distribucije 9,708.447 Bfr i ostali troškovi 40,641.209 Bfr.

Struktura prosječne realizirane cijene poduzeća za distribuciju plina CTD-GAZ Belgije

Tablica 8

Struktura	Cijena Bfr/m³		Struktura %		Cijena S Din/m³	
	1963	1964	1963	1964	1963	1964
1 Kupnja plina	1,190	1,218	46,5	46,9	29,75	30,45
2 Troškovi eksploatacije i uprave	0,688	0,686	26,9	26,4	17,20	17,15
3 Amortizacija	0,225	0,216	8,8	8,3	5,62	5,40
4 Razni troškovi	0,007	0,008	0,3	0,3	0,18	0,20
5 *Cijena koštanja*	2,110	2,128	82,5	81,9	52,75	53,20
6 Ostali troškovi	0,034	0,036	1,3	1,4	0,85	0,90
7 Participacije i doprinosi komuna	0,176	0,192	6,9	7,4	4,40	4,80
8 Troškovi financiranja	0,069	0,069	2,7	2,7	1,73	1,73
9 Fiskalni troškovi	0,044	0,039	1,7	1,5	1,10	0,97
10 Razno	0,014	0,021	0,5	0,8	0,35	0,52
11 Čisti dobitak	0,112	0,111	4,4	4,3	2,80	2,78
12 *Bruto rezultat*	0,415	0,432	16,2	16,7	10,38	10,80
13 *Prosječna cijena*	2,559	2,596	100	100	63,98	64,90
14 *Indeks*	100	102			100	102

(Cijene su preračunate po tečaju 100 Bfr = 25,0 N Din)

U strukturi bruto rezultata doprinosi komuna iznosili su 11,409.218 Bfr, participacije komuna 204,831.959 Bfr, troškovi financiranja 77,327.403 Bfr, fiskalni troškovi 44,113.095 Bfr. Čisti dobitak iznosio je 124,559.720 Bfr.

Stopa rentabilnosti svih promatranih poduzeća CTD-Gaz Belgije ostvarena je 1964. godine s 3,72%. Stopa rentabilnosti djelatnosti proizvodnje i prijenosa ostvarena je s 1,78% a djelatnosti distribucije plina sa 4,13%.

Daniel Feöcze

ŠVICARSKA ELEKTROPRIVREDA U 1965/66.

Potrošnja električne energije, bez predaje energetskih viškova elektrokotlovima sa nadomjesnim postrojenjima za loživo gorivo i potrošnje za pumpne hidroelektrane, ali uključujući gubitke električne energije iznosila je u 1965/66. godini 22 691 HWh što predstavlja porast u odnosu na prethodnu godinu za 2,4%.

Porast potrošnje električne energije u 1965/66 najniži je za posljednjih pet godina, kada je po godinama iznosio: 1961/62 — 5,3%, 1962/63 — 6,2%, 1963/64 — 4,2%, 1964/65 — 4,8% i 1965/66 — 2,4%.

Promatrano po grupama potrošnje, porast u grupi kućanstva, zanatstva i poljoprivrede iznosio je 2,3%, u grupi industrije bez elektroprivrede 1,7%, a kod željeznice 1,6%.

Struktura potrošnje električne energije i dalje se razvija u korist domaćinstva, zanatstva i poljoprivrede, te je razvoj vidljiv iz slijedeće tabele:

Hidrograf. god.	Domaćinstvo, zanatstvo poljoprivreda	Industrija bez elektrokotlova	Željeznica
1930/31	34	48	18
1935/36	36	45	19
1940/41	32	51	17
1945/46	44	43	13
1950/51	42	46	12
1955/56	47	43	10
1960/61	48	43	9
1965/66	50	42	8

Struktura potrošnje električne energije iznosila je u GWh za 1965/66 i 1964/65 godinu, kako slijedi:

	1965/66	1964/65
Domaćinstvo, zanatstvo i poljoprivreda	10.102	9.875
Željeznica	1.697	1.671
Opća industrijska potrošnja	4.451	4.323
Elektrokemija, elektrometalurgija i elektrotermija	4.034	4.023

	1965/66	1964/65
Elektrokotlovi	252	156
Potrošnja pumpnih akumul. hidroel.	582	499
Gubici električne energije	2.407	2.265
Ukupna potrošnja bez elektrokotlova i pumpnih akumulacionih hidroel.	22.691	22.157
Ukupna potrošnja	23.525	22.812
Izvoz električne energije	6.241	5.063

Potrošnja električne energije se pokrila proizvodnjom u hidro i termoelektranama te iz izvoza iz drugih zemalja:

	Hidro-elektrane	Termo-elektrane	Uvoz	Ukupno
1964/65	24.015	447	3.413	27.875
1965/66	27.444	518	1.804	29.766

Potrošnja električne energije se pokriva uglavnom proizvodnjom hidroelektrana, dok termoelektrane ne zauzimaju značajnijeg udjela te su iza uvoza električne energije po količini datoj u elektroenergetsku mrežu.

Vršno opterećenje za karakterističnu srijedu dostiglo je u zimskom razdoblju 4020 MW u siječnju, a 3790 MW u prosincu. U ljetnom razdoblju vršno opterećenje u rujnu je iznosilo 4060 MW, a u svibnju 3940 MW. Upotrebno vrijeme vršnog opterećenja u zimskom razdoblju iznosilo je 2910, u ljetnom 2920 sati, a godišnje 5800 sati. Upotrebno vrijeme mjesečnog vršnog opterećenja iznosilo je u prosincu 18,7 i ožujku 18,9, lipnju 19,0, a rujnu 17,6 sati.

Vršno opterećenje ukupne predaje uključivo s izvozom iznosilo je u srpnju 5810 MW, a rujnu 5620 MW.

Najveći dio razmjene električne energije odvijao se sa Saveznom republikom Njemačkom, zatim Francuskom, Italijom, Austrijom i Lichtensteinom. Električna se energija izvozi više ljeti (4314 GWh), a manje zimi (1927 GWh). Uvoz, naprotiv, je viši zimi (1528 MWh), a manji ljeti (276 GWh), ovisno o raspoloživim količinama vode, iako je ljetna potrošnja energije viša od zimske.

Zabilježeni porast potrošnje električne energije je bio viši u zimskom razdoblju (2,9%) od ljetnog (1,9%) u odnosu na proteklu godinu.

Proizvodne mogućnosti hidro i termoelektrana u 1965/66 su bile:

Hidroelektrane	8.120 MW	26.910 GWh
Termoelektrane i nuklearne elektrane	370 MW	1.090 GWh
Ukupno	8.490 MW	28.000 GWh

Akumulacioni kapacitet 1. listopada bio je 6.200 GWh.

Do 1972/73. obuhvaćene su izgradnjom hidro, termo i nuklearne elektrane, te će proizvodne mogućnosti iznositi:

Hidroelektrane	9.850 MW	30.500 GWh
Termoelektrane i nuklearne elektrane	1.190 MW	6.910 GWh
Ukupno	11.040 MW	37.410 GWh

Značajan je porast udjela termo i nuklearnih elektrana u elektroprivredi Švicarske. Udio moguće proizvodnje hidroelektrana će time opasti od 96% u 1965/66 godini na 81,5% u 1972/73.

Dok se proizvodne mogućnosti za energiju povisuju za 46%, instalirana snaga se povećava samo za 27%, što će utjecati na smanjivanje postojeće rezerve na opteretivosti, za koju se procjenjuje da će uz ovakav program izgradnje elektrana osigurati pokrivanje maksimalne potražnje za snagom u slijedećih 15—20 godina.

Investicije u izgradnju novih postrojenja dostigle su u 1965. nivo od 1230 milijuna franaka, od čega na elektrane otpada 66% ili 810, milijuna, a 34% ili 420 milijuna na postrojenja prijenosa i razvoda električne energije, zatim mjerne uređaje, upravne zgrade i stambene objekte. U 1964. na elektrane se utrošilo 65% ukupnih investicija (760 milijuna franaka).

Udio samofinanciranja u novim investicijama iznosio je 31% kao i u prethodnoj godini.

Prosječni prihodi od predaje električne energije su po kWh procijenjeni sa 7,4 Rp. U ranijem razdoblju prosječni prihod po kWh je iznosio u godini 1930/31. — 9,7 Rp, 1940/41. — 7,2 Rp, 1950/51. — 6,5 Rp.

U strukturi ukupnih troškova pojedini elementi troškova djelovali su kako slijedi:

	1965.	1964.
— pogon i održavanje	31,8%	31,5%
— porezi i vodni doprinosi	6,5%	6,7%
— otpisi i ulaganja u fondove	27,8%	28,7%
— kamati i dividende	23,4%	22,2%
— doprinosi općinama (doprinosi, besplatna energija za javnu rasvjetu, djelomično deficiti plinara i dr.)	10,5%	10,9%

Od 1950. nastupile su postupne promjene u strukturi ukupnih troškova. Troškovi pogona i održavanja su opadali od 38,0% do 31,2% u 1963, od kada su ponovno u laganom porastu. Porezi i vodni doprinosi su bili u porastu do 1962., nakon čega osciliraju. Otpisi i ulaganja u fondove su do 1960. bili u porastu, čemu je slijedilo doba nestabilnosti do 1963., a zatim opadanje udjela u ukupnim troškovima. Kamati i dividende su u stalnom porastu, te su od 13,7% u 1950., što je predstavljalo minimum u odnosu na predratno razdoblje, porasli na 23,4% u 1965. Nasuprot tome doprinosi općinama i dr. su opali od 16,1% na 10,5% u 1965.

(Bull. SEV 6, 1967.)

B. Tilić

IZ SVIJETA

Velika Britanija polaže 132 kV podmorski kabel. Između Lepe (na Beaulieu River) i Gurnard (zapadno od Cowes-a) Velika Britanija polaže 132 kV podmorski kabel duljine 4,2 km.

Švicarska gradi svoju prvu veliku termoelektranu. Kod Vourvy Švicarska gradi svoju prvu veliku termoelektranu s dva agregata od po 150 MW. Pri godišnjem iskorištenju od 3000 sati proizvodnja ove elektrane mogla bi iznositi 900 GWh, pri godišnjem iskorištenju od 5000 sati 1500 GWh i pri godišnjem iskorištenju od 7000 sati 2100 GWh električne energije.

Elektroprivreda Finske. Prema poslovnom izvještaju elektroprivrede Finske za 1963. godinu proizvedeno je 12,83 TWh električne energije od kojih 3,44 TWh u termoelektranama a ostatak u hidroelektranama. U elektrane i mrežu investirano je 244 milijuna FinK. Finska 400 kV prenosna mreža, koja spaja hidroenergetski potencijal sjevera s industrijskim bazenom juga, duga je 758 km.

Od ekonomski iskoristivog hidroenergetskog potencijala Finske izgrađeno je samo 50%.

U protekle 4 godine izgrađene su dvije veće termoelektrane i to Naantali snage 266 MW na jugozapadnoj obali i toplana Haanasari snage 75 MW u Helsinkiju. Instalira se i drugi agregat Toplane Helsinki snage 100 MW koja svojim toplovodima opskrbljuje Helsinki toplinom.

Tehnička komisija rudarskog savjeta bavi se pitanjima nuklearne energije. Iako ima još dosta neiskorištenog hidroenergetskog potencijala u zemlji razmatra se plan izgradnje nuklearne elektrane snage 300 MW.

Prvi 380 kV dalekovod u Švicarskoj. Švicarska raspolaže prenosnom mrežom duljine 4700 km. Investicije u ovu mrežu po današnjim cijenama izgradnje iznosile bi 1 milijardu Sfr ili 10% investicija u elektrane, podstanice i razvodno distributivnu mrežu svih elektroprivrednih poduzeća Švicarske.

Na temelju zahtjeva za što ekonomičniji transport elektroenergije odlučeno je da se prenosni napon povisi. Dalekovod 150 kV napona može prenijeti 200 MW opterećenja, dalekovod 200 kV napona 500 MW a dalekovod 380 kV napona 1200 MW.

Prvi dalekovod 380 kV napona u Švicarskoj izgrađuje »Nordschweizerischen Kraftwerke AG« (NOK) od elektrane Tavanasa, odnosno od elektrane Sils u Kantonu Graubünden do podstanice Breite. Duljina ukupne trase iznosi 155 km. Spojni vodovi Tavanasa-Bonaduz duljine 28 km i Sils-Bonaduz duljine 14 km sjedinjuju se u trafostanici Bonaduz od koje polazi trasa duljine 113 km preko područja Züricha do podstanice Breite.

Dalekovod Benzan-Breite napona 220 kV duljine 50 km pregrađen je na 380 kV napon. Podizanje napona izvršeno je u cilju spajanja mreže poduzeća »Nordschweizerischen Kraftwerke AG« s 380 kV mrežom poduzeća RWE SR Njemačke (Rajnsko-Westfalsko elektroprivredno poduzeće AD.) u Tiengenu kod Waldshuta. Time je uspostavljena veza 380 kV napona duga 755 km između rajnskog bazena mrkog ugljena SR Njemačke i hidroelektrana Kantona Graubünden u Švicarskoj.

677 MVA transformator — najveći na svijetu. Za potrebe elektroprivrednog poduzeća SAD »Commonweath Edison Company« (Chicago) izgradilo je »General Electric Company« najveći transformator svijeta snage 677 MVA. Težina transformatora iznosi 400 tona a visina mu je preko 10 metara. Za željeznički transport ovog transformatora na odredišno mjesto udaljeno 1600 km izgrađen je specijalni vagon s 12 osovina. Drugi transformator iste snage izgrađen je koncem 1965. godine.

Porast primjene akumulacionih elektropeći u SR Njemačkoj. U toku 1964. godine proizvedeno je i priključeno na električnu mrežu SR Njemačke 75.000 akumulacionih elektropeći što predstavlja porast od 50% u odnosu na 1963. godinu. Time je povećana priključna vrijednost od 600 na 900 MW.

SR Njemačka izgrađuje svoju prvu termoelektranu na zemni plin. U Wiesmooru SR Njemačka izgrađuje svoju prvu termoelektranu na zemni plin. Napajanje elektrane plinom vršit će se iz nalazišta zemnog plina područja Weser-Ems.

Četvrta nuklearna elektrana Velike Britanije stavljena je u pogon. Koncem januara 1965. Velika Britanija stavila je u djelomični pogon nuklearnu elektranu Trawsfynydd snage 500 MW u grofoviji Walles. Od projektirana dva reaktora i dva agregata snage od po 250 MWe u pogon je stavljen samo prvi blok. Drugi blok treba ući u pogon koncem 1965. godine.

Nakon stavljanja u pogon NE Berkeley, NE Brad-Well i NE Hunterston, NE Trawsfynydd je četvrta i do sada najveća nuklearna elektrana »Atomskog programa« Velike Britanije. Peta nuklearna elektrana Hinkley Point u grofoviji Somerset snage 500 MW treba također ući u pogon 1965. godine. Šesta nuklearna elektrana NE Dungeness u grofoviji Kent snage 500 mW nalazi se u izgradnji. U izgradnji su dalje NE Sizewell snage 580 MW, NE Oldsbury snage 600 MW i NE Wylfa snage 1000 MW. Sve navedene nuklearne elektrane predstavljaju prvu fazu izgradnje prema »Atomskom programu« Velike Britanije.

D. Feöcze

SAVJETOVANJE O UPOTREBI DRVENIH, BETONSKIH I ŽELJEZNIH STUPOVA 10 (20) i 0,4 kV U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI JUGOSLAVIJE

U posljednje vrijeme distributivna poduzeća Jugoslavije suočena su s problemima sve težeg snabdijevanja stupovima za gradnju nadzemnih vodova. Nedostatak stupova ozbiljna je prepreka podizanju i onako ugroženog tehničkog nivoa mreža kao i realizaciji sve većih zahtjeva u proširivanju postojećih i gradnji novih vodova.

Koordinacioni odbor republičkih poslovnih udruženja i republičkih poduzeća za distribuciju električne energije Jugoslavije, raspravljajući o ovome prihvatio je inicijativu Poslovnog udruženja elektroprivrednih distributivnih preduzeća BiH o održavanju stručnog savjetovanja, na kome bi se pokušala pronaći rješenja i tako ublažiti negativne posljedice koje nestašica stupova može imati na poslovnost distributivnih poduzeća.

Savjetovanje je održano u Sarajevu od 21. do 23. XII 1965. godine, a organizacija Savjetovanja povjerena je Poslovnom udruženju elektroprivrednih distributivnih preduzeća BiH iz Sarajeva. Ovom sastanku prisustvovalo je oko 110 stručnih predstavnika distributivnih poduzeća i njihovih poslovnih udruženja kao i 15 predstavnika poduzeća proizvođača opreme za gradnju distributivnih postrojenja.

Na sastanku su podnesena tri osnovna referata:

1. Primjena drvenih stupova 10 (20) i 0,4 napona u distributivnoj mreži Jugoslavije
2. Primjena betonskih stupova 10 (20) i 0,4 kV napona u distributivnoj mreži Jugoslavije
3. Primjena željeznih stupova 10 (20) i 0,4 kV napona u distributivnoj mreži Jugoslavije.

Na početku savjetovanja učesnike je u ime domaćina — Poslovnog udruženja elektroprivrednih distributivnih preduzeća BiH — pozdravio predsjednik Upravnog odbora Udruženja Urfet Vejzagić, dipl. ing. naglašavajući da se je već odavno osjećala potreba za ovakvim savjetovanjem na kome treba da izmijenimo iskustva i zacrtamo dugoročniji program rada, ne samo na ovom problemu nego i nizu drugih, isto tako važnih za uspješan rad distributivnih poduzeća. Od kolikog je značaja ovaj sastanak, istakao je drug Urfet Vejzagić, nije potrebno posebno isticati, a naročito sada kada se potrebe za ulaganjima u postrojenja distribucije kreću preko 40 milijardi dinara godišnje i kada se osnovna sredstva svake godine uvećavaju po prosječnoj stopi od preko 11%, gdje stupovi predstavljaju značajnu stavku. Prisustvo ovako velikog broja učesnika također potvrđuje, kaže Vejzagić, da su distributivna poduzeća shvatila da probleme trebaju rješavati u okviru svojih organizacija, a stručnjaci — predstavnici poduzeća — da nastoje pronaći optimalna rješenja, jer su oni zato i najpozvaniji.

Referat o primjeni drvenih stupova podnio je Ranko Škarica, dipl. ing. iz Zagreba.

Pored općih svojstava koje ima drvo u gradnji nadzemnih vodova, referent naročito obrađuje problem impregnacije stupova i njegove zaštite od propadanja. Iskustva s impregnacijom u stranim zemljama potvrđuju da je životna dob drvenih stupova dosta visoka. Prema njemačkim podacima ona se kreće od 16 — 26 godina, zavisno od vrste drveta i postupka impregniranja. Borovi stupovi impregnirani katranovim uljem traju oko 27 godina, a cijanizirane smreke oko 17 godina. Referat daje i iskustva s impregnacijom kod nas, u periodu prije i poslije rata, kao i kvalitete postignute impregnacije koje se dobivaju upotrebom raznih zaštitnih sredstava. Za povećanje trajnosti stupova upotrebljavaju se još i naknadna sredstva zaštite kao što su: bandažiranje, injektiranje, premazivanje i slično. Dat je izvještaj o pregledu impregnacije s opisom kapaciteta i mogućnostima dobave stupova, kao i pregled potreba drvenih stupova za održavanje postojećih i gradnju novih mreža za period do 1970. godine.

Iz pregleda se vidi da se potrebe za elektroprivrednim stupovima za čitavo područje Jugoslavije kreću oko 100.000 m³ godišnje. Ovo je s druge strane moguće podmiriti iz sječe šumske mase koja se ostvaruje, jer stupovi u odnosu na druge sortimente učestvuju sa svega oko 1,2% od ukupne bruto drvne mase. Problem neredovnog snabdijevanja stupovima ne leži prema tome u mogućnostima proizvodnje, niti u postojanju sortimana, već u nereguliranim cijenama ove vrste drveta, u odnosu na druge, tvrdi se u referatu. Na kraju referata dat je predmjer i predračun radova po 1 km voda, prema utvrđenim tehničkim parametrima kao i prijedlog za izmjenu u postojećim standardima drvenih stupova.

Referat o primjeni betonskih stupova podnio je Stojan Stojkov dipl. ing. iz Novog Sada.

U općem dijelu refarata dao je prikaz stanja proizvođača betonskih stupova s napomenom, da se kod nas za sada proizvode betonski stupovi od vibriranog betona i centrifugirani betonski stupovi. Stupovi sa prenapregnutim betonom još se ne proizvode, ali neki proizvođači vrše pokušaje da se i u tom pogledu nešto uradi. Izrada stupova na licu mjesta za vodove 10 i 0,4 kV ne dolazi u obzir.

U posebnom poglavlju obrađeni su svi veći proizvođači betonskih stupova s podacima o već isporučenim količinama stupova i mogućnostima njihove proizvodnje. Vidi se da svaki od njih proizvodi 5 — 6.000 stupova godišnje ili svi skupa nešto preko 20.000 komada stupova. Kao i u referatu o drvenim stupo-

vima i ovdje je na isti način obrađen potpuni predmjer i predračun radova po 1 km voda, prema utvrđenim tehničkim veličinama.

Referat o primjeni željeznih stupova podnio je Franjo Solar, dipl. ing. iz Sarajeva.

Na izgradnji distributivnih mreža 10 i 0,4 kV sa željeznim stupovima kod nas je veoma malo učinjeno. Razloge za ovo ne treba tražiti u jednostranoj konstataciji da su željezni stupovi skupi i neekonomični, u odnosu na drvene i betonske, već u nedovoljnom angažiranju u pronalaženju ekonomičnijih rješenja željeznih stupova — ističe se u referatu. Problem je složen i traži dugotrajne analize, jer postojeći tehnički propisi za gradnju nadzemnih vodova ograničavaju upotrebu minimalnog vijka i profila, neopravdano guše pa i onemogućavaju prirodni razvitak željeznog stupa i njegovu primjenu u distributivnim vodovima i mrežama. Referent iznosi neke prednosti željeznih stupova kao: postizanje većih raspona, mogućnosti lakšeg transporta u brdovitim terenima, prilagođivanje oblika konstrukcije pod svim uslovima koji se pojave u izgradnji vodova i dr. Zatim iznosi iskustva u primjeni i konstrukcijama željeznih stupova u stranim zemljama: Francuskoj, Njemačkoj, Austriji, Italiji, Velikoj Britaniji i dr. Što se tiče primjene željeznih stupova kod nas, detaljno su analizirane postojeće konstrukcije kao i mogućnosti proizvodnje stupova, te nabavke odgovarajućih željeznih profila na domaćem tržištu. Na kraju referata daju se prijedlozi za izmjene u postojećim tehničkim propisima za gradnju nadzemnih vodova u prvom redu u pogledu prekida vodiča i minimalno dozvoljenog profila i vijka. Isto tako daje se kompletan predmjer i predračun radova po 1 km izgrađenog voda.

Pored osnovnih referata o primjeni drvenih, betonskih i željeznih stupova, dat je uporedni pregled cijene koštanja vodova u sve tri izvedbe stupova, u posebnom referatu.

Na savjetovanju je podnešeno i nekoliko koreferata i prijedloga.

Rad je rezimiran ovim zaključcima:

1. Pripreme i održavanje savjetovanja o upotrebi stupova u distributivnoj mreži Jugoslavije pali su upravo u doba kada se veoma intenzivno radilo na izmjeni niza tehničkih propisa među kojima su i oni na osnovu kojih se vrši projektiranje i gradnja vodova jake struje, te konstruiranje elemenata za te vodove.
   S toga su razloga i analize učinjene na bazi propisa koji sada važe, ali i čija izmjena predstoji u najskorije vrijeme. S obzirom na to da će nastupajuće izmjene u propisima posve sigurno donijeti i neke bitne promjene, ovom prilikom nije bilo cjelishodno prići odabiranju najekonomičnijeg odnosa optimalnog stupa za masovnu primjenu u mreži distribucije.
2. Prema analizama ukupnih godišnjih troškova vodova distribucije proizlazi da su vodovi na drvenim impregniranim i armirano-betonskim stupovima najekonomičniji za terene gdje je moguć transport motornim vozilima duž trase, dakle za ravničarske terene, dok kod brdovitih terena prednost imaju čelično-rešetkasti pocinčani stupovi s temeljem od drvenih pragova, kao i čelično-rešetkasti pocinčani stupovi sa spljoštenom ispunom u izvedbi s blok-temeljem, a veoma blizu su po troškovima i drveni impregnirani stupovi.
   Valja naglasiti da se prednost, koju u oba slučaja dobivaju drveni stupovi, temelji na vijeku trajanja ovog stupa iznad 15 godina, dakle pretpostavljeno je da su stupovi kvalitetno impregnirani.
3. Iz analiza proizlazi da se armirano-betonski stup pojavljuje kao najperspektivniji za primjenu na distributivnim vodovima u ravničarskim terenima. Ako bi se usvojila veća orijentacija na gradnju s armirano-betonskim stupovima, nužno je prije pristupanja masovnoj proizvodnji odabrati optimalni tip odnosno konstrukciju stupa i usvojiti ga kao tipsko rješenje. Konstruiranje, a potom i odabiranje stupa kao tipskog rješenja, vršilo bi se na osnovu zadanih parametara prema zahtjevima distribucije. Realizacija ovog može uslijediti tek nakon donošenja novih tehničkih propisa.
4. Čelični rešetkasti stup je ekononomičan kod brdovitih terena. I ovdje treba izvršiti odabiranje konstrukcije stupa, koja predstavlja optimalno rješenje na osnovu naprijed rečenog, te ga usvojiti kao tip. Sve te radnje valja izvršiti tek po izlasku novih propisa.
5. Ekonomski gledano, drveni stupovi s kvalitetnom impregnacijom konkurentni su i čeličnim rešetkastim i armirano-betonskim stupovima. I pored nedostatka (koji nisu nerješivi) njihova primjena treba da i dalje ostane i to prvenstveno kod izgradnje privremenih rješenja vodova, zatim u mrežama niskog napona malih mjesta i u seoskim mrežama.
6. Konstatirano je da je u tehničkim propisima za gradnju vodova jake struje veoma rigorozan zahtjev za dimenzioniranje stupa u pogledu prekida vodiča. Treba uporno tražiti da se ovaj zahtjev odbaci. Ukoliko se stupovi ne bi računali na torziju tj. na prekid vodiča, konstrukcija i težina čelično-rešetkastih i armirano-betonskih stupova mnogo bi se smanjila, a cijena bi znatno opala.
   Posebna prednost bila bi u tome što bi ovi stupovi bili mnogo lakši i prema tome puno pokretljiviji, pa bi im i primjena bila ekonomičnija.
7. U vezi s prednjim također tražiti odobrenje da se može upotrijebiti usidrenje stupova u mrežama distribucije.
8. Preispitati upotrebu uzemljenja kod čelično-rešetkastih i armirano-betonskih stupova s obzirom na specifičnosti terena.
9. Razmotriti mogućnost raspisivanja konkursa za najbolje rješenje čelično-rešetkastog i armirano-betonskog stupa.
10. Inzistirati na izmjeni standarda JUS D. B. 2020 u smislu smanjenja promjera vrha stupa. Ovim smanjenjem vršnog promjera postigla bi se znatna ušteda na kubaturi drvne mase. Osim toga dobava stupova bila bi olakšana, jer bi se brže dolazilo do stupova pošto bi rast stabala trajao kraće. Na-

dalje, na ovaj način lakše bi se dolazilo do duljih stupova, a s druge strane otpadaka pri sječi bilo bi manje.

11. Za svaku vrstu drveta treba primijeniti onaj način impregniranja koji odgovara anatomskom sastavu drveta. Za jelu i smreku u obzir dolaze postupci »Bušeri« i u kotlu pod pritiskom uz upotrebu Wolmanovih soli. Za bor dolazi u obzir impregnacija kreozotom.

12. Potrebno je preispitati JUS propise u pogledu minimalnih kvaliteta impregnacionih sredstava kao i samog postupka impregnacije. Ukoliko se sadašnjim propisima ne osigurava kvalitet impregnacije drveta koji daje trajnost od minimum 20 godina bez dodatne impregnacije, u tom slučaju tražiti radikalnu izmjenu propisa u smislu njihovih pooštrenja da bi se zadovoljili uvjeti minimalnog trajanja ugrađenog stupa od 20 godina.

13. Radi postizanja što kvalitetnije impregnacije trebalo bi pooštriti uvjete preuzimanja stupova na impregnacijama. U tom smislu Koordinacioni odbor treba da formira jedno stručno tijelo koje bi u ime distribucije vršilo pregled i preuzimanje stupova u impregnacijama, ili pak da angažira neku instituciju koja bi za račun distribucije obavljala taj posao. Distributivna poduzeća treba da se obavežu da pri kupovini ne preuzimaju stupove koji nemaju određeni znak kvalitete.

14. S obzirom na veliki ekonomski efekat koji se postiže naknadnim impregniranjem, trebalo bi sredstva dodatne impregnacije masovnije upotrebljavati. Radi toga treba se zainteresirati kod proizvođača bandaža i kapa (Silva produkt i Karbon) o njihovim mogućnostima proizvodnje ovog materijala i o tome obavijestiti distributivna poduzeća.

15. U svrhu osiguranja potrebnih količina drvenih stupova treba da se putem Koordinacionog odbora poduzmu potrebne mjere kod nadležnih saveznih organa radi osiguranja drvne mase za potrebe distribucije.

16. S obzirom na oskudicu u drvnoj masi za dalekovodne stupove, te produženje vijeka trajanja stupova, preporučuje se upotreba Ritterovih kliješta gdje je god to ekonomski opravdano.

17. Poduzeti potrebne korake da se u tehničkim propisima za gradnju nadzemnih vodova jake struje izvrši korektura i to:
    a) Da se ukine ograničenje u pogledu primjene dozvoljenih minimalnih profila željeza u konstrukciji stupa. Za određivanje profila treba da bude mjerodavan jedino statički račun.
    b) Da se kod konstruiranja i gradnje stupova dozvoli upotreba vijka M 10.

18. Potrebno je zainteresirati projektantske organizacije i proizvođače stupova, s obzirom na velike potrebe distribucije u stupovima da bi se angažirale što je moguće više na projektiranju, ispitivanju i proučavanju novih tipova stupova u cilju dobijanja što boljeg i što ekonomičnijeg stupa.

19. Preko nadležnih organa (Savezni sekretarijat za industriju ili Savezna privredna komora) pokrenuti anketiranje velikih projektantskih organizacija, koje se bave projektiranjem čeličnih rešetkastih konstrukcija, o potrebama tankostijenih profila na području čitave Jugoslavije. Ovo je nužno učiniti da bi željezare otpočele valjanjem tankostijenih željeznih profila, inače veoma traženih u fakrikaciji rešetkastih konstrukcija.

20. Pokrenuti pitanje asortimana profila iz trakastog željeza da bi se što prije pristupilo proučavanju i konstruiranju ekonomičnijih rješenja čeličnih stupova. Kod proizvođača postoji naime velik interes za ovo, pošto bi se primjenom ovog materijala znatno pojeftinila konstrukcija stupa.

21. Održavanju čelično-rešetkastih stupova potrebno je posvetiti posebnu pažnju. Za zaštitu stupova od korozije upotrebljavati trajnija zaštitna sredstva.

22. Tipizacija i standardizacija u mreži distribucije predstavlja znatan faktor za uštedu kod gradnje i održavanja postrojenja distribucije. Stoga se i ovom prilikom podvlači potreba da se putem Koordinacionog odbora pokrene pitanje tipizacije i standardizacije distribucijskih transformatorskih stanica.

Mugdim Kulenović

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SVIBANJ I LIPANJ 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR HRVATSKE

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5—9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. 1965.	173.252	44.168	1.053	15.822	174.305	59.990	88.512	— 48.939	— 73	243.795
8. 1965.	159.370	55.787	481	8.695	159.851	74.482	109.269	— 45.770	— 43	297.789
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191,948	67.143	89.074	— 61.441	— 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	— 16.463	— 2.341	288.905
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	34.889	— 2.896	388.039
12. 1965.	414.537	38.088	2.775	22.751	417.312	60.839	— 59.700	95.070	— 11.847	501.674
Ukupno 1965.	2,702,552	532.242	20.722	244.250	2,723.274	776.492	389.983	44.164	— 44.197	3,889.716
1. 1966.	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	78.401	— 91.816	106.587	— 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	— 66.362	40.045	— 320	322.286
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	— 72.141	53.680	— 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	42.440	— 52.713	54.081	— 2.198	334.588
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.702	39.639	— 35.354	16.685	— 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	+ 5.779	69.427	— 33	333.518
Ukupno 1. — 6. 1966.	1,682.204	235.287	10.383	114.237	1,692.587	349.524	— 312.607	340.505	— 4.685	2,065.324

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece svibanj i lipanj 1966.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Svibanj	Lipanj
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	—	18.017	9.388	104.371	—	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	5.103	5.249	65.229	77,9	49,7	72,0	8,7	9,2	—	—
		Gojak	48,0	20.731	17.340	124.478	175,5	119,3	95,0	58,0	50,0	—	—
		Ozalj	5,1	1.841	830	12.893	69,4	34,2	80,7	48,5	22,4	—	—
		Senj	—	101.641	37.508	442.349	—	—	—	—	—	—	—
		Peruća	42,0	7.961	13.220	66.719	56,2	75,2	64,4	25,4	43,7	—	—
		Kraljevac	67,0	9.976	—	44.264	70,7	—	27,0	31,7	—	—	—
		Split	224,0	119.278	95.481	785.659	93,0	69,6	97,3	71,2	59,8	—	—
		Manojlovac	20,5	15.080	10.935	82.494	102,1	78,0	96,0	98,8	74,0	—	—
		Jaruga	5,5	4.374	3.536	19.636	110,0	92,5	84,1	99,5	89,0	—	—
	TE	TE — TO Žitnjak	64,0	10.774	23.952	134.919	62,0	102,5	96,0	22,5	51,9	—	—
		Zagreb	10,0	—	2.871	3.486	—	—	134,2	—	39,8	—	—
		Jertovec	36,0	2.543	15.709	57.993	29,3	230,5	82,3	9,0	60,6	—	—
		Vlaška	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.550	1.393	8.713	49,6	91,6	64,4	12,5	11,4	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	2.271	1.074	12.209	120,7	50,0	86,0	50,9	24,8	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	2.753	2.253	16.767	144,5	65,6	91,0	67,0	55,0	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u svim narednim iskazan je u odnosu na 1965 = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23% proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece svibanj i lipanj 1966.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

	Vrst ugljena — Područje — Poduzeće	Proizvodnja u tonama			Indeks 1965 = 100		
		Svibanj	Lipanj	Od početka godine	Svibanj	Lipanj	Od početka godine
	a	1	2	3	4	5	6
	Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša	61.170	62.700	398.870	102,6	101,5	103,9
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovački ugljen. Golubovec	3.634	3.527	22.349	108,2	77,5	87,7
	Rudnik Pregrada	6.055	6.057	37.142	103,0	94,6	98,8
	Ostali	4.498	5.240	29.563	88,9	100,9	85,6
	Međimurje: Međimurski ugljenokopi M. Središće	12.433	13.486	82.517	92,7	93,3	96,0
	Dalmacija: Rudnik Siverić	5.770	6.230	37.653	84,9	84,7	87,0
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	1.534	2.400	11.411	80,1	124,4	111,6
	Svega mrki	33.924	36.940	220.635	93,1	92,6	93,0
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-lad. ugljenokopi, Ivanec	24.763	27.195	168.053	82,7	93,1	94,5
	Zagorski rudnici: Konjščina	9.306	9.796	56.159	110,5	108,!	96,1
	Rudnik lignita: Poljanica	3.627	3.814	23.840	80,4	84,8	85,0
	Ostali	900	1.914	7.475	69,2	136,7	81,6
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	5.109	6.485	36.426	69,5	88,8	72,5
	Ostali	3.462	4.002	27.308	63,2	64,6	72,7
	Ostala područja	1.628	1.991	10.801	92,9	82,6	102,0
	Svega lignita	48.795	55.197	330.062	83,1	91,9	88,8
	Ukupno sve vrste ugljena	143.869	154.837	949.567	93,0	95,7	95,6

Napomena[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnicu, te Križevačke ugljenokope — Vojnički Kloštar

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen i koks					
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit	Uslovni mrki ugalj (4000 kal.)	Koks
Proizvodnja u 1000 t	5. 1966.	2.290	89	782	1.419	1.767	106
	6. 1966.	2.464	88	841	1.535	1.894	103
Indeks na bazi	5. 1965.	100,1	97,5	95,7	109,7	98,8	101,9
	6. 1965.	98,8	90,4	97,4	99,5	98,4	100,0

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1966.

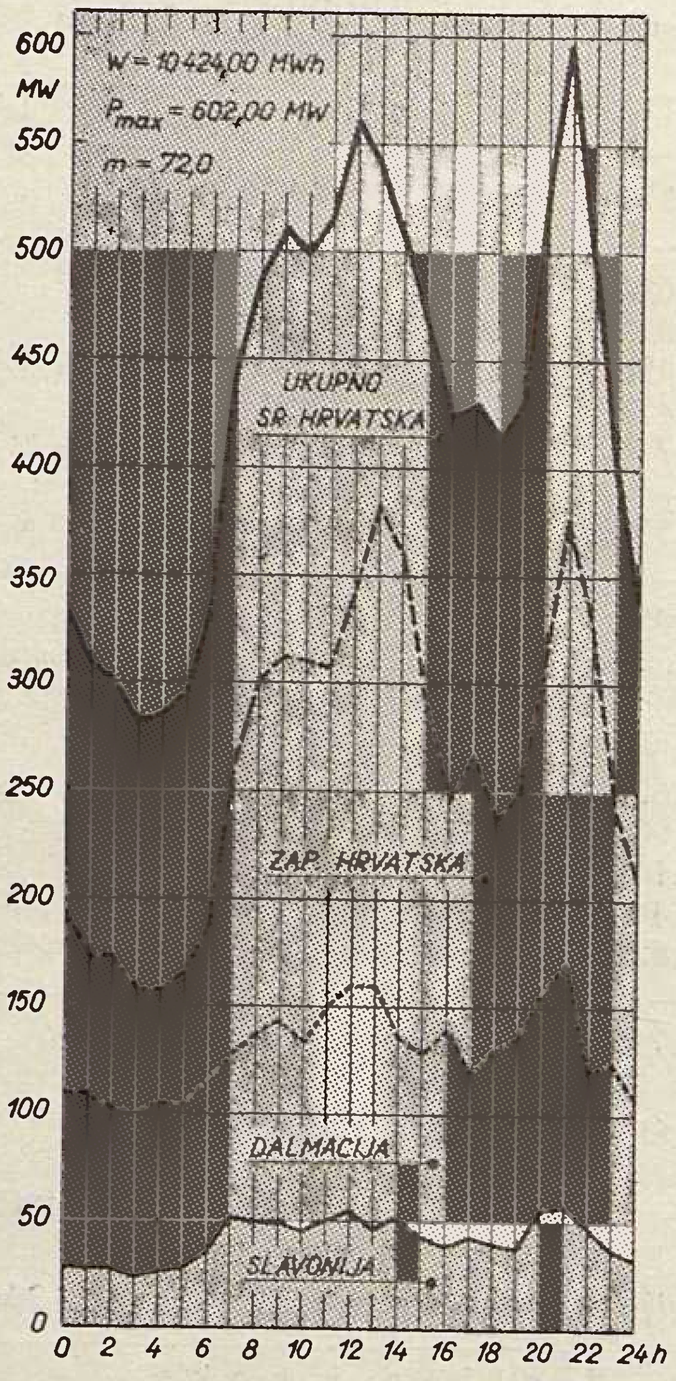
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	White špirit	Petroleum	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja	5. 1966.	191.613	31.655	274.842	56.181	820	7.266	82.785	10.176	99.607
	6. 1966.	192.311	31.114	352.981	77.560	1.439	9.096	102,856	16.011	145.573
Indeks na bazi	5. 1965.	110,9	117,0	113,9	124,0	68,5	122,3	97,4	76,1	129,1
	6. 1965.	114,2	102,6	159,7	183,2	164.0	134,2	132,3	108,8	196,4

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1966.

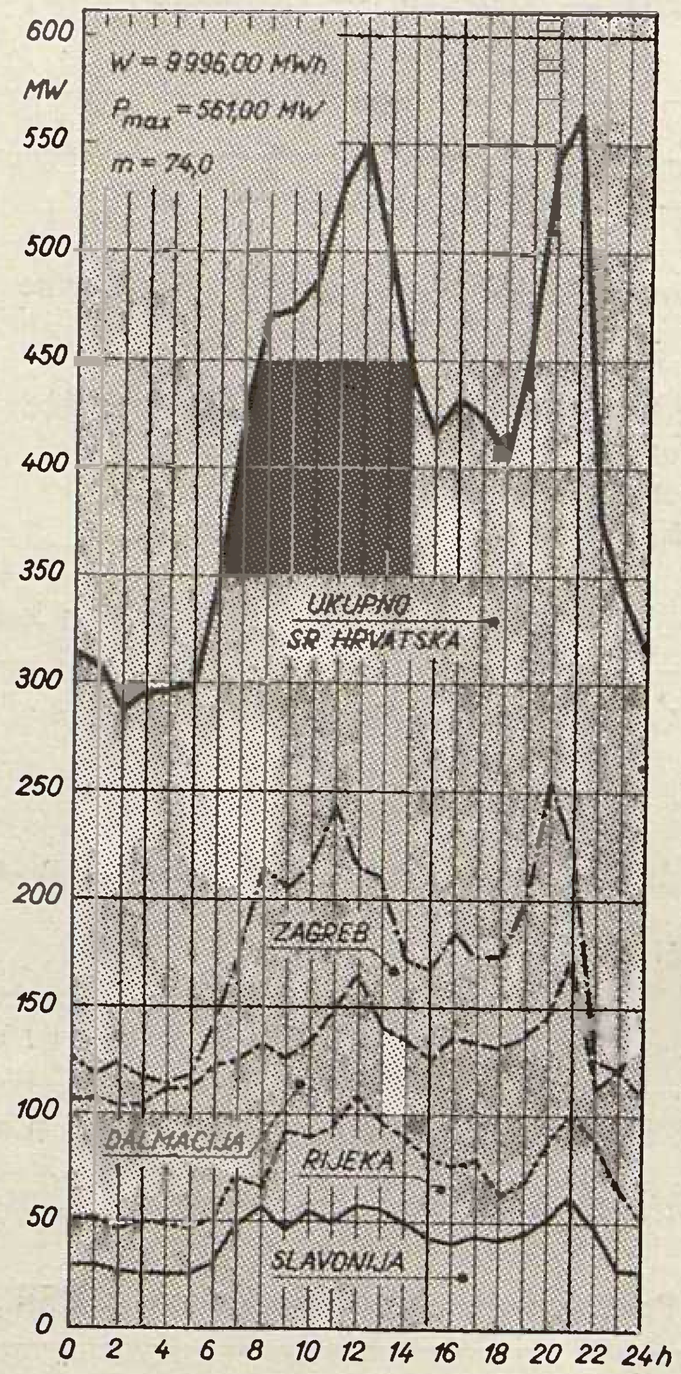
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
5. svibnj 1966.	101	98	106	100	101	109	103	101	103	97
6. lipanj 1966.	109	107	111	107	109	124	108	114	108	107
5. svibanj 1965.	106,7	105,3	111,5	102,0	105,7	111,2	108,4	111,0	113,1	106,5
5. lipanj 1965.	105,8	107,0	107,7	101,0	106,8	106,7	100,9	106,5	109,1	108,0

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

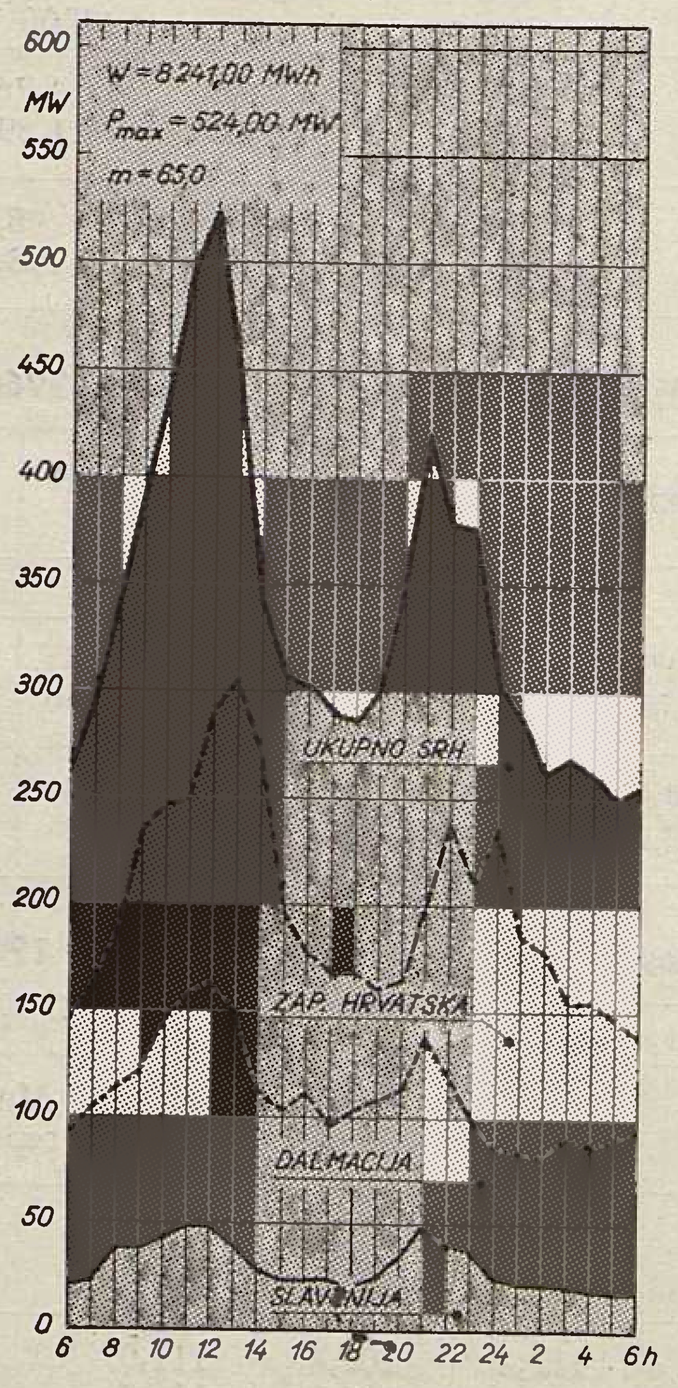
SRIJEDA, 18. 5. 1966.



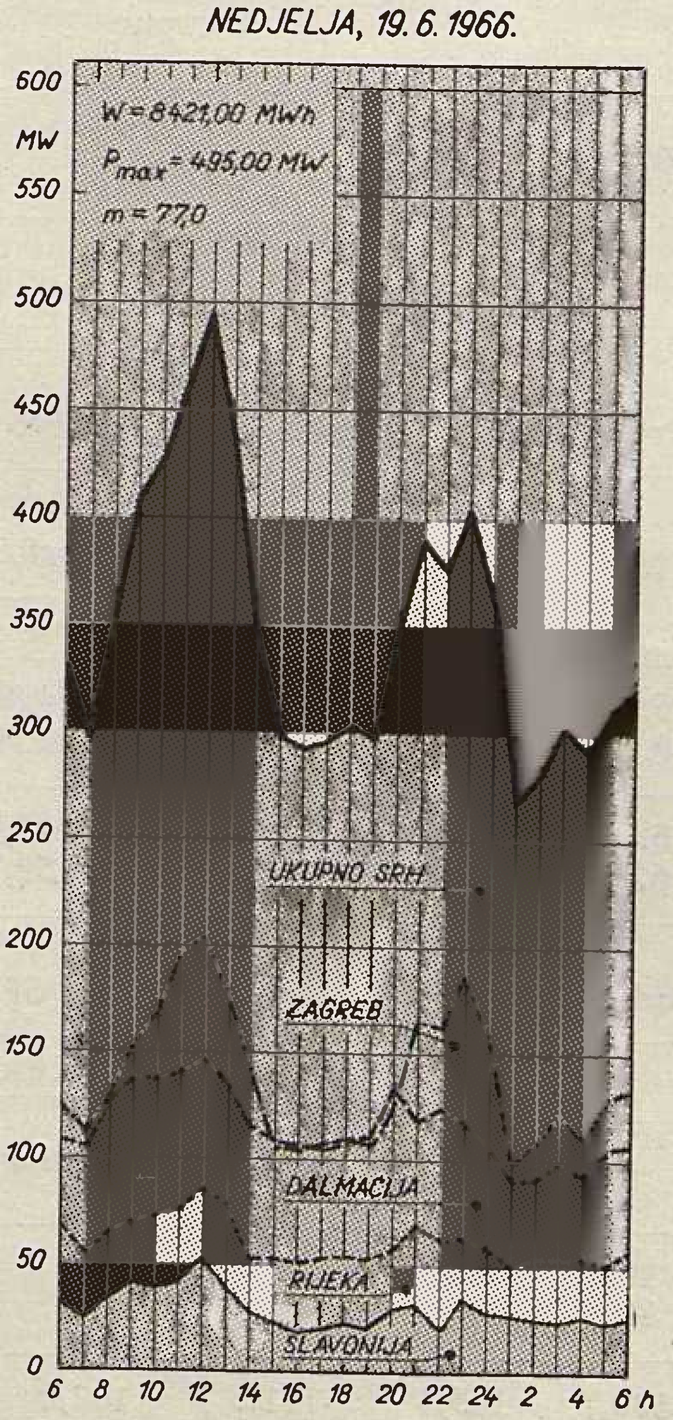
SRIJEDA, 15. 6. 1966.



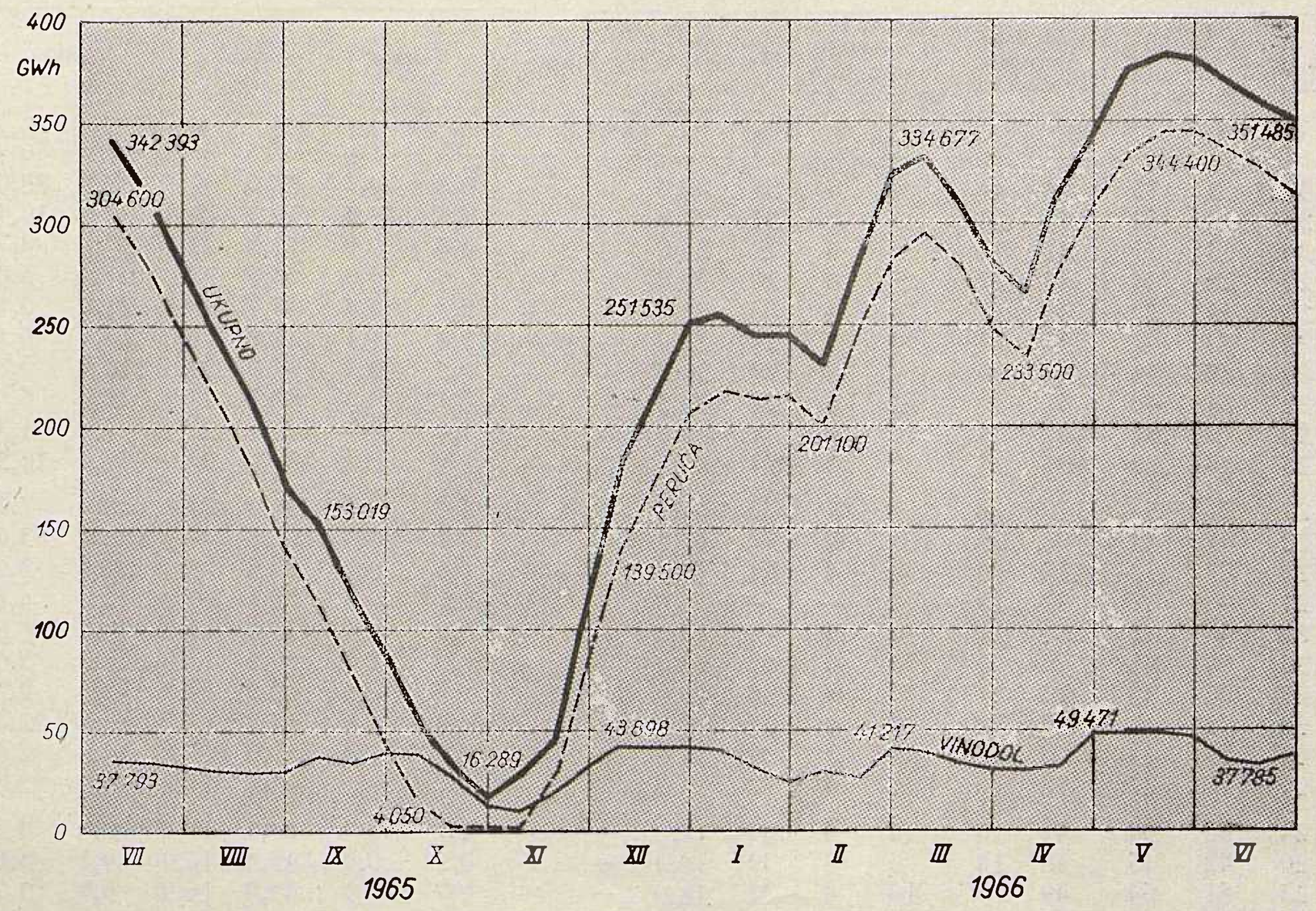
NEDJELJA, 22. 5. 1966.



NEDJELJA, 19. 6. 1966.



AKUMULACIJA VINODOL I PERUCA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece svibanj i lipanj 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		I—V i I—VI 1966. prema I—V i I—VI 1965.		12 mjeseci 1966/5. prema 12 mjeseci 1965/4.	
	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %	Svibanj %	Lipanj %
Ukupno SRH	100,0	100,0	98,9	97,0	107,8	105,7	107,2	107,0	108,9	108,4
Direktni potrošači	21,3	20,2	94,7	92,9	108,2	109,0	191,1	117,4	124,8	122,9
Distribucija	69,5	72,7	99,3	101,4	108,3	114,7	104,2	105,7	102,9	103,7
Gubici	9,2	7,1	103,3	76,8	73,5	51,4	96,6	80,1	121,5	111,3

Srednji dnevni protoci za mjesece svibanj i lipanj 1966. (m^3/sek).

Datum	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika – Gacka		Mrež. – Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacija Peruća, Limn, Šilovka		Međudotok Peruća-Prančevići		Ispust iz akumulacija Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.	5.	6.
1	65	39	3	55	53	44	4	4	31	26,0	—	—	0,8	4,7	68,6	31,1	30,6	88,0	—	—
2	61	30	8	62	50	38	4	5	31	24,0	—	—	0,5	15,5	59,3	29,8	33,6	19,5	—	—
3	52	34	3	57	47	43	4	4	29	24,0	—	—	0,6	0,9	51,7	29,0	30,6	4,7	—	—
4	45	27	26	44	40	37	3	4	29	23,0	—	—	0,6	0,3	45,7	28,0	27,8	5,0	—	—
5	41	31	34	22	40	37	4	4	25	23,0	—	—	0,7	0,4	45,7	26,5	21,9	6,1	—	—
6	38	30	20	41	37	17	4	4	24	22,0	—	—	0,3	1,1	41,8	26,0	18,1	6,1	—	—
7	48	29	28	50	34	26	4	4	23	20,0	—	—	0,6	0,3	37,0	23,3	16,2	4,0	—	—
8	78	32	14	46	51	20	15	4	31	19,5	—	—	2,1	0,3	68,0	23,7	31,4	6,6	—	—
9	102	30	3	52	107	25	15	4	51	19,0	—	—	1,0	0,3	277,1	22,4	47,9	11,3	—	—
10	105	25	13	49	124	25	60	4	71		—	—	1,9	2,2	189,0	22,4	51,4	10,5	—	—
11	123	27	27	52	170	18	116	4	80	17,5	—	—	6,5	0,9	231,0	21,8	250,0	7,7	—	—
12	104	22	41	42	138	28	105	4	72	17,5	—	—	2,3	0,3	151,8	21,3	102,0	3,6	—	—
13	87	27	63	50	116	10	80	4	68	16,0	—	—	1,6	0,2	83,5	22,3	53,7	3,0	—	—
14	74	21	68	47	97	19	72	4	56	15,0	—	—	1,1	0,3	82,1	20,0	42,8	4,1	—	—
15	67	27	66	42	81	21	77	4	48	15,0	—	—	0,9	0,3	73,4	17,8	33,0	4,8	—	—
16	62	35	68	63	70	2	76	4	42	18,0	—	—	1,0	1,1	69,3	17,9	25,5	5,0	—	—
17	60	29	66	48	70	21	53	4	38	20,0	—	—	1,0	0,6	69,3	17,0	21,1	2,2	—	—
18	57	28	72	48	62	22	43	4	34	19,0	—	—	0,3	0,3	65,7	17,2	18,8	2,4	—	—
19	48	24	78	34	60	26	42	4	34	19,0	—	—	1,0	1,3	59,0	17,2	14,3	2,6	—	—
20	51	20	74	27	58	20	37	4	34	18,0	—	—	—	—	63,6	17,5	9,9	2,8	—	—
21	49	24	58	34	47	18	16	4	34	17,0	—	—	0,1	—	54,5	17,3	9,9	3,3	—	—
22	43	20	42	45	48	14	6	4	33	16,0	—	—	0,5	0,4	47,4	16,9	9,1	3,6	—	—
23	40	23	51	64	49	9	13	4	31	16,0	—	—	0,7	0,9	43,9	16,9	6,9	3,7	—	—
24	40	18	48	64	47	12	5	4	30	15,0	—	—	0,2	1,3	41,7	17,0	6,2	4,0	—	—
25	34	17	47	34	40	23	4	4	28	14,5	—	—	—	—	39,0	13,4	6,0	4,6	—	—
26	34	17	54	16	40	24	4	4	24	13,5	—	—	6,3	0,5	38,1	10,8	12,3	4,5	—	—
27	52	15	60	48	47	—	4	4	39	13,0	—	—	1,2	—	34,0	10,8	11,9	4,7	—	—
28	63	12	49	47	73	10	25	4	39	13,0	—	—	1,7	0,5	33,5	10,8	12,6	5,0	—	—
29	50	18	14	29	51	20	12	4	37	13,0	—	—	0,9	0,2	31,5	17,0	10,0	5,1	--	—
30	47	20	52	15	50	23	5	4	34	13,0	—	—	1,2	0,5	34,3	15,3	8,0	6,0	—	—
31	35		48		48		4		32		—		0,3		36,0		5,6		—	
Mjeseč. prosjek	59,8	25	41,8	44,2	65,6	22,4	29,7	4	39,1	17,9	—	—	1,2	1,2	73,5	19,9	31,6	8,2	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece svibanj i lipanj 1966.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		BiH		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	5. 1966.	1178	897	281	281	12	100	151	196	48	201	66	42	4	77	—
	6. 1966.	1148	675	473	166	42	91	218	187	83	124	130	38	—	69	—
Indeks na bazi	5. 1965.	107,3	111,0	96,0	144,1	48,0	73,5	117,9	89,9	65,7	131,1	103,1	140,0	—	104,3	—
	6. 1965.	108,4	113,8	174,5	77,5	156,6	102,0	148,6	88,6	221,3	77,0	232,1	86,8	—	86,2	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović,* dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Buzato,* dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić,* »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele,* dipl. ing. »Elektra«, Zagreb — Nikola *Lastrić,* dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo,* »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković,* dipl. ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić,* Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić,* dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković,* dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić,* dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić,* dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar,* dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević,* dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić,* dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković,* dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen,* dipl. ek., Miroslav *Balling,* dipl. ing., Petar *Kuzele,* dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze,* dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja,* dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić,* prof. ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina.*

GOD. 15 (1966) energija BROJ 9 — 12

ČASOPIS ZA STRUČNA I ORGANIZACIONO DRUŠTVENA PITANJA ELEKTROPRIVREDE HRVATSKE

HIDROELEKTRANA SENJ



OSNOVNI PODACI:

Vodotok		Površina sliva km²	Srednja visina godišnjih oborina mm	Srednji godišnji protok m³/s
Lika	1. Brana Kruščica	1.090	1.510	28,81
	2. Zahvat Selište	1.200	1.500	31,20
3. Gacka — zahvat Gornja Švica		500	1.400	13,10
Lika + Gacka (2 + 3)		1.700	1.436	44,30

Akumulacija Kruščica, uspor 554,0 m n.m.:

— Ukupna sadržina $V = 142$ hm³
— Korisna sadržina $V_m = 139$ hm³

Maksimalni uspor u bazenu Gusić Polje: 436,50 m n.m.

Bruto padovi:

— najveći: 437,0 m
— najmanji: 431,0 m

Neto padovi za $Q_i = 60$ m³/s:

— najveći: 412,0 m
— najmanji: 406,0 m

Instalirani:

— protok: $Q_i = 3 \times 20$ m³/s
— snaga: $P_i = 3 \times 72$ MW

Godišnja proizvodnja (prosjek): 1.080 GWh

Turbine:

— tip i broj . . . . Francis, 3 kom
— snaga . . . . . 98.500 KS
— instalirani protok . . 20 m³/s
— konstruktivni pad . 410 m
— broj okretaja . . . 600 o/min

Generatori:

— snaga . . . . . 80 MVA
— nazivni napon . . . 10,5 kV
— cos φ 0,9
— frekvencija . . . . 50,0 Hz

Transformatori:

Broj	Snaga	Prenosni odnos	Grupa spoja
1	80 MVA	242/10,5 kV	Yd 5
2	80 MVA	121/10,5 kV	Yd 5
1	150 MVA	115/220 ± 15%	Yy 0
1	10 MVA	110/36,75 ± 15%	Yy 0

HE SENJ — TEHNIČKO RJEŠENJE

1. Koncepcija energetskog rješenja rijeka Like i Gacke

Stjepan Reštarević, Zagreb

Ličke ponornice Lika i Gacka predstavljaju veoma značajan hidroenergetski potencijal zahvaljujući topografskom smještaju — znatna nadmorska visina i blizina mora — kao i obilnim protocima.

Zbog toga su još prije prvog svjetskog rata izrađene studije o energetskom korištenju voda Gacke. Osnivanjem Banovinskog električnog poduzeća započete su godine 1938. studije zajedničkog energetskog korištenja voda Like i Gacke, a nastavljene su nakon oslobođenja, da bi konačno bile okrunjene izgradnjom HE Senj, najvećeg energetskog izvora tog područja, puštenog u probni pogon studenog 1965.

Rijeka Lika je veći vodotok, duljine oko 76 km na nadmorskoj visini iznad 480,0 m, s razgranatom hidrografskom mrežom zahvaljujući geološkom sastavu i tektonskim odnosima područja. Površina njezinog sliva iznosi oko 1200 km², prosječne oborine blizu 1.500 mm/god, a srednji godišnji protok kod Selišta 31,2 m³/s. Veliki intenzitet oborina uz pretežno površinsko otjecanje daju ovom vodotoku izrazito bujični karakter s približnim odnosom minimalnog srednjeg i maksimalnog protoka 1 : 130 : 3800. Zbog ovako velikih, a uz to i brzih kolebanja u protoku, vodotok nije naročito podesan za energetsko iskorištenje usprkos znatnih srednjih protoka i velikog raspoloživog pada na relativno maloj udaljenosti do Jadranskog mora. Slika se bitno mijenja u slučaju da je moguća izgradnja većeg akumulacionog jezera radi vodnog izravnanja, pa su u tom cilju rađena veoma opsežna istraživanja i studije.

Rijeka Gacka je kratak vodotok, duljine oko 28 km (bez sjevernog kraka) na nadmorskoj visini iznad 430 m. Slivna joj je površina na mjestu zahvata oko 500 km², prosječna godišnja visina oborina 1400 mm, a srednji protok 13,10 m³/s. Pretežni dio svoje vode dobiva Gacka iz nekoliko krških vrela na istočnom rubu polja Gacke. Ovim se stalnim i izdašnim vrelima drenira prostrano krško zaleđe s velikim podzemnim retencijama i akumulacijama. Zahvaljujući tome Gacka je vanredno plemenit vodotok s približnim odnosom karakterističnih protoka $Q_{min} : Q_{sr} : Q_{max} = 1 : 4 : 27$.

Hidrološke karakteristike Like i Gacke i njihov topografski smještaj nametnuli su slijedeću osnovnu koncepciju energetskog rješenja ovih vodotoka:

— U srednjem toku Like izgraditi visoku pregradu sa što većim akumulacionim jezerom radi što povoljnijeg izravnanja bujičnih voda Like uz eventualno energetsko iskorištenje raspoloživog pada pribranskom hidroelektranom.
— Izravnate vode Like prebaciti tunelom u niže ležeću Gacku uz eventualno energetsko iskorištenje raspoloživog pada.
— Združene vode Like i Gacke odvesti kanalima i tunelima prema jadranskoj obali u blizini Senja uz energetsko iskorištenje tih voda do površine mora na padu od preko 400 m.

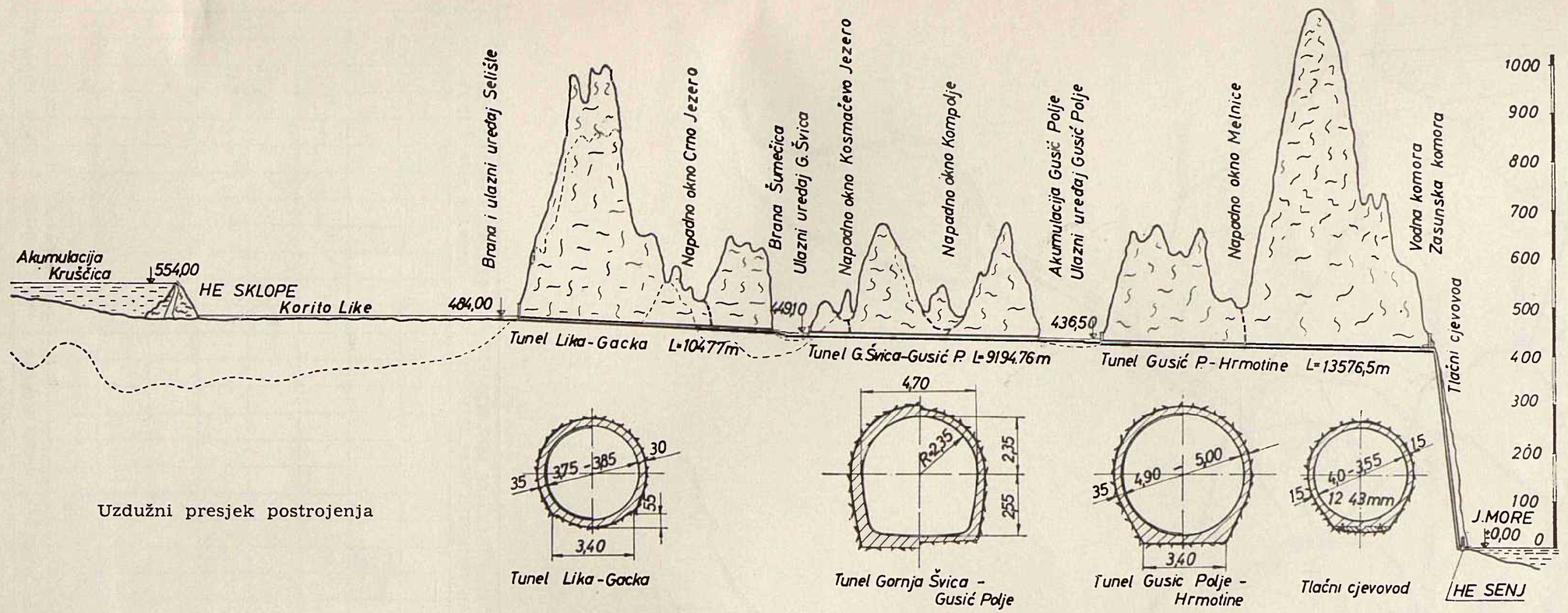
Ovom ispravnom osnovnom koncepcijom usmjeren je tok svih veoma opsežnih studija i istražnih radova koji su s većim ili manjim intenzitetom trajali oko 10 godina, zavisno o raspoloživim sredstvima i kadrovima, te planovima izgradnje energetskih izvora.

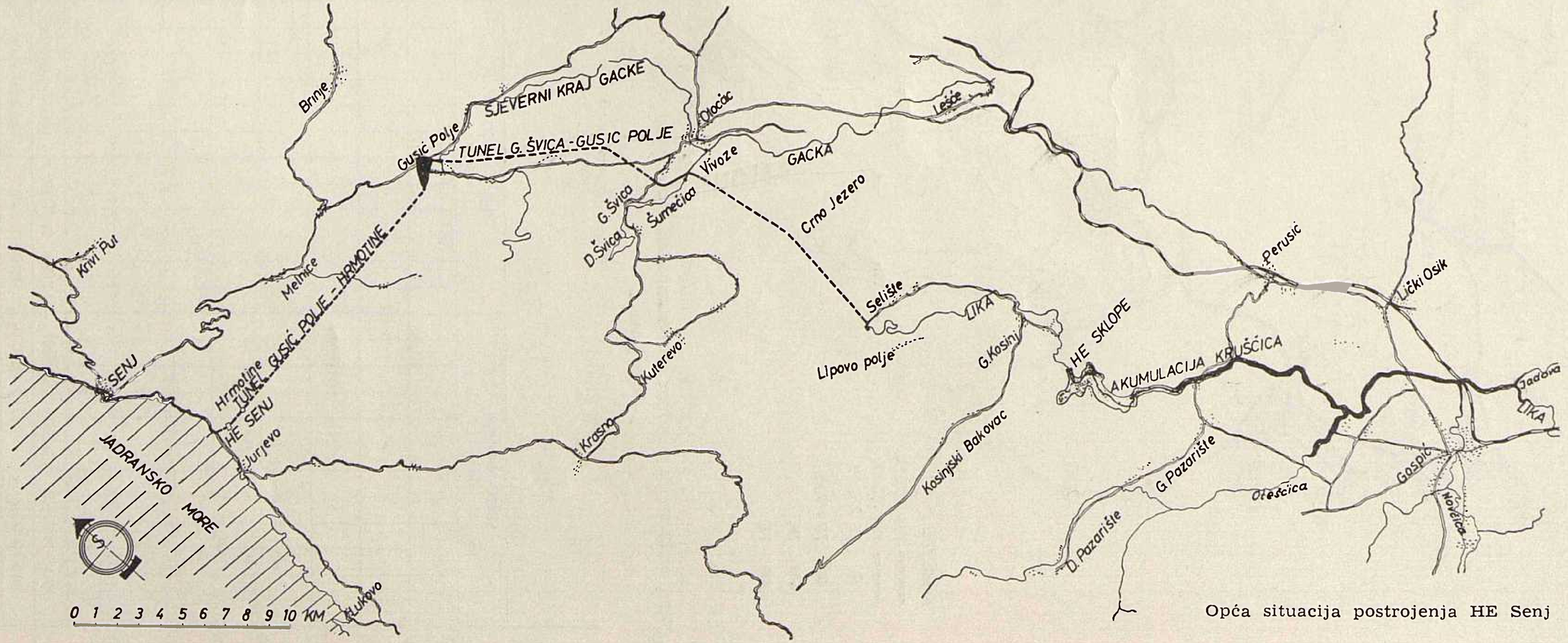
Osnovna koncepcija zadržana je i u konačnom tehničkom rješenju po kojem je izgrađen ili će se izgraditi energetski sistem Like i Gacke koji se sastoji iz slijedećih objekata:

— Nasute pregrade Sklope na Lici, visine oko 75 m, s pripadajućim organima i uzvodnim akumulacionim jezerom Kruščica ukupne sadržine 142 hm³;
— Pribranske hidroelektrane Sklope s instaliranim protokom od 45 m³/s, snagom 22 MW i proizvodnjom od 84 MWh/god;
— Dovodnog tunela Lika—Gacka, duljine blizu 10,5 km, sa zahvatom Like kod Donjeg Kosinja i kanalom do Gacke;
— Čvora Šumečica na Gackoj s pripadajućom regulacijom korita, branama Vivoze i Šumečica, te dovodnim kanalom prema Donjoj Švici;
— Dovodnog tunela Gornja Švica—Marasi, duljine preko 9 km s ulaznim uređajem;
— Dovodnog kanala Marasi—Gusić Polje sa pripadajućim kompenzacionim bazenom sadržine 1,5 hm³;
— Glavnog dovodnog tunela Gusić Polje—Hrmotine, duljine preko 13,5 km s ulaznim uređajem i vodostanom;
— Čvora strojarnice HE Senj koji se sastoji iz zasunske komore, tlačnog čeličnog cjevovoda, podzemne strojarnice i transformatorskog postrojenja, pristupnog i odvodnog tunela s izlaznom građevinom u more, kabelskog rova s vanjskim rasklopnim postrojenjem, te vanjske komandne zgrade i radionica.

Svi su ovi objekti izgrađeni, osim pribranske HE Sklope, kao sastavni dio objekata HE Senj, instalirane protoke 60 m³/s, snage 216 MW i proizvodnje 1.080 GWh/god.

Započeta je izgradnja HE Sklope kao druga etapa izgradnje sliva, a bit će predmet posebnog članka.





Opća situacija postrojenja HE Senj

OTKUPLJUJEMO DUG IZ 1966.

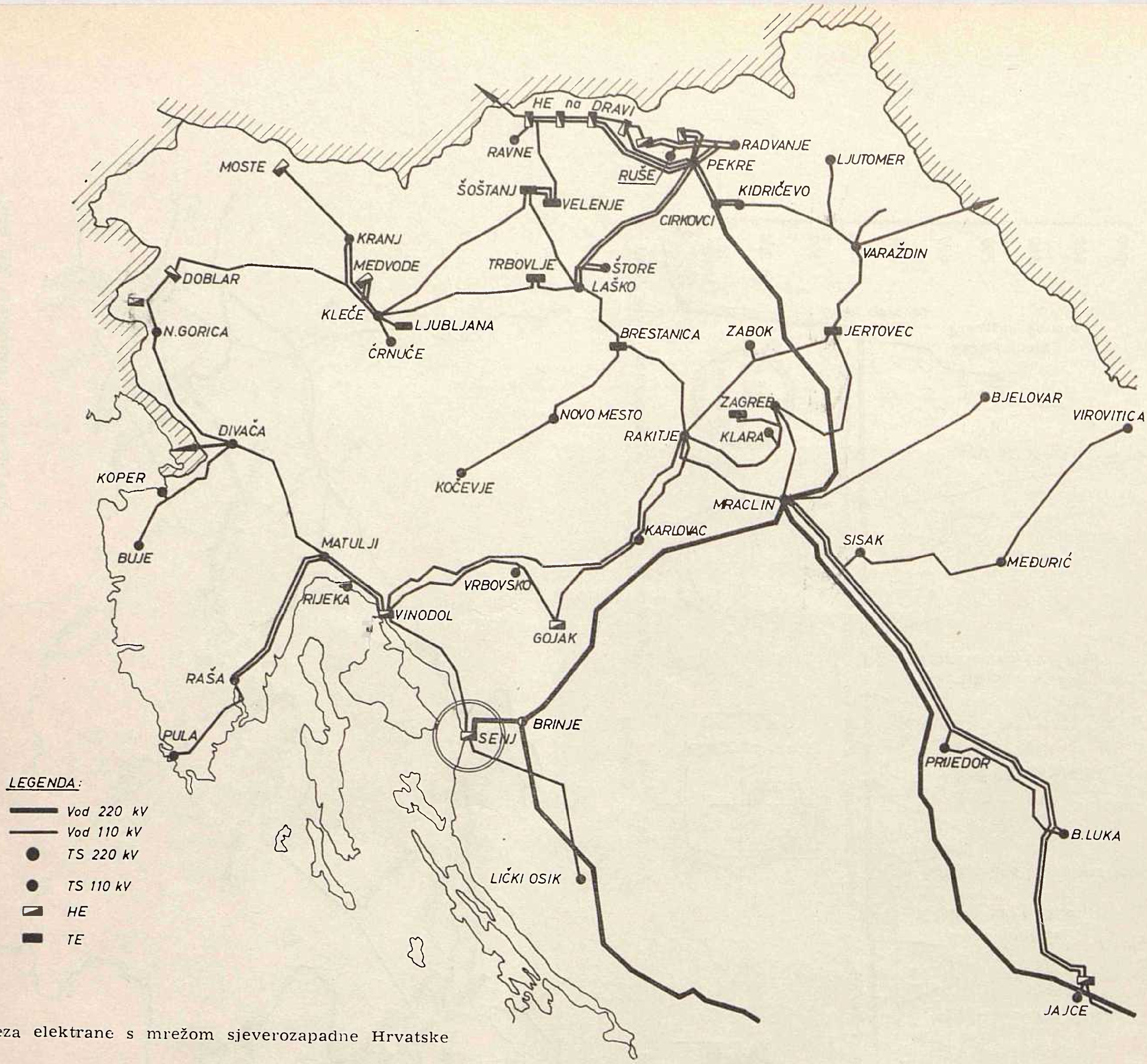
Ovaj četverobroj »Energije« posvećen je puštanju u pogon hidroelektrane SENJ 27. studenoga 1966.

Uredništvu nije ni uz najbolju volju bilo moguće prikupiti potrebno gradivo do dana svečanog događaja, a budući da smo smatrali, da ovako velik pothvat — od historijske važnosti za našu zemlju — ne smije ostati neobrađen i neopisan radije smo odgodili njegovo objavljivanje.

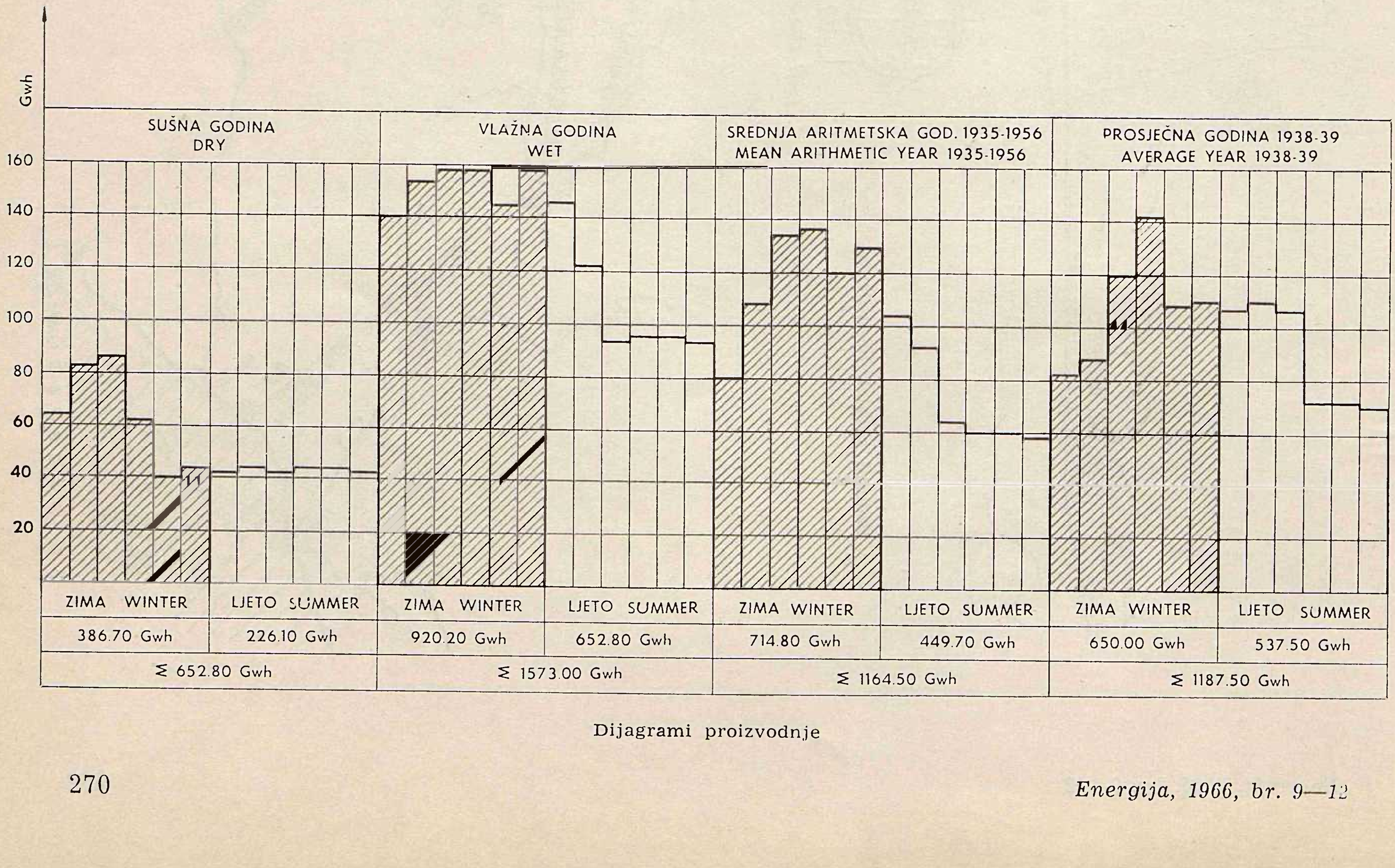
Otkupljujući svoj dug prema pretplatnicima, molimo ih da nas razumiju i da nam oproste zakašnjenje.

Daljnji brojevi izlazit će kao i do sada, redovito i na vrijeme.

Uredništvo i uprava ENERGIJE



Veza elektrane s mrežom sjeverozapadne Hrvatske



Dijagrami proizvodnje

Započete su studije za treću etapu koja se sastoji iz:

— HE Otočac na izlazu tunela Lika—Gacka kojom bi se energetski iskoristio raspoloživi pad između Like i Gacke (H_{bmax} = 35 m), te
— retencija i manjih akumulacija na pritocima Like.

Izgradnjom objekata HE Senj na širokom području Like nije dobiven samo veliki energetski izvor nego i mnoge druge direktne i indirektne koristi za stanovnike tog kraja.

Izgradnjom akumulacije Kruščica i derivacionih dovodnih organa HE Senj osjetljivo će se smanjiti poplave na prostranom Lipovu polju, koje je zbog ograničenog kapaciteta ponora redovito trpilo od dugotrajnih poplava što je sprečavalo intenzivnije poljoprivredno iskorištavanje inače plodnog zemljišta. Učestalost, visina i trajanje poplava svest će se na najmanju mjeru daljnjom izgradnjom retencija i akumulacija na pritocima Like, a stalnost poljoprivrednog prinosa može osigurati natapanje koje omogućuje postojanje uzvodnih akumulacija.

Regulacijom korita Gacke omogućeno je privođenje poljoprivrednoj kulturi mnogih površina močvarnog zemljišta u njezinoj dolini, a odvodom njezinih voda prema HE Senj smanjit će se učestalost poplava na prostranom polju Švice i Kompolja.

Dovod voda Like i Gacke do vodostana i zasunske komore HE Senj omogućuje izgradnju grupnog primorskog vodovoda koji bi mogao gravitacijom dobivati vodu iz dovodnog sistema hidroelektrane.

Izgradnjom brane Vivoze i Šumečica te odvodom voda Gacke u HE Senj ugrožena je vodoopskrba nizvodnih naselja. Za kompenzaciju je izgrađen grupni vodovod sa zahvatom na vrelu Gacke i time kvalitetno riješen akutni problem vodoopskrbe Otočca i naselja u dolini Gacke.

Opskrba električnom energijom velikog broja gradilišta i gradilišnih naselja na širokom području Like zahtijevala je izgradnju većeg broja transformatorskih stanica i dalekovoda nižeg napona. Time je stvorena baza za širu elektrifikaciju velikog broja seoskih naselja uz poboljšanje opskrbe energijom Senja, Otočca, Gospića i Ličkog Osika.

Izgradnja brojnih većih i manjih objekata HE Senj omogućila je 5-godišnje zaposlenje i stalne prihode velikom broju stanovnika Like kako na samoj izgradnji tako i u trgovini, saobraćaju i ugostiteljstvu.

Sigurno je, međutim, da je izgradnja HE Senj od naročite vrijednosti za elektroenergetski sistem sjeverozapadne Hrvatske i Slovenije u kojem je rasklopna stanica Brinje veoma važna i značajna čvorna tačka prijenosne mreže 220 kV.

2. Inženjersko-geološke karakteristike područja i radovi na otješnjenju i konsolidaciji

Boris Pavlin, Zagreb

Područje objekata HE Senj izgrađeno je iz raznovrsnih stijena, a tektonska građa je vrlo složena. Zbog toga su geotehničke i hidrogeološke karakteristike tla vecma raznolike, što je bitno utjecalo na izbor tehničkog rješenja svakog objekta ovog postrojenja kao i na način njegove izvedbe.

2.1. Topografski i geomorfološki podaci

Planinski vijenac Velebita odvaja površinski tok i sliv rijeke Like i Gacke od Jadranskog mora. No obje su rijeke ponornice, a njihove vode utječu podzemnim krškim putovima kroz Velebit i ulijevaju se u more preko obalnih vrela i vrulja.

Veliki dio sliva rijeke Like je visoravan koja leži između 480 i 600 m n. m. U bokovima ta visoravan prelazi u brdovito tlo.

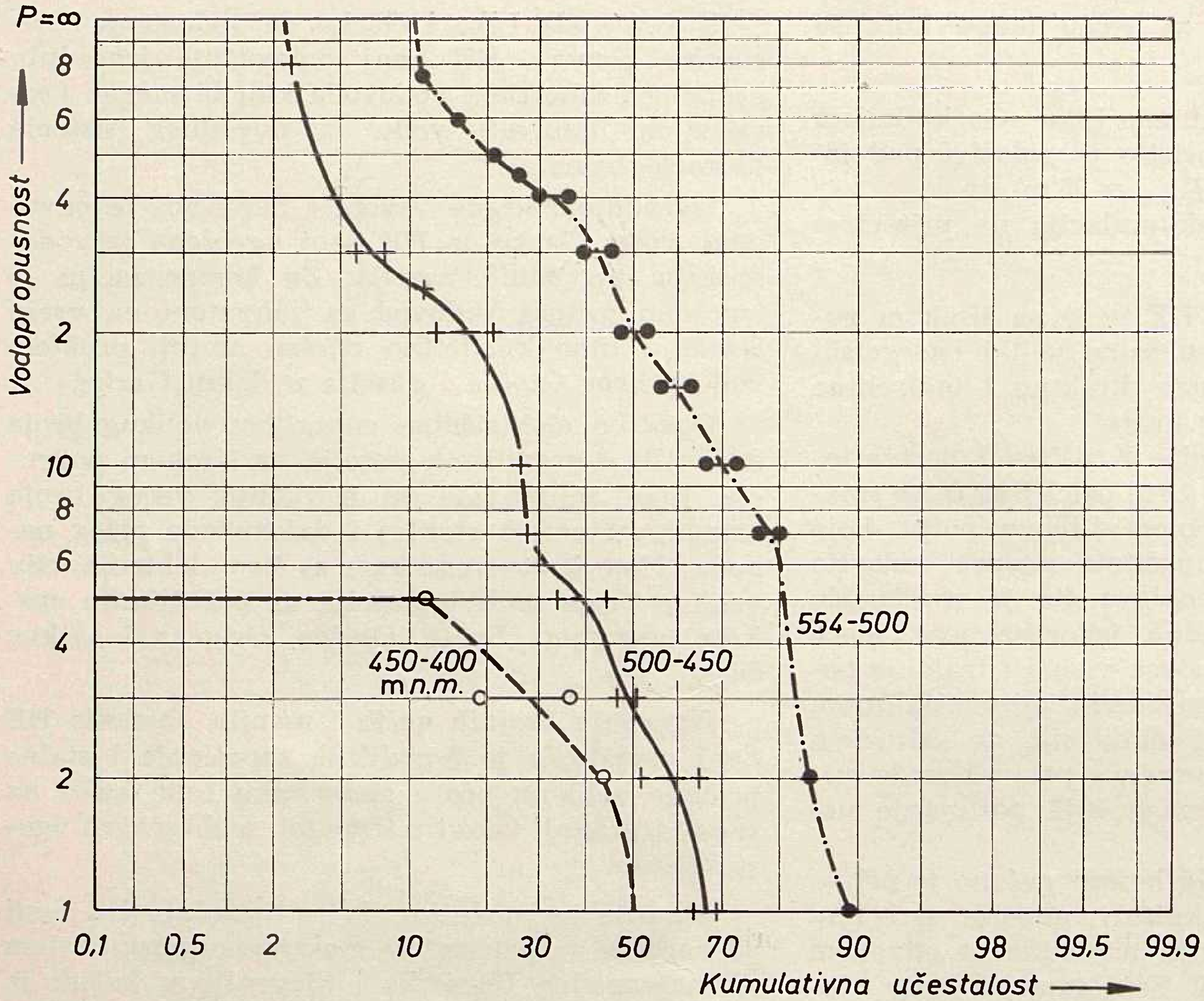
U svojem gornjem toku korito rijeke Like je plitko usječeno u stjenovito tlo, a dalje nizvodno postaje sve dublje te prelazi u kanjon sa strmim stranama. U donjem toku, kod Kruščice, dolina rijeke Like je kotlinasto proširena. Nizvodno, kod Kosinja, nalazi se daljnje još veće proširenje doline, a na njega se nadovezuje dolina Bukovca, pritoka Like. Nakon toga slijedi prostrano Lipovo polje, na čijem su zapadnom kraju ponori u kojima nestaje površinski tok rijeke Like.

U srednjem i gornjem dijelu Lipova polja, kao i u ugradnom dijelu potoka Bakovac proteže se estavelska zona. Ostalo područje rijeke Like je izvorskog karaktera.

Dolina rijeke Gacke leži uglavnom između kote 420 i 460 m n. m. Samo uzvodni dio ove doline je izvorskog karaktera. Njen srednji dio zajedno s područjem Kosmačeva i Konjskog jezera, a djelomično i Kompolja, je estavelska zona, dok je ostali nizvodni dio zajedno sa Švičkim jezerom ponorskog karaktera.

2.2. Litološko-stratigrafski pregled

Najveći dio sliva Like i Gacke izgrađuju kredni i jurski vapnenci u kojima se ponegdje pojavljuju dolomiti kao praslojci, leće ili kao manje, a iznimno veće zone. Velik dio ove mezozojske brdske mase je transgresivno prekriven debelim tercijarnim jelar naslagama koje se većinom sastoje iz vapnenjačkih kreča, a manjim dijelom iz svijetlih vapnenaca. Ove naslage potječu vjerojatno iz svršetka eocena ili početka oligocena.



Krivulja vjerojatne učestalosti vodopropusnosti u području Kruščica

Uz zapadni i jugozapadni rub sliva rijeke Like, a uz planinski vijenac Velebita, tektonski su uzdignute i erozijom otkrivene slijedeće mezozojske naslage: gornjotrijarski norički dolomiti, raheljski škriljci, srednjotrijarski ladiničko anizički klastici i anizički diploporni vapnenci te donjotrijaski nerfenski škriljavci; nakon toga paleozojski, permokarbonski škriljavci i pješčenjaci u kojima mjestimično ima leća tamnih vapnenaca.

U pozadini izvorskog područja Gacke, uz granicu prema slivu Plitvičkih jezera na površinu izbija prostrani pojas trijaskih dolomita.

U tektonskom prozoru Senjske drage na površinu izbijaju također trijaske naslage: norički dolomiti, raheljski škriljavci i anizički vapnenci, a tu je i trijaski izljev diabaznog porfirita.

Ostali dijelovi sliva Gacke izgrađeni su iz pirskih i krednih naslaga koje se pretežno sastoje iz vapnenaca, a relativno malim dijelom iz dolomita. Analogno kao u slivu Like i ovdje su prostrana područja mezozojskih naslaga transgresivno prekrivena jelar naslagama.

Kvartarne naslage pokrivaju dno dolina Like i Gacke.

Pleistocenske gline prekrivaju visoravan uz gornji i srednji tok Like, dno kotline Kruščica te dno Kosinjskog i Lipova polja. Uz bujične pritoke u gornjem toku Like, po rubu podnožja Velebita, leže naslage šljunka.

Dno uzvodnog dijela doline Gacke prekrivaju pleistocenski šljunci i pijesci. Uz srednji tok Gacke prevlađuju gline, a uz njene nizvodne odvojke u dnu doline izmjenjuju se naslage gline s prašinastom, a ponekad i pjeskovitom sedrom i tresetom.

2.3. Osnovna tektonska građa i hidrogeološki odnosi u području Like i Gacke

Tektonska građa sliva Like i Gacke je vrlo složena. Tu se proteže veći broj bora i rasjeda, mnoštvo tektonskih lomova te gusta mreža pukotina.

Značajnu hidrogeološku ulogu ima glavnina hrpta Velebita uzduž zapadnog ruba uzvodnog i srednjeg dijela sliva Like, koji se proteže sve do izvorišta njena lijevog pritoka Bakovca. Ova se struktura sastoji od složenog antiklinorija koji presjecaju mnogi rasjedi. Tu su visoko iznad doline Like uzdignute nepropusne trijaske i permokarbonske naslage. Na taj je način formirana nepropusna barijera koja spečava da se prema moru gube vode iz sliva gornjeg i srednjeg toka rijeke Like do iza bazena Kruščica.

Tek u pozadini potoka Bakovca spuštaju se nepropusne trijaske naslage znatno ispod mlađih mezozojskih karbonatskih naslaga, a ponovno se izdižu u tektonskom prozoru Senjske Drage, kako je to već rečeno.

Hrbat Velebita između pozadine doline Bakovac i Senjske Drage pretežno je izgrađen iz jurskih vapnenaca liasa, dogera i malma. U titonskim naslagama tog područja uz vapnence dolaze i dolomiti. Čitav je taj sektor ispresijecan zasjedima. Među njima se po svojoj veličini i značaju posebno ističe krasanski rasjed koji od ponorskog područja rijeke Like ide preko Krasnog prema Jurjevu na jadranskoj obali. Drugi takav rasjed se proteže od Melnica, preko Crnog Kala i šireg ponorskog područja rijeke Gacke i kod Krasnog se ukrštava s naprijed navedenim rasjedom.

Količina radova i utrošaka materijala za izradu injekcione zavjese Sklope

Dio zavjese	Površina zavj. (bez jalove)	Injektivno	Jalovo bušenje	Utrošak S. T. (suhe tvari)	Prosiek utroška suhe tvari
	m^2	m′	m′	kg	kg/m
Lijeva jednoredna zavjesa	10547	2638	1630	2.185.383	828
Lijeva dvoredna zavjesa	32537	8136	642	6.509.273	799
Srednja dvoredna zavjesa	22604	5650	168	1.403.740	248
Koso proširenje srednje zavjese	11280	2828	55	315.676	112
Vezne injekcije pod branom	10291	2575	—	350.075	136
Dvoredna desna zavjesa	45920	11481	4464	4.588.418	399
	4662	1166	1031	459.012	394
Treći red probuš. dvored. zavjese	3814	945	761	320.812	339
Desna jednoredna zavjesa	1067	267	210	51.896	

OPASKA: U gornjim podacima nije uključeno 5.600 m′ injektiranja zavjese (pretežno u lijevom boku), kao ni injekcione rosete na temeljnom ispustu, preljevu i dovodnom tunelu pregrade i hidroelektrane Sklope.

Čitav ovaj karbonatski masiv jako je ispresijecan tektonskim lomovima i pukotinama te predstavlja propusnu sredinu. Tokom geološke prošlosti procjedne i drenažne krške vode erodirale su i otapale vapnenačke stijenke pukotina te proširivale krške podzemne provodnike. Uzvodni krajevi tih provodnika su ponori, a njihovi izdanci uz morsku obalu predstavljaju izvore i vrulje.

Uzvodno od glavnog ponorskog područja ponorski se upliv ublažava te se javljaju estavele u koje voda ponire samo kod niskih podzemnih vodostaja.

2.4. Hidrogeološki odnosi i tehničko rješenje akumulacionog bazena Kruščica

Akumulacioni bazen Kruščica će služiti za vodno izravnanje prirodnog dotoka rijeke Like, koji se kreće u rasponu od 0,1 m^3/s do preko 800 m^3/s.

Glavninu korita ovog bazena predstavlja kotlina Kruščice, a manji dio se proteže uzduž ugradnog kanjona Like i njenih pritoka: Otešice, Novčice i Jadove. Sadržaj ovog akumulacionog bazena iznosi 142 milijuna m^3, a postignut je izgradnjom brane visine oko 80 m u kanjonu Sklope. Prvobitno izabrani lučni tip brane zamijenjen je nasutim kamenom sa glinenom jezgrom. To je odlučeno na osnovu opsežnih istražnih radova koji su pokazali nepovoljne uvjete za temeljenje lučne betonske brane.

Akumulacioni bazen Kruščice leži uzduž srednjeg toka Like koji je nepropusnom jezgrom antiklinarija planine Velebita zagaćen prema moru, kako je to naprijed opisano. Uslijed toga područje ovog akumulacionog bazena i skoro desetak kilometara nizvodno od njega je izvorskog karaktera. Tu su Lika i njeni pritoci jedini drenažni recipijent koji odvode vode tog dijela sliva. Kao što je naprijed navedeno tek na Lipovom polju i u donjem dijelu doline Bakovca dolaze estavele. Ali ovo ne utječe na vododrživost bazena Kruščica, kao ni ponori koji se javljaju tek na zapadnom dijelu Lipovog polja.

Hidrogeološke studije pokazale su da vododrživost akumulacionog bazena Kruščice ovisi samo o stepenu propusnosti pregradnog profila i šireg područja njegovih bokova; zatim da će se sve procjedne vode iz ove akumulacije vraćati nizvodno od brane, bilo preko izvora u koritu Like bilo preko izvora uz njene pritoke. Prema tome sve će se te vode skupiti u dovodni sistem hidroelektrane Senj.

Sa približno 60 bušotina ispitano je šire pregradno područje koje seže u bokove do 7 km od pregradnog profila. Ukupna dužina tih bušotina iznosi blizu 10 tisuća metara. U njima je ispitan sastav i vodopropusnost tla, a korištene su i za sistematsko redovno mjerenje podzemnih vodostaja, čijim su podacima dopunjene ranije hidrogeološke studije.

Na osnovu tih istražnih radova ustanovljene su zone bokova bazena u kojima se može očekivati gubljenje vode iz akumulacije. Zone sa jačim krškim razvojem i kraćim putovima procjednih voda kroz podzemlje ocijenjene su kao mjesta potencijalno mogućih gubitaka, pa je projektom predviđeno da se ona otijesne injekcionom zavjesom. Ostala saniranja su predviđena nakon što se njihova stvarna potreba utvrdi istražnim radovima tokom pokusnog punjenja jezera.

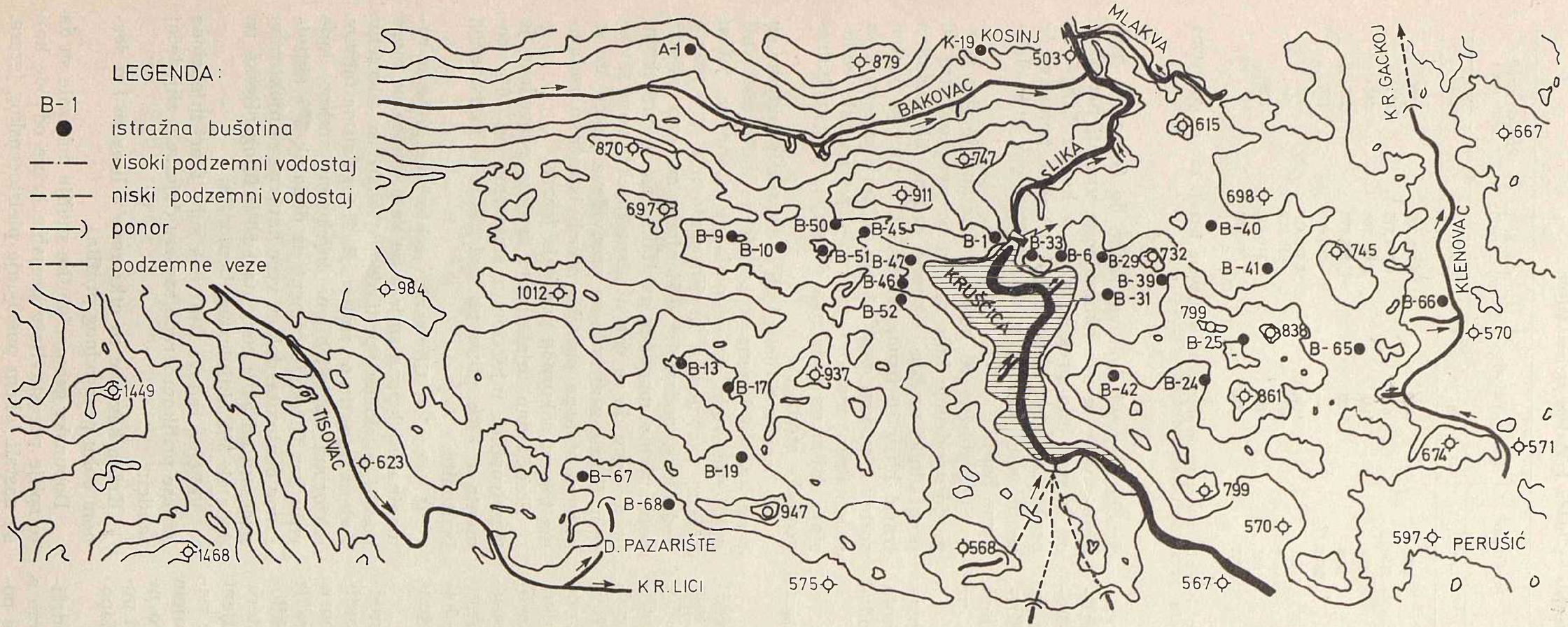
Standardno injektiranje zavjese provedeno je tiksotropnim injekcionim smjesama od 30% cementa i 70% gline uz dodatak 3% aktiviranog bentonita.

U jako karstificiranim sektorima glineno cementna injekciona smjesa ne veže, jer se ne može postići injekcioni pritisak potreban za filtraciju vode iz injektirane smjese. Radi toga su na takvim sektorima upotrijebljene injekcione smjese, koje vežu bez filtracije cement uz dodatak 3% aktiviranog bentonita, dok su veće kaverne zainjektirane smjesom od 50% cementa i 50% finog pijeska uz dodatak 3% aktiviranog bentonita.

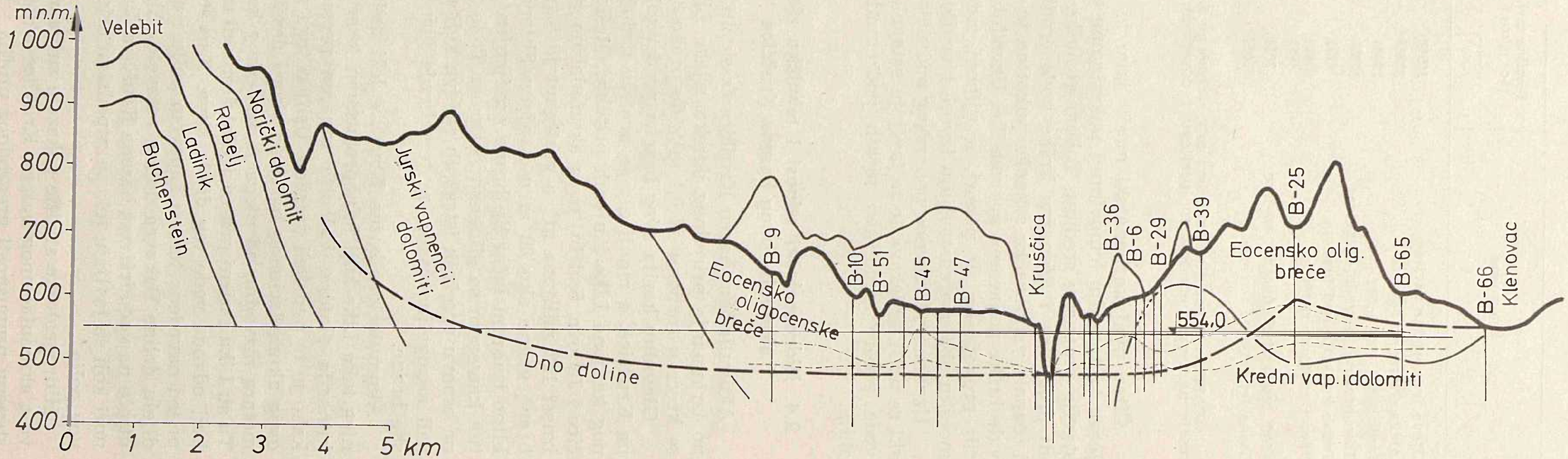
Veličina radova i utrošak suhe tvari injekcione smjese prilikom izrade zavjese daju se u slijedećoj tablici:

Krške kaverne su otkrivene u lijevom i u desnom boku pregradnog profila.

Dopunske geomorfološke studije pokazale su da te spilje predstavljaju presahle krške odvode koji su nastali tokom postojanja pleistocenskog jezera.



Situacija i geološki profil područja akumulacije Kruščica



To je jezero prekrivalo gotovo čitavu visoravan užeg sliva rijeke Like uzvodno kanjona Sklope i u njemu je došlo do taloženja debelih naslaga gline (ove sežu do nekoliko desetaka metara iznad maksimalnog uspora u sadašnjem akumulacionom bazenu Kruščica). To je negdašnje jezero nastalo nakon tektonskog uzdizanja područja Sklope, tj. sadašnjeg šireg pregradnog područja. Vode Like produbljivale su svoj kanjon u toj barijeri i snižavale nivo uzvodnog jezera, dok ono nije presahlo. Ovaj erozioni rad u otvorenom koritu je nastavljen, ali su na suhom ostale špilje koje su nastale za vrijeme postojanja pleistocenskog jezera, jer one leže sada oko 50 metara iznad dna pregradnog profila. Za slučaj da neka od ovih kaverni ne bude otkrivena i zatvorena betonskom plombom ili injekcionom smjesom, preko nje će otjecati voda iz akumulacije i izbijat će u koritu Like nizvodno od brane. Te će vode dakle otjecati u dovodni sistem hidroelektrane Senj i one za tu elektranu ne predstavljaju energetske gubitke dokle god ne postanu tako velike da bitno remete režim korištenja akumulacije.

2.5. Tuneli i podzemna strojarnica

U sklopu hidroelektrane Senj izvedena su tri dovodna tunela: Lika—Gacka, Gornja Švica—Gusić Polje i Gusić Polje—Hrmotine sa vodnom komorom i rovom kose tlačne cijevi; zatim nekoliko kraćih tunela te kaverna podzemne strojarnice i trafopostrojenja.

Položaj, uvjeti izvedbe i tehnička rješenja svih podzemnih objekata utvrđeni su na temelju prethodno izvedenih istražnih radova i geološko-hidroloških studija. Opseg i raznolikost metoda istraživanja ovisili su o funkciji i veličini svakog podzemnog objekta.

Tuneli uz pregradu Sklope usječeni su u jelar brečama, koje su tu dosta raspucane ali su pogodne za iskop tunela. Samo uz temeljni ispust nađena je veća kaverna popunjena glinom i kamenim kršjem.

Tunel Lika—Gacka, duljine preko 10 km, prolazi prvih 4,5 km kurskim vapnencima, a na ostalom dijelu kroz jelar naslage iz vapnenačkih breča. Na 78% dužini iskop tunela je bio u drugoj kategoriji, 17% u trećoj, a 5% u četvrtoj kategoriji. Tokom iskopa naišlo se na 43 kaverne. Te su kaverne kod velikih voda provodile vodu. Neke od njih su u većoj ili manjoj mjeri zapunjene glinom i kamenim kršjem. Sva radilišta tunela Lika—Gacka bila su poplavljena kod velikih voda. Trajanje poplave svakog pojedinog radilišta ovog tunela prognozirano je prema višegodišnjim opažanjima podzemnih vodostaja u istražnim bušotinama te vodostaja Like i Gacke, kao i vodostaja u povremenom Crnom jezeru koje se nalazi blizu sredine trase tunela uz zapadno okno. Poplava je bila najdulja na radilištu Crno jezero — uzvodno sa prosječnim trajanjem od 80 dana godišnje, a najkraća na izlaznom sektoru tunela, radilište Šumečica, sa prosječnim trajanjem blizu 30 dana godišnje.

Tunel Gornja Švica—Gusić Polje, duljine preko 9 km, prolazi prvih 260 m kroz jelar breče, a sav ostali dio tunela nalazi se u jurskim vapnencima sa proslojcima i lećama dolomita.

Nepovoljni nagib slojeva (pad 15—40° u smjeru tunela), česta i velika raspucanost vapnenaca i mali nadsloj otežali su uvjete izvedbe ovog tunela. Samo 50% iskopa izvedeno je u drugoj kategoriji, a sve ostalo u trećoj i četvrtoj uz primjenu čelične podgrade, a većim dijelom i čeličnih platica. Tokom iskopa presječene su 24 kaverne, uglavnom zapunjene glinom i kamenim blokovima.

Tunel Gusić Polje—Hrmotine leži u jurskim naslagama — vapnencima i dolomitima titona, vapnencima malma i dogera te vapnencima i dolomitima lijasa. Uzvodna polovina tunela presijeca antiklinalu iz raspucalih titonskih vapnenaca i dolomita. Ostali dio tunela prolazi kroz blokove brdske mase presječene rasjedima uzduž kojih su diskordantne naslage raznih katova jure. Tunel je presjekao 29 kaverna, a iskop je bio u drugoj (77% duljine tunela), trećoj (18%) i četvrtoj (5%) tunelskoj kategoriji. Na dijelu tunela sa nadslojem preko 500 m javljalo se prilikom iskopa naglo ljuštenje kao posljedica rasterećenja stijene pod unutarnjim naponom. Skretanjem voda sjevernog kanala Gacke od ponora u Gusić Polju spriječeno je plavljenje početnog dijela tunela podzemnim vodama, te su se poteškoće sa vodom svele samo na svladavanje procjednih voda.

Kosi rov tlačnog cjevovoda, kaverna strojarnice sa trafopostrojenjem te pripadajući pristupni odvodni i kabelski tunel smješteni su u padini Velebita između dvije jaruge u relativno zdravim jurskim vapnencima sa rijetkim lećama dolomita. Za uzlazni dio odvodnog tunela sa kotom dna —4,0 utvrđeno je da je pod znatnim utjecajem morske vode. Zbog toga je iskop ovog dijela tunela vršen uz prethodno injektiranje stijene horizontalnim bušotinama.

2.6. Otvoreni dovodi i bazeni

Nizvodno od pregrade Sklope do tunela Lika—Gacka dovode se vode za HE Senj koritom Like. Iza tog tunela slijedi otvoreni kanal koji preuzima i vode Gacke, a svršava kod tunela Gornja Švica—Gusić Polje. Nakon tog tunela vodi otvorni kanal do tunela Gusić Polje—Hrmotine ispred čijeg ulaza je formiran kompenzacioni bazen Gusić Polje.

Na razmatranom dijelu korita Like i Gacke te kanala na Gackom Polju osnovna je podloga iz jelarskih breča. U dolini Like preko te podloge su naslage pleistocenske gline, a u dolini Gacke u pleistocenskim naslagama se izmjenjuju prašinaste sedre i gline. U stjenotitom koritu Like pred ulazom u derivacioni tunel prema Gackoj plombirani su mali ponori u stjenovitoj podlozi, a uzduž korita Like i Gacke izolirani odvojci koji su vodili prema estavelama. U kanalu na Gackom Polju kod iskopa u tlu iz prašinaste sedre na mjestima sa blagim dotokom podzemne vode javljala se pojava hidrauličkog sloma tla. On je savlađivan pomoću opterećenja filtrom i kamenim nabačajem.

Kompenzacioni bazen na Gusić Polju dobiven je izgradnjom nasipa na zaravnjenom polju ispred

dovodnog tunela prema Hrmotinama. Neposredno dno bazena je iz pleistocenskih naslaga debelih 2 do 20 metara istaloženih preko jurske krške podloge. U pleistocenskim naslagama prevladavaju prašinaste sedre (propusnost $\mu \simeq 10^{-4}$ cm/sec) a na prelazu u kršku podlogu dominira sloj gline sa koeficijentom propusnosti oko 10^{-6} cm/sec. Pored toga znatna područja zahvaćaju proslojci masne gline u sedri, a na pojedinim sektorima ima pjeskovite sedre veće propusnosti.

Nepropusna glinena jezgra nasipa oslanja se na iskopom očišćeno tlo koje se sastoji iz sedre ili gline. Na mjestima gdje je krška podloga plitka (do 2,5 m), glinena jezgra je položena na betonsku ploču izvedenu na krškoj podlozi. Krško tlo sa tankim glinenim pokrivačem pred ulazom u tunel sanirano je izvedbom betonskog slapišta, koje je u bokovima pomoću nepropusnog pokrivača veže za krilne zidove ulazne građevine.

Prilikom punjenja bazena Gusić Polja pokazalo se da je njegovo dno gusto perforirano dubokim tankim kanalima koji su nastali truljenjem korijenja korova. Ovi kanali kao i pjeskovita sedra u direktnom kontaktu sa krškom podlogom, bili su uzrok velikih gubitaka vode iz bazena. Zbog toga je sanirano dno bazena izvedbom glinenog tepiha debljine 30 cm, vezanog na glineno jezgro nasipa. Prije ugradnje glinenog tepiha preparirana je podloga kao sedreni filtar uz prethodnu primjenu insekticida i herbicida radi uništavanja flore i faune u bazenu. Nakon ugradbe gline dno je zaštićeno slojem sitne kamene drobine iz tunelskog iskopa, a u debljini od 20 cm.

2.7. Zaključak

U izrazito krškom tlu, u kojemu su smješteni objekti HE Senj, dobiveni su opsežnim istražnim radovima inženjersko-geološki, geotehnički i geomehanički podaci potrebni za donošenje tehničkog rješenja svakog pojedinog objekta ovog postrojenja. Rezultati istražnih radova i provedene studije su kontrolirane tokom izvedbe objekata. Međutim, upravo radi krškog karaktera ovog područja očekivalo se da će biti pojava koje istražni radovi, iako opsežni, nisu mogli utvrditi i da će biti ustanovljene bilo tokom izvedbe tih objekata bilo prilikom pokusnog pogona. Takvih je pojava bilo i za njih su dana naknadno tehnička rješenja.

3. Pregrada Sklope i akumulacija Kruščica

Branko Percel, Zagreb

3.1. Osnovne karakteristike akumulacije

Pregradom Sklope usporava se rijeka Lika i stvara 25 km dugo akumulaciono jezero Kruščica, koje predstavlja daljinsku akumulaciju HE Senj. Jezero se nalazi u srednjem kanjonskom dijelu rijeke Like, a pregrada na njegovom završetku. Akumulaciono jezero Kruščica ukupne sadržine 142 hm³ služit će za sezonsko izravnanje voda Like, koje će se energetski iskorištavati u pribranskoj hidroelektrani Sklope i u nizvodnoj hidroelektrani Senj kao glavnoj stepenici.

Sklope se sastoji od pregrade, objekata za odvod velikih voda i strojarnice. Za položaj nasute pregrade odabran je potez rijeke Like koji je morfološki najpovoljniji, a izbjegnute su partije osulinskih materijala, tako da jezgra prolazi kroz zdravu stijenu.

3.2. Tijelo pregrade

Pregrada je od kamenog nasipa s kosom nepropusnom jezgrom od gline na uzvodnoj strani. Visina pregrade iznosi maksimalno 75 m, duljina u kruni 218 m, a najveća širina stope oko 240 m. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa je 1 : 1,5 sa tri berme širine 5,5 m na uzvodnoj strani. Omjer između visine pregrade i širine u stopi iznosi 1 : 3,20. Ukupna je kubatura nakon završetka svih radova oko 817.000 m³.

U poprečnom presjeku pregrada se sastoji od nagnute glinene jezgre, filtera, prelazne zone i nasipa od kamena. Pri vrhu jezgra je široka 3 m, a s obje strane su ugrađeni filteri od sitnog pijeska, šljunka i kamena širine 3 m s uzvodne, a 5 m s nizvodne strane. Kameni nasip s uzvodne strane sastoji se od zdravog krupnog vapnenca s najviše 10% sitneži manje od 20 mm. Dio kamenog nasipa s nizvodne strane koji je bliže jezgri izveden je od kamena uz veću količinu sitneži (20% ispod 20 mm).

Materijal i njegove karakteristike

Materijala potrebnog za izgradnju pregrade bilo je u dovoljnim količinama u neposrednoj blizini pregradnog profila i to: anorganske gline srednjeg i velikog plasticiteta na pozajmištima udaljenim cca 2 km uzvodno od mjesta ugradnje i zdravog vapnenca u blizini pregrade.

Glina za nasipavanje jezgre uzimala se sa pozajmišta na desnom boku uzvodno od pregradnog profila. Prije početka ugrađivanja materijala učinjeno je probno nasipavanje na temelju kojeg su propisani uvjeti o debljini slojeva, broju prelaza nabijača, te gornja i donja dozvoljena granica vlažnosti gline za jezgru.

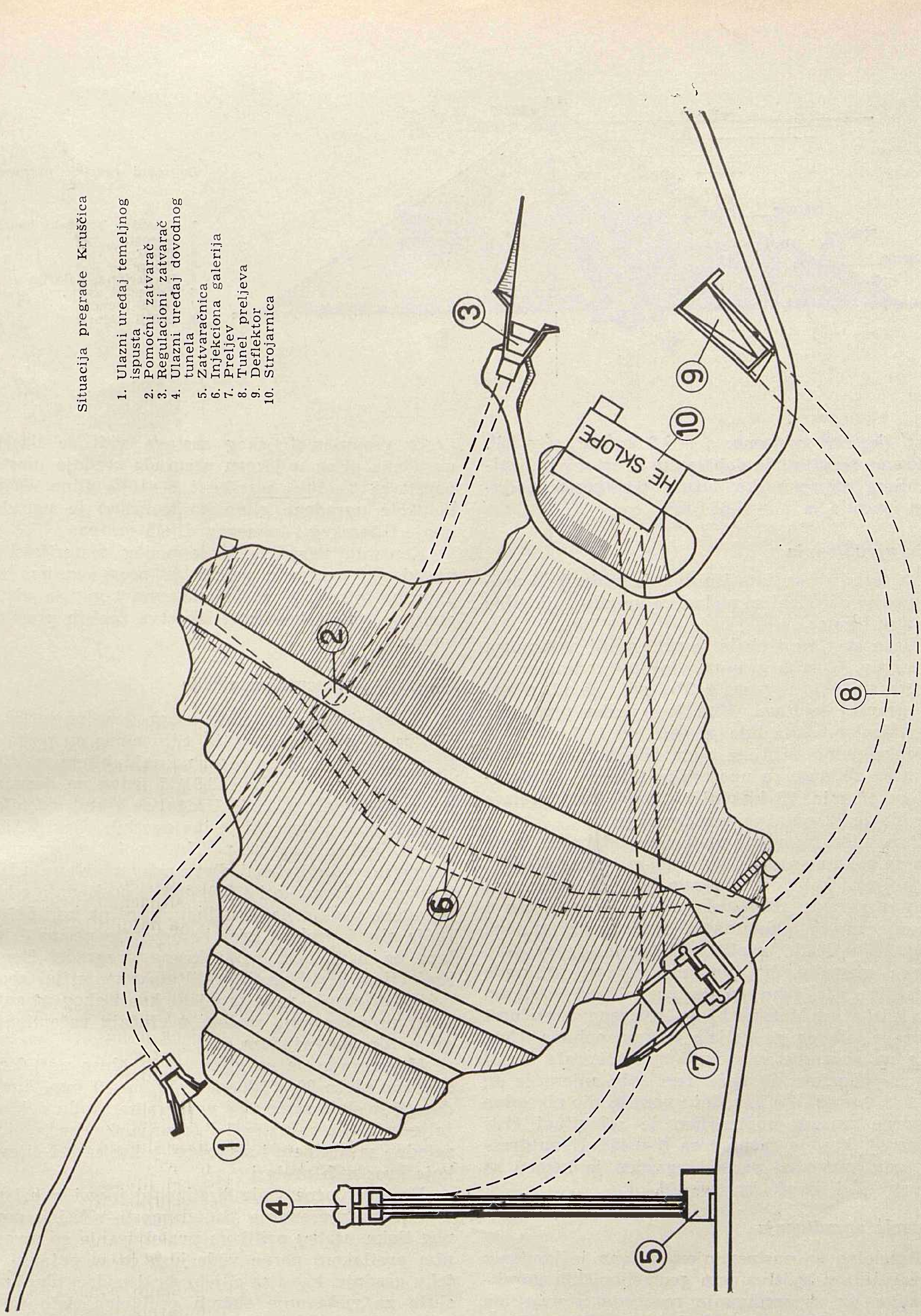
Za nasipanje kamenih dijelova upotrebljavao se zdrav i postojan lomljeni kamen, a nasipavanje i zbijanje se vršilo u slojevima debljine 2 m uz ispiranje mlazevima vode i zbijanje vibrovaljcima.

Materijal za filtere ugrađivao se istodobno sa glinom, odnosno slojem kamena. Sastav filtera utvrđen je nakon detaljnih studija granulometrijskog sastava raspoloživih materijala.

Na pozajmištu gline ispitana je prirodna sadržina vlage iz uzoraka izvađenih iz jama sa dubine

Situacija pregrade Kruščica

1. Ulazni uređaj temeljnog ispusta
2. Pomoćni zatvarač
3. Regulacioni zatvarač
4. Ulazni uređaj dovodnog tunela
5. Zatvaračnica
6. Injekciona galerija
7. Preljev
8. Tunel preljeva
9. Deflektor
10. Strojarnica

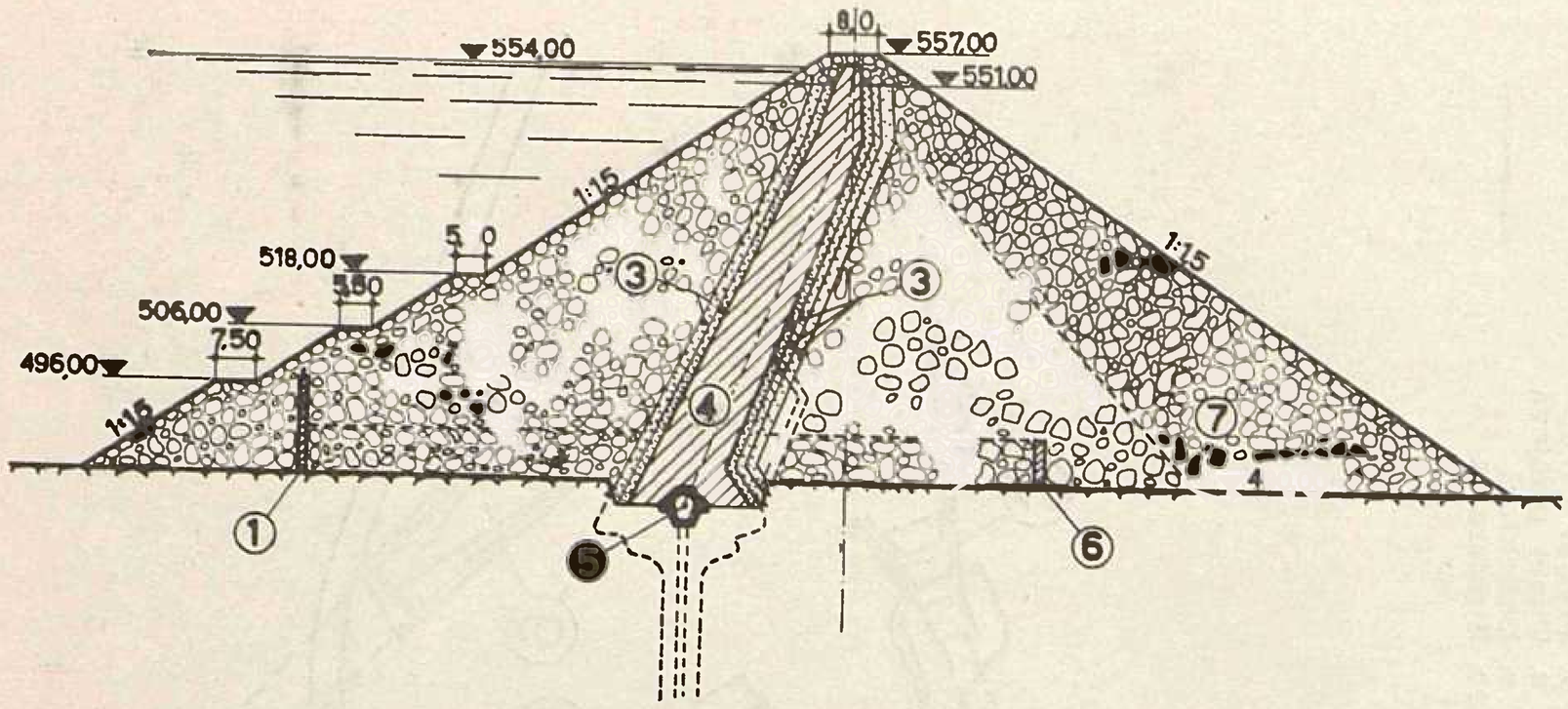


1,5 do 2 m. Vlažnost je bila u granicama 12,6—23,5%.

Iz rezultata triaksialnih ispitivanja gline sa pozajmišta, kut unutrašnjeg trenja je u granicama $\varphi' = 23^0 — 33^0$, a veličina kohezije $C' = 0{,}28 — 0{,}58$ kg/cm^2.

Propusnost za vodu mjerena je u laboratoriju a vrijednosti koeficijenta propusnosti kretale su se u granicama $k = 1{,}5 \times 10^{-8}$ do $5{,}5 \times 10^{-9}$ cm/s.

U računu stabilnosti uzela se prosječna donja granica čvrstoće za smicanje koja za ispitana pozajmišta za efektivne napone iznosi $\tau_f = 0{,}3 +$



Poprečni presjek pregrade Kruščica

1. Uzvodni betonski zagat
2. Kamen
3. Filter
4. Glina
5. Injekciona galerija
6. Nizvodni zagat
7. Bolji kamen
8. Lošiji kamen

0,49 σ' (kg/cm²) odnosno: $c' = 0{,}3$ kg/cm², $\varphi' = 26^0$.

Prema rezultatima dobivenim Proctorovim ispitivanjima zapreminska težina postignuta zbijanjem iznosila je $\gamma_d = 1{,}66$ t/m³.

Način ugrađivanja

Na osnovu rezultata ispitivanja materijala probnog polja određeni su podaci za ugrađivanje gline u jezgru brane.

Vlažnost gline trebalo je prilagoditi osobinama materijala. Gornja granica vlažnosti određena je max. $w = 24\%$, $w = w_p + 2\%$, gdje je w_p vlaga kod granice krutosti. Kod toga suha prosječna zapreminska težina bila je veća od 1,60 t/m³.

Maksimalna debljina sloja određena je sa 25 cm, a za zbijanje su upotrebljeni ježevi s opterećenjem od min. 25 kg/cm² na stopi. Broj prelaza ježa bio je 12 puta po jednom sloju.

Pozajmište kamenog materijala odabrano je na desnom boku na visini 590,0 min. m. gdje ga je bilo u dovoljnim količinama. Materijal je kompaktan i zdrav vapnenac površinski dosta karstificiran i ispresijecan sa pukotinama ispunjenim glinom. Zbog nešto lošije kvalitete kamena površinskih slojeva nizvodni dio potporne prizme pregrade projektiran je tako da je predviđena prelazna zona od lošijeg kamena i tako stvorena mogućnost upotrebe čitavog materijala iz kamenoloma. Čvrstoća na smicanje vapnenačkog materijala iznosi prema podacima do sada izvršenih mjerenja tg $\varphi = 1{,}0$; $\varphi = 45^0$. Za uzvodni i vanjski dio nizvodne potporne prizme upotrebljen je selektivni čisti materijal, koji je računat sa $\varphi = 45^0$. U unutrašnjoj zoni nizvodne prizme ugrađen je kamen sa više sitneži i usvojenim $\varphi = 40^0$.

Kontrola ugrađivanja

Paralelno sa nasipavanjem vršena je kontrola ugrađivanja s ispitivanjem geomehaničkih karakteristika uz uspoređivanje rezultata s uvjetima glavnog projekta i prethodnih ispitivanja probnog polja. Projektantski nadzor nad kontrolom ugrađivanja materijala u pregradu Sklope vršen je u toku svih godina građenja. U terenskom laboratoriju izvođača rađena su geomehanička ispitivanja materijala s pozajmišta. Svakodnevno su ispitivane prirodne sadržine vlage, granulometrički sastav i postignute zbijenosti ugrađenog materijala.

Iz granulometrijskog sastava vidi se da je ugrađena glina u jezgru pregrade srednje plastičnosti sa 6—10% pijeska i 8—10% gline. Osim kontrole ugrađene gline kontrolirano je ugrađivanje filterskog i kamenog dijela nasipa.

Kontrola ugrađivanja kamenog materijala u nosivi dio pregrade vršena je prosijavanjem sa 4 probe mjesečno, a svakodnevna kontrola vizuelno, na osnovu stečenog iskustva ranijih prosijavanja.

Mjerni instrumenti instalacije

U jezgri pregrade Sklope ugrađene su instalacije za mjerenje slijeganja. Situaciono su postavljene tako da je jedan reper na najdubljem mjestu, (stacionaža po galeriji 126,91) i jedan na desnom boku (stacionaža 157,17). Uređaj se sastoji od teleskopski postavljene serije juvidurskih cijevi Ø 1,5″ i 2″. Cijevi su nagnute pod kutem 10⁰ od okomice prema nizvodnoj strani. Prva cijev završava u filterskom sloju na koti 487,0, dok je posljednja cijev ugrađena u glini na uzvodnoj strani na koti 541,0. Dalje cijevi prolaze kroz kameni dio nasipa i izlaze na uzvodnom rubu krune pregrade. Donji kraj cijevi smješten je u filterski materijal zbog boljeg otjecanja vode iz cijevi kao i zbog mogućnosti pročišćavanja vodom u slučaju začepljenja glinovitim materijalom.

U pregradu su na cijev od juvidura ugrađene željezne ploče 30 × 30 cm, debljine 10 mm. Juvidur cijev služi samo kao vodilica za sondu dok su željezne ploče pokazivači slijeganja. One se pomiču zajedno sa nasipom i slobodno se kreću duž cijevi, koja kroz njih prolazi.

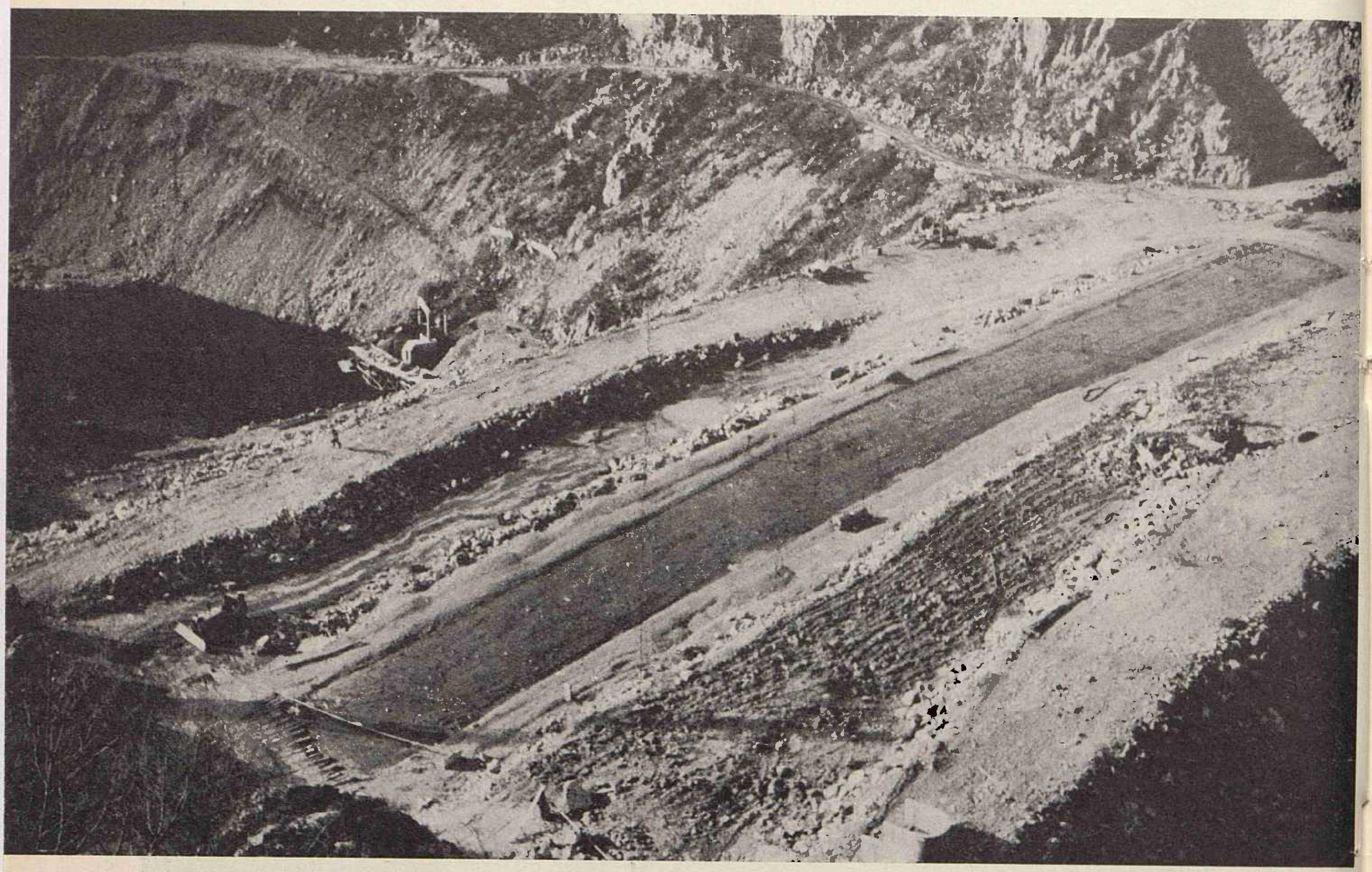
Pretlak porne vode u glinenoj jezgri mjeri se u cilju provjeravanja podudarnosti veličine pornog tlaka uzetog prilikom projektiranja sa stvarnim pretlakom porne vode koji će se pojaviti u toku gradnje, kao i sa ciljem da ti podaci ubuduće služe za rješavanje sličnih problema. Isto tako eventualna potreba za povećanjem stabilnosti brane može se tako blagovremeno postići primjenom odgovarajućih mjera.

Za mjerenje pretlaka porne vode upotrebljeni su elektroakustični manometri MEA firme »GALLILEO«.

Tlak porne vode djeluje preko membrane na napetu žicu u manometru. Pomoću elektromagnet-



Pregrada Kruščica u gradnji



Pregrada Kruščica u gradnji

skih valova izazove se titranje žice u manometru, koje se u obliku električnih titraja prenosi u mjernu centralu. U mjernoj centrali postoji također žica, čija se napetost može mijenjati i ta napetost se podešava tako dugo dok se titraji žice u manometru i žice u centrali ne podudaraju. U tom manometru obje su žice jednako napete, te se pomoću krivulje baždarenja može odrediti tlak koji djeluje na manometar.

Ukupno je u čitavu jezgru ugrađeno 12 komada elektroakustičnih manometara MEA u 6 mjernih polja. Tih 6 mjernih polja raspoređena su u jednom profilu (142,71) u 6 horizonta.

U toku građenja pregrade, slijeganja pojedinih slojeva mjerena su kod svakog postavljanja mjernih ploča paralelno sa napredovanjem gradnje. Mjerenje u izvedeno u toku cijele gradnje i to najmanje jednom mjesečno. Nakon završetka objekta potrebno je i dalje mjeriti slijeganja, deformacije i porni tlak.

Na pregradi kao i u nizvodnom rajonu ugrađeni su instrumenti i signalni uređaji radi osiguranja stanovništva i imovine.

Mjesta u nizvodnom rajonu su Gornji i Donji Kosinj, Mlaka i Selište. Na brani je organizirana dežurna služba, koja će u slučaju opasnosti na vrijeme obavijestiti nizvodno stanovništvo radi evakuacije.

3.3. Evakuacioni organi

Danko Šnidaršić, Zagreb

Za dimenzioniranje evakuacionih organa mjerodavna su bila dva kriterija

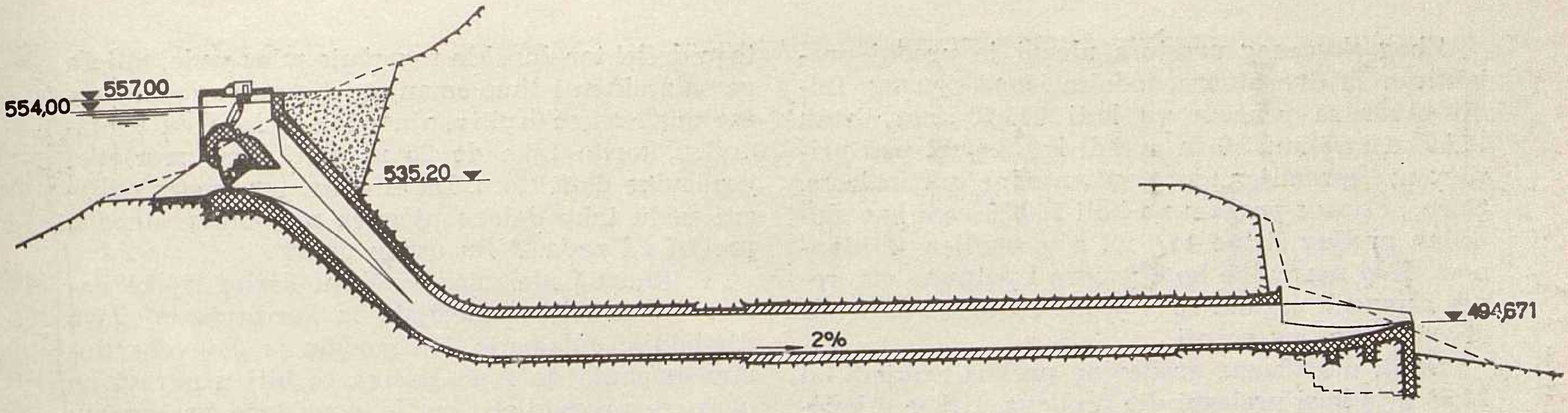
a) *u provizornoj funkciji:*

evakuacija voda za vrijeme gradnje pregrade kada je njezin nasip još razmjerno nizak.

b) *u konačnoj funkciji:*

evakuacija katastrofalno velikih voda, pražnjenje jezera i dovod vode strojarnici buduće hidroelektrane Sklope.

Dinamički plan nasipavanja pregrade bio je sastavljen tako da do jeseni prve godine nasipa-



Preljev pregrade Kruščica

vanja dosegne kotu od cca 530 m n. m. Kod uspora vode do te kote evakuacioni organi su dimenzionirani da propuste vodu reda pojavljivanja svakih 100 godina tj. cca 900 m³/s.

Za ispuštanje te razmjerno velike količine vode izgrađen je na lijevoj i desnoj obali po jedan tunel.

Tunel na lijevoj obali, koji će u konačnoj funkciji biti upotrebljen kao temeljni ispust, ima uzvodno od injekcione zavjese potkovasti profil 4,50 × 4,0 m, a nizvodno od injekcione zavjese kružni profil diametra 4,0 m.

Kako tunel tih dimenzija može propustiti samo 24% od traženih 900 m³/sec bilo je potrebno na desnoj obali izgraditi tunel profila čak 7,00 m. Taj tunel trasiran je i konstruiran tako da uz potrebne adaptacije može služiti kao dovodni tunel budućoj hidroelektrani Sklope. U konačnoj funkciji, uz dovršenu pregradu, za evakuaciju voda iz akumulacije služit će dva objekta. Na lijevoj obali temeljni ispust, a na desnoj obali preljev.

Na tunelu temeljnog ispusta koji je služio i za evakuaciju voda za vrijeme nasipavanja pregrade izgrađen je ulazni uređaj grubom rešetkom i utorima za gredne zapornice, pomoćni zatvarač neposredno iza injekcione zavjese i regulacioni zatvarač na samom izlazu tunela. Pristup pomoćnom zatvaraču je iz injekcione galerije. Zatvarač ima svrhu da u slučaju kvara ili revizije regulacionog zatvarača ili tlačnog dijela tunela iza zavjese, zatvori dovod vode iz akumulacije. Regulacionim zatvaračem se dozira ispuštanje vode iz akumulacije za potrebe rada HE Senj. Iznad šahta regulacionog zatvarača nalazi se pogonska kućica sa podom na koti 501,50 tako, da je niti najveće poplave u nizvodnom Lipovom Polju ne mogu potopiti. Maksimalni kapacitet ispusta je 187,50 m³/s.

Glavni objekat evakuacije velikih i katastrofalnih voda iz akumulacije jeste preljev. Budući da je pregrada Sklope nasuta, to svako preljevanje preko krune može prouzročiti njezino razaranje. Zbog toga je bilo nužno da se preljev dimenzionira tako da kod normalnog uspora u akumulaciji ima kapacitet koji odgovara velikoj vodi reda pojavljivanja svakih 1000 godina. Osim toga kod povišenja usporne kote za 1,50 m preko normalne preljev mora imati kapacitet jednak dvostrukoj 100 god. velikoj vodi ili 1000 god. velikoj vodi uvećanoj za 50%. Kod takvih katastrofalnih voda moglo se uzeti u račun i kapacitet temeljnog ispusta kao i sploštenje vodnog vala retencionim djelovanjem akumulacije. U tu svrhu je konstruiran vodni val sa maksimalnim protokom od 1800 m³/s, i računom dobiven maksimalni potrebni kapacitet preljeva od 1440 m³/s. Na tu ogromnu protoku preljev je i dimenzioniran što ga uvrštava među najveće tunelske preljeve dosada izgrađene u svijetu. Cijeli je preljev ispitan na modelu mj. 1 : 40 u Hidrotehničkom laboratoriju Elektroprojekta u Zagrebu. Preljev dijelimo na četiri dijela: ulazni uređaj, prelazni dio, tunel i deflektor.



Ulazni uređaj dovodnog tunela na pregradi Kruščica

Zbog skučenog prostora ulazni je uređaj projektiran sa dva otvora, jednim iznad drugog. Donji otvor sa pragom na koti 535,20 ima širinu 14,50 m i visinu 5,0 m a radi kao ispust pod pritiskom; opremljen je segmentnom zapornicom. Gornji otvor s pragom na koti 550,20 radi kao slobodan preljev širine 14,0 m, a opremljen je klapnom. Kod normalne kote uspora i potpuno otvorenih zapornih organa 83% protoke otpada na donji otvor, a 17% na gornji.

Donji dio ulazne građevine prelazi radijem od 22,50 m u kosi prelazni dio preljeva. Isti je u kosini od 45°. Dimenzije se kontinuirano mijenjaju i smanjuju s početno kvadratnog presjeka (a = 14,50 m) u kružni profil promjera 8,80 m. Debljina obloge varira od 2,50 m na početku do 1,20 m.

Prelazni dio završava vertikalnim lukom polumjera 30,0 m na koji se nastavlja tunelski dio preljeva. Tunel je položen u padu od 2% a ima svijetli promjer 8,80 m na cijeloj dužini. Obloga je armirano betonska debljine 70—120 cm, ovisno o kvaliteti stijene. Tunel je skoro cijelom dužinom (oko 200 m) u horizontalnoj krivini polumjera 110,0 m.

Na izlazni portal tunela nastavlja se 30 m dugačak deflektor kojemu je svrha da od izlazne građevine odbaci masu vode brzine do 30 m/s. Osim toga deflektor donekle raspršuje mlaz vode, miješa ga sa zrakom i time smanjuje živu silu vode. Prema modelskom ispitivanju mlaz vode pada u nizvodno korito Like do 70 m daleko od završetka građevine deflektora. Da bi deflektor mogao odbaciti vodu tako daleko njegova niveleta postepeno prelazi od pada 2% u uspon od 15°.

Prilikom pada mlaza vode u korito rijeke nastat će kopanje materijala iz korita uz njegovo nizvodnije odlaganje. Na modelu je dobivena dubina kopanja do 1 m. Kolika će biti u naravi ne može se predvidjeti, jer je nemoguće na modelu reproducirati sve prirodne uvjete ove pojave. Ukoliko bi ovom pojavom bili ugroženi neki bliži objekti, tada će se poduzeti odgovarajuće mjere.

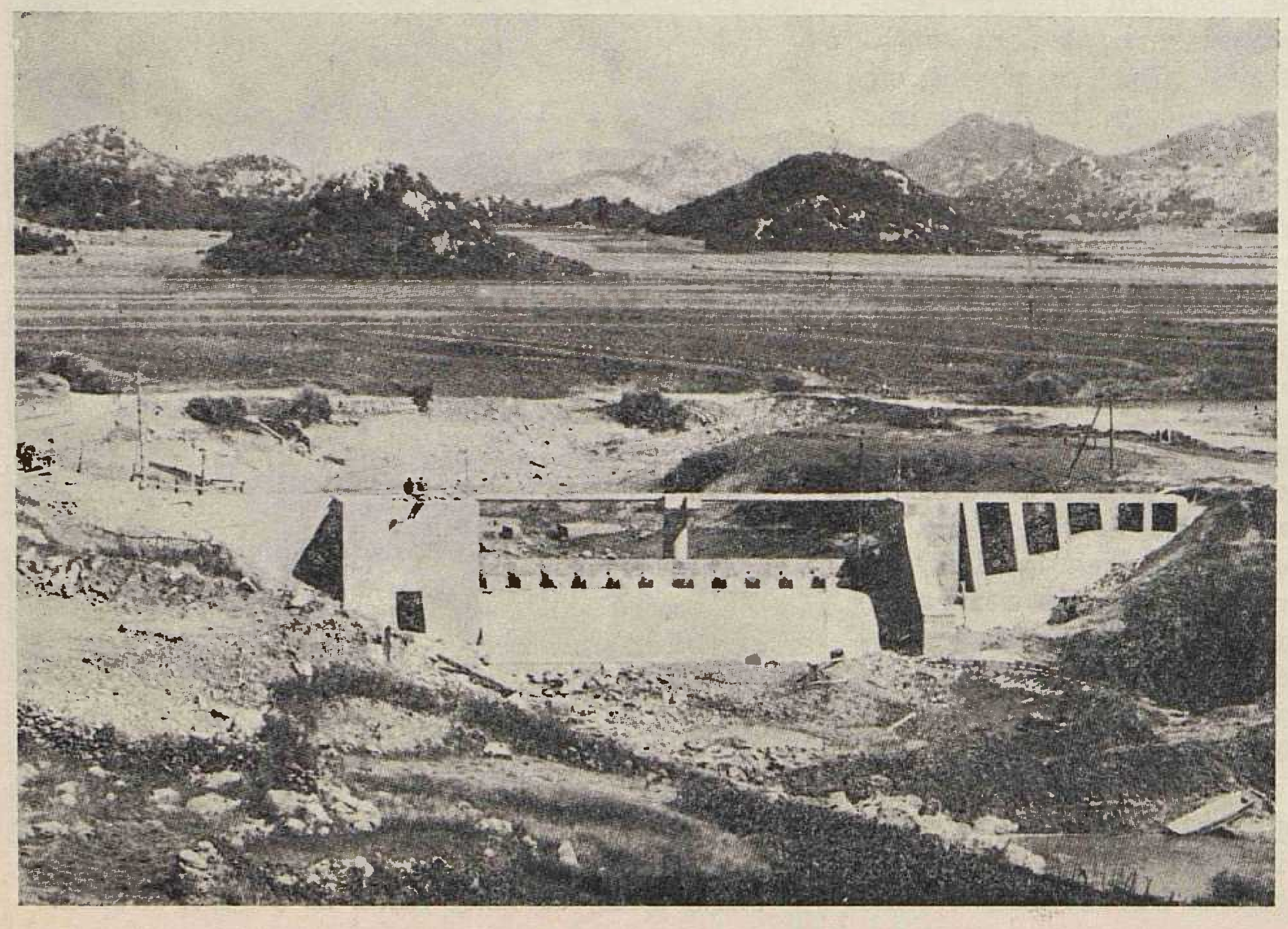
Zbog vrlo velikih brzina vode u preljevu potrebno je da omočene površine betona budu potpuno glatke s odgovarajućim tolerancijama, ovisno o veličini opasnosti pojave lokalne kavitacije i oštećenja betonske obloge. Tehničkim uvjetima su sve površine podijeljene u četiri kategorije prema rasporedu brzina vode i potencijalnoj opasnosti pojave kavitacije. Prema tim kategorijama propisane su i tolerancije najvećih odstupanja od idealno glatkih i pravilnih površina koje nije moguće postići u praksi.

4. Ostali građevinski objekti

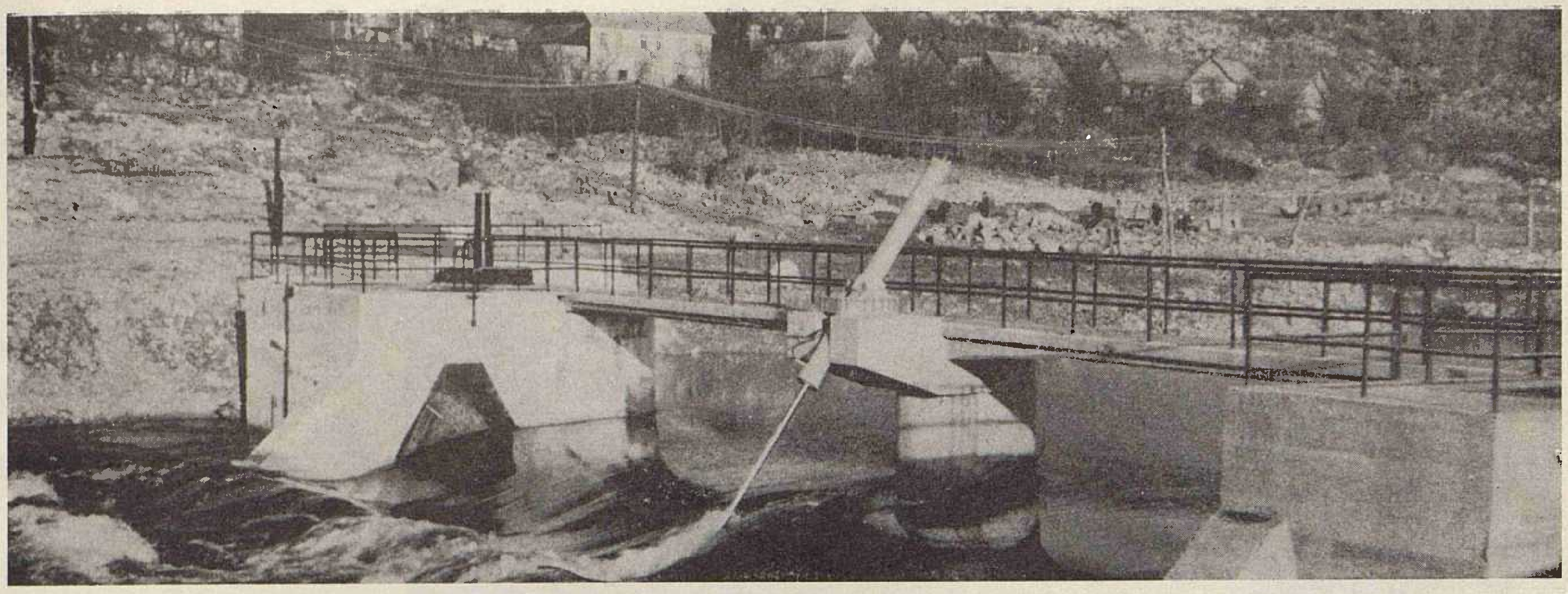
Dejan Borčić, Zagreb

4.1. Brana Selište

Vode rijeke Like teku od brane Sklope svojim prirodnim koritom do brane Selište u Lipovu Polju. Ova gravitaciono betonska brana pregrađuje prirodno korito Like i omogućuje skretanje njezinih voda u tunel Lika—Gacka. Ulazni uređaj ovog tunela vezan je uz desni bok brane. Temeljno tlo na kojem je brana fundirana sastoji se iz dolomitnih breča i vapnenca. Stijena na desnoj obali izlazi



Brana Selište u gradnji



Brana Selište u pogonu

na površinu, a spušta se prema lijevom boku brane na dubinu oko 16,0 m. Glineni pokrivač, koji se nalazi iznad stijene je teško zgnječive konzistencije i srednje plastičnosti.

Desni bok i cijeli preljevni dio brane fundiran je na stijeni, dok je lijevo krilo fundirano na glini, a projektirano je kao olakšani tip brane. Ukupna visina iznosi 13,50 m, a preljevnog betonskog dijela iznad korita Like 5,0 m. Dužina brane u kruni iznosi 48 m. Preljevno polje dužine 24,0 m sa pragom na koti 482,0 m n. m. opremljeno je automatskom klapnom visine 2,0 m, koja održava stalni nivo vode pred branom na koti 484,0 m n. m.

Kada preljevne količine voda Like postanu veće od kapaciteta ponora na nizvodnom Lipovom Polju, dolazi do porasta vodostaja i inundacije u polju, pa čak i do potapljanja cijele brane. U ovakvim slučajevima poplavni nivo može narasti i do kote 501,50 m n. m.

Zbog toga su provedene posebne mjere osiguranja za pravilno funkcioniranje hidromehaničke opreme. U desnom upornjaku brane smješten je temeljni ispust veličine 1,5 × 2,8 m, koji omogućuje hidrauličko ispiranje nanosa ulaznog uređaja kao i evakuaciju malih voda Like radi eventualnog popravka uređaja na ulazu. Preljevni dio brane premošten je mostom koji je u sredini poduprt stupom sa konzolom na kojoj je servomotor za visinsku regulaciju položaja klapne. Beton je marke MB-220 sa posebnim zahtjevom za postizavanjem vodonepropustivosti i postojanosti na mrazu.

4.2. Ulazni uređaj i zatvaračnica Selište

Ulazni uređaj Selište izveden je na desnoj obali Like, neposredno uz branu Selište. Ovim objektom privode se usporene vode Like u tunel Lika—Gacka. Hidraulički je oblikovan na temelju modelskog ispitivanja u hidrotehničkom laboratoriju, te mu se lijevi bok ulaznog grla direktno naslanja na branu, dok je desni bok izveden kao potporni zid tlocrtno zakrivljen. Fundiranje cijelog objekta izvedeno je na stijeni. Na početku ulaznog grla izveden je hidraulički povoljno oblikovan betonski prag, koji sprečava ulaženje vučenog nanosa u tunel. Na početku zatvorenog profila ulaznog grla položena je pod kutom od 20° prema vertikali gruba rešetka, po sredini poduprta zidom debljine 80 cm, na kojem ujedno leži i gornja ploča ulaznog grla.

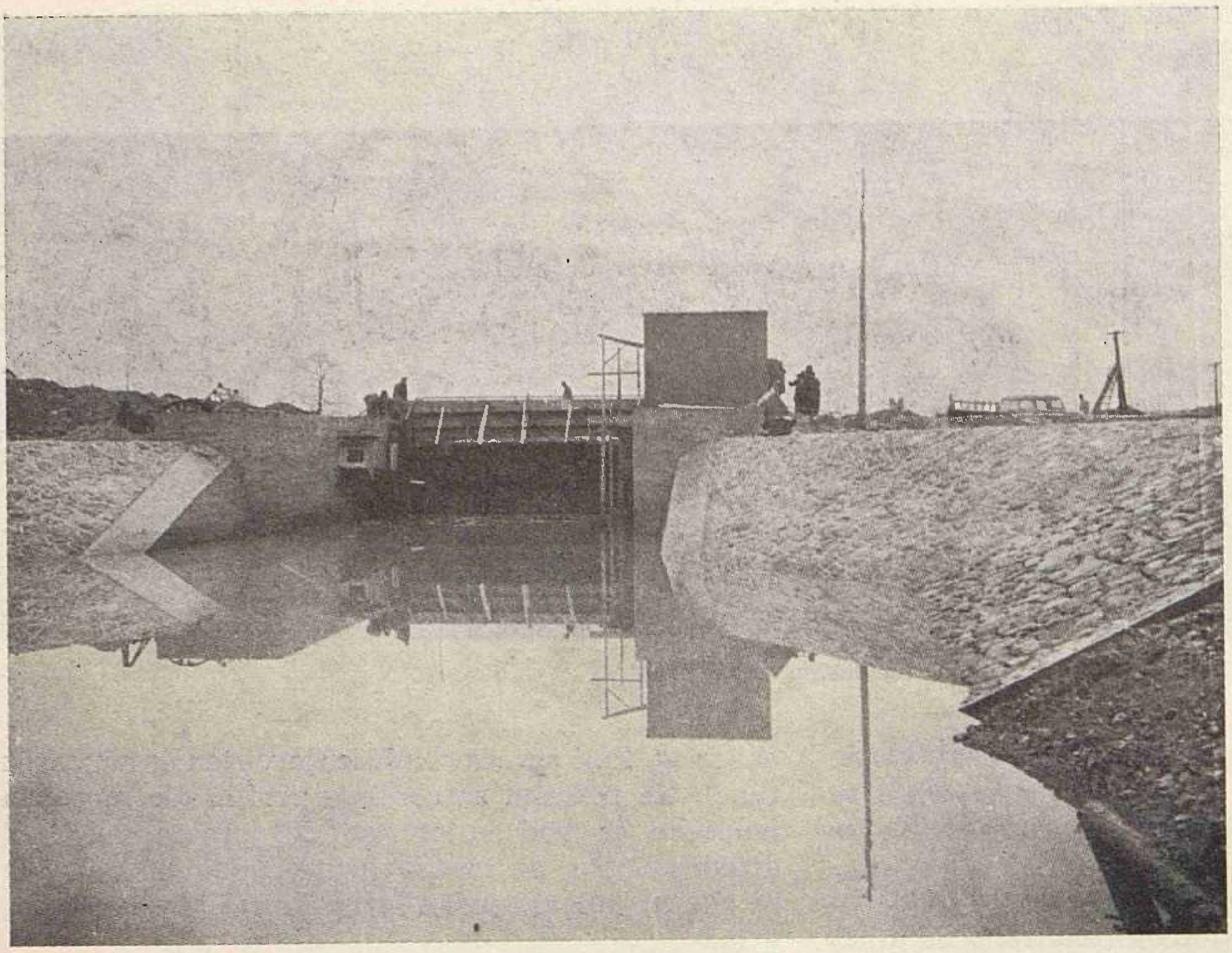
Četvrtasti profil ulaznog grla prelazi postepeno u kružni profil tunela Lika—Gacka, dijametra $D = 3{,}85$ m. Dno ulaznog grla je do ovog mjesta izvedeno horizontalno sa kotom 477,20 m n. m. Na km 0 + 061,00 smještena je os zatvaračnice tunela. Vertikalno okno zatvaračnice pravokutnog je oblika i služi za izvlačenje tablastog regulacionog zatvarača dimenzija 2,80 × 4,0 m. Ovom zapornicom dozirat će se pomoću daljinskog upravljača vodne količine Like u Gacku. Pogonska kućica zatvaračnice smještena je oko 17,0 m iznad tjemena tunela na približnoj koti platoa 498,50 m n. m. U kućici je smješten servomotor i pogonski uređaji. Uz vertikalno okno nalazi se bunar plovka kojim se mjere vodostaji u Selištu i ozračno okno. Čitav objekt izveden je u dobroj i zdravoj stijeni betonom marke MB 220.

4.3. Tunel Lika — Gacka

Dovodni tunel Lika—Gacka transportira vode Like u čvorište Šumečica gdje se one spajaju sa vodama Gacke i odatle zajednički kao radne vode HE Senj odlaze prema strojarnici. Trasa tunela generalno je položena u smjeru sjever—jug sa početkom uz sjevernu padinu Lipovog Polja kod zaselka Selište, a s izlaskom kod mjesta Šumečica.

Tunel je na čitavoj dužini kružnog profila dijametra $D = 3{,}85$ m. Dužina tunela iznosi 10.477 m, a pad dna $I = 2{,}64‰$.

Kota tjemena tunela na stacionaži 0 + 000 usvojena je sa 481,05 m n. m., što je 2,95 m ispod normalnog pogonskog uspora pred branom Selište, kod kojeg je kapacitet tunela 49,0 m³/sec. Tunel prolazi jurskim i prominskim naslagama. Jurske naslage su zastupljene tamnim vapnencima lijasa u kojima ima većih ili manjih proslojaka i sočiva dolomita. Jelar (prominske) naslage sasto-



Brana Šumečica

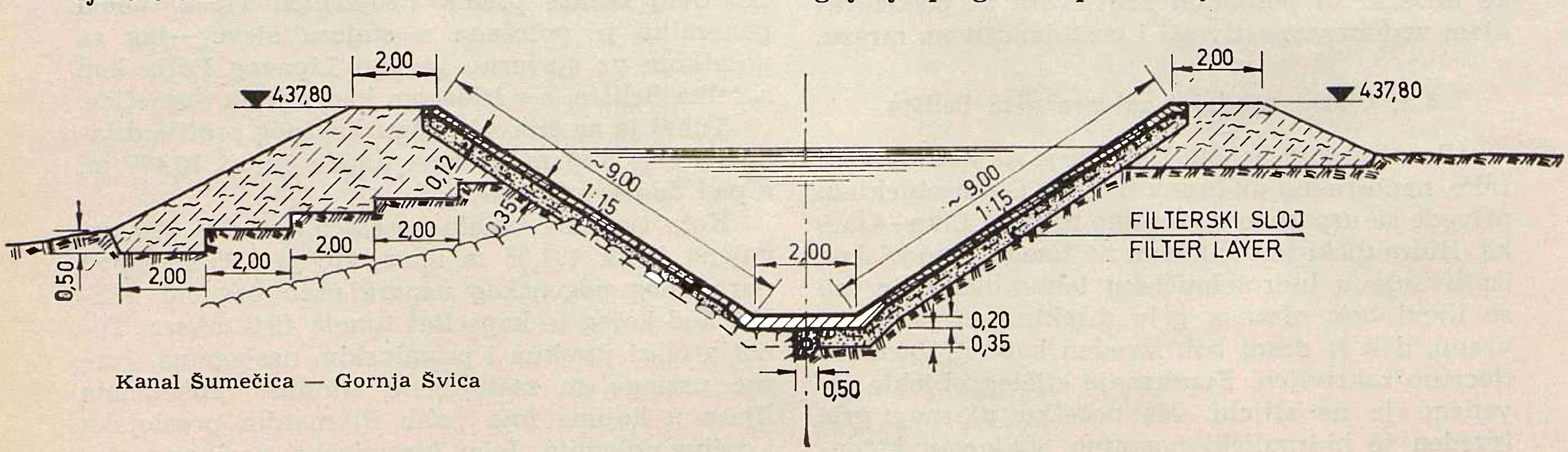
je se iz breča, brečolikih pa i uslojenih vapnenaca. Trošne krške zone javile su se prvenstveno u sektorima tunela sa relativno malim nadslojem.

Tunel Lika—Gacka građen je sa 4 radna mjesta i to: ulaz (Selište) i izlaz (Šumečica), te napadno okno Crno Jezero (2 radna mjesta) na km 5 + 616 tunela. Debljina i tip obloge tunela bili su ovisni o geološkim karakteristikama stijene i maksimalnim unutarnjim pritiscima u tunelu. Obloga je izvedena debljine 30 cm kao nearmirana u boljim kategorijama stijene, ili debljine 30 cm armirana u stijeni slabijih karakteristika. U izuzetno lošim partijama stijene u betonsku oblogu tunela ugrađena je podgrada od čeličnih remenata i platica gdje se ove nisu mogle skinuti. Kaverne i spilje na tunelskoj trasi rješavane su odgovarajućim premoštavanjem i pojačavanjem tunelske obloge. Ukoliko se za vrijeme pogona eventualno pojave izvjesna oštećenja i pucanja obloge (špilja u neposrednoj blizini tunela i sl.) predviđeno je saniranje takvih mjesta armiranim torkretom debljine 5 cm.

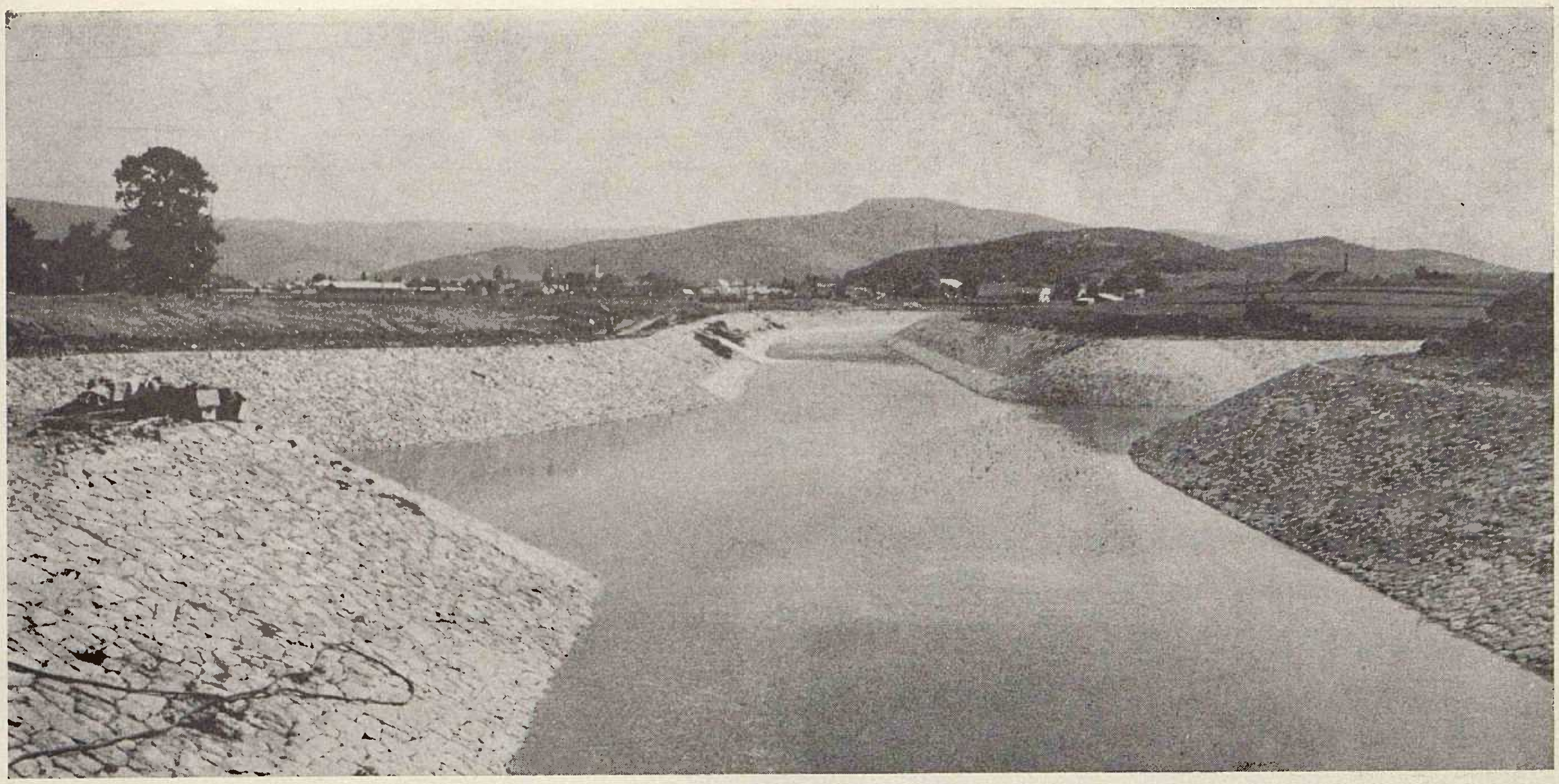
Na čitavom tunelu izvedene su vezne injekcije radi dobivanja čvrstog kontakta i veze između betonske obloge i stijene. Betoniranje obloge tunela izvršeno je u južnoj teleskopskoj oplati. Beton je marke MB - 220 i odgovara tehničkim uvjetima za beton hidrotehničkih tunela. Za spremanje betona upotrebljen je agregat djelomično iz iskopa tunela uz prethodno pranje, a djelomično iz obližnjeg kamenoloma.

4.4. Brana Vivoze

Privod voda Gacke do čvorišta Šumečica, gdje se one spajaju sa vodama Like, vrši se prirodnim koritom Gacke. Ovo je od mjesta Vivoza kraj Otočca prema čvorištu Šumečice regulirano za velike vode Gacke. Branom Vivoze pregrađuje se i zatvara sjeverni krak Gacke, čime se omogućuje transport ukupnih vodnih količina Gacke prema čvorištu Šumečica i dalje prema HE Senj. Situativno brana je locirana u profilu korita sjevernog kraka oko 60 m nizvodno od račvanja na mjestu gdje je pregradni profil najuži. Brana Vivoze iz-



Kanal Šumečica — Gornja Švica



Čvor Šumečica

vedena je kao zemljani nasip sa kotom krune 451,31 m n. m. Na lijevom boku brane izveden je betonski sandučasti ispust s tablastim zatvaračem na ručni pogon. Širina krune iznosi 4,0 m, uzvodni pokos je u nagibu 1 : 2,5 a nizvodni 1 : 2, dok najveća visina iznosi 8,50 m. Geološke karakteristike područja na kojem je fundirana brana obilježene su kvartarnim sedimentima. Na vapnenoj podlozi, koja se javlja na prosječnoj dubini od 8,0 m izmjenjuju se slojevi mršave i masne gline sa finim prašinastim pijeskom, a ponegdje i tresetom, dok je na površini tanki sloj humusa.

Gline koje su se koristile za gradnju nasutog dijela brane dobivene su pretežno iskopom s regulacije korita Gacke od Vivoza prema Šumečici na dijelu dugom oko 400 m. Po svojim karakteristikama to su uglavnom srednje i visokoplastične gline, pretežno teško gnječive do polučvrste konzistencije sa prostornom težinom $\gamma = 2{,}0$ t/m³, koeficijentom kohezije $C = 2{,}5$ t/m², kutem unutarnjeg trenja $\varphi = 20^0$ i vrlo malom vodopropusnošću koja varira od $10^{-7} — 10^{-8}$ cm/s.

Nasip brane izveden je u suhom uz pomoć uzvodnog i nizvodnog nasipanog zagata, od kojih je uzvodni sastavni dio brane, a izveden je većim dijelom pod vodom bez nabijanja. Uzvodni pokos zaštićen je od erozije tamponom od kamenog materijala debljine 60 cm, dok su nizvodni pokos i kruna brane obloženi humusom i zatravljenjem. Svrha temeljnog ispusta u lijevom boku brane, opremljenog tablastom zapornicom na ručni pogon dimenzija 3,16 × 2,50 m jest uglavnom dvojaka:

— da za vrijeme velikih voda Gacke propušta dio voda i tako odtereti regulirano korito Gacke i
— da za vrijeme remonta postrojenja ili popravka kanala nizvodno od Vivoza, koji će se izvoditi kod malih voda Gacke, skreće i odvodi ispustom u sjeverni krak Gacke uz prethodno izvedeni zagat u reguliranom koritu Gacke. Kapacitet ovog ispusta iznosi do 12,0 m³/s.

Na ispusni objekt nastavlja se kanal obložen lomljenim kamenom. Kanal je u dnu širok 1,0 m, sa nagibom stranica 1 : 1,5.

Udubljenja i vrtače u koritu Gacke u neposrednoj blizini brane sanirane su za vrijeme gradnje zapunjavanjem, slojem prirodno granuliranog šljunka sa slojem glinenog pokrivača uz zaštitu tamponom.

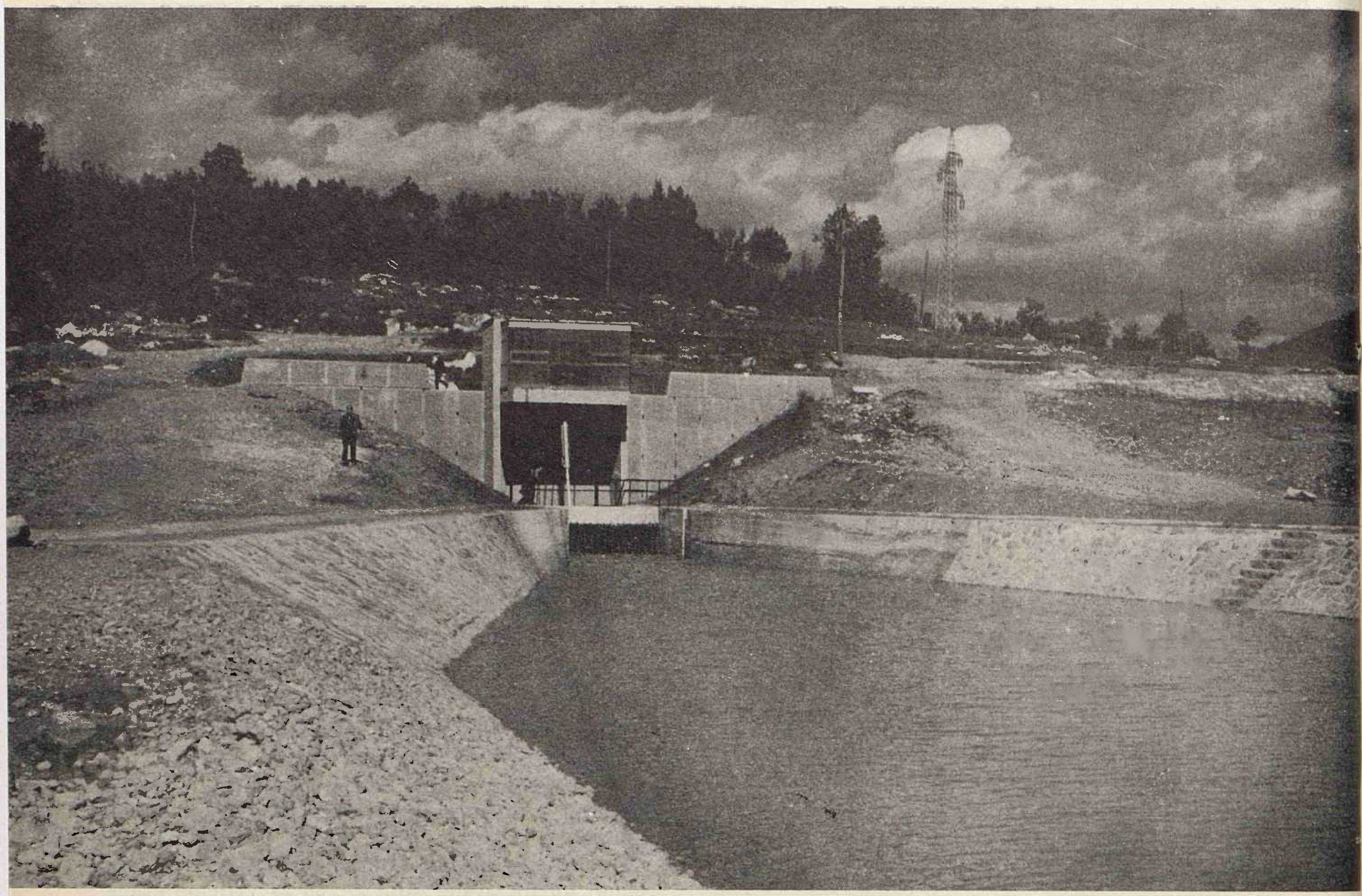
4.5. Regulirano korito Gacke

Tehničko rješenje privođenja voda rijeke Gacke hidroelektrani Senj, kao i tehničko rješenje pogonskih objekata za privod voda rijeka Like i Gacke, zahtijevalo je da se na potezu od Vivoza do Donjeg Švičkog jezera provede regulacija korita Gacke,.

Regulacija korita Gacke bila je podijeljena u tri osnovne dionice:

a) potez od Vivoza do brane Šumečica,
b) potez od brane Šumečica do Gornjeg jezera,
c) potez od Gornjeg do Donjeg jezera.

Regulacijom Gacke trebalo je osigurati da se za vrijeme pogona ne ugrozi sigurnost pogonskih objekata s obzirom na velike vode Gacke, i da se kod takvih voda osigura protjecanje od brane Šumečica do Donjeg Švičkog jezera. Niveleta dna reguliranog korita Gacke na prvoj dionici od Vivoza do Šumečice položena je tako, da kod pogonskog vodostaja pred branom Šumečica na koti 449,10 m n. m. omogući protjecanje od 60,0 m³/s prema Gusić Polju, odnosno prema HE Senj. Regulirano korito je na prvoj dionici od Vivoza do Šumečice, kao direktni dovod HE Senj, dimen-



Ulazni uređaj Gornja Švica

zionirano tako da može provesti protoku od $Q = 92{,}50$ m³/s što predstavlja 100 godišnju veliku vodu Gacke. Ovom regulacijom korita na prvoj dionici snižen je nivo vodnog lica Gacke uzvodno od Šumečice i Vivoza. Time je kod velikih voda smanjena mogućnost plavljenja uzvodno od Vivoza, a kod srednjih i malih voda Gacke smanjeni su gubici vode prema estavelskoj zoni kod Prozora.

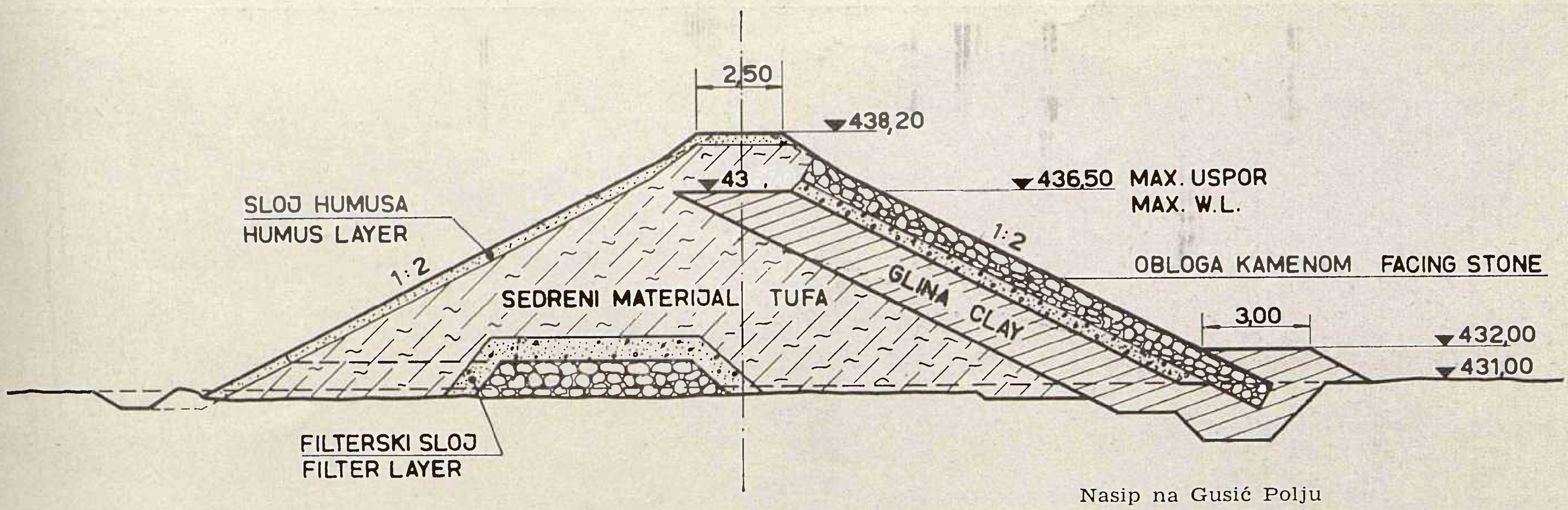
Druga i treća dionica regulacije Gacke obuhvaća potez od brane Šumečica do Donjeg Švičkog jezera. Tu je postojeće korito djelomično regulirano izvedbom kinete, a za protoku od 32,50 m³/s, što odgovara razlici 100 god. velike vode Gacke i instalirane protoke HE Senj.

Područje toka Gacke kojim prolazi regulirano korito od Vivoza do Šumečice, nalazi se u kvartarnim taložinama raznog sastava: močvarastog i tresetastog materijala, masnih i mršavih glina, ilovina i pijeska prekomjerno finih čestica sa lećastim uloščima crvenice i sivih glina, sedre i kamenog kršja. Na temelju ispitivanja sastava i karakteristika tla na ovom potezu, čitava dionica je podijeljena na pet zona: vodopropusnost je u svim zonama vrlo mala i varira u granicama od 10^{-7}—10^{-8} cm/s. Nakon izvršenog proračuna stabiliteta prirodnog pokosa materijala u pojedinim zonama i na temelju ekonomske analize poprečnog profila kanala, odabran je pokos kanala u nagibu 1 : 2 uz oblaganje tamponom iz kamenog materijala po čitavoj dionici. Debljina tamponske obloge varira od 0,35 m do 1,25 m prema vrsti materijala kroz koji kanal prolazi, a svrha je ove obloge:

— osiguranje stabiliteta pokosa kanala,
— osiguranje pokosa kanala protiv erozije kod većih brzina od dozvoljenih za pojedine vrste tla i
— osiguranje stranica kanala protiv erozije potiskujućom silom vode u kanalu.

Ovisno o karakteristikama tla mijenja se veličina obložnog tamponskog materijala u poprečnom presjeku kanala od 3—30 cm u tri dimenzije. Za tampon je u najvećem dijelu upotrebljen materijal iz iskopa tunela Lika—Gacka.

Dužina reguliranog poteza od Vivoza do brane Šumečica iznosi 1517 m, pad 1,588‰, dok je širina dna 10,00 m sa kotom 447,0 m n. m. u Vivozama. Na stacionaži 1 + 424,21, neposredno pred branom Šumečica, siječe regulirano korito Gacke trasu kanala kroz Gornju Švicu, čijom prvom dionicom od izlaza tunela Lika—Gacka dolaze vode Like do reguliranog korita Gacke. Odavde vode Like i



Nasip na Gusić Polju

Gacke teku zajedničkim koritom kroz Gornju Švicu prema tunelu Gornja Švica—Gusić Polje.

Čvorište Šumečica prelazi na stacionaži 1 + 472,99 reguliranog korita Gacke u ulazni dio brane Šumečica, koja je sastavni dio regulacije Gacke.

4.6. Brana Šumečica

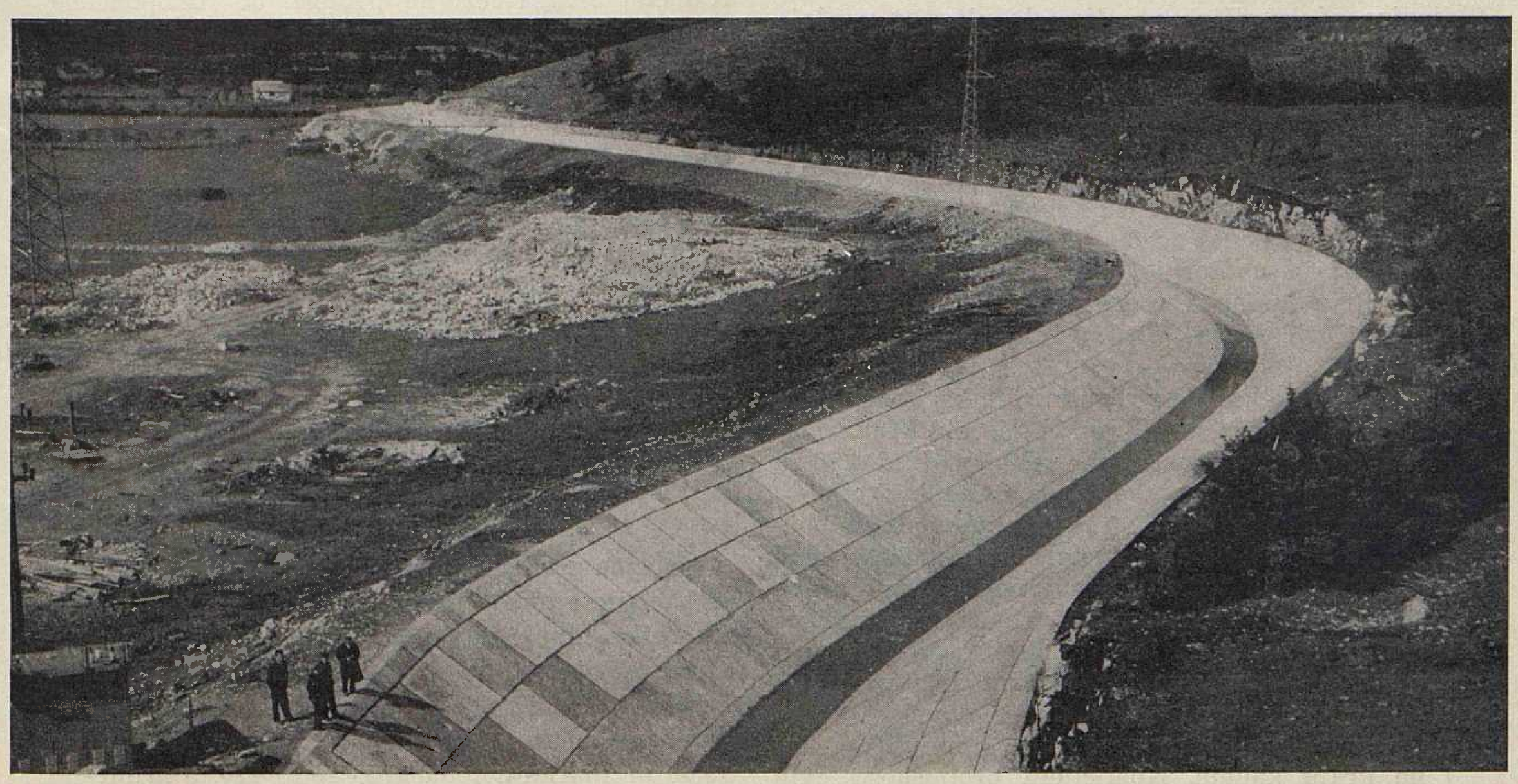
Svrha je ove brane da u čvorištu Šumečica održava nivo vode koji omogućuje elektrani privod protoke od 60,0 m³/s, dok viškove propušta prema nizvodnom Donjem Švičkom jezeru. Dimenzije brane rezultiraju iz zahtjeva da se kroz nju omogući evakuacija velikih voda Gacke i za slučaj da je elektrana izvan pogona. Izvedena je kao armirano betonska sandučasta konstrukcija sa prelaznim betonskim ulaznim i izlaznim popratnim zidovima, koji su hidraulički oblikovani i postepeno se uklapaju u uzvodno i nizvodno regulirano korito Gacke. Sandučasti dio brane ima dužinu 7,50 m, svijetlu širinu 10,0 m, a visinu 7,50 m. Fundiran je na kompaktnom vapnencu.

Vertikalni bočni zidovi kruto su vezani s donjom pločom debljine 1,0 m.

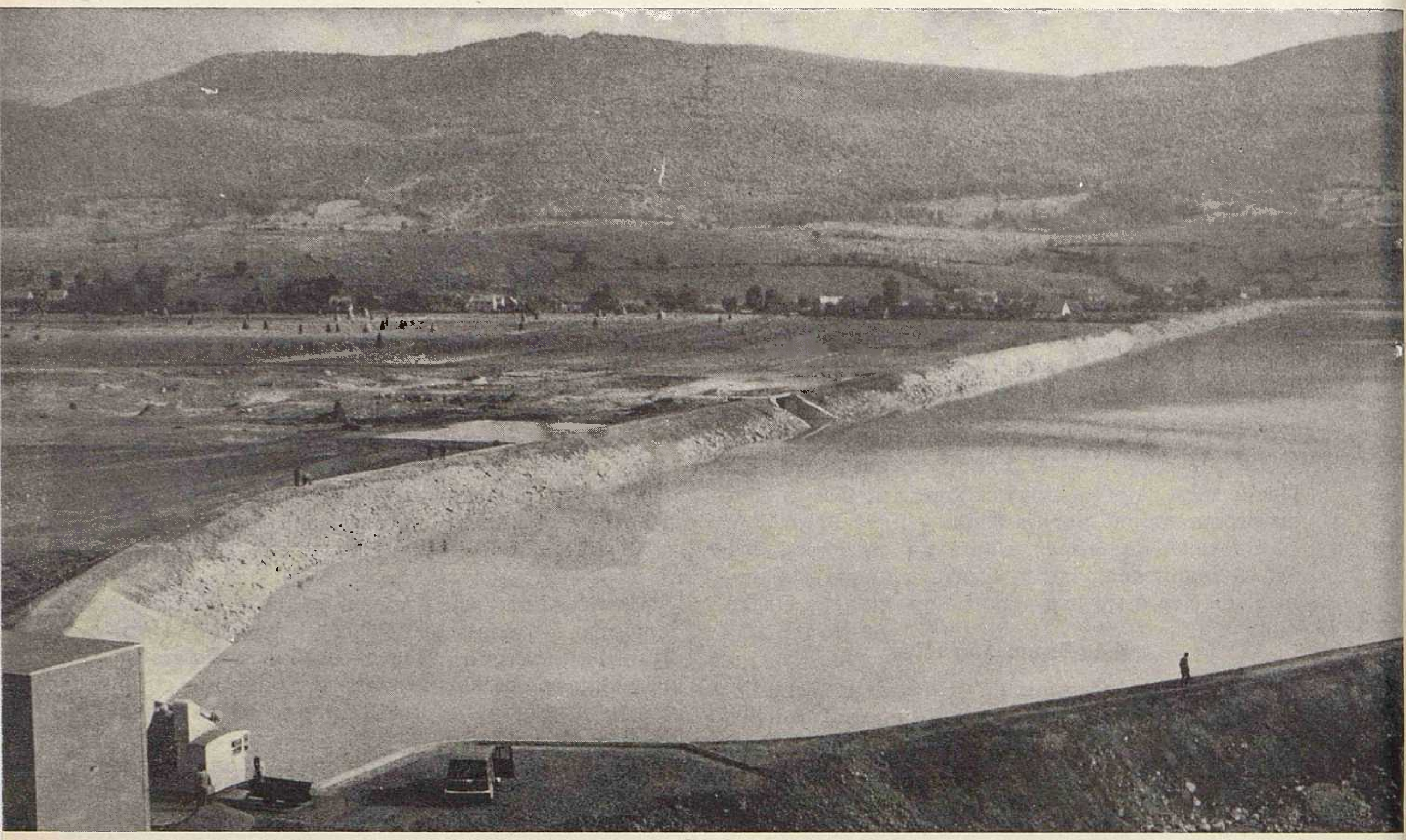
Uzvodni i nizvodni prelazni betonski zidovi izvedeni su u dužinama po 15,0 m, stepenasto su fundirani na hrastovim pilotima u glini, a rasterećeni kamenim suhozidom izvedenim sa stražnje strane između zida i terena. Dužina pilota varira između 2 i 4 m.

Brana je opremljena segmentnom zapornicom sa preklopnom klapnom, a premoštena je armirano betonskim mosticem.

Krilni uzvodni i nizvodni prelazni zidovi i dio dna korita iza slapišta izvedeni su od nabijenog betona MB - 220, a vertikalni zidovi brane, dno konzole i most od armiranog betona MB - 220, dok su uporne konzole segmentne zapornice od armiranog betona MB - 300.



Kanal Marasi — Gusić Polje



Kompenzacioni bazen Gusić Polje

4.7. Kanal Šumečica — Gornja Švica

Ovaj kanal sastoji se iz dvije dionice. Prva dionica ide iz izlaznog portala tunela Lika—Gacka do čvorišta Šumečica, a ima dužinu 336 m. Druga dionica od čvorišta Šumečica do ulaznog uređaja tunela Gornja Švica—Gusić Polje ima dužinu 1472 m.

Prvi dio kanala dovodi vodu rijeke Like do reguliranog korita Gacke u čvorištu Šumečica. Kanal je dimenzioniran na ekonomsku protoku tunela Lika—Gacka od 49,0 m^3/s.

Drugi dio kanal od čvorišta Šumečica do ulaznog uređaja u Gornjoj Švici, dovodi sjedinjene vode Like i Gacke u gravitacioni tunel Gornja Švica—Gusić Polje, a dimenzioniran je na 60,0 m^3/s.

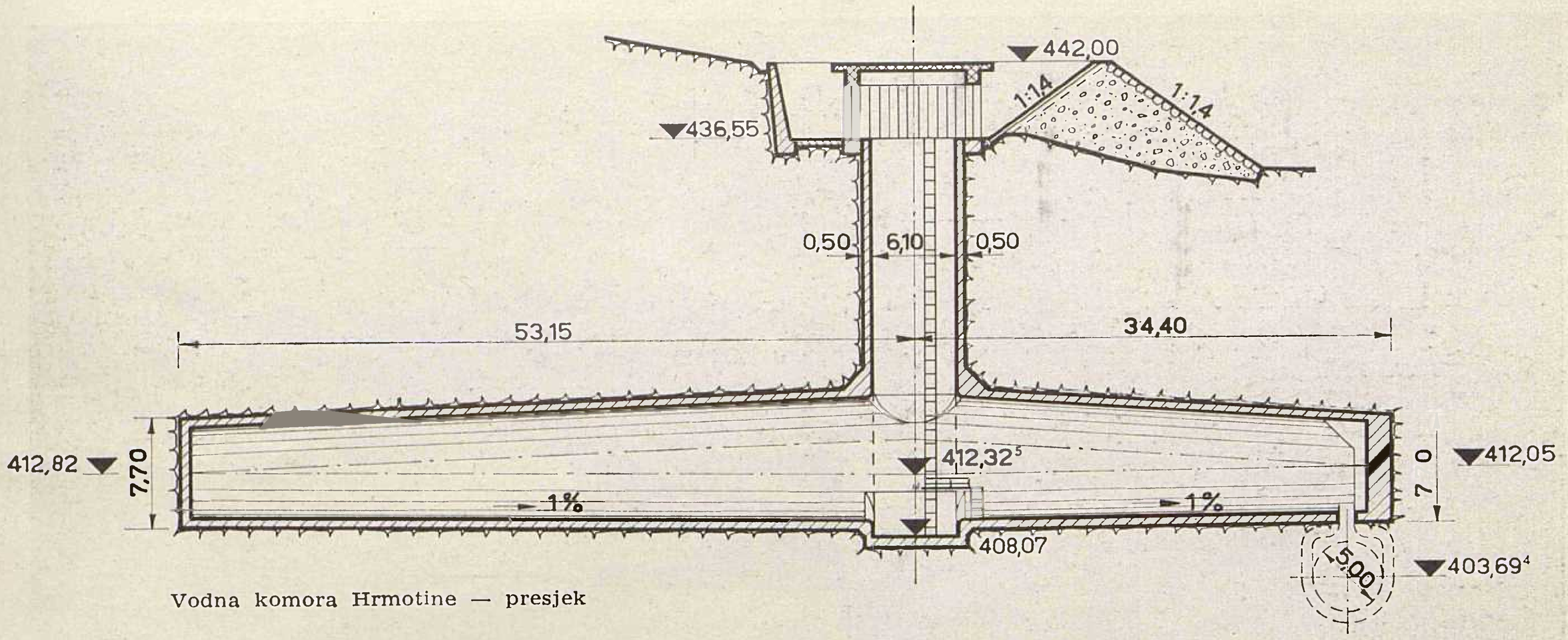
Presjecište kanala s reguliranim koritom Gacke i u čvoru Šumečica, hidraulički je oblikovano.

Prva dionica kanala ima veliki pad od 4,70 m ($I = 14\ ‰$), koji je svladan sa dvije kaskade uz uzvodno suženje profila preljeva te vodnim kočnicama. Druga dionica kanala ima uzdužni pad $I = 0{,}80\ ‰$. Na temelju sondažnog bušenja ustanovljeno je da trasa kanala prolazi kroz mršave i masne gline, a na jednom dijelu pojavljuje se prašinasto — tresasto tlo. Stijena, kao propusno tlo, pokrivena je na cijeloj dužini dovoljno debelim pokrivačem nepropusne gline, osim na početku i na kraju kanala. Koeficijent propusnosti ovih materijala varira od 10^{-6} — 10^{-8} cm/s.

Profil kanala na prvoj dionici ima širinu dna 2,0 m, a visinu do ruba bankine 4,0 m. Pokos stranica kanala je u nagibu 1 : 2, a izveden je od grubo obrađene kamene obloge u suho, debljine 25 cm. Kamena olboga leži na podlozi od tamponskog sloja debljine 25 cm granulacije od 0,2—30 m/m. Širina dna kanala na drugoj dionici iznosi 8,60 m, a dubina vode 4,00 m protjecaja od 60,0 m^3/sec. Pokos stranica kanala izveden je u nagibu 1 : 2. Kanal je na čitavom potezu obložen tamponskom oblogom u svrhu povećanja stabiliteta pokosa kanala i zaštite od erozije. Debljina tampona u dnu iznosi 25 cm granulacije 0,2—80 m/m. Debljina tampona na stranicama kanala iznosi 50 cm u boljem tlu, a 125 cm u lošijem sa granulacijom od 0,2—100 mm. Za tampon je korišten materijal iz iskopa tunela.

Na početku druge dionice kanala izveden je betonski prag visine 1,0 m i širine 19,50 m, sa svrhom da sprečava ulazak vučenog nanosa u kanal.

Izlazna građevina tunela Lika—Gacka izvedena je kao prelazni dio između izlaznog portala tunela i početka kanala na dužini od 32 m, s teškim zidovima debljine 1,0 m djelomično armiranim marke betona MB - 160. Kaskade na prvoj dionici kanala izvedene su kao betonske građevine, dužine po 19,80 m, marke betona MB - 160 i 220, a armirano betonske grede i stup kočnica su marke MB - 400.



Vodna komora Hrmotine — presjek

4.8. Ulazni uređaj Gornja Švica

Na početku tunela Gornja Švica—Gusić Polje izgrađen je ulazni uređaj.

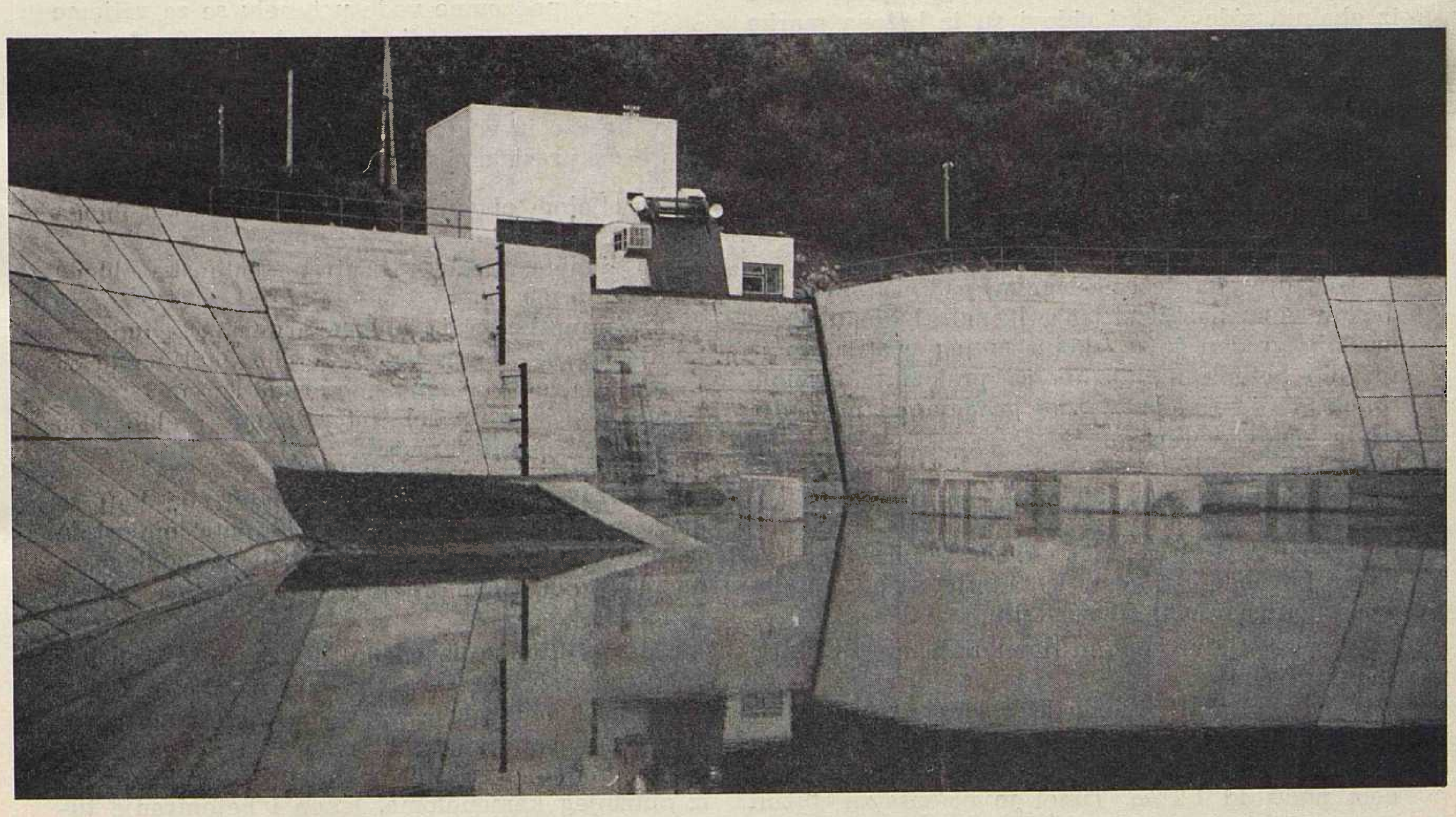
Opremljen je segmentnom zapornicom 6,20 m visine i 4,70 m širine.

Spuštanjem zapornice zatvara se privod vode u tunel i dalje prema Gusić Polju i strojarnici, pa se time u slučaju remonta ili nizvodnih privodnih organa omogućuje remont u suhom. Predviđeno je daljinsko aktiviranje mehanizma za spuštanje zapornice u slučaju da vodostaj u bazenu za dnevno izravnanje u Gusić Polju pređe nivo na koti 436,50 m n. m. Hidraulički pogon zapornice preko zglobno zavješenog servomotora u podu pogonske kućice konstruiran je tako, da se može aktivirati daljinskim upravljanjm bilo s Gusić Polja bilo s brane Šumečica, kao i iz pogonske kućice.

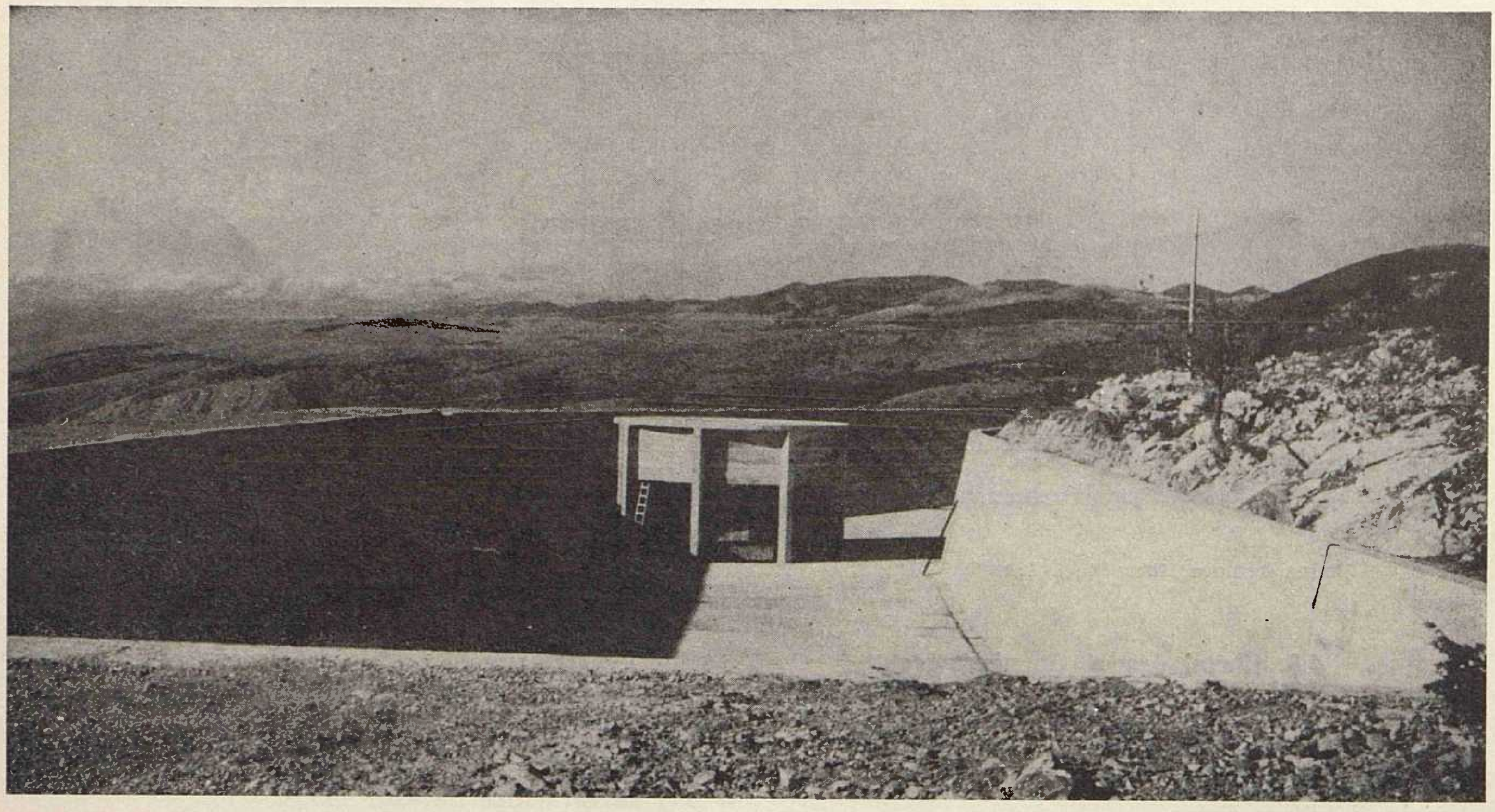
Dno ulaznog uređaja je na koti 443,916 m n. m., a pod zatvaračnice na koti 455,20.

Ispred segmentnog zatvarača izveden je poslužni mostić na koji je koso oslonjena gruba rešetka sa razmakom štapova 24 cm.

Prelazni dio između kanala Šumečica—Gornja Švica i ulaznog uređaja izveden je vitopernim plohama, a veći dio obloge ovih ploha je izveden u obrađenom kamenu u cementnom malteru. Od ove obloge prelazi se betonskim zidovima u kanalski profil ulaznog uređaja.



Ulazni uređaj Gusić Polje — presjek



Vodna komora Hrmotine

Donji dio ulaznog uređaja izveden je kao pravokutni presjek s armirano betonskim zidovima marke betona MB - 220. Na prelaznom dijelu od ulaznog portala do početka tunela profil prelazi iz pravokutnog oblika na normalni profil tunela.

Kućica zatvaračnice oslanja se na svojoj stražnjoj strani na armirano betonski čelni potporni zid, a bočno na krilne nosive zidove koji se izdižu iz obalnih zidova. Ovi zidovi su iz betona marke MB - 300. Ploča dna kućice na kojoj je smješten podizni mehanizam izvedena je debljine 66 cm marke betona MB - 220.

Čelni zid širi se bočno u stepenastom fundiranju prateći pokos zasjeda čelne padine prema kanalu. Ploha mu je u nagibu 1 : 10 i dilatirana, a izvedena betonom marke MB - 160.

Ulazni uređaj leži na laganoj padini brda u području vapnenastih stijena. Kanalski dio ulaznog uređaja građen je u iskopu punog profila, te je taj dio betoniran zajedno sa prelaznim dijelom tunela, koji pripada ulaznoj građevini i nastavlja se na kanalski dio.

4.9. Tunel Gornja Švica — Gusić Polje

Tunelom Gornja Švica—Gusić Polje dovode se pogonske vode HE Senj iz Gornje Švice u kompenzacioni bazen u Gusić Polju.

Protjecanje vode ovim tunelom je sa slobodnim vodnim licem.

Odabrani profil tunela je košarastog oblika visine 4,90 m i širine 4,70 m. Dužina tunela iznosi 9194,76 m, a niveleta dna položena je u jedinstvenom padu od 1,2‰. Tunel je na čitavoj dužini obložen betonskom oblogom, a visina punjenja kod protjecanja instalirane protoke od 60,0 m³/s. iznosi 4,0 m uz brzinu od 3,44 m/s.

Duž trase tunela javljaju se dva osnovna geološka elementa

a) jurski vapnenci s proslojcima dolomita i
b) eocenske breče.

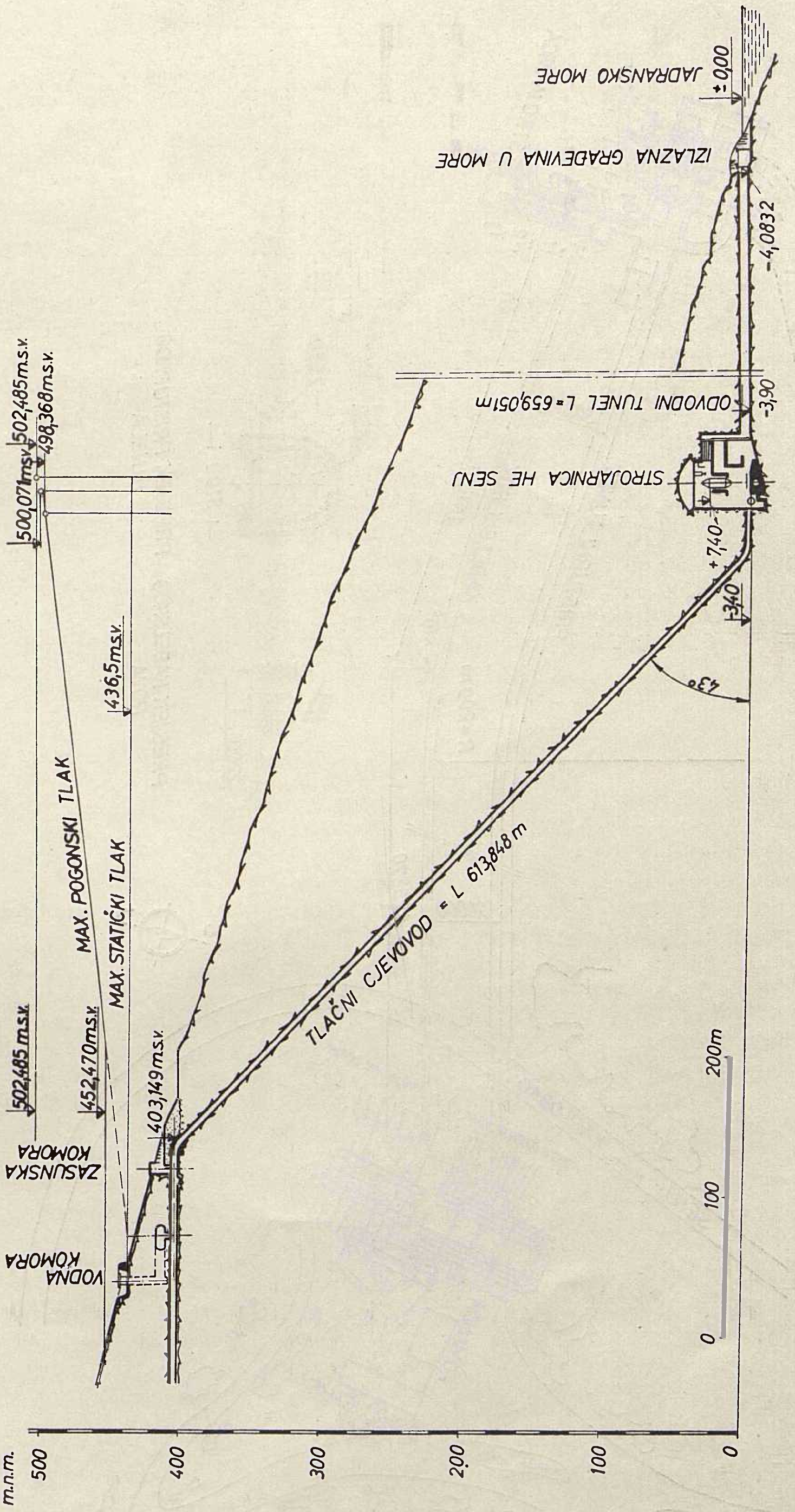
Utjecaj podzemne vode u tunelu se za vrijeme gradnje znatno smanjio kontrolnim odvođenjem Gacke i ograđivanjem ponora.

Na temelju geoloških karakteristika trase, obloga tunela izvedena je u četiri karakteristična poprečna presjeka i to:

— po cijelom obodu nearmirana betonska obloga debljine 30 cm,
— po cijelom obodu nearmirana betonska obloga debljine 50 cm,
— armirano-betonska obloga armirana s unutarnje strane. Beton kalote tunela debljine je 30 cm, a stranica podnožnog svoda 50 cm i
— kao pod 3., ali s debljinom betonske obloge po cijelom opsegu 50 cm.

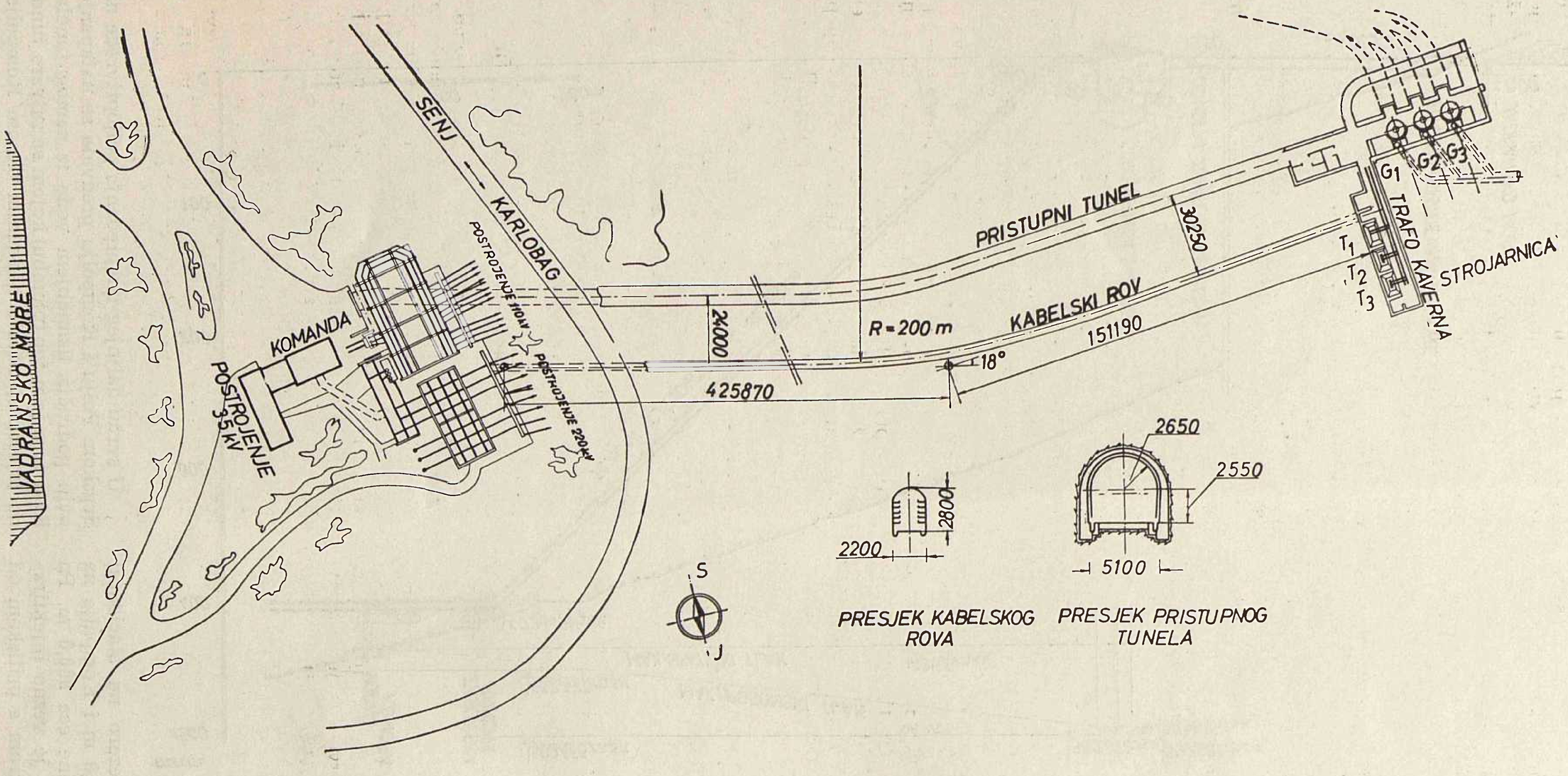
S obzirom na loš kvalitet materijala koji se pokazao prilikom iskopa, na većim potezima ostala je ugrađena u oblogu betona čelična podloga, a na prva dva kilometra pretežno i platice čelične podgrade.

Obloga tunela izvedena je topom u čeličnoj oplati s betonom marke MB - 220 na cijeloj dužini uz prvenstveni zahtjev potpune vodopropusnosti. Agregat za beton upotrebljavao se iz iskopa tunela uz prethodno pranje do stanovitih profila zrna i iz obližnjeg kamenoloma. Iskop i betoniranje tunela izvršeno je sa četiri radna mjesta na dva



napadna okna: Kosmačevo jezero na stacionaži km 1 + 525,00 dužine cca 270,0 m i Kompolje na stacionaži km 5 + 600,00 dužine cca 250,0 m. Po cijeloj dužini tunela izvedeno je vezno injektiranje u kaloti cementnim malterom s pritiskom od 2,5 atmosfere.

U svrhu daljnjeg unapređenja poljoprivrede na Srpskom Polju i Kompolju predviđa se natapanje ovih područja uzimanjem vode iz samog tunela. Radi toga je u čep (plombu) kojom se zatvara tunel na mjestu sjecišta s napadnim oknom Kompolje, ugrađena čelična cijev Ø 60 cm s regulacionim za-



Situacija vanjskih objekata i strojarnice

sunom za ispuštanje natapne vode. Za ovu svrhu predviđeno je u vegetativnom razdoblju izdvajanje 0,65 m³/s vode iz tunela.

Tunel Gornja Švica—Gusić Polje završava u Marasima gdje je zajedno s izlaznim portalom izvedeno i 10,0 m prelaznog dijela kanala. Ovaj dio izveden je od masivnih betonskih zidova.

4.10. Kanal Marasi — Gusić Polje

Ovaj se kanal kao direktni dovodni organ HE Senj nadovezuje na izlaz gravitacionog tunela Gornja Švica—Gusić Polje u Marasima.

Funkcionalno ovaj kanal predstavlja zadnju dionicu gravitacionog sistema od Šumečice. Kanal je položen u smjeru jugoistok—sjeveroistok, a ima dužinu od 1993,43 m. Prvi dio trase na dužini oko 1000 m situiran je u nožici obronka na potezu Marasi—Ševrlje, a drugi dio prolazi ravnicom do Gusić Polja. Zadnja dionica kanala postepeno ulazi u kompenzacioni bazen u Gusić Polju, gdje se nastavlja kroz samu akumulaciju kao kanal kroz Gusić Polje. Kanal je dimenzioniran na instaliranu protoku elektrane od 60,0 m³/s, a dimenzije profila i tip obloge kanala određeni su na temelju ekonomske studije.

Prva dionica kanala u nožici obronka leži gotovo čitavim desnim bokom i dobrim dijelom lijevog boka u trošnoj vapnenačkoj stijeni sa glinenim proslojcima. Druga dionica prolazi sedrastim materijalom i glinom. Ovaj materijal je uglavnom nepropustan s koeficijentom vodopropusnosti od $10^{-6} - 10^{-8}$ cm/s.

Odabrani profil kanala je trapezastog oblika širine dna 2,20 m, sa pokosom stranica u nagibu 1 : 1,50. Niveleta dna kanala položena je na čitavoj dužini u padu 0,042 ‰.

Kanal ima na čitavoj dužini izbetonirano dno a pokose obložene prefabriciranim betonskim pločama, lagano armiranim, dimenzija 2,50 × 3,0 m, debljine 10 cm. Ploče su u zonama vapnenastog materijala položene na sloj mršavog izravnavajućeg sloja betona, a u zonama glina i sedrastih podloga na tamponski sloj granuliranog kamenog agregata debljine 35 cm.

Međusobne fuge betonskih ploča kanala brtvljene su Soral kitom.

Na dionicama gdje je profil kanala viši od terena, bokovi su kanala izvedeni u nasipu sa širinom krune 2,0 m. U zasjeku izvedena je sa strane bankina širine 1,0 m. Gornji rub nasipa kanala na čitavoj trasi izveden je na koti 437,50 m n. m., a nadovezuje se na nasipe Gusić Polja na stacionaži 1 + 657,50.

U svrhu zaštite kanalske obloge od vanjskih pritisaka vode kod naglog pražnjenja kanala, kao i u svrhu pravilne funkcije tamponskog sloja u vezi smrzavanja, izveden je do km 1 + 676,84 sistem drenaže kanala. Ovaj sistem drenaže povezan je sa 8 drenažnih šahtova, koji omogućuju funkcionalno djelovanje u evakuaciji procjednih i podzemnih voda između sistema drenaže i samog kanala. Dok je u trasi kanala kroz iskop u sedri i glini tamponski sloj direktni dovodni put procjednim i podzemnim vodama do centralne drenažne cijevi, na potezu kanala kroz iskop u stijeni izvedeni su na svakih 7 m razmaka tzv. drenažni šlicevi ispunjeni tamponskim materijalom s istom svrhom. Sistem drenaže djeluje na temelju izbalansiranog maksimalnog pritiska vode, koji se može pojaviti s vanjske strane obloge kanala.

Od stacionaže km 0 + 978,32 do km 1 + 218,32 izveden je na lijevom boku kanala sigurnosni rasteretni preljev ukupne dužine 240 m. Preljev je dimenzioniran za protoku od 60,0 m³/s uz preljevnu visinu od 30 cm. Preljev je osiguran slaganom kamenom oblogom u cementnom malteru na kruni, a rukom slaganim kamenom na vanjskom pokosu. Debljina kamena je 20 cm, a položen je na filtarski sloj debljine 15 cm.

Na sjecištu kanala s koritom sjevernog kraka Gacke, izveden je betonski uljevni preljev, preko kojeg će se eventualno upuštati u kanal i voda Gacke iz njezinog sjevernog kraka. Preljev je dimenzioniran na Q_p = 20,0 m³/s, a širine je 14,5 m. Ovo će omogućiti popratni nasipi uz sjeverni krak Gacke, koji će usporiti nivo na kotu uljevnog preljeva 437,00 m n. m.

Za ispuštanje manjih količina vode sjevernog kraka Gacke ispod kanala u slučaju obustave pogona, ili praznog kanala izveden je na istom sjecištu ispusni sifon za količinu od 4—6 m³/s. Na stacionaži kanala km 1 + 618,03 izveden je preko kanala armirano betonski cestovni most, koji povezuje novu preloženu cestu u Gusić Polju. Na stacionaži 1 + 657,57 počinje razdvajanje nasipa kanala, pa se od tog mjesta smanjuje protjecajna površina kanala i nastupa razlijevanje u kompenzacioni bazen. Međutim, sam kanal se proteže i dalje dnom bazena do km 1 + 993,43, s time što mu dubina na kraju iznosi 1,42 m. Na svršetku kanala na stacionaži km 1 + 993,43 izvedena je kaskada koja predstavlja prelazni objekt između kraja kanala Marasi—Gusić Polje i početka kanala kroz Gusić Polje.

4.11. Kompenzacioni bazen Gusić Polje

Ovaj bazen u Gusić Polju ima ukupni volumen 1,6 hm³, a korisni 1,5 hm³. Zatvoren je popratnim nasipima koji se spajaju sa lijevim i desnim krilnim zidovima ulaznog uređaja Gusić Polje. Tijelo nasipa izvedeno je iz glineno sedrastog materijala koji je dobijen iskopom kanala i iz pozajmišta gline uz desni popratni nasip.

Visina ovih nasipa kreće se od 2,0 do 7,0 m, a širina krune iznosi 2,50 m. Na vodnoj strani nagib pokosa iznosi 1 : 2, a na zračnoj varira od 1 : 1,5 do 1 : 2. Nepropusnost nasipa osigurana je izvedbom membrane iz kvalitetne gline, a na zračnoj strani izvedena je drenaža iz kamenog nabačaja.

Maksimalni usporni nivo u bazenu Gusić Polje je na koti 436,50 a minimalni na koti 432,00; između ovih kota osiguran je rad elektrane s instaliranom protokom. Kota krune nasipa iznosi 438,20 m n. m. Na desnom nasipu na njegovom sjecištu sa krakom Gacke koji se gubi prema ponorima, izvedena je preljevna betonska brana.

4.12. Brana Gusić Polje

Ovo je glavni evakuacioni organ bazena Gusić Polje. Situaciono je uklopljen u desni nasip bazena s kojim čini jedinstveno tijelo.

Svrha brane je da evakuira višak vode iz bazena prema ponorima Gusić Polja u slučaju ispada elektrane iz pogona ili redukcije snage. Brana je opremljena u tu svrhu regulacionom zapornicom dimenzija 9,60 × 2,20 m, kojom drži maksimalni nivo u jezero na koti 436,50 m n. m. Za slučaj nadolaska većih količina ili smanjenja kapaciteta rada elektrane, zapornica se automatski spušta i drži dalje nivo na koti 436,50 m n. m. Reguliranje položaja zapornice je automatsko preko aplikatora nivoa kroz tijelo nasipa do pogonske kućice na brani u kojoj je smješten ovaj uređaj i ostali pogonski mehanizmi. Preljevno tijelo brane izvedeno je kao betonski prag sa krunom na koti 434,30 m n. m. i slapištem iza brane na koti 430,00 m n. m.

U lijevom boku brane smješten je temeljni ispust veličine 1,0 × 1,80 m, koji omogućuje potpuno pražnjenje akumulacije do kote 431,50 m n. m. Iznad temeljnog ispusta izvedena je pogonska kućica sa uređajima za dizanje i spuštanje zapornica. Preljevni dio brane premošten je armirano betonskim mostićem. S vodne i zračne strane brane izvedeni su kosi armirano betonski postrani zidovi koji osiguravaju bočni spoj nasipa i tijela brane.

Fundiranje brane izvedeno je na pilotima zabijenim kroz glinu do stjenovite podloge iz jurskih vapnenaca. Upotrebljeni su okrugli hrastovi piloti profila 26 cm.

Krilni zidovi, tijelo brane, postrani zidovi i dno slapišta izvedeni su od betona marke MB - 220. Također su s ovom markom betona izvedeni i ostali dijelovi brane: most, preljevni pragovi slapišta, kućica i pera za otješnjenje i vezu s glinenom jezgrom nasipa.

4.13. Ulazni uređaj Gusić Polje

Ovaj je objekat lociran na zapadnoj strani bazena Gusić Polje na obronku Velikog Maljkovca, kojeg se kosa spušta do samog bazena. Objekat je temeljen na jurskim naslagama svjetlosivih vapnenaca pokrivenih tanjim slojem glinenog pokrivača. Ispred ulaznog uređaja izvedena je taložnica veličine 15,0 × 21,0 m sa dnom na koti 427,0 m n. m., u nju ulazi kanal kroz Gusić Polje. Na kraju taložnice je betonski prag visine 1,0 m, kojim počinje grlo samog ulaznog uređaja. Na pragu se nalaze tri armirano betonska stupa hidraulički oblikovana, visine 4,20 m, koji imaju po dva reda utora za gredne zapornice.

Krilni betonski zidovi otvorenog dijela ulaznog grla sastoje se od nižih zidova s krunom na koti 432,20 m n. m., koji čine prelaz iz taložnice u ulazno grlo i viših zidova s krunom na koti 438,0 m n. m., koji čine prelaz i spoj ulaznog grla s nasipima kompenzacionog bazena.

Na početku zatvorenog dijela ulaznog grla nalazi se fina rešetka položena pod kutom od 70° prema horizontali. Rešetka je stupom podijeljena u dva polja svijetlećih dimenzija 2 × 4,40 × 8,50 m. Maksimalna brzina protjecanja vode kroz rešetku iznosi 1,0 m/s.

Na platou na koti 438,00 m n. m. izvedena je pogonska kućica zatvarača ulaznog uređaja ispred kojeg je čistilica za čišćenje rešetke.

Ulazno grlo se postepeno suzuje na dimenzije tablastog zatvarača 4,20 × 5,0 m koji se podiže i spušta pomoću servomotora smještenog u pogonskoj kućici iznad šahta zatvarača. Ispod same kućice izveden je revizioni prostor zatvarača. Iza zapornice izvedeno je ozračno okno tunela dimenzija 1,30 × 2,50 m. Iza ozračnog okna na dužini od 7,0 m izveden je prelazni dio iz pravokutnog u kružni profil do početka tunela Gusić Polje—Hrmotine na stacionaži km 0 + 000.

Tijelo ulaznog grla s pragom i postranim zidovima izvedeno je iz armiranog i nearmiranog betona marke MB - 220.

4.14. Tunel Gusić Polje — Hrmotine

Dovodni tunel Gusić Polje—Hrmotine privodi vodu od kompenzacionog bazena u Gusić Polju do zasunske komore. Trasa tunela položena je u pravcu generalnog smjera Istok—Zapad s blagom krivinom na početku i svršetku tunela. Tunel je kružnog poprečnog presjeka dijametra $D = 5{,}0$ m s padom nivelete po čitavoj dužini od 1,5 ‰. Dužina mu iznosi 13.573,562 m. On prolazi kroz brdski masiv Velebita koji je izgrađen od jurskih vapnenaca i dolomita. Siječe ga nekoliko rasjeda dinarskog smjera. U zonama s manjim nadslojem stijena je jače razlomljena, a vapnenci karstificirani kao i u zonama rasjeda. Tu su se pojavljivale i procjedne vode koje međutim nisu uzrokovale nekih većih poteškoća. U zonama s većim nadslojem, osim rasjeda, stijena je bila znatno kompaktnija uz mjestimičnu pojavu brdskih pritisaka. Prilikom iskopa tunela vršila se detaljna kategorizacija stijene prema kojoj se podešavao tip obloge tunela.

Iskop tunela rađen je u potkovastom profilu, koji je omogućio komunikaciju i transport materijala duž tunela za vrijeme gradnje. Izbijanje i betoniranje učinjeno je s četiri radna mjesta: iz smjernog potkopa u Gusić Polju na stacionaži tunela 0 + 193,65, iz kosog napadnog okna Melnice kod zaselka Vrzići na stacionaži tunela km 5 + 920 i s napadnog mjesta na izlazu iz tunela kod Hrmotina.

Debljina i tip betonske obloge tunela variraju prema kategorizaciji i kvaliteti stijene. Izvedena je kao nearmirana debljine 30 cm, kao jednostruko armirana debljine 30 cm ili kao dvostruko armirana debljine 40 cm. U slabijim potezima gdje nije bilo moguće izvaditi čelične remenate i armirano betonske ili čelične platice, koje su za vrijeme iskopa osiguravale izbijenu zonu od narušavanja, one su ubetonirane prilikom izvedbe obloge.

Betoniranje je izvedeno topom u čeličnoj teleskopskoj oplati. U prvoj se fazi izvela potkova, a naknadno podnožni svod. Beton je marke MB - 220, koji u svim uvjetima zadovoljava zahtjeve kvalitete hidrotehničkog betona.



Strojarnica u pogonu

Prelaz kaverna i spilja izveden je uz pojačanu oblogu tunela i eventualnim potpunim ili djelomičnim zapunjavanjem šupljina iza obloge. Po čitavoj dužini tunela, osim kaverna, izvedene su vezne injekcije, a konsolidacione u jače razlomljenoj stijeni gdje se moglo očekivati povećanje modula elastičnosti.

4.15. Vodna komora

Ovaj objekat priključen je na dovodni tunel Gusić Polje—Hrmotine, na km 13 + 537. Odabran je raščlanjeni tip vodne komore s asimetričnim prigušivačem i preljevom u gornju komoru. Uslijed prigušivača nastaje u tunelu pritisak veći za 11,28 m nego što bi bio uslijed samih oscilacija. Taj pritisak je međutim tako odabran da ga može preuzeti stijena uz modul elastičnosti od 80.000 kg/cm². Ovakav prigušivač uvjetovao je manje dimenzije gornje i donje komore i smanjio cijenu koštanja objekta. Oblik i dimenzije prigušivača utvrđene su na modelu u hidrotehničkom laboratoriju. Koeficijent asimetrije $\beta = 0{,}46$. Otvor prigušivača poziciono je smješten u sjecištu osi donje komore i tunela. Gornja polovica profila tunela u području prigušivača izvedena je pravokutno s uzvodnim i nizvodnim prelazom na kružni profil.

Donja komora smještena je, s obzirom na os tunela, iz konstruktivnih razloga pod kutom 38° 36′ 54″, a sastoji se iz kaverne svjetle dužine 86,35 m. Vertikalno okno veže donju komoru sa gornjom na udaljenosti 31,174 m od sjecišta osi donje komore i osi tunela. Profil donje komore je promjenljiv od kružnog dijametra $D = 6{,}50$ m na krajevima, do ovalnog visine 8,97 m kod spoja sa oknom. Pad dna komore i uspon tjemena od krajeva prema oknu funkcionalno omogućuje istjecanje vode iz komore prilikom pražnjenja i nesmetano zračenje kod dizanja nivoa.

Kota nivelete dna betona na sjecištu osi komore s osi tunela jest 408,80 m n. m. Ispod vertikalnog šahta izvedena je u dnu komore taložnica tlocrtnih dimenzija 6,10 × 6,10 m. Na početku donje komore između otvora prigušivača i zabatne stijene izvedeno je po cijeloj visini armirano betonsko pero za sprečavanje stvaranja vrtloga prilikom pražnjenja. Volumen donje komore iznosi 3.400 m³. Ona je obložena armirano betonskom oblogom debljine 60 cm, a izvedena betonom marke MB - 220.

Os vertikalnog okna položena je u simetralnoj ravnini donje komore koju dijeli na dva dijela. Profil je nešto veći od minimalnog po Thomi, što je povoljno za amortizaciju oscilacije u oknu. Okno je visoko 17,90 m a ima armirano-betonsku oblogu debljine 50 cm.

Otvorena gornja komora smještena je u zasjeku padine na Hrmotinama. Njezin je položaj asimetričan prema donjoj komori. Dužina joj iznosi (od krune do krune zabatnog zida) 131,56 m, a širina 20,44 m.

Sjeverni zid komore izveden je kao betonski obložni (MB - 160) s nagibom prednje strane 5 : 1, a stražnje 10 : 1. Kruna zida je na koti 442,0 m n. m. Ploča dna izvedena je u betonskoj oblozi debljine 25 cm (MB - 160) sa padom prema oknu gdje je kota 436,55 m n. m.

Južni zid komore i zabatni zidovi izvedeni su kao nasip s armirano-betonskim ekranom debljine 20 cm. Volumen gornje komore iznosi 11,800 m³.

Na izlaznom dijelu vertikalnog okna u gornju komoru izvedena je izljevno-uljevna građevina. Sastoji se od 8 armirano betonskih stupova pokrivenih perforiranom armirano-betonskom pločom, dok su strane između stupova zatvorene finom rešetkom.

4.16. Zasunska komora

Smještena je 7,0 m iza svršetka tunela Gusić Polje—Hrmotine. Opremljena je tablastim voznim zatvaračem svijetlih dimenzija 2,90 × 4,35 m.

Pogon je hidraulički sa servomotorom smještenim u pogonskoj kućici. Upravljanje je daljinsko iz strojarnice, ali je moguće i ručno iz same kućice.

Zasunska komora nadovezuje se na tunel prelaznim profilima. Ovaj prelaz i kućište zapornice osigurani su čeličnom međusobno privarenom oblogom usidrenom u beton I faze. Nakon postavljanja čelične blindaže izveden je beton II faze.

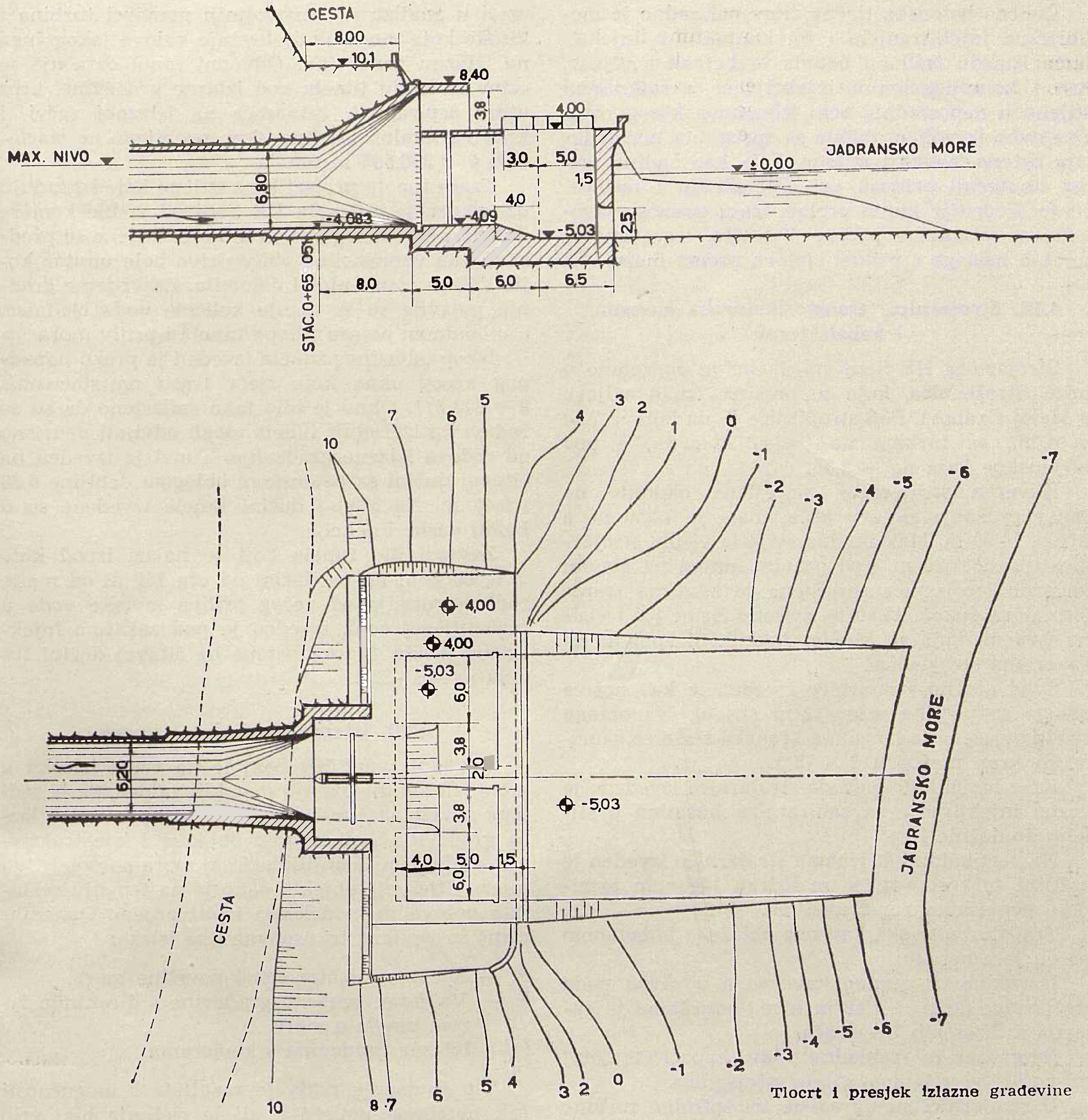
Ispred zasunske komore u punom profilu tunela smještena je taložnica veličine 3,0 × 3,0 × 1,50 m. U njezinom dnu ugrađen je cjevovodni izvod ∅ 400 mm za ispust vode i mulja, a iznad nje u lijevom boku tunela smješten je drugi cjevovodni izvod također ∅ 400 mm kao budući privod za Primorski vodovod. Oba se cjevovodna izvoda provode gotovo paralelno u prostor drenažne galerije, gdje se pomoću sistema zasuna mogu kombinirati i koristiti prema potrebi.

Na zasunsku komoru nadovezuje se kao monolitni blok betonska stalna tačka u koju je ugrađena prelazna zakrivljena čelična cijev dijametra $D = 4{,}0$ m, na koju se nastavlja čelični tlačni cjevovod. Ovaj je dio izveden nakon završetka montažnih i drugih radova na tlačnom cjevovodu i zasunskoj komori. Iznad početka koljena tlačnog cjevovoda izvedeno je reviziono kontrolno okno ∅ 1,0 m s pristupnim šahtom veličine 1,60 × 2,50 m.

Drenažna galerija smještena je iza zasunske komore koljena tlačnog cjevovoda, služi za kaptiranje i odvod procjednih voda iz područne zone cjevovoda i zasunske komore, te izvod cijevi primorskog vodovoda. Visina je galerije 2,5 m, a širina 2,0 m, sa polukružnim svodom.

4.17. Tlačni i razdjelni cjevovod

Nizvodna čelična blindaža zasunske komore prelazi hidraulički povoljnim oblikom u početni dio kosog čelično betonskog tlačnog cjevovoda. Tlačni cjevovod, promjenljivog svijetlog dijametra $D = 4{,}0/3{,}85/3{,}70/3{,}55$ m, položen je pod kutom od 43% prema horizontali, i privodi vodu do razdjelnog cjevovoda koji se račva u tri kraka pred turbinama strojarnice HE Senj.



Tlocrt i presjek izlazne građevine

Na temelju tehničkog rješenja tlačni cjevovod je izveden kao podzemni objekt s ubetoniranom čeličnom cijevi. Istovremeno s ugrađivanjem betonskog konstruktivnog i zaštitnog omotača za koji je upotrebljen tekući beton visokog vodocementnog faktora, ugrađene su i čelične cijevi. Ovakav sistem konstrukcije zahtijevao je minimalne dimenzije iskopa i betona, a omogućio optimalno zapunjavanje šupljina čelik-stijena uz pouzdan prijenos dijela unutrašnjeg tlaka na okolnu stijenu.

Početak tlačnog cjevovoda nalazi se na staciona tunela Gusić Polje—Hrmotine km 13 + 592,56 s visinskom kotom osi cjevovoda 403,161 m n. m. Cjevovod se spušta na kotu — 3,40 m n. m. gdje se na njega nadovezuje čelični razdjelni cjevovod za privod vode turbinama. Dužina cjevovoda iznosi oko 614,0 m.

Debljina betonske obloge oko čelične cijevi iznosi 15 cm, a debljina lima cijevi varira prema veličini unutarnjeg pritiska i kreće se u granicama od 12 do 43 mm.

Razdjelni cjevovod ima tri odvojka, svijetlog profila $D = 2{,}0$ m, dok prelazni dio ima $D = 2{,}90$ m. Cijevi odvojaka odvajaju se od glavnog smjera cjevovoda pod kutom od $55^0\,15'\,55''$, a os generatora sijeku pod kutom od 70^0. Prostorno sistem razdjelnog cjevovoda leži u horizontalnoj ravnini. Debljine lima iznose 38 mm na prelaznom dijelu, a 27 mm na odvojcima. Montažni prostor razdjelne cijevi ispunjen je naknadno betonom.

Čelično betonska tlačna cijev naknadno je meliorirana injektiranjem i to: kontaktnim injekcijama između čelika i betona te betona i stijene, kao i konsolidacionim injekcijama u rastresenu stijenu u neposrednoj zoni iskopanog kosog rova. Ovakvom izvedbom dobila se spregnuta konstrukcija betona, čelika i stijene, koja kao cjelina prima unutarnji pritisak pri opterećenju i rasterećenju. Područje kojim prolazi trasa tlačnog cjevovoda su priobalne padine Velebita, izgrađene iz jurskih naslaga s padom slojeva prema moru.

4.18. Strojarnica, transformatorska kaverna i kabelski rov

Strojarnica HE Senj smještena je podzemno u brdu Stražbenica, koje se prostire iznad zaljeva u Maloj Grabovi. Pod strojarnice je na koti + 7,40 m n. m., os turbina na — 3,40 m n. m., a pod turbinskog kata na — 2,30.

Kaverna strojarnice, smještena okomito na smjer pružanja slojeva brda, duga je 72,50 m, a široka 14,60 m. Maksimalna svijetla visina strojarnice iznosi 31,20 m. Pod pravim kutom na glavnu kavernu strojarnice smještena je kaverna transformatora dužine 43,50 m, svijetle širine 9,0 i visine 9,60 m, koja je kraćim hodnikom spojena sa kavernom strojarnice.

Svod glavne strojarnice izveden je kao nosiva obloga sa petama oslonaca u stijeni. Na oblogu svoda ovješena je konzolna kranska staza za samohodni kran nosivosti 2 × 75 t.

Kroz beton kalote svoda strojarnice izvedeno je vezno injektiranje sa zadiranjem bušotina u stijenu do dužine 1 m.

Na vertikalnim stijenama strojarnice izveden je zaštitni torkret koji je maksiran laganom armirano betonskom konstrukcijom.

Transformatorska kaverna obložena je betonom po cijelom opsegu.

Nizvodno od glavne kaverne a u nivou poda strojarnice (kota + 7,40 m n. m.) smještena je galerija difuzorskih zatvarača.

Rezervoar za rashladnu vodu, kapaciteta 250,0 m^3 nalazi se u čelnom dijelu strojarnice.

U strojarnici su ugrađene tri spiralne turbine tipa Francis sa vertikalnim osovinama, koje su opskrbljene regulatorom pritiska.

Kabelskim rovom dužine 577,0 m vode se kabeli iz transformatorske kaverne do vanjskog rasklopišta u uvali Male Grabove.

4.19. Odvodni tunel

Na turbinama iskorištene vode HE Senj evakuiraju se odvodnim tunelom u more. Odvodni tunel počinje sa svojim normalnim profilom na kraju izlazne račve iza turbinskih aspiratora. Kota dna betona na svom mjestu iznosi — 3,90 m n. m., a dužina tunela do izlaza u more 667,051 m. Pad je jednoličan u nagibu 0,278 ‰, a sam profil je košarasto-potkovastog presjeka visine 6,80 m, a širine 6,20 m. Ovakve dimenzije dozvoljavaju protjecanje u tunelu sa slobodnim vodnim licem. U hidrauličkom računu su kod iznalaženja profila tunela uzeti u analizu najnepovoljniji manevri turbina i visoke kote mora uz djelovanje valova jakog juga na izlaznu građevinu. Odvodni tunel ozračuje se osim na kraju tunela kod izlazne građevine, kroz utore aspiratskih zatvarača na izlaznoj račvi, i kroz vertikalno ozračno okno probijeno na stacionaži 0 + 396,565 m tunela.

Trasa tunela prolazi kroz stijene koje izgrađuju uže područje objekata HE Senj od vodne komore do izlaza odvodnog tunela u more. Stijene su predstavljene vapnencima obično sive boje unutar kojih dolaze manji ulošci dolomita. Za vrijeme gradnje pojavile su se manje količine voda cjednica, a u obalnom pojasu iskopa tunela i priliv mora.

Iskop odvodnog tunela izveden je preko napadnog kosog okna koje sječe trasu na stacionaži 0 + 643,271. Okno je bilo tako smješteno da su se radovi na izgradnji tunela mogli odvijati neovisno od radova izlazne građevine. Tunel je izveden na čitavoj dužini sa betonskom oblogom debljine 0,30 i 0,40 m. Na cijeloj dužini tunela izvedene su u kaloti vezne injekcije.

Završni dio tunela koji se nalazi ispod kote ± 0,000 m n. m. na dužini od cca 150 m od mora, radi osiguranja od većeg priliva morske vode u razlomljenoj zoni, izveden je pod zaštitom injekcionog plašta. Marka betona na čitavoj dužini tunela je MB - 220.

4.20. Izlazna građevina u more

Odvodni tunel HE Senj je na svom izlasku u more izložen djelovanju morskih valova, pa je radi toga završetak tunela izveden kao posebna izlazna građevina, koja svojim oblikom i konstruktivnim rješenjem smanjuje utjecaj mora na dopustivu mjeru. Rješenje objekta dano je na temelju rezultata dobivenih modelskim ispitivanjem. Orijentaciono su ispitana tri osnovna tipa izlaza:

A — Spuštanje izlaza ispod površine mora.
B — Valobran umjesto građevine s direktnim izzom tunela u more.
C — Izlazna građevina s komorama.

Tip B dao je najbolje rezultate s mogućnosti čak potpunog umirenja, ali je rješenje bilo vrlo skupo i glomazno. Radi toga je usvojen i izveden tip C tj. izlazna građevina s komorama. Objekt je relativno mali, sprečava prijelaz oscilacija mora u tunel, hidraulički gubici su mali i ne dolazi do zatrpavanja pijeskom pod utjecajem valova.

Izlazna građevina je po svojoj formi riješena tako da se na odvodni tunel, prelaznim dijelom same građevine nadovezuju amortizacione komore, a između njih i prelaznog dijela nalazi se zasunski dio.

Prelazni dio postepeno prelazi iz tunelskog profila na prošireni pravokutni profil zasunskog dijela. Obloga je armirano betonska debljine 80 cm. Dužina prelaznog dijela iznosi 8,0 m.

Zasunski dio je armirano betonskim stupom širine 80 cm tlocrtno podijeljen u dva dijela širine po 3,30 m. U ovom dijelu su u postranim zidovima i stupu izvedeni utori za tablaste zatvarače, a u

razdjelni zid ubetonirani su nosači i vodilice za pomoćni podest na koji se postavlja pumpni agregat za slučaj pražnjenja tunela.

Amortizacione komore izvedene su kao bazen koji se nastavlja na zasunski dio objekta. Širina bazena iznosi 25,60 m, a tlocrtno je podijeljen razdjelnim zidom u dvije komore. Prema moru komore su zatvorene betonskom uronjenom stijenom na kojoj su dva otvora dimenzija 9,80 × 2,5 m.

Izlaznoj građevini pripada i kratki odvodni kanal iskopan u plićem obalnom dijelu mora.

4.21. Prilazni tunel strojarnici

Pristup u strojarnicu HE Senj obavlja se prilaznim tunelom dužine 583,45 m. Ulazni portal tunela smješten je u sklopu radnog prostora pogonskih objekata strojarnice u Maloj Grabovi. Kota nivelete tunela na ulazu iznosi + 7,40 m n. m. s padom od 0,274 % prema strojarnici.

Svijetli gabarit tunela odabran je tako da se u strojarnicu mogu dopremiti i transportirati najveći montažni dijelovi elektromašinske opreme. Tunel je potkovastog oblika s kalotom izvedenom u obliku polukruga. Minimalni svijetli raspon između postrane betonske obloge iznosi 5,10 m, a unutarnji radijus kalote je 2,65 m. Kalota i zidovi tunela izvedeni su betonom marke MB - 160, a betonska podloga asfaltnog kolovoza betonom marke MB - 220. Za odvod eventualnih procjednih voda u tunelu izvedeni su postrani drenažni kanalići.

Kolovozna traka izvedena je u dvije faze. U prvoj je betonska ploča marke betona MB - 220 debljine 0,20 m, a u drugoj asfaltni pokrivač debljine 3 cm. Kolovoz ima u poprečnom presjeku dvostrešni pad od 1,5 %.

Trasa tunela prolazi tamnosivim vapnencima, koji su ispočetka dosta zdrobljeni i izmiješani crvenicom, a prema strojarnici postaju kompaktniji.

4.22. Rasklopna postrojenja i komanda

HE Senj ima rasklopna postrojenja za 110 i 220 kV. Ona su smještena u uvali Male Grabove iznad ulaza u pristupni tunel neposredno uz komandnu zgradu i radionice. Platoi rasklopnih postrojenja zasječeni su u teren na kotama + 9,0 m n. m. i + 16,0 m n. n., a stranice zasjeka osigurane betonskim zidovima visine 2,0 do 9,0 m. Na prostoru između rasklopnog postrojenja i mora nalazi se zgrada komande, rasklopnica 25 kV i radionica pogona.

4.23. Ostali radovi

Uz niz ostalih radova koji nisu ovdje spomenuti potrebno je naglasiti, da je uslijed radova na HE Senj bilo potrebno preložiti dio postojeće ceste u Gusić Polju, jer je stara dionica izgradnjom akumulacionog bazena u Gusić Polju potopljena. Ovo je bio ujedno početak radova na suvremenom putu Otočac—Vratnik—Senj.

Osim ovog je i u uvali Male Grabove preloženo 650 m Jadranske magistrale, pa njezina današnja trasa prolazi iznad rasklopnog postrojenja elektrane, dok postojeći stari dio magistrale služi kao odvojak pristupa postrojenju u Maloj Grabovi.

5. Hidromehanička i strojarska oprema

Fedor Jelušić, Zagreb

5.1. — Hidromehanička oprema

Mnoštvo hidrotehničkih objekata kod postrojenja HE Senj iziskuje i velik broj različite hidromehaničke opreme. Općenito se radi o opremi manjih razmjera; jedino se po veličini i koncepciji ističe oprema bočnog preljeva na brani Kruščica s najvećim dubinskim segmentnim zatvaračem u Jugoslaviji.

Ukupna težina hidromehaničke opreme iznosi oko 783 tone. Od toga je najveći dio opreme u težini od 723 t isporučila i montirala tvornica »Metalna« iz Maribora. Opremu pak preljeva i ispusta bazena Gusić Polje, te opremu izlaza turbinskih difuzora i odvodnog tunela u težini od 60 t isporučila je i montirala tvornica »Litostroj« iz Ljubljane. Uljne uređaje i servomotore za isporuku »Metalne« izradile su tvornice Wagner-Biro, Wien i Rheinstahl Union Brückenbau, Dortmund.

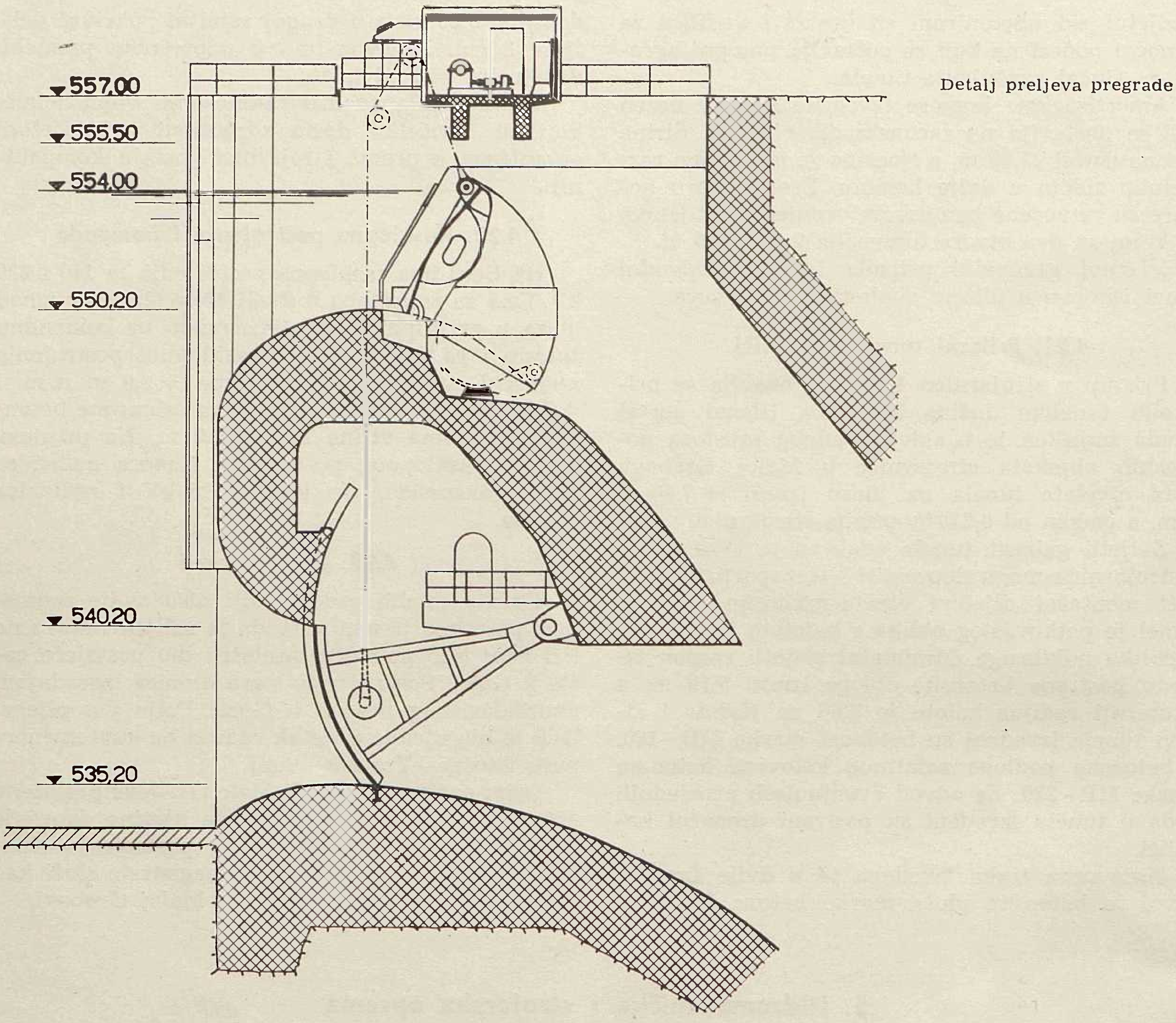
Pregrada Sklope

Temeljni ispust je tunelskog tipa za kapacitet oko 180 m³/s. Opremljen je grednim zapornicama na ulazu, pomoćnim zatvaračem u polovici trase tunela i regulacionim zatvaračem na izlazu.

Ispred ulaza u tunel temeljnog ispusta predđen je tablasti vozni zatvarač $b = 2{,}8$ m, $p = 71$ m s koloturnikom 5 t za dizanje i prijenos, a na samom grlu je gruba rešetka razmaka šipki 265 mm.

Na tunelu nizvodno od injekcione zavjese ugrađen je tablasti vozni zatvarač b = 2,8 m, p = 71 m s. v. zatvorenog tipa s jednoradnim vlačnim servomotorom. Uljni uređaj i servomotor smješteni su u kaverni do koje se dolazi rovom iz kontrolne galerije nasute pregrade. Prelaz s profila tunela od 4,0 m na pravokutni otvor zatvarača izveden je u čeličnoj oblozi dužina 4,7 m i 6,5 m. Za montažu i remont služi prijenosno vitlo vlačne sile 10 t i koloturnik za 20. t.

Izlaz tunela završava regulacionim tablastim kliznim zatvaračem zatvorenog tipa $b = 2$ m, $h = 3$ m, $p = 71$ m s. v. Uzvodni prijelazni dio i blindirana obloga rova dugi su 11 m. Nizvodna izlazna obloga duga je svega 2 m. Zatvarač ima posebno oblikovane utore i odzračenje izlaznog



Detalj preljeva pregrade

mlaza. Tablu zatvarača pokreće dvoradni uljni servomotor. Uljni uređaj sa dodatnim uljnim akumulatorom smješten je u kućici iznad zatvarača.

Predviđeno je daljinsko upravljanje zatvaračima temeljnog ispusta iz prostorije dežurnog zaporničara.

Težina opreme temeljnog ispusta iznosi oko 240 t.

Drenažu kontrolne galerije pregrade od procjedne vode, koja se sakuplja u najnižem dijelu galerije, osigurava podvodna pumpna grupa 1000 l/min kod manometarskog pritiska od 42 m s. v. sa elektromotorom od 11 kW.

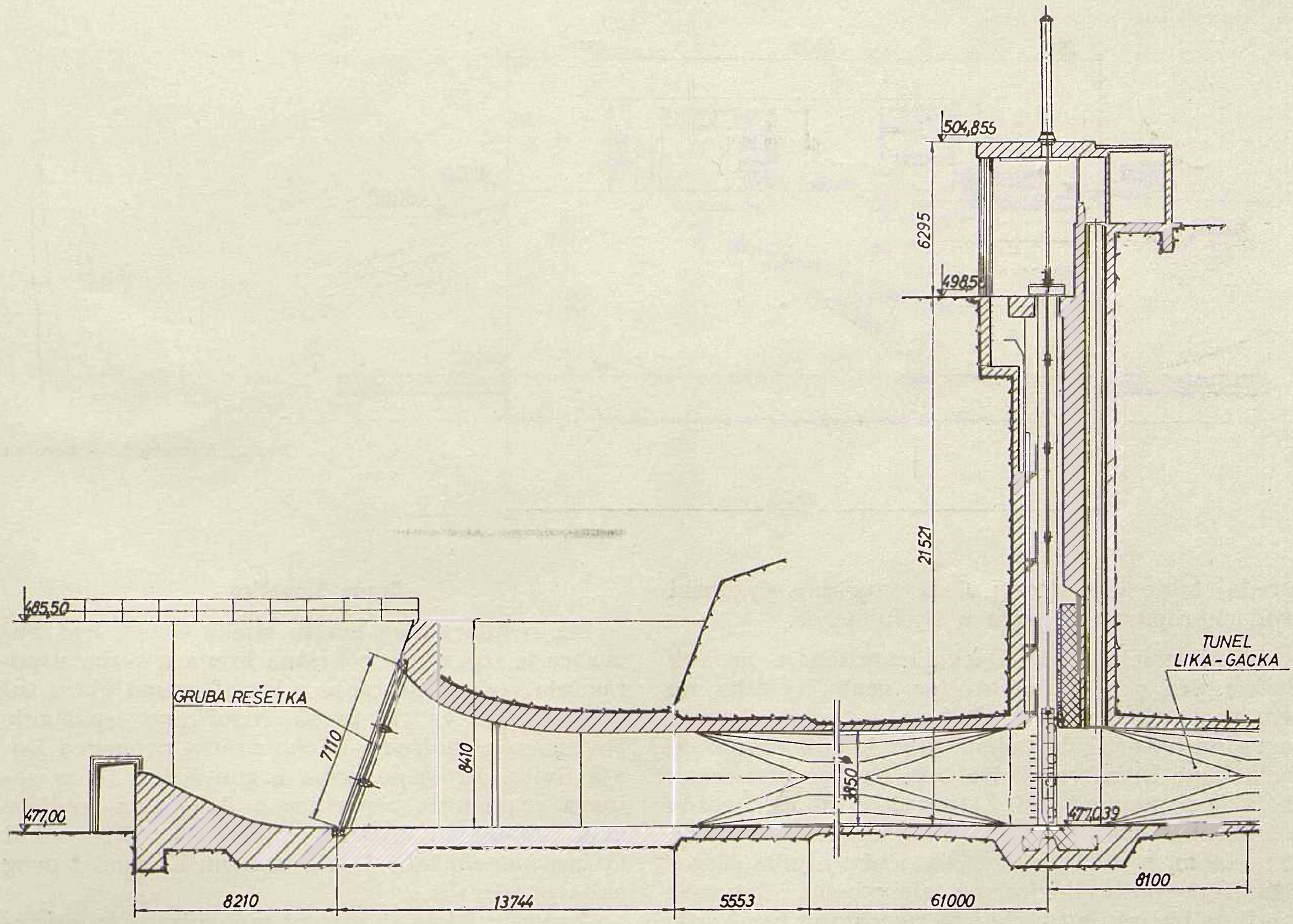
Bočni preljev, s ulazom na desnoj obali uz bok pregrade, dimenzioniran je za odvođenje 1400 m^3/s kod povišenog uspora u jezeru do kote 555,50 m n. m. Sastoji se od 1 polja po visini podijeljenog na 2 otvora. Na gornjem otvoru je preljevna zaklopka dužine 14 m i usporne visine 4,0 m za stalni uspor do kote 554,0 m n. m., a dimenzioniran za visinu preljevnog sloja do 5,5 m. Donji ispusni otvor svijetle širine 14,5 m i visine 5 m, opremljen je dubinskim segmentnim zatvaračem radija usporne stijene 7,4 m, a za pritisak do $p = 20{,}3$ m s. v. Sila vodnog pritiska koju preuzimaju dva ležaja segmenta može iznositi do 1450 t.

Po patentu tvornice »Metalna« povezano je spuštanje zaklopke s podizanjem segmenta preko zajedničkog obostranog mehanizma sa centralnim elektromotornim pogonom. Na taj način se koristi ukupni momenat u smislu otvaranja zaklopke za podizanje segmenta, pa je moguće otvaranje zapornica i ručnim pogonom u prihvatljivom vremenu. Pored veće sigurnosti otvaranja zapornica ušteđuje se kod ove izvedbe i drugi mehanizam s pogonom. Kako je hod objesišta zaklopke veći od hoda objesišta segmenta, to je iz zatvorenog položaja moguće slobodno spuštanje zaklopke za nešto preko 1 m, a bez podizanja, sa svrhom manjih rasterećenja i ispuštanja plivajućih nečistoća ili leda.

Automatika s plovcem regulira otvaranje opreme bočnog preljeva u zavisnosti od vodostaja u jezeru. Položaj zapornica prenosi se na pult u prostoriji zaporničara, koja je u sklopu zatvaračnice ulaza u dovod za buduću pribransku HE Sklope.

Težina opreme bočnog preljeva je 163 t što u odnosu na kapacitet pokazuje jediničnu težinu od svega 116 kg po 1 m^3/s.

Ulaz dovodnog tunela Sklope. Do turbine potroška 45 m^3/s u strojarnici pribranske He Sklope, koja će se izgraditi naknadno, dovodit će se pogon-



Ulazni uređaj Selište

ska voda adaptiranim desnim obilaznim tunelom promjera 7,0 m. Dovod ima na ulazu brze tablaste zatvarače, a u tunelu nizvodno od injekcione zavjese montirat će se naknadno slobodni čelični tlačni cjevovod promjera 4,0 m.

Ulaz dovodnog tunela uzdignut je iznad tjemena tunela radi izgradnje ulaza i montaže opreme još za vrijeme korištenja tunela kao optočnog rova. Na ulazu montirana oprema je u stvari oprema za tokom gradnje napušteno rješenje s betonskom lučnom branom. Ova dva razloga uvjetovala su osebujan oblik i položaj ulaznog uređaja dovoda, koji je podijeljen na 2 paralelna polja sa polukružnim rešetkama razmaka 50 mm i kosim tablastim voznim zapornicama $b = 1{,}8$, $h = 3{,}0$ m, $p = 65$ m s. v. Donji ulaz u tunel je naknadno zatvoren betonskim tamponom u koji je ubetonirana cijev promjera 2,3 m s vratima, a radi propuštanja malih voda rijeke Like gravitacijom kroz dovod; time se omogućuje rad u tunelu temeljnog ispusta uzvodno od pomoćnog zatvarača.

Od zatvarača pa do vlačnih uljnih servomotora smještenih u zatvaračnici izgrađena je oko 120 m duga kosa staza s prekrivenim kanalima za pogonske zglobne motke i s odzračnom cijevi. Kod grla je predviđen portal za remont tabli na platformi na koti 504,70 m n. m.

Do izgradnje strojarnice Sklope može se budući dovod u slučaju potrebe upotrijebiti za dodatnu evakuaciju suvišnih voda iz jezera.

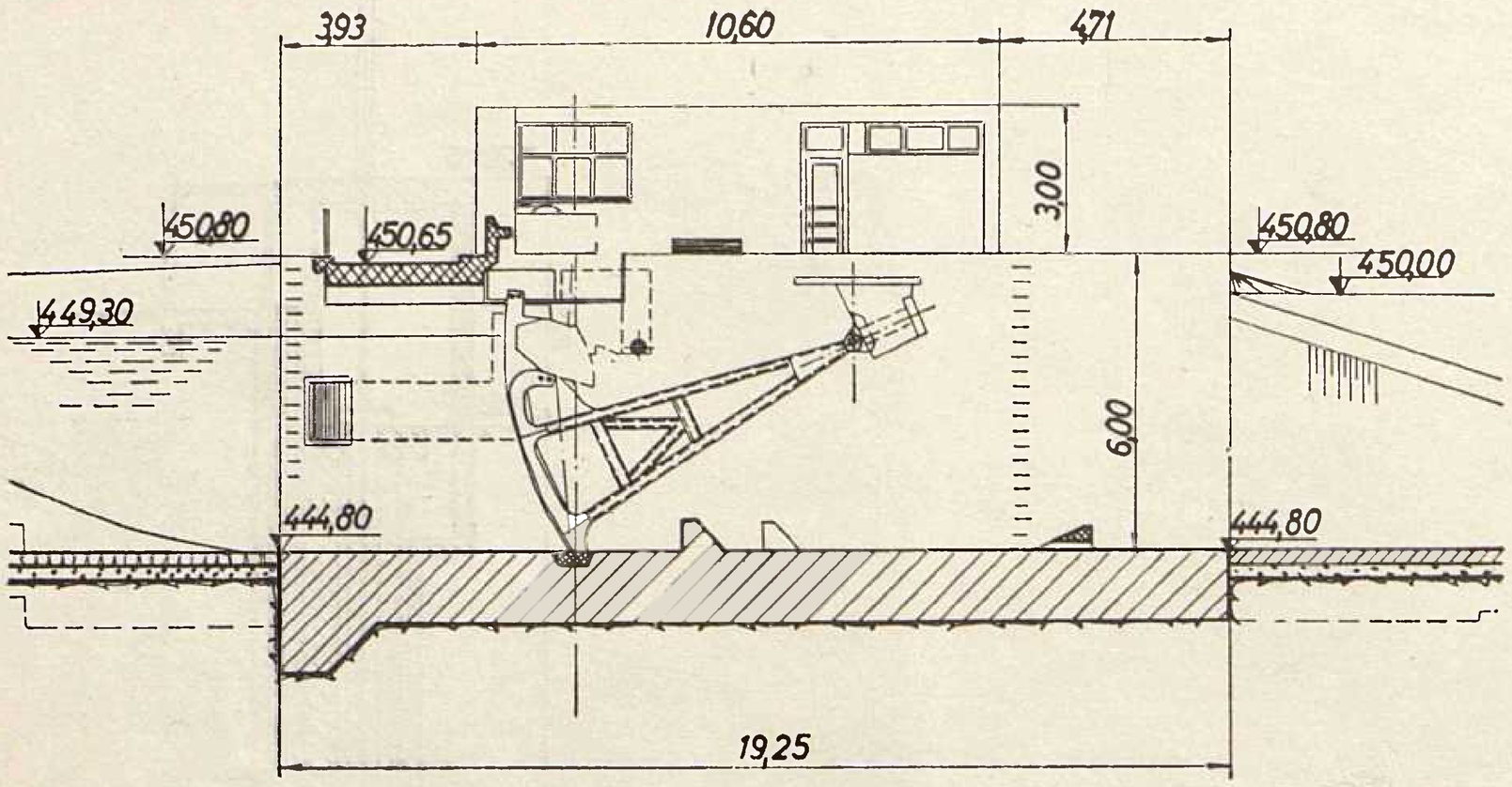
Uz zatvaračnicu su dodane prostorije zapornica i druge pogonske prostorije neophodne do izgradnje strojarnice Sklope. U zatvaračnici je montiran Diesel-agregat 105 kVA, 400/231 V kao rezervni izvor energije za pogonske objekte, a u posebnim prostorima su: transformator 250 kVA, s poljem 10.000 V i razvodom 400/231 V, telekomunikacioni uređaji i baterije akumulatora.

Za mjerenje vodostaja u jezeru predviđen je manometarski uređaj sa živom i zračnim prijenosom, radi postave manometara iznad vode.

Brana i ulaz Selište

Brana Selište pregrađuje korito rijeke Like kod Selišta radi skretanja vode ispuštene iz jezera Sklope i dotoka potoka Bakovac u tunel na desnoj obali prema Gackoj. Na kruni niske betonske gravitacione brane montirana je preljevna zaklopka dužine 24 m i usporne visine 2 m za uspor do kote 484,0 m n. m. Zaklopka je u sredini zavješena na vlačni uljni servomotor.

U desnom boku brane je temeljni ispust zatvoren tablastom zapornicom $b = 1{,}5$ m, $h = 2{,}8$ m, $p = 7$ m s. v. s ručnim pogonom. Osobitost je kod ovog objekta da dolazi do poplavljivanja brane i opreme na njoj kad preljevne vode postanu veće od moći gutanja ponora u nižem dijelu Lipovog Polja. Radi toga je uljni uređaj zaklopke smješten u povišenoj zatvaračnici ulaza tunela, a pogonski



Brana Šumečica — presjek

uređaj table temeljenog ulaza tunela, a pogonski vodonepropusnu komoru u tijelu brane.

Ulaz tunela Lika—Gacka smješten je uz bok brane. Na grlu je montirana gruba rešetka na otvoru $b = 10{,}0$ m i $h = 6{,}89$ m. Zatvarač ulaza je ugrađen u vertikalno okno, koje je odmaknuto od grla kako bi zatvaračnica bila na obronku iznad najviše poplavne vode. Zatvarač je tablasta vozna regulaciona zapornica otvorenog tipa za $b = 2{,}8$ m, $h = 4{,}0$ m, $p = 24{,}5$ m s. v. s vlačnim uljnim servomotorom postavljenim na slobodnom. Zatvarač služi za izoliranje tunela i za regulirano ispuštanje vode Like prema Gackoj. Kad se kod izlaza tunela postavi agregat sa turbinom, koja će koristiti energiju propuštene vode na padu između uspora kod Selišta i uspora brane Šumečica na Gackoj, ovaj zatvarač će imati samo funkciju izoliranja ulaza u tunel.

U zatvaračnici se nalazi pripadni uljni uređaj zatvarača ulaza, ali i uljni i upravljački uređaj s automatikom zaklopke na brani, kao i transformacija 10/0,4 kV, 50 kVA, telekomunikacioni uređaji i prostorije zaporničara.

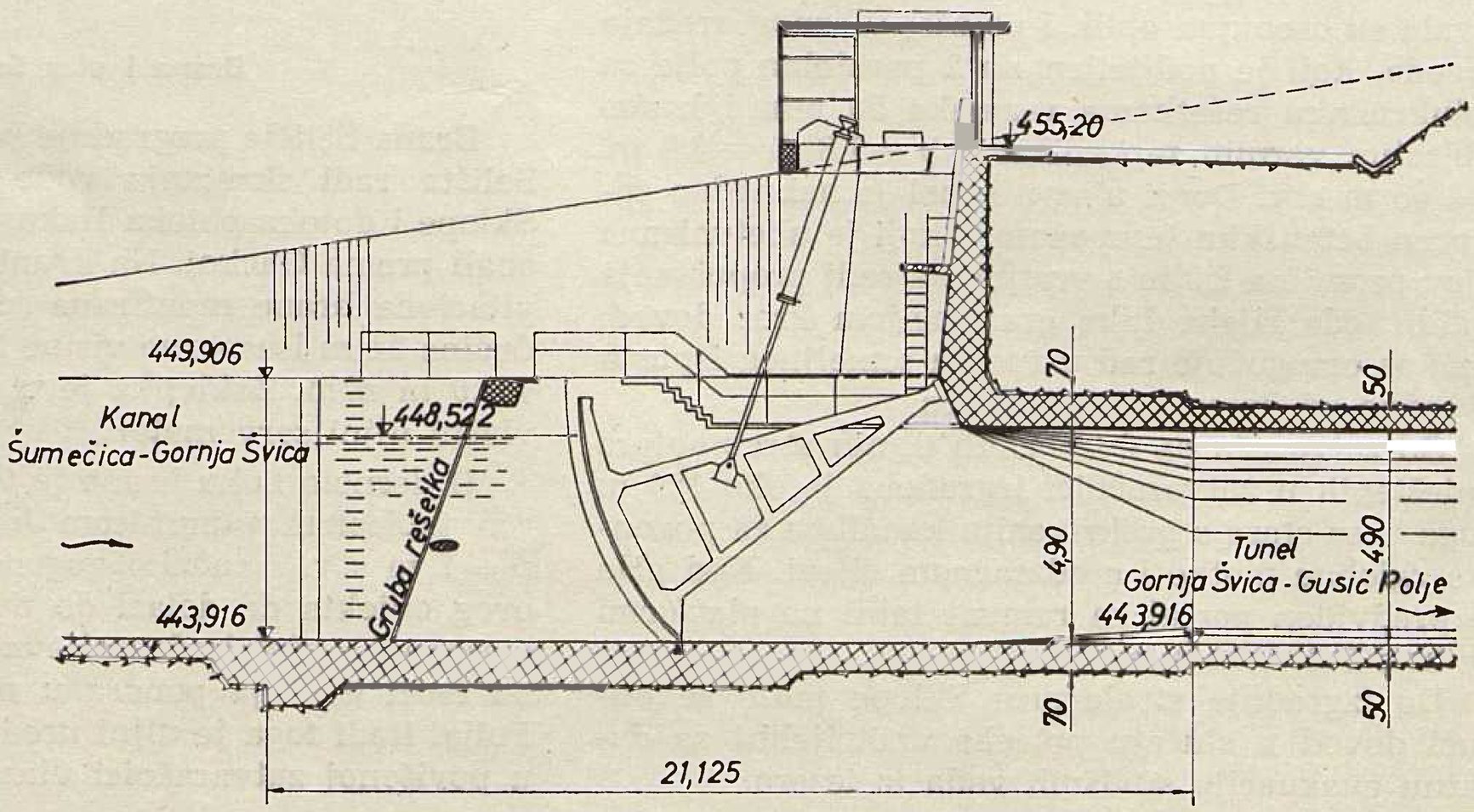
Brana Šumečica

Na regulacionom koritu rijeke Gacke kod Šumečice je izgrađena pokretna brana u svrhu usporavanja vode i skretanja u kanal prema ulazu tunela Gornja Švica, te za regulirano ispuštanje povremenih suvišaka dotoka prema ponorima Donja Švica. Protočno polje brane širine 10 m zatvara segmentna zapornica s dodatnom preljevnom zaklopkom uspornih visina $3{,}6 + 0{,}91 = 4{,}51$ m za uspor do kote 449,31 m n. m. Kapacitet ovog polja je 90 m³/s.

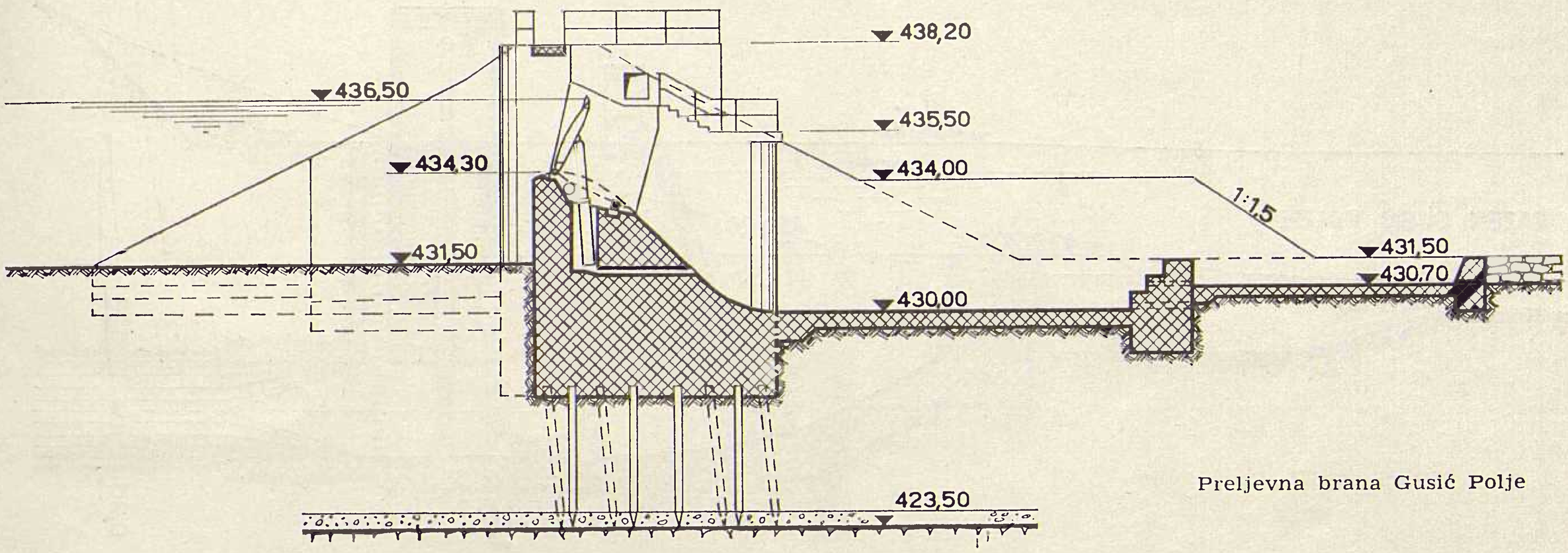
Zapornica ima dvostrani mehanizam za pokretanje s pogonskim uređajem u kućici na lijevoj obali. Predviđena je automatika otvaranja protočnog polja u zavisnosti od visine usporene vode. Zamrzavanje kod brtvila i bočnih štitova sprečava električno grijanje. Uz prostoriju pogonskog uređaja smještena je transformacija 10/0,4 kV, 50 kVA i prostorije zaporničara.

Brana Vivoze

Na niskoj nasutoj brani kod Vivoza, koja prije-



Ulazni uređaj Gornja Švica



Preljevna brana Gusić Polje

nim sjevernim krakom, izgrađen je betonski elemenat s temeljnim ispustom. Otvor ispusta je zatvoren tablastom zapornicom širine 3,0 m i visine 2,5 m s dvojnim ručnim pogonom.

Ulaz Gornja Švica

Na ulazu gravitacionog tunela Gornja Švica—Marasi postavljena je kosa gruba rešetka na otvoru $b = 4{,}7$ m, $h = 6$ m s razmakom šipki od 250 mm. Tunel se može izolirati od voda Gacke spuštanjem segmentne zapornice $b = 4{,}7$ m, $h = 6{,}2$ m, $R = 8$ m. Ovu zapornicu pokreće viseći vlačni uljni servomotor. Uljni i električni uređaj smješteni su u nisku kućicu iznad ulaza. Predviđena je mogućnost zatvaranja zapornice, jer je objekat bez stalne posade.

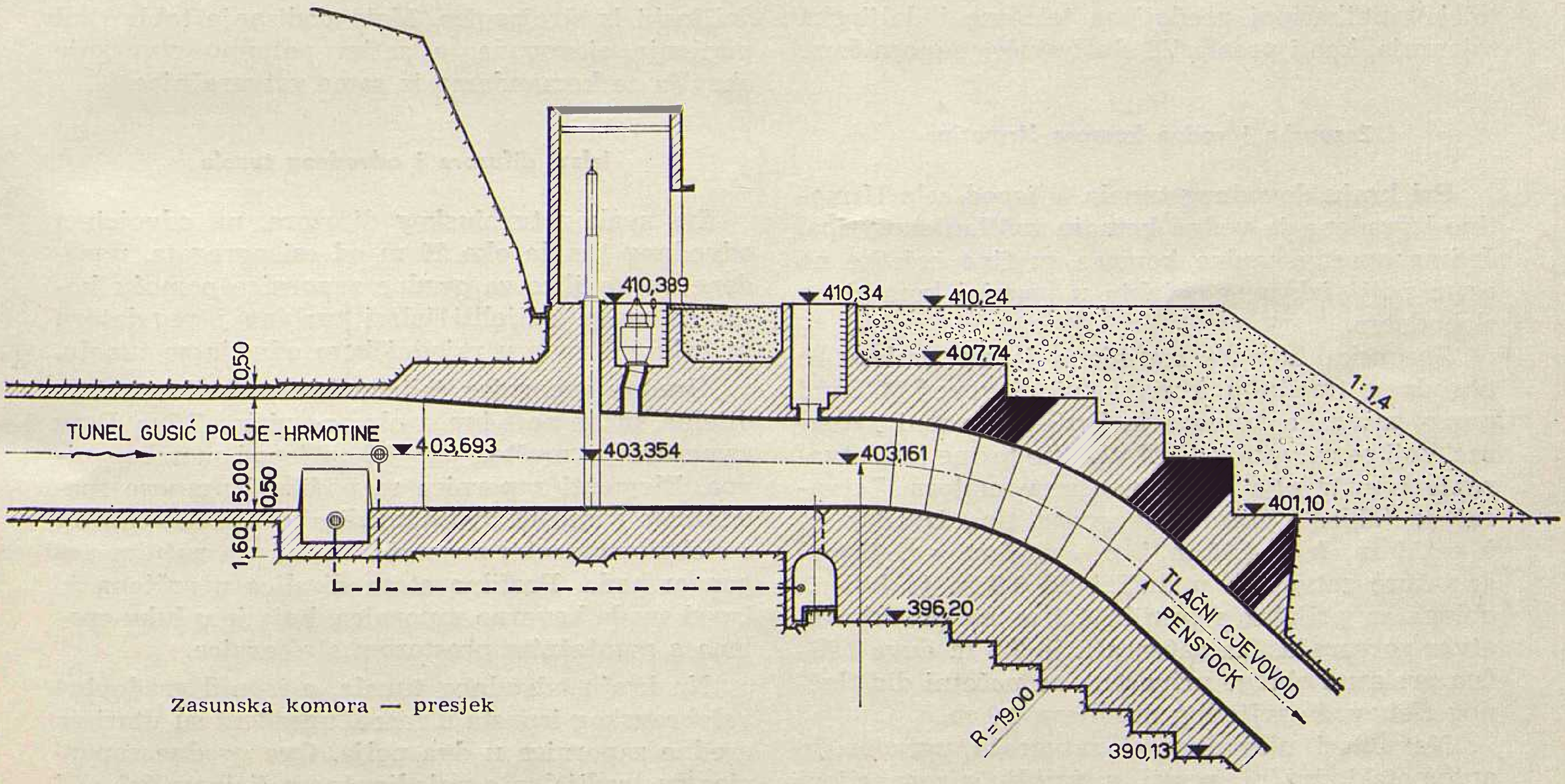
Ispust Marasi

Na križanju dovodnog kanala elektrane i sjevernog kraka Gacke kod Marasa izgrađen je objekat koji omogućuje bilo preljevanje vode iz sjevernog kraka u dovodni kanal, bilo ispuštanje te vode u sifon ispod kanala, pa u ponore na Kompolju. Ispust u sifon se zatvara tablastom zapornicom 1,2/1,2 m s ručnim pogonom.

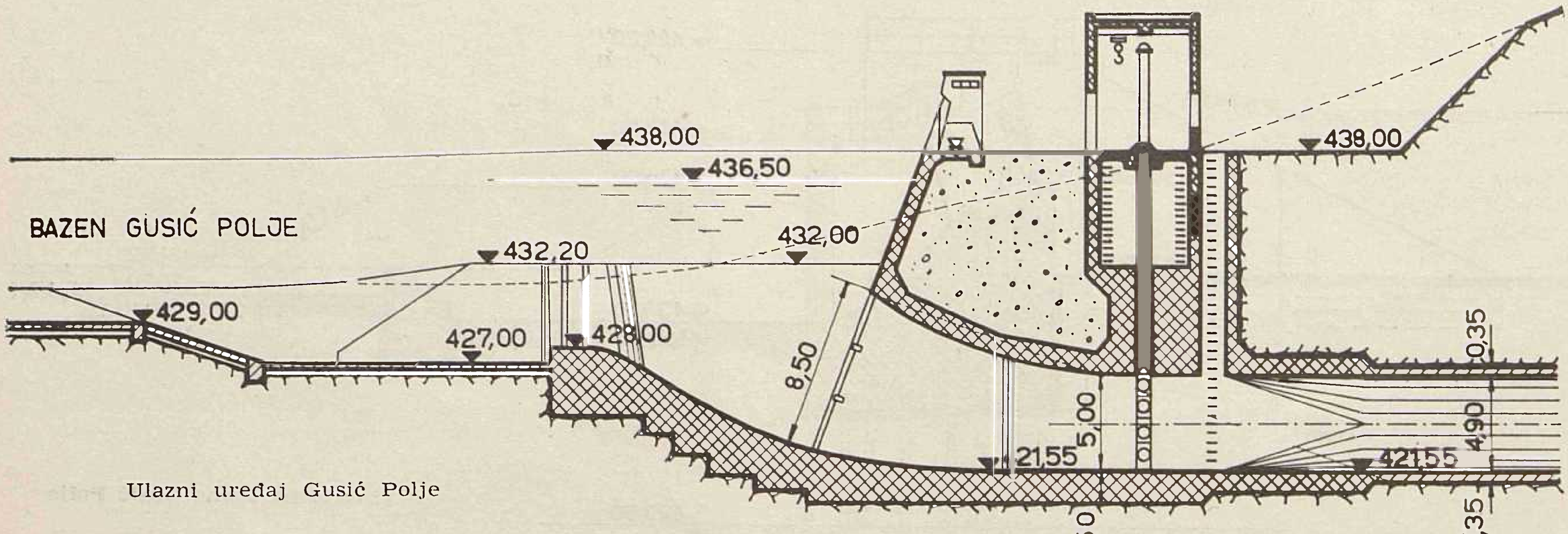
Preljev i ispust Gusić Polje

U desnom nasipu bazena za dnevnu regulaciju protoke stvorenog na Gusić Polju izgrađeno je betonsko polje s preljevom i temeljnim ispustom. Na preljevu je montirana preljevna zaklopka širine 9,6 m i usporne visine 2,2 m, za uspor do kote 436,5 m n. m., a s kapacitetom od 60 m³/s. Zaklopku pokreću 2 tlačna oscilirajuća uljna servomotora. Otvaranje preljeva je automatsko u zavisnosti od usporne visine vode. Uljni uređaj i elektro-hidraulički uređaj automatike ugrađeni su u zatvaračnici, koja je upuštena u lijevi bočni zid.

Otvor temeljnog ispusta zatvara tablasta zapornica $b = 1{,}0$ m, $h = 1{,}8$ m, $p = 6{,}5$ m s. v. s ručnim pogonom.



Zasunska komora — presjek



Ulazni uređaj Gusić Polje

Ulazni uređaj Gusić Polje

Na ulazu dovodnog tlačnog tunela elektrane, koji se nalazi na južnom rubu bazena Gusić Polje, izgrađen je ulazni uređaj.

Na upuštenom grlu postavljena je kosa fina rešetka svjetlog razmaka 40 mm na otvoru širine 9,8 m i visine 8,5 m sa srednjim zidom i dva uzdužna nosača. Rešetka se čisti manjom pokretnom čistilicom s grabljama širine 1,6 m i visinom dizanja od 20 m.

Nakon suženja profila grla izgrađena je zatvaračnica s brzom tablastom voznom zapornicom otvorene izvedbe. Zapornica je izvedena za $b = 4{,}2$ m, $h = 5{,}0$, $p = 16$ m s.v., a pokreće ju vlačni uljni servomotor. Uljni i električni uređaj kao i servomotor smješteni su u visokoj zatvaračnici, koja ima pod stropom traverze za 2 viseća koloturnika za montažu i remont. Iza zatvaračnice je okno za zračenje i ulaz u tunel. U prigradnji do zatvaračnice smještena je transformacija 10/0,4 kV, 50 kVA, telekomunikacioni uređaji za telefone i daljinska mjerenja, kao i prostorije službujućeg zaporničara.

Zasunska i vodna komora Hrmotine

Pri kraju dovodnog tunela, a ispod sela Hrmotine izgrađena je vodna komora raščlanjenog tipa. Jedina oprema vodne komore su fine rešetke na osam polja izlaznog objekta u gornjoj komori na slobodnom.

Zasunska komora izgrađena je na prelazu iz dovodnog tunela u kosi tlačni cjevovod. Glavni organ zasunske komore je brzi sigurnosni zatvarač, koji se zatvara uslijed vlastite težine kod otvaranja ispusta ulja iz vlačnog servomotora. Zatvarač je tablasti vozni zatvorenog tipa izveden za $b = 2{,}9$ m, $h = 4{,}35$ m i $p = 52{,}8$ m s.v. Ispred armature zatvarača u dužini od 6,8 m je čelična obloga za prijelaz s profila 4,9 m na pravokutni otvor zatvarača. Iza zatvarača je 7,8 m duga čelična prelazna obloga privarena na početni dio tlačnog cjevovoda svijetlog promjera 4,0 m.

Na oblozi nizvodno od zatvarača ugrađen je automatski zračni ventil s priključnicom cijevi promjera 0,9 m, a nešto nizvodnije otvor za ulaz u ispražnjeni cjevovod.

Procjedne vode iz tunela odvodi cijev 450 ∅ mm iz taložnice, a vodu što bi propuštala tabla zapornice, cijev 150 ∅ mm s dna početka cjevovoda. Krajevi ovih cijevi opremljeni su zasuncima za ispuštanje vode gravitacijom kroz drenažnu galeriju. Istim putem vodi i cijev 450 ∅ mm s grlom u polovici visine tunela, koja je predviđena za napajanje budućeg primorskog vodovoda.

Servomotor zatvarača s pripadnim uljnim i električnim uređajem smješten je u visokoj kućici, koja je opremljena sa 2 viseća koloturnika od 10 t za potrebe montaže i remonta.

Impuls za automatsko zatvaranje ulaza u tlačni cjevovod daje mehaničkim putem detektor brzine vode na principu manometarske vage, ili pak poseban plovac u drenažnom bunaru strojarnice putem električnog prijenosa. Namjerno se može zatvarati ulaz cjevovoda iz zasunske komore ili pak daljinski iz strojarnice. Malo podizanje table radi punjenja cjevovoda, a zatim potpuno otvaranje obavlja se komandama iz same zatvaračnice.

Izlazi difuzora i odvodnog tunela

Iza svakog turbinskog difuzora, na odvojcima odvodnog tunela oko 20 m od osi agregata, ugrađene su vodilice za gredne zapornice pomoću kojih se mogu odijeliti izlazi turbina i regulatora pritiska od vode u zajedničkom odvodnom tunelu.

Gredne zapornice čelične konstrukcije su trodijelne, širine po 4,4 m, a ukupne visine 7,5 m. Prag armature je spušten oko 4,3 m ispod morskog nivoa. Elementi zapornica se podižu i prenose specijalnom visećom dvojnom dizalicom nosivosti 5 t s elektromotornim pogonom dizanja, a ručnim pogonom hoda. Profilna staza dizalice učvršćena je ispod svoda kaverne zapornica, koja je u luku spojena s montažnim prostorom strojarnice.

Na kraju odvodnog tunela, a ispred građevine valobranskog ispusta u more, ugrađeni su utori za gredne zapornice u dva polja. Ove gredne zapornice su trodijelne s pojedinačnom širinom 3,3 m i

ukupnom visinom 6,08 m, tako da im gornji rub seže oko 2 m izvan nominalnog morskog nivoa.

Zapornice se pokreću koloturnicima na ručni pogon.

Odvodni tunel može se u slučaju potrebe prazniti jedino ispumpavanjem vode u more, pa je na zidu pred izlaznim zapornicama predviđen podest za postavu prijenosne pumpne grupe.

5.2. Tlačni i razdjelni cjevovod

Od zasunske komore, pa do podzemne strojarnice izgrađen je jednostruki podzemni kosi čelični tlačni cjevovod, s razdjelnim cjevovodom za tri turbine ispred strojarnice. Po čitavoj dužini je cjevovod ubetoniran, pa je na većem dijelu trase računalo s prijenosom dijela opterećenja na brdsku masu. Radi toga su nakon ugradnje izvršene kontaktne injekcije, a na nekim mjestima i konsolidacione.

Po produktu pritiska i promjera $p \cdot D = 18000$ kg/cm cjevovod spada među značajna ostvarenja ove vrste. Tlačni cjevovod je bez razdjelnog dijela dug oko 614 m, a težina tih čeličnih cijevi je 1216 t. Sastoji se od gornjeg koljena promjera 4,0 m, kosog dijela u nagibu od 43° sa stupnjevanim promjerima 4,0; 3,85; 3,7 i 3,35 m, te od donjeg koljena promjera 3,55 m.

Razdjelni cjevovod se sastoji od sabirnog dijela sa stupnjevanim promjerima 3,55; 2,9 i 2,0 m, od veće račve 3,55/2,0/2,9 m, manje račve 2,9/2,0/2,0 m, koljena profila 2,0 m i turbinskih cijevi profila 2,0 m, koje završavaju konusima 2,0/1,4 m za priključak kuglastih predturbinskih zatvarača. Cijevi razdjelnog cjevovoda teže 204 t.

Cjevovod je izgrađen od limova IDROTUB čeličane »SIAC«, Genova — Cornigliano i to pretežno kvalitete 56 s garantiranom granicom razvlačenja od 40 kg/mm².

Najveći nutarnji računski pritisak vode, sa 15% dodatka za hidraulički udar, je 50,6 kg/cm². Vanjski pritisak vode na prazne cijevi uzet je u obzir kod dimenzioniranja kao 0,67 od nutarnjeg pritiska, što približno odgovara visini nadsloja iznad osi cjevovoda.

Propisana su dozvoljena naprezanja do 50% od granice razvlačenja kod razdjelnog cjevovoda, a naprezanja od 60%, pa i do same granice razvlačenja na dijelovima trase kosog cjevovoda koje se smatralo pogodnim za prijenos opterećenja na brdsku masu. U toku izgradnje smanjena su dozvoljena naprezanja od nutarnjeg pritiska na 65% od granice razvlačenja na nekim partijama trase koje su se nakon iskopa kosog rova pokazale sumnjivima.

Debljine limova, sa dodatkom od 1 mm radi korozije, iznose na kosom dijelu od 12 do 43 mm, a od 27 do 46 mm kod razdjelnog cjevovoda. Rebra račvi izrađena su od limova debljine 110 mm.

Elementi cijevi od limova debljine iznad 22 mm podvrgnuti su termičkoj obradi nakon izrade uzdužnih varova.

Cjevovod je konstruiralo i dobavilo društvo »COFOR«, Rim (tvornice Bouchayer et Viallet, Grenoble i TERNI, Rim), uz učešće u izradi tvornice »Metalna« iz Maribora, koja je izvela i veći dio montažnih radova.

Usprkos velikom promjeru i težini sve su cijevi izrađene u tvornicama u normalnim dužinama od 9 m i težinama do 23 t, te su cestom, a djelomično i morskim putem, transportirane na gradilište. Račve su radi gabarita sastavljene na gradilištu, a montažni varovi razdjelnog cjevovoda su termički obrađivani posebno razvijenim postupkom s električnim grijačima. Najteži pojedinačni komad cjevovoda je veća račva, koja je nakon sastavljanja prelazila težinu od 80 t. Razdjelni cjevovod je prije betoniranja, a nakon kontrole varova ispitan povišenim vodnim pritiskom.

Za potrebe montaže tlačnog cjevovoda izgrađena je kod Hrmotina deponija cijevi sa pretovarnom portalnom dizalicom 20 t, prevoznim kolicima i sa kozom 25 t za spuštanje cijevi u početni dio kosog rova. Za spuštanje cijevi po kosom rovu izrađena su specijalna kola, koja ulaze u samu cijev. Težina ovih kola je 13 t. Duž trase kosog cjevovoda montiran je kolosijek, a montažna kola je pokretalo jako vitlo smješteno na prostoru zasunske komore. Drugo manje vitlo pokretalo je kolica za prijevoz radnika. Za smještaj agregata za varenje i drugog izbijeno je nekoliko proširenja duž trase kosog rova.

Radijalni montažni varovi izvodili su se s unutarnje strane cijevi, uz predgrijavanje materijala cijevi kod šavova.

Nakon što je montirano nekoliko cijevi i izvršena kontrola boniteta montažnih varova, pristupilo se betoniranju cijevi, koje su u gornjem dijelu (manje debljine) morale biti razuprte.

Izbor glatkih cijevi dovoljno sigurnih na vanjske pritiske znatno je olakšao transport, montažu i ugradnju cijevi. Iako je težina ovakovih glatkih cijevi nešto veća od težine cijevi s prstenima ili sidrima za preuzimanje vanjskog pritiska, pokazalo se da je dobavna cijena težih glatkih cijevi ipak nešto niža. Znatnije su uštede kod građevinskih i montažnih radova, jer se kod glatkih cijevi može smanjiti profil rova i količina betona obloge, a otpada dodavanje vanjskih obruča ili sidara, koje bi radi velikih promjera cijevi svakako trebalo privariti na cijevi tek na gradilištu.

Dok je organizacija radova montaže i betoniranja kosog cjevovoda rađena na bazi spuštanja odozgo, injektiranje je obavljeno s ulaženjem odozdo, a pod zaštitom čelične pregrade u cjevovodu.

Radi dobivanja slobodnog ulaza ispuštena je ugradnja jedne cijevi iznad donjeg koljena, pa je ta cijev umetnuta po završetku glavnih radova na injektiranju i privarena na ranije ubetonirane cijevi i to s jedne strane pomoću manšete. Po završetku injekcionih radova zavareni su čepovi na rupama za injektiranje.

Montirani cjevovod je iznutra pjeskaren i prevučen antikorozionim premazima za vrijeme ljetnog remonta u prvoj godini pogona.

5.3. Strojarska oprema

Turbinske grupe

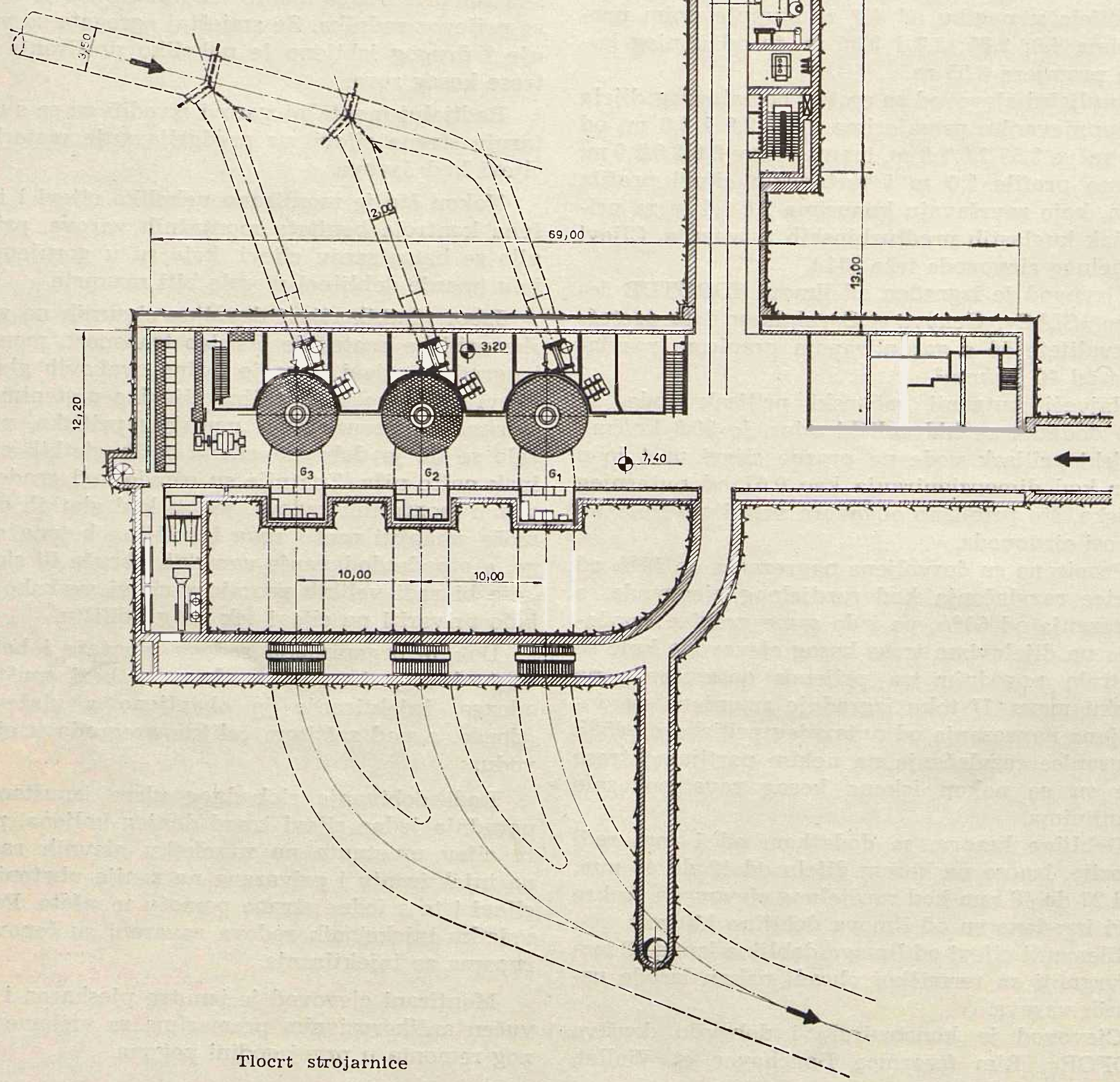
Prva faza projekta predviđala je upotrebu turbina sistema Pelton, no kasnije se pokazalo da je napretkom tehnike moguće i za ovako visoki pad upotrebiti turbine sistema Francis, koje omogućuju veću brzinu vrtnje agregata i koje potpunije iskorištavaju raspoloživi pad.

Ugrađene su 3 vertikalne spiralne Francis turbine sa kuglastim zatvaračima i sporednim ispustima. Turbine su proizvedene po dokumentaciji tvornice »Ateliers des Charmilles«, Genève, a u kooperaciji sa tvornicom »Litostroj«, Ljubljana, koja je izvršila i montažu turbina.

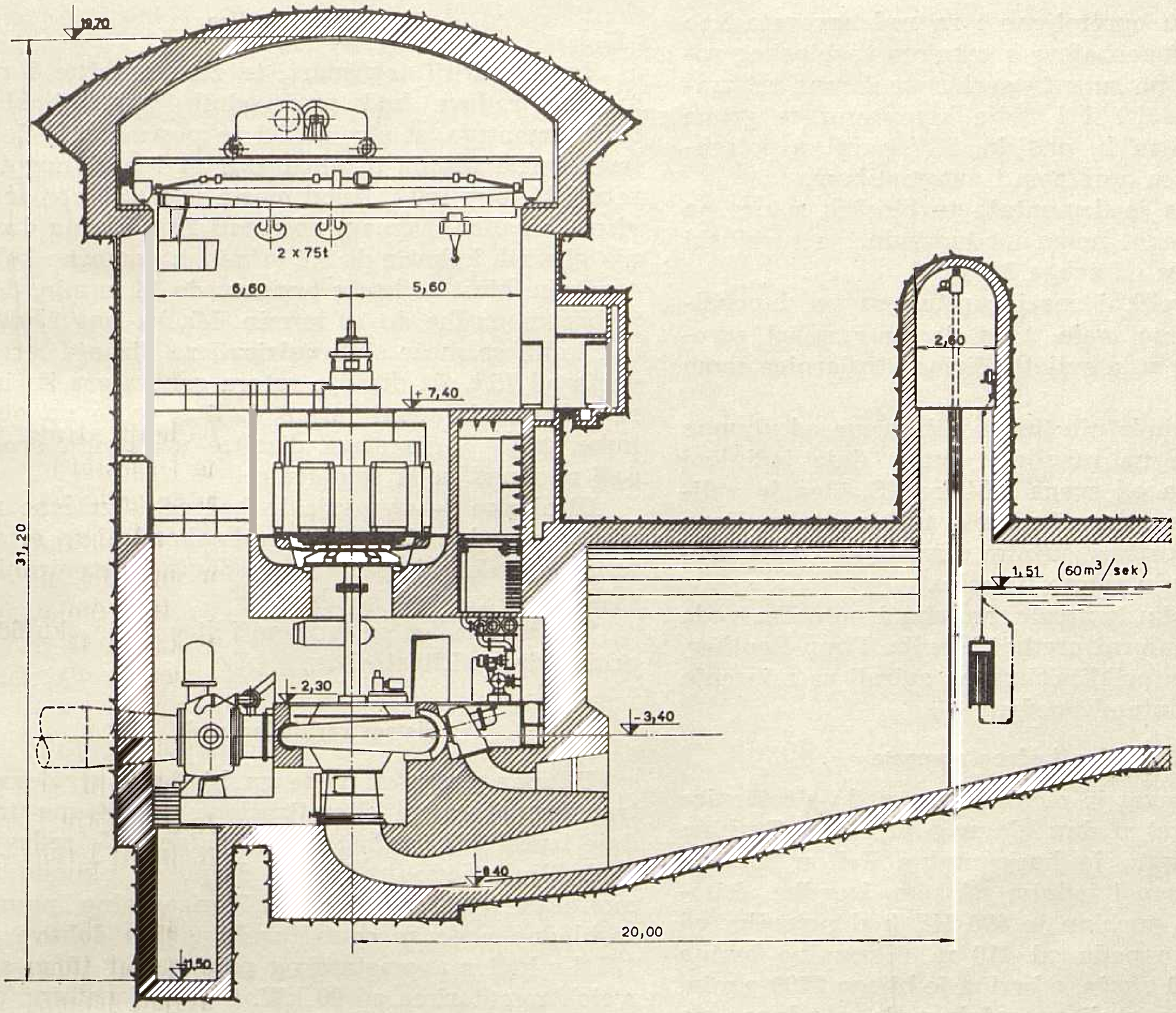
Kod konstruktivnog pada od 410 m i nazivnog protoka od 20 m^3/s svaka turbina razvija snagu od 98.500 KS uz brzinu vrtnje od 600 o/min. Kod najvišeg neto pada od 434,2 m turbina daje snagu od 103.150 KS kod ograničenog potroška na 19,6 m^3/s. Najviša brzina bijega je 1050 o/min.

Najpovoljnija garantirana vrijednost stepena korisnosti je kod potroška od 16 m^3/s, te iznosi 92 %.

Simetralna ravnina spirale postavljena je na kotu — 3,4 m, da bi se dobio potrebni protutlak i kod najnižeg vodostaja u odvodnom kanalu na koji bitno utječu morske dobi.



Tlocrt strojarnice



Poprečni presjek strojarnice

Radi razmjerno velike vrijednosti produkta dužine cjevovoda i brzina vode u cjevovodu od $L \cdot v = 4400$ m²/s turbine su opremljene porednim ispustima (regulatorima pritiska), pa je porast pritiska mogao biti ograničen na 15% statičkog, uz vrijeme zatvaranja turbine za svega 2,5 sekunde. Prijelazno povećanje broja okretaja kod punog rasterećenja je 30% nazivnog uz zamašne mase agregata $GD^2 = 400$ tm².

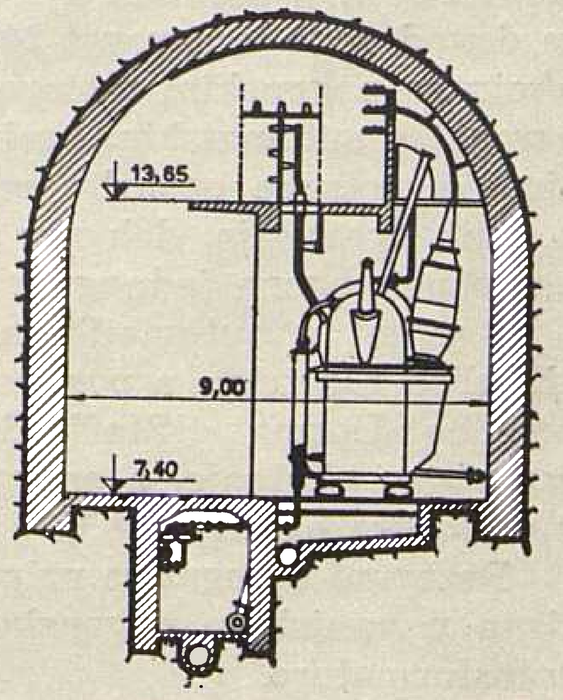
Dvodijelne turbinske spirale su varene konstrukcije, a oblikovane su po patentu Ing. Piguet-a. Ulazna brzina vode u spiralu iznosi do 13 m/s. Novost je u našoj praksi upotreba blazinica ležajeva i zglobova privodnog aparata turbine od Teflona, kod čega otpada podmazivanje sa mašću i odgovarajući uređaji.

Kuglasti zatvarač zatvara vodni pritisak, a otvara ga tlačno ulje iz regulacionog sistema. Okretno tijelo zatvarača ima glavno i pomoćno brtvilo, tako da je moguća zamjena glavnog brtvila i kod punog pritiska u cjevovodu.

Kod izlaza porednih ispusta izveden je poništač energije s razbijačima mlaza od čeličnih profila.

Tlačno ulje za potrebe regulacije daje radna ili rezervna elektromotorna uljna pumpa, a za brzo zatvaranje privodnog aparata koristi se tlačno ulje iz servomotora porednog ispusta, koji se otvara pod pritiskom vode u spirali. Da svaki prekid opskrbe energijom vlastitog potroška ne uzrokuje odmah zatvaranje turbina predviđena je rezerva tlačnog ulja u uljno-vodnim akumulatorima. Automatski regulator brzine je elektronski tranzistoriziranog tipa izvedbe A.d. Charmilles, a ugrađen je u prostorima iza ploča strojeva.

Kod turbina je postavljen pult s neophodnim aparatima i instrumentima za neposredno upravljanje. Redovno se grupe poluautomatski stavljaju u vrtnju i kontroliraju u pogonu s ploča strojeva u strojarnici, dok sinhroniziranje i opterećivanje vrši uklopničar iz vanjske komandne prostorije.



Poprečni presjek trafokaverne

Turbine su opremljene i za rad agregata kao sinhronog kompenzatora s vrtnjom turbinskog rotora u zraku, pa su u tu svrhu montirana tri zračna kotla po 500 l i dvije kompresorske grupe dobave po 34 m^3/h, pritiska 35 kg/cm^2, s potrebnom pomoćnom opremom i automatikom.

Predviđena je demontaža turbinskih rotora na dolje, pa agregat nema međuosovine, a turbinski kat ima visinu od svega 2,8 m.

Usprkos velikoj snazi turbine su po dimenzijama razmjerno male, tako da su razmaci agregata svega 10 m, a svijetla širina strojarnice samo 12,2 m.

Težina kompletnih turbinskih grupa od ukupno 483 t svedena na razvijenu snagu daje jedinični utrošak čelika od svega 1,64 kg/KS. Ova je veličina vrlo niska, tim više što su turbine opremljene poredним ispustima, uljnim akumulatorima i uređajem za vrtnju rotora u zraku.

Za pogonsku kontrolu protoka i potroška vode ugrađeni su mjerni uređaji izvedbe Bopp-Reuther, Mannheim, sa priključcima na spirali za mjerenje po metodi Winter-Kenedy.

Turbina kućnog agregata

Kućni agregat je montiran na podu strojarnice (kota + 7,4 m) u dnu glavnog prostora. Turbina kućnog agregata je horizontalna Pelton turbina s jednim kolom i jednim mlazom, izvedbe »Litostroj«. Snaga turbine je 890 KS kod potroška od 184 l/s i neto pada od 410 m. Normalna brzina vrtnje je 1500 o/min, a brzina je bijega 2700 o/min. S obzirom na mali potrošak vode u odnosu na protok tlačnog cjevovoda, turbina ima samo regulaciju iglom, a nema otklanjača mlaza.

Pred turbinom je kuglasti zatvarač svijetlog promjera 250 mm na ručni pogon, spojen na cijev koja se odvaja od konične cijevi ispred turbine agregata I.

Regulator brzine vrtnje tipa AT 5 radi na akcelero-tahimetričkom principu. Da se dobije za regulaciju potrebna veličina zamašnih masa agregat ima dodatni zamašnjak.

Kontrolni aparati kućnog agregata ugrađeni su u glavnu ploču vlastitog potroška poprečno smještenu u dnu strojarnice.

Rezervni dizel-agregat

Rezervni izvor energije za vlastite potrebe elektrane kod montaže i kod remonta na sistemu za dovod vode je agregat 240 kVA, 400/231 V, 1500 o/min sa pogonskim motorom sistema Dizel. Ovaj agregat s automatskim brzim startom preuzima u slučaju potrebe opskrbu rasvjete i drenaže podzemnih prostorija, dok mu je snaga dovoljna i za pomoćne pogone jednog proizvodnog agregata.

Agregat s automatikom je dobavila tvornica »English Electric«, a pogonski motor od 272 KS je izvedbe »Dorman«, Stafford. Motor ima vodno cirkulaciono hlađenje, a energiju za start daje akumulatorska baterija 24 V.

Rezervni agregat sa pripadnom pločom je montiran u vanjskom pogonskom objektu uz mrežne transformatore.

Montažna dizalica

Za unutarnji transport, te za montažne i remontne radove kod proizvodnih grupa i blok transformatora, u strojarnici je postavljena elektromotorna mosna dizalica 12,8 m i nazivnog tereta 2 × 75 = 150 t. Ispod mosta je nosač pomoćne viseće dizalice (Demag) nosivosti 10 t. Brzina dizanja glavnih kuka je do 0,8 m/min, a pomoćne kuke 4 m/min. Most se kreće brzinom do 14 m/min, dok je brzina mačke do 10 m/min. Mačka ima 2 vitla rad kojih se može sinhronizirati za dizanje tereta većih od 75 t. Za dizanje rotora generatora koristi se posebno izrađeni jaram, koji se veže na obje kuke, tako da je staza dizalice uzdignuta svega 6,96 m iznad poda strojarnice.

Dizalicom se upravlja iz kabine učvršćene na most s uzvodne strane. Staza dizalice leži na armirano betonskim konzolnim gredama izbetoniranim zajedno sa svodom kaverne.

Težina dizalice sa jarmom i stazom je oko 68 t, proizvodnje »Litostroj«.

Sistem rashladne vode

Ukupan potrošak vode za hlađenje strojeva i transformatora, za klimatizacione i sanitarne uređaje iznosi 270 l/s. Sistem rashladne vode redovno opskrbljuju jedna, odnosno dvije, od ukupno tri montirane pumpne grupe. Horizontalne pumpe rashladne vode su centrifugalnog tipa dobave po 135 l/s kod manometarskog pritiska od 45 m s.v. s elektromotorima od 90 kW. Geodetska visina dizanja od odvodnog kanala do rezervoara rashladne vode je oko 31 m. Pumpe su postavljene s nizvodne strane turbinskog kata, pa dobivaju vodu s protutlakom iz odvodnog kanala. U slučaju potrebe može se voda za hlađenje oduzimati i redukcijom iz tlačnog cjevovoda.

Rezervu rashladne vode za nekih 15 minuta punog pogona sadrži povišeni rezervoar tunelskog tipa. Ispred rezervoara je postavljen jednostavni rotacioni filter iz kojeg voda prelazi u taložnicu.

Glavni cijevni sistem promjera 350 mm je dvostruk. Pojedine grupe potrošača rashladne vode dobivaju vodu otvaranjem zasuna s elektromotornim prigonom.

Radom pumpnih grupa upravlja automatika u zavisnosti od vodostaja u rezervoaru rashladne vode.

Opremu sistema rashladne vode u težini od 57 t dobavila je i montirala tvornica »Litostroj«.

Drenažni uređaj

Kod svakog agregata je izgrađen drenažni bunar sa dnom na koti — 11,5 m, sadržaja 30 m^3. Bunari su redovno međusobno spojeni no mogu se i odijeliti. U bunare se slijeva sva procjedna i otpadna voda, a u njih se može prazniti i voda iz turbinskih difuzora i spirale, kao i voda iz razdjelnog cjevovoda. U svakom od 3 bunara montirana je vertikalna bunarska pumpna grupa dobave 100 l/s kod manometarskog pritiska od 17 m s.v. s elektromotorom od 28 kW. Drenažne pumpe tlače

vodu u cijev s izljevom u odvodni tunel nizvodno od difuzorskih zapornica.

Radom drenažnih pumpi upravlja automatika s plovcima u drenažnim bunarima. Kod prekomjernog vodostaja u drenažnom bunaru daje se alarm, pa se zatim zatvaraju sve turbine kao i zatvarač na početku tlačnog cjevovoda. Sav drenažni uređaj u težini od 15 t dobavila je i montirala tvornica »Litostroj«.

Uređaji klimatizacije i ventilacije

Da se u podzemnim prostorijama stvore pogodni uvjeti u pogledu temperature i vlažnosti zraka za boravak ljudi, te da se strojevi i aparati zaštite od rošenja i štetnog utjecaja morske soli u zraku, montiran je složen i opsežan uređaj za kondicioniranje zraka i za ventilaciju. Pored odvođenja razvijene topline, poklonjena je posebna pažnja degradiranju saliniteta zraka, koji se uzima sa same površine mora kroz odvodni tunel, kao i sniženju nivoa buke od ventilacionih uređaja.

Svježi se zrak u količini od 24.000 m³/h uvodi kroz gravitacioni odvodni tunel, gdje se strujanjem iznad vode hladi gotovo do temperature vode, kod čega se obara i do 40% sadržaja čestica soli u zraku. Glavni uređaji klimatizacije montirani su u klima-komori između kaverne difuzorskih zapornica i kaverne strojarnice.

Posebni ventilacioni krug sačinjava kabelski kanal strojarnice i trafo-komore te kabelski rov, koji ne sadrže uređaje osjetljive na vlagu i sol, a u kojima se razvija dosta topline. Na izlazu kabelskog rova u ventilacionoj komori su ugrađeni radni i rezervni aksijalni ventilatori dobave po 20.000 m³/h, koji osiguravaju cirkulaciju zraka iz odvodnog tunela kroz taj krug i u njemu stvaraju mali potlak, kako ne bi taj ohlađeni ali nekondicionirani zrak prodirao u druge prostorije.

Za druge podzemne prostorije je primijenjena optočna ventilacija uz količinu zraka od 60.000 m³/h, s uvođenjem 4000 m³/h svježeg desaliniziranog zraka. Svježi zrak prolazi u klima komori fibroid filter, elektronski filter, hladionik rashladnog agregata, fini prolazni filter, pa ga jedan od dva centrifugalna ventilatora za 4.000 m³/h, 50 mm s.v. tlače u krug optočne ventilacije strojarnice. Tih 4.000 m³/h zraka istiskuje se dijelom kroz pristupni tunel, a većim dijelom preko trafo-kaverne u kabelski rov.

Glavni krug ventilacije strojarnice ima u klima-komori 2 aksijalna ventilatora po 30.000 m³/h, koji sišu znak iz strojarnice kroz prigušivače i tlače kroz hladionike s ledenom vodom, pa kroz izlazne prigušivače buke u ventilacioni kanal s istrujnim otvorima raspoređenim po čitavoj dužini strojarnice. Dva rashladna agregata na Freon 22 imaju kapacitet po 75.000 Kcal/h, a rade samo ljeti kod viših temperatura pogonske vode. Da bi se veličina rashladnih agregata smanjila upotrebljeno je u prostorijama s višom dozvoljenom temperaturom više hladnjaka zraka s vodom iz općeg sistema rashladne vode. Šest takvih hladnjaka ima ukupni kapacitet hlađenja od 215.000 Kcal/h. Ukupni potrošak vode za klimatizaciju je 31 l/s. Na taj način je moguće odvoditi razvijenu toplinu u podzemnim prostorijama, koja je kod punog pogona proračunata na 427 kW.

Prostorije do montažnog prostora strojarnice imaju dodatne uređaj za ventilaciju i kondicioniranje zraka. U slučaju prorade uređaja za gašenje sa CO_2, može se posebnim ventilatorima izbacivati mješavina zraka i CO_2 iz plašteva generatora i turbinskog kata u kabelski kanal.

Uz niz regulacionih žaluzija, ventila, te mjernih i električnih aparata pogon klimatizacije i ventilacije je automatiziran. Električni aparati klimatizacije i ventilacije ugrađeni su na posebnoj ploči ispred klima-komore.

Uređaje klimatizacije s automatikom dobavilo je poduzeće »Climatika«, Stuttgart, a ventilacioni uređaji su proizvod tvornice »Ventilator«, Zagreb. Projekat klimatizacije i ventilacije izradio je Tehnološko-ekonomski biro za industriju (TEB), Zagreb.

6. Električna oprema

Krunoslav Begović, Zagreb

U ovom dijelu prikaza hidroelektrane Senj bit će prikazani električki uređaji elektrane od glavnih do generatora, pa do rasklopnih postrojenja svih napona, pomoćnih uređaja elektrane, uređaja upravljanja, zaštite i dojave i sistema uzemljenja.

6.1. Glavna električka oprema

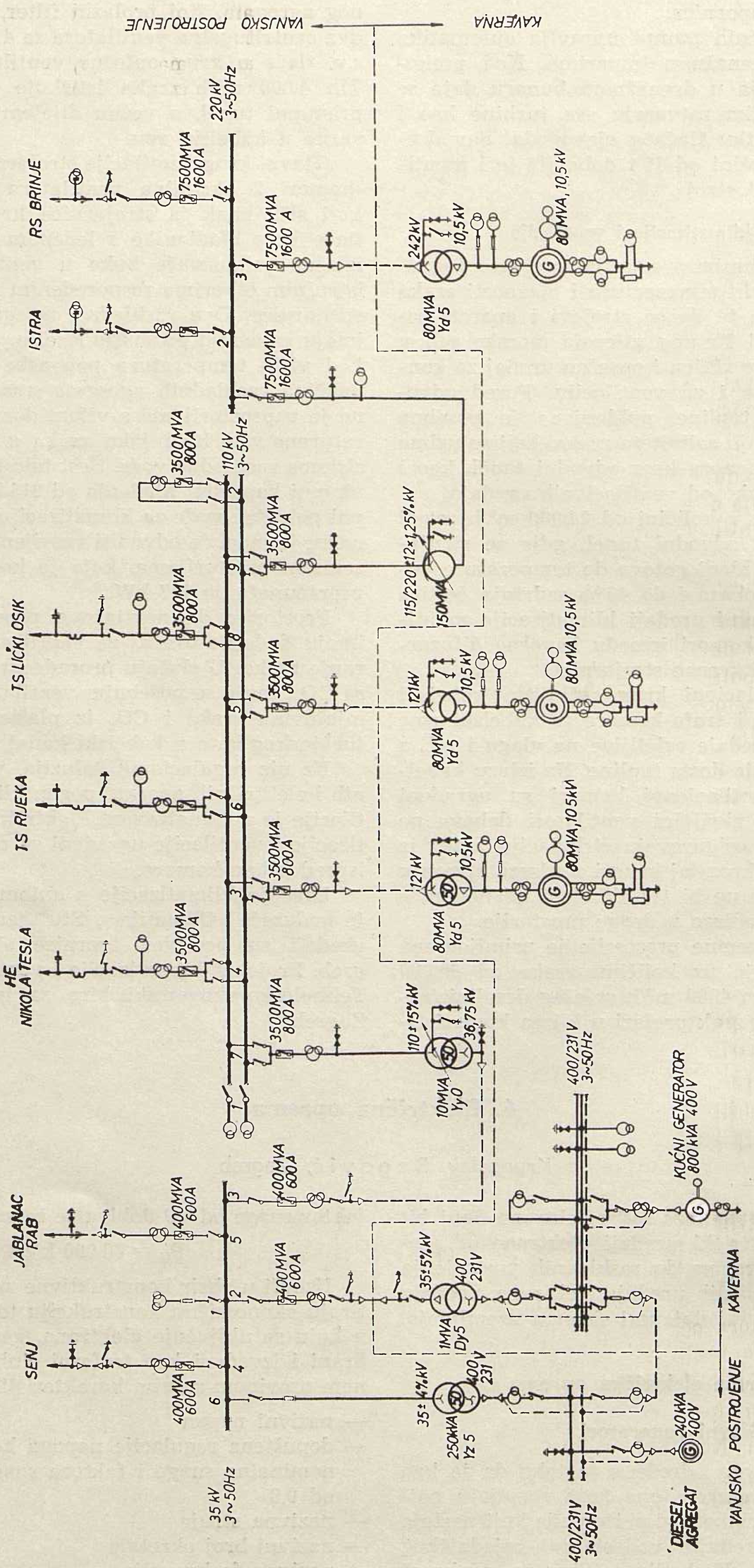
Glavni generatori

Snaga generatora određena je tako da je kao mjerodavna snaga uzeta ona koju razvijaju potpuno otvorene turbine kod netto pada koji nastaje kod normalnih srednjih vodostaja i zajedničkog rada svih turbina. Kod tih prilika uz odabrani faktor snage od 0,9 dobiva se za snagu generatora:

$$P_G = 80.000 \text{ kVA}$$

Uzevši u obzir konstruktivne zahtjeve koji diktiraju ekonomičnu konstrukciju te zahtjeve mreže u koju se uključuje elektrana, generatori su odabrani i izvedeni kao trofazni sinhroni s vertikalnom osovinom s ovim karakteristikama:

— nazivni napon	10.500 V
— dopuštena regulacija napona kod nominalne snage i faktora snage od 0,9	± 5%
— nazivna struja	4.400 A
— nazivni broj okretaja	600 min^{-1}
— nazivna frekvencija	50 per/s



Jednopolna shema elektrane

— brzina bijega 1050 min^{-1}
— zamašni moment GD^2 400 tm^2
— stupnjevi djelovanja kod
100 % tereta 98,58 %
75 % tereta 98,40 %
50 % tereta 97,92 %
— izolacija klase »B«
— reaktancije:
uzdužna sinhrona nezasićena 125 %
prolazna uzdužna nezasićena 23 %
početna uzdužna nezasićena 13 %
— kratkospojni omjer 1,1

Uz generator je prigrađena glavna budilica za 960 A, 250 kW, 600 min^{-1}, te regulacioni generator 13 kVA, 400 V, 600 min^{-1}.

Težina dijelova generatora:

— rotor 135 t
— stator 127 t
— ukupno gen. 262 t
— najveća težina za dizanje 135 t, a najveća transportna težina 100 t.

Generator je opremljen potrebnom opremom za hlađenje, mjerenje i kontrolu. U gornjoj zvijezdi je ugrađen kombinirani vodeći i noseći ležaj. Potrošak rashladne vode 17 m^3/h koja kruži u zatvorenom sistemu.

Za regulaciju napona primijenjen je magnetski regulator napona koji zajedno sa amplidinom stvara sklop za ultrarapidnu regulaciju napona. U magnetskom pojačalu se obavlja usporedba pretvorenog mjernog napona generatora s konstantnim referentnim naponom. Diferencija napona šalje se preko magnetskog pojačala na amplidinu te uzbudnik.

Generatore (3 kom) je isporučila tvornica »R. Končar« s kompletnom opremom.

Generatori su ugrađeni u podzemnoj strojarnici tako da im je gornji križni nosač ispod glavne kote poda strojarnice, iznad koje se nalaze samo glavna budilica i regulatorski generator. Promjer jame u koju je smješten generator iznosi 6400 mm, a visina 4100 mm, dok je visina generatora iznad poda strojarnice 2970 mm.

Generator se montira, spušta i diže pomoću glavne dizalice s dvije mačke po 75 t, čija nosivost je diktirana težinom rotora generatora koji je najteži dio opreme. Raspoloživa visina za dizanje iznosi oko 7,0 m, odnosno 16,0 m (iz jame generatora).

Glavni transformatori

Pod glavnim transformatorima podrazumijevamo blok transformatore i mrežne transformatore.

Budući da su zahtjevi prilikom projektiranja tražili transport većeg dijela energije u sistem 110 kV, to su 2 generatora spojena na 110 kV sabirnice elektrane, a 1 generator na sabirnice 220 kV. Prema tome su u elektrani ugrađena tri blok-transformatora iste snage, tj. 80 MVA, ali različitog prijenosnog odnosa: 2 jedinice sa prijenosnim odnosom 10,5/121 kV, jedna jedinica 10,5/242 kV. Osim toga je za spoj sabirnica 110 i 220 kV predviđena ugradnja transformatora 220/110 kV snage 150 MVA. Za vezu s mrežom 35 kV ugrađen je jedan transformator 10 MVA, 110/36,75 kV. Svi su transformatori predviđeni u trofaznoj izvedbi.

Blok transformatori koji su smješteni u podzemnoj kaverni uz strojarnicu imaju ove karakteristike:

Blok T-1

— trofazni uljni dvonamotni transformator bez regulacije
— nazivna snaga 80 MVA
— nazivni naponi u praznom hodu 10,5/242 kV/kV
— spojna grupa Yd 5
— frekvencija 10 per/s
— napon kratkog spoja 12 % (± 10 %)
— ispitni naponi (g.n.) 230/395/900 kV
(d.n.) 38/19,8/95 kV
— izolacija: reducirana na višenaponskoj strani
— hlađenje: vodom, prisilnom cirkulacijom

Potrošak rashladne vode 50 m^3/h. Težina transformatora s uljem 108 t.

Blok T-2 i T-3

— trofazni uljni dvonamotni transformator bez regulacije
— nazivna snaga 80 MVA
— nazivni naponi u praznom hodu 10,5/121 kV
— spojna grupa Yd 5
— frekvencija 50 per/s
— napon kratkog spoja 11 % (± 10 %)
— ispitni naponi (g.n.) 230/230/550 kV
(d.n.) 28/21/75 kV
— izolacija: reducirana
— hlađenje: vodom, prisilnom cirkulacijom

Potrošak rashladne vode: 40 m^3/h. Težina transformatora s uljem 105 t.

Mrežni transformatori, koji su smješteni uz vanjsko rasklopno postrojenje, imaju ove karakteristike:

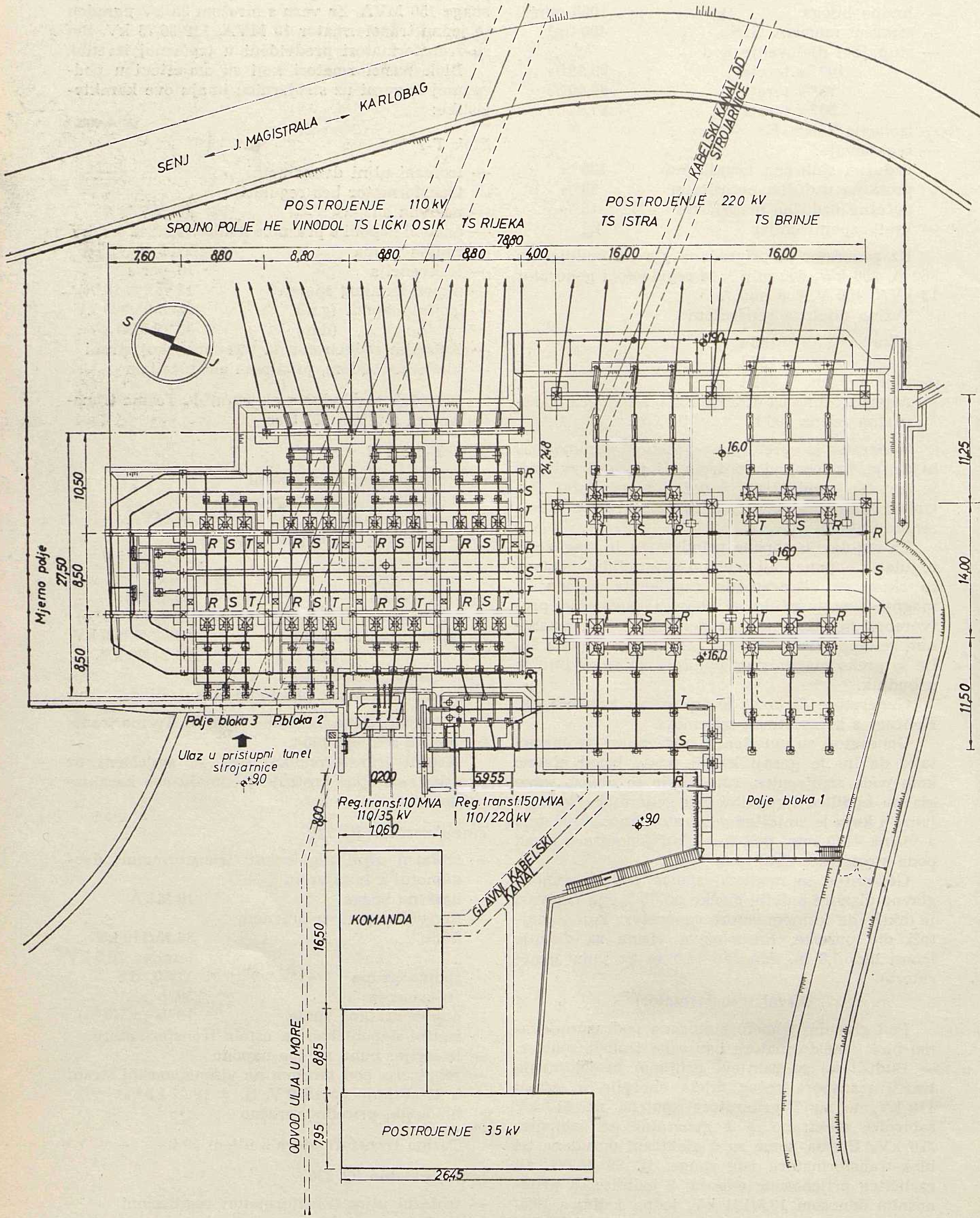
Transformator RT 110

— trofazni uljni regulacioni transformator, dvonamotni s tercijarom
— nazivna snaga 10 MVA
— nazivni naponi u praznom hodu 36,75/110 kV
tercijer 10,5 kV
— spojna grupa Y,y 0, d 5
— frekvencija 50 per/s
— napon kratkog spoja 10 % (± 10 %)
— ispitni naponi kao za ostale transformatore
— izolacija: puna za sve napone
— regulacija pod teretom na višenaponskoj strani u 21 stupnju po 1650 V, tj. ± 10 × 1,5 %
— hlađenje: prirodno, zračno

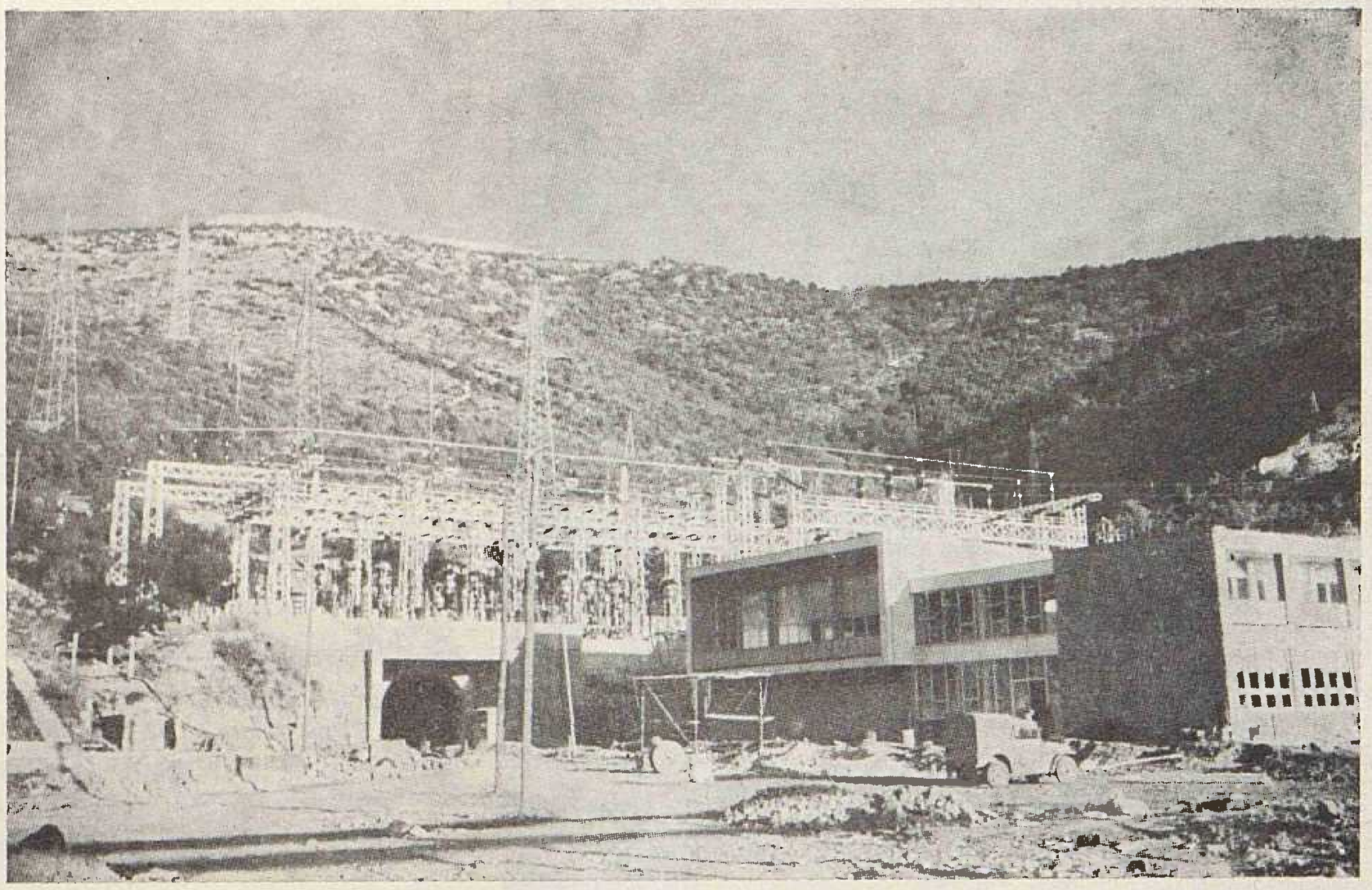
Težina transformatora s uljem 50 t.

Transformator RT 220

— trofazni uljni transformator, regulacioni (pod teretom)
— nazivna snaga 150/150/50 MVA



Situacija rasklopišta 35, 110 i 220 kV sa zgradom komande



Rasklopište sa komandnom zgradom

— nazivni naponi u praznom hodu — 220 ± 15 %/115/ 10,5 kV
— spojna grupa — Y,y 0, d 5
— nazivna frekvencija — 50 per/s
— regulaciona sklopka u kotlu transformatora
— ispitni naponi: kao ostali transformatori
— neutralna tačka s punom izolacijom za 100 % nazivne struje
— hlađenje forsirano zračno pomoću hladionika koji se hlade ventilatorima te prisilna cirkulacija ulja

Težina transformatora s uljem 196,0 t.

Blok transformatori imaju kabelske priključke za priključak uljnih jednožilnih kabela 110 i 220 kV na višenaponskoj strani, dok su na niženaponskoj strani provodni izolatori po 2 komada za svaku fazu. Nultačke su izvedene za puni napon, iako je predviđeno kruto uzemljenje.

Ostali transformatori imaju na svim naponima priključke s provodnim izolatorima.

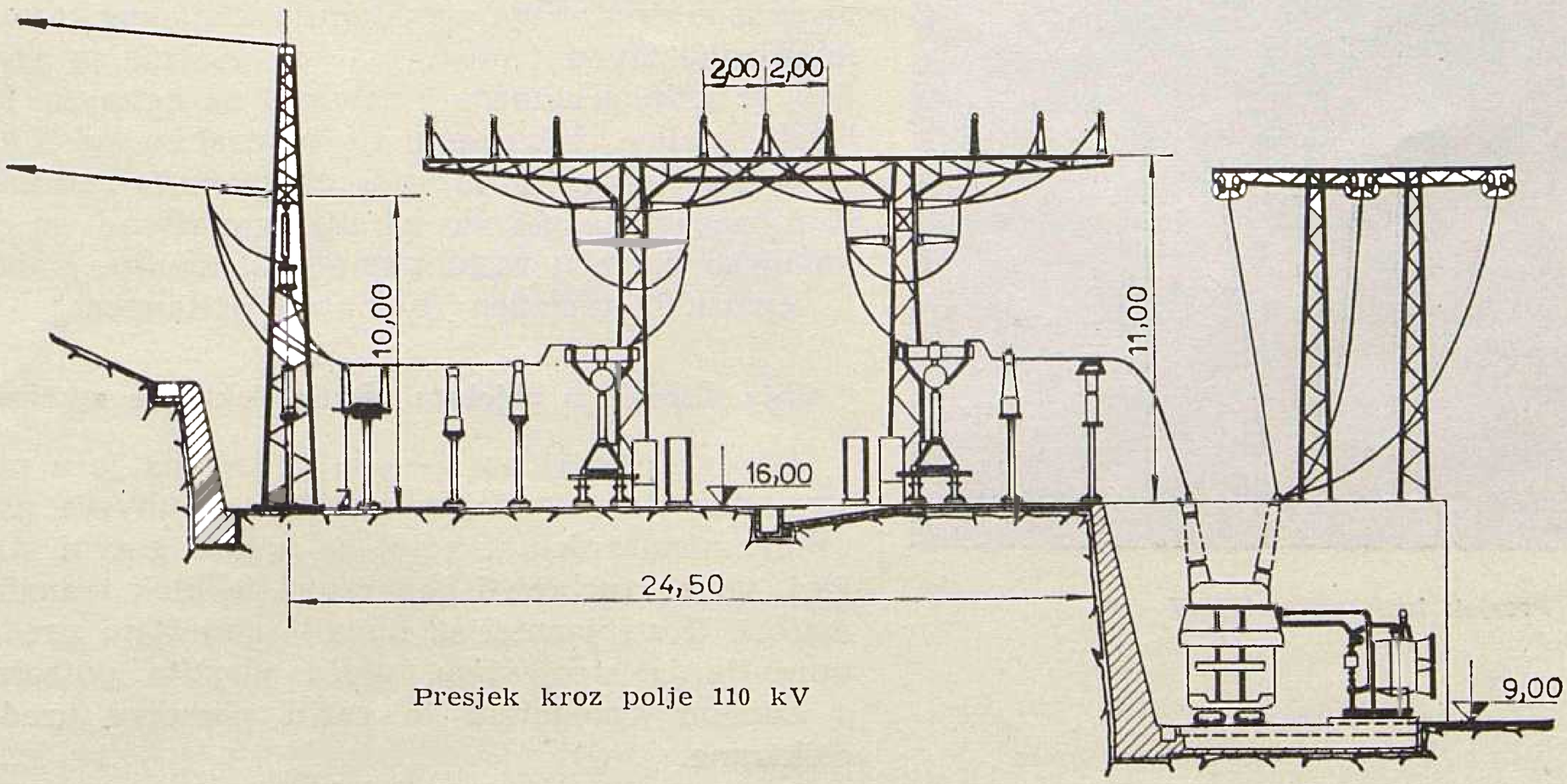
Sve transformatore je isporučila tvornica »R. Končar«.

Ostala električka oprema čvora strojarnice

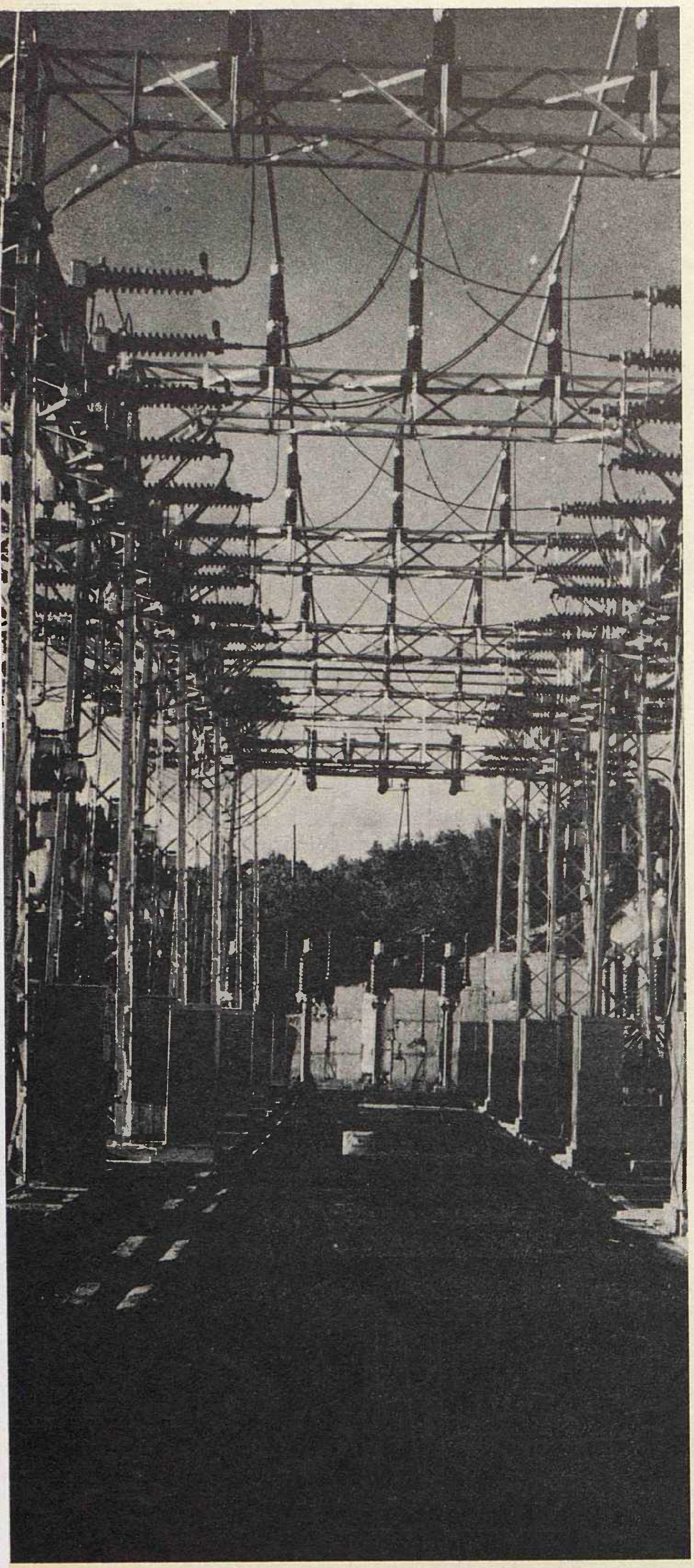
Ovamo spadaju kućni generator 880 kVA gonjen jednom kućnom Pelton turbinom, kućni diesel agregat 240 kVA, te dva transformatora vlastite potrošnje (RV i RM), jedan 250 kVA, 35/0,4/0,231 kV i jedan 1000 kVA. Transformator RM od 1000 kVA te kućni generator smješteni su u kaverni, a transformator RV od 250 kVA te diesel agregat 240 kVA smješteni su uz vanjsko postrojenje 110 i 220 kV.

Karakteristike kućnog generatora:

— nazivna snaga kod faktora snage 0,8 sa nominalnim naponom — 800 kVA
— nazivni napon — 400 V
— dopušteni opseg regulacije napona — ± 5 %



Presjek kroz polje 110 kV



Presjek kroz polje 110 kV

— nazivna struja 1155 A
— frekvencija 50 per/s
— nazivni broj okretaja 1500 min^{-1}
— zamašni moment GD^2 0,031 tm^2
— stupnjevi djelovanja uz faktor snage 0,8 i nazivni napon kod tereta od 100 % 94,5 %
75 % 94,0 %
50 % 93,0 %
— klasa izolacije B
— hlađenje vodom, potrošak kod 20 °C 8 m^3/h
— sinhrona reaktancija 140 %
— težina generatora 6,5 t

Ovom opremom vlastita potrošnja elektrane osigurana je trostruko: iz vlastitog kućnog generatora, vlastitog diesel agregata i iz vanjske okolne mreže 35 kV. Time je osigurana sigurna dobava električne energije za vlastite potrebe elektrane.

S obzirom na udaljenosti između bloktransformatora i vanjskih postrojenja 110 i 220 kV, tehničko-ekonomskom analizom je utvrđeno, da je najpovoljnije ovu vezu izvesti jednožilnim uljnim kabelima 110, odnosno 220 kV.

Osnovni podaci kabela 110 kV:

— nazivni napon 110 kV
— presjek vodiča 1 × 240 mm^2 Cu
— maksimalna trajno dozvoljena struja kratkog spoja 9 kA
— vanjski promjer 55 mm
— radius zakrivljenosti 1100 mm
— težina kabela 8,300 kg/m

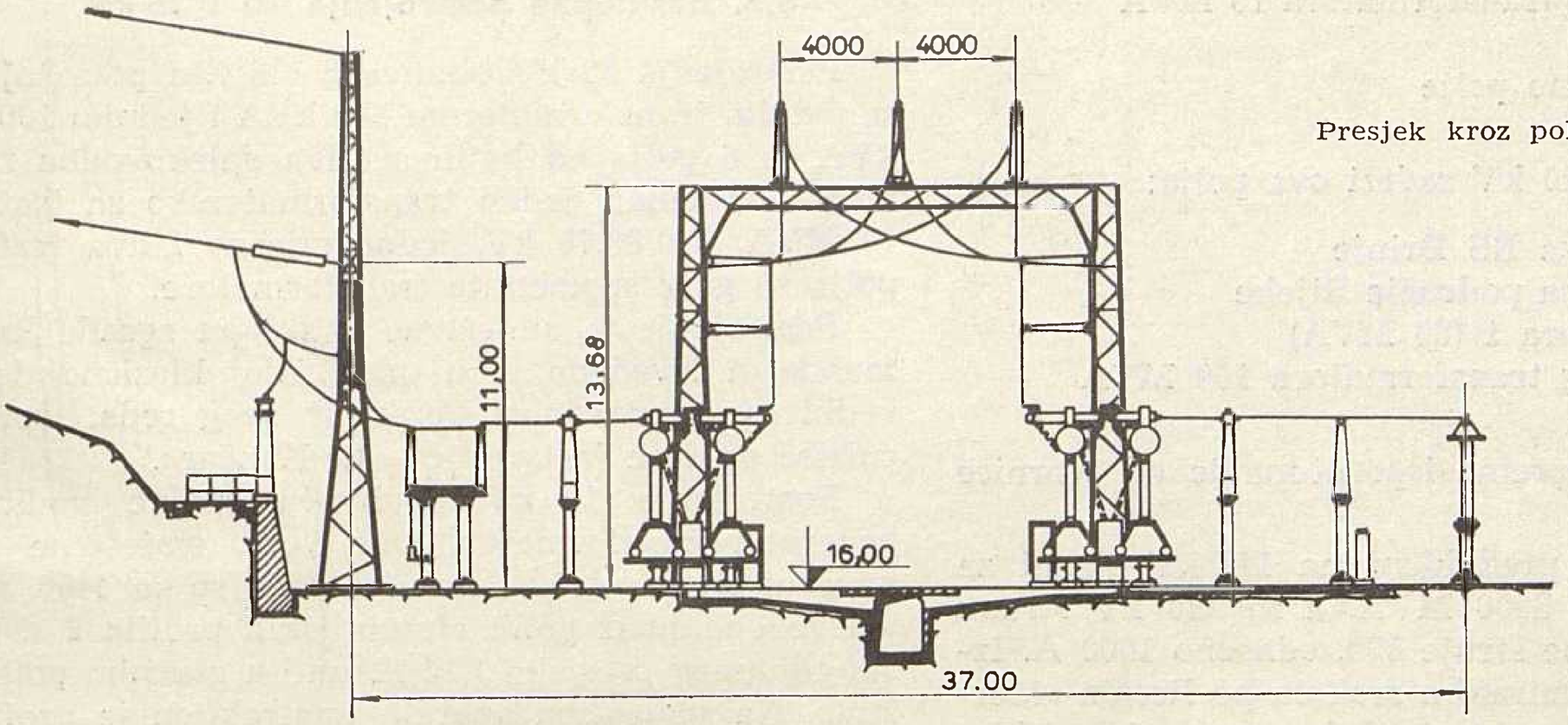
Osnovni podaci kabela 220 kV:

— nazivni napon 220 kV
— nazivni presjek 1 × 185 mm^2 Cu
— maksimalna trajno dozvoljena struja kratkog spoja (8 sek) 9,88 kA
— vanjski promjer 77 mm
— radius zakrivljenosti 1600 mm
— težina kabela 13,55 kg/m

U rasklopnim postrojenjima kabeli završavaju u kabelskim glavama standardne konstrukcije, a na transformatorima specijalnim glavama koje su montirane iznad transformatora. Kabeli su izvedeni iz jednog komada i položeni na betonske kabelske police. Učvršćeni su betonskim odstojnicima na svaka 1,3 m radi održavanja razmaka. Kompenzacione posude za ulje smještene su uz kabelske glave u rasklopnom postrojenju. Kabele je isporučila tvornica »Siemens«, Erlangen.

Opća dispozicija objekata glavne električne opreme

Glavna električna oprema smještena je u prostoru tzv. čvora strojarnice. Ovaj obuhvaća podzemnu strojarnicu u kojoj se nalaze glavni strojevi, vodne turbine i generatori te blok transformatori. U strojarnici su nadalje smješteni uređaji upravljanja strojevima, ploča vlastite potrošnje s kućnim agregatom te razni pomoćni uređaji elektrane.



Presjek kroz polje 220 kV

Pristup do strojarnice izveden je posebnim tunelom, koji počinje na vanjskom platou na kome je smješteno rasklopno postrojenje 110 i 220 kV, mrežni transformatori, centralna komanda te postrojenje vlastite potrošnje: uređaji 35 kV i niskog napona, diesel agregat te uređaji slabe struje.

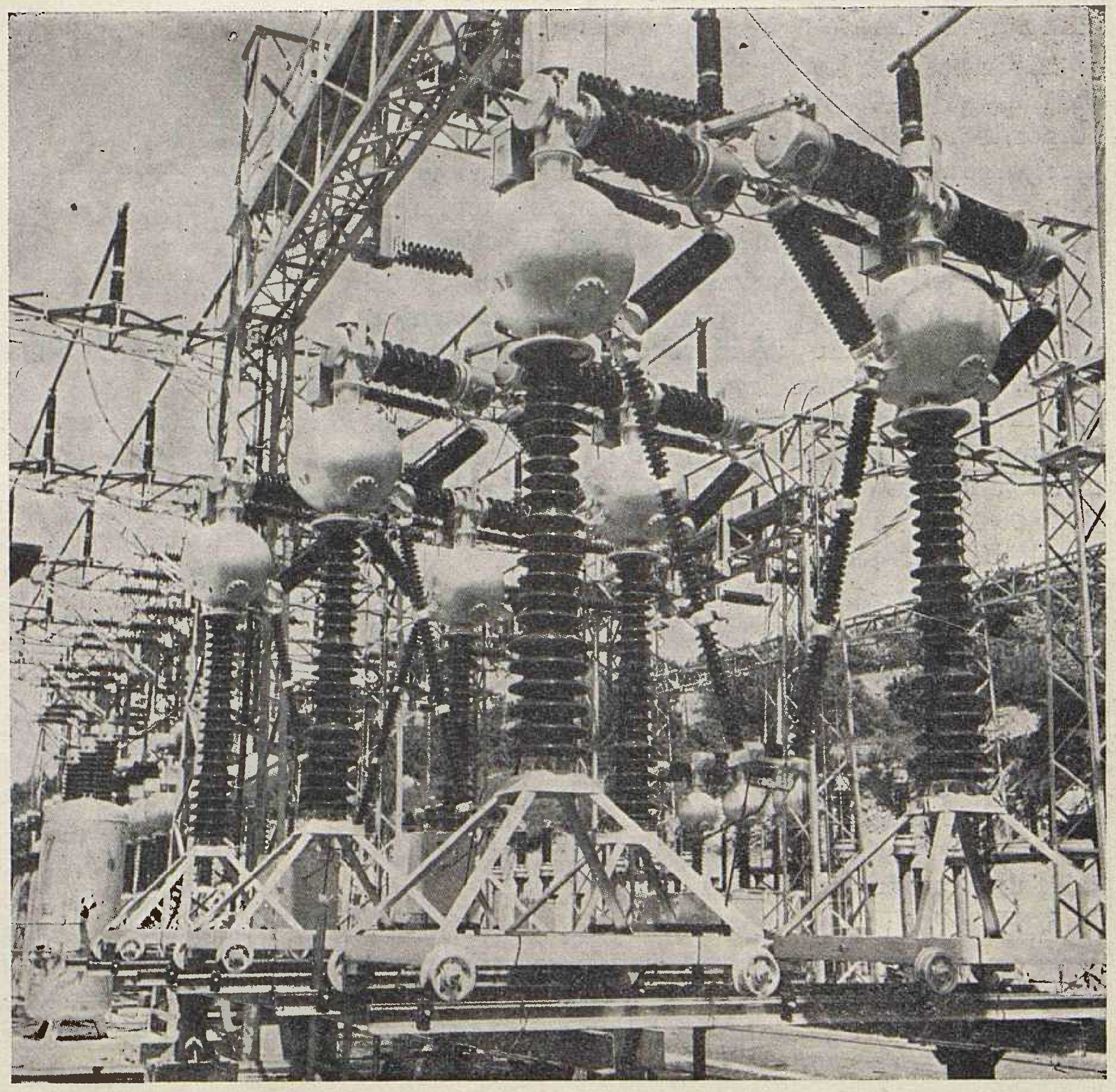
6.2. Rasklopno postrojenje 110 i 220 kV

S obzirom na relativno skučen prostor raspoloživ za smještaj rasklopnog postrojenja 110 i 220 kV, odabrano je rješenje u tzv. visokoj izvedbi kod koje su rastavljači smješteni vertikalno. Budući da postrojenje 110 kV imade dvostruke sabirnice, to je s obzirom na skučen prostor primijenjena izvedba sa U-sabirnicama.

Postrojenje 220 kV s jednostrukim sabirnicama izvedeno je u klasičnoj visokoj izvedbi.

Postrojenje 110 kV sadrži ova polja:

— dalekovodno za HE N. Tesla (Vinodol)
— dalekovodno za TS Rijeka
— dalekovodno za TS Lički Osik
— polja generatora 2 i 3 (80 MVA)



Rasklopište 220 kV

— polja mrežnih transformatora 10 MVA i 150 MVA
— spojno i mjerno polje

Postrojenje 220 kV sadrži ova polja:

— dalekovodno za RS Brinje
— dalekovodno za područje Rijeke
— polje generatora 1 (80 MVA)
— polje mrežnog transformatora 150 MVA

Sva glavna oprema isporučena je od tvornice »R. Končar«.

Prekidači su predviđeni na 110 kV strani za rasklopnu snagu 3500 MVA, a za 220 kV stranu 7500 MVA nazivne struje 800, odnosno 1600 A. Izvedba sa komprimiranim zrakom po licenci »Merlin & Gerin« sa karakterističnim vremenima isklapanja, uklapanja, beznaponske pauze itd. u granicama najsuvremenijih današnjih konstrukcija (tipovi prekidača 3 Pv 110 h 800 i 2 Pv 220 k 1600). Opremljeni su za jednopolno i tropolno brzo ponovno uklapanje.

Rastavljači su okretnog tipa, klasične konstrukcije (s okretnim izolatorima) za nazivnu struju 800 A. Mjerni transformatori uljni, klasične izvedbe; naponski transformatori 110 kV u induktivnoj, a naponski transformatori 220 kV u kapacitivnoj izvedbi. Termička i dinamička čvrstoća: $120 \cdot I_n$ i $300 \cdot I_n$.

Sabirnički rastavljači za oba napona konstruirani su za vertikalnu montažu (os izolatora okomita na vertikalu).

Sabirnice 110 kV su izvedene iz bešavnih čeličnih cijevi 89/69 mm ∅ koje su postavljene na potporne izolatore reda 110 kV, a učvršćene su specijalnim spojnicama za kruto i elastično učvršćenje. Sabirnice 220 kV izvedene su iz cijevi analogno kao i 110 kV, dimenzija 159/147 mm ∅.

Širina polja 110 kV iznosi 8,8 m, a 220 kV, 16 m, pa su to rasponi potpornih tačaka sabirnica. Razmak faza za 110 kV iznosi 2,0 m, a za 220 kV 4,0 m. Čelična nosiva konstrukcija (portali i prečke) izvedena je iz profilnog željeza u vijčanoj pocinčanoj izvedbi. Postrojenje 110 kV i 220 kV situirano je na platou iznad pristupnog tunela, na koti + 16,00 m, a mrežni transformatori na koti + 9,00 uz plato postrojenja.

Širina postrojenja 110 kV s dvostrukim sabirnicama iznosi 24,5/27,5 m do osi izlaznih portala, a postrojenja 220 kV, 37,0/42,75 m.

Ukupna dužina platoa za oba dijela postrojenja, tj. 110 i 220 kV iznosi 78, 0 m.

Prekidači 110 i 220 kV su učvršćeni na podnožju koje je izvedeno iz bešavnih cijevi slično kao i podnožja ostalih aparata izlaznih rastavljača, mjernih transformatora itd.

Visina portala 110 kV iznosi 11,0 m, a 220 kV 13,68 m. Spojni vodiči između 220 kV strane mrežnog transformatora zavješeni su izolatorskim lancima na posebne portale do odgovarajućeg polja 220 kV.

6.3. Rasklopna postrojenja 10 i 35 kV

Postrojenje 35 kV obuhvaća vlastitu potrošnju sa jednim transformatorom 250 kVA i jednim 1000 kVA te 6 polja od kojih su dva dalekovodna za Senj i Jablanac, jedno transformatorsko za trafo 10 MVA, 110/36,75 kV, jedno mjerno i dva trafo polja za gore spomenute transformatore.

Postrojenje je smješteno u sklopu zgrade komande, a izvedeno je u unutarnjoj klasičnoj izvedbi sa standardnom opremom svog reda. Isporučilac opreme je tvornica »R. Končar«.

Postrojenje 10 kV obuhvaća spojne vodiče generator-transformator. Ove veze, smještene u kaverni strojarnice, dimenzionirane su za 4400 A, a izvedene su iz golih aluminijskih profila 2 × U 120 ukupnog presjeka 1,16 A/mm² u glavnim potezima. Na spojevima aparata upotrebljen je profil u snopu 4 × 120 × 10 mm. Aluminij imade:

specifičnu vodljivost	30 Sm/mm²
prelomnu čvrstoću	20 kg/mm²
granicu razvlačenja	10 kg/mm²
modul elastičnosti	6500 kg/mm²

Razmak sabirnica odabran je sa 53 cm, a razmak potpornih tačaka 1,25 m. U pogledu naprezanja, termičkih i dinamičkih, te frekvencije titranja, ovi profili zadovoljavaju. Odabrani su potporni izolatori grupe C s prelomnom silom 1200 kg na vrhu.

Spojni vodovi 10 kV dimenzionirani su za:

	Blok 110 kV			Blok 220 kV		
	mreža	gener.	Σ	mreža	gener.	Σ
Udarne struje kratkog spoja S_u (kA)	88	56	144	103	56	159
Rasklopne struje kr. spoja I_k (kA)	34	22	56	40	22	62
Trajne struje kr. spoja I_t (kA)	30	4	34	35	4	38

6.4. Uređaji upravljanja, zaštite i dojave

Proizvodne grupe i postrojenje 110 i 220 kV

Proizvodne grupe i postrojenje 110 i 220 kV opremljeni su suvremenom zaštitom proizvodnje »Brown & Boveri«, Baden, u skladu s koncepcijama koje su definirane idejnim projektom, vodeći računa o veličini i tipu proizvodne grupe.

Za zaštitu proizvodnih grupa predviđeni su ovi zaštitni uređaji:

1) Diferencijalna bloka (gen.-transf.)
2) Diferencijalna generatora
3) Prenaponska zaštita
4) Termička zaštita
5) Zaštita od spoja među zavojima iste faze
6) Prekostrujna zaštita
7) Zaštita od asimetrije
8) Buchholz transformatora (II stepen)
9) Zaštita od dozemnog spoja statora
10) Zaštita od požara generatora i transformatora

Osim toga, predviđen je niz signalizacija i dojava mehaničkih smetnji na turbini i generatoru, kao:

— protok rashladne vode u rashladnom sistemu generatora i transformatora,
— protok i temperature ulja nosećeg i vodećih ležajeva,
— nestanak pritiska ulja u sistemu turbinske regulacije,
— niz dojava odnosno signalizacija turbinskih pomoćnih uređaja.

Za prekostrujnu zaštitu bloka primijenjeni su releji BBC tip Sl, za termičku tip ST, za diferencijalnu DMs, za prenaponsku tip SH1n, za statorsku tip CUEd, za zaštitu od spoja među zavojima iste faze tip RB1, za dojavu zemljospoja rotora tip RBv, za zaštitu od nesimetrije tip ZH; kao dojavni relej primijenjen je tip MR11.

Za zaštitu mrežnih regulacionih transformatora predviđena je ova zaštita:

a) za transformator 150 MVA: prekostrujna zaštita releji tip Sl, termička tip ST, diferencijalna tip DMs.
b) za transformator 10 MVA: prekostrujna, tip Sl, diferencijalna, tip DMs.

Za postrojenje 110 i 220 kV predviđena je ova zaštita:

1) Za dalekovode 110 i 220 kV distantna zaštita, releji tipa L3wyaS
2) Za spojno polje prekostrujna zaštita, releji tip Sl.

Za automatsku sinhronizaciju predviđen je aparat FB također proizvodnje BBC, sa pripadnom opremom.

Ostali uređaji elektrane

Za postrojenje 35 kV, te za kućne generatore i transformatore predviđena je domaća zaštita uobičajenog opsega. Tako je za kućni generator 800 kVA, 400 V predviđena:

— prekostrujna sekundarna zaštita (RI-2),
— prenaponska zaštita (RU-30),
— zaštita od preopterećenja (RI-B 10),
— dojava zemljospoja rotora (RE-20), sve proizvodnja »Iskra«, Kranj.

Dalekovodna polja 35 kV opremljena su sekundarnom prekostrujnom zaštitom, tip RI-3, proizvodnje »Iskra«.

Ostali pomoćni uređaji zaštićeni su primarnom zaštitom, visokoučinskim osiguračima, elektromagnetskim zaštitnim sklopkama i oklopnicima.

Zaštitni uređaji generatora i blok transformatora smješteni su na ploči strojeva u podzemnoj kaverni, neposredno uz svaki agregat. Time je postignuta ušteda u signalnim kabelima, a zaštitni organi smješteni su najbliže objektu koji štite.

Svi ostali zaštitni uređaji smješteni su u centralnoj komandi koja je situirana na vanjskom platou uz rasklopno postrojenje 110 i 220 kV.

Komanda je riješena tako da su na pultovima smješteni aparati upravljanja i pokazni mjerni instrumenti, a zaštitni releji s opremom smješteni su na posebnoj komandnoj ploči koja je postavljena nasuprot pulta.

6.5. Pomoćni uređaji elektrane

Glavni razvod niskog napona

Glavni razvod niskog napona obuhvaća ploču niskonaponskih uređaja koja je smještena u strojarnici te niskonaponske kabele do razdjelnika za potrebe pogona i rasvjete. U ovaj razvod spadaju i glavni odnosno pomoćni razdjelnici sa kojih se napajaju strujni krugovi za pomoćne uređaje turbina, sistem rashladne vode i drenaže, do pogonskih motora, dizalica, pumpi, uređaja za klimatizaciju itd.

Glavni napojni kabeli položeni su između niskonaponske ploče u strojarnici, čije sabirnice napajaju kućni generator, odnosno transformatore, te pojedinih razdjelnika.

Za pomoćne uređaje svake turbine predviđen je po jedan razdjelnik koji imade dvostruke veze sa glavnim sabirnicama niskog napona. Po jedan razdjelnik predviđen je za ploču stroja, jedan za klima uređaj i po jedan za difuzorske zatvarače. Za ostale potrebe, drenažu, rashladnu vodu predviđeni su posebni razdjelnici u turbinskom i generatorskom katu te strojarnici.

Zgrada komande se napaja iz posebne ploče vlastite potrošnje koja je spojena na glavnu ploču u podzemnoj strojarnici. S ove ploče u zgradi komande napajaju se razdjelnici rasvjete i pogona vanjskih objekata čvora strojarnice.

Razdjelnici su izvedeni ili u blindiranoj izvedbi ili u zatvorenim limenim ormarima.

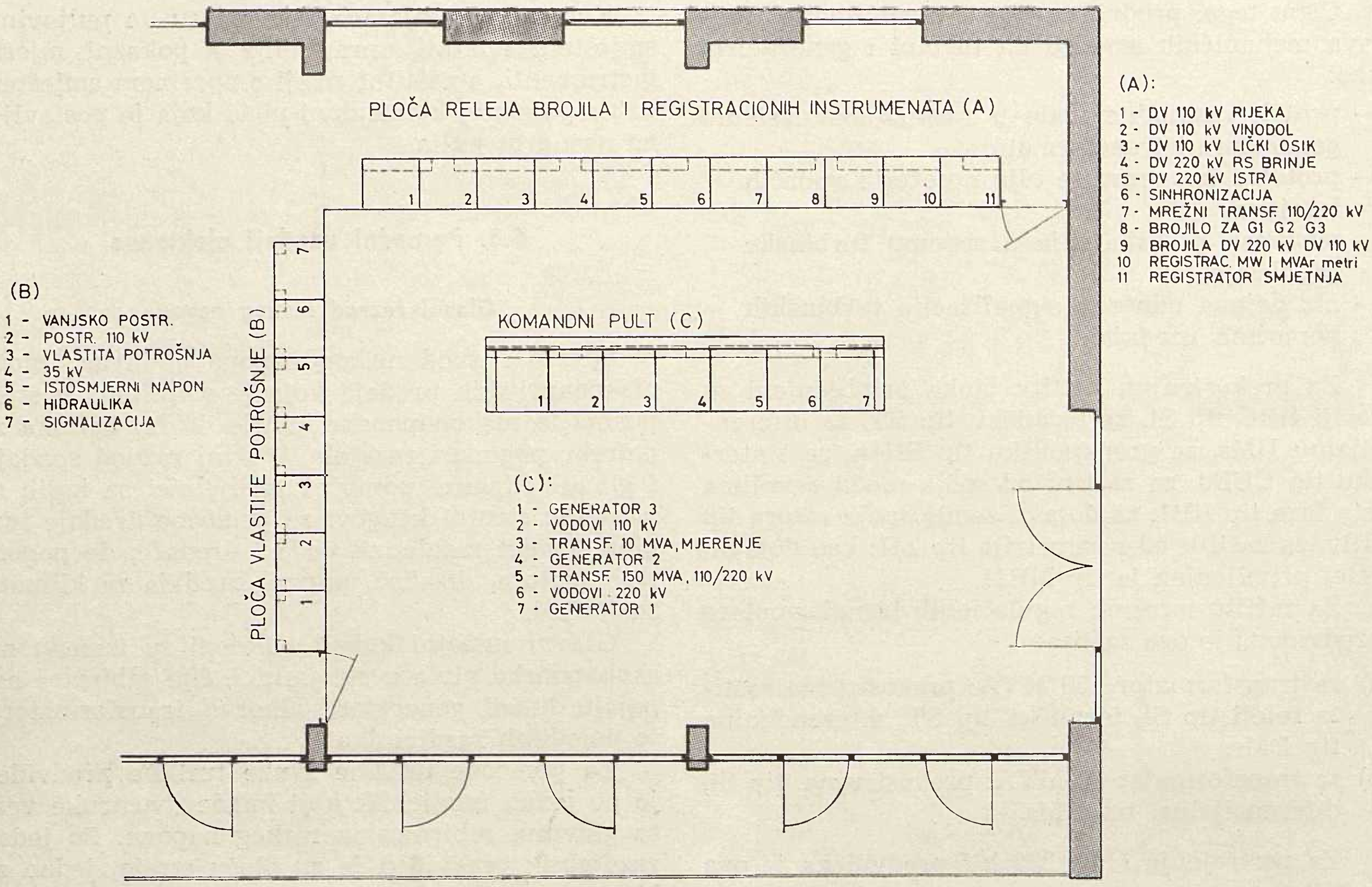
Kabeli koji služe za transport energije dimenzionirani su uzevši u obzir najveću potražnju skupine potrošača, a uzeto je u obzir i polaganje kabela u kanale, police, odnosno djelomično u zemlju.

Svi motorski strujni krugovi zaštićeni su termičkom zaštitom. Pokretanje motora je direktno s punim naponom.

Opskrba uređaja rashladne vode i drenažnih uređaja

Drenažni i rashladni uređaji napajani su s razdjelnika proizvodnih grupa u turbinskom katu (RM-1, RM-2 i RM-3) i to po jedna drenažna i rashladna pumpa svaka s razdjelnika odgovarajuće pumpe. Budući da su osigurane međuveze između razdjelnika te mogućnost dvostrukog napajanja s glavnih sabirnica niskog napona, to postoji 100% sigurnost u opskrbi energijom uređaja rashladne vode i drenaže. Motori ovih uređaja napajani su kabelima NYBY odgovarajućih presjeka.

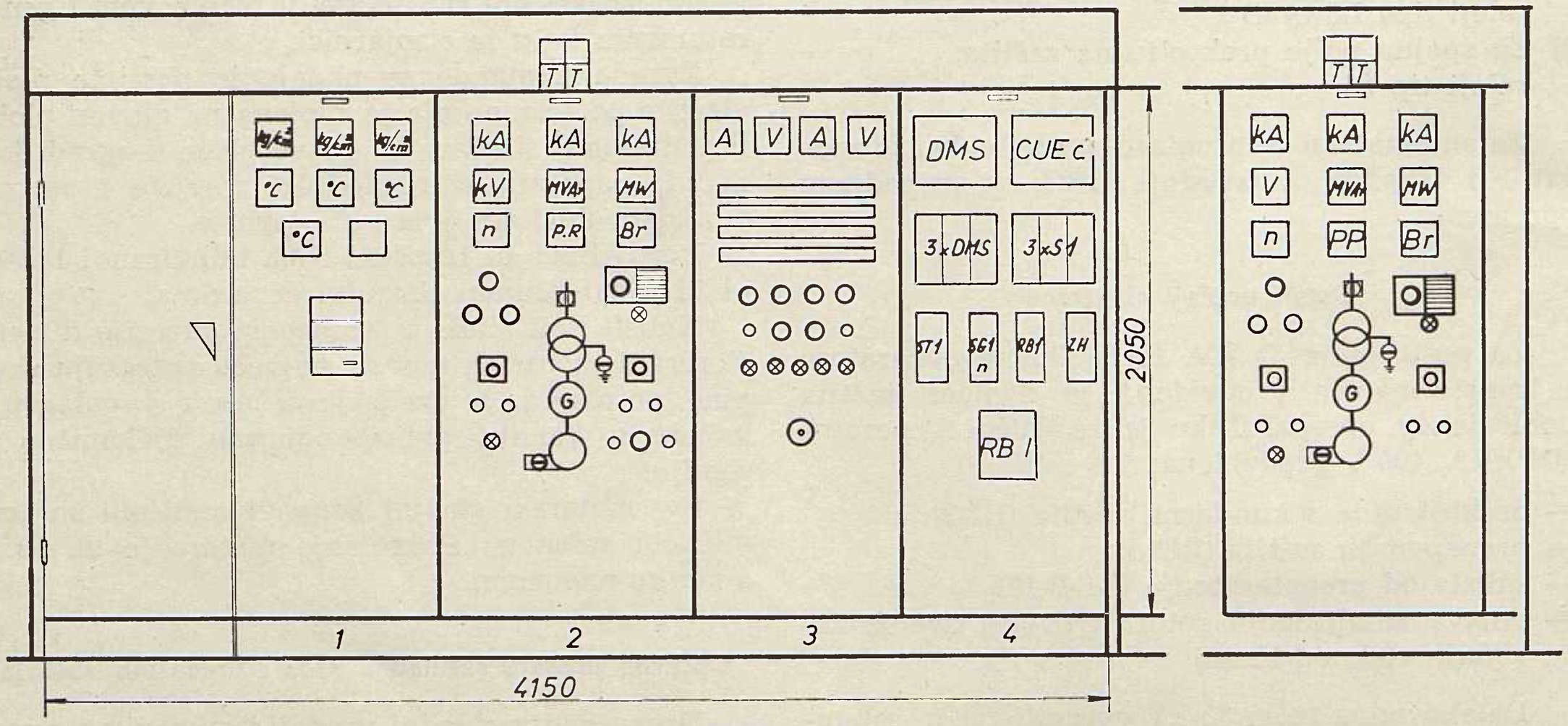
Razdjelnici u turbinskom katu izvedeni su u blindiranoj izvedbi iz čeličnog lima, kao i svi ostali razdjelnici osim razdjelnika u zgradi komande, koji su izvedeni kao zatvoreni ormarići.



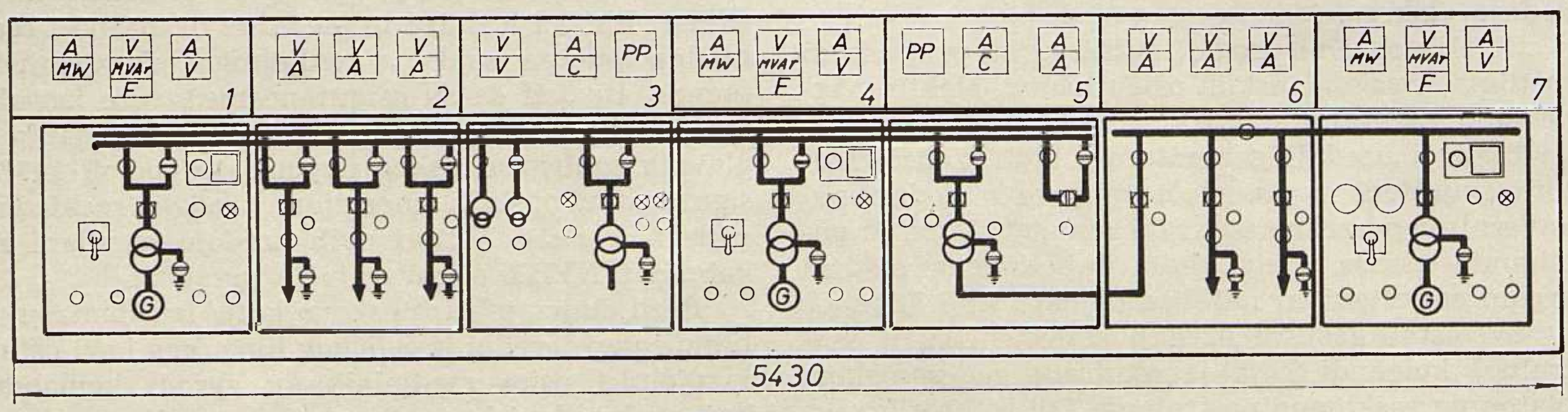
Tlocrt komandne prostorije

Prednja strana ploče stroja 2

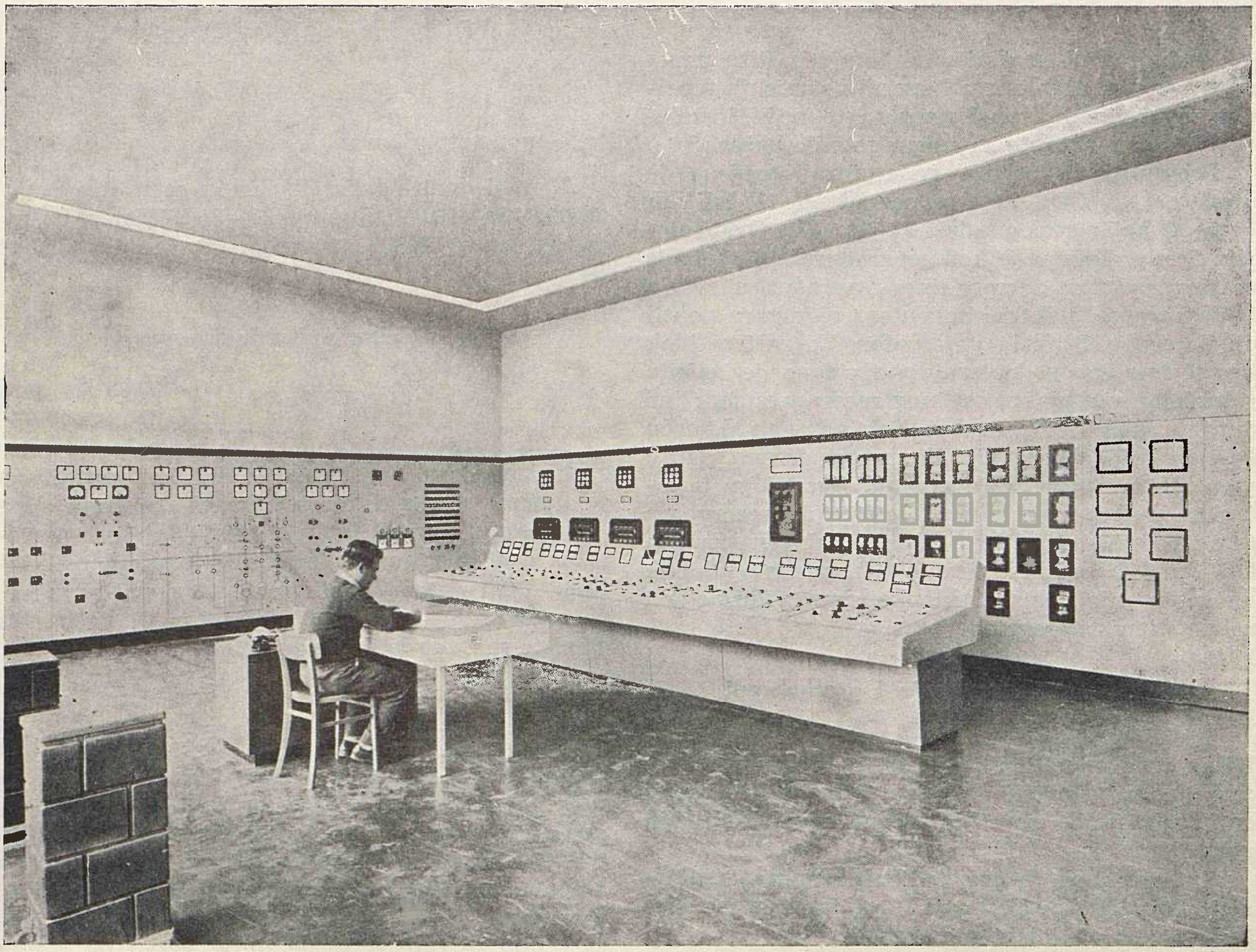
Prednja strana ploče stroja 1 i 3 polje 2



Ploča stroja



Komandni pult



Komanda Hidroelektrane Senj

Uređaji istosmjerne struje

Za potrebe upravljanja, zaštitu i signalizaciju te rezervnu rasvjetu odabrane su u skladu s veličinom elektrane i zahtjevima potrošnje dvije akumulatorske baterije 220 V od kojih je jedna smještena u komandnoj zgradi, a druga u postrojenju 220 kV. Za potrebe telekomunikacionih uređaja predviđena je posebna baterija 24 V, tip L3 smještena u komandnoj zgradi. Kapacitet glavnih baterija iznosi 288 Ah, tj. tip članka L8, a određen je na temelju potreba potražnje istosmjernim naponom (oko 33 kW). Za punjenje su predviđena 2 suha ispravljača, jedan za trajno (10/5 A), a drugi za brzo punjenje (60/30 A). Istosmjerni napon dovodi se kabelima iz zgrade komande do ploče vlastite potrošnje u strojarnici.

Uređaji komprimiranog zraka

Za potrebe aparata u postrojenjima 220, 110 i 35 kV predviđena je kompresorska stanica u sklopu pomoćnih prostorija između zgrade komande i platoa vanjskih postrojenja. Na temelju potroška aparata (rastavljači i prekidači na pneumatski pogon), broja isklapanja pneumatskih prekidača, određen je potrošak od 610 l/min odnosno 36,8 m³/h. Predviđena je ugradnja dva kompresora po 40 m³/h dobave, te četiri glavna rezervoara po 1500 l koji su smješteni na platou 110 i 220 kV. Prema zahtjevima proizvođača aparata (R. Končar), kompresori imaju radni tlak od 40 atp kao i rezervoari.

Razvodna instalacija komprimiranog zraka položena je u postrojenju 110, 220 i 35 kV s kompletnom opremom (tlačni releji, kontaktni manometri, dilatacije, ventili, cijevi itd.). Za postrojenje 110 i 220 kV vrši se redukcija tlaka na 17 atp, a za postrojenje 35 kV na 5 atp.

Električke instalacije za rasvjetu i pogon

Ove instalacije obuhvaćaju pogon klima uređaja, potrošnju ploča strojeva, pogonske uređaje trafo kaverne (kaloriferi, pumpe za vodu), glavnu dizalicu, radionicu u strojarnici, pomoćne uređaje vanjskih postrojenja (ventilatori transformatora, pumpe za ulje, ispravljače, grijanje, itd.). Nadalje ove instalacije obuhvaćaju cijelu rasvjetu strojarnice, pristupnog tunela, kabelskog rova, vanjskih objekata čvora strojarnice, komande i pomoćnih prostorija, te vanjsku rasvjetu platoa ispred komandne zgrade. Sve instalacije za pogon izvedene su odgovarajućim kabelima NYBY koji su položeni u kabelske kanale odnosno na police.

Protupožarni uređaji

Protupožarni uređaji obuhvaćaju zaštitu generatora, transformatora u kaverni i vanjskih mrežnih regulacionih transformatora te opću instalaciju odnosno aparate za ručno gašenje požara.

Protupožarna zaštita generatora izvedena je uređajem sa CO_2, koji se sastoji od 11 čeličnih boca od kojih svaka sadrži 30 kg CO_2. Ova baterija boca smještena je kod generatora br. 3. Impuls za proradu daje termoelement ugrađen u struju toplog zraka. Električkim putem se otvara ventil na bateriji CO_2 koja gasi požar. Za zaštitu blok transformatora u kaverni predviđena je zaštita raspršnom vodom iz posebnog rezervoara sadržine 4 m^3 u kome se potrebni tlak održava pomoću baterije od 3 boce CO_2. Za protupožarnu zaštitu vanjskih mrežnih transformatora predviđen je također uređaj s raspršnom vodom iz rezervoara 6 m^3 u kome se pritisak održava također pomoću CO_2 (sa 4 boce). Aktiviranje CO_2 uređaja djeluje na iskapčanje učinske sklopke, demagnetizacije i zaustavljanja agregata.

6.6. Sistem uzemljenja i gromobrani

U elektrani je izveden jedinstveni sistem uzemljenja za sve vrste uzemljenja jake struje i gromobranske instalacije. Na ovaj uzemljivač spojene su i sve metalne mase i svi uzemljivači električkih postrojenja.

Sve armature betonskih konstrukcija u strojarnici, glavni tlačni cjevovod i sve ostale mase spojene su na zajednički uzemljivač.

Glavni sabirni vodovi uzemljenja u strojarnici i kaverni transformatora povezani su s uzemljivačem postrojenja 110 i 220 kV, a ovaj je pomoću vodova u odvodnom tunelu spojen s uzemljivačem u moru koji je položen uz izlaznu građevinu odvodnog tunela.

Glavna armatura željeza u strojarnici i kaverni transformatora varenjem su spojena, te su tako dobivene petlje s omčom oko 10 × 10 m horizontalno i vertikalno.

Glavni sabirni vodovi u podzemnim postrojenjima izvedeni su iz pozicionog tračnog čelika 30 × 4 mm.

Kabelske armature i plaštevi kabela koji izlaze izvan ograde postrojenja povezat će se na njihovim krajevima s pripadnim uzemljivačima, te na jedinstveni uzemljivač elektrane, na koji se također spajaju zemna užeta dalekovoda i vodovodna mreža.

Vanjska ograda povezana je zasebnim uzemljivačem.

Nakon provedenih mjerenja konstatiran je otpor uzemljenja između 1,0 i 7800 Ω, ovisno o mjernoj tački i dubini mjerenja. Za pojedine uzemljivače dobivene su vrijednosti:

— uzemljivač postr. 110/220 kV:	11,0 Ω
— uzemljivač strojarnice i komore transformatora:	6,25 Ω
— uzemljivač provizorne TS 110:	7,25 Ω
— tlačni cjevovod i ostale veze:	1,80 Ω
— površinske trake u terenu vanjskog platoa:	4,0 Ω
— uzemljivač u moru:	0,417 Ω
Ukupni otpor uzemljivača:	0,279 Ω

Naponi dodira i koraka kreću se u granicama od oko 125—130 V, odnosno 32—35 V. Napon uzemljivača iznosi 2830 V, uzevši struju zemljospoja od 10 kA.

6.7. Telekomunikacioni uređaji

Telefonija

Kućna automatska telefonska centrala. Za automatski telefonski saobraćaj u HE Senj montirana je kućna automatska telefonska centrala tipa Crossbar, proizvod tvornice »Nikola Tesla«, Zagreb. Centrala ima kapacitet 50 lokalnih priključaka, 7 VF-četverožičnih veza i 1 poprečnu vezu, te 6 lokalnih agregata. Napajanje ATC vrši se iz stacionarne aku-baterije 24 V/108 Ah.

Niskofrekventne veze

Osim navedenih veza HE Senj je vezana kao daleki korisnik ATC u »Upravi HE Senj« koja se nalazi u gradu Senju. Između HE Senj i zasunske komore u Hrmotinama postoji automatska i induktorska veza preko kabela. Induktorske veze po zračnim linijama uspostavljene su s Gusić Poljem, Šumečicom i Gornjom Švicom. VF uređaj u Gusić Polju je preko zračne linije vezan na kućnu ATC u RS Brinje.

Visokofrekventna telefonija

VF veze dalekovodima 220 kV

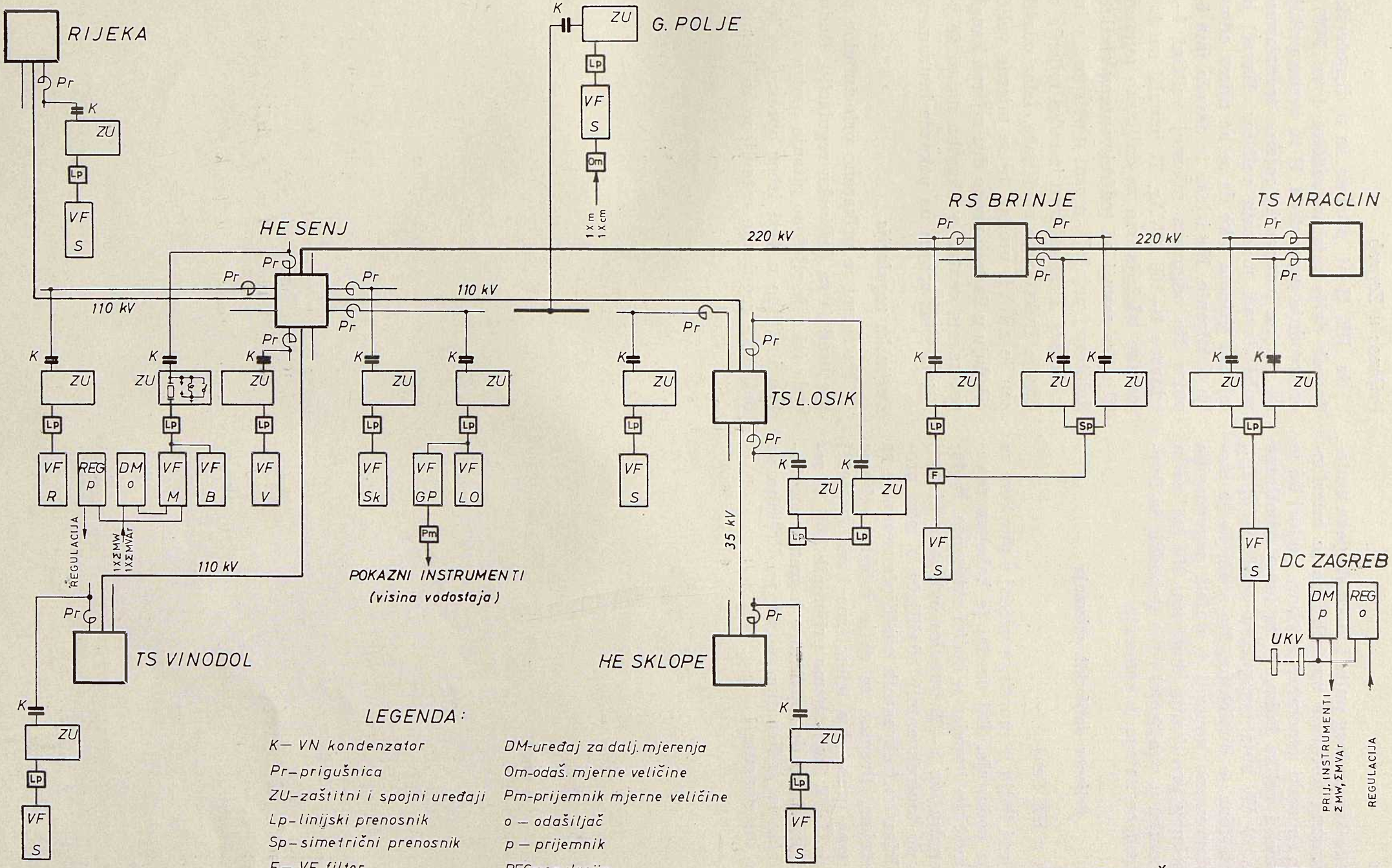
Ostvarene su dvije VF veze i to: HE Senj — TS Mraclin, što je ujedno dio veze HE Senj sa dispečerskim centrom u Zagrebu, te veza HE Senj — RS Brinje. U Brinju je čvor preko kojeg se mogu dobiti ostali VF učesnici ATC Brinje. Uređaji su jednopojasni (4 kHz), tranzistorizirani sa slijepljenim kanalima i kompandorom. Imaju mogućnost prijenosa, osim govornog kanala, još i 6 telemjernih kanala. Za ove dvije veze nabavljeni su uređaji iz uvoza od firme BBC — Švicarska.

VF veze dalekovodima 110 kV

Predviđeno je projektom pet VF veza i to:

1. HE Senj — HE Vinodol
2. HE Senj — HE Sklope
3. HE Senj — TS Lički Osik
4. HE Senj — Gusić Polje (RS Brinje)
5. HE Senj — Rijeka

Na tim relacijama postoje momentano samo privremene veze prema Gusić Polju i Ličkom Osiku, dok će se ostale veze uspostaviti kad stignu naručeni VF uređaji domaće proizvodnje od proizvođača EI Niš.



LEGENDA:

K — VN kondenzator
Pr — prigušnica
ZU — zaštitni i spojni uređaji
Lp — linijski prenosnik
Sp — simetrični prenosnik
F — VF filter
VF — VF uređaj
DM — uređaj za dalj. mjerenja
Om — odaš. mjerne veličine
Pm — prijemnik mjerne veličine
o — odašiljač
p — prijemnik
REG — regulacija

PREGLEDNA ŠEMA VF UREĐAJA SA DM I REG.

Interfon

Između komandnog pulta i ploče strojeva umjesto mašinskog telegrafa upotrebljena je interfonska veza za svaki generator posebno. Budući da je u strojarnici velika buka, to su tamo montirana pojačala 10 W, koja omogućuju odličnu čujnost. Veza interfona je dupleksna, što znači da je moguće istovremeno govoriti i slušati sugovornika bez posebnog pritiskanja dugmeta. Na taj način su službeniku u strojarnici ruke slobodne da izvršava određene naloge iz komande.

Prijenos daljinskih mjerenja

Prijenos u HE Senj

U Gusić Polju je montiran uređaj s plovkom za mjerenje vodostaja. Taj uređaj je kabelom povezan s davačima impulsa u kućici zatvarača. Iz davača impulsa ide 5—20 impulsa ovisno o mjernoj veličini do tonfrekventnih odašiljača u istoj prostoriji. Izlaz tonfrekventnih odašiljača vezan je sa VF uređajem. Prenose se dvije mjerne veličine »m« i »cm« preko dva telemjerna kanala (2700 i 2940 Hz). U HE Senj imamo prijemnik koji se sastoji od pojačala, demodulatora i pretvarača impulsa. Izlaz iz prijemnika spojen je direktno na pokazne instrumente.

Prijenos u Zagreb

Iz HE Senj prenose se u dispečerski centar Zagreb dvije mjerne veličine i to: MW i MVAr proizvodnje generatora. U tu svrhu priključeni su na strujne i naponske mjerne transformatore impulsi davači mjernih veličina. Davači imaju tri mjerna sistema tako da se na njima odmah obavlja sumiranje. Na izlazu iz davača ima 5—20 impulsa što odgovara mjernoj veličini 0—300 MV odnosno 0—160 MVAr. Ti impulsi se dovode pojedinim odašiljačima za daljinsko mjerenje. Odašiljač se sastoji od tonfrekventnog oscilatora, modulatora i pojačala, a radi u ovisnosti o impulsima iz davača. Prema broju impulsa mijenja se moduliranje frekvencije odašiljača. Izlaz odašiljača vezan je na VF uređaj, te se mjerne veličine prosljeduju u Zagreb preko dva mjerna kanala. U dispečerskom centru u Zagrebu nalazi se prijemnik čiji je izlaz spojen na pokazne instrumente.

Daljinska regulacija

Na shemi je prikazano principijelno povezivanje uređaja za daljinsku regulaciju. Budući da do sada još nije riješeno pitanje centra za regulaciju, kao i s time u vezi izbor opreme, to je rješenje daljinske regulacije ostavljeno za kasnije.

HE SENJ — IZVEDBA

1. Izvođači i dobavljači

Stjepan Restarević, Zagreb

Uvod

Investitor za studije, istražne radove i izgradnju objekata HE Senj bila je bivša ZAJEDNICA ELEKTROPRIVREDNIH PODUZEĆA HRVATSKE koja je neposredno pred izgradnju formirala poduzeće »HIDROELEKTRANA SENJ — poduzeće za izgradnju i proizvodnju električne energije.«

Projektanti: ELEKTROPROJEKT, Zagreb, izradio je koncepciju tehničkog rješenja i projekte svih objekata HE Senj osim tijela nasute pregrade Kruščica. Za vrijeme izgradnje obavljao je direktivni nadzor.

GEOEXPERT, Zagreb, projektirao je tijelo nasute pregrade Kruščica i imao tehnički nadzor nad njezinom izvedbom.

Razne druge specijalizirane projektne organizacije radile su projekte onih objekata koji nisu sastavni dio HE Senj, iako je potreba njihove izvedbe izazvana izgradnjom hidroelektrane.

Suradnici kod izrade podloga za projekte: Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Hidrometeorološki zavod, Zagreb; Geofizika, Zagreb; Zavod za ispitivanje materijala i konstrukcija, Građevinski fakultet, Zagreb; Institut »Jaroslav Černi«, Beograd; Institut građevinarstva, Zagreb; Geotehnički institut, Zagreb; »Geoistraživanja — Elektrosond«, Zagreb; Institut za raziskavo materijala, Ljubljana i dr.

Izvođači građevinskih radova:

TEHNOGRADNJA, Maribor, izvela je nasutu pregradu Kruščica s temeljnim ispustom i dovodnim tunelom za HE Sklope.

HIDROELEKTRA, Zagreb, izvodila je preljevni organ pregrade Kruščica i sve objekte nizvodno od stac. 3 + 550 tunela Gornja Švica — Gusić Polje do stac. 9 + 660 tunela Gusić Polje — Hrmotine.

TUNELOGRADNJA, Beograd, branu Selište i sve nizvodne objekte do stac. 3 + 550 tunela Gornja Švica — Gusić Polje, osim brane Vivoze i regulacija korita rijeke Gacke.

KONSTRUKTOR, Split, regulaciju korita Gacke i sve objekte nizvodno od stac. 9 + 660 tunela Gusić Polje — Hrmotine do izlazne građevine odvodnog tunela.

KONSTRUKTOR, Rijeka, branu Vivoze i odvodni kanal u moru iza izlazne građevine.

GEOTEHNIKA (»Geoistraživanja — Elektrosond«), Zagreb, sve injekcione radove uključivo injekcionu zavjesu pregrade Kruščica.

Na pripremnim i završnim radovima sudjelovali su još i:

Izgradnja — Novi Vinodolski, Lika — Gospić, Monter — Zagreb, Instalater — Rijeka, Obnova — Split, Solidnost — Split, Palk — Šibenik, Drvodjelac — Split, Kovina — Split, Monter — Poljčane, Jonić — Split, Viševica — Bribir, Nehaj — Senj, i dr.

Sliku o opsežnosti glavnih građevinskih radova daju slijedeći podaci:

vanjski iskopi	646.100 m³
podzemni iskopi (39 km tunela)	1,025.900 m³
nasipi	1,179.800 m³
vanjski beton	58.400 m³
podzemni beton (tunelski)	336.700 m³
betonsko željezo	5.272 t
željezna podgrada tunela	3.477 t
injekciona masa (suha tvar)	50.860 t

Dobavljači opreme i montaža

Domaći:

METALNA, Maribor — izrada i montaža hidromehaničke opreme prema vlastitim konstrukcijama. Izrada 600 t tlačnog cjevovoda i montaža kompletnog cjevovoda težine 1500 t.

RADE KONČAR, Zagreb — izrada i montaža sve električne opreme prema vlastitim konstrukcijama: generatori, transformatori, rasklopno postrojenje visokog i niskog napona.

LITOSTROJ, Ljubljana — izrada i montaža, u kooperaciji s tvornicom »Charmilles«, Geneve, glavne turbine, a u vlastitoj konstrukciji izrada i montaža glavne dizalice nosivosti 150 t, kućne turbine te razne hidromehaničke opreme i instalacija rashladne vode.

DALEKOVOD, Zagreb — izrada i montaža željezne konstrukcije za rasklopište HE Senj i RS Brinje, dalekovoda 220 kV Senj — Brinje i dalekovoda za elektrifikaciju gradilišta. Kompletna montaža RS Brinje.

Inostrani:

»CHARMILLES«, Geneve (Švicarska) — izrada dokumentacije i u kooperaciji sa Litostrojem izrada glavnih turbina.

»COFOR«, Terni (Italija) — izrada kompletne dokumentacije i 900 t cjevovoda.

»SIEMENS«, Erlangen (SR Njemačka) — isporuka uljnih kabela 110 i 220 kV.

»BBC«, Baden (Švicarska) — isporuka uređaja za zaštitu u HE Senj i RS Brinje.

Nabavka cjelokupne opreme za HE Senj izvršena je preko ELEKTROOPSKRBE, Zagreb, dok je njezin transport izvršio TRANSJUG, Rijeka.

Izvođačima glavnih građevinskih radova i domaćim isporučiocima glavne opreme upućen je poziv da opisom svojih radova sudjeluju u ovoj publikaciji. Pozivu su se odazvali Hidroelektra i Geotehnika, te Litostroj i Rade Končar.

2. »Geotehnika« — istražni i injekcioni radovi

Stjepan Reštarević, Zagreb

Uvod

Na širokom području objekata HE Senj izvela je Geotehnika (Geoistraživanja i Elektrosond) između 1954 — 1961. opsežne istražne radove. Izbušeno je oko 17.000 m geološko-istražnih bušotina, te obavljeno nekoliko istražnih štolna u profilu pregrade Kruščica i na objektima čvora strojarnice u Grabovi, gdje je izvedeno i pokusno injektiranje na odvodnom tunelu.

Najopsežniji rad predstavljala je injekciona zavjesa Kruščica, gdje je tokom 1961-62 organizirano prvo veće gradilište. Paralelno su izvedeni i dopunski istražni radovi kojima je definirana trasa injekcione zavjese i probno injekciono polje.

Godine 1963. izvodi se injektiranje na desnom krilu injekcione zavjese Kruščica i kao i injekcioni radovi na odvodnom tunelu i izlaznoj građevini, kojima je osiguran nesmetan iskop ovih objekata.

Do najopsežnijih injekcionih radova dolazi tokom 1964. i 1965. kada su u roku od 1,5 završeni injekcioni radovi na cca 36 km tunela, na objektima čvora strojarnice i na većem dijelu injekcione zavjese Kruščica. Za ovako veliki obim radova trebalo je istovremeno postaviti odgovarajuću organizaciju na 14 gradilišta, odnosno lokacija, s objektima društvenog standarda i pogona za oko 1.000 radnika. U tom razdoblju bilo je angažirano preko 200 raznih bušaćih, injekcionih, radioničkih i drugih strojeva, oko 40 km cjevovoda, 30 km visoko- i niskonaponskog kabela, preko 30 vozila itd.

Za rukovanje ovim radovima odabrane su Vrhovine kao operativni centar podjednako udaljen od svih gradilišta, s većom željezničkom stanicom i skladišnim prostorom za cement (cca 2.000 t), s asfaltnom cestom prema Zagrebu i dobrim vezama sa svim gradilištima.

O opsegu izvedenih radova govori slijedeća tabela:

Objekt	Pneumatsko bušenje	Rotaciono bušenje	Zainjektirana bušotina	Ugrađena suha tvar
Jedinica mjere	m'	m'	m'	kg
Istražni radovi	—	26 000	2 200	1 000 000
Injekciona zavjesa Krušćica	—	49 547	46 785	24 833 735
Tuneli				
Lika — Gacka	13 193	—	13 193	4 183 792
Gornja Švica — Gusić Polje	1 166	—	1 166	4 197 464
Gusić Polje — Hrmotine	21 286	—	21 286	15 345 334
Čvor strojarnice u Grabovi	8 900	2 100	9 800	1 300 000
Ukupno	44 545	77 647	94 430	50 860 325

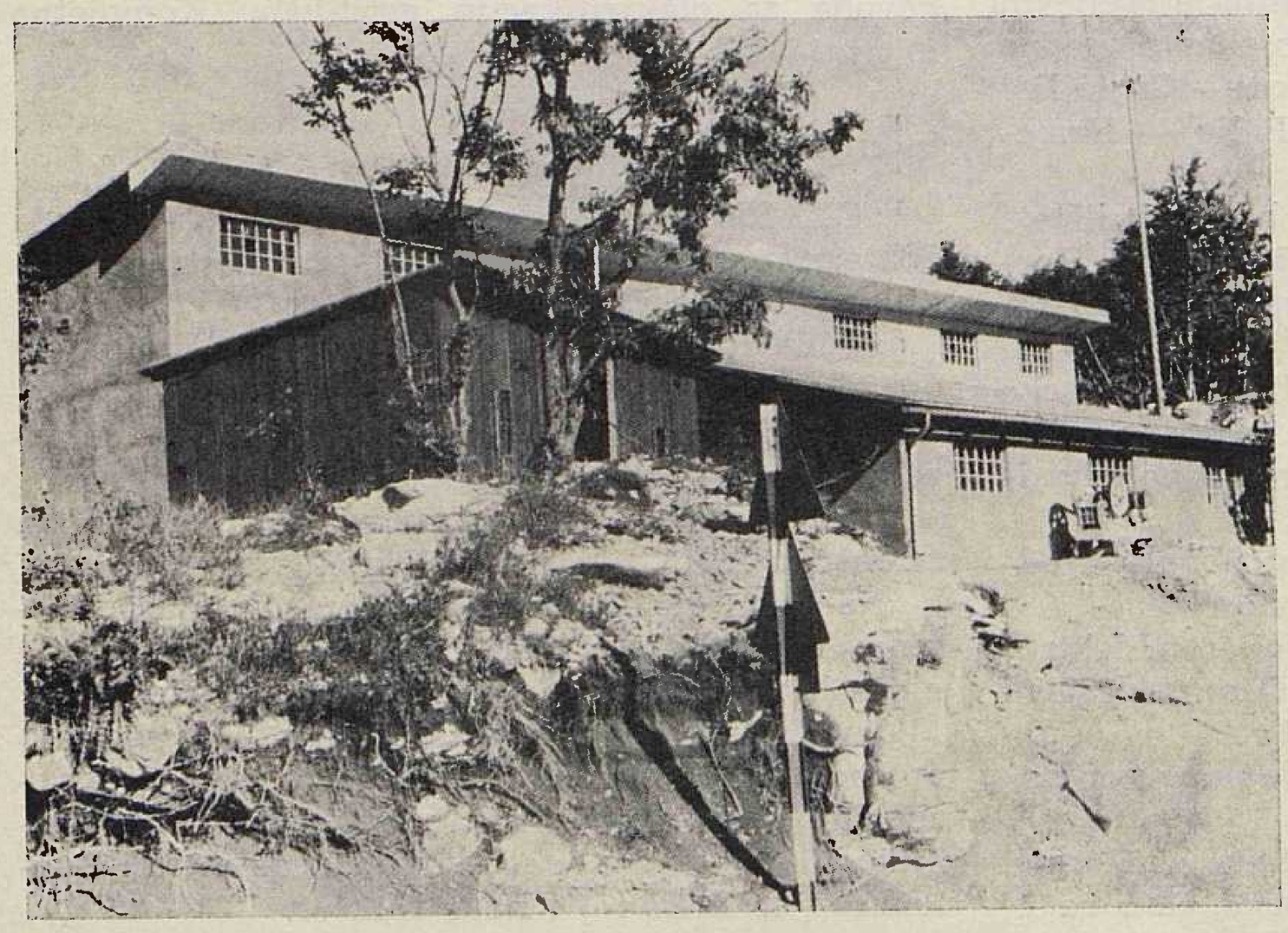
Injekciona zavjesa Kruščica

Opsežnim istražnim radovima utvrđena je trasa injekcione zavjese s izvedbom u 2 etape. Pri tome je u prvoj etapi predviđeno izvođenje zavjese u najnužnijem opsegu na duljini od 704 m, dok je eventualno izvođenje druge etape predviđeno tek u slučaju da se pokaže potrebnim, nakon punjenja akumulacije.

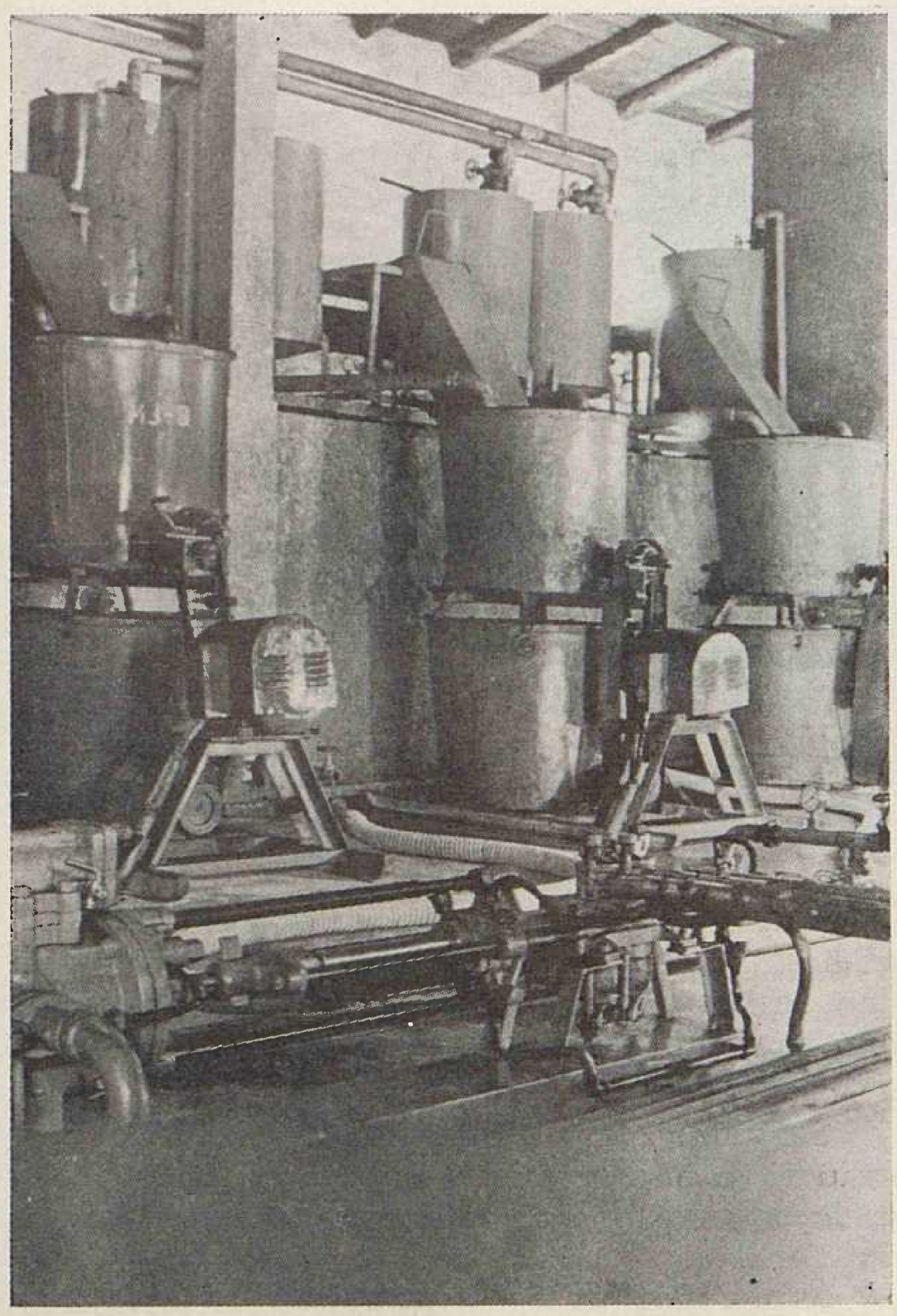
S obzirom na organizaciju rada zavjesa se može podijeliti u tri sektora.

Desno krilo zavjese ide od pregrade preko Zelenkovca u dužini od 296 m. Tu je injektiranje izvršeno s platoa širine 3,0 i 4,50 m uz jalovo bušenje do 60,0 m.

U pregradnom profilu izvedena je dvoredna injekciona zavjesa u dužini od 220 m pretežno iz injekcione galerije brane, a dijelom s površine, upo-



Glavna injekciona stanica Kruščica



Glavna injekciona stanica Kruščica — injektori »Cosma« i dvokatne mješalice 2 × 500 l s dozerima

trebom cijevnih montažnih skela u bokovima. Iz galerije je obavljeno i injektiranje proguščenja i kontakta.

Radovi na injektiranju lijevog krila, dužine 188 m, izvođeni su s površine i galerije na koti + 570, a završeno je i injektiranje iz galerije na koti + 556 m nadmorske visine.

Najveća je dubina zavjese 200 m. Najprije su se izvodile bušotine u nizvodnom (osnovnom) nizu i to svaka šesta (tzv. reperna) uz prethodno ispitivanje vodopropusnosti u donjim etažama radi utvrđivanja dubine zavjese.

Načelno se injektiralo »uzlazno« u etažama po 5 m uz smanjivanje pritiska injektiranja s najviše 40 atm na 10 atm, pa i manje u gornjoj etaži.

Osnovna injekciona smjesa sastojala se je iz 30 % cementa PC-250 ili 350 Trbovlje, i 70 % gline s pozajmišta Kruščica uz potrebni dodatak kalcinirane sode.

Kod većih utrošaka suhe tvari prelazilo se je na tiksotropnije injekcione mase uz dodatak bentonita do 20 %.

U injekcionoj masi primjenjivan je omjer suha tvar : voda = 1 : 4 do 1 : 0,75.

Injektiranje se smatralo završenim kada je utrošak mase bio manji od 12 l/m kroz 30 min uz propisani pritisak na dotičnoj etaži.

Prosječni utrošak suhe tvari iznosi oko 460 kg/m injektiranja.

Injektiranje zavjese u pregradnom profilu i desnom krilu vršeno je direktno iz glavne injekcione stanice, smještene na desnoj obali Like kod glavice Zelenkovac u neposrednoj blizini pristupne ceste pregradi.

Injektiranje lijevog krila zavjese vršeno je iz pomoćne injekcione stanice na ulazu u galeriju. Doprema glinene suspenzije vršena je iz glavne stanice cijevima ∅ 2″, a cementa posebnom žičarom, odnosno vozilima po dovršenju pregrade.

Glavna injekciona stanica izvedena je kao stalni objekt u dvije stepenice, ovisno o konfiguraciji terena.

S pozajmišta gline, udaljenog oko 2 km ona se dovozi na otvorenu deponiju ispred injekcione stanice (do 1.000 m³). Odatle se prevozi u injekcionu stanicu, važe i ubacuje u CM-3 razumljivače u kojima je prethodno otopljena kalcinirana soda. Odavde se ubacuje u bazen za glinu, kapaciteta 2.000 l s ugrađenim uzbuđivačem, a zatim teče slobodnim padom do dozera.

Neaktivirani bentonit (Š-60), deponiran na otvorenom kao i glina, uvozi se u stanicu do mlina čekićara, a odatle istim postupkom kao kod gline dolazi do dozatora.

Cement, deponiran u stanici (do 400 t), ubacuje se nakon vaganja direktno u miješalicu, u koju se putem odgovarajućih dozera, kapaciteta 200 l, ubacuje glinena suspenzija ili bentonit i voda.

Na donjoj stepenici stanice postavljeno je 5 kom. turbulentnih miješalica 2 × 500 l (jedna u rezervi) iz kojih četiri injektora vuku i potiskuju injekcionu smjesu u bušotine.

Injektiranje dovodnog tunela Lika — Gacka

Na ovom dovodnom tunelu dužine oko 10,5 km izvedene su vezne injekcije i injekcione rozete za izolaciju špilja od ostalog dijela tunela.

Vezne injekcije izvedene su sa 4 bušotine po profilu s međusobnim razmakom profila od 2,5 m.

Bušotine jednog profila zarotirane su za 45⁰ u odnosu na bušotine susjednog profila. Dubina zadiranja u stijenu iznosila je do 20 cm čime je postignuta i izvjesna konsolidacija stijene.

Samo injektiranje obavljalo se kontinuirano po profilima, čime je postignuto bolje zbijanje injekcione smjese kao i odfiltriranje vode kod injekcionog pritiska od 7 atm. Injektiranje se smatralo završenim ako je utrošak mase po bušotini bio manji od 1 l/min.

Na mjestima špilja s izvedenom armira-betonskom oblogom obostrano su izvedene injekcione rozete s po 2 profila i 8 bušotina u profilu. Unutarnji profili (uz špilju) imali su bušotine dubine do 7 m, a primijenjen je tlak injektiranja od 5 atm. Vanjski (drugi) red rozete s bušotinama dubine do 5 m, zakrenutm prema nutarnjem za 22,5⁰, injektiran je s tlakom od 8 atm. Injektiranje je smatrano završenim kada je utrošak mase bio manji od 3, odnosno 2 l/min po bušotini.



Glavna injekciona stanica Kruščica — injektori »Cosma« s pogonskim centrifugalnim crpkama

U injekcionoj masi primijenjena je suha tvar od 95 % cementa PC-250 i 5 % aktiviranog bentonita Petrovac, ili 97,5 % cementa i 2,5 % bentonita L-100 Pula.

Prosječni utrošak veznih injekcija iznosio je oko 385 kg suhe tvari po m tunela, što je relativno mnogo s obzirom na profil tunela i dosta dobru stijenu.

Injektiranje tunela izvršeno je za 4 radna mjesta u vremenu od 14 mjeseci s ukupno 76 radnika i 20 ljudi režijskog osoblja.

Injektiranje dovodnog tunela Gornja Švica — Gusić Polje

Ovaj tunel dužine oko 9,2 km, košarastog profila vel. 4,7 × 4,9 m ima tečenje sa slobodnim vodnim licem. Zbog toga je njegovo injektiranje imalo zadatak da osigura nosivost betonske obloge i da je sačuva od eventualnog oštećenja.

Budući da su kod primijenjenog načina izvedbe betonske obloge najslabija mjesta u kaloti, to je samo u njoj izvršeno kontaktno injektiranje radi ispune zazora između betona i stijene, odnosno podgrade sa betonskim ili čeličnim platicama.

Injektiranje je vršeno kroz bušotine razmaka 5,0 m sa cementnim malterom odnosa cement : pijesak = 1 : 1 uz dodatak 5 % bentonita radi poboljšanja reoloških svojstava i sprečavanja segregacije smjese. Primijenjen je tlak od 2—3 atm.

Injektiranje je provedeno sa 4 radna mjesta iz 2 napadna okna uz prosječni utrošak suhe tvari od blizu 460 kg po m tunela s ukupno 136 radnika i 18 osoba režije gradilišta.

Injektiranje dovodnog tunela Gusić-Polje — Hrmotine

Na ovom tunelu dužine blizu 13,6 km, svijetlog profila 5,0 m izvedene su vezne injekcije po cijeloj dužini osim špilja i većih pukotina s armiranom oblogom koje su izolirane injekcionim rozetama.

Vezno injektiranje vršeno je kontinuirano po profilima međusobnog razmaka 2,0 m. U svakom profilu izvedene su 4 injekcione bušotine uz 20 cm zadiranja u stijenu. Ove su međusobno zatvarale kut od 90⁰, a prema bušotinama susjednih profila bile su zarotirane za 45⁰. Primijenjen je injekcioni pritisak od 6 atm.

Najprije je injektirana kalota (pod nižim pritiskom) sa Monho injektorom kapaciteta 220 l/min radi popunjavanja najvećeg zazora između betona i stijene.

Neposredno iza toga kontinuirano su injektirani profili, i to sve četiri bušotine, Craelius injektorima, kapaciteta 40 l/min, pod propisanim tlakom. Injektiranje se smatralo završenim ako je utrošak injekcione mase bio manji od 1 l/min po bušotini.

Uspješnost injektiranja ispitana je kontrolnim injekcijama (oko 200 kom. po km) koje su locirane na sumnjivim mjestima.

Injekcione rozete (ukupno 64 para) izvedene su na isti način kao kod tunela Lika—Gacka.

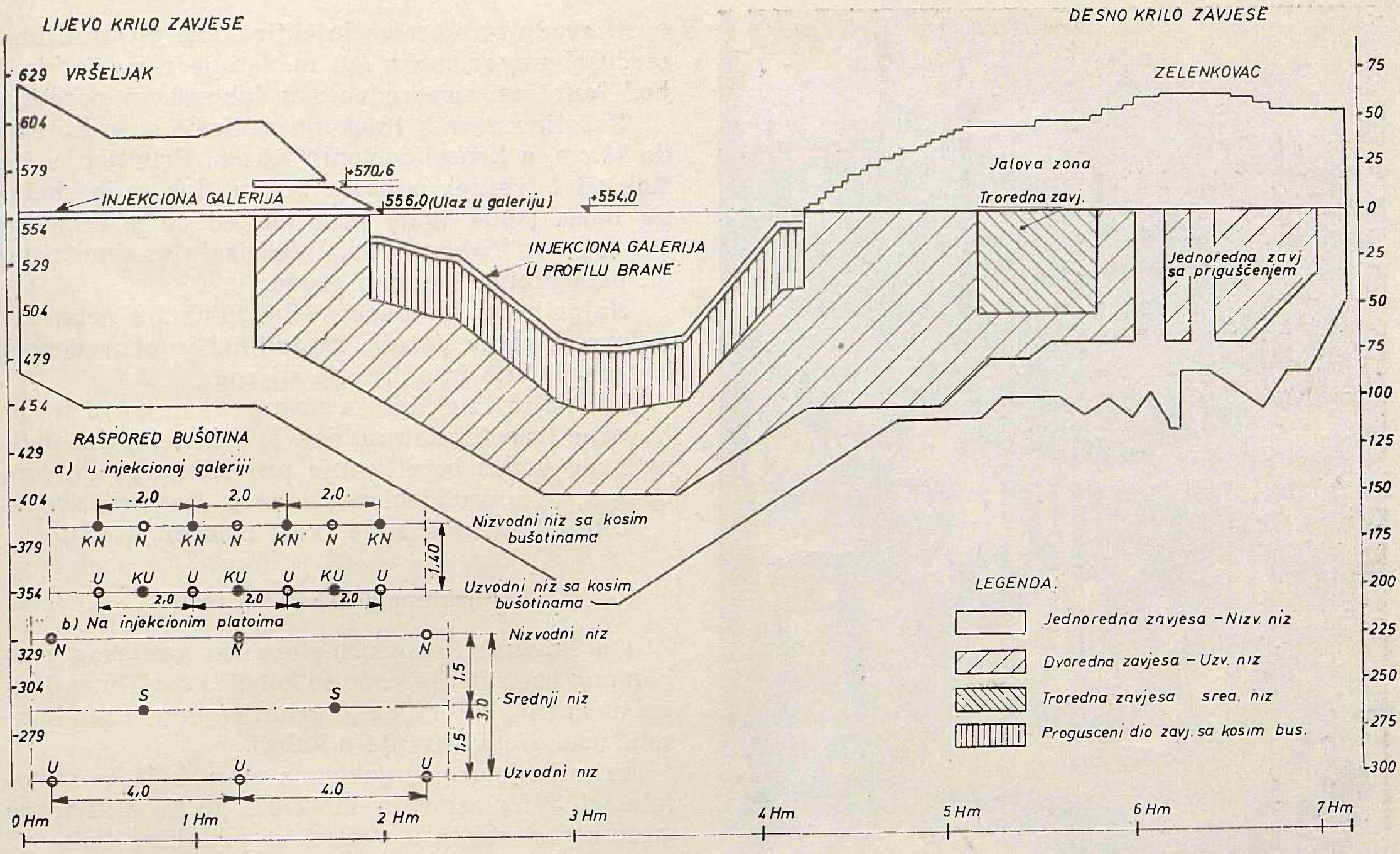
Primijenjena je i ista injekciona masa kao na tunelu Lika—Gacka. I odstranjivanje otpadne mase obavljalo se na isti način, tj. djelomično u spilje do njihova zasićenja, a ostatak je deponiran u tunelu i po završenom injektiranju iz njega izvezen kamionima.

Prosječni utrošak suhe tvari iznosi oko 1.130 kg/m tunela, što govori o nedovoljno kvalitetnoj izvedbi betonske obloge, odnosno velikom zazoru između betona i stijene u kaloti.

Injektiralo se sa 4 radna mjesta, pretežno paralelno s betoniranjem obloge, što je izazivalo niz poteškoća prilikom transporta materijala za injekcionu masu. To je zahtijevalo i veći broj osoblja, pa je na ovom injektiranju bilo zaposleno ukupno oko 200 radnika čemu treba dodati i oko 45 osoba režije gradilišta.

Injektiranje vodostana

Na ovom objektu veznim injektiranjem su obuhvaćene samo donje komore smještene neposredno



Injekciona zavjesa Kruščica

iznad prigušivača, te prsten ispod praga preljeva u ekspanzionu komoru.

Injektiranje donjih komora vršeno je na isti način i istom injekcionom masom kao na pripadajućem dovodnom tunelu s razlikom da je u svakom profilu izvedeno po 6 bušotina uz zadiranje u stijenu do 30 cm.

Prsten ispod praga preljeva injektiran je pod pritiskom od 2 atm.

Ukupni utrošak suhe tvari iznosio je blizu 32 t.

Injektiranje tlačnog cjevovoda

Čelični tlačni cjevovod sastoji se iz kosog dijela duljine oko 614 m i horizontalne račve duljine oko 99 m.

Injektiranje cjevovoda vršeno je kroz tvornički obrađene rupe u limu s injekcionim čepovima. U svakom profilu bile su 3 injekcione rupe. Razmak profila iznosio je oko 1,30 m, a podešavan je tako da je na 1 bušotinu dolazilo 6,20 m² površine cjevovoda.

Na kosom dijelu cjevovoda injektiranje se sastojalo iz 3 faze:

I kontaktno injektiranje lim-beton
II vezno injektiranje beton-stijena i
III konsolidaciono injektiranje stijena.

Injektiranje kontakta lim-beton obavljeno je najmanje 28 dana nakon završenog betoniranja pojedine dionice s tlakom od 3—9 atm, ovisno o debljini lima.

Injektiranje je bilo kontinuirano po profilima, a za injekcionu masu upotrebljen je cement PC 20-z-350, Umag, uz dodatak interplasta od 2 % na težinu cementa. Ovim dodatkom spriječeno je stezanje injekcione mase za vrijeme i nakon vezanja.

Otkucavanjem ustanovljena nezainjektirana gnijezda ponovo su injektirana kroz rupe u tu svrhu izbušene na licu mjesta.

Na ovom injektiranju utrošeno je oko 20 t suhe tvari.

Vezno injektiranje beton-stijena izvodilo se po cijeloj duljini cjevovoda kroz naprijed navedene injekcione rupe i bušotine kroz beton i stijenu do 50 cm, a mjestimično i do 150 cm u stijenu kod nešto slabije stijene, pa se mogu smatrati vezno-konsolidacionim injekcijama.

Ovo injektiranje izvodilo se najmanje 7 dana nakon završene prve faze (lim-beton) pod tlakom od 3—9 atm s injekcionom smjesom od 97,5 % cementa PC-20-z-350, Umag i 2,5 % bentonita L-100, Pula, u suhoj tvari.

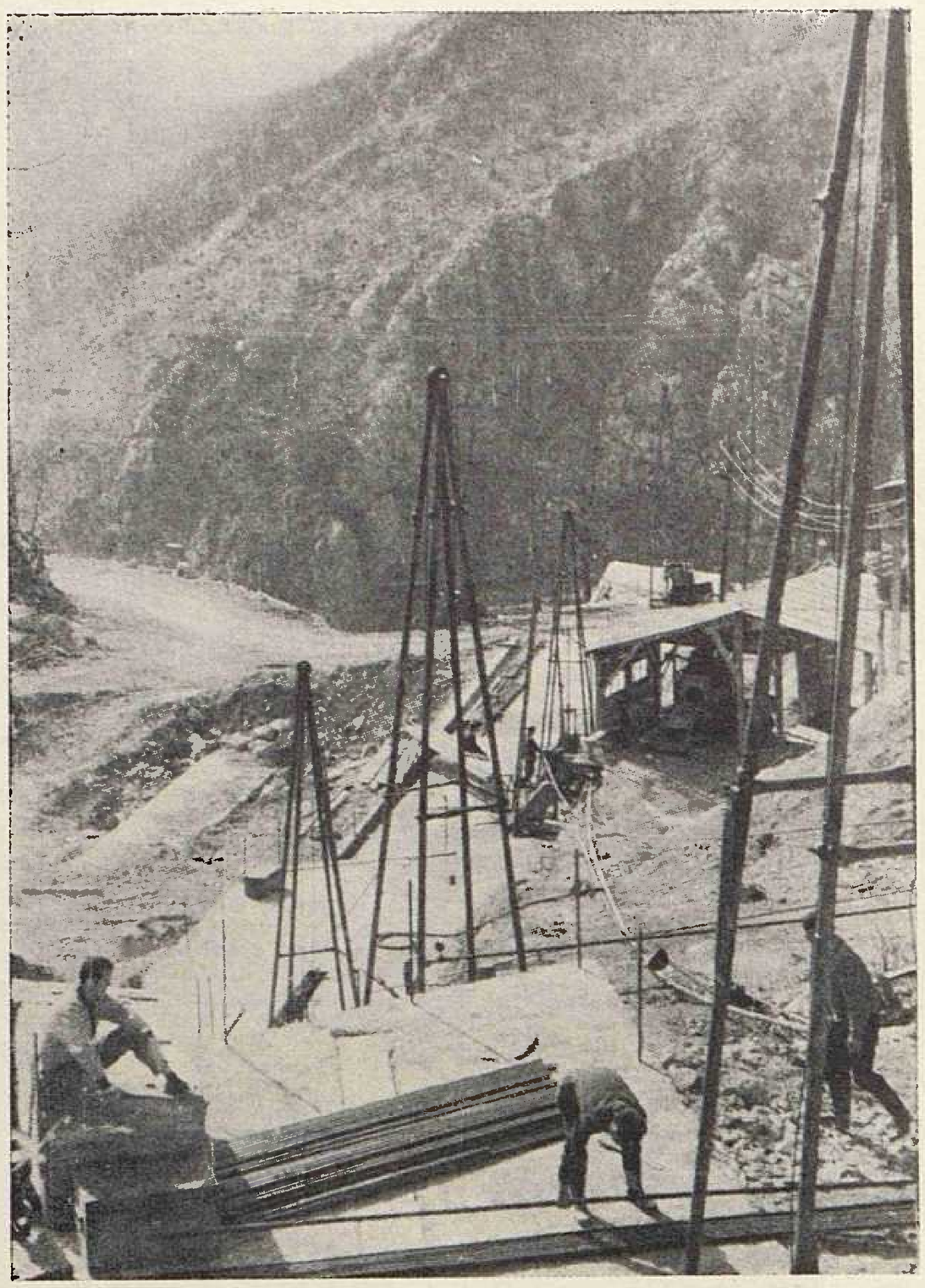
Ukupan utrošak suhe tvari kod ovog injektiranja iznosio je oko 22 t.

Konsolidaciono injektiranje stijene izvodi se kao treća faza samo na gornjem dijelu cjevovoda u duljini od 232 m. Tu su injekcione rupe bušene uz zadiranje u stijenu od 1,5 m.

Primijenjena je injekciona masa kao kod veznog injektiranja uz završni tlak od 15 atm. Ukupni utrošak suhe tvari iznosio je blizu 40 t.

Sva injektiranja kosog dijela cjevovoda vršena su s pomične troetažne radne skele s prstenovima za razupiranje cijevi prilikom injektiranja u gornjem dijelu s tanjim limom.

Za transport ljudstva i materijala služila je druga, tzv. reviziona skela. Skele su pokretane pri-



Bušilice na platoima desnog krila injekcione zavjese na Kruščici

padajućim stabilnim vitlima, izmjenično smještenim na donjem ili gornjem kraju cjevovoda, već prema tome na kojoj je polovini bilo injektiranje.

Obje skele imale su potrebna osiguranja od svih eventualnih nezgoda.

Injekciona masa pripremana je izvan cjevovoda i transportirana do radne skele cijevima ∅ 2", te je na skeli bio samo uzbuđivač sadržine 200 l i ručna Simplex pumpa.

Blindaža zasunske komore i spoj s gornjim koljenom cjevovoda injektirani su kao prva faza cjevovoda (kontakt lim-beton) uz tlak od 2 atm i utrošak suhe tvari od 5 t.

Ukupni utrošak suhe tvari na injektiranju zasunske komore i cijelog cjevovoda s račvama iznosio je 98 t.

Injektiranje strojarnice

U svodu kaverne strojarnice i trafokomore te u kaverni rashladne vode izvedeno je vezno injektiranje beton-stijena i konsolidaciono injektiranje stijena.

Na račvi je izvršeno injektiranje kontakta lim-beton na isti način kao na kosom dijelu cjevovoda, dok je popunjavanje zazora između betonske obloge i stijene obavljeno preko 4 bušotine pojedinačne duljine 14 m. Na injektiranju račve utrošeno je oko 11 t suhe tvari.

U svodu strojarnice injektiralo se po profilima međusobnog razmaka 2,0 m. Isti je razmak bio i kod bušotina raspoređenih u šahovskom poretku.

Bušotine veznih injekcija zadirale su u stijenu do 10 cm, a konsolidacionih 1,0 cm. Primijenjen je tlak od 2 (vezne), odnosno 5 atm, dok se injekciona masa (suha tvar) sastojala od 90 % cementa PC-250 i 10 % bentonita. Injektiralo se simetrično od peta prema tjemenu svoda.

Najprije su izvedene vezne injekcije neparnih redova, a zatim parnih, na kojima je provedeno i konsolidaciono injektiranje stijene.

Isti način injektiranja primijenjen je i u svodu kaverne transformatora, dok je u kaverni rashladne vode vezno injektiranje provedeno po cijelom opsegu, a konsolidaciono samo u tjemenu svoda.

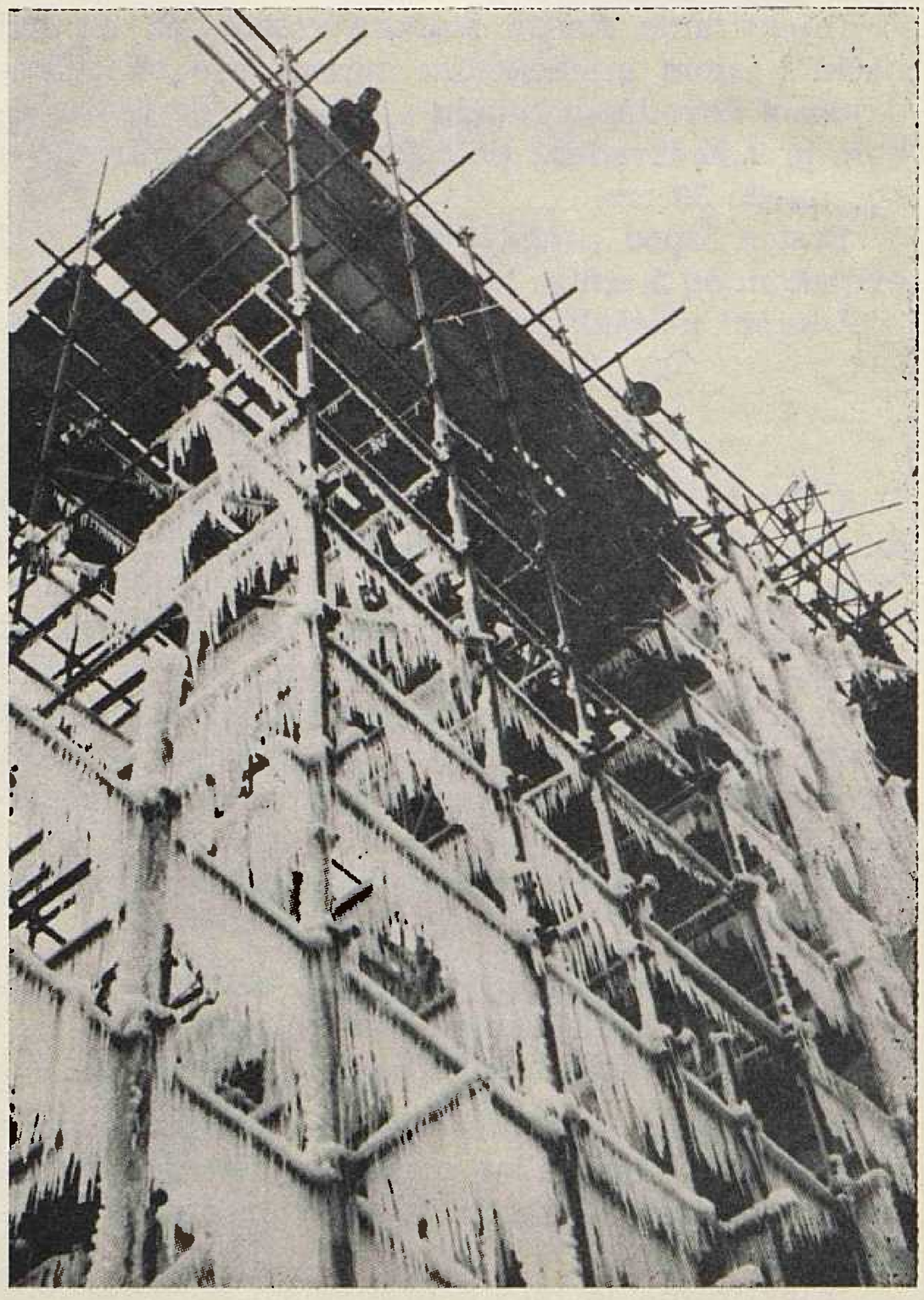
Ukupni utrošak suhe tvari iznosio je 82 t.

Injektiranje kabelskog rova

Od kaverne transformatora do vanjskog rasklopnog postrojenja vode se kabeli kroz 576 m dugi kabelski rov, kod kojeg je primijenjeno vezno konsolidaciono injektiranje u kaloti.

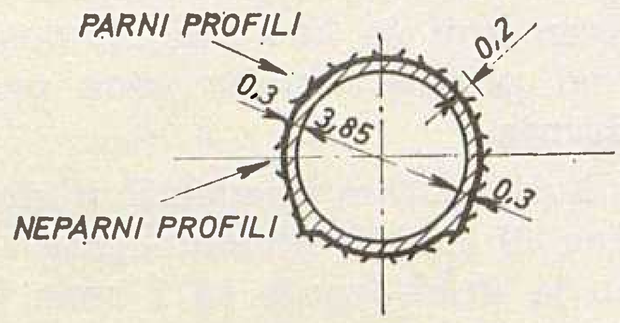
Primijenjena je injekciona masa koja se sastojala od 30 % cementa PC-250 i 70 % aktivirane gline s pozajmišta u okolici uz primjenu tlaka od 5 atm i injekcione bušotine sa zadiranjem u stijenu do 40 cm.

Injektiralo se po profilima međusobnog razmaka 3 m s podjelom u 2 faze. U prvoj fazi injek-

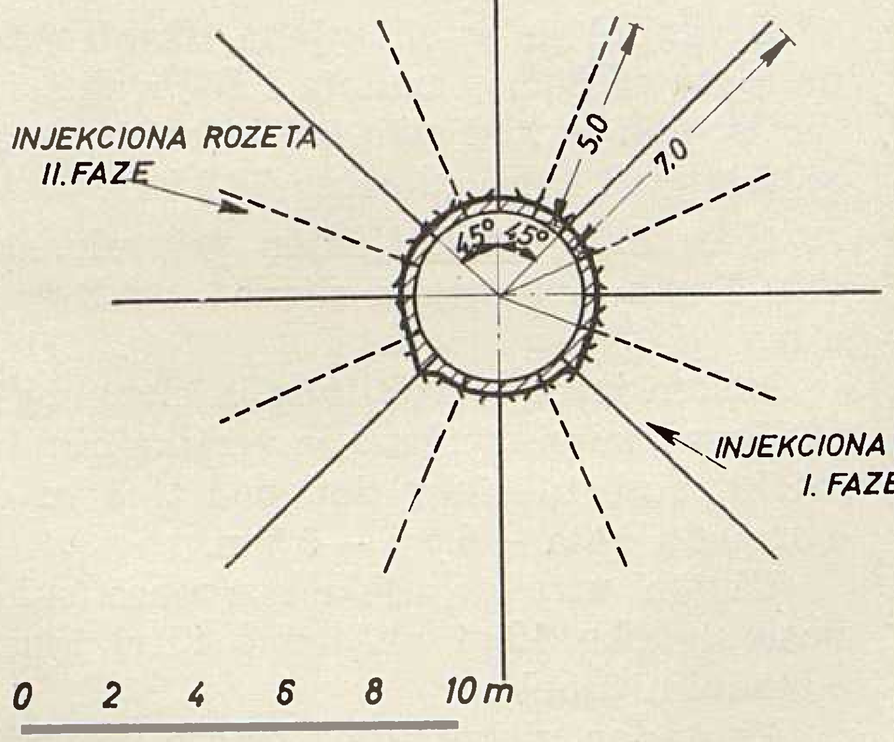


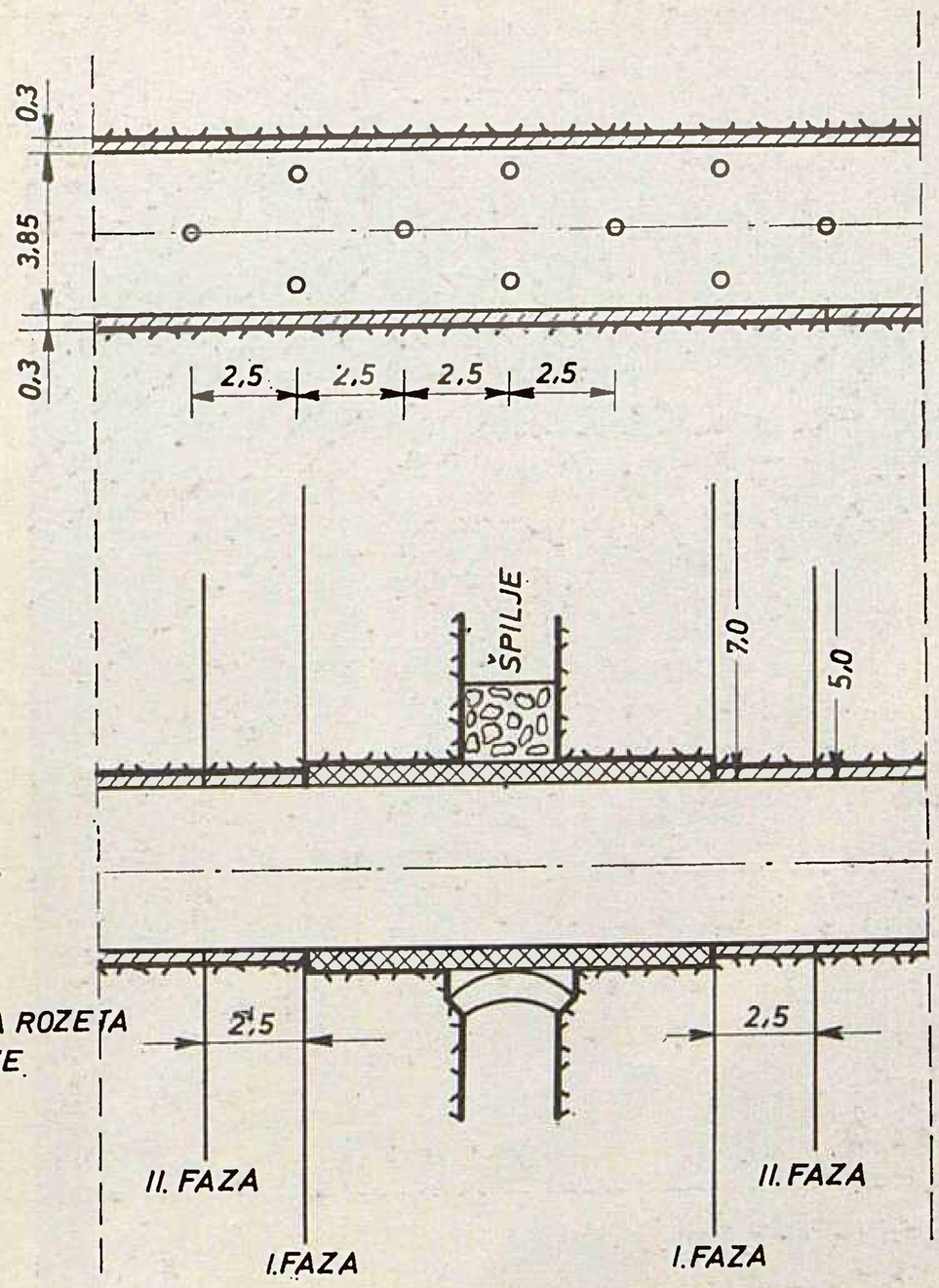
Radne skele na bokovima injekcione brane Kruščica

SHEMA KONTAKTNO-VEZNOG INJEKTIRANJA



INJEKCIONE ROZETE





Uzdužni i poprečni presjeci

tirani su gustom injekcionom masom tzv. osnovni profili (svaki drugi) koji su imali 3 bušotine, jednu u tjemenu i dvije u peti svoda. U drugoj fazi injektirani su rjeđom injekcionom masom međuprofili sa 2 bušotine, koje su sa simetralom svoda zatvarale kut od približno 30°.

Kod ovog injektiranja ukupni utrošak suhe tvari iznosio je 118 t.

Injektiranje odvodnog tunela

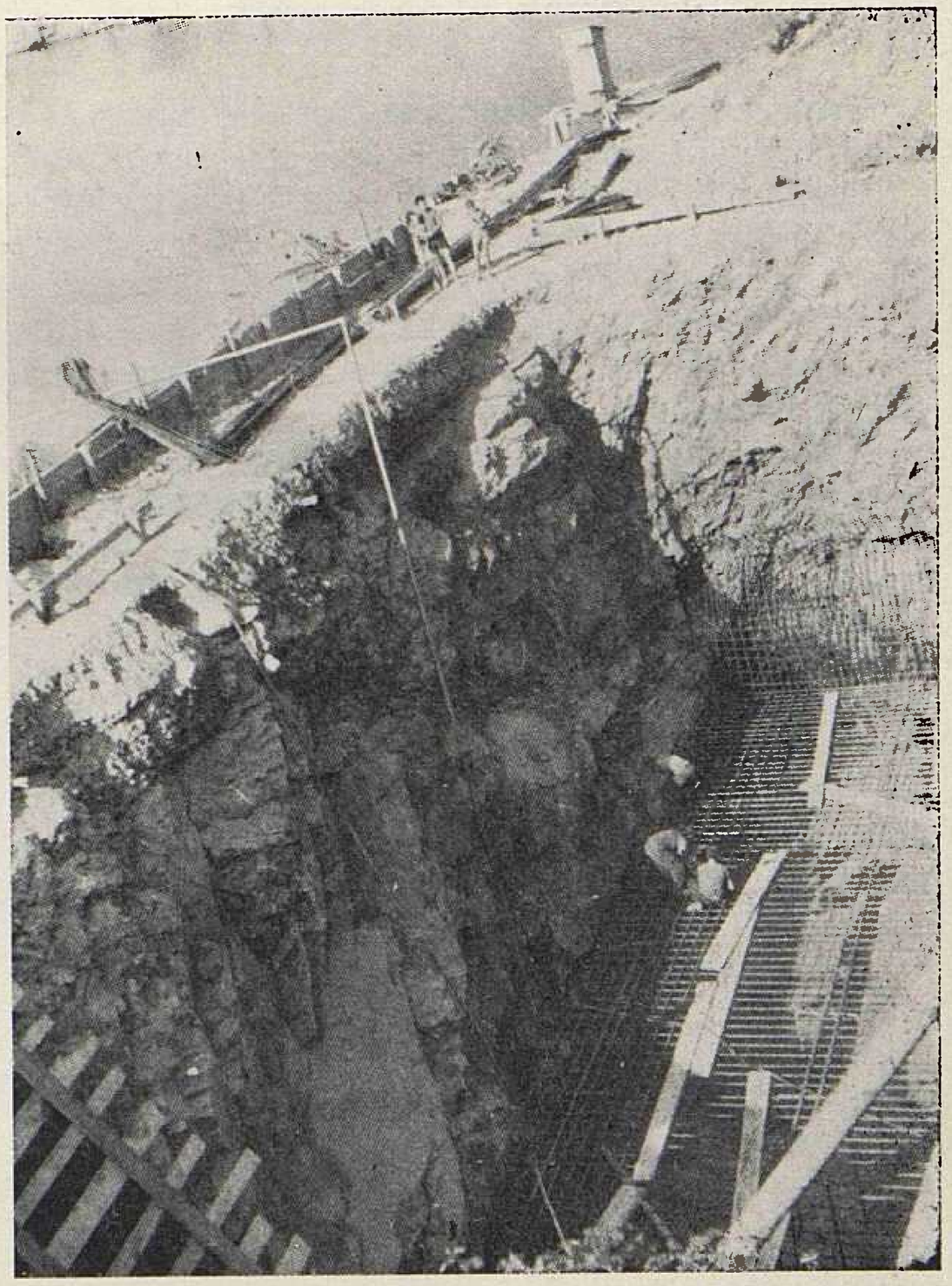
Injekcioni radovi na ovom objektu mogu se podijeliti na dva dijela:

1. injekcioni radovi koji su omogućili nesmetan iskop bez priliva morske vode na dijelu odvodnog tunela i pripadajućoj izlaznoj građevini i
2. vezno injektiranje beton-stijena u kaloti izvedenog tunela.

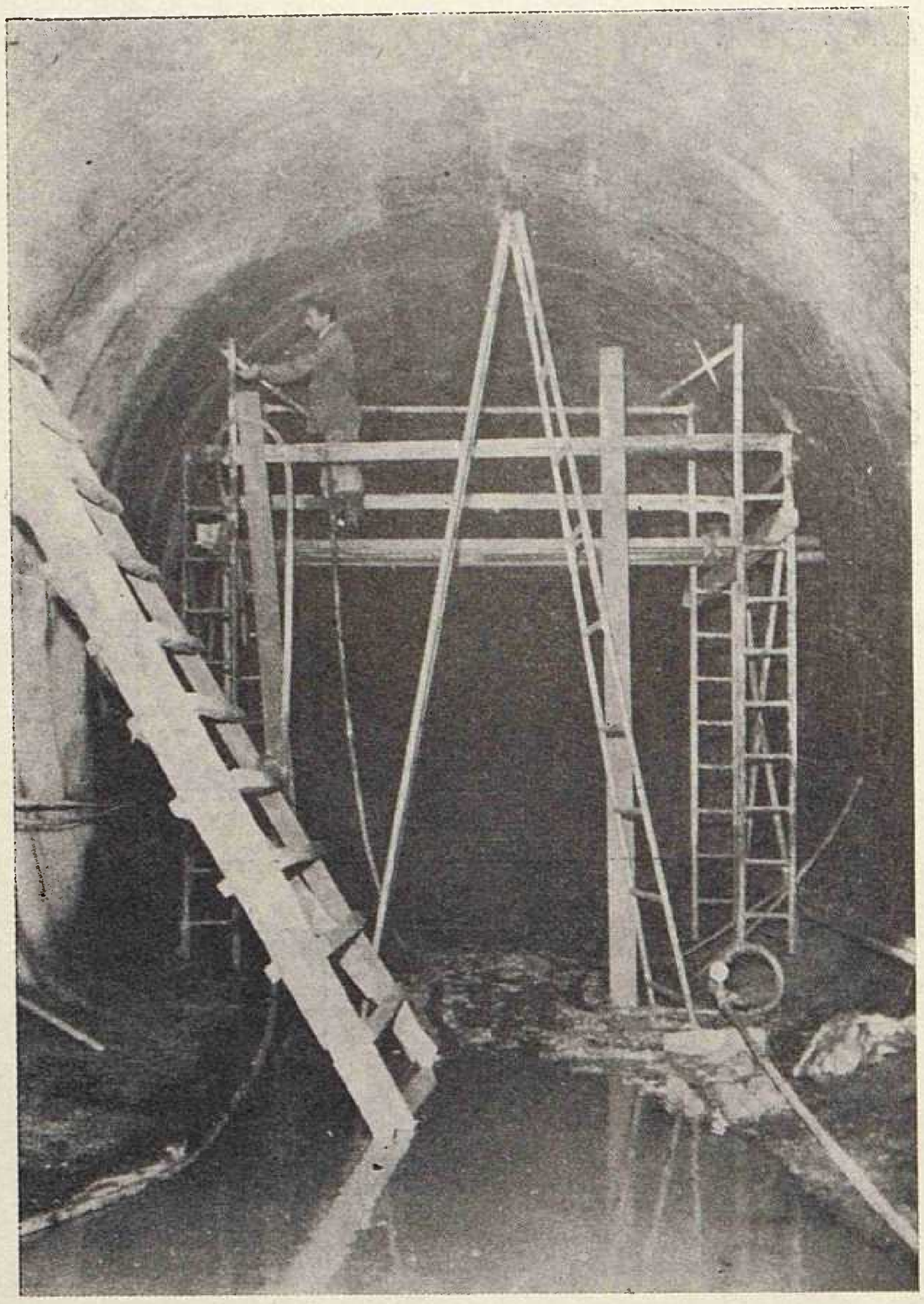
Injekcioni radovi za iskop

Istražnim potkopom u kaloti odvodnog tunela kao i probnim crpljenjem vode iz nekoliko istražnih bunara u njegovoj trasi utvrđeno je da je do 150 m udaljenosti od morskog ruba, stijena jako zdrobljena s velikim prilivom morske vode, što bi jako otežalo iskop tunela do kote —5,0 m. Radi nesmetanog iskopa tunela predviđeno je prethodno injektiranje horizontalnim bušotinama po plaštu njegova iskopa.

U tu svrhu izvedeno je najprije injektiranje probne dionice između 30 i 60 m udaljenosti od mora, gdje su bili najteži uvjeti za iskop tunela.



Izlazna građevina Jurjevo poslije izvedenih injekcionih radova i iskopa — postavljanje armature u potpuno suhoj građevnoj jami



Injektiranje odvodnog tunela

Primijenjena je injekciona masa sa suhom tvari od 70 % aktivirane gline i 30 % cementa PC-250.

Dionica je ograničena lepezama. Uzvodna injekciona lepeza sastojala se je iz bušotina u 2 profila, a nizvodna u 5 profila s međusobnim razmakom od 2,0 m. Ovo je injektiranje izvedeno silaznom metodom u etažama 3—5 m s porastom injekcionog tlaka od 3—7 atm.

Nakon ovog injektiranja iskopan je u nizvodnoj lepezi »šlic« iz kojeg je vršeno horizontalno bušenje i injektiranje po plaštu iskopa, a uz tlak od 2 pa do 10 atm. Injektiranje horizontalnih bušotina vršeno je povratno (uzlazno).

Iskop na ovom sektoru tunela pokazao je da je vanredan efekat injektiranja, a ispitivanje injekcione mase da je ona stabilnija pod djelovanjem slane morske vode nego pitke. Zbog toga je isti način injektiranja primijenjen i na uzvodnom sektoru u dužini od 3 × 30 m, a uz prethodnu izvedbu injekcionih lepeza.

Istim postupkom injektiran je i iskop iz pristupnog u odvodni tunel preko kojeg je vršeno izlijevanje i transport iz najnižih dijelova strojarnice, difuzora i tunelske račve.

Ukupan utrošak suhe tvari kod ovog injektiranja iznosio je 76 + 59 + 65 = 200 t.

Injektiranje izlazne građevine

Ovaj objekat s kotom platoa na + 2,0 m trebalo je izvesti na izlazu tunela u more u raspucaloj stijeni, a djelomično i osulini, uz iskop građevne jame do kote —7,0 m.

Predviđeno je da se oko buduće građevne jame i u njezinom dnu, injektiranjem dobije nepropusni ekran koji će kao sanduk poslužiti za zaštitu jame od priliva morske vode prilikom iskopa i betoniranja.

Na koti + 2,0 m izrađen je plato širine oko 32 m i dužine 21 m. Po cijelom opsegu toga platoa izvedeno je injektiranje sa 2 reda bušotina, međusobnog razmaka oko 2 m, a od kote + 1,5 do — 9,5 m. Prema moru izvršeno je i progušćenje injekcionih bušotina zbog primjene nižih pritisaka prilikom injektiranja osnovnih bušotina.

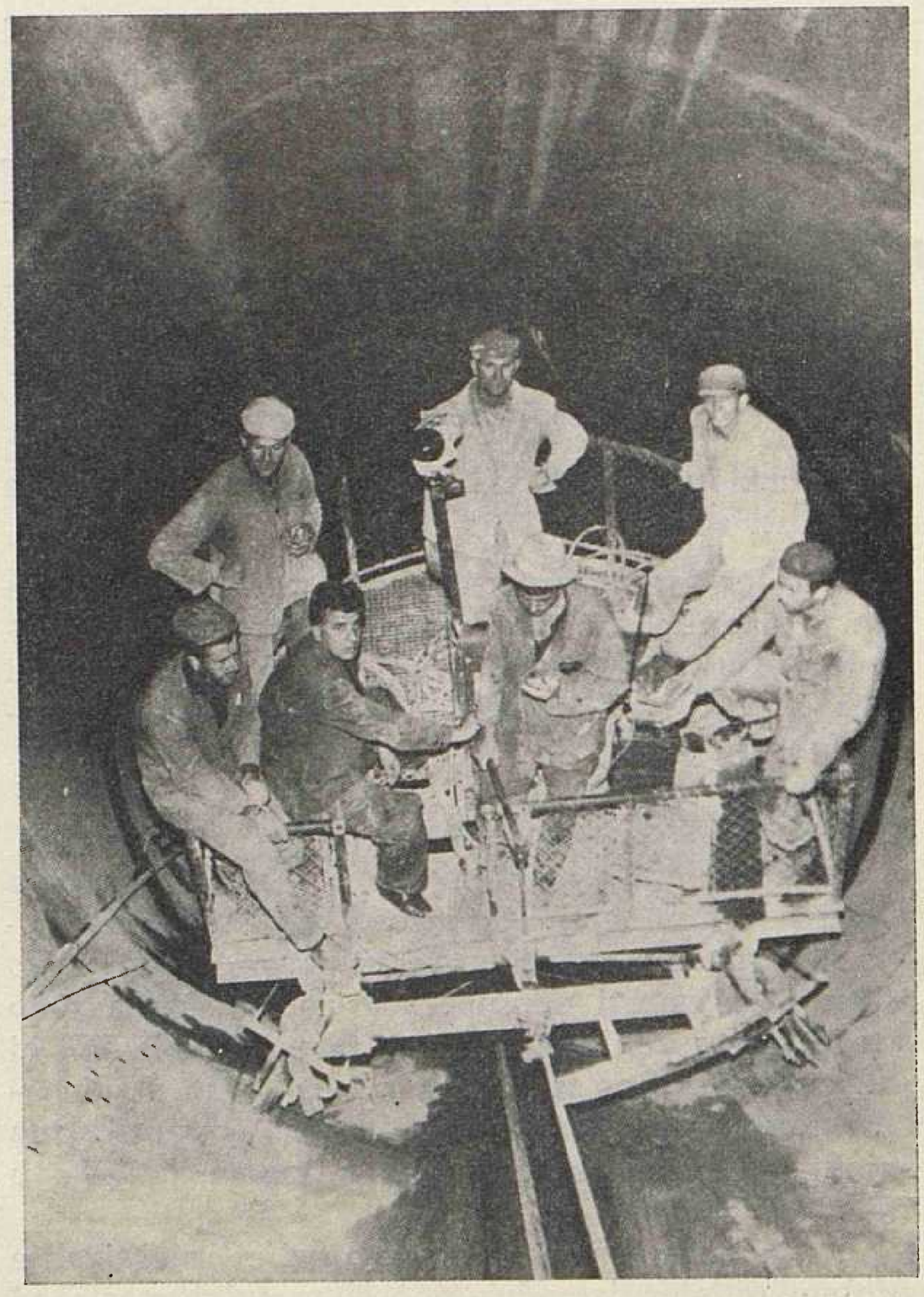
U osulini je primijenjena tiksotropna injekciona masa od 90 % cementa i 10 % aktiviranog bentonita, dok se kod svih injektiranja u stijeni masa sastojala od 40 % cementa i 60 % aktivirane gline.

U osulini je primijenjen pritisak od 0 do najviše 2 atm, a u stijeni silazno, od 2 do najviše 12 atm.

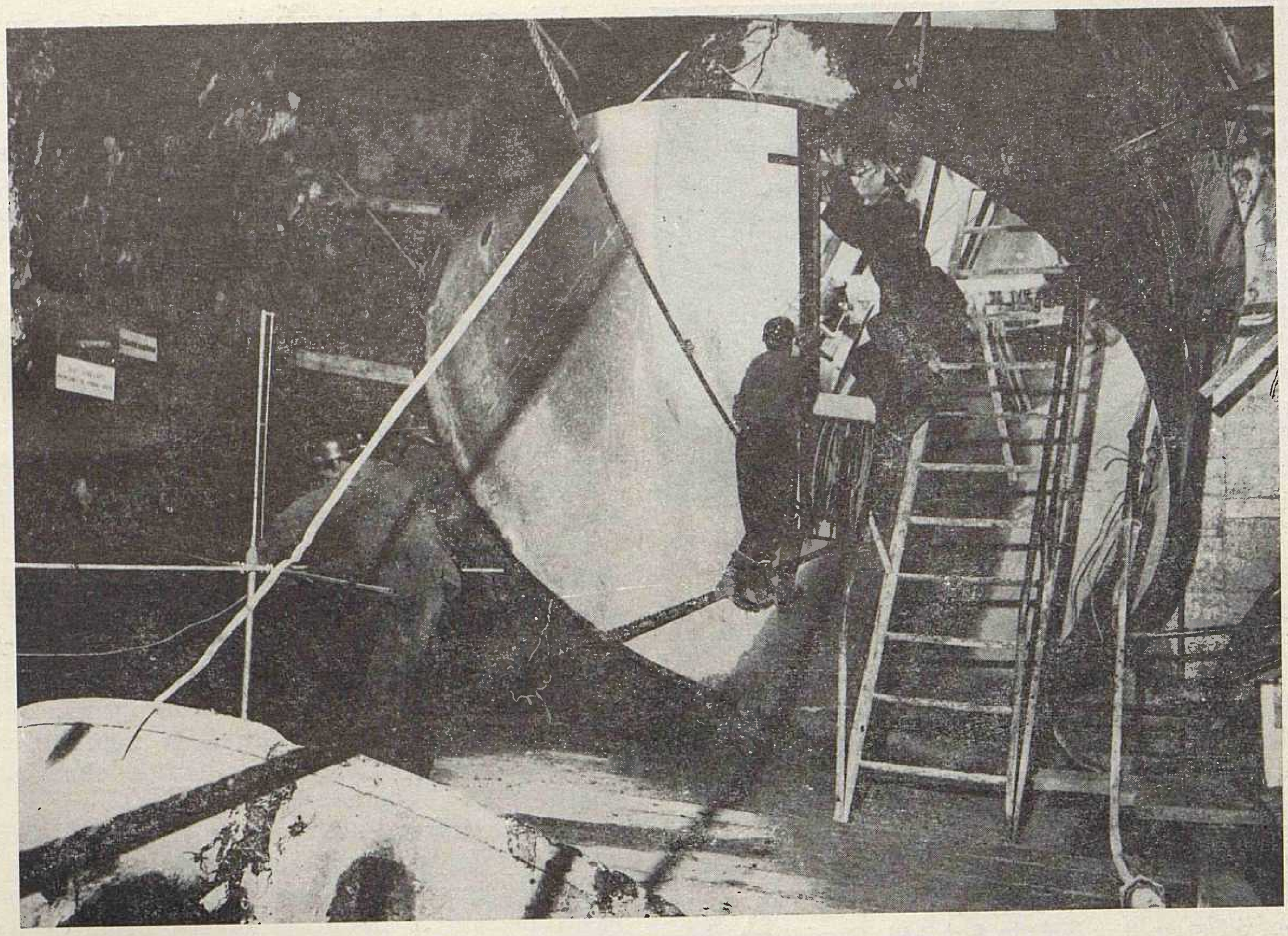
Nakon izvedbe zaštitnog injekcionog plašta oko građevne jame izvršeno je vertikalnim bušotinama injektiranje njezinog dna pod tlakom od 12 atm, a između kota —6,5 i —9,5 m.

Ukupni utrošak injekcione mase (suhe tvari) iznosio je oko 190 t uključivo i tri lepeze spoja s odvodnim tunelom.

Vanredan efekat injektiranja potvrdio je iskop građevne jame, praktički bez priliva morske vode,



Kosi tlačni cjevovod — reviziona skela



Rad u kosom cjevovodu — penstock

jer nije bila potrebna nikakva pumpa za njezino izbacivanje iz jame.

Vezno injektiranje odvodnog tunela

Nakon izvedbe betonske obloge odvodnog tunela, uključivo račve i galerije difuzorskih zatvarača, izvedeno je vezno injektiranje u kaloti.

Razmak profila iznosio je 3,5 m. U neparnim profilima izvedena je samo jedna injekciona bušotina i to u tjemenu, dok su u parnim profilima izvedene dvije bušotine, koje su sa simetralnom ravninom zatvarale kut od 45°. Bušotine su zadirale u stijenu do 20 cm.

Injektiranje je vršeno kontinuirano po profilima pod tlakom od 3 atm s injekcionom masom od 97,5 % cementa i 2,5 % bentonita u suhoj tvari.

U difuzorskoj račvi tunela izvršeno je i konsolidaciono injektiranje bokova sa zadiranjem u stijenu do 1 m.

Na ukupnoj dužini tunela (659 m), račve (143 m) i galerije difuzorskih zatvarača (40 m) utrošeno je na injektiranju ukupno 547 t suhe tvari.

Ostali injekcioni radovi čvora strojarnice

Na ostalim manjim injekcionim radovima na čvoru strojarnice (ulazni dio pristupnog tunela i drugo) utrošeno je ukupno 33 t suhe tvari, što zajedno s ostalim objektima čvora strojarnice, uključivo vodostan, predstavlja utrošak suhe tvari od 1.300 tona.

Recepture injekcionih masa za injekcione radove na svim objektima HE Senj dao je Institut »Geoexpert«, uz prethodno laboratorijsko ispitivanje svih komponenata i samih injekcionih masa. Ovaj je institut imao i tehnički nadzor i provjeru injekcionih masa i komponenata za vrijeme izvođenja svih injekcionih radova.

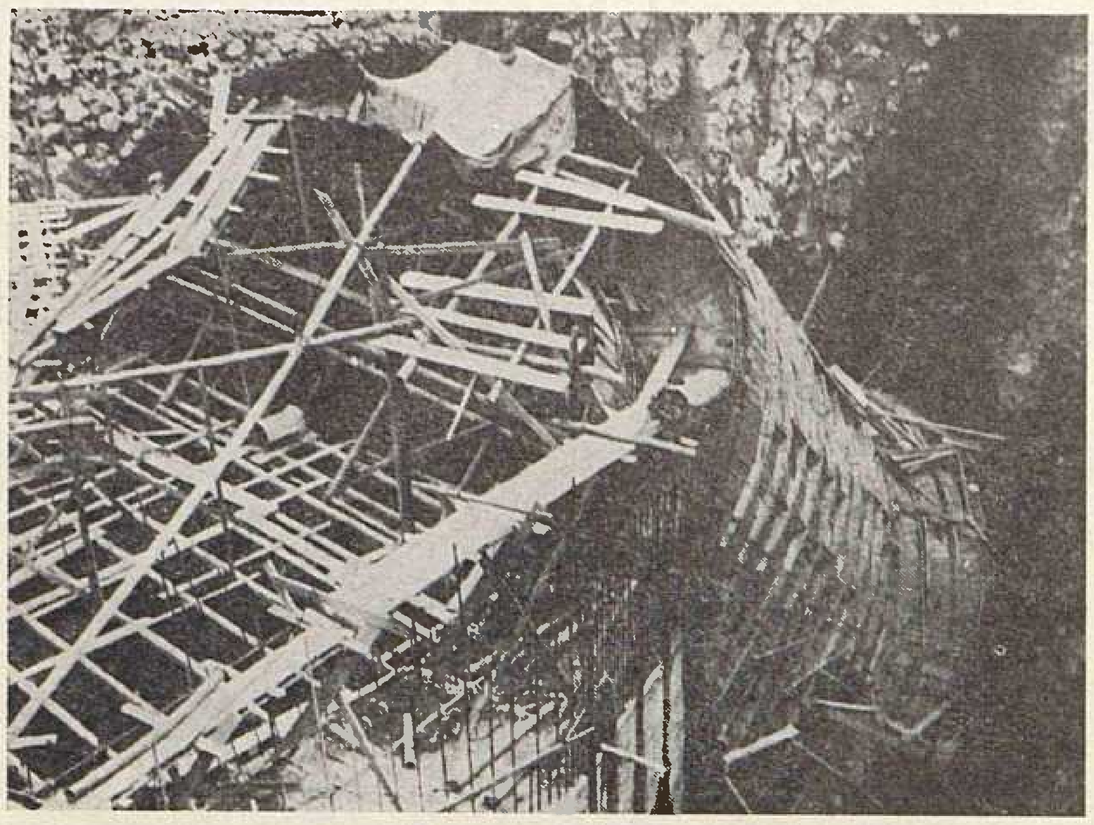
3. »Hidroelektra« — izgradnja derivacionih organa

Valter Janaček, Zagreb

1. Uvod

Ovo poduzeće steklo je veliko iskustvo u izgradnji tunela, naročito hidrotehničkih, jer je od 1946. godine izvelo na tom polju vrlo značajne radove. Do početka izgradnje HE »Senj«, izvela je Hidroelektra preko 30 km hidrotehničkih tunela s betonskom oblogom, svijetlog promjera 2.00 do 6.00 m, i to u sklopu hidroelektrana »Nikola Tesla« (Vinodol), »Gojak«, »Split I« i »Rijeka«.

Stoga je razumljiva odluka investitora Hidroelektrane »Senj«, da znatan dio radova na izgradnji derivacionih tunela povjeri poduzeću Hidroelektra, koje je specijalizirano za takve radove i koje je imalo odgovarajuće iskustvo i pokazalo konkretne uspjehe u njihovom izvođenju.



Ulazno grlo preljeva Kruščica

Hidroelektri je bila povjerena izgradnja slijedećih objekata (idući u smjeru toka vode):

— Preljevni organ 75 m visoke nasute pregrade Kruščica kapaciteta 1400 m³/sek. Ovaj se objekat sastoji od ulaznog uređaja. te kosog i horizontalnog preljevnog tunela svijetlog promjera 8.00 m dužine oko 300 m.
— Dio gravitacionog tunelskog dovoda od Gornje Švice do Marasa, svijetlog promjera 4.90 × 4.70 m, od stac. 3 + 550 do 9 + 195. Ovaj tunel ima na cijeloj dužini betonsku oblogu.
— Dovodni kanal obložen betonom od Marasa do kompenzacionog bazena u Gusić Polju dužine 1900 m za protok 60 m³/sek.
— Kompenzacioni bazen u Gusić Polju korisne sadržine 1,5 hm³ dobiven izgradnjom oko 3200 m dugog i do 7 m visokog nasipa.
— Preljevna i regulaciona građevina — betonska brana sa zaklopkom kompenzacionog bazena u Gusić Polju.
— Dovodni kanal unutar kompenzacionog bazena Gusić Polje dužine 1097 m kojim se omogućuje pogon hidroelektrane i bez ovog kompenzacionog bazena za slučaj njegove revizije ili saniranja.
— Ulazni uređaj dovodnog tunela Gusić Polje — Hrmotine.
— Dovodni tunel pod tlakom kružnog presjeka i svijetlog promjera 5.00 m, od stac. 0 + 000 do 9 + 660, sa bet. oblogom.

2. Organizacija građenja — pripremni radovi

Hidroelektrana »Senj« po dužini svojih mnogobrojnih derivacionih organa i po svojem prostranstvu predstavlja jedno od najsloženijih postrojenja izgrađenih dosad kod nas.

Jedan od najznačajnijih objekata ove hidroelektrane je 13576 m dugi dovodni tunel kroz Velebit, kojim se voda dovodi do neposredno iznad strojarnice. Ovo je dosad najdulji tunel izgrađen u Jugoslaviji, naročito težak s obzirom na uvjete njegova izvođenja.

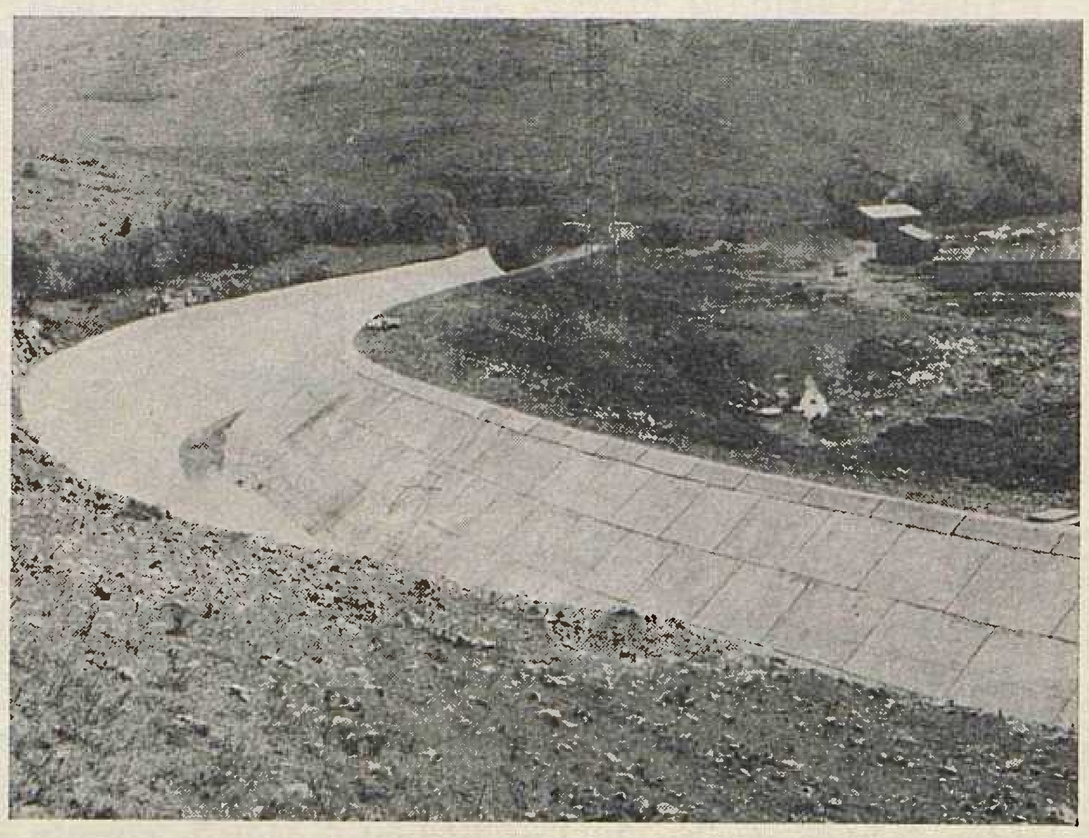
Pripremni radovi započeli su 1959., a po osiguranju potrebnih sredstava moglo se je krajem 1961. započeti intenzivnim izvođenjem glavnih radova na širokom frontu sa rokom dovršenja za 4 godine, jer je prvi agregat trebao biti pušten u pogon krajem 1965. Ovaj, relativno kratak rok, zahtijevao je velike napore izvođača i primjenu suvremene organizacije izvođenja radova.

Usko grlo izgradnje i puštanja u pogon ovog postrojenja predstavljali su dovodni tuneli dužine 9.2 do 13.6 km. Zbog toga je na njima predviđeno otvaranje pomoćnih radnih okana, približno u sredini svakog tunela, odnosno kako su to dopuštali terenski uvjeti. Iz svakog pomoćnog okna bio je moguć rad na dva radna mjesta. Od ovih okana najznačajnije je koso okno Melnice na glavnom tunelu kroz Velebit. Ovo ima dužinu 540 m, pad 19%, a spaja se s dovodnim tunelom Gusić Polje — Hrmotine na stacionaži 5 + 920. Nema sumnje, da je rad iz ovog okna bio skopčan s nizom teškoća. Međutim, izvedba 13.6 km dugog tunela bez ovog okna, tj. radom samo s ulazne i izlazne strane predstavljala bi radi vrlo velikih transportnih dužina i otežanih uvjeta provjetravanja naročito velik problem, a bila bi neprihvatljiva s obzirom na znatno duži rok građenja.

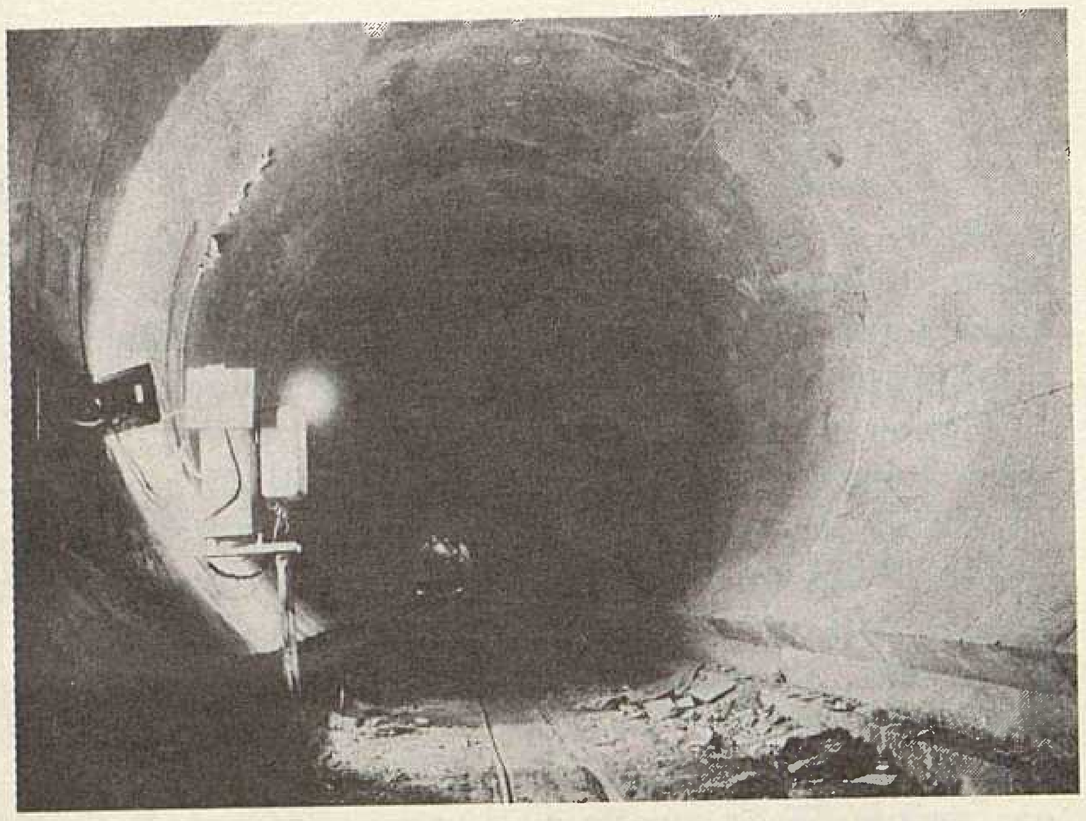
Jedan od preduvjeta za nesmetano i plansko izvođenje radova je solidna izvedba neophodno potrebnih pripremnih radova. Za izvedbu gotovo 20 km tunelskog i kanalnog dovoda organizirala je Hidroelektra 4 gradilišta i to:

— gradilište Kompolje (kod pomoćnog okna tunela G. Švica — Marasi);
— gradilište Marasi (kod izlaza tunela G. Švica — Marasi);
— gradilište Gusić Polje (kod ulaza u tunel Gusić Polje — Hrmotine i ulaznog uređaja ovog tunela);
— gradilište Melnice (kod pomoćnog okna tunela Gusić Polje — Hrmotine).

Na svakom od ovih gradilišta bili su izvršeni standardni pripremni radovi (prilazne ceste, nastambe s kuhinjom i blagovaonom, kancelarije, skladište za cement, skladište materijala, sanitarni



Kanal Marasi — Gusić Polje (početni dio)



Dovodni tunel Gusić Polje — Hrmotine

uređaji i sl.) i postavljeni potrebni stacionarni pogonski uređaji (kompresorske i ventilacione stanice, vodoopskrba, transformatorske stanice i električna mreža za pogon i rasvjetu, drobilane i separacije agregata s deponijama, dozirane suhe betonske mješavine, mehaničke radionice i kovačnice itd.).

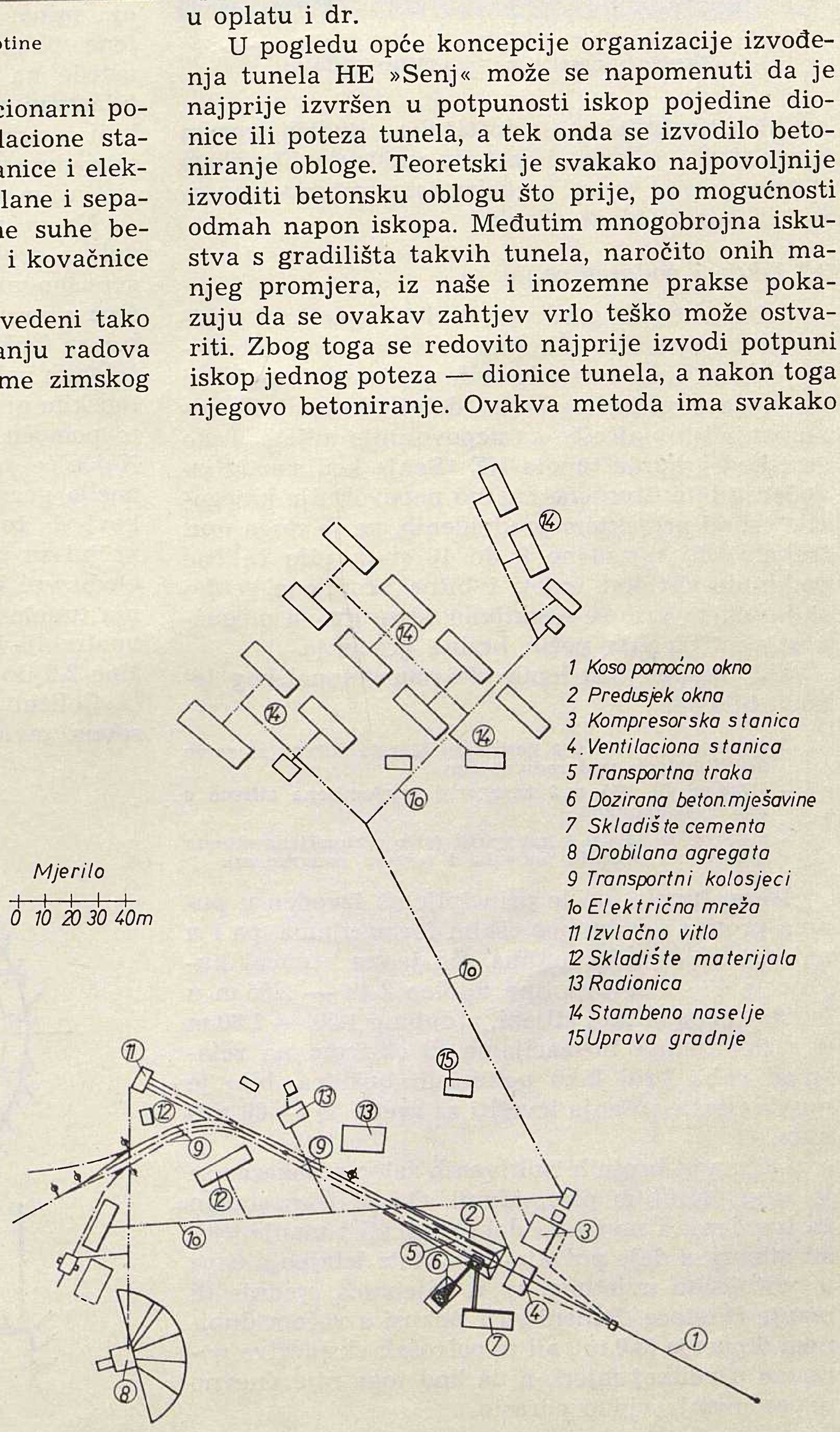
Svi su ovi pripremni radovi bili izvedeni tako da odgovaraju 3 — 4 godišnjem trajanju radova tokom cijele godine, dakle i za vrijeme zimskog razdoblja.

3. Metode građenja tunela

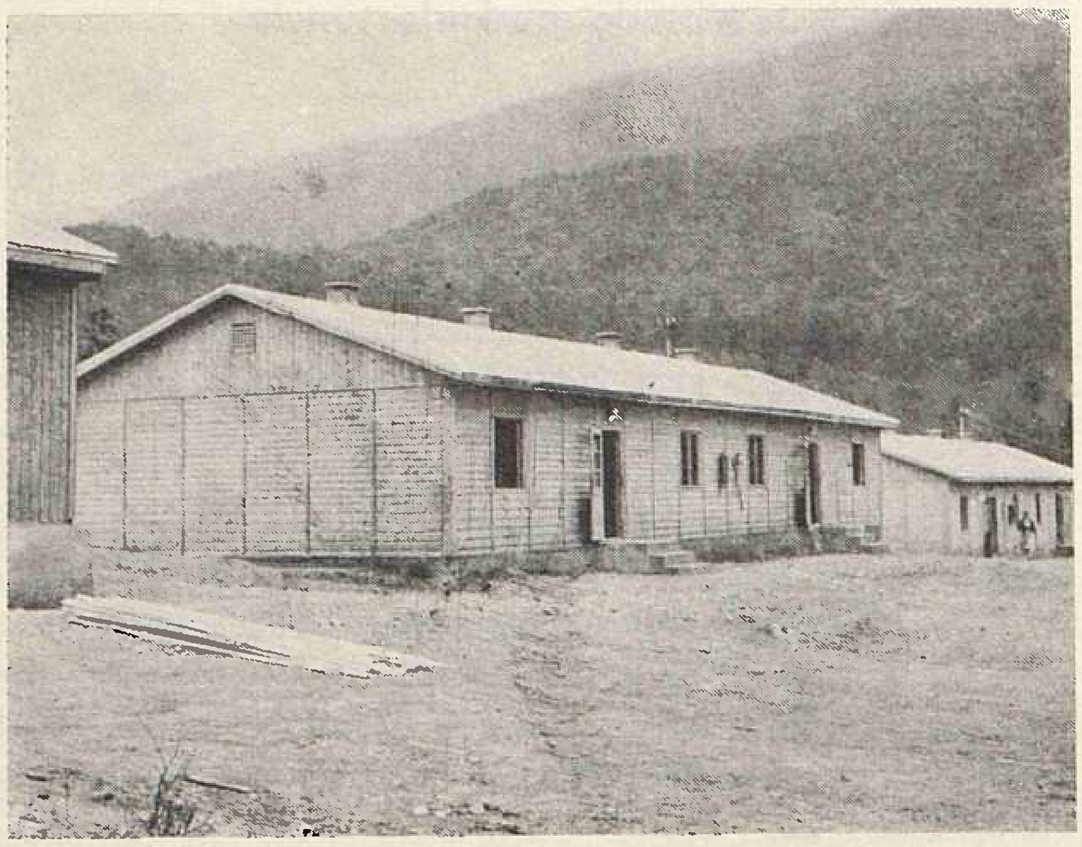
3.1 *Općenito*

U toku izgradnje hidroelektrana poduzeće Hidroelektra je postepeno osvajalo nove suvremene mehanizirane metode građenja i često kročilo pionirskim putovima. U tom pogledu očitovao se je naročiti prelom kod izgradnje hidroelektrane Gojak (1954 — 1958) i to kod 9.4 km dugog dovodnog tunela ∅ 4.50 m, tada najdužeg tunela u našoj zemlji. Tu su u znatnoj mjeri bila primijenjena za nas nova mehanizirana sredstva i uređaji za izvedbu iskopa i betonske obloge tunela, kao npr. bušaća kola »Jumbo«, visokobrizantni eksplozivi i milisekundni električni upaljači, čelične teleskopske oplate i pneumatski uređaji za ubacivanje betona u oplatu i dr.

U pogledu opće koncepcije organizacije izvođenja tunela HE »Senj« može se napomenuti da je najprije izvršen u potpunosti iskop pojedine dionice ili poteza tunela, a tek onda se izvodilo betoniranje obloge. Teoretski je svakako najpovoljnije izvoditi betonsku oblogu što prije, po mogućnosti odmah napon iskopa. Međutim mnogobrojna iskustva s gradilišta takvih tunela, naročito onih manjeg promjera, iz naše i inozemne prakse pokazuju da se ovakav zahtjev vrlo teško može ostvariti. Zbog toga se redovito najprije izvodi potpuni iskop jednog poteza — dionice tunela, a nakon toga njegovo betoniranje. Ovakva metoda ima svakako



Organizaciona shema gradilišta Melnice



Stambeno naselje na gradilištu Melnice

svojih principijelnih nedostataka. Budući razvoj građevinske opreme i metoda građenja idu stoga u tom pravcu da se realizira istovremeno izvođenje iskopa i obloge tunela.

3.2 *Iskop i podgrađivanje*

Izbor metode građenja zavisi o geologiji i hidrogeologiji terena u kojem se izvodi tunel. Poznato je da je prognoziranje ovih uvjeta vrlo otežano i da stoga u praksi redovito dolazi do znatnih odstupanja i to najčešće na nepovoljnije uvjete. Tako su i kod gradnje tunela HE »Senj« kod samog izvođenja bile utvrđene znatno nepovoljnije kategorije tla od projektom predviđenih, pa je stoga npr. trebalo biti ugrađeno 8 do 10 puta više čelične podgrade. Ovakvi uvjeti i bitne promjene geoloških prilika vrlo se negativno odrazuju na mogućnost postizavanja većih brzina građenja.

Od ukupno izvedenih 394.000m³ tunelskog iskopa bilo je:

- 269.300 m³ ili 68% u 2 kategoriji (čvrsta stijena sa samo mjestimičnim podgrađivanjem)
- 87.700 m³ ili 20% u 3 kategoriji (razlomljena stijena s lakom podgradom)
- 37.000 m³ ili 10% u 4 kategoriji (vrlo razlomljena stijena s pojavom brdskih potisaka i teškom podgradom).

Iskop tunela bio je principijelno izvođen u punom profilu u svim geološkim formacijama, pa i u najnepovoljnijim uvjetima. Za jedan otpucaj bušeno je 47 — 50 bušotina dubine 2.40 — 2.65 m u čvrstoj kompaktnoj stijeni, a dubine 1.50 — 1.80 m u razlomljenim formacijama. S obzirom na relativno velik broj lako pokretnih bušilica, bilo je moguće fazu bušenja izvršiti za svega 45 — 60 minuta.

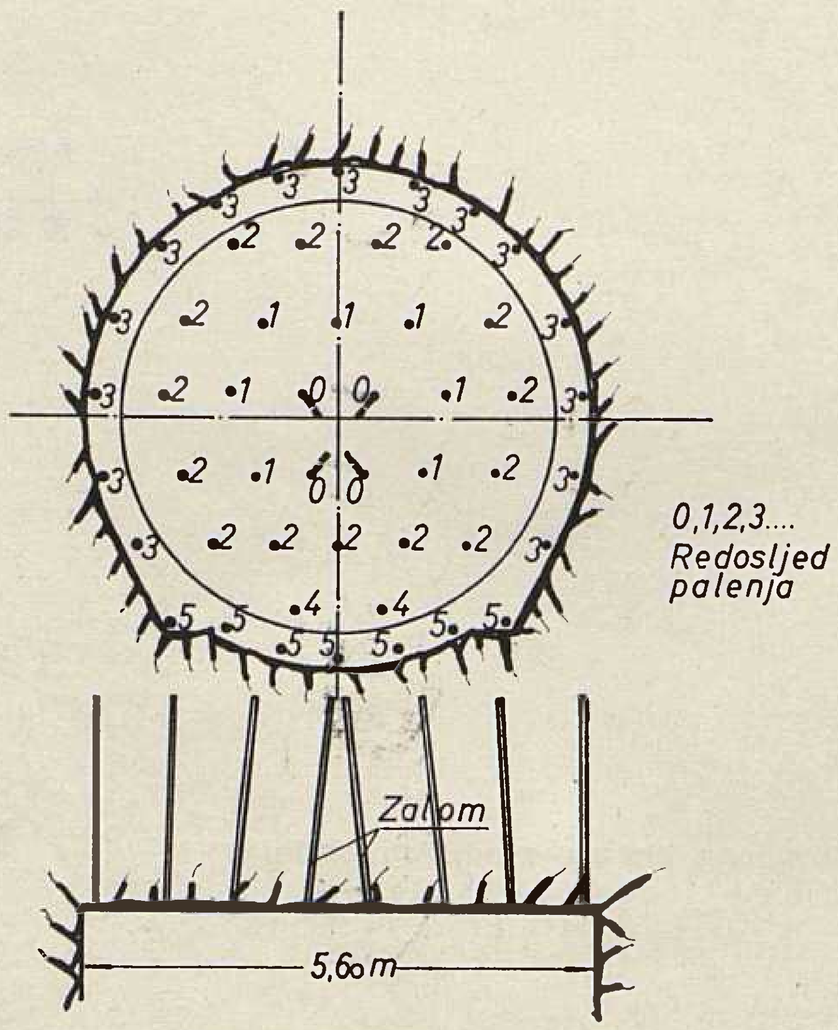
Od mnogobrojnih ispitivanih zaloma pokazao se je najpovoljnijim piramidalni. On je jednostavan za izvođenje i mogu ga dobro izvesti i manje vješti mineri, a daje povoljne rezultate izbijanja čepa u postojećim uvjetima, tj. u stijenama srednje ili manje čvrstoće. Rađeni su i pokusi s većom dubinom otpucaja (3.0 m), ali je potrošak eksploziva porastao u velikoj mjeri, a da kod toga nije dnevno napredovanje vidno poraslo.

Na temelju vrlo povoljnih iskustava s prethodne gradnje tunela HE »Split« primijenjena je i kod bušenja tunela HE »Senj« na kolosijeku pomična bušaća skela. S ove skele radilo je u 2—3 etaže 8—10 lakih pneumatskih bušilica Željezare Ravne težine 21 kg (RK-21) s pneumatskom potpornom nogom. Primijenjena su bušaća svrdla ∅ 1" s umetnutim Widia- sječivom (Monoblock).

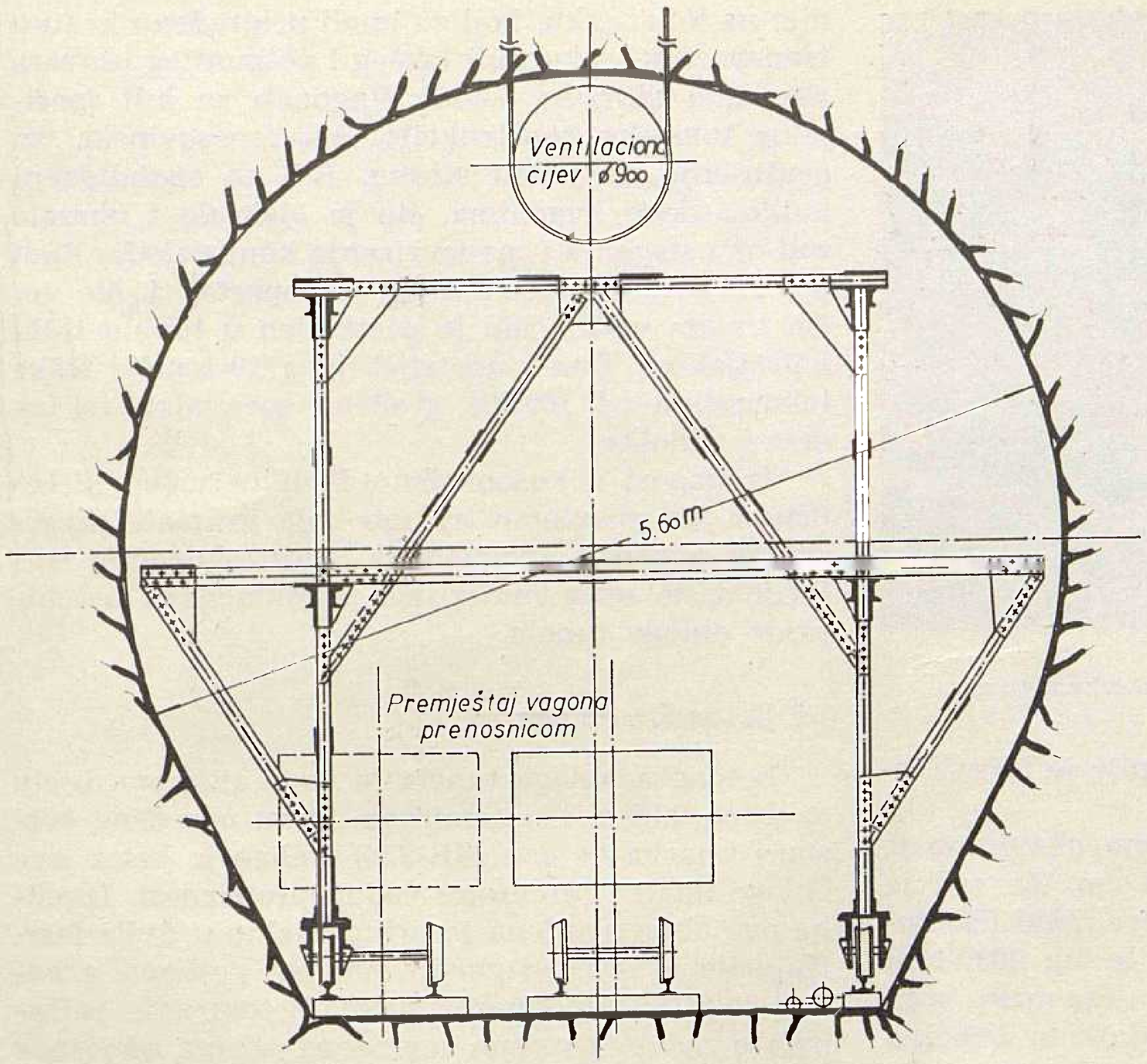
Eksplozivna sredstva, eksplozivi srednje i najveće brizantnosti, te električni upaljači s milisekundnim usporenjem domaće proizvodnje (»Slobodan Princip-Seljo«, Vitez) — pokazala su se i ovom prilikom vrlo kvalitetnim i podesnim za takve radove. Za postizavanje što racionalnije upotrebe ovih eksploziva bila je primijenjena stručno proračunata i projektirana shema bušenja i paljenja mina. Zbog srednje čvrstoće krečnjačke stijene pokazalo se je mogućim realizirati znatne uštede na skupljem visokobrizantnom eksplozivu (plastični amoniumnitratni Vitezit 40 i Vitezit 20, koji je upotrijebljen samo za zalom i područje neposredno uza nj. Ostale mine punjene su znatno jeftinijim praškastim eksplozivom (Vitezit 5a i dr.).

Na većim potezima tunela naišlo se na nepovoljne geološke prilike koje su uvjetovale izradu svrsishodnih podgrada. Bili su primijenjeni isključivo suvremeni načini podgrađivanja i to pomoću sidara (ankera) i čelične mreže, pomoću lukova od čeličnih valjanih profila s umetnutim armirano betonskim gredicama ili platnicama od čeličnog lima, te pomoću nabačaja torkreta ojačanog mrežom. Najčešće se podgrađivanje obavljalo kao kombinacija gornjih načina, npr.: ankeri + torkret, lukovi + torkret, lukovi + platnice i sl. Svi ovi načini su primijenjeni uspješno, jer je u tom pogledu već bilo dosta iskustava s prethodnih gradnja tunela HE Gojak i HE Split. Kao sidra bili su upotrebljavani tzv. perfoankeri ∅ 24 — 28 mm dužine 2.0 do 3.0 m.

Čelični lukovi bili su izrađeni od dva međusobno zavarena valjana profila UNP8 ili UNP10



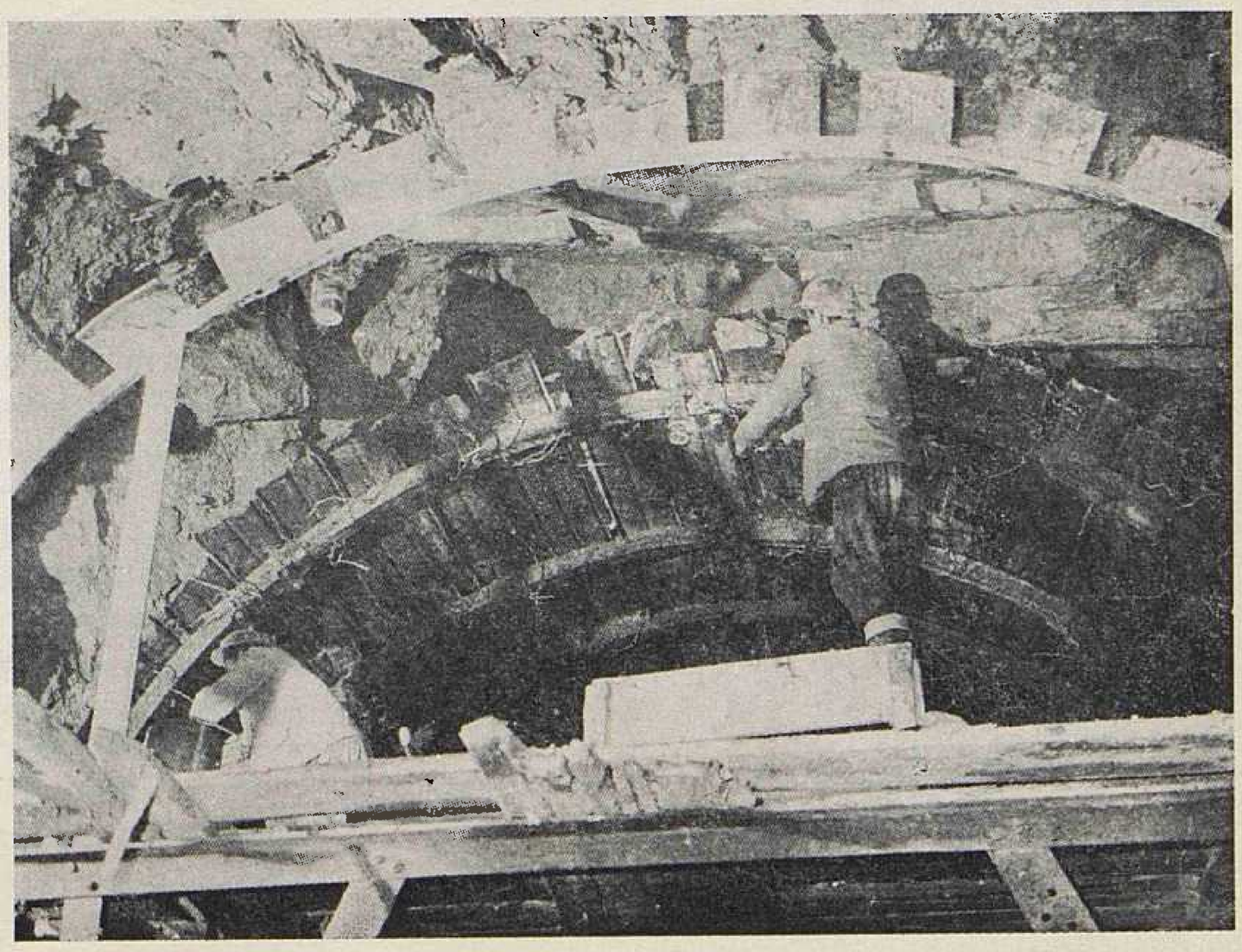
Shema bušenja i paljenja



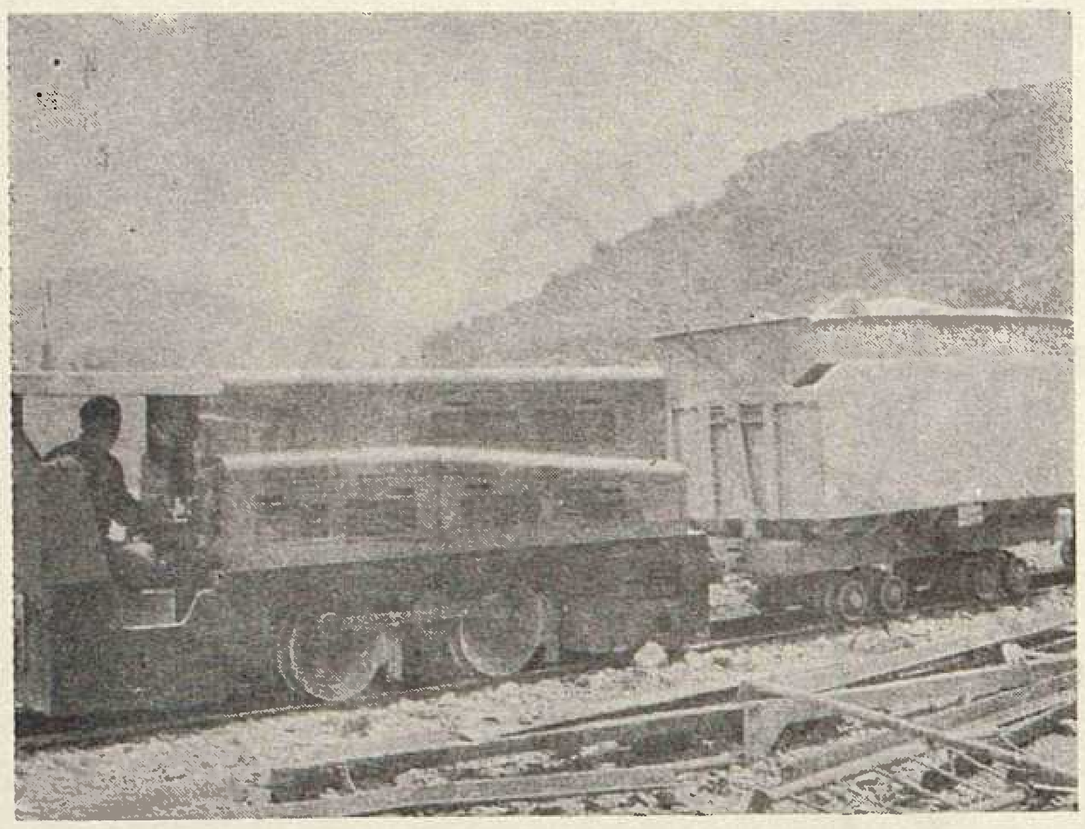
Skela za bušenje

i to u 3 dijela, koji su međusobno spajani vijcima i vezicama. Ove spojnice (brave) su dopuštale izvjesno prilagođivanje lukova iskopanom profilu. Lukovi su bili postavljeni zavisno o geološkim uvjetima na međusobni razmak 0.70—1.50 m, a međusobno su bili povezani sa 6 uzdužnih veza, po dvije u bokovima i u kaloti. Postava ovih lukova rađena je redovito s bušaće skele ili pak s posebne skele, kad su se lukovi postavljali naknadno. Kod pojave veće razdrobljenosti terena i opasnosti od ispadanja bio je prostor između lukova zatvoren pločama čelične mreže 50 × 50 × 4 mm veličine cca 1,20 × 0,60 m. Kod pojave još jačih ispadanja ili pojave brdskih potisaka bio je ovaj međuprostor zaštićen armirano betonskim gredicama ili čeličnim platicama od lima debljine 3—5 mm, širine 25 cm, te dužine 1.0 — 1.5 m. Eventualni šuplji prostor iza ove podgrade bio je ispunjen kamenom ili armirano betonskim gredicama.

Čelična podgrada ostala je u pravilu ugrađena u betonsku oblogu. Njeno vađenje neposredno prije betoniranja provedeno je iznimno samo na onim mjestima, gdje su to dopuštali geološki uvjeti. Čelična podgrada služi i za ovješenje jednostruke ili



Čelična podgrada u tunelu



Specijalni tunelski vagoneti i dizel-lokomotive

dvostruke armature na potezima gdje je bila izvođena obloga od armiranog betona.

Podgrađivanje štrcanim betonom obavljano je nabačajem sloja debljine 5 do 10 cm. Za rad je upotrebljen pneumatski top tvornice BSM (Betonspritzmaschine) Frankfurt/Main i to tip 603, koji omogućuje nabacivanje betonske smjese maks. zrna agregata ∅ 25 mm. Rađeno je s dodatkom cementa od 350 — 400 kg/m³. Ova metoda pokazala se je vrlo podesnom. Izrada takvog osiguranja bila je moguća neposredno iza izvršenog iskopa, kao i na onim mjestima, gdje su se pokazala naknadna ispadanja, a da izvođenje tih radova osiguranja nije naročito utjecalo na radove na daljnjem izbijanju tunela.

S obzirom na već spomenute dosta nepovoljne geološke prilike na koje se naišlo i koje su uvjetovale podgrađivanje tunela na gotovo polovici iskopane dužine, bilo je potrebno izvesti znatne radove podgrađivanja i za ovo utrošiti velike količine odgovarajućeg materijala. Stoga je ugrađeno:

1.325 kom ankera
10.060 m² čelične mreže
1.285 t čeličnih lukova podgrade
740 t čeličnih platnica

3.3 *Utovar i odvoz iskopa*

Utovar iskopanog materijala obavljen je utovaračima Eimco 40 W na pneumatski pogon, pokretnim na kolosijeku, koji su imali prigrađenu kratku transportnu traku radi lakšeg i potpunijeg utovara vagoneta sadržine 3,0 m³. Vagoneti su bili specijalne tunelske konstrukcije, četveroosovinski, za pražnjenje na jednu stranu. Bili su snabdjeveni automatskim kvačilima, što je olakšalo i ubrzalo rad oko slaganja i manevriranja kompozicija. Radi postizavanja što efikasnijeg transporta, tj. što većih brzina vožnje bio je postavljen u tunelu teški kolosijek od šina i upotrijebljena 10-tonska teška lokomotiva od 100 KS građena specijalno za tunele i rudnike.

Transport u kosom oknu Melnice vršen je čeličnom transportnom trakom koja je imala reversibilan pogon i omogućivala izvoz iskopanog materijala, te uvoz materijala potrebnog za betoniranje obloge tunela.

3.4 *Betonska obloga*

Betonska obloga tunela je na pretežnom dijelu debljine 0.30 m i nearmirana. Osim određene čvrstoće (marka betona MB-220) trebao je beton ove obloge imati i propisanu vodonepropusnost. Izvedba ove obloge rađena je principijelno u dvije faze. Najprije je izveden gornji dio, tzv. potkova, a nakon toga dno (podnožni svod). Betoniranje je započeto nakon potpuno završenog iskopa odnosnog poteza tunela. Betoniranje skoro 16 km tunela obavljeno je sa 5 radnih mjesta, tako da je jedna ekipa izvodila oko 3,0 do 3,5 km obloge tunela. Zbog velikih transportnih daljina uvožena je u tunel vani dozirana suha mješavina, koja je izmiješana neposredno pred mjestom ugradnje u pokretnom uređaju.

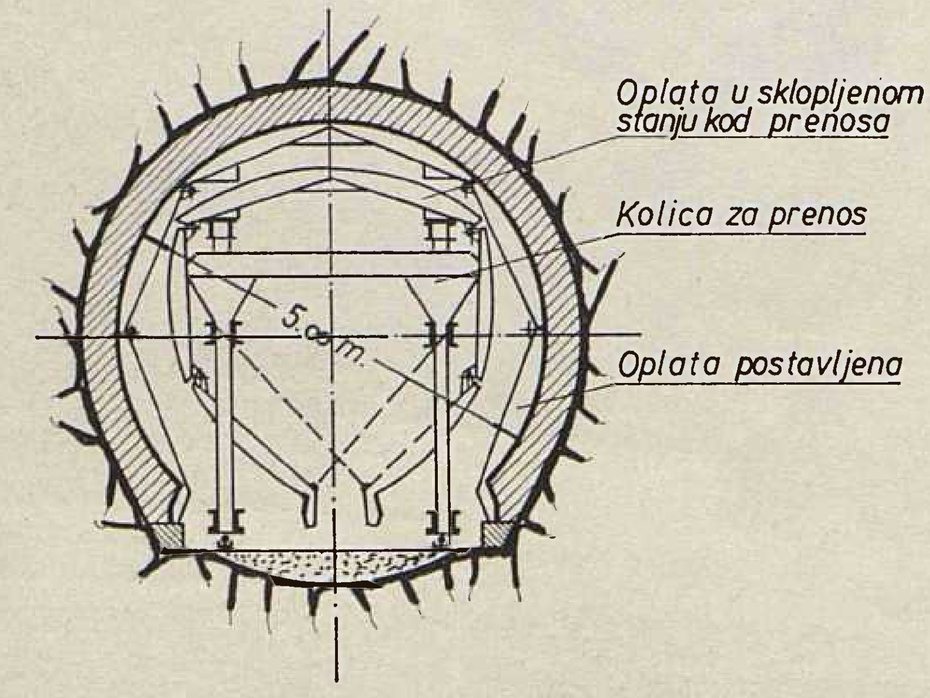
3.5 *Agregat za betoniranje*

Za pripremu betonske mješavine bio je upotrijebljen drobljeni agregat. Ovaj je bio proizveden pretežnim dijelom od krečnjačkog materijala dobivenog kod iskopa tunela. Kod izvoza i deponiranja iskopanog tunelskog materijala, bila je provedena selekcija, te je posebno deponiran zdrav i čvrst materijal koji će se kasnije preraditi u agregat.

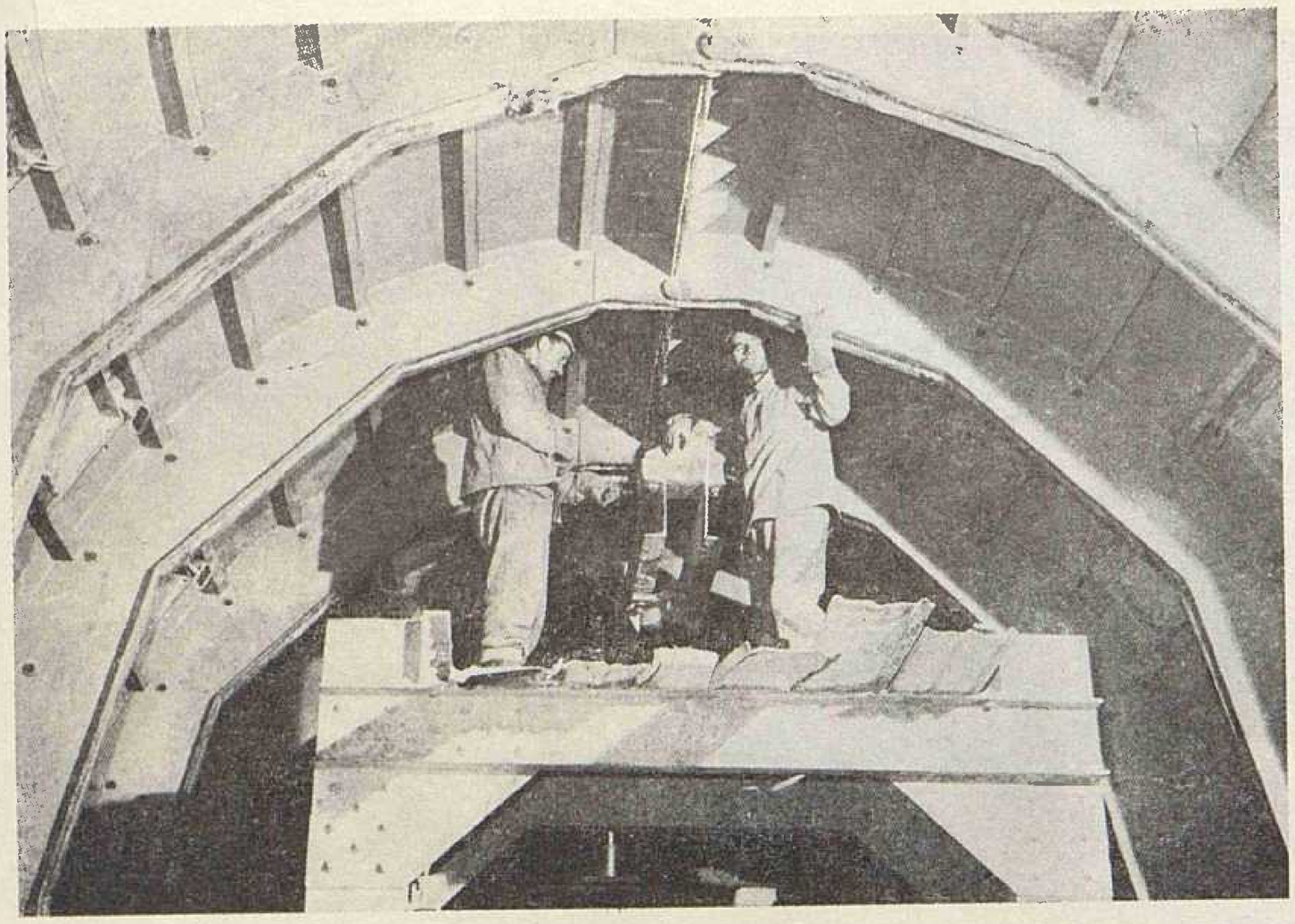
Uređaji za drobljenje bili su instalirani na četiri gradilišta. Ovakav raspored bio je uvjetovan potrebama agregata i raspoloživošću materijala za drobljenje.

Uslijed znatno nepovoljnije geologije terena nije bilo moguće proizvesti u potpunosti agregat od iskopanog materijala, pa je u posljednjoj fazi radova bio za ovo korišten kamen dobiven iz kamenoloma, a bilo je potrebno i transportirati agregat od gradilišta do gradilišta.

Drobljenje, mljevenje i separiranje agregata obavljano je relativno malim uređajima, koji su potpuno zadovoljavali i to: udarnim drobilicama, mlinovima čekićarima, mlinovima na štapove, te vibracionim sitima. Ovi strojevi bili su međusobno povezani gumenim transportnim trakama, tako da se je pogon ovih uređaja obavljao s minimumom radne snage.



Čelična oplata za kružni tunel



Čelična oplata za kružni tunel

3.6 *Oplata*

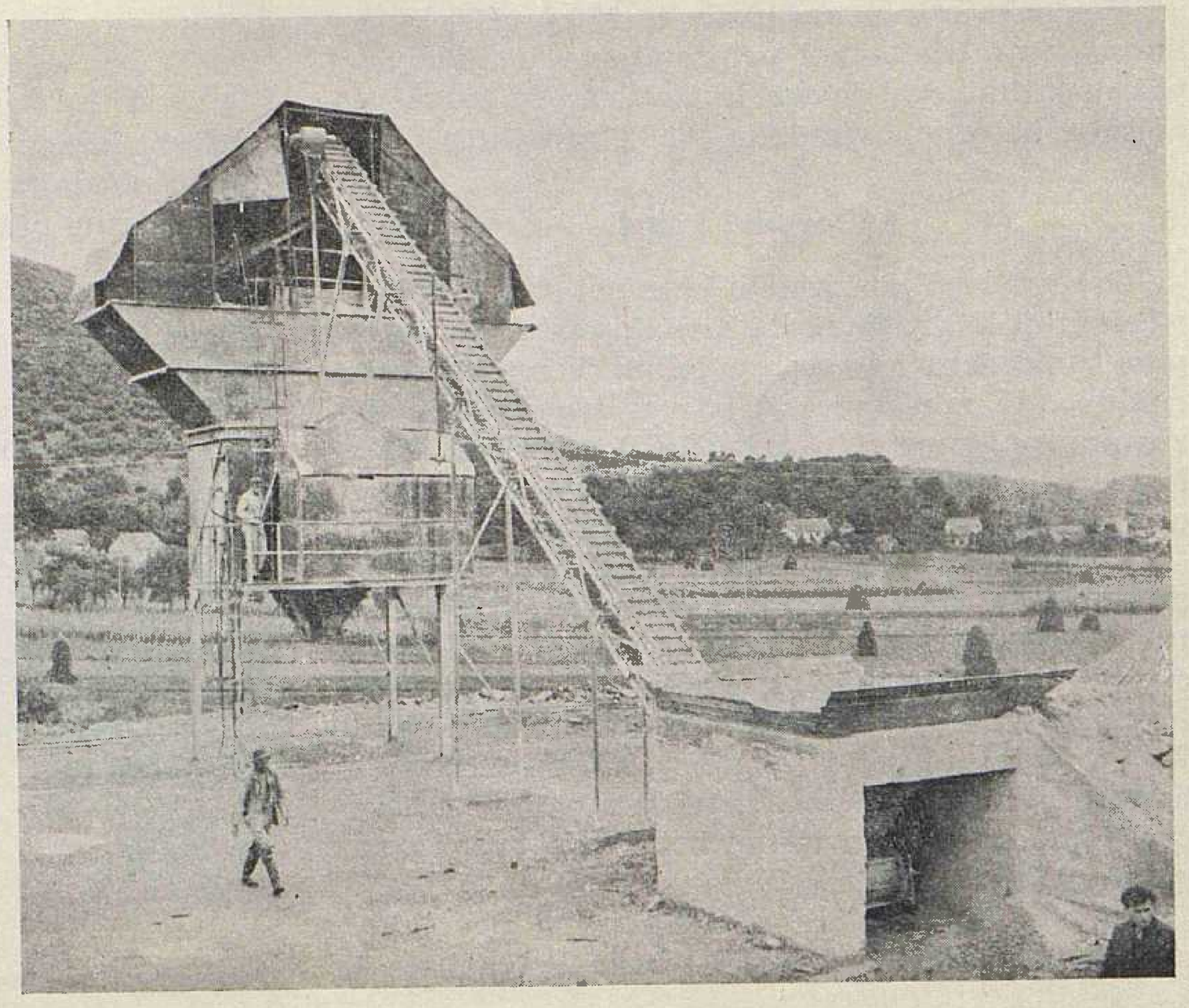
Primijenjena je isključivo čelična oplata teleskopskog tipa i to naravno samo za gornji dio obloge, dok se donji dio mogao izvoditi bez oplate. Hidroelektra je u posljednjih 10 godina opetovano primijenila takve oplate vlastite konstrukcije izrađene po domaćim proizvođačima (HE Gojak, HE Split, HE Rijeka), pa su kod ove gradnje bila korištena sva prethodna iskustva na njezinom usavršavanju.

Na svakom radnom mjestu bilo je 6 elemenata po 6.0 ml takve oplate težine 8—9 tona po svakom elementu. Oplata je prema tome bila upotrebljavana 80—100 puta. Elementi oplate prenošeni su u sklopljenom stanju pomoću specijalnih kolica. Na oplati je bio predviđen veći broj revizionih otvora sa zaklopcima kroz koje se vršila ugradnja (vibriranje) betona. Beton je po dovršenoj ugradnji ostajao u oplati 36 — 48 sati.

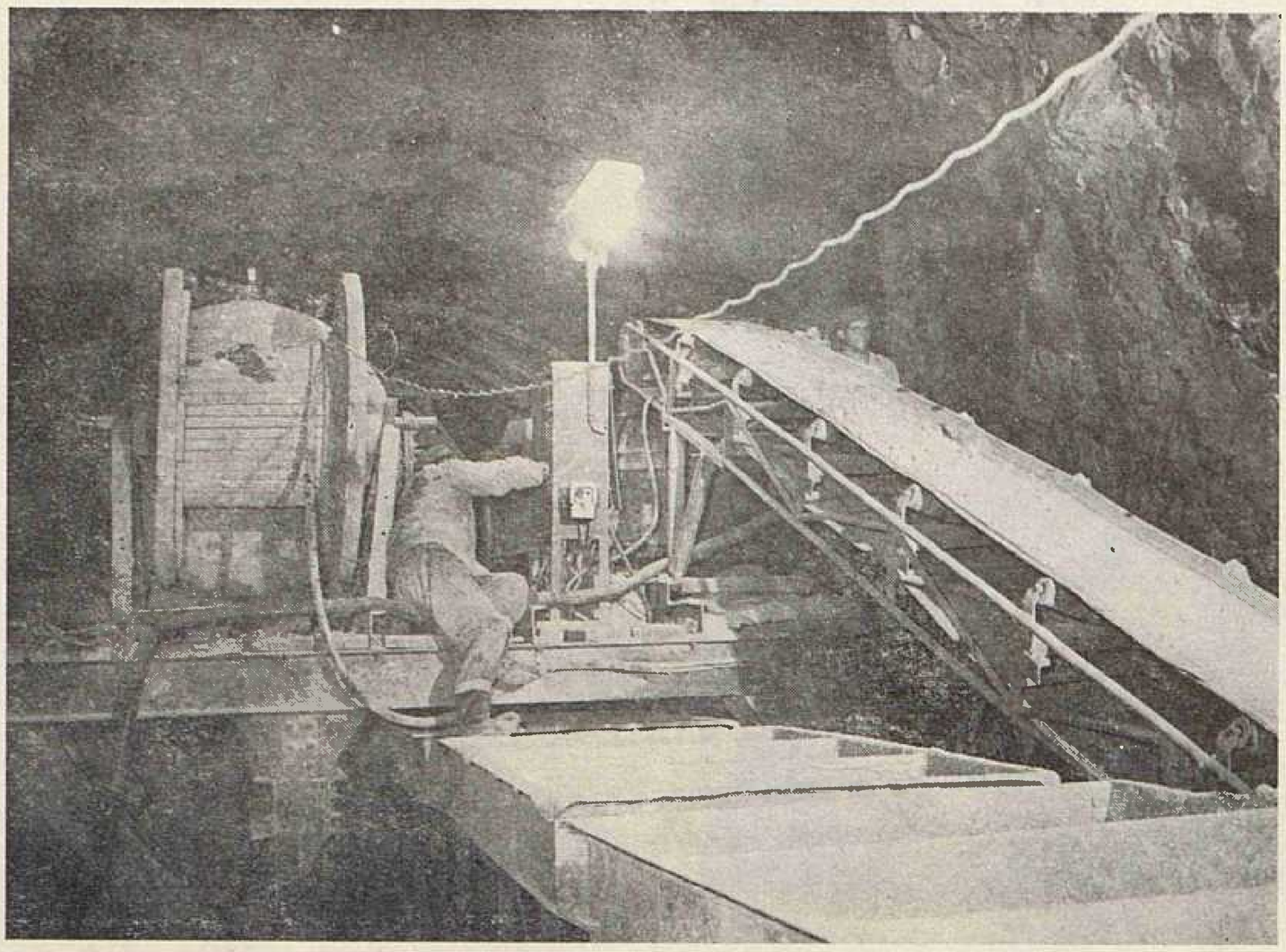
Za potkovičasti profil gravitacionog tunela (Gornja Švica — Marasi) bio je primijenjen jedan tip oplate, a za kružni profil tunela pod tlakom (Gusić Polje — Hrmotine) drugi tip. Međutim oba tipa oplate bili su u principu isti, samo su se razlikovali u detaljima a neznatno i u dimenzijama.

3.7 *Betoniranje*

Suha betonska mješavina bila je pripremljena izvan tunela pomoću uređaja za automatsko doziranje tj. za težinsko mjerenje komponenata. Ovi uređaji su poluautomatski odmjeravali cement i betonski agregat u 3 frakcije. Ovu mješavinu uvo-



Doziranje agregata u Kompolju



Betonski vlak u tunelu

zilo se u tunel pomoću velikih vagoneta od 3,0 m³, koji su prethodno služili za iskop, a bili su pregrađeni za ove potrebe na 3 odjeljka iz kojih se zasebno mogla ispuštati već izmjerena mješavina.

Miješanje betona i njegovo ubacivanje u oplatu obavljalo se pomoću pokretnog uređaja, tzv. betonskog vlaka. Ovaj se sastoji od sistema transportnih traka koji poslužuju prisilnu mješalicu i pneumatski uređaj (top) za ubacivanje betona. Ubačeni beton ugrađivan je naročito efikasnim pervibratorima. Na ovaj gotovo potpuno mehanizirani način izvođenja postizavani su dnevni učinci od 20 — 30 m obloge po radnom mjestu. Betoniralo se dakle više-manje kontinuirano; istovremeno s ugradnjom betona premještali su se i postavljali elementi teleskopske oplate.

Betonska mješavina imala je 270 — 290 kg cementa po m³ betona i pripremljena je uglavnom bez plastifikatora. Svega je izrađeno 92.200 m³ tunelskog betona i ugrađeno 1050 t armature.

4. Dovodni kanali

Opsežni zemljani radovi izvedeni su primjenom odgovarajuće građevinske mehanizacije i to: skrepera, buldožera i bagera u lakim iskopnim materijalima, te miniranje uz utovar bagerima i utovarnim lopatama (utovarivačima) u stijeni. Materijal se odvozio buldožerima ili autokiperima, već prema potrebnoj transportnoj daljini.

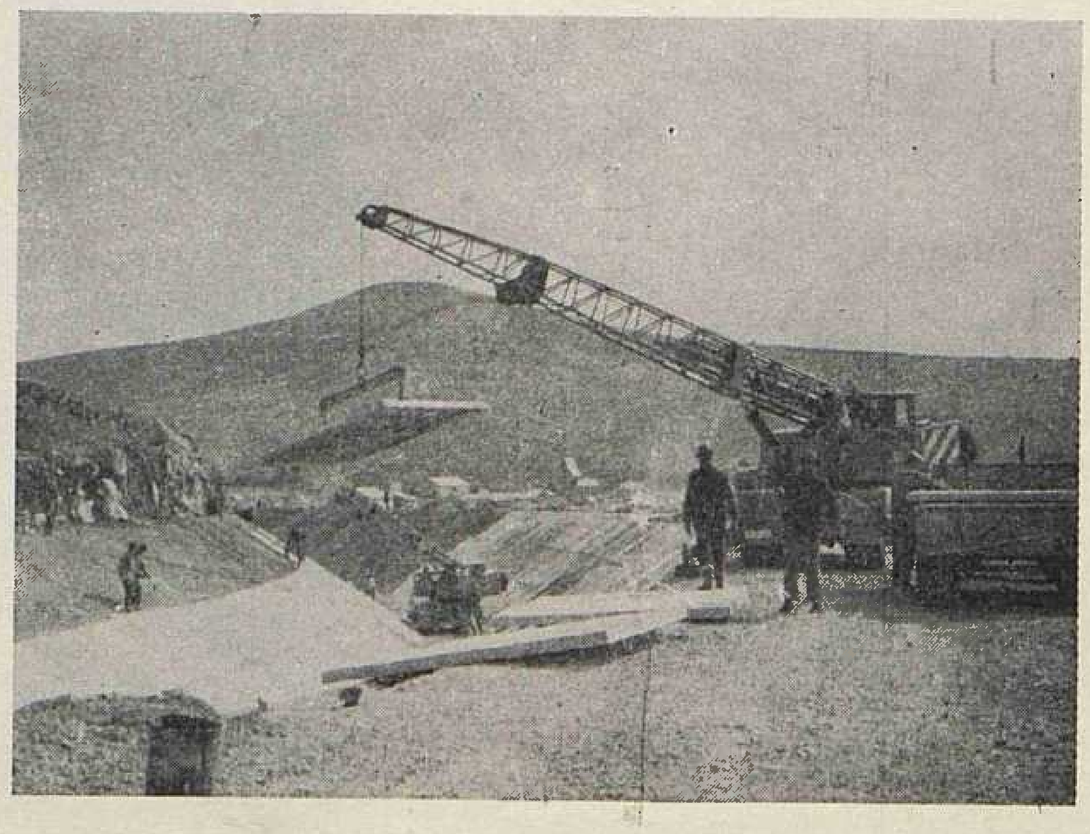
Zbog znatne brzine vode u kanalima i opasnosti od gubitaka vode u krševitom terenu predviđena je izvedba nepropusne betonske obloge na tamponskom sloju od tucanika. Obloga je izrađena od prefabriciranih ploča veličine 2,5 × 3,0 m, debljine 0,10 m, koje su bile armirane sa 3,5 kg/m². Ova armatura bila je ugrađena samo radi uvjeta opterećenja koji su se pojavljivali kod transporta i polaganja ploča.

Prefabrikacija ploča obavila se na povoljnom mjestu kraj ulaznog uređaja Gusić Polje, koje je već raspolagalo prikladnim uređajima za taj rad (betonara, toranjska dizalica). Izgrađene nadstrešnice omogućivale su proizvodnju ploča kod svakog vremena. Beton je toranjskom dizalicom prebacivan na radni pod. Ugradnja i obrada betona obavljala se vibropločom. Ploče su se polagale na prethodno planirani tamponski sloj od drobljenog agregata s pomoću autodizalica. Za zalijevanje reški upotrijebljena je specijalna masa, »Soral« kit, koja je u pogledu prionljivosti, elastičnosti i žilavosti prema dosadašnjim iskustvima pokazala zadovoljavajuća svojstva.

Na ovim kanalima izvedeno je ukupno 113.000 m³ iskopa, od toga 50.000 m³ u stijeni, te 32.200 m³ nasipa. Betonske obloge i betona objekata na kanalima bilo je izrađeno 8.500 m³, a armature 100 t.

5. Kompenzacioni bazen

Ovaj bazen ostvaren je izgradnjom oko 3,2 km dugim obodnim nasipima visine do 7 m. Nasipi su od sedrastog prašinastog materijala s nepropusnom



Polaganje ploča autodizalicom na kanalu Marasi—Gusić Polje

glinenom jezgrom, te zaštitom od lomljenog kamena na vodnoj strani.

Svega je trebalo izvesti 35.500 m³ otkopa humusa i iskopa za nožicu nasipa, te 225.000 m³ nasipa, od toga: 122 000 m³ tijela nasipa, 41.000 m³ jezgre, 22.000 m³ filtera i 40.000 m³ kamenog nabačaja i obloge.

Za izvedbu ovih znatnih količina zemljanih radova upotrebljena je uobičajena građevinska mehanizacija i to: skreperi, bageri i utovarači, prijevoz autokiperima i buldožerima, a nabijanje vibronabijačima i ježastim valjcima s traktorskom vučom.

6. Građevinska mehanizacija

Poznato je da izgradnja hidroelektrana, a naročito pak izgradnja hidrotehničkih tunela zahtijeva dijelom specifičnu mehanizaciju, koja se pretežno ne proizvodi u našoj zemlji. Međutim, s obzirom na opsežnost gradnje ove hidroelektrane i potrebu izvedbe tako obimnih tunelskih radova na dužini oko 35 km, nije bilo moguće osigurati devize za uvoz sveukupne manjkajuće mehanizacije. Stoga su izvođačka poduzeća trebala naći takva rješenja, da omoguće u što većoj mjeri upotrebu mehanizacije domaće proizvodnje, odnosno da se što više uključi domaća mašinogradnja. U tom pogledu učinjeni su od svih sudjelujućih veliki napori i postignuti značajni rezultati.

Tako su npr. na gradilištima hidroelektrane bile pokrivene iz domaće proizvodnje slijedeće potrebe, donedavna pokrivane uvozom:

— tunelski vagoneti
— svi elementi za čeličnu podgradu
— pretežni dio uređaja za proizvod agregata
— sve čelične teleskopske oplate
— konstrukcije uređaja za doziranje
— konstrukcije betonskih vlakova.

Pretežni dio ovih uređaja izrađivan je po projektima Hidroelektre, a mnogi su bili izrađivani u vlastitoj radionici. Na ovaj način bili su uštođeni našoj privredi znatni iznosi deviznih sredstava.

7. Rezultati

Primijenjene metode građenja odgovaraju suvremenim dostignućima na tom polju u tehnički razvijenijim zemljama.

U pogledu brzine »Hidroelektra« je postigla zapažene rezultate i daljnji očiti napredak spram prethodnih gradnja, što najbolje pokazuju slijedeći podaci:

Gradnja	Iskop tunela		Betoniranje obloge
	2 kat.	3—5 kat.	
HE Nikola Tesla	4—5 m/dan	2—3 m/dan	4—5 m/dan
HE Gojak	7—8 m/dan	3—4 m/dan	12—15 m/dan
HE Split	8—10 m/dan	4—5 m/dan	16—18 m/dan
HE Senj	10—12 m/dan	4—6 m/dan	20—24 m/dan

Iz iznesenog se vidi da realizacija Hidroelektrane »Senj« predstavlja daljnji veliki napredak našeg građevinarstva, a naročito građevinske operative. U relativno kratkom roku izvedeni su u teškim terenskim prilikama i u kraju s nepovoljnim klimatskim uvjetima ogromni radovi.

Navedeni povoljni rezultati su ne samo plod dobre organizacije gradnje, te primjene mnogobrojne mehanizacije i njene pravilne upotrebe, već i uvođenja niza mjera materijalne stimulacije neposrednih proizvođača. »Hidroelektra« je već od 1960. na svojim gradilištima počela primjenjivati nagrađivanje po kompleksnom učinku, tj. prema ostvarenim rezultatima rada. Na gradilištima HE »Senj« primijenjeno je nadalje dodatno premiranje radova, naročito onih na ključnim radovima kao npr. iskop i betoniranje tunela. Ostvareni veći radni uspjesi su prema tome djelomično rezultat okolnosti, da je neposrednim izvođačima bila dana mogućnost da ostvare osjetljivo povećane osobne dohotke za slučaj postizavanja odgovarajućih boljih radnih uspjeha.

4. »Litostroj« — hidrostrojarska oprema strojarnice

1. Glavne turbine

Već godine 1954. Litostroj je razradio za HE SENJ ponudu hidrostrojarske opreme strojarnice. Za pad od 434 metra nudio je za tadašnje vrijeme uobičajene Peltonove četirimlazne turbine. U to vrijeme primjena Francisovih turbina na tim padovima bila je tek u početnoj eksperimentalnoj fazi.

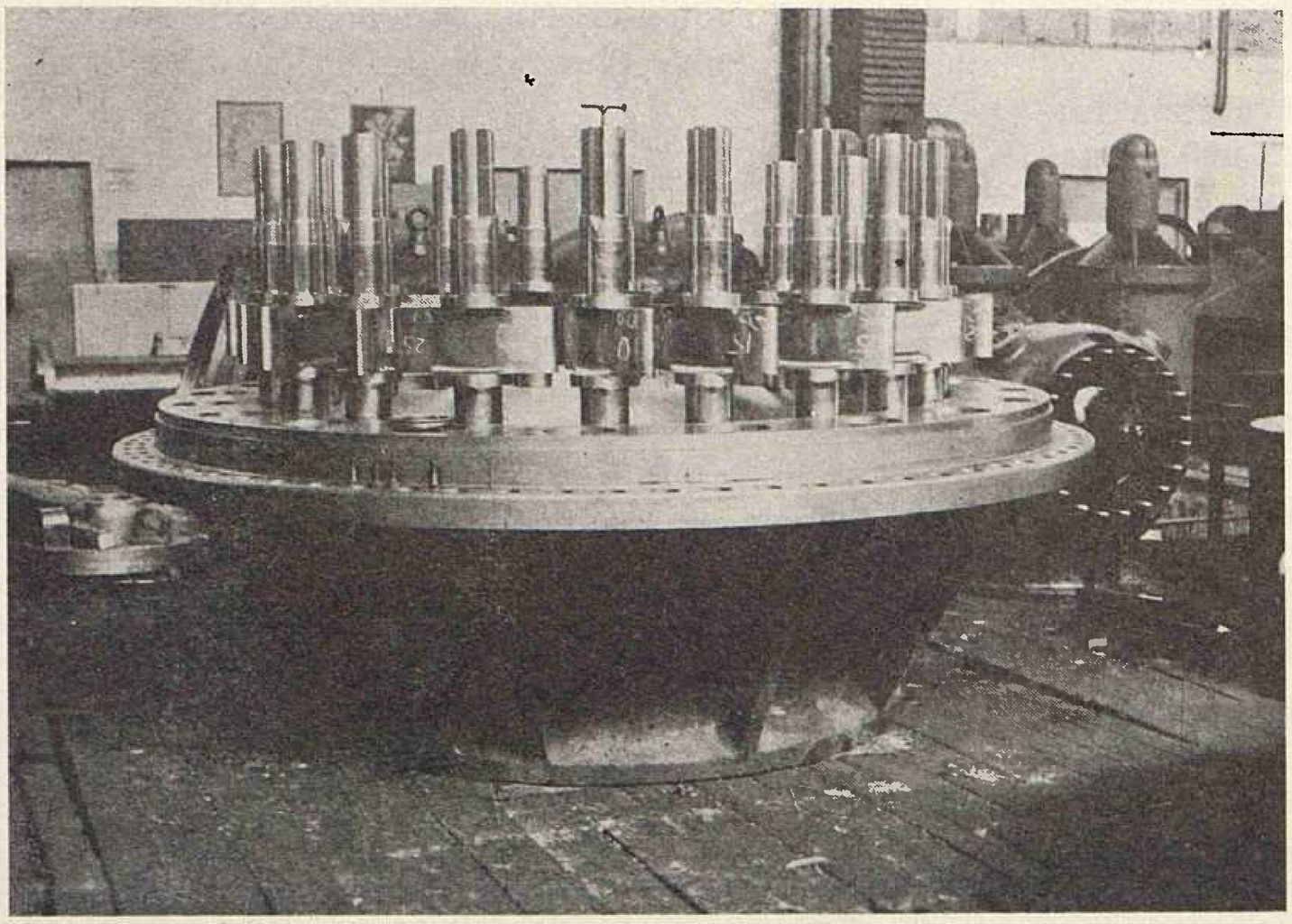
Zahvaljujući naglom razvoju tehnike u gradnji turbina, u godini 1960, kada se je počelo sa pripremama na izradi turbina, bilo je za taj pad već moguće ponuditi sigurne i svestrano ispitane Francisove turbine. Primjena Francisovih turbina ima slijedeće prednosti:

— korištenje cca 3,5 m većeg pada,
— veći broj okretaja a time jeftinije turbine i generatore,
— manje turbine i time manju strojarnicu,
— jednostavniju regulaciju turbine i ekonomičnije korištenje količina vode.

Konačno su za HE SENJ usvojene 3 Francisove turbine slijedećih karakterističnih podataka:

netto pad	434,2	422,5	410,0	406,3	m
protok	19,6	20,3	20,0	19,9	m³/s
snaga na osovini	103.150	103.150	98.500	96.700	KS
broj okretaja		600			l/min
pobjeg	1.050	—	—	—	l/min
učin turbine					
kod 10/10 snage	90,9	90,2	90,1	89,8	%
kod 8/10 snage	91,8	92,0	91,9	91,5	%
kod 6/10 snage	89,4	90,0	89,9	89,3	%
kod 4/10 snage	83,2	84,0	83,8	83,0	%

Simetralna horizontalna ravnina turbina postavljena je na koti —3,40 m. Ova kota odabrana je s obzirom na minimalnu kotu donje vode kod protoka $Q = 20$ m³/s, koja iznosi — 0,6 m i s obzirom



Vodeće lopatice turbine s donjim turbinskim poklopcem

na sigurnost pogona zbog štetnog utjecaja kavitacije na pogonsko kolo.

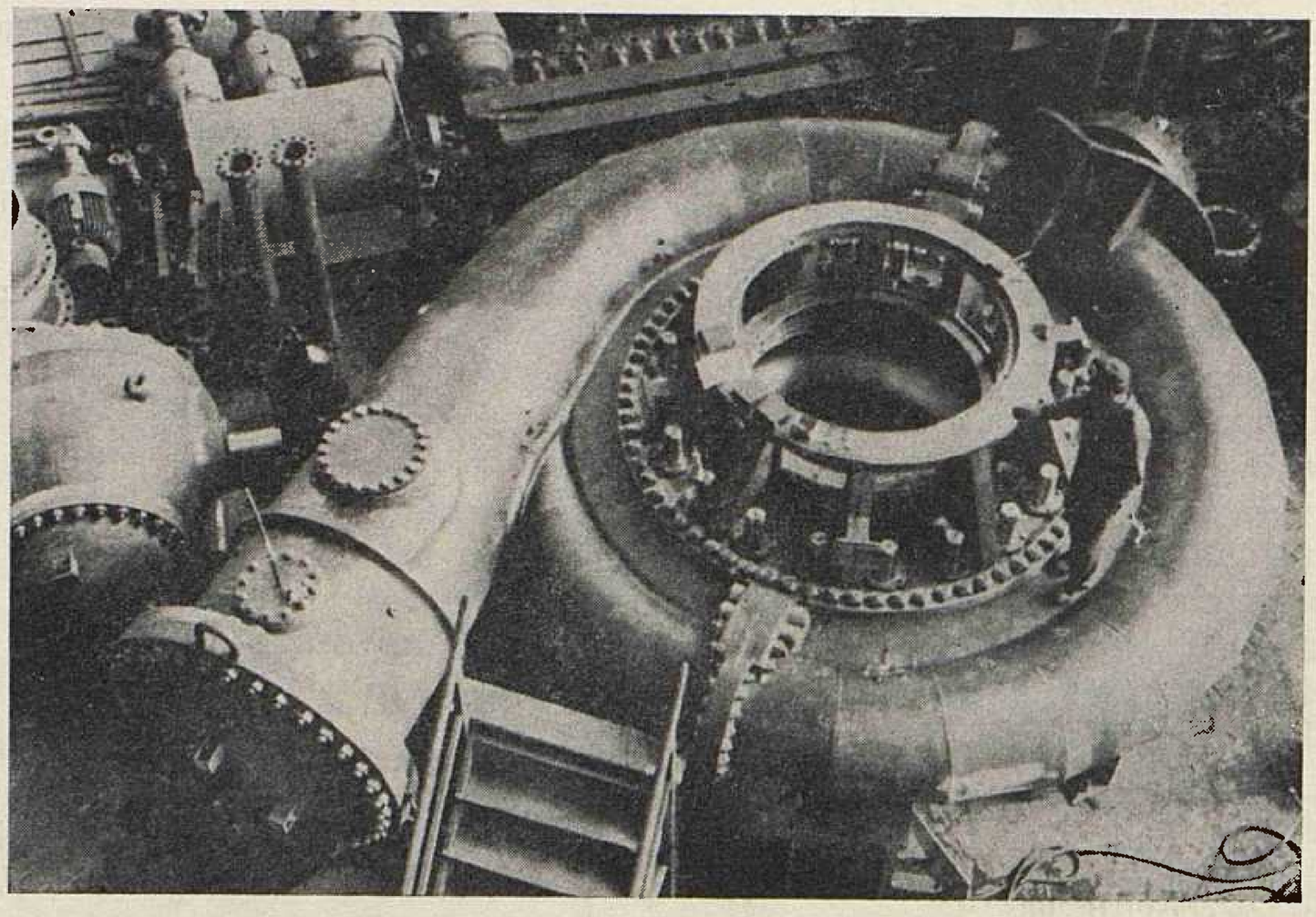
U skladu s projektom strojarnice odabrana je koncepcija agregata s vertikalnom osovinom i s tri vodeća ležaja (2 kod generatora) i s nosećim ležajem u gornjim rukama generatora. Osovina agregata je dvodijelna, a spojna prirubnica nalazi se ispod generatora. Demontaža turbinskog kola na dolje u prostor obloge difuzora ispala je kao najekonomičnije rješenje. Demontaža turbinskih dijelova moguća je bez demontaže generatora. Za radove se upotrebljava glavna montažna dizalica, pomoću koje je moguće kroz šuplju osovinu agregata vertikalno dizanje pojedinih dijelova, slaganje na specijalna kolica i odvoz do montažnog otvora na uzvodnoj strani strojarnice. Odvoz turbinskih dijelova omogućen je na kotama —6,30 i —2,30.

Visoki pad i velike brzine protjecanja vode kroz turbinu, kao i velika snaga turbine predstavljali su za isporučioca turbine niz tehničkih problema. Kao najvažniji jeste pravilno hidrauličko dimenzioniranje spiralnog kućišta, pogonskog kola, sprovodnog aparata i difuzora. Zbog toga su modeli ovih elemenata bili podvrgnuti opsežnim laboratorijskim ispitivanjima. Na osnovu rezultata ispitivanja i iskustva sa sličnim postrojenjima, bile su hidraulički dimenzionirane turbine. Dosadašnja pogonska iskustva pokazala su, da su svi problemi odlično riješeni.

Nadalje je bila posvećena naročita pažnja izboru materijala za dijelove, koji su izloženi trošenju zbog protjecanja vode i zbog utjecaja stranih čestica u vodi. Brzina protjecanja vode kroz izvjesne dijelove turbine iznosi i preko 80 m/s.

Puno pažnje bilo je posvećeno i obradi pojedinih dijelova. Tačno pridržavanje svih propisanih oblika, kao i visokokvalitetna finoća obrade, mnogo su pridonijeli odličnom ponašanju turbine u pogonu.

Prvi put u našoj zemlji kod turbine nije primijenjeno podmazivanje sprovodnog aparata mašću. Ležaji lopatice sprovodnog aparata smje-



Spiralno kućište s ugrađenim sprovodnim aparatom kod tlačnog ispitivanja

šteni su u košuljicama od sintetičkog materijala »Teflon« bez podmazivanja.

Također su prvi put turbine opremljene uređajima za automatski prijelaz u fazno-kompenzacijski pogon s istiskivanjem vode iz spiralnog kućišta, pogonskog kola i gornjeg dijela difuzora pomoću tlačnog zraka.

Upotrebljeno je sporohodno pogonsko kolo specifičnog broja okretaja 92 l/min. Kolo je izrađeno od visokokvalitetnog nerđajućeg čeličnog liva sa garantiranom granicom razvlačenja 35 kp/mm², čvrstoćom na zatezanje 60 kp/mm² i zareznom žilavošću 4 mkp/cm². Težina kola iznosi 7.700 kp. Kontroli materijala pogonskih kola posvećena je naročita pažnja.

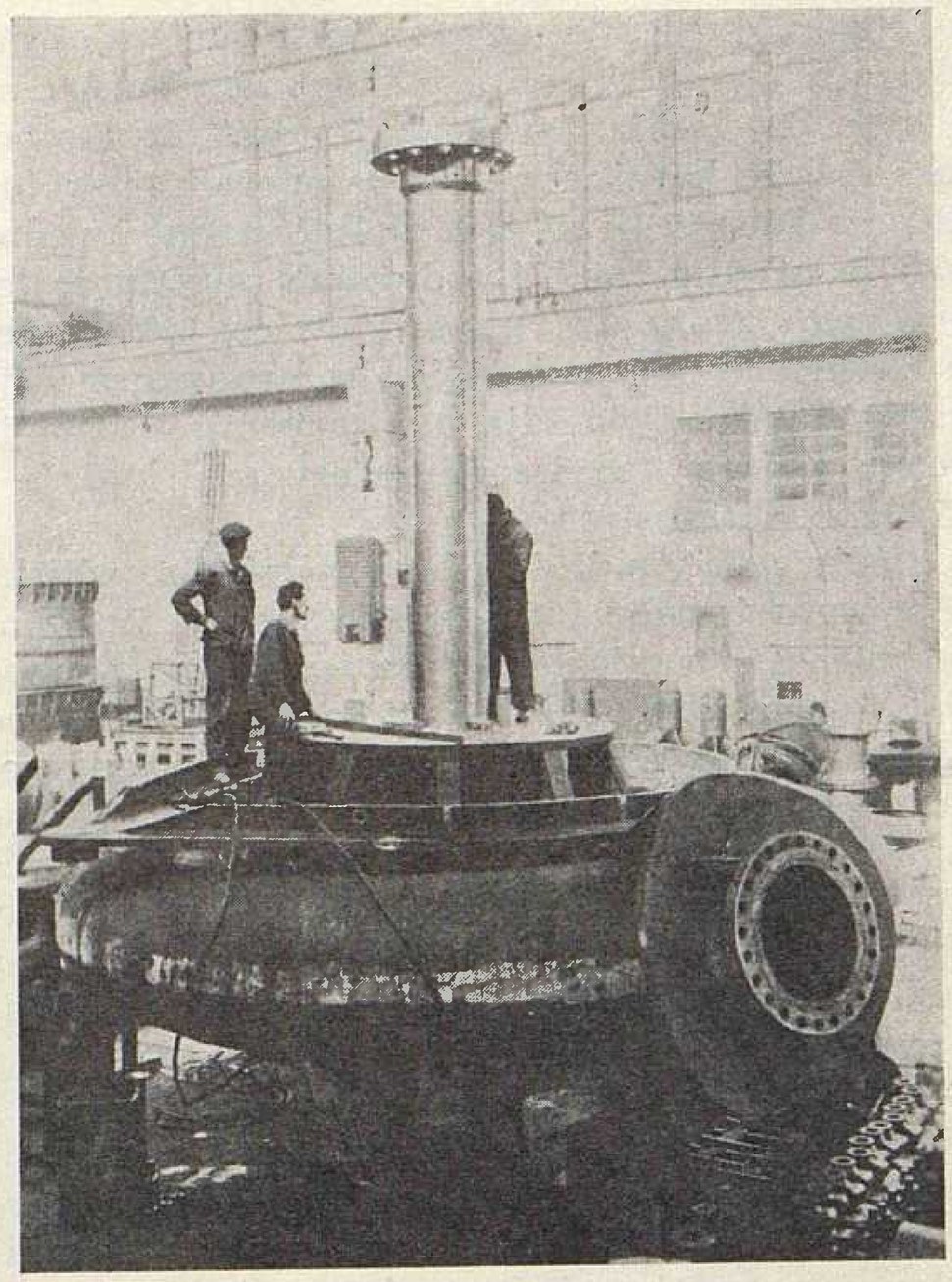
Spiralno kućište izrađeno je od specijalnog čelika HSB 5⁰ S i u cjelini zavareno, žareno i u tvornici isporučioca ispitano na pritisak od 78 kp/cm². Kod izrade posvećena je bila naročita pažnja varenju kućišta. Varenje limova debljine više od 100 mm tražilo je stalnu kontrolu primjene specijalnih tehnoloških postupaka, kao predgrijavanje, održavanje konstantne temperature okoline vara itd.

Kod tlačne probe bili su izmjereni naponi u pojedinim predjelima kućišta. Rezultati mjerenja su pokazali, da su naprezanja u materijalu na svim mjestima kućišta ispod maksimalno dozvoljenih. Prije ugradnje u beton kućište je bilo na gradilištu ponovo ispitano na tlak od 20 kp/cm². Težina kućišta je 27.000 kp, a ulazni promjer 1.400 mm. Na kućištu su dvostruki priključci za stalno mjerenje protoka vode po sistemu Winter-Kenedy.

Turbinu zatvaraju gornji i donji turbinski poklopac. Izrađeni su od visokokvalitetnog lijevanog čelika s garantiranim mehaničkim osobinama uključivo zareznu žilavost. S unutarnje strane obloženi su pločama od nerđajućeg čelika (14 % Cr). Ove obloge lako su izmjenljive.

Sprovodne lopatice kao elementi za reguliranje protoka vode kroz turbinu i time regulaciju snage agregata; izrađene su također od nerđajućeg kromčelika. Zbog smanjenja hidrauličkih gubitaka i zbog smanjenja utjecaja kavitacije i erozije, lopatice su glatko polirane. Naročito fino polirani su rukavci lopatica, s ležajem u ležajnim košuljicama od sintetičkog samomaznog materijala »Teflon«. Upotrebom ovog materijala otpada skup i kompliciran uređaj za centralno podmazivanje 97 ležajnih mjesta, smanjuju se troškovi održavanja i pojednostavnjuje način upravljanja agregatom. Dosadašnja dobra pogonska iskustva pokazuju, da je primjena ovog materijala opravdana. Zbog pravilnog dimenzioniranja, pravilne obrade i pravilne montaže, potrošnja košuljica od »Teflona« je minimalna, pa je prema iskustvima EDF-a, njihova zamjena potrebna tek poslije cca 50.000 pogonskih sati. Konstrukcija ležajeva omogućuje laku i jednostavnu zamjenu ležajnih košuljica.

Na kraju rukavca svake lopatice uklinjena je ručica za regulaciju. Na ručici je oslonac, koji ograničuje zaokret lopatice kod loma sigurnosnog čepa na vezicama između regulacionog prstena i ručice. Spojni čepovi, kao vezni elementi između



Probna montaža turbine u tvornici

ručice i regulacionog prstena imaju također ležaj u košuljicama od »Teflona«. Regulacija sprovodnog aparata izvedena je s diferencijalnim servomotorom. Ovaj je smješten pored spiralnog kućišta pa je zbog toga izveden sa većim hodom. Time su osjetljivo poboljšani uvjeti regulacije.

Pogonsko kolo učvršćeno je na turbinsku osovinu pomoću klina i vijka. Osovina promjera 538 mm izrađena je od kovanog visokokvalitetnog SM čelika. Materijal osovine detaljno je defektoskopski ispitan, a njegove mehaničke osobine su kontrolirane. Probušena je po čitavoj dužini, a rupa se upotrebljava za demontažu donjih turbinskih dijelova kod montiranog generatora.

Prodor vode u strojarnicu pored turbinske osovine sprečava aksijalna brtva s ugrađenim ugljenim segmentnim prstenima. Stalni kontakt između rotirajućeg prstena od bronze na osovini i stojećih ugljenih prstena na kućištu osigurava sistem ugrađenih opruga. Prednost, do sada kod nas rijetko upotrebljene aksijalne brtve, od radijalne je u tome, što omogućuje korištenje ugljenih segmenata do punog istrošenja; montaža i demontaža je jednostavnija, a za vrijeme pogona je moguća stalna kontrola istrošenosti. Kod brtvenice je sigurnosnim uređajima kontrolirana temperatura i tlak vode za hlađenje i podmazivanje. Izvedena je i montažna brtva, s pomoću koje je moguća zamjena ugljenih prstena bez pražnjenja spiralnog kućišta.

Iznad brtve osovine na turbinskom poklopcu je smješten vodeći ležaj. Ležaj je samomaznog tipa, tj. za njegovo podmazivanje nije potrebna separatna crpka, već rotirajući dijelovi stvaraju sami potreban pritisak za cirkulaciju ulja. Ovaj pritisak stvara se pomoću rotirajućeg rezervoara za

ulje. Hladnjak za ulje ugrađen je u samom ležaju. Voda za hlađenje cirkulira u posebnim komorama oko košuljice ležaja. Izvedena je kontrola temperature ležaja, količine ulja u rezervoaru i protok vode za hlađenje. Ležaj je u cjelini varene izvedbe i lako je pristupačan. U redovnom pogonu se ležajevi zagrijavaju do temperature cca 40° C. Velika obodna brzina rotirajućeg rezervoara za ulje i pravilna raspodjela ulja u rezervoaru tražila je naročitu pažnju kod izrade rezervoara, koji je i dinamički izbalansiran.

Osobito pažljivo je izvedena redukcija pritiska u komorama između turbinskog poklopca i pogonskog kola. Kod vanjskog zazora između pogonskog kola i turbinskog poklopca, gdje ulazi voda pod pritiskom 180 do 430 m (ovisno o opterećenju agregata), pritisak je do komore ispod brtve osovine smanjen na 3 do 8 m. Ova redukcija, koja utječe na miran rad turbine kao i na hidrauličke gubitke, postignuta je naročito pažljivom izradom sistema labirinta kao i odvodom procjeđujuće vode u difuzor turbine.

Obloga difuzora izrađena je u varenoj čeličnoj konstrukciji do presjeka u kojem pada brzina protjecanja vode ispod 5 m/s. Gornji dio obloge izveden je s izmjenljivim uloškom od nerđajućeg čelika. Ispod pogonskog kola smješten je uređaj za centralno uvođenje atmosferskog zraka za sprečavanje štetnih posljedica kavitacije. Kompletan vertikalni dio obloge moguće je demontirati, što je potrebno kod demontaže pogonskog kola.

Agregati su predviđeni za rad u fazno kompenzatorskom pogonu. Prijelaz iz jednog pogona u drugi je automatiziran. Kod tog pogona zrakom je istisnuta voda iz spiralnog kućišta, pogonskog kola i gornjeg dijela difuzora. Time su smanjeni gubici od 5.700 kW kod vrtnje pogonskog kola u vodi, na 1.750 kW kod njegove vrtnje u zraku. Zrak, potreban za istiskanje vode, akumuliran je u zračnim kotlovima pod pritiskom od 32 kp/cm². Istiskivanje vode iz turbine kod zatvorenog kuglastog zatvarača obavljeno je u intervalu od 9 s. Kod vrtnje pogonskog kola u zraku izveden je poseban sistem hlađenja labirinata turbine, koji stupa u rad automatski kod preklopa agregata u fazno-kompenzatorski pogon. Uređaj za komprimirani zrak služi i za kočenje agregata.

2. Regulator brzina vrtnje i snage agregata i automatika

Regulator brzine vrtnje i snage agregata sastoji se od elektronskog i elektrohidrauličkog regulatora, uređaja za pripremu tlačnog ulja, vodno-uljnog akumulatora, regulatora pritiska vode u tlačnom cjevovodu i servomotora za upravljanje sprovodnim aparatom. Elektronski regulator smješten je u strojarnici iza ploče strojeva, a svi ostali dijelovi smješteni su uz samu turbinu u turbinskom katu. Elektronski regulator RE 102 isporuka je firme »Charmilles« iz Geneve, (Švicarska). Elementi regulatora montirani su u lako pristupačnom ormariću. Njegovi elementi su iz najboljeg materijala i bogato dimenzionirani, tako da je u pogonu postignuta visoka sigurnost. Iz istog razloga upotrebljene su i štampane veze.

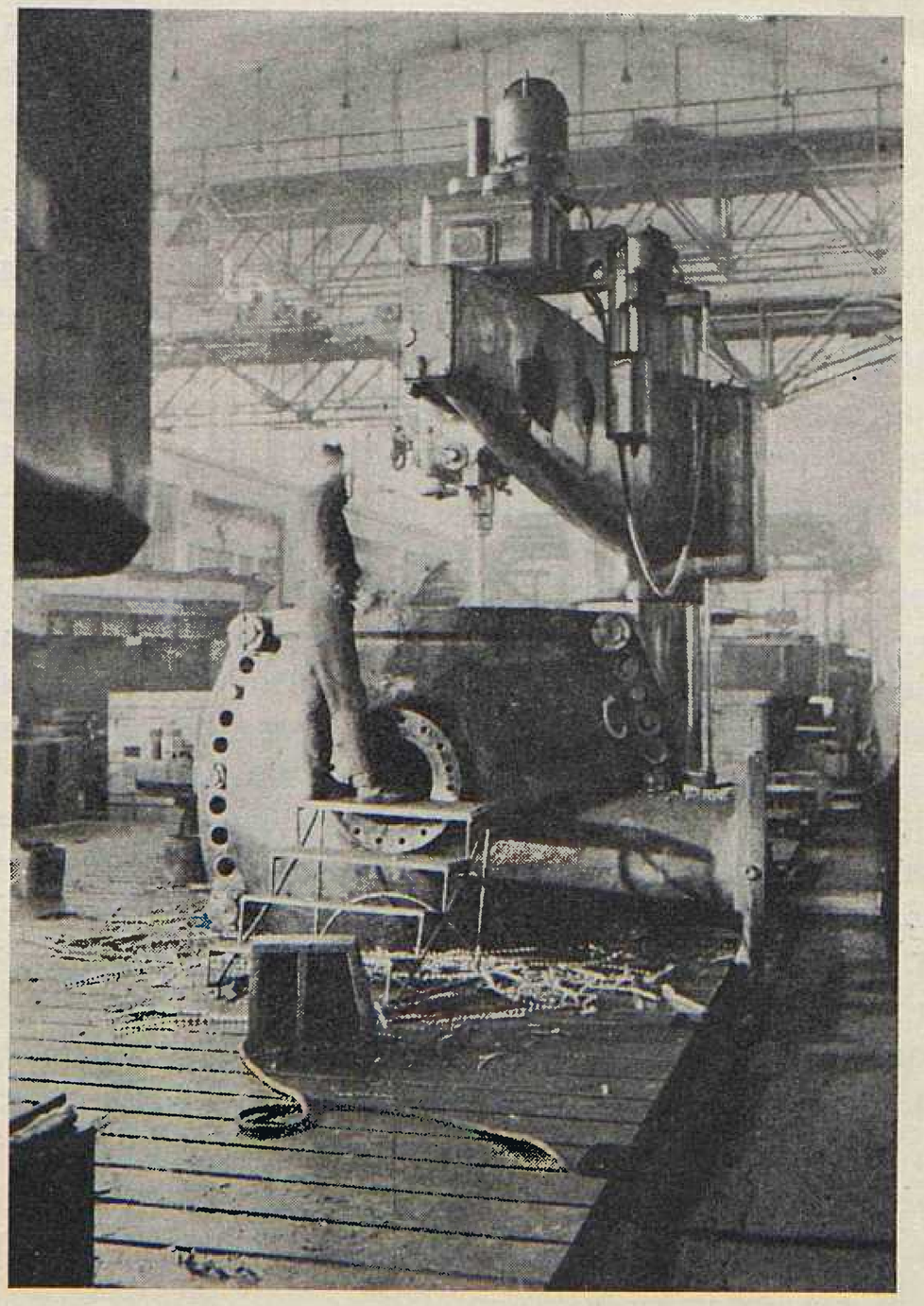
Brzina vrtnje agregata je osnovna veličina, koju treba regulator da regulira. Frekvenciju kao mjerenu veličinu dobiva od regulatorskog generatora, koji je pomoću specijalnog, protiv vibracija osiguranog reduktora, priključen na gornji kraj osovine agregata. U ormariću regulatora je 5 regulacijskih krugova, čiji elementi su montirani u 5 izmjenljivih regala i to:

— mjerenje frekvencije,
— sumiranje i miješanje signala,
— pojačivači,
— napajanje,
— dodatni elementi, s pomoću kojih je moguće uvesti u regulator dodatne krugove pomoćnog napona.

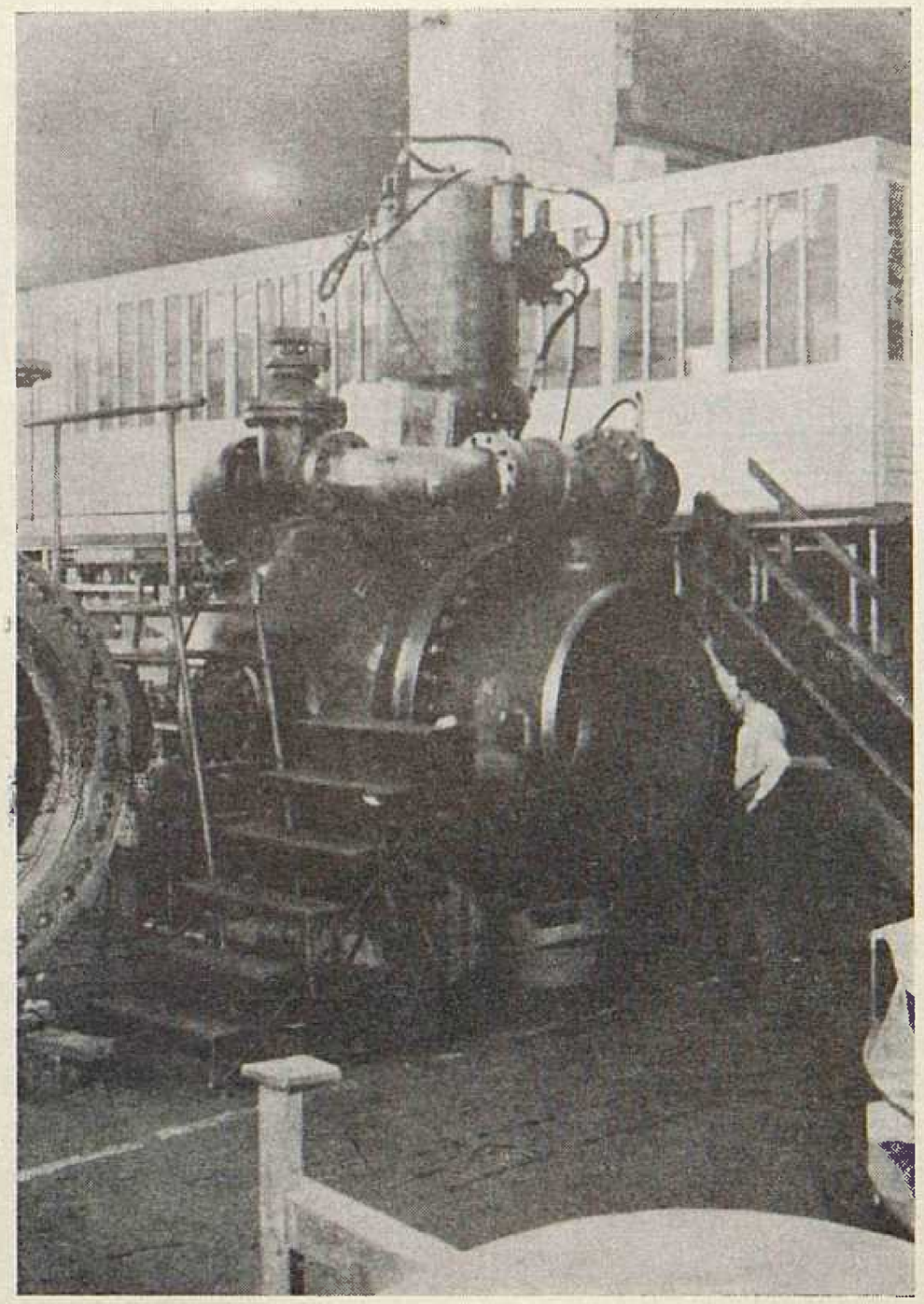
Tehnički podaci:

Nazivna frekvencija	50 Hz sa mogućnošću regulacije od 46 do 54 Hz
Snaga	podešljiva od 0 do 100 % kod nazivne frekvencije ± 8 % s obzirom na statiku
Statika	podešljiva u pogonu između 0 do 8 %
Osjetljivost	u omjeru veličine 10^{-4}
Potrošnja snage	ca 80 W (160 VA)
Ulaz vanjskih komandi i povratno vođenje s obzirom na snagu	0 - 4 i 0 - 10 mA kod prijelaza od 0 - 100 % snage. Ugrađen otpornik s mogućnošću regulacije od 1000 do 5000 Ohma.

Elektrohidraulični regulator pretvara električne veličine, koje dobiva od elektronskog regula-



Obrada kućišta kuglastog zatvarača



Probna montaža i ispitivanje kuglastog zatvarača u tvornici

tora, u hidraulične i preko servomotora sprovodnog kola u mehaničke, koje uravnavaju sprovodni aparat a time brzinu okretaja i snagu agregata. 2-fazni davač okretnog momenta napajan je od pojačivača. Ovaj pomoću prigušne pločice pritvara i otvara pritjecanje ulja iz dvostruko djelujućeg hidrauličkog releja, koji je zbog simetrične izvedbe neosjetljiv na promjenu viskoziteta i pritiska ulja. Ovaj relej upravlja glavnim razvodnim ventilom za otvaranje i zatvaranje servomotora. Proporcionalnost između ulaznih komandi i hoda hidrauličnog releja održava mehanička povratna veza od sprovodnog kola turbine. U normalnom pogonu svi su krugovi regulatora napajani isključivo regulacionim generatorom. Kod upuštanja agregata daje regulatoru tendenciju na otvaranje pomočni napon. U cilju poboljšanja osjetljivosti hidrauličkog releja u regulator je ugrađen i vibrator.

Upravljanje regulatorom je iz komandne prostorije pomoću variometra za podešavanje broja okretaja i variometra za upravljanje snage agregata. U komandi je i preklopnik, kojim se može isklopiti električni regulator. U tom primjeru moguć je pogon mehaničkim upravljanjem ograničenja otvaranja na samom regulatoru.

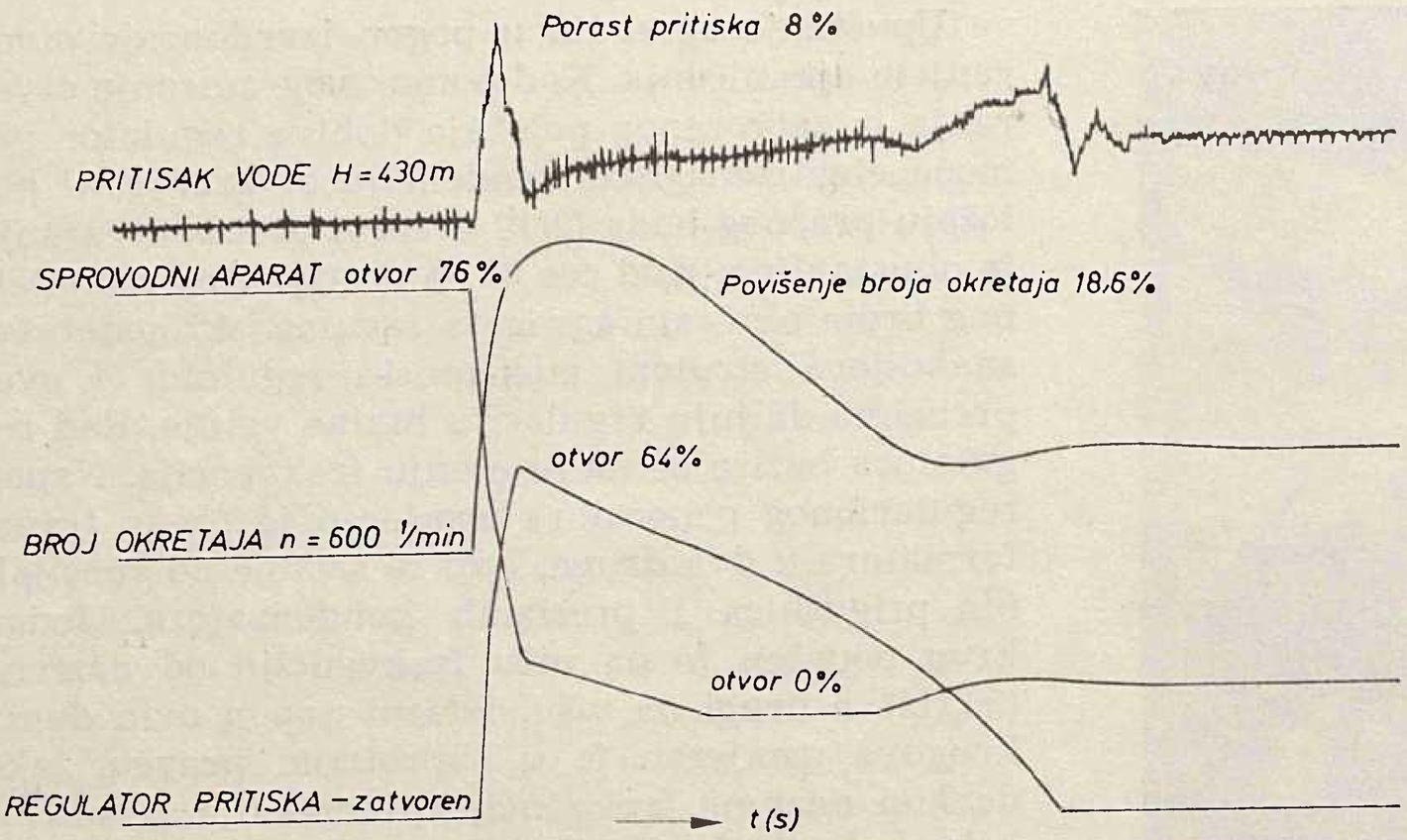
Za automatsku sinhronizaciju broja okretaja sa frekvencijom mreže može se na variometar za podešavanje broja okretaja prigraditi dodatni uređaj. Prigradnjom dodatnog uređaja moguće je i daljinsko upravljanje snage agregata s obzirom na bilo koju vanjsku komandu. Moguća je i primjena povratnog vođenja s obzirom na snagu agregata.

Upuštanje agregata u pogon izvedeno je otvaranjem ograničenja. Kod pomaka ograničenja otvaranja iz zatvorenog položaja dobiva regulator pomoću elektromagneta tendenciju otvaranja. U položaju praznog hoda (2/10 otvora) proces otvaranja je obustavljen. Kod cca 80 % postignutog nominalnog broja okretaja agregata regulacijski generator snabdijeva strujom elektronski regulator i ovaj preuzima daljnju regulaciju brzine vrtnje. Rad regulatora bazira se na mjerenju frekvencije. Napon regulacionog generatora usmjeren je preko transformatora u dva druga, koji se sastoje od specijalnih prigušnica i preciznih kondenzatora. Jedan krug podešen je na nižu frekvenciju od nazivne (50 Hz), a drugi na višu. Izlazni napon ovih dvaju krugova usmjeren je u suprotnom pravcu, tako da kod nazivne frekvencije predstavlja rezultirajuću nulu, kod više ili niže frekvencije daje vrijednost s pozitivnim ili negativnim predznakom. Stabilizacija je izvedena na principu mjerenja brzine i ubrzanja.

Uređaj za pripremu tlačnog ulja je protočnog tipa, tj. bez zračnih kotlova. Na uljnom rezervoaru sa 800 l pogonskog ulja smještene su 2 uljne crpke kapaciteta po 120 l/min. Jedna je pogonska a druga rezervna. Pogonski pritisak ulja je 32 kp/cm^2.

Vodno uljni akumulator stupa u akciju kod ispada uljnih crpki. Količina ulja u akumulatoru održava 3 minute redovan pogon. U tom vremenu moguć je manji popravak na sigurnosnim uređajima crpki ili upućivanje kućnog agregata.

Regulator pritiska priključen je na spiralno kućište i kod brzih rasterećenja generatora sprečava porast pritiska u tlačnom cjevovodu iznad 15 % maksimalnog statičkog tlaka. Dimenzioniran je za 100 % protok, tj. 20,3 m^3/s. Zbog velikih brzina vode kroz regulator pritiska (cca 90 m/s) izlazni je dio obložen čeličnim limom s ugrađenim poništačem energije. Rad regulatora pritiska je hidraulički sinhroniziran s radom servomotora sprovodnog aparata. Time je u njegovu radu postignuta maksimalna sigurnost. Manja strana diferencijalnog servomotora sprovodnog kola je snabdijevana konstantnim uljnim pritiskom kroz prigušnicu i povezana s uljnim servomotorom regulatora pritiska. Ovaj pridržava zatvoreno tijelo u zatvorenim položajima. Pritisak vode djeluje s druge strane tijela u pravcu otvaranja. Kod rasterećenja agregata razvodni ventil regulatora ispušta ulje iz veće strane diferencijalnog servomotora. Konstantni uljni pritisak na manjoj strani servomotora zatvara turbinu. Zbog pomaka klipa poveća se volumen manjeg servomotora. Prigušen dovod ulja konstantnog pritiska izazove pad pritiska u manjem servomotoru, a i u servomotoru regulatora pritiska. Ovaj se zbog pritiska vode na zatvoreno tijelo otvara sinhrono sa zatvaranjem turbine. Voda istječe kroz regulator pritiska a istovremeno istiskuje i potrebnu količinu ulja pod pritiskom iz servomotora regulatora pritiska u servomotor sprovodnog kola. Zatvaranje regulatora pritiska obavi dotok ulja konstantnog pritiska kroz prigušnicu. Kod trenutnog rasterećenja pojedinih agregata od 76 MW na 0 MW je vrijeme zatvaranja turbine i



Ponašanje sprovodnog aparata, regulatora pritiska, broja okretaja i pritiska vode u donjem dijelu tlačnog cjevovoda kod ispitnog trenutačnog rasterećenja 76 MW — 0 MW agregata 3

otvaranja regulatora pritiska 2,5 s, porast pritiska u donjem dijelu tlačnog cjevovoda 8 %, porast broja okretaja agregata 19 % i vrijeme zatvaranja regulatora pritiska 23 s.

Vremenske konstante zatvaranja pojedinih turbina podešene su tako, da je kod trenutnog rasterećenja elektrane od 228 MW na 0 MW (svi agregati 100 % rasterećeni) porast pritiska u tlačnom cjevovodu 14,1 %, kod gore spomenutih vremena zatvaranja.

Kod razmatranja stupnja automatizacije usvojeno je poluautomatsko upravljanje agregatima. S obzirom na snagu i karakter elektrane ova će raditi s minimalnom posadom ali uz kontrolu pogona kod samih agregata. Po tom zahtjevu je uređena i automatika. Upuštanje agregata i njihovo stavljanje izvan pogona obavlja se poluautomatski s ploče strojeva pomoću preklopnika sa 5 položaja. Položaj »0« je isklop agregata. Položaj »1« stavlja u pogon uređaj za pripremu tlačnog ulja i otvara cirkulaciju rashladne vode. Položaj »2« rasterećuje i otvara predturbinski kuglasti zatvarač. Položaj »3« otvara cirkulaciju rashladne vode transformatora i kontrolira pripremljenost regulatora za pogon. Položaj »4« upućuje agregat do nominalnog broja okretaja. Preklop iz jednog položaja u drugi uvjetovan je izvršenjem svih prethodnih komandi i ispravnim radom odgovarajućih kontrolnih i sigurnosnih uređaja. Svaka neispravnost daje signal i sprečava prijelaz u slijedeću fazu upućivanja agregata. Sinhronizacija agregata kao i opterećenje obavlja se iz komandne prostorije variometrima za broj okretaja i snagu. Upućivanje agregata kao i opterećenje moguće je i ručnim upravljanjem na elektrohidrauličkom regulatoru. Obustavljanje agregata obavlja se obrnutim redoslijedom.

Prijelaz od turbinskog u fazno-kompenzacioni pogon isto je automatiziran. Kod generatora na mrežu uključenog i rasterećenog, preklopnik za upućivanje agregata pomakne se iz položaja »4« u položaj »1«. Ukoliko su automatski obavljene sve pripreme agregata (kuglasti zatvarač zatvoren, sprovodni aparat zatvoren, cirkulacija rashladne vode, kormilarni ventili u pravom položaju, učinska sklopka uključena) deblokiran je preklopnik, čiji preklop uključi odzračivanje turbine i hlađenje labirinata pogonskog kola. Prijelaz na normalni pogon postignut je vraćanjem preklopnika u položaj »0« i preklopnika za upućivanje u položaj »4«.

3. Predturbinski kuglasti zatvarač ∅ 1400 mm

Zatvarač je izveden kao sigurnosni, tj. za zatvaranje pod punim protokom vode. Njegov zadatak je zatvaranje tlačnog cjevovoda kod svake nešto duže obustave agregata i automatsko zatvaranje tlačnog cjevovoda kod kvara na regulatoru, odnosno kod pada pritiska tlačnog ulja ispod 20 kp/cm². Zatvaranje je potrebno zbog sprečavanja kavitacionog i erozivnog oštećenja sprovodnog aparata, a kod kvara na regulatoru, zbog sprečavanja pobjega turbine i gubitaka vode kroz otvoren regulator pritiska.

Kućište zatvarača kao i okretno tijelo su od lijevanog čelika. Zatvarač otvara i zatvara na kućištu smješten diferencijalni servomotor. Smještaj servomotora na kućištu a time i prijenos svih snaga na samo kućište, dozvoljava učvršćenje zatvarača samo na uzvodni tlačni cjevovod. Betonsko postolje ispod zatvarača služi samo kao oslonac za vrijeme montaže. Zatvaranje zatvarača izvedeno je dovodom tlačne vode iz cjevovoda u manji dio diferencijalnog servomotora, a otvaranje dovodom tlačnog ulja iz regulatora turbine u veći dio diferencijalnog servomotora. Uljni tlak izgura vodu konstantnog tlaka iz vodnog servomotora. Na taj način je zatvarač uvijek spreman za zatvaranje, čim iz bilo kojeg razloga nestane u servomotoru uljani tlak.

Brtvljenje zatvarača izvedeno je pogonskom i pomoćnom brtvom. Elementi pogonske brtve smješteni su u nizvodnom dijelu kućišta zatvarača. Upravljanje je automatizirano. Pomoćna brtva uključuje se ručno kod kvara pogonske brtve. Njezini elementi smješteni su na okretnom tijelu zatvarača. Kod aktivirane pomoćne brtve moguća je

zamjena svih elemenata pogonske brtve bez pražnjenja tlačnog cjevovoda, odnosno obustavljanja drugih agregata. Svi elementi pogonske i pomoćne brtve su od specijalnih nerđajućih materijala. 100 % brtvljenje postignuto je nalijeganjem metala na metal. Zatvarač je ispitan na vodni tlak od 78 kp/cm².

4. Pomoćni pogoni

Kućna turbina je dimenzionirana za pokriće vlastite potrošnje elektrane. Odabrana je jednomlazna Pelton turbina horizontalne izvedbe s predturbinskim kuglastim zatvaračem i automatskim regulatorom brzine okretaja. Osnovni podaci turbine:

pad	410 m
protok	184 l/s
snaga na osovini	890 KS
broj okretaja	1500 l/min
pobjeg	2700 l/min

Regulator je protočni s akcelerotahimetrijskom upravljačkom glavom.

Drenaža strojarnice izvedena je sa 3 bunarske crpke »Litostroj« tipa 2V031-I, kapaciteta 100 l/s. Radijalni ležajevi crpke opremljeni su košuljicama od specijalne gume. Podmazuju se pogonskom vodom. Rad crpki je automatiziran s obzirom na nivo vode u drenažnim šahtovima.

5. Uređaj za opskrbu rashladnom vodom

Za hlađenje generatora, ležajeva agregata, turbina u fazno-kompenzacijskom pogonu i transformatora potrebno je cca 240 l/s vode. Postrojenje snabdijevaju ovom vodom 3 centrifugalne crpke od kojih je jedna kao stalno ugrađena rezerva. Crpke su proizvoda »Litostroj« tipe 5 CN7, kapaciteta 135 l/s. Potrebna voda crpe se iz odvodnog kanala preko filtra u rezervoar na koti 28,90. Filtar je rotacionog tipa na ispiranje pogonskom vodom za vrijeme pogona. Rezervoar je izveden sa sistemom taložnica, kojih je čišćenje moguće za vrijeme pogona. Izvedeno je i pomoćno napajanje rezervoara vodom iz tlačnog cjevovoda preko daljinski upravljanog kuglastog zatvarača ∅ 350 i redukcionog ventila. Razvod vode iz rezervoara na pojedina potrošna mjesta izveden je s pomoćnim ručnim zasunom i pogonskim ventilima na elektromotorni pogon. Manipulacija s posljednjim uključena je u automatiku upravljanja. Kao zatvoreni i brtveni elemenat u ovim ventilima upotrebljena je membrana od pojačane gume, pa je time brtvljenje neosjetljivo na nečistoće i postignut je najpovoljniji oblik s obzirom na hidrauličke gubitke.

Difuzorski tablasti zatvarači 4,5 × 7,5 *m* deponirani su u galeriji zatvarača. Svaki zatvarač sastoji se od trodijelnih tabli s gumenim zaptivnim elementima. Specijalna elektromtorna dizalica nosivosti 4 t služi za upravljanje zatvaračima.

Električna mosna dizalica u strojarnici nosivosti 150 t × 12,8 m služi za transport elektromašinskih dijelova opreme. Na mostu sa kutijasto izvedenim nosačima nalaze se 2 mačke, svaka nosivosti 75 t visinom dizanja 16 m. Za transport rotora generatora kao najtežeg dijela opreme dizalice rade sinhrono, a rotor je ovješen na traverzu nosivosti 150 t. Na jednom nosaču mosta ovješena je pruga za pomoćnu dizalicu nosivosti 10 t i visinom dizanja 20 m. Svim uređajima upravlja se centralno iz kabine dizalice.

6. Preljevni regulacioni zatvarač

Uz spomenutu opremu strojarnice Litostroj je isporučio i preljevni regulacioni zatvarač na zemljanom nasipu u Gusić Polju. Zatvarač služi za odvod suvišne vode u akumulacionom bazenu Gusić Polje, bilo zbog prevelikog dotoka vode u bazen, ili zbog porasta nivoa vode prouzrokovanog trenutnim ispadom elektrane izvan pogona. Zatvarač služi i za odvajanje plivajućih nečistoća ili leda. Dimenzioniran je za protočnu količinu od 60 m³/s, širok je 9,6 m i održava 2,2 m vodnog uspora iznad krune preljeva. Bočni zidovi zatvarača obloženi su nerđajućim čeličnim limom s ugrađenim električnim grijačima. Pomoću vodne vage i amplikatora elektrohidraulički pogon zatvarača je automatiziran po unaprijed određenoj programskoj regulaciji nivoa vode u bazenu.

7. Montaža i ispitivanje opreme

Svu isporučenu opremu je isporučilac montirao i ispitao. Dizalice su bile u cjelini ispitane u tvornici. Ostala oprema bila je podvrgnuta tvorničkim ispitivanjima po pojedinim elementima. Sva funkcionalna ispitivanja opreme kao cjeline izvršena su na terenu prilikom puštanja u pogon, i to u vrlo kratkom roku, bez većih poteškoća i smetnji za pogon. Sva oprema radi pouzdano i tačno, kako je i predviđeno projektima.

5. »Rade Končar« — električna oprema na čvoru strojarnice

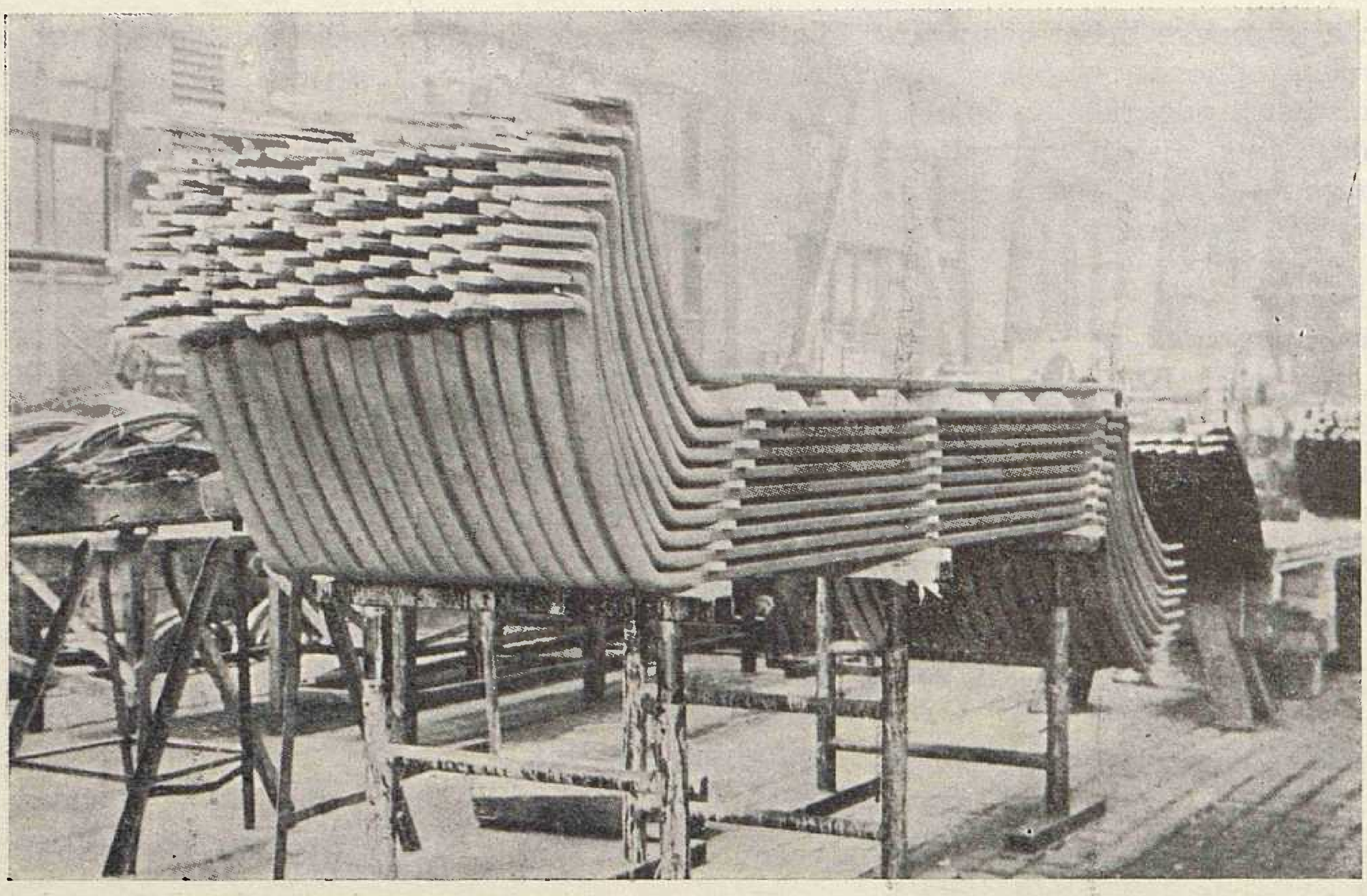
Uvod

Ovim opisom obuhvaćena je samo glavna oprema: generatori, energetski i mjerni transformatori i prekidači. Prema tome, nije obuhvaćena ostala isporučena oprema, jer nije zanimljiva za ovu publikaciju. Ona je sitnija ili pak standardna i poznata.

Generatori

Tokom 1965. godine izgrađena su i puštena u pogon tri generatora u HE Senj slijedećih parametara:

— snaga	80 MVA,
— faktor snage	0,9
— brzina vrtnje	600 o/min,
— brzina vrtnje kod pobjega	1050 o/min.



Štapovi statorskog namota spremni za ugradnju

Ovi generatori, iako po snazi znatno manji od jedinica u HE Split (120 MVA, 300 o/min), zbog svoje brzohodnosti, a time i većih mehaničkih naprezanja, predstavljaju mnogo složeniji zadatak u konstrukciji i proizvodnji.

Kod pristupa konstrukciji ovako velikog generatora, pojavljuju se u osnovi tri bitna problema:

— koncepcija rotora i mehanički proračun pričvršćenja polova i jarma rotora,
— hlađenje statora i rotora, zbog relativno velike aktivne dužine (2100 mm),
— kombinirani noseći i vodeći ležaj.

Povoljna okolnost, da je prije nekoliko godina izrađen i montiran generator u HE Bistrica snage 54 MVA i brzine 600 o/min, znatno je olakšala izvedbu ovog generatora, iako je razlika u snazi znatna. Uspješno puštanje u pogon tog generatora te mjerni podaci koji su tom prilikom dobiveni, olakšali su izbor koncepcije cijelog agregata te magnetskih, električkih i mehaničkih specifičnih opterećenja.

Generator je gonjen Francis-turbinom i vertikalne je proizvodnje. S obzirom na brzinu vrtnje, odabran je tip generatora s nosećim ležajem na gornjim rukama iznad generatora i s po jednim vodećim ležajem iznad i ispod generatora. Ovakav je raspored ležaja uobičajen za takve generatore i dozvoljava relativno lagan pristup za održavanje i remont. Da bi se što više smanjila visina generatora, gornji je ležaj izveden kao kombinacija nosećeg i vodećeg ležaja.

Kako je već naprijed rečeno, u konstrukciji generatora Senj korištena su iskustva stečena gradnjom generatora Bistrica. Uzme li se, međutim, isti faktor iskorištenja $\left(C = \frac{P}{D^2 L n}\right)$ koji je ostvaren kod Bistrice $\left(C = 5{,}9 \frac{\text{kVAmin}}{\text{m}^3}\right)$, uz promjer rotora koji proizlazi iz obodne brzine od 160 m/s kod pobjega, slijedila bi dužina aktivnog dijela od 2,7 m. Uz tu dužinu postaje hlađenje veoma otežano, a težina i cijena generatora postaju neprihvatljive. Zato je osnovni zadatak električnog projekta stroja bio u tome, da se postignu veća specifična opterećenja. Analize generatora Bistrica pokazale su izvjesnu termičku rezervu. Iskorištenje te rezerve i zahvati na magnetskom krugu i ventilaciji omogućili su znatno povišenje faktora iskorištenja stroja $\left(C = 7\,55 \frac{\text{kVA min}}{\text{m}^3}\right)$. Iz toga uz dani promjer rezultira smanjenje dužine aktivnog dijela stroja na svega 2,1 m, a time i težine generatora na 260 t, odnosno 3,25 kg/kVA, što je za hidrogeneratore tih brzina vrtnje vrlo niski utrošak materijala (Bistrica ima 4 kg/kVA).

Ovako odabrano iskorištenje generatora zahtijeva vrlo intenzivno hlađenje i rotora i statora. Da bi se temperatura namota držala u granicama koje dozvoljavaju propisi, treba kroz stroj protjerati struju zraka od 64 m³/s. Hlađenje statora je ostvareno pomoću velikog broja radijalnih kanala u paketu (34 kanala širine 10 mm), kroz koje rashladni zrak struji od provrta prema van. Hlađenje rotora, odnosno polnog namota, pojačano je većom površinom polnog svitka koja je ostvarena proširenjem svakog trećeg zavoja za 15 mm. Pri tome su upotrebljene dvije različite širine bakrene trake (75 × × 3,8 i 90 × 3,8). Za cirkulaciju zraka služe dva aksijalna ventilatora, montirana sa svake strane rotora.

Veliko iskorištenje generatora bitno utječe i na mehaničke probleme, jer zahtijeva veliku uzbudu generatora, odnosno relativno visoki pol u radijalnom smjeru, a to daje vrlo visoka mehanička naprezanja. U principu su kod ovako brzohodnih strojeva moguća dva načina pričvršćenja polova — pričvršćenje s izdancima u obliku lastinog repa ili T-utora i češljasto pričvršćenje. Nakon detaljnih

analiza kao i prethodnog iskustva s generatorom Bistrica, odabrano je češljasto pričvršćenje pola.

Ovo rješenje pruža određene prednosti pred drugima, jer rezultira nešto povoljnijim naprezanjima u krajnjoj polnoj ploči, koja je zbog nošenja čeonog dijela polnog namota jače napregnuta od ostalog dijela pola. Pravilnim dimenzioniranjem te ploče uspjelo je održati naprezanja u dozvoljenim granicama za upotrijebljeni visokolegirani kovani čelik.

Promjer polnog kotača (dijela rotora na koji su montirani polovi) je relativno malen, pa je odabrano rješenje s četiri rotorske ploče od visokovrijednog kovanog čelika, direktno navučene na osovinu u toplom stanju. Podjela na više ploča izvedena je zbog lakše izrade odgovarajućeg otkova i lakše kontrole kvalitete materijala.

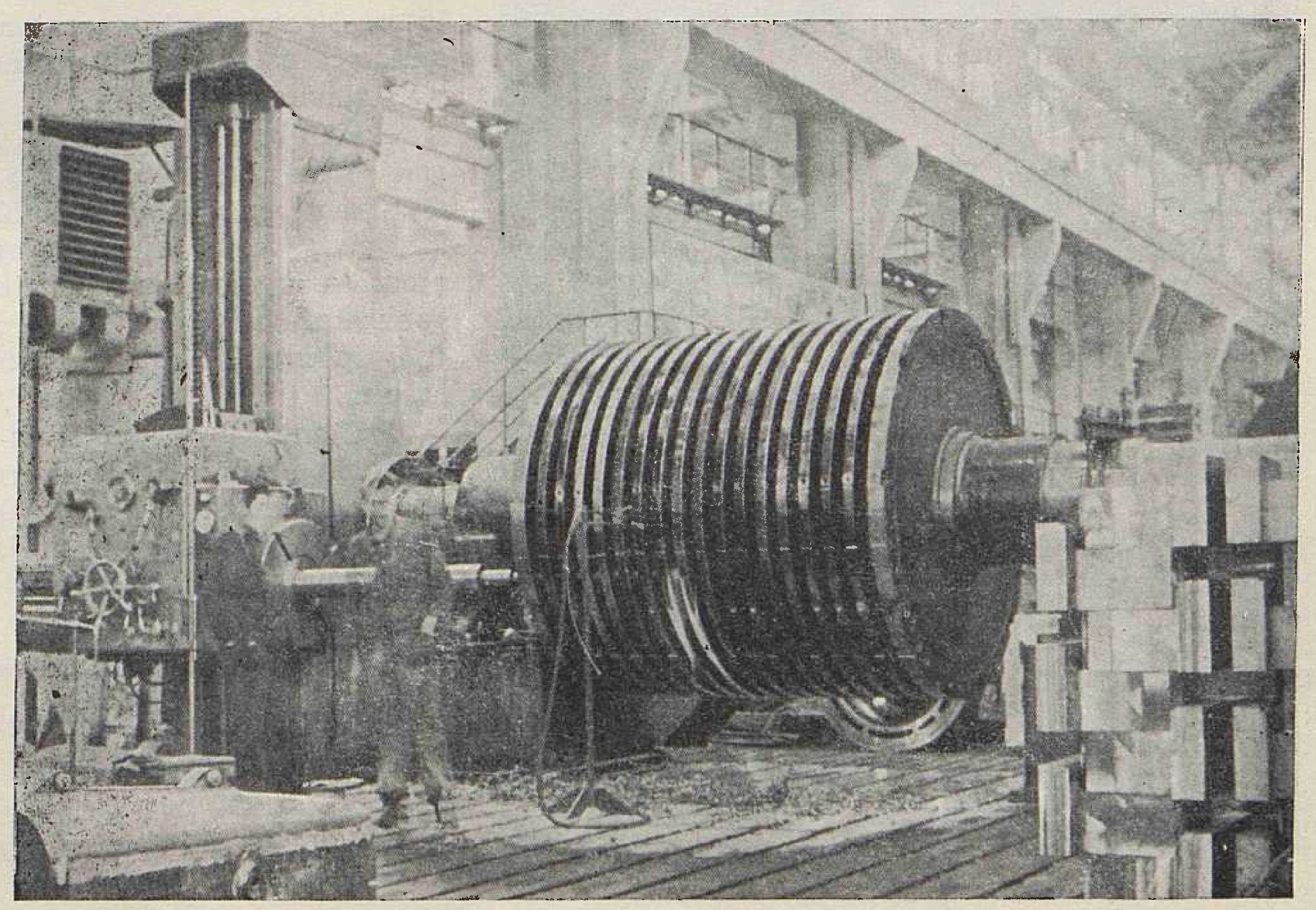
Noseći ležaj za brzohodni stroj predstavlja također vrlo složenu problematiku. Zbog određene dimenzije osovine dolazi se do relativno velikog promjera na kojem su smješteni segmenti, dakle do velikih brzina, pa rezultiraju i znatni gubici trenja u ležaju koji su proporcionalni s kvadratom brzine.

Radi toga je velika pažnja posvećena izradi segmenata i zvona, te cirkulaciji ulja, koje osim za podmazivanje služi i za hlađenje ležaja. Segmenti ležaja su montirani u gornjim rukama na elastičnu podlogu (tvrda uljostalna guma) koja omogućuje nagib segmenta u svrhu stvaranja nosivog uljnog klina, a istovremeno izjednačava razlike pritisaka na pojedine segmente, koje nastaju uslijed netačnosti izrade (okomitost rotirajućeg dijela ležaja na osovinu te debljine segmenata).

Želja da se smanji visina agregata i time osigura što mirniji hod, dovela je do konstrukcije kombiniranog nosećeg i vodećeg ležaja, gdje je ležajna zdjelica montirana oko rotirajućeg zvona nosećeg ležaja. Ležajnoj zdjelici je ovdje namijenjena dvostruka uloga. Pored toga što osigurava centričan položaj rotora, u njoj je izrađen kanal za ulje pod pritiskom koji stvaraju rupe u rotirajućem disku nosećeg ležaja (u stvari centrifugalna pumpa). Iz toga kanala ulje manjim dijelom odlazi kroz vodeći ležaj i podmazuje ga, a veći dio odlazi kroz hladnjake ulja izvan ležaja i ponovno se vraća natrag. Takvom su konstrukcijom osigurani cirkulacija ulja i hlađenje bez dodatnih pumpi i ostalih uređaja. Sama rotacija rotora generatora osigurava, dakle, potreban pritisak ulja za cirkulaciju, što daje najveću sigurnost u pogonu.

Donji vodeći ležaj je također »samomaznog« tipa, tj. i kod njega se cirkulacija ulja ostvaruje rotacijom osovine. Hladnjak ulja je postavljen direktno u lonac ležaja. Ležajna zdjelica je ovdje izvedena od segmenta, koji su jedan neosivan o drugome. Segmenti se mogu slobodno pomicati oko vertikalne osovine (poduprti su samo na jednoj tački) pa se postavljaju u položaj koji stvara uljni klin (kao i kod nosećeg ležaja). Ovom je konstrukcijom postignuta maksimalna sigurnost rada ležaja, vrlo jednostavna montaža i udešavanje zračnog raspora, kao i jednostavan popravak.

Kućište statora je varene konstrukcije sa specijalno oblikovanim kanalima za prolaz rashladnog zraka. Na plaštu kućišta se nalaze hladnjaci, koji hlade rashladni zrak. U kućištu statora je učvršćen paket od dinamo-lima vrlo malih gubitaka (1,3 W/kg). Lim je izoliran specijalnim lakom u vrlo tankom sloju, čime se postiže dobro punjenje. Statorski je paket stegnut svornicima preko dvije krajnje ploče, na kojima su navareni tlačni prsti, koji prenose pritisak na cijeli zub do povrta statora. Zbog smanjenja dodatnih gubitaka, ti su prsti izvedeni od nemagnetskog materijala.

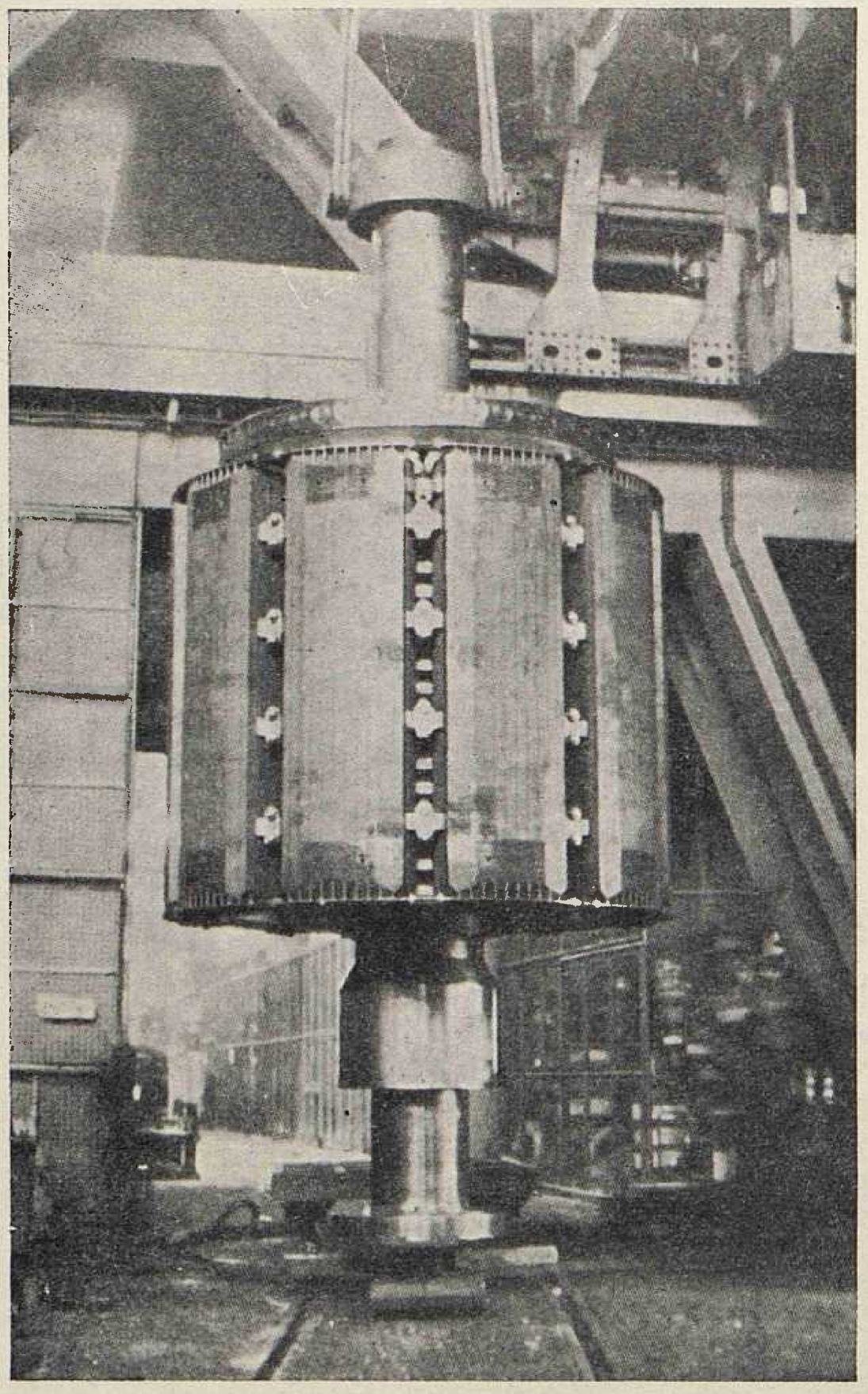


Polni kotač za vrijeme obrade

Namot statora je smješten u utorima, a izveden je kao dvoslojni valoviti namot s dva štapa u utoru. Svaki se štap sastoji od 30 dionih vodiča, koji su isprepleteni po cijeloj dužini utora (Roebel-sistem) u svrhu smanjenja dodatnih gubitaka. Izolacija štapa na ravnom dijelu je izvedena u obliku ljuske od termostabilnog epoksidnog samikafolija, dok su glave štapa bandažirane mikastaklenim kompaudnim vrpcama. Isti princip izolacije primijenjen je s uspjehom na generatorima u HE Split. Kontrola temperature je ostvarena ugrađenim otpornim termometrima u paketu i u utoru između dva štapa namota.

Polovi rotora izvedeni su od čeličnog lima 2 mm debljine i stegnuti su pomoću uzdužnih svornika s dvije masivne krajnje ploče od visokolegiranog kovanog čelika. U polnu papuču je ugrađen prigušni kavez. Pričvršćenje pola je češljasto.

Polni namot je izveden od plosnatih bakrenih traka. Radi boljeg hlađenja odabrane su dvije širine trake — 75 i 90 mm, a slagane su tako, da je svaki treći zavoj izbočen (šira traka) za 15 mm. Zbog relativno velike širine trake napušteno je motanje na stroju, a zavoji se ostvaruju tvrdim lemljenjem traka u uglovima zavoja četverokutnog oblika. Izolacija među zavojima je od azbestne ljepenke, impregnirane specijalnim lakovima. Nakon dovršenja cijelog namota, izolacija se peče pod visokim pritiscima, tako da cijeli svitak postane kompaktna cjelina.



Ulaganje statorskog namota u elektrani

Polovi su montirani na četiri rotorske ploče koje leže direktno na osovini. Osovina je od kovanog čelika i ima s donje strane otkovanu prirubnicu za kruti spoj s turbinom. S obje strane rotora postavljena su dva aksijalna ventilatora, koji stvaraju potreban pritisak za tjeranje rashladnog zraka kroz stroj. Svaka lopatica ventilatora je aerodinamičkog oblika, a može se i zakretati za određeni kut, pa se kod ispitivanja stroja može u izvjesnoj mjeri utjecati na količinu zraka. Kao i kod većine velikih generatora, cirkulacija zraka je kružna, a toplina akumulatora u zraku odvodi se vodom preko hladnjaka, koji se nalaze na kućištu statora.

Na donjim rukama su postavljene kočnice koje služe i za zaustavljanje agregata i za dizanje rotora u mirnom stanju kod pregleda i eventualnih popravaka. Kočenje se ostvaruje komprimiranim zrakom, a dizanje uljem pod visokim pritiskom.

Iznad nosećeg ležaja postavljen je glavni uzbudnik, čija je osovina prirubno spojena s osovinom generatora. Na istoj su osovini postavljeni i regulacioni generator za napajanje regulatora brzine vrtnje turbine i pomoćni generator s permanentnim magnetima za pogon amplitudnog agregata.

Regulacija napona generatora vrši se automatskim regulatorom napona ABM_n — II, koji radi na principu magnetskih pojačala. Taj regulator regulira uzbudu amplidina, koji daje uzbudu glavnom uzbudniku snage 260 kW trajno i 860 kW udarno. Pomoćni agregat, koji se sastoji od asinhronog motora i amplidina, ima na istoj osovini visokofrekventni generator za napajanje magnetskog regulatora i referentni generator. Napajanje pomoćnog agregata ostvareno je pomoću generatora na osovini glavnog generatora.

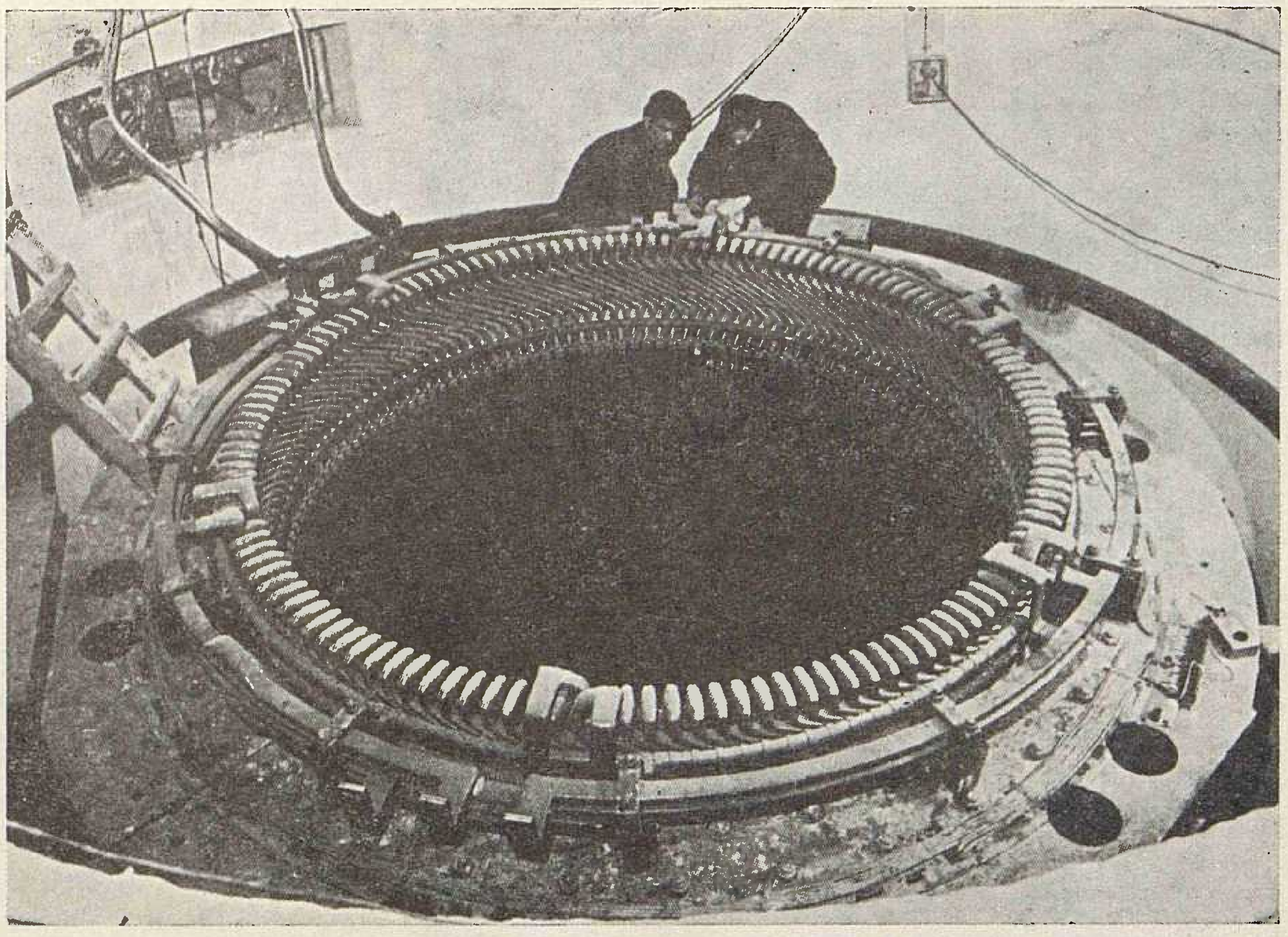
Radi ubrzanja montaže generatora, transportiran je na teren kompletan rotor (128 t), što je ostvareno specijalnom prikolicom. Statorski je namot zbog velike dužine ulagan u centrali. Nakon montaže izvršeni su balansiranje rotora i puštanje generatora u pogon, te su provedena sva električna ispitivanja, koja su potvrdila ispravnost proračuna.

Puštanje u pogon triju generatora 30 MVA, 600/1050 o/min u HE Senj predstavlja daljnji krupni korak u razvoju velikih brzohodnih hidrogeneratora i velik uspjeh proizvodnje generatora u poduzeću »Rade Končar«.

Energetski transformatori

»Rade Končar« je u hidroelektrani Senj zastupljen s tri različita tipa velikih transformatora:

a) transformator TOVg 80 000 — 245 s,
b) transformator TOVg 80 000 — 123,
c) transformator KFRM 1843 r — 220 E.



Gotovo montiran rotor spreman za transport

a) *Transformator TOVg 80 000 — 245 s*

Ovaj trofazni transformator ima slijedeće karakteristike:

snaga	80 000 kVA,
nazivni ulazni napon . .	10 500 V,
nazivni izlazni napon . .	242 000 V,
napon kratkog spoja . .	12 %,
spoj	Yd5.

Da bi se izbjegli regulacioni odvojci u namotu, jezgra je nešto bogatije dimenzionirana, a regulacija sekundarnog napona vrši se promjenom generatorskog napona. Ugradnja u podzemnu elektranu zahtijeva transformator malenih dimenzija, što uz obilje vode prirodno usmjeruje na hlađenje transformatora vodom. Zbog skučenog je prostora odvod energije izveden pomoću kabela, koji završavaju kabelskim glavama ugrađenim u kotao transformatora.

Jezgra je stupne izvedbe, sagrađena od orijentiranog transformatorskog lima specifičnih gubitaka 0,5 W/kg kod indukcije 1T. Limovi su na krajevima koso odrezani — kako to zahtijeva tehnika orijentiranog lima. Toplina, nastala uslijed gubitaka u željezu, odvodi se uljem, koje tjerano sisaljkom protječe kroz rashladne kanale u jezgri.

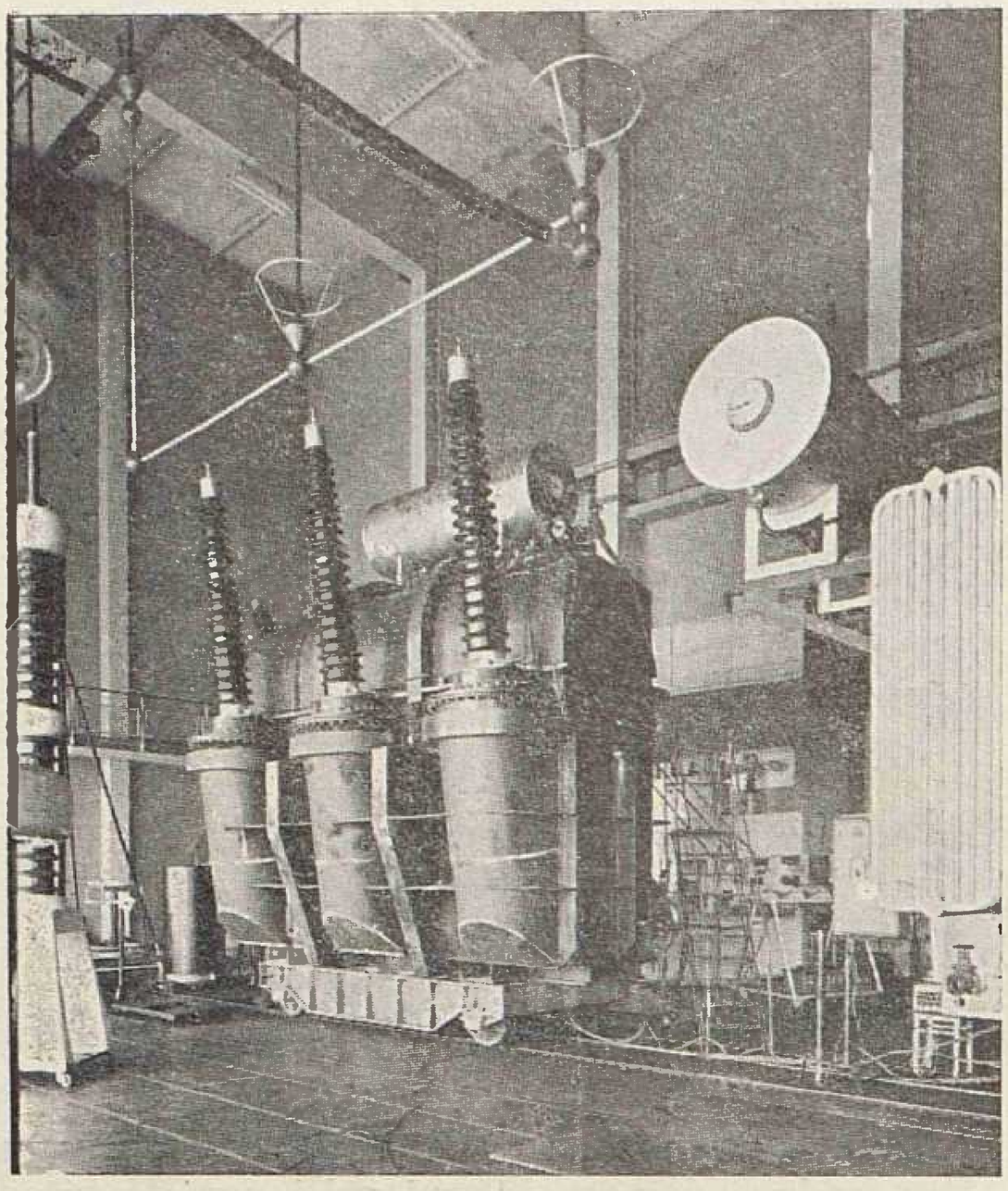
Stezne ploče i svornici stežu limove, prema kojima su izolirani. Poseban sistem, nazvan okvirima jarmova, drži jezgru u uspravnom položaju, a ujedno služi za nošenje i stiskanje namota.

Namot je koncentrične izvedbe, izrađen od elektrolitskog bakra izoliranog papirom. Namot nižeg napona je smješten uz jezgru, a sastoji se od više grupa paralelno spojenih svitaka. Namot višeg napona je vanjski i sastoji se od mnogo svitaka koji su povezani u tzv. interleaved-spoju. Oba namota imaju na čeonim stranama tzv. potencijalne prstene određenog zaobljenja, koji smanjuju koncentraciju električnog polja na rubovima i prekrivaju oštre bridove namota. Ulazni svici namota višeg napona imaju pojačanu izolaciju što, uz već spomenuto izbjegavanje odvojaka, a pogotovu povezivanje vodiča u interleaved-spoj, čini namot potpuno sposobnim da podnese sve zahtjeve visokonaponskih ispitivanja, a osobito u pogledu ispitivanja udarnim naponom. Namoti su međusobno i od mase odvojeni sistemom pregrada, koje se sastoje od cilindara i kapa, izrađenih od visokovrijednog transformatorskog prešpana. Ulje se tjera sisaljkom kroz kanale u namotima i oko namota, te tako odvodi toplinu stvorenu gubicima u bakru. Namoti se oslanjaju na jezgru preko određenog broja letvica, kojih je broj određen veličinom radijalne komponente sile kratkog spoja.

Protiv aksijalne komponente namot je osiguran stiskanjem pomoću tlačnih prstena preko tlačnih vijaka. Mehanička čvrstoća namota računata je za kratki spoj na sabirnicama transformatora priključenog na krutu mrežu.

Krajevi namota nižeg napona završavaju na 6 provodnika koji se nalaze na poklopcu, te se spoj namota u trokut vrši izvan transformatora. Namoti višeg napona su spojeni u zvijezdu unutar transformatora, a zvjezdište je preko kondenzatorskog provodnika stepena izolacije 123 kV izvedeno kroz poklopac. Ostali krajevi namota višeg napona završavaju na utikačima, koji se nalaze na poklopcu kotla. Na te utikače se nasade utičnice, koje se nalaze na kabelskim glavama. Preko kabelskih glava navučena su kućišta, pričvršćena na poklopac kotla i napunjena uljem. Ulje u kućištima kabelskih glava nije u direktnoj vezi sa uljem u kotlu, te posebni cjevovod s Buchholz-relejem spaja ova kućišta s konzervatorom.

Kotao i poklopac su sagrađeni od čeličnog lima. Oblikovani su tako, da udovoljavaju svim zahtjevima pogona i transporta. Otporni su na puni



Transformator TOVg 80 000 — 245 s

vakuum, što omogućava sušenje aktivnog dijela i ulja bez upotrebe vakuum-peći. Kotao počiva na 4 prevozna sloga koji se mogu zaokrenuti, pa se transformator može prevoziti u uzdužnom i poprečnom smjeru.

Visoka kućišta kabelskih glava zahtijevaju visoko postavljen konzervator. Zato je smješten u prostoriju iznad transformatora. Konzervator je sagrađen od čeličnog lima i podijeljen na dva dijela: veći, koji pripada kotlu transformatora, i manji, koji pripada kućištima kabelskih glava. Oba dijela spojena su s transforatorom preko zasuna i odvojenih Buchholz-releja.

Toplo se ulje odvodi u rashladni uređaj. To su dva cijevna izmjenjivača topline, dimenzionirani svaki za punu snagu gubitaka. Prigrađeni su na kotlu i čine s njim jednu cjelinu. Kroz cijevi struji voda i oduzima toplinu ulju koje struji oko cijevi. Za nazivni pogon je dovoljan samo jedan hladionik, dok drugi predstavlja 100 % rezerve. Konzervator je postavljen na takvu visinu da pritisak ulja uvijek bude veći od pritiska vode. Time je i u slučaju propusnosti onemogućeno da voda ulazi u ulje. Zbog kontrole nepropusnosti hladionik je ipak s uljne i vodne strane ispitan pretlakom od 5 atp. Sisaljka crpi toplo ulje pri vrhu poklopca i tjera ga kroz hladionik. Ohlađeno ulje ponovno ulazi u transformator pri dnu kotla. Optok ulja i vode nadzire se preko pokazivača protoka, koji u slučaju prestanka optoka daju preko živinih kontakata impuls za uzbudu. Sisaljke su takve konstrukcije, da osovina ne izlazi iz kućišta, pa ne postoji mogućnost propuštanja ulja ili upijanja zraka.

Transformator je, osim već spomenutih pokazivača protoka i Buchholz-releja, opremljen otpornim i kontaktnim termometrom, a u cjevovod rashladnog uređaja ugrađeni su kontaktni manometri i džepovi za termometre. Svi se signalni vodovi sastaju u oklopljenom ormariću, odakle vodi kabel do odgovarajućih instrumenata u uklopnici.

b) *Transformator TOVg 80 000 — 123*

je također trofazni transformator koji ima slijedeće karakteristike:

snaga	80 000 kVA,
nazivni ulazni napon . .	10 500 V,
nazivni izlazni napon . .	121 000 V,
napon kratkog spoja . .	12 %,
spoj	Yd5.

Sagrađen je prema istim načelima kao i naprijed opisani transformator. Također je bez odvojaka, vodom hlađen i s kabelskim glavama. Jezgra mu je također stupne izvedbe, sagrađena od orijentiranog lima specifičnih gubitaka 0,5 W/kg kod indukcije 1T.

c) *Transformator KFRM 1843 r — 220E*

Ovo je trofazni regulacioni autotransformator slijedećih karakteristika:

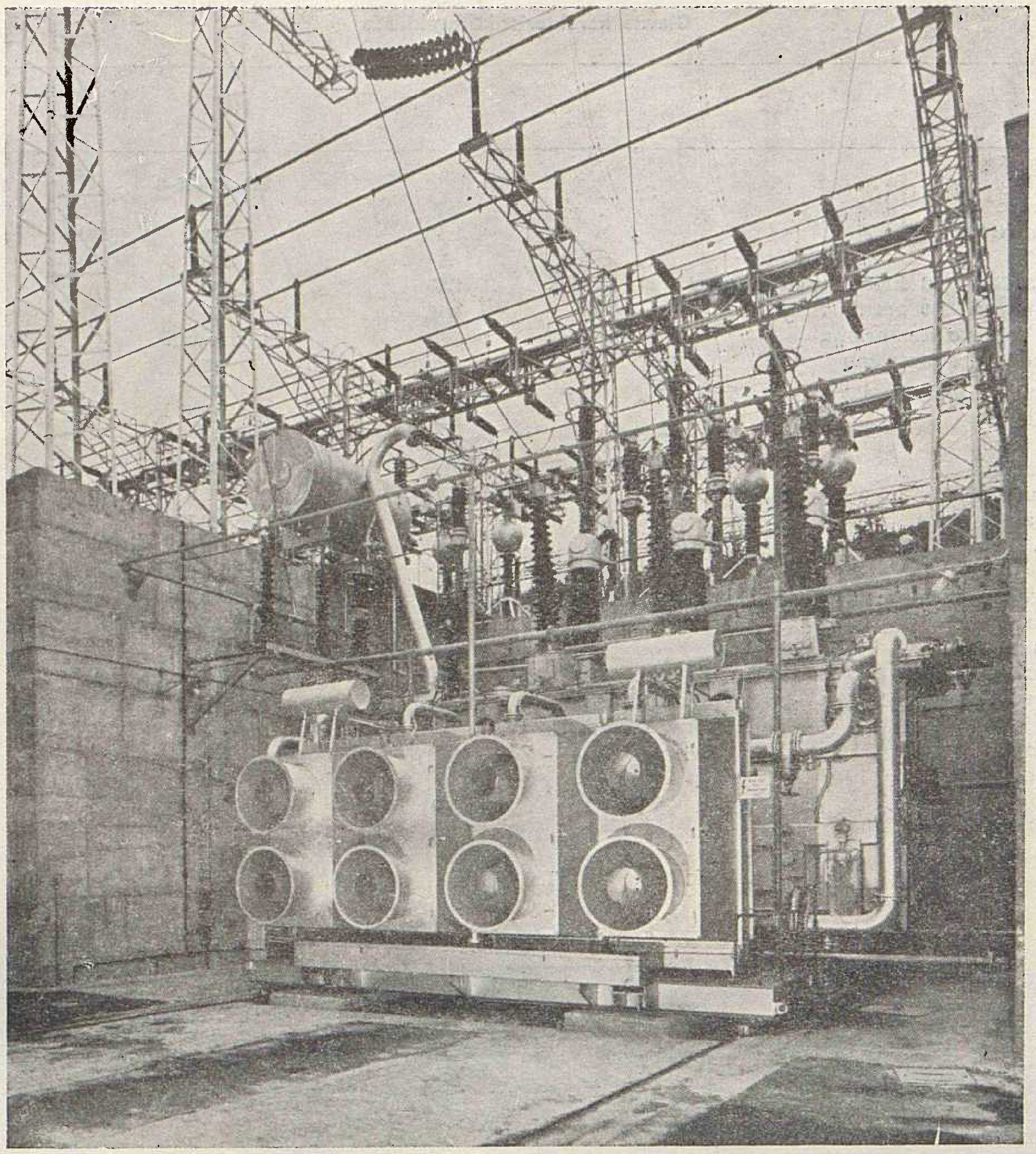
prolazna snaga vn-sn namot . . .		150 MVA,
snaga nn-namota		50 MVA,
nazivni napon	viši . . .	220 000 V,
	srednji	115 000 ± 12 × 1,25 % V.
	niži . . .	10 500 V,
naponi kratkog spoja	vn-sn . .	11 %,
	vn-nn . .	13 %,
	sn-nn . .	8,5 %,
spoj		Y, y0, d5.

Jezgra je iste koncepcije kao i jezgre prije opisanih transformatora: orijentirani lim, kosi rez i rastavni kanal u jezgri. Limovi su stisnuti pločama i svornicima, a okviri jarmova nose i stišću namot.

Namoti su smješteni tako, da je uz jezgru prvo namot nižeg napona, a zatim slijede paralelni, serijski i regulacioni namoti autotransformatora. Namot nižeg napona je sastavljen od više paralelno spojenih grupa svitaka, serijski i paralelni namot su postavljeni od mnogo svitaka s vodičima u interleaved-spoju. Regulacioni namot je izrađen tako, da se zavojci svakog stepena regulacije rasprostiru po cijeloj visini stupa. Izolacija regulacionog namota i regulacione sklopke su međusobno prilagođene. Namoti imaju bogato dimenzionirane rashladne kanale, kroz koje protječe ulje tjerano sisaljkom.

Regulacija napona vrši se pod opterećenjem pomoću tri regulacione sklopke, koje su ugrađene u kotao i pokretane istovremeno jednim pogonskim mehanizmom.

Krajevi serijskog namota završavaju na kondenzatorskim provodnicima (A, B, C), stepena izo-



Regulacioni autotransformator KFRM 1843 r—220 E, 150 MVA, 220 000 ± 12 × 1,25%/115 000/10 500

lacije 245 kV, a nultačka na provodniku (N) stepena izolacije 123 kV. Krajevi paralelnog namota završavaju na višestrukim provodnicima stepena izolacije 123 kV. Kroz njihovu kondenzatorsku oblogu prolaze priključci paralelnog namota, krajevi regulacionog namota i priključci regulacionih sklopki. Na metalnim glavama ovih provodnika nalaze se po tri provodnika stepena izolacije 38 kV. Na jedan od njih je spojen priključak paralelnog namota i tako čini priključno mjesto srednjeg napona mA, mB, mC. Preostala dva provodnika služe za spoj glave višestrukog provodnika sa krajevima regulacionog namota, između kojih krajeva je priključen odvodnik prenapona H410/30, koji smanjuje prenapone nastale za vrijeme reguliranja napona. Priključci sklopke su također vezani na metalne glave. Četiri provodnika koji služe kao priključno mjesto nižeg napona su normalni provodnici za stepen izolacije 24 kV.

Kotao s poklopcem je otporan na puni vakuum i oblikovan tako, da natovaren na posebna željeznička kola prolazi kroz željeznički profil. Sagrađeni su od čeličnog lima i čeličnih profila. Konzervator je postavljen odvojeno od transformatora.

Budući da se ovaj transformator nalazi na otvorenom prostoru, gdje zimi prijeti opasnost smrzavanja vode, odabrano je hlađenje zrakom. Rashladni uređaj nije prigrađen na transformator, već predstavlja zasebnu cjelinu. Sastoji se od 4 hladionika, od kojih svaki ima po jednu sisaljku kojom tjera ulje u kotao, a zatim kroz aktivni dio transformatora, i po dva ventilatora kojima se tjera zrak kroz hladionike. Hladionici su postavljeni na zajedničko prevozno postolje i spojeni na zajedničke dovodne i odvodne cijevi uljovoda. Na istom postolju nalazi se i komandni ormarić za nadzor i upravljanje hlađenjem.

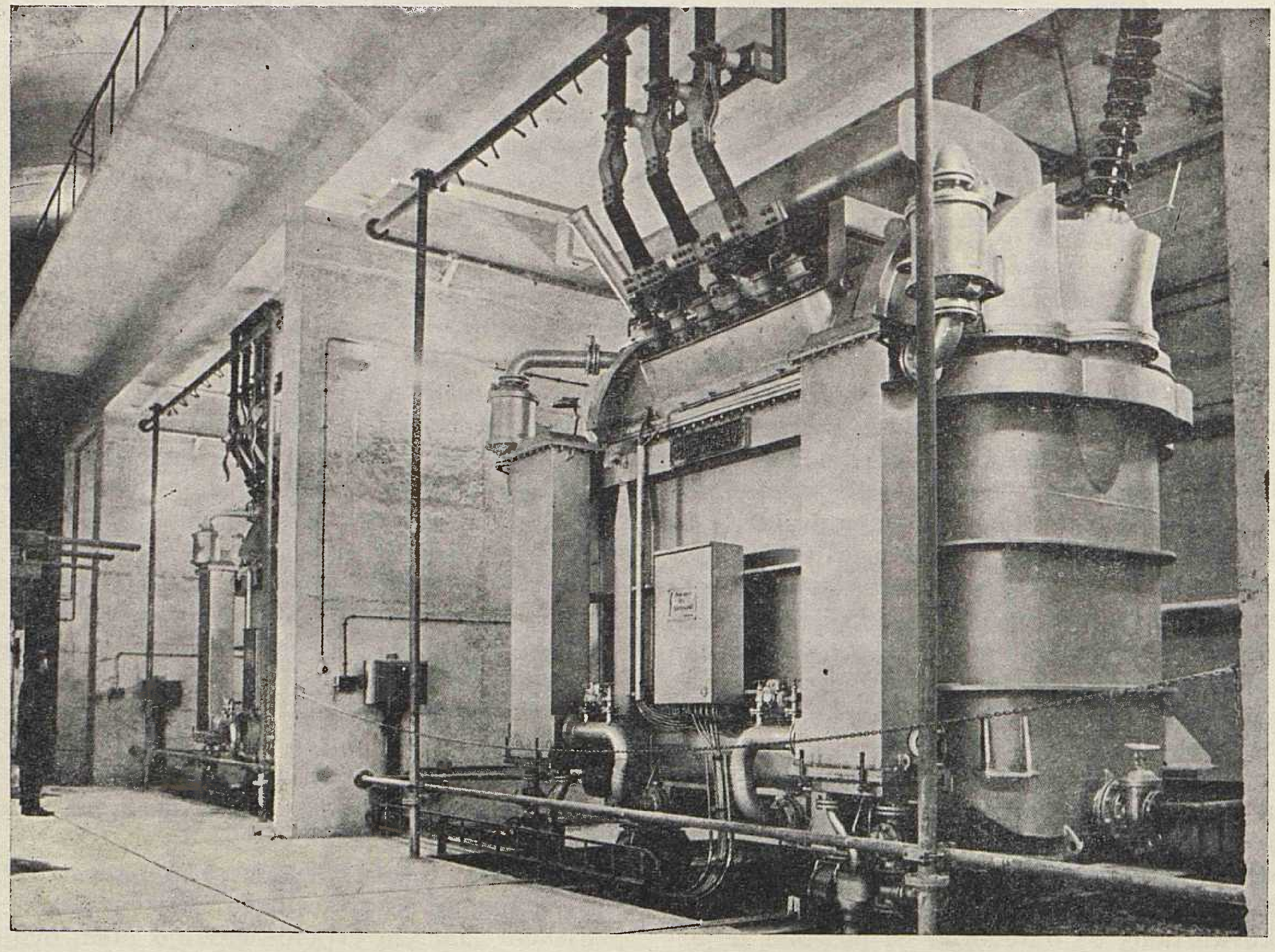
U Hidrocentrali Senj ugrađeni su pneumatski prekidači za napone 110 i 220 kV, tipa 3P, proizvodnje »Rade Končar«. Ovo su pneumatski prekidači nove koncepcije, koji su prvi put primijenjeni u našim mrežama.

Za razliku od prekidača prijašnje konstruktivne serije, tipa 2P, kod kojih se komore nalaze pod pritiskom samo za vrijeme gašenja luka, ovdje su ugrađene komore koje su stalno pod pritiskom. Zato u novoj konstrukciji nema posebnih rastavnih noževa, koji su u aparatima tipa 2P svojom inercijom otežavali rad kod ponovnog uklapanja.

Glavne karakteristike prekidača

Tablica 1

			110 kV	220 kV
Tip aparata			3P 123-35-8	3P 245-75-12
Nazivni napon mreže U_n	kV		110	220
Maksimalni napon mreže U_m	kV		123	245
Nazivna struja	A		800	1250
Podnosivi napon 50 Hz, pod kišom, prema masi	kV		230	460
Podnosivi udarni napon 1/50 prema masi	kV		550	1050
Raspodjela potencijala po komorama			prirodna	kondenzatorima
Prekidna struja kod U_n simetrična	kA		18,4	19,7
Uklopna struja kod U_n (amplituda)	kA		46	49
Kratkotrajna struja 1 s	kA		18,4	19,7
Nazivna prekidna moć	MVA		3500	7500
— vlastita frekvencija	Hz		1500	1000
— faktor amplitude			1,5	1,5
Vrijeme zatravanja	s		0,14	0,14
Vrijeme otvaranja	s		0,06	0,06
Trajanje luka	s		0,02	0,02
Najkraći prekid kod ponovnog uklapanja (jednopolno i tropolno)	s		0,20	0,20
Nazivni tlak zraka	atp		17	17
Donji granični tlak	atp		14	14
Volumen rezervoara po polu	l		350	700
Potrošak zraka (reduciran na 1 at)	l	— za tropolno uklapanje	100	200
	l	— za tropolno isklapanje	1500	3000
Upravljanje — napon	V		220 =	220 =
— potrošnja	W		550	550
Težina	kp		3600	7000



Transformator TOVg 80 000 — 123, 80 MVA, 10 500/121 000 V

Pored ove prednosti prekidači 3P imaju i niz drugih, kao što su slijedeće:

— zračni su rezervoari direktno spojeni s komorama bez posebnih cjevovoda uslijed čega su smanjena vremena otvaranja i zatvaranja;
— trajni pritisak u komori osigurava već u prvom trenutku odvajanja kontakata potrebnu količinu zraka za intenzivno gašenje luka. Time se postižu velike prekidne moći i kratko trajanje luka;
— s obzirom na kratka vremena djelovanja i kratko trajanje luka smanjuje se trošenje kontakata i potrošak zraka za gašenje;
— od jednakih elemenata, koji sačinjavaju rezervoar s komorama, mogu se sastaviti aparati za razne napone i razne prekidne moći;
— s obzirom na nezavisno djelovanje elemenata rezervoar—komora može se ispitivanje kompletnog aparata nadomjestiti jednostavnim ispitivanjem na pojedinim elementima, što je u skladu s propisima i što je jedino moguće kod vrlo velikih prekidača;
— odvajanjem aktivnih dijelova od upravljačkih organa može se sastaviti aparat za različite načine montaže. Pored klasičnog stavljanja na potporne izolatore, prekidači se mogu ovjesiti na portale čime se znatno smanjuje težina aparata, jer otpadaju željezna postolja i skupi potporni izolatori.

Ispitivanje

Svi su prekidači detaljno ispitani u radionicama proizvođača. Pored tipnih atesta o prekidnoj moći aparati posjeduju atest o slijedećim ispitivanjima kod preuzimanja:

a) oscilografskom snimanju vremena uklapanja i isklapanja i sinhronizma komora,
b) kontroli mehaničke funkcije,
c) mjerenju pada napona,
d) kontroli izolacije glavnih i pomoćnih strujnih krugova,
e) potrošnji zraka za uklapanje i isklapanje.

Pored navedenih ispitivanja izvršena je na terenu, po završnoj montaži, kontrola električnog i mehaničkog djelovanja svakog aparata.

Održavanje

Svi su klizni dijelovi izvedeni od plastičnih masa i metala sa specijalnim galvanskim prevlakama, te ih ne treba podmazivati.

Posebna je pažnja posvećena gumenim brtvilima, koja su jedini potrošni element. Prema dosadašnjim iskustvima predviđa se da će brtvila osigurati ispravan rad aparata za period od 5—10 godina, zavisno od uvjeta pogona.

Godišnja revizija sastoji se od pregleda kontakata i oscilografske kontrole rada pojedinih organa aparata.

Kompresorski uređaj

S obzirom na to da u komorama vlada trajni pritisak zraka, koji osigurava izolaciju u otvorenom položaju moralo se voditi računa o kvaliteti komprimiranog zraka. On mora u prvom redu biti dovoljno suh, jer treba spriječiti pojavu kondenzacije na izolacionim površinama u komorama. Kao najefikasniji način primjenjuje se komprimiranje zraka na znatno viši tlak, a redukcijom se povećava volumen, i time smanjuje relativna vlaga.

U HE Senj instalirani su kompresori za gornji tlak od 40 at. Glavni su rezervoari također predviđeni za tlak od 40 at, dok je razvod pod tlakom od 17 at. Time se postiže odnos redukcije 40/17, tj. veći od 2. Rezervoari su smješteni u vanjskom postrojenju, tj. na istoj temperaturi kao i prekidači.

Na taj je način osigurana dobava zraka, koji po svojim kvalitetama osigurava trajan pogon. Međutim, radi neposredne blizine mora, vršit će se u početku periodična analiza kondenzata, kako bi se ustanovio eventualni salinitet zraka i uopće utjecaj morske klime na čistoću i vlažnost komprimiranog zraka.

HE SENJ — INVESTIRANJE I FINANCIRANJE

Investiranje u hidroelektranu Senj

Radoslav Planić, Zagreb

1. Predviđanje

Projekt hidroelektrane Senj bio je registriran kao elektrana za opskrbu zapadnoevropskih potreba za snagom i energijom određeno, kraće vrijeme. Ova zamisao bila je sadržana u pothvatu »Jugelexport 1952—1955«. Komitet je bio izabrao Idrijicu, Liku i Gacku, Cetinu i Trebišnjicu, poredane po blizini jugoslavenskoj granici.

Specifične investicije četiri hidroenergetska projekta Jugoslavije 1954.

Tablica 1

Pretprojekt nazvan po vodotoku	Instalirana snaga MW	Proizvodnja u srednjoj hidrološkoj godini GWh	Investicioni količnik u dolarskim centima cts (kWh) g. sr.
Cetina	530	2.250	4,18
Lika i Gacka	242	920	4,57
Trebišnjica	840	2.300	5,04
Idrijica	112	340	13,60

Ovaj međunarodni pothvat ostao je neostvaren; inozemni zajmovi bili su uvjetovani određenim nadziranjem budućih pogona.

U veljači (II) 1957. bilo je u Ljubljani osnovano novo studijsko društvo »Jugelexport«, sa sjedištem u Jugoslaviji. Zadatak društva je da ponovno razmotri studije koje je objavila Ekonomska komisija za Evropu, u Ženevi god. 1955. i da detaljno i konkretno prouči projekte, nacrte ugovora, mogućnosti financiranja i forme garantiranja, kako bi se moglo pristupiti ostvarenju ove međunarodne energetske suradnje.

U prvoj etapi rada društvo se je bavilo problemom iskorištenja vodnih snaga Like i Gacke.

Karakteristični pokazatelji hidroelektrane Senj 1957.

Tablica 2

Korisna zapremina	101,5 kub. hektamet.
Veličina izgradnje	70/3 m³/sek
Maksimalna proizvodnja u sred. hidr. god.	1.130 GWh
Specifične investicije — investicioni količnik	3,12 cts/kWh/g

Ova zamisao nije bila ostvarena iz sličnih razloga, kao ni ona dvije godine ranije.

U razdoblju 1958. do 1961. donošena je investiciona odluka saveznih organa o izgradnji ovog postrojenja prvenstveno za potrebe zemlje, uz pretežno vlastito ulaganje, a djelomično inozemnim zajmom.

Investicioni količnik iznosio je St. Din 1960/kWh g. sr. 23,20.

2. Ostvarenje i efekti

Postrojenje je bilo izgrađeno u razdoblju od 1960. do 1967. uz investicije od 46.1 milijarde starih dinara, kupovne snage 1964, odnosno sa 520,2 milijuna novih dinara, kupovne snage u času pretvorbe u srpnju 1965, a manjim — završnim — dijelom, kupovne snage u jesen 1967.

Sažeti prikaz investiranja u skupine objekata hidroelektrane Senj, u starim i novim dinarima, uključivo nabava i montaža opreme

Tablica 3

Postotak	Milijuni starih dinara kup. snage 1964.		Hiljade novih dinara kup. snage 1965/1967.	Postotak
20,1	9.289,6	*Predradnje*	95.950	18,4
7,0	3.225,3	Studije i istraživanja	32.253	6,2
6,8	3.145,2	Pripremni, prethodni i završni radovi	32.688	6.3
6,3	2.919,1	Naknada za vodu, ceste, kulture i ostalo	31.009	5,9
16,5	7.617,9	*Brana Sklope*	85.978	16,5
37,3	17.179,1	*Dovod*	211.580	40,7
8,5	3.936,9	Lika	50.794	9,7
0,9	419,2	Gacka	4.380	0,8
3,8	1.770,8	Kompenzacioni bazen	18.068	3,5
24,1	11.025,2	Lika i Gacka	138.338	26,7
10,4	4.806,6	*Proizvodnja*	51.636	10,0
2,9	1.321,5	Komore i tlačni cjevovod	14.944	2,9
7,5	3.485,1	Strojarnica	36.692	7,1
1,7	779,7	*Odvodnja*	9.444	1,8
7,1	3.264,0	*Transformacija i rasklopišta*	34.060	6,5
1,4	637,8	Transformacija	6.740	1,3
5,7	2.626,2	Dovod i rasklopišta	27.320	5,2
2,9	1.331,3	*Radionice*	13.313	2,5
3,5	1.619,0	*Uprava investitora*	16.190	3,1
0,5	248,0	*Stambene zgrade*	2.480	0,5
	46.135,2		520.153	

U starim dinarima su izražene investicije, kojima su polučivani određeni efekti u tekućim, kvadratnim ili kubičnim metrima, u kilogramima električnih i strojnih uređaja, u broju otkupljenog raslinstva i sl.

U valutarnu skupinu starih dinara uključeni su također izdaci, prouzročeni čekanjem radi promjene u toku izvedbe, kao i kasnom dopremom građevinske mehanizacije na gradilišta.

Investicije u novim dinarima su primjetno veće od naprijed opisanih u starim dinarima. Uvećanje je prouzročeno izdacima za potrebe izazvane međuvremenim poskupljenjima i ekonomsko-političkim mjerama (povećanje cijena materijala i transporta; porast troškova života; troškovi izazvani revalorizacijom; razlika u cijenama zbog primjene privrednih mjera 1965; premiranje radova i nadoknade utvrđene sporazumima između investitora i izvođača odnosno dobavljača.

Studije i istraživanja: najveću stavku predstavljaju istražni rovovi, komore i polja: 876 milijuna starih dinara 1964 ili 27,2% od ukupnih studija i

istraživanja. Dvije trećine od ovih utrošaka odnosilo se je na ispitivanja za branu.

Ukupna istraživanja za akumulaciju Kruščicu iznose 687,3 milijuna starih dinara 1964.

U pogledu visine istražnih radova ing. B. Pavlin — ing. L. Mladineo su u (L. 3) pokušali svesti troškove istražnih radova na jedinicu zapremine odnosno akumuliranog kWh.

Korisno je nivelirati to nastojanje danas, kada su u Hrvatskoj izvedene tri akumulacije preko 10,0% godišnjih oborina slivova.

Specifične investicije istražnih radova za izvedbu triju akumulacija u Hrvatskoj

Tablica 4

	Kruščica	Lokvarka	Peruća
Korisna zapremina hm^3	139,0	29,8	495,0
Energetska vrijednost akumulacije GWh	130,5	40,6	297,0
Razdoblje izvedbe i kupovna snaga valute	1963—1967	1949—1955	1954—1959
Investicije u istražne radove 10^6 St. Din	687,3	27,0	435,3
Specifične zapreminske investicije istražnih radova St. Din/m^3	4,95	0,91	0,88
Specifične energetske vrijednosne investicije istraž. rad. St. Din/kWh	5,27	0,67	1,47

Ove investicije bi dozvoljavale pomisao, da se ravnaju prema indeksu životnih troškova; s takvim koeficijentom treba množiti zapreminsku troškovnu konstantu. Što bi bilo iznad toga, trebalo bi pripisati stupnju neizvjesnosti i neprikladnoj geološkoj strukturi.

Troškovi projektiranja (osnovnog, idejnog i glavnog) te direktivan nadzor iznose ukupno 1089 milijuna starih dinara odnosno 2,48 do 3,10% od ukupnih građevnih radova i montirane opreme.

Troškovi projektiranja, po ljestvici iz 1952 (L. 14) odnosno 1963 (L. 15) trebali bi iznositi polovicu od ostvarenog; građevni projekti 1,35—1,45% od građevnih radova, a projekti elektrostrojnog dijela 0,70% (7 promila) od cijene dobave i montaže opreme.

Razlozi da su troškovi projektiranja dvostruki od onih u upravljanom gospodarstvu su dvojaki:

— cijene ovakvih misaonih usluga — s malim utroškom materijala — ravnaju se gotovo potpuno po toku troškova života. Ovi tokovi su dvostruki od toka cijene građevnih, a trostruki od toka cijene elektrostrojnih dobava (L. 16);
— projektna dokumentacija bila je u razdoblju 1954—1957. izgrađena za veličinu izgradnje 70 m^3/sek. Treba pretpostaviti da je uslijed kasnijeg smanjenja veličine izgradnje na 60 m^3/sek prilagođujući je za potrebe snage u jugoslavenskoj mreži, povećan opseg projektiranja za 15 do 20%.

Ukupne studije i istraživanja iznose 6,2 do 7,0% u procentualnoj strukturi ukupnih investicija.

Na proanaliziranim investicijama novijih hidroelektrana, postotak studija i istraživanja je u ukupnoj strukturi bitno niži od studija i istraživanja hidroelektrane Senj.

Udio studija i istraživanja u procentualnoj strukturi investicija novijih hidroelektrana u Hrvatskoj

Tablica 5

	Literatura	Razvučenost gradilišta km	Godina kupovnih snaga	Postotak
Gojak	L 17	11	1959	1,7
Vinodol	L 18	25	1952	2,2
Split — I etapa	L 19		1961	2,3
Split I etapa i Peruća	L 13	30	1960—61	3,2
Akumulacija i pribranska elektrana Peruća	L 13		1960	4,6
Senj	L 37	70	1964—67	7,0—6,2

Razloge relativno visokim studijama i istraživanjima treba tražiti u:

— toku studija i istraživanja u vrijeme očiglednih trajnih porasta troškova života;
— maksimalnoj razvučenosti niza objekata, koji su — svaki za sebe — zahtijevali mnoštvo istraživanja i
— određenom stupnju premašaja neprikladnosti geološkog sastava.

Pripremni, prethodni i završni radovi

Ovi radovi iznose 6,3—6,8% od ukupnih investicija, a u odnosu na građevne radove oni iznose 8,4—9,4%.

U kojoj mjeri je bila spoznaja o opsežnosti pripremnih radova na ovom gradilištu općenita, neka bude usput napomenuto, da pripremni radovi iznose prema Rješenju od 29. X 1958. (L. 9) čak 20,8% od glavnih građevnih radova.

U odnosu na opremu i montažu oni iznose 1,0%.

Ovi udjeli su viši od pripremnih i završnih građevnih radova na gradilištima dviju hidroelektrana na Cetini, a niži od pripreme Gojak i Vinodol.

Relativan udio pripremnih i završnih radova u investicionim troškovima novijih hidroelektrana u Hrvatskoj

Tablica 6

	Postotak pripremnih radova u odnosu na	
	ukupne investicije	građevne troškove
Gojak	13,5	24,5
Vinodol	11,7	17,6
Split — I etapa	4,4	8,5
Split i Peruća	4,4	7,3
Peruća	4,3	7,0
Senj	6,3—6,8	8,4—9,4

Prve dvije skupine podataka treba odvojeno razmatrati; gojačko je gradilište imalo solidan komfor u novim privremenim naseljima, a u vinodolskoj pripremi su dobrim dijelom sadržavani mnogi neracionalni izdaci, uzrokovani objektivnim nedaćama.

Potonja, novija četiri gradilišta pokazuju određen normalan raspon pripreme i prethodnih radova u odnosu na konačne investicione namjene.

Privremeni putovi do pojedinih građevnih objekata, napadnih okana, barutana, istražnih rovova, gliništa, naselja i sl. izvođeni su u razdoblju 1959—1962.

Specifične investicije iznosile su St. Din/m² 820 odnosno 10³ St. Din/km 3,275.

Od vodovoda, najvažniju skupinu i najranije radove čini vod od izvora u Žrnovnici do Hrmotina (čvora vodne i zasunske komore te tlačnog cjevovoda).

Dvostruke od ovih investicija, uložene su u vodovode za gradilišta u Lici te za vodovod do napadnog okna Melnice.

Od vodovodne privremene mreže je nakon završnih radova tek mali dio upotrebljen za daljnju trajnu namjenu. Ovo vrijedi za vodovode Hrmotine i Kalići. Dio vodovoda prema Šumečici i Kosmačevom jezeru je upotrebljen za potrebe industrije u Otočcu. Manji dio je iskorišten za sela Vukelići i Sv. Ivan.

Preostala mreža ostala je neiskorištena, a njena demontaža bila bi skopčana s novim, znatnim ulaganjima.

Otvaranje gradilišta hidroelektrane Senj pospješilo je širenje prijenosne i distributivne mreže na to područje.

Za potrebe gradilišta bilo je izvedeno šest stanica s odnosom prijenosa napona od 35 kV na 400 V, četrnaest stanica 10/0,4 kV i preko 120 km 10 i 35 kV vodova.

Specifične investicije privremenih građevnih pogonskih prostorija varirale su višestruko prema namjeni: St. Din/m² 9 do 10.000 za nadstrešnice do St. Din/m² 40 do 50.000 za skladišta eksploziva.

Postojala su nastojanja (L 11 list 2) da ova skupina pripreme bude uključena u jedinične cijene izvedbe, ali nisu uspjela.

Manji dio ovih zgrada bio je prodan, u smislu intencija Rješenja o odobrenju dopune investicionog programa (L 11 str. 8).

Društveni standard gradilišta; specifične investicije ovih izvedbi su iznosile St. Din/m² 16 do 28.000 za radničke drvene nastambe, prema starosti, veličini i namjeni, a St. Din/m² 35 do 40.000 za zidane nastambe i za skladišta hrane.

Ukupna dužina napadnih okana iznosila je oko dva kilometra uz specifične investicije St. Din/m¹ 140 do 160.000. Najopsežnije je bilo okno Melnice.

Četiri petine izvedbe i uklanjanja zagata, rampi i membrana odnosi se na branu i organe Sklope.

Završni radovi nisu bili posebno iskazivani, niti je kreditor bio odobrio sredstva za tu svrhu; u tom pogledu, ovo je gradilište jednako ostalima.

Slično vrijedi u pogledu pripremnih radova za montažu. Ovdje je izdvojen onaj njihov dio što ga izvode građevna poduzeća, a nedostaju pripreme montažnih poduzeća; ona su takve efekte refundirala unutar jediničnih cijena montaže.

Znatan dio pristupnih cesta i platoa iskorištava se, naročito u šumskim predjelima, u svrhu uzgoja šuma i racionalne sječe te iznošenja drvne mase. Barake u Grabovi su ustupljene Sveučilištu za potrebe odmora, a preostale bit će postepeno izvođene i upotrebljavane.

Naknada za vodu, ceste, kulture i drugo

Za naknadu zahvatom i regulacijom oduzete vode Gacke, bilo je potrebno žiteljstvu doline rijeke, kao i privredi mjesta Otočac izgraditi vodovod sa pripadajućim brojem izljeva (sanitarne vode, vode za piće i zalijevanje povrća) i pojila (za stoku) te sa mogućnošću, da interesenti o svom trošku uvedu vodu u svoja gospodarska dvorišta i u kuće.

Voda je bila zahvaćena na Velikom Tonković--vrelu kod Lešća. Izvedeni kapacitet zahvata je 342 do 365 m³/sat odnosno godišnje 3,2 milijuna m³ na bazi perspektivno pretpostavljenih potreba 100 litara/sek.

Izraženo u žiteljstvu, vodovod je kapaciteta opskrbe 44,8 hiljada stanovnika i 11,2 hiljade komada stoke odnosno konja, na bazi 278 m³/g/domaćinstvo.

Specifične investicije izvedbe vodosprema vodovoda u dolini Gacke

Tablica 7

Vodospreme zapremnine m³	St. din/m³ zapremnine	N. Din/m³ zapremnine
3.300	35.220—36.400	394—371
250	99.300	1.053
150	160.300	1.630

Utvrđene specifične investicije su u nizovima pravilno obratno razmjerne izvedenim kapacitetima.

Ponovno se pokazuje pravilnost visina specifičnih investicija; one se kreću od St. Din/m¹ voda 11.080 do 26.000 odnosno N. Din/m¹ 128—287,00; od ogranka do glavnog voda.

Nema dovoljno ovako krupnih vodovodnih radova kao naknada za oduzetu vodu radi upotrebe u energetske svrhe.

Ima vodovod u kotlini Mrežnice, koji je bio izveden 1958. kao naknada radi izgradnje hidroelektrane Gojak. Specifične investicije su iznosile St. Din 1958/m¹ 12.270.

Ovaj podatak pokazuje viši stupanj racionalnosti izvedbe vodovoda u dolini Gacke.

Ponderirane specifične investicije: naknada je bila predviđena uz specifične investicije efekta godišnje dobave vode od St. Din 1960/m³/g 368. Vodovod je bio izveden na način, da ove specifične investicije efekta iznose St. Din 1964/m³/g 584.

Porast investicija, izazvan međuvremenim porastom građevnih i montažnih usluga, znatno je veći od pokazanih razlika u visini specifičnih investicija efekta.

Kao naknada za izgubljenu proizvodnju likvidirane hidroelektrane Švica od godišnje 1.0 GWh izvedena je srednjenaponska stanica, učina transformatora u času puštanja u pogon 1961. od 2,5 MVA, predviđena za konačan učin od 5,0 MVA.

Stanica je bila po investitoru predviđena uz specifične investicije od St. Din 1960/kVA 26.420. Specifične investicije izgrađene stanice, u I-oj etapi, iznosile su St. Din 1961/kVA 23.500.

Specifične investicije izvedbe glavnog i opskrbnog voda te ogranaka vodovoda u dolini Gacke Tablica 8

Vodovi promjera mm	10^3 St. Din/izljev odnosno pojilo	N. Din/izljev odnosno pojilo	St. Din/m¹ voda	N. Din/m¹ voda
350		136.800	26.000	278,00
100—200	12,130	120.000	18.530	198,00
150	11,400	109.500	14.630—17.400	154—188,00
100—150	9,950	53.350—80.000	13.380	147,00
60—125	4,880—7,815	70.800	12.480—14.370	139—149,00
80	7,080	70.800	15.730	157,00
60—80	6,012	72.300	10.930	131,00
50	3,025—7,100	30.250—83.000	11.080—15.100	128—164,00

Otkupljena su 983 hektara obradiva zemljišta. Nadalje su bila otkupljena 803 hektara pašnjaka. Plodno zemljište je otkupljivano po 21 St. Din/m², a pašnjaci po 14 St. Din/m².

Ukupne cijene jednake su posljednjoj klasi otkupa Peruća 1956. Na gradilištu hidroelektrane Gojak zemljište je u razdoblju 1954—1957. bilo otkupljivano po prosječnoj cijeni od 29 St. Din/m². Otkupna cijena zemljišta hidroelektrane Senj 1960—1964 je bila 39% niža od gojačke, oko šest godina ranije. Ovi izdaci bili su neobično niski, jer se isplata ravnala prema deseterostrukom katastarskom prinosu, registriranom nisko radi razreza poreza.

Ponderirane specifične cijene otkupa bile su pretpostavljene i odobrene u visini od 18 St. Din 1960/m².

Višegodišnje voćke su bile otkupljivane po 4.500 St. Din/stablo. Za šume (drvnu masu) nije bio plaćen otkup; vlasnici su sami sjekli i iznosili drvo. Bile su otkupljene 102 stambene i 286 gospodarskih zgrada.

Prosječna otkupna cijena po površini iznosila je 21.000 St. Din/m² odbiv dotrajalost; ona se je kretala do 40%.

Specifične otkupne cijene zgrada na gradilištima Peruća, Gojak i Senj

Tablica 9

	Razdoblje otkupa i kupovne snage valute	Specifične otkupne cijene	
		Stambene zgrade	Gospodarske zgrade
		u milijunima starih dinara/zgrada	
Peruća	1953—1958	0,3	0,1
Gojak	1953—1957	1,2	0,5
Senj	1961—1964	1,8	0,2

U Rješenju od 29. X 1958. bila je otkupna cijena stambene zgrade za HE Senj povišena na 1 milijun starih dinara po zgradi.

Naknada za školu isplaćena je u visini od 22 milijuna, a za crkvu 4,5 milijuna starih dinara. Za premještaj groblja Kruščica iznad kote 554,0 m n.m. bilo je isplaćeno 18 milijuna starih dinara.

Na gradilištu Senj bilo je nužno izvesti četiri preloženja cestovnih dionica.

Pregled daje raspon specifičnih investicija od St. Din 1956/m² 28% do St. Din 1966/m² 8.935. Neobično rijetka pozitivna investiciona pojava je preloženje dijela ceste Otočac—Senj sa specifičnim investicijama, nižim od onih ceste Sinj—Vrlika, šest godina ranije, a po tada vrijedećim cijenama. Tomu su razlog neobično male količine iskopa na ravnom terenu Otočac—Senj, bez kosina, dok je na cesti Vrlika—Sinj bilo potrebno ponovno stavljati makadam sloj i ispravljati klizište.

Investiranje u izvedbu brane Sklope

Injekciona zavjesa je bila izvedena uz specifične investicije St. Din 1964/m 30.900, odnosno Nov. Din 1967/m¹ injektiranja 393,00. Od toga otpada na sâmo injektiranje dio od St. Din 1964/m¹ 18.050 a u pojedine vrste bušenja, ispitivanja vodopropusnosti, snimke inklinacija, zastoje, crpljenja, razlika od St. Din 1964/m¹ 12.850.

Specifične investicije injekcionih zavjesa Peruća i Sklope 1957—1967

Tablica 11

	St. Din/m¹	N. Din 1967/m¹
Predviđanje glavnog projekta Peruća 1957	22.100	
Ostvarenje Peruća 1952—1959	21.800	
Predviđanje dopune investicionog programa HE Senj (Sklope) 1960	20.000	
Ostvarenje Sklope po jedin. cijeni 1964	30.900	
Ostvarenje Sklope u novim din. 1967		393,00

Ostvarenje zavjese Sklope, u novim dinarima 1967 pokazuje se sa 78% višim specifičnim investicijama od onih glavnog projekta zavjese Peruća 1957, devet do 10 godina unatrag. Očito je to tek kompenzacioni ostatak dvaju istovremenih sukobljujućih procesa: porasta cijena s jedne i porasta efikasnosti s druge strane. Specifične investicije

Specifične investicije izvedbi cesta I-III reda na područjima hidroelektrana Senj, Peruća i Gojak Tablica 10

	Dužina	Širina planuma	Razdoblje izvedbe i kupov. snage	Specifične investicije	
	km	m		St. Din/m¹	St. Din/m²
Otočac—Senj	3,0	8,5	1962—1963	28.730	3.380
Otešica (Žitnik)	0,4	6,5	1964—1966	32.810	5.060
Malo Polje—Kaluđerovac	3,4	6,0	1964—1966	35.300	5.880
Magistrala Grabova	0,9	8,0	1966	71.600	8.935
Pristup k HE Gojak	1,7	4,0	1954—1956	11.540	2.890
Vrlika—Sinj	22,0	8,0	1954—1960	30.800	3.860

nasute brane iznose St. Din 1964/m³ 3.560 odnosno Nov. Din 1967/m³ 39.62. Od toga na samu nepropusnu jezgru, tijelo od lomljenog kamena, na filterski sloj i jalovinu otpada dio od St. Din 1964/m³ 2480, a na predradnje, iskop, beton, roliranje pokosa, rubnjake, kolobrane, crpljenje vode, zastoje i kasnu dopremu mehanizacije otpada razlika od St. Din 1964/m³ 1.080.

U građevne troškove brane uključeno je 301 milijun starih dinara, prouzročenih kasnom dopremom mehanizacije, troškovima čekanja radi promjene od lučne na nasutu branu, kao i zastojima i prekidima. Ovi izvanredni izdaci tvore 9 do 10% od ukupnih građevnih troškova.

Radi toga bi u normalnim, neometanim uvjetima izvedbe, specifične investicije brane iznosile St. Din 1964/m³ 3.195 odnosno Nov. Din/m³ 36.1

Ove pretpostavljene — specifične investicije brane Sklope su tim značajnije jer tijesno uz njih stoje one investicije brane Lokvarka, od St. Din/m³ 2.870, kao rezultat izvedbe taksirane na nove ekonomske cijene g. 1952. (L. 18 str. 86).

Specifične investicije visokih nasutih brana u Hrvatskoj

Tablica 12

	Godina kupovne snage valute	Specifične investicije	
		St. Din/m³	N. Din/m³
Brana Lokvarka — izvedba	1952	2.870	
Brana Peruća — idejni proj.	1956	2.460	
Brana Peruća — izvedba	1958	1.920	
Brana Sklope — normal. uvj. izv.	1964	3.195	
Brana Sklope — izvedba	1964	3.560	
Brana Sklope — normal. uvj. izv.	1965—1967		36.10
Brana Sklope — izvedba	1965—1967		39.62

Specifične investicije brane Sklope su u starim dinarima 85% više od onih brane Peruća. Izražene u novim dinarima, one su dvostruke od perućkih 1958.

Cijene građevnih usluga su u međuvremenu porasle 1,9 struko (indeks 290).

Da se jugoslavenski ponderirani porast cijena nije pokazao na investicijama brane Sklope, pridonijela je racionalna (i jeftina) izvedba tijela brane (lomljeni kamen, filterski sloj, glinena jezgra, beton temelja i iskopi u V i IV kategoriji).

Utvrđene investicije u organe brane treba notirati kao veličine o sebi, teško usporedive.

Investicije zahvata (akumulacije) Kruščica

Izgradnja zahvata, bez predradnji i pripadajuće uprave investitora stajala je 8 milijarda starih odnosno 90,2 milijuna novih dinara 1965—1967. U tim svotama nisu obuhvaćeni izdaci za zaštitu akumulacije od zasipavanja nanosom, niti sitne naknade, koje se pokazuju potrebnima nakon što je bilo jezero napunjeno koncem siječnja (I) 1968. Ovim radovima pristupat će se postepeno tokom pogona.

Specifične investicije zahvata Kruščica u novim dinarima

Tablica 13

	Korisne zapremnine	Jednokratnog pražnjenja	Godišnjeg pražnjenja u sred. hidrol. godini
	N. para/m³	N. para/kWh	N. para/kWh/g
Zahvat	65,0	69,0	10,9
Injekciona zavjesa	13,4	14,2	2,3
Brana i pristupni putovi	24,2	25,7	4,0
Organi u brani	24,4	25,9	4,1
Eksproprijacija i uspostava cesta	3,0	3,2	0,5

Pritom je računano sa jednokratnim pražnjenjem od 137,1 GWh, a sa godišnjom količinom energije sâme Like, od 830 GWh.

Specifične investicije triju akumulacija u Hrvatskoj

Tablica 14

	Kruščica	Lokvarka	Peruća
Korisna zapremnina hm³	139,0	29,8	495,0
Relativan godišnji volumen %	11,1—12,1	23,6	14,6
Energetska vrijednost ak. GWh	130,5	40,6	297,0
Razdoblje izvedbe i kup. snaga	1963—1967	1949—1955	1954—1959
Specifične invest. korisne zapremnine St. Din/m³	57,6	51,6	16,2
N. para/m³	65,0		
Specifične investicije jednokratnih pražnjenja St. Din/kWh	61,2	37,8	27,1
N. para/kWh	69,0		

Puštajući po strani međuvremeni dvostruki porast (na trostruko) cijena građevnih usluga pokazuje se, da su specifične investicije zahvata Kruščica istog reda veličine kao što su lokvarske, dvanaest do petnaest godina ranije.

Treba usput zabilježiti da su zapreminske investicije Peruća najracionalnije.

Specifične investicije triju akumulacija pokazuju se u rasponu jedan do dva i pol; od Peruća do Kruščice.

Oba nalaza potvrđuju efikasnu i racionalnu izvedbu brane, kao odlučujuću za niske specifične investicije zahvata.

Investiranje u dovode

Specifične investicije regulacije Like iznose St. Din/m¹ reg. 55.490 a regulacija Gacke St. Din/m¹ reg. 76.500. Obje visine specifičnih investicija tek su prividno usporedive; dok je na Lici bila izvedena samo korekcija korita, na rijeci Gackoj bili su izvedeni opsežni radovi reguliranja: nasipi, kamena obloga i betonski tarac, uz umjerene jedinične cijene.

Brana Šumečica (armiranobetonska konstrukcija sa krilno-obalnim zidovima od kamena) izvedena je uz specifične investicije od St. Din 1964/m³ 14.770. Nasuta brana Vivoze bila je izvedena uz specifične investicije od St. Din 1964/m³ 6.690 odnosno Nov. Din 1965/m³ 80,15; one su u pravilnom obratnom razmjeru sa specifičnim investicijama brana Sklope i Peruća.

Brana bazena Gusić Polje — beton, nabačaj i nasip, obložen pločama bila je izvedena uz specifične investicije St. Din 1964/m³ 23.130. Pojačanim načinom izvedbe (40% u armiranom betonu) prouzročeni su povećani građevni troškovi, uključujući porast cijena građevnih usluga.

Specifične investicije izvedbi niskih brana na gradilištima hidroelektrana Senj i Gojak

Tablica 15

	Maksimalna visina	Postotak nabačaja brana	Godina izvedbe i kupovnih snaga	Specifič. investicije	
	m	B		St. Din/m³	N. Din/m³
A. Nasute					
Vivoze	11		1964	6.690	80,15
B. Betonske uz nabačaj					
Šumećica	7	67	1964	14.770	149,00
Gusić Polje	8	57	1964	23.130	238,00
Selište	11	11	1964	28.200	303,40
C. Betonske					
Sabljaki			1958	20.640	
Bukovnik			1958	20.880	

Brana Selište — armiranobetonska: specifične investicije iznose St. Din 1964/m³ 28.200, odnosno Nov. Din 1965/m³ 303.40.

Ova prilika se koristi za prikaz specifičnih investicija izvedbe ovih četiriju brana i za usporedbu s investicijama u dvije niske brane na gradilištu hidroelektrane Gojak, unatrag deset godina.

To omogućuje uvid u pravilnost stupnjevanja investicija, ovisno o materijalu i godinama kupovnih snaga.

Mostovi kod Vivoza odnosno »preko Gacke« bili su izvedeni uz specifične investicije planuma od 10^3 St. Din 1964/m² 92 do 118 odnosno dužine 10^3 St. Din 1964/m¹ 473 do 580. Most preko kanala Šumečica—Gornja Švica bio je izveden uz jediničnu cijenu efekta od 10^3 St. Din 1964/m¹ 603, odnosno planuma 10^3 St. Din 1964/m² 94.

Utvrđene specifične investicije planuma opadaju sa širinom.

Kanal Šumečica—Gornja Švica 60 m³/sek: specifične investicije, izražene u veličini izvedbe, iznose 10^3 St. Din 1964/m³/sek 4.540 odnosno Nov. Din 1965/m³/sek 51.800. Ovako racionalne investicije bile su postignute 74%-tnim smanjenjem iskopa, oblaganjem i taracanjem u kamenu i 65%--tnim smanjenjem betonskog taraca.

Kanal Marasi—Gusić Polje izveden je uz specifične investicije od 10^3 St. Din 1964/m³/sek 13.760 odnosno Nov. Din 1965/m³/sek 144.600. Na ovom objektu bili su nastali značajni višeradovi i višecijene. Veći opseg radova pokazuje se od predradnja do završnih radova. Povećani opseg cijeni se na 368, a poskupljenje preko normale, na 213 milijuna starih dinara.

Dovodni tunel spoja Like sa Gackom: specifične investicije iznose St. Din 1964/m³ zapremnine 28.700 odnosno Nov. Din 1965/m³ zapremnine 376. G. 1960. bile su predviđene sa St. Din/m³ 17.000.

Dovodni tunel Gornja Švica—Gusić Polje: specifične investicije iznose St. Din 1964/m³ zapremnine 22.700 odnosno Nov. Din 1965/m³ zapremnine 297. Iskazane specifične investicije niže su od onih tunela Lika—Gacka, radi 20% veće količine izgradnje, pri dužini istog reda veličine. G. 1960. one su bile predviđene sa St. Din/m³ 10.530.

Dovodni tunel Gusić Polje—Hrmotine: specifične investicije iznose St. Din 1964/m³ zapremnine 21.600 odnosno Nov. Din 1965/m³ zapremnine 271. G. 1960. one su bile predviđene sa St. Din/m³ 14.700.

Nalaz pokazuje uzorno operativno i investicijono izvršenje na ovoj najdužoj trasi, unatoč neizvjesnostima, mnoštvu izvođača i inflacionom procesu tokom izvedbe.

Specifične investicije po zapremnini ovog tunela su najniže od ovih triju. Isto tako su specifične investicije po tekućem metru niže od onih jednakog protoka Gornja Švica—Gusić Polje.

Specifične investicije izvedbi mostova na gradnji hidroelektrane Senj

Tablica 16

	Raspon	Širina planuma	Specifične investicije			
	m	m	10^3 St. Din/m²	N. Din/m²	10^3 St. Din/m¹	N. Din/m¹
Otočac—Senj	30,0	8,5	81	814	530	5.300
Preko Gacke	24,3	6,5	92	922	580	5.800
Šumećica—Gornja Švica	19,4	6,4	94	1.006	604	6.040
Kaluđerovac	30,0	6,0	101	1.006	604	6.040
Otešica	30,0	6,0	101	1.343	753	8.730
Vivoze	26,0	4,0	118	1.386	473	5.530

Specifične investicije izvedbi dovodnih tunela na gradilištima hidroelektrana Senj, Split, Gojak i Vinodol

Tablica 17

	Protok (Q)	Dužina	Razdoblje izvedbe i kupovna snaga	Specifične investicije	
	m³/sek	km		St. Din/m³ zapremnine	10^3 St. Din/m³/sek
Kobiljak—Razromir (HE Vinodol)	15	4,2	1948—1951	30.700	50.900
Sabljaki—HE Gojak	50	9,4	1954—1959	21.500	64.500
Prančevići—Gata (HE Split I etapa)	100	9,6	1958—1961	12.660*	35.669*
Gusić Polje—Hrmotine	60	13,5	1961—1965	21.600	94.400
Gornja Švica—Gusić Polje	60	9,6	,,	22.900	70.460
Spoj Like sa Gackom	50	10,7	,,	29.300	74.300

*Ovdje su sadržane specifične investicije samog tunela.
U sve ostale investicije uključen je i ulazni uređaj.

Rekapitulaciono, daje se prikaz specifičnih investicija ovih triju dugih dovodnih tunela, u usporedbi s podacima ostalih tunelskih dovoda u Hrvatskoj.

U pogledu visine zapreminskih specifičnih investicija treba konstatirati, da današnja efikasnost izvedbe potpuno kompenzira onu prije petnaest godina, a plaćenu po višestruko nižim cijenama. Utvrđuje se pozitivan nalaz, da su sve specifične zapreminske investicije niže od investicija Kobiljak—Razromir. Iznimku čine jedino novodinarske specifične investicije Lika—Gacka, koje su 24 % više. Ovi pozitivni rezultati očituju se i u izrazu potencijalnih specifičnih investicija. Svi ocrtani nalazi daju podlogu ocjene naše izvođačke i investitorske operative tokom dvadeset godina, na ovaj i na drugi, odgovarajući mjeriv način.

Kompenzacioni bazen Gusić Polje pokazuje slijedeće reprezentante investiranja: St. Din. 1964/m³ korisne akumulacije 1.264 odnosno Nov. Din 1965-7/m³ korisne akumulacije 12.91.

Ponderirane specifične investicije bazena, predviđene g. 1960. su iznosile St. Din 1960/m³ korisne akumulacije 118.

Opseg najvažnije faze izvedbe morao je biti potrostručen, da bi bio polučen 52 %-tni efekat od očekivanog. Projektni i revizioni jugoslavenski stručni organi nisu mogli računati, da će odstranjivanje postojećeg i stvaranje novog fundusa trebati biti izvedeno sa višestruko jačim intenzitetom. Istovremeno je predviđena dvanaestsatna, morala biti svedena na šestsatnu akumulaciju.

Investiranje u gradnju objekata za proizvodnju i odvodnju

Ljestvica specifičnih investicija objekata pokazuje slijedeće stupnjevanje:

Specifične investicije objekata proizvodnje i odvodnje

Tablica 18

		St. Din 1964/m³	N. Din 1965/m³
Pristupni tunel	— prostor	9.550	120
Generatorski i transformatorski	— prostor	15.940	208
Vodna komora	— zapremnina	34.600	351
Odvodni tunel	— zapremnina	36.820	434
Kabelski rov	— prostor	39.700	473
Tlačni cjevovod i zasunska komora	— zapremnina	55.100	769
Turbinski	— prostor	63.800	829

		St. Din 1964/m²	N. Din 1964/m²
Komandna zgrada	— poslov. površina	104.500	1.066
Uređenje okoliša	— ured. površina	1.950	21

Specifične investicije rastu pravilno prema tehničkim uvjetima, osobinama i namjenama pojedinih objekata.

Pristupni tunel hidroelektrane Vinodol bio je izveden uz specifične investicije prostora St. Din 1952/m³ 4.880. Splitski pristupni tunel, ostavljen netaknut, u stijeni (neoblagan), nije usporediv.

Izvedba generatorskog prostora uz specifične investicije St. Din 1964/m³ prostora 15940 je niska. Specifične investicije generatorskog prostora slobodno stojeće strojarnice Peruća iznosile su St. Din 1960/m³ prostora 18.400 (L. 13. str. 362).

Vodna komora je bila izvedena uz zapreminske specifične investicije od St. Din 1964/m³ 34.600. Investicionim programom bila je ova izvedba predviđena uz spec. investicije od St. Din 1960/m³ 11.540. Pretičak iznad St. Din 1964/m³ 23.800 odnosi se na nastale višeradove u iskopu donje komore i na otvorenom te na 25 % većim radovima u armiranom betonu.

Odvodni tunel i podmorski iskop bili su izvedeni uz zapremninske specifične investicije od St. Din 1964/m³ 36.820. Ovi radovi bili su predviđeni uz specifične investicije od St. Din 1960/m³ 21.150. Odvodni tunel hidroelektrane Split za 200 m³/sek bio je izveden uz specifične investicije od St. Din 1962/m³ zapremine 27.700.

Specifične investicije kabelskog rova iznose St. Din 1964/m³ prostora 39.700. One su g. 1960. bile predviđene u visini od St. Din 1960/m³ 19.040. Po analogiji bi se moglo zaključiti, da su takove investicije bile iznosile na hidroelektrani Vinodol St. Din 1952/m³ prostora 32 — 33.000.

Tlačni cjevovod i zasunska komora: specifične investicije od St. Din 1964/m³ zapremine 55.100. Ovi radovi bili su predviđeni uz specifične investicije od St. Din 1960/m³ 27.100. Porast građevnih troškova izazvan je isključivo međuvremenim porastom cijena građevnih usluga.

Turbinski prostor: specifične investicije od St. Din 1964/m³ prostora 63.800. Specifične investicije turbinskog prostora hidroelektrane Peruća iznosile su St. Din 1960/m³ prostora 38.000. Iz toga bi se mogla zaključiti normalnost ovog investiranja.

Komandna zgrada: specifične pogonskopovršinske investicije od St. Din 1964/m² 104.500. Izvedba komande bila je predviđena uz specifične investicije od St. Din 1960/m² 35.000. Ona je skuplja radi višeg izvedenog prostornog komfora.

Uređenje okoliša: specifične investicije od St. Din 1964/m² 1.1950. Racionalna izvedba. Ovo uređivanje bilo je investicionim programom predviđeno uz specifične investicije od St. Din 1960/m² 1.500.

Investiranje u rasklopišta i prijenos

Rasklopno postrojenje 110 — 220 kV uz strojarnicu: ostvarene specifične investicije, uključivo čelične stupove iznose St. Din 1964/m² platoa 17.800 odnosno Nov. Din 1965/m² platoa 200. Ovi su radovi bili predviđeni uz specifične investicije od St. Din 1960/m² 13.400. Specifične investicije rasklopišta Peruća g. 1960 bile su višestruko više.

220 kV-tni vod Senj — Brinje: ostvarene specifične investicije iznose 10³ St. Din 1964/km 15.300. Vod je bio izveden uz nešto niže investicije od onih, predviđenih troškovnikom projekta g. 1963. za 12 % dužu prvobitnu trasu voda. Jedini

sličan vod, koji se po težini terena i zoni vjetra može usporediti je 220 kV-tni vod od hidroelektrane Vinodol do transformatorske stanice Matulji, izveden g. 1962. uz specifične investicije od 10^3 St. Din/km 11.826.

Rasklopno postrojenje 220 kV Brinje: specifične investicije iznose (uključivo čelične portalne konstrukcije) St. Din 1964/m² platoa 7.045 odnosno N. Din 1965/m² platoa 74. Izvedba je bila predviđena uz gotovo jednake specifične investicije od St. Din 1960/m² 7.040. Radovi su bili izvedeni uz umjerene cijene; 60 do 63 % niže od onih u Velikoj Grabovi.

Zgrada komande Brinje izvedena je uz specifične investicije od St. Din 1964/m² 95.000.

Investiranje u upravnu i u stambene zgrade

Poduzeće je podiglo trokatnu upravnu zgradu: specifične investicije (uključivo parkiralište i zbirni kanal) iznose Nov. Din 1966/m² posl. površine 481. Cijene po troškovniku projekta 1963/4 bile su 5 % više.

Za osoblje proizvodnog poduzeća izvedeno je 50 stanova; jednosobnih do trosobnih. Specifične investicije ovih izvedbi su naglo rasle; od St. Din 1961/m² 52.510 do N. Din 1967/² stambene površine 1.656.

Porast 2.1 struk. (indeks 316) tokom šest godina. Do g. 1965. porast je bio mali; 38 %.

Specifične investicije centar Senja 1967. poklapaju se s onima u prigradskim novim naseljima.

Kao sastavan dio investicionih napora oko izgradnje elektroenergetskih postrojenja daje se retrospektivan osvrt na specifične investicije stanova 1952—1965.

Specifične investicije izvedbe stambenih zgrada za osoblje novijih hidroelektrana u Hrvatskoj 1952—1965.

Tablica 19

	Godina izvedbe i kupov. snage	Specifične investieije korištene površine St. Din/m²
1-katne zgrade u Triblju — HE Vinodol	1952	17.450
1-2 katne zgrade u Ogulinu — He Gojak	1958	30.600
Prizemne zgrade u Perući	1958	25.000
1-katne zgrade u Sinju — HE Peruća	1958	26.300
4-katne zgrade u Senju	1962	53—57.000
2-katne zgrade u Senju	1963	63.500
1-katne zgrade u Senju i Brinju	1965	73—77.000

Prikaz upućuje, da je porast cijena stambenih objekata općenito bio brži od trenda porasta cijena izvedbe industrijskih visokih i niskih gradnji. Nagao skok nastao je na prijelazu 1961. na 1962. i to u većoj mjeri nego li je u privredi u to vrijeme.

Troškovi uprave investitora: iznose 3,2 do 3,7% od investicija, bez troškova investitora.

Ulaganja u opremu

Transport u odnosu na opremu	3,4 %
Montaža, sitnija oprema i montažni materijal, u odnosu na opremu, na mjestu montaže	12,0 %
— od toga:	
montaža tlačnog cjevovoda	47,6 %
montaža cjelokupne ostale opreme	8,3 %
Izlučivši transformatore, montaža opreme iznosi	9,3 %

Na gradilištu Peruća 1960. transport je iznosio 3, a montaža 5,4 %.

Pretežan dio uređaja je domaće izrade.

Iz inozemstva bio je ostatak specijalne opreme. Njen valutaran (devizni) udio čini 10,6 % od investicija u opremu ili 1,6 % od ukupnih investicija.

Iz grube analize i usporedbe sa predviđanjem programa izlazi, da se šestgodišnji porast cijena odrazio na ovom gradilištu relativno nisko; od 22 % (turbine) do 39 % (generatori). Atipično visok porast od 75 % prouzročen je pri dobavi i montaži tlačnog cjevovoda pod odlučenim kutom od 45⁰, uz ubetoniranje.

Usporedba specifičnih investicija opreme HE Senj s onima novijih hidroelektrana u Hrvatskoj 1958—1966 bez montaže

Tablica 20

	Gojak 1958	Peruća 1960	Split I etapa 1962	Senj 1966
	u starim dinarima po kilogramu			
Vodna turbina:				
16 MW, 188 o/min	1.218			
21 MW, 428 o/min		1.410		
72 MW, 600 o/min				1.932
108 MW, 125 o/min			1.076	
Generator:				
20 MVA	1.736			
26 MVA		1.469		
80 MVA				1.627
120 MVA			1.080	
Transformator:				
20 MVA	1.000			
25 MVA		1.163		
80 MVA				1.706
120 MVA			1.345	
Kabeli 110—220 kV				2.208
Dizalice	665	533	582	1.012
Hidromehanička oprema	472	578	537—862	889
Tlačni cjevovod	218	300	240—273	468

Usporedbe investicija hidroelektrane Senj

Struktura: 71 do 74 % građevinska izvedba, 17 do 16 % oprema i montaža uređaja, a ostalo 12 do 10 %. Slična tomu su talijanska strukturna iskustva pri investiranju u akumulacione elektrane sa srednjim i visokim padom.

Usporedba struktura investiranja u alpska i apeninska postrojenja sa strukturama hidroelektrane Senj

Tablica 21

		Alpska postrojenja	Apeninska postrojenja	Hidroelektrana Senj
A. *Po elementima*				
Godišnja proizvodnja	GWh	745—157	210—430	1.080
Pad		srednji	visoki	visoki
Građevinski radovi i ostalo	%	68 — 85	74 — 76	83 — 84
Uređaj (oprema)	%	32 — 15	26 — 24	17 — 16
B. *Po organima*				
Zahvat	%	13		20
Dovod	%	40		53
Tlačni cjevovod	%	7		2
Strojarnica	%	6		8
Odvodnja	%	3		2
Oprema	%	31		15

Talijanski i senjski investicioni količnici

Tablica 22

Godina kupovne snage	Alpska postrojenja	Hidroelektrana Senj
1950	Lit./kWh/g 41,40	
1960		St. Din/kWh/g 23,20
1964		St. Din/kWh/g 42,51
1967		Nov. para/kWh/g 48,20

Relativne investiciono i troškovnoenergetske vrijednosti hidroelektrane Senj po dva kriterija, dva projekta i dvije kupovne snage valute.

Prouzročeno skuplje građenje mijenjalo je visinu investicionog količnika i to kako ovog hidroelektrane tako i onog termoelektrana.

Apsolutne vrijednosti imaju radi toga samo informativan, odnosno kratkotrajan značaj za ocjenu boniteta postrojenja.

S druge strane, relativne investicione i troškovnoenergetske vrijednosti elektrane pružaju mogućnost da se utvrdi trajan raspon investicionog i troškovnog odnosno — općenito — energetskog boniteta elektrane, usprkos valutarnih poremećaja tokom kojih su se postizavali obostrani proizvodni kapaciteti.

Relativne vrijednosti hidroelektrane Senj

Tablica 23

Relativne investiciono energetske vrijednosti		Relativne troškovno-energetske vrijednosti
	Na bazi kupovne snage valute 1963.	
0,55	Po kriteriju Jugel-e, na podlozi jugosl. projekta	2,16
0,60	Po kriteriju J. I. Banke, na podlozi jugosl. projekta	2,24
0,35	Po kriteriju Jugel-e, na podlozi TE Plomin	1,49
0,38	Po kriteriju J. I. Banke, na podlozi TE Plomin	1,54
	Na bazi kupovne snage valute 1966.	
0,42	Po kriteriju Jugel-e, na podlozi TE Plomin	1,78
0,45	Po kriteriju J. I. Banke, na podlozi TE Plomin	1,84

Hidroelektrana Senj se pokazuje na podlozi jugoslavenskog termoenergetskog projekta, da je investiciono — i troškovnoenergetski visokovrijedna; 0,55 do 0,60 odnosno 2,16 — 2,24.

Mjerena na podlozi racionalne elektrane Plomin, vrijednost hidroelektrane Senj pomiče se (zajedno s ostalim, iskazanim hidroelektranama) na niže razine; 0,35 do 0,45 odnosno 1,49 do 1,84.

Vidljiva razlika u nivoima pokazuje istovremeno, u kojoj mjeri je projekat termoelektrane Plomin ekonomičniji od jugoslavenskog termoenergetskog projekta.

Niz vrijednosti hidroelektrana u Hrvatskoj
(na bazi jugoslavenskog termoenergetskog projekta)

Tablica 24

	Relativne investicione-energetske vrijednosti	Relativne troškovno-energetske vrijednosti
Dubrovnik	0,94—0,84	3,26—3,10
Manojlovac	0,79—0,86	3,28—3,40
Peruća—Split I-Kraljevac	0,63—0,74	2,60—2,78
Senj	0,55—0,60	2,16—2,24
Rijeka	0,48—0,40	1,00—0,90
Gojak	0,32—0,29	1,24—1,18
Vinodol	0,14—0,19	0,61—0,70

Ovdje je vrijedno zabilježiti, da su investiciono i troškovnoenergetske vrijednosti, mjerene po valuti 1963 i 1966 — smještene u uske vrijednosne pojaseve, čije krajnje granice odstupaju od medijana za 9 do 11 %. Ova odstupanja prouzročena su činjenicom, da je izgradnja termoelektrana a i dobava goriva poskupila u ove tri do četiri godine u većoj mjeri, nego li izgradnja hidroelektrana.

Oba niza vrijednosti hidroelektrane Senj imaju trajno obilježje ovog postrojenja.

Visina troškovnoenergetskih vrijednosti elektrane istovremeno pokazuje latentne i efektivne akumulativne mogućnosti.

Mjesto hidroelektrane Senj u nizu troškovnoenergetskih vrijednosti elektrana riječkog bazena i stvaranje elektroprivrednog viška proizvoda

Tablica 25

	Relativna troškovnoenergetska vrijednost (kronološki)	Elektroprivredni višak proizvoda 1966. milijuni novih dinara
Termoelektrana Rijeka	0,46	0,2
Termoelektrana Vlaška	0,45	0,2
Hidroelektrana Vinodol	0,66	1,6
Hidroelektrana Senj	2,20	9,4
Izvori »Elektroprivreda« Rijeka	1,50	11,4

Nije isključivi koneksitet između ovih nizova; vjerojatno utječu i druge komponente.

No uštede u eksploataciji, odnosno visina troškovnoenergetskih vrijednosti pojedinih elektrana i privrednog poduzeća (u ponderu) su najodlučnije za stupanj mogućnosti akumuliranja sredstava.

Najveća mogućnost stvaranja akumulacije poduzeća za pokrivanje krupnih investicionih potreba je na mjestu proizvodnje energije Senj. Akumulativnost opada usporedno s padanjem troškovnoenergetskih vrijednosti proizvodnih postrojenja s tim, da su postrojenja sa troškovnoenergetskim vrijednostima, manjima od jedan, u određenoj visini akumulativna po sebi.

Akumulativnost hidroelektrane Senj će se kompletirati u času redovnog pogona zahvata Kruščica, a elektrana će i tokom daljnje izgradnje u riječkom bazenu, zadržati mjesto glavnog elektroenergetskog akumuliranja za to područje.

GRANDIOZNO DJELO NAŠIH GRADITELJA I STRUČNJAKA

Ernest Radetić, Zagreb

Pod naslovom »Grandiozno djelo naših graditelja i stručnjaka« objavila je dnevna štampa vijest, da je hidroelektrana SENJ puštena u redoviti pogon.

Vijest je popraćena s mnogo lijepih i zanosnih riječi, opisa postrojenja i radilišta, napora koji su uloženi, i svih ostalih podataka, koji takav događaj popraćuju. To je i razumljivo. Takvi se veličanstveni pothvati ne dešavaju svake godine, pa ni svakog desetljeća, a konkretno: i na ovom se velebnom objektu radilo punih pedeset godina, pa i više. Uz prekide, naravno! Ja sam o tim pedesetgodišnjim naporima već jedanput pisao (vidi »Energiju« br. 1—2 iz 1963. str. 46 do 54). Međutim zbog onih koji će doći iza nas, a neće o svemu tome znati ništa ili vrlo malo, smatram potrebnim, da donesem još neke, širokom krugu čitalaca nepoznate, podatke.

Sigurno je veoma malen broj onih, koji znadu, da se je o gradnji hidroelektrane Senj veoma mnogo govorilo prije šezdeset i pedeset godina, ne samo u Rijeci, odnosno u Sušaku, gdje je bilo sjedište prvog poduzetnika dioničkog društva »Adriatique électricité«, nego i u gradskom zastupstvu »slobodnog i kraljevskog grada Zagreba«, koje je namjeravalo, i to sasvim ozbiljno, da se stavi na čelo te velike akcije, što ju je zapravo htio da provede francusko-mađarski kapital, pa da umjesto toga stranoga kapitala budu sve hrvatske općine one, koje će financirati pothvat i koristiti se za dobro hrvatskoga naroda njegovim probicima.

Donosimo stoga u cijelosti projekat nadinženjera zagrebačke općine ing. Filipovića, kako ga je izložio gradskom zastupstvu i kako ga je ono prihvatilo.

Evo točnoga teksta toga projekta, kako su ga objavile na dan 11. srpnja 1913. pod naslovom »Veličanstven pothvat hrvatskih općina« tadašnje RIJEČKE NOVINE:

RIJEČKE

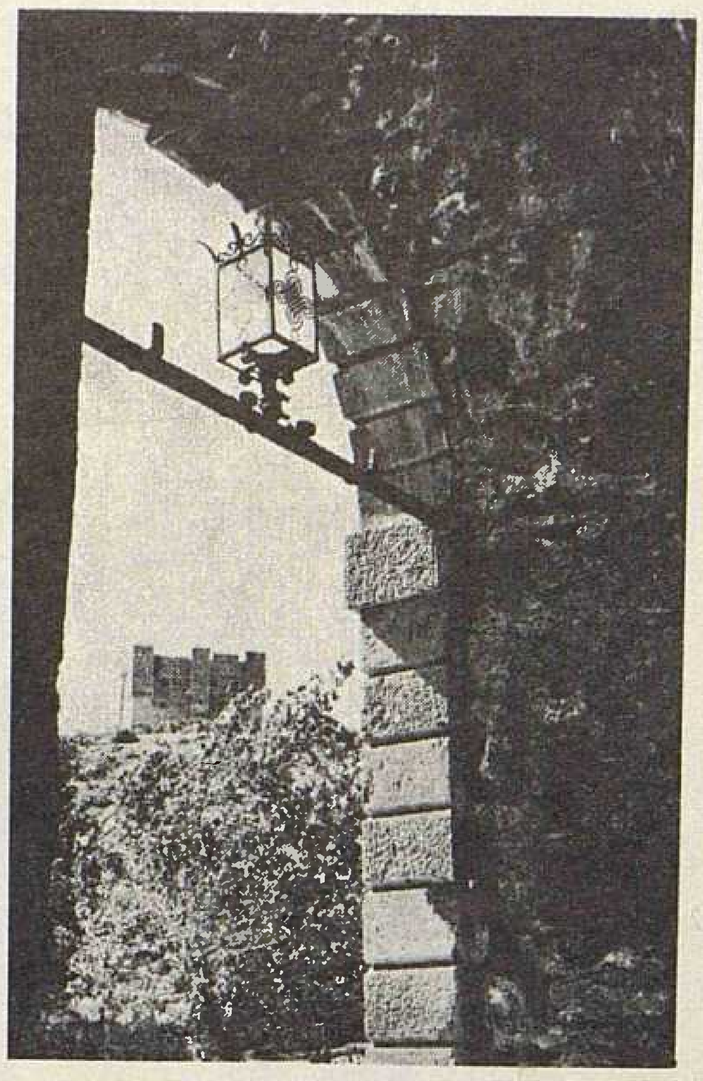
NOVINE

Rijeka, u petak 11. srpnja 1913.

U zagrebačkom je gradskom zastupstvu održano nekoliko stručnih predavanja o kaloričnim i hidroelektričnim centralama, radi informacije kako zastupstva tako i ostalih interesenata. To je priređeno prigodom rasprave osnove o proširenju gradske kalorične električne centrale kod Sv. Nedjelje na Savi.

Ciklus je tih interesantnih predavanja završio gradski zastupnik nadinžinir Filipović svojom raspravom o projektu dioničarskog društva »Adriatique-Electricité« na Sušaku za izgradnju velike hidroelektrične centrale na Gackoj.

Nećemo govoriti o samu tehničkom opisu toga projekta, nego je dovoljno za općenito razumijevanje, ako se primijeti da bi se za ovu osnovu upotrebljavala



Pogled na Nehaj kroz Vela vrata u Senju

voda Gacka u množini od 12 kub. metara u sekundi i vodila otvorenim spojnim kanalom dugim 5124 met. do zaselka Derikrova na zapadnom kraju Švičkoga jezera, na kojem se mjestu sva tri švička jezera, jer će biti zapriječeno oticanje, spajaju u veliko sabiralište vode radi godišnjeg izjednačenja množine vode.

Odovud vodi otvoreni kanal u dužini od 12,2 kilometra u sjevero-zapadnom pravcu pokraj Vršić-sela do blizu Josefinske ceste preko Vratnika a kod Melnice zakreće naprama zapadu te teče dalje gotovo ravno.

U drugom se odsjeku prolama Velebit-Senjsko bilo te gorske kose Ostrovo i Borov Vrh da se dođe do spremnice za sabiralište za izjednadžbu kod Dolca, a odovud spušta se 440 metara dugi tlačni rov do dovodne komore, dok se iz rova voda spušta na turbine, porazdijeljena u željezne tlačne cijevi.

Cijela je trasa duga oko 20 km. Sama bi se hidroelektrična centrala izgradila u Vlaškoj Dragi te bi proizvodila 51.200 konjskih snaga a kasnije i 64.000 HP. Projektirana su dva voda na daljinu i to od Vlaške Drage preko Senja do Sušaka te od Sušaka na Rijeku do Trsta.

Ukupni bi troškovi iznosili oko 30 milijuna kruna.

Filipovićev projekat

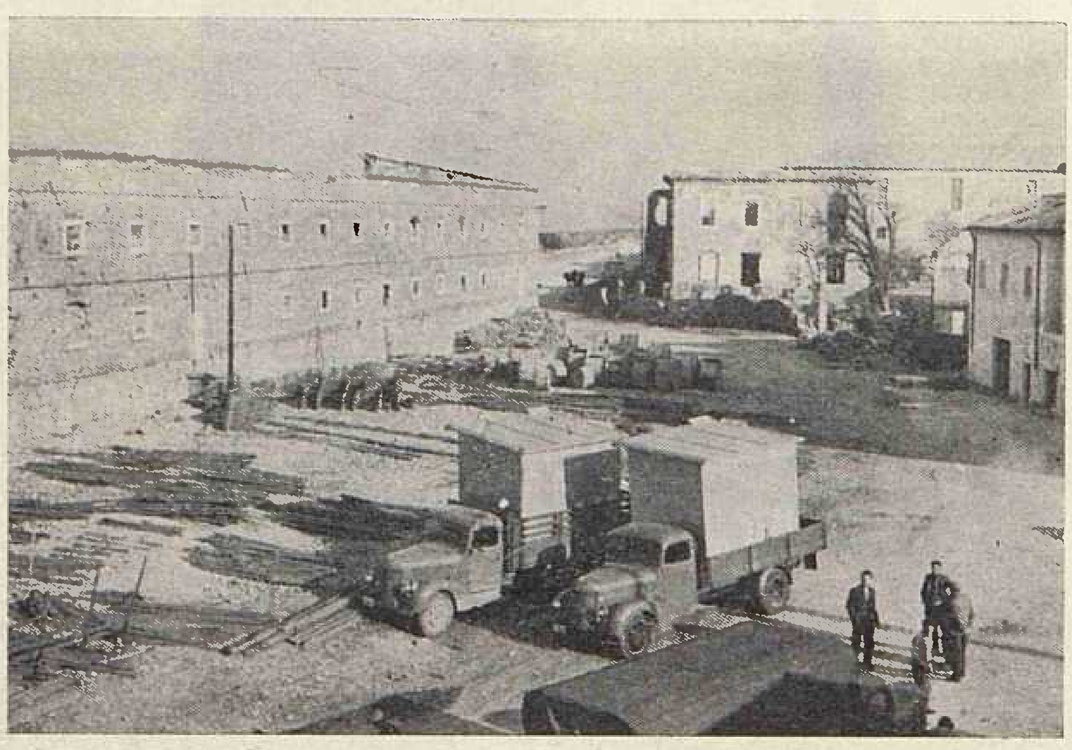
Nasuprot tomu projektu društva »Adriatique Electricité« iznosi predavač glavne misli o novom projektu, prema kojem bi se voda potoka Like spojila sa Švičkim jezerom i tim dobilo 27 kub. metara vode, koja bi u Vlaškoj Dragi dala 112.500 konjskih snaga.

Osim toga bi se imala izgraditi kod pada Like u Švička jezera jedna centrala od 4800 HP, a u gornjem

toku Like druga centrala od kojih 7200 konjskih snaga a tim bi bila stvorena najveća hidroelektrična centrala u Srednjoj Evropi.

Tom bi se strujom mogla opskrbiti gotovo cijela zemlja.

Samim uspoređivanjem jednog i drugog projekta vidimo već na prvi pogled, da je potonji projekt i po svojoj osnovnoj misli i svojom dalekosežnošću za budućnost neprispodobivo znatniji nego li je to osnova društva »Adriatique Electricité«, a napose se vrijednost Filipovićeva projekta pokazuje kada se uzme u obzir diferencije u financiranju.



Trg u Senju iza starih »magazina«, gdje je za vrijeme gradnje hidroelektrane bilo skladište »Dalekovoda«

Prema novoj je osnovi razdijeljena gradnja u 3 periode. Gradnja bi prve periode iznosila 12 milijuna, a ostale dvije periode koje bi se vršile u najdaljoj budućnosti, iznosile bi: druga 3,600.000 kruna a treća 12,400.000 kruna.

Računajući da bi se moglo prodati samo 50 posto struje, iznosio bi trošak u 1. periodi 1.46 filira, u drugoj 0.96 fil., a u trećoj 0,72 fil. po kilovatnom satu.

Uzme li se prodajna cijena s 3 filira po kilovatnom satu a vjerojatni godišnji promet sa 78,000.000 kilovatnih sati, to dobivamo . . . . . 2,340.000 K.
odbije li se trošak (10 po sto od investicije) . . . . . 1,200.000 K.
to ostaje vjerojatnost čistoga dobitka u prvoj periodi godišnje . . . . . 1,140.000 K.

Ovaj je račun još povoljniji u ostalim dvjema periodama. Svoje predavanje završuje Filipović s prijedlogom da se općina grada Zagreba stavi na čelo konzorcija hrvatskih općina, da izradi koncesiju za ovu doista sjajnu osnovu.

Dioničari bi dakle toga pothvata imale biti hrvatske interesirane općine na čelu mu općina grada Zagreba.

Zagrebačka općina kao pothvatnik

Na sjednici je od 8. ov. mj. prihvaćen taj prijedlog i tim udaren prvi temelj za oživotvorenje ovog doista po svojoj zamisli i po njegovoj narodno-gospodarstvenoj vrijednosti veličajnoga pothvata.

Tok je rasprave u plenumu zastupstva bio ovaj:

Zastupnik ingenieur Filipović stavlja u svoje ime i u ime zastupnika dra Pavelića, Krešića, dra Jurja Vrbanića, dra Šurmina i Hrustića ovaj hitni prijedlog:

»Stavljamo prijedlog, da gradsko zastupstvo izvoli zaključiti u skupštini dne 8. ov. m. da se poziva poglavarstvo, da bezodvlačno ishodi koncesiju za upotrebu motorne snage rijeke Like i Gacke, prve počam od zaselka Kruščice do njezina utoka u ponore niže sela Lipovlje, a druge od Otočca do ponora u korist i na ime slob. i kralj. glavnog grada Zagreba a temeljem ustanova zakona od 31. XII. 1891. o vodnom pravu i molimo da se ovom prijedlogu prizna prešnost.«

Ovaj je prijedlog uz burno odobravanje predlagaču prihvaćen jednodušno po zastupstvu.

Nesumljivo će ovaj veliki zaključak zagrebačkoga zastupstva radosno pozdraviti čitava zemlja, a da i ne govorimo o oduševljenju, kojim će ga primiti čitavo naše Primorje a i do sada pusti i zaboravljeni krajevi Like.

Zamašitost pothvata ne leži samo u opskrbi svih tih krajeva električnom strujom uz cijenu od koje se jeftinija ne da ni zamisliti, nego i u tom, što je pothvat tako rentabilan da će općinama, koje budu sudjelovale kod njegovog financiranja biti otvoreno novo i trajno bogato vrelo prihoda.

Znatno je pri tomu, da će osim investicije za strojeve sav ostali uloženi građevni kapital ostati u zemlji, među našim svijetom, a da se naš svijet neće zapostaviti, kao što se to događa pri gradnji ličke željeznice.

Predaleko bi nas vodilo, ako bismo potanko htjeli istaći sve koristi ovog pothvata. Sigurno je, da se posljedice ovoga pothvata jedva danas dadu i dogledati. Toliko se može za slučaj njegova realiziranja reći, da je u stanju da izmijeni čitav gospodarski sistem onih krajeva, da otvori nova industrijska područja i ondje, gdje ih se bez njega ne da ni zamisliti, da bi se s njegovom pomoću razvio mali obrt, komunikacije, jednom riječju podiglo narodno blagostanje i napredak.

Ostvari li se ovaj zamišljaj moći će se i isti naš bezvrijedni vapnenac, kojeg na pretek ima pretvarati u umjetni gnjoj i s pomoću njega otvarati plodonosne poljane iz tratina, što po njima danas tek buja i kržljave rasline rastu.

Kako ostvarenju ovog pothvata ne stoje na putu niti tehničke poteškoće a niti financijske, budući da će biti općine kao dioničari ujedno i konzumenti, to već danas nakon ostvarenoga ovog zaključka ne sumnjamo, da će i naše oblasti započetu akciju potpomoći i u najkraćem roku zatraženu koncesiju zagrebačkoj općini dati, da se stvar što prije riješi.

Držimo, da bi bila — kako ovaj pothvat ima eminentno-ekonomski značaj, — upravo dužnost naših jakih imovinskih korporacija, kao što je to brodska i petrovaradinska imovna općina, da u ovo doba općenite financijske krize i gospodarstvenoga zastoja lakim zajmom omoguće interesiranim općinama već u ovo doba financiranje pothvata.

Upozorujemo napose trgovačko-obrtničku komoru, da sa svoje strane žurnim intervencijama i predstavkama požuruje rješenje ovoga pitanja i da ga ni u kojem stadiju ne pušta s vida.

Uz to bi imale primorske i ličke općine kao neposredni interesenti također sa svoje strane u sadanjem njezinom početnom stadiju potpomagati barem moralno ovu akciju. Ne bi bilo zgorega, ako bi one sazvale eventualne izvanredne sjednice općinskih zastupstava i na njima stvar pretresle.

Tim bi se načinom obavijestila široka javnost o samoj akciji i o njezinoj veličini, a same interesirane općine našle složne i na okupu, da prema potrebi organiziranom i jedinstvenom akcijom spriječe svaki i najmanji pokušaj pa došao s koje strane — a kojim bi se htjelo da se što skorije realizovanje ovog veličajnog pothvata spriječi.

Stvar je po opće naše narodne interese od tolike presudne znamenitosti, da je upravo svatko dužan a napose onaj, koji već po svom položaju stvari može koristiti, da se sa svim, čim raspolaže za stvar angažira i da je promiče.

Stoga je u prvom redu, kako smo već istaknuli, dužna da radi naša trgovačko-obrtna komora u Senju, koja može zainteresirati za stvar i zagrebačku te osječku trg.-obrt. komoru, te tim podati što jače značenje svojoj intervenciji, a uz nju i sve općine, kojih se stvar tiče bilo po svom položaju ili radi kojeg specijalnog interesa.

Nadinžinir i gradski zagrebački zastupnik Filipović završio je svoje predavanje u gradskom zastupstvu zagrebačkom krilaticom, da je u našim rukama karta, koju možemo izigrati i svakog utući, tko nam na put stane, ako se Zagreb stavi na čelo akcije.

Općine vode

Zagreb, naša prva općina, učinila je svoju dužnost. Stavila se na čelo s čvrstom voljom, da započetu akciju i u život privede, pa je zato elementarna dužnost ostalih općina, da to nastojanje sa svoje strane ozbiljno i što jače potpomognu.

Iz svega, što je do sada za stvar učinjeno, vidi se, da se radi o dobro promišljenoj i provedivoj akciji pa stoga neka svatko, koji je zvan u svom krugu i prema svom položaju izvrši svoju dužnost i uspjeh ne može da izostane.

Mi ćemo našu javnost o svakom stadiju ove doista grandiozne akcije u pravo vrijeme i pouzdano obavješćivati te prema potrebi nećemo niti jednoga časa oklijevati, da javno ustanemo protiv svakog, koji, premda može, ne bi pri ovomu velikomu narodnomu poslu vršio svoju dužnost.

Toliko »Riječke novine« od 11. srpnja 1913.

* * *

Došao je Prvi svjetski rat. Četiri je pune godine, od 1914. do 1918. trajalo historijsko hrvanje ne samo po bojnim poljanama Evrope, nego i Azije i Sjeverne Afrike, dok se nisu srušila stoljetna carstva i geografska se karta iz temelja izmijenila.

Misao o korištenju voda Like i Gacke nije, međutim, nikada napuštena. Odmah iza rata od 1919. do 1922. počela se jedna grupa stručnjaka u tadašnjem Vodograđevnom odsjeku Hrvatsko-Slavonsko-Dalmatinske Zemaljske Vlade u Zagrebu baviti oživljavanjem toga projekta, ali su poratne prilike u staroj Jugoslaviji bile takve, da je svaki pokušaj u tom pravcu morao biti u zametku ugušen. Čak se je i opsežnom elaboratu rađenom od 1915. do 1922. zameo svaki trag.

U to je došao i Drugi svjetski rat, ništa kraći od Prvoga, ne manje krvav i ne manje strašan. Ideja, međutim, nije ni nakon drugog rata zamrla. Ona je ostajala privlačna i za stručnjake i za poduzetnike. Opet su se javili interesenti. Sjećam se, kad nas je prije nešto više od deset ogdina u tadašnjoj Zajednici elektroprivrednih poduzeća Hrvatske u Zagrebu jednoga dana posjetio ing. Mario Loria iz Torina, kao predstavnik jedne jake talijansko-švicarsko-francuske



Senj s mora u doba prije gradnje »HE Senj«

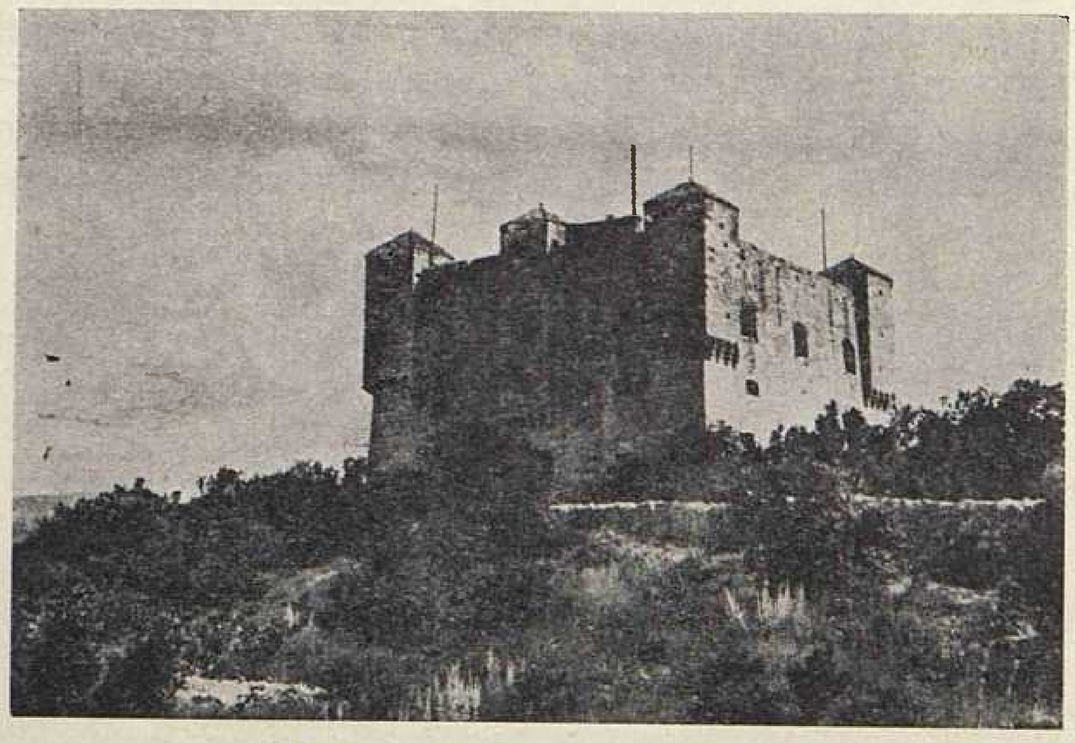
financijske grupe, predlažući izgradnju senjske hidrocentrale. Vidjelo se: bio je vrlo dobro upoznat sa svim nekadašnjim projektima i elaboratima. Nudio je izgradnju kompletne hidroelektrane u roku od tri godine, potpuno besplatno uz jedini uvjet, da smije kroz petnaest godina povlačiti svu proizvedenu energiju i prenositi je dalekovodom, koji bi opet oni izgradili, do Trsta. Ključ od centrale sa svim postrojenjima društvo bi nakon petnaest godina predalo nama u naše vlasništvo. Sekretar za privredu bio je Marin Cetinić, a uz njega pokojni inženjer Josip Deutsch. Dobro se sjećam rezultata toga njegovog pohoda: »Grazie, Jugoslavia farà da se!« — »Hvala, Jugoslavija će sve uraditi sama!«

* * *

Da! Uloženi su veliki napori i sve smo uradili sami! Žrtve su bile goleme za jednu generaciju koja je preuzela na sebe i na svoja leđa velik teret. I smatram da tim ekipama požrtvovnih stručnjaka i radnika, tim poduzetnim herojima rada, koji su u izuzetno teškim priilkama uspjeli ostvariti to zaista u svjetskim razmjerima grandiozno djelo, neće nikada biti odano dovoljno priznanje.

Završit ću i opet citiranjem dnevne štampe (»Vjesnik« od 27. studenoga 1966), koja je prigodom puštanja u redoviti pogon HE Senj, donijela ovaj izvještaj iz Senja:

SENJ, 27. studenoga — U povodu proslave Dana Republike potpredsjednik Saveznog izvršnog vijeća Jakov Blažević pustio je u nedjelju prije podne u redoviti pogon hidroelektranu Senj koja će našoj privredi davati godišnje milijardu i 100 milijuna kilovatsati električne energije. Poslije puštanja u pogon HE, u Senju je održan narodni zbor na kojem su govorili Jakov Blažević i Branko Potkonjak, predsjednik Općinske skupštine Senj.



Kula Nehaj u Senju

Svečanosti u Grabovi prisustvovalo je nekoliko stotina uzvanika i graditelja među kojima: *Savka Dabčević-Kučar,* član predsjedništva CK SKJ; *Milivoj Rukavina,* sekretar SIV-a; ing *Boris Bakrač,* predsjednik Republičkog vijeća Sabora; *dr Dušan Dragosavac,* predsjednik Privrednog vijeća Sabora; *Stjepan Ivić,* predsjednik Glavnog odbora SSRN Hrvatske; *Vajo Skendžić,* generalni sekretar Centralnog vijeća Saveza sindikata Jugoslavije; *Josip Krpan,* član Izvršnog vijeća Sabora; generalpukovnik *Milan Kuprešanin,* rukovodioci kotara Rijeke i Karlovca, općina Hrvatskog primorja, Like i drugi.

Primjer suradnje jugoslavenske privrede

Nešto poslije devet sati uzvanici su stigli u Grabovu gdje su razgledali vanjska postrojenja i komandnu ploču za distribuciju energije koju proizvodi hidroelektrana. Zatim su gosti u pratnji rukovodilaca i stručnjaka hidroelektrane krenuli dugim tunelom prema strojarnici. Na prigodnoj govornici uz same generatore o hidrocentrali je govorio direktor objekta u izgradnji Dane Vuksan. Potpredsjednik Saveznog izvršnog vijeća Jakov Blažević je uoči puštanja u pogon moćnih turbina čestitao graditeljima na uspješnoj izvedbi ističući da je dovršenje HE Senj značajan objekt koji će zajednici i njezinoj privredi davati goleme količine električne energije. On je istakao da će elektrana biti neobično značajna i za razvoj niza drugih djelatnosti u Lici zbog regulacije Like i Gacke, i u Primorju gdje se razvija turizam.

Na kraju pozdravnog govora Jakov Blažević je rekao da je HE Senj očit primjer suradnje čitave jugoslavenske privrede jer je elektranu gradilo više desetaka poduzeća iz gotovo svih krajeva.

Bilo je tačno 10.15 sati kad je predsjednik Saveznog izvršnog vijeća Jakov Blažević povukao ručicu na komandnoj ploči prve turbine. Redali su se zatim drugi i treći generator. Vode Like i Gacke koje su ponirale u podnožju Velebita u Lici i gubile se unepovrat sada kroz utrobu Velebita, tunelima izgrađenim ljudskom rukom daju našoj privredi dragocjenu energiju.

Radilište dugo 60 km

Dovršenje HE Senj grandiozno je djelo naših graditelja i stručnjaka. U izgradnji je sudjelovalo desetak instituta i naučnih ustanova te više pojedinaca. Građevinske radove izvodilo je pet građevinskih poduzeća, a radilo je još petnaestak što manjih što većih kolektiva.

Na gradilištu dugom oko 60 km radilo je od 1961. dosad neprestano 3000—4000 radnika. Za to vrijeme sagrađeno je 39,5 kilometara tunela, 11.4 km kanala i četiri brane. U tunelima je iskopano 1,672.000 kubika kamenja i zemlje, a u brane i nasip ugrađeno je 1,180.000 kubika materijala. Osim toga upotrebljeno je 395.000 kubika betona i 8,700.000 kilograma betonskog željeza. Ugrađena oprema teška je oko 4500 tona.

Osim toga, moralo se sagraditi 50 km pristupnih putova, 34 km vodovoda, 240 km dalekovoda i niz drugih objekata.

Od cjelokupne opreme samo 15 posto uvezeno je iz inozemstva, iako je bilo predviđeno čak 38 posto.

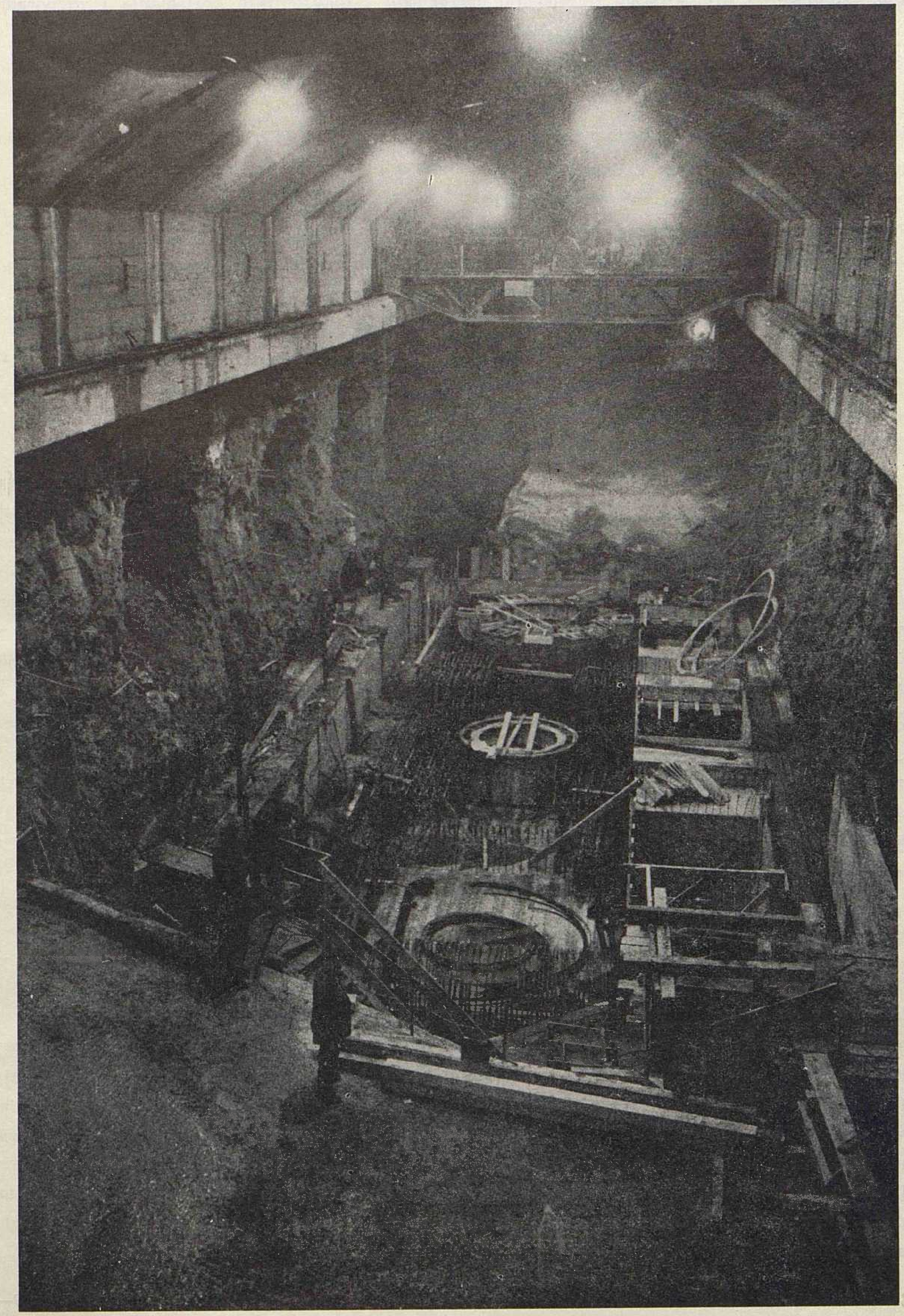
Predsjednik Republike Josip Broz Tito odlikovao je 177 graditelja tog objekta. Svi oni su, netko manje netko više, učinili podvig koji će ući u anale našeg građevinarstva i naše industrije uopće.

Stoga dovršenje i puštanje u redoviti pogon HE Senj predstavlja veliku radnu pobjedu naših radnika, tehničara, inženjera i drugih stručnjaka.

»KONSTRUKTOR« građevno poduzeće Split

telefon 22-15, telex 26-140, 42-188

izvodi sve vrste građevinskih radova u zemlji i inozemstvu: visokogradnje, niskogradnje, hidrogradnje i industrijske gradnje.



Hidrograđevinske radove u HE SENJ obavilo je poduzeće »Konstruktor« iz Splita

elektroprojekt

Zagreb, poduzeće za projektiranje i izvođenje energetskih i industrijskih postrojenja i vodogradnja

Zagreb, Proleterskih brigada 37, POB 233 telex: 02-162

Telef. 513-822; 511-455; 514-111; 511-242; 514-830; 514-110

Kad je poduzeće osnovano 1949. godine radilo je kao projektna organizacija za potrebe elektrifikacije zemlje, čiji je porast potrošnje el. energije iznad svjetskog prosjeka. Zato je bilo potrebno projektirati vrlo brzo i mnogo elektro-energetskih objekata. To je rezultiralo u velikom broju mladih ali bogatih iskustvom projektanata, koji i danas sačinjavaju kadrovsko i stručno jezgro ELEKTROPROJEKTA. Poduzeće se od onda do danas razvilo u snažnu konzultantsko-inženjersku organizaciju, sa brojnim specijaliziranim kadrom za vršenje raznih usluga na području investicione izgradnje energetskih objekata, melioracija i uopće vodogradnja koje izvodi u inozemstvu i tuzemstvu.

Osim tehničkih biroa koji su podijeljeni prema svojim djelatnostima, formiraju se i posebni biroi za nadzor i izvođenje radova na objektima koje je projektirao ELEKTROPROJEKT.
U svakom birou postoje specijalizirane grupe za pojedine vrste objekata.

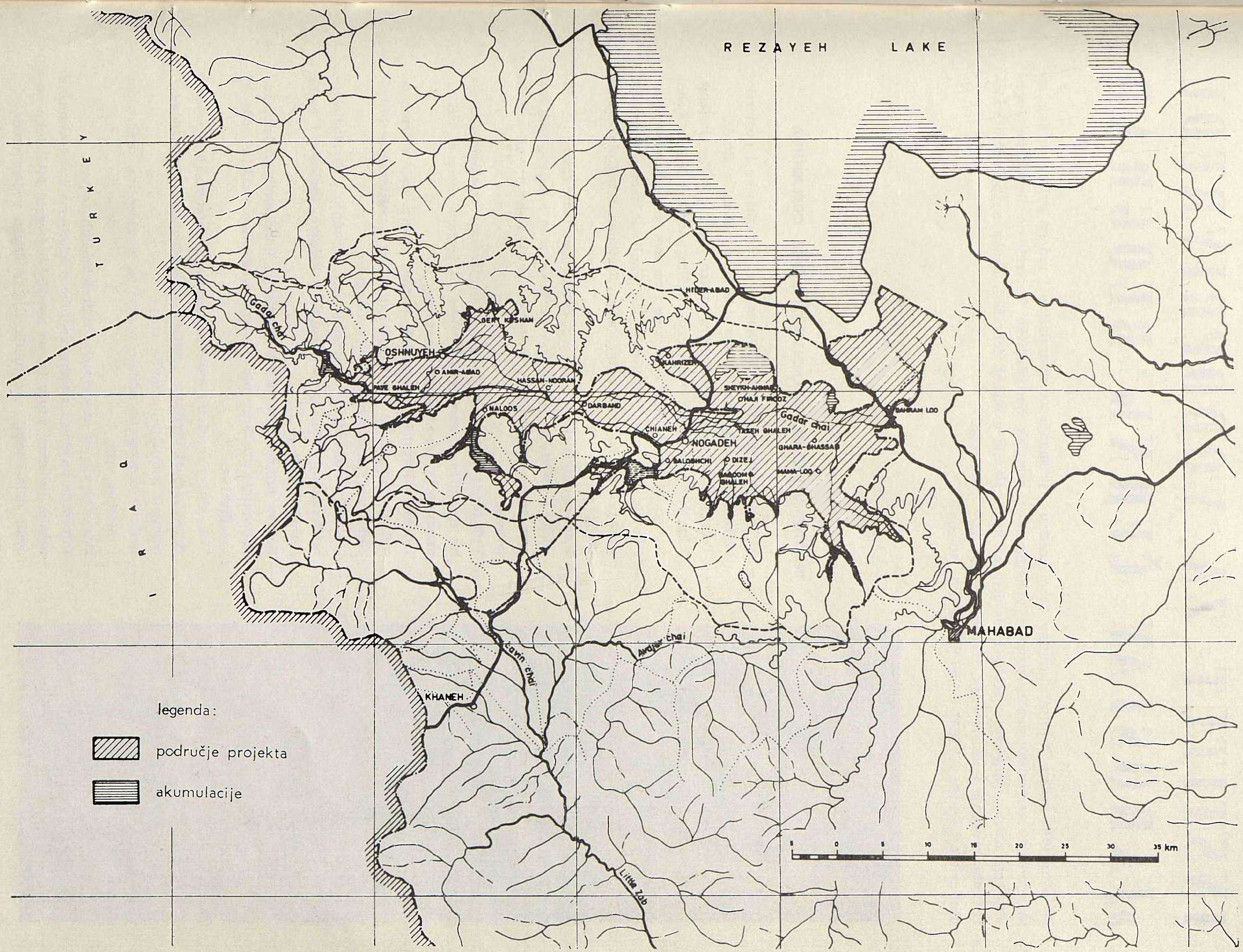
Na zahtjev investitora poduzeće šalje svoje stručnjake na lice mjesta da tamo izvrše informativne studije i dadu prijedloge za korištenje voda, bilo za navodnjavanje, bilo za proizvodnju električne energije. U ELEKTROPROJEKTU se isto tako vrše i razne studije i ekspertize u okviru aktivnosti poduzeća.
Poduzeće vrši inženjersko-konzultantske usluge za:

— hidroelektrične sisteme i objekte
— termoelektrane (parne ili gasne turbine)
— nuklearne energane, stacionarne diesel elektrane
— vodoprivredne objekte, reklamacije, melioracije (irigacije, drenaže, regulacije rijeka itd.)
— vodovode i kanalizacije
— industrijske objekte
— trafostanice, razvodne mreže, dalekovode, telekomunikacione objekte, telefonske i elektronske instalacije, itd.

Do sada je ELEKTROPROJEKT projektirao i izgradio u Jugoslaviji i inozemstvu:

— hidroelektrana sa ukupno preko 1,300.000 kW instalirane snage sa godišnjom proizvodnjom od preko 5,000,000.000 kWh (Split, Peruća, Senj, Nikola Tesla, Rijeka, Tis Abbai, Adola itd.)
— znatan broj srednjih i velikih termoelektrana (Konjšćina, Plomin, Sisak, Vlaška, Kandla, itd.)
— toplane (Skopje, Zagreb, Osijek, itd.)
— sisteme grijanja gradskih područja i gradova (Skopje, Osijek, Zagreb, itd.)
— energane za tehnološku paru i el. energiju za razna industrijska postrojenja (Županja, Belišće, Jugovinil, Titograd, Ivangrad, Prijedor, Pliva-Zagreb, Rafinerija nafte Sisak, itd.)
— industrijska postrojenja i cjevovode (Šećerana-Županja — transport šećerne repe, šećernih rezanaca; TE Konjšćina i TE Raša — otprema pepela; Železarnica Skopje — razvodna mreža fluida, itd.)
— veliki broj trafostanica (Mraclin, Skopje, Brinje, Đakovo, Matulji, Varaždin, Vinkovci, Šibenik, Split, Bjelovar, Pula, Zadar, Međurić, Jarun, Vrbosko, Sisak, Osijek, Bahr Dar itd.)
— reklamacije velikih područja. Studije i projekti zapremaju do sada ukupno 490.104 ha.
— razne preliminarne studije za površine od blizu 20,000.000 ha
— nekoliko vodovoda (Krk, Harar, Addis Ababa, Nazareth, itd.)

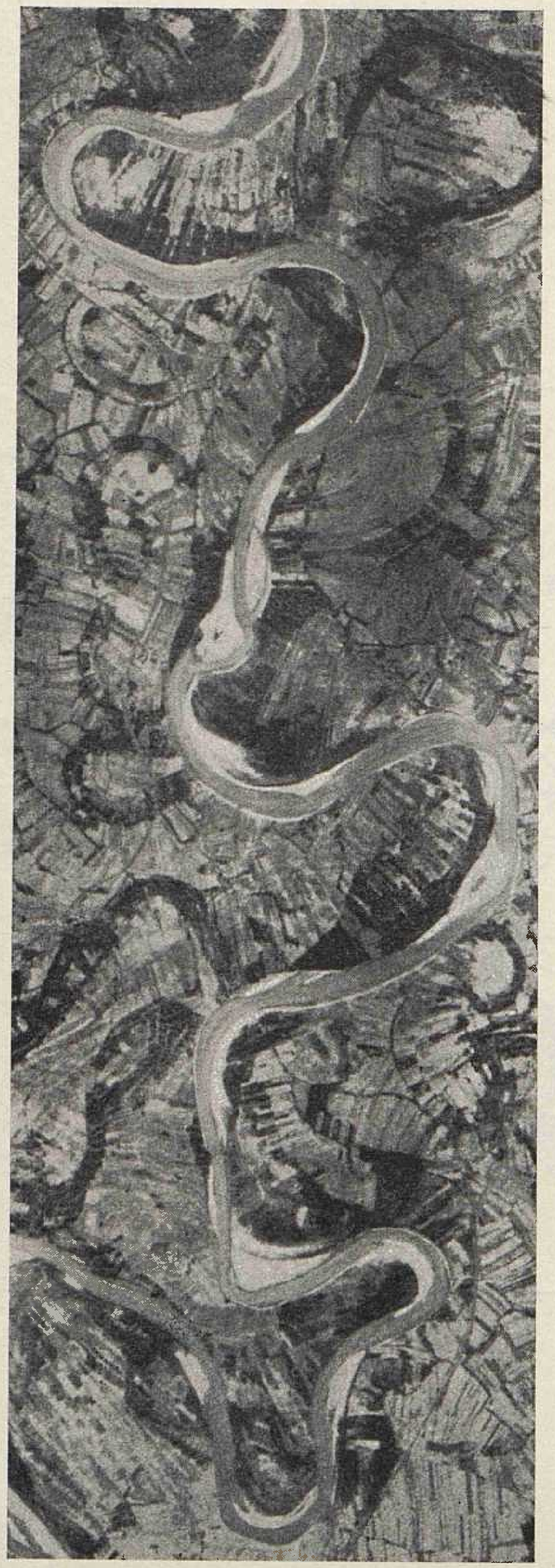
ELEKTROPROJEKT je stekao afirmaciju kod stranih i domaćih investitora, registriran je kod specijaliziranih agencija Ujedinjenih nacija (FAO i Specijalni fond) i kod Međunarodne banke za obnovu i razvoj, kao i organizacija podobna za vršenje usluga svoje djelatnosti za zemlje u razvoju. Sve je to postignuto na osnovu kvaliteta dosadašnjih radova, koji su ujedno i garancija za buduće uspjehe.



Situacija područja GADAR CHAI u Iranu za koje je »ELEKTROPROJEKT« izradio preliminarnu studiju reklamacija

INSTITUT ZA VODOPRIVREDU »JAROSLAV ČERNI« BEOGRAD

Osnovan 1948. godine Institut »Jaroslav Černi« razvio se u veliku i savremenu naučnoistraživačku organizaciju koja rešava kompleksne probleme iz domena korišćenja, uređenja i zaštite voda. Institut je 1967. godine dobio nagradu AVNOJ-a kao posebno društveno priznanje za stvaralaštvo i rad od opšteg značaja za razvitak Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije u oblasti tehničkih nauka na području vodoprivrede.



INSTITUT U SVOJIM NAUČNOISTRAŽIVAČKIM ODELJENJIMA

— Rešava probleme rečne, meliorativne, industrijske i pomorske hidraulike, i vrši istraživanja u oblasti mehanike fluida.
— Teorijskim i eksperimentalnim putem izučava režim stajaćih, tekućih i podzemnih voda, kao i režim nanosa i leda u vodotocima, jezerima, akumulacijama i na morskim obalama.
— Obavlja sve vrste hidroloških i hidrauličkih merenja nanosa, voda i leda na vodotocima, akumulacijama i hidrotehničkim objektima.
— Izučava dinamičke procese u rekama i kanalima, razrađuje teorijske i praktične podloge za uređenje reka i bujica, radi komunalnih, urbanističkih, vodoprivrednih i drugih privrednih potreba.
— Vrši teorijska i eksperimentalna istraživanja erozionih procesa na zemljištu unutar rečnih slivova i izučava mere za zaštitu akumulacija od zasipanja nanosom.
— Izučava energetske potencijale vodnih tokova, daje rešenja za njihovo energetsko korišćenje i utvrđuje karakteristike hidroelektrana i drugih postrojenja u pogonu.
— Utvrđuje elemente za projektovanje, izgradnju i eksploataciju meliorativnih sistema uključujući pedološke, fitološke i agrotehničke podloge.
— Rešava probleme snabdevanja naselja i industrije vodom, kanalisanja i prečišćavanja otpadnih voda, kao i zaštite voda od zagađivanja.
— Vrši eksperimentalne analize napona i deformacija na konstrukcijama i proučava teorijski i eksperimentalno razne probleme iz područja mehanike stena.
— Izučava ekonomske odnose u vezi sa korišćenjem, uređenjem i zaštitom voda.
— Daje rešenja za organizaciju hidrotehničkih radova.
— Informiše naučne i stručne radnike o edicijama i radovima na raznim jezicima, pruža im na korišćenje bogatu biblioteku naučnih dela i izdaje niz publikacija iz oblasti vodoprivrede.

»DALEKOVOD« ELEKTROPRIVREDNO PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE, GRADNJU, MONTAŽU I PROIZVODNJU, ZAGREB, PROLETERSKIH BRIGADA 37

Gradi i montira:

— dalekovode napona 220 kV, 110 kV, 50 kV, 30 kV, 15 kV i 10 kV, na čeličnim, betonskim i drvenim stupovima;
— električne mreže niskog napona za mjesnu elektrifikaciju;
— transformatorske stanice 220/110 kV, 110/30 kV, 30/10 kV i drugih napona;
— industrijske objekte i niskogradnje.

Radove izvodi materijalom i opremom koje proizvodi u svojim pogonima i nabavlja.

Poduzeće je do sada izvršilo gradnju i montažu 1260 km dalekovoda 220 i 110 kV, 1340 km 50 i 30 kV i 1430 km 15 i 10 kV, te 160 transformatorskih stanica raznih napona.

Godišnji kapacitet poduzeća je cca 300 km DV 210 i 110 kV, 300 km DV 35 kV i 500 km DV 10 kV, te jedne transformatorske stanice 220/110 kV, 4 transformatorske stanice 110/30 kV i 10 transformatorskih stanica 30/10 kV, te 150 km razvodnih mreža za mjesnu elektrifikaciju i 10 transformatorskih stanica 10/0,4 kV.

Projektira:

— dalekovode, transformatorske stanice, podvodne i podzemne kabele svih napona, i mreže niskog napona za mjesne elektrifikacije;
— izrađuje kalkulacije i investicione programe za navedene radove;
— godišnji kapacitet projektnih usluga iznosi cca 1,200.000.— N D.

Posebna specijalizacija:

— polaganje svih vrsta podvodnih i podzemnih kabela.

Do sada je položeno 37.000 metara podvodnih kabela napona 35, 30 i 10 kV, te niskonaponskih kabela, sve to u dvije godine.

Polaganje kabela poduzeće izvodi vlastitom mehanizacijom, s godišnjim kapacitetom cca 24.000 m podvodnih kabela različitih vrsta.

Poduzeće je registrirano za »izvođenje investicionih radova u inozemstvu« te obavlja sve navedene djelatnosti, kako u zemlji tako i u inozemstvu.

Proizvodi:

— u svom »Pogonu metalnih konstrukcija« sve vrste čeličnih konstrukcija za nosive i rasteretne stupove dalekovoda, portale za trafostanice, stupove za žičare, uspinjače i drugo;
— u svojim pogonima i u kooperaciji, ovjesni i spojni materijal od kovanog željeza, temperljeva i silumina za vodove svih napona, domaćeg tipa i prema licenci »Salvi« Milano za bakrene, aluminijske i alučelične vodiče svih presjeka i oznaka i to:

- ovjesne stezaljke;
- klinaste pužaste zatezne stezaljke;
- vijčane zatezne stezaljke;
- zatezne koture za zatezanje zaštitnog užeta;
- sve vrste armatura za zaštitu od luka;
- pribor za ovješenja, ušice i zdjelice;
- garniture za zavješenje utega, sa utezima;
- sve vrste prelaznih strujnih stezaljki za aluminijsku i bakrenu užad;
- sve vrste čeličnih krivih i ravnih podupora za izolatore;
- siluminske koloturnike svih promjera, za razvlačenje vodiča.

Obavlja pocinčavanje u vlastitim cinčaonicama, na vruće i galvanizacijom.

Skraćeni naziv poduzeća:

»DALEKOVOD« ZAGREB

Proleterskih brigada 37, poštanski pretinac 208, telefon 511-532, 511-885, 511-325, 511-806. — Žiro račun: »Dalekovod« Zagreb, broj 301-1-553.



„OBNOVA“

Bojadisarsko zanatsko poduzeće, Split, Matošića ul. 14

Telefon: Direktor 41-864 — Uprava 22-39 — Pismoslikari 35-01 — Skladište 32-70

VRŠI USLUGE

Ličilačke bojadisarske
— na poslovnim i stambenim objektima
— na brodovima i sličnim plovnim objektima
— na građevinskim i javnim komunalnim i drugim objektima.

Vrši sve pismoslikarske usluge

— izrade natpisa, firmi, saobraćajnih znakova, reklamnih i sličnih panoa na zatvorenim ili javnim mjestima.

Vrši oblaganje zidova i podova od plastične mase. Proizvodi četke i kistove.
Usluge brze i kvalitetne.

OBNOVA — Skladište Split, Zlodrina poljana (kod željezničke stanice)
Četkari, Soboslikari i Pismoslikari: Matošićeva 14

Podjetje za inženirsko tehnične gradnje

»TEHNOGRADNJE«

MARIBOR, Lavričeva ul. 3 — p. p. 138

Telefon 22-046, 22-047, 22-048

Gradilišta u Sloveniji, Bosni i Hercegovini, Siriji i Libiji



Brana Sklope — mehanizacija u kamenolomu

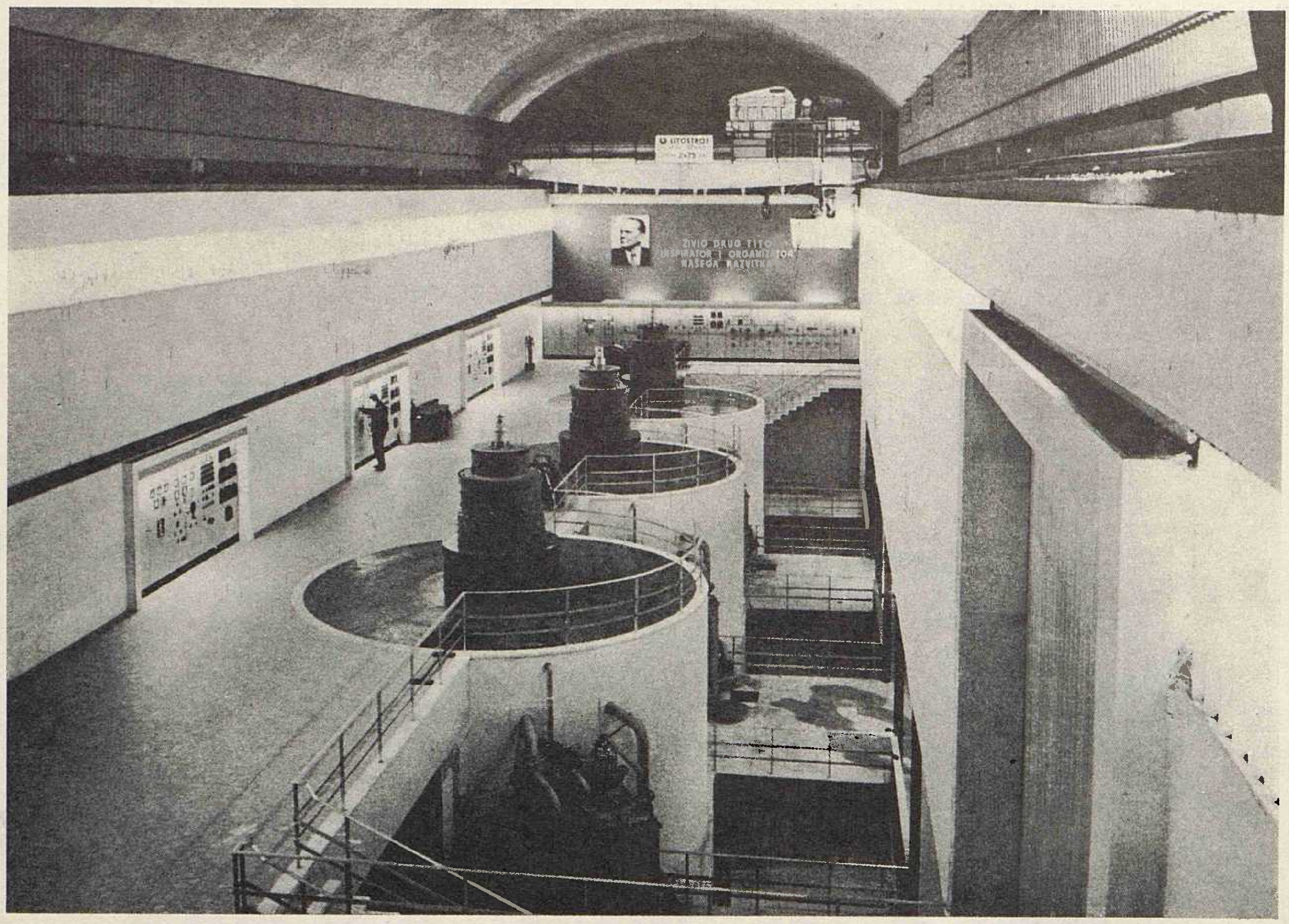
Do sada izgrađeni objekti

HIDROGRADNJA

HE Mariborski otok
HE Vuzenica
HE Vuhred
HE Ožbalt
HE Srednja Drava I (u gradnji)

MOSTOVI

preko Drave u Mariboru
preko Drave u Ptuju
preko Drave u Podvelki
preko Drave u Vuzenici
preko Drave u Vuhredu
preko Javnika kod Ožbalta
preko Čermenice kod Ožbalta
preko Drave u Rušah
preko Drave u Ormožu
preko Like u Kaluđerovcu
preko Eufrata u Deir-ez-Zoru (Sirija)
preko Eufrata u Rakki (Sirija)
preko Mure u M. Središču (u gradnji)
preko Eufrata kod Hneide, Sirija (u gradnji)



»HIDROELEKTRA«

građevno poduzeće, ZAGREB

Izvodi sve građevinske radove

SPECIJALNO PODUZEĆE ZA IZGRADNJU ENERGETSKIH POSTROJENJA. PODUZEĆE JE IZGRADILO SLIJEDEĆE ENERGETSKE OBJEKTE:

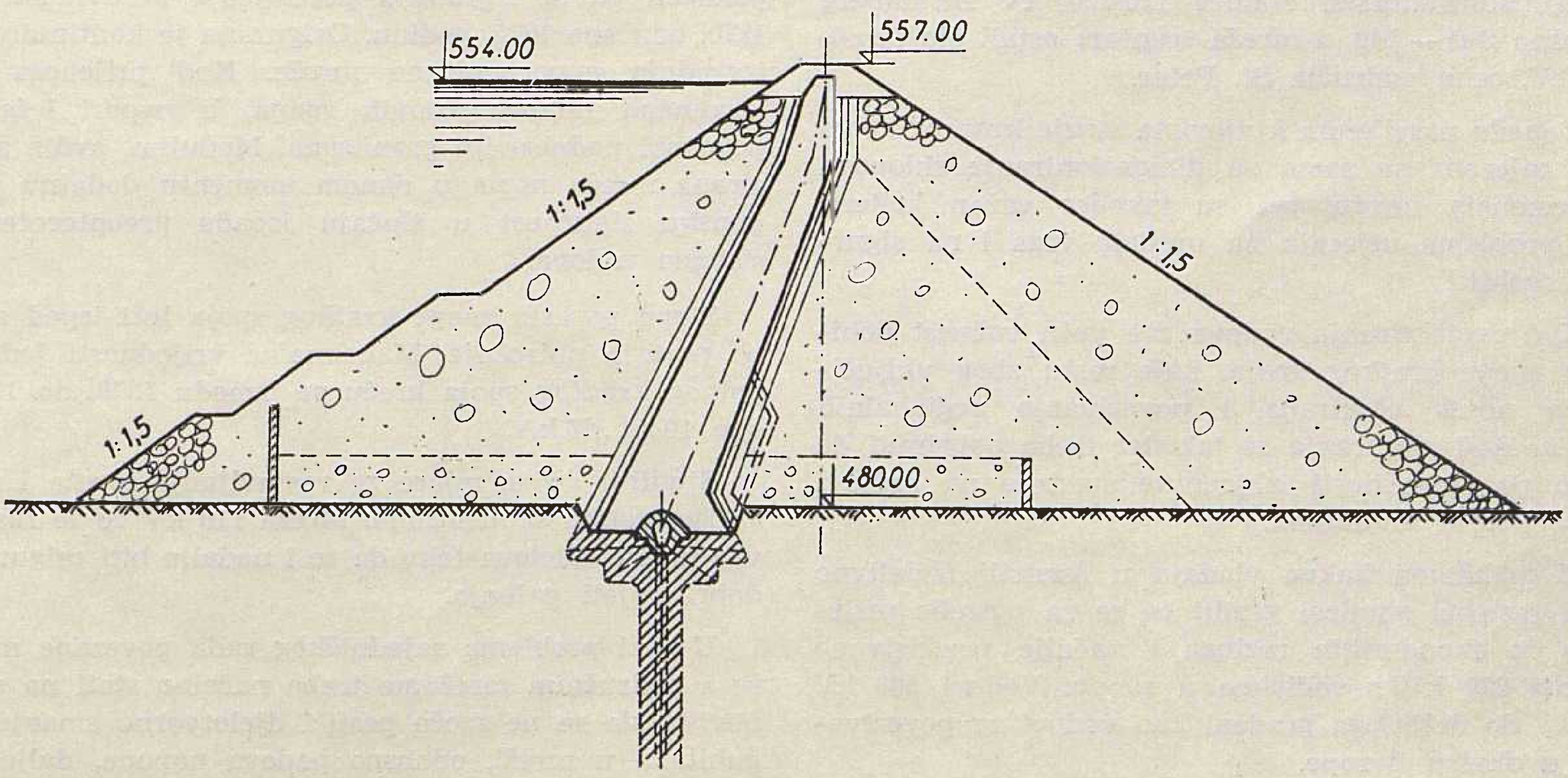
— Hidroenergetski sistem »Nikola Tesla«
— Hidroelektrana »Ozalj II«
— Hidroelektrana »Zavrelje«
— Hidroelektrana »Gojak«
— Hidroelektrana »Split I« (sudjelovanje)
— Hidroelektrana »Senj« (sudjelovanje)
— Hidroelektrana »Rijeka«
— Termoelektrana-Toplana Zagreb (sudjelovanje)
— »Elektrane«, Zagreb (rekonstrukcija)
— Termoelektrana »Plomin« (sudjelovanje - u toku)
— Termoelektrana »Sisak« (sudjelovanje - u toku)
— Hidroelektrana »Orlovac« (sudjelovanje - u toku)
— Hidroelektrana »Sklope« (u toku)

EKSPERTIZE, LABORATORIJSKA ISTRAŽIVANJA I KONSULTACIJE S PODRUČJA

— Stabilizacija klizišta
— Konsolidacija tla injektiranjem i drugim postupcima
— Geofizička ispitivanja za temeljenja
— Posebni problemi temeljenja
— Zaštita metalnih konstrukcija od korozije
— Sve kemijske i strukturne analize materijala za gornja područja rada
— Tehnika bušenja, isplaka i cementacija

Naši renomirani naučni radnici i stručnjaci pružiti će Vam brzo i tačno sve informacije i prijedloge za rješenje Vaših pitanja.

»GEOEXPERT« **Institut poduzeća »Geotehnika« Zagreb, Savska 56**
Tel. 512-811, 512-727, 512-653



PLANIRANJE AUSTRIJSKOG ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA I ODRAZ NA GRADNJU I POGON POKRAJINSKIH MREŽA

S obzirom na činjenicu da je težište proizvodnje električne energije u Austriji u hidroelektranama na zapadu, a težište potrošnje na istoku, a osim toga da zemlja ima velik program razmjene sa susjednim zemljama, Austrija treba vrlo jaku povezanu mrežu visokog napona. Danas mreža ima 1300 km vodova 110 kV, 1400 km vodova 220 kV i 50 km vodova 380 kV. Daljnjom izgradnjom postrojenja naponski nivo 110 kV poprima sve više regionalni karakter, dok mreža 220 kV preuzima prijenos energije i povezuje otoke mreža 110 kV.

Pređe li snaga koja se prenosi prirodnu snagu voda, nastupa potreba za induktivnom jalovom snagom. Ona je naročito značajna kod većih duljina vodova i viših napona. Prijenos većih jalovih snaga otežava držanje napona i prijenos djelatne snage. Prema tome treba da se jalova snaga potrebna potrošaču proizvodi kod potrošača.

U pogledu uzemljenja zvjezdišta treba spomenuti da su zvjezdišta 220 kV i 380 kV i u Austriji kruto uzemljena, dok su zvjezdišta mreža 110 kV uzemljena preko Petersenove prigušnice. U skladu s internacionalnim preporukama austrijski su propisi u tom smislu izmijenjeni da se smatra da je neka mreža napona 110 kV još uvijek uspješno gašena, ako je struja ostatka ispod 132 A. Na taj je način još dopuštena struja ostatka u iznosu od 1,2 A/kV nazivnog napona. Kad se postigne ova vrijednost, mrežu 110 kV treba galvanski rastaviti.

Prema navedenim uvjetima u normalnim prilikama austrijska je mreža u pogonu u dijelovima: mreža Beča obuhvaća uglavnom bečki prsten 110 kV do transformatorske stanice 110/220 kV Bisamberg odnosno Beč — jug, a mreža »centar« ostali dio mreže 110 kV, osim područja St. Peter.

U gusto naseljenim krajevima struje kratkog spoja nisu mjerodavne samo za dimenzioniranje sklopova i elemenata mreže, već su također važan kriterij kod problema utjecaja na uređaje veza i na sigurnost osoblja.

Kod projektiranja vodova sve veću važnost dobivaju snage kratkog spoja, koje rastu zbog uključivanja novih elektrana i povezivanja regionalnih mreža. Kod planiranja se također treba pobrinuti da budu po mogućnosti izbjegnute smetnje na radio i televizijskim uređajima.

U prilikama kakve vladaju u Austriji (relativno mali razmaci stanica) gradit će se za potrebe prijenosa iz ekonomskih razloga i nadalje prvenstveno vodovi 220 kV s vodičima u snopu. Vodovi 380 kV bit će do daljnjega građeni kao vodovi za povezivanje u okviru Evrope.

Nastavno na ove kratko skicirane zahtjeve, uz pretpostavku da se u Austriji mogu izgraditi hidroelektrane s proizvodnjom od 43 TWh i tome pripadne termoelektrane u skladu sa sadašnjom strukturom potrošnje, mogu se pokazati izvjesni aspekti buduće izgradnje povezane mreže. Svakako oni još imaju teoretski karakter zbog mnogih nepoznanica kao: pitanja buduće energetske razmjene u srednjoj Evropi, način na koji će biti raspoložive termičke rezerve, alternativa »konvencionalni nosioci energije ili nuklearni« itd. Ovaj navedeni plan na bazi hidroproizvodnje od 43 TWh odgovarat će prilikama potrošnje negdje u 1980. ili 1990. godini.

Od postojećih vodova treba podvostručiti vezu 220 kV Weissenbach — Hessenberg — Wien Südost i St. Peter — Salzach — Kaprun; u bečki prsten 220 kV treba ugraditi drugi sistem; nove jake vodove 220 kV s vodičima u snopu treba izgraditi na dionicama Kaprun — Lienz, Obersielach — Wien — Südost i njima treba obuhvatiti područje Koruške i Graza; nadalje treba izgraditi izvozne vodove od Lienza u Italiju i od Obersielacha u Jugoslaviju; konačna izgradnja Dunava traži dvostruki vod 220 kV od Ottensheima preko Wallsee do Ybbsfelda i jedan sabirni vod za dunavske stepenice između Ybbs — Persenbeuga i Beča; na trasi Ybbsfeld — Bisamberg treba izgraditi jaki dvostruki vod 220 kV. Dodatno tome programu izgradnje vodova, treba također izgraditi postrojenja za priključak i transformatorske stanice, a lokalne mreže 110 kV treba prilagoditi porastu opterećenja.

Prvi koraci do realizacije opisanog plana već su poduzeti pa se izgrađuju postrojenja predviđena za 1970. odnosno 1975. godinu. Osigurana je kontinuirana izgradnja superponirane mreže. Kod prijenosa je izravnana bilanca jalovih snaga, a napori leže u pogonski podnosivim granicama. Međutim, ovdje skicirana mreža nema u danom momentu dodatnu pogonsku sigurnost u slučaju ispada preopterećenih sistema vodova.

Stopa porasta snage kratkog spoja leži ispod stope porasta potrošnje. Maksimalne vrijednosti jednopolnog kratkog spoja kreću se između 1970. do 1980. oko 10 . . . . 25 kA.

Studirat će se mjere za rastavljanje mreža i rad s višestrukim sabirnicama. Mreža 110 kV će se rastaviti u više dijelova tako da će i nadalje biti osigurani dobri uvjeti gašenja.

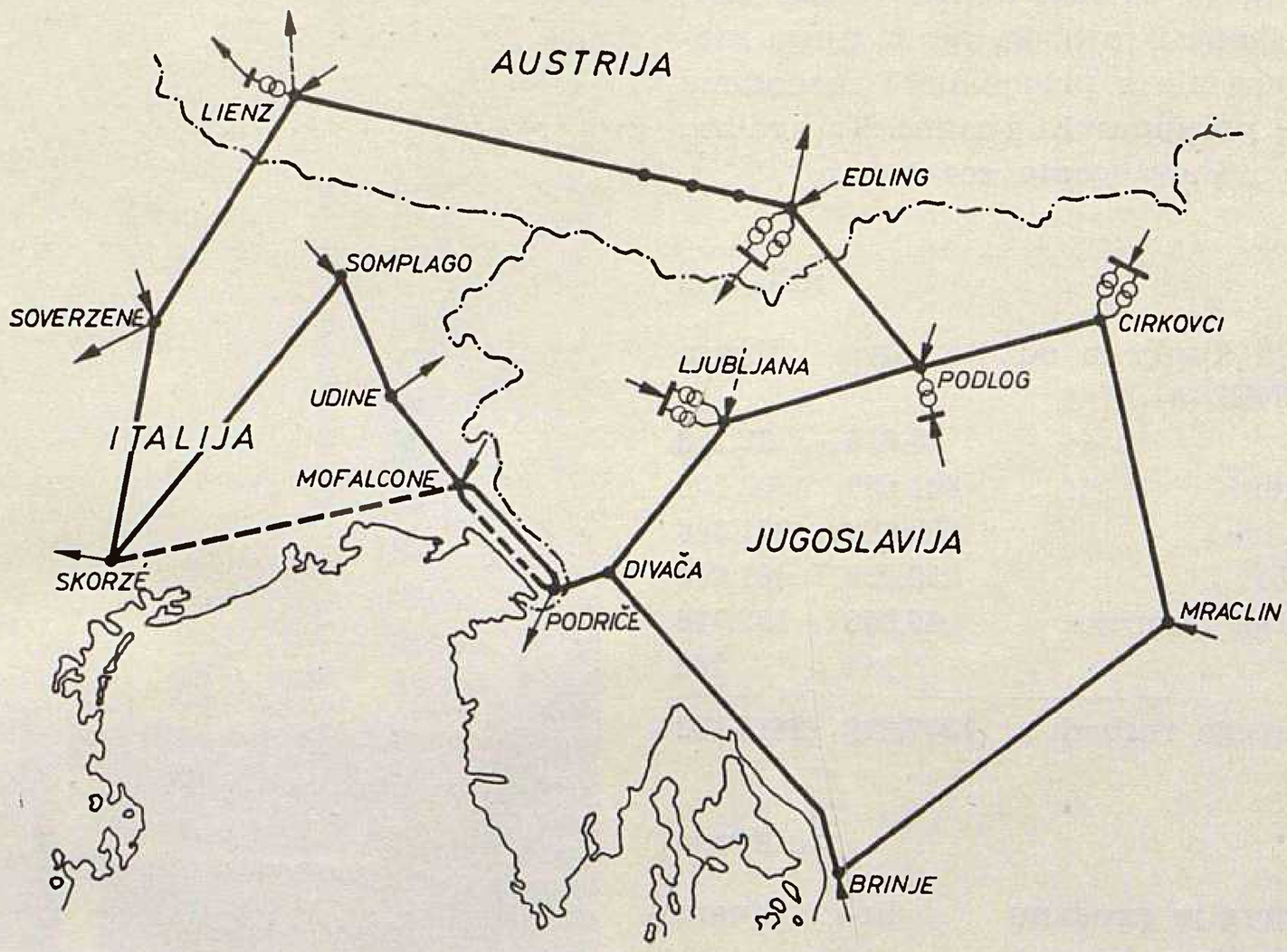
U vezi problema zajedničkog rada povezane mreže s područnim mrežama treba načelno stati na stanovište da se ne može postići djelotvorno smanjenje gubitaka u mreži, odnosno padova napona, daljnjim

uzamčenjem mreža srednjeg napona, već treba izgraditi daljnje pojne tačke. Ako je mreža srednjeg napona napajanja u više tačaka iz superponirane mreže, njena prijenosna moć biva znatno uvećana, a gubici u mreži i padovi napona smanjeni. Osim toga se preporuča, u cilju smanjenja dodatnih tehničkih problema, da se mreža srednjeg napona razdijeli u dijelove od kojih će svaki dio biti napajan od samo jedne pojne tačke. Ukoliko to nije izvedivo zbog unutarnjih razloga mreže, treba u pojnim tačkama predvidjeti regulacione transformatore kojima će se moći vršiti uzdužna i poprečna regulacija.

Prema: Die Planung des österreichischen
»Verbundnetz«
EuM br. 12, 1966.

B. Markovčić

DALEKOVOD JUGOSLAVIJA — AUSTRIJA — ITALIJA



Elektroprivredni stručnjaci iz Italije, Austrije i Jugoslavije izradili su trasu zajedničke »SUDEL-petlje« od 220 kV. Ovoj korisnoj akciji, koja će osigurati racionalnije korištenje električne energije i prelijevanje viškova energije iz jedne zemlje u drugu, prethodilo je više sastanaka. Konačna odluka donesena je na zasjedanju SUDEL-a u Rimu potkraj 1966.

SUDEL je radna grupa evropske organizacije proizvođača električne energije UCPTE. U toku dosadašnjeg rada ove regionalne grupe, koja povezuje proizvođače električne energije Jugoslavije, Austrije i Italije, vladala je atmosfera međusobnog razumijevanja i plodne suradnje, te su postignuti vidljivi rezultati korisni za sve tri zemlje.

Preko već postojećih dalekovoda napona 110 kV, koji se pružaju od Velenja do Dravograda i dalje prema Austriji, kao i od Divače prema Italiji, razmjenjuju se već niz godina viškovi električne energije između Jugoslavije i njenih susjeda, no novom mrežom 220 kV mogućnosti razmjene bit će neusporedivo veće.

Izgradnja novog dalekovcoda bit će veoma značajna naročito za Sloveniju s obzirom na predstojeću izgradnju većih kapaciteta, kao što su HE Srednja Drava I, TE Trbovlje i TE Šoštanj, jer je za takva postrojenja potrebno osigurati rezervu električne energije, bilo u zemlji, bilo u susjednim zemljama.

Sredstva za postavljanje nove dalekovodne mreže, uglavnom na području Slovenije, osigurana su republičkim zakonom. Osim toga, u izgradnji sudjeluju i poduzeća »Dravske elektrane«, Termoelektrana Šoštanj, »Savske elektrane« i Hidroelektrana na Soči. Preko tih dalekovoda viškovi električne energije iz Jugoslavije bit će prenošeni u zimskim mjesecima susjednim zemljama, a iz Italije i Austrije u ljetnim mjesecima u Jugoslaviju.

Novosagrađena će mreža od 220 kV osigurati konstantnu stabilnost napona mreže, bez obzira na ispade većih elektrana, kao i neophodnu kvalitetu energije, koja je toliko potrebna i značajna za potrošača.

Z. D.

ZAVRŠNI RAČUN »E N E L« - a ZA 1966.

Zakonom o nacionalizaciji električne industrije, donesenim prije četiri godine, talijanska je elektroprivreda ujedinjena u jednu jedinstvenu organizaciju ENEL (Ente Nazionale per l'Energia Elettrica) u čiji je sklop do konca 1966. po stanovitom redoslijedu ušlo 1040 elektroprivrednih poduzeća. (U taj broj nisu uračunata postrojenja, koja su već otprije u direktnoj službi talijanskih državnih željeznica, te su, prema tome, već kao takova »nacionalizirana«).

Obavezna na javno polaganje računa organizacija ENEL objavila je 21. svibnja 1967. »Završni račun za 1966«. u svim vodećim dnevnim listovima. (Sve ove podatke vadimo iz torinske »Stampe«.)

Objavljena bilanca, koje aktiva iznosi 5 bilijuna i 640 milijardi lira (a isto toliko i pasiva) interesantna je jedino po — za naše pojmove — enormno visokim brojkama. Zanimljiviji je za nas njezin »conto economico« tj. račun prihoda i rashoda, jer iz njega možemo povući neke paralele s prihodima i rashodima naše elektroprivrede, pa napraviti i stanovite analize.

Evo kako izgleda njihov *»conto economico«:*

RASHODI	milijuna lira	milijuna dinara
— električna energija kupljena od poduzeća izvan ENEL-a 2.927.267 MWh	13.614	27.228
— materijalni troškovi	801.640	1603.280
— amortizacioni otpisi	195.670	391.340
— osobni dohoci neto	230.520	461.040
— osobni dohoci socij. doprinos	66.358	132.716
— dobitak	144	288
svega rashodi	1307.946	2615.892

PRIHODI	milijuna lira	milijuna dinara
— za električnu energiju prodanu električnim poduzećima izvan ENEL 2.840.065 MWh	22.702	45.404
— za električnu energiju fakturiranu vlastitim potrošačima 50.079.021 MWh	781.444	1562.888
— za ostale usluge	503.800	1007.600
svega prihodi	1307.946	2615.892

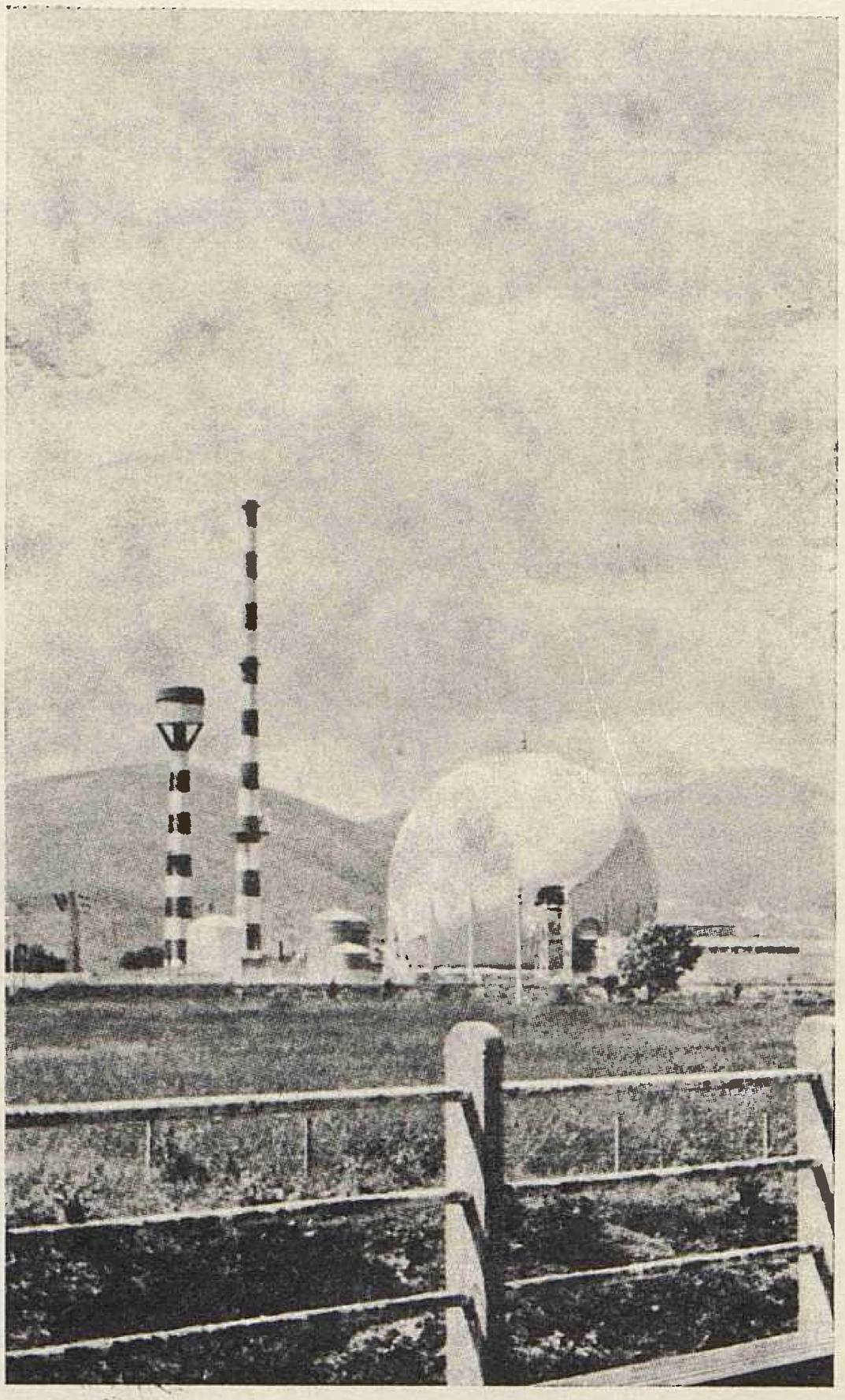
Iz podataka u poslovnom izvještaju razabiremo, da ENEL ima 20 milijuna i 207 tisuća potrošača, i da njegova organizacija broji 86.796 zaposlenih radnika i službenika.

Grubom analizom saznajemo, da je potrošač u prosjeku plaćao kilovatsat električne energije 15,60 lira, odnosno naših 31,20 starih dinara, te da je prosječna neto mjesečna plaća jednog zaposlenog u ENEL-u iznosila 220.800 lira, odnosno naših 441.600 starih dinara.

Uostalom najbolje je da poslovni izvještaj ENEL-a za 1966. doneseno u cijelosti, kako ga je na sjednici upravnog odbora organizacije iznio generalni direktor i kako je zatim objavljen u svima većim dnevnim listovima.

Evo njegova teksta:

Završni račun za 1966 prihvaćen na sjednici Administrativnog savjeta održanoj 26. IV 1967., obuhvaća rezultate jedinstvenog upravljanja sa 905 od ukupno 1040 poduzeća (bez postrojenja u direktnoj službi državnih željeznica), koja su do 31. XII 1966 bila pripojena odlukama objavljenim u Gazzetta Ufficiale (Službeni list).



Nuklearna elektrana u Gariglianu kod Napulja

Poduzeća koja bi još trebalo obuhvatiti, tako su zanemarive važnosti, da se može reći da bilanca skoro potpuno odražava stupanj do kojeg je stigla nacionalizacija električne industrije u Italiji, ne računajući lokalna poduzeća o čijim će zahtjevima za koncesiju odlučivati nadležni organi vlade.

Bilanca za 1965. odnosila se na 607 poduzeća. Što se tiče poslovanja izvještaj obavještava da je *ukupna bruto proizvodnja* ENEL-a u 1966. bila 60.373 milijuna kWh, od kojih 31.081 milijun hidrauličnog porijekla, 22.796 milijuna tradicionalnog termičkog, 2.633 milijuna geotermičkog i 3.863 milijuna kWh nuklearnog porijekla; u odnosu na 1965. postignut je porast proizvodnje za 7,3 %.

God. 1965. porast proizvodnje u odnosu na 1964. bio je 6,8 %. Proizvodnja triju atomskih centara iznosila je 6,4 % ukupne proizvodnje.

Govoreći o *razvoju prodaje* izvještaj ističe da je ENEL imao 31. XII 1966. godine 20,206.766 potrošača u odnosu na 19,289.470 koncem 1965. Porast je prema tome bio za 917.296

potrošača što iznosi 4,8 %, tj. nešto manje nego prethodne godine.

Treba istaći da podatak koji se odnosi na domaćinstva, a koji je pretežan, ukazuje da vrlo brojni korisnici ove kategorije traže da se dvije različite tarife struje za rasvjetu i domaćinstvo zamijene jednom jedinstvenom za obje potrebe.

God. 1966. ENEL je prodao 52.919,1 milijun kWh, s porastom od 7,8 % u odnosu na prethodnu godinu.

Ako se izuzmu isporuke državnim željeznicama za vuču, porast dosiže 8,3 %, prema 6 % u 1965. Potrošnja za domaćinstva i mješovite potrebe nastavila je rasti u suzdržanom ritmu od 12,5 %. Potrošnja za privatnu rasvjetu je, kao i 1965. vrlo ograničeno rasla, što je uvelike uvjetovano uvođenjem ljetnog vremena.

Prodaja električne energije za potrebe industrije, trgovine i poljoprivrede postigla je zadovoljavajući nivo, i to mnogo viši nego 1965.

Što se tiče novih postrojenja ENEL je 1966. pustio u rad novo proizvodno postrojenje s akumulacijom, jednu novu generatorsku grupu i jednu pumpu u dvije hidrocentrale, koje su već u pogonu, jedan novi ogranak u postojećem hidroelektričnom postrojenju, te jedno novo akumulaciono jezero. Ukupna efektivna snaga ovih novih postrojenja iznosi 131.500 kW, srednja godišnja proizvodnja 248 milijuna kilovatsati. Osim toga pušteno je rad pet novih jedinica u postojećim termoelektričnim energetskim postrojenjima sa bruto efektivnom snagom od 880.000 kW, te jedna nova jedinica od 3000 kW u jednoj geotermocentrali, koja je također već u pogonu.

Na prijenosnim mrežama pušteno je u rad 45 novih dalekovoda napona od 120 kV ili više, u dužini od ukupno 967 kilometara trojki. Istovremeno pušteni su u pogon novi transformacioni kapaciteti od cca 1950 MVA u novim ili proširenim stanicama.

Među novim postrojenjima za prijenos, radi novosti na tehničkom polju, treba istaći vezu Sardinija — Kontinent istosmjernom strujom od 200 kV. Pravilan rad ovog dalekovoda osigurava uređaj za daljinsku kontrolu koji se koristi radio-mostom Sardinija — Kontinent dovršenim i puštenim u rad 1966.

Za priključenje novih korisnika, a i da bi općenito zadovoljio povećane zahtjeve potrošača, ENEL je i 1966. morao znatno proširiti postrojenja za distribuciju uz trošak od cca 142 milijarde lira, u odnosu na 122 milijarde u 1965. Broj novih priključaka iznosio je oko 2,700.000.

Prelazeći na aktivnost na nuklearnom polju izvještaj iznosi da predstoji konzultacija konstruktora za izgradnju četvrtog nuklearnog postrojenja — o kojem je bilo riječi u prošlom izvještaju — a koje će sa snagom od 650 MW udvostručiti proizvodnost talijanskih centrala napajanih iz tog novog energetskog izvora. Po svojim dimenzijama ova će centrala biti jedno od najvećih industrijskih dostignuća na tom polju osim SAD, čime će Italiju uvrstiti u usku grupu najnaprednijih zemalja na elektronuklearnom polju.

U 1966. rad triju nuklearnih elektrana koje su već u pogonu bio je zadovoljavajući. Centrala u Latini proizvela je 1.452 milijuna kWh, ona u Gariglianu 817 milijuna, a centrala Trino Vercellese 1.594 milijuna kWh.

Ukupna proizvodnja ovih elektrana bila je 6,4 % cjelokupne proizvodnje, što iznosi 15 % termičke proizvodnje postignute fosilnim i nuklearnim gorivom, te iz geotermičkih izvora. Od početka svog rada do konca 1966. ove tri centrale proizvele su 10.100 milijuna kWh, što postavlja Italiju na treće mjesto u svijetu poslije SAD i Velike Britanije, na ljestvici zemalja koje proizvode električnu energiju u nuklearnim postrojenjima.

Izvještaj dalje navodi da je ENEL odlučio da u zajednici sa CHEN sudjeluje u realizaciji prototipa reaktora tipa CIRENE (CIse REattore a NEbbia) (CISE reaktor s maglom) od 33 MWe, koji će biti podignut u Latini kraj vlastite nuklearne elektrane.

CIRENE je razrađen u laboratorijima CISE (Centro Informazioni, Studi ed Esperienze = Centar za informacije, istraživanja i iskustva) od kojeg ENEL drži skoro cijeli kapital. CISE je počeo razrađivati CIRENE na osnovu istraživanja koja datiraju još iz 1957, imajući u vidu upotrebu teške vode kao moderatora, prirodnog uranija kao goriva i prirodne vode u uslovima promjene faze kao termičkog pokretača.

Predviđeni troškovi iznosit će 14 milijardi lira, od kojih oko 4,5 milijarde na teret ENEL-a.

Prelazeći na programiranje novih postrojenja izvještaj informira o porastu potrošnje električne energije u godini 1966. i o još osjetnijem u prvom dvomjesečju 1967, što potvrđuje odluku da politiku novog investiranja treba podvrgnuti hipotezi maksimalnog razvoja, koja — kao što je to već ranije izneseno — predviđa godišnji porast, za idućih pet godina od 9 % za potražnju energije i 9,5 % za potražnju snage.

U prethodnom izvještaju bila je predviđena svota od 2.256 milijardi lira za troškove novih postrojenja u petogodišnjem razdoblju od 1966 — 1970. Pomnim ažuriranjem predviđanja za razdoblje 1967 — 1971 penje se ova svota na 2.406 milijardi lira. Dodajući tome 600 milijardi predviđenih za troškove investicija u 1972. dolazi se do predviđene svote od preko 3.000 milijardi lira za nove investicije u šestgodišnjem razdoblju od 1967 do 1972.

Što se tiče *radne snage,* personal ENEL-a na 31. XII 1966. sastojao se od 86.796 ljudi u 905 poduzeća koja su do tada nacionalizirana. Dne 31. XII 1965. bilo je 80.400 zaposlenih, no taj se broj odnosio na 607 poduzeća.

Porast od 6.396 ljudi sastojao se je od 2033 osobe iz poduzeća integriranih u 1966. godini, 1824 osobe iz raznih zakupničkih poduzeća primjenom sindikalnog ugovora od 18. prosinca 1963., 700 osoba preuzetih nakon integracije elemenata iz prethodne točke, te 1839 ljudi kao razlika od drugih preuzimanja i prestanaka radnog odnosa.

Efektivni prirast čini zadnja cifra (1839 među kojima 590 invalida) koja je među ostalim opravdana porastom broja novih potrošača i novih postrojenja za proizvodnju, prijenos i distribuciju koja su ušla u pogon.

Ukupni troškovi za personal u 1966. bili su 315,8 milijardi lira, s porastom od oko 40 milijardi lira u odnosu na 1965. Ako se međutim imaju u vidu troškovi za personal preuzet od drugih poduzeća, ili zaposlen tokom rada, porast troškova se svodi na nešto više od 29 milijardi lira, što iznosi 10,22 % u odnosu na 1965.

U 1966. odjeljenja ENEL-a raspisala su 78 natječaja za primanje novog osoblja, od kojih 12 natječaja za primanje 123 osobe sa visokom stručnom spremom, 15 za primanje 628 ljudi sa srednjom stručnom spremom odn. kvalifikacijom, 30 natječaja za obična činovnička mjesta za 533 osobe, te 21 natječaj za 2013 radničkih mjesta. Na natječaje se je javio vrlo velik broj kandidata.

Prelazeći na *izlaganje o financiranju* izvještaj se nastavlja ističući da je bivšim elektroprivrednim poduzećima isplaćeno na ime odšteta, uračunavši i potraživanja dospjela na 1. I 1967. ukupno 757,1 milijardi lira, od kojih 43,7 milijardi kao akontacija.

Do 31. prosinca 1966. bile su dosuđene odštete za 287 poduzeća u visini od 1621,9 milijardi lira odn. 95,4 % od predviđene ukupne sume. Za likvidaciju ostalih poduzeća ili ENEL nije nadležan, ili još nisu protekli zakonski rokovi.

Tokom rada UTE — Uffici Tecnici Erariali (Državni tehnički uredi) riješili su 53 postupka za likvidaciju, no samo u prvom tromjesečju 1967. bila su već 62 riješena postupka, što dokazuje da se rad UTE sada odvija mnogo bržim tempom.

Da bi mogao platiti sve odštete ENEL je raspisao od 1963. do konca 1966 ukupno 11 vantržišnih zajmova u visini od ukupno 971 milijarde lira. Na ovaj raspis ENEL je morao podnijeti teret otpisa u visini od ukupno 69 milijardi lira, osim veće kamatne stope u odnosu na stopu predviđenu zakonom o nacionalizaciji (6 % prema 5,50 %).

Za potrebe industrije raspisana su tokom 1966. dva javna zajma, od kojih jedan od 100 milijardi u siječnju i drugi u istom iznosu, podijeljen na dvije tranše od po 50 milijardi lira u lipnju i listopadu.

Oba su zajma raspisana pod uobičajenim uvjetima (kamatna stopa 6 %, premije za prve tri godine, garancija države, trajanje 20 godina) imala mnoge potpisnike već u prvim danima nakon raspisa, tako da je trebalo pristupiti raspodjeli.

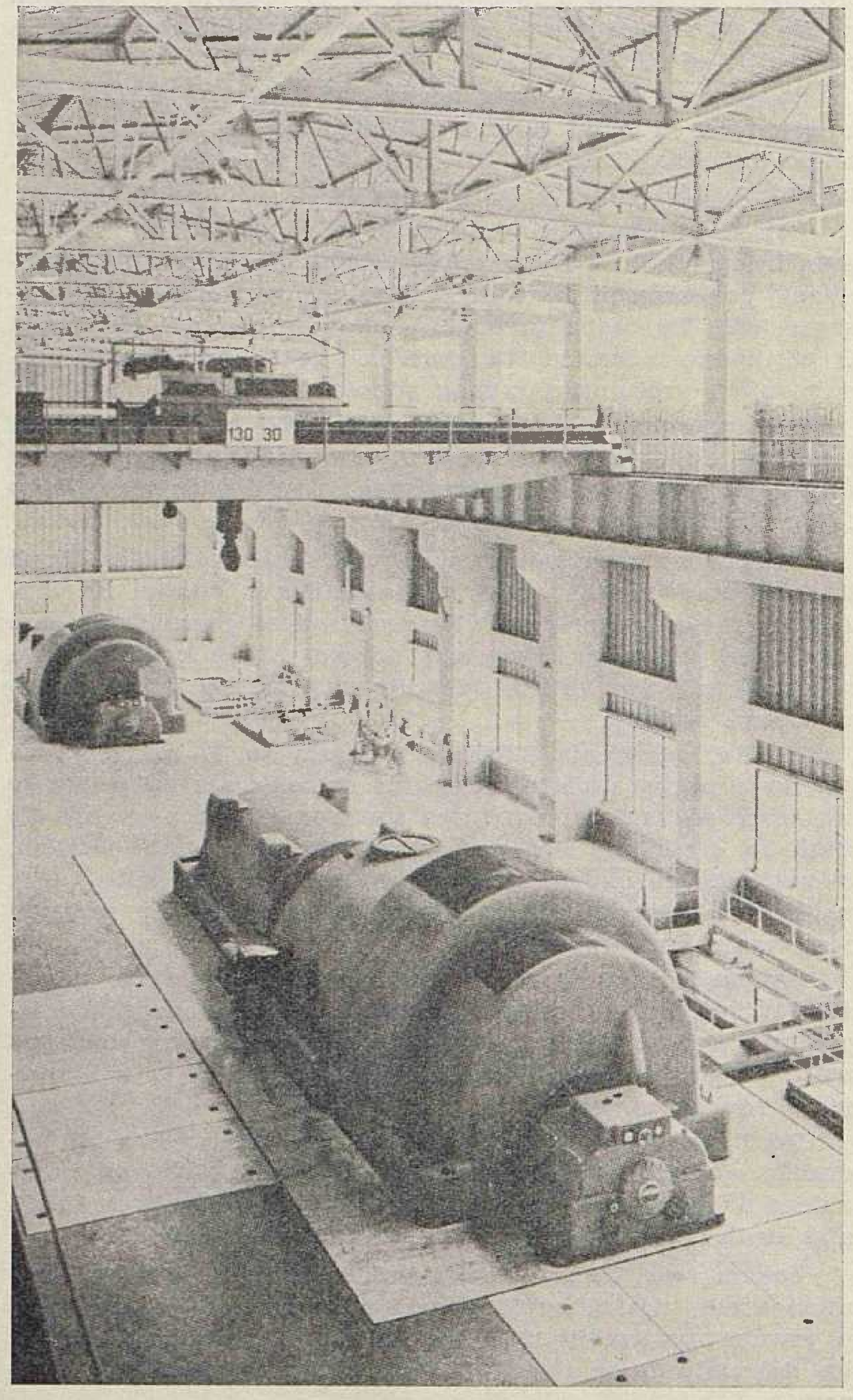
Imajući na umu dva izvantržišna zajma u visini od 250 milijuna lira za plaćanje odšteta, izlazi da je ENEL tokom. 1966. izdao ukupno 450 milijardi obveznica uz 6 % kamata.

Za industrijske potrebe ENEL je od osnivanja, uključivši ovamo i raspis od 100 milijardi u siječnju 1967. zaključio ukupno 5 zajmova od ukupno 512,5 milijardi lira.

Likvidnost se je za vrijeme poslovanja poboljšala.

Što se tiče tarifa za električnu energiju treba istaći da su tarife koje su sada na snazi na istom nivou kao i 1959. Ako se uzme u obzir da su od tada troškovi proizvodnje električne energije znatno porasli izlazi da su, realno gledajući, spomenute tarife doživjele znatno sniženje.

U dvije evropske zemlje u kojima je električna industrija svojevremeno bila nacionalizirana, tj. u Francuskoj i Velikoj Britaniji i tarife su porasle tokom 1966. i to u Francuskoj za 1,85 %, a u Velikoj Britaniji za 1,9 %.



Strojarnica u jednom pogonu Mereure

Zadržavanje nivoa tarifa u monetarnim okvirima, unatoč povišenju nekih faktora troškova, omogućeno je kako boljim rukovođenjem, tako i razvojem potrošnje. Svote naznačene na računima su međutim povećane radi poreza kojeg nameće sve veći broj općina, primjenjujući tzv. alikvotne dodatne doprinose; te država na osnovu poznatog povećanja poreza od 0,50 na 5 lira po kilovatsatu za potrošnju električne energije za sve svrhe osim za rasvjetu.

Kao i prošlih godina posebno poglavlje bilo je posvećeno *elektrifikaciji seoskih područja.*

Tokom 1966. završena su ispitivanja stanja elektrifikacije seoskih područja, iz kojih se je moglo zaključiti da je 1965. trebalo priključiti na distribucionu mrežu 121 centar sa 6.237 stanovnika, 2.291 naselje sa 83.425 stanovnika, 227.756 raštrkanih kuća za stalni boravak sa 1,115.929 stanovnika i 113.249 kuća za sezonski boravak sa 490.662 stanovnika.

Ukupan broj stanovnika u neelektrificiranim mjestima može se procijeniti na 1,2 milijuna isključivši raštrkane kuće za sezonski boravak, odnosno na 1,7 milijuna uključivši i njih.

Priključivanje neelektrificiranih raštrkanih mjesta i kuća zahtijeva u svemu realizaciju oko 91.000 kilometara vodova niskog napona, preko 32.000 kilometara vodova srednjeg napona i više od 25.000 trafostanica. Ukupni troškovi za ove radove penju se na 277,5 milijardi lira od kojih 12,7 za centre i naselja, a 264,8 milijardi za raštrkane kuće.

Koliko je učinjeno od 1963 do 1966 sažeto je u slijedećim brojkama: ENEL je izvršio radova za 45 milijardi lira u koje su uključeni i radovi koje financira Cassa per il Mezzogiorno. Druga poduzeća, među kojima su općinski konzorciji, konzorciji za melioracije i dr. izvršila su radove za oko 14 milijardi lira. Donošenje zakona br. 910 od 27. listopada 1966, koji se odnosi na »mjere za razvoj poljoprivrede za petogodišnje razdoblje od 1966 — 1970« sigurno će ubrzati ritam priključivanja seoskih područja, iako će predviđeni doprinosi (po 7 milijardi u 1966 i 1967, i 8 milijardi za svaku financijsku godinu od 1968 do 1970) biti mnogo niži od troškova koje su naša ispitavanja predvidjela. Spomenuti zakon predviđa da teret troškova za realizaciju planova elektrifikacije seoskih područja za potrebe domaćinstava i poljoprivrednih gospodarstava snosi sa 80 % država a sa 20 % ENEL.

Prelazeći na pojedine tačke *bilance* izvještaj navodi da s imovinskog stanovišta bilanca ističe stalni i jednolični porast tehničkih osnovnih sredstava, čiji je iznos dostigao cifru od 4.906,2 milijardi lira, uračunavši i višak vrijednosti.

Ukoliko se vodi računa o kapitaliziranim troškovima i predujmovima odobrenim dobavljačima za nova postrojenja, investicije za 1966. dostižu ukupno 328 milijardi lira.

S ekonomskog gledišta rad u 1966. karakterizira daljnje povećanje dobitaka od prodaje električne energije ali i ne manje bujanje troškova. Rezultati su lagano poboljšani u odnosu na prethodnu godinu.

Tako osim proračunskih 6 milijardi lira u »fondu za devalvaciju kredita« oni su omogućili dodjelu 140 milijardi lira za amortizaciju, prema 120.300 milijuna stavljenih u proračun prethodne godine, uz poboljšanje od 3,12 % u 1965. na 3,24 % u odnosu na vrijednost amortizacione rente.

To je postignuto unatoč nekim otežavajućim faktorima, kao što je primjena ljetnog vremena, koja je izazvala smanjenje potrošnje električne energije u ljetnom periodu, zatim velike štete koje je postrojenjima u nekim krajevima nanijela velika poplava u jesen 1966; i na kraju povećanje financijskih tereta naročito u odnosu na postepeno pretvaranje duga prema nacionaliziranim bivšim poduzećima u znatno viši obligacioni dug.

Sa finacijskog gledišta treba istaći položaj likvidnosti u kojem se ENEL nalazi u zadnje vrijeme i to usprkos tome što je radi isplaćivanja odšteta u relativno kratkom vremenu (10 godina) a naročito radi podizanja novih postrojenja ENEL prisiljen da stalnim potraživanjem vrši pritisak na tržišta kapitala. »Fond za socijalnu zaštitu osoblja« povećao se u 1966. za 37 milijardi lira, čime su u potpunosti pokrivene otpremnine za osoblje kojem je 31. XII 1966. završavao radni odnos.

Fond amortizacije o kojem je već dat izvještaj dostiže sada sumu od oko 1.628 milijardi lira.

Fond za devalvaciju kredita povećan je na 15,2 milijade lira. Prihodi od prodaje električne energije dostigli su 781,4 milijarde lira uz 9,3 % porasta u odnosu na 1965.

Kamate i pasivna konta te druga financijska opterećenja dostigla su 108,8 milijardi, s porastom od skoro 30 milijardi u odnosu na prethodnu godinu.

Prilozima za naučna istraživanja koji se javljaju u ekonomskom obračunu sa cifrom od 789,725.183.— lire treba dodati troškove za istraživanja koja su obavili direktno organi ENEL-a, čime se dolazi do ukupne sume od oko 4,5 milijarde lira.

Aktivni rezultat redovnog upravljanja iznosi 98,3 milijarde u poređenju sa 96,2 milijarde lira prethodne godine. Imajući u vidu kamate na odštetu, tj. računajući i izvanredno upravljanje (poslovanje), netto dobitak svodi se na samo 143 milijuna lira.

Izvještaj Administrativnog savjeta zaključuje doslovce ovako: Pod raznim smo tačkama prikazali završni račun za 1966, koji sadrži rezultate četvrte godine aktivnosti ENEL-a.

Nije na nama da damo sud o iznesenoj bilanci. Neka nam međutim bude dozvoljeno da samo povežemo rezultate bilance sa znatnim povišenjem troškova i opterećenja koji su se pojavili tokom ovogodišnjeg poslovanja.

Kako smo spomenuli u poglavlju posvećenom financiranju ne možemo a da se ne zabrinemo nad naglim širenjem triju stavki: prve, u kojoj se stječu sve financijske obaveze; druge, koja se odnosi na zajmove raspisane radi plaćanja odšteta; i treće koju predstavljaju kvote amortizacije za postepeno vraćanje već ugovorenih dugoročnih zajmova.

Savjet nije propustio da nadležnim organima iznese ovaj problem naročito ono što smatramo da bi se moralo nazivati »dodatnim teretima« prema onome što je bilo predviđeno zakonom o nacionalizaciji.

Nikakva mjera u tu svrhu do sada još nije donesena. Naravno, bilanca bi nas više zadovoljavala, kad bi osim matematički tačnog prilagođavanja fonda za otpremninu koja pripada osoblju na završetku radnog odnosa, kako to radimo krajem svake godine, bili u stanju da rasporedimo u amortizaciju, ako ne cijele kvote koje odobravaju porezni organi, a ono bar konzistentnije postotke nego što doista primjenjujemo.

To nam ekonomska računica ne dozvoljava, iako nam mogu biti za utjehu dvije činjenice: da niti bivša privatna električna poduzeća to nisu mogla, te da je u odnosu na 54,02 % prethodne godine, u 1966 postotak amortizacije u odnosu na poreski maksimum ipak mogao lagano porasti na 54,13 %.

S druge strane se ne može zanemariti činjenica da, za razliku od integriranih poduzeća, ENEL uživa stalne koncesije radi kojih otpada potreba za brzom amortizacijom.

Jednu bilancu ne valja gledati samo u njenim stavkama, nego i u dinamici upravljanja i njenoj projekciji u budućnosti.

U 1966. su se investicije kretale u visini od 328 milijardi lira. Imajući na umu da je u prethodne tri godine za podizanje novih postrojenja bilo određeno ukupno 869 milijardi lira, izlazi da je ENEL u samo četiri godine ostvario 1.197 milijardi lira novih investicija, što iznosi oko 36 % vrijednosti svih osnovnih sredstava koje su u više od pedeset godina stvorila bivša poduzeća, koja su k nama prešla nacionalizacijom električne industrije u našoj zemlji.

Za petogodišnje razdoblje od 1967 do 1971. — kako je rečeno — predvidjeli smo daljnje investicije za ukupno 2.406 milijardi lira. Tarifa za struju je od 1959. nepromijenjena, iako je u zadnje vrijeme znatno povišenje poreza na potrošnju električne energije na inicijativu velikog broja općina i države dalo mnogima dojam da ENEL — kao negativni rezultat nacionalizacije — koristi povišenje koje nalazimo u računima.

Od 1945. još nikad stabilnost tarifa nije bila tako dugotrajna.

U drugom polugodištu 1966. održali smo četiri pokrajinske konferencije; prvu, 2. srpnja u Milanu za Lombardiju; drudu, 20. kolovoza u Potenzi za Basilicatu; treću, 5. listopada u Rimu za Lazio; te četvrtu, 16. studenog u Torinu za Piemont.

U prvim mjesecima 1967. održane su dvije druge konferencije i to: 20. veljače u Napulju za Campaniu i 5. travnja u Trstu za Friuli i Julijsku Veneciju.

Važnost ovih sastanaka sastoji se u plodnosnim kontaktima sa vlastima, trgovačkim, industrijskim i poljoprivrednim predstavništvima i sindikalnim predstavnicima, te mjesnim ekonomskim stručnjacima, što omogućava prikupljanje važnog materijala iz prve ruke, a koji se kasnije u našim uredima razrađuje i koji nam je koristan za naše buduće programe i za stalno poboljšanje naših usluga.

U izvještaju k prethodnoj bilanci u vezi s elektroprivrednim poduzećima pod lokalnom upravom, obavijestili smo da je Državni savjet prihvatio žalbu elektroprivrednog poduzeća Sicilije protiv odluke ministarstva, koju smo mi požurivali, a koja je određivala da to poduzeće treba prijeći u ENEL.

Kao što je poznato Državni savjet je bio odlučio da lokalna poduzeća imaju pravo birati između režima koncesije i prelaska u ENEL, i da je to pravo podvrgnuto samo prethodnom odobrenju ministra za industriju i trgovinu, čija je riječ odlučujuća, kako u negativnom slučaju, jer se tada ne može pribjeći koncesiji, jer postoji zakonska pretpostavka, tako i u pozitivnom slučaju zato što ENEL ne može svoju ocjenu pretpostaviti ministrovoj.

Ujedinjene sekcije Vrhovnog suda (Kasacije) na koje smo se bili prizivali radi pravosudne greške, odbile su našu žalbu držeći da je za stvari koncesija u korist municipaliziranih poduzeća kompetentan Državni savjet, te da se ono što taj organ utvrdi mora smatrati definitivnim.

Komitet ministara na svom zadnjem sastanku proučavajući ovaj predmet odlučio je da problem preda na rješavanje CIPE (Comitato interministeriale per la programmazione economica = Međuministarski komitet za ekonomsko programiranje) koji će kako je rečeno na početku ovog izvještaja preuzeti funkcije spomenutog komiteta. Također i 1966. unatoč tome što je ekonomsko poboljšanje naknada, odobreno pri obnavljanju sindikalnog ugovora, bilo vrlo ograničeno, ukupni trošak za osoblje ne računajući pojedince preuzete tokom rada povećan je — kako se može vidjeti — za nešto više od 29 milijardi lira, tj. za 10,22 %.

Porast bi bio veći da fond za otpremnine pri svršetku radnog odnosa nije ostao nepromijenjen u odnosu na prethodnu godinu. Kako smo već imali prilike spomenuti znatni su bili i kontakti s inozemnim poduzećima i naučnim organizacijama preko kojih smo uspjeli saznati koliki je ugled što ga naše poduzeće uživa u stranim zemljama.

Za taj prestiž naročito je zaslužan naš generalni direktor sa svojom visokom naučnom spremom, kojemu savjet želi ovdje ponovno odati svoje najveće priznanje za njegovo svestrano zalaganje za dobar rad i upravljanje.

Ovim priznanjem obuhvaćeni su i njegovi uži suradnici: centralni direktori i direktori odjeljenja.

Još jednom želimo zahvaliti na zalaganju i suradnji osoblju od najvišeg do najnižeg.

U teškim i tužnim događajima koji su lani u studenom zadesili neke talijanske gradove, naše osoblje u tim mjestima, kako je to bilo i javno priznato, s velikom požrtvovnošću, hrabrošću i visokom građanskom svijesti nije štedilo sebe, dokazujući tako svoju humanu solidarnost da u granicama mogućnosti ublaži strahote koje su nanijele poplave.

Njima još jednom najtoplije zahvaljujemo.«

Time završava izvještaj ENEL-a o poslovanju u godini 1966. Mi smo smatrali potrebnim da ga objavimo u cijelosti iz više razloga. Nakon nacionalizacije elektroprivrede u Velikoj Britaniji i Francuskoj, Italija je treća po redu, koja je provela nacionalizaciju elektroprivrede. ENEL je jedan od najsuvremenijih pokušaja povezivanja elektroprivrednih organizacija, odnosno stvaranja jedinstvene elektroprivrede u jednoj zemlji, u ovom slučaju našoj industrijski vrlo razvijenoj, najbližoj susjedi.

Izvještaj uporno naglasuje jednu konstataciju: unatoč nacionalizaciji i unatoč poskupljenju svih troškova za cca 30 %, cijena električne energije u Italiji od godine 1959. naovamo, nije poskupila ni za jedan centezim. Ako je negdje morala biti povišena bila je to posljedica nameta, koji su na potrošnju električne energije uvele pojedine općine ili državni erar.

Ernest Radetić

Izjave prof. A. M. Angelinija o programu ENEL-a na području nuklearne energetike

U toku posljednje priredbe »Dani nuklearne energije 1966«, održane u Milanu u prosincu 1966., profesor A. M. Angelini, generalni direktor ENEL-a odgovarajući na pitanje gosp. H. Michaelisa, direktora direkcije za ekonomiku EURATOMA, dao je izvjesna obavještenja o aktivnostima i programima ENEL-a na području nuklearne energije.

Profesor Angelini, pošto je prethodno naglasio, da će ukupna proizvodnja triju nuklearnih elektrana vlasništva ENEL-a na kraju 1966. preći 10 milijardi kilovatsati od kojih oko 4 milijarde proizvedenih tokom 1966., potvrdio je već objavljeni nuklearni program ENEL-a do 1970. navodeći da se predviđa uskoro narudžba jedne nuklearne elektrane od 650 MW, koja će se staviti u pogon u 1971—72., a zatim narudžba do 1970. drugih 2000 MW nuklearne snage. Prema tome u iduće četiri godine ukupno cca 2600 MW, s prosječnom snagom od 650 MW godišnje.

U pogledu razdoblja 1970—1980, za koje je gosp. Michaelis tražio podatke, profesor Angelini je iznio da iako ENEL nije izradio tako dugoročni odgovarajući program, može se ipak ustvrditi da program za 1970—1980. sigurno ni u jednom slučaju neće pretrpjeti usporavanje ritma izgradnje nuklearnih postrojenja od strane ENEL-a, te prema tome u tom deceniju ne može obuhvatiti ukupnu snagu manju od 6500 MW.

S druge pak strane, opravdano je smatrati da će se ta vrijednost prekoračiti uslijed iskustava stečenih u međuvremenu na području nuklearne energije, zatim ekonomskog progresa i porasta potreba za energijom. Nije stoga bez osnove iščekivati brojku od 10000 MW za nuklearna postrojenja, što bi trebalo predstavljati minimum.

Profesor Angelini smatra da za sticanje značajnih rezultata eksploatacije triju nuklearnih elektrana u Italiji, koje pripadaju najpovoljnijim tipovima u doba njihova ostvarenja, vrijeme proteklo od njihova stavljanja u pogon do danas predstavlja neophodni minimum. O tim rezultatima on je izvijestio u jednoj raspravi iznesenoj na posljednjem zasjedanju Svjetske konfederacije za energiju u Tokiju.

Samo po sebi je jasno da ništa manje nisu značajni rezultati eksploatacije elektrana koje su u međuvremenu ušle ili ulaze u pogon u drugim zemljama.

ENEL pažljivo prati ovakove iskustvene rezultate u tako intenzivnom i brzom razvoju.

(Energia nucleare 14,2,114)

Boris Tilić, dipl. ing.

Razvoj nuklearne energije u Italiji poslije 1970.

Potpredsjednik Nacionalnog komiteta za nuklearnu energiju, prof. Carlo Salvetti pripremio je za Savjet za energetiku izvještaj pod naslovom: »Razvoj nuklearne energije poslije 1970. i prikazani program Euratoma«.

U tom izvještaju perspektive razvoja upotrebe nuklearne energije u Italiji procijenjene su na osnovu dvije različite metode. Prema prvoj podaci za Italiju su izvedeni iz analognih procjena objavljenih od Euratoma i OCDE za područja prikladna u tu svrhu. Druga se metoda zasniva na predviđanjima postupne zamjene klasičnih izvora energije nuklearnom energijom, a temeljila bi se na kriterijima razboritog napretka.

Po prvoj metodi, uzimajući pretpostavke, da će nuklearne elektrane preuzeti funkciju temeljnih elektrana do 1970. godine, kao i da će vrijeme godišnjeg iskorištenja u 2000. godini biti postupno svedeno na 6500 sati, dobivaju se rezultati prikazani u tablici 1.

Predviđanje ukupne snage nuklearnih elektrana u Italiji na osnovu procjene OCDE i EURATOM (MW)

Tablica 1

A. *Procjena OCDE*

	1970.	1980.	1985.
Maksimalna varijanta	1001	8380	20370
Minimalna varijanta	880	6130	14130

B. *Procjena EURATOM* (pregledni program, konačna varijanta)

	1970.	1980.	1990.	2000.
Maksimalna varijanta	910	11180	45870	131660
Minamalna varijanta	800	8170	29210	76280

Po drugoj metodi pretpostavljeno je, prije svega, da ukupna instalirana snaga raste od 1970. do 1990. sa godišnjim stopama rasta višim za 0,5 % od iskazanih u potrebama za energijom u I izvještaju Savjeta za energetiku, a u razdoblju od 1990 do 2000 da porast snage slijedi isti ritam predviđen u navedenim potrebama za energijom.

Predviđanja koja proizlaze od instalirane snage u Italiji i godišnjeg rasta te snage prikazana su u tablicama 2 i 3.

Predviđanja instalirane snage u Italiji (MW)

Tablica 2

	1970.	1975.	1980.	1990.	2000.
Maksimalna varijanta	23900	37500	59000	133000	262000
Minimalna varijanta	20300	28200	40000	78000	140000

Predviđanja godišnjeg priraštaja instalirane snage u Italiji (MW)

Tablica 3

	1970.	1975.	1980.	1990.	2000.
Maksimalna varijanta	2270	3560	5000	9300	17600
Minimalna varijanta	1520	2190	2800	4700	8400

Da bi ocijenio instaliranu snagu nuklearnih elektrana, autor se poziva, za razdoblje 1970—1975. na I izvještaj Savjeta za energetiku kojim se predviđa izgradnja nuklearnih elektrana u iznosu od 500—600 MW godišnje. Osim toga predviđene su slijedeće dvije alternative:

a) godišnji priraštaj instalirane snage u nuklearnim elektranama jednak 50 % ukupnog priraštaja instalirane snage maksimalne varijante;

b) godišnji priraštaj instalirane snage u nuklearnim elektranama jednak 50 % ukupnog priraštaja u 1975. za minimalnu varijantu uz linearno povećanje tog priraštaja da bi dostigao iznos od 70 % ukupnog priraštaja u 2000.

Na osnovu tih varijanti u izvještaju se dolazi do predviđanja prikazanih u tablici 4.

Predviđanja ukupne snage nuklearnih elektrana u Italiji (MW)

Tablica 4

	1975.	1980.	1985.	1990.	1995.	2000.
Maksimalna varijanta	3620	13730	27570	46270	72220	108020
Minimalna varijanta	3620	10620	20250	33220	50380	74030

Izvještaj prof. Salvettija govori zatim o odstupanju koje može nastupiti u razvoju primjene nuklearne energije u Italiji prema platnoj bilanci. U tu svrhu, kao osnova uz izvjesne rezerve, uzete su vrijednosti sadržane u Preglednom programu Euratoma, a prema kojem bi upotreba nuklearne energije za pokrivanje potreba za električnom energijom donijela uštedu na uvozu za približno 200 milijardi dolara (podrazumijeva se razdoblje obuhvaćeno samim Programom odnosno do 2000. godine).

Izvodeći takove procjene za talijanske prilike, izvještaj prof. Salvettija dobiva, za slučaj ostvarivanja prema modelu tehnološkog razvoja ocijenjenog kao povoljnijeg od onoga u programu Euratoma, rezultate prikazane u tablici 5.

Uštede koje proizlaze iz proizvodnje nuklearne energije na temelju podataka Euratoma za Italiju (milijarde dolara)

Tablica 5

	Po cijeni fosilnog goriva koji odgovara		
	10 t ekv. gor.	12 t ekv. gor.	15 t ekv. gor.
Apsolutna vrijednost	27,4	37,4	52,8
Aktualizirana vrijednost	5,9	8,7	12,9

Uštede na troškovima proizvodnje električne energije — tvrdi izvještaj — u apsolutnom iznosu, bile bi prema tome reda desetaka milijardi dolara (10000—30000 milijardi lira), a u aktuealiziranoj vrijednosti oko 4—10 milijardi dolara (3000—6000 milijardi lira). U pogledu uvoza goriva uštedilo bi se na troškovima oko 50 — 60 milijardi dolara (30.000—40.000 milijardi lira).

U vezi s preglednim programom Euratoma referat izvještava da su se pojavile neke sumnje u polazne pretpostavke i različite zaključke kojima se pridružuju ostale paralelne ili naknadne ocjene, što je navelo da se iznova pristupi studiranju problema. U ovom pravcu su se već dobili veoma značajni pokazatelji npr. određeni efekat koji imaju neke osnovne pretpostavke na kraju razvoja jednog nuklearnog programa, velika važnost pravilnog odvijanja ciklusa pogonskog goriva, uska povezanost dimenzioniranja godišnjeg kapaciteta proizvodnih postrojenja i postupaka sa gorivom na vremenski tok instaliranja nuklearne snage.

U zaključnom dijelu izvještaja izražava se mišljenje da vodeći računa o naročitoj situaciji u Italiji u usporedbi sa situacijom u drugim zemljama, izgleda da koordinirani napor može pridonijeti ostvarivanju uravnoteženog nuklearnog programa i to takovog da se stvori osnova za zdravu i konkurentno sposobnu talijansku industriju, ne samo na unutrašnjem, već i na međunarodnom planu. U stvari, prosljeđuje izvještaj, struktura talijanskog tržišta oslobođena problematike zaštićivanja proizvodnih kapaciteta nacionalnih izvora energije, a koja se zasniva na unificiranoj strukturi sektora proizvodnje električne energije, slobodnoj od obaveza koje bi proizlazile iz programa diktiranih nacionalističkim promatranjima, prihvaća istraživanja i uvođenje najpovoljnijih ekonomskih rješenja. Danas se mogu iskoristiti također tehnološka iskustva stečena u drugim zemljama da bi se izbjeglo ponavljanje onih pogrešaka koje su veoma otežale razvoj tolikih nuklearnih programa u inozemstvu.

Neosporno zakašnjenje razvoja nuklearne energije u Italiji nije ipak doseglo još takvo značenje da ne bi moglo biti nadoknađeno udruženim naporom raznih grana talijanske industrije i nauke.

Sigurno je da ta povoljna situacija za nekoliko godina neće više postojati ukoliko s jedne strane bude uslijedila pretvorba strukture industrije u smislu neprihvaćenih programa i s druge strane ako se velika poduzeća, koja, odabirući povoljniji razvojni put, rade danas na granici vlastitog kapaciteta, budu pobrinula da pojačaju u istom omjeru vlastitu strukturu s obzirom na najnoviju ekspanziju.

Talijansko tržište će se teško moći braniti od prodiranja konkurentnih inozemnih grupacija, kada budu takovi uvjeti nastupili, ukoliko već ne bude u toku ostvarenje nacionalnog nuklearnog programa, koji bi barem na unutarnjem planu obeshrabrio vanjsku konkurenciju.

Treba imati na umu da je mogućnost konkurencije na međunarodnom planu uvjetovana postojanjem široko rasprostranjenog domaćeg tržišta. Taj posljednji uvjet može postaviti talijansku industriju na ravnopravnu osnovu s industrijama drugih evropskih zemalja, kod kojih lokalni uvjeti (na primjer konkurencija domaćih fosilnih goriva) ne dopuštaju ekspanziju domaćeg nuklearnog tržišta na višem nivou od onih sa talijanskog tržišta«.

(Energia nucleare 14. 2. 114)

Boris Tilić, dipl. ing

S RAZNIH SVIJETA

Trogodišnjica nacionalizirane elektroprivrede Italije. Zakonom od 12. prosinca 1962. godine nacionalizirana je elektroprivreda Italije. »Ente Nazionale per l'Energia Elettrica« (ENEL) izdala je svoj prvi godišnji izvještaj o poslovanju 1963. godine u kojem obrađuje poslovni uspjeh 70 nacionaliziranih od ukupnih 640 elektroprivrednih poduzeća. Nacionalizirat će se još daljnjih 200 elektroprivrednih poduzeća.

Uspješna bilanca iskazuje 86,9 mlrd lira viška prihoda nad rashodima. Međutim, zakonski kamati na potraživanja bivših imalaca nacionaliziranih elektroprivrednih poduzeća, koja treba otplatiti u toku 10 godina, iznose 86,8 mlrd lira. Od 1. siječnja 1964. godine teče otplata u 20 polugodišnjih anuiteta s kamatima od 5,5%. Godišnji anuitet iznosi 223 mlrd lira.

Za financiranje novih investicija potrebnih za pokriće porasta potrošnje električne energije ENEL je u toku 1963. godine raspisao dva obligaciona zajma preko Cassa Depositi e Prestiti u visini od 155 mlrd lira uz 5,5% kamata.

S obzirom na zahtjev radničkih sindikata trebalo je od 1. siječnja 1963. godine povisiti osobne dohotke radnika i službenika. Zaposleno je 829 rukovodilaca, 25.530 službenika i 41.520 radnika. Osobne dohotke radnika i službenika zaposlenih u južnim područjima trebalo je prvo izravnati s višim osobnim dohocima na području Milana a zatim sve osobne dohotke nacionalizirane elektroprivrede povećati za 17%.

Druga faza »Atomskog programa« Velike Britanije. Prema Bijeloj knjizi vlade Velike Britanije druga faza »Atomskog programa« za razdoblje od 1970. do 1975. godine predviđa izgradnju nuklearnih elektrana ukupne snage 5000 MW. U prve 4 godine do 1973. izgradit će se dvije nuklearne elektrane od 1000 MW, svaka elektrana s po dva agregata. U razdoblju od 1973. do 1974. godine izgradit će se treća nuklearna elektrana snage 2000 MW s tri reaktora, dva po 500 i jedan od 1000 MW. Od 1974. do 1975. godine izgradit će se četvrta nuklearna elektrana s dva reaktora od po 500 MW.

Prva faza izgradnje nuklearnih elektrana »Atomskog programa« Velike Britanije predviđa izgradnju 9 nuklearnih elektrana ukupne snage 5800 MW od kojih se NE Berkeley (Gloucestershire) i NE Bradwell (Essex) nalaze već u pogonu. Dovršenje ove prve faze izgradnje nuklearnih elektrana predviđeno je u 1968/69. godini.

Prema izjavi predsjednika institucije za atomsku energiju Velike Britanije Sir William Penney, datoj na konferenciji za štampu, moguće je da se druga faza izgradnje nuklearnih elektrana ukupne snage 5000 MW i proširi, čim se riješi pitanje izbora najekonomičnijih od postojećih sistema nuklearnih reaktora. Bijela knjiga vlade Velike Britanije predviđa da bi nuklearne elektrane mogle sedamdesetih godina dati ekonomičniju energiju u temeljnom opterećenju.

Na temelju studija o razvoju i daljnjem usavršavanju izgradnje nuklearnih reaktora predsjednik Centralne uprave elektroprivrede Sir Chritopher Hinton izjavio je na istoj konferenciji za štampu da bi troškovi proizvodnje električne energije nuklearnih elektrana 1965. godine od 0,4 do 0,5 penija po kWh mogli konkurirati elektranama na konvencionalna goriva čiji će troškovi proizvodnje 1975. godine iznositi 0,5 penija po kWh.

Istražni nuklearni reaktor Švicarske. U izgradnji je istražni nuklearni reaktor Lucens od 7,5 MWe (termičkog učina 30 MW) koji treba da pruži osnove za buduću izgradnju nuklearnih elektrana Švicarske. Paralelno s podizanjem ovog istražnog reaktora u toku su studije za izgradnju jednog velikog nuklearnog reaktora.

Plan izgradnje nuklearnih elektrana SSSR-a. Unatoč izdašnih rezervi primarnih oblika energije koje se uglavnom nalaze u azijskom dijelu zemlje, SSSR izgrađuje nuklearne elektrane za snabdijevanje električnom energijom onih područja koja su udaljena od konvencionalnih energetskih potencijala. Do 1970. godine izgradit će se više nuklearnih elektrana s više hiljada a do 1980. godine s više desetina hiljada megavata snage.

Do sada su izgrađene ili se nalaze u izgradnji slijedeće nuklearne elektrane:

	Snaga MW	Stanje
AES-1, Obninsk	5	u pogonu
Sibirija	600	u pogonu
Bjelojarsk I	100	u pogonu
Bjelojarsk II	200	u izgradnji
Novi Voronježi I	210	u pogonu
Novi Voronježi II	365	u izgradnji
Melekes	50 do 75	u izgradnji
BN — 350	350	u izgradnji
Ukupno	1880 do 1905	

U toku su opsežne studije oko unapređenja izgradnje nuklearnih reaktora. U cilju povećanja ekonomičnosti proizvodnje električne energije u nuklearnim elektranama projektiraju se jedinice od po 1000 i više MW.

D. Feöcze

Potrošnja nafte u ovoj godini bit će predvidivo za oko 7 % veća nego u 1966., te će iznositi nešto preko 1,75 mlrd tona. Najveći porast potrošnje, tj. 10,2 % očekuje se u zapadnoj Evropi, gdje bi trebala prekoračiti 450 mln tona, a najmanji se porast potrošnje očekuje u SAD, tj. samo 3,6% s obzirom na već visoko postignutu motorizaciju. Predvidiva potrošnja u SAD bila bi oko 600 mln tona. (World Petroleum, I/1967).

Istočna hemisfera — Struktura potrošnje derivata nafte u 1966. godini (koja je ukupno iznosila nešto preko 900 mln tona) bila je slijedeća:

— ukapljeni plinovi	3 %
primarni benzin	5 %
motorni benzin	16 %
gorivo za mlazne motore	2 %
petrolej	5 %
srednji destilati	26 %
rezidualno ulje za loženje	41 %
maziva i ostali produkti	2 %

(World Petroleum, I 1967)

Istočna Evropa — Potrebe nafte — Prema ocjeni poljskih eksperata države istočne Evrope neće moći pokrivati svoje potrebe nafte samo iz SSSR, jer će potrošnja nafte u Sovjetskom Savezu rasti brže od proizvodnje. Prema toj ocjeni države istočne Evrope morat će u 1980. godini uvesti oko 90 mln tona nafte sa Srednjeg istoka ili iz Afrike.

(World Petroleum, XII/1966)

Protuvrijednost električne energije. U Saveznoj Republici Njemačkoj treba industrijski radnik, s prosječnom mjesečnom zaradom, da u sadašnjici radi samo dvije minute, da bi zaradio protuvrijednost jednog kWh-a električne energije. To je samo trećina vremena za koje je trebao za istu količinu energije raditi u 1955. godini. Za takav razvoj bilo je uz porast zarade radnika odlučujuće i smanjenje koštanja jednog kilovatsata — koje se sastoji od osnovne uplate i radne cijene — od 17,7 pfeniga u god. 1955. na 13,4 pfeniga u godini 1965. Za takvo smanjenje, kod inače jednakih cijena za električnu energiju, bio je preduvjet da njena godišnja potrošnja po kućanstvu poraste u istom razdoblju od 530 na 1351 kWh i da time osnovna uplata manje tereti pojedini kupljeni kilovatsat.

(ETZ-B. (1966) H. 25. S. 977)

Električno akumulaciono grijanje. U SR Njemačkoj priznato je sada u osam, od ukupno jedanaest saveznih zemalja, električno akumulaciono grijanje vrijednim unapređivanja i ekonomičnim za društvenu stambenu izgradnju. Odnosni službeni raspisi objelodanjeni su nedavno u Baden-Wüttenbergu i u Rheinland-Pfalzu, a analogni raspisi vrijede i za savezne zemlje Hamburg, Bremen, Niedersachsen, Nordhein—Westfallen, Bayern i Berlin. Tome odgovarajuća objelodanjenja također utvrđuju da stanovi sa električnim akumulacionim grijanjem kod primjene stambenog zakona vrijede kao stambene prostorije sa skupnim grijanjem.

(ETZ-B (1966) H. 25. S. 977.)

Fakultet za kibernetiku. U Kijevu se namjerava osnovati fakultet za kibernetiku s ciljem da se doprinese otklanjanju elektronskog zaostajanja u SSSR-u. U Sovjetskom savezu smatraju danas kibernetiku ključem budućnosti.

(ETZ-B (1967) H. 1. S. 17.)

Japanska komisija za atomsku energiju priprema izgradnju treće i četvrte atomske elektrane. Tokyo Electric Power izgrađuje reaktor 400 MW na kipuću vodu kod Ohkume sjeveroistočno od Tokia, a Kansai Electric Power jedan reaktor 340 MW na tlačnom vodu u Mihami u zapadnom Japanu. Oba poduzeća zaključila su s udruženim koncernom General Electric i Westinghouse ugovore o suradnji na izgradnji reaktora.

(ETZ-B-1967. H. 1. S. 18)

Kućanstva postaju velepotrošači. Porast potrošnje električne energije u kućanstvima u Zap. Njemačkoj mnogo je brži od ukupnog porasta potrošnje, kako to proizlazi iz podataka koje je objelodanio Glavni savjetodavni organ za primjenu električne energije u Frankfurtu n/M. Dok se potrošnja električne energije svih potrošačkih grupa normalno udvostručuje svakih deset godina, ona je u kućanstvima u prošlom desetgodištu rasla svakih pet godina za 100 % i time postala iza industrije najvećim energetskim potrošačem. Ona je daleko premašila obrt, poljoprivredu, saobraćaj i javne potrebe i utrošila u 1965. godini skoro 24 milijarde kWh.

Naredni pregled pokazuje porast potrošnje električne energije od 1955. do 1965. godine:

	God. 1955	God. 1960.	God. 1965.
Kućanstva	5911×10^6 kWh	12949×10^6 kWh	23884×10^6 kWh
Ukupna potrošnja	45602×10^6 kWh	77598×10^6 kWh	117814×10^6 kWh

Udio kućanstva u ukupnoj predaji električne energije iz javne mreže iznosio je prema tome u 1955 godini 13 % prema 17 % u 1960, odnosno 20 % u 1965. godini.

(»Elektrowärme« (1966) H. 12. S. 437.)

B. Filipović

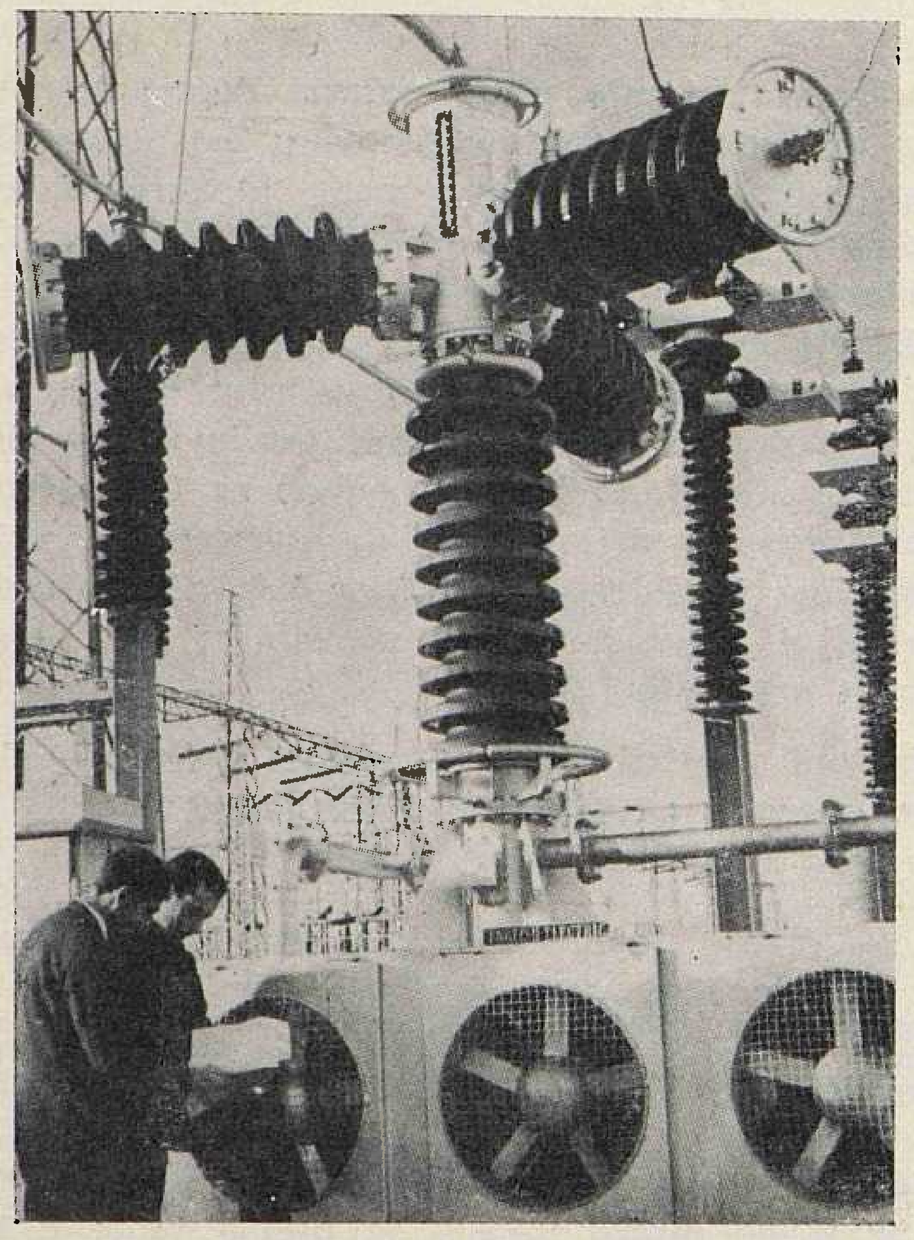
Najduži na svijetu podvodni kabel za prijenos električne energije. U Italiji je pušten u pogon najduži na svijetu podvodni kabel za prijenos električne energije, i to između talijanskog kopna i otoka Sardinije. Taj će sistem prijenosa istosmjernom strujom, koji je konstruiran i izveden u Engleskoj, osigurati stalno snabdijevanje Sardinije energijom i omogućiti izvoz 200

MW na talijansko kopno. Maksimalni iznos već je uspješno prenesen između krajnjih stanica (dužina kabela iznosi 400 km).

Krajnje stanice za navedenu vezu konstruirane su u odjelu za istosmjerni prijenos firme »THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY« iz Stafforda uz cijenu od 3 milijuna funti.

Glavni se sardinijski izvor električne energije nalazi u južnim predjelima otoka koji su bogati ugljenom. Elektrana PORTO VESME u blizini ugljenokopa može proizvesti 500 MW, dok maksimalne lokalne potrebe iznose nekih 220 MW, pa za izvoz u talijansku mrežu ostaje višak od 200 MW.

Sistem istosmjernog prijenosa izabran je stoga, što on predstavlja najekonomičniji put za prijenos snage između ova dva sistema prijenosa izmjeničnom strujom. Energija će normalno teći od pretvaračke stanice (Codrongianos) na Sardiniji, gdje se vrši kontrola i upravljanje. Međutim, smjer može biti i suprotan, ako bi elektrana u Porto Vesme bila izvan pogona uslijed popravaka ili nekih drugih razloga. Linija ide od Codrongianosa prema podmorskom kabelu preko Bonifacijeva tjesnaca, pa uzduž Korzike, i tada opet podmorskim putem na dubini od 400 m prema drugoj pretvaračkoj stanici na talijanskom kopnu.



Prigušni sklop na usmjerivaču firme English Electric u krajnjoj stanici u Sardiniji

English Electric Company je jedna od dviju firmi u svijetu izvan SSSR-a s iskustvima na razvoju tehnologije prijenosa velikih energija pri visokom naponu istosmjerne struje. Za navedeni je prijenos ova kompanija izvela kompletne krajnje stanice i dobavila transformatore za pretvarače, sinhrone kondenzatore, harmoničke filtere, kontrolnu i upravljačku opremu, te pomoćne uređaje.

Firma English Electric je sada angažirana na prvoj internoj britanskoj vezi za prijenos istosmjernom strujom iz elektrane od 2000 MW na ulazu Temze u London. U daljnjem je planu puštanje u pogon 1970 g. istosmjernog sistema prijenosa podzemnim kabelom. Prenosila bi se energija od 640 MW od izvorne elektrane prema dvjema prijemnim stanicama smještenim u srcu centralnog Londona.

Energetsko gospodarstvo koristi računsku tehniku

Nakon stavljanja u pogon računskog stroja ZRA 1, računski centar Instituta za energetiku u Leipzigu razvio se tokom tri godine u jedan od vodećih centara u DR Njemačkoj. Kod svog osnivanja centar je imao samo 8 suradnika, koji su se bavili matematskim obuhvaćanjem i numeričkom obradom pojedinih tehničko-fizikalnih problema iz područja proizvodnje, prijenosa i potrošnje energije. Sada su međutim u centru zaposlena već 33 pretežno mlađa stručnjaka (prosječna starost 28,5 godina), koji rade na obradi računskih pretpostavki za stvaranje naučnog toka u cjelokupnom području energetskog gospodarstva.

Računski centar radi u tri smjene, a koristi također i strojeve ostalih centara. Sve to ukazuje na to, da se računska tehnika, koja je dobro popularizirana, u pogonima koristi u sve većem opsegu kao pomoćno sredstvo pri planiranju i operativnom vođenju pogona.

Termoelektrana za S. R. Rumunjsku izgrađena u rekordnom vremenu

Već 20 mjeseci nakon narudžbe za isporuku kompletne elektromehaničke opreme kod firme Siemens, počela je TE Fintinele, snage 100 MW, davati električnu energiju u 220 kV mrežu zemlje. Elektrana se nalazi 300 km sjeverno od Bukurešta, kao gorivo upotrebljava zemni plin, a opremljena je najsuvremenijom elektro-komandom.

Zbog vrlo velikog razvoja teške industrije potrebe za energijom u SR Rumunjskoj pokazuju porast od 20 % i više.

Pri izgradnji primijenjena je nova konstrukcija i montaža kotlovskog postrojenja. Kotlovi od Dürr-Werke, Ratingen ovješeni su u noseću konstrukciju sa četiri stupa visine 37 m.

(»*Energie-Technik*« Nr. 11/1966.)

Stjepan Ivančić

Bioelektrično upravljanje strojevima

Postoji jedno zanimljivo, pomalo neobično i još nedovoljno istraženo područje. Riječ je o upravljanju strojevima s pomoću tzv. bioloških signala — onih zamršenih akcionih napona pojedinih dijelova čovječjeg tijela, kojima čovjek svjesno može mijenjati barem jednu karakterističnu veličinu (amplitudu, frekvenciju).

Zanimljivo je definirati pojam »čovjeka« i »stroja« sa stanovišta tehničara koji razmatra njihovo među-

sobno surađivanje. Ovdje se postavlja, da li je čovjek skup svijesti i volje (mozak), te organa od vitalne važnosti za život mozga. Stroj pak je objekt bez neuronske veze s čovjekom, koji njime upravlja (strug, televizor, proteze za udove i sl.).

U čovjeku postoje akcioni naponi različitih karakteristika. Prema mjestu izvora, to mogu biti naponi koji nastaju pri radu mišića (EMG naponi), srca (EKG) i mozga (EEG). Ovi se naponi međusobno razlikuju po veličini, frekvenciji i izgledu. Najpogodniji za njihovo korištenje su naponi mišića, kod kojih su odmah uočljive razlike karakteristika pri promjeni stanja njihovog izvora (npr. kod prelaska iz opuštenosti mišića u napetost).

Mišićni se naponi mogu primijeniti za upravljanje umjetnih udova, te svemirskih letjelica pri velikim ubrzanjima (5—8 g), kada se i zdravi udovi ne mogu pokrenuti, pa koriste tzv. pojačala ljudske snage.

Daljnja praktična primjena ovih napona omogućuje kočenje kod automobila. Naime, bioelektrička kontrola kočenja djeluje brže od normalne čovjekove, jer kod mehaničkog reagiranja čovjeka treba proći izvjesno vrijeme dok nalog o opasnosti stigne do mozga, tamo se obradi i preko spojnih putova stigne do udova koji izvode kočenje. Mehaničko prebacivanje noge s pedala za gas na pedal za kočenje traje 0,2—0,3 s, pa i više. Bioelektričko kočenje smanjuje ovo vrijeme za 100—200 ms, što u odsudnim trenucima može biti odlučujuće. Ovo se kočenje praktički izvodi s pomoću napona mišića oko obrta. Na te se mišiće postave elektrode, koje vode do pojačala i elektromagneta za samo kočenje. Veća brzina ovakvog signaliziranja postiže se stoga, što su mišići oko očiju blizu mozga, te imaju malu masu. Ova se primjena mišićnih napona mnogo ispituje u SSSR i SAD.

Svestrano se i potanko ispituju eventualne buduće mogućnosti u pogledu postizanja što veće brzine odašiljanja informacija s pomoću ljudskog tijela. Navodi se podatak da čovjekovi prsti pri sviranju klavira daju najveću brzinu od 20 bita/s, dok kod govora to iznosi 30 bita/s. Osim toga, ispitivanja pokazuju, da je ramenim mišićima moguće postići brzinu od nekih 15 bita/s, što sve skupa iznosi oko 70 bita/s. Pitanje je samo, da li bi čovjek mogao sve ove komande izvoditi istovremeno. Ako i bi, onda prepreku za premašenje količine ovih informacija, zbog potrebne njihove obrade, predstavlja tromost mozga. Dosad nije tačno potvrđeno, ali se pretpostavlja, da bi granica za mozak bila oko 100 bita/s, do kojih bi se brzina eventualno mogli upravljati strojevi. No sve je to još u početnim ispitivanjima, pa se može razmatrati samo kao interesantna mogućnost.

M. Vujnović

Bugarska poboljšava energetsku bilancu

Razvoj industrijalizacije u Narodnoj Republici Bugarskoj traži brz razvoj energetike. U 1965. godini proizvedeno je 10.200 GWh električne energije. Proizvodnja od okruglo 11.000 GWh u 1966. predstavlja 33-struko povećanje prema 1944.

Posljednjih godina znatno je poboljšana energetska bilanca pronalaskom novih izvora nafte i plina i izgradnjom rafinerije u Burgasu.

Relativni udio efektivnih nosilaca energije (nafte i njenih derivata i plina) treba dostići 33 %.

Ipak Bugarska u budućnosti neće biti u stanju da pokrije svoje potrebe na električnoj energiji. Godine 1965. priključena je na socijalističku povezanu mrežu »Mir«. U budućnosti će biti izgrađen novi vod 220 kV kroz Rumunjsku do SSSR-a, kojim će godišnje proteći 700 GWh električne energije. Nadalje će izgraditi vod 400 kV koji treba vezati bugarski elektroenergetski sistem s Košurbanskom elektranom u Moldavskoj SR, kojim će se prenositi godišnje 3000 GWh. U zajednici sa SR Rumunjskom, Bugarska će na Dunavu izgraditi 1970. jednu elektranu. Uz pomoć Sovjetskog Saveza započet će uskoro izgradnja bugarske nuklearne elektrane, instalirane snage 800 do 1200 MW. U pogon će biti stavljena, kako se predviđa, 1972/73.

Istosmjerni prijenos 900 kV u Kanadi

Istosmjerni prijenosni sistem ± 450 V bit će izgrađen od rijeke Nelson—River do Winnipega. Dva voda od blizu 1000 km imat će prenosnu moć od 3240 MW. Vodiči će imati dva užeta u snopu. Promjer užeta 40 mm, a razmak 45 cm. Izgradnju ovog sistema financira kanadska vlada.

B. Markovčić

Prvi vod 400 kV u Meksiku

U Meksiku je stavljen u pogon vod 400 kV kojim se prenosi energija iz hidroelektrane El Infiernillo (672 MW) na rijeci Rio Balsas u stanicu Nopala kod Mexico-City-a.

Izgrađena su dva paralelna voda na posebnim trasama na udaljenosti od 100 m. Interesantno je napomenuti da su na jedan vod ugrađeni stakleni, a na drugi porculanski izolatori, pa će to biti dobra prilika da se usporedi kvaliteta. Duljina voda iznosi 325 km. Vodiči su u snopu sa dva alučel užeta, promjera 32 mm na razmaku od 45 cm.

B. Markovčić

Proizvodnja električne energije u nuklearnim elektranama Velike Britanije

Ukupna proizvodnja električne energije nuklearnih elektrana Velike Britanije iznosila je koncem marta 1965. godine oko 9.000 GWh. Najveći udio u ovoj proizvodnji imale su nuklearne elektrane Bradwell u Essexu (stavljena je u pogon jula 1962.) sa 5000 GWh i Berkeley u Gloucestershiru (stavljena je u pogon juna 1962.) sa 3412 GWh. Daljnje dvije nuklearne elektrane Hinkley Point u Somersetu i Trawsfynydd stavljene su također već u pogon. Zadnja od ovih stavljena je u pogon januara 1965. s dva reaktora električne snage 443 MW.

U izgradnji su nuklearne elektrane Dungeness u Kentu i Sizewell u Suffolku. Dovršenjem izgradnje ovih dvaju objekata ukupna instalirana snaga nu-

klearnih elektrana Velike Britanije iznosit će preko 2700 MW. Za 1970. se planira instalirana snaga nuklearnih elektrana od 5000 MW, a 1975. god. 9500 MW. Proizvodnja nuklearnih elektrana iznosit će 1970. 13% a 1975. 18% ukupne proizvodnje električne energije u zemlji.

Razvoj britanske elektroprivrede i elektrotehničke industrije

U toku zime 1965/66 godine postrojenja za proizvodnju električne energije Britanske elektroprivredne zajednice (Central Electricity Generating Board — C.E.G.B.) postigle su rekordno opterećenje od 33.362 MW. Da bi se ovo ostvarilo bilo je moguće preopteretiti projektirani kapacitet ovih postrojenja za oko milijun kW što najbolje potvrđuje radne karakteristike i kvalitetu postrojenja za proizvodnju električne energije u Velikoj Britaniji.

Prvi jednolinijski turbogenerator snage 500 MW Britanske elektroprivredne zajednice sinhroniziran je s mrežom u elektrani Ferrybridge »C«. Naručeno je daljih 49 ovakvih jedinica od kojih je šest predviđeno da bude izrađeno ove godine.

Nuklearna elektrana Hinkley Point premašila je svoju garantiranu snagu od 500 MW dajući 531 MW nacionalnoj mreži. Nuklearna elektrana Dungeness »A« snage 550 MW puštena je službeno u pogon maja 1966. godine. Počeli su radovi na nuklearnoj elektrani »Dungeness »B« koja treba da bude završena do proljeća 1970. godine. Troškovi proizvodnje elektrane »B« iznosit će, kako se očekuje 0,457 penija po kWh. Sedma civilna nuklearna elektrana, koja se gradi za Britansku elektroprivrednu zajednicu — nazvana Sizewel — također treba da daje pri punoj snazi 580 MW. Ovo će povećati ukupnu snagu u svim nuklearnim elektranama na preko 3.000 MW. Sada nuklearne elektrane u Velikoj Britaniji učestvuju u ukupnoj proizvodnji električne energije sa 10 %.

Nekoliko velikih plinskih turbina snage 55 MW i 70 MW naručeno je da pomognu pri iznenadnim »vrhovima« opterećenja. U Škotskoj je drugo od četiri reversibilnih postrojenja snage 100 MW po projektu sa rezervoarom punjenim pumpanjem radilo uspješno pod punim opterećenjem pri pumpanju i proizvodnji električne energije.

Zajednica hidroelektrana Sjeverne Škotske podnijela je prijedlog za postrojenje s rezervoarom punjenim pumpanjem snage 1.200 MW u Loch Sly, koje bi kao niži rezervoar koristilo jezero Loch Lomond. Koristile bi se crpne turbine snage 300 MW.

Izložba elektrotehničke opreme u Londonu 1966.

Na Međunarodnoj elektrotehničkoj izložbi u Earls Court-u u Londonu 1966. godine prikazan je do sada najširi asortiman elektrotehničke opreme. Među 556 izlagača bilo je 74 inozemnih, a posjet je premašio sve ranije rekorde. Od 103.000 posjetilaca, preko dvije hiljade je bilo iz 81 stranih zemalja. Prisustvo inozemnih izlagača pružilo je značajnu mogućnost za usporedbu sličnih proizvoda i dalo je daljnji podstrek poboljšanju i izmjenama u konstrukcijama, kako bi se prilagodile međunarodnim zahtjevima.

Značajan novitet na polju prekidačkih i kontrolnih uređaja predstavlja vakuumski kontaktor (proizvođač AEI, Rugby) koji je ne samo jeftiniji već i tiši pri radu i zauzima manje prostora nego dosadašnji odgovarajući uređaji. Za ovaj kontaktor od 300 A, 3,300 V tvrdi se da može da podnese preko 2,000.000 uključivanja pod punim opterećenjem, bez održavanja ili popravka. Na njemu se može namjestiti do dvanaest pomoćnih kontakta ili potpuno oklopljeni kontakti sa suhim jezičkom (perom).

Ista firma izrađuje i poluprovodnički prekidač. Ovaj prekidač odgovara zahtjevima stalnog stop/start ili reverzibilnog rada kod električnih motora i, mada je skuplji od mehaničkog prekidača-kontaktora, pogodan je za korištenje u primjenama kod kojih bi inače morao da se koristi hidraulički motor; u tim slučajevima troškovi su za polovicu manji od ekvivalentnog hidrauličkog uređaja.

Jedna druga firma — Electric Construction Company — iz Wolverhamptona, izrađuje prekidač-kontaktor blok-tipa moderne konstrukcije. Kod njega se koristi magnetni sklop sa vertikalnim djelovanjem horizontalno djelujućim kontaktima od srebro-kadmijuma. Uslijed toga, kako se tvrdi, smanjeno je odskakanje kontakta pa se postiže znatno manje trošenje (habanje) kontakata.

Razvoj elektroprivrede SAD u proteklih 10 godina

»Electrical World« stručni časopis elektroprivrede SAD daje presjek razvoja elektroprivrede u proteklih 10 godina do 1965. kao i perspektivu razvoja do 1980. godine.

Povećanje potrošnje električne energije u razdoblju od 1956. do 1965. iznosilo je 93%. Za narednih 10 godina do 1975. predviđa se prirast od 90% a do 1980. ukupno 150%.

Postojeća i perspektivna struktura potrošnje električne energije SAD ima ove odnose:

	1965.	1980.
Industrija	46,0%	41,0%
Trgovina i obrt	21,0%	23,0%
Kućanstvo	29,0%	33,0%
Ostalo:		
— javna rasvjeta	1,0%	1,0%
— željeznice	0,5%	0,25%
— razno	2,5%	1,75%

Prosječni godišnji potrošak električne energije po kućanstvu iznosio je 1965. godine 5000 kWh. Predviđa se da će do 1980. porasti na 12.000 kWh. Na ovaj porast specifičnog potroška utjecat će prije svega grijanje prostorija električnom energijom. Koncem 1963. električne peći za grijanje prostorija koristilo je 1,6 milijuna kućanstava. Predviđa se da će već 1969. godine 6 milijuna kućanstava grijati svoje prostorije električnom energijom odnosno 10% od očekivanih 60 milijuna kućanstava.

Na svaki dolar bruto prihoda (prometa) elektroprivreda SAD je u proteklih 10 godina investirala 0,4 dolara, od kojih oko 50% u elektrane. Predviđa

se da će investicije u promatranom narednom razdoblju opadati. Pri istoj kupovnoj moći dolara investicije elektroprivrede SAD trebale bi do 1980. iznositi 1/4 dolara na svaki dolar prometa.

Ekonomski kvalitet investicija prikazan je specifičnim novim investicijama po kilovatsatu nove energije. U proteklih 10 godina specifične nove investicije iznosile su 10 dolarskih centi po kilovatsatu nove energije. Od ovih otpada 4,5 na elektrane, 1,6 na prijenos, 3,3 na razvod i distribuciju i 0,6 dolarskih centa na ostalo. Za razdoblje do 1980. predviđaju se specifične nove investicije samo s 5,5 dolarskih centa po kilovatsatu nove energije od kojih otpada na elektrane 2,6 na mrežu 2,0 i 0,9 dolarskih centa po kWh novc energije na ostalo.

Svoj daljnji porast proizvodnje elektroprivreda SAD osniva, prije svega, na povećanju potrošnje električne energije u kućanstvima.

Elektroprivreda Evropske ekonomske zajednice u godini 1964.

Prema godišnjem izvještaju Statističkog ureda Evropske ekonomske zajednice, Bruxelles (EEC — European Economic Community) od 20. siječnja 1965. bruto proizvodnja električne energije članica ove zajednice ostvarena je 1964. godine s 385 TWh u odnosu na 356 TWh u 1963. Godišnji porast bruto proizvodnje iznosio je 8,3%. Ista stopa porasta proizvodnje ostvarena je i 1963. u odnosu na 1962. Uslijed nepovoljnih hidroloških prilika 1964. god. hidroelektrane su proizvele samo 87,6 TWh u odnosu na 103,2 TWh proizvodnje u 1963. kada su hidrološke prilike u Italiji i Francuskoj bile povoljne. Izravnanje su preuzele termoelektrane, a morale su pokriti i cijelo povećanje potrošnje električne energije. Termoelektrane su 1964. proizvele 294,6 TWh ili za 17% više od proizvodnje u 1963. godini (251,9 TWh). Proizvodnja nuklearnih elektrana povećana je od 0,9 na 3,2 TWh. Struktura proizvodnje i potrošnje ostvarena je kako slijedi:

Struktura proizvodnje električne energije Evropske ekonomske zajednice u 1964. godini

Države	Bruto proizvodnja		Bruto potrošnja (uključivo vlastiti potrošak i pumpanje vode)		Neto potrošnja (uključivo gubici energije u mreži)	
	GWh	% rasta	GWh	% rasta	GWh	% rasta
SR Njemačka	164.500	9,3	165.600	8,2	152.500	8,0
Francuska	98.900	7,2	101.100	8,9	96.000	8,1
Italija	76.000	6,5	77.100	6,1	74.150	5,6
Nizozemska	23.000	9,6	23.000	9,4	21.700	9,1
Belgija	20.769	9,1	20.420	10,2	19.095	10.5
Luksemburg	2.190	18,7	2,890	24,4	1,780	9.9
EVROPSKA EKONOMSKA ZAJEDNICA	385.390	8,3	390.000	8,2	365.250	7,7

(Brojke su zaokružene jer predstavljaju prethodne podatke nekih država. SR Njemačka obuhvaća i Zapadni Berlin)

Od ukupne bruto proizvodnje električne energije Evropske ekonomske zajednice otpada na SR Njemačku 42,7%, Francusku 25,6%, Italiju 19,8%, Nizozemsku 5,9%, Belgiju 5,4% i na Luksemburg 0,6%. Godišnja stopa rasta proizvodnje ove zajednice je iznad prosječne godišnje stope rasta desetogodišnjeg udvostručenja (7,2%). Iznad te stope rasta proizvodnja se razvija u SR Njemačkoj, Nizozemskoj, Belgiji i Luksemburgu. Francuska proizvodnja ima stopu rasta bruto proizvodnje 7,2% a Italija samo 6,5%.

U razmjeni električne energije s drugim zemljama izvan Evropske ekonomske zajednice ostvaren je 1964. uvozni saldo energije od 4650 TWh u odnosu na 4341 TWh iz 1963. Pri tome uvoz energije znatno opada u SR Njemačku, nešto i u Italiju, međutim, naglo raste uvoz u Francusku i to iz Španjolske. Povećanje uvoza energije u Luksemburg, a isto tako i velika stopa rasta bruto proizvodnje te države (18,7%) posljedica su povećane kooperacije proizvodnje pumpne akumulacione elektrane HE Vianden s elektroprivredom SR Njemačke. Stopa rasta neto potrošnje Luksemburga iznosi samo 9,9%. Bruto potrošnja električne energije cijele zajednice porasla je za 8,2%. Zbog velikog povećanja proizvodnnje termoelektrana u 1964. godini povećao se i vlastiti potrošak elektrana. Stopa rasta neto potrošnje električne energije Evropske ekonomske zajednice iznosi u 1964. godini 7,7%. Veću stopu neto potrošnje imaju SR Njemačka 8,0%, Francuska 8,1%, Nizozemska 9,1%, Belgija 10,5% i Luksemburg 9,9%. Samo Italija ima nižu stopu, čak nižu od prosječne godišnje stope rasta za desetogodišnje udvostručenje potrošnje električne energije.

Struktura ukupnog prihoda RWE 1963/64.

Prema poslovnom izvještaju Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG Essen (RWE) za 1963/64. bruto potrošnja električne energije ostvarena je sa 43,3 TWh. Na području RWE tarifni potrošači preuzeli su 4,1 TWh, ugovorni potrošači 20,8 TWh i preprodavaoci 12,4 TWh. Ukupni prihod ostvaren je s 2.761,8 milijuna DM.

Struktura ukupnog prihoda ima ove odnose:

Materijalni troškovi	47,9%
Troškovi radne snage	10,2%
Amortizacija	14,1%
Kamati	1,4%
Porezi	13,4%
Dažbine	0,4%
Ostali troškovi	6,9%
Dobitak	5,7%
	100%

Stalno zaposlenih bilo je 16.347 od toga 2222 s 25 godina i 373 sa 40 godina stalnog radnog staža u RWE. Osobni dohoci povećani su 1964. za 8%.

Razvoj elektroprivrede SSSR-a

Koncem januara 1965. »Pravda« je objavila važnije privredne podatke SSSR-a za 1964. Prema tim podacima proizvedeno je 1964. 459 TWh električne energije ili za oko 11% više od prethodne 1963. go-

dine (412 TWh). Razvoj snaga elektrana i proizvodnje električne energije u proteklih 50 godina prikazuju podaci tablice 1.

Razvoj snaga postrojenja i proizvodnje električne energije u SSSR-u

Tablica 1

Godine	Snaga GW	Proizvodnja električne energije TWh
1913	1,1	2,0
1940	11,2	48,0
1958	53,6	235,4
1962	82,5	369,3
1963	92,2	412,0
1964	102,2	459,0

Razvoj proizvodnje električne energije u pojedinim republikama SSSR-a prikazuju podaci tablice 2.

Razvoj proizvodnje električne energije po republikama SSSR-a

Tablica 2

Republike	1958 TWh	1960 TWh	1962 TWh
SSSR	235,4	292,3	369,3
RSFSR	158,3	197,0	248,0
Ukrajina	43,9	53,9	69,0
Kazahstan	8,5	10,5	13,4
Azerbejdžan	5,6	6,6	8,3
Uzbekistan	4,7	5,9	7,5
Bjelorusija	2,7	3,6	4,6
Estonija	1,2	1,9	4,2
Gruzija	2,9	3,7	3,9
Armenija	2,5	2,7	2,6
Letonija	1,4	1,7	1,6
Kirgizija	0,8	0,9	1,5
Litva	0,8	1,1	1,4
Tadžikistan	0,9	1,3	1,1
Turkmenija	0,6	0,7	1,0
Moldavija	0,5	0,7	0,9

(Prema: Hoz. SSSR v 1962. godu, str. 161)

Proizvodnja električne energije na području SSSR-a ocijenjena je za 1965. s 500 do 520 TWh i za 1970. s 900 do 915 TWh. Najveći dio proizvodnje SSSR-a otpada na RSFSR (Rusku Sovjetsku Federativnu Socijalističku Republiku) koja zaprema oko 17 milijuna km² ili 76% ukupne površine SSSR-a. Pruža se između Sjevernog ledenog mora na sjeveru, Tihog oceana na istoku, rijeke Ussuri na jugoistoku, Kine, Mongolije i Kazahske SSR na jugu, Ukrajine, Bjeloruske, Latvijske i Estonske SSR na zapadu, Finske i Norveške na sjeveroistoku. U RSFSR s oko 119 milijuna stanovnika proizvedeno je 1962. godine preko 67% sveukupne proizvodnje električne energije SSSR-a. Po veličini proizvodnje električne energije na drugo mjesto dolazi Ukrajinska SSR s 18,7% ukupne proizvodnje SSSR-a.

SSSR planira jako razvijenu interkoneksiju proizvodnje električne energije. Potrošnja električne energije u evropskom dijelu SSSR-a (srednja Volga, Uralski sistem, južni i sjeverni kavkaski sistem, koji će se kasnije proširiti mrežom sjeverozapadnog transkavkaskog i zapadnoukrajinskog sistema) iznosi oko 300 TWh. Paralelno s izgradnjom velikih elektrana na području Sibira u toku je razvoj sibirskog elektroenergetskog sistema. Godine 1970. bit će u pogonu 700 GW elektrana s proizvodnjom od 900 do 100 TWh. U tu svrhu trebat će od 1962. do 1970. izgraditi novih 118 GW.

Zemni plin afričkog područja

Rezerve zemnog plina Alžira i Libije iznose na temelju posljednjih ocjena oko 1700 mlrd m². Nalazišta zemnog plina Nizozemske s 1100 mlrd m³, Francuske s 250 mlrd m³, SR Njemačke sa 180 mlrd m³ i Italije sa 140 mlrd m³ kao i intenzivna istraživanja novih nalazišta zemnog plina na području Sjevernog mora, skrenula su zainteresirane evropske zemlje od realizacije korištenja zemnog plina afričkog područja. Velika udaljenost afričkog zemnog plina od evropskih potrošačkih područja zahtijeva rješenje pitanja transporta plina po ekonomičnim cijenama. Transport zemnog plina moguć je na dva načina: direktni transport plinovodima između udaljenih nalazišta Alžira i Libije i evropskih područja ili indirektni transport — ukapljivanje zemnog plina, prekomorski transport posebnim tankerima, ponovno oplinjavanje u lučkim postrojenjima i daljnji transport plinovodima u područja potrošnje.

Polaganje plinovoda na čvrstom tlu ne predstavlja više nikakve naročite tehničke poteškoće. Na svijetu je položeno danas oko 380.000 km plinovoda. Najznačajniji je Transkanadski plinovod duljine 3500 km kojim se prenosi plin iz provincije Alberta u potrošački centar Montreala i Toronta. Nasuprot tome polaganje podmorskih plinovoda predmet je temeljitih istraživanja. Razmatra se pitanje polaganja podmorskog plinovoda između Sjeverne Afrike i Evrope.

U SAD je već izgrađen jedan podmorski plinovod u Meksičkom zaljevu. Isto tako izgrađen je podmorski plinovod i u Kanadi. Podmorskim plinovodom spojen je Otok Vancouver s kontinentalnim dijelom Kanade. Međutim, u oba ova slučaja udaljenosti su ograničene a ni dubina mora nije velika.

Za transport zemnog plina iz Sjeverne Afrike u Zapadnu Evropu proučavaju se tri varijante.

1. Projekt polaganja plinovoda preko Gibraltarskog tjesnaca.

   Ovu varijantu proučava »SEGANS« (Société d'étude du transport et de la valorisation des gaz nuturels du Sahara). Tjesnac na zapadnoj strani iznosi svega 15 km. Dubina mora na ovom potezu ne prelazi 500 m. Položila bi se dva paralelna plinovoda promjera 50 cm obložena betonskim omotačem. Nepovoljna strana ove varijante je znatno dulja trasa. Plinovod bi trebalo polagati područjem Maroka i Španjolske što znatno produljuje put transporta do potrošačkog centra Evrope.

2. Projekt Mostaganem — Cartagena.

   Mostaganem je grad i luka na istočnoj obali zaljeva Arzeu nedaleko od ušća rijeke Shelif,

departman Oran sjeverozapadnog Alžira. Željezničkom prugom povezan je s gradovima Arzeu i Relixane. Cartagena je grad i luka na jugoistočnoj obali Španjolske. U zaleđu je Sierra de Cartagena s rudnicima olova, srebra, željeza, bakra, cinka i sumpora. Cartagena ima velike talionice i brodogradilišta.

Ova trasa ima tu prednost što je put transporta između Sjeverne Afrike i Evrope kraći za 900 km. Negativna strana ove varijante je što bi podmorska trasa bila duga 200 km. Dubine mora na ovoj trasi iznose do 2700 m. »Gaz de France« holding poduzeće francuskih poduzeća za opskrbu plinom provodi već i praktična istraživanja brodom »Calypso«. Plinovodi koji su već na suhom sastavljeni položeni su u more. Polaganje i spajanje plinovoda na ovom potezu predstavlja još uvijek neriješene probleme radi često nemirnog mora.

3. Projekt Tunis — Sicilija.

   Trasa ovog projekta ide od tuniskog Cap Bône preko obale Sicilije. Udaljenost je 200 km, dakle isto kao i udaljenost između Mostaganema i Cartagene. Međutim, dubina mora između Tunisa i zapadne obale Sicilije nije veća od dubine Gibraltarskog tjesnaca.

Definitivna odluka o izboru trase nije još donijeta. Prvi projekt plinovoda mogao bi snabdijevati zemnim plinom industrijska područja Španjolske (Barcelona, Madrid pa i Bilbao). Ova trasa plinovoda protegla bi se u Francusku u području Perpignan a zatim preko Avignona, Lyona, Dijona do Pariza. Jedan odvojak ove trase protegao bi se od doline Rhone prema Tunisu a drugi prema Švicarskoj. Pariski odvojak ove trase spojio bi se s plinovodom Nizozemske. Međutim, zemni plin ovih dvaju područja nema isti sastav pa se ne može miješati. Nizozemski zemni plin sadrži relativno mnogo dušika pa mu je kalorijska vrijednost tek 8000 kcal/m³, dok zemni plin afričkog područja ima kalorijsku vrijednost od 9500 do 10.000 kcal/m³.

Za tehniku indirektnog transporta treba zemni plin dopremiti do luke, tamo ga ukapljiti i rashladiti na —160° C. Za transport ukapljenog zemnog plina treba sagraditi posebne tankere jače konstrukcije radi velikog pritiska. Nakon prekomorskog transporta ukapljeni zemni plin treba u istovarnoj luci ponovno opliniti i dalje ga plinovodima transportirati. Ova tehnika transporta zemnog plina prvi put je realizirana 1960., uglavnom uz učešće Shell kompanije, pokusnim brodom »Methane Pioneer«. Ovaj brod je plovio svega sedam puta na liniji SAD (Louisiana) — Velika Britanija i time pokrenuo novu epohu opskrbe energijom.

Budući da specifična težina ukapljenog plina iznosi 0,44 tanker od 20.000 t može utovariti oko 11.000 t metana. Ovom tehnikom transporta može jedan tanker od 20.000 t prenijeti u toku jedne godine od Alžira do Evrope 400 do 500 milijuna m³ zemnog plina, što odgovara oko 50% potrošnje zemnog plina regije Pariza sa 6 milijuna stanovnika.

Potaknuta iskustvom »Methane Pionieer« Velika Britanija je izgradila dva tankera za transport ukapljenog zemnog plina i to »Methane Princess« i »Methane Progress«. Oba ova tankera dopreme godišnje iz alžirske luke Arzeu, koja raspolaže uređajima za ukapljivanje plina, do luke rijeke Temze 1 milijardu m³ alžirskog zemnog plina. Nakon ponovnog oplinjavanja odnosno pretvaranja u prvobitno plinovito stanje plin se utiskuje u plinovodnu mrežu Londona i Manchestera.

Također i Francuska transportira alžirski zemni plin indirektnom tehnikom. Nakon opsežnih radova u istražnom centru Nantesa Francuska je porinula u more septembra 1964. godine svoj prvi metan-tanker »Jules Verne« koji godišnje preveze iz alžirske luke Arzeu do Le Havrea 500 milijuna m³ metana. U Le Havreu je sagrađen prvi francuski uređaj za oplinjavanje ukapljenog zemnog plina. Iz Le Havrea zemni plin se transportira u regiju Pariza.

(Prema: Erdöl-Nachr. 6/65. Shell, Hamburg)

Francuska osniva novo poduzeće nuklearne energije

Za istraživanje nuklearne energije i isporuku nuklearnih industrijskih postrojenja Francuska osniva novo poduzeće za nuklearnu energiju pod firmom: »Société d'Etudes et d'Enteprises Nucléaires« s temeljnim akcionarskim kapitalom od 1 milijun franaka. U ovom novom poduzeću sudjeluju: Société d'Etudes Nucléaires et Techniques Avancées (SENTA), Forges et Ateliers du Creusot, Jeumonts-Schneider, Compagnie d'Etudes et de Réalisation de Cybernétique Industrielle (CERCI), Kuhlmann, Schneider & Cie. i Union Européenne Industrielle et Financiére.

Daniel Feöcze, dipl. ec.

III JUGOSLAVENSKI SIMPOZIJ TERMIČARA

U organizaciji Republičkog odbora za SR Hrvatsku održan je u Zagrebu od 17. do 19. novembra 1966. III jugoslavenski simpozij termičara.

Simpozij je održan pod pokroviteljstvom ing. Borisa Bakrača predsjednika Saveza inženjera i tehničara Hrvatske i počasnim predsjedništvom Prof. dr ing. Frana Bošnjakovića.

Članovi počasnog odbora bili su predstavnici komora, naučnih institucija, projektnih zavoda, privrednih organizacija i ostali naučni radnici.

Simpozij je imao nacionalno obilježje sa međunarodnim učešćem.

Simpozij je otvorio predsjednik republičkog odbora ing. Jakob Lucati uvodnom riječi o značaju ove naučno-stručne manifestacije, pozdravljajući počasne predsjednike, članove počasnog odbora Savezne i Republičke privredne komore, Sveučilišta, goste i članove društva iz cijele SFRJ, kao i predstavnike stranih naučnih institucija i poduzeća učesnika ovog Simpozija.

Simpozij su pozdravili ing. Boris Bakrač, ing. Filip Knežević, potpredsjednik Republičke privredne komore, te Prof. dr ing. Dragomir Malić, predsjednik Jugoslavenskog društva termičara, koji je u kratkom govoru izložio ciljeve društva i značaj ovog po redu trećeg Simpozija za razvoj termotehnike u našoj zemlji.

Ovaj skup koji je okupio 250 naučnih radnika i stručnjaka termotehničara, projektanata, konstruktora i proizvođača iz zemlje i inozemstva, na kome su pročitana i prodiskutirana 63 referata, pokazao je korisnost ovakvih skupova. Kroz referate domaćih autora došao je do izražaja intenzivni naučno-istraživački rad koji se vrši u naučnim i proizvodnim institucijama, od kojih treba posebno istaknuti, Energoinvest Sarajevo, Nuklearne institute Vinča, Ljubljana, Zagreb, Institut za elektroprivredu Zagreb, Tvornicu parnih kotlova Zagreb, Tvornicu »Đ. Đaković«, Jugoturbinu itd.

Referati inozemnih učesnika dali su krupan doprinos uspjehu ovog simpozija. Pored onih koji su prikazali razvoj u pojedinim zemljama učesnika naročito su naišli na visoku ocjenu referati:

Prof. dr Boris Mihajlović — Trojanovski
Prof. Dr. Heller Laslo, Prof. Ing. Rubin, Walter Versollmann, Ing. Enrich Alexander, Ing. Otmar Seindl, Ing. Horst Niepenberg i drugi.

Ovaj simpozij pored naučnog i stručnog značenja dao je priliku za široke razmjene mišljenja i iskustava.

Učesnici simpozija imali su priliku posjetiti izložbu radova Instituta za elektroprivredu na području termoenergetike, koja je za ovu priliku pripremljena.

Tokom održavanja simpozija došla je do izražaja želja koja je pismeno i usmeno izražena da se svake treće godine održava simpozij termičara sa ovom tematikom. Predlagači većinom strani učesnici obrazlažu ovaj prijedlog nedostatkom naučne smotre ove tematike u zemljama srednje Evrope. Za mjesto održavanja predlažu Zagreb s razloga što, po svom centralnom geografskom položaju kao i radi koncentracije proizvodnih kapaciteta energetske opreme, te poznatog centra za izučavanje nauke o toplini, ima zato povoljne preduvjete.

Predsjednik zadnje sjednice ing. Ivo Jamnicki dao je završnu riječ radnog dijela, nakon koje je Prof. dr ing. Veličković u ime Jugoslavenskog društva termičara, zahvaljujući učesnicima na uloženom trudu, zaključio Treći simpozij termičara Jugoslavije.

J. L.

ATOMSKA ELEKTRANA NIEDERAICHBACH DOBIVA TLAČNO-CIJEVNI REAKTOR S TEŠKOM VODOM KAO MODERATOROM

Započela je izgradnja 100 MW atomske elektrane Niederaichbach na rijeci Isar. Opremljena je Siemens-ovim tlačno-cijevnim reaktorom s teškom vodom. U ovom su reaktoru pomoću tlačnih cijevi potpuno odvojeni teška voda kao moderator i ugljični dioksid kao prenosnik topline. Toplinskom izolacijom tlačnih cijevi postiže se optimalno iskorištenje moderatora, koji oplakuje cijevi na nižoj temperaturi. Ugljični dioksid međutim, koji struji oko štapnih snopova gorivih elemenata u tlačnim cijevima, izlazi iz reaktora s temperaturom od 550 °C.

Plin pod pritiskom od oko 60 at cirkulira između reaktora i dva izmjenjivača topline. Cirkulacija se vrši pomoću dva puhala s turbinskim pogonom. Izmjenjivači, odnosno parni kotlovi, proizvode paru parametara 100 at/530 °C za pogon parne turbine normalne izvedbe.

Katkada su 19 štapova gorivih elemenata obuhvaćeni u jedan koji sadrži ukupno 1404 gorivih elemenata. Gorivi elementi izmjenjuju se za vrijeme pogona pomoću daljinski upravljenog uređaja za punjenje.

Atomska elektrana Obrigheim na rijeci Neckar od 300 MW nalazi se već u drugoj polovici planiranog programa izgradnje. U vrijeme puštanja u pogon 1968. godine bit će to najveća atomska elektrana Evrope hlađena lakom vodom.

SAVJETOVANJE O EKSPLOATACIJI TERMOELEKTRANA

Jugoslavenska elektroprivredna zajednica u suradnji s Udruženjem jugoslavenskih termoelektrana organizirala je II savjetovanje o eksploataciji termoelektrana Jugoslavije koje je održano od 1. do 5. studenog 1966. u Sarajevu.

Savjetovanju je prisustvovao velik broj stručnjaka iz elektroprivrednih poduzeća, poslovnih udruženja, instituta i naučnih zavoda, te predstavnika elektroindustrije. Raspravljalo se o proizvodnim kapacitetima naših termoelektrana i razmotren je problem uključenja termoelektrana u jedinstveni energetski sistem. Jugoslavenske termoelektrane danas proizvode oko 5,200.000 kWh električne energije.

U nizu stručnih predavanja raspravljeni su svi ti problemi, a posebno je obrađen problem ekonomičnosti eksploatacije u pogonima, uvođenje suvremene i automatizirane opreme, te preorijentacija s krutog na tekuće gorivo, koja se već provodi u nekim termoelektranama.

S područja SR Hrvatske održali su predavanja stručnjaci Instituta za elektroprivredu, Poslovnog udruženja elektroprivrede SRH, Termoelektrane-Toplane iz Zagreba. Stručnjaci tvornice »Rade Končar« obradili su pitanja proizvodnje elektro-opreme za termoelektrane, a poduzeće »Jugoturbina« najpodesnije konstrukcije turbina koje se mogu primjenjivati za naše termoelektrane.

I. R.

SIMPOZIJ O NAFTI

U okviru proslave 100-godišnjice Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti organiziran je od 9—11. XII 1966. Simpozij o nafti. Prvi dio radnog simpozija održan je 9. i 10. u Zagrebu, a završni dio 11. prosinca u Sisku.

Predsjednik Jugoslavenske akademije, akademik Grga Novak, na svečan je način otvorio simpozij u palači Akademije.

Simpoziju je prisustvovalo preko 100 stručnjaka i naučnih radnika, inženjera, te predstavnika grada Zagreba, Privredne komore, industrije nafte i dr.

U 27 stručnih referata obrađeni su problemi iz oblasti istraživanja i dobivanja nafte i plina u Jugoslaviji, svojstva domaćih nafti i neki problemi iz tehnologije nafte i bitumenskih škriljevaca, te mikrobiološke razgradnje ugljikovodika. Predavači su bili stručnjaci naučnih instituta i zavoda, privrednih organizacija naftne industrije, te profesori Tehnološkog fakulteta i Rudarsko-geološkog fakulteta iz Zagreba.

Predstavnici rafinerija iz Siska i Rijeke te profesori Tehnološkog instituta iz Siska, osvrnuli su se na razvoj tehnoloških i radnih procesa u našim rafinerijama.

U završnom dijelu simpozija održanom u Sisku u iznesenim referatima obuhvaćena je problematika nafte i plina u energetici Jugoslavije, a obrađena je u referatima:

— Nafta i plin u jugoslavenskoj energetici — predavač Ivo Jamnicki, Institut za elektroprivredu, Zagreb
— Tendencija u energetskoj potrošnji Jugoslavije — predavač A. Protić, INA Zagreb,
— Ekonomski problemi razvoja energetike u Jugoslaviji — predavač V. Stipetić, Ekonomski fakultet, Zagreb.

Kao gost na simpoziju prisustvovao je i stručnjak za naftu G. Kansou iz Libanona, koji je održao predavanje o značenju proizvodnje i prerade nafte u arapskim zemljama za svjetsku naftnu privredu.

S obzirom na situaciju u opskrbi zemlje potrebnom energijom i nužnim orijentiranjem te potrošnje na sve veći udjel nafte i plina, a na račun krutih goriva, kao i na sve posljedice takvog razvoja potrošnje detaljno su i stručno objasnili referati I. Jamnickog, A. Protića i V. Stipetića.

U referatima je nadalje istaknuto da je zaostajanje potrošnje kvalitetne energije kod nas odraz forsiranja proizvodnje klasičnih izvora energije na štetu jeftinijih i ekonomičnijih izvora. Upravo iz tih razloga potrebno je izraditi dugoročne planove perspektivnog razvoja potrošnje energije u kojem bi bila deklarirana i energetska politika razvoja svih izvora.

I. R.

STATISTIČKI ENERGETSKI IZVJEŠTAJ

ZA MJESECE SRPANJ I KOLOVOZ 1966.

Proizvodnja i razmjena električne energije SR Hrvatske

Mjeseci	Proizvodnja na generatoru MWh						Razmjena			Ukupno (5—9)
	Elektrane u sistemu		Industrijske elektrane		Ukupno		Slovenija	Bosna i Hercegovina	Mađarska	
	HE	TE	HE	TE	HE	TE				
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. 1965.	190.433	42.443	1.515	24.700	191.948	67.143	89.074	— 61.441	— 2	286.722
10. 1965.	113.343	64.287	1.047	30.999	114.390	95.286	98.033	— 16.463	— 2.341	288.905
11. 1965.	251.765	59.132	1.759	23.918	253.524	83.050	19.472	34.889	— 2.896	288.039
12. 1965.	414.537	38.082	2.775	22.751	417.312	60.839	— 59.700	95.040	— 11.847	501.074
Ukupno 1965.	2,702.552	532.242	20.722	244.250	2,723.214	776.492	389.983	44.164	— 44.197	3,889.716
1. 1966	287.875	58.580	1.935	19.821	289.810	78.401	— 91.816	106.587	— 32	382.950
2. 1966.	288.747	40.974	2.060	17.142	290.807	58.116	— 66.362	40.045	— 320	322.286
3. 1966.	316.991	45.544	1.771	21.597	318.762	67.141	— 72.141	53.680	— 2.065	365.377
4. 1966.	291.102	23.046	1.846	19.394	292.948	42.440	— 52.713	54.081	— 2.192	334.558
5. 1966.	304.002	19.891	1.700	19.748	305.702	39.639	— 35.354	16.685	— 37	326.635
6. 1966.	193.487	47.252	1.071	16.535	194.558	63.787	5.779	69.427	— 33	333.518
7. 1966.	121.190	54.343	953	19.967	122.143	74.310	92.649	20.276	— 142	309.236
8. 1966.	138.400	72.560	996	26.019	139.396	98.579	103.361	2.633	— 294	343.675
Ukupno 1. — 8. 1966.	1,941.794	362.190	12.332	160.223	1,954.126	522.413	— 116.597	363.414	— 5.121	2,718.235

Pogonski pokazatelji elektrana SR Hrvatske za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

Obilježje elektrana		Naziv elektrana	Raspoloživa snaga MW	Proizvodnja u MWh			Indeks[1]			Iskorištenje %[2]		Utrošak topline kcal/kWh	
				Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Srpanj	Kolovoz
a		b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elektrane u sistemu	HE	Dubrovnik[3]	216,0	2.451	—	106.822	30,1	—	—	—	—	—	—
		Vinodol-Fužine	78,9	5.700	11.570	82.499	87,9	229,1	80,8	10,0	19,7	—	—
		Gojak	48,0	7.299	11.232	143.009	153,0	712,6	104,4	21,1	31,4	—	—
		Ozalj	5,1	1.528	1.772	16.193	117,4	264,8	90,0	41,5	47,3	—	—
		Senj	—	7.954	—	450.303	—	—	—	—	—	—	—
		Peruća	42,0	12.447	14.877	94.043	62,0	74,9	65,8	49,3	47,7	—	—
		Kraljevac	67,0	1.226	—	45.490	—	—	81,5	35,0	—	—	—
		Split	224,0	73.172	90.969	949.800	60,6	71,8	81,5	35,0	54,4	—	—
		Manojlovac	20,5	6.868	5.769	95.131	110,4	127,4	96,7	42,6	31,3	—	—
		Jaruga	5,5	2.545	2.211	24.392					53,6	—	—
	TE	TE — TO Žitnjak	64,0	34.474	37.746	207.139	125,9	109,6	101,9	74,8	79,2	3.205	3.215
		Zagreb	10,0	3.914	3.368	10.768	—	—	416,1	54,1	45,9	6.555	6.400
		Jertovec	36,0	7.140	19.654	84.787	47,0	97,4	80,4	76,0	74,2	4.269	4.297
		Vlaška	8,0	3.146	2.321	5.467	144,9	173,7	22,8	27,5	38,3	5.221	5.413
		Rijeka	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Industrijske elektrane	TE	Jugovinil — Split	16,6	1.538	1.524	11.775	120,4	101,7	72,3	12,8	12,3	—	—
		Sladorana — Županja	7,08	—	1.664	1.644	—	—	—	—	30,1	—	—
		Jug. komb. obuće Borovo	6,0	362	2.353	14.924	57,2	112,5	89,6	8,3	54,4	—	—
		Željezara — Sisak	5,5	3.769	3.950	24.486	111,7	102,3	96,4	92,2	96,5	—	—

[1] Indeks u ovoj tabeli, kao i u narednim iskazan je u odnosu na 1966. = 100
[2] Kod hidroelektrana iskazano je iskorištenje vode, a kod termoelektrana iskorištenje kapaciteta
[3] Dio od 23 % proizvodnje koji otpada na SRH

Proizvodnja ugljena za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

Po podacima »Udruženih ugljenokopa« — sastavio ing. Franjo Sapač

Vrsta ugljena — Područje — Poduzeće		Proizvodnja u tonama			Indeks 1965. = 100		
		Srpanj 1966.	Kolovoz 1966.	Od početka godine	Srpanj	Kolovoz	Od početka godine
a		1	2	3	4	5	6
Kameni — Istarski ugljenokopi — Raša		56.030	62.960	502.870	95,5	100,1	98,3
Mrki	Hrvatsko Zagorje: Golubovečki ugljen. Golubovec	2.700	3.926	32.120	55,9	85,2	82,9
	Rudnik Pregrada	5.688	6.746	50.014	97,0	104,2	94,1
	Ostali	4.674	5.370	44.538	91,0	87,1	95,8
	Međumurje: Međumurski ugljenokopi M. Središće	13.525	14.604	114.124	100,6	106,7	101,6
	Dalmacija: Rudnik Siverić	6.892	7.162	57.354	85,3	76,7	88,9
	Ostali	—	—	—	—	—	—
	Ostala područja	2.010	2.128	14.362	138,5	123,6	86,2
	Svega mrki	35.429	39.936	312.512	91,5	95,1	94,2
Lignit	Hrv. Zagorje: Ivanečko-Lad. ugljenokopi, Ivanec	28.397	29.688	235.904	93,7	100,4	99,2
	Zagorski rudnici: Konjščina	9.893	8.256	76.571	104,1	78,8	92,8
	Rudnik lignita Poljanica	3.498	4.891	36.444	67,8	92,2	92,6
	Ostali	1.350	1.522	12.036	91,0	96,0	84,7
	Bilo Gora-Podravina: Bilogorski rudnici, Koprivnica[1]	7.030	7.724	65.020	91,7	99,6	108,7
	Ostali	5.692	6.296	49.549	96,1	100,4	108,5
	Ostala područja	2.637	1.964	15.189	285,6	124,9	159,2
	Svega lignit	54.498	60.341	490.713	96,0	96,5	100,4
Ukupno sve vrste ugljena		149.957	163.237	1,306.095	94,7	97,5	98,0

NAPOMENA[1]: Obuhvaća bivše Koprivničke ugljenokope, Koprivnica, te Križevačke ugljenokope — Vojakovački Kloštar.

Proizvodnja ugljena i koksa u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

Pokazatelj	Mjesec	Ugljen				Uslovni mrki ugljen (4000 kal)	Koks
		Ukupno	Kameni	Mrki	Lignit		
Proizvodnja u 1000 tona	7. 1966.	2383	82	776	1525	1813	105
	8. 1966.	2434	94	860	1480	1888	102
Indeks na bazi	7. 1965.	100,8	90,1	98,1	103,0	98,5	100,9
	8. 1965.	97,5	93,0	102,2	96,6	97,9	97,1

Proizvodnja i prerada nafte u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

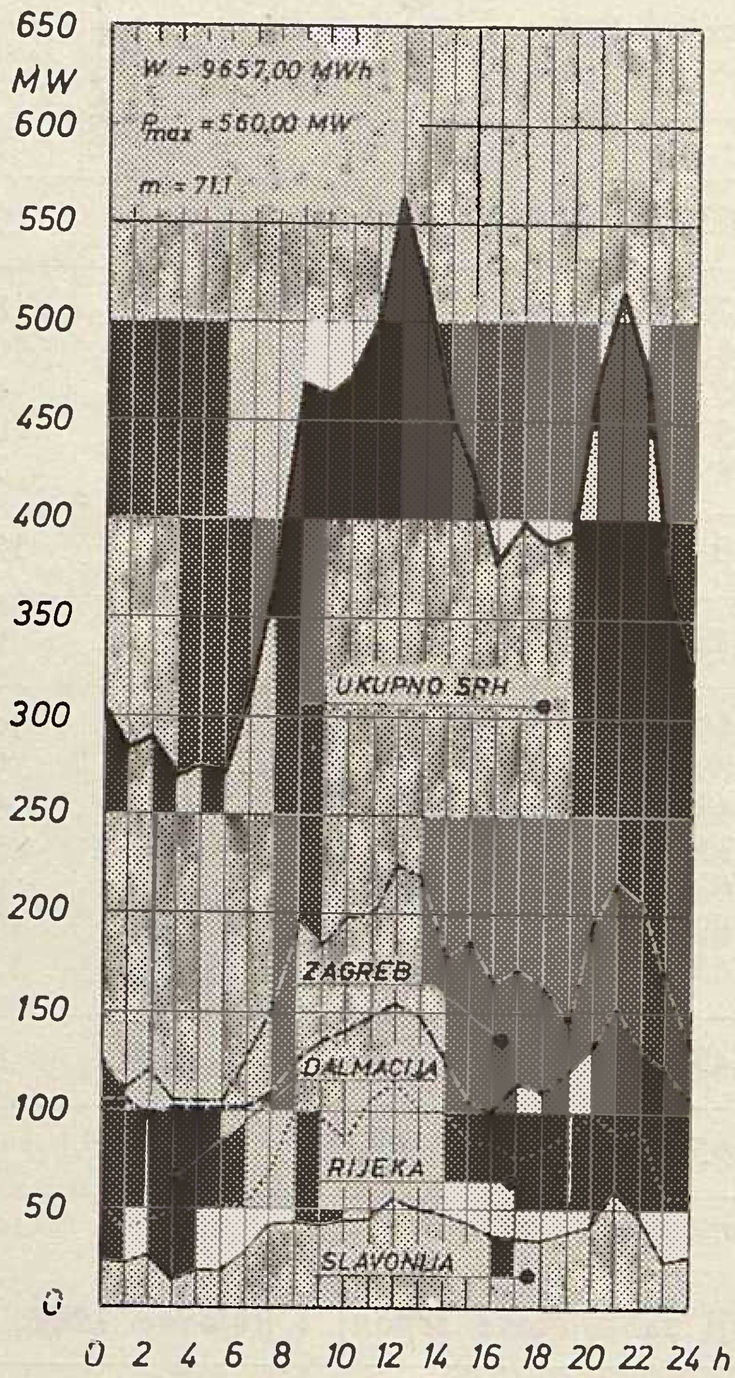
Pokazatelj	Mjesec	Sirova nafta	Zemni plin	Prerada nafte	Benzin	»White« špirit	Petrolej	Plinsko ulje	Maziva ulja	Ulja za loženje (mazut)
		t	1000 m³	t	t	t	t	t	t	t
Proizvodnja u tonama	7. 1966.	196.461	33.100	384,675	59.504	1.407	10.179	106.498	14.851	163.690
	8. 1966.	198.564	36.231	380.080	80.417	1.496	11.037	108.866	12.890	155.229
Indeks na bazi	7. 1965.	110,7	126,8	179,4	143,3	162,0	150,0	153,5	160,8	218,6
	8. 1965.	110,6	127,0	146,1	145,6	124,6	134,7	131,3	141,2	164,2

Indeks industrijske proizvodnje u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

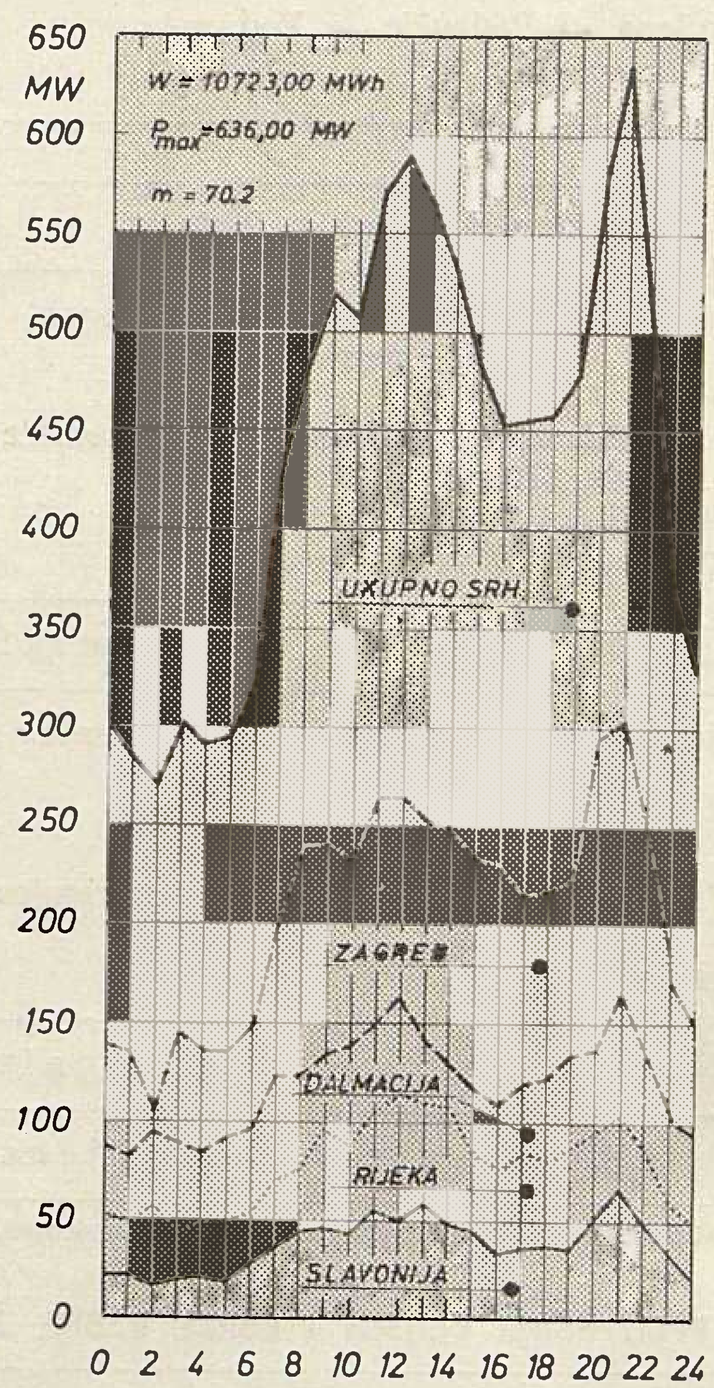
Mjesec	SFRJ	Po socijalističkim republikama						Po namjeni		
		Srbija	Hrvatska	Slovenija	B i H	Makedonija	Crna Gora	Sredstva rada	Materijal za reprodukciju	Potrošna roba
7. 1966.	93	90	93	96	92	104	95	87	99	86
8. 1966.	104	99	106	109	102	107	99	97	106	104
7. 1965.	104,4	103,4	110,7	102,1	100,0	109,4	97,9	104,8	103,1	106,1
8. 1965.	106,1	103,1	109,2	109,0	102,0	105,9	102,0	114,1	100,9	107,2

TOKOVI DNEVNOG OPTEREĆENJA

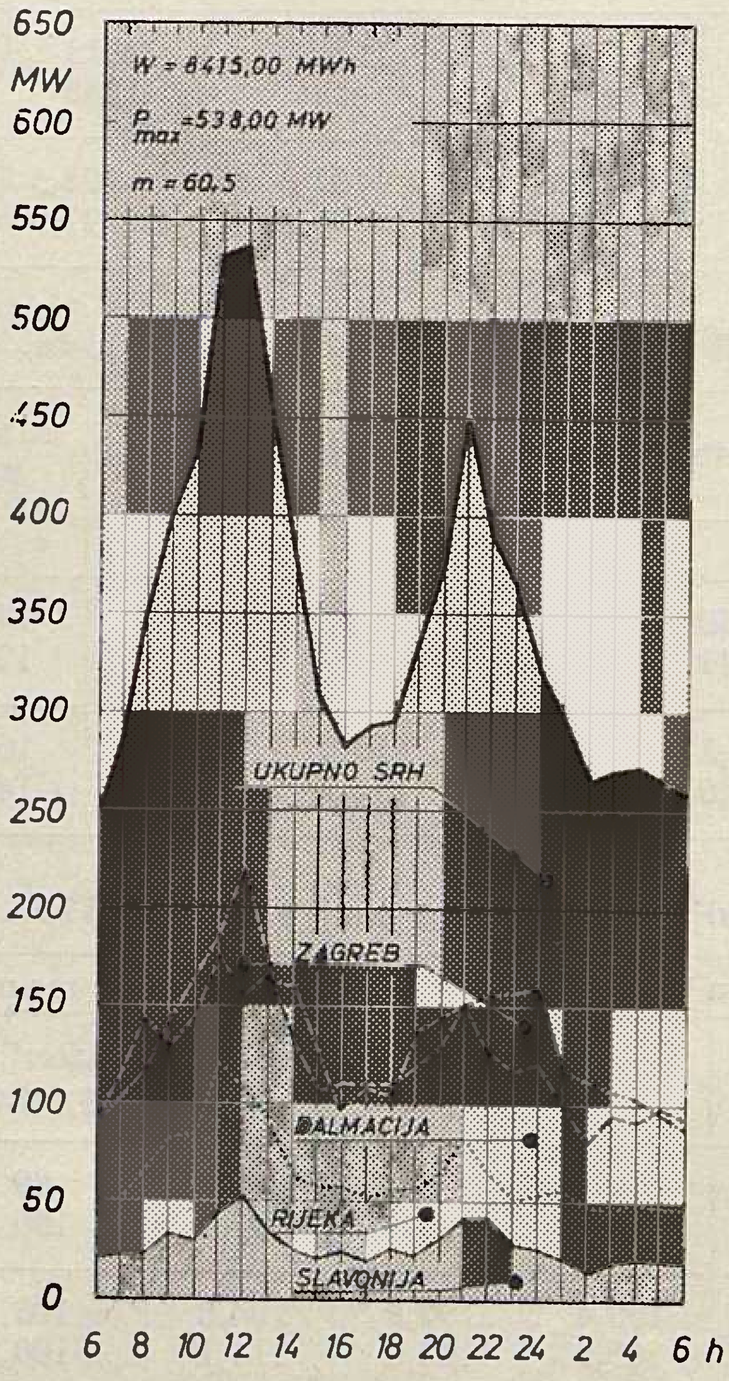
Srijeda, 20.7.1966



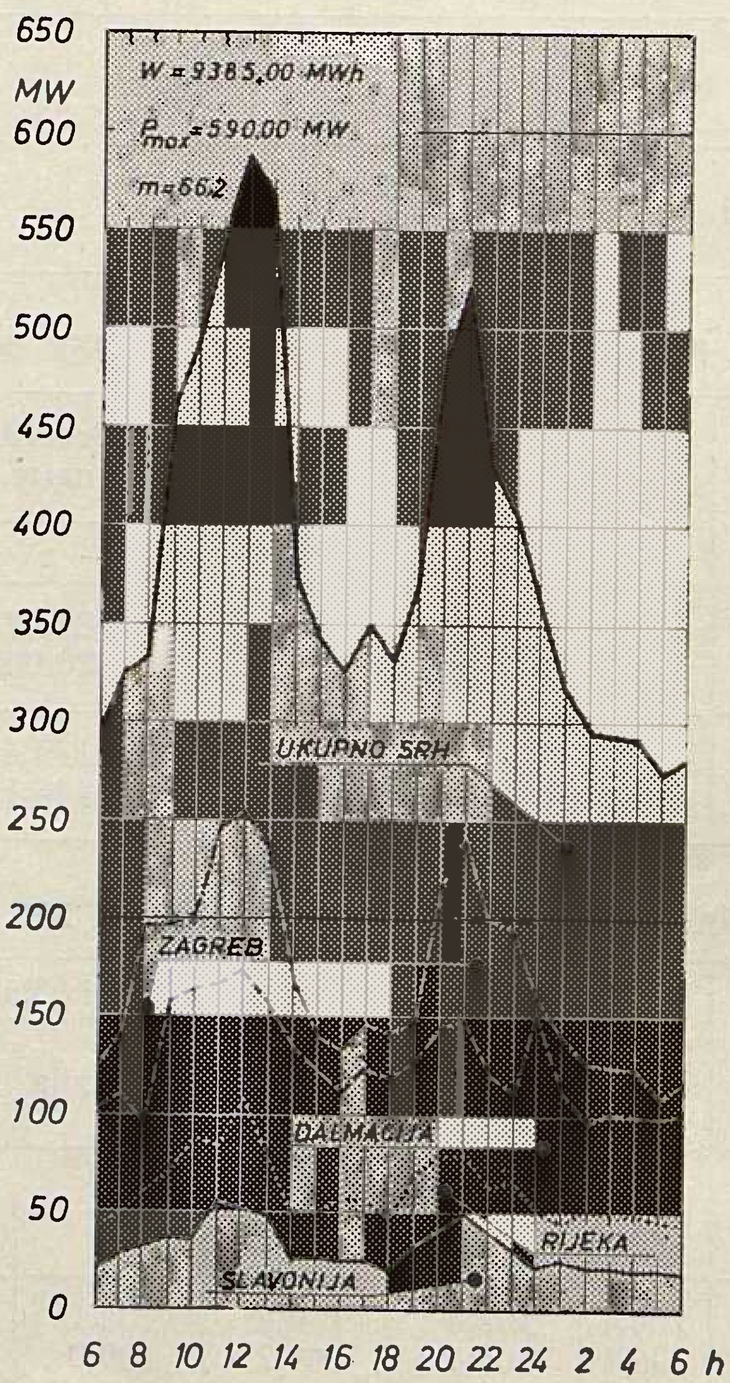
Srijeda, 17.8.1966



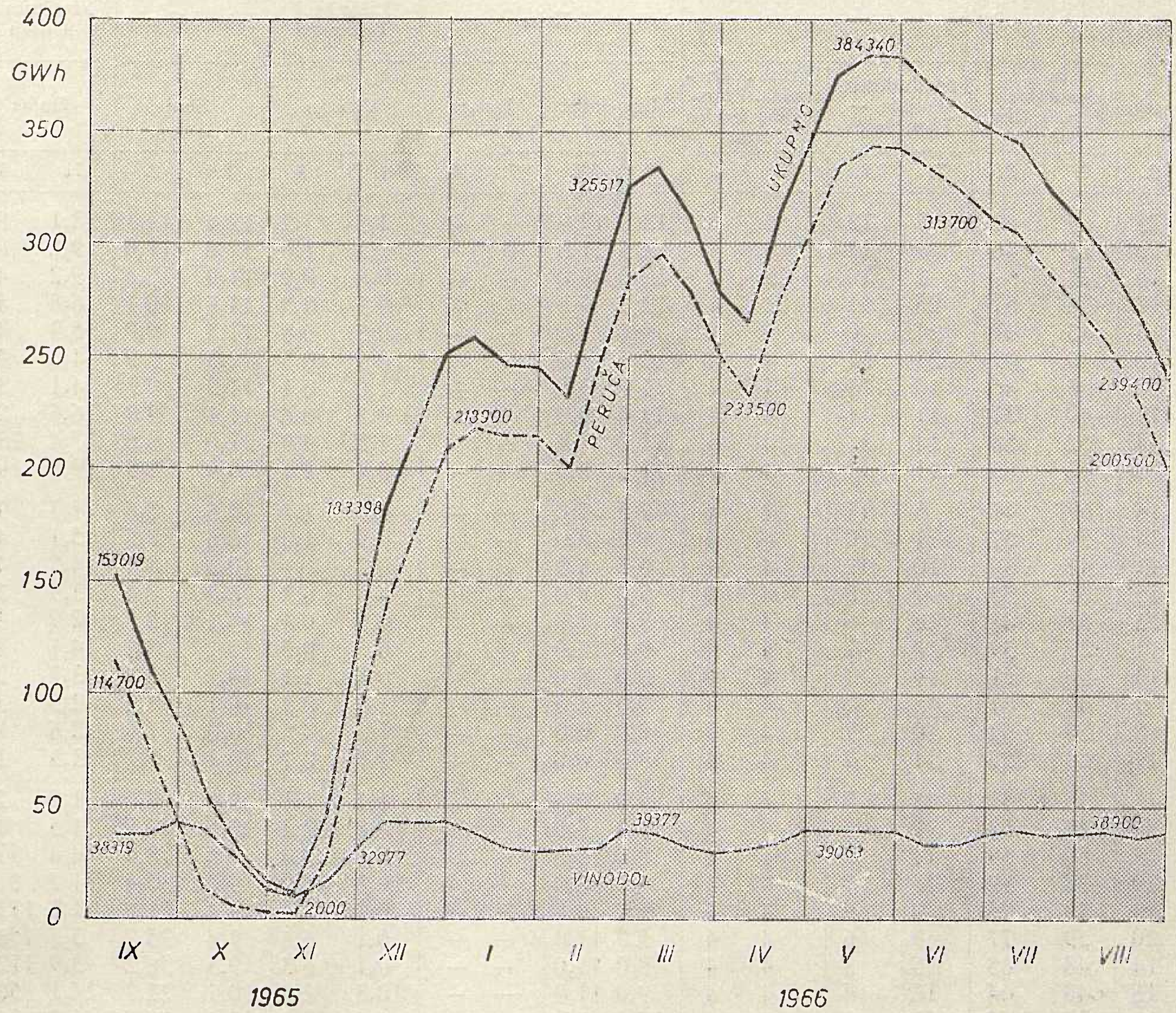
Nedjelja, 20.7.1966



Nedjelja, 21.8.1966



AKUMULACIJA VINODOL I PERUĆA



Razvoj potrošnje električne energije u SR Hrvatskoj za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

Bruto potrošnja u SR Hrvatskoj	Izvještajni mjesec		Prema prošlom mjesecu		Prema istom mjesecu 1965.		VII i VIII 1966. prema VII i VIII 1965.		12 mjeseci 1966/5. prema 12 mjeseci 1965/4.	
	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %	Srpanj %	Kolovoz %
Ukupno SRH	100,0	100,0	101,2	106,8	105,7	110,6	106,8	107,3	107,8	107,6
Direktni potrošači	18,9	18,7	94,1	104,0	105,1	116,0	115,7	115,7	120,1	117,8
Distribucija	73,0	72,0	100,7	103,8	103,5	109,5	105,6	106,9	104,6	105,0
Gubici	8,1	9,3	112,7	120,3	55,4	65,6	76,0	74,6	101,0	92,7

Srednji dnevni protoci za mjesece srpanj i kolovoz 1966. (m^3/sek.)

Dan	Cetina								Krka				Ličanka i Lokvarka		Lika i Gacka		Mrežnica i Dobra		Kupa	
	Dotok u akumulaciju Peruća		Ispust iz akumulacije Peruća, Lim. Šilovka		Međudotok Peruća — Prančevići		Ispust iz akumulac. Prančevići u korito Cetine		Manojlovac		Jaruga		Vinodol		Senj		Gojak		Ozalj	
	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.	7.	8.
1	17	25	3	42	17	13	4	4	13,0	12,0	—	—	2,5	1,2	12,4	12,3	32,1	8,0	—	—
2	17	20	35	46	8	13	40	4	12,5	11,0	—	—	1,2	1,0	12,0	11,0	19,2	6,2	—	—
3	16	16	25	39	2	13	29	4	12,0	9,0	—	—	0,8	0,9	11,9	10,4	9,2	4,6	—	—
4	14	17	22	51	25	11	22	4	12,0	9,0	—	—	0,7	0,9	11,6	10,1	6,8	4,2	—	—
5	14	15	45	47	24	10	4	4	12,0	9,0	—	—	0,5	0,8	11,5	9,7	5,3	4,7	—	—
6	14	16	40	42	23	12	4	4	12,0	9,0	—	—	0,9	0,3	11,3	9,5	4,3	2,1	—	—
7	19	13	30	46	10	11	4	4	11,5	8,0	—	—	1,0	0,1	11,2	9,1	4,1	3,3	—	—
8	15	17	40	37	11	11	4	4	11,0	8,0	—	—	3,1	0,6	11,1	9,0	16,6	2,3	—	—
9	17	17	52	58	14	11	4	4	11,0	8,0	—	—	1,5	9,9	11,0	9,0	17,4	23,6	—	—
10	14	13	42	63	11	11	4	4	11,0	8,0	—	—	0,4	2,1	10,9	8,5	9,9	19,1	—	—
11	17	16	67	46	5	11	4	4	9,5	8,0	—	—	0,9	1,1	10,6	8,6	7,7	9,9	—	—
12	12	14	59	57	11	10	4	4	9,5	8,0	—	—	0,9	1,3	10,6	8,5	5,1	4,7	—	—
13	19	11	47	56	10	12	4	4	9,5	8,0	—	—	0,2	—	10,5	8,4	4,7	4,4	—	—
14	17	15	61	35	7	8	4	4	9,0	8,0	—	—	—	0,3	10,3	8,4	3,9	3,6	—	—
15	17	15	53	48	16	9	4	4	9,0	7,0	—	—	0,9	0,4	10,2	8,3	2,9	3,0	—	—
16	17	11	29	59	14	7	4	4	9,0	7,0	—	—	0,3	0,5	10,2	8,2	4,1	2,9	—	—
17	14	13	50	61	19	7	4	4	9,0	6,0	—	—	0,9	1,1	10,1	8,2	3,7	2,6	—	—
18	12	7	42	61	15	7	4	4	9,0	6,0	—	—	1.0	0,9	10,1	8,2	2,3	3,0	—	—
19	19	8	59	62	10	7	4	4	8,0	6,0	—	—	1,3	—	10,0	7,9	2,6	1,9	—	—
20	19	17	53	57	11	7	4	4	9,0	6,0	—	—	1,7	0,1	10,1	7,7	3,9	1,4	—	—
21	15	11	38	51	15	7	4	4	9,0	6,0	—	—	1,1	1,1	10,0	7,8	1,8	2,3	—	—
22	15	16	47	58	7	6	4	4	9,0	6,0	—	—	0,8	8,1	10,0	7,8	1,5	4,9	—	—
23	15	15	59	59	11	7	4	4	8,0	15,0	—	—	0,6	23,4	9,4	8,4	4,4	73,0	—	—
24	15	19	38	59	13	7	4	4	9,0	10,0	—	—	0,6	10,0	9,6	37,4	1,2	81,6	—	—
25	23	20	49	76	9	9	4	4	9,0	9,0	—	—	0,2	8,3	9,4	21,6	1,5	173,4	—	—
26	13	20	59	77	9	6	4	4	9,0	11,0	—	—	0,1	6,6	9,4	35,3	3,7	158,1	—	—
27	16	14	48	65	5	3	4	4	9,0	11,0	—	—	0,1	6,5	9,3	36,2	3,9	112,1	—	—
28	25	16	48	64	18	4	4	4	9,0	11,0	—	—	10,8	2,4	10,1	25,7	24,1	50,3	—	—
29	27	18	28	66	10	7	4	4	15,0	9,0	—	—	6,5	2,0	12,6	18,7	61,2	35,7	—	—
30	13	8	48	67	15	4	4	4	12,0	9,0	—	—	3,1	0,9	14,5	14,9	23,2	23,6	—	—
31	28	24	48	69	7	5	4	4	12,0	13,0	—		2,1	—	14,1	14,9	13,3	68,8	—	
Mjeseč. prosjek	16,9	15,4	44,0	55,6	9,0	8,6	6,5	4	10,3	8,7	—	—	1,5	2,9	10,9	13,2	9,8	29,0	—	—

Proizvodnja električne energije udružene elektroprivrede u SFR Jugoslaviji za mjesece srpanj i kolovoz 1966.

Pokazatelj	Mjesec	SFRJ			Po socijalističkim republikama											
					Hrvatska		Srbija		Slovenija		B i H		Makedonija		Crna Gora	
		Ukupno	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE	HE	TE
Proizvodnja u GWh	7. 1966.	1065	503	562	113	57	49	234	194	129	59	59	136	6	66	—
	8. 1966.	1103	532	571	138	57	72	252	214	118	44	44	135	9	29	—
Indeks na bazi	7. 1965.	104,5	76,3	155,2	68,4	146,1	84,5	148,2	101,3	215,0	65,5	65,5	140,2	120,0	85,8	—
	8. 1965.	110,0	97,9	111,5	87,3	114,0	118.2	117,2	97,2	108,4	108,4	70,9	101,2	128,5	322,2	—

UREDNIŠTVO I UPRAVA: Institut za elektroprivredu, Zagreb, Proleterskih brigada 37, pošt. pret. 451, tel. 513-822, kućni 328.

IZDAVAČKI SAVJET. Borivoj *Baranović,* dipl. ing. Institut za elektroprivredu, Zagreb — Ante *Busatto,* dipl. ing. »Elektroprivreda Dalmacije« Združeno poduzeće, Split — Dušan *Kirinčić,* »Elektroprivreda« Združeno poduzeće, Rijeka — Petar *Kuzele,* dipl. ing. »Elektra, Zagreb — Nikola *Lastrić,* dipl. ing. »Elektra«, Sisak — Davor *Machiedo,* »Elektrodalmacija«, Split — Stanko *Marković,* dipl ing. »Elektroslavonija«, Osijek — Anđelko *Marušić,* Poslovno udruženje za elektrodistribuciju SRH, Zagreb — Drago *Mijić,* dipl. ing. Udružena elektroprivreda SRH Poslovno udruženje, Zagreb — Mario *Mišković,* dipl. ing. »Elektroistra«, Pula — Branko *Mrakovčić,* dipl. ing. »Elektroprimorje«, Rijeka.

GLAVNI UREDNIČKI ODBOR. Glavni urednik: Boris *Markovčić,* dipl. ing. — Urednici rubrika: »Energetski sistemi«, Nikola *Bilčar,* dipl. ing. — »Hidroelektrane«, Stjepan *Reštarević,* dipl. ing. — »Termoelektrane i Toplane«, Mladen *Nadinić,* dipl. ing. — Prijenos električne energije, Zorko *Cvetković,* dipl. ing., Zagreb — »Razvod, distribucija i potrošnja električne energije«, Tomislav *Balen,* dipl. ek., Miroslav *Balling,* dipl. ing., Petar *Kuzele,* dipl. ing. — »Ekonomika elektroprivrednih poduzeća, ekonomsko-financijska i tarifna pitanja, te ekonomika poslovanja«, Daniel *Feöcze,* dipl. ek. — »Informacije«, Ernest *Radetić* — »Organizaciono-pravna i društvena pitanja, te izobrazba kadrova«, Zvonko *Milonja,* dipl. ek. — Strana stručna literatura i statistika, Vladimir *Žepić,* prof ing. — Tehnički urednik, Ivan *Šimurina.*

STUDIJSKI, LABORATORIJSKI I MJERNI RADOVI INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU U ZAGREBU U GODINI 1966.

Posebni otisak iz časopisa
Energija 15 (1966) br. 9—12

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU

ZAGREB 1966

VISOKONAPONSKA ISPITIVANJA I MJERENJA

- ispitivanja elektrotehničke opreme za 110, 30, 10, 6 kV-ne i niskonaponske mreže sa visokim naponima pogonske frekvencije, te udarnim naponima u svrhu preuzimanja, kontrole i mjerenja karakteristika

- pojedinačna i tipska ispitivanja izolatora, odvodnika prenapona, kabela, mjernih i učinskih transformatora, učinskih sklopki, primarnih i sekundarnih releja, izolacionih materijala, niskonaponskih aparata, te sve ostale opreme

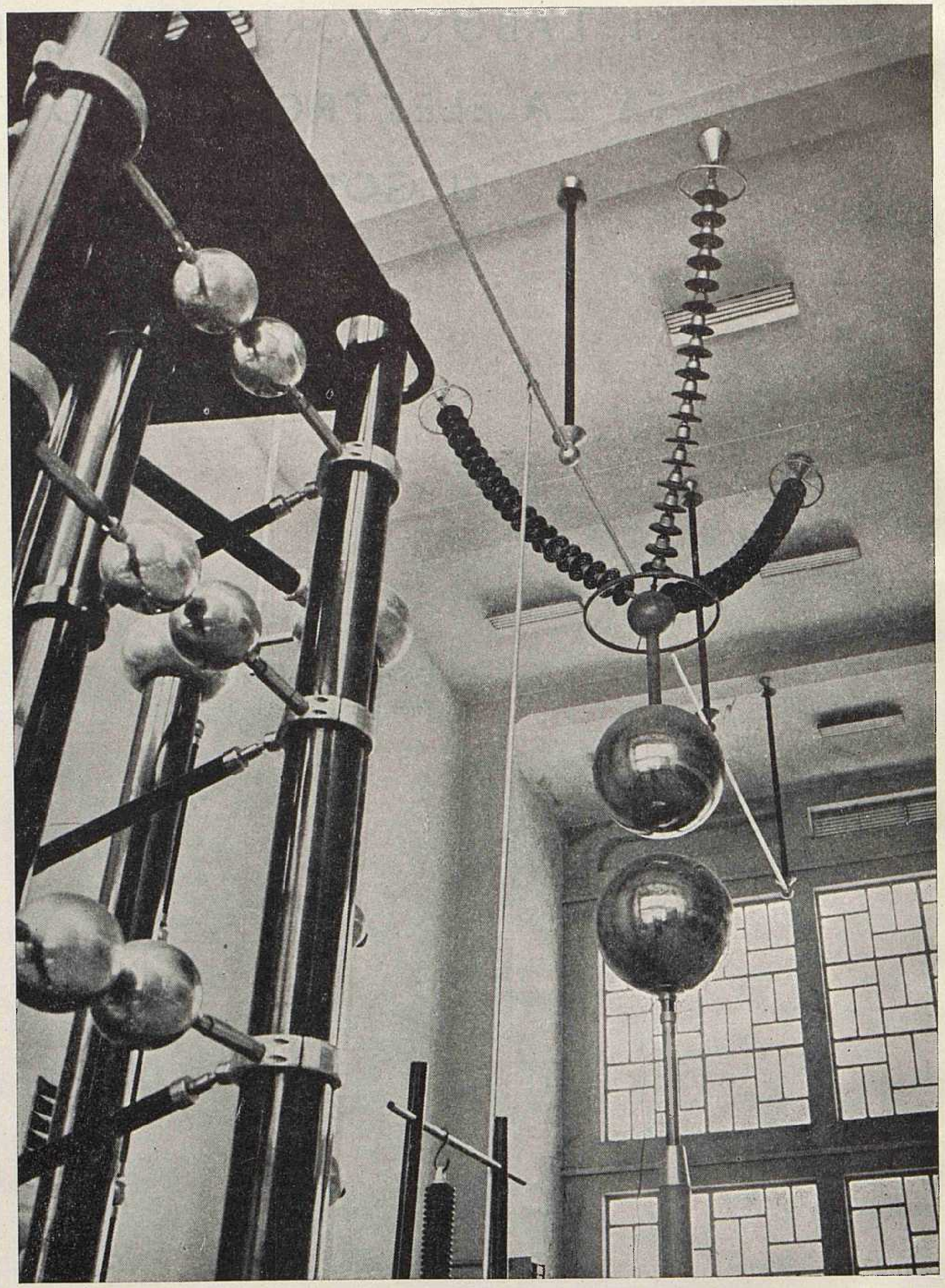
- ispitivanja prototipova proizvoda elektroindustrije, te izdavanje atesta za ispitani proizvod

- ispitivanja za Znak kvalitete instalacionog materijala, strojeva, pribora i svih vrsta električnih aparata

- ostala električna ispitivanja u industriji i po narudžbi izrada elaborata o poboljšanju industrijskih električnih pogona

- izrada svih vrsti ispitnih aparatura kao što su na pr.: uređaj za ispitivanje kabela nakon polaganja, uređaj za ispitivanje primarnih i sekundarnih releja, indikator polariteta, aparatura za mjerenje napona koraka i dodirnog napona itd.

- izrada elaborata i davanje stručnih mišljenja o svim problemima elektrotehničke opreme i njene ugradnje



OBAVLJA ZA ELEKTROPRIVREDU, ELEKTROINDUSTRIJU I OSTALE INDUSTRIJE

Laboratorij za visoki napon i jaku struju

INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB ULICA PROLETERSKIH BRIGADA 37 Telefoni: 513-822, 511-455



Zgrada Elektroprivrede u kojoj se nalazi Institut za elektroprivredu

RAD INSTITUTA ZA ELEKTROPRIVREDU, ZAGREB U 1966.

Osnivači Instituta, tj. elektroprivredna poduzeća za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije udružena s jedne strane u poslovno udruženje »Udružena elektroprivreda SRH«, a s druge strane u »Udruženje distributivnih poduzeća SRH«, a zatim ostale elektroprivredne organizacije u Jugoslaviji koristile su kapacitete Instituta kako slijedi:

Zajednica jugoslavenske elektroprivrede	7 %
Udružena elektroprivreda SRH, poslovno udruženje	5 %
Udruženje distributivnih poduzeća SRH, poslovno udruženje	5 %
Poduzeća elektroprivrede, razna	48 %
Elektroindustrija	6 %
Ostala privreda	26 %
Fondovi za naučni rad	3 %

Svi radovi Instituta za sve vrste korisnika rađeni su po pojedinačnim ugovorima, na temelju dogovorenog sadržaja rada, cijena i rokova.

Ne postoji dugoročni program studijskih radova, kako kod elektroprivrednih korisnika, tako niti kod Instituta. Većinom se rade samo oni radovi koji korisnika neposredno tište, bilo radi problema sticanja financijskih sredstava, bilo nekog očiglednog poticaja u proizvodnji. Kod korisnika nema sistematske kratkoročne ni dugoročne politike na modernizaciji proizvodnje, niti postizanja veće ekonomije niti povećanja kvalitete usluga i proizvoda.

Institut, koji je bio osnovan kao organizacija usko povezana suštinski s elektroprivredom u svrhu unapređenja i razvoja te grane, sada je prepušten tržištu, koje zavisi o slučajnosti. Usmjeravanje najboljeg iskorištavanja kadrova Instituta za potrebe osnivača ne postoji, a niti određena perspektiva razvoja.

Financijski plan je izvršen, stanje zaposlenosti stručnog osoblja, kao i brojno stanje je uglavnom nepromijenjeno prema ranijim godinama.

Sastav osoblja Instituta u %:

Inženjeri i ostali s visokom školskom spremom	48
Tehničari i ostali sa srednjom školskom spremom	29
Visokokvalificirani i kvalificirani radnici	18
Službenici ostali	5

Krajem godine bilo je 80 stalno uposlenih osoba i 7 stalnih honorarnih suradnika i to stručnjaka sa fakulteta i penzionera.

Institutom je upravljao Savjet od 21 člana, od kojih su 5 delegirani iz elektroprivrede, te Upravni odbor od 11 članova.

Unatoč svih nesređenih prilika, u Institutu je nastavljen rad na područjima užih specijalnosti koje su se tokom godina razvile i još uvijek su mnoge od njih, po metodama rada i po rezultatima prethodnik razvoja i modernizacije, u korist privrede naše zemlje.

Pregled radova po studijskim i laboratorijskim odjeljenjima

I ELEKTROENERGETSKI SISTEMI

Elektroenergetski odnosi u sistemu Jugoslavije 1969 — 1971.

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, autori prof. dr Hrvoje Požar, dipl. ing. i Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u srpnju 1966.

Studija se sastoji od 5 knjiga, od kojih prva sadrži principe i metode obrade, druga odnose u sistemu 1969 god., treća odnose u 1970. god., četvrta odnose u 1971. godini i peta sadrži kratak prikaz rezultata.

Za razliku od dosadašnjih obrada prilika u sistemu, u ovoj studiji je obrađeno više alternativa u pogledu veličine konzuma, kao i u pogledu obrade pojedinih područja i republika. Sve te obrade mogle su se izvesti zahvaljujući upotrebi računskog stroja. U studiji se nalaze detaljno obrađene prilike u Jugoslaviji kao cjelini (vjerojatnost zadovoljenja konzuma, angažiranja snage termoelektrana, prelјeva u hidroelektranama, redukcija energije, izvora i mogućnosti remonta itd.), prilike u republikama u okviru Jugoslavije i kao da svaka republika radi za sebe, te prilike u pojedinim područjima, kako bi se odredile potrebe prenosa snage i energije medu potrošačima.

Opseg: 830 stranica teksta i tablica, 40 slika.

Elektroenergetske podloge za superponiranu mrežu Jugoslavije u 1971 godini

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, autor Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u kolovozu 1966.

Obrada podloga za superponiranu mrežu izvršena je na osnovu metoda primijenjenih kod izrade podloga za superponiranu mrežu 1968 godine. Na osnovu podataka (dobivenih od naručioca) o veličini konzuma, kao i o rokovima ulaska u pogon novih objekata, utvrđene su podloge za izradu superponirane mreže u 1971 godini. Kod obrade redoslijed angažiranja termoelektrana bio je prema potrebama Jugoslavije i to po ekonomičnosti.

Opseg: 102 stranice teksta i tablica, 3 slike.

Elektroenergetske bilance SR Bosne i Hercegovine od 1969 — 1974.

Narudžba »ELEKTROPRENOS«, Sarajevo, autori, prof. dr Hrvoje Požar, dipl. ing. i Božo Udovičić, dipl. ing.; dovršeno u rujnu 1966.

Svrha je ove studije da prikaže elektroenergetske prilike u periodu 1969—1974. godine u elektroenergetskom sistemu SR Bosne i Hercegovine. Budući da su izvori električne energije bili unaprijed zadani, to se u studiji nije analizirala opravdanost izgradnje pojedinih izvora i postrojenja. Iz rezultata studije je vidljivo, da se u svim godinama pojavljuju znatni viškovi, te je zbog toga posebna pažnja posvećena određivanju garantirane konstantne snage, koja se može staviti na raspolaganje drugim područjima. Ukoliko bi dolazilo do nekorištenja tih mogućnosti, to bi svakako predstavljalo značajan gubitak za elektroenergetski sistem SR Bosne i Hercegovine.

Opseg: 190 stranica teksta i tablica, 60 slika.

Redoslijed izgradnje elektrana u SR Hrvatskoj

Narudžba Udružene elektroprivrede SR Hrvatske, Zagreb, autori prof. dr Hrvoje Požar, dipl. ing., Božo Udovičić, dipl. ing. i Juraj Keglević, dipl. ing.; dovršeno u rujnu 1966.

U elaboratu je razrađena analiza utjecaja izgradnje hidroelektrana u SR Hrvatskoj (HE Orlovac, HE Đale, HE »Split«, HE Varaždin, HE Obrovac, HE Grančarevo, te nekoliko kombinacija navedenih hidroelektrana) na odnose u elektroenergetskom sistemu.

Sprovedenom analizom utvrđen je utjecaj izgradnje pojedine hidroelektrane (ili grupe hidroelektrana) na mogućnost zadovoljenja konzuma, na potrebu izgradnje termoelektrana, na troškove goriva u termoelektranama, na ukupne troškove u sistemu, na potrebne investicije, te na prosječnu cijenu energije u elektroenergetskom sistemu SR Hrvatske.

Opseg: 265 stranica teksta i tablica i 22 slike.

Elektroenergetski i ekonomski utjecaj izgradnje HE Orlovac s istodobnom izgradnjom kombinata aluminija (50 000 t/god.) na prilike u elektroenergetskom sistemu SR Hrvatske

Narudžba Hidroelektrana na Cetini — Split, autor prof. dr Hrvoje Požar, dipl. ing.; dovršeno u siječnju 1966.

Izgradnjom nove hidroelektrane s višegodišnjom akumulacijom (u kombiniranom elektroenergetskom sistemu s hidroelektranama i termoelektranama) s istodobnom izgradnjom konstantnog potrošača može se postići smanjenje potrebne izgradnje termoelektrana uz istu sigurnost opskrbe potrošača. To se može postići, ako je proizvodnja nove akumulacije hidroelektrane veća od potreba konstantnog potrošača. Daljnji efekt koji se postiže je taj, što se smanjuje korištenje manje ekonomičnih termoelektrana, dakle dolazi do uštede troškova za gorivo.

Opseg: 50 stranica teksta i tablica, 2 slike.

Regulacija napona u velikim mrežama

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, Zagreb, autor Milan Šodan, dipl. ing.; dovršeno u travnju 1966.

Budući da potrošači traže napon koji smije varirati u dozvoljenim granicama, to će se kod odstupanja napona od dozvoljenih granica koristiti regulacija na generatorima i transformatorima.

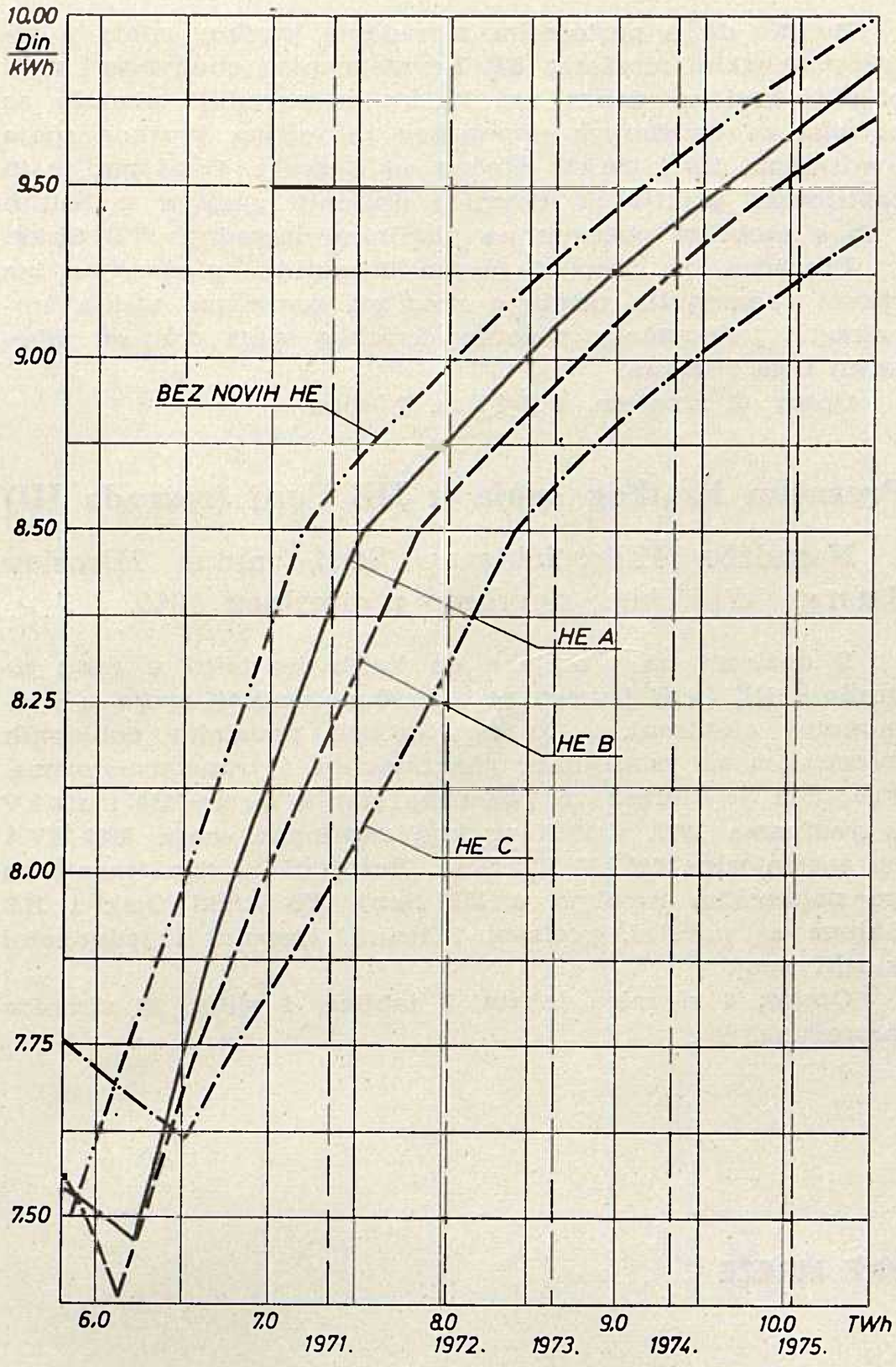
Veći dio regulacije dade se automatizirati (kompoundacija regulatora, automatska regulacija transformatora, programiranje napona itd.). Međutim, glavna osnova za dobro i ekonomično održavanje napona u velikim mrežama jest poznavanje prilika u mreži. Isto tako je važno, da se kod izgradnje mreže pravilno ocijene energetske prilike u mreži i da se pojedini uređaji ispravno dimenzioniraju.

Opseg: 30 stranica, 35 slika.

Određivanje moguće proizvodnje akumulacione hidroelektrane s promjenljivim padom

Narudžba Instituta za elektroprivredu, Zagreb, autor Juraj Keglević, dipl. ing.; dovršeno u rujnu 1966.

Korištenjem digitalnog računskog stroja može se postići ušteda u vremenu i troškovima za određivanje korištenja akumulacije i moguće proizvodnje hidroelektrane. To se



Sl. 1. Prosječna cijena energije u ovisnosti o razvoju konzuma nakon izgradnje prve hidroelektrane

naročito odnosi na hidroelektrane s promjenljivim padom, kod kojih je potrebno izvršiti dosta računskih operacija kod određivanja moguće proizvodnje.

U elaboratu je prikazan dijagram toka računanja za korištenje akumulacije i određivanje moguće proizvodnje hidroelektrane s promjenljivim padom. Obrađen je najjednostavniji i najčešći slučaj kad akumulaciju koristi samo jedna hidroelektrana i kad ne postoji nikakav dotok, koji ne bi prolazio kroz akumulaciju.

Kod izrade dijagrama toka računanja primijenjena je metoda korištenja akumulacije po kriteriju izravnanja proizvodnje termoelektrana.

Opseg: 60 stranica, 22 slike.

Elektroenergetsko bilanciranje i određivanje troškova goriva

Narudžba Instituta za elektroprivredu, Zagreb, autor Vjekoslav Filipović, dipl. ing.; dovršeno u svibnju 1966.

Elaborat se sastoji od dva dijela. U prvom dijelu je obrađena metoda »konstantne i varijabilne energije« za određivanje potreba za energijom i snagom iz termoelektrana kao i za određivanje viška snaga i preljeva u hidroelektranama. Metoda je prilagođena za rad na računskom stroju i u prvom dijelu nije uvaženo ograničenje zbog maksimalno raspoložive snage u termoelektranama i tehničkog minimuma. Uz teoretske osnove metode dan je dijagram toka, kodirani program, test problem i upute za upotrebu programa.

Drugi, veći dio elaborata, obrađuje teoretske osnove kompletne energetske bilance na bazi iste metode, te obrađuje način određivanja prosječnih troškova goriva. Dijagram toka drugog dijela elaborata obuhvaća prvi dijagram toka kao jedan potprogram i donosi algoritme: za izračunavanje maksimalne snage iz termoelektrana uz zadani faktor redukcije; za određivanje snage i energija redukcije; za određivanje tehničkog minimuma i za određivanje prosječnih troškova goriva. I ovdje je dan kodirani program, test problem i upute za upotrebu programa.

Opseg: 135 stranica teksta i tablica, 33 slike.

II MREŽE VISOKOG NAPONA

Superponirana mreža Jugoslavije za godinu 1971.

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, rukovodioci studije Boris Markovčić, dipl. ing., dr ing Marijan Plaper, dr ing. Slobodan Despotović; dovršeno u studenom 1966.

U nastavku rada na studiji jugoslavenske mreže najvišeg napona, obrađena je perspektivna mreža za 1971. godinu. Kao i do sada, na radovima te vrste, sudjelovala su i na ovom radu sva tri jugoslavenska elektroprivredna instituta (Institut za elektroprivredu — Zagreb, Institut »N. Tesla« — Beograd i Elektroinštitut — Ljubljana), te studija predstavlja njihov jedinstveni rad i stav.

Studija je rađena na temelju elektroenergetskih podloga izrađenih u Institutu u Zagrebu. Kod obrade došla su do izražaja četiri osnovna problema: potreba petlje 220 kV oko Slovenije, veza 220 kV Centar-istok, veza 220 kV Crna Gora—Kosmet, prve magistralne linije 380 kV.

U cilju dobivanja optimalnog rješenja izveden je velik broj mjerenja na mrežnim analizatorima. Kao konačni rezultat predložene su dvije mreže. Nužna mreža za 1971. godinu, tj. ona koja zadovoljava za sva pogonska stanja u normalnom pogonu i pojačana mreža koja zadovoljava kod kvarova.

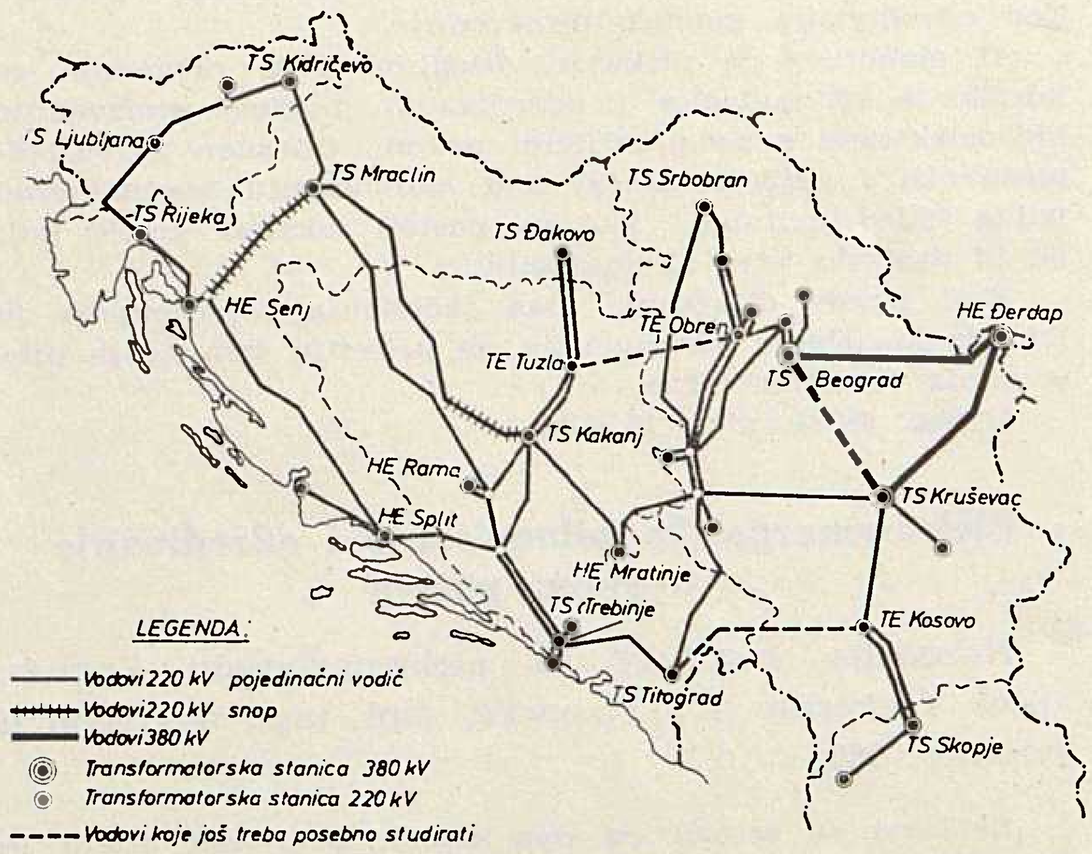
Opseg: dvije knjige, 100 stranica teksta, 57 tablica, 82 crteža.

Uzemljenje zvjezdišta mreža 30 (35) kV i 10 kV Rijeke i Istre

Narudžba »Elektroprimorja« — Rijeka, »Elektroistre« — Pula, autori Miroslav Jung, dipl. ing. i Željko Zlatar, dipl. ing.; rad nije dovršen, pa se nastavlja u 1967.

Izvršeni su pripremni radovi za projektiranje uzemljenja zvjezdišta, te su u tu svrhu: izvršena mjerenja konstanata izabranih nadzemnih i kabelskih vodova nazivnog napona (30 (35) kV, kao i utjecaji opasnosti u susjednim dojavnim linijama, nadalje su prikupljeni podaci o postojećem stanju mreže s osobitim naglaskom na način vođenja pogona, statistiku kvarova kod dosadašnjeg pogona sa izoliranim zvjezdištem, te ugrađene aparate i zaštitne uređaje. Također su izvršena i mjerenja konstanata na izabranim kabelima nazivnog napona 10 kV. Mjerenja su pokazala, da kod ograničenja struja jednopolnog kratkog spoja na najviše 300 A u nadzemnim vodovima 30 kV ne treba očekivati previsoke napone opasnosti u dojavnim postrojenjima, s izuzetkom poteza Vinodol—Mali Lošinj, gdje bi naponi opasnosti bili daleko iznad dozvoljenih granica, zbog konfiguracije terena na otoku Cresu.

Sl. 2. Superponirana mreža Jugoslavije 1971. — pojačana mreža



Raspodjela struja kratkog spoja na potezu Mraclin—Kutina—Sisak

Narudžba »Dalekovoda« Zagreb, autor Miroslav Jung, dipl. ing.; dovršeno u srpnju 1966.

Budući da u postojećim razradama kratkog spoja u visokonaponskim mrežama SR Hrvatske nisu obuhvaćeni neki objekti koji se danas već nalaze u izgradnji ukazala se potreba za izvršenjem dopunskog proračuna kratkog spoja u mrežama 110 i 220 kV istočno od Zagreba. Ovaj put je to zahtijevalo priključak tvornice dušičnih gnojiva u Kutini i to s osobitim obzirom na planiranu izgradnju TE Sisak.

Proračun je izvršen prema trenutnim gledanjima na razvoj spomenutih mreža a rezultati proračuna struja tropolnog i jednopolnog početnog kratkog spoja dani su tabelarno i na slikama.

Opseg: 9 stranica, 8 tablica, 7 slika.

Proračun kratkog spoja u HE Senj (razrada III)

Narudžba Hidroelektrane Senj, autor Miroslav Jung, dipl. ing.; dovršeno u prosincu 1966.

S obzirom na promjene do kojih je došlo u toku izgradnje HE Senj izvršen je proračun kratkog spoja u spomenutoj elektrani, i to na temelju podataka dobivenih mjerenjem na istaliranim generatorima i transformatorima. Proračun je izvršen za pogonska stanja mreža 110 i 220 kV u godinama 1967. i 1975. te kod rasklopne snage 5000 MVA na sabirnicama 220 kV HE Senj. Rezultati su dani tabelarno po naponskim nivoima u HE Senj, TS Lički Osik i HE Sklope za početni, prelazni i trajni, tropolni i jednopolni kratki spoj.

Opseg: 6 stranica teksta, 3 tablice, 1 slika, 80 stranica proračuna.

III DISTRIBUTIVNE MREŽE

Regulacija napona u distributivnim mrežama

Narudžba Fonda za naučni rad SRH, autor Vladimir Štengl, dipl. ing.; dovršeno u listopadu 1966.

Izložena je teoretska razrada problema kvalitete regulacije napona, ciljevi i sredstva regulacije, mjerila kvalitete energije, ocjena utjecaja odstupanja napona za rad trošila, zakonitosti promjene ekonomičnosti rada trošila, te su postavljeni kvalitativni kriteriji za regulaciju napona.

Opseg: 40 stranica i 6 nacrta.

Osnovno rješenje električne mreže grada Vukovara, I i II dio

Narudžba »Elektroslavonije« — Osijek, autor Ivan Janić, dipl. ing.; dovršeno u listopadu 1966.

Dano je idejno rješenje električne mreže grada Vukovara.

U elaboratu je najprije provedena analiza razvoja i sadašnje stanje električne mreže i konzuma.

Nakon osvrta na Generalni urbanistički plan Vukovara, provedena je analiza perspektivnog konzuma za period od idućih 30 godina.

Nakon toga je dano rješenje perspektivne električne mreže, kao i ocjena naponskih prilika te kompenzacije jalovih snaga u gradskoj mreži Vukovara.

Također je dan proračun snaga i struja kratkog spoja i prikazana etapna izgradnja mreže.

Na kraju elaborata je dan i aproksimativni troškovnik izgradnje perspektivne visokonaponske mreže.

Opseg: 106 stranica, 25 slika, 26 tablica.

Rekonstrukcija napajanja i plan perspektivne mreže 10 kV na širem području Labina, I i II dio

Narudžba »Elektroistre« — Pula, autor Ivan Janić, dipl. ing.; dovršeno u veljači 1966.

Dano je idejno rješenje električne mreže 10 kV na širem području Labina, čija površina iznosi oko 500 km².

U elaboratu je najprije provedena analiza sadašnjeg stanja elektrifikacije, električne mreže i konzuma. Nadalje je provedena analiza konzuma za idućih 30 godina.

Rješenje perspektivne visokonaponske mreže uzima u obzir buduće izvore električne energije: TE Plomin i TS 110/35 kV Plomin kao i sadašnju TS 110 kV Rašu, gdje je 1970. godine predviđen prijelaz sa 50 kV na 35 kV.

Na kraju je dan i proračun snaga kratkog spoja, etapna izgradnja i aproksimativni troškovnik.

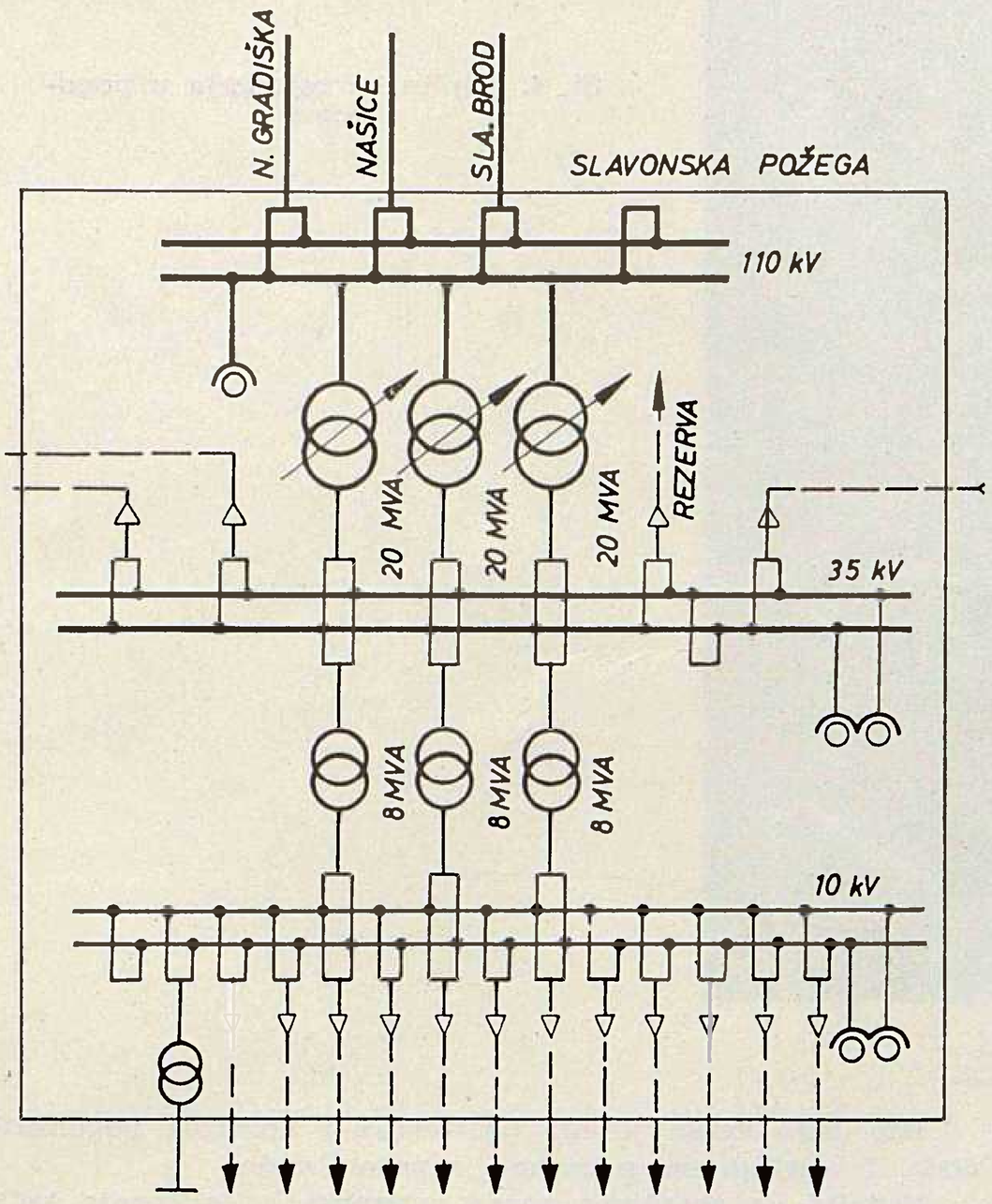
Opseg: 117 stranica, 38 slika, 37 tablica.

Osnovno rješenje električne mreže grada Slavonska Požega

Narudžba »Elektroslavonije« — Osijek, autor Nikola Vagić, dipl. ing.; dovršeno u svibnju 1966.

U elaboratu je provedena analiza dosadašnjeg razvoja konzuma i postojećeg stanja gradske mreže, prognozirani su veličina i tok razvoja perspektivnog konzuma, dano je rješenje napajanja Požeške kotline električnom energijom i smjernice za etapni razvoj buduće električne mreže grada Slavonska Požega za period do 1990. g.

Sl. 3. Rješenje električne mreže gradskog područja



Aproksimativni troškovi izgradnje, pitanje struja i snaga kratkog spoja, naponske prilike i proračun jalovih snaga u mreži dani su za stanje mreže na kraju promatranog perioda.

Opseg: 83 stranice, 30 tablica, 39 slika.

Kompenzacija jalovih snaga u električnoj mreži grada Pule

Narudžba »Elektroistre« — Poduzeće za distribuciju električne energije, Pula, autor Dragan Borojević, dipl. ing.; rad nije dovršen.

U osnovi ove razrade leže opsežna mjerenja koja su dala podatke o tokovima djelatnih i jalovih snaga u gradskoj mreži, te o naponskim prilikama.

Sređeni i posebno obrađeni izmjereni podaci su dali sliku o tokovima, veličini i karakteru potražnje jalovih snaga gradskog konzuma, a dio jalovih snaga potrebnih samoj mreži nije mogao biti izmjeren, pa je računat.

Dalje je izrađena bilanca snaga po nivoima mreže, te je provedena procjena konzuma u bližoj perspektivi s posebnim osvrtom na potrošnju jalovih snaga.

Na kraju je dana analiza potrebne veličine i rasporeda uređaja za kompenzaciju i približni troškovi za njihovo postavljanje.

Mjerenja i dio analiza su završeni krajem XII mjeseca 1966. godine, a dovršenje elaborata se predviđa u prvoj polovini 1967. godine.

IV TERMOENERGETSKI SISTEMI

Tekuće dnevno energetsko bilanciranje

Narudžba TE Kakanj i TE Kolubara, autori Stjepan Ivančić, dipl. ing., Zdenko Selanec, dipl. ing.; dovršeno u lipnju i prosincu 1966.

Da bi se spriječili gubici prouzrokovani neregistriranim poremećajima potrebno je uvesti takovu metodu praćenja i bilanciranja pogona, pomoću koje bi se odmah otkrili ti poremećaji i tako pružila mogućnost pogonskom osoblju da poduzima odgovarajuće intervencije.

Izrađena je metoda za redovito i stalno bilanciranje i to za što kraće vremenske periode. Obračuni vrše se na takav način, koji omogućava jednostavno i brzo dobivanje rezultata.

Primjena i provođenje metode prilagođena je za prilike u TE Kolubari i TE Kakanj.

Pri izradi potrebne dokumentacije i podloga za obračun i izradu bilance odabrani su takovi postupci i izrađena takova pomagala, da je moguće vrlo brzo dobivanje konačnih rezultata.

Opseg: 240 stranica, 60 slika i dijagrama .

Ispitivanja kotlova i turboagregata

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća i tvornica izvršen je niz garantnih primopredajnih i eksploatacionih ispitivanja toplinske opreme. Svrha je ovih ispitivanja provjera garancija datih po isporučiocu opreme odnosno da se na temelju izvršenih mjerenja izvrši otklanjanje eventualnih manjkavosti te izvrši optimizacija. Takova ispitivanja vršena su tokom godine u slijedećim poduzećima:

Termoelektrana Zenica
Tvornica parnih kotlova Zagreb
Termoelektrana Zagreb
Fabrika celuloze i papira Drvar
Tvornica »Gavrilović« Petrinja
Tvornica čarapa »Sloboda« Samobor
Varteks, Varaždin
Organsko kemijska industrija, Skopje
Tvornica ulja Zagreb i druge.

Za sva ova ispitivanja osim izvršenih mjerenja izrađeni su i tehnički izvještaji sa potrebnim obračunima i ostalom dokumentacijom.

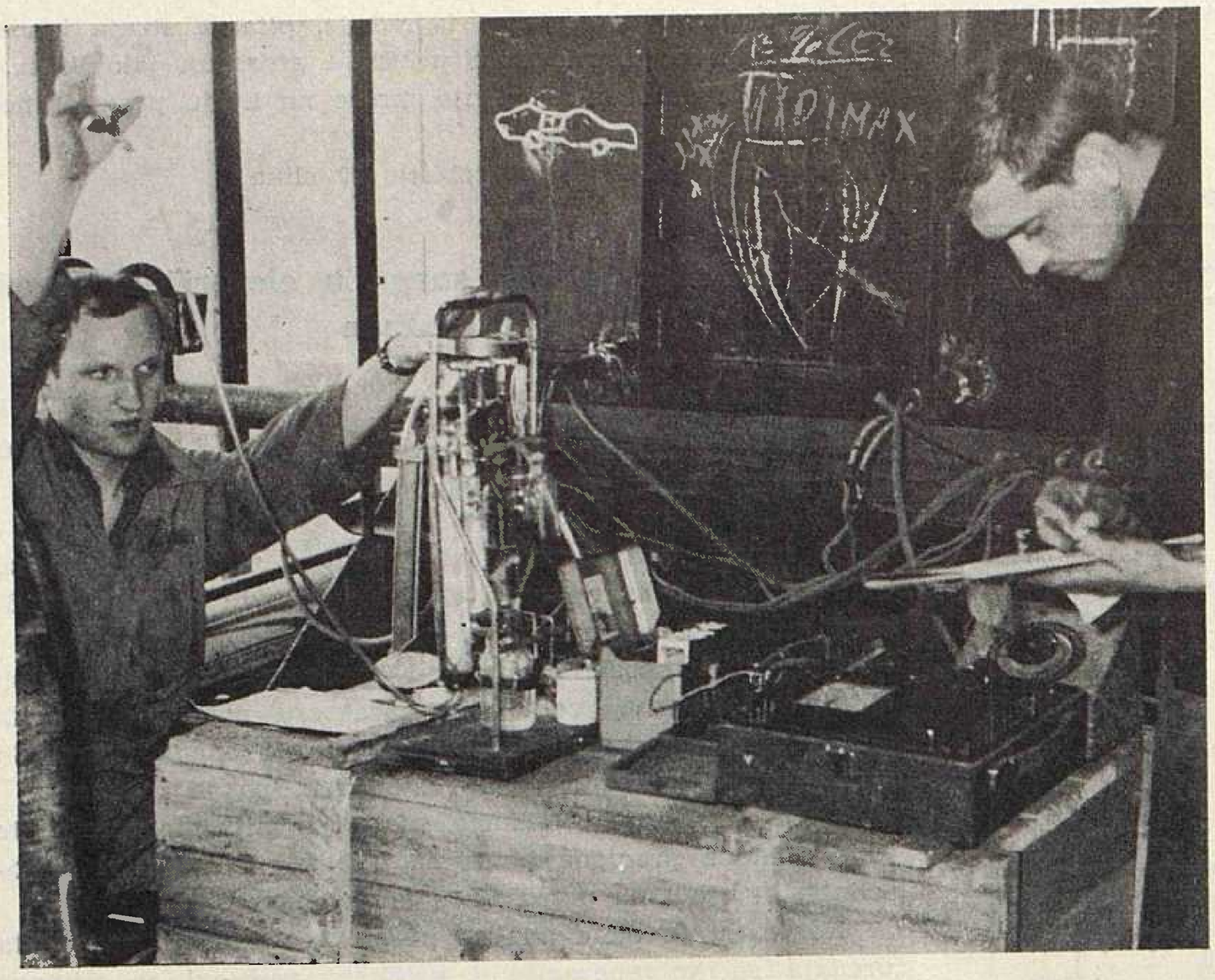
Utvrđivanje korozionog djelovanja dimnih plinova

Narudžba Fonda za naučni rad Instituta, autor Hrvoje Brkić, dipl. ing.; dovršeno u travnju 1966.

S teoretske strane su ovi problemi obrađeni u radu: »Studija o problemima onečišćenja i korozije ogrjevnih površina parnih kotlova«, Institut 1965, te u nastavku razrađivanja ove problematike razrađene su mjerne metode kojima se mogu direktno mjeriti i utvrđivati pojave korozije.

Ova mjerenja unaprijed ukazuju na eventualne pojave korozije te upućuju na poduzimanje odgovarajućih mjera kako bi se spriječile štetne posljedice. Nadalje se pomoću tih mjerenja utvrđuje efekat poduzetih mjera u smislu sprečavanja štetnih posljedica korozije.

Mjerenja su izvršena na nizu kotlovskih postrojenja kao na primjer: u Termoelektrani Zagreb, Toplani Zagreb, Rafineriji nafte Sisak, Tvornici papira Rijeka, Tvornici ulja Zagreb i drugima.



Sl. 4. Toplinska mjerenja u pogonima

Razni radovi

Po narudžbi raznih industrijskih poduzeća i tvornica vršen je niz ispitivanja i intervencija u svrhu poboljšanja rada postrojenja i uklanjanja eventualnih manjkavosti te ukazivanja pomoći kod rješavanja raznih energetskih problema i zadataka.

Isto tako vršen je niz ispitivanja i kontrola pogonskih voda i uređaja za pripremu napojne vode.

Nadalje su obavljena razna mjerenja i ispitivanja količina pare, zraka, vode, kisika, vršena su ispitivanja sadržaja prašine u dimnim plinovima, vršeno je utvrđivanje efekta otprašivanja uređaja za otprašivanje, provođena su baždarenja i kontrole pogonskih instrumenata i slično.

V LABORATORIJ ZA TOPLINSKA MJERENJA

Utjecaj poplave na stanje toplinske izolacije i na toplinske gubitke mreže parnih dalekovoda TE—TO Osijek

Narudžba Termoelektrane-Toplane Osijek, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Kurt Sonns, tehničar; dovršeno u siječnju 1966.

Parni dalekovod od kotlovnice TE Osijek do pivovare bio je potopljen u poplavi 1965. godine, te su početkom 1966. godine izvršena ispitivanja i pregledi stanja cjevovoda. Ispitivanje je izvršeno dvjema metodama: metodom bilance topline i direktnim mjerenjem pomoću mjerača toplinskog toka gubitaka. Rezultati dobiveni analizom ovih mjerenja, prikazanih u elaboratu poslužili su TE Osijek kao baza za odštetni zahtjev Osiguravajućem zavodu.

Opseg: 15 stranica i 2 tablice.

Unutrašnja toplinska izolacija nuklearnog reaktora tipa »Marviken«

Narudžba Instituta za naučnoistraživački rad »Đuro Đaković«, Slavonski Brod, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Eugen Wanderer, tehničar; dovršeno u siječnju 1966. godine.

U ovom elaboratu razrađene su toplinske izolacione osobine ekrana od limenih plašteva konstruktivno predviđenih u svrhu preuzimanja područja visokog temperaturnog gradijenta na izlazu vodova pregrijane pare reaktora tipa »*Marviken*« po konstrukciji Instituta »*Đuro Đaković*«. Razrađene su verzije za tri različite debljine lima i, prema tome, tri različite širine šupljina.

Opseg: 10 stranica, 15 tablica i 5 slika.

Ispitivanje toplinskih gubitaka hladnjače R/b »Jugoatlantik I«

Narudžba Brodogradilišta »Crvena zvijezda«, Pula, autor Fedor Šprung, dipl. ing.; dovršeno u svibnju 1966.

Elaborat obrađuje rezultate ispitivanja hladnjače za ulov oceanske ribarice »Jugoatlantik I« u pogledu kvalitete izolacije hladnjače, te pripadnog rashladnog postrojenja, mjerne tehnike i automatike.

Opseg: 35 stranica i 11 tablica.

Izvještaj o ispitivanju peći za odžarivanje tvornice »Prvomajska« Zagreb

Narudžba tvornice »Prvomajska«, Zagreb, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Emica Hohnjec, tehničar; dovršeno u rujnu 1966.

Ispitivanje je provedeno radi ustanovljenja sposobnosti peći za odžarivanje velikih odljeva i varenih konstrukcija po pravilima klasifikacionih (osiguravajućih) društava. Ispitani su uređaji za mjerenje, regulaciju i registriranje temperaturnog programa, ventilacija peći, mehanizmi za ma-

nipulaciju i sigurnosni uređaji. Rezultati ispitivanja su pozitivni, smetnje na uređajima otklonjene su tokom ispitivanja.

Opseg: 13 stranica, 3 tablice i 1 shema.

Ispitivanje hladnjače za brodski provijant M/R »Junak«

Narudžba Brodogradilišta »Jozo Lozovina-Mosor«, Trogir, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Ivica Sajko, tehničar; dovršeno u lipnju 1966.

Narudžbe raznih poduzeća.

Elaborat obrađuje rezultate ispitivanja hladnjače za provijant motornog oceanskog remorkera »Junak« i analizu mogućnosti rada ove hladnjače u tropskim uvjetima.

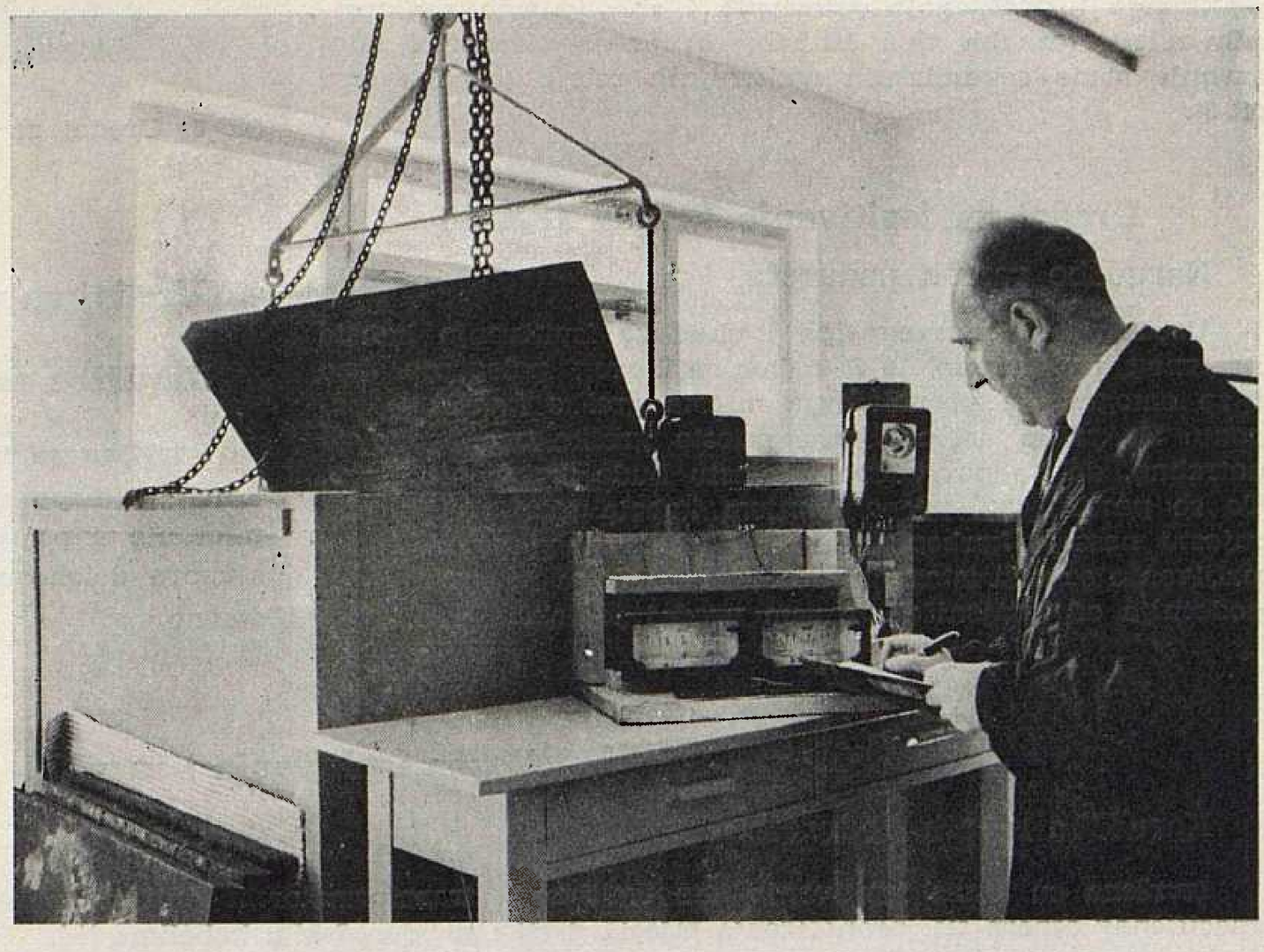
Opseg: 16 stranica, 10 tablica i 1 slika.

Izvještaj o ispitivanju Shunt dimnjaka tipa »Zagorje«

Narudžba Građevnog industrijskog kombinata »Zagorje«, Varaždin, autori Fedor Šprung, dipl. ing. i Kurt Sonns, tehničar; dovršeno u studenom 1966.

Ispitivanje je izvršeno na gotovim objektima po projektu biroa »Osnova« Zagreb, po metodama razvijenim u ovom Laboratoriju. Konstatirano je da smetnje na dimnjacima ne potječu od konstrukcije dimnjaka, nego od izuzetno nepovoljne konfiguracije polja strujanja vjetrova koji izazivaju inverziju tlakova u dimnjacima. Na temelju ispitivanja i studija izrađen je tip kape za ove dimnjake, koji sprečavaju takove inverzije.

Opseg: 13 stranica, 1 tablica i 7 slika.



Sl. 5. Mjerenja toplinskih izolacija

VI LABORATORIJ ZA VISOKI NAPON I JAKU STRUJU

Autori radova: Blaž Uzelac, dipl. ing., Josip Mužny, dipl. ing., te tehničari Đuro Juretić, Ivan Konfic, Svetolik Subotić, Branko Svetličić i Tomislav Veselić.

Ispitivanje odvodnika prenapona

Narudžbe raznih poduzeća.

Ispitan je niz odvodnika prenapona. Laboratorij u tu svrhu raspolaže potrebnim transformatorom za ispitivanje odvodnika pogonskom frekvencijom, kao i udarnim generatorom. Za snimanje prorade na raspolaganju je katodni oscilograf za snimanje prijelaznih pojava.

Ispitivanje izolatora, kabela, izolacionih i instalacionih materijala

Narudžbe raznih poduzeća.

Ispituju se razni izolatori svih napona bilo pojedinačno ili u lancima ili stupovima po svim propisima određenim uvjetima. Isto tako razne vrsti izolacionih materijala mjerenjem njihove električne čvrstoće, dielektrične konstante i kuta gubitaka. Nadalje kabeli prema propisima JUS, a također i različiti izolacioni dijelovi.

Ispitivanja i mjerenja na električnim postrojenjima pruge Novska—Zagreb—Rijeka

Narudžba Željezničkog transportnog poduzeća, Zagreb.

Vršena su kompletna ispitivanja postrojenja, među ostalima pregled stanica i uređaja, ispitivanje releja i transformatorskog ulja, ispitivanje položenog kabela, davanje uputa na licu mjesta za otklanjanje nedostataka, funkcionalnog ispitivanja itd.

Ispitivanja visokonaponskih i niskonaponskih visokoučinskih osigurača

Narudžba Tovarne elektroporcelana — Izlake.

Vršena su tipska ispitivanja visokonaponskih i niskonaponskih visokoučinskih osigurača, te je ujedno uspostavljena saradnja s proizvođačem u svrhu postizavanja karakteristika osigurača u skladu s propisima.

Ispitivanje za »Znak kvalitete«

Narudžba Sekretarijata Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara, Zagreb.

Sekretarijat Tehničkih komisija Saveza elektrotehničkih inženjera i tehničara Zagreb dao je na ispitivanje za kvalitetni znak prema propisima JUS, odn. prema propisima CEE i VDE.

U ovoj godini izvršena su ispitivanja bojlera 50 l, te razvodne ploče za brojila i kućišta za osigurače — proizvodi tvornice »Kontakt« — Zagreb.

Uređaj za ispitivanje releja

Narudžbe raznih poduzeća.

Za ispitivanje i udešavanje releja razvijen je odgovarajući uređaj. Njime se mogu ispitivati nadstrujni releji bilo primarni bilo sekundarni, a također i sve vrsti naponskih releja. Uređaj se izrađuje u dvije varijante: a) za ispitivanje i udešavanje primarnih i sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-2 S), b) za ispitivanje i udešavanje samo sekundarnih nadstrujnih releja (oznaka tipa IR-3).



Sl. 6. Uređaj za ispitivanje releja IR-2S, proizvod Instituta za elektroprivredu Zagreb

Uređaj za ispitivanje kabela IPK-10

Narudžbe raznih poduzeća.

Uređaj je prenosnog tipa i služi za ispitivanje kabela nazivnog napona do 10 V nakon njihovog polaganja, kao i za omogućenje pronalaženja mjesta greške kabela u pogonu. Za tačno ustanovljenje mjesta greške neophodno je potrebno, da na povređenom mjestu bude što manji otpor. To se postiže tzv. propaljivanjem kabela tako da na tom mjestu nastaje karbonizirani spoj minimalnog otpora. Propaljivanje se vrši istosmjernom strujom, koja je za tu svrhu podesnija od izmjenične, a sam uređaj je lakši.

Uređaj za mjerenje napona koraka i dodira

Narudžbe raznih poduzeća.

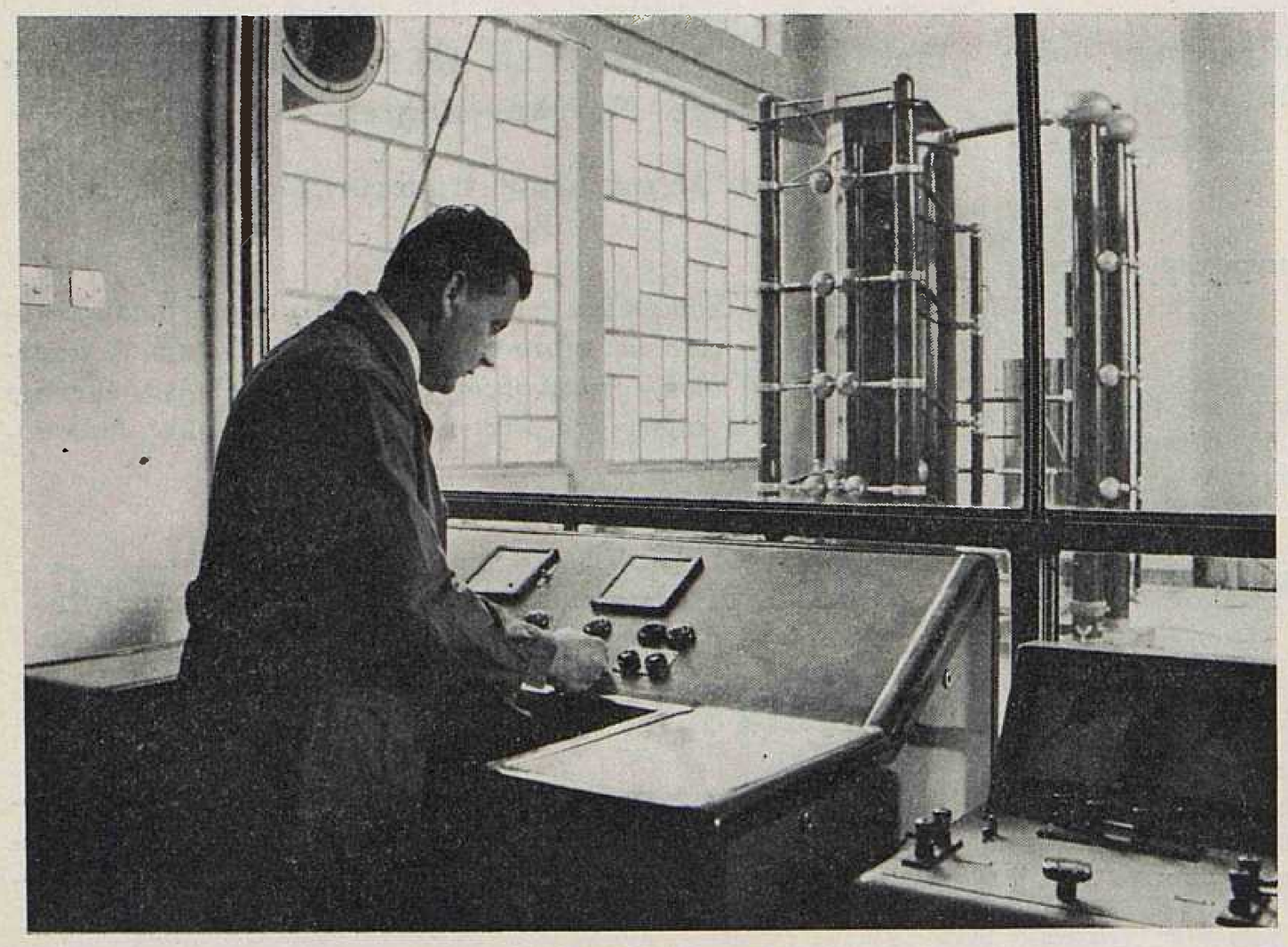
Razvijen je lagani prenosni uređaj za mjerenje napona koraka i napona dodira, te je osobito prikladan, kako za mjerenja u postrojenjima tako i za terenska mjerenja kod stupova dalekovoda i sl., a rukovanje uređajem je jednostavno.

Razna ispitivanja i razvoj

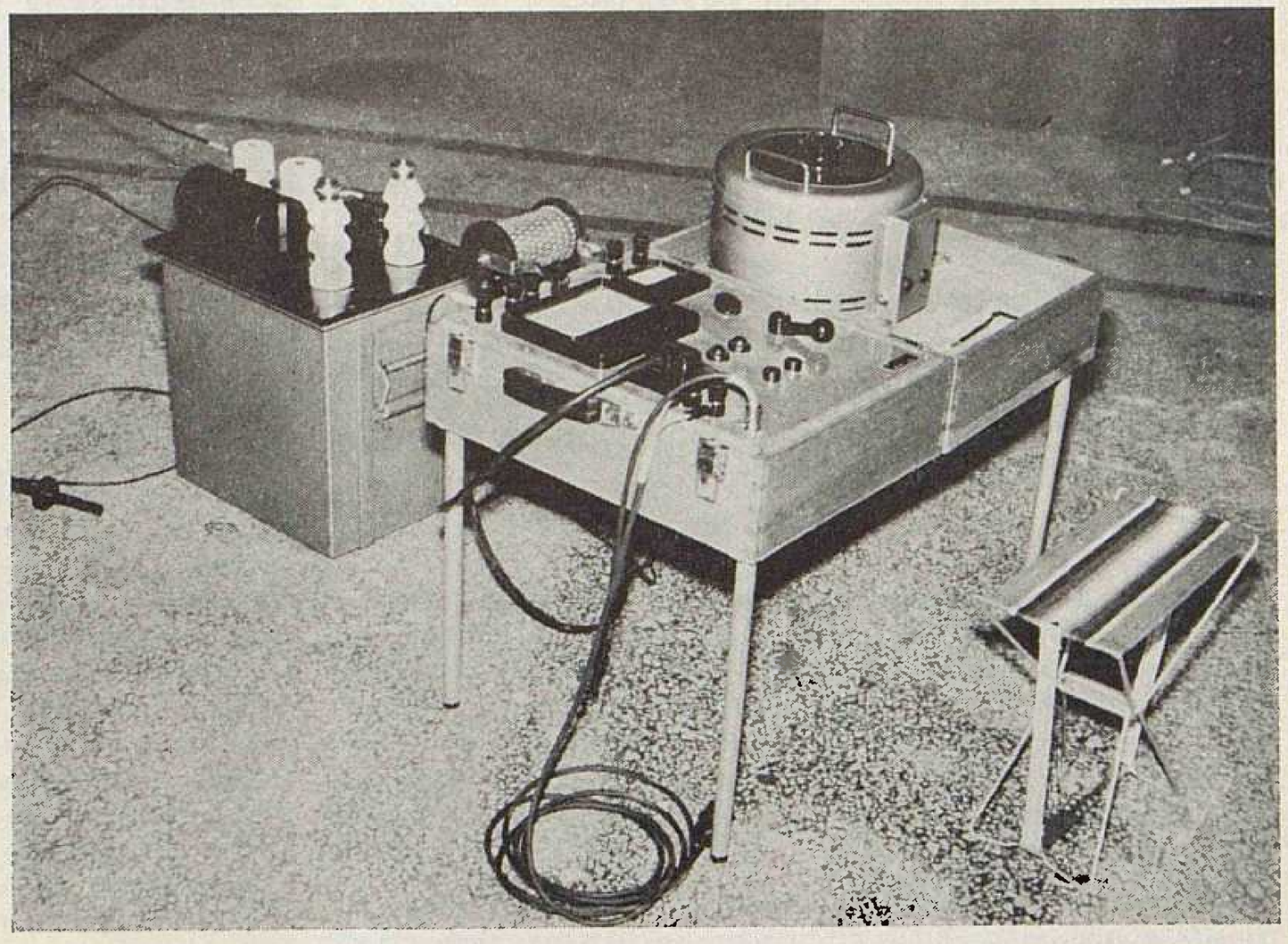
Narudžbe raznih poduzeća.

Izvršena su razna ispitivanja kao ispitivanja transformatorskog ulja, kabelskih masa, kabelskih glava, raznih stezaljki, specifičnog otpora tla, pronalaženja mjesta greške u povređenim kabelima itd.

Započeti su radovi na razvoju uređaja za mjerenje otpora uzemljenih stupova dalekovoda, a da se ne otvara mjerni spoj odnosno ne izolira zaštitno uže.



Sl. 7. Komandni stol udarnog generatora



Sl. 8. Uređaj za ispitivanje kabela, nakon polaganja

VII LABORATORIJ ZA SLABU STRUJU I ELEKTRONIKU

Mjerenje parametara vodova visokog napona u vezi širenja VF signala

Narudžba Udruženja elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autori dr ing. Ante Šantić i Slobodan Rajilić, dipl. ing.

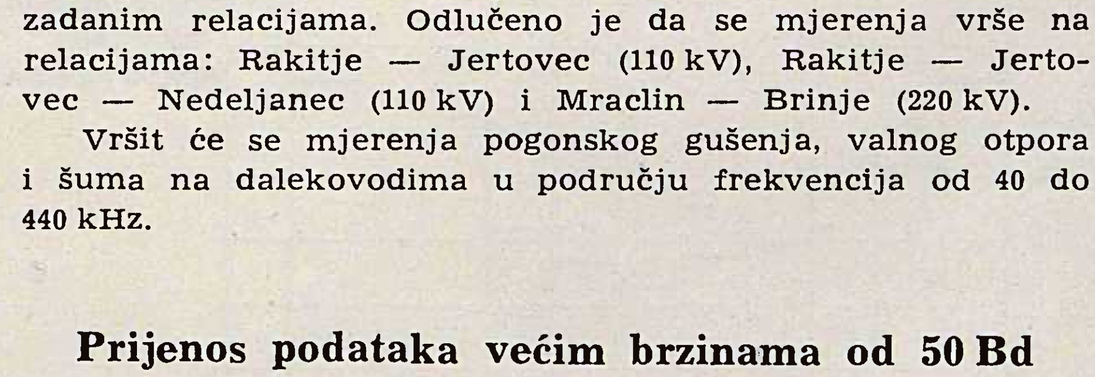
Pripremljen teoretski dio elaborata. Dogovorene metode i način mjerenja na trasama. Započeta prva mjerenja na zadanim relacijama. Odlučeno je da se mjerenja vrše na relacijama: Rakitje — Jertovec (110 kV), Rakitje — Jertovec — Nedeljanec (110 kV) i Mraclin — Brinje (220 kV).

Vršit će se mjerenja pogonskog gušenja, valnog otpora i šuma na dalekovodima u području frekvencija od 40 do 440 kHz.

Prijenos podataka većim brzinama od 50 Bd

Narudžba Zajednice elektroprivrednih poduzeća Hrvatske, autor Momir Vujnović, dipl. ing.

Da bi se omogućio prijenos velikog broja informacija po mreži, nužno je povećati brzine prijenosa iznad do sada korištene brzine od 50 Bd, za koju su brzinu dosad bili i građeni domaći uređaji. U izrađenoj su studiji prikazani faktori o kojima ovisi kvaliteta i brzina prijenosa informacija, te su uspoređene telefonske mreže, koje su u svijetu najsvestranije istražene, sa dalekovodnim mrežama.



Sl. 9. Elementi veze za prijenos podataka

Za dobivanje egzaktnih podataka o najvećim mogućim brzinama, a da ne dođe do grešaka u prijemu, predložena su mjerenja, koja je u tu svrhu potrebno provesti.

Primjena parametarskog pojačala u području niskih frekvencija

Narudžba Fonda za naučni rad Instituta, autor dr ing. Ante Šantić.

U ovom radu je razvijena teorija niskofrekventnog parametarskog pojačala.

Opseg: 113 stranica i 49 slika odnosno dijagrama.

Razvojni rad na novom tipu elektroencefalografa

Za razvojni rad korišteno je 14 narudžbi različitih klinika i bolnica. Elektronski dio razvoja radio je dr ing. Ante Šantić, a elektromehanički dio sa estetskim oblikovanjem Miroslav Kolaj, dipl. ing.

Završen u potpunosti novi tip elektroencefalografa koji je baziran na sasvim drukčijim principima pojačanja i sistema pisača. U ovom slučaju su po prvi put primijenjena parametarska pojačala za pojačavanje niskofrekventnog signala. Pisači su izvedeni sa rotorima od magnetski mekog materijala na koji način je postignuta mnogo robustnija izvedba sa manje mogućih kvarova. Riješen je problem promjene pojačanja visokofrekventnih pojačala, zatim mogućih preslušavanja među kanalima, kao i temperaturne stabilizacije. U pogledu pisača riješen je problem postizavanja bolje linearnosti i linearizacije frekvencijske karakteristike. Izrađeno je 14 komada elektroencefalografa novog tipa sa ukupno 105 kanala, kod čega se svaki kanal sastoji od pretpojačala, međufrekventnog pojačala i izlaznog stupnja sa pisačem.

Shema elemenata osnovnih sredstava distribucije električne energije i cjenik tih elemenata po dnevnim cijenama za provođenje revalorizacije

Narudžba Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, za elektrodistributivna poduzeća Hrvatske (Osijek, Pula, Rijeka, Sisak, Split i Zagreb) te elektrodistribuciju Bosne i Hercegovine, autori Boris Tilić, dipl. ing. i Božidar Filipović, dipl. ing.; dovršeno u listopadu 1966.

U postavljanju sheme evidencije osnovnih sredstava u elektrodistribuciji pridržavalo se je principa podjele na grupe osnovnih sredstava prema tarifi stopa amortizacije; kalkuliranja troškova prema mjestu predaje električne energije; utvrđivanja kvalitativne i kvantitativne fizionomije za jednostavno izračunavanje tržne vrijednosti; diferenciranja vremenske istrošenosti i udovoljavanja specifičnostima u organizaciji poduzeća.

Cjenik je razrađen za zračne i kabelske vodove te transformatorske stanice od naponskog nivoa reda 35 kV do uključivo niskog napona.

Cjenik za svako pojedino postrojenje pored uvažavanja osnovnih elemenata od kojih je postrojenje sastavljeno sadrži i strukturu cijene izvedbe. Takova konstrukcija cjenika je postavljena da bi se moglo uz praćenje minimalnog broja podataka proračunati vrijednost sredstva po tekućim cijenama. U cjeniku se uvažava i utjecaj terenskih prilika svođenjem na tri osnovna slučaja.

Primjenljivost cjenika nije jedino u utvrđivanju tržne vrijednosti postrojenja pri revalorizaciji osnovnih sredstava već i pri izradi investicionih programa, te u raznim kalkulacijama.

Opseg: 2 toma sa ukupno 390 stranica teksta i tablica.

Model raspodjele pojedinih elemenata vrijednosti bruto produkta po naponima u skladu sa tarifnim sistemom

Narudžba Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, za elektrodistributivna poduzeća Hrvatske (Osijek, Pula, Rijeka, Sisak, Split i Zagreb), autor Boris Tilić, dipl. ing.; bit će dovršeno u siječnju 1967.

U elaboratu je razrađena metoda raspodjele pojedinih elemenata vrijednosti bruto produkta po naponima odnosno po grupama postrojenja od mjesta nabave električne energije u distributivnim poduzećima do mjesta predaje potrošačima.

Vrijednost bruto produkta, raspodijeljena na pojedine grupe postrojenja u skladu sa principima iz tarifnog sistema, raspodijeljena je i na mjesta predaje električne energije.

Izložena metoda omogućava da se može izdvojiti otpadajući dio vrijednosti bruto produkta za pojedine potrošače, kao i za bilo koje manje područje.

Rezultati koji se budu dobili u poduzećima, primjenom razrađene metodologije treba da posluže kao jedna od osnovica za definiranje tarifne politike, kao podloga za izradu investicionih programa te sagledavanja promjene u troškovima priključivanjem novih potrošača.

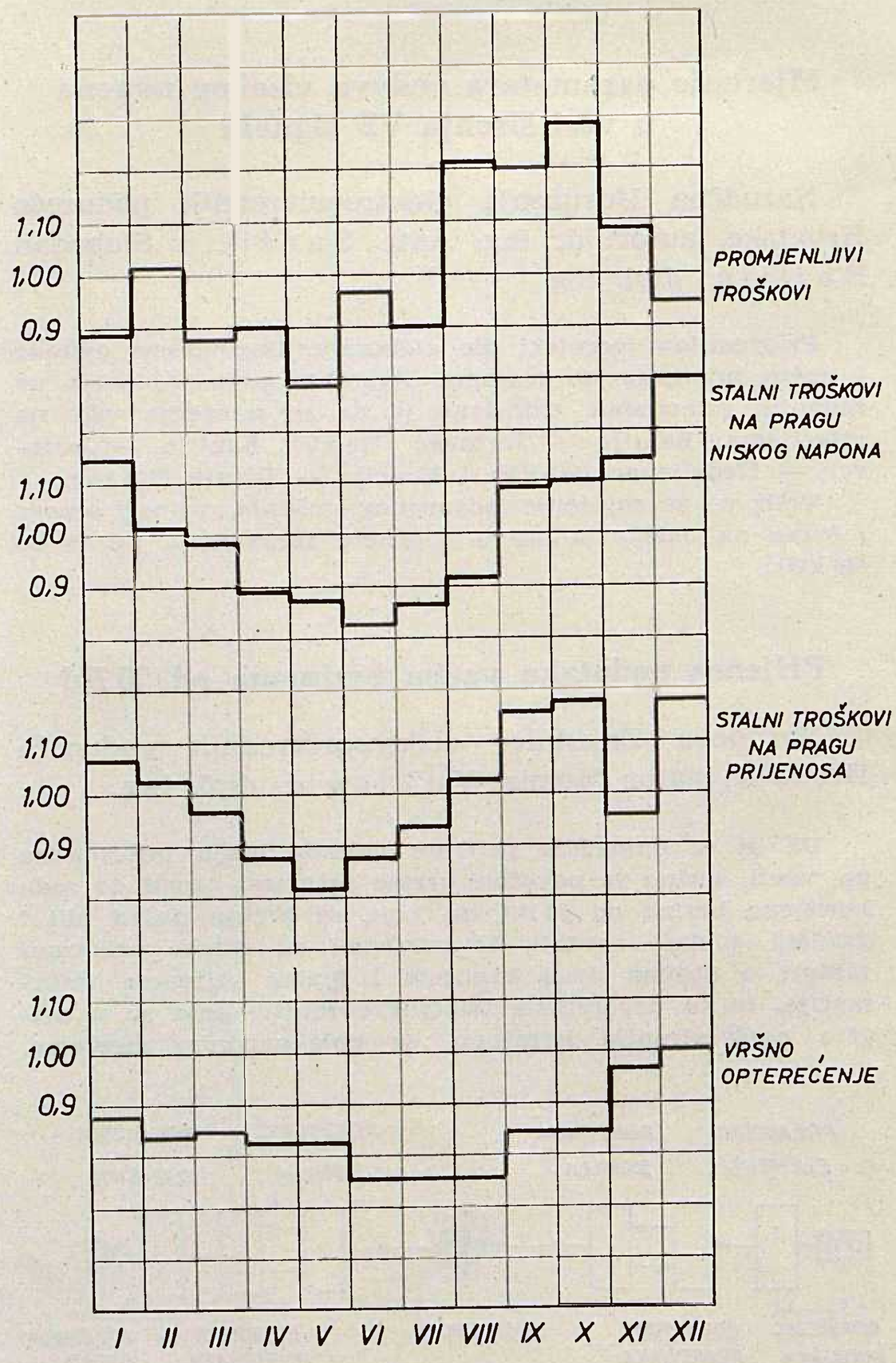
U elaboratu je pored potrebnih osnovnih podataka za primjenu metodologije, dat i uprošćeni primjer proračuna jednog distributivnog područja.

Opseg: 1 tom sa 329 stranica, uključivo 43 dijagrama i shematska prikaza te 33 tablice.

Struktura investicija po fazama prerade energije za instalirani MW u elektrani

Narudžba Poslovnog udruženja poduzeća za distribuciju električne energije SR Hrvatske, autor Božidar Filipović, dipl. ing.; bit će dovršeno u ožujku 1967.

Razrađena je za perspektivni razvoj jugoslavenske elektroprivrede do god. 1980. potrebna struktura vrijednosti osnovnih sredstava opskrbnih postrojenja, kako ona proizlazi iz planiranog razvoja elektroprivrede. Vrijednosti postrojenja zasnivaju se na nabavnim cijenama iz 1966 godine, a ona su raščlanjena na hidro i termoelektrane, na prijenosna postrojenja od 110 kV i više, te na distributivna postrojenja razvoda i razdiobe sa naponima od 110, 35, 10 i 0,4 kV. Ovakovo raščlanjenje poslužilo je iznalaženju procentualnih odnosa vrijednosti postrojenja proizvodnje, prijenosa i distribucije, sagledanih u perspektivnom dugoročnom razvoju. Na temelju energetskih bilanca snaga i energija proračunate su za glavna mjesta predaje jedinične vrijednosti osnovnih sredstava po MW instalirane snage u elektranama i po MW maksimalnog opterećenja na glavnim predajnim mjestima energije. Provedene analize odnosa vrijednosti postrojenja, vezanih na glavne faze prerade pokazuju, da oni ovise i od odabrane strukture elektrana — odnos hidro i termo proizvodnje. U vezi s time provedeni su okvirni proračuni troškova opskrbe pri raznom udjelu termoenergetske proizvodnje, koji pokazuju, da manji



Sl. 10. Ovisnost troškova o dnevnom dijagramu opterećenja

udio vrijednosti proizvodnih postrojenja u vrijednosti svih elektroprivrednih opskrbnih postrojenja, uslovljuju u mješovitim elektroenergetskim sistemima u pravilu povećanje jediničnih troškova opskrbe.

Opseg: 115 stranica teksta sa 50 tablica i 1 slikom uz prilog sa 50 tablica.

Analiza mogućnosti primjene jedinstvenih pokazatelja

Narudžba Zajednice jugoslavenske elektroprivrede, Beograd, autor Zvonimir Milonja, dipl. ek.; dovršeno u kolovozu 1966.

Analiza mogućnosti primjene jedinstvenih pokazatelja uspjeha poslovanja, uvjeta privređivanja, te pokazatelja raspodjele u organizacijama za proizvodnju i prijenos električne energije s naglaskom na pokazatelj produktivnosti u elektroprivrednim organizacijama. U daljnjoj razradi daje se prijedlog za uvođenje dopunskih pokazatelja uspjeha poslovanja, uvjeta privređivanja, te dopunskih pokazatelja raspodjele, koji omogućuju bolje uspoređivanje između srodnih elektroprivrednih organizacija radi sagledavanja vlastitog položaja u odnosu na druge organizacije. Na kraju je izrađen prijedlog elemenata i pokazatelja koji bi služili proizvodnim i prenosnim organizacijama za uspoređivanje među sobom.

Opseg: 65 stranica.

Usmjeravanje opskrbe Zagreba toplinskom energijom

Narudžba Zavoda za komunalnu djelatnost grada Zagreba, autor Ivo Jamnicki, dipl. ing.; dovršeno u prosincu 1966.

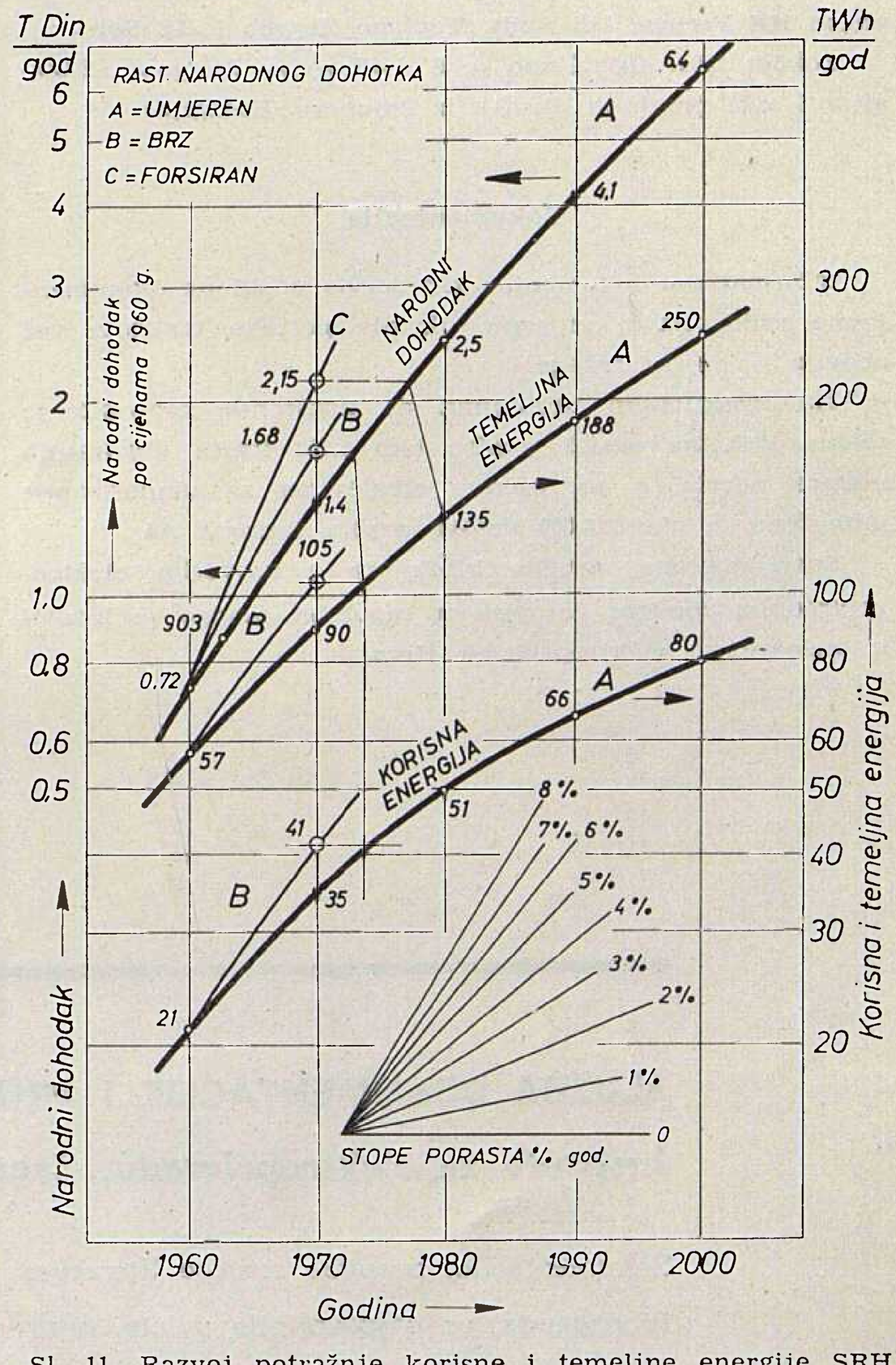
Studija utvrđuje najpovoljnije rješenje opskrbe Zagreba toplinskom energijom u bližoj i daljnjoj budućnosti i iznosi mjere koje treba poduzeti da se trošenje topline i toplinske opskrbe grada usmjere što povoljnije.

Iznose se faktori koji utječu na izbor rješenja; u prvom redu predvidivi razvoj grada i potrošnje topline, raspoloživost izvora i ekonomika upotrebe raznih nosilaca energije. Iznosi se rajonizacija grada po načinu toplinske opskrbe potrošača. U potrošnji se razmatra industrija, domaćinstvo i komunalna djelatnost, a u dobavi drvo i ugljen, derivati nafte, zemni, gradski i butanski plin te gorivi otpaci industrije, kao i para i vrela voda te električna energija.

Studija daje osnove za projektiranje načina toplinske opskrbe svih sektora potrošnje topline u Zagrebu, a dobavljačima i distributerima energije podloge za utvrđivanje njihovih kratkoročnih i dugoročnih planova razvoja.

Studija je podijeljena u dva dijela: Osnovna izlaganja i Prilozi. U osnovnim izlaganjima navedene su sve osnove i postavke učinjene za utvrđivanje najpovoljnijeg razvoja, rezultati provedenih analiza te mjere potrebne da se razvoj usmjeri po utvrđenom optimumu, kao i osnovni tabelarni prikazi, dijagrami i nacrti. U prilozima se nalazi dokumentacija koja sadrži pomoćne tabelarne prikaze, proračune, statističke podatke, pregled literature te sastave u studiji upotrebljavanih pojmova, naziva, jedinica mjera i energetskih obračuna.

Opseg: 240 stranica izlaganja i proračuna, 130 tablica, 57 dijagrama, 1 shema, 2 nacrta.



Sl. 11. Razvoj potražnje korisne i temeljne energije SRH u ovisnosti od porasta narodnog dohotka

Izdavačka djelatnost

Institut za elektroprivredu, uz objavljivanje svojih radova u stručnoj štampi, na stručnim savjetovanjima i kongresima u zemlji i inostranstvu razvio je i vlastitu publicističku djelatnost. Jedan od glavnih oblika izdavačke djelatnosti je izdavanje časopisa »Energija«, čiji je zadatak, da kao stručna revija obrađuje energetska, tehnička, pogonska i ekonomska zbivanja i da daje prikaze aktuelnih problema, s kojima se susreće ili s kojima će se susretati elektroprivreda Hrvatske.

Značajnim godišnjicama i događajima »Energija« je posvetila svoju pažnju, pa su tako štampani posebni brojevi posvećeni dovršenju TE Konjščina, 50-godišnjici prve elektrane u Zagrebu, 50-godišnjici HE Kraljevac, puštanju u pogon HE Peruća, HE Split, Toplane Zagreb i HE Senj.

Tokom 1966. objavljeno je 6 dvobrojeva časopisa »Energija« i više posebnih otisaka iz časopisa »Energija«.

Dokumentacija

Informativno-dokumentacijski servis u sklopu Dokumentacije zadovoljava ne samo vlastite potrebe Instituta već obavlja i vanjske usluge.

Na institutskim uređajima za kopiranje kopirano je tokom 1966. na ozalid - papiru oko 5.750 tisuća kvadratnih metara nacrta, a na ručnim strojevima za umnožavanje umnoženo je oko 218.000 listova papira formata A4.

Specijalizirana stručna biblioteka s najvećim elektroprivrednim fondom časopisa u republici mnogo se koristi u cjelokupnoj elektroprivredi Hrvatske.



Sl. 12. Zbirka priručnika, enciklopedija standarda i stručnih rječnika

SLUŽBA DOKUMENTACIJE I PROPAGANDE

Instituta za elektroprivredu, Zagreb

Dokumentacija, posudba stručne literature uz mogućnost trenutnog kopiranja.

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