HRVATSKI KOMITET
MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
ZAGREB

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE

D I S K U S I J E

ZAGREB
26-27. svibnja, 1992.

S A D R Ž A J

Preferencijalna tema 1 - SISTEMATIZACIJA ŠTETA

1.01 Marijan Kalea, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Dinamika ratnih razaranja prijenosne mreže Slavonije i Baranje

1.02 Tomislav Vujnovac, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Intervencija u ratnim uvjetima

1.03 Milorad Mileusnić, dipl.ing., HEP - DP Elektrolika, Gospić
Kronologija ratnih razaranja elektrodistributivne mreže na području Like

Preferencijalna tema 2 - PRIVREMENO OSPOSOBLJAVANJE

2.01 Marijan Kalea, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Intervencije u prijenosnoj mreži povodom ratnih razaranja

2.02 Ivan Grozdanić, dipl.ing., Dalekovod, Zagreb
Neke izvedbene mogućnosti za brzu sanaciju jednosistemskih dalekovoda 400 kV

2.03 Ivan Grozdanić, dipl.ing., Dalekovod, Zagreb
Neke izvedbene mogućnosti za brzu sanaciju ratnih šteta na dalekovodima visokog napona 110 i 220 kV i mrežama srednjeg napona 10, 20 i 35 kV

2.04 Pavle Šomođi, Nikola Knez, Končar - Institut za elektrotehniku, Zagreb
Kontrola i dijagnostika stanja mjernih i energetskih transformatora u elektroenergetskim objektima zahvaćenim ratom

2.05 Dinko Zorić,dipl.ing., Dubravka Kolundžić,dipl.ing.,
HEP - Direkcija za razvoj, inženjering i informatiku, Područni odjel, Osijek,
Neka iskustva i dileme u gradnji 110 kV zračnih vodova na drvenim stupovima

2.06 Sonja Čabrajac, dipl.ing., Anđela Hadži-Skerlev, dipl.ing.,
Končar - Institut za elektrotehniku, Zagreb
Ispitivanja izolacijskih ulja u izvanrednim uvjetima

2.07 Tomislav Vujnovac, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Transformator u ratnim uvjetima

2.08 Bojan Smiljan, dipl.ing., Dragoljub Žutić, dipl.ing., Mecons, Zagreb
Pribor za brz i jednostavan popravak konstruktivnih dijelova dalekovoda

2.09 Bojan Smiljan, dipl.ing., Dragoljub Žutić, dipl.ing., Mecons, Zagreb
Mjerenje i kontrola sigurnosnih visina i udaljenosti kod provizornih spojeva dalekovoda

2.10 Milorad Mileusnić, dipl.ing., HEP - DP Elektrolika, Gospić
Ugroženost distributivne mreže i energetska napajanja Like

2.11 Stjepan Guć, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Split,
Božidar Radmilović, dipl.ing., HEP - Sektor za razvoj, Zagreb
Ratna oštećenja i privremene sanacije rasklopno-transformatorskih postrojenja prijenosne mreže Dalmacije

2.12 Miroslav Mesić, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Zagreb
Pregled posljedica ratnih razaranja u transformatorskim stanicama PrP-a Elektroprijenos Zagreb

Preferencijalna tema 3 - DEFINITIVNA OBNOVA

3.01 Dr.Radovan Milošević, dipl.ing., Darko Huzanić, dipl.ing., Končar - Električni aparati srednjeg napona, Zagreb, Hrvoje Mikić-Herceg, dipl.ing., Končar - Institut za elektrotehniku, Zagreb
Vakuumski prekidači srednjeg napona za distribuciju serije "VD"

3.02 Irena Radeka, dipl.ing., Neven Lang-Kosić, dipl.ing. HEP - DP Elektra, Zagreb
Tretman sanacije ratnih šteta s obzirom na koncepciju dugoročnog razvoja distributivnih mreža

3.03 Tomislav Lung, dipl.ing., HEP - Elektra Vinkovci, Pogon Vukovar
Osnove za razradu programa po podgrupama za pripremu povratka u Vukovar

3.04 Tomislav Lung, dipl.ing., HEP - Elektra Vinkovci, Pogon Vukovar
Osnovne pretpostavke nužne za pripremu povratka u Vukovar - Program rada grupe za energetiku -

3.05 Mihajlo Abramović, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Priprema sanacije transformatorskih stanica nakon ratnih oštećenja

3.06 Jovo Borojević, dipl.ing., HEP - HE "Dubrovnik", Dubrovnik
HE "Dubrovnik" - oštećenja tijekom rata i definitivni popravak

3.07 Dr.Milan Ivanović, dipl.ing., Elektrotehnički fakultet, Osijek
Efikasnost korištenja električne energije kao kriterij za selektivnu elektroenergetsku politiku - na primjeru industrije Slavonije i Baranje

3.08 Mr.Mladen Abramović, dipl.ing., Tomislav Jelić, dipl.ing., Dalekovod, Zagreb
Neke izvedbene mogućnosti za brzu sanaciju ratnih šteta na dalekovodima visokog napona i mrežama srednjeg i niskog napona. Računski programi za brzu sanaciju dalekovoda

Preferencijalna tema 4 - REVITALIZACIJA ELEKTRANA

4.01 Milan Novak, dipl.ing., Esad Sabljić, dipl.ing., HEP - HE "Dubrovnik", Dubrovnik
Revitalizacija HE "Dubrovnik"

4.02 Antun Mikulecky, dipl.ing., dr.Zdenko Godec, dipl.ing., Sonja Čabrajac, dipl.ing., Končar - Institut za elektrotehniku,Zagreb
Revitalizacija izolacijskog sustava energetskih transformatora

4.03 Mr.Josip Šaban, dipl.ing., Božidar Nežmah, dipl.ing., Damir Zeman, dipl.ing., Končar - Generatori, Zagreb
Modernizacija uzbudno-regulacijskih sistema u okviru revitalizacije elektrana

4.04 Đuro Stanković,dipl.ing., Miroslav Blažičko,dipl.ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb
Redoslijed aktivnosti revitalizacije elektrana

4.05 Mr.Vladimir Firinger, dipl.ing., Končar - Institut za elektrotehniku, Zagreb
Korištenje dijagnostičke metode prilagođene za električne strojeve s oštećenim namotom

4.06 Miloš Rašeta, dipl.ing., Vladimir Jarić, dipl.ing., dr.Vladimir Kuterovac, dipl.ing., Končar - Generatori, Zagreb
Dijagnostika i revitalizacija električkih sinhronih hidro i turbo generatora "Sistem KG - DIR"

4.07 Davor Pavlović, dipl.ing., Krunoslav Begović, dipl.ing., Zvonimir Mrša, dipl.ing., Elektroprojekt, Poduzeće za inženjering, Zagreb
Podobnost revitalizacije hidroelektane Dubrovnik

4.08 Slobodan Vajnaht, dipl.ing., Elektroprojekt, Poduzeće za inženjering, Zagreb
Rekonstrukcija rasklopišta 110 kV

Preferencijalna tema 5 - IZGRADNJA

5.01 Ivka Šaban, dipl.ing., N. Novosel, dipl.ing., Ljerka Flegar, dipl.ing., Elektrotehnički fakultet, Zavod za visoki napon i energetiku., Zagreb
Osiguranje kvalitete u okviru obnove elektroenergetskog sistema Republike Hrvatske

5.02 Mr.Ernest Mihalek, dipl.ing., Lahorko Wagmann, dipl.ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb
Programski paket za proračun niskonaponskih mreža (NNM)

5.03 Petar Čerina, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Split
Podmorske kabelske veze 110 kV kao dio elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske

Preferencijalna tema 6 - VOĐENJE EES

6.01 Franjo Škrtić, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Vođenje pogona u ratnim uvjetima

6.02 Jovica Ilić, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Procesno upravljanje elektroenergetskim objektima u periodu ratnih razaranja

6.03 Mata Domić, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Oštećenja opreme procesnog sustava zbog ratnih razaranja i uspostavljanje VF veza na privremenim objektima

Preferencijalna tema 7 - MEĐUZAVISNOST TOČAKA 2 - 6

7.01 Marijan Kalea, dipl.ing., HEP - PrP Elektroprijenos, Osijek
Mogući putevi obnove

7.02 Mr.Zdenko Tonković, dipl.ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb
Za elektroenergetsku individualnost Hrvatske

7.03 Josip Moser, dipl.ing., HEP, Zagreb
Pomoć inozemnih elektroprivreda i industrije u sanaciji ratom oštećenih postrojenja u Hrvatskoj

7.04 Dr.Zorko Cvetković, dipl.ing., HK CIGRE, Zagreb
Sažetak konzultacije i smjernice za akcije

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 1

SISTEMATIZACIJA ŠTETA

Voditelj: Josip Moser, dipl.ing.

Marijan KALEA, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

DINAMIKA RATNIH RAZARANJA PRIJENOSNE MREŽE SLAVONIJE I BARANJE

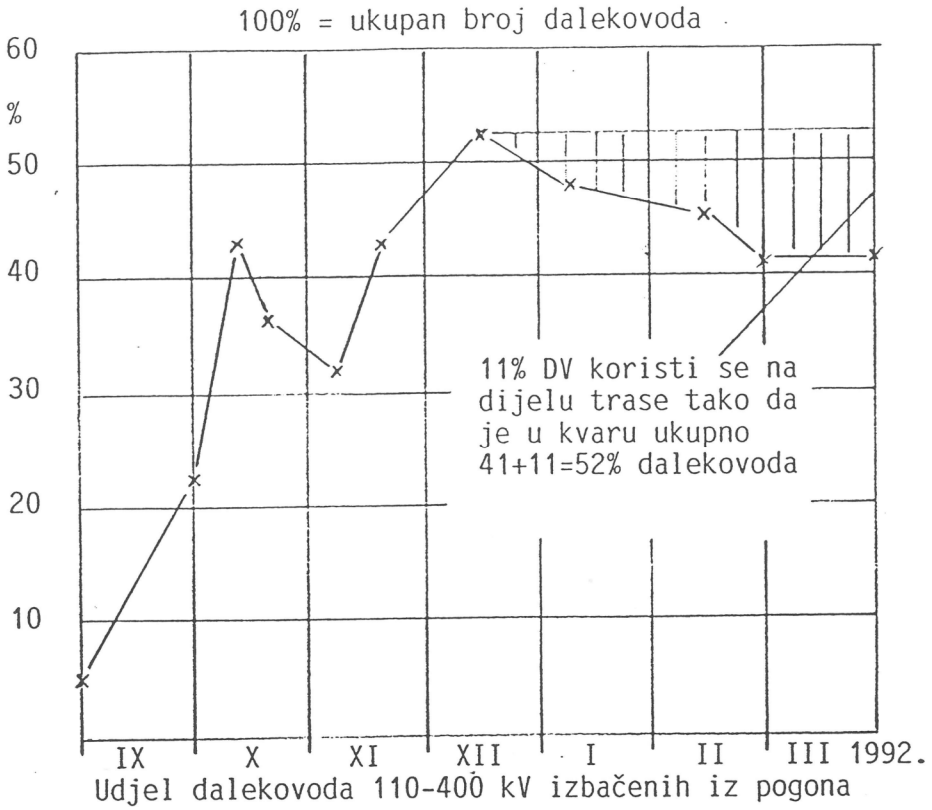
Kako neposredne ratne aktivnosti, usmjerene prema slobodnom teritoriju, još nisu okončane (u vrijeme pisanja, koncem ožujka 1992. godine i dalje se registriraju poginuli i ranjeni, te velika materijalna razaranja) i kako je dio teritorija pod okupacijom, nije moguće iznijeti konačno stanje ratnih razaranja prijenosne mreže Slavonije i Baranje. Najznačajniji elektroprijenosni objekt, TS 400/110 kV Ernestinovo, i njegovu neposrednu okolinu prisiljeni smo bili napustiti 20. studenoga 1991. godine. Time sadašnji podaci o stupnju oštećenja značajnog dijela mreže imaju tadašnju izvjesnost.

Razorna ratna dinamika kvantitativno se može pratiti stupnjem oštećenja dalekovoda, jer oni naglašeno reprezentativno pokrivaju područje.

Na prijelazu lipanj/srpanj 1991. godine znalo se dogoditi da imamo istodobno dva ili čak tri dalekovoda izvan pogona. To je predstavljalo doista rubno dostizavane izvanredne okolnosti mirnodopskog pogona: uz jedan ili dva voda u istodobnom remontu, da nastupi kvar na još jednom vodu. Time smo stanja, nastala početnim ratnim aktivnostima, uzimali veoma alarmantnim.

Snažnija ratna oštećenja prijenosne mreže 110 do 400 kV na području Slavonije i Baranje nastupila su polovinom srpnja 1991. godine. Konac kolovoza dočekan je s 5% dalekovoda izvan pogona (100% je ukupan broj cjelovitih vodova i dalekovodnih dionica na tom području).

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 1 (Sistematizacija šteta) na Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republika Hrvatske, Zagreb, 18 - 19. svibnja 1992.



Udjel dalekovoda 110-400 kV izbačenih iz pogona

Iskazi oštećenja dalekovoda u ovom prikazu predstavljaju razliku između ukupno trajno izbačenih iz pogona i ukupno popravljenih dalekovoda u pojedinom vremenskom trenutku, dakle "rezultantu" rušenja agresora i našeg dizanja dalekovoda.

Od početka rujna do polovine listopada ostvarena je strahovita brzina razaranja: stupanj oštećenosti dalekovoda dosegao je 43%. Od polovice listopada do polovice studenog 1991. godine, ratni pritisak je smanjen, te je broj popravljenih dalekovoda nadmašivao broj novooštećenih; stupanj oštećenosti je smanjen na 32%.

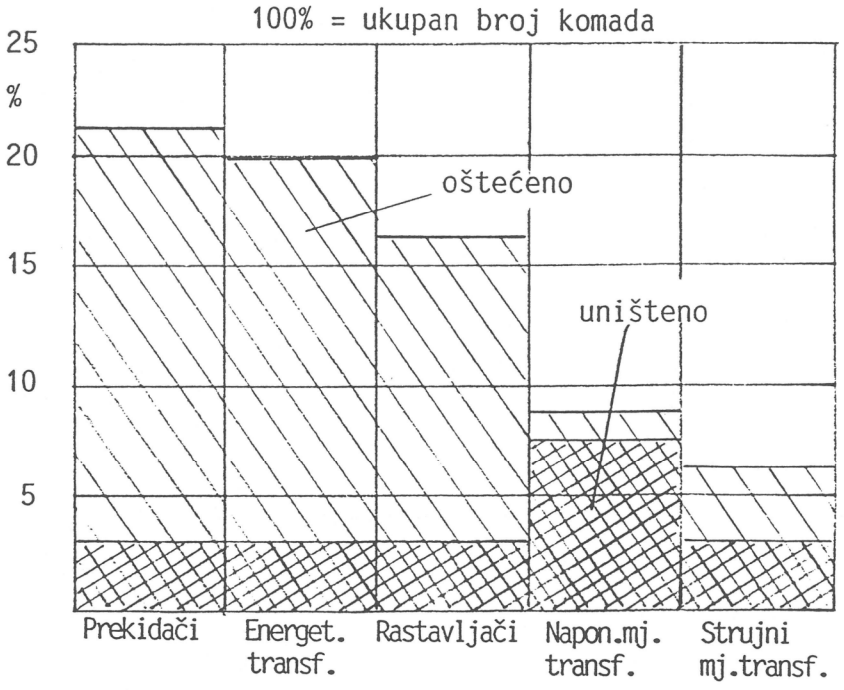
Novi udar od polovine studenog, dovodi u polovini prosinca do izbacivanja iz pogona 52% dalekovoda.

To stanje održalo se do konca ožujka 1992. godine, jedino je uspjelo da se 11% dalekovoda koristi na dijelu trase, te je potpuno izvan pogona 41% dalekovoda.

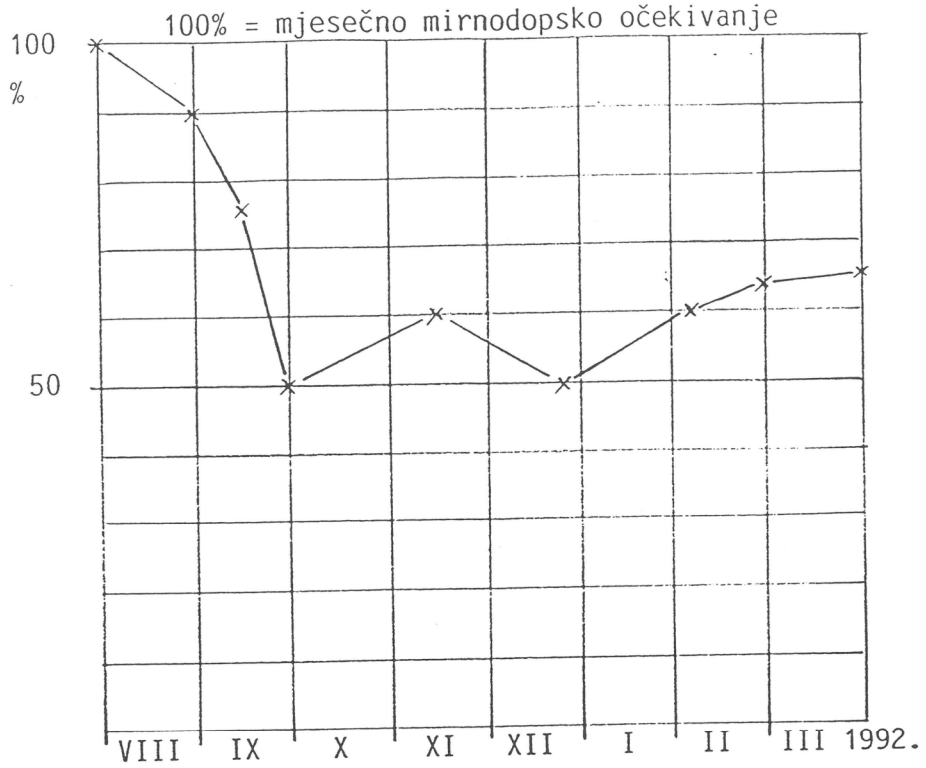
Sadašnje stanje oštećenja transformatorskih stanica nije moguće sagledati, jer oko četvrtina ukupnog njihova broja nije dostupna. Na trećini ukupnog broja transformatorskih stanica pouzdano su učinjena ratna razaranja:

- ukupan broj TS 110-400 kV, vlasništvo elektroprivrede+potrošača	100%
- na nedostupnom području	24%
- pouzdano oštećene TS	33%
- vjerojatno oštećene TS	14%
- pouzdano + vjerojatno oštećene TS	47%

Polovinom prosinca 1991. godine iskazane su količine uništene i oštećene opreme transformatorskih stanica (bez pouzdanog uvida u oštećenja spomenute četvrtine nepristupačnih). Odatle izlazi da je do tada potpuno uništeno barem 3% glavne opreme. Ako se tome dodaju i ozbiljnija oštećenja opreme, izlazi da je uništeno i oštećeno oko 20% energetskih transformatora, prekidača i rastavljača i oko 7% mjernih transformatora.



Ratna razaranja glavne opreme 110-400 kV, stanje 15.12.1991.

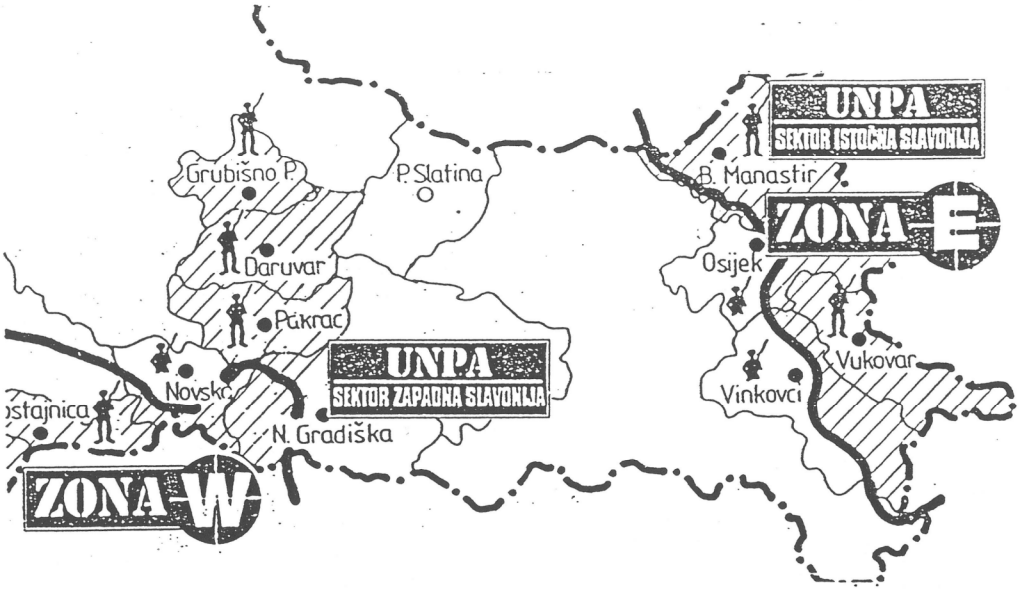


Vršno opterećenje konzuma Slavonije i Baranje

Nemogućnost isporuke električne energije zbog neraspoloživosti mreže i smanjenje potražnje zbog razaranja, izbjeglištva i zamiranja privrednih, općih i osobnih aktivnosti, te blaga zima, rezultiralo je znatnim padom vršnog opterećenja na razini prijenosne mreže. U tromjesečnom razdoblju listopad-prosinac bilo je između 50 i 60% mirnodopskog očekivanja. Početkom veljače prelazi 60%, uz tendenciju daljeg postupnog porasta, tako da se koncem ožujka ostvaruje oko 65% vršnog opterećenja očekivanog za ožujak.

Tu je 100% = mjesečno mirnodopsko očekivano vršno opterećenje (posljednji trogodišnji prosjek) distribucije i direktnih potrošača na cijelom teritoriju Slavonije i Baranje (slobodni i okupirani dio).

Kako bi se bolje iskazala napregnutost pogona koji se ostvaruje, utvrdimo stupanj razorenosti prijenosne mreže uz uvažavanje težinskog udjela pojedinog objekta izvan pogona (zastoj 400 kV objekta znači znatno više od zastoja 110 kV objekta). Tada izlazi da - po prilici - jedna trećina kapaciteta prijenosne mreže opskrbljuje oko dvije trećine potražnje. Dakako: to je omogućeno brojnim pravodobnim fizičkim i organizacijskim zahvatima, tako da u vrijeme pisanja nema redukcije na slobodnom teritoriju.



Okupirano područje Slavonije i Baranje, UNPA Zona E

Naziv Slavonija i Baranja, u ovom se napisu odnosi na teritorij djelovanja Elektroprijenos Osijek, To je područje 13 slavonsko-baranjskih općina. Koncem ožujka 1992. godine privremeno je okupirano oko 25% teritorija Slavonije i Baranje, na kojem području živi u mirnodopskim uvjetima oko 23% stanovništva Slavonije i Baranje:

Općina	Ukupno km²	Ukupno stan.'81	Okupirano km²	Okupirano stan.'81
Beli Manastir	1147	53409	1147	53409
Osijek	659	158790	300	27000
Vinkovci	1024	95245	440	27000
Vukovar	606	81203	606	81203
D.Miholjac, Đakovo, Našice, Orahovica, Pod.Slatina, Požega, Sl.Brod, Valpovo, Županja	6685	417732	-	-
Slavonija i Baranja	10121	806379	2493	188612

Objekti prijenosne mreže na okupiranom području nisu povezani s prijenosnom mrežom na slobodnom teritoriju.

Tomislav VUJNOVAC,dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

INTERVENCIJA U RATNIM UVJETIMA

U ratnim uvjetima u kojim nastojimo osigurati električnu energiju potrošačima nalazimo se u karakterističnim situacijama i prilikama. Neke od njih su zadane vanjskim uvjetima, a neke ovise o nama.

Osnovne karakteristike intervencije u ratnim uvjetima su:

- Dolazak na mjesto okupljanja, a putem padaju granate i vrebaju snajperisti,
- Odluka da li poslati ljude i izlaziti iz "sigurnog" mjesta okupljanja sa zadatkom popraviti oštećeni objekt,
- Popravljati oštećeni objekt u izrazito opasnoj zoni,
- Da li prekinuti radove na popravku, kada opasnost na mjestu rada poraste i znati da nitko osim vas popravak neće dovršiti?
- Da li moći brzo napustiti mjesto rada i skloniti se na nešto sigurnije mjesto?

A struje u gradu nema dok vi ne popravite. I tako iz dana u dan,bez prekida.

Oni koji su ovo prošli, a i sada prolaze, (travanj 1992.) znaju to dobro, a nadam se da drugi to iskustvo neće morati steći.

Najbolje bi se to moglo prezentirati kroz prepričavanje konkretnih akcija, ali ovo nije prilika, te navodim samo karakteristične momente, prilike i stanja koja su u tim uvjetima i o kojima se mora voditi računa:
- rukovodilac, šef, poslovođa mora biti primjeri ostalima,

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 1 (Sistematizacija šteta) na Stručnoj konzulataciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Repbulike Hrvatske, Zagreb, 18 - 19. svibnja 1992.

- onaj tko pregovora oko osiguranja mjesta rada mora ići s ekipom,
- u izrazito nesigurnim situacijama i mjestima šef ide s ekipom,
- ne nositi oružje na intervenciju,
- pancirni prsluci smanjuju nesigurnost i pridonose odluci za odlazak na rad,
- priprema alata, materijala i pribora smanjuje trajanje intervencije,
- dobre veze, prvenstveno UKV, pridonose odluci za izlazak na intervenciju; u slučaju nezgode može se hitno poslati obavijest za pomoć,
- pouzdana vozila bitna su za brzi dolazak i još brži odlazak s mjesta rada s povećanom opasnošću,
- tehnički prikladna vozila bitna su za **brzo** i kvalitetno obavljanje intervencije,
- znatna stimulacija na plaću je bitna. To je nadnica za strah i uvijek je nedovoljna, ali je važna,
- vođa ekipe mora se manje bojati ili to manje pokazivati u odnosu na većinu u ekipi,
- .....ali to nije za napisati u ovom trenutku.

Umjesto detaljnijeg razjašnjavanja svake navedene karakteristike iznijet ću dvije situacije za dočaravanje uvjeta u kojima smo obavljali intervencije.

Situacija I

Radite na oranici na stupu, a vaš potencijalni ubica je oko jedan kilometar, a nekad i manje, od vas. Vidi vas uvijek, a vi njega rijetko i ne znate što misli. Grad nema struje, a popraviti možete samo vi. Dalekovodne ekipe bile su desetine puta u toj situaciji.

Situacija II

Popravljate od avionskog bombardiranja znatna oštećenja postrojenje 400/110 kV. Par kilometara od vas vode se artiljerijske borbe. Neprijateljski avioni kruže po nebu i nikad ne znate da li im je cilj ponovno bombardiranje baš zato što tada ima i puno ljudi na objektu. Ljudi su u dilemi da li raditi ili gledati u nebo. Najopasnije je kada se neki od aviona izgubi iz vidokuruga. Da li bježati u zaklon ili nastaviti raditi? Nikad niste dovoljno pametni. Bačene su bombe i mitraljirano postrojenje kada je u vanjskom postrojenju bilo više od dvadeset ljudi. Cilj su bili ljudi, a postrojenje uzgred. Ovo se dogodilo dva puta.

1.03

MILEUSNIĆ MILORAD, dipl.ing.
HEP - DP "ELEKTROLIKA" GOSPIĆ

KRONOLOGIJA RATNIH RAZARANJA ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE NA PODRUČJU LIKE

Iako su još dijelom IX. mj. 1991. god. postojale određene komunikacije sa okupiranim područjem, te i rad elektroenergetske mreže, to je bilo toliko minimalno da se može zanemariti.

Za rad distributivne mreže bitno je ovdje napomenuti i činjenicu da su od tri napojne TS 110/35 kV, dvije okupirane, a treća na samoj liniji borbenih djelovanja, te se kao takova nije mogla smatrati trajnijim izvorom napajanja.

Najvitalniji distributivni objekti u Gospiću i Otočcu te pogonski i poslovni prostori bili su također u zoni direktnih borbi.

1. UGROŽENOST D.P.

Sveukupnost rada DP čine tri osnovna elementa koja su se uslijed agresije našla u određenim stupnjevima ugroženosti i to:

- radnici i obitelji
- pogon i popravci mreža i postrojenja
- oprema, dokumentacija, vozni park, prateće službe i dr.

Na smanjenje stupnja ugroženosti pojedinog elementa možemo djelovati preventivno, no težina elementa u direktnom je odnosu sa ekonomsko socijalnim stupnjem razvoja i mogućnostima.

Temeljem toga bilo je nužno odmah:

- omogućiti radnicima, a po potrebi i organizirati evakuaciju članova obitelji radi oslobađanja radnika za njihovu raspoloživost kroz 0 - 24 sata za potrebe pogona
- pogon i intervencije na prvim linijama održati u maksimalno mogućem stupnju sa najminimalnijim brojem trenutno psiho-fizički najspremnijih radnika, te pristupiti pripremi za osiguranje napajanja područja obzirom na ugroženost preostale napojne točke.
- vozni park te vrijedniju opremu i dokumentaciju disperzirati po manje ugroženim dijelovima područja pod kontrolom, kao i organizirati rad pratećih službi.

2. UGROŽENOST ELEMENATA MREŽE I POSTROJENJA

a) Vodovi

Prva ratna razaranja su pokazala da su vodići kod nadzemnih vodova (visokog i niskog napona) izrazito ugroženi elementi u distribuciji. Daleko više od prijašnjih pretpostavki.

Sanacije vodova se relativno brzo izvode, nerijetko i provizorno sa minimumom materijala, no prati ih redovno veliki rizik zbog rada na visini tj. nemogućnost brzog sklanjanja.

Dešavalo se, da se dnevno i više puta intervenira na istim dionicama vodova zbog neprijateljskog djelovanja (točan uzrok nije definiran, ali postoje mogućnosti i optička vidljivost kod rada na visini, prisluškivanje naloga preko UKV-veza ili dr.)

b) Trafostanice

Kod trafostanica su svakako najugroženiji transformatori, bilo da su na otvorenom ili u zidanim trafostanicama (zbog položaja u odnosu na vrata).

Preventivnim oblaganjem transformatora stupanj ugroženosti se smanjuje na podnošljivi nivo.

TS 35/10 kV na ovom području su izvedene kao zatvorene, u zidanim objektima, te su se pokazale kao pouzdan elemenat.

c) Napajanje

Kako je već navedeno, zbog ugroženosti i osjetljivosti objekata TS 110/35 kV bilo je nužno pristupiti realizaciji napajanja područja bez korištenja 110 kV-tnog napona.

U tom smislu povezana je distributivna visokonaponska mreža sa distributivnom mrežom susjednih D.P.

- koristeći prijenosne dalekovode koji nisu u funkciji (220 kV, 110 kV) pod naponom 35 kV i 10 kV
- Izgradnjom spojnih DV 20 kV sa susjednim D.P. i pretvaranjem dijela TS 10/0.4 kV u TS 20/10 kV i TS 35/10 kV u TS 35/20/10 kV

Izuzetkom kratkog provizornog spoja na 110 kV vod, (ostali spojevi na 110 kV i 220 kV vodove su u poljima križanja), izgrađeni objekti i ugrađena oprema služit će za napajanje potrošača povratkom na normalna pogonska stanja, a kao takovi bili su planirani ranijih godina, no zbog priječih potreba i pravaca razvoja Distributivnih područja nisu bili izgrađeni.

Blagovremenost izgradnje ovih objekata ublažila je posljedica razaranja i pada jedine napojne TS 110/35 kV i omogućila održavanje kontinuiteta napajanja el. energijom.

Prisutnim porastom opterećenja, te potrebom povrata 110 kV-tne mreže u sistem potrebno je hitno razriješiti problem napajanja kontinentalnog dijela Like.

Iskustva stečena za proteklih osam mjeseci rata, pomoć koja nam je pružena kako sa nivoa HEP-a tako i Distributivnih područja kojima smo se obraćali, odluke oslobođene mirnodopskih formalizama i često puta vjerovanje "na riječ" učvršćuju nas u uvjerenju da ćemo i problem daljnjeg napajanja električnom energijom ovog područja blagovremeno riješiti.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 2

PRIVREMENO OSPOSOBLJAVANJE

Voditelj: Zvonimir Firšt, dipl.ing.

2.01

Marijan KALEA, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

INTERVENCIJE U PRIJENOSNOJ MREŽI POVODOM RATNIH RAZARANJA

Prema stečenom iskustvu: unparijedno sagledavanje mogućih ratnih događaja i neodložno provođenje sagledanih mjera, osnovni su principi ponašanja u ratu.

Naši odgovori na ostvarena ili/i zamisliva ratna razaranja od polovine 1991. godine, mogu se razvrstati u četiri skupine:
(1) popravci oštećenih dalekovoda i postrojenja,
(2) preventivni zahvati u mreži,
(3) provizorna rješenja na dalekovodima i u postrojenjima,
(4) izgradnja privremenih objekata.

Kako je ratna dinamika rasla, tako je rasla naša koncentracija na drugu, treću i četvrtu grupu aktivnosti. Raspoloživo vrijeme i tekuće ratne okolnosti ne dopuštaju precizan opis i pregled svih učinjenih aktivnosti. Radi aktualnosti za neposredno predstojeće vrijeme i kao potsjetnik za neku buduću analizu i sistematizaciju, iznose se samo popisi nekih ostvarenih karakterističnih aktivnosti, u (neredigiranim) natuknicama. Bez topoloških i topografskih imenovanja, dakako!

1. Popravci oštećenih dalekovoda i postrojenja

Neobično: u cjelokupnom dosadašnjem razdoblju ratnih razaranja praktički nisu nastupili kvarovi na dalekovodima i postrojenjima koje bismo pouzdano povezali s neratnim uzorcima (unutrašnji ili atmosferski prenaponi, starenje materijala, pogrešni manevar i sl.)!

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 2 (Privremeno osposobljavanje) na Stručnoj konzulataciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb, 18-19. svibnja 1992.

Neočekivano mnogo, ostvareno je kidanja ili bitnih oštećenja vodiča na dalekovodima i u vanjskim rasklopnim postrojenjima. Nužno je bilo osiguranje velikih količina, osobito vijčanih spojnica i stezaljki, kompresijskih spojnica, te spojnica za popravak vodiča i rezervnih komada užadi, za sve presjeke u mreži, kao i dovoljan broj motornih presa za izradu kompresijskih spojnica. Ima raspona između dva stupa, gdje broj popravaka vodiča prelazi deset (!).

Za hitno zatvaranje manjih otvora na kotlu i radijatorima transformatora pripremljena je veća količina gumenih čepova i drvenih klinova. Nastup s takvim pomagalima, kraće vrijeme iza borbenog napada, omogućavao je usporenje ili zaustavljanje istjecanja ulja iz transformatora. Radi onemogućenja ulaska vlage u transformator, nakon potpunog popravka kotla zavarivanjem, korišteno je punjenje dušikom onog transformatora koji se u prvi mah nije mogao/trebao puniti uljem.

Popravci opreme vanjskih i unutrašnjih rasklopnih postrojenja svodili su se na zamjenu oštećenih dijelova rezervnim, veoma često internim preseljenjem neoštećenog dijela opreme ili cjelovite neoštećene opreme s jednog dijela postrojenja u drugi, po kriteriju nastalog pogonskog prioriteta (npr. oprema iz rasklopnih polja bitno oštećenih dalekovoda i transformatora u polja ispravnih dalekovoda i transformatora).

2. Preventivni zahvati u mreži

Preventivnim zahvatima, čiji je sadržaj i zamah odredilo iskustvo prvih prvih razaranja i okupacije, cilj je bio sprečavanje ili ograničavanje posljedica očekivanih predstojećih ratnih aktivnosti:

- razmještaj stanovite količine hrane i rezerve pitke vode, ležajeva i rješenje sklanjanja ljudi u svim trafostanicama,
- kompletiranje pribora za prvu pomoć u trafostanicama i sredstava protupožarne zaštite,
- najpresudnijom aktivnošću uzimamo oblaganje energetskih transformatora (eventualno i nezaklonjenih dijelova zgrada na mjestima presudnog sadržaja) zaštitnim paletama opeke,
- razmještaj stanovite količine plastičnih folija, letava, gredica i dasaka za hitne građevinske sanacije,

- čišćenje sigurnosnog pojasa izvan ograde trafostanice od višeg raslinja (kukuruz, šipražje),
- organizacija rasporeda ljudi za dolazak na objekte u slučaju neprohodnosti pojedinih javnih puteva,
- dobava i uskladištenje velike količine pjene za gašenje požara,
- dobava rezervnog materijala i opreme prema strukturi proizašloj iz prvih iskustava s razaranjem (osobito: spojnice za vodiče),
- svekolika diverzifikacija svih resursa:
  - radnika: s mjesta mirnodopske koncentracije na privremena sigurnija mjesta rada - sve do korištenja podruma privatnih stanova za rad manjih grupa;
  - vozila: u neradno vrijeme uz mjesto boravka vozača;
  - opreme neophodne za rad u ratnim uvjetima: uz vozila,odnosno uz privremena mjesta rada;
  - dokumentacija nužna za pogon i održavanje i nužni rezervni dijelovi: uz privremena mjesta rada - najkritičnija dokumentacija u koferima prikladnim za trenutno odnošenje;
  - opreme koja nije bitna i rezervne opreme: uskladištenje na širem području - sve do odvoženja daleko izvan područja, osobito skupcjene opreme i instrumenata;
  - demontiranje neoštećene opreme iz dijelova postrojenja koji zbog drugih oštećenja ne mogu biti u pogonu (prekidači, rastavljači, mjerni transformatori);
- izrada priključka za vlastito snabdijevanje iz lokalne distributivne mreže, ako je glavno snabdijevanje riješeno iz tercijara;
- uskladištenje dovoljnih količina goriva za diesel-agregate i stanovite količine goriva za automobile.

U neoštećenim transformatorskim stanicama izabirano je takvo uklopno stanje da što manje dijelova bude pod naponom: samo jedan sabirnički sistem, samo jedan energetski transformator i sl. i to onaj dio koji je manje izložen vjerojatnijem pravcu očekivanog udara, kako se mehaničkom oštećenju od projektila ili krhotina ne bi pridodala i šteta i od električnog luka, te da se smanji vjerojatnost požara.

Obrnuto od toga: sve ispravne dalekovode držalo se pod naponom, kako bi ispadom signalizirali oštećenje.

3. Izrada provizornih rješenja na dalekovodima i u postrojenjima

Provizornim rješenjima na postojećim objektima nastojalo se manje zahtjevnim (u pogledu vremena i materijala) poduhvatima ostvariti funkcionalnost pojedinih dalekovodnih pravaca ili čvorova u mreži uz manju ili veću redukciju izvornih svojstava:

- korištenje polja u rasklopnim postrojenjima uz premoštenje oštećene primarne opreme;
- korištenje dalekovoda (i) dijela rasklopnog postrojenja pod nižim naponom (35 kV namjesto 110 kV, sve do 110 kV namjesto 400 kV);
- dvofazni pogon dalekovoda pod nazivnim ili nižim naponom - u krajnje kritičnim prilikama;
- korištenje tri zdrave faze između šest vodiča dva paralelna voda;
- spajanje dalekovoda na mjestu njihova topografskog križanja, i korištenje pod nižim od dva nazivna napona ukoliko su različiti;
- izrada kratkih mostova radi nadomještanja učvorenja vodova na uništenom postrojenju ili radi preduhitravanja takvog učvorenja u blizini postrojenja za koja je povećana vjerojatnost velikog razaranja ili osvajanja;
- prilagođavanja zaštite, mjerenja, regulacije i telekomunikacija provizornim rješenjima u primarnoj mreži,
- preseljenje nadzorno-upravljačkog mjesta sustava daljinskog vođenja na sigurniju lokaciju i instaliranje reducirane verzije na mjestu krajnjeg odstupanja.

Korištenje postrojenja 110 kV pod naponom 35 kV vrlo se efikasno postiže premoštenjem energetskog transformatora 110/35 kV (uz njegovo galvansko izdvajanje). Provizorni spojevi u vanjskim postrojenjima, efikasno su ostvarivani užadima poduprtim na potporne izolatore, postavljene na piramidni čelično-rešetkasti stalak (poput nosača pola 3P-prekidača).

Telekomunikacijske preinake i preseljenja u mreži SDV ostvarivane su premještanjem prigušnica, kondenzatora i spojnih grupa ili/i prespajanjem VF uređaja i modema, te odgovarajućim zahvatima u programskoj podršci. Zaštitu je najčešće trebalo preudešavati na novonastale duljine vodova i radijalno uključene transformatore (s reduciranom vlastitom zaštitom).

Vrlo bitnom pokazala se točna tropolna dokumentacija o vodovima i o postrojenjima, koju je neprestano valjalo ažurirati.

4. Izgradnja privremenih objekata

Radi omogućenja međusobnog povezivanja vodova ili/i čvorova u mreži, namjesto povezivanja preko nedostupnog područja, podizane su privremene dalekovodne dionice za napon 110 kV. Korišteno je rješenje na impregniranim drvenim samostojećim portalnim stupovima (za izradu nosnog stupa treba 9 komada 10- do 12-metarskih stupova), s izolatorskim lancima od 6 članaka i alučeličnо uže 120, 150 i 240 mm², prema očekivanom opterećenju. Za izgradnju dionice od oko 5 kilometara voda u ravnici, bilo je utrošeno oko 30 dana, od odluke do puštanja u pogon. Kritična aktivnost: dobava dovoljne količine drvenih stupova.

Radi injektiranja nedostajuće snage u srednjonaponskoj mreži korištena je privremena transformacija 110/s.n. u blok spoju s dovodom 110 kV (izvedenog također na drvenim stupovima) i kabelskim srednjonaponskim odvodom, bez korištenja rasklopne opreme uz transformator. Postavljen je na drvene šlipere, uz zaštitu paletama opeke, te osiguranje od širenja istjecalog ulja. Ima samo prenaponsku zaštitu, te VF komunikaciju prema napojnom mjestu kamo se proslijeđuje ručni ili zaštitni (Buchholz, temperatura) nalog za isključenje. Na donjonaponskoj strani položeni su signalni kabeli uz energetski kabel. Osigurano je mjerenje opterećenja, daljinskim prijenosom s donjonaponske strane. Nekoliko kilometara priključnog voda 110 kV, nekoliko stotina metara kabela srednjeg napona, transport i montaža transformatora, pušteno je u pogon 20 dana nakon odluke o izvedbi. Kritična je bila dobava kabela (ustupanje s rezervnog skladišta unutar HEP) i izgradnja 110 kV dovoda.

Kako izgradnja privremenih objekata - uz veliki radni intenzitet i najveću paralelnost vođenja brojnih aktivnosti - traje ipak relativno dugo (za ratne potrebe), i traži ulaganje dosta novca, odluku o opravdanosti njihova građenja treba donijeti dovoljno ranije od očekivanog nastupa okolnosti za koje se rade. Očito: nemoguće je izbjeći rizik, potcjenjivanjem ili precjenjivanjem tih okolnosti.

IVAN GROZDANIĆ, inž.el.str.
A.V. Bubnja 30, ZAGREB

NEKE IZVEDBENE MOGUĆNOSTI ZA BRZU SANACIJU JEDNOSISTEMSKIH DALEKOVODA 400 kV

U V O D

Po ideji brzog popravka dalekovoda 110 i 220 kV pristupilo se traženju rješenja za dalekovod 400 kV. Idejno rješenje brzog popravka 400 kV slično je rješenjima 110 i 220 kV.

Rješenje omogućuje zamjenu jednog, dva, tri ili više trajno oštećenih nosivih stupova po postojećoj ili obilaznoj trasi. U pravilu stupovi brzoga popravka trebaju biti dovoljno udaljeni od oštećenih stupova kako ne bi ometali radove na trajnom popravku.

Po ideji brzoga popravka za zatezni stup traži se prihvatljivo rješenje.

Provedena je analiza mogućih rješenja za zamjenu havariranog zateznog stupa. Pokazalo se da se zamjena zateznog stupa može postići primjenom nosivih kutnih stupova NPS-400. Kod zateznih kutnih stupova prednost u rješavanju trase brzoga popravka treba dati rješenju u unutrašnjem kutu loma trase havariranog dalekovoda.

U idejnom rješenju brzoga popravka 400 kV nastalom u 12. 1990. prikazano je rješenje po postojećoj trasi i alternativno rješenje izvan postojeće trase. Rješenje izvan postojeće trase koristi obilaznu trasu nepoznatog profila, koja u datim uvjetima nije uvijek izvediva. Za izvedbu po obilaznoj trasi brzi popravak produžuje se za pregled i izradu uzdužnog profila.

Postojeći neoštećeni i novi nosivi stupovi s kutem loma trase do 15°, dobili bi zatege sa sidrima.

STUPOVI I TEMELJI

Jednosistemski nosivi stup idejno je riješen kao portalni sidreni stup upotrebljiv u kutu skretanja trase 165° - 180° s dva nosiva tipska stupa 110 kV u portalu.

Stup bi odgovarao klimatskim uvjetima izvedenog stanja trajno oštećenog voda. Na dionicama voda izgrađenim za uvjete istovremenog djelovanja vjetra i zaleđenja stup bi se primjenjivao za tlak vjetra 1300 N/m² i dodatni teret od leda bez istovremenog djelovanja. Prečka portala montira se na visini gornjih konzola, a hvatišta sidra adaptiraju se na visini donjih konzola stupova portala. Visina stupa do prečke 19.95 m odgovara zahtjevu da jedan trajno oštećeni nosivi stup na bilo kojem mjestu u mreži 400 kV bude uspješno zamijenjen s dva stupa za brzi popravak za dva dana.

Tehnička dokumentacija razradila bi se za brzi popravak dijelova stupova i za zamjenu jednog ili više trajno oštećenih nosivih i zateznih stupova. Stupove ne bi trebalo kontrolirati na izvanredne uvjete opterećenja.

Dva trajno oštećena nosiva stupa dalo bi se privremeno zamijeniti sa tri stupa za tri dana. Za zamjenu tri trajno oštećena stupa potrebno je 5 stupova za brzi popravak i najmanje 4 radna dana.

Temelji stupova i sidra razradili bi se za tri vrste tla; stijenu, fliš i meko tlo. Temeljenje stupova izvodilo bi se na temeljnim stopama postavljenim u temeljnim rupama. Dubina temeljnih rupa određuje se prema vrsti tla i iznosi od 0.3 m u čvrstom tlu, do dubine smrzavanja 0.8 m u mekom tlu. Stabilnost stupova postiže se sidrenjem čeličnim užetima (zategama) sa zatezačima uz postizanje odgovarajućih sila u zategama. Sidra su od 1 do 3 u bušotine zabijeni međusobno povezani profili od rebrastog čelika. U mekom tlu sidro je sa podkopom ukopana drvena oblica.

U terenima slabe nosivosti ispod stupova postavljaju se stope povećane površine.

ELEKTROMONTAŽNA RJEŠENJA

Idejno rješenje predviđa izvedbu brzoga popravka uz upotrebu užeta postojećeg tipa i presjeka. Primjenjuju se radna naprezanja užeta za klimatske uvjete izvedenog stanja.

Za montažu vodiča dalekovoda koriste se nosni izolatorski lanci u "V" izvedbi koji se uslijed djelovanja vjetra ne otklanjaju i zatezni izolatorski lanci. Predviđeni izolatorski lanci sastavljeni su od staklenih kapastih izolatora U 160 BS.

Za kreaciju stupa s maksimalnim skraćenjem prečke bila je potrebna manja izmjena geometrije "V" izolatorskog lanca što ne bi trebalo imati utjecaja na dielektričke karakteristike lanca. Eventualno drugi upotrebljeni izolatori trebaju imati elektromehaničko prelomno opterećenje 160 kN i ispitni protokol za odabrani lanac.

Predviđeni izolatorski lanci upotrebljivi su i za trajni popravak dalekovoda.

Zaštitno uže montira se na stupovima portala prema tipskom rješenju 110 kV uz montažu postojećeg zaštitnog užeta.

Uzemljenje stupova ne predviđa se. U zategama na mjestima ne pristupačnim za dodir sa zemlje postavlja se po jedan kapasti izolator (U 160 BS) za odvajanje od gornjih dijelova stupa.

TIPIZACIJA RJEŠENJA I PROBLEMI RESURSA

Nosivi stup sastavljen je od dva tipska stupa 110 kV nazivne visine 14.95 bez konzola. Na visini gornje konzole stupova montira se prečka ukupne dužine 21.5 m. Prečka je sastavljena iz tri podjednaka dijela sa izvedenim hvatištima za ovješenje izolatorskih lanaca. Na vrhu stupa je tipsko rješenje ovješenja zaštitnog užeta broj kataloga 75.45.25. sa stezaljkom za postojeće uže.

Temeljni dio stupa skraćuje se na dužinu koja odgovara dubini temeljne rupe, 0.3 - 0.8 m.

Na visini donje konzole stupova adaptiraju se hvatišta zatega od stupa do sidra.

U razradi tehničke dokumentacije po kriteriju brzog pristupa popravku definirale bi se minimalne količine građevinskog i elektromontažnog materijala za skladište.

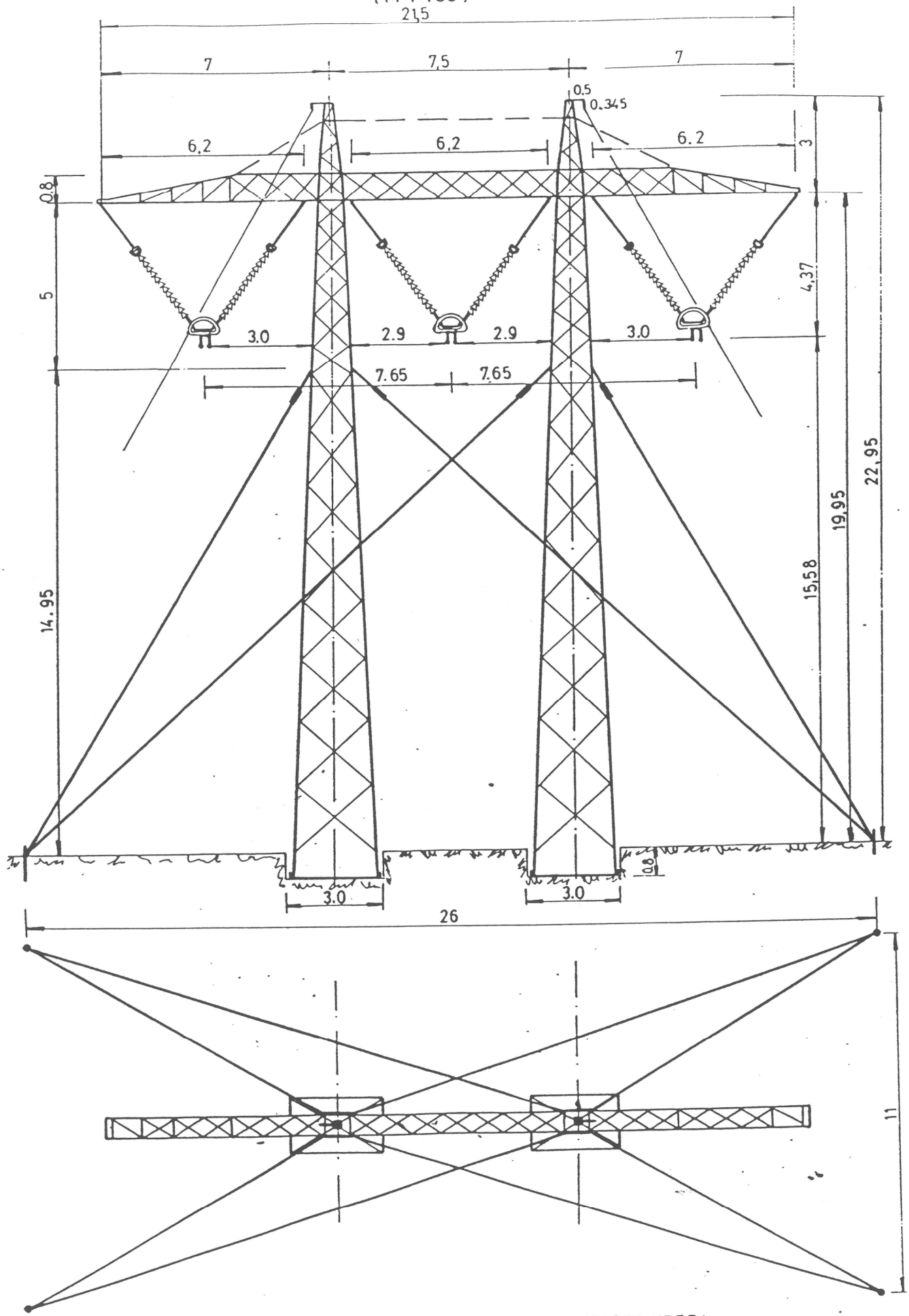
Rješenja brzoga popravka moraju težiti da jedan trajno oštećeni stup bude zamijenjen za dva dana na bilo kojem mjestu u mreži.

U prilogu je idejno rješenje stupa za brzi popravak NPS-400. U idejnom rješenju brzog poravka 400 kV dalekovoda nalazi se izolatorski lanac "V" i primjer uzdužnog profila sa prikazom razmještaja stupova privremenog popravka za zamjenu jednog, dva i tri trajno oštećena nosiva stupa.

Zagreb, 04. 1992.

NOSIVI STUP JEDNOSISTEMSKOG DALEKOVODA 400 kV NPS-400

(M 1:150)



PRIMJENA TIPSKIH STUPOVA 110 kV TIPIZACIJA H. ELEKTROPRIVREDA

Ivan Grozdanić, inž.el.str.
A.V.Bubnja 3Ø Zagreb

2.03

NEKE IZVEDBENE MOGUĆNOSTI ZA BRZU SANACIJU RATNIH ŠTETA NA DALEKOVODIMA VISOKOG NAPONA 11Ø I 22Ø kV I MREŽAMA SREDNJEG NAPONA 1Ø, 2Ø, I 35 kV

UVOD

U referatu je prikazano tipizirano idejno rješenje brzoga popravka dalekovoda visokog napona 11Ø kV, 22Ø kV i mreža srednjeg napona 1Ø, 2Ø i 35 kV. U idejnom projektu brzoga popravka 11Ø, 22Ø i 4ØØ kV nastalom u 12.199Ø godine zasebno je obrađeno idejno rješenje brzoga popravka 4ØØ kV koje se dostavlja odvojeno.

Idejna rješenja urađena su s ciljem brze sanacije trajnih kvarova i havarija, koje se događaju u eksploataciji kod normalnog vremena i nevremena. U tekućim ratnim okolnostima brzi popravak je dorađen rješenjima stupova za sanaciju mreža srednjeg napona 1Ø, 2Ø i 35 kV. Ovim prikazom obuhvaćena je tehnološka cijelina s tipskim građevinskim i sličnim elektromontažnim elementima i rješenjima za sánacije i brzu izgradnju distributivnih vodova 1Ø, 2Ø, 35 kV i elektroprenosnih dalekovoda 11Ø i 22Ø kV.

KONCEPCIJA

Kao plod višegodišnjeg iskustva u poduzeću "Dalekovod" razvijeni su tipski stupovi osnovnih rješenja visine do 15 m za vodove do 25 kV, "Dalekovod 83". Tipizirana su 4 nosiva i 6 zateznih stupova za različite uvjete opterećenja. Stupovi se izrađuju iz 3 podjednake etaže. Razrađeno je više simetričnih glava, nesimetrična i specijalne glave stupova. Stupovi su predviđeni za čelično-aluminijska užeta 35/6 - Al/č do 15Ø/25 - Al/č kao i druga užeta prema IEC, BS, ASTM, DIN.

Stupovi "Dalekovod 83" u potpunosti odgovaraju tipizaciji ZEOH T Ø22-Ø3 od 1988. godine. Sve veća upotreba tipskih stupova, potakla je autora na traženje tipiziranih rješenja brzoga popravka dalekovoda 11Ø i 22Ø kV primjenom tih stupova. Prva ideja je projektirati lagani nosivi portalni stup sastavljen od tipskih elemenata primjenjiv u kutu skretanja trase do 2Ø°, bez upotrebe betona. Za eliminaciju otklona izolatorskih lanaca na stupu, uslijed vjetra i skretanja trase, vodiče ovjesiti na "V" izvedbi izolacije.

Za zatezne stupove primjeniti drveni sidreni jarbol za jedan vodič. Brzi popravak u pravilu izvoditi upotrebom nosivih stupova. Zatezne stupove primjeniti samo za preuzimanje vodiča sruženog dalekovoda, u trasi popravka iznimno, uslijed težih terenskih uvjeta ili nužne promjene naprezanja vodiča privremenog voda. Stupove ne kontrolirati na izvanredne uvjete opterećenja.

Preliminarna statička kontrola pokazuje primjenjivost odabranih rješenja. Brzi popravak, izuzev izvanrednog opterećenja stupova, izvediv je u skladu s važećim pravilnikom kao privremeni popravak ili popravak za duže trajanje. Brzi popravak izvodio bi se po obilaznoj ili postojećoj trasi havariranog dalekovoda. Za brzi popravak potrebno je osigurati resurse.

GRAĐEVINSKA I ELEKTROMONTAŽNA RJEŠENJA

Razrađena su idejna rješenja za primjenu tipskog nosivog stupa 1Ø, 2Ø kV u izvedbi nosivog portalnog stupa za jednosistemske i dvosistemske dalekovode 11Ø i 22Ø kV. Dodatno su po izloženoj koncepciji izrađena idejna rješenja za primjenu tipskog stupa u izvedbi samonosivog stupa za jednostruke i dvostruke distributivne vodove srednjeg napona 1Ø, 2Ø i 35 kV.

Za zatezne stupove srednjega napona predviđa se primjena tipskog zateznog stupa "Dalekovod 83".

Selekcijom po kriteriju sličnosti s postojećim vodovima, za elektromontažna rješenja distributivnih vodova predviđene su glave stupova tipa "jela" i "bačva". Po potrebi primjeniti se mogu i druge glave stupova prema katalogu "Dalekovod 83".

Za zatezne stupove 11Ø i 22Ø kV predviđeni su drveni sidreni jarboli od impregnirane oblovine potrebne visine 8,5 m od tla do zavješenja vodiča 11Ø i 22Ø kV. U slučaju većih problema za nabavku jarbola preporuća se istražiti rješenje stupova od čeličnih cijevi.

Alternativno za napon 11Ø i 22Ø kV moguće je razraditi čelično-rešetkasti portalni zatezni stup primjenom tipskog zateznog stupa "Dalekovod 83". Ocjenjuje se da bi ovako razrađena alternativa rezultirala s više materijala i radova te je navedena samo kao mogućnost.

Stabilnost nosivih i zateznih stupova postizala bi se zategama i sidrima. Stupovi se sidre prema priloženim idejnim nacrtima stupova i idejnom rješenju brzoga popravka 11Ø i 22Ø kV vodova.

Za brzu sanaciju jednosistemskih i dvosistemskih dalekovoda 1Ø, 2Ø, 35, 11Ø i 22Ø kV predviđa se upotreba tipskih građevinskih elemenata i jednostavnih rješenja.

Samonosivi stupovi 1Ø, 2Ø i 35 kV postižu se primjenom tipskog nosnog stupa NAL i tipskih konzola.

Portalni nosivi stupovi 11Ø i 22Ø kV postižu se primjenom tipskog nosnog stupa NAH, i dvije prečke za 11Ø i 22Ø kV. Za stabilnost stupova koriste se prsteni s hvatištima za zatege i sidra.

Za zatezni stup srednjega napona predviđa se primjena tipskih zateznih stupova "Dalekovod 83". Glave zateznih stupova 1Ø, 2Ø i 35 kV postižu se upotrebom adekvatnih tipskih konzola.

Zatezni stupovi 11Ø i 22Ø kV izvodili bi se kao zatezna čvorišta s jednakim jarbolima od tvrdog drva. Za napon 22Ø kV u čvorištu Z6 jarboli se dodatno ojačavaju nogarima.

Zatezna čvorišta za dvosistemske dalekovode analogno bi se izvodila.

Za preuzimanje vodiča sruženog voda predviđaju se zatezna čvorišta s dva jarbola po vodiču, Z6.

Za zatezni stup unutar interventnog voda predviđa se zatezno čvorište s jednim jarbolom po vodiču, Z3.

Od građevinskih elemenata nosivih portala 11Ø i 22Ø kV razlikuju se prečke.

Prečka za napon 11Ø kV duga je 7 m. Masa prečka iznosi cca 15Ø kg. Prečke za napon 22Ø kV 11,5 m, mase cca 23Ø kg.

Alternativno preporučuje se razrada drvenih prečki istih dimenzija.

Dva usidrena stupa i jedna prečka na vrhu (II) tvore jednosistemski nosivi stup, a tri stupa i dvije prečke na vrhu (III) čine dvosistemskih stup.

Brzi popravak izvediv je sa raspoloživim nosivim stupovima različitih nazivnih visina prema katalogu "Dalekovod 83".

Optimalni brzi popravak postiže se sa stupovima nazivne visine 15 m, mase 469 kg NAH i NAL "jela" cca 73Ø kg, "bačva" cca 81Ø kg.

Na priloženim idejnim nacrtima stupova evidentna su idejna elektromontažna rješenja.

Stabilnost stupova

Na trećoj etaži - glavi svih nosivih i distributivnih zateznih stupova, prije podizanja stupova montiraju se prsteni s hvatištima za zatege, mase cca 12,5 kg. Kod stupova 1Ø, 2Ø i 35 kV prsten se montira jedno polje ispod donje konzole Ø,85 m.

Kod portalnih stupova 11Ø i 22Ø kV prsten se montira približno 3,5 m ispod vrha stupa NAH. Predviđena su dva tipa prstena. Jedan tip za sve nosive stupove NAL i NAH i jedan za zatezne stupove 1Ø, 2Ø i 35 kV.

Sidrenje drvenih jarbola izvodi se prema prikazu zateznih čvorišta u prilozima.

Na lociranim stupnim mjestima svi nosivi i zatezni stupovi 1Ø, 2Ø i 35 kV postavljaju se u temeljne stope koje se polažu u prethodno iskopane temeljne rupe. Stupovi iste nazivne visine polažu se u jednake temeljne stope izrađene od profilnog čelika, mase cca 15 kg.

Iskop temeljnih rupa nosivih i distributivnih zateznih stupova izvodio bi se na terenima različite geološke građe. Dubina rupa zavisila bi od procjenjene nosivosti i kategorije tla. Na čvrstom tlu dubina rupa nebi trebala prelaziti Ø,3 m. Na mekom tlu rupe bi se kopale Ø,6 m ili maksimalno do dubine smrzavanja Ø,8 m.

Temelji zateznih drvenih stupova za 11Ø i 22Ø kV vodove razradili bi se za jednu nosivost tla 15Ø kN/m². Rješenja temelja primjenjivala bi se i za povoljnije uvjete temeljenja.

Za zatege nosivih i zateznih stupova predviđeno je čelično uže 6x19 6(1+6+12) + J, d = 14 mm. Odgovarajuće sile u zategama postižu se ugrađenim zatezačima. U zategama stupova s kojima se brzi popravak izvodi kao rješenje za duže trajanje uz zatezač ugrađuje se jedan stakleni kapasti izolator U 12Ø BS.

Sidrenje zatege u čvrstom tlu izvodi se tako da se u bušotine zabiju rebrasti čelični profili. U mekšem tlu sidro je jedan ili najviše tri zabijena međusobno povezana čelična profila. U mekom tlu izuzetno za sidro predviđa se do 1,5 m dubine, ukopana sa podkopom, drvena oblica.

Izbor rješenja

Brzi popravak po normativu HEP izvodi se kao privremeno ili rješenje za duže trajanje. Svaki vod je specifično rješenje. Uzemljenje stupova brzoga popravka i izolacija izvode se zavisno od izbora potonjeg rješenja.

Privremeno rješenje

Privremeno rješenje gradi se na određeno vrijeme. Stupovi se ne uzemljuju. Izolacija privremenog rješenja je minimalna potrebna bez zaštitne armature.

Za napone 10 i 20 kV i vodiče do 95/15-Al/č izolacija su potporni izolatori. Za vodove 10, 20 i 35 kV i vodiče 120/20-Al/č i 150/25-Al/č izolacija su kapasti izolatori U 120 BS u nosnoj jednostrukoj i "V" izvedbi i zateznoj jednostrukoj izvedbi.

Za 110 i 220 kV izolacija su nosni "V", jednostruki nosni pomoćni i jednostruki zatezni izolatorski lanci.

Rješenje za duže trajanje

Za brzi popravak dužega trajanja primjenjuju se rješenja izolacije s potpornim ili kapastim izolatorima, potrebnih mehaničkih i dielektričkih karakteristika sa zaštitnom armaturom na vodovima 35 kV i dalekovodima 110 i 220 kV. Potporni izolatori i izolatorski lanci zadovoljavaju naponima prema važećem Pravilniku. Stupovi se uzemljuju prema pravilniku. U zatege se ugrađuje po jedan izolator U 120 BS. Na skicama stupova prikazana su idejna rješenja izolacije.

Izbor i naprezanja užeta

Za užeta brzoga popravka predviđaju se užeta istih karakteristika kao postojeća. Manje oštećena užeta popravljaju se. Oštećeni dijelovi zamjenjuju se novim komadima užeta. Jače oštećena užeta zamjenjuju se novim užetom. U nedostatku traženih užeta, u interventnom vodu montirati se mogu raspoloživa užeta manjega prosjeka. Brzi popravak koncipiran je za montažu užeta sa različitim vrijednostima radnih naprezanja pri različitim dodatnim teretima. Koncepcija brzoga popravka i upotreba tipskih nosivih stupova (NAH), (NAL) i zateznog stupa izvediva je:

Kod brzoga popravka vodova 10, 20 i 35 kV ako se montaža užeta nazivnog presjeka 35/6-Al/č do 95/15-Al/č izvodi sa radnim naprezanjem užeta za koje je vod projektiran i izgrađen. Za užeta 120/20-Al/č i 150/25-Al/č, ako ih bude, naprezanja bi bila adekvantno snižena.

Po potrebi u dijelovima srednjenaponskog interventnog voda primjeniti se mogu razne kombinacije naprezanja užeta.

Kod elektroprenosnih vodova 110 i 220 kV ako se montaža vodiča vrši sa sniženim radnim naprezanjem užeta. Vodiče porušenog voda od prvoga neoštećenoga stupa preuzimaju drveni jarboli zateznog čvorišta Z6, s radnim naprezanjem užeta za koje je vod projektiran i izgrađen.

Brzi popravak po obilaznoj trasi izvodio bi se sa sniženim naprezanjem vodiča 40, 50, 65, i 75 N/mm². Zaštitno uže se sidri na prvom zdravom stupu. Popravak po postojećoj trasi izvediv je primjenom jednog ili više radnih naprezanja vodiča.

Procjena zamjene trajno oštećenih stupova nosivim i zateznim tipskim stupovima i zateznim čvorištima

Kod jednostrukih i dvostrukih vodova 10, 20, i 35 kV za zamjenu jednoga nosivog porušenog stupa biti će potreban najmanje jedan nosivi stup za brzi popravak s pripadajućim građevinskim i elektromontažnim elementima.

Zamjena zateznog distributivnog stupa u kutu loma trase 160°-180° zahtjevati će najmanje jedan nosivi ili zatezni stup.

Zamjena zateznog distributivnog stupa u kutu skretanja trase 120°-160° zahtjevati će najmanje jedan zatezni stup a ponekad jedan nosivi i jedan zatezni stup.

Za zamjenu jednog jednosistemskog nosivog stupa 110 i 220 kV potreban je najmanje 1 a ponekad 2, jednosistemska nosiva portalna stupa NPS.

Zamjena jednog dvosistemskog nosivog stupa zahtjevati će jedan ili dva, dvosistemska nosiva stupa DNPS.

Zamjena jednoga jednosistemskog zateznog stupa 110 i 220 kV zahtjevati će jednosistemski nosivi stup NPS ili 2 zatezna čvorišta, jednosistemska Z3 ili Z6.

Zamjena jednoga dvosistemskog zateznog stupa 110 kV izvediva je s jednim dvosistemskim nosivim stupom DNPS odnosno s jednim ili dva zatezna čvorišta dvosistemskog voda 2Z3 s ojačanim jarbolima.

Dvosistemski zatezni stup 220 kV moguće je zamjeniti s jednim dvosistemskim nosivim stupom DNPS odnosno s jednim ili dva dvosistemska zatezna čvorišta, 2Z6.

PROBLEMI RESURSA

Brzi popravci trajnih kvarova kod kojih se traži zamjena elemenata mreže obuhvaćaju sve popravke od najmanjih trajno oštećenih građevinskih ili elektromontažnih elemenata do havarije dijelova ili cijeloga voda.

Za brzi popravak korištenjem tipskih elemenata i rješenja potrebno je planirati resurse i razraditi uputstva za skladištenje materijala i alata. Ne predviđa se upotreba novih alata. Brzi popravak korištenjem resursa efikasan je ako je prilikom nastanka trajnog kvara na raspolaganju: građevinski i elektromontažni materijal, alat, osiguran transport i organizirana ekipa izvođača.

Pojedinačna oštećenja konzola i drugih dijelova stupova ili elektromontažnih elemenata optimalno je rješavati prema tehničkoj dokumentaciji tih objekata.

Statistička obrada trajnih kvarova omogućuje planirani pristup proizvodnji tipskih elemenata.

Građevinski materijal za brze intervencije treba biti resursno osiguran. Građevinski materijal upotrebljiv je i amortizira se u najmanje pet privremenih rješenja.

Elektromontažni materijal, izolacija i užeta, većim dijelom treba biti resursno osiguran.

Za veće količine građevinskog i elektromontažnog materijala rješenja treba tražiti u poslovnoj suradnji zainteresiranih.

Građevinski i elektromontažni materijal izvedenog privremenog popravka predstavlja resurs upotrebljiv nakon demontaže za novi privremeni popravak ili za izgradnju odnosno rekonstrukciju sve starije distributivne mreže.

U prilogu su slikovni prikazi idejnih rješenja stupova za brzi popravak dalekovoda srednjega napona i stupova za brzi popravak dalekovoda visokog napona 110 i 220 kV. Uz stupove su navedene približne mase čelične konstrukcije računajući prstene i stope stupova i približne količine oblovine zateznih čvorišta.

SAŽETAK

Idejnim rješenjima za brze popravke i izgradnju nadzemnih vodova 1Ø, 2Ø, 35, 11Ø i 22Ø kV omogućuje se:

1. Primjena lakih čelično rešetkastih tipskih stupova, bez upotrebe betona, pogodnih za: proizvodnju, skladištenje, transport, podizanje i izvedbu elektromontažnih radova.

2. Primjena odredbi važećeg pravilnika za vodove do 35 kV u klimatskim zonama pritiska vjetra 6ØØ N/m² i dodatnog tereta Ø,18√d kg/m.

3. Primjena odredbi važećeg pravilnika, izuzev odredbe o izvanrednom opterećenju stupova, u klimatskim zonama većeg pritiska vjetra od 6ØØ N/m² i dodatnog tereta od Ø,18√d kg/m.

4. Primjena jednakih građevinskih elemenata za jednosistemske i dvosistemske nosive stupove 11Ø i 22Ø kV kao i jednakih elemenata za distributivne nosive i distributivne zatezne stupove te jednakih jarbola i nogara za zatezne stupove 11Ø i 22Ø kV.
5. Primjena lagane prečke iste konstrukcije za jednosistemske i dvosistemske nosive portalne stupove 11Ø kV i isto takve prečke za stupove 22Ø kV, kao i alternativna primjena adekvatnih drvenih prečki.

6. Minimalna upotreba zateznih stupova (čvorišta).

7. Primjena tipskih temeljnih stopa, jednostavnih temeljnih rješenja i rješenja stabilizacije stupova.

8. Praktična rješenja izolacije.
9. Montaža užeta zatečenog presjeka i standarda kao i montaža užeta drugih standarda i manjih presjeka.

1Ø. Brzi popravak i obnova za duže trajanje ratnih šteta na dalekovodima, korištenjem tipiziranih višenamjenskih građevinskih elemenata i jednostavnih građevinskih i elektromontažnih rješenja.

11. Privremeno rješenje po obilaznoj trasi promjenjivog smjera, koje ne ometa definitivni popravak.

12. Povoljan prosječni raspon sa znatnom uštedom na materijalu i radovima.

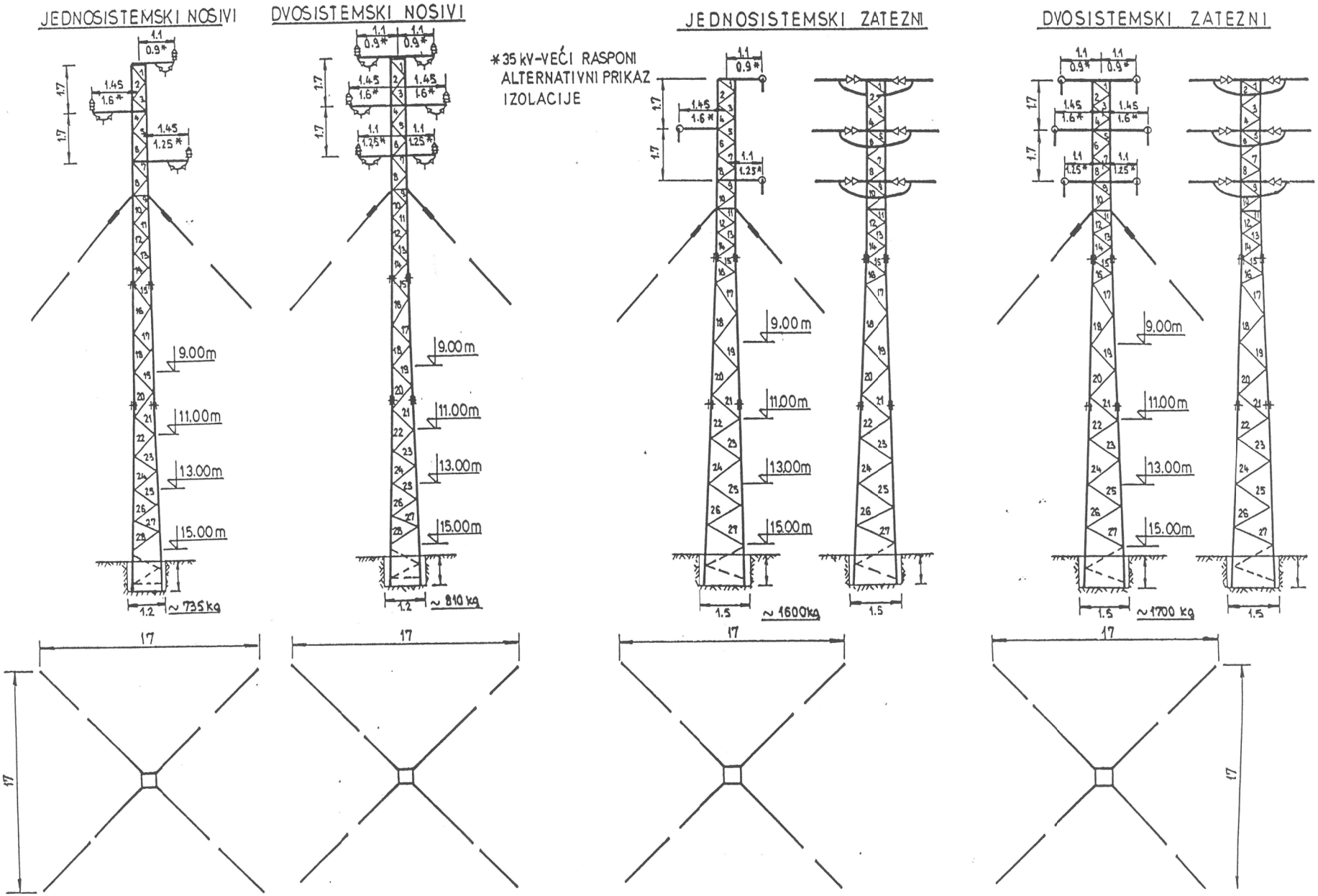
13. Planirani pristup nabavi, proizvodnji i izgradnji.

14. Građevinski i elektromontažni resurs upotrebljiv nakon demontaže za izgradnju nove i obnovu starije srednje naponske mreže.
15. Napuštanje improvizacija.

16. Implicite bolja organizacija obnove ratnih šteta na dalekovodima visokog i srednjeg napona.

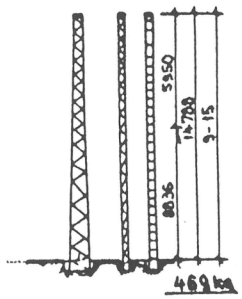
Zagreb, Ø4.1992.

STUPOVI ZA BRZI POPRAVAK DALEKOVODA SREDNJEG NAPONA

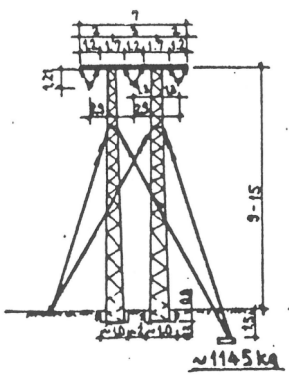


NOSIVI STUPOVI ZA BRZI POPRAVAK VN DALEKOVODA 110 I 220kV

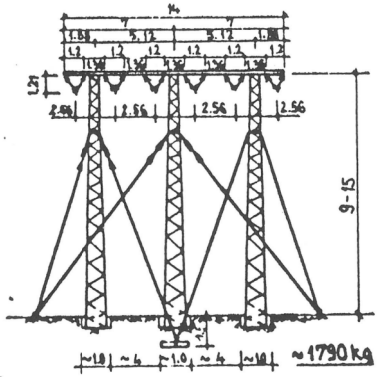
TIPSKI STUP NAH-10kV



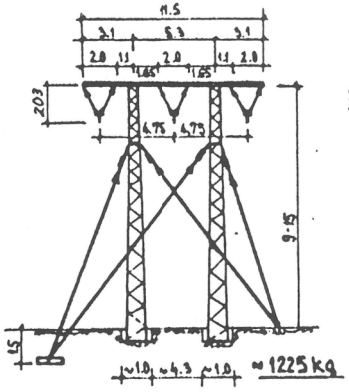
JEDNOSISTEMSKI
NPS-110



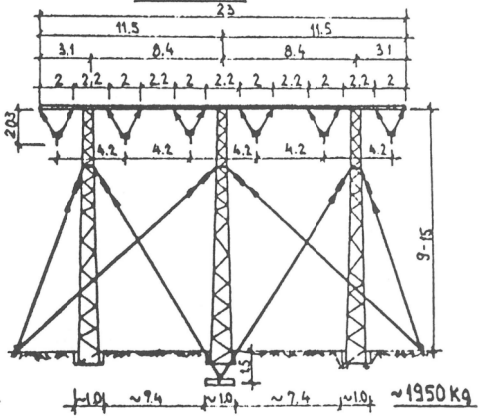
DVOSISTEMSKI
DNPS-110



JEDNOSISTEMSKI
NPS-220

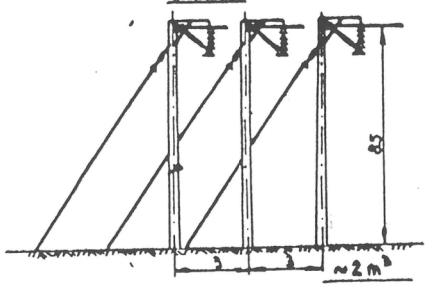


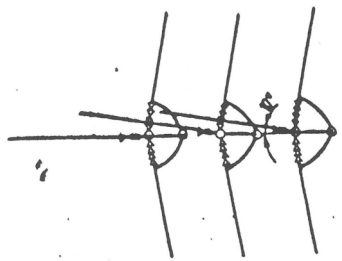
DVOSISTEMSKI
DNPS-220



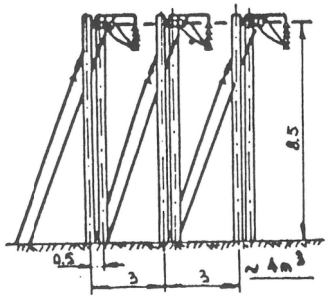
ZATEZNI STUPOVI ZA BRZI POPRAVAK VN DALEKOVODA 110 I 220kV

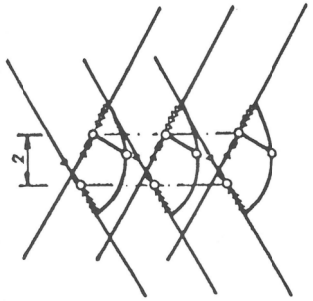
JEDNOSISTEMSKO ČVORIŠTE
Z 3-110



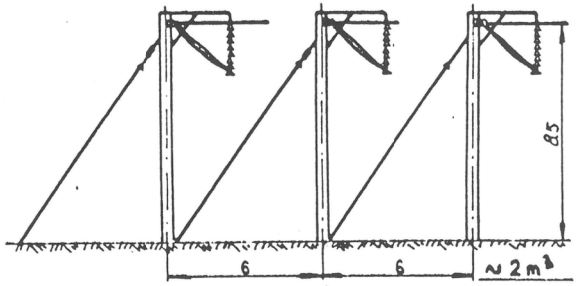


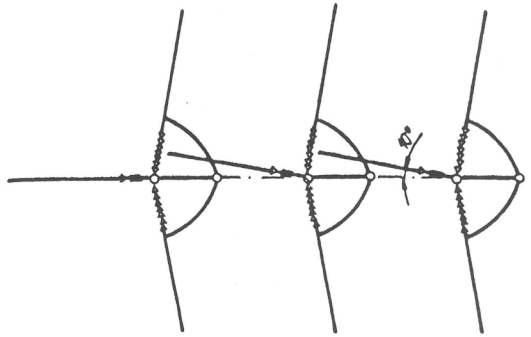
JEDNOSISTEMSKO ČVORIŠTE
Z 6-110



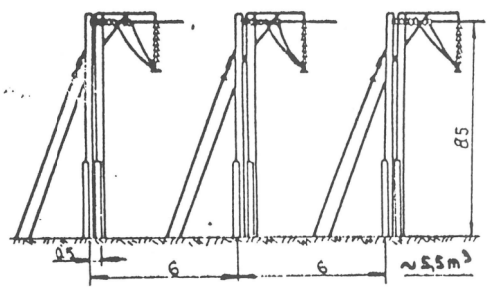


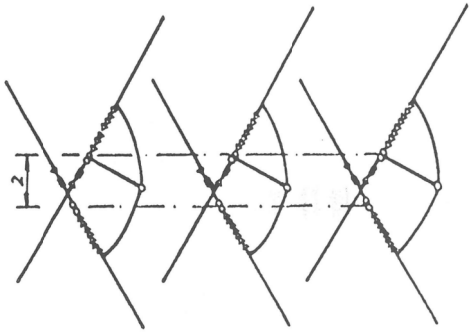
JEDNOSISTEMSKO ČVORIŠTE
Z 3-220





JEDNOSISTEMSKO ČVORIŠTE
Z 6-220





HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME - C I G R E
Zagreb, Berislavićeva 6

Stručna konzultacija:
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Zagreb,

Pavle ŠOMOĐI, Nikola KNEZ
KONČAR - Institut za elektrotehniku, d.o.o.
Zagreb, Baštijanova bb

Diskusija na preferencijalnu temu 2: PRIVREMENO OSPOSOBLJAVANJE

KONTROLA I DIJAGNOSTIKA STANJA MJERNIH I ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA ZAHVAĆENIM RATOM

UVOD

U nenormalnim uvjetima, pod utjecajem snažnih eksplozija, u neporednoj blizini transformatora, moguća su opterećenja transformatora koja možda ne bi bila otkrivena uobičajenim ispitnim metodama koje se primjenjuju na terenu. Poželjno je takve transformatore na terenu ispitati još i drugim specifičnim metodama.

KONTROLA STANJA IZOLACIJE I NAMOTA MJERNIH TRANSFORMATORA

Naše iskustvo tijekom 20 godina ispitivanja i preventivnih kontrola stanja izolacije mjernih transformatora na terenu pokazala su da se boljim i stručnim održavanjem i isključenjem kritičnih transformatora može postići i održavati siguran i pouzdan pogon. Velik broj kvarova i eksplozija (u prosjeku oko 3,11% do 1971, god.) naglo je pao nakon što su isključeni transformatori sa kritičnim stanjem izolacije. Transformatori su isključivani po kriteriju otpora izolacije R_{10} i Fa.

Sada se može zaključiti da je na području Republike Hrvatske

postignuta sigurnost pogona koja odgovara razini zapadnih razvijenih zemalja.

U pogonima gdje su transformatori bili izloženi jakim potresima snažnih eksplozija u neposrednoj blizini, mogu se očekivati manja oštećenja izolacije, dijelova namota i pomaci namota. U takvim slučajevima ona najčešće ne bi bila otkrivena uobičajenom kontrolom mjerenja R_{10} i tgd . Naime, ispitne metode (R_{10} i tgd) koje za rezultat daju srednje vrijednosti nekog stanja izolacije nisu dovoljno osjetljive za otkrivanje lokalnih sitnih oštećenja ili promjena. U takvim slučajevima treba primijeniti ispitivanje visokim naponom, tamo gdje se to može, i kontrolu parcijalnih izbijanja i kontrolu ispravnosti dijelova namota transformatora.

Za visokonaponski pokus kod transformatora Si-123, kojih je u mreži i najviše, može se primijeniti narinuti ili inducirani izmjenični napon 50 Hz jednak nazivnom ili do 100 kV. Istovremeno, preporuča se provesti mjerenje parcijalnih izbijanja (na pr. ultrazvukom).

Za kontrolu ispravnosti namota ili dijelova namota (izvoda) preporuča se provesti i kontrolu klase točnosti.

KONTROLA I DIJAGNOSTIKA STANJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

U pristupu kontroli stanja energetskih transformatora koji su bili izloženi utjecaju snažnih potresa od raznoraznih eksplozivnih naprava, ispitivanja treba usmjeriti prvenstveno na kontrolu pomaka namota i drugih mehaničkih oštećenja, ne izostavljajući ostala klasična ispitivanja izolacije transformatora.

Naše višegodišnje iskustvo pokazalo je da se deformacije, kao što su pomaci namota i neka parcijalna sitna oštećenja izolacijskog sistema, najčešće ne mogu otkriti iz rezultata: mjerenja otpora izolacije (Ri), mjerenja kuta dielektričkih gubitaka (tgd), struje magnetiziranja, ispitivanja ulja. Međutim, pomak namota, odnosno sve deformacije geometrije namota, mogu se uspješno otkriti primjenom ispitnih metoda te namjene:

a) mjerenjem rasipnog induktiviteta (Lx) Maxwell-ovim mostom

b) mjerenjem frekventnog odziva

c) mjerenjem u vremenskom domenu.

Kod sve tri navedene metode zaključak o eventualnom pomaku namota donosi se u pravilu na osnovu nastalih promjena u odnosu na prva - referentna - mjerenja.

KONČAR - Institut za elektrotehniku d.o.o. ima u svom programu ispitivanja sve tri metode. Međutim, iz praktičnih razloga najčešće je u primjeni metoda mjerenja rasipnog induktiviteta (Lx) Maxwell-ovim mostom. Prednost metode Lx je u tome što daje numeričke rezultate čija je interpretacija jednostavna i moguća odmah nakon završenih mjerenja. Zaključak je moguć i na osnovi prvih mjerenja po logici međusobne simetrije i asimetrije rezultata (Lx) parova faza.

U tijeku tri godine nađena su tri transformatora sa značajnim pomacima namota. Transformator 20 MVA 110/21/10,5 kV ELTA (TS Sanski most) doživio je havariju 20 dana nakon konstatacije da je faza mC deformirana. Pregeldom je konstatirano jako radijalno oštećenje duž cijelog namota faze mC. Transformator nije bio isključen, jer za OZ šteta nije nastupila.

Iz istog razloga nisu sanirani pomaci namota još dva regulaciona transformatora 40 MVA 110/36,5/10,5 kV, od kojih je jedan iz opreza isključen i čeka neku odluku, a drugi je povremeno u pogonu.

Općenito bi trebalo nastojati iznaći rješenje s OZ-om o priznavanju udjela troškova u sanaciji rizičnih poremećaja u transformatoru prije nastanka štete. Time bi se postigle značajne uštede, a sanacije bi se mogle obaviti u planiranim terminima.

Mišljenja smo da se na ratom zahvaćenim područjima preporuča prošireni program ispitivanja stanja transformatora:

- kod mjernih transformatora, uz uobičajenu preventivnu kontrolu preporuča se još:
  - ispitivanje visokim naponom
  - ispitivanje parcijalnih izbijanja ultrazvukom
  - kontrola klase točnosti
- kod energetskih transformatora, uz standardne kontrole, naglasak treba staviti na kontrolu pomaka namota.

2.05

HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA

PODRUČNI CENTAR DIREKCIJE
ZA RAZVOJ, INŽENJERING I INFORMATIKU - OSIJEK

AUTOR: DINKO ZORIĆ, DIPL.ING.
SURADNIK: DUBRAVKA KOLUNDŽIĆ, DIPL.ING.

NEKA ISKUSTVA I DILEME U GRADNJI 110 kV ZRAČNIH VODOVA NA DRVENIM STUPOVIMA

Osijek, travanj 1992.

S A D R Ž A J :

1. UVOD 2

2. IZRADA PROJEKATA 2

3. IZVOĐENJE RADOVA

3.1 Izrada stupova 3

3.2 Podizanje stupova 3

3.3 Razvlačenje vodiča 4

3.4 Neka rješenja kutnih stupova 4

3.5 Rješenja spajanja na postojeće vodove 4

3.6 Križanja sa drugim nadzemnim instalacijama 5

3. ZAKLJUČAK

4. PRILOZI

1. UVOD

Krajem listopada 1991. godine na prijenosnom području Elektroprijenosa Osijek preventivno je izgrađen 110 kV vod dužine 262 metara na drvenim stupovima što je u daljnjem razvoju događaja imalo vrlo veliku važnost.

Nastavak ratnih razaranja i privremeno gubljenje pojedinih slavonsko-baranjskih teritorija, a time i energetskih objekata,primorao nas je da izgradimo, do sada, preko 18 km zračnih 110 kV vodovoa na drvenim stupovima.

U ovom tekstu neće biti obrazloženja zašto su rađeni ti vodovi, te njihove lokacije, taj ćemo dio ostaviti za mirnija vremena, nego ćemo se zadržati na problemima oko izgradnje, te na nekim spoznajama za koje smatramo da mogu korisno poslužiti i drugima, a želja nam je, nadalje, da potaknemo na razmišljanja oko cjelovitog rješenja ovih problema u ratnim ili sličnim uvjetima.

2. IZRADA PROJEKATA

Prilike su nalagale da su svi, do sada izgrađeni vodovi, rađeni na osnovu idejnog projekta izrađenog u vlastitoj režiji, te korigirani i dopunjavani u toku izgradnje, a u toku izgradnje rađeni su i dijelovi projekta za izvođenje.

Da bi se prišlo izradi idejnog projekta potrebno je posvetiti dužnu pozornost izboru trase voda.

Kod izbora trase voda nužno je bili voditi računa posebno:

- da trasa voda ide što sigurnijim terenom s obzirom na napade neprijatelja;
- da budući vod što manje smeta djelovanju Hrvatske vojske;
- te o ostalim važnijim zahtjevima kojima zračni vod treba udovoljavati i u mirnim vremenima. Pošto se u pravilu radi o privremenim vodovima, nije potrebno, a s obzirom na gore navedeno, ni moguće uklopiti se u nekakve koridore.

Neminovno se nameću pitanja kao:

- Po kakvoj dokumentaciji raditi u ratnim uvjetima?
- Od koga je potrebno dobiti suglasnost na takvu dokumentaciju?
- Od koga treba zatražiti dozvolu ili rješenje za građenje?
- Što je to privremeni vod?

3. IZVOĐENJE RADOVA

3.1 Izrada stupova

Za samo građenje 110 kV vodova izabrali smo jelove impregnirane stupove, radeći od njih "Pi" stupove ukupne duljine od 14,5 metara do 19,0 metara. Izgled je vidljiv iz slike br. 1 u prilogu.

Nismo se odlučili za upotrebu i kestenovih stupova, premda im je cijena povoljnija, prevenstveno radi veće težine (1.000 kg/m^3) i uobičajene grbavosti. No i nabavljeni jelovi stupovi su u nekim prilikama bili znatno teži nego predviđa standard.

To navodim radi toga što se važnim, a i korisnim pokazala upotreba manjeg Hiaba kod izrade "Pi" stupova, čime je olakšan rad ljudi, a produktivnost značajno povećana.

Na slici stupa vidljiva je i jedna 5 metarska prečka, koja statički nije nužna, ali je prilikom ukopavanja stupa, te prilikom elektromontaže od velike koristi.

Pošto su se izrađeni "Pi" stupovi razlikovali ne samo po visini nego i po namjeni u vodu, to smo kod sastavljanja stupova isti numerirali prema dokumentaciji, te je time izbjegnuto krivo ukopavanje.

Sastavljeni "Pi" stup smo rastavljali u tri dijela i tako transportirali na stupna mjesta.

Kod ovoga je nužno paziti da se zadnji utovari stup koji će se prvi ukopavati, naime, sistem da se prvo razvezu stupovi pa zatim podižu ima nedostatak u gubljenju vremena, a drugo u vlažnom terenu se opterećen kamion lakše kreće.

Zatezne, te kutno zatezne stupove radili smo prema slici br. 2, gdje je vidljivo da su stranice od duplih stupova, a konzole su ukrućene sa "I" profilom (korišten materijal od srušenih dalekovodnih stupova).

Tu bi se nadalje dalo navoditi potreban alat, broj ljudi na izradi stupa, očekivani broj izrađenih stupova dnevno, radi što boljeg planiranja vremena građenja, te o specifikaciji materijala i slično, što ćemo ovog puta izostaviti.

3.2 Podizanje stupova

Stup dovežen na stupno mjesto, sastavi se nakon istovara uz pomoć Hiaba, dok se istovremeno rovokopačem iskopaju temeljne jame. Ranije kopanje temeljnih jama u podvodnim terenima nije preporučljivo pošto nastanu problemi kod usađivanju stupova.

Kod viših stupova, kao i kod zateznih stupova, potrebno je da dva Hiaba postavljaju stup, tako je također lakše postaviti i teži stup, pa izlazi da je za podizanje "Pi" stupova potrebno dva Hiaba.

Teže i kutno zatezne stupove postavljamo u temeljne jame da se prvo dignu u vertikalu, zatim se nadnesu nad temeljne jame i lagano spuste.

Visoki stup najzgodnije je postaviti u temeljne jame ako se primi oko težišta, te se prvo navlači nad temeljne jame, a uz istovremeno propadanje u temeljnu jamu postižemo vertikalnost.

Osim potrebne mehanizacije, važan je i broj ljudi radi dobre iskoristivosti mehanizacije.

3.3 Razvlačenje vodiča

Vodove smo radili sa Al/Č vodičima presjeka 240/40, 150/25 i 120/20 mm^2. Duljinu zateznih polja u sigurnijoj zoni, izvodili smo do 2 km, a na trasi koja je u opasnijoj zoni, duljinu zateznih polja smo smanjivali da bismo time smanjili i eventualnu štetu na vodu.

Razvlačenje vodiča najzgodnije je u slavonskih i sličnim područjima izvoditi traktorom koji povuče sve tri faze odjednom. Također zadovoljava regulacija brzine, a i gabaritno prolazi između "Pi" stupova, te time, a i širinom kotača pravi manju štetu duž voda, a i pokretniji je na svim terenima.

2
Kod zatezanja vodiča, važno je da se prvo zategnu vanjski vodiči, a zatim srednji vodič jer se na taj način najlakše poravnavaju sva tri vodiča u rasponu. Pošto drveni stupovi poslije postavljanja još jedno vrijeme "rade", potrebno je i to uzeti u obzir kod određivanja provjesa.

3.4 Neka rješenja kutnih stupova

U prvom projektu smo kutni stup riješili u vidu piramide, što je vidljivo na slici br. 2, gdje smo sidrenje stupa riješili sa produženim temeljnim gredama, što se u raskvašenom terenu sa nemogućnošću dobrog nabijanja pokazalo samo kao moguće rješenje.

U daljnim projektima kutne stupove smo rješavali ugradnjom pojačane izvedbe "Pi" stupa i njegovim sidrenjem što se vidi na slici br. 3 u prilogu.

Kuteve od 120° - 130° rješavali smo pomoću dva kutna stupa od kojih je svaki preuzeo otprilike polovinu kuta što je vidljivo na slici br. 4 u prilogu.

3.5 Rješenja spajanja na postojeće vodove

Kod spajanja vodova na postojeće vodove sa čelično rešetkastim stupovima tip "jela", bili smo primorani spajati i na linijske stupove (skica br. 5). Spajanja na zateznim stupovima izvodili smo prema slici br. 6 sa pomoćnom konzolom.

Spajanje na vodove sa čelično rešetkastim stupovima tipa "bačva" radili smo prema slici br. 7 bez pomoćne konzole ili prema skici br. 8, kada smo radi visine stupa morali ugraditi pomoćnu konzolu. Kod ovih izvedaba vidljivo je da se mogu koristiti obadvije trojke, a da je prespajanje moguće na niskom zateznom "Pi" stupu prespajanjem

strujnim mostova, što se dosta sigurno i lagano izvodi pomoću kamiona s košarom.

3.6 Križanja sa drugim nadzemnim instalacijama

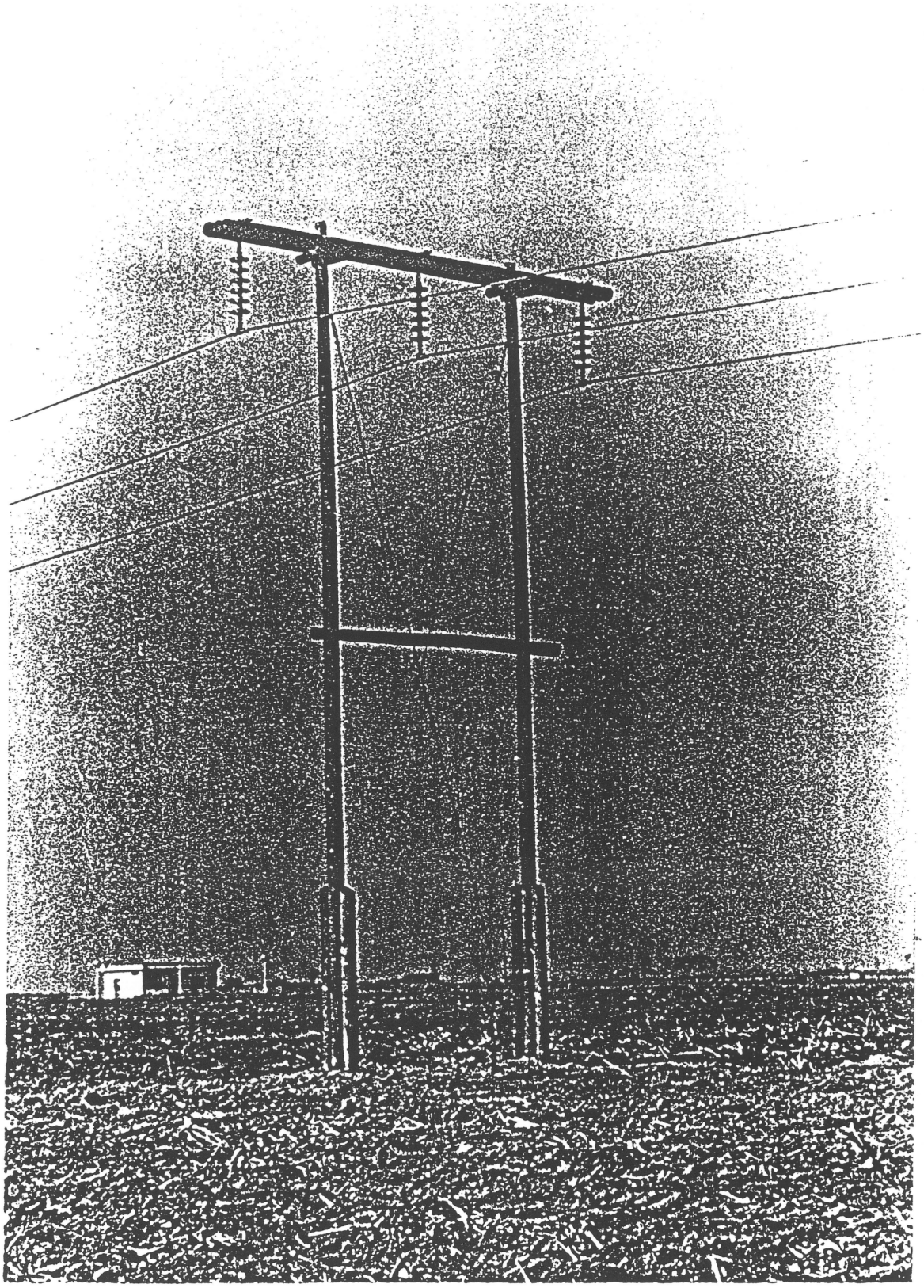
Pošto je visina drvenih stupova ograničena, imali smo kod križanja sa drugim instalacijama ponekad poteškoća, najviše sa 35 kV vodovima.

Najčešće smo prelazili preko 35 kV vodova postavljanjem drvenog "Pi" stupa na što manju, a ipak sigurnosnu udaljenost od 35 kV voda, uz postavljanje zateznog zavješenja, što je vidljivo iz slike br. 9 u prilogu.

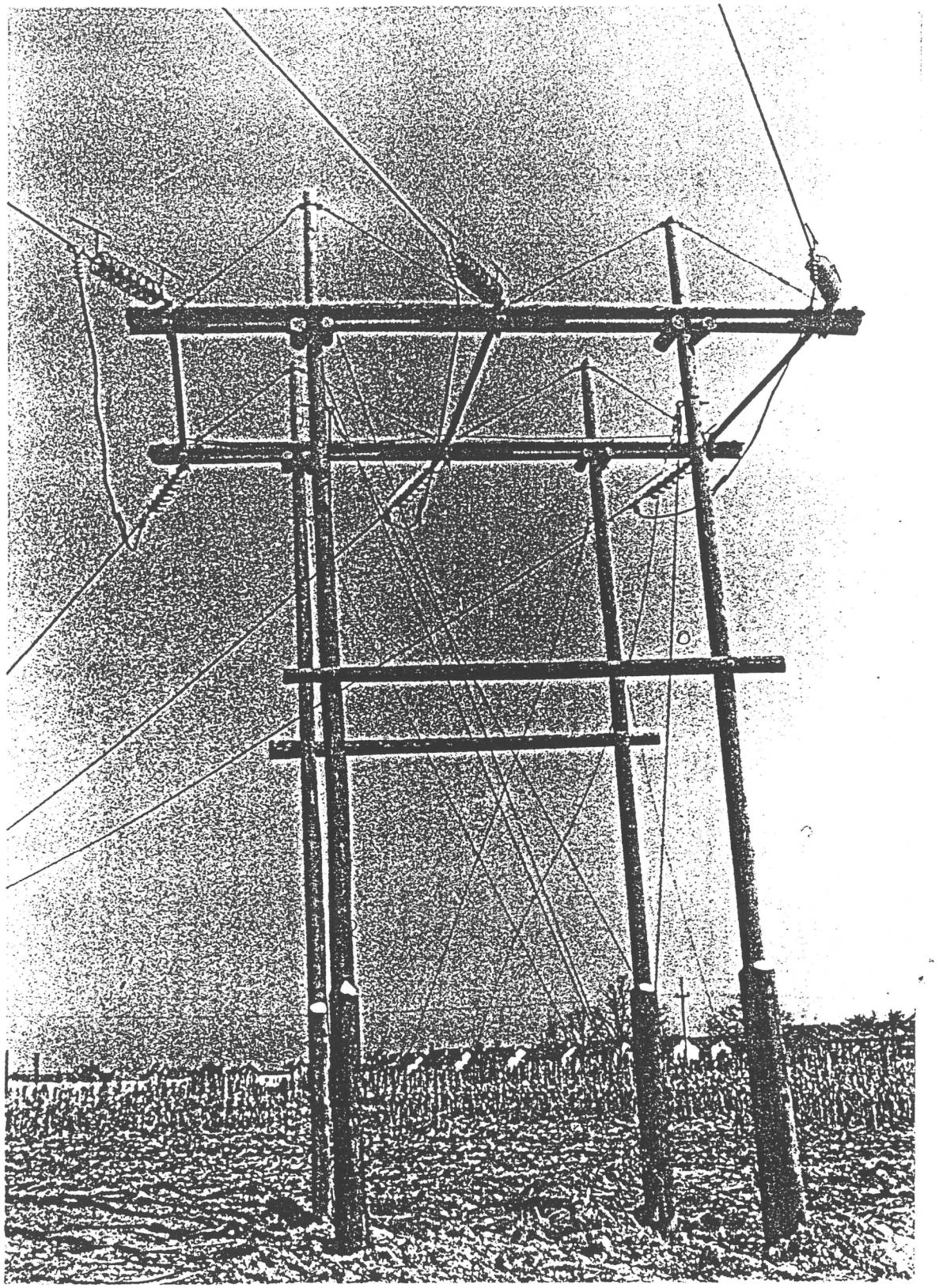
I nadalje je ostao problem zadovoljenje svih sigurnosnih visina i udaljenosti pa bi možda bilo korisno razmotriti i tehničke propise kod gradnje vodova koji bi vrijedili u ratnim uvjetima (Pravilinik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova, Sl.list 51/73 i 11/80).

3. ZAKLJUČAK

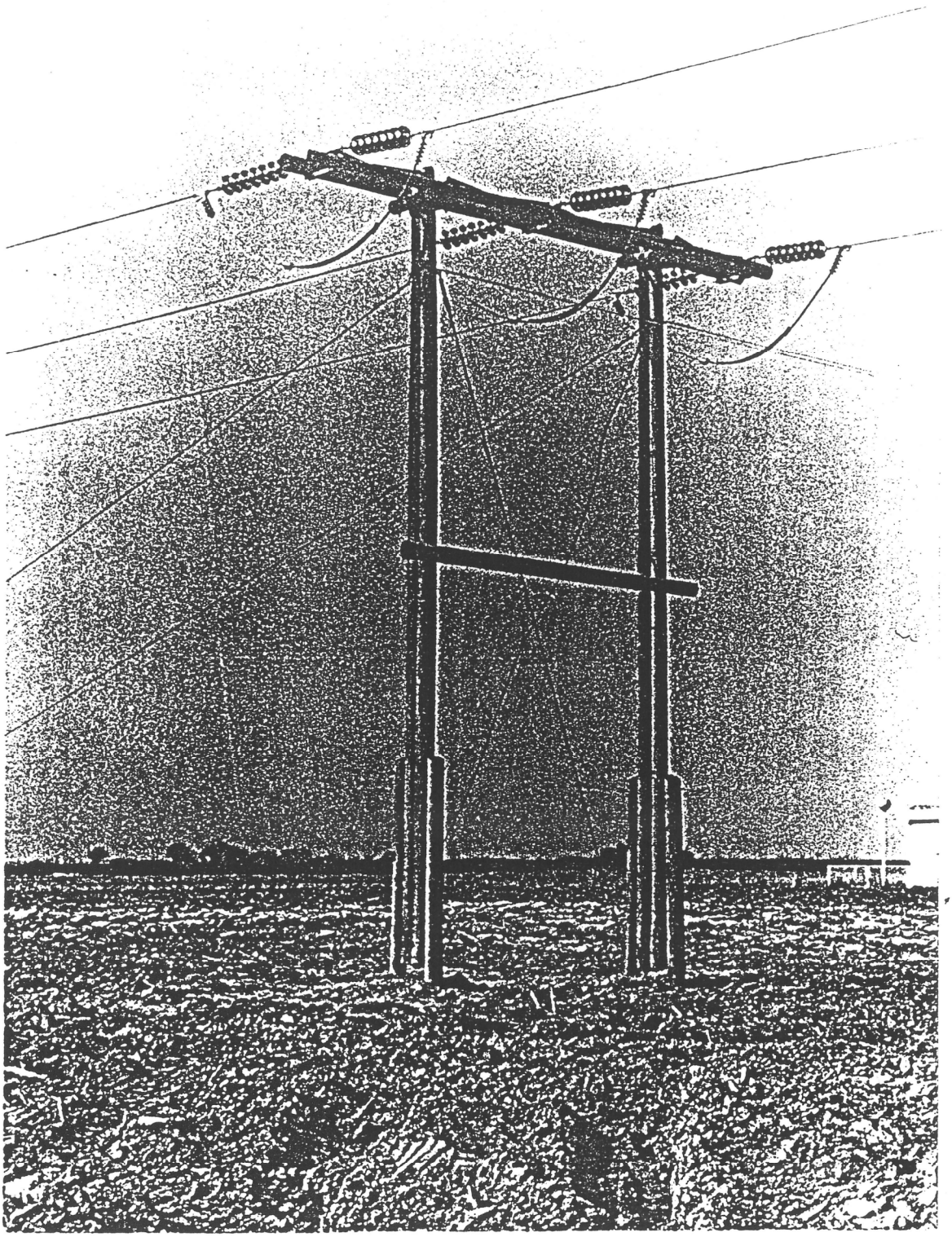
Sa iznesenim iskustvima i postavljenim dilemama, želja nam je bila da damo svoj doprinos rješenju problematike što brže izgradnje vodova. U ratnim prilikama mora se djelovati brzo pa su svaka iskustva značajna u ubrzanju procesa izgradnje.



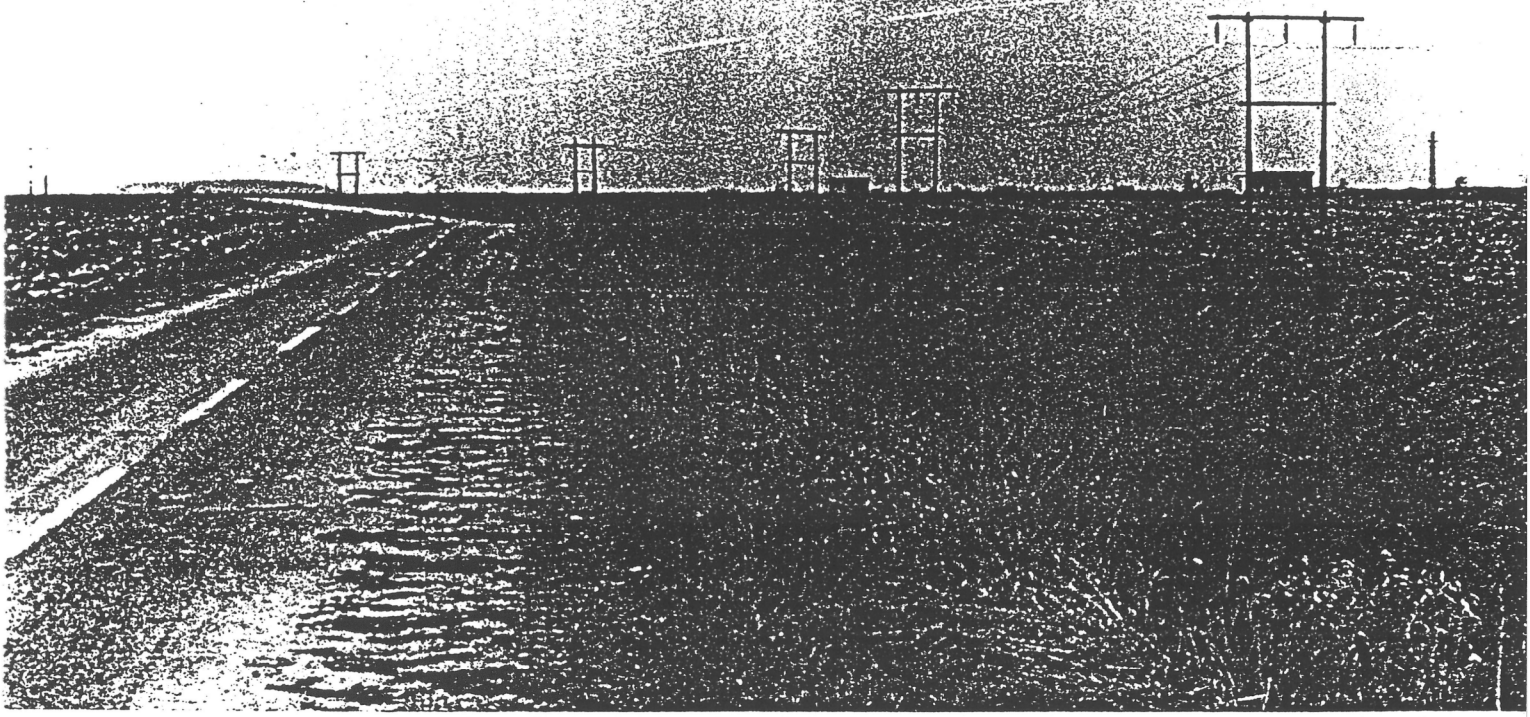
Sl. 1. Linijski drveni "Pi" stup



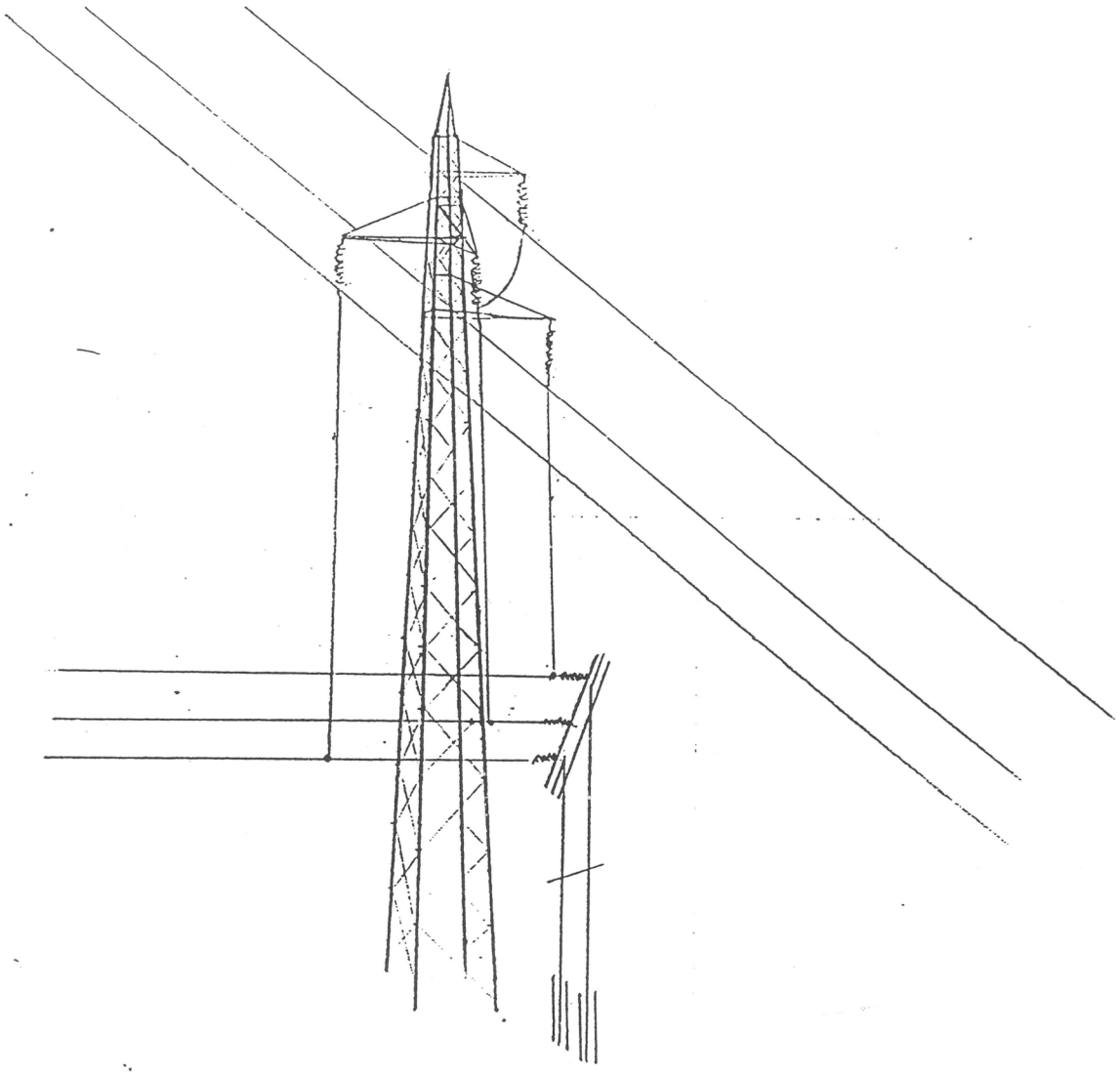
Sl. 2. Kutno zatezni drveni stup



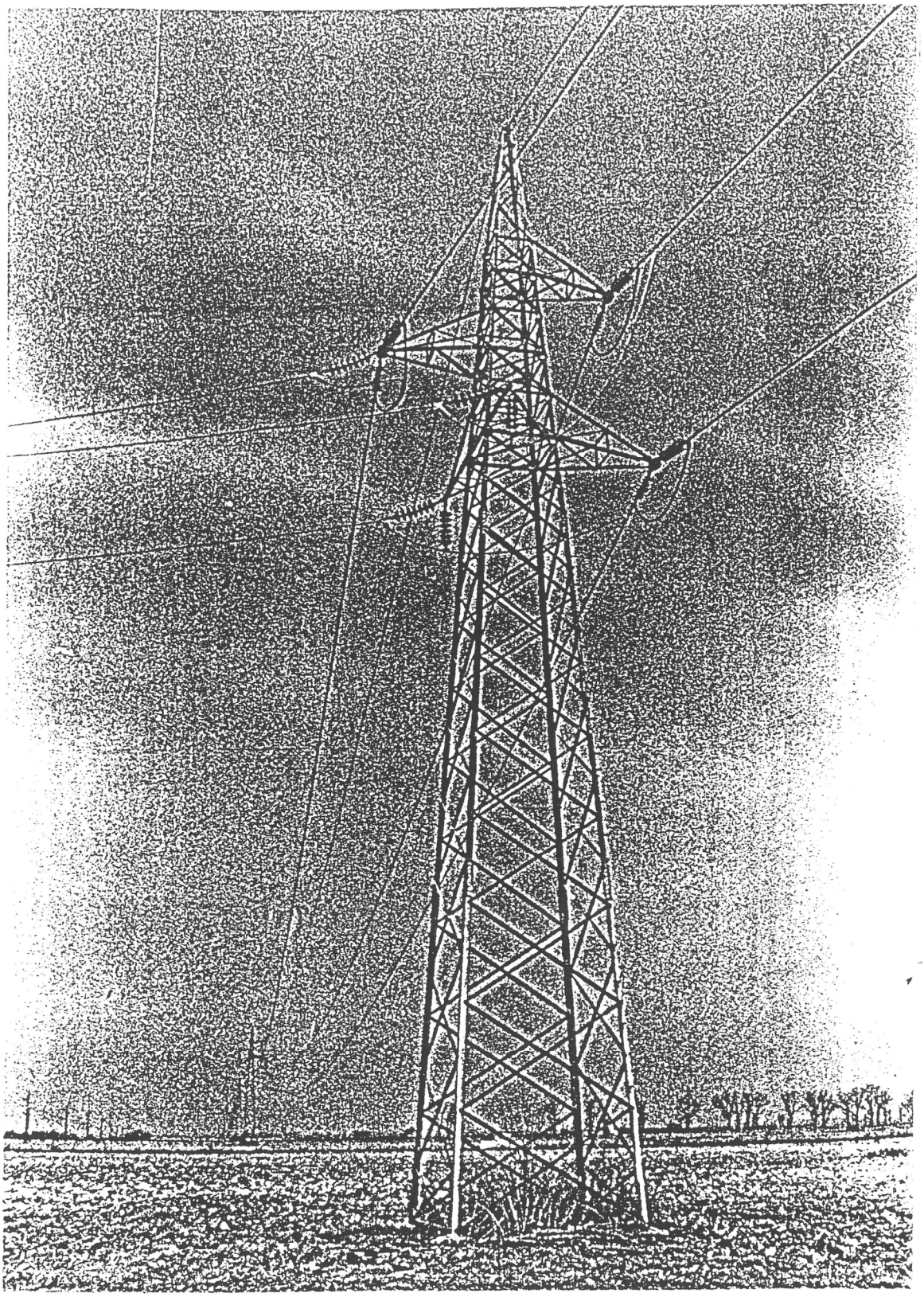
Sl. 3. Pojačani drveni "Pi" stup



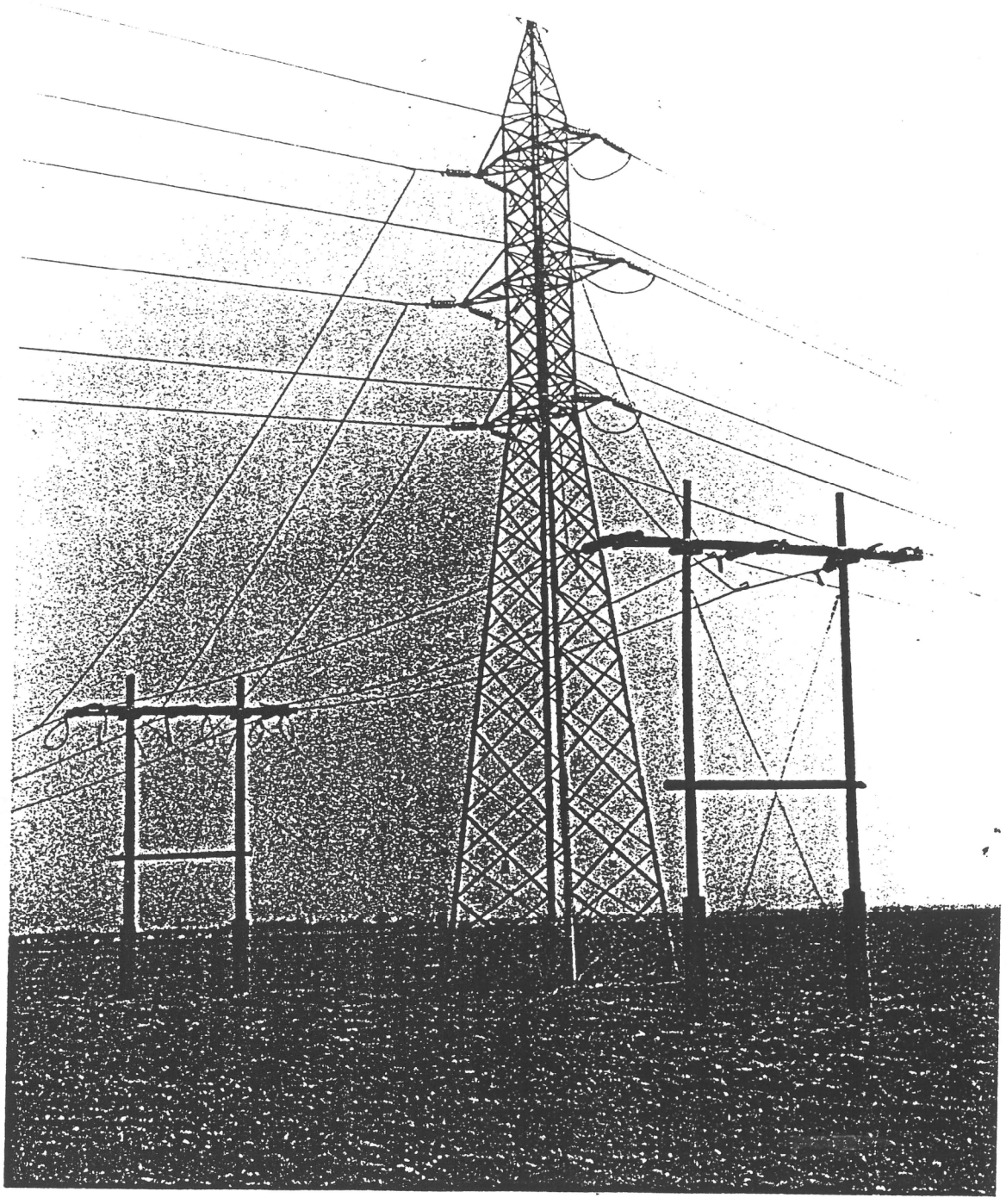
Sl. 4. Lom trase pomoću dva kutna stupa



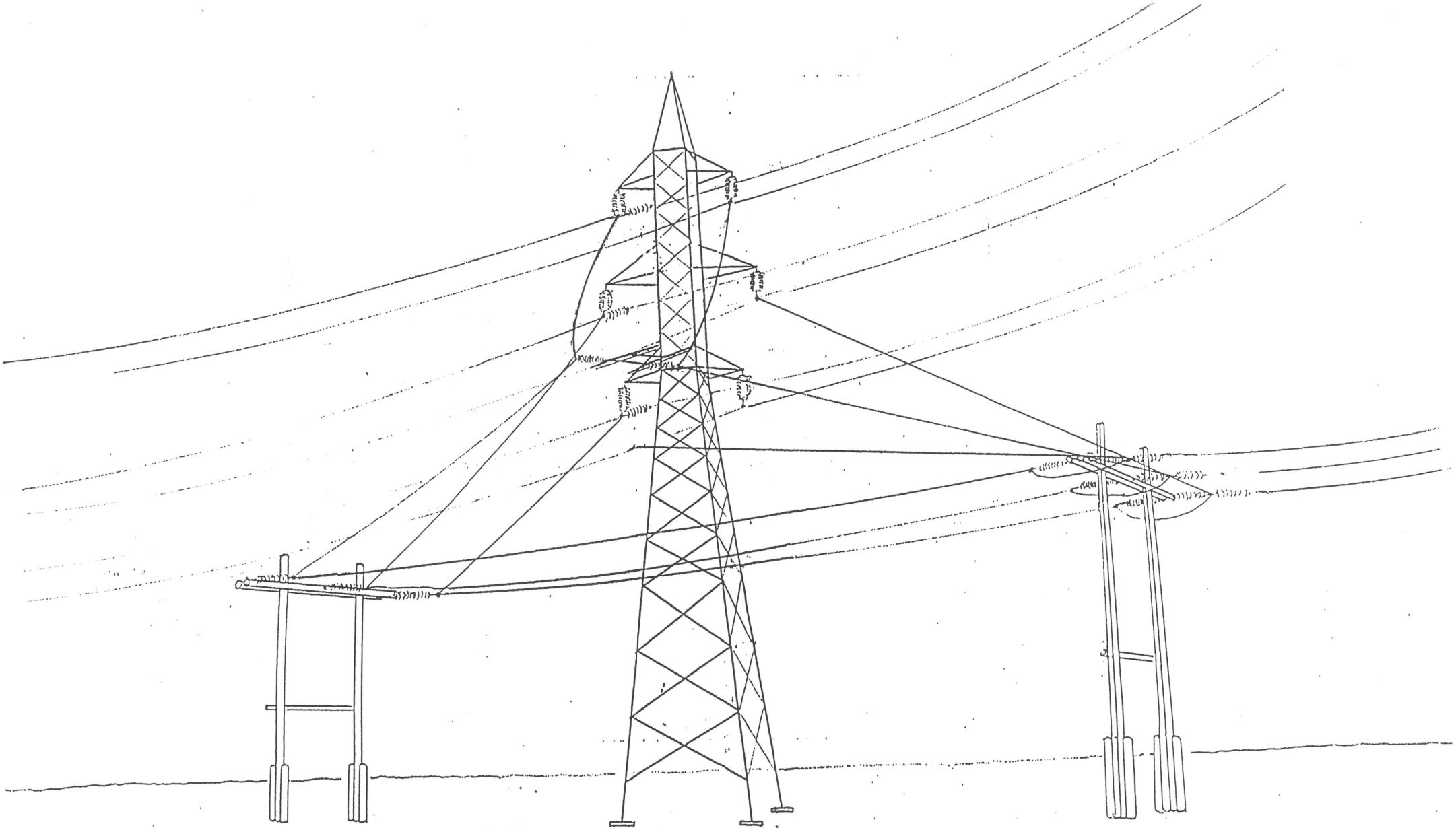
Sl. 5. Spoj na linijski stup tip "jela"



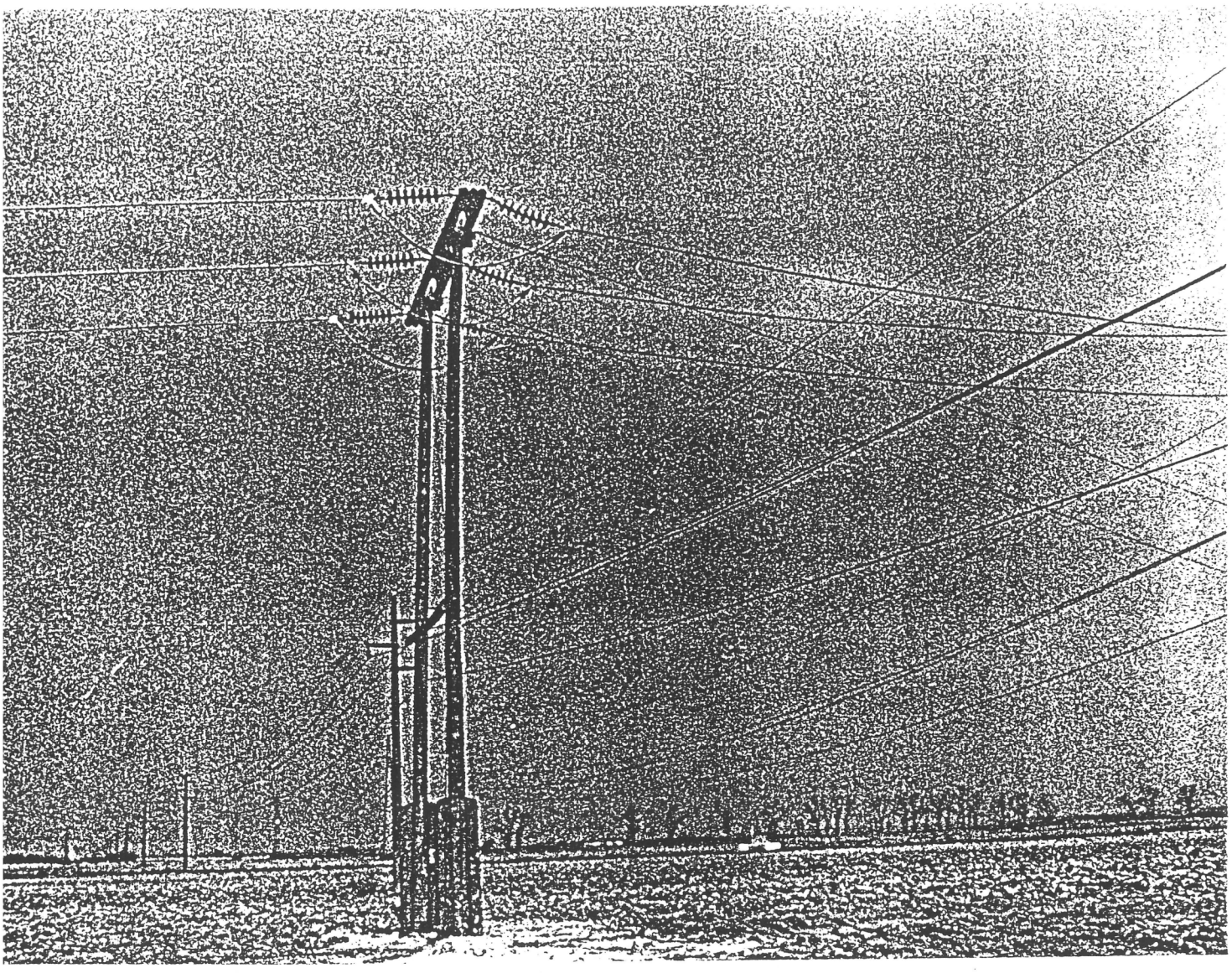
Sl. 6. Spoj na zatezni stup tip "jela"



Sl. 7. Spoj na zatezni stup tip "bačva"



Sl. 8. Spoj na linijski stup tip "bačva"



Sl. 9. Prelazak preko 35 kV voda

DISKUSIJA

Naslov: ISPITIVANJA IZOLACIJSKIH ULJA U IZVANREDNIM UVJETIMA

Autori: Sonja Čabrajac, dipl. inž.
Anđela Hadži-Skerlev, dipl. inž.
KONČAR - INSTITUT ZA ELEKTROTEHNIKU
41000 ZAGREB, Baštijanova bb.

Poznata je važnost ispitivanja fizikalno-kemijskih karakteristika ulja i kromatografske analize plinova iz ulja za potrebe redovnog održavanja i dijagnostike stanja izolacijskog sustava transformatora. Ispitivanja se obavezno provode u skladu s internim i međunarodnim propisima, kojima su stogo propisani uvjeti uzimanja uzoraka i ispitnog postupka, kao i opći kriteriji koji osiguravaju pouzdan rad transformatora.

Ratna razaranja izazivaju niz nepredvidivih oštećenja na elektroenergetskim objektima i postrojenjima, čija sanacija često zahtijeva provođenje zahvata koji odstupaju od normiranih, uobičajenih i tehnički najopravdanijih rješenja.

Promjena kriterija odnosno donošenje privremenih mjera, koji bi važili samo za izvanredne okolnosti vrlo je problematično, jer je nemoguće postaviti zajednički nazivnik mogućih tehničkih problema Uputno je svaki ozbiljniji problem rješavati u specijaliziranim, kriznim timovima, koji bi trebali djelovati na nivou HEP-a. Navodimo nekoliko aktualnih slučajeva, kod kojih su rezultati ispitivanja izolacijskog ulja ukazali na moguće rješenje problema

Energetski transformator velike snage mehanički je oštećen raketiranjem, tako da je iscurila znatna količina ulja, dok je ostatak prepumpan i spremljen u dislocirani uljni rezervoar.

Pored pretpostavke da se radi samo o mehaničkom oštećenju, postojala je i mogućnost da je došlo do električnog udara. Kao pokušaj provjere ove pretpostavke uzet je uzorak za kromatografsku analizu ulja iz rezervoara u staklenu bocu (nepropisno s obzirom na standardni zahtjev o uzimanju uzoraka). Analizom su ipak dobivene dovoljno visoke koncentracije plinovitih produkata degradacije ulja, specifične za električno izbijanje velike energije (luk). Obzirom da je transformator prethodno bio redovno praćen, razlika u odnosu na normalno stanje ukazala je na razaranje izolacije i orijentaciono na opseg popravka.

U drugom slučaju velika količina ulja (cca 80 t) iscurila je u uljnu jamu i postavilo se pitanje mogućnosti njegovog daljnjeg korištenja. Da bi se odredilo stanje kvalitete ulja i stupanj onečišćenja,provedena su ispitivanja karakteristika ulja, koja su pokazala prisutnost nečistoća stranog porijekla i odsutnost inhibitora, što nije odgovaralo stupnju ostarjelosti samog ulja. Ulje je imalo visok faktor dielektričnih gubitaka i slabu termičku otpornost. Laboratorijskom obradom ulja pomoću aktivne zemlje, doinhibiranjem i sušenjem, postignute su vrijednosti svojstava kao kod novog ulja. Ispitivanje je pokazalo da se ulje može uspješno regenerirati, što bi trebalo tehnološki i provoditi u ekonomski opravdanim slučajevima.

U slučaju druge uljne jame radilo se o velikoj količini vode i ulja (oborinska voda). Analizom ulja laboratorijski osušenog, ustanovljeno je da kvaliteta u potpunosti zadovoljava,iako je postojala mogućnost da inhibitor bude ispran. Prije fizikalne obrade ulja na terenu bila je potrebna samo gruba separacija vode.

Kao poseban problem pojavljuje se miješanje različitih ulja u pogledu kvalitete i stupnja ostarjelosti.

Zadovoljavajuće rješenje može se naći tek nakon određenih ispitivanja, što podrazumijeva proširenje opsega u odnosu na standardne zahtjeve, prema konkretnom problemu, npr. određivanje utroška inhibitora, kvalitete doinhibiranog ulja, određivanje vrste onečišćenja; klorida, askarela (PCB-a), proširena, nestandardizirana ispitivanja oksidacijske stabilnosti itd.

Unutar promatranog razdoblja pokazala se važna kvaliteta izvedbe i održavanje čistoće uljnih jama i uljnih rezervoara.

Problemi vezani uz zagađenja okoliša izolacijskim tekućinama naročito askarelima posebnog su i dugoročnog značenja.

Literatura:

1. IEC 422 (1989): Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment
2. IEC 475 (1974): Method of sampling liquid dielectrics.
3. IEC 567 (1977): Guide for sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and disolved gases.

TOMISLAV VUJNOVAC, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

TRANSFORMATOR U RATNIM UVJETIMA

Energetski transformator, velik, nezgrapan, težak, lako "ranjiv", lako zapaljiv i nezaštićen, a srce je transformatorske stanice. Mora biti u trafostanici ispravan jer inače nema struje. Mora ga se zaštititi od projektila velike razarne moći - - tenkovskih projektila, i to domah, Najpraktičnije je postaviti zid od cigala, metar i vše debeo, visok između 3 i 5 metara, ovisno o gabaritima (naponima) transformatora. Predlažemo palete cigala (oko 1x1x1 metar) i dajemo prednost punoj cigli, usput je i jeftinije.

Takav zid može početi slagati viličar, ali nažalost samo s jedne, najviše dvije strane. Preostalu treću, a ako nema protupožarnog zida i četvrtu stranu, može dizalica, ali najvjerojatnije će to biti ručno. Da, ručno. Stotine paleta cigli ručno prebaciti i poslagati (a jedna paleta ima u prosjeku 450 cigala). Kancelarijsko osoblje nije fizički u mogućnosti ručno slagati više od jedan dan. Nemate puno vremena, rat je i odmah se treba odlučiti na ljude vične fizičkom naporu.

Pazite na podlogu. Trava, sitni kamen ili slično je dovoljno za par tjedana. Nakon toga počinje se zid kriviti, a ponekad i rušiti ako se ne nasloni na postolje, kandelaber ili sl. Najbolja podloga je debela daska - fosna, pa na njih palete sa ciglom. Nemojte štedjeti, ne isplati se.

Ako se kod slaganja palete sa ciglom krive na jednu stranu uslijed odstupanja od idealnih 1x1x1 metar, podmetnite nešto. Zid od cigala možete učvrstiti s drvenim gredama ili daskama s obje strane ako niste sigurni u kompaktnost zida. Vežite grede (daske) međusobno kroz zid, ali to u pravilu nije potrebno ako ste bili pažljivi kod izrade zida od cigala.

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 2 (Sistematizacija šteta) na Stručnoj konzulataciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb,

U zidu ne bi smjelo biti otvora, širih od par centimetara. Otvori nastaju radi odstupanja palete sa ciglom od "idealne" kocke ili ako se palete nakrive. Veće rupe zatvorite. Stavite cigle, koje vam ostaju od rasutih paleta. I to se događa. Po zakonu inata geler će proći baš kroz otvor i"ode mast u propast."

Da bi se ranjiva gornja strana transformatora donekle zaštitila od "manjih" projektila, nije na odmet postaviti na gornji rub zida i hladila ili kotla transformatora željezničke pragove. Može i stare, iskrivljene. Mi smo ostavljali između transformatora i zida slobodan prostor oko 1 metar. Mislimo da nismo bitno smanjili uvjete hlađenja. Možda i jesmo, ali nije transformator osjetljiv kao mimoza.

Vrijedi relacija:

12 tona ulja = 400 paleta dobre cigle.

Vrijedi i istina:

Ulje iscuri, a možda i propadne, a 90% cigala ostaje.

Lako je dok je zima ili mali teret. Kada zagrije i opterećenje transformatora se približi i pređe nazivni teret, ne vrijedi toplinski proračun jer zrak oko transformatora prelazi $40^{o}C$.
Kako tome doskočiti? Taj problem nismo do sada rješavali. Bila je zima, jako nam se žurilo i mislili smo da će rat trajati kratko. Onemogućiti prolaz gelera s pravocrtnim gibanjem, ali omogućiti prolaz dovoljne količine zraka, u pravilu nepravocrtnog strujanja, je rješenje. Kada se jednom složi zid koji ne zadovoljava tom zahtjevu nema više pomoći.
Iskustva u tome nemamo, ali na probleme u hlađenju (strujanje zraka za hlađenje) ukazujemo.

Transformator se normalno može i smije preopteretiti iznad nazivne struje.
Za novije transforamtore do 100 MVA postoji IEC i JUS. Do 100% kratkotrajnog preopterećenja.
Mi smo se u jednom slučaju odlučili na dozvoljeno preopterećenje oko 30% odlukom dispečera, a iznad toga uz suglasnost direktora. U praksi smo išli do 30% preopterećenja u kraćem trajanju.

Fizikalno gledano, bitna je temperatura najtoplije točke u namotu. U praksi mjerimo temperaturu ulja ispod poklopca. Ograničenje strujnog opterećenja i praćenje temperature ulja je kriterij za dozvoljeno terećenje transformatora. Koje pokazivanje temperature je točno? Ono na kontaktnom termometru ili na instrumentu koji dobija mjernu veličinu od otporne termo-sonde? Razlika je nekad i $10^{o}C$. Na nivou $110^{o}C$ to je znatna za trošenje "životne dobi", u pravilu preostale "životne dobi".

Događaj iz prakse:
Transformator je pogođen gelerima ili metcima. Nije se zapalio, ali ulje curi. Ako ste pripremili drvene klinove i gumene čepove možete začepiti rupe na hladilima i kotlu da ulje ne istječe jako. Opasno je biti na otvorenom kod transformatora jer nova granata i metak će opet pasti u blizini, ali rupe se moraju začepiti.
Kada se primiri stanje pokušajte zatvoriti zaklopke na hladilima transformatora. Iz konzervatora je već ulje iscurilo. I dalje lagano curi na začepljenim oštećenjima. I nakon dan ili dva bit će ulja još iznad oštećenih mjesta i treba se odmah pripremiti (cisterne) za izvlačenje ulja iz transformatora.

Rupe na kotlu i konzervatoru se zakrpaju. Na hladilima je rupe teže zavariti jer su veće oštećenja (tanji lim). Ne moraju biti sve hladila da bi trafo mogao raditi.

Pogođen transforamtor kojem je iscurilo znatno ili sve ulje, može se, nakon sanacije oštećenja i ispuštanja ulja, konzervirati. Napunite dušikom. Pripremiti boce s dušikom i sklop s ventilima i manometrom za kontrolu tlaka dušika i dopunjavanje dušika. Takvo stanje može trajati mjesecima. U pravilu dušik polako iscuruje i treba imati spremne boce za nadopunjavanje.

U pogonu uz transforamtor trebaju biti odvodnici prenapona. Prekidač može biti i desetaka kilometara daleko. Prema tome, ako stradaju prekidač ili mjerni transformator oni se mogu "prebrikati", a od prevelike struje štiti ipak neki udaljeni prekidač. Za zaštitu od prenapona, odvodnik mora biti uz transformator.

Prilog – Diskusija na temu : STK 22

Neke izvedbene mogućnosti za brzu sanaciju ratnih šteta na dalekovodima visokog napona i mrežama srednjeg i niskog napona

PRIBOR ZA BRZ I JEDNOSTAVAN POPRAVAK KONSTRUKTIVNIH DIJELOVA DALEKOVODA

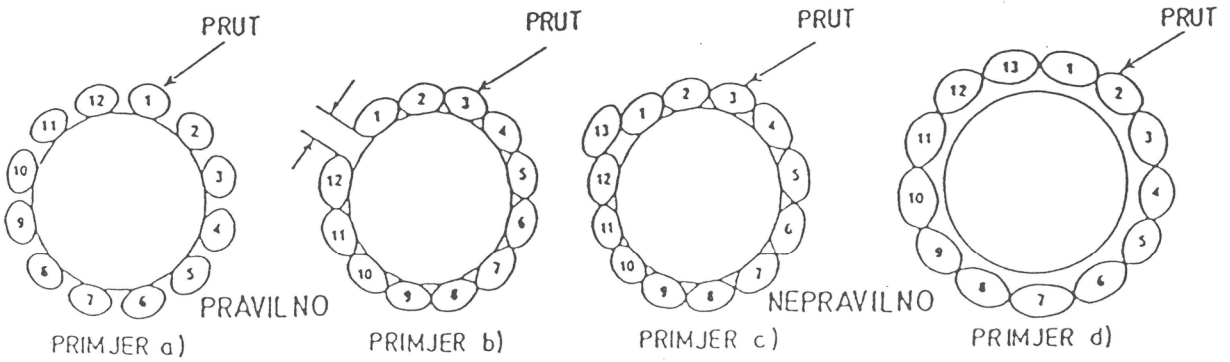
U našoj praksi građenja i održavanja dalekovoda najpoznatija i najčešće korištena rješenja nastavljanja i popravka užeta su ona pomoću vijčanih i kompresionih stezaljki i spojnica. Svjetska praksa pomalo napušta ta klasična rješenja upravo zbog pojave novih koja omogućavaju brži i efikasniji rad uz minimalno korištenje alata . Ta nova oprema osigurava električki i mehanički spoj iste ili bolje kvalitete u odnosu na postojeću. Upravo zbog navedenih izrazitih prednosti , pogotovo u slučajevima hitnih intervencija na dalekovodima, smatrali smo potrebnim opisati sažeto, koliko prostor dozvoljava, primjenu PREDFORMIRANIH PRUTEVA prilikom brzih sanacija oštećenja užeta i sidrenja stupova provizornih priključaka.

i) Principi djelovanja PREDFORMIRANIH PRUTEVA

Način hvatanja užeta predformiranim prutem je optimalna kombinacija više faktora kao što su:

- promjer vodiča
- unutrašnji promjer predformirane opreme
- broj žica u kompletu
- smjer formiranja spirale
- mehanička i električka svojstva materijala od kojeg su izrađene pojedine žice

Unutrašnji promjer predformirane opreme nešto je manji od vanjskog promjera vodiča čime se postiže jednolik radijalni pritisak svake pojedine žice predformiranog elementa na vanjski sloj vodiča. Primjeri pravilne i nepravilne ugradnje prikazani su na slijedećoj slici.



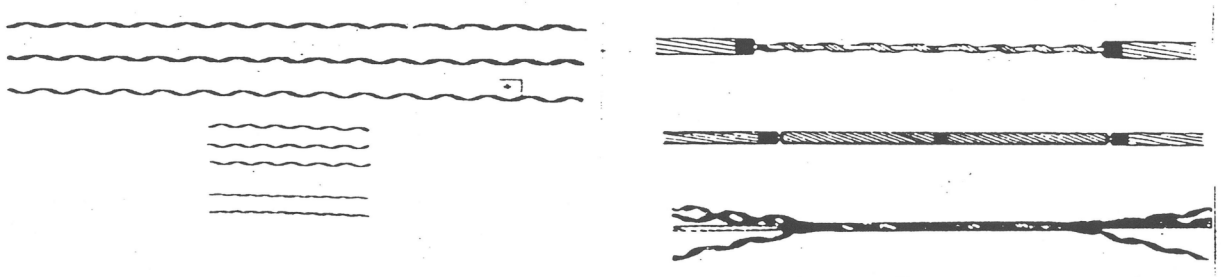
Prilikom zatezanja, pojedinačne se žice predformiranog kompleta međusobno približavaju. Pravilnim odabirom broja žica mora se ostvariti određeni razmak među njima bez obzira na njihovo približavanje zbog sile zatezanja.

ii) Primjena PREDFORMIRANIH PRUTEVA

Predformirana oprema ima široku primjenu na elektroenergetskim vodovima svih naponskih nivoa, na telekomunikacionim vodovima i u građevinarstvu. S obzirom na temu skupa ograničiti ćemo se na ona područja primjene koja su interesantna prilikom brze sanacije.

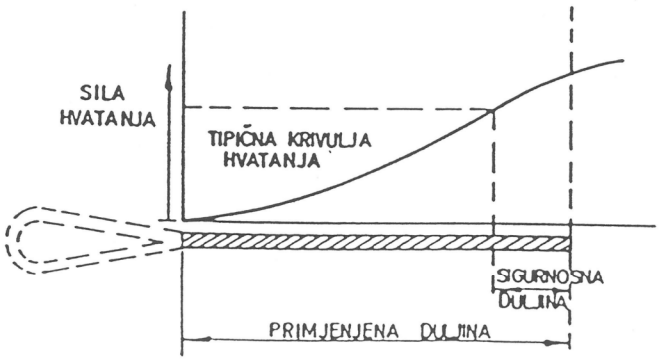
a) Nastavljanje užeta
b) Popravak užeta
c) Ugradnja zateznog zavješenja
d) Ugradnja međufaznih rastojnika
e) Sidrenje stupova

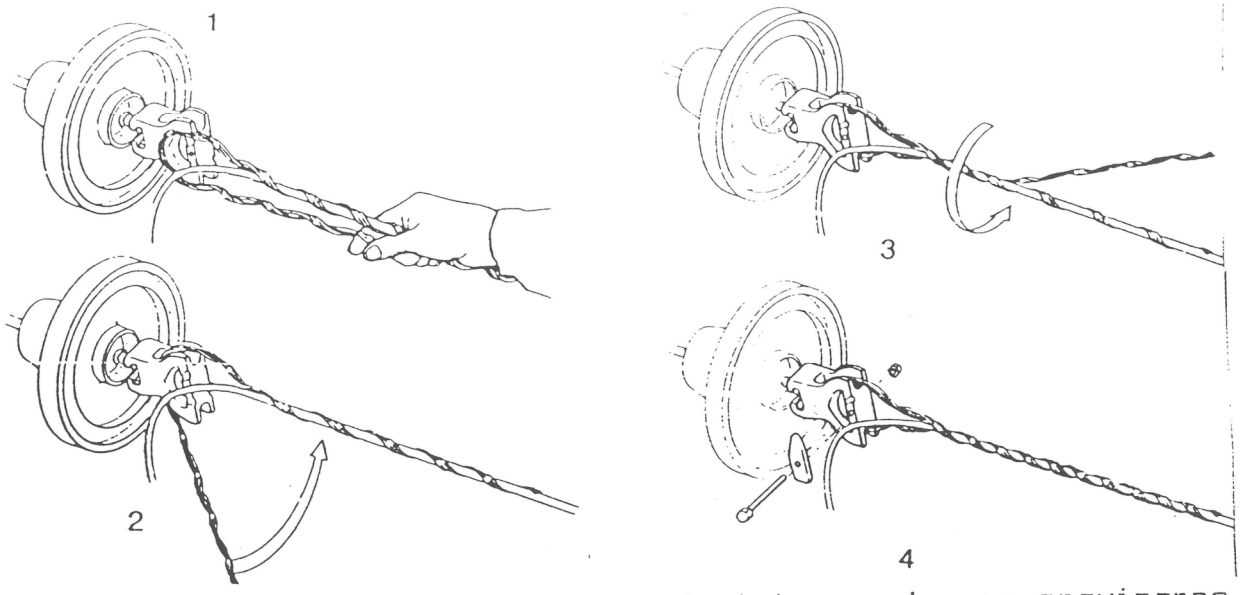
Nastavljanje užeta i popravak užeta vrši se korištenjem zateznog predformiranog kompleta a primjenjuje se na svim vrstama užeta (jednometalnih i dvometalnih). Upotrebljavaju se na svim mjestima u rasponu a važno je istaknuti da takav spoj zadovoljava sve električke i mehaničke zahtjeve iz standarda.



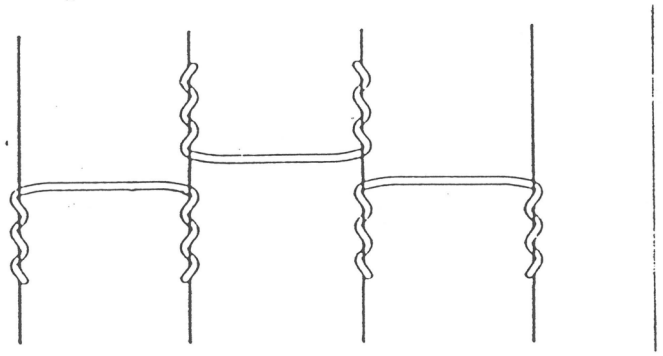
Nastavni komplet za Al/č uže

Ugradnja zateznog zavješenja vrši slično kao nastavljanje i popravak užeta te se jednostavno montira na izolatorski lanac pomoću "kaušen" elementa. U nastavku su dati princip djelovanja i primjer zavješenja sa predformiranim prutevima.





Ugradnja međufaznih rastojnika vrlo je interesantna za provizorne spojeve naponskog nivoa do 1Ø kV jer sadrži elemente kompaktiranja dalekovoda , dakle manjim razmacima u rasponu omogućava se korištenje jeftinijih stupova (drveni) čije su glave manjih dimenzija. Predformirani međufazni rastojnici izrađeni su od PVC materijala a funkcija im je da spriječe međusobno dodirivanje faza.



Sidrenje stupova također se vrši korištenjem predformiranih pruteva, spajanjem sidrenih užeta i sidrenih elemenata. Po potrebi je moguće u sidrene spojeve ubaciti i izolacione elemente koji se također povezuju predformiranim prutevima.

iii) Montaža predformiranih pruteva i njihove prednosti u odnosu na klasična rješenja

Karakteristika cjelokupnog asortimana predformiranih pruteva je montaža u beznaponskom kao i u naponskom stanju a prednosti u odnosu na klasična rješenja su:

- hvatanje užeta ne slabi ni kod savijanja i vibracija
- raspodjela pritiska na većoj površini - eliminacija koncentracije naprezanja na maloj površini
- brza i jednostavna montaža bez primjene specijalnih alata
- nema sitnih elemenata (matice, vijci) koji se gube na terenu
- postižu se sva mehanička i električka svojstva užeta
- zaštita od oštećenja uzrokovanih vibracijama
- nizak nivo radio smetnji

MECONS, Borongajska b.b. 41000 Zagreb, Tel/Fax 041 234 868

Autori: B. Smiljan, dipl.ing.el., D. Žutić, dipl.ing.stroj.

Prilog – Diskusija na temu : STK 22

Neke izvedbene mogućnosti za brzu sanaciju ratnih šteta na dalekovodima visokog napona i mrežama srednjeg i niskog napona

MJERENJE I KONTROLA SIGURNOSNIH VISINA I UDALJENOSTI KOD PROVIZORNIH SPOJEVA DALEKOVODA

U uvjetima neposredne ratne opasnosti svaki rad djelatnika na popravku oštećenih elemenata dalekovoda zahtjeva niz pretpostavki za brzu i uspješnu sanaciju nastalih oštećenja. Prije svega to se odnosi na dobru pripremu radova, nabavku potrebne opreme i alata te sigurno i brzo izvođenje radova. Unatoč izvanrednim okolnostima potrebno je poštivati i minimum tehničkih standarda kako bi provizorno rješenje u određenom vremenskom trajanju osiguralo pouzdanost rada tog dijela EE sistema kao i sigurnost u odnosu na ljude koji se kreću u tom području.

Kontrola sigurnosnih visina i udaljenosti te podešavanje provjesa vodiča vrši se u mirnodopskim uvjetima dobro razrađenim metodama pomoću geodetskih instrumenata (distomata, teodolita) , mjerne letve , nabacivačke puške , itd. Međutim u izvanrednim uvjetima kada je faktor vrijeme od prvorazrednog značenja, često puta nije moguće osigurati ni potreban instrumentarij kao ni kvalificirani kadar za izvršenje točnih mjerenja. Isto tako kod održavanja takvih privremenih rješenja potrebno je puno češće izlaženje na teren kako bi se izvršile gore spomenute kontrole pa se taj postupak nužno mora pojednostaviti i pojeftiniti.

U svjetskoj praksi izgradnje i održavanja dalekovoda pojavio se jedan vrlo praktičan i jednostavan instrument za mjerenje visine vodiča dalekovoda kao i udaljenosti između stupova i određenih repera. Instrument se pojavljuje u više izvedbi, sa različitim karakteristikama i mogućnostima, a njegov rad se zasniva na principu slanja i refleksije ultrazvučnog signala od mjerenog objekta (n.pr. vodiča dalekovoda ili reflektora). Na displeju instrumenta trenutno se očitava rezultat mjerenja uz istovremeni prikaz temperature kod koje je mjerenje izvršeno.

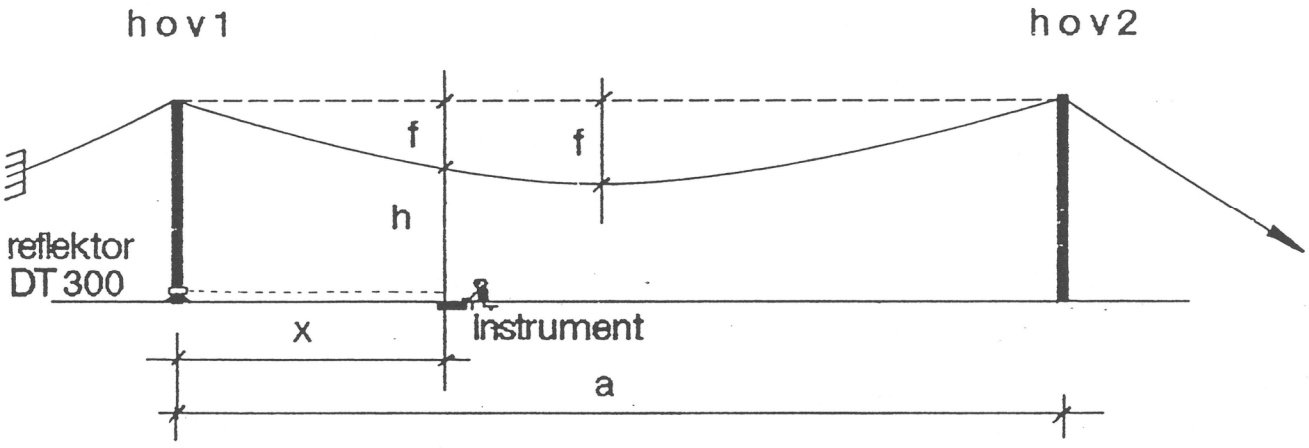
Karakteristike instrumenata su slijedeće:

- mjerenje visine donjeg, srednjeg i gornjeg vodiča do 25 m
- mjerenje horizontalnih udaljenosti
- kontinuirani prikaz temperature prilikom mjerenja
- napajanje iz vlastitog izvora (baterija 9 V) za 5ØØØØ mjerenja
- mjerna pogreška manja od Ø.5 %
- veličina džepnog računala
- automatsko isključenje 3 minute nakon zadnjeg pritiska bilo koje funkcijske tipke
- obuka korisnika traje maksimalno jedan sat

U nastavku teksta prikazane su neke od mogućih primjena instrumenata prilikom izgradnje provizornih spojeva dalekovoda.

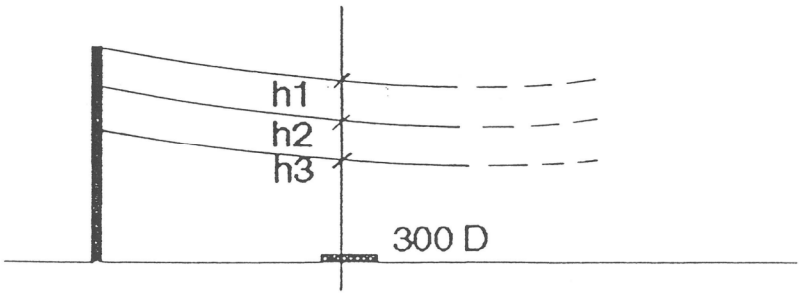
i) Podešavanje provjesa prilikom montaže užeta

Pomoću ultrazvučnog daljinomjera i visinomjera vrši se brzo i jednostavno podešavanje provjesa kod određene temperature na mjestu repera X na način da projektant provizornog rješenja izračuna za različite temperature visinu vodiča na mjestu repera. Instrumentom se izmjeri udaljenost repera od stupa te se vrši zatezanje užeta dok ono ne dostigne potrebnu visinu kod trenutne temperature okoline t (očitava se također na instrumentu).



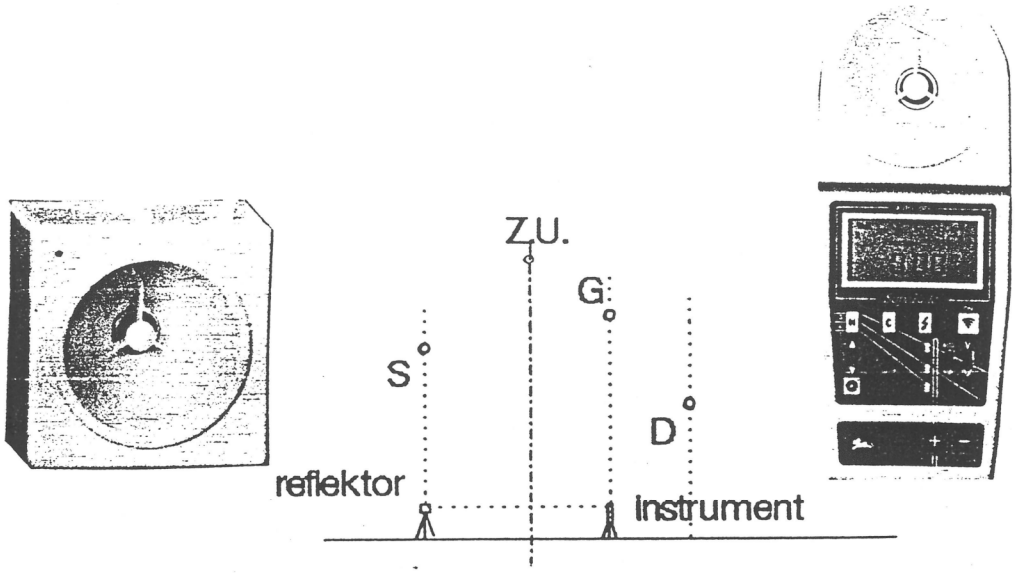
ii) Mjerenje visine donje, srednje i gornje faze

Ultrazvučnim visinomjerom moguće je mjeriti visinu faznih vodiča u rasponu. Instrument automatski sprema visinu prvog (donjeg) vodiča u memoriju i prilikom mjerenja drugog (srednjeg) vodiča ne uzima u obzir prethodno mjerenje.



iii) Kontrola razmaka u rasponu

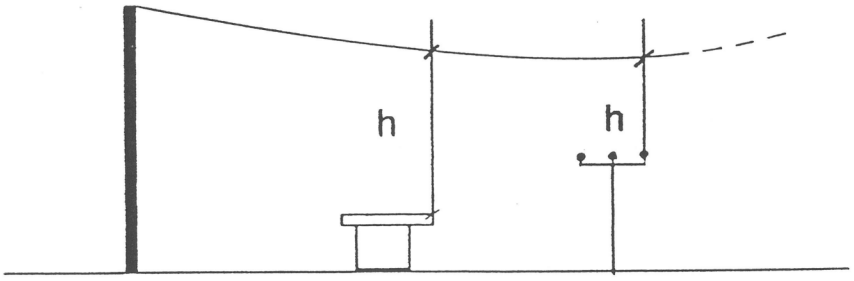
Bilo gdje u rasponu moguće je izmjeriti horizontalne i vertikalne udaljenosti između faznih vodiča te iz tih podataka izračunati njihove međusobne udaljenosti u kosom rasporedu.



iv) Kontrola prelaza objekata (križanja s drugim dalekovodima)

Pomoću prije navedenih metoda moguće je mjeriti visine vodiča na prijelazima dalekovoda preko različitih objekata kao i udaljenosti vodiča prilikom križanja s drugim dalekovodima.

Ovdje su prikazane samo neke od mogućnosti upotrebe instrumenata. Ostalo prepuštamo inventivnosti korisnika.



MECONS, Borongajska b.b. 41000 Zagreb, Tel/Fax 041 234 868

Autori: B. Smiljan, dipl.ing.el., D. Žutić, dipl.ing.stroj.

MILEUSNIĆ MILORAD, dipl.ing.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
DP "ELEKTROLIKA" GOSPIĆ

UGROŽENOST DISTRIBUTIVNE MREŽE I ENERGETSKA NAPAJANJA LIKE

Počeci erozija elektroenergetske mreže i njenog rada teško se mogu precizno terminski odrediti, na prve naznake se mogu upisati u sam nastup 1991. god., da bi sredinom VIII mj. 1991.god. došlo do ozbiljnijih poremećaja na pojedinim perifernim područjima Gospića, Otočca i Gračaca, te konačno gubitka kontrole i loma sa okupiranim dijelom na samom kraju VIII mj. 1991. god.

Rad DP "Elektrolike" Gospić, u čisto ratnim uvjetima počeo je 29.VIII 1991 godine poslije bombardiranja i napada na Gospić. Taj dan dao je odgovore na niz pitanja i eliminirao pretpostavke iz pretpostavke iz procjena, te strogo definirao zadatke na koje je "samo" trebalo dati prave odgovore i operativno ih provesti.

Kvalitet do tada izvršenih priprema i valjanost procjena došli su na ispit.

Pod kontrolom DP "Elektrolika" Gospić ostalo je oko 2130 km2 ili 37% ukupnog područja na kojem je 50% potrošača.

Broj radnika je pao ispod 50% (bilo da su ostali na okupiranom području ili napustili područje pod kontrolom).

Druge statističke podatke ovdje ne iznosimo obzirom da su obuhvaćeni u referatima.

Stjepan Guć,dipl.ing.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Direkcija za upravljanje i
prijeno PrP "Elektroprijenos"
Split

i

Božidar Radmilović,dipl.ing.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Direkcija za razvoj,inženjering
i informatiku - Sektor za razvoj

RATNA OŠTEĆENJA I PRIVREMENE SANACIJE RASKLOPNO - TRANSFORMATORSKIH POSTROJENJA PRIJENOSNE MREŽE DALMACIJE

Od posljedica ratnih razaranja djelomično su oštećena slijedeća rasklopno-transformatorska postrojenja na području djelovanja PrP "Elektroprijenos" Split :

- TS 400/220/110 kV Konjsko	- bombardiranje
- TS 220/110/35 kV Bilice	- bombardiranje i topnički napadi
- TS 110/35 kV Zadar	- topnički napad
- TS 110/35 kV Sinj	- topnički napad
- TS 110/35/10 kV Komolac	- bombadiranje i višestruki topnički i minobacački napadi

Na privremeno zauzetom području, a time izvan kontrole HEP-a nalaze se slijedeća rasklopno-transformatorska postrojenja u prijenosnoj mreži Dalamcije, čije je stanje nepoznato:

- RP 400 kV i TS 400/110 kV u RHE Obrovac
- TS 110/35 kV Obrovac
- TS 110/35 kV Benkovac
- TS 110/35 kV Knin
- RP 110 kV i TS 110/35 kV u HE Peruča
- EVP 110/25 kV Knin

Prigodom navedenih napadaja došlo je do razaranja i oštećivanja različitog intenziteta vanjskih rasklopnih postrojenja (aparati, sabirnice, spojevi, izvodi), energetskih transformatora, pogonskih zgrada i pomoćne opreme u istima. Navedena oštećenja bila su nastala djelomično kao posljedica direktnih pogodaka bombi odnosno projektila na najviše od udaraca dijelova istih ("gelera").

Privremena sanacija većine oštećenih objekata izvedena je uglavnom vlastitim snagama korištenjem sačuvane opreme u rezervnim i (za privremeni pogon) nepotrebnim poljima kao i rezervne opreme sa skladišta. Za jedan dio zahvata za koje su bili nužni specijalizirani stručnjaci isti su bili angažirani iz vana.

Kako bi se parcijalni elektroenergetski sustav Dalmacije mogao što prije pustiti u pogon, makar i sa smanjenim brojem vodova, izvedeno je na nekoliko mjesta prespajanja vodova ispred postrojenja ili vežbanje istih u postrojenjima korištenjem oba sistema sabirnica.

Od oštećenih energetskih transformatora manja su oštećenja popravljena na licu mjesta, no neke transformatore, za koja su utvrdjena unutrašnji kvarovi biti će nužno iste prevesti u tvornicu na popravak.

U nekim postrojenjima bilo je došlo, po napadima, do dugotrajnijeg nestanka pomoćnog napona, što je dovelo do gubitka zraka i dubokog ispražnjenja akubaterije. U tim slučajevima bilo je nužno najprije osposobiti razvode pomoćnih napona 0,4 kV i privesti napon iz mreže, a tek onda prići utvrdjivanju obima štete i njenom saniranju.

U nekim postrojenjima bile su oštećene i pogonske zgrade kao i dio upravljačko-zaštitne opreme. Postrojenja su ipak puštena u pogon, ali s reduciranom ovom opremom i njenim funkcijama.

Prigodom napadaja nitko od posade navedenih objekata nije stradao ili bio ranjen. No u najugroženijim postrojenjima posada je prelocirana na sigurnija i zaštićena mjesta. Prigodom popravka jednog postrojenja od posljedica naknadnog topničkog napada teško je bio ranjen jedan radnik iz vana.

Većina popravaka u rasklopištima izvedena je u minimalnom opsegu i sa mnogo improvizacija izvedenih na terenu. Po smirivanju stanja morati će se ovako popravljeni dijelovi postrojenja definitivno urediti, kao i polja sa kojih je skidana oprema. Prigodom dfinitivnog uredjenja polja vjerovatno će doći i do zamjene tipa nekih aparata (na pr. umjesto pneumatskih prekidača tipa 3 P ugradnja SF 6 prekidača).

TS 110/35/10 kV Komolac (Dubrovnik) pretrpila je najteža oštećenja. U toj TS, koja se nalazi na okupiranom dijelu Dubrovnika, praktički je potpuno uništeno 110 kV rasklopno postrojenje, svi su energetski transformatori (110/35 kV, 2 x 40 MVA i 35/10 kV, 2 x 8 MVA) izgorili, svi 35 kV izvodi su oštećeni kao i pogonska zgrada. Povremenim obilascima ovog objekta utvrdjeno je demontiranje i odnošenje dijelova sekundarne opreme.

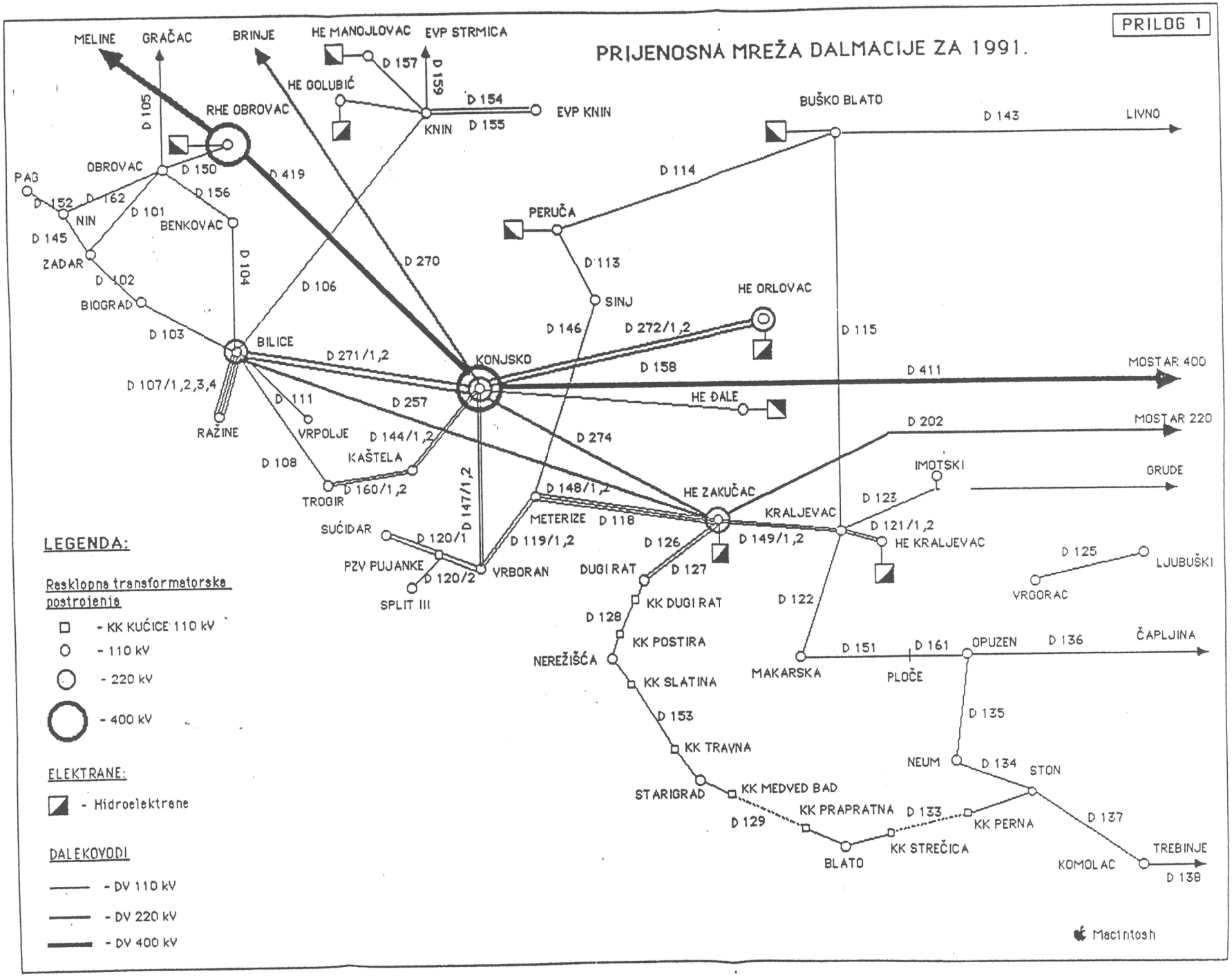
Cjelokupni objekt će se morati praktički graditi iznova za što već postoje i odredjene ideje pa i dijelovi projektne dokumentacije (objekt je bio predvidjen za revitalizaciju i proširenje). Razmatra se mogućnost da se, po provizornom osposobljavanju TS Komolac, najprije pridje izgradnji novih objekata prijenosne mreže na širem području Dubrovnika (TS Plat, TS Bosanka s odgovarajućim vodovima 110 kV), a tek da se onda izgradi praktički nova TS Komolac.

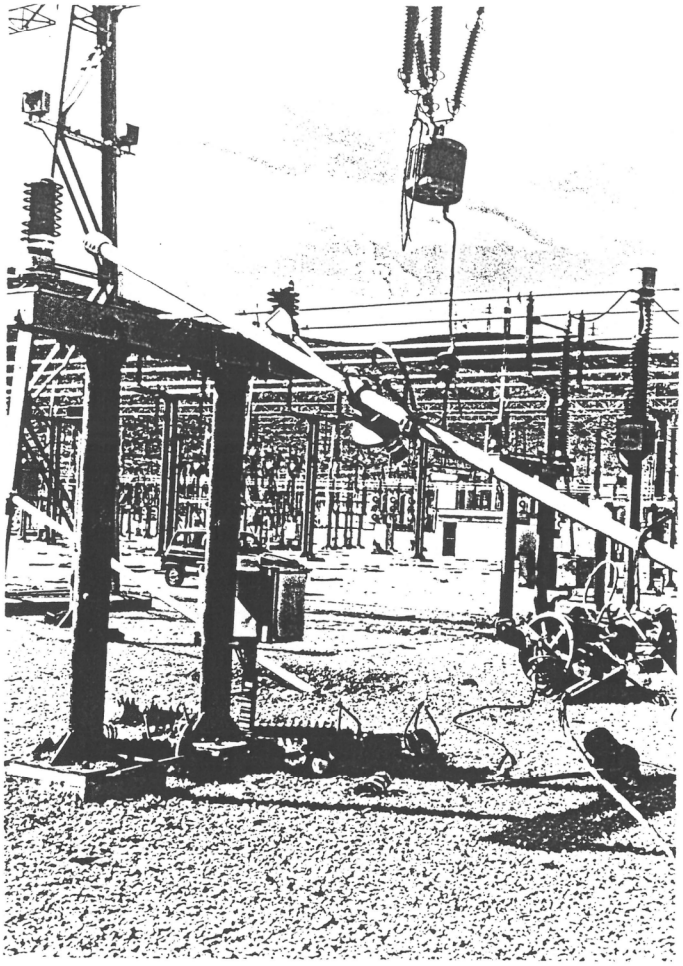
Prilog

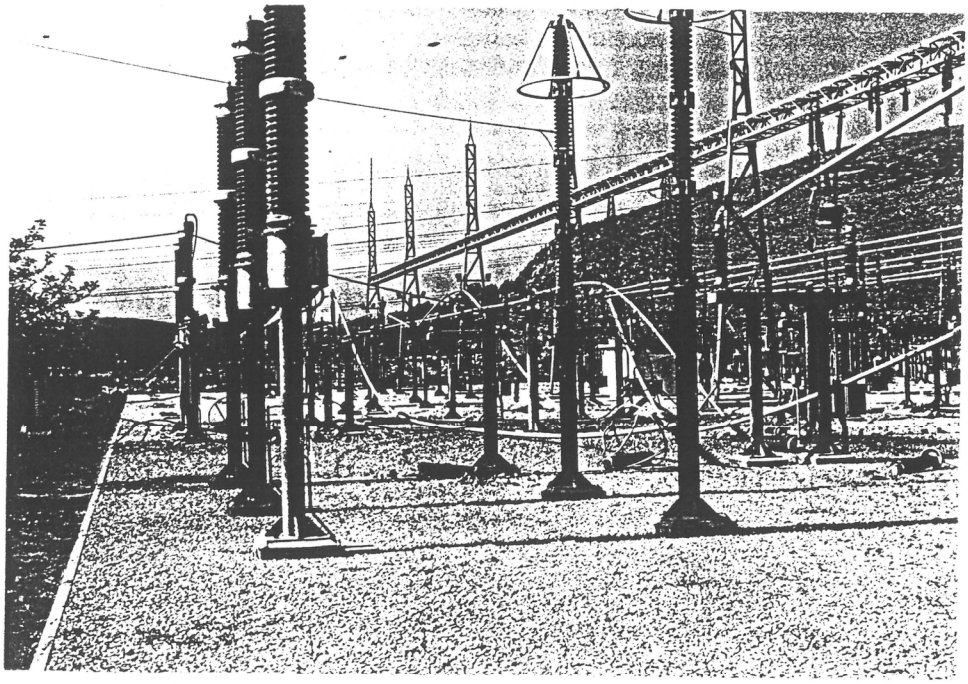
- Prijenosna mreža Dalmacije 1991.g.
- Fotografije iz nekih oštećenih postrojenja

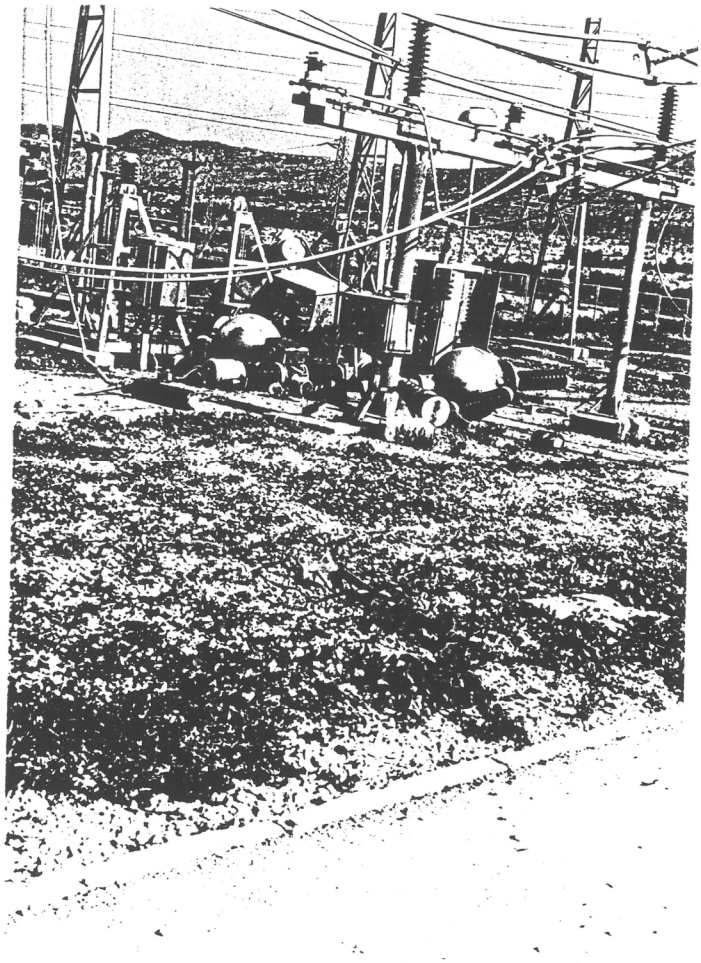
PRILOG 1

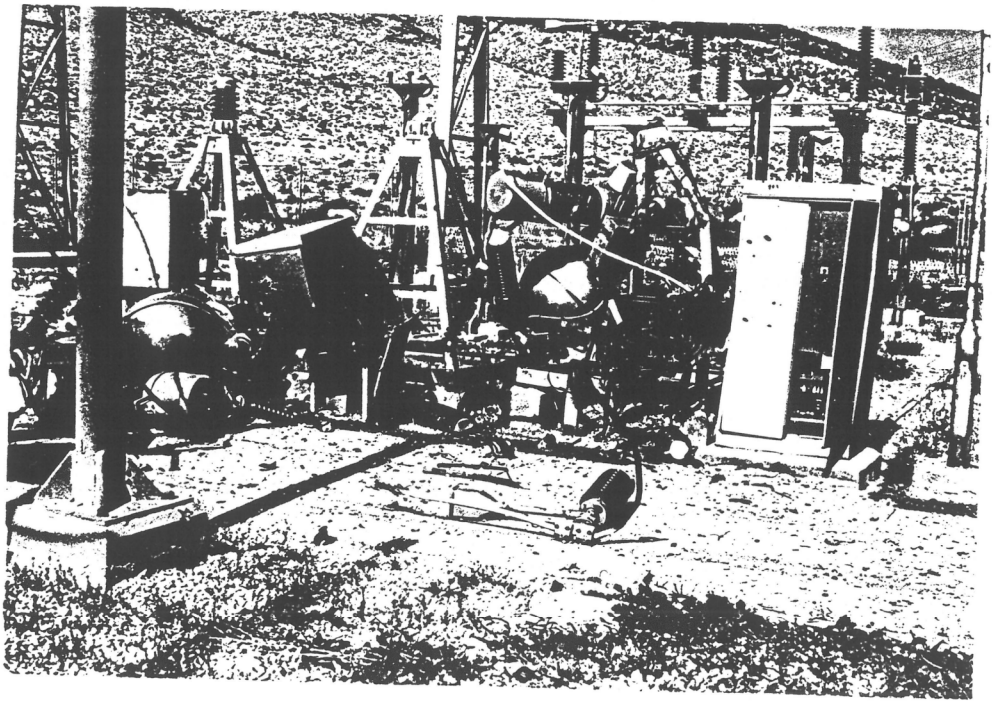
PRIJENOSNA MREŽA DALMACIJE ZA 1991.











HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
PrP ELEKTROPRIJENOS ZAGREB
ODJEL ODRŽAVANJA

P R E G L E D

posljedica ratnih razaranja u transformatorskim stanicama PrP-a Elektroprijenos Zagreb

Zagreb, travanj 1992. godine

S A D R Ž A J :

1. UVOD

1.1. Podaci o posljedicama ratnih razaranja u transformatorskim stanicama
1.2. Vremensko i prostorno odredjivanje ratnih razaranja u transformatorskim stanicama
1.3. Uloga Odjela održavanja u ratnim uvjetima

2. POSLJEDICE RATNIH RAZARANJA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

2.1. Oblici napada na transformatorske stanice
2.2. Objekti - ciljevi ratnih razaranja
2.3. Posljedica ratnih razaranja u objektu

3. SANACIJE POSLJEDICA RATNIH RAZARANJA

3.1. Pregled postrojenja
3.2. Tijek sanacije transformatorskih stanica
3.3. Stanje transformatorskih stanica nakon sanacija

4. NAJČEŠĆI TIPOVI OŠTEĆENJA IZAZVANIH RATNIM RAZARANJIMA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

4.1. Oštećenja energetskog transformatora
4.2. Oštećenja aparata u polju, sabirnica i spojeva, razvoda zraka, sekundarne opreme
4.3. Oštećenja gradjevinskih elemenata u transformatorskim stanicama

5. ODSTUPANJA OD PROPISA

6. SMJERNICE ZA OBNOVU UNIŠTENIH I OŠTEĆENIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

7. ZAKLJUČAK

1. U V O D

1.1. Podaci o posljedicama ratnih razaranja u transformatorskim stanicama

Obzirom na ulogu i značaj transformatorskih stanica u mirnodopskim, a napose u ratnim uvjetima s kojima smo suočeni i u vrijeme pisanja ovog Pregleda, izostavljeni su podaci o posljedicama ratnih razaranja u transformatorskim stanicama kao što su: nazivi objekata, jednopolne sheme i analize pogonskih stanja, fotografije, kronološki slijed dogadjaja, opisi opsega oštećenja objekata, opisi sanacija oštećenja, opisi provizornih rješenja u pogonu i sl.

Izostankom spomenutih podataka značajno se umanjuje kvaliteta ovog Pregleda, no zbog razumljivih razloga i trajanja rata ili neposredne ratne opasnosti ovakav pristup je nužan.

Primjerenim opisom najčešćih tipova posljedica ratnih razaranja u objektima, a bez navedenih podataka daje se osnova za grubu procjenu stanja i smjernice za obnovu.

1.2. Vremensko i prostorno odredjivanje ratnih razaranja u transformatorskim stanicama

Prvu posljedicu neposredne ratne opasnosti u periodu travanj-rujan 1991. godine na sjeverozapadnom području PrP-a Elektroprijenos Zagreb glede održavanja predstavlja izostanak redovnog održavanja (planirani radovi) u tzv. kriznim područjima.

Direktna ratna razaranja transformatorskih stanica započinju polovinom rujna 1991. godine i traju do početka siječnja 1992. godine.

Prostorno ratna razaranja bila su nepravilno raspodjeljena po cjelokupnom prostoru sjeverozapadnog dijela Hrvatske s jasnom činjenicom da su ciljevi napada bili točno odredjeni.

1.3. Uloga Odjela održavanja u ratnim uvjetima

Osnovna uloga Odjela održavanja u ratnim uvjetima dade se pojednostavljeno svesti na činjenicu da je nakon ratnog razaranja u transformatorskoj stanici bilo odmah nužno sagledati stupanj oštećenja, organizirati hitnu intervenciju prve sanacije i osposobiti ispravni dio postrojenja za pogon. Daljnji tijek sanacija išao je u smjeru nužnih zamjena i popravaka uredjaja i opreme do uspostavljanja prvobitnog stanja.

U slučajevima većih havarija dijelova objekta izazvanih ratnim razaranjima predmetni dio postrojenja ostavljen je izvan pogona i objekt je nastavio pogon sa smanjenim stupnjem sigurnosti, dok je u slučajevima uništenja praktički kompletnog objekta isti ostao van funkcije. Nepotrebno je naglašavati da je razmatranom periodu izostalo u cjelosti redovno održavanje.

Na području PrP-a Elektroprijenos Zagreb početkom navedenog perioda (rujan 1991.) jedan objekt na kriznom području nije dostupan i nema informacija o stupnju ratnih razaranja u njemu.

Spomenuto smanjenje sigurnosti napajanja konzuma električnom energijom s naslova prijenosne mreže dogadjalo se zbog ratnih razaranja:

- dalekovoda 400, 220 i 110 kV
- elemenata postrojenja 400, 220 i 11o kV

Velik broj hitnih intervencija u objektima zahvaćenim ratnim razaranjima odvija se u ratnim uvjetima s teškim pristupom objektima i u uvjetima direktne opasnosti po život izvršilaca.

Obzirom na stupanj i opseg oštećenja, i višestruke složene uvjete rada Odjel održavanja u najvećoj mjeri samostalno je i uspješno obavio sve intervencije u objektima, dok je za veće havarije uredjaja i opreme popravak obavljen u tvornici.

2. POSLJEDICE RATNIH RAZARANJA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

2.1. Oblici napada na transformatorske stanice

U periodu rujan 1991.-siječanj 1992. godine ratna razaranja u transformatorskim stanicama posljedica su:

- avionskog napada s raketiranjem i mitraljiranjem postrojenja
- minobacačkog napada s nepravilnim pogocima po cijelom postrojenju

Vrijeme ratnih razaranja i trajanje takodjer se mogu ocijeniti nepravilnim, obzirom da su poznati slučajevi razaranja tijekom dana i noći s različitim trajanjem.

2.2. Objekti - ciljevi ratnih razaranja

U razmatranom periodu ratnim razaranjima obuhvaćeno je oko 30% ukupnog broja objekata.

Neki objekti bili su ciljevi jednom, a neki više puta. Obzirom na značaj objekta u elektroenergetskom sistemu raspon obuhvaćenih objekata je nepravilan, iako je svaka transformatorska stanica u prijenosnoj mreži važna za odnosni konzum i sistem u cjelini.

Obzirom na karakter ratnih razaranja objekte možemo svrstati u nekoliko kategorija:

1. Objekti s nepoznatim stanjem
2. Objekti uništeni ratnim razaranjima - van pogona
3. Dosta oštećeni objekti - u pogonu
4. Manje oštećeni objekti u pogonu.

2.2.1. Objekti s nepoznatim stanjem

Zbog nemogućnosti pristupa nije moguć pristup objektu a time i ocjena stanja.

2.2.2. Objekti uništeni ratnim razaranjima - van pogona

U ovu grupu objekata spadaju objekti koji su bili izloženi najvećim razaranjima i stupanj uništenja je takovog karaktera da nije bio moguć niti privremeni - provizorni pogon.

Za objekte iz ove kategorije obavljene su sve nužne radnje (radovi u objektu, radovi u radionicama, tvornički popravci uredjaja i opreme) i može se konstatirati da će uskoro biti spremni za pogon.

2.2.3. Dosta oštećeni objekti - u pogonu

U ovu grupu objekata spadaju objekti kod kojih je stradao dio postrojenja, ili element dijela postrojenja, no objekt je u pogonu sa raspoloživim ispravnim dijelom postrojenja.

Od opreme i uredjaja koji su najčešće stradali navodim slijedeće (energetski transformator, prekidač, rastavljači, sabirnice, komandni ormari, mjerni transformatori, signalni kabeli, potporni izolatori, razvod zraka).

U svim slučajevima nakon ratnih razaranja obavljena je hitna sanacija i osposobljavanje raspoloživog dijela postrojenja za pogon. Ovisno o stupnju uništenja elementi postrojenja otpremljeni su na popravak u tvornicu.

2.2.4. Manje oštećeni objekti - u pogonu

U ovu grupu spadaju objekti koji su manje oštećeni i nije bilo oštećenja važnijih elemenata postrojenja.

Hitne intervencije obavljene su praktički odmah nakon ratnih razaranja i objekt je u pogonu.

Manja oštećenja elemenata koja u normalnim uvjetima smatramo zabirnjavajućim (oštećenja porculana svih vrsta izolatora) u ratnim uvjetima se nisu sanirala i jasno je da slijedi temeljit pregled i potrebni postupci.

2.3. Posljedice ratnih razaranja u objektu

Posljedice ratnih razaranja u objektu mogu se svrstati u nekoliko kategorija:

1. Uništenja i oštećenja primarne opreme u vanjskom postrojenju
2. Uništenja i oštećenja sekundarne opreme u vanjskom postrojenju i zgradama komande i pomoćnih pogona
3. Uništenja i oštećenja gradjevinskih elemenata objekta

2.3.1. Uništenja i oštećenja primarne opreme u vanjskom postrojenju

Posljedice ratnih razaranja primarne opreme u vanjskom postrojenju kategoriziramo kao uništenu ili oštećenu primarnu opremu.

Uništena oprema pretrpjela je najveća razaranja i stupanj oštećenja je takav da nije moguć popravak. U toj grupi navodim slijedeću opremu i uredjaje (energetski transformator, prekidač, mjerni transformatori, katodni odvodnici, rastavljači).

Posebno neugodno je uništenje energetskog transformatora kako zbog njegovog značaja tako i zbog velikih problema sa evakuacijom ulja.

Ovisno o stupnju oštećenja odnosnog dijela postrojenja po potrebi uništeni uredjaj zamijenjen je novim, ili sličnim (mjerni transformatori, rastavljači, potporni izolatori i sl.)

2.3.2. Uništenja i oštećenja sekundarne opreme u vanjskom postrojenju

Prilikom ratnih razaranja uništena je i oštećena i sekundarna oprema u postrojenju (kućni transformatori, komandni ormari polja, signalni kabeli, razvod zraka i sl.). Popravci su najčešće obavljani u objektu, iako je bilo i slučajeva popravaka komandnih ormara i u radionicama poduzeća, a kućnih transformatora u tvornici.

Zbog velikog broja signalnih kabela i duljina kabela, te broja i duljina cijevi razvoda zraka uništenja i oštećenja sekundarne opreme zahtijevaju dugotrajnu detektažu i sanaciju.

2.3.3. Uništenja i oštećenja gradjevinskih elemenata objekta

Ratna razaranja zahvatila su brojne gradjevinske elemente u objektu: zgrade (krov, fasada, stakla), prometnice u postrojenju, plato, kabelski kanali, ograda, čelična konstrukcija prtala i aparata i sl.).

Posebno neugodna bila su oštećenja krovova i stakala čime je postojala velika opasnost od vlage i daljnjih uništenja opreme u zgradama.

Dio sanacija čeličnih konstrukcija aparata provizorno je saniran, a konačne sanacije - zamjene slijede.

3. SANACIJE POSLJEDICA RATNIH RAZARANJA

Sanacije posljedica ratnih razaranja transformatorskih stanica nakon napada navedenih u točki 2.1. ovog Pregleda obavljale su se ovisno o vremenu napada i uvjetima na terenu

- istog dana
- slijedećeg dana
- prvom mogućom prilikom u danima nakon havarije

Nakon obavljenog pregleda opsega razaranja i stupnja uništenja uredjaja i opreme u odnosnoj transformatorskoj stanici odredio se tijek radova za uspostavljanje pogonskog stanja neoštećenog dijela postrojenja i status objekta.

3.1. Pregled postrojenja

Pregledom postrojenja utvrdjen je točan opseg razaranja objekta i nužna oprema i radovi i mehanizacija potrebni za uspostavljanje pogonskog stanja objekta, dakle uključivanje napajanja s visokonaponske strane, transformacije i izvoda srednjeg napona. Pregledom postrojenja odredjen je status objekta iz točke 2.2. i opseg oštećenja iz točke 2.3. i re-

doslijed radova za čim prije uspostavljanje minimalnog pogonskog stanja.

3.2. Tijek sanacije transformatorskih stanica

Temeljem rezultata pregleda obavljene su organizacijske pripreme i pristupilo se sanaciji objekta po utvrdjenom redoslijedu, a u smislu kategorizacije iz točaka 2.2. i 2.3. ovog Pregleda.

U sanacije je u pravilu bilo uključeno više različitih grupa izvršilaca tako da su se različiti radovi obavljali istovremeno, a u ratnim uvjetima i s čestim uzbunama.

Sanacija havarije u prvom koraku predstavljalo je uspostavljanje minimalnog pogona, a daljnji tijek sanacije odredjen je u ovisnosti o uvjetima i mogućnostima.

Nakon uspostavljanja minimalnog pogona objekt je u statusu odredjenom u točki 2.2.

Primjeri sanacija:

Primjer 1.: Oštećeni energetski transformatori (kom 2) uništen jedan energetski transformator, oštećeni aparati u poljima i čelična konstrukcija aparata, oštećeni zračni razvod i potpuni gubitak zraka, prekid sabirnica: primarnih spojeva. Rezultat sanacije: Privremena eliminacija objekta iz sistema i uspostavljanje visokonaponskih provizorija izvan objekta, rasčišavanje objekta, popravak jednog učinskog transformatora, popravak i uspostavljanje zračnog razvoda, osposobljavanje vodnih polja i jednog transformatorskog polja, popravak sabirnica i primarnih spojeva, uključivanje objekta u visokonaponsku mrežu i transformacije.

U nastavku je obavljeno i uspostavljanje pogona drugog transformatora dok je treći uništen.

Primjer 2.: Oštećene sabirnice u vanjskom postrojenju, mjerni transformatori u dalekovodnom polju, rezervna polja u vanjskom postrojenju i spojno polje, gubitak zraka.

Rezultat sanacije: Popravak sabirnica zamjenom segmenata i provizornim spojem prekinutih i oštećenih vodiča, zamjena mjernih transformatora, sanacija razvoda zraka i signalnih kabela, uspostavljanje pogona bez spojnog polja.

3.3. Stanje transformatorskih stanica nakon sanacije

Nakon obavljene sanacije transformatorska stanica kategorizirana je kao što je navedeno u točki 2.2., i uslijedio je nastavak sanacije u ovisnosti o stupnju oštećenja objekta, opreme i uredjaja.

Obzirom na činjenicu da su prvom sanacijom obavljene najnužnije radnje za uspostavljanje minimalnog pogona s dosta improvizacija i provizorija jasno je da će konačna detaljna sanacija biti obavljena u mirnodopskim uvjetima sa ciljem da se uspostavi prvobitno pogonsko stanje gdje je to moguće.

Kako završetak nekih sanacija ovisi o završetku radova u tvornici jasno je da će se isto obaviti kada to dozvole uvjeti.

4. NAJČEŠĆI TIPOVI OŠTEĆENJA IZAZVANIH RATNIM RAZARANJIMA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

4.1. Oštećenja energetskog transformatora

U ratnim razaranjima u dosta slučajeva stradao je energetski transformator.

Sanacija je u ovisnosti o težini oštećenja obavljena u objektu, na licu mjesta, ili je otpremljen u tvornicu. Prilikom napada na objekt dosta čest slučaj bio je mehaničko oštećenje hladnjaka metalnim predmetom kojom prilikom je došlo do gubitka ulja i ispada transformatora iz pogona.

Sanacija se u slučaju ostalih neoštećenih elemenata transformatora obavljala:

- sanacijom oštećenja hladnjaka zavarivanjem i dolijevanjem potrebne količine ulja

- demontažom hladnjaka, dolijevanjem potrebne količine ulja i pogonom bez odnosnog dijela rashlade.

Uz pogonske probleme manipulacijom većim količinama ulja u ratnim uvjetima i razlijevanja ulja prilikom havarije, u ovom slučaju javio se i problem nemogućnosti evakuacije sakupljenog ulja u uljnoj jami i potreba da se nakon dolijevanja novog ulja uspostavi pogon.

U nekim objektima do ovakovih oštećenja i sanacija došlo je i više puta.

4.2. Oštećenja aparata u polju, sabirnica i spojeva, razvoda zraka i sekundarne opreme

Česta posljedica ratnih razaranja kao što je već navedeno bila su oštećenja i uništenja opreme navedene u naslovu.

Oštećenja aparata u poljima u ovisnosti o stupnju razaranja rješavalo se popravkom, zamjenom aparata (npr. iz susjednog polja, iz rezervnog polja, dopremom iz skladišta). Postolja aparata sanirala su se improvizacijom na licu mjesta i dovodjenjem u funkcionalno stanje uz eliminaciju estetske komponente.

Sanacija prekida sabirnica i oštećenja spojeva u poljima obavljala se zamjenom segmenata, privremenim spojevima, zamjenom izolatora itd.

Razvod zraka sanirao se potrebnim popravcima cjevovoda na licu mjesta, kao i komandni ormari u poljima i signalni kabeli.

U nekim slučajevima i izrazito nepovoljnim uvjetima pristupa objektu zbog mogućih ispada radijalno napajanog konzuma neki elementi jednostavno su eliminirani iz pogona (npr. VN kondezator čime je objekt ostao bez VF veze, ali je otklonjena mogućnost većih posljedica).

U slučajevima oštećenja aparata u rezervnim poljima nije se pristupilo sanaciji, a u kritičnim slučajevima spojno polje takodjer nije sanirano.

4.3. Oštećenja gradjevinskih elemenata u transformatorskim stanicama

Oštećenja gradjevinskih elemenata u transformatorskim stanicama obradjena su u točki 2.3.3. ovog Pregleda.

Uz spomenuto nužno je napomenuti da su se neke posljedice pojavile i naknadno (npr. rušenje stropa u prostoriji akumulatorskih baterija).

Moguće sanacije gradjevinskih elemenata obavljene su u okviru sanacije objekta, dok neke tek predstoje.

5. ODSTUPANJA OD PROPISA

U kritičnim situacijama i ugroženosti konzuma uslijed ratnih razaranja zbog kratkoće vremena i posebnih uvjeta zbog pogonskih potreba došlo je do odstupanja od propisa i to u slučajevima:

- pogon transformatora s napunjenom uljnom jamom (nemogućnost evakuacije)
- uspostavljanje provizornih spojeva bez običajne procedure (kratkoća vremena)
- izostanci pojedinih nivoa veza u objektu (PTT, VF, UKV)
- izostanak redovnog održavanja visokonaponske opreme
- odstupanje od običajnih pravila osiguravanja mjesta rada prilikom sanacije zbog nemogućnosti manipulacija (npr. manipulacija izlaznim rastavljačem s noževima za uzemljenje) i sl.

6. SMJERNICE ZA OBNOVU UNIŠTENIH I OŠTEĆENIH TRANSFORMATORSKIH STANICA

Iz navedenog u točki 3. vidljivo je da su postavljene osnovne smjernice za obnovu uništenih i oštećenih transformatorskih stanica, koje se ukratko mogu rezimirati uspostavljanjem stanja prije ratnih razaranja. U tom smjeru u tijeku su i odredjene dugotrajne radnje u objektima.

Obzirom na kategorizaciju objekata iz točke 2.2. smjernice se mogu svesti na slijedeće:

- Pristup i sanacija momentalno nedostupnog objekta
- Sanacija objekta uništenih i oštećenih koji su van pogona (mnoge su aktivnosti pri završetku)
- Sanacije dosta oštećenih objekata koji su u pogonu sa ciljem da uklone provizorije i improvizacije i objekt dovede u prvobitno stanje
- Postupna sanacija manje oštećenih objekata putem redovnog održavanja uz napomenu da su ovo sanacije najnižeg prioriteta.

7. Z A K L J U Č A K

Za vrijeme trajanja ratnih razaranja došlo je do razaranja velikog broja transformatorskih stanica. Posljedice ratnih razaranja su uništenja i oštećenja opreme, uredjaja i gradjevinskih elemenata, i objekti s odredjenim stupnjem raspoloživosti elemenata postrojenja. Neke od posljedica sanirane su odmah čime je uspostavljen privremeni pogon, a neke sanacije još uvijek traju.

Navedeni su primjeri tijeka sanacije havarije, te najčešći tipovi oštećenja u objektima.

Zbog posebnih uvjeta razumljiva su odstupanja od propisa, a smjernice za obnovu u dijelu su odredjene već ranije započetim radnjama sanacija čije je cilj uspostavljanje prvobitnog stanja.

Zagreb, 24.04.1992.

ŠEF ODJELA ODRŽAVANJA:

(Miroslav Mesić,dipl.ing.el.)

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 3

DEFINITIVNA OBNOVA

Voditelj: Josip Šuste, dipl.ing.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME - CIGRE
Z A G R E B, Berislavićeva 6

STRUČNA KONZULTACIJA: OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE
PREFERENCIJALNA TEMA: DEFINITIVNA OBNOVA
Z A G R E B

Dr. Radovan MILOŠEVIĆ, dipl. inž.
Darko HUZANIĆ, dipl.inž.
"KONČAR-Električni aparati srednjeg napona"
Zagreb, Borongajska b.b.

Hrvoje MIKIĆ-HERCEG, dipl. inž.
"KONČAR-Institut za elektrotehniku"
Zagreb, Baštijanova b.b.

VAKUUMSKI PREKIDAČI SREDNJEG NAPONA ZA DISTRIBUCIJU SERIJE "VD"

1. O P Ć E N I T O

Nakon burnog razvoja u zadnjih tridesetak godina danas je vakuumska sklopna tehnika dominantna tehnika prekidanja struje na srednjem naponu u svijetu. Razlog je taj što su vakuumski sklopni aparati po tehničkim karakteristikama, po svojoj električnoj i mehaničkoj trajnosti od više tisuća sklapanja t.j. po svojoj pouzdanosti, te troškovima održavanja superiorni u odnosu na nevakuumske aparate (SF_6, malouljni i sl.).

Danas moderni vakuumski aparati zadovoljavaju u potpunosti i najoštrije zahtjeve koje različiti pogonski uvjeti pred njih postavljaju. Zbog svojih odlika vakuumski prekidači se redovito primjenjuju u najtežim uvjetima eksploatacije kao što su industrija, rudarstvo, elektrane, transport i dr.

Jedina prepreka široj primjeni vakuumskih prekidača u distribuciji je njihova cijena koja je višestruko veća u odnosu na u nas najbrojnije malouljne prekidače, a razlog je visoka cijena vakuumskih prekidnih komora.

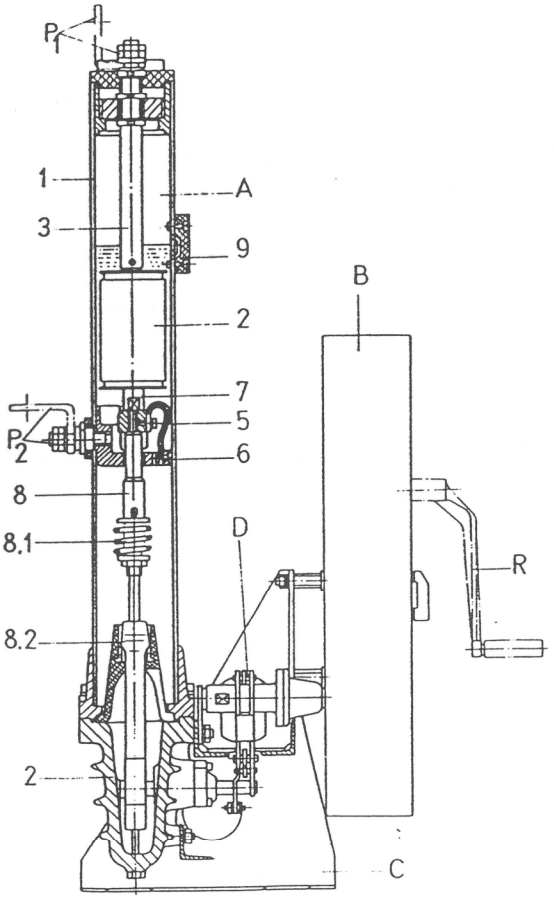
Međutim, razvoj vakuumskih prekidnih komora je nakon svladavanja osnovnih tehničkih i tehnoloških problema krenuo u dva smjera. S jedne strane razvijaju se komore visokih karakteristika

(i cijene) t.j. velike prekidne moći (iznad 50 kA) i velike električne i mehaničke trajnosti od više desetaka tisuća sklapanja koje se primjenjuju u pogonima gdje konvencionalne tehnike sklapanja ne zadovoljavaju. S druge strane razvijaju se jeftinije komore koje su po svojim karakteristikama prikladne za masovniju primjenu u distribuciji, gdje se u pravilu ne traže veće prekidne moći ili velika učestalost sklapanja.

Na bazi ovakvih prekidnih komora u kratkom roku su razvijeni i u proizvodnji u poduzeću "KONČAR-Električni aparati srednjeg napona" osvojeni vakuumski prekidači za distribuciju serije "VD".

2. O P I S

Konstrukcijska shema prekidača serije "VD" i osnovne tehničke karakteristike su prikazani na slici 1.



- nazivni napon 12; 17.5; 24 kV
- nazivma prekidna moć 16 kA
- nazivna struja 630 A

Slika 1- Konstrukcijska shema vakuumskog prekidača za distribuciju

Za korisnika su prekidači "VD" identični standardnim Končarevim malouljnim prekidačima serije M(2M) koji se već dugi niz godina masovno primjenjuju u distribuciji.

Polovi prekidača (A) sa priključcima (P1 i P2) se ne razlikuju po vanjskom izgledu od polova malouljnih prekidača. U polovima se nalaze vakuumske komore (2) uronjene u ulje. Kako se ulje ovdje koristi samo kao medij za izolaciju, tijekom prekidanja struje

nema ispuha uljnih para ni opasnosti od eksplozije, a otpada i potreba mjenjanja istrošenog ulja što su glavne mane malouljnih prekidača. Isto tako, zbog prekidanja struje u vakuumskoj komori koja ima veliku mehaničku i električnu trajnost otpada potreba za godišnjim revizijama unutrašnjosti polova t.j. za pregledom i zamjenom kontakata ili lučnih komora.

Pogonski mehanizam (B) je standardni, u proizvodnji osvojeni i u praksi provjereni mehanizam M3 malouljnih prekidača kojemu su tijekom dugogodišnje proizvodnje otklonjeni svi nedostaci uočeni u eksploataciji. Važno je naglasiti da su sklopne energije ovog mehanizma u odnosu na malouljne prekidače znatno niže, primjerene sklapanju u vakuumu, što mu garantira veću trajnost i pouzdanost.

Postolje (C) identično je postolju malouljnih prekidača serije M(2M) isto kao i upravljački krugovi i prigradnje (primarni, sekundarni, podnaponski okidači i sl.).

3. Z A K L J U č A K

Vakuumski prekidači serije "VD" mogu bez ikakvih dodatnih radova i troškova u postrojenju zamjeniti malouljne prekidače serije M(2M), bilo da se radi o fiksnoj ugradnji ili izvlačivoj izvedbi.

Razvijeni su i osvojeni na bazi dugogodišnjeg iskustva na razvoju i u proizvodnji malouljnih i vakuumskih prekidača te iskustva iz prakse.

Uz općepoznate odlike vakuumske sklopne tehnike cijena prekidača serije "VD" se na taj način približila cijeni malouljnih prekidača. Ako se još uzmu u obzir bitno smanjenje troškova održavanja, povećana trajnost, bolja prihvatljivost s ekološkog aspekta primjena ovih prekidača je u svakom pogledu opravdana.

U trenutku kada je u uvjetima osiromašene privrede obnova EES primarni zadatak sugeriramo zamjenu dotrajalih i oštećenih malouljnih prekidača vakuumskim prekidačima serije "VD" pri čemu prioritete treba odrediti prema značaju pojedinog pogona u EES.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME

STRUČNA KONZULTACIJA "OBNOVA I IZGRADNJA
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE"

Irena Radeka,dipl.ing.
Neven Lang-Kosić,dipl.ing.

HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA, DP ELEKTRA-Zagreb

D I S K U S I J A

uz preferencijalnu temu 3. - DEFINITIVNA OBNOVA,

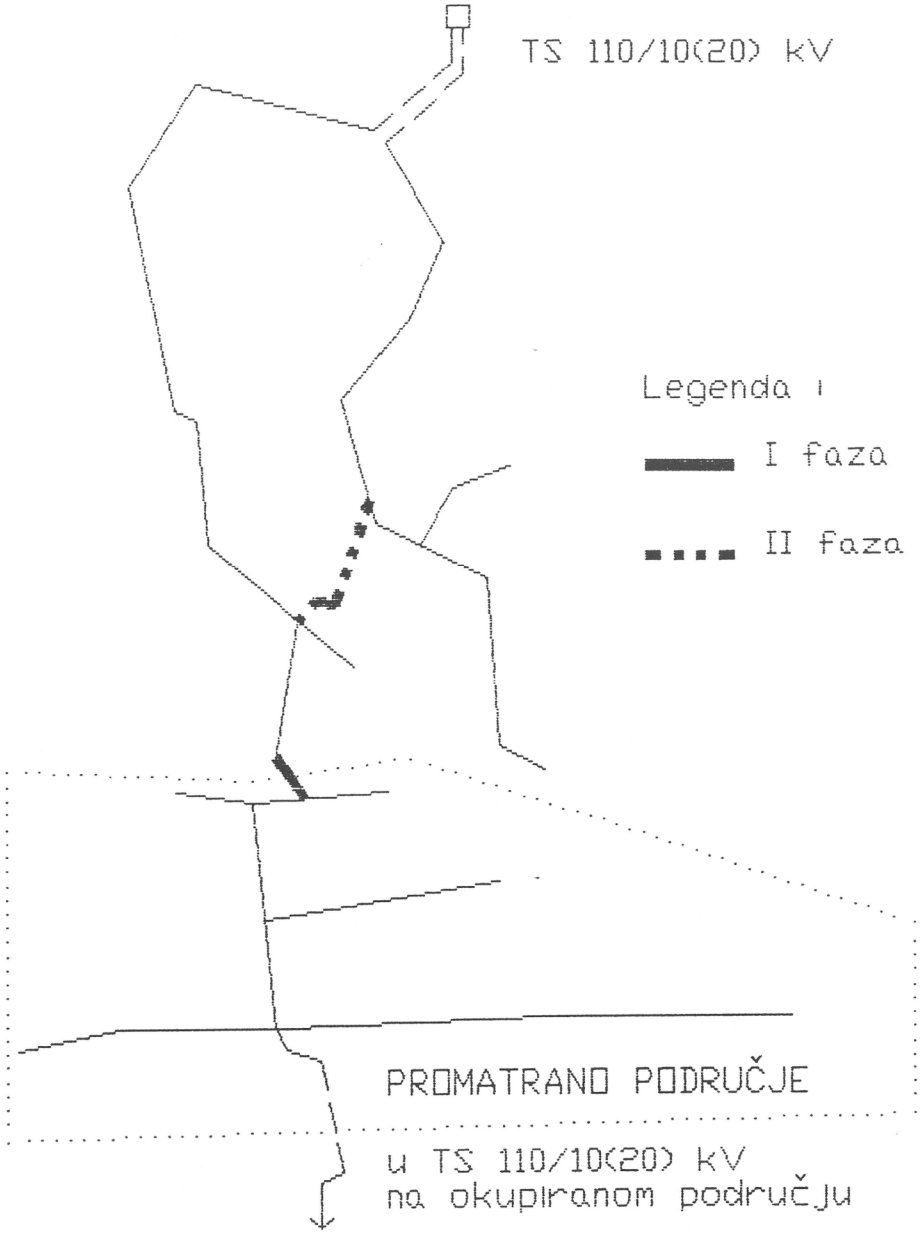
odnosno referat 2. STK 31 :

"Tretman sanacije ratnih šteta s obzirom na koncepciju dugoročnog razvoja distributivnih mreža"

Područje DP ELEKTRA-Zagreb, na sreću, ne spada u one dijelove Hrvatske koji su u većoj mjeri pogođeni ratom pa nema ni znatnijeg broja elektrodistribucijskih objekata i mreže koji su oštećeni. Iznimka je jedno prigradsko područje koje spada u ratnu zonu i preko kojega ide linija fronte.

Promatrano područje napajalo se iz TS 110/10(20) kV koja se nalazi u trenutno okupiranom dijelu Hrvatske, pa se nakon okupacije moralo osigurati napajanje iz nekog drugog izvora. Najnužnije napajanje iz druge TS 110/10(20) kV ostvareno je hitnom izgradnjom 10 kV zračnog voda na drvenim stupovima, 3x35 mm² Al u dužini od 1,8 km čime je SN mreža promatranog područja spojena sa SN raspletom te trafostanice (I faza na sl. 1.). Taj je vod kasnije rekonstruiran u ZV 20 kV na čelično - rešetkastim stupovima, 3x95 mm² Al, a sagrađeno je još daljnjih 7 km voda istog tipa, što predstavlja konačno rješenje napajanja toga područja (II faza na sl.1.). Da bi se u budućnosti osigurala i mogućnost napajanja dijela područja susjednog DP (također unutar ratne zone i pod okupacijom), planirana je rekonstrukcija još 6 km postojećeg zračnog voda 10 kV na drvenim stupovima u 20 kV vod 3x95 mm² Al na čelično-rešetkastim stupovima čime bi se ujedno ostvario i kvalitan spoj sa postojećim 20 kV vodom prema pojnoj točki 110/10(20) kV na trenutno okupiranom području.

Promatrano područje još uvijek nije u cijelosti dostupno našim ekipama (ratna zona), pa se ne mogu ni točno utvrditi ukupne štete i potrebe za sanacijom. Sigurno je da je stradalo dosta niskonaponske mreže (srušeni drveni stupovi, iskidani vodiči i izolatori od šrapnela itd.), stradalo je i nekoliko trafostanica



Slika 1. Grubi shematski prikaz rješenja napajanja promatranog područja

10(20)/0,4 kV, a prilično je oštećena i poslovna zgrada ispostave. Trenutno se točno zna i planira sanacija u slijedećem opsegu :

- cca 30 km niskonaponske mreže ,
- 7 kom. stupnih TS 10(20)/0,4 kV i
- 6,2 km ZV 20 kV .

Osim toga područja, stradala je i jedna TS 10/0,4 kV blizu aerodroma od izravnog pogotka tenkovskom granatom, no ta je TS na sreću bila predviđena za ukidanje jer su izgrađene nove trafostanice za okolna naselja pa je na njih u kratkom roku prespojen sav konzum.

Najveće posljedice ratnog djelovanja, prema veličini područja koje je moglo biti obuhvaćeno, moglo je imati raketiranje TS 220/110 kV. Pri tom je napadu oštećen dio vodnih polja 110 kV pa je iz pogona ispala jedna važna TS 110/10(20) kV sa cijelim svojim konzumom. Ta se trafostanica napaja iz raketirane TS 220/110 kV preko dva 110 kV voda i nema mogućnosti napajanja iz drugog 110 kV izvora. Međutim, kako ipak postoji jedan povezni 10(20) kV vod prema SN mreži napajanoj iz susjedne TS 110/10(20) kV, omogućeno je najnužnije napajanje dijela konzuma koji je ispao iz pogona (policija, ambulante, krizni štab, vodovod - crpilišta i sl.) u ukupnom iznosu opterećenja od cca 3 MVA. Osim toga, kvar u TS 220/110 kV saniran je u roku od jednog dana pa nije bilo većih posljedica niti dužeg prekida isporuke električne energije potrošačima.

Iskustva sa sanacijom ratnih šteta na elektrodistributivnoj mreži i objektima DP ELEKTRA-Zagreb dovela su nas do slijedećih zaključaka, po našem mišljenju vrlo bitnih kako za koncepciju definitivne obnove mreže tako i za koncepciju dugoročnog razvoja distribucijske mreže u Hrvatskoj :

1. *Sve važnije trafostanice 110/X kV (gradskog karaktera) treba ubuduće planirati i graditi s mogućnošću napajanja iz dva različita 110 kV izvora. Kod obnove i rekonstrukcije ratom oštećenih trafostanica i vodova također o tome treba voditi računa ;*

2. *Između susjednih TS 110/X kV treba obavezno razvijati poveznu SN mrežu (gradska područja), odnosno nužne povezne SN vodove (prigradska područja) kako bi se osiguralo rezervno napajanje barem dijela konzuma u slučaju ispada iz pogona pojne točke.*

Činjenica je da je prijašnje ustrojstvo elektroprivrede, a pogotovo OOUR-izacija, pogodovalo izolaciji pojedinih područja, čak i relativno malih cjelina kao što su bili neki bivši OOUR-i. Takva su se područja zatvarala unutar sebe i samom distribucijskom mrežom i relativno su rijetki slučajevi postojanja srednjenaponskih vodova koji bi ih međusobno povezivali. Sada, naročito kad se radi na obnovi i sanaciji ratnih šteta, treba u HEP-u nastojati da se to ni u kom obliku ne ponovi, nego da se smišljenim planiranjem izgradnje srednjenaponske mreže međusobno povežu pojedini pogoni unutar DP, ali i susjedna distributivna područja. U tom se smislu u DP ELEKTRA-Zagreb već radi na poboljšanju povezivanja pogona preko SN mreže (izrađeni su projektni zadaci), a također će se i svi budući SN raspleti iz novih pojnih točaka 110/10(20) kV planirati u skladu s tim kriterijima.

Osim navedenog, vrlo je važna i mogućnost "otočnog" rada izvora, posebno onih manjih snaga koji su uključeni direktno u distribucijsku mrežu. To također znatno povećava sigurnost napajanja potrošača električnom energijom u slučajevima većih kvarova u široj mreži ili u slučajevima kao što su bile ove ratne prilike. Također bi trebalo razmotriti mogućnost korištenja direktne transformacije 110/10(20) kV unutar nekih prijenosnih objekata 400/110 kV kao rezervnih pojnih točaka za SN mrežu.

LUNG TOMISLAV,dipl.ing.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
ELEKTRA VINKOVCI, POGON VUKOVAR

3.03

OSNOVE ZA RAZRADU PROGRAMA PO PODGRUPAMA ZA PRIPREMU POVRATKA U VUKOVAR

Da bi moglo doći do jedinstvenog pristupa u razradi programa po podgrupama, bitno je dati zajedničku osnovu razrade za program svake podgrupe pojedinačno.

Za izradu kompletnog programa Grupe za energetiku formiraju se:

- *Grupa za energetiku*

u čijem sklopu će djelovati nekoliko timova i to:

- *Podgrupa za elektroenergetiku*
- *Podgrupa za energetiku plina*
- *Podgrupa za energetiku tekućih i krutih goriva.*

Ovim materijalom pokušat ću dati osnovne smjernice za rad i sadržaj programa svake podgrupe, kako bi materijali svih podgrupa predstavljali sumar energetskih potreba ovog područja, a spriječila bi se mogućnost preklapanja pokrivenosti energentima pojedinih područja, odnosno sumar bi pokazao realne potrebe energije ovog područja, kako po vrstama tako i po teritorijalnoj rasprostranjenosti. Prema tome zadatak svih podgrupa je da razrade energetsku problematiku za područje općine svaka iz svog područja, te da daju sve ostale elemente za realizaciju svog programa (materijal, ljudstvo, alat, vozila i ostalo) i to u dvije faze:

1. *faza I. - Nužni pogon*
2. *faza II. - Obnova i razvoj*

Osim toga što je neophodno razraditi energetski dio prema oformljenim podgrupama, isto tako je potrebno dati dinamičko rješenje realizacije u čemu mora biti obradjeno pitanje povratka kadrova neophodnog za izvršenje u pojedinim fazama kako nužnog pogona, tako isto obnove i razvoja (izgradnje). Nakon ovih općih napomena bio bi slobodan samo u najkraćim crtama dati osnove za razradu programa po podgrupama kako slijedi:

I/ Podgrupa za elektroenergetiku

Zadatak ove podgrupe je da razradi

- U fazi I - nužni pogon i snabdijevanje električnom energijom najvažnijih potrošača grada i sela općine Vukovar.

Ovdje moram posebno naglasiti da se mora predvidjeti da će snabdijevanje iz energetskog sustava biti nemoguće, a i da diesel agregati koje smo imali neće više biti tamo odnosno da će biti onesposobljeni. Ukoliko zateknemo pogonsko stanje od strane sadašnjeg distributera ova faza bi bila suvišna, no medjutim neophodno ju je razraditi.

Razradom se mora obuhvatiti:

- Vodovod
- PTT
- Mlin i pekara silos
- Bolnica
- Policija i po mogućnosti ostale društvene službe.

Nakon osposobljavanja za uključenje u elektroenergetski sustav neophodno je osposobiti za uključenje dijelove pogona, odnosno dijelove 10 i 0,4 kV mreže za:

- Borovo
- Vuteks
- Vupik
- Seoska i gradska domaćinstva.

U ovom drugom dijelu neophodna je koordinacija u dinamici realizacije zadataka sa koordinatorom za elektroenergetska postrojenja.

Općenito rečeno najvažnija je koordinacija u dinamici osposobljavanja i puštanja u rad postrojenja svih komunalnih službi i poduzeća, a tu su prvenstveno vodovod, ptt, Vupik, Borovo, Vuteks, te policija i ostale društvene službe.

- U fazi II - Obnova i razvoj treba da obuhvati u cijelosti sigurno i kvalitetno snabdijevanje prvenstveno svih vitalnih funkcija, zatim svih seoskih domaćinstava i grada te ostalih potrošača. Ovdje treba imati u vidu promjenu tehnologije rada u poduzećima, promjenu životnog standarda ljudi te radi toga i promjene u potrebama električne energije. Posebno treba razmotriti:

- Sigurnost napajanja

- Uvodjenje možda novog naponskog nivoa u srednje naponskoj mreži
- Potrebu povećanja broja 110 kV trafostanica na području kao i zatvaranje 110 kV mreže područja Vukovara u prsten
- Mogućnost i potrebu gradnje lokalnog izvora električne energije
- Gradnje zajedničkog kanala podzemnih instalacija
- Potrebu povećane sigurnosti i snabdijevanje električnom energijom sa diesel agregatima (vodovod, seoski vodovodi i ostali potrošači) kao što je to do sada bilo sa izvjesnim proširenjem.

II/ Podgrupa za energetiku plina

Glavni zadatak ove podrupe je rad na započetom poslu gradnje plinovoda Osijek - Vukovar, te nastavak gradnje plinovoda do Iloka, odnosno izrada dokumentacija za pokrivanje magistralnom plinskom mrežom čitavog područja općine Vukovar.

U nastavku treba iznači način da se riješi i sekundarna mreža za Vukovar, kako do najvažnijih potrošača, tako i za domaćinstva.

Nosioc ovih aktivnosti smatram u ovom momentu treba da bude INA--Naftaplin Zagreb, uz suradnju sa predstavnicima općine Vukovar i velikim potrošačima.

Ovom zadatku mora se posvetiti izuzetan značaj, jer plin kao novi energent na području omogućava siguran i brz razvoj područja kako energetski tako i tehnološki. Možda posebno treba napomenuti da smo mi značajno agrarno područje, te da je značajno da se razmotri proizvodnja umjetnih gnojiva, odnosno da se plin koristi i za tehnološke obrade, a ne samo kao energent.

Konačno upotreba plina kao toplinskog energenta rješava na našem području u većoj mjeri i ekološke probleme što na kraju nije beznačajno spomenuti.

III/ Podrupa za energetiku tekućih i krutih goriva

Podgrupa za energetiku tekućih i krutih goriva ima zadatak da:

- Utvrdi potrebe tekućih i krutih goriva svih potrošača na području općine Vukovar
- Osposobi i pusti u rad sve postojeće instalacije centralnog grijanja

- Utvrdi potrebu i mogućnost dovršenja To-TE Borovo
- Utvrdi utjecaj dolaska plina na područje, na količine tekućeg i krutog goriva.

U razmatranju zadatka ove podgrupe potrebno je posebnu pažnju posvetiti agroindustrijskom kompleksu odnosno njegovom budućem razvoju, jer smatram da u budućnosti agroindustrijki kompleks treba da bude osnova razvoja područja općine Vukovar.

U sklopu agroindustrijskog kompleksa nesmiju se zanemariti ni individualna gazdinstva, jer u dinamici razvoja oni predstavljaju značajnu stavku, a u brzini prihvatanja novih uvjeta rada i života smatram obzirom na mogućnost brzog prilagodjavanja da moraju imati prvenstvo.

Sigurno je da tradicija postrojenja i rada "Borova" i "Vuteksa" ne može biti prekunuta, no u kojem obimu i koji dijelovi će se obnoviti morati ćemo tražiti odgovor na drugom mjestu.

Za potrebe stanovništva za sela smatram da ne može doći do bitnih promjena, no medjutim za grad Vukovar biti će neophodno pribaviti mišljenje urbanista za eventualne izmjene, kako lokacija tako isto i broja stanovnika grada Vukovara.

Poseban problem su Toplane i njene instalacije u Borovu i Vukovaru, što će sigurno zahtiejvati poseban tretman posebno ako počinje ili je u toku sezona centralnog grijanja.

Lokalni izvor u izgradnji TO-TE Borovo, poznato je u kojoj je fazi izgradjenost ostavljena, no s obzirom na nove potrebe topline u budućoj obnovi i izgradnji kao i sigurnost napajanja kako prvenstveno toplinom, a zatim i električnom energijom treba problem sagledati sa svih aspekata.

Nadam se da sam u ovih nekoliko napomena dao najbitnije smjernice za izradu programa te omogućio da se olakša rad energetičara po povratku u Vukovar.

Zagreb, 13.03.1992.

S a s t a v i o:

Lung Tomislav, dipl.ing.

LUNG TOMISLAV, dipl.ing.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
ELEKTRA VINKOVCI, POGON VUKOVAR

3.04

OSNOVNE PRETPOSTAVKE NUŽNE ZA PRIPREMU POVRATKA U VUKOVAR - PROGRAM RADA GRUPE ZA ENERGETIKU -

U V O D

U sklopu priprema za povratak izgnanika na privremeno zaposjednuti teritorij općine Vukovar POVJERENIŠTVO OPĆINE VUKOVAR PRISTUPILO JE FORMIRANJU GRUPA ZA OŽIVLJAVANJE BITNIH FUNKCIJA TOG PODRUČJA. Jedna od grupa je i Grupa za energetiku, jer jedan od bitnih uvjeta je i priprema obima i organizacije osiguranja energetskih potreba tog područja.

Odmah na početku važno je naglasiti da pod područjem smatram grad Vukovar i Ilok, te sva sela općine Vukovar.

Iako će možda biti prejudicirano, ali moram naglasiti da možda po veličini energetskih potreba agrokompleks u društvenom vlasništvu pa i privatnom ne predstavlja značajnu stavku, ali za naše područje je od posebnog značaja te ćemo tome posvetiti posebnu pažnju.

CILJ PRIPREMA

Ako želimo organizirani povratak prognanika, smatramo da nam je dužnost osigurati egzistenciju ljudi na tom prostoru, a jedan, smatram od bitnih uvjeta egzistencije je zadovoljenje energetskih potreba.

Drugim riječima energetika treba da omogući oživljavanje prvo privatnih, a zatim i ostalih aktivnosti, a što podrazumijeva zapošljavanje aktivnog dijela stanovništva. Sa druge strane koliko je važno zadovoljiti energetske potrebe privrede, isto tako je važno zadovoljiti i energetske potrebe stanovništva.

Prema tome cilj priprema u ovoj radnoj grupi je da u momentu povratka u Vukovar ima jasno definiran program svojih aktivnosti kako u momentu nastupa, tako i u nastavku aktivnosti osiguranja energenata, kako po količinama tako i po sigurnosti isporuke.

POTREBNI ELEMENTI ZA DEFINIRANJE SADRŽAJA RADA GRUPE I ORGANIZACIJU REALIZACIJE AKTIVNOSTI

Da bi radna grupa mogla definirati sadržaj svog rada i sačiniti plan i program svojih aktivnosti, neophodno je utvrditi polazne elemente obnove, odnosno razvoja područja općine Vukovar i to u

- dijelu privrede i ostalih djelatnósti i
- dijelu stanovništva odnosno stanovanja.

Ovdje smatram da bi u odredjenoj dinamici obnove odnosno razvoja područja općine Vukovar bilo neophodno u odredjenim fazama i predvidivim rokovima, a svakako i predvidjenim lokacijama dati konačno vidjenje privrednih aktivnosti, jer posebno u elektroenergetici mora se imati podatak koje su krajnje potrebe električne energije privrede, a zatim i stanovništva.

Za privredu samo osvrt na nekoliko dosadašnjih radnih organizacija: VUPIK, BOROVO, VUTEKS, da li će oni doseći nivo svog razvoja i potreba energije prije ratnih razaranja i na kojim lokacijama.

Za potrebe stanovništva isto je pitanje kao za privredu, pogotovo kada se tiče elektro-energije.

Samo možda napomena - da li se neke lokacije stanovanja napušta i da li se neke nove lokacije otvaraju!

SADRŽAJ RADA RADNE GRUPE

Radna grupa za energetiku, kako joj i sam naziv kaže ima zadatak da sačini plan potreba i osigura dobavu svih energenata potrebnih za područje općine Vukovar.

Pod energentima smatramo:

1. Električna energija iz sistema HEP-a,
2. Energija plina putem plinovoda iz sistema INA-e,
3. Energija plina iz boca odnosno rezervoara,

4. Energija tekućih goriva,
5. Energija krutih goriva.

Za svaki od oblika energije neophodno će biti utvrdjivanje potreba:

- privrede i ostalih djelatnosti te
- stanovništva.

Kako sam već ranije napomenuo za gotovo sve oblike energije bitna je lokacija potrošnje.

Radna grupa koja će na osnovu dobivenih elemenata potreba dati rješenje dobave količina i puteva i načina sigurne opskrbe, bit će tako sastavljena da u cijelosti pokriva snabdjevanje odredjenom vrstom energije.

REALIZACIJA PREDHODNIH PREDUVJETA ZA POVRATAK U VUKOVAR I REALIZACIJA ZADAĆE RADNE GRUPE

Da bi mogli pristupiti povratku u Vukovar i realizaciji planiranih zadataka neophodno je po mom mišljenju realizirati slijedeće preduvjete:

1. osigurati siguran dolazak i boravak naših radnika na području općine Vukovar,
2. osigurati status naših radnika u odnosu na postojeće stanje rada i upravljanja kako sa elektroenergetskim tako i ostalim energetskim postrojenjima,
3. osigurati u drugoj fazi dolazak i smještaj obitelji radnika.

Osim navedenih preduvjeta ima i drugih, ali smatram za naš nastup da se ostalo može postepeno riješavati.

Z A K L J U Č C I

Iz svega do sada izloženog smatram da se mogu dati slijedeći

Z a k l j u č c i

1. Neophodno je posebnu brigu posvetiti energetici na ovom području, i to u cijelini kako je izloženo jer će pravilan pristup danas i realizacija sutra, omogućiti normalan život i daljnji razvoj općine Vukovar.

2. Za početak rada grupe za energetiku neophodno je odmah dati elemente odnosno podloge za definiranje potreba energije po vrstama i po lokacijama.

Ovaj prikaz mora biti dan odvojeno za:

- privredu,
- stanovništvo.

Uz saznanje, da se mora posebna pažnja posvetiti agrokompleksu, a u sklopu njega i našim selima.

3. Na kraju da bi mogli izvršiti zadaću koju će radna grupa u svom planu i po dinamici predložiti, neophodno je ostvariti preduvjete za povratak, vodeći posebnu brigu o ljudima, odnosno njihovoj sigurnost i pravima kao gradjana Republike Hrvatske.

U Zagrebu, 27.02.1992. godina

S A S T A V I O:

Lung Tomislav, dipl.ing.

MIHAJLO ABRAMOVIĆ, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

PRIPREMA SANACIJE TRANSFORMATORSKIH STANICA NAKON RATNIH OŠTEĆENJA

Tijekom ratnih razaradanja (do kraja mjeseca ožujka) na području Slavonije i Baranje koje pokriva svojim djelovanjem Elektroprijenos Osijek oštećeno je oko 50% transformatorskih stanica.

Na okupiranom dijelu istočne Slavonije i Baranje nedostupno nam je 24% trafostanica koje su vrlo vjerojatno na raznim nivoima oštećenja. Ako se uzme u obzir da na tom području imamo i trafostanicu prioriteta "1" po veličini i važnosti u prijenosnoj mreži onda je realno reći da je i izneseni postotak stvarno veći.

Kako je od sredine 1991. godine agresor pojačavao svoju rušilačka djelovanja i na elektroprivredne objekte tako je i raspoloživost kapaciteta u trafostanicama naročito u istočnoj Slavoniji, uslijed sve većih oštećenja bivala sve manja.

U cilju da se potrošačima osigura snabdijevanje električnom energijom rađeni su preventivni i privremeni zahvati na mreži i postrojenjima:

- Oblagani su energetski transformatori zaštitnim paletama opeke,
- Demontirana je neoštećena oprema iz trafostanica, koja uslijed ostalih oštećenja u postrojenju nije mogla biti u pogonu, a da i ona ne bude uništena,
- Uskladišten je dio rezervne opreme na širem području grada sve do odvoženja izvan područja ratnih operacija,
- Osiguravana jenabava i dobava rezervne opreme, proizašle iz potrebe dijela uništene opreme, na lokacije koje nisu bile pod neposrednom ratnom opasnošću,
- Rađena su privremena riješenja dalekovoda i transformacija.

Takvim pristupom uspjeli smo osigurati snabdijevanje potrošača električnom energijom na svim područjima koja smo kontrolirali bez višednevnih zastoja u ispravci.

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 3 (Definitivna obnova) na Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb,

U nadi da ratna razaranja neće dalje eskalirati i da ćemo doći u fazu da možemo pristupiti na za sada okupirana područja, potrebno je napraviti pripreme za sanaciju transformatorskih stanica od ratnih oštećenja i to za dvije kategorije takvih postojenja.

1. **Oštećene transformatorske stanice koje su pod našom kontrolom**

2. **Oštećene transformatorske stanice koje su sada nedostupne zbog okupacije**

1. Za prvu grupu transformatorskih stanica nužno je odrediti faze i prioritete sanacije:

   a) Osposobiti pojedine dijelove postrojenja koje paralelno s osposobljavanjem dalekovoda mogu relativno brzo u pogon (vodno polje, sistem sabirnica, 1 trafo itd.), a pojačavaju prijenosni sistem i osiguravaju snabdijevanje potrošača.

   b) Daljnja osposobljavanja postrojenja u cilju kvalitetnijeg povezivanja prijenosne mreže u cijelini, koristeći još uvijek privremena riješenja kao nadopune pogonske spremnosti sistema.

   c) Potpuna sanacija postrojenja u cijelini.

   Za ostvarivanje ovih faza radova na sanaciji potrebno je:

   - Imenovati odgovornu osobu i operativnu osobu za svaku transformatorsku stanicu,

   - Analizirati snimljeno stanje oštećenja transformatorske stanice,

   - Definirati prioritete i faze radova,

   - Osigurati dopremu raspoložive rezervne opreme i dijelova, te nabavku nedostajuće opreme i dijelova,

   - Osigurati potrebnu mehanizaciju za vodove,

   - Definirati mogućnost i potrebu supstitucije oštećene opreme realtivno brzom prilagodbom na novu opremu (npr. pneumatski prekidač - SF_6 prekidač).

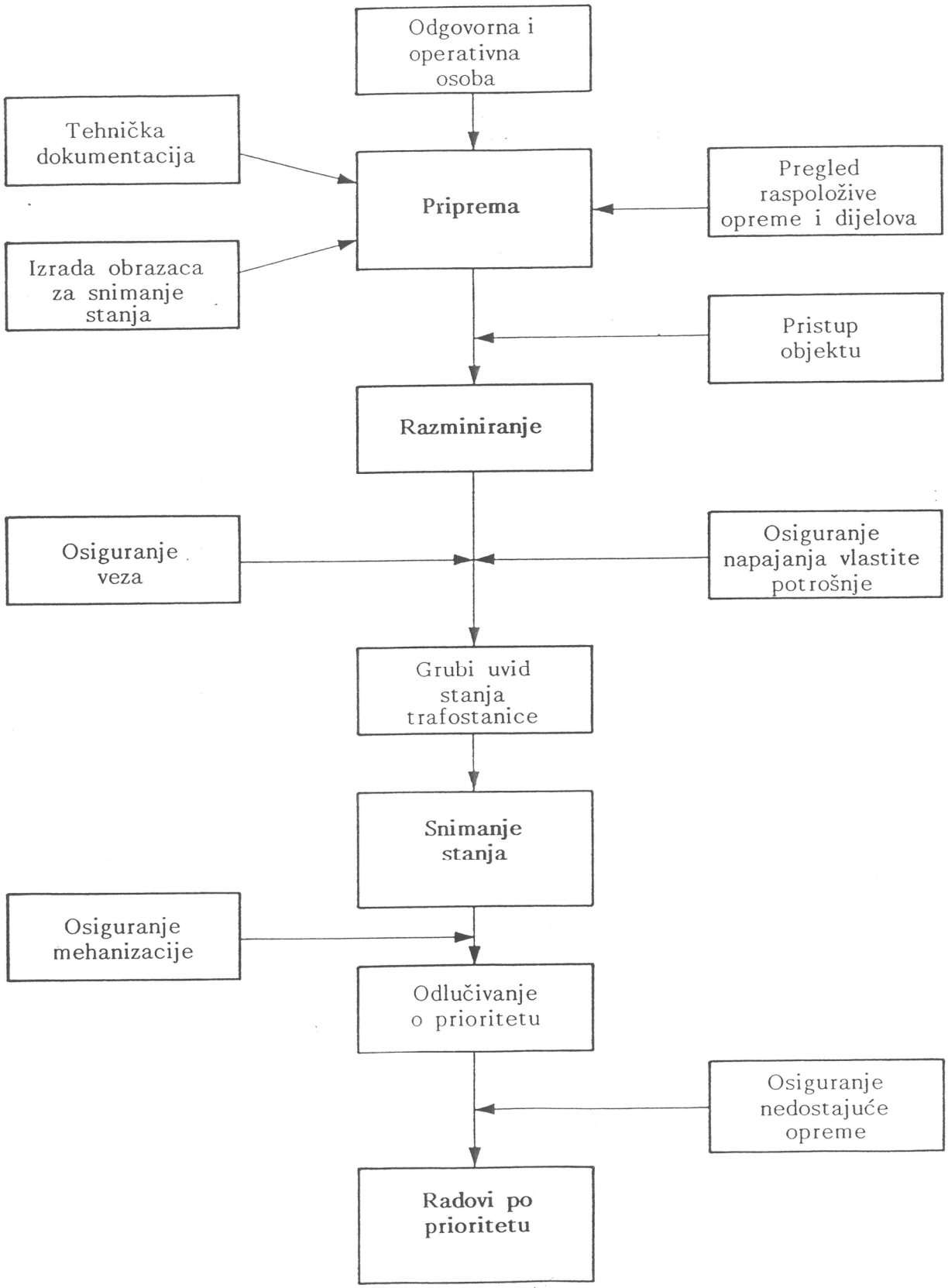
2. Za grupu transformatorskih stanica koje su sada nedostupne, vrlo je teško praktično nemoguće utvrditi stvarno stanje oštećenja, Iz tog razloga potrebno je

do trenutka fizičkog pristupa na te lokacije napraviti plan aktivnosti i izvršiti moguće predradnje s ciljem da se što više skrati vrijeme od pristupa u transformatorsku stanicu do mogućeg izvođenja radova u njima.

Obzirom da ti objekti nisu pod našom kontrolom, mora se voditi računa i o mogućnosti da su ta postrojenja minirana i svakako pristupom na te lokacije treba izvršiti potrebne provjere.

U prilogu je dat pregled glavnih aktivnosti i radnji koje slijede prije početka sanacije.

Prilog: Pregled aktivnosti za transformatorske stanice koje su sada nedostupne



HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
DIREKCIJA ZA PROIZVODNJU - SEKTOR ZA HE
POGON HE "DUBROVNIK" - DUBROVNIK

BOROJEVIĆ JOVO, dipl.ing.

HE "DUBROVNIK" - OŠTEĆENJA TIJEKOM RATA I DEFINITIVNI POPRAVAK

HE "Dubrovnik" je derivaciona podzemna elektrana sa glavnim objektima snage 2x108 MW (turbine, generatori, transformatori, uljni kabeli) smješteni u podzemnim prostorima.

Ona je dio sustava Hidroelektrana na Trebišnjici i preradjuje vode Trebišnjice prema moru.

HE "Dubrovnik" je vlasništvo Hrvatske elektroprivrede , a energija proizvedena na objektima Hidroelektrana Trebišnjica I faza (HE Trebinje I i HE "Dubrovnik") se dijeli 78:22 % BiH i Hrvatskoj. Elektrana je smještena u blizini naselja Plat.

Izvan podzemlja se nalaze objekti Izvoda 220 kV (kabelske glave 220 kV, malouljni prekidači, rastavljači i naponski transformator).

Dva dalekovoda 220 kV povezuju HE "Dubrovnik" sa rasklopnim postrojenjem u Mokrom polju kraj Trebinja.

Početkom rata na Dubrovačkom području tj. okupacijom Konavala pa Cavtata linija fronte je došla do objekata hidroelektrane.

Već su 1.10.1991. godine objekti HE "Dubrovnik" napadnuti sa mora. Istog dana je i izgorjela šuma oko elektrane i u čitavoj Župi, a sa njom i 10 kV dalekovodi sa drvenim stupovima (napajanje iz Mlina područja Župe i napajanje pumpne stanice Robinzon iz Cavtata).Veliki broj žitelja Plata i Župe sklonio se u podzemne objekte hidroelektrane (cca 600 žitelja).

Zbog mnogih oštećenja objekata izvoda 220 kV i dalekovoda 1.10.1991. godine prestala je proizvodnja energije. Radio je samo jedan kućni agregat (1 MVA) za potrebe snabdijevanja elektrane energijom.

U periodu od 1.10. do 17.10.1991. godine to područje bilo je izloženo napadima jugoarmije i razaranjima. Približavanjem fronta elektrani žitelji koji su se sklonili u elektranu su transporterima prebačeni u Dubrovnik. Pošto je na tom području jedini izvor električne energije bio kućni agregat provizorno je položen 10 kV od elektrane do pumpne stanice Robinzon kako bi se mogla pumpat voda za Cavtat i Župu.

Grad Dubrovnik isto tako u tom periodu nema struje i vode, te se cisterne za snabdijevanje Dubrovnika pune u Župi sa hidranata Vodovoda. Zbog svega navedenog stalno smo održavali smjenu u elektrani i slali ekipe za održavanje. 17.10.1991. godine elektrana je okupirana i smjena zarobljena. U periodu od 1.10. do 17.10. 1991.godine nadzemni objekti hidroelektrane su bili izloženi razaranjima.

Konstatirana su slijedeća oštećenja na izvodima 220 kV:

IZVOD I

Na fazi "0"

- konstatirana su djelomična manja oštećenja izolatora kabelske glave
- djelomična manja oštećenja jedne kolone rastavljača.

Faza "4"

- konstatirana su djelomična manja oštećenja izolatora kabelske glave
- djelomična manja oštećenja izolatora prekidača

Faza "8"

- potpuno je izgorjela kabelska glava, oprema kabelske glave i kabel do prolaza u kabelski hodnik. Požar se nije proširio kroz kabelski hodnik i tunel u elektranu (u kojoj je tada borailo oko 600 ljudi - izbjeglica) samo zahvaljujući protupožarnoj barijeri postavljenoj na kabel u prolazu prema kabelskom hodniku
- potpuno je uništen pol prekidača na toj fazi
- potpuno je uništena izolaciona kolona rastavljača.

IZVOD II

Faza"0"

- pogodjen je kabel gelerom ispod kabelske glave (iscurilo ulje_

Faza "4"

- pogodjena izolaciona kolona prekidača gelerom - iscurilo ulje
- pggodjena komora za prekidanje luka gelerom - iscurilo ulje
- djelomična manja oštećenja jedne kolone rastavljača.

Faza "8"

- pogodjen izolator kabelske glave gelerom - iscurilo ulje

Oštećenje objekata vlastitog potroška, radiona, skladišta i voznog parka

Na objektima vlastitog potroška elektrane konstatirana su slijedeća oštećenja:

- oštećen transformator 35/10/0,4 kV za napajanje elektrane iz mreže 35 kV gelerima je probijen kotao transformatora i nekoliko hladionika, te je iscurilo ulje.
- minama i gelerima su oštećene fasade i krovne ploče objekata na ulazu u strojaru (kancelarije, 35 kV postrojenje, radione , skladišta)
- razbijeno je oko 1500 m² staklenih površina
- opljačkan alat iz alatnice i radiona
- djelomično opljačkana skladišta (uvid manjkova još nije konstatiran)

- iz vodznog parka u elektrani u Platu nestala su slijedeća vozila:
  kamion TAM - 1,5 tona, Combi Citroen i Zastava 101.

- opljačkan alat iz auto radione .

Pošto je područje Župe sa elektranom okupirano radnici HE "Dubrovnik" sve do 27.02.1992. godine nisu bili u elektrani. U periodu do 27.02.1992. godine od strane HE na Trebišnjici izvršeni su slijedeći popravci:

- popravljeni su prekidači i rastavljači na izvodima 220 kV
- ostakljene su sve prostorije vanjskih objekata,

Za popravak kabelskih glava potrebna je bila intervencija isporučioca kabela "Cables Cortaillod" - Švicarska.

Zbog obostranog interesa elektroprivreda Bosne i Hrvatske nakon dugotrajnih pregovora sa jugo vojskom dogovoreno je da se počne sa popravkom elektrane od strane radnika HE "Dubrovnik" i montera iz Švicarske. UZ velike ljudske probleme i rizike taj rad je započeo 27.02.1992. godine.

5.03.1992. godine Dubrovnik i elektranu su posjetili stručnjaci "Cables Cortaillod" radi uvidjaja oštećenja, materijala u skladištu i definiranja radova.

Monteri za kabelske glave su započeli rad 23.03.1992. godine. Glavni materijal za opravke kabelskih glava imali smo u skladištu kao rezervu.

Obradjene su kompletno dvije kabelske glave i montirani kabelski izvodi na tim glavama sa rezervnom opremom koju smo imali u skladištu. (izvod I - faza "8" i izvod II - faza "0") Pošto je faza "0" na izvodu I potpuno izgorjela potrebno je bilo izmijeniti i eksparzione posude.

Na izvodu II - faza "8" zamijenjen je oštećeni izolator kabelske glave.

Ostala oštećenja izolatora su sanirana dvokomponentnim metal kitom i aralditnim lakom.

rad na popravku kabelskih glava je završen 8.04.1992. godine.

Pošto je elektrana van pogona od 1.10.1991. godine u periodu od 27.02. do popravka kabelskih glava izvršeni su svi potrebni pregledi i potrebna ispitivanja opreme objekata hidroelektrane, radi stavljanja u redovnu proizvodnju.

Tehnički rukovoditelj:
Jovo Borojević, dipl.ing.

Dubrovnik, 9.04.1992.

Dr. Milan IVANOVIĆ
Elektrotehnički fakultet,
Osijek

EFIKASNOST KORIŠTENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE KAO KRITERIJ ZA SELEKTIVNU ELEKTROENERGETSKU POLITIKU[1]
- na primjeru industrije Slavonije i Baranje

Sažetak

U radu se analizira potrošnja električne energije u industriji na području slavonsko-baranjske regije po granama industrije u odnosu na broj zaposlenih, ostvareni prihod od prodaje proizvoda i izvoza. Izvršena je i uporedna analiza ove efikasnosti u odnosu na iste grane industrije Republike Hrvatske.Tako su dobijeni indikatori za selektivnu energetsku politiku u uvjetima ograničene (ratne i poratne) ospkrbe električnom energijom.

THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE INDUSTRY OF SLAVONIA AND BARANJA

Summary

In this treatise the efficiency of electricity consumption in different industrial branches of Slavonia and Baranja is analyzed in relation to the number of employees, product export and sale and compared with the electricity consumption efficiency of the same industrial branches in Republic Croatia. Thus the indicators for selective power policy under the conditions of limited electricity supply are created.

---

1 Diskusija povodom prezentiranja teme 3 - Definitivna obnova - na stručnoj konferenciji HK CIGRE "Obnova i razvoj EES Republike Hrvatske ", Zagreb

1. Uvodne napomene

* U Republici Hrvatskoj u protekloj deceniji malo se pažnje pridavalo analizi efikasnog korištenja energije.[2] Prvenstveno je razlog tome netržišna (socijalistička) privreda u kojoj su upravljanje energetskim resursima i dobava energije bili prvenstveno poslovi državnih poduzeća. Industrija i ostali korisnici energije nisu zbog toga (privrednog sistema) i politike cijena zainteresirani za efikasno korištenje energije (jer - skupu i neracionalno korištenu energiju ugrađivali su u cijenu svojih proizvoda,a bez opasnosti po svoj ekonomski interes). To je bio - i još uvijek je - značajan uzrok društvene i ekonomske neefikasnosti čega su posljedice niži standard života i inflacija u nas.

* Efikasnost korištenja energije u energetskim transformacijama i tehnološkim postupcima - gdje su važni parametri: izbor oblika energije, izbor tehnologije i regulacija procesa - izražava se stupnjem djelovanja. Pored ove, tehničke, efikasnosti korištenja energije važna je i ekonomska efikasnost korištenja energije koja analizira međuzavisnost društveno- ekonomskog izbora korištenja energije za privredne ili socijalne namjene..[3]

* Naša zemlja koristi dva do tri puta više energije po jedinicu društvenog proizvoda u odnosu na razvijene zemlje Evrope, a slična su kretanja i kod potrošnje električne energije -(slika 1, tabela 1)

* U ovom radu analizirat će se ekonomska efikasnost korištenja električne energije u industriji - po granama industrije na području slavonsko-baranjske regije [4]- a prema broju zaposlenih, prema ostvarenom prihodu od prodaje i izvoza proizvoda.

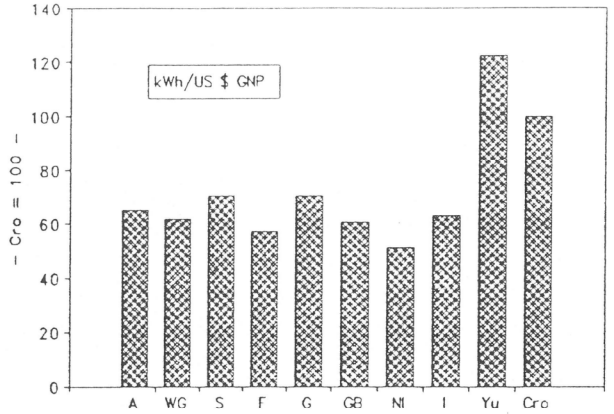


Tabela 1

ELECTRIČNA ENERGIJA I DRUŠTVENI PROIZVOD

Zemlja	1975	1980	1983	75'=100	H=10
Austrija	0.55	0.56	0.57	104.0	65.2
Z.Njemačka	0.52	0.53	0.54	104.1	61.9
Španjolska	0.49	0.61	...	124.9	70.5
Francuska	0.40	0.47	0.50	123.9	57.2
Grčka	0.47	0.55	0.62	130.0	70.6
V.Britanija	0.58	0.56	0.53	90.9	60.8
Nizozemska	0.42	0.44	...	104.8	51.2
Italija	0.50	0.53	0.55	109.8	63.3
Jugoslavija	0.85	0.93	1.07	125.4	122.0
Hrvatska	0.87	0.86	0.87	100,0	100,0

Izvor: lit. 9;

---

2 Među prvim radovima koju su ukazivali na potrebu ekonomskog promatranja energije s tržišnog aspekta ubrajamo i naše radove s početka i sredine osamdesetih godina (lit. 2,.3 i 4). Zastupani su stavovi o potrebi izgradnje indikatora ekonomske naravi kao osnovnih kriterija za selektivnu energetsku politiku. U Institutu za elektroprivredu Zagreb izrađena je (1987.g.) studija (lit 5) o efikasnosti korištenja energije u industriji Hrvatske, ali prema naturalnim pokazateljima proizvodnje za neke važnije grupe industrijskih proizvoda.

3 O tome opširnije - lit 5;

4 Područje regije Slavonija i Baranja obuhvaća područje 14 općina (..... $km^{2;}$) 980.000 stanovnika)

2. INDUSTRIJA SLAVONIJE I BARANJE

Od ukupno 36 industrijskih grana [5] u Slavoniji i Baranji zastupljeno je 26 - u kojima posluje 335 poduzeća sa preko 108 tisuća zaposlenih radnika. Industrija ove regije je tradicionalna, jer u ostvarenom društvenom proizvodu i zaposlenosti preovlađuju prehrambena, drvna i tekstilna industrija, metaloprerađivačka industrija te proizvodnja i prerada kože; tabela 2.

Prvih šest industrijskih grana zaspošljava preko 63 % od ukupno zaposlenih, realizira 55 % od ukupne prodaje, ostvari 61% posto izvoza industrije regije i potroši 39 % električne energije. Prvih šest grana rangiranih prema vrijednosti ostvarene prodaje utroši čak 46 % električne energije.

Industrija slavonsko-baranjske regije čini (1988.g.) preko trećine proizvodnje i zaposlenosti u slijedećim granama industrijae Hrvatske : 122, 124, 127, 128, 132, a u grani 129, daje oko 80 posto ove proizvodnje Republike.

Tabela 2

INDUSTRIJA SLAVONIJE I BARANJE

Ind.	Broj zaposl.	- % -	Prodaja (10^6 din).	- % -	Izvoz (10^6 din.)	- % -
101	3522	3.2	129248	2.1	0	0.0
104	196	0.2	294204	4.9	0	0.0
112	384	0.4	18161	0.3	204	0.0
113	11530	10.6	314898	5.2	46448	7.4
114	9873	9.1	387555	6.4	106425	17.0
115	3208	3.0	121472	2.0	18544	3.0
117	1315	1.2	51022	0.8	14180	2.3
118	813	0.7	75315	1.2	6202	1.0
119	2852	2.6	367826	6.1	13868	2.2
120	870	0.8	20866	0.3	0	0.0
121	5049	4.7	168447	2.8	3118	0.5
122	3325	3.1	157728	2.6	42248	6.8
123	11912	11.0	371184	6.1	114058	18.2
124	2386	2.2	340231	5.6	31106	5.0
125	3648	3.4	134983	2.2	24325	3.9
126	10141	9.4	222664	3.7	73053	11.7
127	927	0.9	108039	1.8	1056	0.2
128	11104	10.2	482634	8.0	72334	11.6
129	5537	5.1	322482	5.3	28036	4.5
130	14131	13.0	1529768	25.2	19538	3.1
131	1272	1.2	99037	1.6	249	0.0
132	977	0.9	217486	3.6	4475	0.7
133	436	0.4	18269	0.3	40	0.0
134	1597	1.5	36183	0.6	0	0.0
135	343	0.3	25791	0.4	213	0.0
139	1065	1.0	43773	0.7	5711	0.9
Ukupno	108413	100	6059266	100	625431	100

Izvor: lit.. 9;

---

5 Industrija se u Republici Hrvatskoj (prema postojećem statističkom sistemu, a u okviru Jedinstvene klasifikacije djelatnosri u Jugoslaviji) dijeli na 36 industrijskih grana. U radu će se uzeti u obzir samo one industrijske grane koje egzistiraju na području regije. U tabelama će se koristiti šifre umjesto naziva grana, a koje nazive ovdje dajemo:101=Elektroprivreda, 104=Proizvodnja nafte i plina, 112=Prerada nemetala, 113=Metaloprerađivačka, 114=Strojogradnja, 115=Proizvod. prometnih sredstava, 117=Proizvod. električnih aparata, 118= Proizvod. kemijskih proizvoda, 119=Prerada kemijskih proizvoda, 120=Proizvod. kamena,šljunka i pijeska, 121=Proizvod. građevinskog materijala, 122=Proizvod. drvene građe, 123= Proizvod. namještaja, 124= Proizvod. papira, 125=Proizvod. prediva i tkaina, 126=Proizvod. odjevne konfekcije, 127=Proizvod. kože, 128=Proizvod. obuće, 129=Prerada kaučuka, 130=Prehrambena indus- trija, 131= Proizvod. pića, 132= Proizvod. stočne hrane, 133=Proizvod. duhana, 134=Grafička industrija, 135= Pri- kupljanje i prerada sekundarnih sirovina, 139=Proizvod. raznovrsnih proizvoda

3. POTROŠNJA EL.ENERGIJE U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE

Potrošnja el.energije u industriji Slavonije i Baranje za razdoiblje 1976-1998. g. prikazana je slikom 2 (tab.6), a po industrijskim granama (1988.g) i prema tehnološkoj najmeni potrošnje (1986.g.) prikana je u tabelama 3 i 4. Potrošnja po zaposlenom prikazana je tabelom 5 i slikom 3

* Ukupna potrošnja el. energije u industriji regije u razdoblju 1976.-1998. g. ima vrlo visoku stopu rasta: 6,36 % prosječno godišnje..

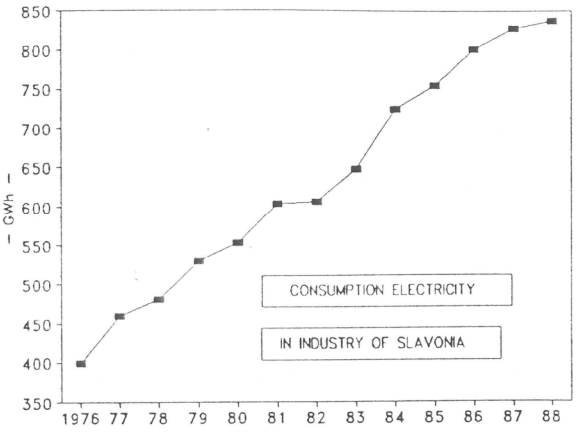


Tabela 3

POTROŠNJA EL. ENERGIJE U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE (1988)

Ind.	MWh	- % -	Rang
101	78764	9.5	5
104	11092	1.3	13
112	7265	0.9	16
113	81746	9.8	4
114	28805	3.5	8
115	5680	0.7	19
117	3400	0.4	23
118	4948	0.6	20
119	18355	2.2	10
120	6384	0.8	17
121	122377	14.7	3
122	17607	2.1	11
123	61542	7.4	6
124	134173	16.1	1
125	21628	2.6	9
126	10414	1.3	15
127	4320	0.5	21
128	14792	1.8	12
129	47319	5.7	7
130	125622	15.1	2
131	6214	0.7	18
132	10839	1.3	14
133	1189	0.1	25
134	3230	0.4	24
135	327	0.0	26
139	3758	0.5	22
Ukupno	831790	100	

Izvor: lit. 9

Tabela 4

POTROŠNJA EL. ENERGIJE U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE (1988)
- prerma tehnološkoj namjeni -

	Tehnološka namjena				
Ind.	Termika	El-liza	El.motori	Ostalo	Total
101	0.3	-	70.8	28.9	100
104	-	-	100.0	-	100
112	1.1	-	78.2	20.7	100
113	36.1	2.9	57.4	3.6	100
114	11.9	6.8	63.1	18.2	100
115	3.4	-	91.7	4.9	100
117	8.5	29.5	55.4	6.5	100
118	6.4	-	87.1	6.5	100
119	19.8	-	63.9	15.9	100
120	8.5	-	90.6	1.0	100
121	0.5	-	93.9	5.6	100
122	2.1	-	86.5	11.4	100
123	2.9	-	91.6	5.6	100
124	0.4	-	87.7	11.9	100
125	3.4	-	82.6	14.0	100
126	9.9	-	73.4	16.8	100
127	4.7	-	142.2	3.8	100
128	1.0	-	81.6	16.1	100
129	1.9	-	90.7	7.5	100
130	12.6	-	74.8	12.5	100
131	29.9	-	66.3	3.8	100
132	6.5	-	88.6	8.2	100
133	31.6	-	51.8	16.6	100
134	5.8	-	75.9	18.3	100
135	47.4	-		52.6	100
139	5.0	-	88.8	6.2	100
Ukupno	8.0	0.7	80.3	11.0	100

Izvor: lit. 9;

* Najveću potrošnju električne energije ostvaruju grane 124, 130 i 121; ove tri industrije utroše preko 46 % ukupne el. energije u industriji regije.

* Prema tehnološkoj namjeni najveći dio el.energije - 80,3 % - u industriji regije utroši se za pogon elektromotora, 11 % za rasvjetu i potrebe upravljanja procesima, 8 % za termičke svrhe i tek 0.7 % za elektrtolize.

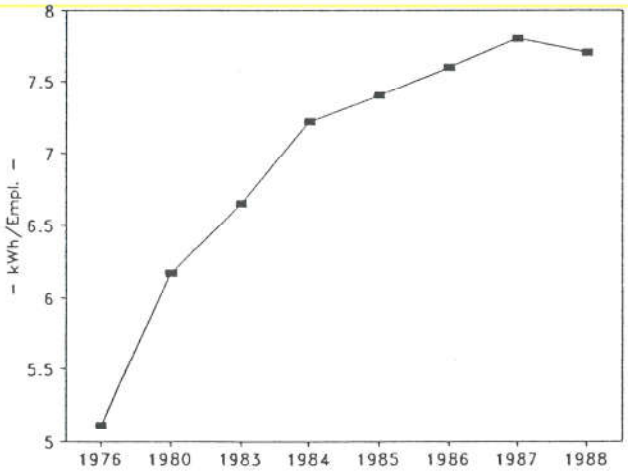
Potrošnja el.energije po zaposlenom u industriji slavonsko-baranjske regije (tabela 5) je u stalnom porastu: 1976 = 5,1 MWh po zaposlenom, a 1988. = 7.7 MWh. To je rezultat sve veće tehničke opremljenosti rada (prosjek industrije Republike Hrvatske = 8.9 mWh), a najveća, je potrošnja u industrijama 124 i 121 (54 i 265 MWh po zaposlenom),a najmanjau granama 126 i 135 (1 MWh po zaposlenom godišnje)

Tabela 5

POTROŠNJA EL.ENERGIJE PO ZAPOSLENOM U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE

Ind.	1976	1980	1983	1984	1985	1986	1987	1988
101	9.4	13.7	14.3	16.1	17.5	18.7	20.7	22.4
104	56.2	47.4	38.2	27.1	37.0	52.0	60.8	56.6
112	-	-	14.3	18.2	17.2	17.2	18.1	18.9
113	5.6	5.9	6.4	5.4	6.3	6.8	7.6	7.1
114	2.5	2.5	3.2	3.0	2.7	2.7	2.9	2.9
115	0.9	2.1	2.1	2.0	2.7	1.5	1.6	1.8
117	4.9	3.8	2.1	2.2	2.7	2.9	3.0	2.6
118	3.5	3.0	3.6	5.2	5.5	6.0	6.5	6.1
119	5.5	5.8	5.9	6.6	6.3	6.2	6.5	6.4
120	4.3	5.8	4.5	7.9	7.8	5.0	6.5	7.3
121	8.7	16.3	25.3	25.4	21.3	26.7	23.6	24.2
122	3.6	5.0	4.9	5.0	5.0	5.2	5.4	5.3
123	3.1	3.8	3.8	4.1	4.7	4.9	5.1	5.2
124	25.4	29.5	32.6	47.0	60.8	57.2	54.8	56.2
125	4.0	5.1	4.9	4.9	5.4	5.3	5.5	5.9
126	1.0	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
127	3.1	3.6	2.9	3.9	4.3	4.4	4.3	4.7
128	0.8	0.8	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3
129	5.7	7.5	6.5	7.0	7.3	8.4	9.5	8.5
130	8.4	9.6	8.8	10.0	10.4	9.5	9.3	8.9
131	5.3	6.7	6.3	6.0	6.0	5.0	4.5	4.9
132	7.6	10.3	11.4	12.2	12.6	12.3	10.7	11.1
133	2.8	3.2	2.9	4.3	4.2	3.1	3.0	2.7
134	2.3	2.9	2.5	1.8	1.5	1.6	1.8	2.0
135	-	-	-	0.0	1.3	0.8	1.3	1.0
139	2.0	2.5	2.6	2.5	2.6	3.0	3.1	3.5
	5.1	6.2	6.7	7.2	7.4	7.6	7.8	7.7

Izvor: lit 9;



4. EFIKASNOST KORIŠTENJA EL.ENERGIJE U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE

Rezultati analize efikasnosti korištenja električne energije u industriji slavonsko- baranjske regije prikazani su u tabelama 6 -8 i slikama 4 - 6;

* Iz tabele 6 uočavamo da je u razdoblju 1976. do 1988. najbrže rasla naturalna proizvodnja (indeks na bazu 1976= 100 iznosi 235), zatim utrošak električne energije (indeks 209.5), pa tek zaposlenost (indeks 138.8). No ovakav povoljan odnos efikasnog korištenja energije uslijedio je tek nakon 1986. godine do koje godine je bio veći porast el.energije od ostvarene proizvodnje (slika 4)

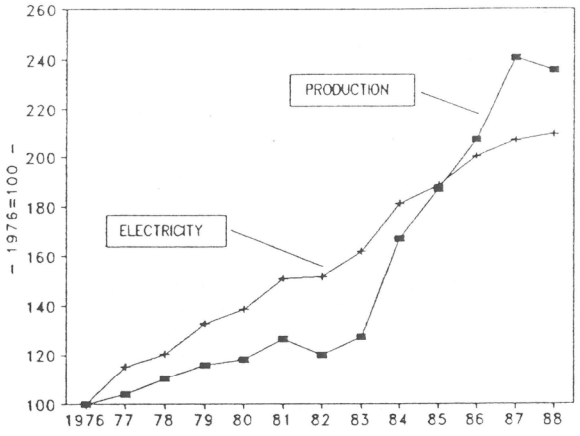


Tabela 6

INDIKATOR OF INDUSTRY SLAVONIA AND BARANJA

Year	Empl.	Index	Index Production	Electricity MWh	Index
1976	78114	100.0	100.0	399.4	100.0
1977	80972	103.7	104.0	459.2	115.0
1978	84433	108.1	110.2	480.3	120.2
1979	87500	112.0	115.7	529.7	132.6
1980	89694	114.8	118.0	553.1	138.5
1981	92814	118.8	126.4	602.6	150.9
1982	95316	122.0	120.0	605.2	151.5
1983	97231	124.5	127.2	646.2	161.8
1984	100015	128.0	166.7	722.1	180.8
1985	101746	130.3	186.6	752.9	188.5
1986	104716	134.1	207.1	799.8	200.3
1987	105592	135.2	240.3	826.7	207.0
1988	108413	138.8	235.5	836.8	209.5

Izvor: lit.9

Komparativna analiza kvalitativnih pokazatelja efikasnosti poslovanja kroz vremensku seriju pokazuje (tabela 7) da je 1984. godine industrija Slavonije bila nešto efikas- nija u ostvarenoj prodaji od industrije Hrvat- ske u odnosu na utrošenu el.eneriju (indeks 104), no 1988. godine ova je efikasnost u padu (indeks 93). Među važnijim industrijama regije značajno manju efikasnost od industrije Republike imaju grane 114, 124 i 130, manju efikasnost (koja je u daljnjem padu) ima grana 123 na razini hrvatske industrije je tek 1988. g. je grana 128, a samo grupacija 119 je po ovom indikatoru uspješnija od industrije RH (slika 5). Od ostalih industrijskih grupacija na području regije veća je efikasnost prodaje u odnosu na utrošenu el.energiju prema industriji Hrvatske ostvarena u granama 115, 118, 122, 125, 126, 127, 131 i 135;.

Realiziran izvoz proizvoda u odnosu na utrošenu el.energiju ukupne industtrije regije (tabela 8) značajno je veći - u odnosu na ovaj indikator hrvat- ske industrije - u 1984. godini (indeks 148), ali je 1988. godine značajno manji Iindek 65). Kod pojedinih induistrijskih grupacija izvoz u odnosu na utrošenu el.energiju je značajno veći kod grana 118, 125 i 132 . Međutim, kod svih važnijih industrija regije ova je efikasnot slabija (grane 114, 119, 123, 128, 130) osim kod grane 124. (slika 6).

Tabela 7

PRODAJA ROBE/UTROŠENA EL. ENERGIJA U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE

Hr = 100

	PRODAJA/EL/EN.	
Ind.	1984.	1988.
101	49.8	33.9
104	498.0	228.0
112	101.1	103.2
113	54.0	49.5
114	72.4	75.9
115	95.6	108.5
117	7.2	78.1
118	768.2	502.8
119	103.6	131.2
120	77.6	103.0
121	93.1	85.0
122	105.5	137.2
123	99.5	83.9
124	67.7	80.9
125	136.2	130.5
126	79.6	120.8
127	129.7	163.7
128	83.5	102.8
129	101.7	101.2
130	63.5	58.6
131	92.4	111.7
132	80.9	100.5
133	62.5	69.3
134	72.2	59.6
135	0.0	158.5
139	90.6	8.6
Ukupno	104.0	93.4

Izračunato iz lit. 9:

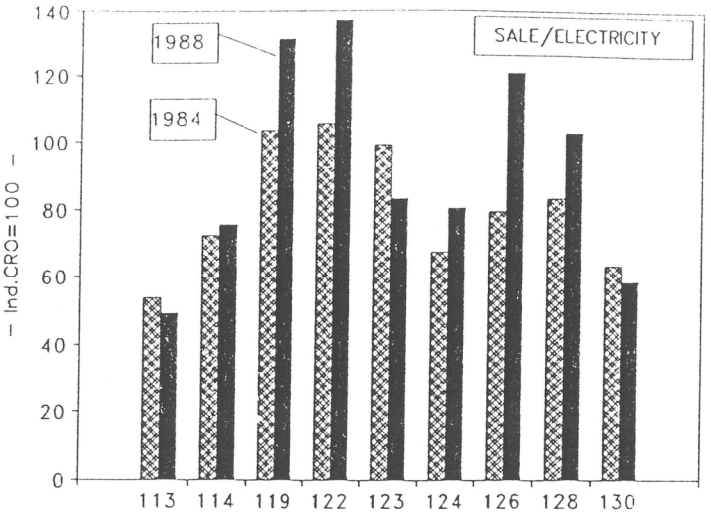


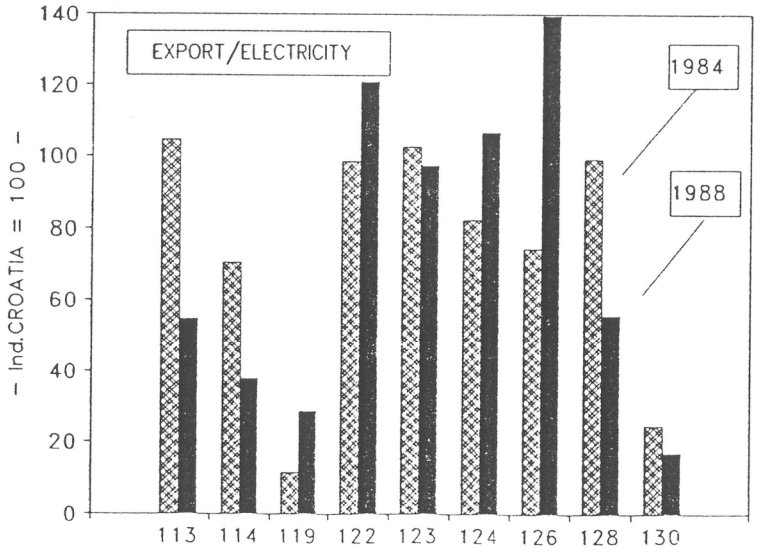
Tabela 8

IZVOZ ROBE/UTROŠENA EL. ENERGIJA U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE

Hr=100

		IZVOZ/EL./EN.
Ind.	1984.	1988.
101	0.0	0.0
104	0.0	0.0
112	160.1	11.6
113	104.5	54.7
114	70.5	37.7
115	243.3	104.7
117	52.7	99.1
118	316.2	164.9
119	11.3	28.5
120	0.0	0.0
121	2.0	17.7
122	98.5	121.0
123	102.7	97.4
124	82.4	106.8
125	172.8	151.6
126	74.5	139.5
127	28.7	144.5
128	99.5	55.9
129	107.6	80.8
130	24.6	17.0
131	6.1	7.1
132	203.9	200.1
133	71.1	5.4
134	0.0	0.0
135	0.0	23.1
139	136.9	156.5
Ukupno	148.6	65.5

Izracunato iz lit. 9;



5. Zaključak

1. Analizom je utvrđen model za ispitivanje društvene efikasnostri korištenja el. energije s obzirom na ostvarenu prodaju proizvoda, izvoz i utrošak el.energije po zapos lenom.

2. Utvđena su nepovoljna globalna kretanja efikasnosti korištenja el.energije u industriji slavonsko-baranjske regije u odnosu na naturalnu proizvodnju od 1976. do 1986. godine, nakon koje počinje razdoblje veće efikasnosti mjereno kroz veći rast proizvodnje od rasta utrošene el.energije.

3. U odnosu na industriju Hrvatske - industrija Slavonije i Baranje je 1984. godine bila nešto efikasnija u ostvarenoj prodaji u odnosu na utrošenu el.eneriju (indeks 104), no 1988. godine ova je efikasnost u padu (indeks 93). Najvažnije industrije regije imaju značajno manju efikasnost od industrije Republike .

4. Realiziran izvoz proizvoda u odnosu na utrošenu el.energiju ukupne industtrije regije značajno je veći - u odnosu na hrvatsku industriju - u 1984. godini (indeks 148), ali je 1988. godine značajno manji Iindek 65).

5. U uvjetima ograničene energetske opskrbe - ratna i poratna proizvodnja u Republici Hrvatskoj - ovim modelom ekonomsko-energetske analize moguće je državnim organima voditi selektivnu elektroenergetsku politiku.

6. Literatura

1.Ivanović, M **ZAKON VRIJEDNOSTI I POLITIKA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE U JUGOSLAVIJI**
Doktorska disertacija, Ekonomski fakultet,Osijek, 1990;

2.Ivanović, M." **PRILOG KONCEPCIJI ENERGETSKE POLTIKE NA PODRUČJU SLAVONIJE I BARANJE ZA RAZDOBLJE OD 1981. DO 1985. GODINE"**
/"Privreda",vol. , 10/ 1981; Osijek/.

3. Ivanović, M. **"ENERGIJA U DOMAĆINSTVIMA"**
/"Ekonomska politika" br.1746,. Beograd,16.09.1985/

4. Ivanović, M.
Kalea,M. **'EFIKASNOST KORIŠTENJA ELEKTRIČNE ENERGIJE U INDUSTRIJI SLAVONIJE I BARANJE"**
/VIII jugoslavensko savjetovanje o energiji, Opatija 1986./

5. Grupa autora **EFIKASNOST KORIŠTENJA ENERGIJE U INDUSTRIJI**
Institut za elektroprivredu, Zagreb, 1987.

6. * * * **ENERGY FOR A NEW CENTURY -The Europan perspektive -**
Working dokument No 13 - Energy outlook of the USSR and Eastern Europe
/Commission of the European Communities Directorate-Gerneral for Energy
Brussels,3-4 May 1990/

7.Ivanović, M." **ENERGETIKA NA PODRUČJU SLAVONIJE I BARANJE**
- Osnovne lionije razvoja do 2010. gfodine -
/"Privreda",vol. ,34,No4/ 1990; Osijek/.

8. Hankinson, G.A.
Rhys, J.M. **ELECTRICITY CONUMPTION, ELECTRICITY INTENSITY AND INDUSTRIAL STRUCTURE**
/Energy economics", Vol.5, No. 3.1983/

9. * * * **INDUSTRIJA** - godišnji izvještaj industrije (1976 - 1989);
RZS, Zagreb (1976-1989)

Mr. Mladen Abramović, dipl.ing.el.
Tomislav Jelić, dipl.ing.el.
"DALEKOVOD", Zagreb
Av. Vukovar 37

3.08

STK 22

NEKE IZVEDBENE MOGUĆNOSTI ZA BRZU SANACIJU RATNIH ŠTETA NA DALEKOVODIMA VISOKOG NAPONA I MREŽAMA SREDNJEG I NISKOG NAPONA

RAČUNSKI PROGRAMI ZA BRZU SANACIJU DALEKOVODA

1. UVOD

Izvanredne ratne okolnosti zahtjevaju hitne popravke i rekonstrukcije mreže dalekovoda u područjima zahvaćenim ratom. Upravo sada predstoji nužni popravci i kontrola dalekovoda u područjima iz kojih se povlači neprijatelj.

Zbog svega toga dan je prioritet izradi potrebnih programa za sanaciju dalekovoda koji bi se primjenjivali na terenu pomoću jeftinog programiranog kalkulatora.

2. BAZA PODATAKA

Kao baza podataka korištena je postojeća relaciona baza podataka "Dalekovoda" iz koje je načinjen potreban ispis svih neophodnih podataka o vodičima i zaštitnim užetima (cca 400 užeta). Slika 1. Ovi podaci o užetima služe direktno na terenu za sve proračune.

3. PROGRAMI

3.1. Program za proračun provjesa vodiča i zaštitnog užeta

Ovaj program daje za određeni tip vodiča i zaštitnog užeta i maksimalno zadano horizontalno naprezanje u ekstremnim klimatskim uvjetima (-5°C sa dodatnim teretom leda ili -20°C) provjes, dužinu užeta i naprezanje kod temperature montaže. To su istovrsni podaci tablici provjesa. Kod proračuna se uzima u obzir i utjecaj zateznih izolatorskih lanaca (ako postoje). Na kraju izvođenja programa na ekranu se pojavi grafički prikaz vodiča u rasponu.

3.2. Program za proračun skraćenja (produljenja) vodiča kod ispravke montiranog užeta

Ovaj program se koristi kad je poremećen provjes, a time i naprezanje u rasponu. Kod toga može doći i do pomaka ovjesišta tj. do promjene veličine raspona i visina ovjesišta uslijed pomaka nosnih izolatorskih lanaca. To se kod zadavanja ulaznih podataka uzima u obzir. Zbroj svih potrebnih skraćenja (ili produljenja) u svim rasponima određenog zateznog polja daje ukupnu veličinu za koju treba skratiti (ili produžiti) uže u tom zateznom polju.

3.3. Program za određivanje provjesa iz zenitnog kuta pomoću teodolita

Iz očitanja viziranog vertikalnog kuta sa mjesta u trasi vodiča dobiva se provjes vodiča uz sve ostale poznate veličine (visine ovjesišta i raspon).

3.4. Program za proračun kuta viziranja iz zadanog provjesa

Inverzni program 3.3.

3.5. Program za određivanje visine vodiča sa stajališta van trase voda - sa standardnim teodolitom

Mjerna letva se postavlja ispod vodiča i očitanjem na skali se dobivaju udaljenosti od instrumenta, a iz zenitnog kuta vodiča se dobiva visina vodiča iznad tla.

3.6. Program za određivanje visine vodiča sa stajališta van trase voda - sa autoredukcionim tahimetrom

Program analogan prethodnom, samo se direktno očitava horizontalna udaljenost mjerne letve.

4. ZAKLJUČAK

Ovi programi primjenjivali bi se kod svih dalekovoda u svim uvjetima i praktično trebaju olakšati i ubrzati kvalitetnu montažu.

PREGLED UŽETA

DATUM ISPISA: 8-APR-1992 STRANA: 1

OZNAKA STANDARDA - JUS N.C1.302

NAZIV UŽETA	Al	Al	Al	Al
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	16	25	35	50
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	15.89	24.25	34.36	48.36
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	5.100	6.300	7.500	9.000
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	0.0440	0.0670	0.0940	0.1330
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	60000	60000	60000	57000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00002300	0.00002300	0.00002300	0.00002300
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	60.0	60.0	60.0	60.0

NAZIV UŽETA	Al	Al	Al	Al
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	50	70	95	120
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	49.44	65.82	93.27	116.99
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	9.000	10.500	12.500	14.000
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	0.1350	0.1810	0.2560	0.3220
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	60000	57000	57000	57000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00002300	0.00002300	0.00002300	0.00002300
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	60.0	60.0	60.0	60.0

NAZIV UŽETA	Al	Al	Al	Al
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	150	185	240	300
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	147.11	181.62	242.54	299.43
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	15.700	17.500	20.200	22.500
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	0.4060	0.5010	0.6700	0.8270
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	57000	57000	55000	55000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00002300	0.00002300	0.00002300	0.00002300
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	60.0	60.0	60.0	60.0

NAZIV UŽETA	Al	Al
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	400	500
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	400.14	499.83
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	26.000	29.100
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	1.1050	1.3810
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	55000	55000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00002300	0.00002300
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	60.0	60.0

OZNAKA STANDARDA - JUS N.C1.351

NAZIV UŽETA	Al/Č	Al/Č	Al/Č	Al/Č
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	16/2.5	35/6	35/6	50/8
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	17.85	27.80	40.00	56.30
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	5.400	6.800	8.100	9.600
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	0.0620	0.0970	0.1400	0.1960
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	81000	81000	81000	81000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00001920	0.00001920	0.00001920	0.00001920
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	130.0	130.0	130.0	130.0

NAZIV UŽETA	Al/Č	Al/Č	Al/Č	Al/Č
NAZIVNI PRESJEK UŽETA	43/11	48/34	46/26	44/32
RAČ.PRESJEK UŽETA PREMA STAND.	71.20	71.90	72.20	75.70
PROMJER UŽETA PREMA STANDARDU	10.800	10.800	11.000	11.200
MASA KOMPL.UŽETA PREMA STAND.	0.2480	0.3220	0.3340	0.3720
MODUL ELAST.PREMA STANDARDU	81000	107000	107000	110000
TEMPERATURNI KOEFIC.ISTEZANJA	0.00001920	0.00001530	0.00001530	0.00001500
NORMALNO DOZVOLJENO NAPREZANJE	130.0	220.0	220.0	240.0

SLIKA 1

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 4

REVITALIZACIJA ELEKTRANA

Voditelj: Đuro Stanković, dipl.ing.

MILAN NOVAK, dipl.ing.
SABLJIĆ ESAD, dipl.ing.

HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
PODRUČNI ODJEL INŽINJERING
ZA HE "DUBROVNIK"

REVITALIZACIJA HE "DUBROVNIK"

SAŽETAK:

U okviru pripremnih radova za revitalizaciju koja, u konkretnom slučaju, uključuje i povećanje snage daju se, uz opće podatke o elektrani, dosadašnjem pogonu, i tehnički podaci glavne opreme i njenim mogućnostima za prihvatanje te snage. Pored toga dat je prikaz dosadašnjih nastojanja na revitalizaciji kao i efekata koji bi se mogli postići.

1. OPĆI PODACI O ELEKTRANI

HE "Dubrovnik" dio je sustava hidroelektrana na slivnom području rijeke Trebišnjice. Sustav je gradjen etapno. U prvoj etapi izgradjena je velika akumulacija "Bileća", korisne zapremine milijardu i sto miliona m^3, s maksimalnom kotom vode 400 m.n.m, uz branu "Grančarevo" izgradjena je pribranska HE Trebinje 1, snage 2x60 MVA, akumulacija za dnevno izravnavanje voda "Gorica" na koti 295 m.n.m. i HE "Dubrovnik" snage 2x120 MVA koja koristi taj pad do nivoa mora.
Gradnja HED započeta je 1959. godine, a puštena u pogon 1965. godine. Elektrana je projektirana i najvećim dijelom (gradjevinski) izgradjena za 4 agregata iste snage. U prvoj etapi instalirana su samo dva agregata nazivne snage 2x120 MVA/ 2x108 MW nazivne protoke 2x45 m^3/s na netto padu 272 m godišnje proizvodnje 1550 GWh (7350 sati korištenja punom snagom).

Prva faza izgradjena je kreditom OIF (opće investicionog fonda). Osnovna sredstva kao i energetski efekti prenesni su na Elektroprivrede Republika u odnosu teritorijalne pripadnosti osnovnih sredstava. Temeljem političkog dogovora jednostrano je i netočno utvrdjen omjer vlasnosti osnovnih sredstava, a time pravo na ukupnu proizvedenu energiju sustava I faze 78%: 22% , u korist Elektroprivrede BiH.

HE "Dubrovnik" s osnovnim sredstvima na teritoriju RH , od 1974. godine organizaciono je u sastavu HEP-a (Dio dovodnog tunela ukupne dužine 16 km, svijetlog promjera 6m, vodostan dva vertikalna tlačna cjevovoda, podzemna strojarnica, odvodni tunel do mora, zaštitni valobran sa lukom, vanjski objekti i RP 220 kV). Druga etapa izgradnje sustava vršena je isključivo sredstvima Elektroprivrede BiH na svom teritoriju i to: ugradnjom trećeg agregata u HE Trebinje 1 iste snage tj. 60 MVA, izgradnjom CHE Čapljina 2x240 MVA i izgradnjom pribranske (brana Gorica) elektrane HE Trebinje 2, 1x10 MVA. Voda iz akumulacije Gorica dovodi se do crpne HE Čapljina kanalom dugim 65 km, kapaciteta 45 m^3/s. Izgradnjom druge etape sustava promijenjen je režim rada HE "Dubrovnik". Režim rada ovisan je o potrebama EES BiH. Godišnja proizvodnja HE "Dubrovnik" smanjena je na cca 110 GWh. Utvrdjivanje prava HEP-a na energiju iz sustava prve faze postaje složeno i do danas nije pravilno riješeno. Godine 1987. dogovoreno je izmedju elektroprivreda da se pravo na energetske efekte zajedničke izgradnje prve faze utvrdi kao pravo na korištenje voda prirodnih protoka i volumena akumulacije prve faze što je jedno ispravno. Dogovor medjuim počiva na 40. godišnjem nizu prosječnih godišnjih protoka (1920/60) koji se ne ostvaruje. Neprecizno utvrdjeni kriterij smanjuje postotni udio prava HEP-a na energiju.

Neophodno je precizirati pravo HEP-a na korištenje prirodnih protoka i volumena akumulacije voda prve faze, ali prema veličinama realiziranim svake pojedine godine. To bi omogućilo korektno utvrdjivanje prava na energiju kao i ekonomiziranje sa korištenjem svog dijela vode iz sustava. Time bi i efekti promjene rotora turbine tj. povećanje proizvodnje i snage HE "Dubrovnik" u cijelosti bili mjerljivi i pripadali investitoru HEP.

1.1. TEHNIČKI PODACI OPREME

1.1.1 TURBINE

Postojeće turbine su proizvod firme Neyrpic, ugovorene su 1961. godine i imaju slijedeće ugovorene karakteristike: Brutto pad 295 m, netto pad 270 m. nazivni protok 45 m³/s, nazivna snaga 108 MW, nazivna brzina 300°/min, pobjeg 527°/min, specifični broj okretaja 90°/min (mkW), promjer rotora 2,3 m. Garantirano je da će se nazivna snaga pri datom padu postići uz korisnost od 91% i protoku od 44,7 m³/s. Garantirano je, dalje, da porast tlaka kod rasterećenja sa 100%-tnom snagom neće biti viši od 30% brutto pada, te da će porast brzine u istom slučaju biti manji od 30% nazivne.

Prijemnim ispitivanjima utvrdjeno je slijedeće:

garantirana snaga postignuta je uz korisnost od 86% tj. pri protoci 5% većoj od garantirane, izmjeren je porast tlaka od 19,6% odnosno porast brzine 21,6%.

Zakon zatvaranja sprovodnih lopatica je linearan a ukupno vrijeme zatvaranja kod isključenja tereta od 108 MW iznosilo je 2,6 +4 = 6,6 sek. Pored toga mjerenja su pokazala da se optimalna korisnost viša od garantirane (94%) postiže već kod 70% otvora (32,5 m³/s) te da zasićenje, kao posljedica visokog specifičnog protoka, nastaje već kod 80% otvora, pa je daljnje povećanje protoka praćeno naglim padom korisnosti.

Računajući s izgradnjom druge faze kada bi elektrana sa četiri agregata radila u području optimalnih, a ne maksimalnih snaga, usvojeni su faktori ponderiranja preferirali veće korisnosti pri manjim snagama (70-90% nazivne). Budući da je isporučilac pad korisnosti pri većim snagama kompenzirao porastom korisnosti pri manjim, nije se mogla primijeniti klauzula o odbijanju pa su rotori primljeni. Potrebno je spomenuti da su prijemn i kontrolna ispitivanja vršena sredinom 1966 i 1967. godine, kada se još uvijek očekivala izgradnja druge faze , koja bi praktički eliminirala uočene nedostatke rotora.

Kako iz poznatih razloga nije došlo do izgradnje druge faze instalirane turbine radile su sa visokom vremenom korištenja maksimalne snage. Ovakav režim rada koji traje blizu 27 godina ili preko 200 tisuća sati pogona imao je za posljedicu znatne gubitke energije i kavitaciona oštećenja na rotorima i difuzorima turbina.

Problem dobiva na težini razmatranjem protočnog trakta "nizvodno" od rotora. Po današnjim mjerilima trebalo bi da difuzor bude 1 m dublji . Prema dosadašnjem iskustvu može se reći da se, svake druge godine, zbog kavitacije, debljina lima difuzora prepolovi. Još veći problem od difuzora predstavlja račva na prelazu u odvodni tunel. Ista je "prekratka" pa značajno doprinosi još nepovoljnijem strujanju nakon izlaska vode iz difuzora,

Unatoč spomenutim ograničenjima očigledna je mogućnost povećanja snage turbine već samom promjenom geometrije lopatica. Zahvaljujući napretku u industriji turbina posljednjih decenija moguće je, bez značajnijih zahvata, povećanje izlaznog promjera rotora i na taj način još veće povećanje snage odnosno protoke.
Razumljivo je da bi modelska ispitivanja rotora trebalo raditi s modelom postojećeg difuzora. Sama račva, medjutim, ako se ne uzme u obzir njen limitirajući utjecaj, moglabi da kompromitira dobivene rezultate na modelu odnosno prototipu u slučaju znatnijeg povećanja protoka.

1.1.2. GENERATORI

Generatori su proizvodnje General Electric Co, USA, sa slijedećim osnovnim parametrima: Prividna snaga 120 MVA,napon 14,4 kV - 5%+10%, nazivni faktor snage 0,9, nazivna brzina 300°/min, pobjeg 527°/min, frekvencija 50 Hz. Provrt statora 5156 mm, visina paketa statora 2275, jednostrani zračni raspor 32 mm. Zamašni moment mD^2 = 4200 t m^2, oblik konstrukcije W 41 (DIN). Električne karakteristične veličine kao nerelevantne izostavljamo.

Generator je, prema tada važećim američkim standardima, konstruiran za trajni pogon s preopterećenjem od 10% nazivne snage, tj. 120 + 12 = 132 MVA, uz dozvoljeni porast zagrijanja od 5k.

Pored gornje rezerve postoje odredjene rezerve u sustavu hladjenja i ventilacije. U slučaju potrebe moguća je ugradnja prstena s ventilacionim lopaticama jer sada za ventilaciju služe samo istaknuti polovi rotora. Rezerva u rashladnom sustavu voda - zrak proistječe iz činjenice da su hladnjaci zraka proračunati za maksimalnu temeperaturu vode od 25°C , a rade trajno sa oko 14°C. Stoga su u dosadašnjem pogonu generatori radili sa znatnim prigušenjem rashladne vode, da bi se smanjila kondenzacija unutar generatora, kao i sa zagrijanjima znatno ispod dozvoljenih.

Za osnovne dijelove generatora moglo bi se istaknuti slijedeće:

- STATOR

kućište statora i aktivni dio zahvaljujući primijenjenim tehničkim rješenjima i izvedbi nisu u dosadašnjem radu uzrokovali nikakve probleme.
Sredinom ove godine generatori će imati iza sebe 27 godina pogona, te su , dakle, u fazi kada im je vijek trajanja blizu svom iskorištenju i kada treba očekivati češće kvarove pojedinih važnijih elemenata i , prema tome, pad pouzdanosti pogona. Ovo se, u prvom redu, odnosi na izolaciju namota statora. Prirodno je da bi vrijeme stajanja agregata zbog zamjene turbinskog rotora trebalo iskoristiti za zamjenu starog namota klase B sa novim klase F.

- ROTOR

Lamelirani rotor paketiran je u elektrani na zvijezdu rotora i zaklinjen na "ruke" zvijezde radijalnim klinovima u hladnom stanju. Polovi su pričvršćeni na lamelirani rotor pomoću lastinog repa i jednostranog uklinjenja. Garantirano je da će prva kritična brzina agregata biti najmanje 25% iznad brzine pobjega (527°/min) , garantirana su zagrijanja kao i da će vibracije biti manje ili jednake 25 mikrometara (jednostruka amplituda). Balansiranjem je postignut izuzetno miran hod generatora sa vibracijama 3-5 mikrometara.

Izolacija polnih namota počela je da zakazuje prije niza godina. Izvjestan broj polova popravljen je u razdobljima godišnjih remonta u elektrani kada je to, obzirom na prirodu kvara, bilo moguće . U suprotnom polovi su transportirani i preizolirani u tvornici "Končar - generatori". Očito je da bi problem preizoliranja polova trebalo rješavati cjelovito unutar rokova za zamjenu turbinskih rotora.

- UZBUDA I AUTOMATSKA REGULACIJA NAPONA

Uzbuda generatora sastoji se od glavnog istosmjernog uzbudnika - bez pomoćnog - na osovini generatora. Njegov uzbudni namot razdijeljen je na dvije paralelne grane izmedju kojih je mosnom spoju priključen amplidin velike snage (pogonski motor amplidina 44 KW). Na istoj osovini sloga pogonski motor - amplidin nalazi se visokofrekventni generator (210 Hz) za napajanje magnetskih pojačala.U uzbudnom krugu uzbudnika

spojen je otpornik s elektromotornim pogonom, kojim se napon može regulirati ručno, kao i udio amplidina u održavanju zadanog napona. Regulator je opremljen ograničenjem kapacitivne jalove struje, a naknadno je ugradjeno i ograničenje induktivne jalove struje. Oba "ograničenja" povećavaju stabilitet generatora u izvanrednim stanjima pogona.

Demagnetiziranje rotorskog kruga riješeno je efikasno, pomoću nelinearnih otpornika. Iz oscilografskih snimaka vidljivo je da je kod rasterećenja s nazivnom snagom maksimalni napon na uzbudnom namotu Ca 800 V, dok je ispitni napon polnog namota 3 kV, te da se 20%-tni napon statora postiže za 1,2 sek.
Uredjaji su robustne izvedbe i ne pokazuju znakove dotrajalosti. Osim toga izvjestan broj vitalnih rezervnih dijelova nalazi se u skladištu. Smatramo da zamjenu uzbudnog sustava sa suvremenom statičkom uzbudom i ARN nije neophodno povezati sazamjenom turbinskih rotora. Ovo tim prije što se zamjena može provesti tijekom redovnog remonta agregata, uz planirane pripreme, kada se za to steknu uvjeti. Ne treba posebno naglasiti da i u sistemu uzbude postoji dovoljna rezerva da se zadovlje povećani zahtjevi nakon zamjene rotora turbina.

- NOSEĆI I VODEĆI LEŽAJ

Kombinirani noseći i vodeći ležaj smješten je u gornjem križnom nosaču (zvijezdi) generatora. Radijalne sile u vrtnji prenose se direktno na kućište statora jer je vanjski plašt generatora izveden od čeličnog lima. Vertikalne sile prenose se, takodjer, preko statorskog kućišta i čelične obloge turbinskog šahta na ubetoniranu spiralu . čelična obloga turbinskog šahta obložena je betonom, zbog postizanja potrebne krutosti. Svi su ležaji samomazni s vodnim hladnjakom unutar ležajne posude. Na jednom agregatu izvršena je rekonstrukcija nosećeg ležaja na način da je hladnjak ulja smješten van ležajne posude. Istu rekonstrukciju trebalo bi izvesti i na drugom za vrijeme zamjene rotora.

Stacionarni segmenti nosećeg ležaja oslanjaju se na jake opruge koje amortiziraju vertikalne pomake u vrtnji. Ležajno zvono navučeno je na osovinu na vruće i zaklinjeno. U gornjem dijelu zvona smješteni su smaopodesivi segmenti gornjeg vodećeg ležaja. Donji vodeći ležaj generatora takodjer segmentne izvedbe nalazi se u donjem križnom nosaču koji se oslanja na čeličnu oblogu turbinskog šahta. Svi ležaji su solidne i masivne izvedbe što garantira njihovo dugotrajanje i pouzdanost u pogonu.

1.1.3. TRANSFORMATORI

Učinski blok transformatori 120 MVA, prenosnog odnosa 14,4/242 kV (2 proizvodnje SAVOISIENNE, + 1 proizvodnje KONČAR - TRANSFORMATORI) takodjer mogu prihvatiti povećanu snagu zbog zamjene turbinskih rotora. Zbog "visoke" transformacije i do sada su generatori radili sa faktorom snage bliskim jedinici. Pretpostavimo li porast snage turbine sa 108,5 na 118,9 MW i uzmemo u obzir gubitke u generatoru isti bi opterećen nazivnom snagom, dakle bez preopterećenja, imao faktor snage 0,96.

1.1.4. RP 220 kV

Budući da prihvaćena koncepcija napajanja električnom energijom konzumnog područja Dubrovnika obuhvaća izgradnju TS 220/110/35 kV, u neposrednoj blizini sadašnjeg RP 220 kV za HE "Dubrovnik", otpada potreba za zamjenom dotrajale visokonaponske opreme, odnosno problem VN opreme rješavat će se istodobno sa izgradnjom TS 220/110/35 kV.

2. KRONOLOGIJA DOSADAŠNJIH RADOVA NA REVITALIZACIJI

Prva nastojanja da se promijene rotori turbina i time poveća efikasnost korištenja HE "Dubrovnik" u uvjetima kako je HED korišten (preko 5000 sati /god rada sa maksimalnom snagom), počinju izdvajanjem HED iz poduzeća HE na Trebišnjici i realne procjene da izgradnja druge faze odnosno ugradnja još dva agregata nije u predvidivoj budućnosti. Tako je sredinom 1981, godine sa predstavnicima proizvodjača turbina , u Dubrovniku, razmotrena problematika dosadašnjeg pogona i postignut dogovor da NEYRPIC pošalje svoj prijedlog rješenja.

Slijedeće godine NEYRPIC je ponudio rotor istih dimenzija, promijenjene geometrije lopatica, s povećanom korisnosti u području većih snaga kao i zamjenu turbinskih regulatora.

U lipnju 1983. NEYRPIC je aktuelizirao svoju ponudu (financijski) nudeći rotor kojega je korisnost pri nazivnoj snazi (108 MW) 91%, pri 90% otvoru (97,4 MW) - 92,25%, odnosno pri 80% otvoru (86,4 MW) - 92,5% pri konstantnom padu 270 m. Novi rotor imao bi, dakle, podignutu i "razvučenu" krivulju korisnosti u području viših snaga, koje su ranije bile zapostavljene . Ovim rotorom praktički bi bile postignute garantirane vrijednosti iz ugovora , ali u poredjenju sa postojećim rotorom njegova korisnost viša je za 5%. NEYRPIC smatra da će povećanje proizvodnje biti veće od onog koje odgovara povećanju snage za 5% ali ga ne garantira.

Sredinom 1988. u gornju problematiku uključuje se i Turboinštitut iz Ljubljane nudeći rješenje s istim promjerom rotora uz višu korisnost od NEYRPIC - ovog rotora i , posebno atraktivno varijantno rješenje s povećanim promjerom rotora na izlazu sa 2,3 na 2,4 m uz, takodjer, promijenjenu geometriju. U "Analizi mogućnosti povećanja snage i proizvodnje energije ", koju je Turboinštitut izradio za HE "Dubrovnik" krajem 1988. godine varijanta s povećanim promjerom na izlazu nudi tako očigledne prednosti da se varijanta s dosadašnjim promjerom više ne razmatra . Prema spomenutoj "Analizi" stari rotor kod netto pada od 270 m radi s maksimalnom protokom od 47,7 m^3/s uz korisnost od 86% i snagu 108,5 MW. Kod istog protoka novi bi rotor imao korisnost 94,2% i snagu 118,9 MW odnosno 10,4 MW veću snagu. Dakle zamjena dosadašnjih rotora novim kod istog maksimalnog protoka povećava samo na račun korisnosti snagu agregata za 10,4 MW ili 9,6%, odnosno snagu elektrane za 20,8 MW.

Budući da novi rotor ima krivulju korisnosti pomaknutu prema većim protocima , optimum je kod protoka 45 m^3/s, dok je kod starog rotora 32,5 m^3/s. Za protoke manje od 37 m^3/s , što odgovara snazi od 94 MW , stari rotor ima veće korisnosti od novog.

Istina je da izmjena promjera rotora na izlazu zahtijeva promjenu brtvenog prstena kao i uloška u prvom dijelu difuzora. Kako su oba dijela demontažna, njihova promjena ne predstavlja problem, kako sa stanovišta cijene tako i montaže.

Konzorcij ELIN -ANDRITZ uključio se, takodjer, u akciju revitalizacije starijih hidroelektrana Hrvatske elektroprivrede. Nakon sastanka u Dubrovniku u listopadu 1990. godine poslao je svoju ponudu za revitalizaciju turbina i generatora u travnju 1991. godine. Pored potpuno novih generatora prividne snage 138 MVA ponuda obuhvaća zamjenu turbinskih rotora i regulatora brzine vrtnje . Turbinski rotori takodjer povećanog promjera na izlazu (2,4 m) nude se za netto pad 263,4 m , nazivni protok 52 m^3/s i maksimalni protok 55 m^3/s s pripadajućim snagama 126 odnosno 131,1 MW. Korisnost pri nazivnoj snazi iznosi 93,8%. Brzina pobjega povećana je u odnosu na sadašnju (527°/min) za 6,8%. Ponuda , nažalost, ne sadrži nikakvu argumentaciju za gornje efekte.

Sažmemo li razmatrane ponude uočljivo je slijedeće:

- NEYRPIC nudi rotor istog promjera koji "obećava" samo pomak krivulje korisnosti prema višim snagama ili , drugim riječima, protok odnosno snaga agregata se ne povećava nego se dosadašnji protok bolje iskorištava.

- TURBOINŠTITUT nudi rotor s povećanim izlaznim promjerom, koji takodjer pomiče krivulju korisnosti u "desno" tako da ima optimum kod dosadašnjeg nazivnog protoka od 45m³/s. Kod protoka od 47,7 m³/s rotor ima korisnost 94,2% i snagu 118,9 MW tj. novim rotorima dobiva se nova elektrana od 20 MW. Novi rotori imaju veću propusnu sposobnost i omogućavaju da kroz njih prodje 52m³/s,što rezultira smanjenjem netto pada od 270 m na 263,4 m , ali i povećanjem maksimalne snage turbine na 125,2 MW. U odnosu na stari rotor to bi bilo povećanje snage za 16,7 MW ili 33,4 MW na elektrani. Ovdje smo zanemarili nepovoljno strujanje u difuzoru i račvi koji predstavljaju glavnu prepreku povećanju protoka.

Budući smo iz dosadašnjeg pogona sigurni da hidraulički sistem i ostala oprema bez ikakvih intervencija prihvata protok od 47,7 m³/s , prijedlog Turboinštituta čini se realnim i u potpunom je suglasju sa principima revitalizacije. Povećanje protoka iznad navedenog, obzirom na probleme strujanja u difuzoru i račvi , biti će ispitano na modelu rotora sa postojećim difuzorom odnosno prototipu koji će definirati uticaj račve. Stoga je u analizi energetskih efekata uzeta u obzir samo protoka do 47,7 m³/s.

- ANDRITZ nudi rotor s povećanim izlaznim promjerom za znatno veću protoku (nazivna 52 odnosno maksimalna 55 m³/s s odgovarajućim snagama 126 odnosno 131,1 MW) koju postojeći hidraulički sustav uz spomenuta ograničenja i na osnovi dosadašnjeg iskustva, ne može prihvatiti. I kad hidraulički razlozi ne bi bili odlučujući, tako povećanje snage nije kompatibilno s ostalom opremom u "bloku" za čiju zamjenu nema ni tehničkog a još manjeg ekonomskog opravdanja.

3. EFEKTI REVITALIZACIJE

U svojoj ponudi Neyrpic navodi povećanje proizvodnje uslijed višeg stupnja korisnosti novih rotora od 48 GWh godišnje, odnosno procjenjuje povećanje proizvodnje korištenjem povećane snage (5%) na ukupno 82 GWh godišnje. Koje će povećanje proizvodnje biti garantirano odredit će modelska ispitivanja.

Naše analize na osnovi proizvodnje HE "Dubrovnik" za niz realnih proteklih godina, prije izgradnje HE Čapljina i bez povećanja snage, pokazuju da se sa novim turbinskim rotorima dobija godišnje povećanje proizvodnje od 120 GWh u vlažnoj , odnosno 94 GWh u prosječnoj godini. Nedostatak gornjih analiza leži u polaznim pretpostavkama, tj. da će elektrana raditi s velikim udjelom maksimalne snage (tj. 5000 sati sa 100%, 1500 sati sa 90% i 1500 sati sa 80% nazivne snage). U vrijeme kada su analize pravljene (1982 i 1983. godina) gornja pretpostavka bila je realna. U analizi povećanja proizvodnje Turboinštituta (1988. godina) pretpostavljen je režim pogona nastao nakon izgradnje HE Čapljina, tj. sa manjim udjelom maksimalne snage. Razmatrajući istu količinu vode po dva scenarija korištenja HE "Dubrovnik" dobija se povećanje proizvodnje oko 90 GWh godišnje.

Kao što je spomenuto u svim analizima nisu uzeti u obzir efekti povećanja protoka iznad 47,7 m^3/s , pa su iste konzervativne i na strani veće sigurnosti.

Pregledom ponuda slijedi da su za nabavku novih turbinskih rotora i regulatora brzine potrebna sredstva reda 5,3 miljuna DEM. Ovom iznosu treba dodati sredstva za transport, carinu i montažu. Prema našoj procjeni zastoj u proizvodnji agregata zbog zamjene rotora trajao bi oko tri mjeseca.

Investicijom se dobija dodatna snaga od 20 MW uz povećanju godišnju proizvodnju od cca 90 GWh. Usporedjujući sa snagom i energijom na koju HEP ima pravo iz sustava HE na Trebišnjici to predstavlja povećanje snage za 30% odnosno energije za cca 25%.

Z A K L J U Č C I :

1. Zamjena turbinskih rotora u HE "Dubrovnik" tehnički i ekonomski izuzetno je atraktivna investicija. Njome se dobija nova snaga 20 MW s godišnjom proizvodnjom cca 90 GWh. Postoji mogućnost, prema ponudama, dobijanja veće snage, što treba dokazati ispitivanjima.

2. Izradu modela rotora kao i modelska ispitivanja zajedno sa modelom postojećeg difuzora trebalo bi povjeriti nezavisnoj laboratoriji.

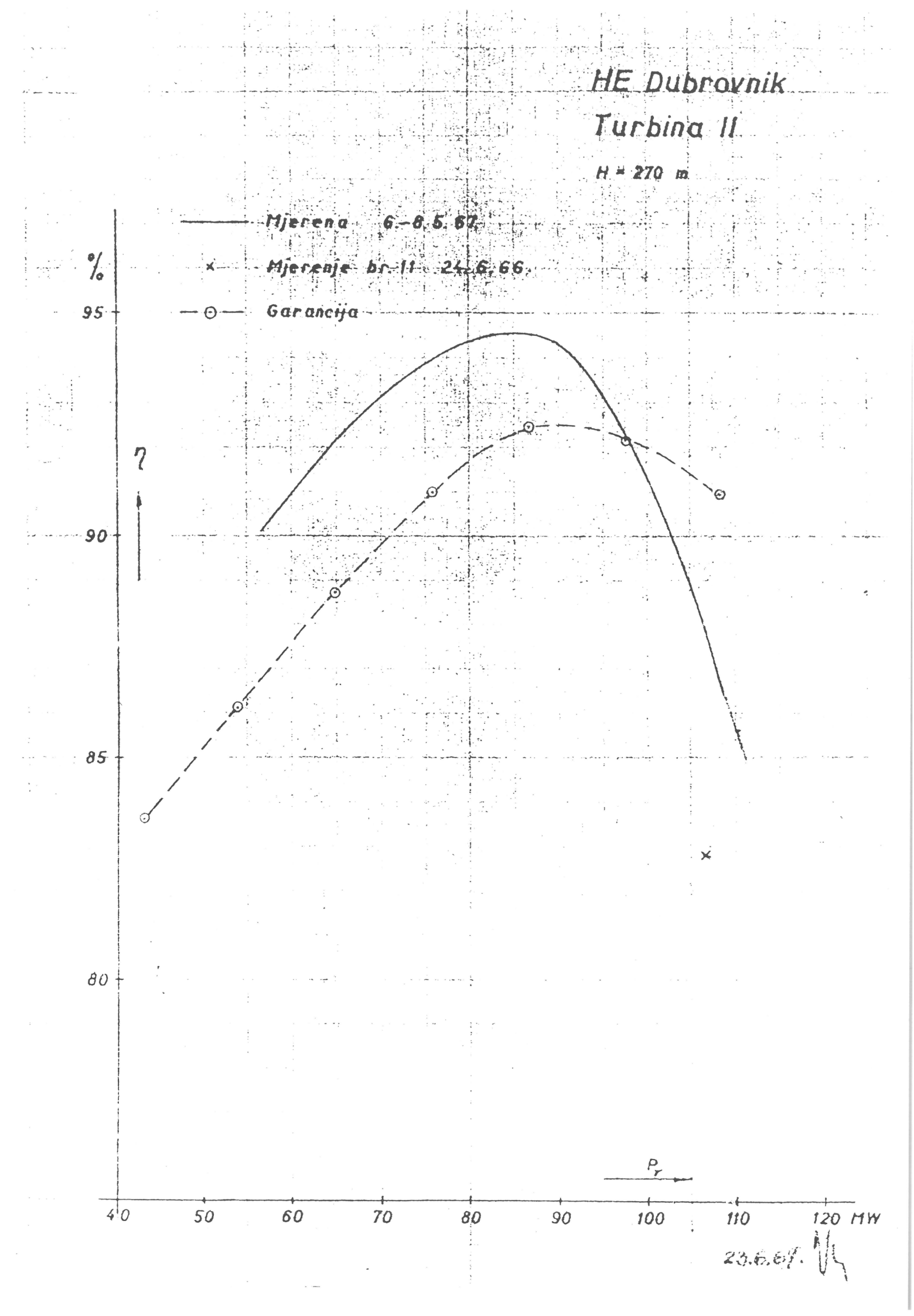
3. Predlažemo da se od potencijalnih isporučilaca zahtijeva da se u ponudi uključe i modelska ispitivanja rotora sa postojećim difuzorom. Odabrani ponudjač trebalo bi da financira modelska ispitivanja u odabranoj laboratoriji i njegova ponuda bila bi definitivno prihvaćena nakon uspješno provedenih ispitivanja.

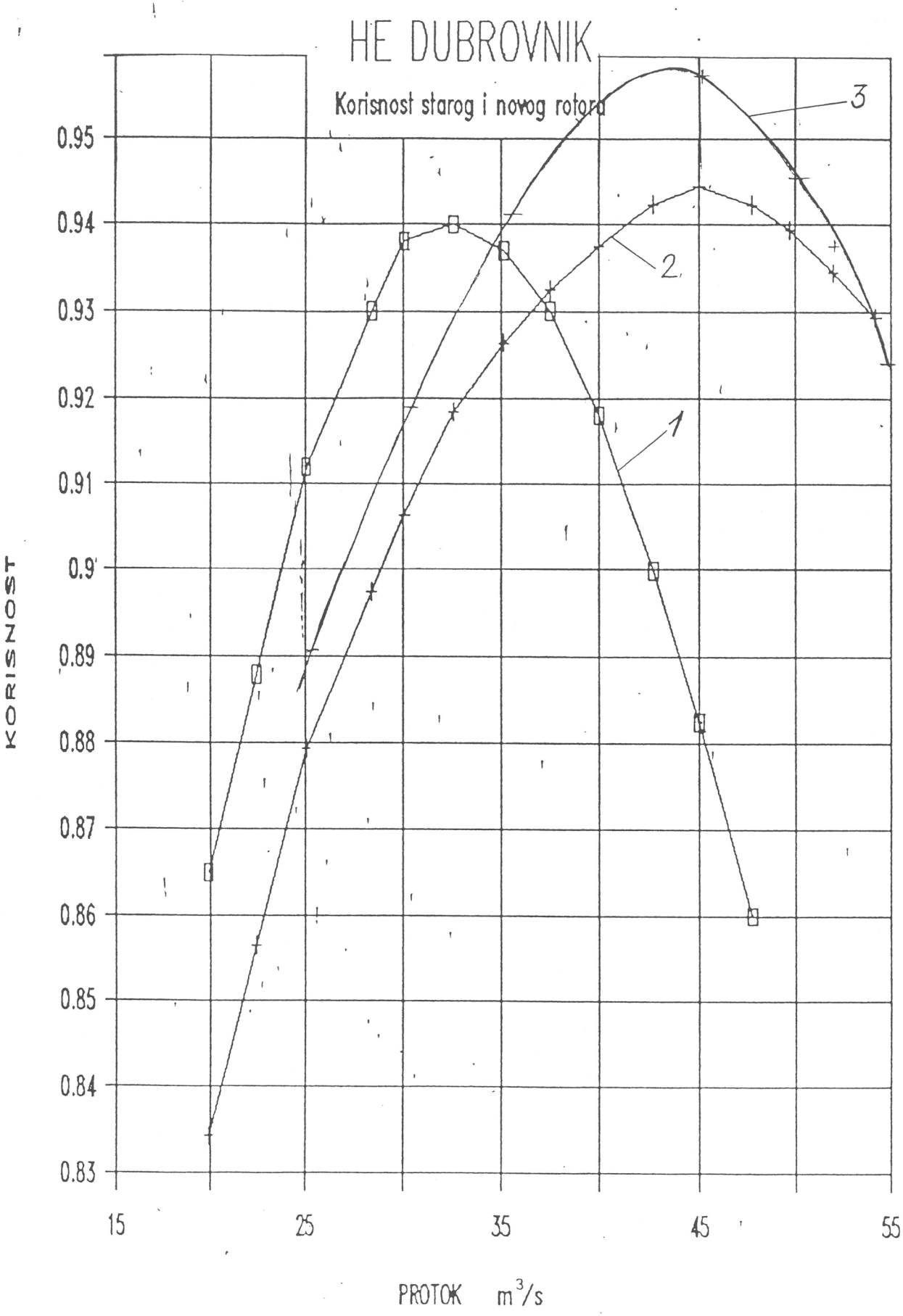
4. Kod revitalizacije generatora potrebno je :

   - preizolirati polne namote,
   - zamijeniti namot statora klase B sa novim klase F,
   - izvršiti rekonstrukciju hlađenja ležajeva.

   Gornje radove na generatorima treba izvršiti za vrijeme stajanja agregata zbog zamjene turbinskih rotora.

5. Revitalizacija i zamjena ostale opreme elektrane , koja ne zahtijeva stajanje agregata vršila bi se sukcesivno, prema potrebi.


HE Dubrovnik
Turbina II
H = 270 m
Mjerena 6-8.5.67.
Mjerenje br. II 24.6.66.
Garancija
%
95
90
85
80
η
P_T
40
50
60
70
80
90
100
110
120 MW
23.6.67.



KRIVULJE KORISNOSTI: 1 – STARI ROTOR, 2 – TURBOINŠTITUT, 3 – ANDRITZ

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME - C I G R E
Zagreb, Berislavićeva 6

Stručna konzultacija:
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Zagreb,

Antun Mikulecky
Zdenko Godec
Sonja Čabrajac
KONČAR - Institut za elektrotehniku, d.o.o.
Zagreb, Baštijanova b.b.

Diskusija na preferencijalnu temu 4:
REVITALIZACIJA ELEKTRANA

REVITALIZACIJA IZOLACIJSKOG SUSTAVA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Ratne štete, smanjena mogućnost investiranja, te obaveza održavanja transformatora u što većoj pogonskoj spremnosti, nameće potrebu revitalizacije preostalih transformatora prema tehnički i ekonomski opravdanim kriterijima. Za veliki dio transformatora u Hrvatskoj elektroprivredi može se reći da se, sa stanovišta starosti, nalaze u razdoblju smanjene pouzdanosti pogona. Ovom diskusijom želi se potaći korisnike transformatora na sagledavanje problematike ostarjelosti izolacije transformatora i ukazati na moguća rješenja.

Starenje izolacije je nepovratni proces slabljenja njenih relevantnih svojstava. U ranijim IEC preporukama za terećenje transformatora [1] navodi se kao utjecajni faktor na brzinu starenja izolacije transformatora (ulje i papir) jedino temperatura, i to tako da se za svako povećanje temperature od 6 K, unutar temperaturnog područja od 80 do 140 °C, brzina

starenja udvostručuje. Istraživanjem starenja izolacijskih materijala u energetskim transformatorima spoznalo se da slobodni kisik otopljen u ulju i vlaga u papiru ubrzavaju proces starenja. U novim IEC preporukama za terećenje transformatora [2] navodi se ista ovisnost brzine starenja o temperaturi kao u [1], ali je napomenuto da ona ovisi i o sadržaju kisika i ovlaženosti izolacije - ali, nažalost, uticaj nije kvantificiran. Prema našim laboratorijskim istraživanjima utjecaj sadržaja kisika i vlage na brzinu starenja izolacije je znatan, ali ga je teško odrediti zbog međudjelovanja utjecajnih veličina.

Gotovo svi energetski transformatori u Hrvatskoj elektroprivredi izvedeni su s otvorenim sustavom disanja i zaštitom od ovlaživanja izolacije pomoću dehidratora punjenog silikagelom. Značajka tog sustava disanja je da izaziva značajnu naplinjenost ulja kisikom, te ovlaživanje izolacije tijekom dugotrajnog pogona zbog nesavršenosti dehidratora - što je posebno izraženo u slučaju nepravovremene i nepravilne izmjene silikagela. Izolacijski sustav se od oksidacije štiti primjenom inhibiranog ulja, ali upravo zbog naplinjenosti kisikom inhibitor se, ovisno o temperaturi, ubrzano troši.

Iz navedenog se može zaključiti da je kod nas uobičajeno korišten sustav disanja energetskih transformatora nepovoljan glede starenja njihovog izolacijskog sustava - pogotovo za termički opterećenije transformatore.

Probleme kojima je uzrok ostarjelost izolacijskog sustava treba očekivati kod transformatora nakon petnaest do dvadeset godina pogona, a kod visokoopterećenih (trajno visok teret ili česta preopterećenja) i ranije.

Stanje ostarjelosti izolacijskog sustava transformatora može se procijeniti slijedećim dijagnostičkim metodama [3]:

- fizikalno-kemijskom analizom ulja,
- kromatografskom analizom plinova iz transformatora,
- stupnjem polimerizacije papira,
- analizom produkata degradacije celuloze otopljenih u ulju i
- mjerenjem R, C i tgδ izolacije transformatora.

Najpogodnija metoda za ustanovljavanje ostarjelosti papirne izolacije je analiza produkata degradacije celuloze (furana) otopljenih u ulju, ali je za njeno provođenje potrebna posebna oprema. Iako je metoda standardizirana, nisu još riješeni neki problemi anlize i interpretacje rezultata. U međuvremenu, dok se ispitna metoda operativno ne uvede potrbno je sustavno, prilikom remonta ili popravka transformatora, uzimati uzorke papira za određivanje stupnja polimerizacije kako bi dobili pouzdanije podatke o starenju izolacije pojedinih trasformatora [4].

Na vijek trajanja izolacije transformatora može se uticati slijedećim zahvatima:

- sušenjem i otplinjavanjem transformatora,
- regeneracijom i doinhibiranjem ulja,
- promjenom sustava disanja (hermetizacija prema atmosferi),
- poboljšanjem hlađenja (svrhovitim podešenjem termoslike odnosno kontaktnog termometra, proširenjem rashladnog sustava) i
- sniženjem gubitaka transformatora.

Koje od zahvata i kada ih je najpogodnije primjeniti ovisi o ekspertizi rezultata dijagnostičkih ispitivanja i preventivnih kontrola [5], te o ekonomskoj opravdanosti.

Literatura:

1. IEC Recommendation - Publication 354 (1972): Loading guide for oil-immersed transformers.
2. IEC Recommendation - Publication 354 (1991): Loading guide for oil-immersed transformers.
3. A. Mikulecky, S. Čabrajac: Održavanje energetskih transformatora, Energija, 40(1991)6, 389 - 397.
4. W. J. McNutt: Insulation thermal life considerations for transformers loading guides, Transactions on power delivery, 7(1992)1, 392 - 401.
5. A. Mikulecky, S. Čabrajac, J.Tišov, Z. Godec, D. Pavelka, V. Podobnik: Istraživanje rješenja za produženje vijeka trajanja generatorskih transformatora NE Krško, RK - ETI, srpanj 1990., (interni rad).

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME - CIGRÉ
Zagreb, Berislavićeva 6

STRUČNA KONZULTACIJA, OBNOVA I IZGRADNJA
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE

Zagreb

Mr Josip Šaban,dipl.inž.; "Končar-Generatori" d.o.o. Zagreb
Božidar Nežmah, dipl.inž.; "Končar-Generatori" d.o.o. Zagreb
Damir Zeman,dipl.inž.; "Končar-Generatori" d.o.o. Zagreb

MODERNIZACIJA UZBUDNO-REGULACIJSKIH SISTEMA U OKVIRU REVITALIZACIJE ELEKTRANA

Sadržaj:

U referatu se sugeriraju rješenja u svrhu modernizacije uzbudno-regulacijskih sistema generatora postojećih elektrana, respektirajući razne okolnosti koje utječu na izbor rješenja.

1. Uvod

Većina starijih elektrana ima generatore s klasičnim uzbudno-regulacijskim sistemima koji koriste istosmjerni uzbudnik za napajanje i reguliranje uzbude sinhronog generatora. Istosmjerni uzbudnik je, zbog kolektora i četkica podložnih trošenju, najosjetljiviji element čitavog agregata. Kolektori i ostali klizno-kontaktni elementi moraju se redovito nadgledati i održavati. Kolektori se troše u redovnom radu i povremenim mehaničkim obradama do kritičnog promjera, kada ih treba mijenjati. Često je racionalno zamijeniti cijeli rotor rezervnim.

Uz današnje stanje tehnike ne isplati se kod dotrajalosti klasičnih sistema s istosmjernim uzbudnicima ostati na istim rješenjima, već treba ići na moderna tehnička rješenja uzbudno-regulacijskih sistema, koja su pouzdanija, trajnija i jeftinija, a imaju bolja tehnička svojstva i traže minimalno održavanje.

To su u prvom redu tzv. beskontaktna rješenja (brushless), ali i razne varijante statičkih uzbudnih sistema.

Poduzimanje bilo kakvih opsežnih popravaka, remonta ili revitalizacije elektrane prava je prilika i za donošenje odluke o modernizaciji uzbudno-regulacijskih sistema.

2. Rješenje

2.1. Beskontaktni sistemi s jednim uzbudnikom

Beskontaktno rješenje, odnosno rješenje bez elemenata kliznih kontakata (kolektora, kliznih koluta i četkica) omogućeno je suvremenim razvojem energetske elektronike.

Bit rješenja je u tome da se uzbuda sinhronog generatora napaja preko rotirajućih ispravljača iz izmjeničnog uzbudnika invertirane konstrukcije (tj. s armaturom na rotoru, a uzbudom na statoru) i regulira uzbuda tog uzbudnika u cilju ostvarenja regulacije napona sinhronog generatora.

Principna shema na sl.1 prikazuje osnovnu varijantu takve ideje - prilagođenu specifičnim okolnostima kakve većinom susrećemo u slučajevima zamjene starih sistema modernijima. Naime, pored općih tehničko-ekonomskih pokazatelja, na odluku o izboru rješenja utječu i slijedeći uvjeti.-

a) Nova oprema - koja se umjesto stare montira na osovinu generatora na strani suprotnoj od pogonske - mora po smještaju, mjerama i gabaritima biti prilagođena postojećoj konstrukciji i raspoloživom prostoru.

b) Svi rotirajući dijelovi nove opreme moraju se "uklopiti" po svojim mehaničkim osobinama u postojeće mehaničko rješenje agregata (vodeći računa o mehaničkoj čvrstoći, balansiranju i vibracijama, kritičnim brzinama i koncepciji uležištenja i dr.).

c) Nastoji se da se štomanje zahvaća u sam sinhroni generator raznim konstrukcijskim promjenama ili ugradnjom elemenata - sve u cilju maksimalne jednostavnosti izvođenja radova na ovoj modernizaciji.

Respektirajući gore navedeno, shema na sl.1 nameće se svojom jednostavnošću i malim brojem rotirajućih elemenata. Kod toga zaštitni otpornik Rz u principu može biti izveden kao otpornik konstantne vrijednosti otpora ili kao nelinearni otpornik (varistor).

Konstantni otpor Rz, prema postojećem iskustvu, primjenjuje se uglavnom kod turbogeneratora i manjih hidrogeneratora. Kod većih hidrogeneratora povoljnija je primjena slogova varistora, koji se zajedno s rotirajućim diodama mogu smjestiti na polni kotač rotora.

Kod generatora sa slabijim prigušnim sistemom na rotoru - snaga i dimenzije trajno priključenog otpornika Rz postaju znatni (raste i količina varistorskih pločica kod varistorske zaštite), pa je u takvim slučajevima ekonomičnija varijanta zaštite pomoću tiristora.

Tiristori se otvaraju samo kod pojave prenapona u prijelaznim stanjima (jako njihanje rotora, ispad iz sinhronizma i sl.) i tako se spriječava pojava nedozvoljenih iznosa prenapona na rotirajućim ispravljačima i uzbudnom namotu generatora.

Primjena odgovarajućih shema upravljanja tiristorima omogućava da se, nakon završetka prijelazne pojave, izvrši gašenje tiristora bez razbuđivanja (ili zaustavljanja) agregata.

Svako rješenje beskontaktne uzbude obično ima odgovarajuću indikaciju kvara dioda rotirajućeg ispravljača (sa signalizacijom i/ili sa signalom za potrebe zaštitnog sistema).

Prelaskom na beskontaktni sistem uzbude ne mijenjaju se bitno dinamičke karakteristike regulacije napona generatora, osim kad se to izričito zahtijeva u smjeru poboljšanja. Povećava se pogonska sigurnost agregata i smanjuju troškovi i opseg održavanja uzbudnog sistema.

Zaštitna demagnetizacija provodi se u krugu uzbude uzbudnika.

2.2. Beskontaktni sistem uzbude s glavnim i pomoćnim izmjeničnim uzbudnikom

U slučaju kad se traži veća nezavisnost uzbude koristi se i pomoćni uzbudnik s permanentnim magnetima (PMG), iz kojega se napaja uzbuda glavnog uzbudnika (SU), sl.2.

Sva rješenja zaštite rotirajućeg ispravljača navedena u tč.2.1., kao i zaštitna demagnetizacija u krugu uzbude uzbudnika, primjenjuju se i kod ove varijante uzbudnog sistema.

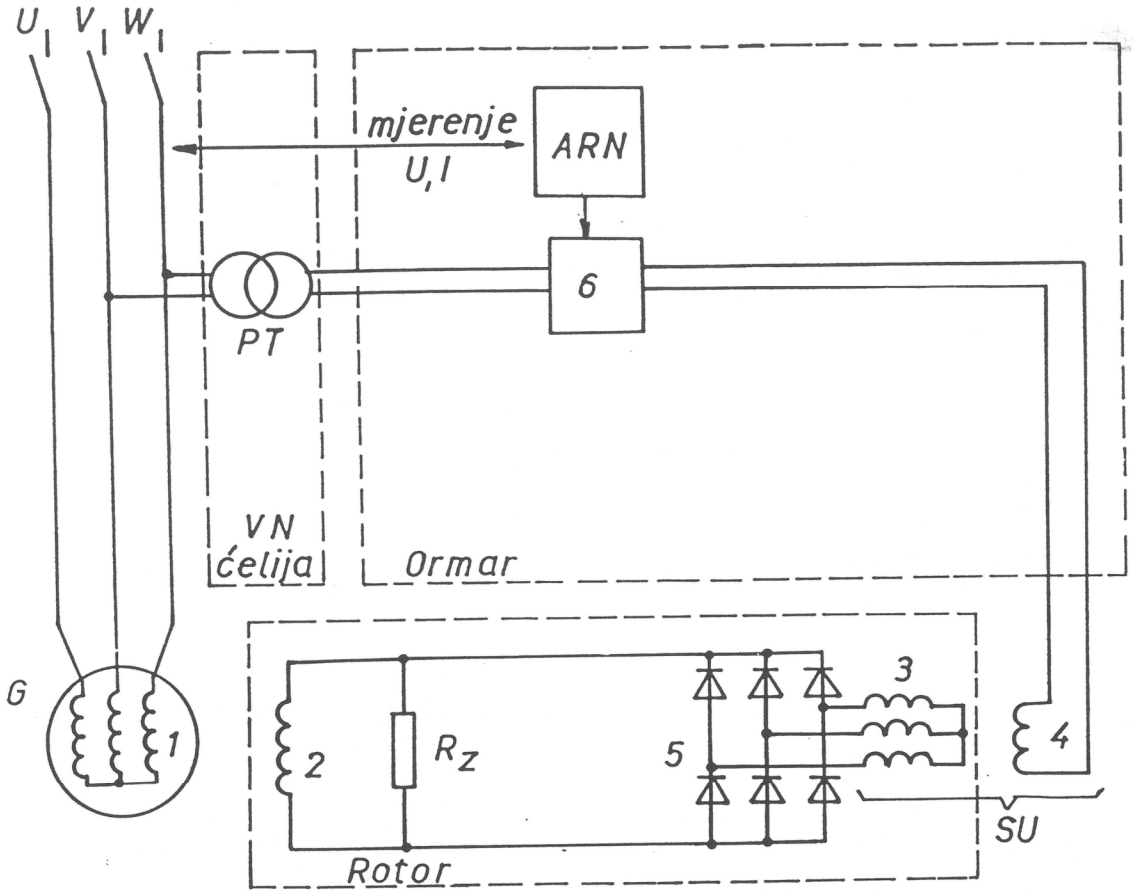
2.3. Statički sistemi uzbude i uzbuda pomoću osovinskih generatora

U brojnim slučajevima nije prikladna primjena beskontaktnih sistema uzbude, već se koriste statička rješenja. Iako se preferiraju sistemi bez kompaundacije, može se primijeniti i kompaundacija kad je to tehnički i ekonomski opravdano.

Primjena beskontaktne uzbude na vrlo velikim hidrogeneratorima je manje prikladna. Ovdje se češće primjenjuju statički sistemi uzbude s punoupravljivim tiristorskim trofaznim mostovima napajani sa vlastitih stezaljki generatora preko tzv. uzbudnog transformatora suhe izvedbe, ili iz posebnog "osovinskog generatora" (konstantnog napona, samouzbudno-kompaudirane izvedbe--izvedeno na HE Srednja Drava II i HE Zakučac II). Ovi nezavisni sistemi s osovinskim generatorima usavršeni i racionalizirani u R.K., pokazali su se u pogonu kao vrlo kvalitetni i pouzdani.

3. Zaključak

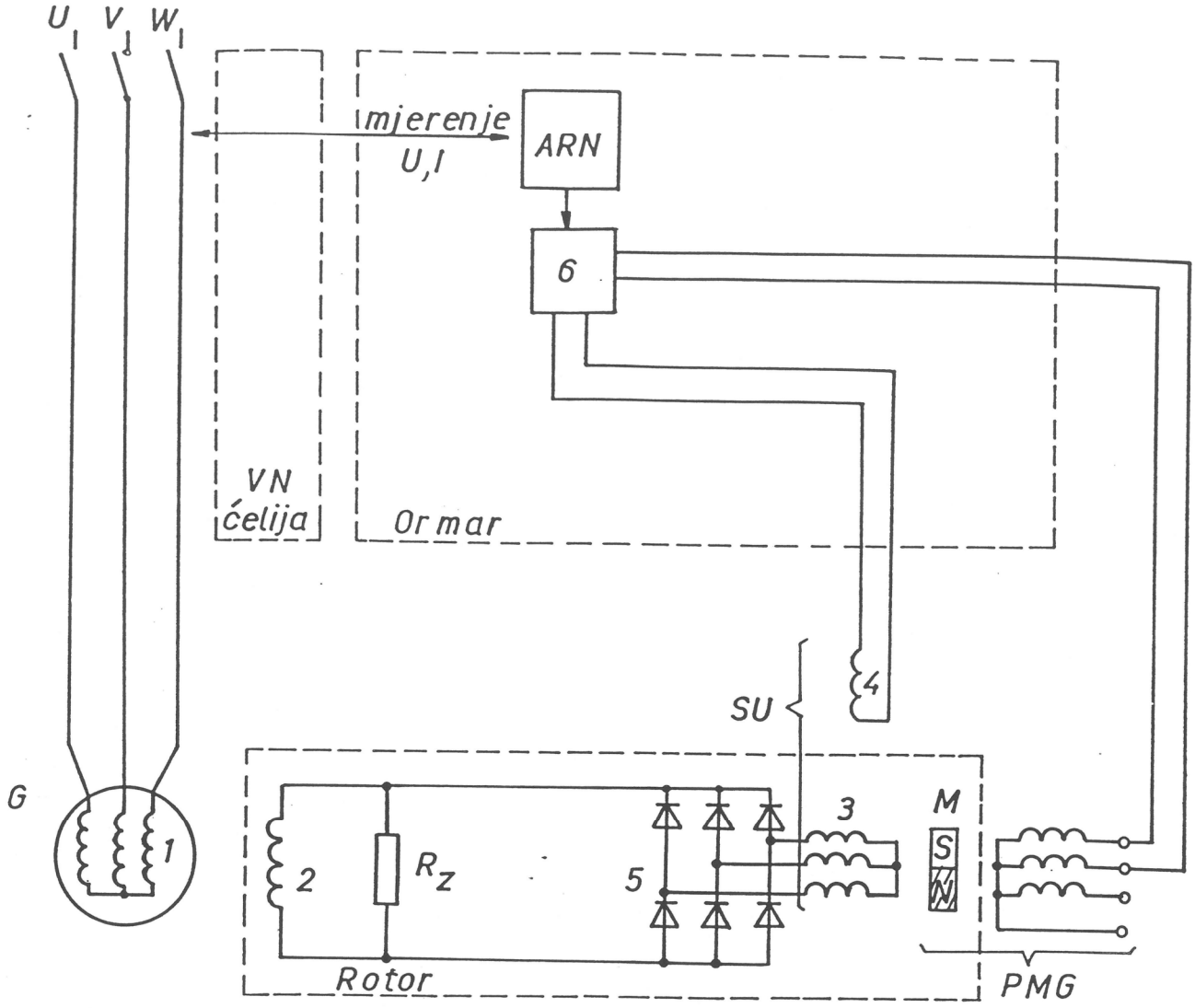
Dotrajalost uzbudnih sistema s istosmjernom uzbudnom grupom često uzrokuje velike troškove za popravak ili zamjenu, uz znatne stalne troškove održavanja. Prelaskom na moderne sisteme uzbude bazirane na današnjem stanju razvoja energetske elektronike postižu se znatno povoljniji tehnički i ekonomski parametri, uz povećanu pouzdanost i sigurnost pogona.



Sl.1. Osnovna principna shema

Legenda: G – glavni stroj (generator)
SU – izmjenični (sinhroni) uzbudnik
1 – armaturni namot glavnog stroja
2 – armaturni namot glavnog stroja
3 – armaturni namot SU
4 – uzbudni namot SU
5 – rotirajući diodni most
R_Z – zaštitni otpornik (za prenaponsku zaštitu), montan na osovini
ARN – automatski regulator napona
6 – izlazni stupanj regulacije (tiristorsko ili tranzistorsko rješenje)
PT – uzbudni transformator (suni učinski transformator)

Napomena: Sistem po potrebi može biti nadopunjen kompaundacijom uzbude uzbudnika strujom generatora



Sl.2. Principna shema bezkontaktne uzbude, s PMG

Legenda: M - rotor s permanentnim magnetima
Ostale oznake kao na slici 1.

D I S K U S I J A
REVITALIZACIJA ELEKTRANA

INSTITUT ZA ELEKTROPRIVREDU

ĐURO STANKOVIĆ, dipl. ing.
MIROSLAV BLAŽIČKO, dipl. ing.

REDOSLIJED AKTIVNOSTI REVITALIZACIJE ELEKTRANA

Općenito

Tokom eksploatacije elektroenergetskih objekata, radi održavanja potpune pogonske spremnosti, na osnovnoj opremi i objektima u odredjenim vremenskim intervalima izvode se remontni radovi i rekonstrukcije.

Svi dijelovi elektrane tokom rada izloženi su u raznim pogonskim režimima vrlo složenim utjecajima (kao npr. mehaničkim, i dr. silama, vibracijama, hidrauličkim oscilacijama, pulzacijama, rezonantnim naprezanjima, termičkim naprezanjima, naprezanjima uslijed električnih magnetskih polja, i dr.), koji neposredno utječu na trajnost i opće stanje opreme i objekata.

Ukoliko se želi održati pouzdanost i sigurnost rada elektrane, uz eventualno poboljšanje karakteristika te povećanje proizvodnje, snage i iskorištenja neophodno je povremeno provoditi kompleksna mjerenja i ispitivanja na osnovnoj opremi, tj. pratiti stanje opreme.

Zbog trajnog tehnološkog napretka, kvalitete materijala, opreme i objekata, te velikih mogućnosti suvremene informatičke opreme, uz primjenu suvremenih metoda mjerenja i ispitivanja za praćenje stanja opreme, logično je da se na starijim elektranama (izradjenim prije 20 i više godina) može očekivati, provedbom revitalizacije i rekonstrukcije, povećanje proizvodnje, instalirane snage, poboljšanje radnih karakteristika, te smanjenje utjecaja na zagadjenost okoline i dr.

Pokret obnove starijih elektrana zahvatio je cijeli razvijeni svijet, a razlog tome su manja investicijska ulaganja i ekonomska opravdanost u odnosu na izgradnju novih elektrana.

PRISTUP I POJEDINE AKTIVNOSTI REVITALIZACIJE

Svakako kada se govori o revitalizaciji elektrana nameću se mnoga pitanja kao što su:
Koji se ciljevi žele postići revitalizacijom? Kako pristupiti revitalizaciji? Kako organizirati revitalizaciju? Kako odrediti redoslijed aktivnosti? Da li revitalizaciju elektrana treba razmatrati isto kao i izgradnju novih elektrana, i dr.

U ovoj diskusiji pokušati ćemo se osvrnuti na neka od postavljenih pitanja.

Pristup revitalizaciji elektrane zahtijeva uključenje pored svih elemenata optimiranja i razvoja, i ocjene utjecaja radnih karakteristika postojećih objekata na okolinu, na povećanje ulaganja za održavanje i redovnoi nadzor stanja opreme i objekata i dr. Zato je neophodno da se, od samog početka revitalizacije uključi osoblje korisnika elektrane, proizvodnje, održavanja i razvoja, te razne specijalističke organizacije kao i proizvodjači glavne opreme.

Sustavni pristup i redoslijed aktivnosti revitalizacije bi se trebale odvijati prema prikazanim blok diagramima (sl. 1. i sl. 2.) uz pojašnjenje pojedinih aktivnosti.

Svaka elektroprivreda u svojoj cjelokupnoj djelatnosti posebnu pažnju posvećuje revitalizaciji elektroenergetskih objekata i opreme, koja ima značajan utjecaj na strategiju razvoja kao i na eksploataciju elektroenergetskog sistema.

Pravilnim održavanjem i eksploatacijom, te dobrim sustavnim praćenjem stanja elektroenergetskih objekata i opreme može se lako ocjeniti opravdanost provedbe revitalizacije (sl. 1.). Isto tako za provedbu revitalizacije je neophodan redoslijed aktivnosti prikazan na sl. 2.

Svakako postavljanje dobre organizacije je neophodno za odvijanje svih aktivnosti i učešća velikog broja sudionika kao i organizacija te službe. Veoma je važno da se utvrde jasni ciljevi koji se mogu, žele ili moraju postići revitalizacijom elektrana kao što su:
- produženje životnog vijeka elektrane
- poboljšanje sigurnosti i pouzdanosti opreme
- uklapanje plana revitalizacije u razvojne planove EES-a
- smanjenje troškova, te postizanje optimalnih tehničko-gospodarstvenih odnosa (kao npr. gorivo-investicije, popravci-zamjene)
- smanjenje zagadjenja, te utjecaj na okolinu u skladu s novim kriterijima i propisima
- mogućnost promjene režima rada, te povećanje instalirane snage i proizvodnje energije
- bolje iskorištenje režima rada elektrane u EES-u glede promjena regulacijskih karakteristika
- poboljšanje stupnja iskorištenja komponenti glavne opreme kao i cijele elektrane

- smanjenje troškova održavanja zamjenom i tvorničkim poboljšanjima komponenti opreme
- modernizacija elektrane glede mjerenja, zaštite, upravljanja te daljinskog vodjenja i pomoćnih pogona, i td.

Kada se postave jasni ciljevi revitalizacije, te ukoliko postoji snimka i ocjena stanja elektrane uz odredjene kriterije i mjerila, mogu se provesti dodatna kompleksna mjerenja kako bi se potvrdile tehničko-tehnološke mogućnosti pojedinih komponenti i elektrane u cjelini.

Nakon potvrde tehničko-tehnoloških mogućnosti a u skladu s postavljenim ciljevima prije početka bilo kakvog zahvata, uz uvažavanje neophodnih rizika, neophodno je da se elaboratom dokaže tehničko-ekonomska opravdanost revitalizacije.

Ukoliko postoji tehničko-ekonomska opravdanost revitalizacije može se pristupiti izradi projekta revitalizacije elektrane kao i izradi tendera te raspisu natječaja.

Za uspješniju realizaciju revitalizacije je neophodno izraditi detaljniji plan izvodjenja s dobro razradjenim gantogramom pojedinih aktivnosti kao i plan mjera zaštite i sigurnosti ljudi i opreme, jer revitalizacija elektrane se obično provodi na dijelu opreme jednog agregata a ostali agregati i dijelovi postrojenja su u normalnom pogonu. Zastoji elektrane, glede odvijanja radova moraju se svesti na minimum, jer se na taj način održava planirana proizvodnja te se dobiju potpuni efekti revitalizacije.

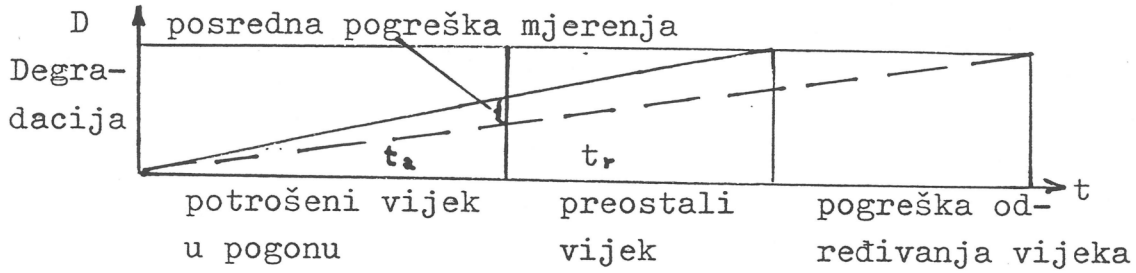
Nakon provedene revitalizacije neophodno je provjeravanje ispunjenih ciljeva kao i pretpostavljenih efekata poboljšanja elektrane.

KORIŠTENJE DIJAGNOSTIČKE METODE PRILAGOĐENE ZA ELEKTRIČNE STROJEVE S OŠTEĆENIM NAMOTOM

Dr Vladimir Firinger, dipl.ing.
"Končar"-Institut za elektrotehniku, Zagreb

U "Končar"-Institutu za elektrotehniku radi se na Projektu "Dijagnostika izolacijskog sustava električnih strojeva" potpomognutog od Ministarstva za znanost,tehnologiju i informatiku. U okviru tog Projekta razmatrane su i mogućnosti korištenja određenih dijagnostičkih metoda pogodnih za strojeve s namotom oštećenom na samo određenom dijelu. Kao primjer prikazana je metoda za određivanje preostalog vijeka namota, bitnog podatka pri obnovi za odlučivanje da li izmjeniti cjelokupni namot ili samo oštećeni dio.

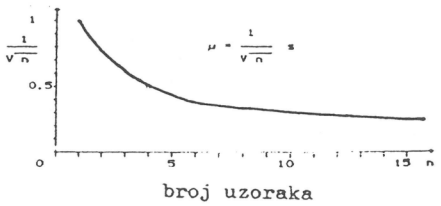
Posebnost prognostičkih metoda je njihova osjetljivost na točnost ulaznih parametara s kojima se ide u proračun, shematski je prikazana na sl.1.



Sl.1. Utjecaj pogrešno određenog nivoa degradacije, nastale radi pogreški mjerenja, na određivanje preostalog vijeka

Zato su potrebni postupci kojima se osigurava potrebna točnost a eliminiraju se pogrešni podaci, naročito rezultati nastali uslijed oštećenja izolacije, bilo da su ta oštećenja nastala prilikom vađenja štapova iz stroja ili potječu iz dijela oštećenog namota. To su prvenstveno:

- u cilju osiguranja pouzdanog ulaznog podatka osigurati dovoljno ispravnih rezultata mjerenja, poslije odbacivanja neispravnih, tako da postoji najmanje 6 do 10 ispravnih rezultata, što se može vidjeti iz dijagrama standardnog odstupanja srednje vrijednosti od broja ispitivanja na sl. 2.



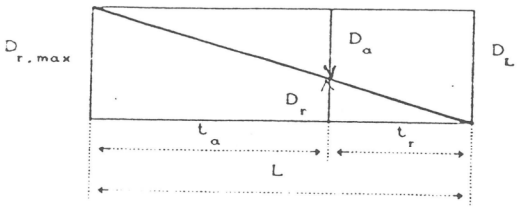
- ispitivanje treba provesti na isti način kao što su provedena u tvornici-proizvođaču tj. za početne podatke koji služe

za proračun npr. ispitivanje probojnim naponom s istom brzinom podizanja napona ili istom sistematikom pri korištenju 1 minutnog ili višeminutnog napona iste frekvencije, oblika elektroda i dr.

- provođenje korekcije sustavne pogreške mjerenja, koja nastaje uslijed utjecaja trajanja ispitivanja pri mjerenju probojnog napona /L 1, 2/, jer ta sustavna pogreška mjerenja probojnog napona starenjem degradirane izolacije na bazi tinjca na 50% od "početnog" probojnog napona nove izolacije, iznosi oko 8%.
- odbacivanje mjernih rezultata izmjerenih na oštećenom mjestu, koje nije vidljivo. Odbacivanje se provodi u slučaju koncentracije loših rezultata na određenom pojasu brojeva utora, sređenih tablično ili crtanjem dijagrama rezultata po redoslijedu utora.
- statističkom obradom mjernih rezultata i razvijanjem u Charlierov red razdvajaju se karakteristični skupovi rezultata /L 3/. Na taj način mogu se odvojiti rezultati skupa oštećenih štapova od ispravnih.

Sama metoda određivanja preostalog vijeka razrađena je u "Končar"-u /L 1/.

Metoda se temelji na konstatacijama i pretpostavkama:
- Ukupni mogući vijek L od nastanka objekta do stanja neupotrebivosti sastoji se od potrošenog uslijed starenja t_a i preostalog vijeka t_r, tj. $L = t_a + t_r$ (1)
- Degradacija poslije potrošenog ukupnog vijeka D_L jednaka je mogućem koristivom resursu $D_{r,max}$ na početku rada $|D_L| = |D_{r,max}|$ (2)
- Suma rezervne moguće ili preostale degradacije D_r i potrošene D_a tijekom rada je konstanta, koja ovisi o kvaliteti objekta tj. mogućem koristivom resursu $D_{r,max}$ na početku rada, koji se može potrošiti tijekom vijeka, tj. $D_r + D_a = \text{konst.} = |D_L| = |D_{r,max}|$ (3)
- Kako se promatraju duža vremenska razdoblja, to se smatra da se pojavljuju sva pogonska stanja u svakom razdoblju podjednako, pa će degradacija D_a jednoliko napredovati s vremenom starenja ili pogona t_a, tj. $D_a = f(t_a)$ (4), pa se na temelju navedenih postavki može nacrtati četverokut, koji se sastoji od trokuta napredovanja degradacije D_a sa starenjem i trokuta preostale degradacije D_r koja se još može potrošiti tijekom rada (sl.3).

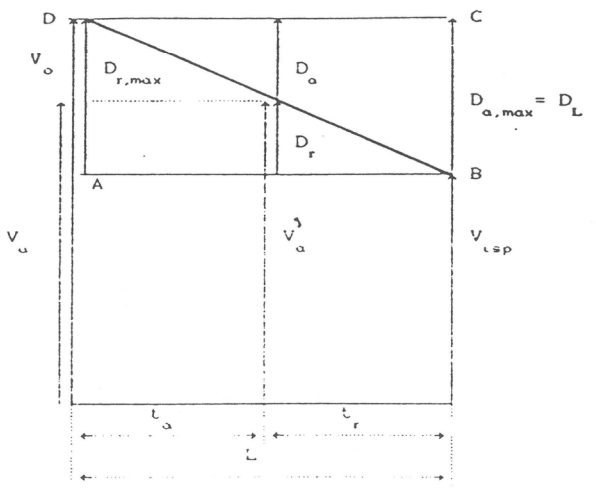


Sl.3 Slika odnosa potrošene D_a i preostale degradacije D_r u odnosu na vrijeme starenja t_a u pogonu i preostali vijek t_r

- Krajna ili kritična točka odgovara razini probojnog napona degradiranog materijala na nivo ispitnog napona V_{isp}.
- U tom momentu bio bi iskorišten kompletan vijek $t_a = L$, a preostali vijek bio bi jednak nuli $t_r = o$, degradacija bi postigla maksimum $D_a = D_L$, dok bi se sva rezerva istrošila $D_r = O$.
- Razlika probojnih napona novog ili još nestarenog elementa namota tj. u početnom momentu V_o i ispitnog napona V_{isp}, koji je ujedno i napon krajnje točke, određuje u odgovarajućem mjerilu područje koje se može trošiti degradacijom, pa se i zove moguća preostala degradacija D_r , koja je u tom momentu maksimalna $D_{r,max}$ U tom početnom momentu $t_a = O$ i degradacija još nije nastupila, pa je $D_a = O$.
- Kako se opća jednadžba degradacije može koristiti i za slučaj naponskog djelovanja $D = k V^m t$ (5) , gdje je V napon a k i m konstante materijala obzirom na djelovanje napona.
- Kako tijekom rada stroja uzima se da izolacija može degradirati samo do razine ispitnog napona V_{isp}, može se postaviti da preostala moguća degradacija D_r ovisi o efektivnoj razlici probojnog V_b i ispitnog napona V_{isp}, tj. $D_r = k (V_b^m - V_{isp}^m) t_r$ (6), odnosno u početnom nestarenom stanju rezerva za degradaciju iznosi: $D_{r,max} = k (V_{bo}^m - V_{isp}^m) L$ (7). Pri kraju vijeka kada je $V_b = V_{isp}$ a $t_r = o$ proizlazi da je $D_{r,min} = o$ (8).

Analogno se mogu postaviti izrazi za potrošenu ili ostvarenu degradaciju, koju se može i očitati prema shematskom prikazu na slici 4.

Preporuke za crtanje diagrama na sl.4:
- Ukoliko nije poznata konstanta materijala m, potrebno ju je odrediti na temelju ispitivanja pri najmanje dvije brzine podizanja napona, prema L2.
- pravokutnik ABCD je omeđen stranicama koje određuju moguću maksimalnu degradaciju $D_{r,max}$ i D_L (najbolje u mjerilu sa skalom od 100podeljaka za 100%) i stranicama za vijek, gdje je također najpovoljnije da se ukupni vijek L izrazi skalom od 100 podeljaka



Sl.4 Prikaz grafičkog određivanja potrošenog i preostalog vijeka trajanja

kako bi se potrošeni t_a i preostali vijek t_r mogli direktno očitati u postocima.

- Konstanta proporcionalnosti c_D izražava odnos između degradacija i napona, budući da je pri izražavanju degradacije u postocima: $D_{r,max} = c_D (V_{bo}^m - V_{isp}^m) = 100\%$ (9), pa je konstanta proporcionalnosti:

$$c_D = \frac{100}{V_{bo}^m - V_{isp}^m} \qquad (10)$$

Mjerilo napona dobija se da se izraz s naponom V^m pomnoži s konstantom c_D.

- Ucrtana vrijednost V_{bo} u mjerilu $c_D \cdot V_{bo}^m$ definira položaj ishodišta O' koordinatnog sustava napon - vijek, budući da vrh vektora V_{bo} treba doticati kut D na vrhu četverokuta ABCD.
- Izmjerenu vrijednost V_b ucrtava se u mjerilu $c_D V_b^m$ pokraj vrijednosti za V_{bo} i paralelno translatira do dirališta s dijagonalom BD četverokuta ABCD. Ishodište translatiranog vektora V_b' na osi apscisa dijeli ukupni vijek L na potrošeni t_a i preostali vijek t_r.

Literatura:

/L 1/ V. Firinger: Utjecaj ispitnih uvjeta mjerenja na parametre za dimenzioniranje i dijagnostiku, 3. Međ. simp. o novim tehn. SONT, Opatija/Zagreb 1991, ref. 2.4.

/L 2/ V. Firinger: Poboljšanje točnosti određivanja probojnog napona korekcijom utjecaja trajanja ispitivanja, 3. Međ. simp. o novim tehnol. SONT, Opatija/Zagreb 1991, ref. 2.5.

/L 3/ V. Firinger: Statistička metoda za izbor izolacije, Int. elab. ETI-R. Končar E 52 125, 1971.

KONČAR GENERATORI ZAGREB	Dijagnostika i revitalizacija električkih sinhronih hidro i turbo generatora "SISTEM KG - DIR"	Str. 1 - 4

1. U V O D

Naše poduzeće kroz dugogodišnje vlastito iskustvo i praćenje svjetskih znanstvenih dostignuća izgradilo je suvremenu metodologiju za dijagnostiku stanja sinhronih generatora u periodu eksploatacije, neophodnu za pristup izradi studija o revitalizaciji ili modernizaciji u cilju produljenja radnog vijeka generatora. U narednom tekstu dat je pristup sistemu dijagnostike za sinhrone hidrogeneratore i turbogeneratore (KG - DIR) da bi se utvrdilo stvarno stanje dijelova i sklopova sinhronog stroja nakon više godina (i više tisuća sati) rada.

Sistem dijagnostike (KG - DIR) vodi računa o svim raspoloživim tehničkim i tehnološkim podacima bitnim za osnovni plan postupaka u ispitivanju, istraživanju i dokazima stanja generatora, odnosno kroz proračune i prognoze o mogućem produljenju pogonski pouzdanog radnog vijeka ("life extension").

Poznato je da je realizacija dijagnostike dugotrajan i mukotrpan posao za mnoge elektrane, a ta je problematika posebno izražena (a često i bez završnih rezultata) ako se za svaki generator (agregat) u elektrani ne primjeni cjelovit sistem dijagnostike kroz etape njegove realizacije.

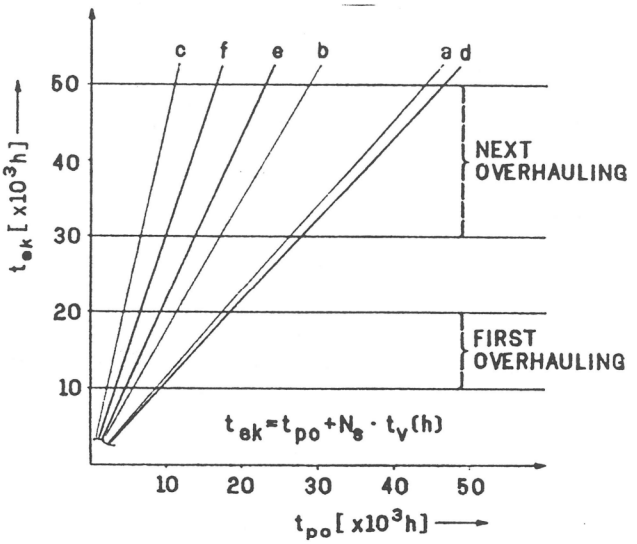


Fig.1 a,b,c Turbogenerators (c≈Heavy Duty)
d,e,f Hydrogenerators (f≈Heavy Duty)

Reccomendation for overhauling time interval (t_{ek})

Realizacija sistema KG - DIR naznačena je kroz najvažnije aktivnosti podijeljene u četiri grupe na bazi dostupnosti generatora (A,B,C,D). Sistem dijagnostike i praktička mogućnost realizacije u raznim etapama rada elektrane (i remontima) osigurava sve osnovne tehničke parametre za završni rezultat kroz izradu studije o revitalizaciji i modernizaciji sinhronog generatora (S_1,S_2,S_3,S_4).

2. PROIZVODNO ISKUSTVO I SISTEM OSIGURANJA KVALITETE (QA, QC)

Poduzeće "Končar - Generatori" sa svojim ekspertnim timovima i suvremenom opremom za dijagnostiku te sa proizvodnim sektorima montaže i servisa obavlja najsloženije zahtjeve iz područja dijagnostike.

Stručnjaci tehničko - tehnološkog sektora i svi proizvodni pogoni poduzeća tako su organizirani da se efikasno angažiraju u realizaciji servisnih usluga sprovedbi remonta, modernizaciji i revitalizaciji sinhronih generatora svih napona i snaga. Ove naše mogućnosti vidljive su dijelom preko "refentnih lista" o proizvodnji i revitalizaciji (vidi prilog).

Ovaj dokument ostaje u isključivom vlasništvu poduzeća "KONČAR-GENERATORI".
Pretisak i upotreba izvan namjene nisu dozvoljeni.-

U sprovedbi planova proizvodnje, remonta, revitalizacije i dijagnostike naše poduzeće primjenjuje integralni sistem osiguranja kvalitete (QA, QC) definiran standardima niza ISO 9000. Pored navedenog elementi kvalitete se ugovaraju i definiraju kroz planove QA i QC.

U narednom tekstu naznačen je osnovni plan za dijagnostiku kroz karakteristične grupe kao i blok shema realizacije dijagnostike i izrade studija (elaborata o revitalizaciji i modernizaciji sinhronih generatora.

Detaljni planovi se razrađuju na osnovu poznatih ciljeva i zahtjeva korisnika, odnosno kroz definiranje završnog rada (S_1 do S_4).

3. OSNOVNI PROGRAM (I PLANOVI) ZA DIJAGNOSTIKU STANJA GENERATORA

Karakteristične grupe podataka u sistemu dijagnostike i analize stanja generatora.

Grupa A — Podaci o generatoru - tehnička povijest, početna stanja, podaci o eksploataciji. Ovo je zajednički rad Korisnik - Končar Generatori.

- A_1 - tehnički podaci i crteži o materijalima, parametrima, karakteristikama i podacima kvalitete i drugo.
- A_2 - pogonske karakteristike generatora (agregata), pogonske upute, stvarni režimi pogona i drugo.
- A_3 - podaci o obnavljanju ili zamjeni dijelova i sklopova, promjene u pomoćnim sistemima i drugo.
- A_4 - periodične kontrole, mjerenja i ispitivanja te podaci o praćenju stanja ("referentni podaci" i praćenje).

Grupa B — Podaci o kontrolama, mjerenjima i ispitivanjima u režimima pogona generatora (agregata). Za ovu grupu podataka se preferira da cjelovit plan izvrši ekipa stručnjaka Končar - Generatori.

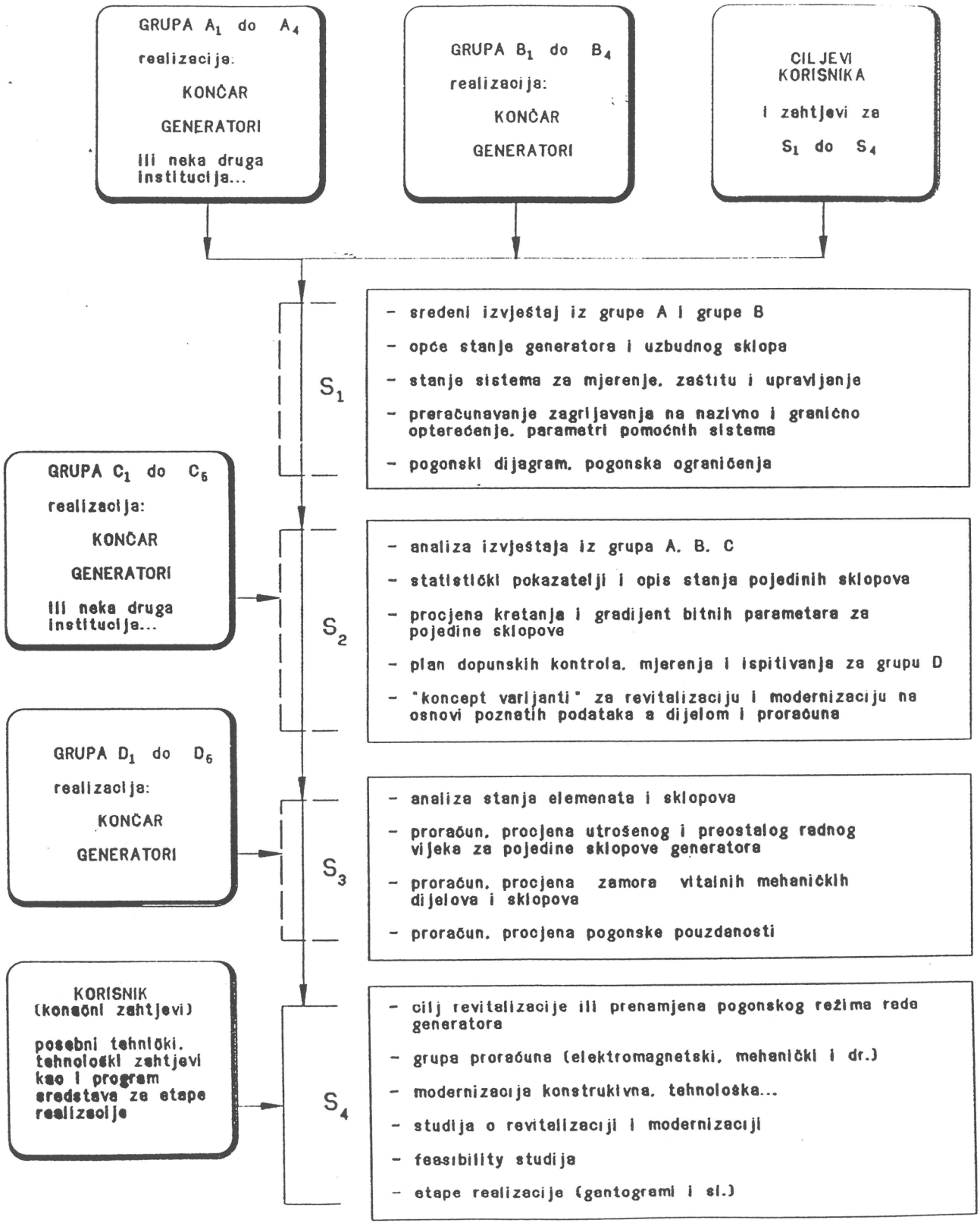
- B_1 - snimanje osnovnih električkih karakteristika generatora i uzbudnog sistema (ako treba ili se ponavlja).
- B_2 - mjerenje zagrijavanja, kontrola pomoćnih sistema, kontrola monitoringa, kontrola mehaničkog hoda generatora (agregata).
- B_3 - analiza pogonskih režima i izrada pogonskog dijagrama
- B_4 - mjerenja reaktancija, mjerenje gubitaka, doređivanje stupnja korisnosti (η). Ova grupa mjerenja u pravilu se posebno specificira u ugovoru o realizaciji plana dijagnostike.

Grupa C — Podaci praćenja u toku eksploatacije, mjerenja i ispitivanja u mirovanju generatora, uz mogućnost djelomičnog pregleda generatora.

- C_1 - vizuelne kontrole, zapažanja i drugo.
- C_2 - namot statora; svi najvažniji parametri.
- C_3 - namot rotora, svi najvažniji parametri.

Ovaj dokument ostaje u isključivom vlasništvu poduzeća "KONČAR-GENERATORI".
Pretisak i upotreba izvan namjene nisu dozvoljeni.-

4. BLOK SHEMA REALIZACIJE DIJAGNOSTIKE I IZRADE STUDIJA (ELABORATA) O REVITALIZACIJI I MODERNIZACIJI SINHRONIH GENERATORA



Dijagnostika: grupe A, B, C, D

Studije (elaborati): S_1, S_2, S_3, S_4

C_4- parametri sistema ležajeva i sistema brtvi.

C_5- kontrole, provjere i ispitivanja (NDT) na sklopovima.

Grupa D Proširene (dopunske) kontrole, mjerenja i ispitivanja u periodu potpunog remonta, rotor generatora izvađen iz statora, neki sklopovi generatora rastavljeni. Za ovu grupu preferira se da cjelovit program izvrši ekipa stručnjaka Končar - Generatori.

D_1- vizuelne kontrole, dimenzionalno mjerenje, NDT na sklopovima i dodatni plan

D_2- namot statora (C_2 + dodatni plan).

D_3- namot rotora (C_3 + dodatni plan).

D_4- mehaničke kontrole i provjera na rotoru i na svim rotirajućim dijelovima (dimenzionalne kontrole, NDT, itd.).

D_5- kontrola, mjerenja i ispitivanja na paketu statora (paket sa namotom ili bez namota).

Končar - Generatori d.o.o.
41000 Zagreb, Fallerovo šetalište 22
telefax : (3841) 316-103
telephone: 562-230
318-919

Autori:
Rašeta Miloš,dipl.ing.
Jarić Vladimir,dipl.ing.
Dr. Kuterovac Vladimir,dipl.ing.

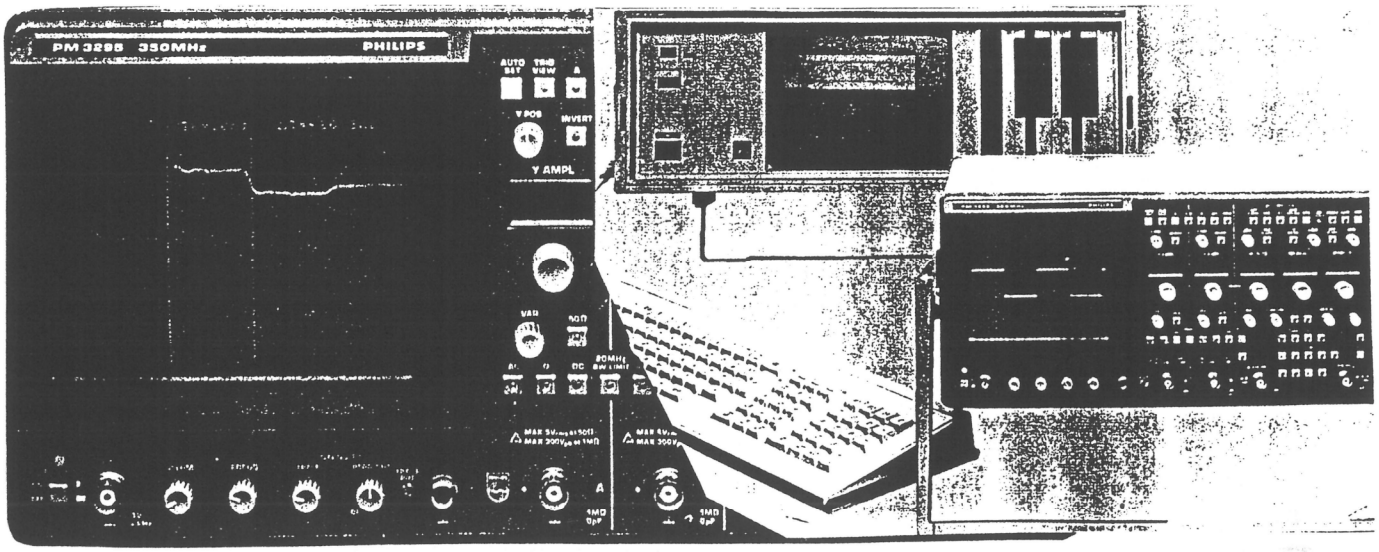


Fig.2 High class instruments for measurements and analysis

Ovaj dokument ostaje u isključivom vlasništvu poduzeća "KONČAR-GENERATORI".
Pretisak i upotreba izvan namjene nisu dozvoljeni.-

9. REVITALIZACIJA ELEKTRANA

Naslov referata:

PODOBNOST REVITALIZACIJE HIDROELEKTRANE DUBROVNIK

ELEKTROPROJEKT ZAGREB

Autori: Davor Pavlović, dipl.ing.el.
Krunoslav Begović, dipl.ing.el.
Zvonimir Mrša, dipl.ing.el.

Recezenti: Enes Hercegovac, dipl.ing.el.
Željko Crnković, dipl.ing.el.

UVODNI DIO

Hidroelektrana "Dubrovnik" po svojoj instaliranoj snazi, godišnjoj proizvodnji i velikoj čeonoj akumulaciji "Bileća" spada među značajnije energetske objekte u našoj zemlji.

Prva etapa ove elektrane puštena je u pogon sredinom 1965. godine, a sastoji se iz brane "Gorica" sa vodozahvatom, dovodnog tunela, vodne komore i dvaju tlačnih cjevovoda za dvije turbine i dvaju sinhronih generatora, trofaznih transformatora bloka i ostalom opremom, te izvoda 220 kV i dvaju dalekovoda 220 kV do RP Trebinje. Druga etapa, predviđena istovjetna kao i prva, bila je predviđena da se gradi ubrzo nakon puštanja u pogon prve, nažalost još nije realizirana, iako je već izgrađen vodozahvat uz branu "Gorica", građevinski odgovarajući dio strojarnice i izlaz odvodnog tunela sa pripadnom hidromehaničkom opremom.

Poznato je da je na istom vodotoku kasnije izgrađena PHE Čapljina, koja je već u pogonu preko deset godina.

Poslije izgradnje hidroelektrana na gornjim horizontima rijeke Trebišnjice pristupilo bi se izgradnji druge etape HE Dubrovnik.

Obzirom na odgođenu izgradnju druge etape odnosno na nedovršenost objekta, u eksploataciji su došli do izražaja neki nedostaci koji su upravo radi toga još više naglašeni.

PRIKAZ POSTOJEČEG STANJA

Postojeći pogonski uvjeti

Obzirom na neizgrađenu drugu etapu, strojevi prve etape su korišteni neuobičajeno mnogo sati godišnje, posebno prije izgradnje PHE Čapljina, 5.000 i više sati godišnje pri maksimalnoj snazi, što je radi većih hidrauličkih gubitaka u dovodno-odvodnim organima u odnosu na projektirane i nepovoljne karakteristike vodnih turbina, godinama uzrokovalo manju proizvodnju od moguće. Uz to je, da bi se postigla snaga 108 MW po stroju, forisran povećani protok po turbini od 45 na 47,7 m3/s, što je uzrokovalo još veće hidrauličke gubitke u dovodno-odvodnim organima uz veoma slab stupanj korisnosti turbina.

U podzemnoj strojarnici su ugradjene dvije proizvodne jedinice s jedne strane montažnog platoa, a u drugoj etapi bi se trebale ugraditi istovjetne dvije s druge strane. Kasnije analize su međutim ukazale, da bi sada valjalo ugraditi proizvodne jedinice većih snaga, ili samo jednu proizvodnu grupu ekvivalentne snage.

Razlika odnosno godišnja proizvodnja bi mogla biti još veća, ako se u drugoj etapi predvide veće proizvodne jedinice, odnosno vodne turbine veće snage odnosno protoka, jer bi tada dovodni tunel za strojeve druge etape bio većeg promjera od prvog, već izgrađenog.

PRIJEDLOZI ZA REVITALIZACIJU

Zamjena turbinskih rotora novim istog promjera

Praćenjem dosadašnjeg rada turbina u HE Dubrovnik utvrđeno je da one pretežno rade u područjima protoka za koje nisu bile projektirane. Veliki dio vremena rade u području većih protoka od projektom predviđenih, što znači da pretežno rade u području slabe iskoristivosti.

Prijedlog predstavnika "Turboinštituta" preporuča izgradnju turbinskih rotora nešto većeg promjera (2400 mm umjesto 2300 mm) što je moguće postići uz male korekcije izlaznog dijela turbine.

I ugradnjom novih turbinskih rotora istog promjera (2300 mm) ali odgovarajuće izmijenjene geometrije može se poboljšati iskoristivost turbina, dobiti veća snaga turbina te povećati proizvodnja elektrane.

Postavlja se naravno pitanje da li je svrsishodno popravljati postojeće turbinske rotore (zagladivanje odgovarajućom masom), ili ih zamijeniti novim. Obje navedene rekonstrukcije (popravak i zamjena) mogu se izvršiti za vrijeme perioda jednog normalnog remonta. To znači da zbog rekonstrukcije nije potrebno gubiti energiju zbog dodatnog mirovanja proizvodnih grupa.

Prednosti ugradnje novih turbinskih rotora u odnosu na popravak postojećih očite su.

Nakon ugradnje druge etape elektrane Dubrovnik može se pretpostaviti da će proizvodne grupe iz prve etape raditi s nazivnim protokom od Q = 45 m3/s po jedinici, odnosno s manjim odstupanjima od ovog protoka. To ukazuje na to da bi geometrija novih turbinskih rotora (za postojeće turbine) i za to područje rada trebala zadovoljiti dobrom iskoristivošću.

U daljnjem razmatranju problema zamjena turbinskih rotora pretpostavlja se da protok kroz turbine neće biti veći od dosadašnjeg, a koji iznosi Qmax = 2 x 47,7 m3/s. Time smo eliminirali sve nepoznanice uvjetovane eventualnim povećanjem protoka (vodozahvat, dovodni tunel, vodna komora, tlačni cjevovodi, odvodni tunel i ostali elementi ovog vodnog sistema).

Povećanjem iskoristivosti turbina dobiva se povećana snaga proizvodnih jedinica i povećana proizvodnja (energija). Može se pretpostaviti da će ovo povećanje snage iznositi do 8% u odnosu na do sada korištenu maksimalnu snagu (odnosno 10 do 11% od nazivnih vrijednosti postojećih jedinica). Ovo povećanje ne bi zahtijevalo nikakve zahvate na generatorima niti na ostaloj električnoj opremi, jer svugdje ima dovoljno rezerve (vodovi-aparati).

Prema tome zamjena turbinskih rotora novim istog promjera može se izvesti vrlo jednostavno i u vrlo kratkom vremenu.

Od "Turboinštituta" su dobiveni računski podaci za nove turbinske rotore na temelju čega su izrađeni proračuni o snazi i proizvodnji nakon rekonstrukcije.

Zamjena turbinskih rotora novim većeg promjera

Radi se o povećanju promjera turbinskih orotora (okretnog kola) turbine od D_2 = 2300 na D_2 = 2400 mm te se dobiva turbina novih karakteristika.

Napomena

Iz priloga, gdje su date krivulje faktora korisnosti za postojeće i predložene nove rotore, mogu se lako uočiti prednosti.

ODNOSI TROŠKOVA I DOBITI

Procjena investicija

	VAR. ϕ 2,3 (DEM)	VAR. ϕ 2,4 (DEM)
(1) Modelska ispitivanja	860.000,-	860.000,-
(2) Nabava dva nova rotora	1.995.000,-	2.100.000,-
(3) Transport opreme (3%)	60.000,-	63.000,-
(4) Demontaža starih i montaža novih rotora s pomoćnom opremom (25%)	499.000,-	525.000,-
(5) Ispitivanje rekonstruiranih proizvodnih grupa i tehn.primopredaja	120.000,-	120.000,-
(6) Projektna dokumentacija za ugradnju glavne i pomoćne opreme i usklađivanje s postojećim/novim stanjem, studije i sl.	286.000,-	292.000,-
(7) Konzalting i koordinacija aktivnosti svih učesnika	150.000,-	150.000,-
UKUPNE INVESTICIJE J (DEM)	3.970.000,-	4.110.000,-

Period amortizacije

	VAR. ϕ 2,3	VAR ϕ 2,4
(1) Dobivena energija (prema scenariju 2) W(GWh)	91,2	96,2
(2) Godišnji prihod uz c = 0,06 DEM/KWh P_G(x10^{6}DEM)	5,472	5,772
(3) Godišnji troškovi uz kvotu 0,12 T_G = J x 0,12 T_G(x10^{6}DEM)	0,476	0,493

(4) Izgubljena energija uz prekid rada 0,5 mjes. za var. ϕ 2,3 odnosno 1 mj. za var. ϕ 2,4 plus normalno vrijeme remonta od cca 1 mjesec.

$IE_{2,3}$ = 1358,4/12x0,5x0,06x10^6(x10^6DEM) 3,396

$IE_{2,4}$ = 1358,4/12x1x0,06x10^6 (x10^6DEM) 6,792

(5) Vrijeme otplate investicija

$T_G \cdot X + IE = P_G \cdot X$

$X = IE/P_G - T_G$ (godina) 0,68 1,29

(6) Godišnji prihod novo dobivenom ener.umanjen za god.troškove (zamjene rotora)

$(P_G-T_G)_{2,3}$=5,472-0,476= (x10^6DEM) 4,996

$(P_G-T_G)_{2,4}$=5,772-0,493= (x10^6DEM) 5,279

(7) Godišnji prihod od ukupno dobivene ener.

$P_{GUK-2,3}$=1449,6x10^6x0,06=(10^6DEM) 86,976

$P_{GUK-2,4}$=1454,6x10^6x0,06=(10^6DEM) 87,276

(8) Godišnji prihod uz postojeće stanje

P_{GUK-PS}=1358,4x10^6x0,06=(10^6DEM) 81,504

(9) Razlika u god.prihodu

86,976 - 81,504 =(10^6DEM) 5,472

87,276 - 81,504 =(10^6DEM) 5,772

Vrijeme otplate investicija uloženih u rekonstrukciju je vrlo kratko u obje predložene varijante i bez obzira na red veličine točnosti danih podataka rentabilnost predloženih radova je van svake sumnje.

Račun proizvodnje energije

Scenarij 1.

Sati rada (h)	Protok Q (m3/s)	Pad H (m)	Korisnost 1	2	3	Snaga 1	2	3	Energija 1	2	3
			(%)			(MW)			(GWh)		
4400	47,1	270	86,4	93,9	94,3	107,5	116,8	117,3	473,2	514,3	516,5
340	40,3	270	91,4	93,8	94,0	97,3	99,9	100,0	33,1	34,0	34,0
450	37,5	270	93,0	93,4	93,3	92,2	92,6	92,5	41,5	41,7	41,6
680	34,9	270	93,7	92,6	92,6	86,4	85,4	85,4	58,8	58,1	58,1
1130	27,1	270	92,2	91,9	91,9	66,0	65,8	65,8	74,6	74,4	74,4
- UKUPNO PO PROIZVODNOJ JEDINICI									681,1	722,5	724,6
- UKUPNO ZA DVIJE PROIZVODNE JEDINICE									1362,2	1445,0	1449,2
- RAZLIKA U DOBIVENOJ ENERGIJI U ODNOSU NA 1										82,8	87,0

LEGENDA: 1 POSTOJEĆI TURBINSKI ROTORI

2 NOVI TURBINSKI ROTORI ϕ 2300 mm (VAR. ϕ 2,3)

3 NOVI TURBINSKI ROTORI ϕ 2400 mm (VAR. ϕ 2,4)

Scenarij 2.

Sati rada (h)	Protok Q (m3/s)	Pad H (m)	Korisnost 1	2	3	Snaga 1	2	3	Energija 1	2	3
			(%)			(MW)			(GWh)		
4400	47,1	270	86,4	93,9	94,3	107,5	116,8	117,3	473,2	514,3	516,5
1690	40,3	270	91,4	93,8	94,0	97,3	99,9	100,1	164,5	168,8	169,2
450	37,5	270	93,0	93,4	93,3	92,2	92,6	92,5	41,5	41,7	41,6
- UKUPNO PO PROIZVODNOJ JEDINICI									679,2	724,8	727,3
- UKUPNO ZA DVIJE PROIZVODNE JEDINICE									1358,4	1449,6	1454,6
- RAZLIKA U DOBIVENOJ ENERGIJI U ODNOSU NA VAR. 1.										91,2	96,2

N a p o m e n a :

Račun je proveden kod obje varijante uz uvjet da se maksimalni protok (Q_{max}) ne povećava.

ZAKLJUČAK

Na temelju provedene analize predlaže se izvedba djelomične revitalizacije HE Dubrovnik 1, to jest zamjena turbinskih rotora rotorima većeg promjera (ϕ 2400 mm) te zamjena ulazne rešetke. To znači da će turbine i nakon zamjene turbinskih rotora raditi s približno istim maksimalnim protokom s kojim rade i sada (cca 47,7 m3/s). Kompletna revitalizacija (dovodni i odvodni organi, generatori, transformatori i sl.) izvodila bi se prilikom izgradnje druge etape elektrane, ukoliko do toga dodje u dogladnom periodu vremena.

Predlaže se varijanta s povećanim promjerom turbinskih rotora (var. ϕ 2,4 m), a usporedba s var. ϕ 2,3 m pokazuje slijedeće odnose:

- investicije	+ 140.000 DEM (+3,53%)
- dobivena energija (sc.2)	+ 5 GWh (+5,43%)
- godišnji prihod	+ 300.000 DEM (+0,34%)
- vrijeme otplate	1,29/0,68 god.

Značajnija razlika može se pojaviti samo u gubitku energije prilikom izvedbe radova.

Litostroj i Turboinštitut tvrde da je moguća ugradnja novih turbinskih rotora u periodu godišnjeg remonta elektrane, dakle bez dodatnog gubitka energije ako remont traje cca 30 dana.

Sigurnosti radi računali smo da je za zamjenu turbinskih rotora ϕ 2,3 m, potrebno 15 dana više od normalnog remonta (ukupno 45 dana) a za zamjenu rotora rotorima većeg promjera 30 dana (ukupno 60 dana), te da se u tom periodu može maksimalno proizvesti energija 1358,4 GWh/mjes. To daje veće troškove kod ugradnje turbinskog rotora ϕ 2,4 m u odnosu na onaj ϕ 2,3 m za 3,396.000 DEM. Obzirom da se radi o ljetnim mjesecima gubitak energije biti će realno znatno manji.

Smatramo da glavna prednost turbinskog rotora većeg promjera dolazi do izražaja u periodu kad radi samo jedna proizvodna grupa na jedan dovodni tunel u prvoj i nakon druge etape izgradnje HE Dubrovnik, te mogućnost da se uz određene dodatne zahvate poveća protok i snaga po proizvodnoj jedinici.

KORIŠTENE PODLOGE

1. Mr. Vladimir Kercan, dipl.ing., Jože Troha, dipl.ing., Anton Brcar, dipl.ing., Franc Gregorić, dipl.ing. i Bogdan Požar, dipl.ing.:

"Analiza mogućnosti i iskustva s povećanjem snage i proizvodnje energije na hidroelektranama" - Opatija, studeni, 1988. god.

2. Jovo Borojević, dipl.ing.:

"Mogućnost povećanja snage i proizvodnje HE Dubrovnik" - Brioni, listopad, 1990. god.

3. Mr.Slavko Alerić, dipl.ing., mr. Branka Jelavić, dipl.ing. i mr. Mladen Željko, dipl.ing.:

"Moguća proizvodnja HES Trebišnjice" - Zagreb, ožujak, 1989. god.

4. "Energoinvest" - Sarajevo:

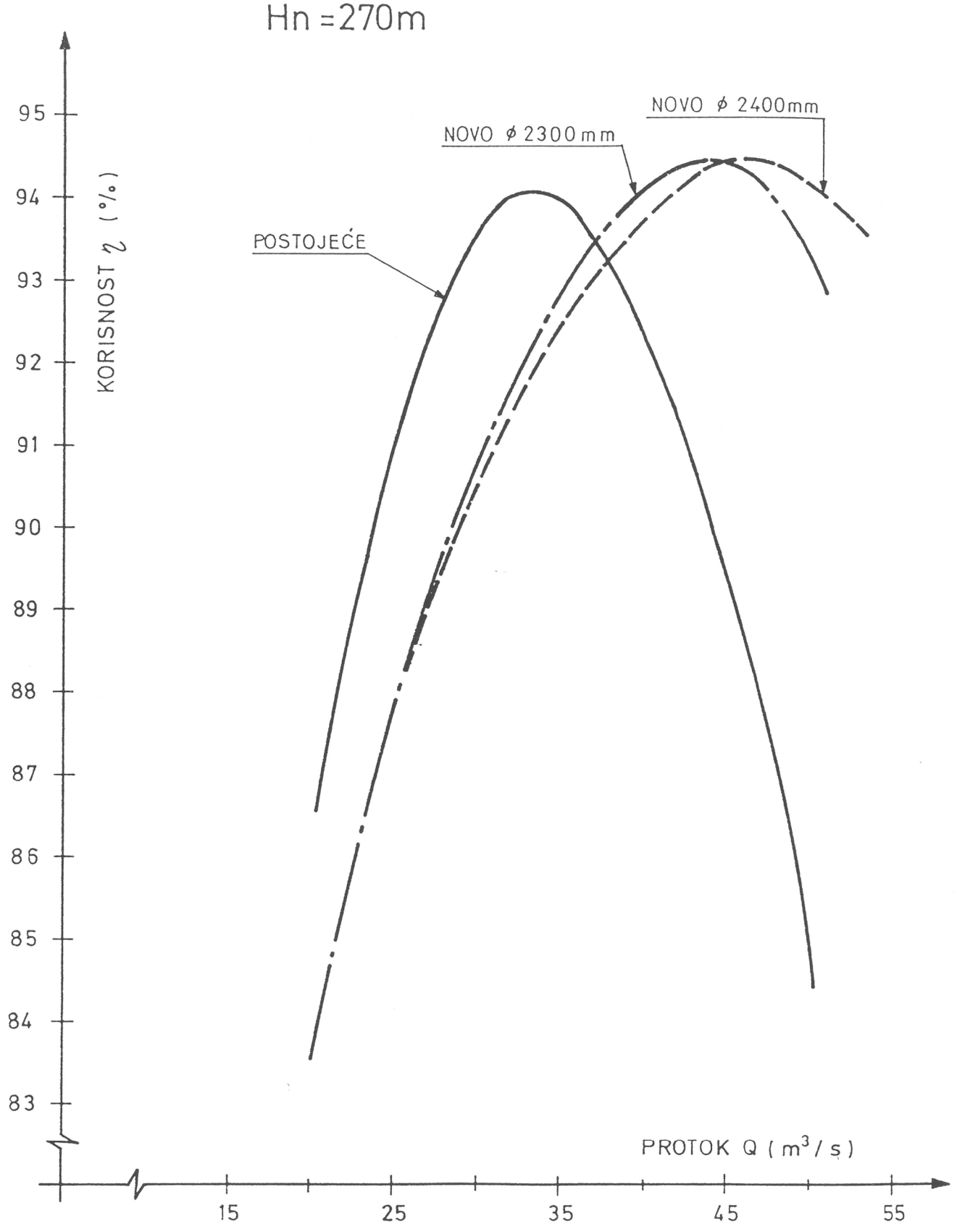
"Glavni projekt - HE Dubrovnik" - Sarajevo, 1960. god.

5. Protokoli o garancijskim ispitivanjima (Neyrpic - J.Černi), Dubrovnik 1966. god.

6. Publikacije:

- "Hidrosistem Trebišnjica" - Trebinje, 1970. god.

- "Hidroelektrane na Trebišnjici" - Trebinje, 1978. god.



PRILOG - KORISNOST η = f (Q) ZA POSTOJEĆE I NOVE TURBINSKE ROTORE U HE DUBROVNIK 1

6. NEKI KRITERIJI ZA OBNOVU TRANSFORMATORSKIH STANICA

Naslov referata:

"REKONSTRUKCIJA RASKLOPIŠTA 110 kV"

ELEKTROPROJEKT ZAGREB

Autor: *Slobodan Vajnaht, dipl.ing.el.*

Recenzent: *Željko Crnković, dipl.ing.el.*

UVOD

Posljednjih godina niz postrojenja napona 110 kV, transformatorskih stanica i rasklopišta, koja su građena pretežno 50-ih godina priprema se za rekonstrukciju ili se razmišlja o optimalnom obimu zahvata obnove.

***Elektroprojekt Zagreb** je razvio uspješan sistem rekonstrukcije koji je provjerio u praksi i na nizu projekata od idejnih rješenja do izvedbenih projekata.*

Vrijedna iskustva koja smo stekli na tom području sigurno bi se mogla uspješno primjeniti i na neka od postrojenja koja su oštećena ili razrušena u ovom ratu.

To se posebno odnosi na starija postrojenja gdje se uništeni aparati ili portali ne mogu jednostavno zamijeniti ili pak na postrojenja koja su pretrpila znatnija razaranja.

Sistem koji smo razvili omogućava odvijanje rekonstrukcije za vrijeme pogona postrojenja odnosno za vrijeme kraćih prekida pogona pojedinih polja. Da bi se postigao što kraći prekid pogona predviđaju se privremena prespajanja polja i dalekovoda.

Svaka rekonstrukcija se planira tako da se razbije u više faza koje se obično moraju obavljati prema zadanom redoslijedu, ali razmaci između završetka jedne faze i početka druge često nisu ograničeni.

***Rekonstruirano postrojenje** uz **povećanje nazivnih vrijednosti**, pruža znatno **veću sigurnost i pouzdanost** pogona, **smanjuje se održavanje** i osposobljeno je za **još jedan životni vijek**.*

RAZLOZI REKONSTRUKCIJE

Potreba za rekonstrukcijom javlja se kod postrojenja koja su stara 30-ak godina ili više.

U vrijeme izgradnje tih postrojenja nazivne struje i struje kratkog spoja u mreži bile su znatno niže nego danas.

Kod nekih postrojenja se dogodilo da im je opala uloga u smislu transformacije, ali im je porasla uloga kao čvora u mreži.

Posljedica toga je da je postrojenje nesigurno u pogonu te da postaje usko grlo u mreži.

Do sada se u rekonstrukciju išlo zbog jednog ili više od slijedećih razloga:

- *Nazivne vrijednosti su porasle u odnosu na projektirane. Posljedica toga je da pojedini aparati ili vodiči više ne zadovoljavaju.*
- *Kratkospojne vrijednosti u postrojenju postaju veće od onih za koje je postrojenje projektirano. Posljedica toga je da pojedini aparati ili vodiči ne zadovoljavaju, a problematična su postolja, portali i temelji jer su sile na njih također porasle.*
- *Portali i postolja su zbog korozije i starosti dotrajali. Zbog toga se može pretpostaviti da oni ne zadovoljavaju niti uvjete za koje je postrojenje projektirano.*
- *Nova iskustva sa silama, kao što je na primjer sila vjetra, koje djeluju na postolja, portale, vodiče i aparate u pojedinim područjima, zahtjeva ojačanje nosećih konstrukcija.*
- *Dotrajali i nepouzdani pneumatski pogoni se zamjenjuju elektromotornim pogonima.*
- *Nakon niza godina korištenja aparati su dotrajali, zahtjevaju sve češće održavanje i popravke te smanjuju pouzdanost postrojenja. Uz to, za njih je teško naći rezervne dijelove jer se više ne proizvode.*
- *Povećani značaj transformatorske stanice ili rasklopišta u mreži zahtjeva veću sigurnost pogona i veće manevarske sposobnosti postrojenja.*
- *Havarije u nekim postrojenjima utjecale su na promjenu pristupa pomoćnim naponima u postrojenjima pa se traži njihova rekonstrukcija da bi se povećala sigurnost.*
- *Havarije koje su se dogodile i koje osim direktne štete na postrojenju uzrokuju možda i veću indirektnu štetu. Zbog toga kao i zbog pojave nove generacije sistema za zaštitu, signalizaciju i upravljanje postrojenjima opravdani su zahtjevi za dodatnim uređajima ili za zamjenom odnosno rekonstrukcijom tih dijelova postrojenja.*

Od svih navedenih razloga za rekonstrukciju najčešći je premala nazivna struja postojećih sabirnica koje su redovito izvedene od Alče ili Cu užadi.

Povećanje presjeka ili dodavanje užadi u snop znatno povećava statičke sile na portale. Povećanje provjesa smanjuje statičke sile, ali u praksi se provjes zbog naponskih razmaka ne smije dovoljno povećati. Uz to stanje portala, koji su se nekada radili pretežno iz centrifugiranog betona, redovito je problematično pa bi ih trebalo mijenjati bez obzira na povećanje sila.

Kao jedino rješenje nameće se zamjena sabirničkih sistema: vodiča i portala.
To je redovito najproblematičniji dio rekonstrukcije.

Pokazalo se da se problem zamjene sabirnica uspješno rješava poluvisokom izvedbom cijevnih sabirnica, visine oko 6,5 m. Prednosti tih sabirnica su:

- *velika nazivna struja*
- *male statičke i dinamičke sila na njihova uporišta*
- *relativno lagana postolja*
- *mali temelji*
- *mogućnost izvedbe temelja, a ponekad i postolja, za vrijeme pogona*
- *koncepcija sa takvim sabirnicama ne zahtjeva spojne vodove koji prolaze iznad sabirnica i čije pucanje izaziva ispad postrojenja*
- *sigurnost pogona*
- *mogućnost etapne izgradnje.*

Osim rekonstrukcije sabirnica često se pristupa zamjeni aparata i promjeni veza u poljima. To je prilika da se izbjegnu visoke spojne veze koje se protežu iznad sabirnica i svih aparata i polju.

Uz navedeno, u boljim vremenima mogla bi se napraviti korekcija prenaponske zaštite tj. zamjena i povoljniji raspored odvodnika prenapona. Može se izvesti i gromobranska zaštita ako ne postoji, rekonstruirati rasvjeta, a redovito se zamjenjuje ili rekonstruira sistem uzemljenja.

OGRANIČENJA REKONSTRUKCIJE

Uz zahtjev za rekonstrukcijom redovito se zadaju ograničenja ili se ona javljaju sama po sebi:

- *osnovno i najteže ograničenje je nikakav ili vrlo kratak prekid pogona dozvoljen samo u određenim tretnucima*
- *zahtjevi za mogućnošću fazne rekonstrukcije*
- *slobodan prostor je vrlo ograničen*
- *izbor aparata je ograničen što naročito dolazi do izražaja u današnje vrijeme*
- *često nema izvedbene dokumentacije što stvara velike teškoće kod određivanja nosivosti temelja ili konstrukcija te kod izrade novih strujnih shema i priključnih planova.*

TOK REKONSTRUKCIJE

Od trenutka kada se utvrdi da postrojenje više ne zadovoljava tražene uvjete, Elektroprojekt može preuzeti na sebe sve aktivnosti osim rekonstrukcije:

- *utvrđuje postojeće stanje (popis opreme, stanje temelja, postolja i portala)*
- *izrađuje idejna rješenja varijanti rekonstrukcija*
- *procjenjuje cijenu za svaku varijantu*
- *izrađuje gantograme osnovnih aktivnosti za svaku varijantu*
- *izabire zajedno sa investitorom jednu ili dvije najpovoljnije varijante*
- *za izabrane varijante radi idejni projekt*
- *izabire zajedno sa investitorom jednu varijantu*
- *izrađuje projekt za građevinsku dozvolu i izvedbu za čitavu rekonstrukciju ili prema fazama*
- *izrađuje projekt organizacije građenja koji obuhvaća mjere i rješenja zaštite na radu tokom rekonstrukcije*
- *prati rekonstrukciju prema detaljnom mrežnom planu uz ažuriranje mrežnog plana*
- *kontrolira kvalitetu radova i opreme.*
- *vrši nadzor nad izgradnjom*

Tokom izvođenja navedenih radova u određenim fazama je nužna suradnja sa investitorom, dispečerom i potencijalnim izvođačima radova.

REKONSTRUKCIJA RP 110 kV HE "N. TESLA"

Prvi objekt u koji je prema navedenom sistemu Elektroprojekt projektirao i koji je izveden je RP 110 kV u HE "N. Tesla".

Rasklopište je izvedeno 1952. godine, sastojalo se od 12 polja (3 generatorska, 2 transformatorska, 1 spojno, 1 mjerno i 5 dalekovodnih polja), bilo je izvedeno sa sabirnicama izvedenim sa snopom od 2 Cu užeta presjeka 185 mm², I_n=585 A, S_n=110 MVA. Polja su bila opremljena pneumatskim prekidačima, pretežno BBC-ovim rastavljačima sa pneumatskim pogonima te strujnim transformatorima i odvodnicima prenapona koji nisu odgovarali novim prilikama.

Portali su bili izvedeni od centrifugiranog betona,a postolja pretežno od armiranog betona. Postolja i portali su bili dobro održavani (portali su povremeno bili premazivani zaštitnim slojevima), ali je bilo očito da nisu svi jednake kvalitete. Prilikom njihovog rušenja se pokazalo da je njihova zamjena bila opravdana.

Zadatak je bio:

- *da se sabirnice produže za prihvat još jednog dalekovodnog polja*
- *da se sabirnice osposobe za veće nazivne struje*
- *da se zamjeni pneumatski pogon*
- *da se aparati prilagode novim nazivnim i kratkospojnim vrijednostima struja u postrojenju*
- *da se vodiči u dalekovodnim poljima zamjene vodičima za veće nazivne struje*
- *da se poveća sigurnost pogona.*

Pažljivom analizom postrojenja i usporedbom raznih mogućnosti i cijena, iskristalizirala se jedna varijanta kao tehno-ekonomski optimalna.

Uvažavajući gore navedeno i poštujući ograničenja navedena u prethodnom tekstu, usvojena je varijanta rekonstrukcije prema kojoj se treba učiniti slijedeće:

- *sabirnice se zamjenjuju cijevnim sabirnicama promjera 100/88 mm, I_n=2035 A,*
- *prekidači se zamjenjuju novim SF_6 prekidačima*
- *rastavljači se postepeno zamjenjuju novima odgovarajućih nazivnih vrijednosti*
- *pneumatski pogoni rastavljača zamjenjuju se elektromotornim pogonima*
- *strujni mjerni transformatori i odvodnici prenapona zamjenjuju se novima odgovarajućih karakteristika*
- *spojno i mjerno polje premještaju se na kraj sabirnica*
- *staro spojno polje oslobađa se za prihvat novog dalekovoda Crikvenica 2*
- *staro mjerno polje oslobađa se kao rezervno polje*
- *veze u poljima izvode se cijevima ili Cu vodičima odgovarajućeg presjeka*
- *rekonstruira se sistem uzemljenja u rasklopištu jer je stari izveden od čelične trake korodirao i nestao*
- *modernizirati signalizaciju i upravljanje te prilagoditi novim aparatima i novoj situaciji postrojenja*
- *zaštiti se dodaje sabirnička zaštita.*

Postignuto je i više nego se u početku tražilo jer je dobijeno još jedno rezervno polje, a izbjegnuti su teški građevinski radovi ukopavanja novog dalekovodnog polja u kameno brdo i izrada izlaznog portala. To se postiglo novim rasporedom polja (spojno i mjerno polje na kraj sabirnica) i novim razmještajem opreme koji će u konačnoj fazi koja je preostala, omogućiti uklanjanje svih portala osim izlaznih u postrojenju.

Zbog zahtjeva da se pogon rasklopišta ne prekida, rekonstrukcija je podjeljena u faze:

- *aktivnosti koje se mogu izvesti za vrijeme pogona*
- *aktivnosti koje se izvode sa kraćim iskapčanjima pojedinih vodova*
- *aktivnosti koje se izvode uz prekid pogona jednog sistema sabirnica*
- *aktivnosti koje se izvode za vrijeme remonta elektrane.*

U osnovnim crtama prikazano, rekonstrukcija je tekla prema slijedećem redoslijedu:

- *1988. godine zamjenjeni su prekidači, strujni transformatori, odvodnici prenapona, pneumatski pogoni rastavljača zamjenjeni su elektromagnetskim, a oprema za signalizaciju i upravljanje u ormarićima polja i ožičenje prilagođeni su novim aparatima. Probno je to učinjeno na jednom polju, zatim se zamjena vršila polje po polje.*
- *Bilo je zamišljeno da se sabirnički sistemi mijenjaju za vrijeme pogona tj. dok se postavlja jedan sistem drugi bi trebao biti u pogonu. Naknadno se trebalo izgraditi spojno-mjerno polje na kraju sabirnica.*

Za vrijeme pogona izrađeni su svi temelji tako da je rekonstrukcija sabirnica i izgradnja spojno-mjernog polja izvedena za vrijeme remonta elektrane.

- *Diferencijalna zaštita sabirnica je izvedena naknadno.*
- *Preostalo je još da se izvedu cijevne veze u poljima sa novim razmještajem sabirničkih rastavljača, ali to nije vezano za neki rok. Početak te aktivnosti je vezan uz stanje srednjih portala koji se nisu mijenjali i stanje sabirničkih rastavljača. Aktivnost se može izvoditi polje po polje i nije vezana uz rekonstrukciju susjednih polja.*

REKONSTRUKCIJA RP 110 kV TE PLOMIN

Trenutno je završena izrada idejnog projekta rekonstrukcije RP 220/110 kV TE Plomin. Rekonstrukcija obuhvaća sistem lokalnog nadzora, upravljanja i zaštite RP 220/110 kV, telekomunikacija i RP 110 kV.

Ovdje ćemo se zadržati samo na dijelu koji obuhvaća rekonstrukciju RP 110 kV. Karakteristike rasklopišta su:

- *Dio rasklopišta je izveden naknadno (dva polja mrežnih transformatora, dalekovodno polje i tri rezervna polja) sa novom opremom koja zadovoljava tražene uvjete u mreži. Stari dio (spojno polje, mjerno polje, polje vlastite potrošnje, polje blok transformatora i 6 dalekovodnih polja) izveden je sa opremom pretežno iz 1967. godine koja više ne zadovoljava svojim parametrima. To se prvenstveno odnosi na prekidače, strujne transformatore, pogone rastavljača i djelomično na rastavljače.*

- *Sabirnice su izvedene kao glavne, snopovi Alče 2x300 mm^2, i pomoćne, snopovi Alče 2x240 mm^2, sabirnice.*

Zahtjev je da se rasklopište rekonstruira tako da se pomoćne sabirnice pretvore u drugi sistem glavnih sabirnica sa mogućnošću prijenosa snage 400 MVA i I_n=2100 A.

Spojno polje se isto tako treba prilagoditi novim uvjetima.

Oprema koja ne zadovoljava nove pogonske i kratkospojne prilike treba se zamjeniti. U skladu s tim predviđa se rekonstrukcija uzemljenja, gromobranske zaštite i manji zahvati na rasvjeti.

U idejnom projektu valorizirane su dvije varijante lokalnog sistema upravljanja signalizacije i zaštite: klasični sistem i distribuirani procesorski sistemi. Optimalno rješenje je nađeno uvođenjem relejnih kućica u postrojenje.

Rješenje rekonstrukcije je prikazano nacrtima koji su detaljniji nego je to uobičajeno za idejni projekt. Predložen je niz specifičnih rješenja koja se primjenjuju tokom rekonstrukcije. Predviđena je izgradnja provizornih sabirnica koje omogućavaju prespajanje dalekovodnih polja na polje br. 13. Tok rekonstrukcije je tako riješen da se veći dio rekonstrukcije obavlja za vrijeme pogona. Prema tim rješenjima izrađen je mrežni plan rekonstrukcije koji je priložen projektu.

Prilikom izrade projekta za građevinsku dozvolu i izvedbu, trebat će izraditi projekt organizacije građenja koji će sadržavati i rješenja zaštite na radu, kao što su: ograde za pojedine faze ili aktivnosti rekonstrukcije, graničnici visine za vozila, prostori za transport i odlaganje materijala, itd.

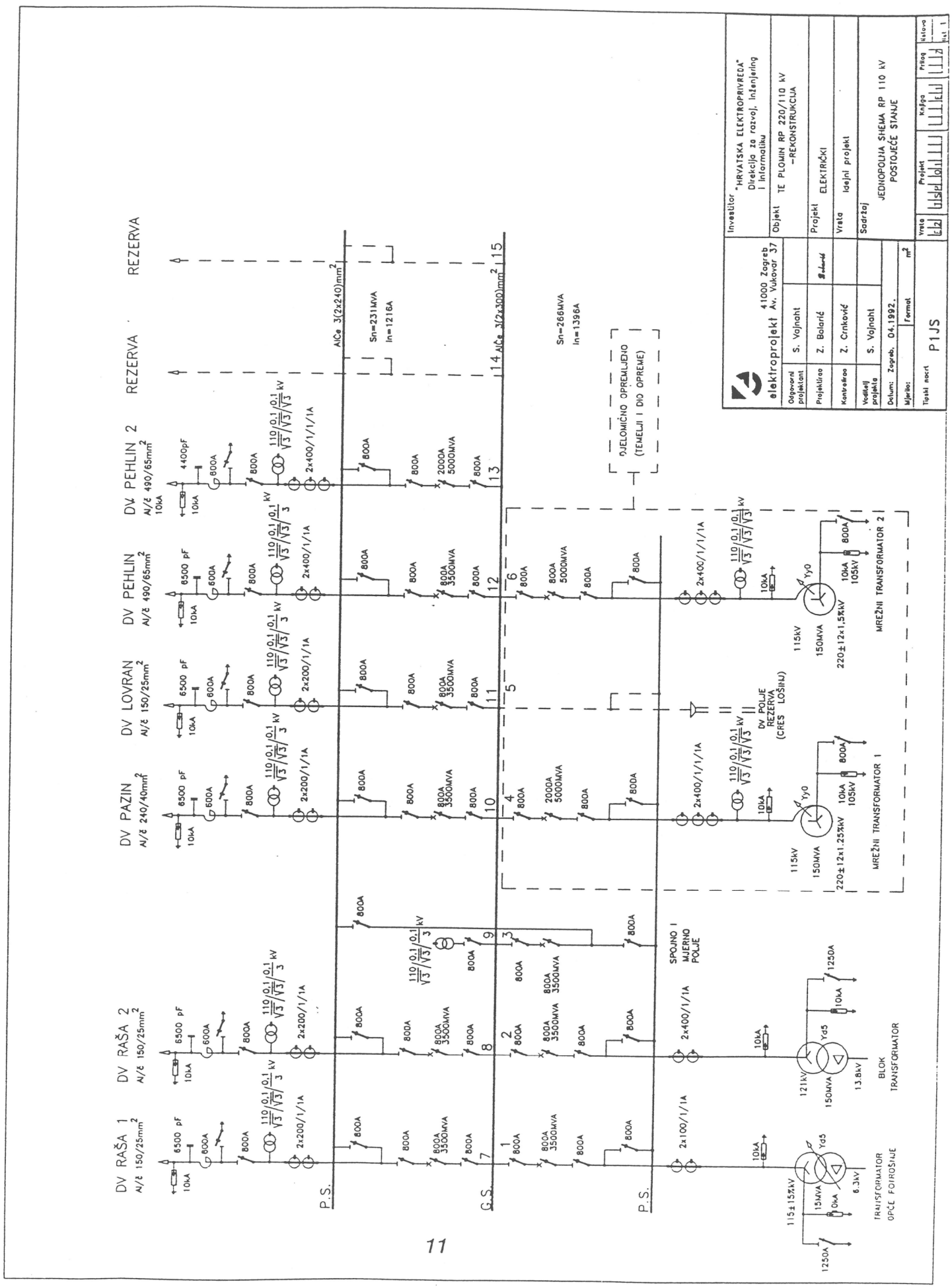
Da bi se lakše razumjela predložena rekonstrukcija ovdje su priloženi slijedeći nacrti:

- *jednopolna shema - postojeće stanje*
- *situacija - postojeće stanje*
- *tlocrt i presjek karakterističnog DV polja*
- *jednopolna shema - rekonstrukcija*
- *situacija - rekonstrukcija*
- *tlocrt i presjek karakterističnog DV polja - rekonstrukcija.*

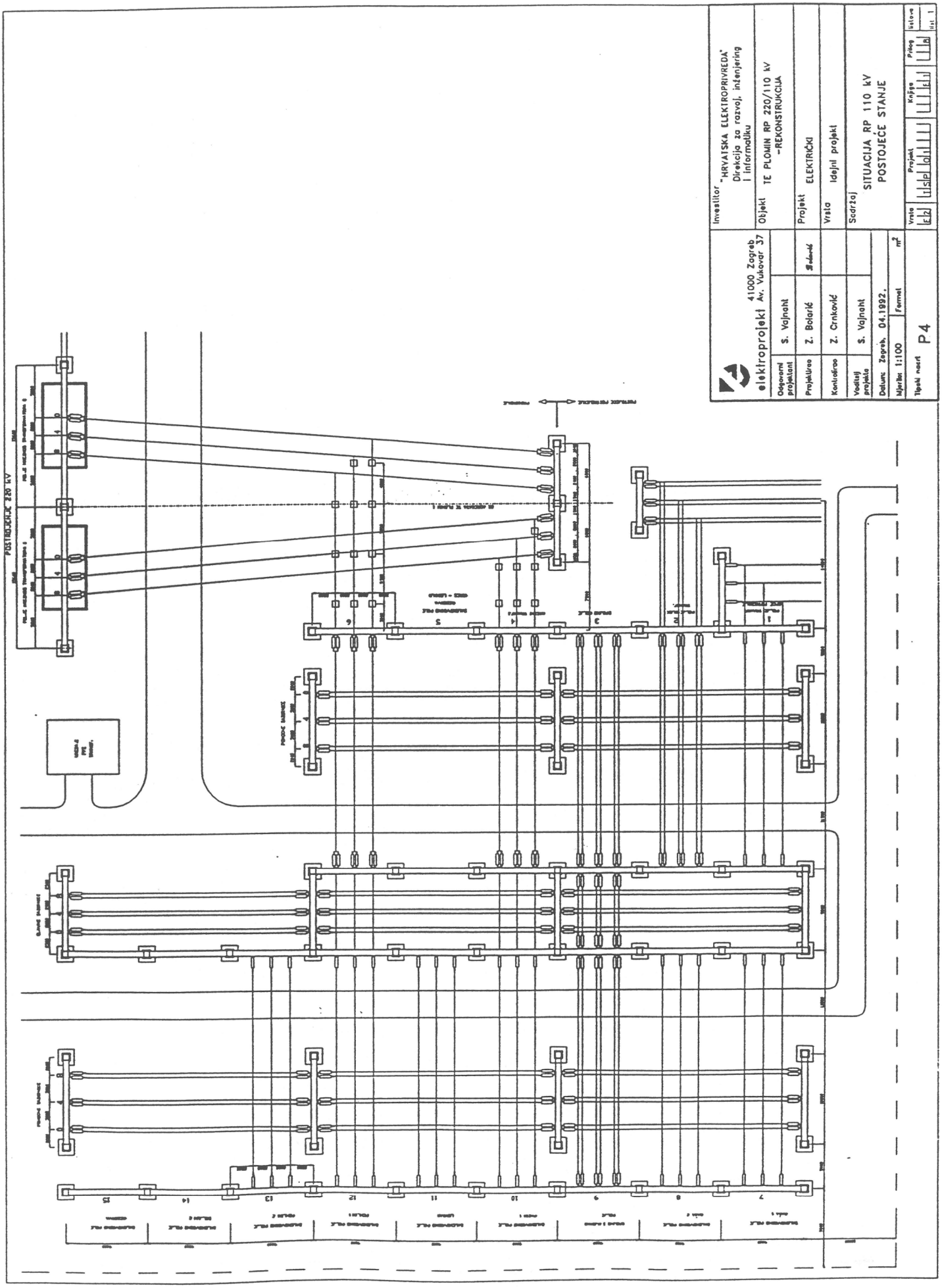
ZAKLJUČAK

Posljednjih godina učestali su zahtjevi za rekonstrukciju pojedinih starijih postrojenja 110 kV. Iako su i zahtjevi i postrojenja vrlo različiti, Elektroprojekt Zagreb je razvio princip rekonstrukcije koji je uspješno provjerio u praksi. Smatramo da se taj način rekonstrukcije može primjeniti i na određeni dio postrojenja oštećenih i razrušenih tokom rata. Ovaj trenutak je teško reći koja su to postrojenja i kako ih treba obnoviti ili rekonstruirati jer ne raspolažemo s podacima o oštećenjima. Nakon dobijanja takvih podataka trebalo bi izraditi idejna rješenja ili idejne projekte njihove obnove koji će poslužiti kao podloga za tehno-ekonomske analize kojima će se odrediti prioriteti rekonstrukcije i obnove.

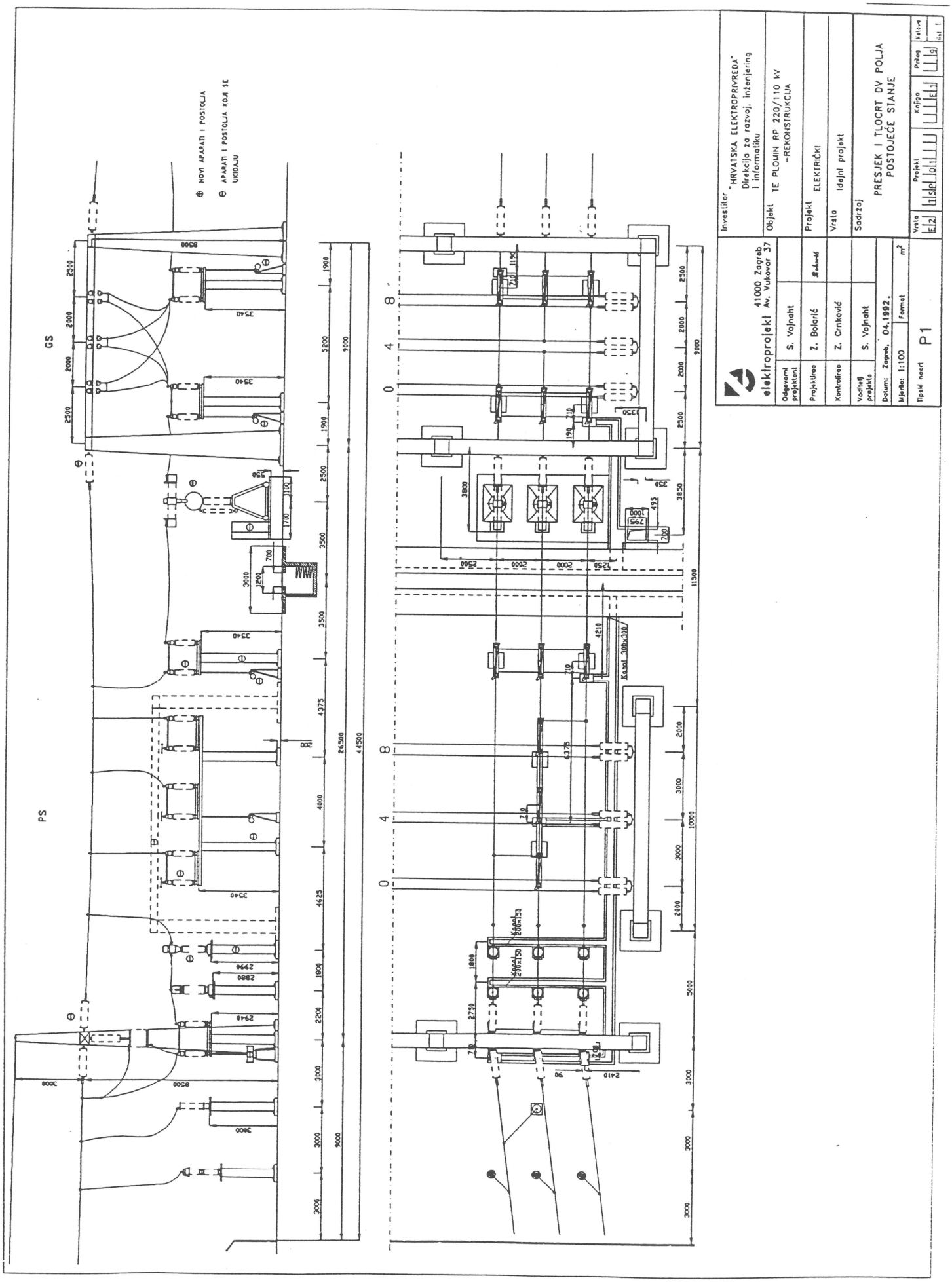
Slika 1. ***Jednopolna shema - postojeće stanje***



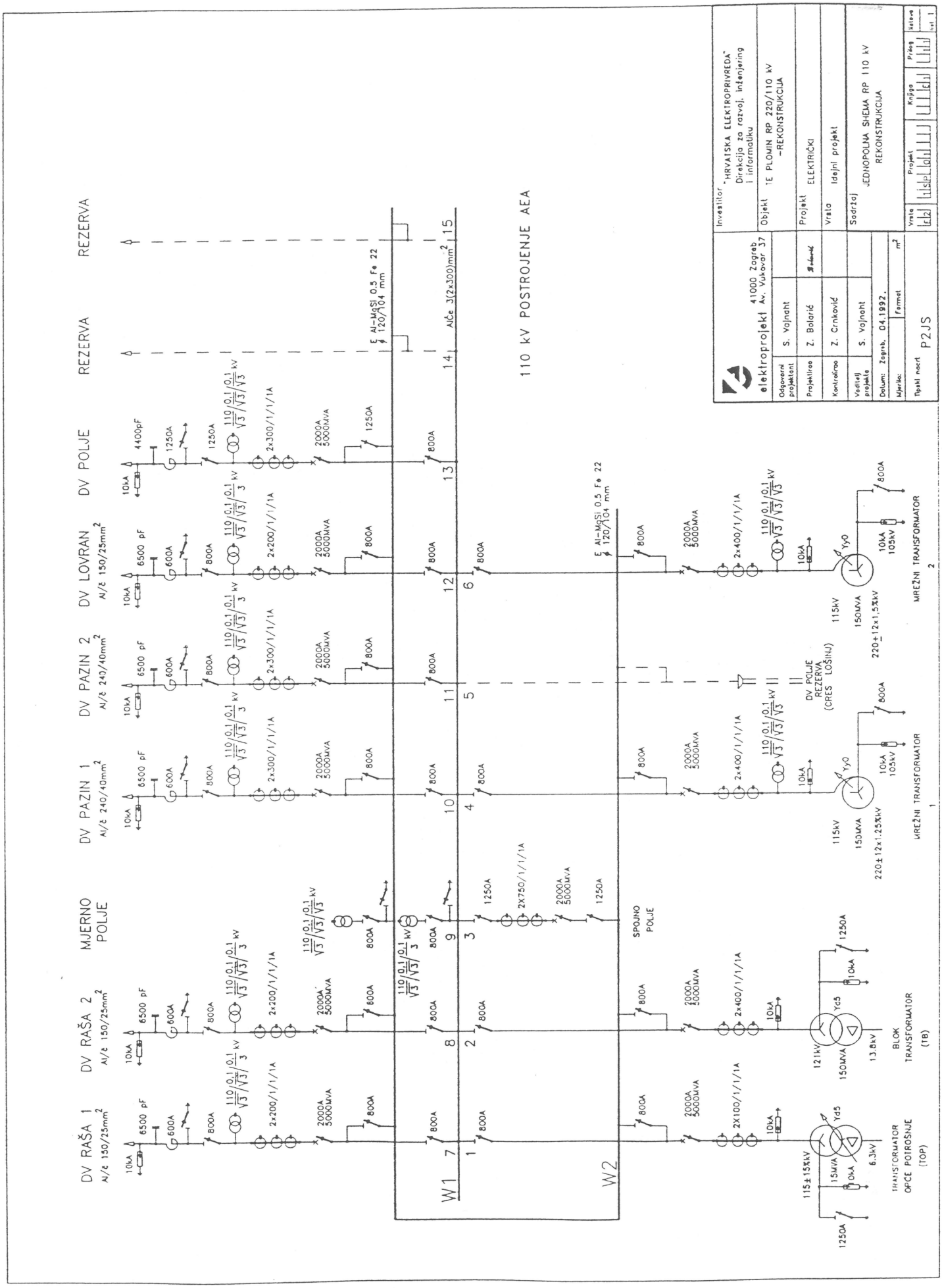
Slika 2. *Situacija - postojeće stanje*



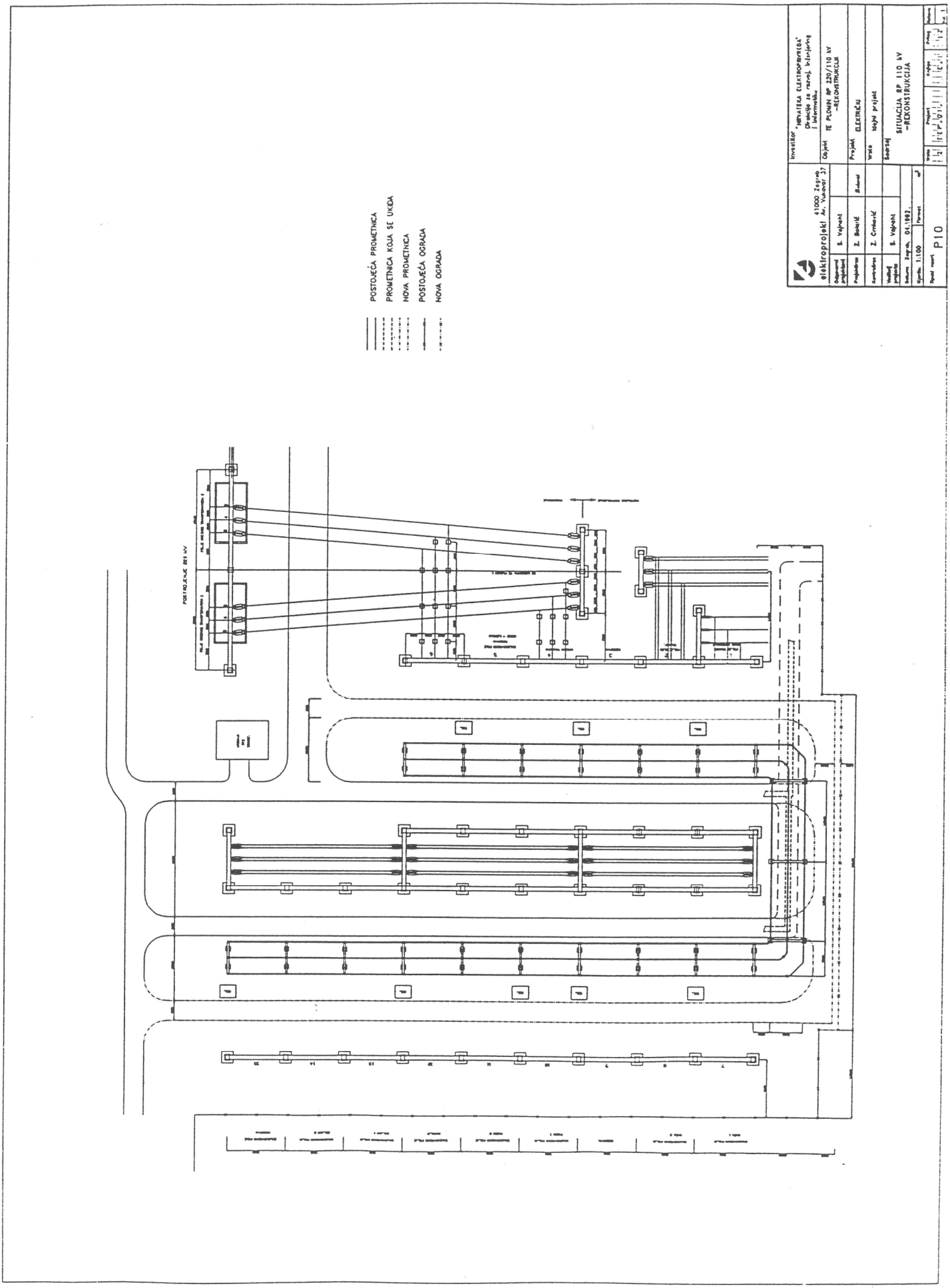
Slika 3. *Tlocrt i presjek DV polja - postojeće stanje*



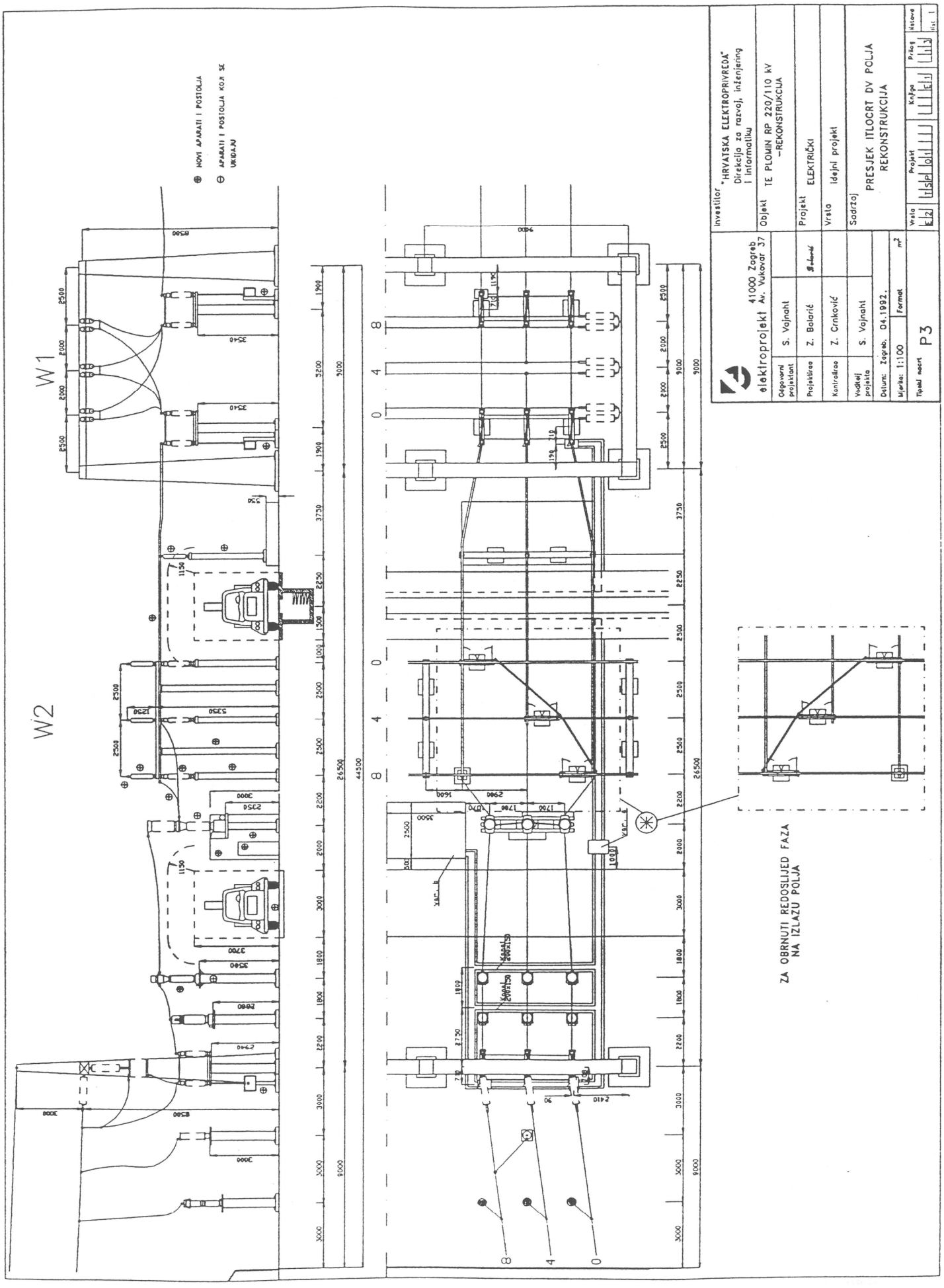
Slika 4. *Jednopolna shema - rekonstrukcija*



Slika 5. *Situacija - rekonstrukcija*



Slika 6. ***Tlocrt i presjek DV polja - rekonstrukcija***



HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 5

IZGRADNJA

Voditelj: Dr. Jakša Topić, dipl.ing.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME - SIGRÉ
Zagreb, Berislavićeva 6

5.01

STRUČNA KONZULTACIJA, OBNOVA I IZGRADNJA
ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE

I. Šaban,dipl.inž.
N. Novosel,dipl.inž.
Lj. Flegar,dipl.inž.
Elektrotehnički fakultet
Zavod za visoki napon i energetiku
Zagreb

OSIGURANJE KVALITETE U OKVIRU OBNOVE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE

Sadržaj

Okolnosti u kojima se našla hrvatska elektroprivreda, uzrokovane ratnim razaranjima a djelomično i dotrajalošću opreme, zahtijevaju efikasno djelovanje u cilju obnove. Pri tome je važno osigurati kvalitetu po kriterijima i principima provjerenim u svijetu, kako bi se uložen novac najbolje iskoristio. U tu svrhu ovdje se naglašava uloga osiguranja kvalitete u procesu obnove i definiranje učesnika u tome.

1. Uvod

U svjetskoj literaturi se mnogo piše o sistemu osiguranja kvalitete (QA) u procesu proizvodnje novog proizvoda. Često se pri tome primjećuje nekorektna interpretacija QA u smislu formalizacije zahtjeva na urednost dokumentacije bez djelotvornog utjecaja na izvođenje samog projekta. Tome je pridonio i sam tradicionalni pristup organizacije QA iako mu to nije bila intencija. Novim pristupom organizacije QA, i zaduženjima u tom okviru, uspijeva se otkloniti primjećene nedostatke; efikasno primjenjen QA program postaje važno oruđe u rukama uprave; poželjno je čak da bude donekle prilagođen kulturnim, povjesnim i industrijskim iskustvima zemalja i organizacija u kojima se primjenjuje.

Novi pristup je posebno povoljan za primjenu pri modernizaciji ili osposobljavanju postrojenja ili njegovih djelova u okviru obnove oštećenog ili općenito revitalizacije; taj aspekt nam je sada od

posebnog interesa. Naime, novi pristup QA programu ne dozvoljava formalizaciju kontrole u okviru izrade dokumentacije, nego nameće implementiranje QA u sam proces proizvodnje, a obavezno i u sam proces postavljanja i definiranja cilja koji predhodi narudžbi usluge odnosno ugovaranju posla. Proizilazi da pri ugovaranju treba definirati QA program i način praćenja a proizvodne će organizacije dalje u skladu s ugovorom, urediti svoju ulogu i obaveze u osiguranju kvalitete. U osiguranju kvalitete su, kako slijedi, uključeni svi učesnici - Elektroprivreda, proizvodne organizacije i davaoci usluga.

2. Pristup QA programu

Općenito je uočeno da je provođenje QA programa najefikasnije i najproduktivnije ako su aktivnosti ugrađene u svakodnevne radne operacije, umjesto da se oslanja na inspekciju i nadzor od strane posebne organizacijske jedinice. Poželjno je, dakle, imati radnu jedinicu s izvršiocima s pojačanim osjećajem odgovornosti za kvalitetu. Uprava i stručne službe su pritom ključ uspješnog funkcioniranja QA programa. Njihova uloga i odgovornost je postavljanje i kultiviranje principa ugradnje kvalitete u dnevne radne aktivnosti, organiziranim uključivanjem u sve aspekte QA programa te vođenjem tog programa.

U praksi, QA program funkcionira kad pojedinci u upravi te izvršitelji poslova i instance koje ocjenjuju postignute rezultate - svi zajedno doprinose kvaliteti. Na shemi je slikovito prikazana korelacija u pristupu QA programu u smislu tradicionalno - moderno / L1 /.

	Tradicionalno	Moderno
-1-	Radna grupa za QA je odgovorna za kvalitetu.	Kvaliteta se tiče svakoga zaposlenog i svak snosi određen stupanj odgovornosti za kvalitetu svog dijela posla.
-2-	Organizacije koje rukovode i izvršavaju posao su odvojene od organizacija koje ocjenjuju rezultat.	Uprava, stručne službe, svi izvršioci i oni koji ocjenjuju rezultat - svi doprinose kvaliteti na usklađen i efikasan način.
-3-	Dobri programi, postupci, procedure i dokumentacija su mjera uspjeha.	Postizanje kvalitete je mjera uspjeha.
-4-	Kvaliteta je nadzirana (inspected in).	Kvaliteta je ugrađena (built in).
-5-	Radna grupa za QA zahtjeva striktno poštivanje dokumentacije.	Instance zadužene za ocjenu kvalitete su tehnički osposobljene za postizanje cilja - kvalitete.

3. Zaključak

Moderni pristup osiguranju kvalitete pokazuje da kvaliteta ovisi o:

- upravi, koja je odgovorna za sve aspekte kvalitete, uključujući planiranje, organizaciju, rukovođenje, kontrolu i podršku ;
- izvršiocima, koji su odgovorni za postizanje kvalitete u smislu ostvarenja sigurnosti i pouzdanosti;
- kontrolorima i ocjeniteljima rezultata koji su odgovorni za ocjenu kvalitete,uočavanju nedostataka i osiguranju potrebnih korekcija;

Ovim pristupom organiziranja u cilju osiguranja kvalitete najsigurnije se dolazi do zamišljenog cilja. Elektroprivreda kao korisnik i kupac opreme i usluga treba poduprijeti zahtjeve za osiguranjem kvalitete i inzistirati na njima. Ona treba biti glavni inicijator zahtjeva za provođenje osiguranja kvalitete kako bi se podigla kvaliteta opreme hrvatskih proizvođača na višu razinu i tako osigurala efikasnija obnova i pouzdanost energetskog sistema u Republici Hrvatskoj.

4. Literatura

1. F. Hawkins,N. Pieroni: Quality assurance at nuclear power plants: Basic programmes on performance, IAEA Bulletin,4/1991

Stručna konzultacija:
Obnova i izgradnja elektroenergetskog sistema Republike Hrvatske

Zagreb

Mr. Ernest Mihalek,dipl.ing.
Lahorko Wagmann, dipl.ing.
Institut za elektroprivredu Zagreb
Studijska jedinica za razdjelne mreže

Programski paket za proračun niskonaponskih mreža (NNM)

1. Uvod

U Institutu za elektroprivredu Zagreb, je krajem 1989. godine načinjena prva verzija programskog paketa za projektiranje NN mreža. Paket je moguće koristiti kod projektiranja novih mreža, rekonstrukcija kao i kod kontrole mreža pri izdavanju elektroeergetskih suglasnosti. Program je pobudio velik interes kod projektanata i tehničkih službi. Zbog toga su ga preuzeli mnogi projektni biroi u distrubutivnim organizacijama Hrvatske.

2. Unapređenje modela za proračun mreže

Klasičan pristup proračunu mreža da se radijalne mreže proračunavaju na isti način kao i zamkaste mreže rezultira u vrlo dugom trajanju proračuna. Dugo vrijeme trajanje proračuna je nepovoljno, naročito kod projektiranja niskonaponskih mreža, gdje zadani elementi mreže ne moraju odgovarati pa se korekcije i proračuni moraju izvršavati nekoliko puta. Trajanje proračuna se može bitno skratiti primjenom metode za proračunavanje radijalnih mreža.

2.1. Proračun 1p KS i 3p KS za radijalne mreže

U programu se koristi algoritam proračuna jednopolnog, dvopolnog i tropolnog kratkog spoja koji joristi prednosti proračuna za radijalne mreže čime se izbjegava invertiranje matrice i time postiže veća brzina proračuna.

2.2. Proračun jednofaznih strujnih krugova ili odvojaka

U prijašnjem proračunu nije bio obuhvaćen proračun tokova snaga i padova napona u jednofaznim strujnim krugovima i odvojcima.

2.3. Poboljšanje normativa potrošnje kućanstava

U paket su ugrađeni poboljšani energetski normativi za kućanstva jer je primijećeno da su dosadašnji normativi bili previsoki, iz čega je slijedilo predimenzioniranje mreže. Na osnovu poznatog matematičko-statističkog modela predloženi su novi normativi koji odgovaraju Rusk-ovim istraživanjima. Dopušteno je miješanje svih tipova normativa u pojedinim cvorovima i izvodima.

2.4. Proračun vršnog opterećenja dijela mreže

Omogućen je proračun vršnog opterećenja dijela mreže koji se nalazi iza promatrane točke za potrebe dimenzioniranja uloška (linijskog) osigurača , presjeka vodiča i snage transformatora.

3. Poboljšanje komfora korisnika u skladu sa zahtjevima projektanata

3.1. Aplikacije za unos kataloga

Omogućen je unos, dodavanje i ažuriranje svih potrebnih podataka u kataloge vodova, čvorova, osigurača i normativa.

3.2. Unos podataka o opterećenju čvorova

U bivšoj verziji programa proračun istodobnosti se vrši neovisno o topologiji. Na taj način se opterećenja potrošača moraju unositi dva puta: kod proračuna istodobnosti i kod unošenja podataka o topologiji. Poboljšanje se sastoji u mogućnosti direktnog unošenja podataka o vrsti i broju potrošača u topološku datoteku mreže. Iz tih podataka se računaju opterećenja za proračun tokova snaga i padova napona, kontrola dosega zaštite.

3.3. Rezultati proračuna

Rezultati proračuna su napisani pregledno prema dionicama, čvorovima, i kontroli uvjeta kod projektiranja.

4. Priručna baza podataka za proračun NNM

Niskonaponske mreže su vrlo dinamične obzirom na česte promjene (broj i vrsta priključka, duljina mreže itd.) pa treba stalno dopunjavati podatke i vršiti česte kontrole gubitaka napona i zaštitnih mjera.

Priručna baza podataka služi za čuvanje podataka o topologiji mreže. Pod topologijom mreže se misli na veze među čvorovima bez obzira na geografski raspored. Iz baze podataka mogu se vršiti različita pretraživanja u svrhu statističkih obrada, npr. zastupljenost vodova određenog presjeka vodiča, broja i tipa potrošača u čvorovima itd.

Uz pomoć baze može se kreirati datoteka topologije za proračune (tokovi snage, KS) NNM. Takav alat koji omogućava brzi proračun mreže je vrlo koristan, npr., kod izdavanja elektroenergetskih suglasnosti.

Treba napomenuti da je ova baza podataka priručna i glavna svrha joj je proračun mreže. Baza podataka racionalizira čuvanje podataka na računalu i omogućava pristup do podataka različitim aplikacijama.

5. Grafički unos mreže

Tehnička dokumentacija za projektiranje NNM je nezamisliva bez grafičkih prikaza mreže, dionica i odvojaka koji se obrađuju i računski provjeravaju. Uobičajeno je da se uz proračun gubitka napona i provjere zaštitnih mjera, daje shematski prikaz pripadnog dijela mreže s rezultatima proračuna. Zadavanje topologije mreže uz pomoć editora u ASCII datoteke ili uz pomoć nekih specijalno razvijenih programa za formatirano unošenje podataka ne omogućavaju zoran prikaz topološke povezanosti mreže u toku unošenja. Zbog takvog načina dolazi do grešaka koje nije uvijek lako otkriti. Grafički prikaz takve greške eliminira.

Na ekranima u boji moguć je, npr., prikaz najopterećenijih dionica vodova drugom bojom, označavanje čvorova s prevelikim padom napona itd. Program mora biti vezan na priručnu bazu podataka NNM.

Treba napomenuti da grafička podrška još nije napravljena ali početna razmatranja pokazuju da bi se razvoj najlakše i najbrže načinio uz pomoć AUTOCAD-a sa sučeljem prema programima za proračun i priručnu bazu podataka.

PODMORSKE KABELSKE VEZE 110 kV KAO DIO ELEKTROENEGETSKOG SUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE

Elektroenergetski sustavi područja srednjeg i južnog dijela hrvatske obale povezani su mrežom napona 110 kV dijelom kopnom i dijelom morem preko otoka Brača, Hvara, Korčule do poluotoka Pelješca.

Nažalost, između područja sjevernog i srednjeg dijela neše obale ne postoji nikakva povezanost 110 kV mreže.

Za realizaciju ove veze prijeko je potrebno još izgraditi i zračno kabelsku vezu otok Rab-otok Pag, te transformatorske stanice 110/20 kV "Rab" i "Novalja".

Da je ova veza postojala, prekidi u napajanju područja Zadra niti u ovim ratnim uvjetima ne bi bili tako katastrofalni.

U normalnim pogonskim prilikama međusobna ispomoć u napajanju pojedinih elektroenergetskih sustava nije zanemariva, dok je u izvanrednim prilikama dragocjena.

Proizvođači naših podmorskih kabela i kabelskog pribora 110 kV su: "STK" - Norveška, "Liljeholmes" i "Siverts" (sada "ABB") - Švedska, dok je jedan jedini dug samo 1 km (Cres - Lošinj) FKS. Polaganje i montažu izveo je proizvođač, a mi smo im samo ispomagali.

Analizirajući sve dosadašnje kvarove, može se zaključiti da ih na našu veliku sreću nije bilo mnogo i da niti jedan nije bio na podmorskim dijelovima.

Sve složenije kvarove tklanjao je proizvođač kabela uz ispomoć naših stručnih djelatnika.

Većina podmorskih kabela 110 kV je u pogonu već oko 20 godina (vidi prilog).

Rat još traje, a popravak većeg kvara trajao bi dugo uz velike štete i financijska ulaganja. Posebno bi popravak podmorskog dijela bio otežan, jer ne posjedujemo opremu niti brod za tu svrhu.

Zbog složenosti ove problematike na razini HEP-a - Direkcije za upravljanje i prijenos, osnovana je Radna grupa za podmorske kabele sa zadatkom tehničko-tehnolo škog unapređenja ovog dijela mreže.

Nakon detaljne stručno tehničke analize predlaže se slijedeće:

1. Pregledati sve rezerve materijala (s predstavnikom proizvođača) i obaviti odgovarajuće nadopune, te eventualnu zamjenu alata za popravke (nove tehnologije popravaka).

2. Ostvariti suradnju s tvornicama "ELKA" i "TEP" za popravke, makar samo kabela s izolacijom od umreženog polietilena.

3. Ispitati mogućnost nabave kabelskih glava 110 kV novije tehnologije (npr. silikonska tehnika navlačenja), koje bi mogli montirati naši djelatnici bez pomoći proizvođača.

4. Voditi stalnu brigu o osposobljavanju naših djelatnika za obavljanje ovih specifičnih poslova.

5. Intenzivno raditi na realizaciji programa "MORKAB" - Organizacija i tehnologija rada na polaganju i popravcima podmorskih kabela.
   U sklopu ovog programa predviđena je nabava osnovne opreme za popravljanje kabela pod morem. Plovni objekt se za sada ne bi nabavljao već bi se koristili postojeći. Naime, naši brodari raspolažu prikladnim plovnim objektima. Tehnički detalji za nabavu ove opreme su utvrđeni,te je na toj osnovi izrađen i ponudbeni elaborat.

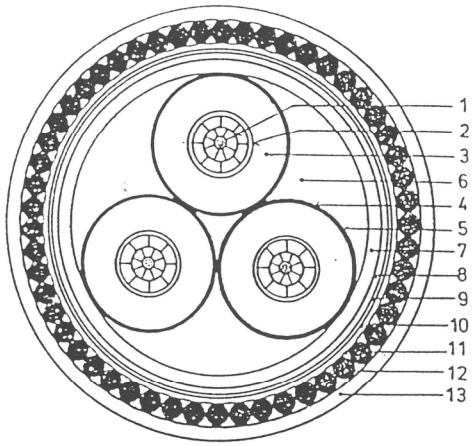
ZAKLJUČAK

Prilike su dosta složene: rat još traje, većina podmorskih kabela je u pogonu preko 20 godina, raspoloživa financijska sredstva su nam "nikakva", a trebamo hitno raditi na realizaciji prije navedenog.
Zato predlažem da se navedeno podijeli na dva dijela : na dio za čiju realizaciju su potrebna manja financijska sredstva (navedeno pod 1-4), i da se to realizira odmah, te dio naveden pod točkom 5, za koji su potrebna znatna financijska sredstva koji treba etapno realizirati.
Potrebno je napomenuti da se navedeno pod 1. do 4. odnosi i na kopnene kabelske dalekovode 110 kV (Zagreb, Split .....).

HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Direkcija za upravljanje i prijenos
Sektor za prijenos

Petar Čerina,dipl.ing.

Split, 08.travnja 1992.



1. Bakreni (aluminijski) vodič
2. Karbonizirani papir
3. Papirnata izolacija
4. Karbonizirani papir
5. Metalizirana vrpca
6. Ulje niskog viskoziteta
7. Olovni plašt
8. Metalizirana vrpca
9. Dva sloja galvanizirane trake
10. Dva sloja neoprenske trake
11. Asfalt impregniran krep-papirom
12. Galvanizirana čelična žica
13. Dva sloja propilenskog vlakna i bitumena

PODMORSKE KB VEZE 110 kV
NA JADRANU

1. KRALJEVICA-O.KRK 4,2 km 1980.
2. CRIKVENICA -O.KRK 5,6 km 1972.
3. O.KRK-O.CRES 7,5 km 1972.
4. O.KRK-O.RAB 11,2 km 1987.
5. O.RAB-O.PAG 11 km u pripremi
6. DUGI RAT -O.BRAČ 8,1 km 1968.
7. O.BRAČ-O.HVAR 4,7 km 1970.
8. O.HVAR-O.KORČULA 16,3 km 1971.
9. O.KORČULA.PELJEŠAC 2,2 km 1972.
10. O.CRES-O.LOŠINJ 1,0 km 1986.

Izradio: Petar Čerina,dipl.ing.

09.04.1992.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 6

VOĐENJE EES

Voditelj: Doc.dr. Juraj Šimunić

FRANJO ŠKRTIĆ, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

VOĐENJE POGONA U RATNIM UVJETIMA

Značajnije osobitosti vođenja pogona tijekom proteklog ratnog razdoblja mogu se razmatrati kroz:

(1) raspoloživost mreže i nužni provizoriji

(2) usporedba energetskih veličina

(3) organizacija rada u trafostanicama

(4) vođenje pogona iz CDU.

1. Raspoloživost mreže i nužni provizoriji

Prvi veći poremećaji u prijenosnoj mreži Slavonije i Baranje uzrokovani ratnim razaranjima počeli su se događati u drugoj polovini srpnja 1991. godine.

Tijekom kolovoza broj kvarova - većinom na vodovima - imao je rastući trend, da bi u rujnu stupanj oštećenosti dostigao oko 40% od ukupnog broja vodova 110-400 kV.

Nakon manje stagnacije oštećenja dolazi do još većih razaranja, tako da u prosincu stupanj oštećenosti vodova dostiže 50%.
Vremenom, pojedine trafostanice i vodovi postali su nedostupni.

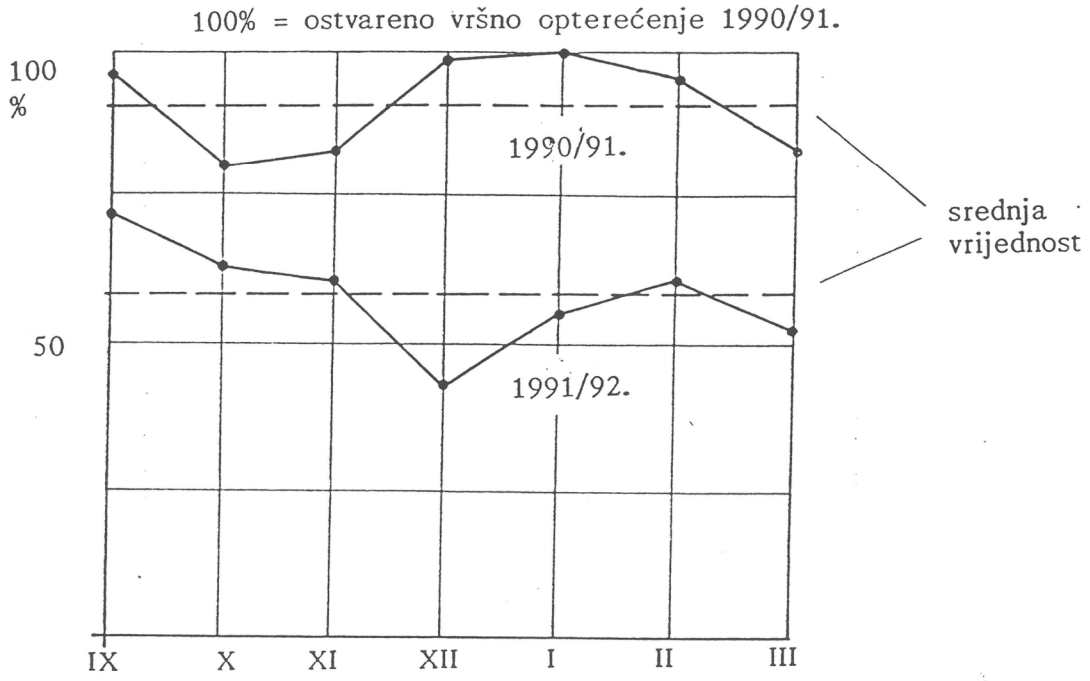
Obzirom na nastalo stanje u mreži, prilazilo se provizornim rješenjima, na vodovima i postrojenjima:
- spajanje vodova istih ili različitih naponskih nivoa na mjestima križanja ili njihovoj blizini,
- izgradnja manjih ili većih dionica vodova na drvenim stupovima radi spajanja vodova kako bi se izbjeglo kritično područje kroz koje prolaze prirodne trase,
- korištenje vodova 110 kV pod naponom 35 kV,
- korištenje dvije zdrave faze na 110 kV vodu,
- korištenje pojedinih zdravih faza paralelnih vodova u funkciji jednog trofaznog voda,
- premoštavanje primarne opreme u trafostanicama, koje nisu nužne za pogon,
- prebacivanje VF prigušnica na ispravne vodove radi uspostave VF komunikacije za vezu i SDV,
- korištenje jednog sistema sabirnica 110 kV za pogon pod naponom 35 kV.

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 6 (vođenje EES) na Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb,

Sada je oko 34% 400 kV i 110 kV vodova, te oko 25% trafostanica na nedostupnom području.

Budući je jedna od trafostanica i TS "A", po značenju je ovaj postotak je daleko nepovoljniji.
Momentom napuštanja TS "A" (20. studenog 1991. godine), pao je i sistem daljinskog vođenja iz CDU Osijek.

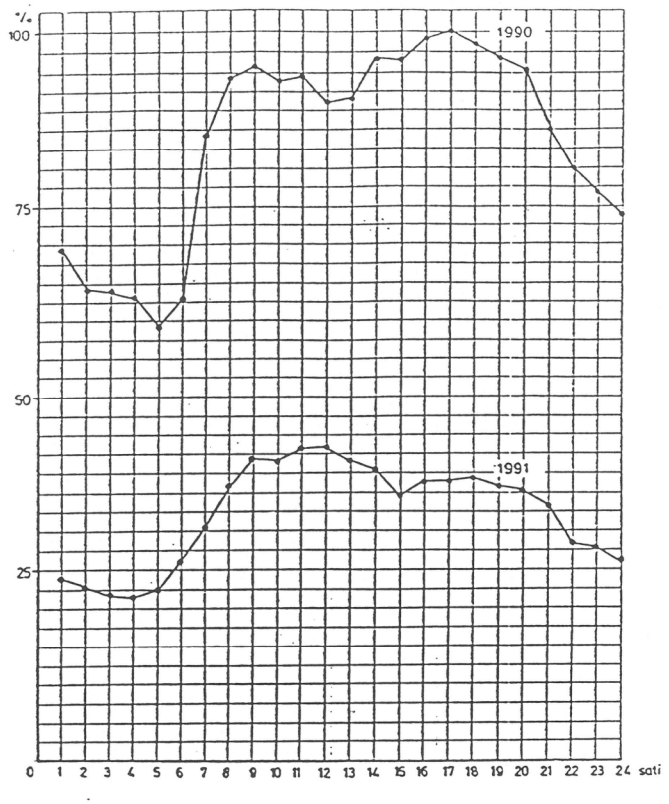
2. Usporedba energetskih veličina



Sl. 1 Vršno opterećenje konzuma Slavonije i Baranje

Najveći pad potrošnje električne energije zabilježen je od polovine studenog do početka prosinca 1991. godine. U to vrijeme došlo je do brojnog napuštanja građana s ratom zahvaćenog područja (podatak za grad Osijek je oko 40% izbjeglih građana). Također na takav trend utječe reducirana mreža, a donekle i blaga zima.

Srednja vrijednost u sezoni 1991/92. u odnosu na isto razdoblje u sezoni 1990/91. je za 33% niža.



Sl. 2 Primljena el.energija na dan 19.12.

Karakteristične srijede u prosincu ostvaren je praktički najveći pad. Osim ukupno smanjene dnevne potrošnje za 60% očit je pomak "špice" opterećenja s večernjih u podnevne sate (smanjene opće društvene aktivnosti, provođenje zamračenja i sl., uz stanoviti utjecaj i novog tarifnog sustava).

3. Organizacija rada u trafostanicama

Od ukupnog broja trafostanica 50% je bilo neprestano izloženo ratnom razaranju, a 25% je ostalo na nedostupnom području.

Već početkom srpnja 1991. godine, pojedine trafostanice bile su u poprištu neprijateljskog djelovanja.

Bilo je nužno u organizaciji rada trafostanica početi s preventivnim zahvatima u cilju što spremnijeg dočeka eskalacije ratnih aktivnosti:

- rad uklopničara u takvim objektima, bilo da su daljinski upravljane ili lokalno, organiziran je u turnusima tijekom svih 24 sata dnevno,

- trajanje turnusa je produženo na maksimalno moguće vrijeme, kako bi se smanjio broj putovanja na posao i s posla,
- trafostanice su opskrbljene rezervama hrane i pitke vode, te dodatnim količinama sadržaja za prvu pomoć,
- izgrađena su primjerena skloništa i zakloni,
- u nekim trafostanicama su tijekom noći uz uklopničara pridodani i ostali djelatnici prijenosnog područja,
- energetski transformatori zaštićeni su ograđivanjem paletama opeke,
- vođenje pogona s najnužnijim poljima, s jednim energetskim transformatorom (pogođeni energetski transformator prilikom avionskog bombardiranja bi se zacijelo zapalio, da je bio u pogonu)
- u nekim dislociranim trafostanicama, za vrijeme izrazite ratne ugroženosti, posade su evakuirane u distribucijska sjedišta (bolja skloništa i ostali sadržaji); odatle su po potrebi izlazili obavljati potrebne pogonske manevre.

Dobra suradnja s lokalnim distribucijama, obzirom na smanjenu mogućnost kako fizičkog tako i komuniciranja putem veza, je neophodna.

4. Vođenje pogona iz CDU

Kao što je ranije iznijeto, od 20. studenog 1991. godine potpuno je izvan funkcije SDV iz CDU. Međutim i u periodu prije toga, veoma često, zbog oštećenja vodova (broj oštećenja vodiča na vodovima bio je neočekivano velik) telekomunikacijski putevi u mreži SDV bili su neispravni.

Sama činjenica, da je kroz višemjesečni period bilo neraspoloživo oko 1/2 prijenosne mreže, da je tu i TS "A" kao i 110 kV vodovi između nje i drugih TS dovoljno govori o napregnutosti pogona koji se vodio.

Kao doživljene osobitosti u radu CDU ističemo:
- dodatne poteškoće zbog neraspoloživosti osnovne mreže,
- velik broj provizorija u postrojenjima (bez spojnih polja, nepotpuna polja, neraspoloživi glavni i pomoćni sistemi sabirnica i dr.),
- loše radio i telefonske veze,
- loš kvalitet napona,
- česti kvarovi i ispadi te potrebna prekapčanja,
- neadekvatni uvjeti rada nakon preseljenja na privremenu lokaciju,
- vođenje i 35 kV mreže,
- barem dvostruko veći opseg rada.

Sve nabrojeno bilo je popraćeno i objektivnom nemogućnosti osiguranja:
- sigurnosti dolaska na posao (produženi su turnusi na 24 sata), bez ijednog nepokrivanja smjene, unatoč svim teškoćama zbog zračnih i ostalih uzbuna, te nefunkcioniranja javnog prijevoza,
- prikupljanja i obrade energetskih podataka.

Mora se istaći da su u vrijeme najvećeg broja oštećenja - gotovo tijekom tri mjeseca - organizirani i obavljeni radovi na način koji je u formalnoj suprotnosti s propisanim mjerama.
Unatoč svemu nije bilo pogrešnih manevara niti nesreća na radu.

JOVICA ILIĆ, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

PROCESNO UPRAVLJANJE ELEKTROENERGETSKIM OBJEKTIMA U PERIODU RATNIH RAZARANJA

Tema Procesno upravljanje elektroenergetskim objektima u periodu ratnih razaranja u Slavoniji i Baranji, ukratko će prikazati potrebu, značaj, problematiku i iskustva vezana za procesno upravljanje.

Početkom ratnih razaranja i agresije na Hrvatske pojavio se problem brzog prilagođenja procesnog upravljanja ratnim uslovima. To je značilo iznaći sigurnije lokacije za dispečerska upravljačka mjesta zbog potrebe brzog i efikasnog upravljanja i kontrole elektroenergetskim postrojenjima. U kratkom periodu izvršeno je premještanje dva upravljačka mjesta, za CDU i DUC u sigurnije podrumske prostorije.

Proširenjem ratnih razaranja na sve veći dio Slavonije i Baranje, a uskoro i na sve dijelove grada, a naročito periferne i ta dispečerska upravljačka mjesta postaju nesigurna, kako u smislu dolaska na posao, tako i održavanja.

Pristupulo se dislociraju dipečerske službe i upravljačkih mjesta na nove lokacije udaljene od CDU 7 - 10 km. To je zahtijevalo preseljenje dijela opreme procesnog upravljanja, osiguranje prijenosnih puteva i modensko povezivanje dislociranih radnih mjesta. Također se pojavio problem besprekidnog napajanja upravljačkih mjesta. koji je riješen nabavkom 2 KW pretvarača koji je osigurao besprekidno napajanje dislocirane opreme u peridou od nekoliko sati, što je zadovoljavalo potrebe dispečerske službe. S tim je postignuto da je oprema procesnog upravljanja koja se sada nalazila na dvije lokacije imala sustav besprekidnog napajanja, što se u mnogo slučajeva pokazalo veom važno.

Na žalost ratna razaranja uništila su dosta elektroenergetskih objekata, a time i mogućnost kontrole i upravljanja istim. Osim toga dio teritorije je privremeno okupiran i postao je nedostupan za upravljanje i kontrole.

Kako su osnovi prijenosni putevi VF veze, a dobar dio njih je uništen iste su zamjenjene drugim prijenosnim putevima.

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 6 (Vođenje EES u izvanrednim uvjetima s pogledom na normalno stanje) na Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb

Također je značajno napomenuti da se dio opreme procesnog upravljanja uspio evakuirati, a jedan dio DAS-ova koji su na slobodnom teritoriju, a nemaju mogućnost povezivanja sa CDU-om prekonfiguriran je za lokalni rad.

Značaj procesnog upravljanja elektroenergetskim objektima može se sagledati u slijedećem:

- dispečerskoj službi omogućen je neprekidan nadzor i kontrola nad elektroenergetskim objektima,

- omogućene su brze intervencije u pogledu ukapčanja, prekapčanja, redukcije i optimizacije električnom energijom,

- od svega najznačajnije, spašeni su ljudski životi, jer se mnogo puta nije moralo odlaziti u elektroenergetske objekte za vrijeme bombardiranja, kako danju tako i noću,

- sustav procesnog upravljanja puno je pridonio i još uvijek pridonosi gotovo besprekidnom napajanju potrošača i radnih organizacija i smanjio vrijeme redukcija i nestanaka električne energije,

- označaju procesnog upravljanja može se govoriti i s te strane da je postojala potreba neprekidnog dežurstva ljudi iz održavanja.

Svaki posao prate i problemi, pa je to slučaj i u ovom poslu. Možda ne kao kritiku, ali potrebno je napomenuti da "Končar" koji ima ugovor o održavanju opreme procesnog upravljanja nije bio na području Slavonije i Baranje od početka rata, pa do danas. Sve radove izvodili su ljudi iz održavanja grupe procesnog upravljanja.

Kvarovi i problemi mogu se podijeliti u nekoliko grupa:

- Prijenosni putevi (VF veze, usmjerene veze, iznajmljeni PTT kanali, signalni kabeli).
  Najčešće uzrok kvaorva bio je oštećenje istih uslijed razaranja. Oštećeni su zamjenjeni drugim.

- Računarska oprema (CDU i DUC)
  Kvarovi su se otklanajli odlaskom ljudi iz održavanja na intevencije danju i noću.

- Kvarovi DAS-ova. Uspješno su otklonjeni odlaskom ljudi iz održavanja često na veoma rizična područja.

- Kvarovi na besprekidnom napajanju. Otklanali su ih ljudi iz održavanja.

- Možda bi bilo interesantno napomenuti da je stanovitih problema bilo s upravljačkim mjestima koja su bila smještena u malim i neklimatiziranim prostorijama, te je dolazilo do temperaturne ovisnosti pojedinih sklopova. Nedostaci su otklonjeni klimatizacijom postojećih sklopova.
  Ne dugo nakon toga prešlo se na bolju izvedbu upravljačkih mjesta s PC-ovima, korištenjem programskog paketa SEMUL koji je zamjenio semigraf.

  Treba napomenuti da je instalirano udaljeno terminatsko radno mjesto preko kojega su vršene intervencije na bazi podataka, izrada baze podataka za jednu daljinsku stanicu i puštanje iste u pogon.

  Na kraju bih rekao. Bilo je puno posla, a još više nas očekuje. Bilo je straha jer nije lako raditi pod granatama, ali ljudske kvalitete i ljubav jači su od svake granate.

MATA DOMIĆ, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

OŠTEĆENJA OPREME PROCESNOG SUSTAVA ZBOG RATNIH RAZARANJA I USPOSTAVLJANJE VF VEZA NA PRIVREMENIM OBJEKTIMA

Oštećenje oprema procesnog sustava zbog ratnih razaranja

Obzirom da ratne opasnosti i aktivnosti (u vrijeme pisanja, početak travnja 1992. godine) još nisu okončane, a pristup do većeg broja objekata je nedostupan jer se nalaze na privremeno okupiranom teritoriju, nije moguće iznijeti konačno stanje ratnih razaranja na opremi procesnog sustava.

U toku avionskog bombardiranja u rujnu 1991. godine oštećena je kućna automatska centrala (KATC) u Osijeku na lokaciji Zeleno polje bb, te valovod i parabolična antena u TS Ernestinovo na usmjerenoj vezi za CDU Osijek.

Centrala je proizvodnje "N.Tesla" Zagreb, tip ACK-K 800/80 kapaciteta 300/30, a oštećeno je i/ili uništeno slijedeće:

- Relejski slog LRV..... 7 kom
- Relejski slog FDR-C..... 5 kom
- Relejski slog REG-FV..... 1 kom
- Relejski slog SGR..... 1 kom
- Relejski slog RA..... 1 kom
- Relejski slog SNR.....12 kom
- Marker (MA,MF,MH,MP i MT)..... 1 kom

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 6 (Vođenje EES u izvanrednim uvjetima s pogledom na normalno stanje) u Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb

Obzirom da je tvornica "N.Tesla" imala na skladištu navedene relejske slogove, centralu smo sanirali u vrlo kratkom vremenu.

Valovod u TS Ernestinovo bio je oštećen na 15 mjesta, a sanaciju smo izvršili na način da smo ga skinuli, oštećena mjesta odrezali, te sastavljali tvrdim lemljenjem.

Imajući negativno iskustvo s oštećenjem centrale koja je smještena u prostoriji s jednom staklenom stijenom kroz koju su uletjeli šrapneli i oštetili centralu, kasnije smo sve prostorije u kojima je smještena oprema procesnog sustava dodatno zaštitili s paletama cigala i drvenim gredicama ili "fosnama" Na taj način smo opremu sačuvali od oštećenja ili uništenja.

Problem je ostao s opremom u vanjskom postrojenju koja je bila izložena bombardiranju, te je došlo do oštećenja ili uništenja 3 kom VF prigušnica, jedan izolatorski lanac VF prigušnice, 4 visokonaponska spojna kondenzatora, 2 kom odvodnika prenapona na spojnoj grupi BBC, dva prekida koaksijalnog kabela do spojne grupe, te dva jarbola UKV antene.

Trasa SLK kabel na ZDV 35 kV Osijek 2 - TS Ernestinovo prolazi južnom linijom obrane grada koja je izložena čestim napadima artiljerije okupatora, isti je oštećen na nepoznatom broju mjesta, jer trasa nije dostupna.

Uspostavljanje VF veza na privremenim objektima

Obzirom da se na postojećim objektima nastojalo osigurati funkcionalnost pojedinih dalekovodnih pravaca spajanjem dalekovoda na mjestu njihova topografskog križanja, te omogućenja međusobnog povezivanja vodova ili/i čvorova u mreži, namjesto povezivanja preko nedostupnih područja, podizane su privremene dalekovodne dionice na napon 110 kV s rješenjem na impregniranim drvenim samostojećim portalnim stupovima, a korištena je: privremena transformacija 110/s.n. bez korištenja rasklopne opreme uz transformator. Imajući u vidu izneseno, morali smo osigurati VF komunikaciju prema napojnom mjestu, te

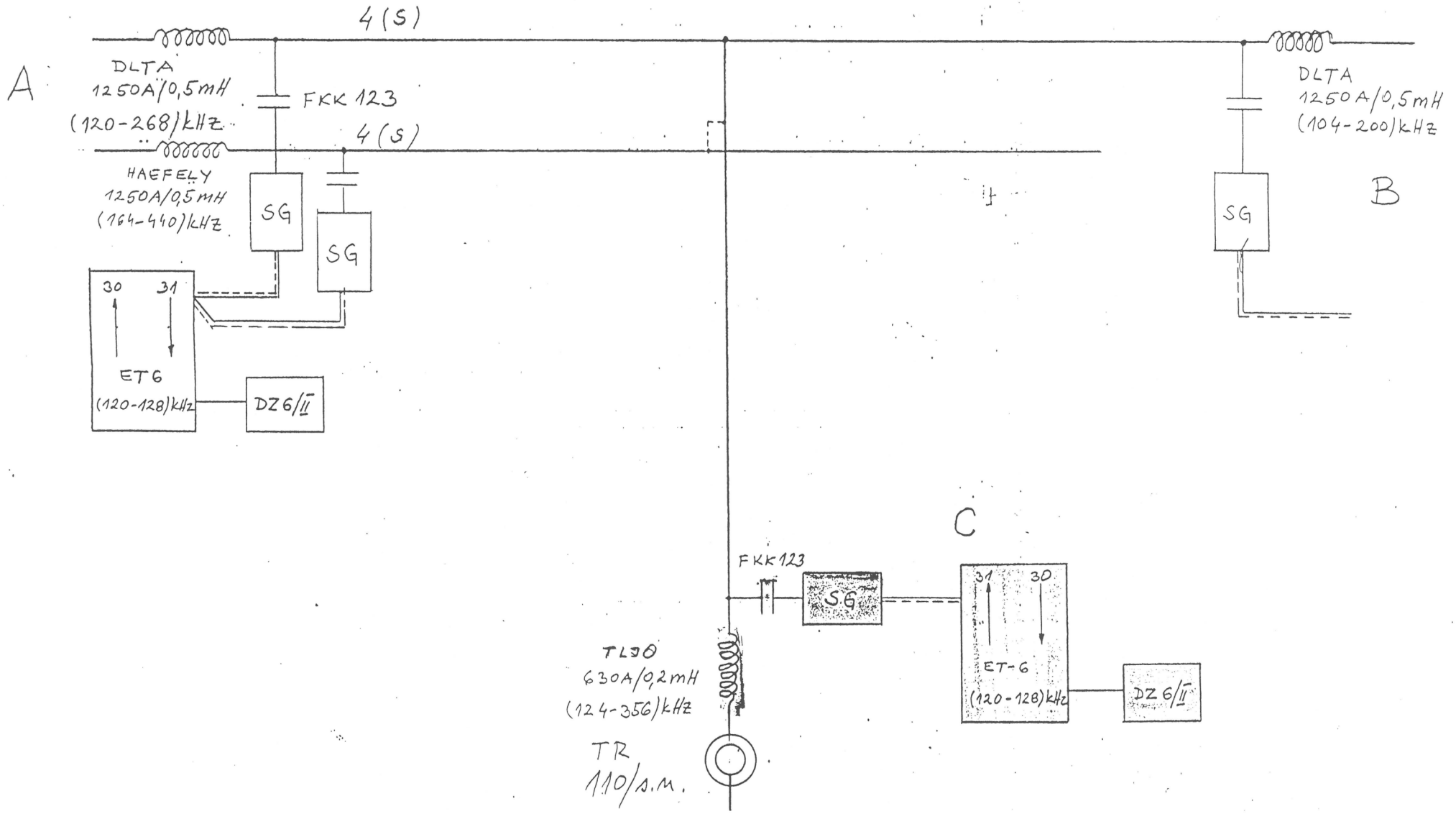
prijenos impulsa - zaštitni nalog za isključenje prekidača u napojnoj točki (Buchholz, temperatura).

Na Prilogu 1 dat je blok shema tog rješenja. Iz mjesta B preseljen je VF uređaj u mjesto C, te montirana spojna i zaštitna oprema koja je skinuta u TS, gdje je bila van funkcije.

Na Prilogu 2 data je shema koja je nadograđena u odnosu na shemu iz Priloga 1 na kojoj je ucrtan raspored VF prigušnica kako bi se osigurao rad postojećih VF veza od mjesta A do mjesta B i od mjesta D do mjesta E. Prigušnice su montirane u trasi privremene dalekovodne dionice na samostojećem portalnom stupu, a preseljene su iz TS u kojoj su bile van funkcije.

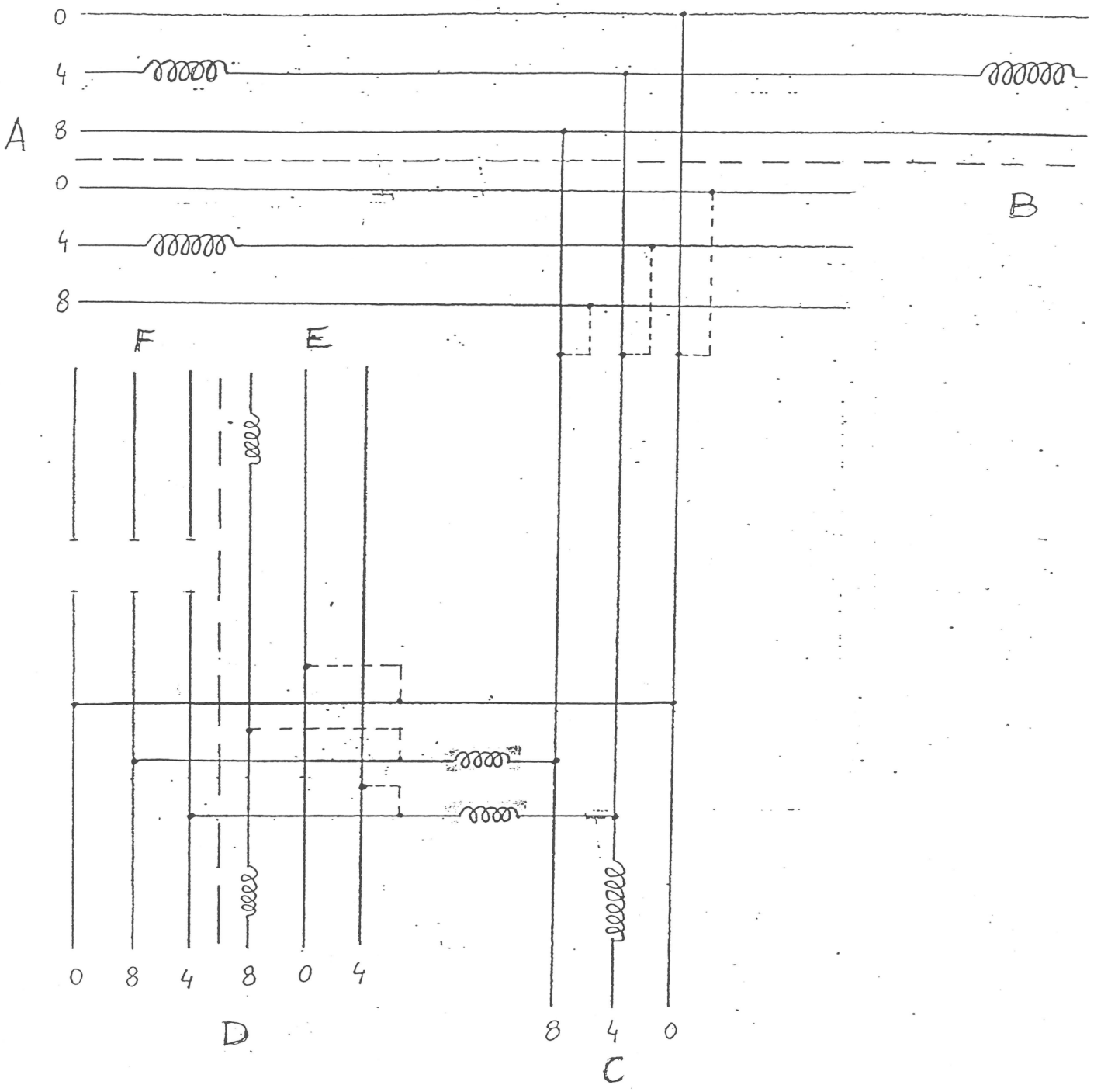
Prilog: 1

HRVATSKA
ELEKTROPRIVREDA
PRIJENOSNO PODRUČJE
ELEKTROPRIJENOS · OSIJEK
Odjel procesnog sustava



Prilog 2

HRVATSKA
ELEKTROPRIVREDA
PRIJENOSNO PODRUČJE
ELEKTROPRIJENOS - OSIJEK
Odjel procesnog sustava



HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE
ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B, 26-27. svibnja, 1992.

PREFERENCIJALNA TEMA 7

MEĐUZAVISNOST TOČAKA 2 - 6

Voditelj: dr. Zorko Cvetković, dipl. ing.

Marijan KALEA, dipl.inž.
HRVATSKA ELEKTROPRIVREDA
Elektroprijenos Osijek

MOGUĆI PUTEVI OBNOVE

Nužnost osmišljanja obnove zatječe nas u trenutku kojeg označava:
- nujednačen teritorijalni razmještaj i stupanj ratnih razaranja (primjerice: u Slavoniji i Baranji čak je 52% prijenosnih dalekovoda toliko oštećeno da je izvan pogona, u potpunosti - 41% ili na dijelu trase - 11%, pouzdano je oštećeno 33% prijenosnih transformatorskih stanica, a 14% vjerojatno);
- dio teritorija Republike Hrvatske je pod okupacijom (primjerice: u Slavoniji i Baranji oko 25% teritorija, na kojem živi oko 23% mirnodopskog stanovništva);
- neposredne ratne aktivnosti još nisu okončane (od 3. siječnja do 25. ožujka 1992. godine samo u osječku bolnicu primljeno je 368 stradalih , u tome 83 poginulih osoba, a danomice se čine daljnja velika materijalna razaranja);
- neizbježnost cjelovite izmjene svekolikih razvojnih orjentacija, u tome - i iz toga - energetske i elektroenergetske razvojne orijentacije Republike;
- prigušenost vlastitih resursa zbog ratne iscrpljenosti.

Tijekom ratnih razaranja, koja su iza nas ili su još pred nama, ostvarene su i ostvaruju se kurativne intervencije (popravci), ali i takve preventivne intervencije u mreži (provizoriji) koje treba da omoguće stanovito snabdijevanje električ.energijom na rezervni način, povodom ostvarenih ili/i predvidivih razaranja objekata osnovnog načina snabdijevanja. Dovršetak takvih **privremenih rješenja** trebalo bi da ima najviši prioritet, dok ratna razaranja još teku i u prvom razdoblju smirivanja. Takvi objekti i takva rješenja omogućit će i beznaponska stanja razorenih objekata tijekom sanacije.

Diskusija povodom preferencijalne teme br. 7
(Međuovisnost nastalih šteta, privremenog osposobljavanja, definitivne obnove, izgradnja sistema...) na Stručnoj konzulataciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb

U razdoblju neposredne obnove, prioritet bi trebalo da imaju **neposredne sanacije** ratom oštećenih objekata radi dovođenja u stanje omogućenja isporuke električne energije (u primjeru prijenosne mreže: omogućenje radijalnog pogona jednostrukim pravcima dalekovoda, jedan sistem sabirnica, jedan transformator, polja na krajevima radijalnih poteza eventualno bez cjelovite primarne ili/i sekundarne opreme). Po tom, trebala bi uslijediti **konačna sanacija** onih objekata i u onoj mjeri, koliko to proizlazi iz revidiranog položaja pojedinog objekta u mreži.

Radi omogućenja takva nastavka, nužno je **sagledavanje upotrebe postojećih i izbor slijeda izgradnje** novih objekata u novonastalim makro- i mikro-geopolitičkim uvjetima. Iza toga slijedi ubrzavanje izrade **projekta** rekonstrukcije postojećih i izgradnje novih a prioritetnih objekata.

Realizacija **izgradnje prioritetnih objekata** i dovršetak sanacija okončali bi razdoblje obnove i iza toga otpočelo bi razdoblje redovitog rada i razvoja u novim uvjetima.

Tijekom razdoblja neposredne obnove trebalo bi se u najvećoj mogućoj mjeri suprezati od "redovitih" modernizacija, rekonstrukcija i zamjena u mreži, radi usmjeravanja najvećeg dijela raspoloživih resursa na prioritetne poduhvate obnove. Izuzetak bi trebalo da čine: **širenje sustava daljinskog vođenja, procesnog i poslovnog informatičkog sustava** (jer omogućuje bolje korištenje ionako suženog primarnog parka), te **kompletiranje sredstava za rad** (vozila, mehanizacije, alata, radi omogućenja efikasnije obnove i intervencija na ionako osakaćenoj mreži).

U razdoblju neposredne sanacije, u najvećoj mjeri valja koristiti raspoložive resurse:
- premještaj neoštećene opreme unutar objekta i/ili užeg područja;
- iskorištenje rezervne opreme, bez teritorijalnog ograničenja;
- međusobna ispomoć sredstvima za rad, rezervnim dijelovima i ekipama za rad, bez djelatnosnih i teritorijalnih ograničenja.

Neposrednu sanaciju materijalnim sredstvima koja nedostaju, može ubrzati:
- korištenje inozemne pomoći;
- omogućenje razumnog i argumentiranog odstupanja od pojedinih propisa;

- popravak umjesto zamjene oštećene porculanske izolacije;
- unaprijedna masovnija dobava znatnijih količina najneophodnijih materijala i opreme na razini HEP;
- unaprijedna rješenja supstitucije neke masovnije oštećene opreme (npr.pneumatskih prekidača visokog napona a-priornom zamjenom superheksafluoridnim ili supstitucija malouljnih srednjonaponskih prekidača).

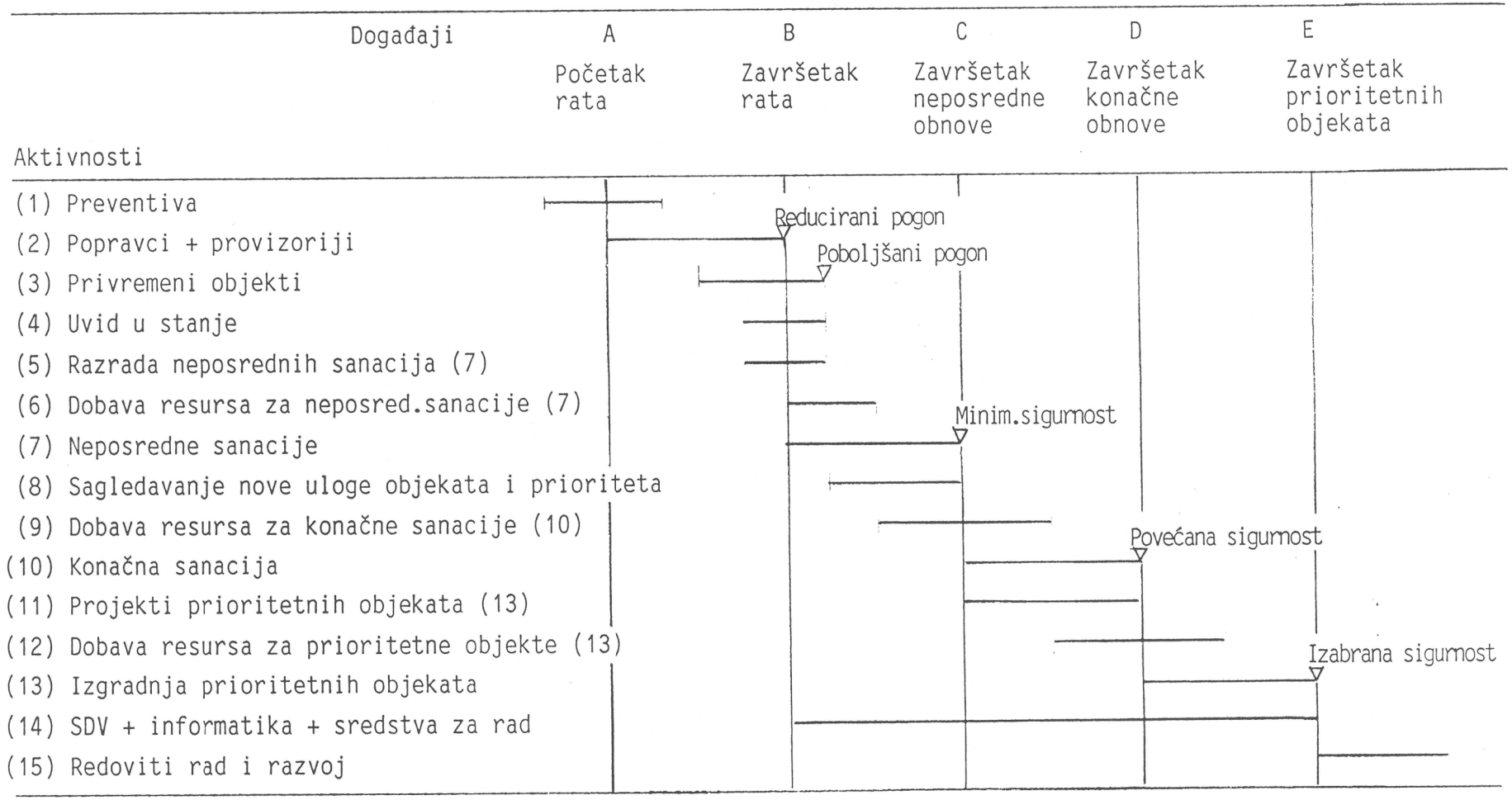
Za dovršetak konačne sanacije i izbor prioritetnih objekata u novonastalim geopolitičkim uvjetima, osnova treba da je sagledavanje mogućnosti prijenosne i srednjonaponske mreže da u kritičnim prilikama omogući snabdijevanje sa sjevero-zapada, makar uz minimalnu sigurnost. Izbor veličine i lokacije novih proizvodnih jedinica, te njihova povezivanja s prijenosnom mrežom, kao i povezivanje nekih postojećih elektrana, treba da u stanovitoj mjeri omogući otočni rad pojedinih topografskih (topoloških) cjelina u mreži. Razvoj proizvodnje (i s njom vezani razvoj prijenosa) treba očito podijeliti u "kvantitativni" i "sigurnosni" dio. Kvantitativni dio proizvodnje treba riješiti što ekonomičnijim izborom za cjelinu teritorija Republike, a sigurnosni dio rasporedom manje ekonomičnih rješenja, ali odlučnih za sigurnost pojedinih užih područja Republike, To može biti odgovarajuća proizvodno-prijenosna kombinacija ili - u pojedinom konkretnom slučaju - izbor samo jedne od tih mogućnosti.

Zatečenu izloženost mreže napajanju s jugo-istoka najbolje ilustriraju podaci o ratom nastalu stanju u Slavoniji i Baranji:
- zaposjednutost oko 25% teritorija s oko 23% mirnodopskog stanovništva;
- time: izbacivanje iz pogona oko 50% dalekovoda i sigurno ili vjerojatno oštećenje oko 50% transformatorskih stanica prijenosne mreže cijelog teritorija;
- u tome: izbacivanje iz pogona 66% transformacije iz superponirane mreže;
- ugrožavanje namirenja oko 80% potražnje cijelog teritorija, ostvarenim ili potencijalno mogućim djelovanjem neposredno sa zaposjednutog teritorija.

Očigledno, napajanje mreže treba uporno dopunjavati sjevero-zapadnim pravcima. Jednako za Osijek i Vinkovce, kao i za Zadar i Dubrovnik (samo najpoznatiji primjeri) i njihova šira topološka područja.

Prilog: Gantogram glavnih aktivnosti

MOGUĆI PUT OBNOVE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA HRVATSKE



Zdenko Tonković,

Institut za elektroprivredu, Zagreb

ZA ELEKTROENERGETSKU INDIVIDUALNOST HRVATSKE

U ostvarivanju hrvatske državnosti neophodnost jasnog elektroenergetskog identiteta nameće se kao jedan od najmarkantnijih atributa. Izdvajamo ovaj aspekt iz kompleksa ukupne gospodarske problematike jer sadržava naglašene specifičnosti - koje dugoročno kondicioniraju promišljanje njegovih mogućih konkurentnih kvaliteta. Bez pretenzija, izložit ćemo pragmatično, iz iskustva života sa elektroenergetskim sustavom i aktualnih evropskih tendencija, samo neke od natuknica na kojima bi se moglo osnivati naše profiliranje - kao parcijalne priloge formuliranju teza programa hrvatskog nacionalnog elektroenergetskog interesa.

Izrazito transparentne granice (kroz koje prolazi tridesetak dalekovoda) i geografski uvjetovana karakteristična topologija hrvatskog elektroenergetskog sustava, čvrsto integriranog kroz jugoslavensko okružje u evropsku "Zajednicu za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije" (UCPTE), eksponiraju njegov tranzitni položaj koji je sve značajniji iz perspektive prihvaćanja Europske povelje o energiji i skorog otvaranja energetskog tržišta. Takvim prepoznavanjem, a spomenimo kao ilustraciju analogne uglavljenosti sustava primjerice Belgije, Švicarske ili konačno Austrije, logično se kristalizira inzistiranje na prijenosnoj mreži (koja je u međunarodnoj komunikaciji upravo sinonim sustava: reseau=system): ustanovljavanju dakle realnih pogonskih i ekonomskih parametara korištenja mreže kao "općeg dobra" otvorenog pristupa "za ostale" i metodologiji njene valorizacije u ključu drugačijem od onog utvrđenog dosadašnjim "Samoupravnim sporazumom".

Na hrvatskom su području najduži vodovi ex-jugoslavenske mreže. Najmanja je mogućnost podrške i upravljanja jalovom energijom. Slaba je redundancija u superponiranoj mreži evidentna prigodom poremećaja: i onaelektrička - između naponskih razina (ona najviša nema rezervu u nižoj, zbog njihovih uglavnom paralelnih pravaca) kao i ona prostorna na istoj naponskoj razini - između sjeverne i južne magistrale (zbog udaljenosti i izrazito asimetričnih opterećenja).

Struktura izvora, sa velikim utjecajem vjerojatnoće u njihovoj raspoloživosti ili ekonomičnosti u angažiranju, i tekući bilančni deficit unutar državnih granica upućuju Hrvatsku na **mrežu kao "izvor"**. Posljednjih godina samo je oko pedeset posto potrošnje alimentirano proizvodnjom unutar hrvatskih granica! Zato je promoviranje punog subjektiviteta prijenosne mreže među prioritetnim zadaćama i jedan od preduvjeta postojanja u ElektroEvropi.

UCPTE vidimo kao strateški cilj Hrvatske elektroprivrede. Metaforički i stvarno to znači: njeno ostvarenje kao ostvarenje tehnički-tehnološko i energetsko-eksploatacijski zrelog samostalnog sustava. Imamo iskustvo koliko je to dugotrajan put: Jugoslavija bila je priznata kao punopravni član tek na Skupštini UCPTE-a 15. listopada 1987. u Grčkoj - nakon što je kroz organiziranje SUDEL-a 22. travnja 1964. u Ljubljani (južnog krila UCPTE-a koje danas čine Austrija, Italija, Jugoslavija dosada, Grčka i neformalno Albanija) pridružena UCPTE-u i nakon što je bila od 16. rujna 1974. u paralelnom radu.

Zato je nužno ubrzati odgovarajuće aktivnosti na adaptaciji sustava ovakvoj ciljnoj funkciji da bi se što više skratilo prijelazno razdoblje denominiranja Jugel-a (održavanog inercijom UCPTE-a) - i za to vrijeme treba razumno definirati potrebni minimum usluga u novom, ugovornom odnosu. No moguće je da nastane nova situacija s obzirom na aspiracije zemalja iz SEV-ovih "Ujedinjenih energetskih sistema" (OES SEV) i vjerojatnu potrebu transformacije/decentralizacije UCPTE-a na više podsustava. Potrebna je vizija i snažna inicijativa HEP-a da se disocijacija Jugel-a amortizira slobodnim bilateralnim aranžmanima (ne nužno samo u jugoslavenskom prostoru) i da kroz takvu politiku operativno dogradimo sustav. Tko će biti partneri u novim dogovorima ovisi o političkim rješenjima, ali su već i sada jasne neke prirodne upućenosti koje omogućuju intenzivniju komunikaciju na skiciranju potencijalnog zajedničkog rada. Sigurno će biti dragocjeno analizirati iskustva iz proteklog paralelnog rada ratom nastalog "Slo-Hr" bloka sa UCPTE (od kraja rujna/početka listopada 1991. kada se razdvojila jugoslavenska mreža).

Potraje li prijelazno razdoblje, moglo bi se težiti formiranju dva koordinacijska centra u jugoslavenskom prostoru. To je ideja koja proizlazi upravo iz tekuće prakse vođenja razdvojenog sustava: Ljubljanu (zbog na vrijeme implementirane digitalne mrežne regulacije kao zamjene za analognu Jugelovu, u koju su uključene HE DEM, TEŠ4 i TEŠ5 - pa bi trebalo uključiti i hrvatski dio sustava) ili pak Zagreb (veće mogućnosti regulacije s obzirom na broj i snagu izvora) za "Zapad", a Beograd za "Istok" (koordinirano sa Grčkom i Albanijom). To je jedna od mogućnosti reorganizacije Sudel-a u duhu nove stvarnosti. Rat nas je tako vratio, glede pogona sustava, na stanje koje je bilo prije prosinca 1957. godine!

A dok Hrvatska ne postane jedna elektroenergetska pločica europskog puzzle-a valja se ponašati via facti kao član UCPTE!

Jedan od osnovnih uvjeta UCPTE-a za prihvaćanje u zajednički rad je mogućnost podmirivanja potreba vlastitom proizvodnjom odnosno u dugoročnim fiksnim zakupima redovnom i poremećenom pogonu (sa odgovarajućim

regulacijskim i havarijskim rezervama), pa je potrebno što prije stvoriti jasnu sliku o statusu naših 1000 MW izvan državnih granica.

Iz te perspektive tendiranja elektroenergetskoj nezavisnosti Hrvatske predložili bi opredjeljivanje na velike izvore u strategiji razvoja (uz naravno drugačiju efikasnost izgradnje od one koja je u tijeku). Njihova izgradnja će stići konsolidaciju i razvoj poslijeratne, vjerojatno prestrukturirane, potrošnje. (Neću u tom smislu zaoštravati podsjećajući na neobaveznost jugoslavenskog moratorija na izgradnju nuklearnih izvora.) Ne samo "neto" bilanciranje nego još urgentnije upućuju na veliku jedinicu potrebe osiguravanja rezerve, kako su ukazali primjeri iz aktuelne eksploatacije sustava: posljedice hijerarhijski nesinhroniziranog prepolavljanja angažirane snage u TE Šoštanj ujutro 4. studenoga 1991. ili još zornije kvar NE "Krško" 5. veljače 1992. i, poslije skoro deset godina, redukcije široke potrošnje u Sloveniji slijedećeg dana - koje su, zahvaljujući raspoloživoj instaliranoj snazi, ovom prilikom Hrvatsku mimoišle. Problematiku rezerve potencira novi status i situiranost crpnih hidroelektrana (koje više nisu u istoj državi/organizaciji), pa i to upućuje novim dogovorima.

Jer, treba precizno reći i zbog predstojećeg izbora razvojne opcije: Hrvatska u svojim izvorima ima snagu ali nema energiju! Tu, možda, treba potražiti i naše mjesto u potencijalnoj razmjeni, prvenstveno na spotmarket-u kratkoročnih sporazuma (što interesno argumentira naše uključivanje u burzu električne energije): uvoziti temeljnu a izvoziti vršnu energiju.

Usput: tu potencijalnu novu jedinicu u svojim sam radovima, prepušten sam sebi, pretpostavljao kao pojačavanje jedne od tri postojeće termoelektrane ali bi sigurno bila konkurentna i neka obalna lokacija. Velikim izvorom na obali adekvatno bi se iskoristila i mreža (južni krak). A što se tiče ekološkog utjecaja ilustrirao bih na kakvim se obalnim lokacijama nalaze u Italiji termoelektrane odnosno blokovi samo na ugljen i to one u pogonu: TE Monfalcone kraj Trsta, TE Marghera i TE Fusina kraj Venecije, TE Brindisi, TE Gioia Tauro u Calabriji, S. Filippo del Mela na Siciliji, TE Sulcis i TE Fiume Santo na Sardiniji, TE Piombino kraj Livorna i na rivijeri Ligurskog mora od Viareggia do San Rema; TE La Spezia, TE Genova i TE Vado Ligure - sve uglavnom jedinice 320 MW ili 660 MW. Zbirno sa onima na naftu, gotovo je polovica instalirane snage talijanskih termoelektrana locirano na obali.

U smislu ravnopravnog sudioništva hrvatska elektroenergetska autonomija traži reviziju cjelokupne prakse eksploatacije: prikladno reguliranje vlastitih pravila i disciplinu ponašanja sukladno UCPTE-ove četrdesetičetiri preporuke/pravila. S tim filterima, nedavno izvučenim za ponovnu upotrebu u UCPTE-u (za samoispitivanje i kao repetitorij pretendentima na paralelni rad), pretražit ćemo i kvalificirati hrvatski sustav (i uskoro o tome izvijestiti).

To se odnosi na osiguravanje rezerve ali i na vođenje pogona sa minimumom razmjene jalove energije. Pretjerane razmjene - to je opće mjesto dosadašnjeg zajedničkog rada i prema UCPTE i između subjekata jugoslavenskog sustava. Za očekivati je probleme: zbog opće zapuštenosti tog pitanja i trajnog praktičnog ignoriranja. U nastavku elementarnog rješenja što i kako s imaginarnom komponentom, trebat će istražiti mogućnosti i način uvođenja sekundarne regulacije (uz urednu primarnu), koordinirano sa režimima susjednih sustava. Eventualna orijentacija u strategiji razvoja na male izvore uzrokuje potrebu rješavanja kompenzacije sustava - upravo kao podrške tranzitima i povećanju propusnosti mreže.

Ovakva razmišljanja i pristup mogu se preslikati i na sudjelovanje Hrvatske u drugim profesionalnim međunarodnim organizacijama (bilo bi uputno što brže kritički se upoznati kako to funkcionira barem u susjednim zemljama).

U pogledu središnje strukovne organizacije "Međunarodne konferencije za velike visokonaponske prijenosne mreže" (CIGRE) već je utemeljen Hrvatski komitet. No što se tiče rada tematskih studijskih odbora, koji su temelj i najinteresantniji aspekt djelovanja CIGRE, vjerojatno bi vrijedilo ispitati mogući interes za iniciranjem oblika stručnog transnacionalnog foruma na bazi Alpe-Jadran modela ili onog Srednjoevropske inicijative Obje Radne zajednice konstitutivno sadrže grupe za energiju, pa bi ih se u elektroenergetskom dijelu moglo preobraziti u CIGRE odbore. Znači, nacionalni komitet bio bi na razini Republike Hrvatske dok bi organiziranje i djelovanje studijskih odbora bilo slobodno od državnih granica (pri tome nisu potrebni svi komiteti, niti bi trebali imati istu člansku strukturu). Što se tiče domaćih savjetovanja, koja su pokrenuta u u Mattes/Vidmarovo doba pedesetih kao jeka pariškog sigraškog okupljanja, njihovu bi organizaciju u obnovljenoj shemi moglo preuzeti Elektrotehničko društvo (što su uglavnom središnji domaći stručni skupovi po evropskim zemljama).

U ovom ogledanju Hrvatske prema svijetu spomenimo bez zadržavanja potrebu aktivne suradnje na području standardizacije, osnivanja Hrvatske elektrotehničke komisije (HEK) kao filijale IEC-a te uključivanja u odgovarajuće tehničke odbore barem kao gostiju ili promatrača (deponirajući tako, do punopravnog članstva, naš zahtjev). Obnova sustava omogućava reviziju i ažuriranje preuzete yu-regulative, unifikaciju i tipizaciju opreme zbog optimiranja "skladišta", rezerve u sustavu.

Na urgentnu potrebu ulaska u evropske asocijacije - na koju nas motivira tehnička logika sve veće interkonektivne funkcije prijenosne mreže kao i potreba propuha u stagnaciji transfera tehnologije (softverske u

najopćenitijem smislu: spoznajno/duhovnom) - nedavno je upozoreno sa neutralne strane: "Sad bi se Hrvatska trebala što prije uključiti u međunarodne institucije, esencijalne za njen opstanak. Ujedinjeni narodi tu su u drugom planu, a "tehničke" institucije ... moraju imati apsolutnu prednost." - mišljenje je profesorice međunarodnog prava na nekoliko europskih sveučilišta dr de Lupis Frankopan (Večernji list, 8. veljače 1992). U tom smislu pred nama su mnoge veoma opsežne pripreme, sa kratkim vremenskim rokom i uz istodobno učenje i djelovanje.

Obnova hrvatskog elektroenergetskog sustava bit će, naravno, prioritetna zadaća. Upravo je prijenosna mreža u svojoj kapilarnosti najviše stradala ("razrušeno je više od pedeset posto elektroenergetske mreže" - prema riječima Ministra za energetiku u "Glasu Istre" 26. studenoga 1991 - a otada je opseg razaranja dalje povećan) pa će na njenoj restauraciji i biti težište.

No, u tome će trebati respektirati stvarnost novih državnih granica: nužna je revizija filozofije planiranja - od daljnje izgradnje do implementiranja mjerenja i zaštite.

Konkretizirat ću ex abrupto i reperkusije nove geopolitičke situacije Hrvatske na planiranje mreže sa nekoliko rješenja koja postaju diskutabilna. Uzmimo samo krajnje regije (kozu i srebrnocrvene pruge): za napajanje zapadne obale Istre treba pojačavati mrežu iz Plomina (a ne iz Kopra), a za napajanje dubrovačkog područja istražiti incidenciju iz strojarnice HE "Dubrovnik" u Platu - čime bi se ujedno i hrvatski dio energije ove elektrane direktno injektirao u sustav (a ne preko Trebinja). A što učiniti sa najdužim krakom mreže 220 kV (Konjsko-Brinje, 210 km)? Prema njegovom predratnom opterećenju i ulozi mogao bi, grubo rečeno, ostati u pogonu pod 35 kV kao što je to danas na nekim dionicama. Po stavljanju u pogon 400 kV voda Tumbri-Melina (ovih dana), i uskoro onog Maribor-Kainachtal, treba koordinirati prijenosnu mrežu "Zapada" supstitucijom voda 220 kV Mraclin-Cirkovci u vod 400 kV Žerjavinec-Maribor. Ulaskom Madžarske u UCPTE (realno moguće kroz pet godina; možda u paketu sa Poljskom i Češko-Slovačkom) otvaraju se mogućnosti osiguravanja voda 400 kV Ernestinovo-Tumbri/(Žerjavinec) izgradnjom voda 400 kV Žerjavinec-madžarski elektroenergetski sustav. Tako bi se mreža "Zapada" ostvarila u idealnoj topologiji (kako nam danas izgleda).

No u planiranju mreže 110 kV sigurno će se mijenjati postojeći planovi izgradnje i rekonstrukcija. Nametnut će se drugačiji prioriteti. Za očekivati je u poratnom razdoblju preraspodjele potrošnje pa već sada treba misliti na praćenje dijagrama potrošnje kvalitetnim mjerenjima i metodičnog arhiviranja podataka.

A u obnovi najbrže će biti popuniti oštećena postrojenja "kanibaliziranjem" onih srušenih (izraz upotrijebljen pri obnovi iračkog sustava). Otvara se i mogućnost bržeg renoviranja i tehnološkog ažuriranja. Razorena postrojenja, odnosno njihove komponente, izgraditi prema novim konceptima (gdje se to pokaže razumnim) i održavati u novom duhu: primjenom izolatora od novih masa i njihovim popravljanjem, "staClean" premazima u agresivnoj okolini, optičkim kabelima u zaštitnim užetima (sa mogućim iznajmljivanjem tih telekomunikacijskih kanala), novim vodičima (aluminijsko-cirkonijskih legura, čelične jezgre sa navučenom aluminijskom oblogom), kemijskim sondama za uzemljenje, novom gromobranskom zaštitom, kontejnerskim TS 110/x kV (kao provizorijima pri mogućem ubrzanom prijelazu na 20 kV), itd.

Posebno bi naglasili prigodu za selektivno ostvarivanje koncepta dvonaponske transformacije (i zbog štednje okoliša), zatim za dosljednu supstituciju srušenih dalekovoda dvosustavskim (a uvođenje rada pod naponom umanjit će težinu kriterija /n-1/) - sa mogućim povoljnijim trasama (kroz ubrzanu administracijsku proceduru prihvaćanja).

Napajanje pojedinih područja bit će prikladno osiguravati ne mrežom nego lokalnim izvorima (primjerice ugradnjom ili mobilnim dieselgeneratorima, prema primjeru standby napajanja u NE Krško, za što je osposobljena domaća industrija). Plediranje za diesel generatore na nekim osjetljivim područjima ne znači njihovu redovnu, bilančnu raspoloživost nego isključivo kao rezervu mreži: dakle samo u emergency situacijama. Ako su zbog prekida željezničkog sustava brodovi uključeni između kolosijeka - obavljeno je dvadesetak plovidbi od Splita do Rijeke maonama natovarenim kompozicijama vagona punih sumpora (sa svim izgledima da se nastavi i sa drugim teretima) - mogla bi i potencijalna diesel elektrana za uključivanje u mrežu biti ploveća: kao rezerva za cijelu obalu. Pandan projektu "Morkab-a"! Za ilustraciju: britanski "Dale Electric" je promovirao takav projekt za obalnu zonu Kine pod nazivom "Fast-Power" (sa snagama do 20 MW), a krajem ove godine zaplovit će šest 2 MW i dva 3 MW ploveća diesela naručena za Filipine.

Zbog mogućnosti lakog raspadanja sustava, sa svim posljedicama, bit će ga korisno modularno upoznati: u otočnom radu. To bi bila ispitivanja kao primjerice ono u austrijskom sustavu 10. srpnja 1990. kada je jednim blokom TE Donaustadt napajan izolirani dio bečkog konzuma kao moguća jezgra za teoretsku sinhronizaciju ostalog dijela konzuma sve do potpunog "austrijskog otoka" unutar europske mreže. Iskustva koja su stečena prvim takvim našim ispitivanjima (koja smo propagirali poslije black out-a 1986.) trebalo bi formulirati, nastaviti i generalizirati - jer se sada na djelu pokazuje domet strogo povjerljivih studija "rada ees-a u izvanrednim uvjetima" za ONO i DSZ.

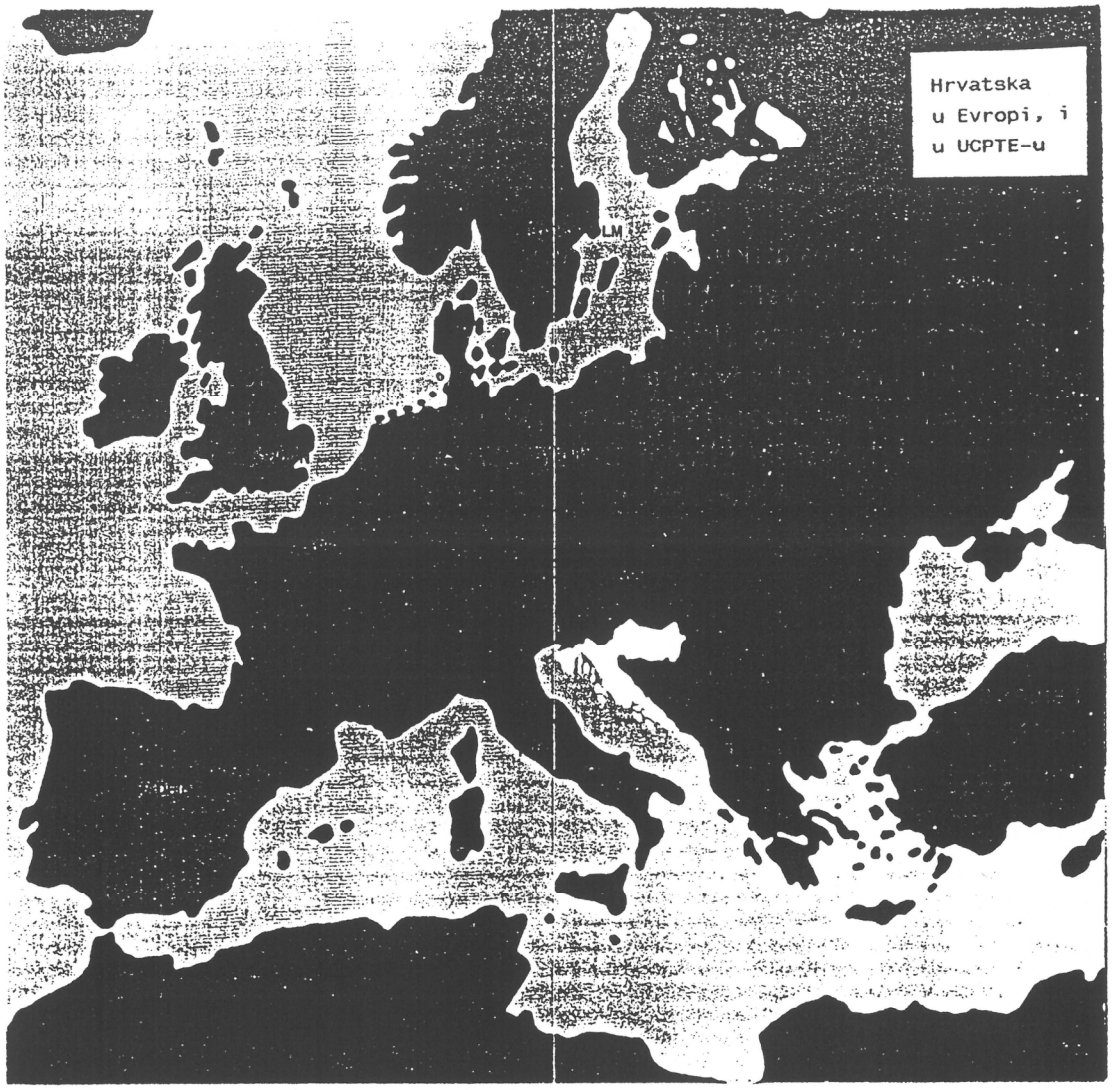
U širu problematiku održavanja pogona parcijalnih cjelina sustava i nezavisnih izvora uveli bi rutinu stvaranje podsustava sa napajanjem iz lokalnih diesel agregata (kompletirano adekvatnim spremnicima goriva). Tu će koristiti iskustva dubrovačka tri ratna mjeseca (1. listopada-Božić 1991.) i zadarska (značajna uloga agregata paške solane). Pa i razmisliti o donošenju propisa da hoteli barem visoke B kategorije imaju vlastite izvore (kao što ih moraju imati oni A kategorije), a naročito specijalni potrošači primjerice vodovod, ...

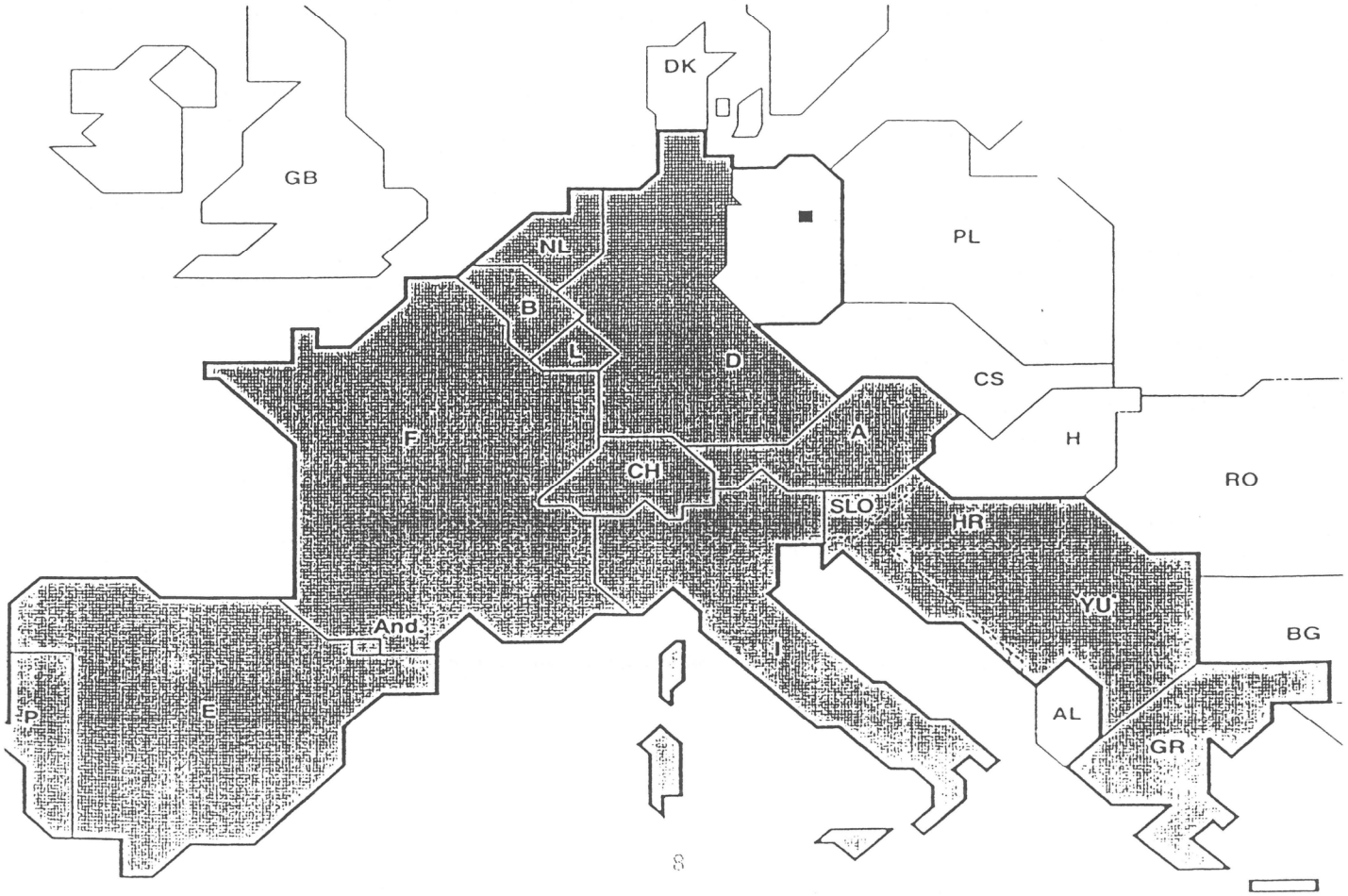
Nova pažnja očekuje potrošnju: odlučiti iz dugoročnog i kompleksnog viziranja o sudbini specijalnih potrošača, u obnovi industrije aplicirati suvremena racionalna rješenja (u duhu postmoderna tri E: efikasnost, ekologija, energija), tendirati strukturnoj promjeni prema tercijarnim djelatnostima (po talijanskom primjeru), djelovati na smanjenje ukupne potrošnje ugradnjom kolektora (koliko kuća za staviti pod krov ...), toplinskim pumpama, intenzivnom propagandom (pogledajmo opet prema "evropskom gospodarskom prostoru"), i sličnim "end user" orijentiranim sredstvima.

Svijet će se uključiti u obnovu, i na tome treba raditi: možda pod sloganom, da parafraziramo naziv prošlojesenjeg kuwaitskog velesajma, "Rebuild Croatia '91". U svim segmentima potrebno je reanimirati/intenzivirati veze sa svijetom (koje smo, u dosadašnjoj jugel-ovskoj i "rukovodnoj" organizaciji, ispustili): upoznavati praksu i iskustva, kritički koristiti presedane, pozivima ostvarivati i njegovati direktne kontakte sa ekspertima i našim stručnjacima vani ("Almae matris Croaticae alumnos"). Informatička oprema i podrška stoji nam na raspoloženju.

Na kraju o onom najkritičnijem s čim se moglo i početi: kadrovi (kao i u ostalim strukturama). Pred zastrašujuće velikim opsegom zadatka obnove i uspostavljanja moderne hrvatske elektroenergetske individualnosti tu je za očekivati usko grlo. Znamo koliko dugo traje u optimalnom slučaju formiranje potrebnog profila stručnjaka koji pokrivaju problematiku sustava, i misleći na budućnost trebalo bi ovom pitanju posvetiti osobitu pozornost. A u ovom prijelaznom razdoblju treba iskoristiti fond najkvalitetnijih znalaca koje imamo i njihov brain power, bez obzira na domicil: informatička i komunikacijska oprema omogućavaju efikasnu suradnju (pa nije nužna, da proširim područje problema kadrova, niti zagrebocentričnost cijele organizacije).

(Prema tekstovima objavljenim u "Vjesniku Hrvatske elektroprivrede" br. 17 i 18 od 28. siječnja, odnosno 27. veljače 1992.).


Hrvatska
u Evropi, i
u UCPTE-u
LM


DK
GB
PL
NL
B
L
D
CS
F
A
H
CH
RO
SLO
HR
YU
And.
BG
P
E
AL
GR

Hrvatski komitet Međunarodne konferencije
za velike električne sisteme - CIGRE

Stručna konzultacija
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKE HRVATSKE

Zagreb, 26. - 27. svibnja 1992.

JOSIP MOSER, dipl. ing.
Hrvatska Elektroprivreda

POMOĆ INOZEMNIH ELEKTROPRIVREDA I INDUSTRIJE U SANACIJI RATOM OŠTEĆENIH ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA U HRVATSKOJ

Tokom mjeseca studenog 1991. ustanovljeno je da postrojenja Hrvatske elektroprivrede trpe sve veća i veća oštećenja i razaranja tako da potrebe za hitnim popravcima postaju sve nužnija. Rezerve potrebne opreme za popravke postale su nedostatne, pogotovo ako se radilo o opremi i materijalu za više naponske razine, iznad 35 kV. Ocijenjeno je da je nužno apelirati na inozemne elektroprivredne organizacije da pomognu Hrvatskoj elektroprivredi u sanaciji šteta nastalih ratnim djelovanjem neprijatelja.

Hrvatska elektroprivreda uputila je pismeni apel za pomoć na adresu nekih dvanaest elektroprivrednih organizacija u Europi, uglavnom onima s kojima su već od ranije bili uspostavljeni dobri odnosi i suradnja. To su uglavnom bile Elektroprivrede susjednih zemalja, ali i zemalja članica Unije za koordinaciju proizvodnje i prijenosa električne energije UCPTE. Zamolbe su upućene Elektroprivredama ovih zemalja:

1. Austrija
2. Češka i Slovačka
3. Poljska
4. Španjolska
5. Italija
6. Njemačka
7. Švicarska
8. Slovenija
9. Francuska
10. Madžarska
11. Izrael

U pismenoj zamolbi izneseni su podaci o dotad nastalim štetama, te neki osnovni podaci o Hrvatskoj elektroprivredi kao i detalji o mogućoj pomoći. Posebnim pismom generalni direktor Hrvatske elektroprivrede upoznao je svoje kolege, generalne direktore ili predsjednike Upravnog odbora sa razlozima obraćanja za pomoć, a posebno je dostavljena

detaljna specifikacija potreba.
Ponuđene su i brojne mogućnosti suradnje, kao kupnja opreme u posebne, povoljnije uvjete bilo putem kredita uz odgodu plaćenja, bilo putem kupnje rabljene opreme, zatim, mogućnost pomoći u obliku kupnje opreme putem strane elektroprivrede od njenih isporučilaca i pod njenim uvjetima kupnje, te mogućnost uzimanja u najam na kraći ili dulji rok. Ponuđena je i mogućnost pozajnice određene opreme ili dijela postrojenja, te konačno mogućnost poklona takve opreme.

Uspostavljeni su kontakti sa svim ovim elektroprivredama bez obzira na to kako su one organizirane. Velika većina je postavila svoje koordinatore za suradnju na definiranju moguće pomoći, a sa strane Hrvatske elektroprivrede određena je Direkcija za razvoj, inženjering i izgradnju da koordinira ponude. Za svaku zemlju određen je pojedinačno koordinator za suradnju i kontakte s određenim koordinatorom strane elektroprivrede. Preko njih su išli svi kontakti i potrebna razjašnjenja, kao i određene promjene u specifikaciji potreba, jer je tokom perioda prikupljanja ponuda stizala i promjena zbog novih oštečenja proizvodnih, prijenosnih i distributivnih postrojenja.

Do datuma 29.04.1992. dobijene su ponude od 11 organizacija, od kojih je 10 elektroprivrednih organizacija a jedna ponuda je na poticaj njemačke strane stigla od firme Siemens. Ponude su stigle iz Italije (ENEL - Friuli Venezia), Njemačke (RWE Energie AG, Preussen Elektra AG, Bayernwerk AG, Energie-versorgung AG), iz Slovenije (ELES, Javno podjetje Elektro Maribor), Švicarske (iz više raznih elektroprivrednih firmi i iz generalne direkcije), iz Francuske (EDF) i Madžarske (u ime koncerna Magyar Villa sve je prikupilo poduzeće DEDASZ). Sa ostalim zemljama dogovori su još u tijeku i može se očekivati da će i od tamo stići ponude jer dosad niti jedna od organizacija nije decidirano odbila pomoć. U pitanju su najčešće problemi kod organizacija koja su dionička društva gdje o tim stvarima treba odluka Upravnog odbora dioničara.

Do sada je ponuđeno 5 275 komada razne opreme, od toga :

1. Oprema namijenjena za potrebe distribucijskih područja — 4 810 komada (91,2%)
2. Oprema namijenjena za potrebe prijenosne mreže — 292 komada (5,5%)
3. Elektrooprema za vanjsku montažu u transformatorske stanice — 164 komada (3,1%)
4. Oprema za izgradnju novih objekata — 9 komada (0,2%)

Oprema za koju nije dobijena niti jedna ponuda je slijedeća:

1. Mehanizacija, kao autoškare, uredjaji za polaganje kabela, prijenosne i mobilne radiostanice, agregati.

2. Kabelski pribor, kao spojnice i kabelske glave.

Ponuda firme SIEMENS posebno je interesantna jer se radi o 642 kilometra raznih vrsta kabela za srednji (10 i 20 kV) napon i za niski napon, različitih presjeka i duljina.

Od ukupne količine ponuđene opreme od 5 275 komada je

- nova oprema 375 komada (7,1%)

- stara oprema 4 900 komada (92,9%)

a sva količina koja je ponuđena daje se na poklon.

Hrvatska elektroprivreda je razradila posebni programski paket praćenja ponuda, pregleda i atestiranja stare opreme, kao i upućivanja te opreme na ona mjesta u eksploataciji, gdje je ta oprema najpotrebnija. Nastoji se da se osigura najoptimalniji način demontaže stare opreme i njeno dovoženje u Hrvatsku. Jedan od važnijih problema koji se rješava je carinjenje te robe i oslobađanje od taksa, jer se radi o opremi koju treba tretirati kao humanitarnu pomoć ratom iscrpljenom narodu Hrvatske.

Premda je brojka od 5 275 komada opreme impresivna, vrijednost sveukupne pomoći koja je dosada ponudjena, bez obzira na to da li će i biti prihvaćena i ugrađena u postrojenja Hrvatske elektroprivrede iznosi svega 2 % iznosa šteta koje su nastale ratnim razaranjima elektroenergetskog sustava u Hrvatskoj.

Svim inozemnim elektroprivredama koje su ponudile i dale pomoć treba zahvaliti. Njihov doprinos je istina mala kap u moru potreba, ali je značajan doprinos obnovi.

HRVATSKI KOMITET MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
Z A G R E B

STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA RREPUBLIKE HRVATSKE
Z A G R E B , 26 - 27. svibanj, 1992.

Dr. Zorko Cvetković,dipl.ing.
HK CIGRE - Zagreb

SAŽETAK KONZULTACIJE I SMJERNICE ZA AKCIJE

U V O D

Bilo je mišljenja da je organiziranje ove stručne konzultacije preuranjeno jer rat još traje, mnogi podaci nisu dostupni,a i oni koji su dostupni nisu za objavljivanje. Bilo je, naprotiv, mišljenja da je i ovaj rok zakasnio, jer djelovati treba dok rat još traje, a iskustva u njemu stečena su to korisnija što ih se prije može upotrijebiti. Kako bilo da bilo referati i diskusije ove Konzultacije ostat će kao specifična kronologija vremena u kojem živimo i gdje su se događaji samo iznimno odvijali spram naših predvidjanja.

Nadajmo se da će budućim generacijama ovaj materijal u pravilu i služiti kao kronologija, a ne kao uputstvo za djelovanje.

SAŽETAK STEČENIH ISKUSTAVA

Pitamo li se u čemu je osnovni sažetak stečenih iskustava treba reći da je to:

- činjenica da je velika većina teritorija. usprkos ratnih razaranja, bila u mogućnosti koristiti električnu energiju. Tako je npr. u istočnoj Slavoniji svega jedna trećina prijenosne mreže snabdjevala konzumom koji je iznosio dvije trećine snaga u normalnim uvjetima. Sve to upućuje i na dobru koncepciju izgrađenog EES.
- glavnu zaslugu za to imaju ljudi u elektroprivredi i oko nje koji su u tim teškim uvjetima pokazali izvanredna psihofizička svojstva, hrabrost, snalažljivost, inventivnost i odgovornost.

Probajmo ukratko navesti samo neka od rješenja primjenjenih u privremenoj sanaciji objekata i EES kao cjeline (Pref. tema 2).

- korištenje tipskih stupova dalekovoda nižeg reda napona za popravak dalekovoda višeg reda napona

- korištenje drvenih stupova za popravke pa i izgradnju cijelih dionica i to od projektiranja do stavljanja u pogon
- međusobno spajanje vodova dva naponska nivoa za omogućivanje pogona na nižem naponskom nivou
- korištenje dionica vodova 35 kV za rad pod naponom 110 kV
- korištenje raznih rješenja za spajanje prekinutih vodića i realizaciju pojedinih otcjepa.
- inteligentno odstupanje od propisa
- promjena uklopnih stanja transformatorskih stanica sa što manje dijelova stanica pod naponom, a istovremeno sa što više dalekovoda pod naponom
- punjenje ispražnjenih aku-baterija
- zaštita transformatora paletama od opeka s napomenom o načinu sigurnog polaganja paleta
- interna zamjena opreme
- zaptivanje transformatorskih kotlova i radijatora gumenim čepovima i drvenim klinovima
- razmještaj rezervne opreme po terenu
- precizna priprema rada kako bi boravak na ugroženom terenu bio sveden na minimum
- značaj SDV-a, mehanizacije, alata i vozila i prednost kod obnove.

Vezano uz navedenu problematiku domaća poduzeća su dala neke prijedloge i rješenja koja olakšavaju sanaciju objekata kao:
- instrument za laganu procjenu visine i razmak vodiča na terenu
- korištenje predformiranih prutova za spajanje vodića
- korištenje vakuum komora za ugradnju u kućišta uništenih malouljnih prekidača
- metode ispitivanja ulja za dijagnozu kvarova u transformatoru
- mjerenje rasipnog induktiviteta i parcijalnih izbijanja za kontrolu mehaničkih oštećenja u transformatorima.

Vezano za definitivnu obnovu EES i njegovih dijelova (Pref.tema 3) neka od zanimljivih zapažanja su:
- obnova mreže 400 kV u okviru mreže UCPTE
- potreba napajanja TS 110/x kV iz dva različita izvora 110 kV
- korisna rezerva u mreži SN između dvije TS 110/SN
- organizacija povratka u Vukovar
- detaljna analiza cijele prijenosne mreže 220 kV i 110 kV
- prijedlog postupnog prelaza na transformaciju 110/20 kV i napuštanje mreže 30(35) kV
- da li dati prednost izradi nekih novih prijenosnih objekata na štetu obnove nekih drugih objekata
- s kojim stupnjem pouzdanosti obnova EES
- pojačanje mreže Hrvatskog Primorja i Istre radi izbjegavanja ograničenja u tom centru obnove Hrvatske.

Vezano za revitalizaciju elektrana (Pref. tema 4) vrijedno je spomenuti:
- diskusiju o nuždi sustavnog pristupa revitalizaciji s redoslijedom aktivnosti koje dovode do odluke "da ili ne revitalizacija"

- dvije diskusije o revitalizaciji HE Dubrovnik uz odstupanje u proceni cijene za ista rješenja
- sistem dijagnostike stanja generatora
- moguće efekte revitalizacije.

Vezano za temu izgradnje (Pref. tema 5) izneseni su:
- mogući scenariji razvoja hrvatske elektroprivrede do 2010 godine u optimističkoj i pesimističkoj varijanti s potrebnim financijskim sredstvima.

Konačno vezano za vođenje EES (Pref. tema 6) dani su:
- izvanredno interesantni energetski podaci i kompleksni detalji o proizvodnji, prijenosu i distribuciji u ratnim uslovima
- podaci o stanju i radu centra vođenja
- prijedlog da se "formuliranje koherentnog programa od tekućih improvizacija do krajnjeg hoorizonta elektroenergetskog suvereniteta Hrvatske povjeri timu stručnjaka dokazanih i radinih koji će angažirajući sve svoje kanale i pronalazeći korisne veze dati suvremena i konkretna rješenja".

SMJERNICE ZA DALJNJI RAD

Osnovna svrha ove knzultacije dati što je moguće jasnije smjernice za dalji rad. Pri tome se treba čuvati da pod pritiskom ratnih iskustava ne zastranimo kod mirnodopske izgradnje EES za što se već vide izvjesne tendencije. Npr. tendencija izgradnje podzemnih postrojenja ili vođenje EES u miru na nivou sigurnosti N - O. S druge strane neka ratna iskustva bi trebali koristiti u mirnom razvoju. Kao primjer uzmimo normiranje postupaka brzih popravaka dalekovoda kod šteta nastalih zbog djelovanja ekstremnih meteoroloških prilika ili sanaciju postrojenja stradalih u potresu. Naročito bi za mirnodopsku praksu bila korisna detaljna priprema rada kako bi boravak na terenu bio smanjen na minimum i kad to nije više ugroženi teren.

Općenito unaprijed smišljeni zahvati da bi se dobilo na vremenu i kvaliteti posla kao npr. u diskusiji "Povratak u Vukovar" ili, pak, u opisu rasporeda rezervne opreme na terenu su korisni u mirnodopskom radu i razvoju. Pogledamo li sanacije mogućeg razvoja elektroprivrede u budućih 20-ak godina, a u to uključujemo i obnovu vidimo da financijska težina tog programa, ovisno o varijanti, iznosi u prosjeku 300 - 400 milijuna US$ godišnje. To je enormna suma i zato taj posao treba voditi krajnje profesionalno. Svaka moguća ušteda od izbora scenarija do rokova realizacije je dobro došla, jer smanjuje cijenu kWh. Kolikogod program bude više podložan tehno-ekonomskim, ekološkim i financijskim optimumima toliko će njegov rezultat biti povoljniji. Ukoliko više on bude podložan lokalnim, personalnim, političkim ili drugim ustupcima utoliko će njegova realizacija biti teža, a cijena kWh za sve potrošače veća.

Nije čudo da se u referatu 8 javlja ideja o timu provjerenih stručnjaka koji bi formulirali koherentni program od obnove do razvoja To je u neku ruku sugestija da se vizija razvoja odvoji od dnevne problematike.

No odgovornost za realizaciju tog obimnog zadatka leži prvenstveno na elektroprivredi. U ovom kontekstu nemeće se pitanje da li bi ga ona bolje riješila kao javno poduzeće, kao privatno poduzeće ili kao neka kombinacija tih dvaju rješenja.

U točki 7 preferencijalnih tema predviđen je, eventualno, mrežni plan akcija. Za izradu toga plana, na bazi izloženih referata i diskusija nema svih potrebnih elemenata.

Ipak, jasno se nameću akcije koje treba poduzeti pa je ovdje dan informativni popis pripremnih akcija kao elemenata mrežnog plana. Sam mrežni plan pripremnih akcija bi elektroprivreda trebala učiniti u najkraće mogućem vremenu, a njegovu realizaciju bi trebalo završiti do jeseni. Tada bi, naime, završile pripremne akcije, a započela planska obnova i izgradnja.

To bi ujedno trebale biti i konkretne sugestije ove konzultacije.

Eventualne nejasnoće u vojno političkom rješenju ne bi trebale odgoditi početak realizacije programa.

ELEMENTI MREŽNOG PLANA PRIPREMNIH AKCIJA

Sistematizacija oštećenja
Pregled provizornih rješenja
Procjena akcija na nepristupačnom području
Plan neposredne sanacije
Prognoza upotrebljivosti oštećenih objekata
Prioritetni plan konačne sanacije - termini
Izbor scenarija razvoja elektroprivrede
Stav spram specijalnih potrošača
Opravdanost revitalizacije objekata
Koncepcijske promjene EES
Tehnološke promjene objekata EES
Definiranje zahtjeva prema proizvođačima opreme i izvođačima radova
Financijska konstrukcija i način realizacije
Organizacija rada
Eventualna odluka o privatizaciji
Definitivni prijedlog vladi
Nužna modifikacija
Start realizacije