

**HRVATSKI KOMITET
MEĐUNARODNE KONFERENCIJE ZA VELIKE ELEKTRIČNE SISTEME
ZAGREB**

**STRUČNA KONZULTACIJA
OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE**

**UVODNI REFERAT
NAKNADNE DISKUSIJE
ZAKLJUČAK**

**Z A G R E B
26-27. svibnja, 1992.**

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Predsjednik

Moser Josip, dipl.ing.el.

Članovi

Cvetković dr.Zorko, dipl.ing.el.

Firšt Zvonimir, dipl.ing.el.

Radmilović Božidar, dipl.ing.el.

Borojević Dragan, dipl.ing.el.

Tomić Vladimir, dipl.ing.el.

Topić dr.Jakša, dipl.ing.el.

Tonković mr.Zdenko, dipl.ing.el.

Lastrić Nikola, dipl.ing.el.

S A D R Ž A J

UVODNI REFERAT

Mr.ing. Ivan Putanec, HEP, Zagreb

NAKNADNE DISKUSIJE

Preferencijalna tema 1 – SISTEMATIZACIJA ŠTETA

- 1.04 Vladimir Jednačak, dipl.ing., HŽ, Zagreb
Pregled ratom oštećenih stabilnih postrojenja elektro vuče i općih elektroenergetskih postrojenja jake struje Hrvatskih željeznica
- 1.05 Miroslav Bem, dipl.ing., HEP – DP Elektrodalmacija, Split
Razrada, popravci i niskonaponska nadzemna mreža

Preferencijalna tema 2 – PRIVREMENO OSPOSOBLJAVANJE

- 2.13 Ivan Mravak, dipl.ing., Ivan Polhert, el.tehn., Hrvoje Holoker, el.tehn., HEP – DP Elektra Vinkovci, Pogon Vukovar
Elektroenergetski sistem grada Vukovara u domovinskom ratu
- 2.14 Antun Mikulecky, dipl.ing., Končar – Institut za elektrotehniku Zagreb
Osposobljavanje za pogon energetskih transformatora u ratnim uvjetima
- 2.15 Ante Sekso, dipl.ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb
Mario Zlendić, Marlu Co. Ltd., Split
Nova tehnologija u popravku oštećenih izolatora i izolacionih površina
- 2.16 Dr. ing. Zdenko Godec, Končar – Institut za elektrotehniku, Zagreb
Uljni transformator u otežanim uvjetima hlađenja
(Prilog diskusiji 2.07: Transformator u ratnim uvjetima)
- 2.17 Ivan Grozdanić, dipl.ing., Dalekovod, Zagreb
Brza sanacija dalekovoda 10 – 400 kV

Preferencijalna tema 3 – DEFINITIVNA OBNOVA

- 3.09 Josip Šuste, dipl.ing., HEP – DP Elektra, Zagreb
Pregled šteta, potrebne sanacije i način sanacije distributivne mreže

Preferencijalna tema 4 – REVITALIZACIJA ELEKTRANA

- 4.09 Milan Novak, dipl.ing., HEP – HE "Dubrovnik", Dubrovnik
Dopuna pisanoj diskusiji 4.01

- 4.10 Đuro Stanković, dipl.ing., Institut za elektroprivredu, Zagreb
Izvještaj o preferencijalnoj temi revitalizacija elektrana sa
naznakom na dosad provedenim aktivnostima
- 4.11 Željko Crnković, dipl.ing., Elektroprojekt, Zagreb
Uvodni referat
- 4.12 Enes Hercegovac, dipl.ing., Tehnički savjetnik, Dubrovnik
Diskusije ad R 5 - Sadašnje stanje i moguća obnova te razvoj
prijenosne mreže Hrvatske u novonastaloj geopolitičkoj situaciji
- 4.13 Miroslav Blažičko, dipl.ing.
Preduvjeti za djelotvornu revitalizaciju elektroenergetskih
objekata Hrvatske elektroprivrede
- 4.14 Davor Pavlović, dipl.ing., Krunoslav Begović, dipl.ing.,
Zvonimir Mrša, dipl.ing., Elektroprojekt, Zagreb
9. Revitalizacija elektrana - Diskusija

ZAKLJUČAK

Dr.ing. Zorko Cvetković

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

Mr. Ivan Putanec, dipl.ing.
Predsjednik HK CIGRE
HEP, Zagreb

U V O D N I R E F E R A T

Sa zadovoljstvom konstatiram da je ova Stručna konzultacija prva manifestacija Hrvatskog komiteta međunarodne konferencije za velike električne sisteme - CIGRE. Prilikom osnutka 18. veljače ove godine kao prvi zadatak, nakon osnutka Studijskih komiteta, odredili smo ovu konzultaciju - široku raspravu o iskustvima stečenim u privremenom osposobljavanju ratom oštećenih postrojenja i mreža.

Svrha ove Konzultacije je analiza situacije nastale nakon ratnih razaranja, da se odrede smjernice definitivne obnove, te da se dade vizija dugoročnog razvoja elektroenergetskog sistema Hrvatske. Krajnji nam je cilj da naš EES omogući što je moguće dinamičniji razvoj hrvatskog gospodarstva, jer bi u protivnom mogao postati usko grlo cjelokupnog razvoja Hrvatske.

Nadajmo se da ćemo svi zajedno u tome uspjeti i da će HK CIGRE dati značajan doprinos tom razvoju.

Navest ću ovdje, u najkraćim crtama neke osnovne pokazatelje koji omogućuju bolji uvid u današnju situaciju i u budući razvoj, a što je mnogo detaljnije opisano u referatima i diskusijama napisanim za ovu Stručnu konzultaciju.

1. Energetska situacija

U razdoblju siječanj - lipanj 1991. ostvarena potrošnja električne energije u Republici bila je na razini potrošnje u 1990-toj godini, a opskrba potrošača izvršena je u cijelosti.

Jedino je grad Zadar nekoliko dana u mjesecu lipnju bio bez opskrbe električnom energijom zbog rušenja elektroenergetske mreže od strane četničkih diverzanata.

Početkom mjeseca srpnja, a osobito od druge polovice mjeseca rujna, došlo je do osjetnog pada potrošnje električne energije u Hrvatskoj, nakon agresije bivše "JNA" i srbo-crnogorskih trupa na hrvatski narod i njegovu samostalnost.

Ratna razaranja imala su za posljedicu cijepanje hrvatskog EES na dva dijela. Od 26. rujna 1991. Slavonija i Dalmacija ostale su preko mreže Herceg - Bosne vezane na ostatak bivše Jugoslavije, dok je preostali dio Hrvatske ostao vezan na Europu (UCPTE).

Usljedi bestijalnih razaranja pojedina područja Hrvatske i čitavi gradovi bili su mjesecima bez napajanja električnom energijom kao Dubrovnik, Zadar, Vukovar, područja Like i Banije.

Uprkos prisutne ratne opasnosti i okupaciji dijela hrvatskog hidroenergetskog potencijala (HE Dubrovnik, RHE Obrovac, HE Peruča, HE Manojlovac i HE Golubić), djelatnici Hrvatske Elektroprivrede su uložnim maksimalnim naporima uspjeli osigurati kontinuiranu opskrbu električnom energijom cijelog područja Hrvatske koje je bilo pod nadzorom.

Zorni prikaz ovog stanja vidljiv je iz priloga br. 1 koji pokazuje potrošnju na mreži prijenosa u razdoblju 1990 - 1991. godine.

Prema planovima razvoja vršnog opterećenja i potrošnje pokazanim u referatu R 7, prema graničnim vrijednostima raznih scenarija razvoja, kako je vidljivo iz tablice br. 1, za očekivati je rast opterećenja i vršnog opterećenja oko 1,4 (po nižem) do 2 puta (po višem scenariju). Očekujem da će i diskusija na ovom našem skupu dati o ovome svoja razmišljanja. Kako to ostvariti?

Tablica 1

Godina	Vršno opterećenje		Potrošnja	
	MW	Odnos spram 1990.g.	GWh	Odnos spram 1990.g.
1	2	3	4	5
1990.	2482	-	14732	-
1991.	2521	1,016	12919	0,88
1992.	1895	0,76	-	-
2000.	NIŽA 2890	1,16	17127	1,16
	VIŠA 3570	1,44	21574	1,46
2010	NIŽA 3617	1,46	20439	1,39
	VIŠA 509	2,05	30127	2,05

(Kratki komentar tablice s težištem na stupac 3)

Niži i viši iznosi odnose se na granične vrijednosti raznih scenarija razvoja iz referata R 7.

2. Procjena štete

Grubi iznosi šteta nanesenih elektroprivrednim postrojenjima uz neke rezerve vezane prvenstveno za nepoznavanje šteta na nepristupačnim dijelovima Republike iznose:

produkcija	45 mil US\$
prijenos	32 mil US\$
distribucija	186 mil US\$
Ukupno:	263 mil US\$

Kao tipičan primjer situacije u EES je situacija u mreži 400 kV s naznačenim mjestima prekida. Napominjem da su to istovremeno i prekidi mreže UCPT, tako da je time prekinuta razmjena električne energije između srednje i jugoistočne Europe (prilozi 2 i 3).

3. Privremeno osposobljavanje

Kako su počela ratna razaranja tako su i počeli zahvati na privremeno srušenim i oštećenim postrojenjima odnosno dijelovima EES.

Činjenica je da je najveći dio Republike tokom cijelog perioda imao više ili manje dobru osnovnu opskrbu električnom energijom no nažalost, bilo je i lokalnih suprotnih iskustava, srećom rijedih.

Takva, relativno povoljna situacija se u prvom redu može zahvaliti izvanrednoj hrabrosti i zalaganju ljudi u elektroprivredi i oko nje, bogatstvu njihovih ideja i rješenja na terenu te relativno dobro koncipiranom EES. Nažalost, sedamnaest naših radnika HEP, dalo je i svoje živote, radeći na privremenom osposobljavanju naših postrojenja.

4. Vizija obnove i razvoja

U tablici 1 navedena je vizija razvoja vršnog opterećenja i konzuma do 2010 godine i to u minimalnoj i maksimalnoj varijanti. U referatu R 7 pokazano je 29 raznih scenarija za pokriće rastućeg opterećenja. Dovoljno je reći da se minimalni scenarij kreće od potrebe izgradnje 2 hidroelektrane i 4 plinska bloka po 250 MW, pa do 10 hidroelektrana, 2 plinska bloka po 250 MW i jednog termobloka na ugljen od 300 MW.

Maksimalni scenarij se kreće od varijante sa 2 hidroelektrane i 7 plinskih blokova po 300 MW, pa do 10 hidroelektrana, 2 plinska bloka po 250 MW, 2 termobloka po 300 MW i 2 nuklearna bloka po 500 MW.

Financijska težina ovog razvoja, uključujući i obnovu, kreće se najmanje oko 300 mil US\$ godišnje. Svi vi koji poznajete probleme razvoja elektroprivrede znate što znači ovaj zadatak u samo 18 godina koje nas dijele do 2010 g.

5. Zadaci hrvatske elektroprivrede

Rekao bih da se zadaci HEP zajedno sa svojim poslovnim partnerima u predstojećem periodu mogu podijeliti na rutinske i specifične.

Pod rutinskim zadacima mislim na eksploataciju i daljnju izgradnju EES. Taj zadatak sam po sebi nije ni malo jednostavan kao što se to iz mog prethodnog izlaganja jasno vidi.

Na ovo treba dodati specifične zadatke HEP-a. To je, u prvom redu, obnova porušenih dijelova EES, a zatim je tu ukupni položaj i djelovanje elektroprivrede u novonastaloj geopolitičkoj situaciji na međunarodnoj sceni. HEP mora biti samostalni činilac ukupne elektroprivredne situacije Europe (posebno UCPTĚ), jednako kao što Republika Hrvatska mora biti politički činilac u Europi.

I taj zadatak se ne može smatrati ni malo jednostavnim.

6. Neposredni problemi koje treba rješavati

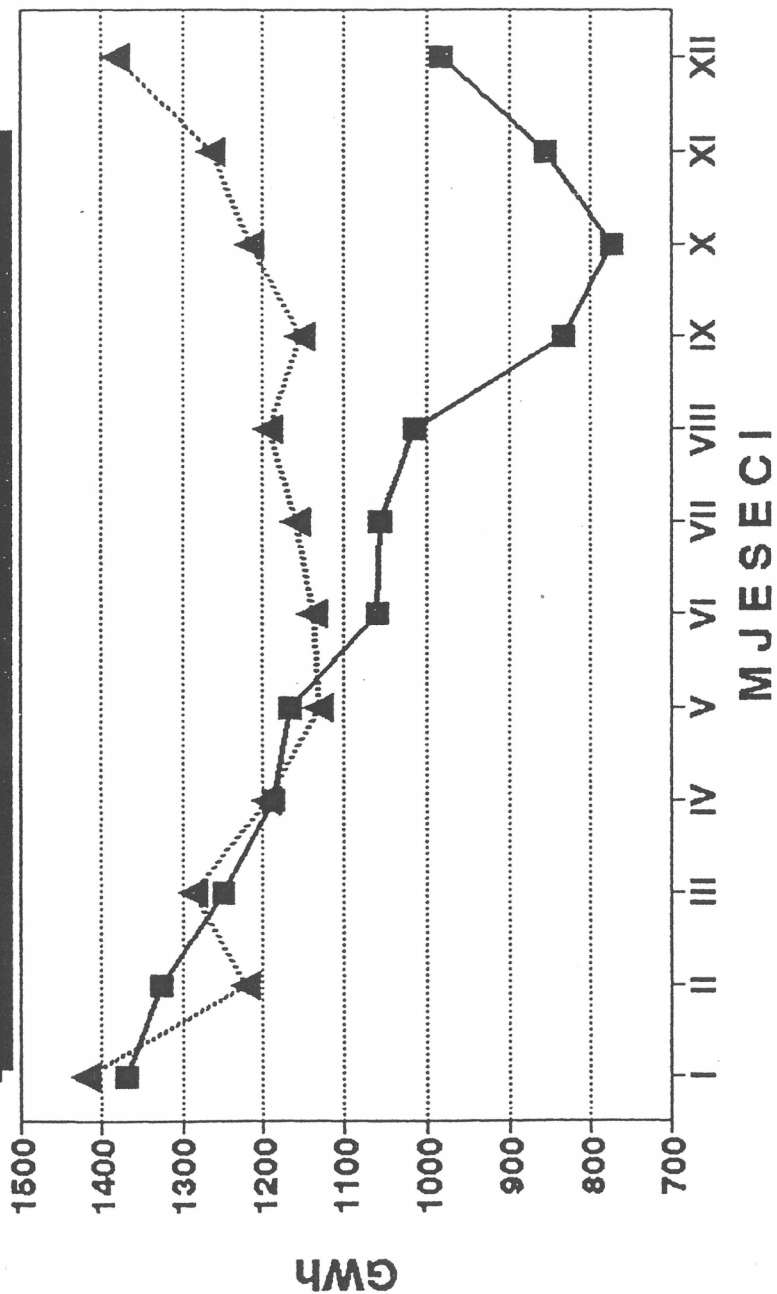
Ova Stručna konzultacija će, vjerujem, sistematizirati probleme koje trebamo neposredno rješavati. Ovdje bih naveo samo neke od njih radi njihove težine:

- kakvu elektroprivredu trebamo - da bi uspješno riješili navedene zadatke?
- kako riješiti kadrovsku problematiku vezanu za budući razvoj?
- kako razriješiti probleme financiranja?

S ovim kratkim prikazom završio bih svoje uvodno izlaganje i nadam se da će iz vaše diskusije proizaći vrlo konkretne upute i savjeti za naše buduće djelovanje.

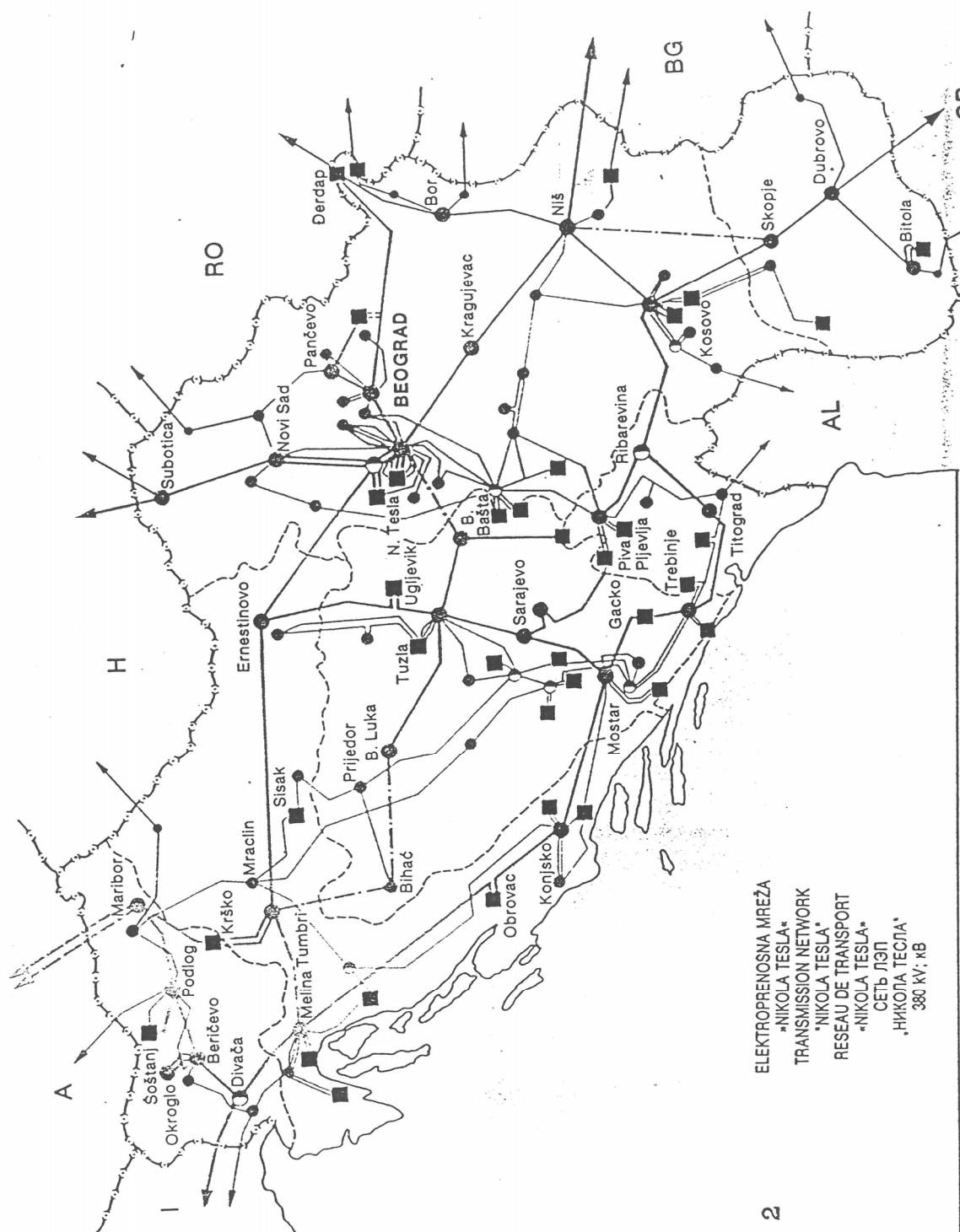
Želim Vam uspješan rad!

**POTROSNJA NA MREZI PRIJENOSA
U RAZDOBLJU 1990-1991 godine**



—■— 1991▲..... 1990

KARTA INTERKONEKTIVNOG ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA REPUBLIKA
 CARTE DU SYSTEME ELECTROENERGETIQUE DES REPUBLIQUES INTERCONNECTE
 MAP OF THE INTERCONNECTED ELECTRIC POWER SYSTEM OF THE REPUBLICS



ELEKTROPRENOSNA MREŽA
 "NIKOLA TESLA"
 TRANSMISSION NETWORK
 "NIKOLA TESLA"
 RESEAU DE TRANSPORT
 "NIKOLA TESLA"
 СЕТЬ ЛЭП
 "НИКОЛА ТЕСЛА"
 380 kV; кВ

**PREGLED ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA
U HRVATSKOJ KOJI SU ZBOG RATA IZVAN POGONA**

Od proizvodnih jedinica radi uništenja postrojenja i okupacije neraspoložive su za pogon :

- HE Dubrovnik (216 MW)
- HE Sklope (22.5 MW)
- HE Peruća (41.6 MW)
- RHE Obrovac (276/-240 MW)
- HE Manojlovac (24 MW)
- HE Golubić (6.5 MW)

sto je ukupno 586.6 MW ili 28.51% raspoložive snage hidroelektrana u Hrvatskoj.

Uslijed ratnih razaranja, izvan pogona su slijedeća prijenosna postrojenja :

- DV 400 kV Konjsko - Obrovac
- DV 400 kV Obrovac - Melina
- DV 400 kV Ernestinovo - Tumbri
- DV 400 kV Ernestinovo - Mladost
- DV 400 kV Ernestinovo - Ugljevik

- DV 220 kV Mraclin - Brinje
- DV 220 kV Mraclin - Jajce
- DV 220 kV Medurić - Prijedor
- DV 220 kV Konjsko - Bilice II
- DV 220 kV Brinje - Konjsko

- DV 110 kV Bilice - Benkovac
- DV 110 kV Bilice - Knin
- DV 110 kV Bilice - Razine II
- DV 110 kV Bilice - Razine III
- DV 110 kV Bilice - Razine IV
- DV 110 kV Sinj - Peruća
- DV 110 kV Peruća - B.Blato
- DV 110 kV Obrovac - Zadar
- DV 110 kV Obrovac - Nin
- DV 110 kV Komolac - Ston
- DV 110 kV Gračac - Lički Osik
- DV 110 kV Otočac - Lički Osik
- DV 110 kV Senj - Otočac
- DV 110 kV Gojak - Ostarije I
- DV 110 kV Gojak - Ostarije II
- DV 110 kV Glina - Petrinja
- DV 110 kV Petrinja - Pračno
- DV 110 kV Nova Gradiska - Medurić

HŽ - HRVATSKE ŽELJEZNICE
D I R E K C I J A
ELEKTROTEHNIČKA SLUŽBA
Vladimir Jednačak, dipl.ing.

PREGLED RATOM OŠTEĆENIH STABILNIH
POSTROJENJA ELEKTRO VUČE I OPĆIH
ELEKTROENERGETSKIH POSTROJENJA
JAKE STRUJE HRVATSKIH ŽELJEZNICA

Od Početka rata u rano proljeće 1991.g. neprijatelj je počeo sa svojim ratnim razaranjima i oštećenjima željezničkih prometnica na više magistralnih željezničkih pruga.

Prva oštećenja željezničkih pruga a time i stabilnih postrojenja električne vuče nastala su na pruzi Vinkovci - Tovar-nik, kao i na dijelu pruge Sunja - Bosanski Novi. Kako se rat sve više odvijao počela su i uništenja i ostalih dijelova magistralnih pruga.

U ovom izvješću bit će samo u najosnovnijim crtama opisana oštećenja i uništenja na postrojenjima HZ a koja obuhvaćaju:

- Kontaktanu mrežu 25 kV, 50 Hz (KM),
- Elektrovučne podstanice i postrojenja
za sekcioniranje sa pripadnim dalekovidima
(EVP, PS i DV)
- Daljinsko i mjesno upravljanje postrojenjima
(DU i MU),
- Transformatorske stanice 10/0,4 kV, visokonaponski
i niskonaponski vodovi, elektroenergetski razvodi
te opća postrojenja jake struje (OPJS)

1. KONTAKTNA MREŽA

Na postrojenjima kontaktne mreže jednofaznog sustava 25 kV, 50 Hz ukupne dužine 1587,9 km teže je oštećeno i neosposobljeno za elektrovuču 633 km kontaktne mreže, a što po prugama iznosi:

Tovarnik - Vinkovci - Slavonski Brod	234,451 km
Staro Petrovo Selo - Novska - Kutina	138,759 km
Novska - Sunja - Sisak - Greda	118,720 km
Sunja - Bosanski Novi	53,103 km
Sesvete - Zagreb Gl.kol. (sanirano)	46,302 km
Draganići - Karlovac - Mrzlo Polje (sanirano)	53,103 km
Kukaća - Oštarije - Ogulin (sanirano)	9,944 km
U K U P N O:	633,325 km

Dio pruge kao što je navedeno još u samom ratu je saniran, kako bi se mogao otvoriti promet za elektro vuču. Ovdje je potrebno posebno naglasiti da se kontaktna mreža na dijelu pruge Zagreb - Ogulin u toku rata sanirala i popravljala desetak puta, samo da se osposobi za elektro vuču.

Za velik dio oštećene kontaktne mreže na magistralnoj pruzi načinjene su razne orjentacione procjene oštećenja, jer je dio pruga i sada pod okupacijom neprijatelja tako da je nemoguć izlazak stručnih ekipa na uvidjaj radi definitivne procjene oštećenja postrojenja.

Posebno je za napomenuti da je kontaktna mreža u kolodvoru Novska potpuno uništena kao što je bila i u kolodvoru Vinkovci i Nova Gradiška.

Ekipe kontaktne mreže sanirale su dio kontaktne mreže lijeve strane pruge od stanice Ivankaovo do uključivo lijevu stranu kolodvora Vinkovci, kao i lijevu stranu kolodvora Nova Gradiška, te stavila taj dio kontaktne mreže pod napon sa elektrovučom, ali sa smanjenim brzinama.

Procjenjuje se da će za prvu sanaciju kontaktne mreže dakle bez definitivne obnove trebati cca 864.000.000 HRD, dok će za definitivna popravak i obnovu trebati cca 3.200.000.000 HRD.

Procjena svih troškova za sanaciju i obnovu ratom razorene kontaktne mreže za sve navedene pruge prikazana je u tabeli 1.

Isto tako u tabeli su prikazana predviđena potrebna vremena za sanaciju i obnovu:

Tabela 1.

Tabela 1. Troškovi ulaganja za sanaciju i obnovu
ratom razorene kontaktne mreže

KM

u 000 HRD

Red. broj	Naziv pruge	90 dana	180 dana	Do kraja obnove	UKUPNO
1.	Novska - N. Gradiška	310000	620000	220000	1150000
2.	Vinkovci - Tovarnik	337000	674000	238000	1249000
3.	Sisak Pr.- Dubica	92000	184000	55000	331000
4.	Sunja-Volinja drž.gr.	57000	114000	34000	205000
5.	Zagreb - Rijeka	68000	136000	63851	267851
U K U P N O:		864000	1728000	610851	3202851

2. Elektrovrčne podstanice, postrojenja za sekcioniranje
i daljinsko upravljanje (EVP, PS i DU) te dalekovodi
110 i 25 kV

HŽ posjeduje 15 elektrovrčnih podstanica (EVP) izmjeničnog sustava 25 kV, 50 Hz u području zahvaćenom ratnim razaranja. Oštećene su elektrovrčne podstanice s pripadajućim visokonaponskim razvodnim postrojenjima i to Sunja, Novska, Jankovci i Oštarije kao i 110 kV dalekovodi TS Vinkovci - EVP Jankovci, TS Sisak - EVP Sunja, TS Medjurić - EVP Novska i HE Gojak - EVP Oštarije, a što iznosi 26,66 % od ukupnog broja EVP-a izmjeničnog sustava.

Zbog nemogućnosti pristupa postrojenjima EVP Sunja i Jankovci nije u potpunosti poznat stupanj oštećenja postrojenja, ali se pretpostavlja da su oštećene znatno, a za EVP Oštarije koja je raketirana iz aviona sačinjena je orijentaciona procjena na temelju očevida, a oštećenja su znatna. Od ukupno 32 postrojenja sekcioniranje (PS) kontaktne mreže 25 kV, 50 Hz u području zahvaćenim ratom oštećeno je šest postrojenja za sekcioniranje i to PSN Tovarnik, PS Đeletovci, PSN Nova Gradiška, PS Okučani, PSN Dubica, PS Šaš, a to znači 18,75 % od ukupnog broja PS-a izmjeničnog sustava.

U Vinkovcima PK uništena je TS 25/1,5 kV za grijanje kola i dvije TS 25/0,22 kV za grijanje skretnica, a procjenjuje se da su oštećene i trafostanice za grijanje skretnica na rasputnici Krivaja i Gaj (Sunja).

Opseg ratnih razaranja i oštećenja na uređajima daljinskog upravljanja stabilnih postrojenja elektrovuče nije moguće ni približno ocijeniti bez očevida. Realno je moguće pretpostaviti manja ili veća oštećenja na svim postrojenjima daljinskog upravljanja u kriznim područjima. Uređaj DU tipa EF 300 proizvodnje Siemens su, obzirom na ugradnju preko 20 godina, zastarjeli, pa će ih prilikom obnove sigurno trebati zamijeniti.

Za pretpostaviti je da će za prvu fazu sanacije i obnove EVP, PS i DU trebati izdvojiti cca 288.000.000 HRD dok se pretpostavlja da će za definitivnu obnovu trebati cca 1.127.690.000 HRD.

Ukupna financijska sredstva za sanaciju i obnovu EVP, PS, DV i DU dana su u zbirnoj tabeli: 2.

Isto tako u tabeli 2. prikazana su predviđena potrebna vremena za sanaciju i obnovu.

Tabela 2. Elektrovučne podstanice, postrojenja za sekcioniranje, dalekovodi 110 kV, postrojenja za predgrijavanje kola, postrojenja za grijanje skretnica, elektromotorni pogoni rastavljača i daljinsko upravljanje

u 000 HRD

Red. broj	Naziv pruge	90 dana	180 dana	Do kraja obnove	UKUPNO
1.	Novska - Nova Gradiška	37000	104920	-	141920
2.	Vinkovci - Tovarnik	130000	208825	208825	547650
3.	Sisak Pr. - Dubica	102000	128560	138560	379120
4.	Sunja - Volinja Drž.gr.	5000	6700	6700	18400
5.	Zagreb - Rijeka	14000	26600	-	40600
U K U P N O:		288000	485605	354085	1127690

3. Transformatorske stanice 10/0,4 kV
visokonaponski i niskonaponski vodovi
i razvodi te opća postrojenja jake struje

Ratnim razaranjima duž željezničkih pruga HŽ oštećene su mnoge transformatorske stanice 10/0,4 kV, pripadajući dalekovodi 10 kV, niskonaponski elektroenergetski razvodi te vanjska rasvjeta željezničkih postaja.

Isto tako oštećene su mnoge željezničke prijemne zgrade (Nova Gradiška, Rajić, ^{Okučani} Vinkovci, Vukovar, Borovo, Pakrac, Sunja, Drniš, Siverić, Žitnić i Gospić) te mnoga skladišta, depoi i drugi popratni objekti sa njihovim elektroinstalacijama. Procjenjuje se da će za prvu sanaciju OPJS trebati 146.000.000 HRD, dok će za potpunu sanaciju trebati oko 540.950.000 HRD.

U tabeli 3. dati su orjentacioni troškovi za sanaciju i obnovu OPJS.

Tabela 3. Troškovi ulaganja za sanaciju i obnovu OPJS na prugama HŽ-a
u 000 HRD

Red. br.	Naziv pruge	90 dana	180 dana	Do kraja obnove	UKUPNO
1.	Novska - N. Gradiška	10.000	25.000	5.000	40.000
2.	Vinkovci - Tovarnik	13.060	35.000	8.000	56.060
3.	Sisak Pr. - Dubica	6.300	18.000	5.000	29.300
4.	Sunja - Volinja Drž.gr.	18.000	10.000	2.000	30.000
5.	Zagreb - Rijeka	540	1.100	Ø	1.640
6.	Karlovac - Sisak Pr.	6.300	8.000	9.000	23.300
7.	Oštarije - Knin	15.300	10.000	19.350	44.650
8.	Knin - Split	4.500	8.000	26.000	38.500
9.	Knin - Zadar	6.300	12.500	15.000	33.800
10.	Varaždin - Osijek - Dalj	20.700	40.000	20.000	80.700
11.	B. Jaruga - Pčelić	4.500	3.000	8.000	15.500
12.	Vinkovci-Osijek-B.Manastir	25.200	50.000	22.000	97.200
13.	Vinkovci-Borovo-Vukovar-Erdud	8.100	12.000	10.000	30.100
14.	Vinkovci - Brčko	7.200	9.000	4.000	20.200
U K U P N O:		146.000	241.000	153.350	540.950

4. Sredstva rada i alati

Ratom su oštećena mnoga sredstva za rad kao što su montažni mostovi za kontaktnu mrežu, kola za razvlačenje kontaktnog vodiča, teške motorne terezine, razne pružne ljestve i vagoni te mnoga cestovna vozila za održavanje i hitne intervencije pa će za ista trebati prema procjeni izdvojiti cca 30.000.000 HRD, kako bi se postrojenja mogla sanirati i obnoviti dakle i održavati na potrebnom tehničkom nivou.

Da bi se ostvario prijedlog i redoslijed sanacije pruga HŽ-a koji je izradjen po Prometno transportnoj službi, za stavljanje stabilnih postrojenja elektrovuče i općih postrojenja jake struje pod naponom odnosno uspostavljanje prometa sa elektrovučom i snabdjevanje željezničkih objekata električnom energijom, načinjen je "Program sanacije i djelomične obnove stabilnih postrojenja elektrovuče i općih postrojenja jake struje".

Ovaj program je radjen i baziran na dinamici izvodjenja radova za prvih 90 dana rada, nakon završetka rata tj. nakon sigurnog i slobodnog pregleda oštećenja postrojenja i uređaja na pojedinim prugama. Isto tako date su procjene rata i troškova za 180 dana rada odnosno ukupni orjentacioni troškovi obnove.

Iz tabele za pojedina postrojenja je vidljivo da su procjene financijskih troškova za obnovu i sanaciju stabilnih postrojenja elektrovuče i općih postrojenja jake struje znatna a iznose cca 5.181.000.000 HRD, a što čini oko 12 % ratnih oštećenja HŽ-a.

Zagreb, 18. svibnja 1992.g.

ŠEF ODJELA ELEKTROENERGETSKIH
P O S T R O J E N J A

Vladimir Jednačak, dipl.ing.



RAZRADA, POPRAVCI I NISKONAPONSKA
NADZEMNA MREŽA

Imao sam namjeru još prije sastanka CIGRE iznijeti neka svoja razmišljanja no na žalost nisam imao priliku. Pregledao sam DISKUSIJE i REFERATE i zahvaljujući podacima kojima raspolazem kao i podacima sa savjetovanja, došao sam do nekih interesantnih pokazatelja.

Teorija nije do kraja adekvatna jer nisu ni podaci ali može biti bitna za razmišljanja oko sanacije i uspostavljanja naponskog stanja u N.N. mrežama.

Prema podacima iz materijala van pogona je oko 40% dalekovoda višeg napona dok se potrošnja smanjila prema pokazateljima na ugroženim područjima 50% - 60% pa čak i više. Već ovaj podatak daje vrlo interesantnu uporedbu. Evidentno je da je više ili potpuno stradala upravo niskonaponska mreža.

U analizama šteta od ukupnog iznosa 35 kV mreža sudjeluje sa 32%, 10 kV mreža sa 15% i 0,4 kV mreža sa 21%. Od ukupnog procijenjenog iznosa štete od 186 000 000 DM za pojedine mreže otpadaju iznosi za 35 kV mrežu 59 520 000 DM, za 10 kV mrežu 27 900 000 DM, a za N.N. mrežu 39 060 000 DM.

Koristimo dalje podatke da su cijene mreža prema referatima:

za 0,4 kV	-	30 000 DM/km
za 10 kV	-	60 000 DM/km
za 35 kV	-	90 000 DM/km
za 110 kV	-	120 000 DM/km

Uporedbom šteta i cijena približno zaključujemo da od štete 39 060 000 DM za N.N. mreže imamo oštećeno oko 1 300 km mreže. Ovi podaci očito ne daju pravo stanje stvari jer se procjenjuje da bi za sanaciju ili izgradnju bilo predviđeno oko 40 000 km mreže ili po predloženim činjenicama samo za N.N. mrežu 1 200 000 000 DM.

Uvažavajući da je u Republici Hrvatskoj u N.N. mreži prosječna dužina izvoda po TS 10/0,4 kV oko 3,0 km proizlazi da je potrebno oko 13 333 trafo područja ili sa prosječnom dužinom izvoda od 0,87 km, potrebno je 45 977 izvoda. Ovi podaci sami za sebe daju uvid u ogroman posao koji se očekuje upravo na najrazorenijem dijelu mreže.

Analizirajući dalje podatke koji su meni dostupni i dani u tabeli KOLIČINSKOG STANJA postrojenja slijede dalji zaključci. U distributivnom području "Elektrodalmacije" zračne mreže u ukupnom iznosu mreža sudjeluju:

110 kV sa	4,1%
35 kV sa	4,0%
10 kV sa	19,7%
0,4 kV sa	72,2%

Uspoređujući ove podatke samo za pogon Split slijedi:

110 kV sa	2,8%
35 kV sa	2,2%
10 kV sa	11,4%
0,4 kV sa	83,6%

Napravimo istu usporedbu za kabelsku mrežu dobijemo za distributivno područje Splita

0,4 kV sa 71,8%

a za samo područje Pogona Split

0,4 kV sa 78,6%

Analiza ovih podataka daje veliku podudarnost podataka pa uvažavajući već prije iznijete podatke možemo zaključiti da 10 kV, 35 kV i 110 kV dalekovodi zajedno učestvuju sa 27,8% za distributivno područje ili za područje pogona Split sa 16,4%..

Uvažavajući da je prosječna cijena koštanja po naponskim nivoima dana u uvodu, proizlazi da, uvažavajući postotke učešća, cijene po kilometru iznašaju za distributivno područje:

za 110 kV	-	4 900 DM/km	}	20 300 DM/km
za 35 kV	-	3 600 DM/km		
za 10 kV	-	11 800 DM/km		
za 0,4 kV	-	21 600 DM/km		

Analogijom se ovi podaci dobiju i za pogon Split:

za 110 kV	-	3 360 DM/km	}	12 180 DM/km
za 35 kV	-	1 980 DM/km		
za 10 kV	-	6 840 DM/km		
za 0,4 kV	-	25 080 DM/km		

Proizlazi da je u stvari jedinična cijena 10 kV, 35 kV i 110 kV zajedno manja od cijene N.N. mreže za distributivno područje a još je veća razlika za pogon Split.

Uvažavajući da je visokonaponska mreža stradala, prema podacima sa početka referata, 40% u odnosu na nekakav prosjek N.N. mreže od 50% ove se razlike još više povećavaju u korist N.N. mreže.

ZAKLJUČAK

Iako je normalno da su cijene mreža a tako i opreme to skuplje što je napon veći, da viši naponski nivoi pokrivaju u snadbijevanju veća područja što je napon viši ne može se nikako zanemariti da će troškovi u N.N. mreži biti vjerovatno po ovima pokazateljima i te kako značajni pa čak i veći od troškova na višim naponima.

Posebno teške situacije biti će na području Vukovara, Osijeka, Vinkovaca i ostalih gradova gdje su N.N. mreže gotovo u potpunosti uništene.

U svim referatima uglavnom se govori o problemima na višim naponima iz već spomenutih razloga no što napraviti sa N.N. mrežama.

Očito je da će se rješenja morati tražiti što većom upotrebom 0,4 kV samonosivim kabelskim snopom ali i za 10 kV napon također ovakvim snopom. Upotreba snopova omogućava razne vrste provizorija kao što su vješanja na objekte, na drveće, dakle bez stupova ili krovni konzola a uz korištenje eventualnih stupova preostale mreže. Prijedlog je za razmišljanje pa ovakova sanacija zahtjeva naravno i prilagodbu propisa odnosno dozvolu za ovakova izvođenja.

O ostalim detaljima možemo nastaviti razgovor ako to prilike budu zahtjevale i omogućavale.

Prilog:

Tabela količinskog stanja postrojenja

Split, 2. lipnja 1992.

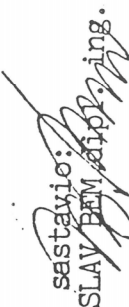
Miroslav Bem, dipl. ing.



KOLIČINSKO STANJE POSTROJENJA (na dan 31.03.1991.)

OBJEKT/POSUK (PU)	IMOTSKI NAKARSKA	METKOVIĆ		OMIS	PLOŠE	SINK	SPLIT				TRGGIR	SVEUKUPNO
		METKO.	VRG.				SPLIT	BRAC	HVAR	VIS		
VODOVI (KE)												
NADZEMNI												
110 kV												
30 - 35 kV												
10 kV												
0.4 kV												
0.4 od UK NAD. %	80	68.7	69	63.1	65.3	65.1	83.6	49.4	53.6	46.9	73.3	72.2
10 kV od UK NAD. %	14.9	13.6	24.1	31.7	24.8	25.3	11.4	32.5	33.1	42.2	19.7	19.7
35 kV od UK NAD. %	1.9	6.5	2.4	3.9	0.6	5.7	2.2	14.7	9.0	9.9	3.6	4
110 kV od UK NAD. %	3.2	11.2	7.5	1.3	9.1	2.9	2.8	3.4	4.3		3.4	4.1
PODZEMNI												
110 kV												
30 - 35 kV												
10 kV												
0.4 kV												
0.4 od UK PODZ. %	59	83.7	49.5	75	36.4	61.8	78.6	45.7	67.1	63.6	55.4	71.8
TRAFOST (kor)												
TRAFOST (MVA)												

NAPOМЕНА: PODACI ZA 110 kV DALEKOVEDE PRERAČUNATI SU ORIJENTACIONO NA NIVO POJEDINIH OPĆINA, IZ RAZLOGA DA SE MOGU UPOREĐIVATI VELIČINE KOJE SU ISTOVIJESTNE. KOLIČINSKI PODACI IZOSTAVLJENI SU IZ RAZUMLJIVIH RAZLOGA, A U TABELI SU DANI OMJERI PODATAKA KOJI I JESU BITNI ZA PROMATRANJE ODNOSA.

sastavio: 
MIROSLAV BENIĆ ing.

ELEKTROENERGETSKI SISTEM GRADA VUKOVARA U DOMOVINSKOM RATU

1. U V O D

Prije izbijanja domovinskog rata Pogon Vukovar, koji je u sastavu D.P. Elektra Vinkovci, mogli smo predstaviti slijedećim pokazateljima.

- Pokriva zapadni i središnji dio Vukovarske općine (bez Iloka, Bapske i Šarengrada) te jugoistočni dio Vinkovačke općine, ukupne površine.....

- Broj stanovnika Općine Vukovar	1991.godine	83.257
- Broj stanovnika grada Vukovara	1991.godine	44.430
- Broj potrošača (cca)		28.000

Energetski podaci :

- TS 110/35/10 h	2 kom.
- TS 35/10 kV	5 kom.
- TS 10/0,4 kV	224 kom.
- dalekovodi 35 kV	75,9 km
- dalekovodi 10 kV	354,8 km
- niskonaponska mreža	620 km
- Nabava električne energije u 1990. godini	210.000 MWh
- Prodaja električne energije u 1990. godini (55% kućanstva, 30% potrošači 35 kV, 12% potrošači 10 kV, 3% Ostali na 0,4 kV)	180.000 MWh
- vršna snaga u 1990. godini	40,2 MW

Nakon izbijanja rata Pogon Vukovar je među prvima krenuo sa održavanjem elektroenergetskih postrojenja tj. otklanjanjem kvarova na oštećenim elektroenergetskim objektima.

2. FUNKCIONIRANJE ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA GRADA VUKOVARA U DOMOVINSKOM RATU

Razvoj ratnih događanja vezanih za područje Općine Vukovar kao i samo funkcioniranje elektroenergetskog sistema Pogona Vukovar može se podijeliti u dvije vremenske cjeline:

- Funkcioniranje elektroenergetskog sistema Pogona Vukovar od 2. travnja do 27. rujna 1991.godine,
- Funkcioniranje elektroenergetskog sistema grada Vukovara od 27. rujna 1991.godine do 19. studenog 1991.godine.

1. Funkcioniranje elektroenergetskog ^{sistema} sistema Pogona Vukovar od 2. travnja do 27. rujna 1991.godine

Ovaj period određuju događaji vezani uz pojave prvih barikada koje su uslovile otežano kretanje i održavanje elektroenergetskih postrojenja, do potpunog rušenja svih dovodnih dalekovoda, što je ustavilo nemogućnost napajanja grada Vukovara električnom energijom iz sistema Hrvatske elektroprivrede.

Osnovna karakteristika ovog perioda bila je kontinuirano rušenje objekata elektroenergetskog sistema Pogona Vukovar od strane agresora kao i neprekidno nastojanje radnika Pogona Vukovar, na održanju naponskog stanja u onim dijelovima sistema do kojih je pristup bio moguć.

Kako je ratnim razaranjima bio izložen znatan dio Pogona Hrvatske elektroprivrede, koji su na sličan način postupali pri održavanju sistema, (Dubrovnik, Zadar) to u ovom odjeljku nećemo iznositi pojednosti, očekujući da će svoja saznanja iznijeti Pogoni iz ratom zahvaćenih zona.

2. Funkcioniranje elektroenergetskog sistema grada Vukovara sa agregatima kao izvorima električne energije

Dana 27. rujna 1991. godine srušen je na jednom dijelu trase i posljednji zračni dalekovod 110 kV kojim se grad Vukovar napajao električnom energijom, a 30. rujna 1991. godine nastupilo je potpuno okruženje. Jedino što se u datim uvjetima moglo učiniti je

pokrenuti rezervne izvore električne energije.

2.1. Definiranje rezervnih izvora električne energije

Rezervni izvori električne energije, kao nadomjestak električnoj energiji iz sistema Hrvatske elektroprivrede, bili su elektroagregati.

Zbog nepostojanja integralnih pokazatelja smještaja i električnih karakteristika elektroagregata formirali smo dvije grupe električara jednu za Vukovar, a drugu za Borovo naselje, koje su u toku jednog dana utvrdili lokacije agregata kao i njihove električne karakteristike.

Rezultati su dani tablično:

Tablica 1. Raspoloživi agregati u Vukovaru i Borovu naselju

Redni broj:	LOKACIJA AGREGATA	Sn (KVA)	Napomena
1	2	3	4
1.	BOROVO: SPORTSKA HALA	180	U prizemlju dobro zaštićen
2.	BOROVO: ENERGETIKA	125	Nesiguran smještaj uz Dunav
3.	BOROVO: OBUČARA 3.	180	U podrumu potpuno zaštićen
4.	BOROVO: UPRAVNA ZGRADA SOUR-a	250	U podrumu potpuno zaštićen
5.	BOROVO: CCMERCE	180	U podrumu potpuno zaštićen
6.	BOROVO: COMERCE	180	U podrumu potpuno zaštićen
7.	BOROVO: STROJARA (MOBILNI)	2x40	U prizemlju zaštićeni
8.	BOROVO: PEKARA (MOBILNI)	25	U prizemlju nesigurno
9.	VUKOVAR: BOLNICA	180	U dvoranišnoj-zgradi
10.	VUKOVAR: NAMA	180	Nesiguran smještaj uz Dunav
11.	VUKOVAR: HOTEL DUNAV	180	Nesiguran smještaj uz Dunav
12.	VUKOVAR: PEKARA SILOSA SLAVIJA	180	Dobro zaštićen
13.	VUKOVAR: VETERINARSKA STANICA	70	Slabo zaštićen
14.	VUKOVAR: ŠTAB T.O. (MOBILNI)	40	Zaštićen
15.	VUKOVAR: MUP (MOBILNI)	2x40	Slabo zaštićeni

Redni broj:	LOKACIJA AGREGATA	Sn (KVA)	Napomena
1	2	3	4
16.	ELEKTRA VUKOVAR (MOBILNI)	25	Slabo zaštićen
17.	BOROVO: Svi agregati pojedinačne snage do 5 kVA	25	Procjena
18.	VUKOVAR: Svi agregati pojedinačne snage do 5 kVA	25	Procjena

Navedeni agregati od broja 1. do 16. su proizvodnja "RADE KONČAR - ERS - Rijeka.

Za pogon koriste dizel gorivo.

Agregati pod brojem 17. i 18. za pogon koriste benzinsko gorivo.

Iz tablice 1. uočljivo je da je:

Instalirana snaga agregata Vukovara	960 kVA
Instalirana snaga agregata <u>Borova naselja</u>	<u>1.225 kVA</u>
Ukupna instalirana snaga =	2.185 kVA

2.2. Uspostavljanje elektroenergetskog sistema grada Vukovara sa elektroagregatima kao izvorima električne energije

Period uspostavljanja elektroenergetskog sistema grada Vukovara i naselja Borovo sa elektroagregatima kao izvorima električne energije počinje danom prestanka napajanja potrošača električnom energijom iz sistema Hrvatske Elektroprivrede tj. 27.09.1991.godine, a završava 19.10.1991. godine, kada je i posljednji značajniji potrošač dobio električnu energiju i nastavio sa radom.

2.2.1. Uvjeti pod kojima je sistem uspostavljen

Ovdje je bitno napomenuti da je sistem uspostavljen u ratnim uvjetima potpunog okruženja Vukovara i Borova naselja. Topnički napadi bili su kontinuirani sa pretežito linearnom raspodjelom

eksplozija mina tokom dnevnog perioda dana. Na grad je tokom opsade, palo oko 230.000 mina što u odnosu na 3000 hm² površine grada iznosi 76 mina po h m². Na linijama fronta udaljenim od mjesta rada 200 m do 1 km neprekidno su vođene borbe pješачkim naoružanjem. U gradu, pri kretanju van zatvorenih prostora prijetili su ubačeni snajperisti. Tokom izvođenja radova dva radnika su ranjena. Uništena su četiri kamiona i tri službena vozila uslijed eksplozija mina u neposrednoj blizini ili zbog direktnog pogotka mina u vozilo.

2.2.2. Organizacija rada na uspostavi elektroenergetskog sistema

Od ukupno 105 uposlenih tridesetpet radnika prešlo je stranu agresora, dvadeset je napustilo Pogon Vukovar prema osbnoj procjeni situacije, desetak radnika je otišlo na front, pet je radnika bilo bolesno te ih nismo mogli koristiti za predviđene aktivnosti, dok pet radnica nije dolazila u Pogon jer je brinulo o djeci. Od preostalih radno sposobnih trideset radnika Općinski štab nam je uzeo šest radnika od kojih je organizirao radnu brigadu, a za potrebe organizacije skloništa u pdrumskim prostorijama Pogona Vukovar, morali smo odvojiti osam radnika tako da nas je za rad na uspostavi elektroenergetskog sistema ostalo šesnaest.

Organizirali smo se tako da možemo izvršiti:

- napajanje značajnih potrošača Borova naselja,
- napajanje značajnih potrošača Vukovara
- interventno napajanje potrošača definiranih od strane štaba teritorijalne obrane kao i bitnih Općinskih službi.

U tu svrhu formirali smo:

- elektroenergetsku grupu Borovo naselja (pet radnika)
- elektroenergetsku grupu Vukovar (pet radnika)
- interventnu elektroenergetsku grupu (pet radnika)

Vršilac dužnosti Upravitelja Pogona Vukovar bio je vaza sa vanjskim službama.

Zbog potreba za dizel i benziškim gorivom tražili smo da tehnička služba Kombinata Borovo formira grupu za nabavku, prevoz, skladištenje i distribuciju goriva. Isto je učinjeno na bazi pet uposlenih. Odgovornost šefa grupe bila je velika tako da je morao podnositi dnevne izvještaje direktno štabu T.O. Posjedovali su kamion, samo za nabavku goriva.

Benzinsko gorivo odmah je izvučeno iz crpki INA u buradi i pohranjeno u dobro zaštićene podrumске просторије.

Lož ulje je korišteno kao pogonsko gorivo agregata. Prvo je izvučeno iz crpki INA jer su one bile na meti neprijateljskog topništva. Istovremeno je izvršen popis svih domaćinstava koje su imale rezervoare centralnog grijanja kao i procjena količine goriva u njima. Zatim je gorivo ispumpano iz rezervoara u burad i prevoženo do mjesečnih rezervoara agregata ili je spremljeno u podrume. Treba ići da su se prvo praznili rezervoari bliži liniji fronta tako da nije došlo do gubitka goriva kada se linija fronta pomjerila prema unutrašnjosti grada.

2.2.3. Definiranje značajnih potrošača, naponskog nivoa, prijenosnih putova i zaštite u sistemu.

- Definiranje značajnih potrošača.

Uvažavajući osobne spoznaje kao i konkretne zahtjeve Općinskog kriznog štaba utvrdili smo da su značajni potrošači:

- Vodovod grada Vukovara,
- bolnica,
- pekarna Borovo,
- pekarna Silos - Dunav,
- MUP, SUD, Općina, Radio Vukovar i Štab T.O.
- kuhinja
- strojarna
- radionica za popravak oružja
- radionica za Vulkanizaciju autoguma
- akumulatorske punionice
- velika civilna skloništa

- Definiranje naponskog nivoa

Zbog relativno male snage elektroagregata, a posebice nesigurnog položaja raskopnih postrojenja i transformatorskih stanica, kada prijeti realna opasnost o direktnih pogodaka iz minobacača, odlučili smo se za izbjegavanje transformacije napona tj. za upotrebu naponskog nivoa 0,4 kV u svim dijelovima sistema.

- Definiranje prijenosnih putova

Iz popisa značajnih potrošača shvatili smo da je nemoguće realizirati punktualno napajanje potrošača jer su agregati i potrošači u većini slučajeva međusobno udaljeni. Poznaavajući kabelsku mrežu 0,4 kV i 6,3 kV i 35 kV Kombinata Borovo kao i 0,4 kV i 10 kV mrežu Pogona Vukovar došli smo do zaključka:

1. Uspostaviti prijenosne putove kabelskom mrežom 0,4 kV, 6,3 kV, 10 kV i 35 kV povezujući ih u galvanski jedinstvenu cjelinu.
2. Isključiti u aktualnim transformatorskim stanicama sva trafo polja na prekidaču i rastavljaču.
3. Spojne veze između agregata ili potrošača držati otvorene tako da svaki agregat napaja isključivo vlastitu potrošnju preko svojih prijenosnih putova. U slučaju kvara agregata njegovu potrošnju putem spojne veze prebaciti na agregat u rezervi ili neki koji je u pogonu stim da se ograniči vršna snaga postojeće potrošnje promatranog agregata.

- Definiranje zaštite

- Zaštitu agregata održati u funkciji pri samim agregatima,
- Zaštitu potrošača održati u funkciji na isti način kakav je imala pri napajanju potrošača električnom energijom iz sistema Hrvatske elektroprivrede.
- U linijama zaštite od preopterećenja i kratkog spoja provoditi visokoučinskim niskonaponskim osiguračima odgovarajućih nazivnih vrijednosti.

2.2.4. Realizacija elektroenergetskog sistema grada Vukovara putem elektroagregata kao izvora električne energije

Na osnovu definiranih značajnih potrošača, naponskog nivoa, prijenosnih puteva kao i zaštite uspjeli smo od 28.09.1991. do 19.10. 1991. godine sa petnaest ljudi realizirati:

1. Pokretanje i održavanje u pogonu Vodovoda grada Vukovara

- Ovo je bio, u datim uvjetima, složen problem jer je trebalo na jednom mjestu osigurati snagu od cca 250 kW, a najbliži agregat snage 180 kVA bio je udaljen cca 400 m od potrošača. Problem je riješen razdiobom opterećenja Vodovoda na dva dijela te napajanjem svakog dijela jednim agregatom od 180 kVA. Kretanje agregata i pumpi koordinirano je radio vezom. Na taj način gradu je bilo dostupno 90 m³/sec. vode pod tlakom od 1,8 bara u polasku,

2. Pokretanje agregata bolnice

U svrhu osiguranja visoke pouzdanosti napajanja trošila bolnice električnom energijom koristili smo tri agregata. Radni od 180 kVA i rezervni od 15 kVA, smješteni u krugu bolnice. Kada je radni agregat trajno oštećen, a bolnica ostala na rezervnom, dostatnom samo za potrebe kirurgije, ostvarili smo napajanje bolnice iz Borovo Comerca sa agregatima 2x180 kVA udaljenim 4 km od bolnice koristeći kabelsku mrežu 0,4 kV; 6,3 kV, 10 kV i 35 kV.

3. Pokretanje i rad pekarnice Borovo i pekarnice Silos - Dunav,

4. Rad kuhinje u zgradi Obučare 3.

5. Napajanje MUP-a, Sud-a, Općine i Štaba T.O.

6. Dvostruko napajanje strojarne, kao i nesmetan daljnji rad.

Ovo je bilo važno jer se u tom pogonu proizvodilo dijelove za oružje kao i drugi proizvodi neophodni za obranu grada.

7. Napajanje radionice za popravak oružja,

8. Napajanje radionice za vulkanizaciju auto guma.

9. Akumulatorske punionice za punjenje akumulatora voznog parka kao i akumulatora sredstva veze,

10. Napajanje velikih civilnih skloništa; Olajnica - Vukovar;
Obučara 3, Upravna zgrada - Kombinat Borovo; Radnički dom Borovo;

Borovo Commerce; Dom staraca - Vukovar; Pogon Vukovar. Izvršena je elektrifikacija urbanog dijela Borova naselja na nivou atomskih skloništa i podruma.

U skloništima je bila obezbjeđena energija samo za rasvjetu, ventilaciju, TV, video i radio.

2.2.5. Održavanje elektroenergetskog sistema Vgrada Vukovara putem elektroagregata kao izvora električne energije

Održavanje je podijeljeno u tri dijela:

1. Održavanje izvora (elektroagregata)

Izravno odgovoran za rad agregata i sve radnje vezane za održavanje agregata bio je zaduženi električar (ili elektromehaničar).

Napravljena je knjiga evidencije u koju je morao svakog sata unesti podatke o fizikalnim (temperatura, tlak i nivo) i električnim (napon, struja) parametrima. Ukoliko je agregat radio 24 sata za njega su bila zadužena dva radnika, svaki po 12 sati. Isti radnici su morali prepumpavati gorivo iz buradi u dnevni rezervoar. U slučaju kvara radnik bi zaustavljao agregat i radio vezom obavještavao Pogon Vukovar. Odmah bi se pokrenula ekipa dotičnog područja, koja bi izvršila preraspodjelu opterećenja na drugi agregat. Otklanjanje kvara svodilo se na zamjenu dijelova u kvaru novina koji su skidani sa za to predviđenih agregata (agregata čiji je smještaj bio nesiguran, uz Dunav, tako da su ranije bili određeni za rezervne dijelove).

2. Održavanje linija

Funkcioniranje cijelog sistema pa samim tim i linija bilo je u nadležnosti Pogona Vukovar. Najveći problem izazivali su zemljospojevi koji su se širili sistemom. Upozorili smo sve potrošače na manifestacije koje prate zemljospoj, a najznačajnija za potrošače je bila u naglom povećanju jakosti rasvjete žarulja.

Oni su to odmah primjećivali i javljali, a zatim smo metodom eliminacije lokalizirali zemljospoj i otklonili ga. Ako uvijek nisu dozvoljavali da se zemljospoj otkloni potrošača smo isključili tako da je ostali dio sistema nesmetano funkcionirao, a kvar smo naknadno rješavali.

3. Održavanje trošila

Za održavanje trošila brinuli su se električari raspoređeni po Mjesnim zajednicama, atomskim skloništima i velikim civilnim skloništima.

2.2.6. Tehnički pokazatelji uspostavljenog elektroenergetskog sistema grada Vukovara putem elektroagregata kao izvora električne energije

U toku funkcioniranja sistem se mogao predstaviti slijedećim veličinama:

- Operativna snaga izvora (22 agregata) 1440 kVA
- Potrošnja 1100 kW

U jednom segmentu sistema koji je napajao agregat Obučare 3. potrošnja je bila veća od proizvodnje, tako da smo morali definirati rad dva najveća potrošača. Zbog toga je kuhinja Obučare 3. radila od 6,00 do 13,00 sati, a Vodovod od 14,00 do 20,00 sati.

Ostali potrošači radili su nesmetano jer je u drugim dijelovima sistema potrošnja bila znatno ispod raspoložive snage izvora

- 6 km 0,4 kV
- 2,3 km 6,3 kV, pod naponom 0,4 kV
- 11,2 10 kV, pod naponom 0,4 kV
- 1,3 35 kV, pod naponom 0,4 kV
- 1 - TS 110/35/10 kV pod naponom 0,4 kV
- 1 - TS 35/10 kV, pod naponom 0,4 kV
- 23 - TS 10/0,4 kV, pod naponom 0,4 kV
- 2 - TS 6,3/0,4 kV pod naponom 0,4 kV

2.2.7. Značaj realizacije elektroenergetskog sistema grada Vukovara putem elektroagregata kao izvora električne energije

Sudjelujući u odbrani opkoljenog grada u kojem je, na položajima, u skloništima i podrumima boravilo oko 15000 ljudi Pogon Vukovar je, uspostavljajući elektroenergetski sistem pokretan agregatima, omogućio:

1. Rad Vodovoda grada Vukovara putem kojeg se opskrbljivalo vodom oko 8.500 ljudi (57%). Ostali stanovnici koristili su vodu iz bunara.

2. Rad kuhinje Obučare 3. i kuhinje Pogona Vukovar gdje je spremano oko 5.000 obroka na dan (30% ukupno potrebnih toplin obroka na dan).

3. Rad Pekarne Borovo, Pekarne Slavija i Pekarne u sklopu kuhinje Obučara 3. u kojima je ispečeno 1000 kg kruha na dan, što je iznosilo 27% opskrbe stanovništva kruhom na bazi 250 grama kruha po osobi.

4. Očuvanje hrane u zamrzivačima u iznosu od 15.000 kg mesa koja je bila dostatna za desetodnevnu upotrebu na bazi 100 grama mesa dnevno po osobi.

5. Rasvjetu, ventilaciju grijanje te priključak radia i televizije u elektrificiranim skloništima u kojima je boravilo oko 8.500 ljudi (57% stanovništva opkoljenog Vukovara),

6. Aktivno zbrinjavanje zaštite i prehranu za 104 osobe skloništa Pogona Vukovar, kao i zbrinjavanje stotinjak osoba prognanih sa Lušca.

7. Opskrbu Bolnice Vukovar električnom energijom uključujući je u sistem sa mogućnošću trostrukog napajanja što je uticalo u značajnoj mjeri na nesmetan rad Bolnice kao zdravstvene ustanove i civilnog skloništa.

8. Dvostruko napajanje MUP-a, Općine, Štaba T.O. i Radio Vukovara što je imalo znatan uticaj na efikasniju organizaciju odbrane grada kao i života u njemu.

9. Otvaranje AKU punionica na deset punktova u gradu utičući tako na nesmetan rad radio veze vojnog sektora kao i funkcioniranje agregata i voznog parka.

10. Trostruko napajanje Tvornice strojeva i proizvodnju raznih vrsta oružja i oružanih priprema što je u određenoj mjeri utjecalo na obranu grada.

11. Pokretanje strojeva za vulkanizaciju autoguma i vulkaniziranje oko 1200 autoguma što je imalo za posljedicu visok stupanj raspoloživih vozila za potrebe vojnog i civilnog sektora.

3. Z A K L J U Č A K

Na osnovu naših spoznaja o agregatima kao izvorima električne energije u uvjetima rata i potpune blokade, kada se električna energija nije mogla nabaviti iz sistema elektroprivrede, slobodni smo zaključiti:

1. Agregate treba locirati u zaštićene prostore,
2. Agregate treba ukoliko se ugrađuju na području grada, tipizirati i ugrađivati ne više od tri tipa agregata (gledano sa stanovišta mehaničkih i električnih karakteristika) zbog lakšeg održavanja.
3. Niskonaponsku instalaciju treba tako projektirati da omogućava uz male zahvate napajanje pored vlastite potrošnje i udaljenu potrošnju uz ograničenje vlastite potrošnje.
4. Potrebno je, za dio grada gdje su locirani značajni potrošači razmotriti mogućnost realizacije elektroenergetskog sistema napojnog električnom energijom iz agregata:
 - a) zadržavajući naponski nivo 0,4 kV,
 - b) transformirajući napon na viši naponski nivo, zbog pogodnije distribucije energije, a zatim ponovnom transformacijom dovesti napon na nivo trošila potrošača, na lokaciji potrošača.
5. Ako se krene u uspostavu sistema pod 4. potrebno je riješiti pitanja:
 - paralelnog rada agregata (održavanja frekvencije sistema),
 - zaštite distributivnih veza,
6. Postoji mogućnost ugradnje agregata u blizini najvećeg značajnog potrošača nominalne snage znatno veće od snage promatranog potrošača s tim da se preostali dio snage, načinom datim pod 4. isporuči dislociranim potrošačima, koji u tom slučaju ne trebaju nabavljati lokalne agregate za pokrivanje vlastite potrošnje.
7. Hrvatska elektroprivreda bi trebala u odnosu na potrošača koji namjerava ugraditi agregat, zauzeti stav i pomoći istom pri odabiru agregata, a sve u funkciji uspostave sistema napajanog putem agregata.
8. Sve do sada navedene zaključke i mogućnosti treba promatrati u svjetlu nastanka elementarnih nepogona koje mogu za određeno

vrijeme spriječiti isporuku električne energije značajnim potrošačima iz sistema elektroprivrede.

D.P. Elektra Vinkovi, Pogon Vukovar

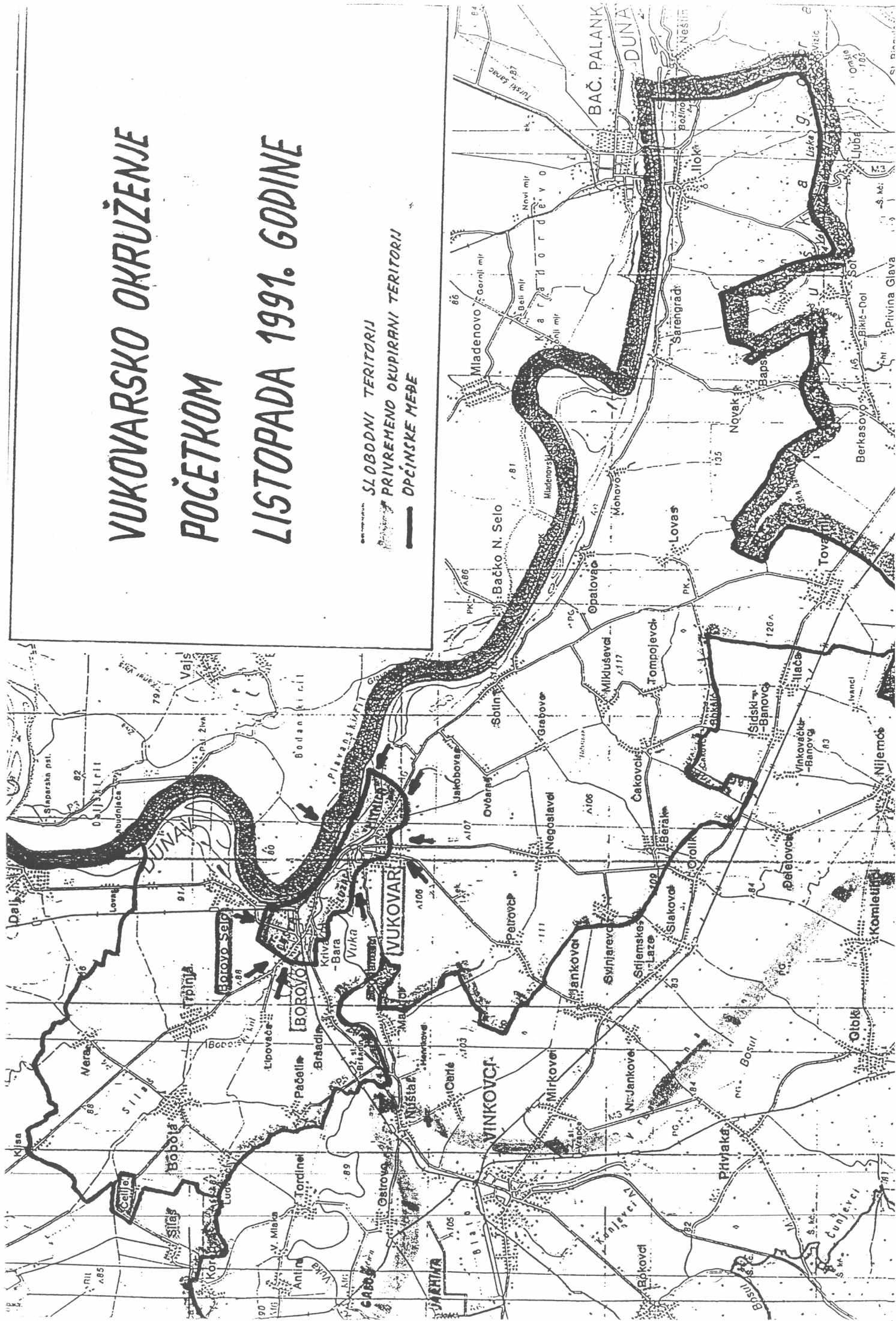
Ivan Mravak, dipl.el.inž.

Ivan Polhert, el.tehn.

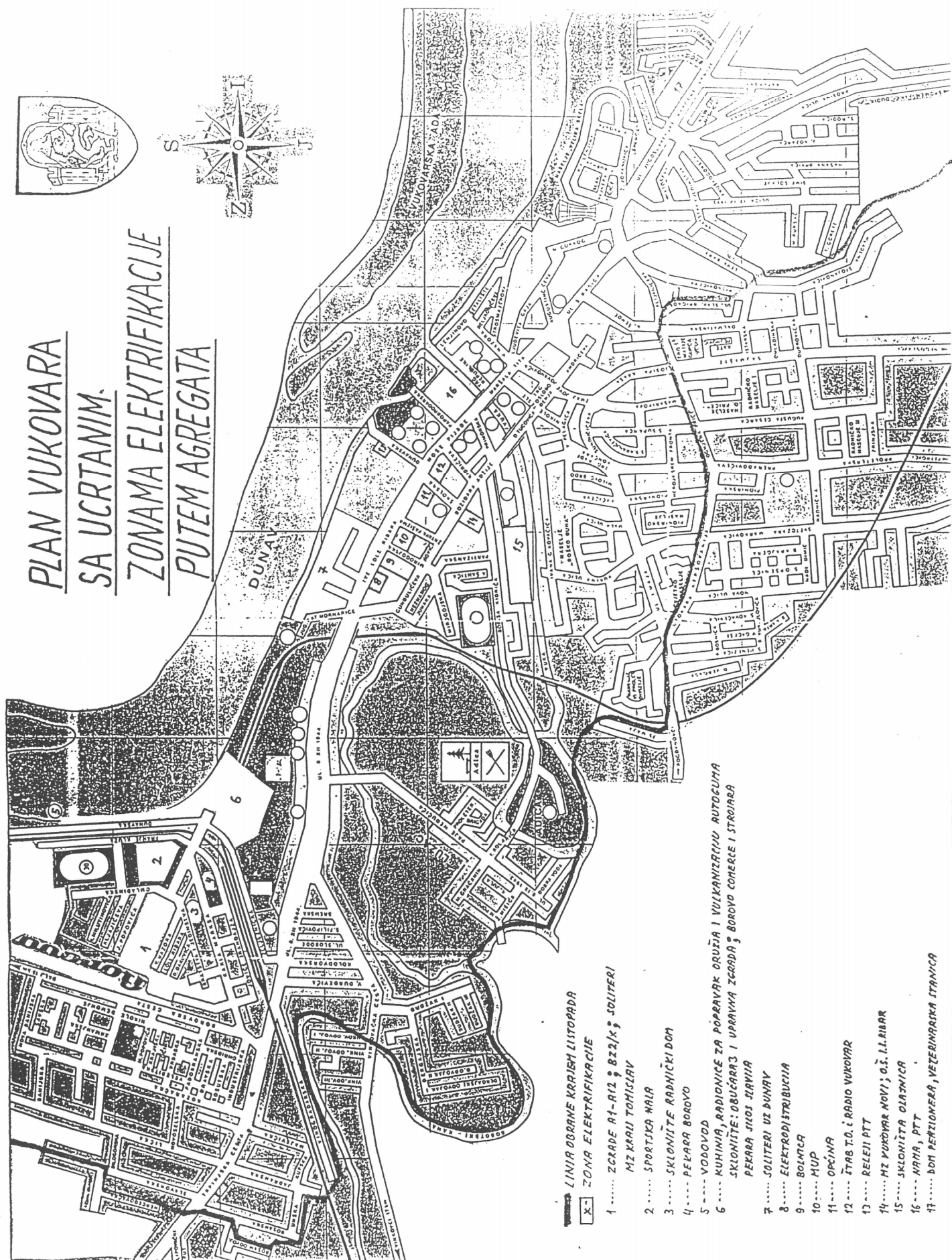
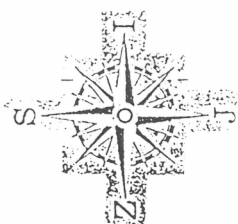
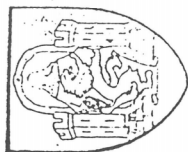
Hrvoje Holoker, el.tehn.

VUKOVARSKO OKRUŽENJE POČETKOM LISTOPADA 1991. GODINE

— SLOBODNI TERITORIJI
— PRIVREMENO OKUPIRANI TERITORIJI
— OPĆINSKE MEĐE



PLAN VUKOVARA SA UCRTANIM. ZONAMA ELEKTRIFIKACIJE PUTEM AGREGATA



1 LINIA OBRANE KRAJEH LILOPADA
2 ZONA ELEKTRIFIKACIJE

1 ZGRADE A1-A12, 822/K, SOLITERI
IZ KRAJU TOMISLAV

2 SPORTSKA HALA

3 SKLOPITELJE RADNICKI DOM

4 PEKARA BOROVO

5 VODOVOD

6 KUHINJA, RADIONICE ZA POPRAVAK ORUŽJA I VUKANIRANCIJU AUTOCEUMA
SKLOPITELJE: OBUČARNA I UPRAVNA ZGRADE, BOROVO CONERIE I STRAJARA
PEKARA SILOSIJAVIA

7 SOLITERI IZ DUNAV

8 ELEKTRODISTRIBUCIJA

9 BOLNICA

10 MUP

11 OPCIJA

12 STAB T.O. I RADIO VUKOVAR

13 RELEI PTT

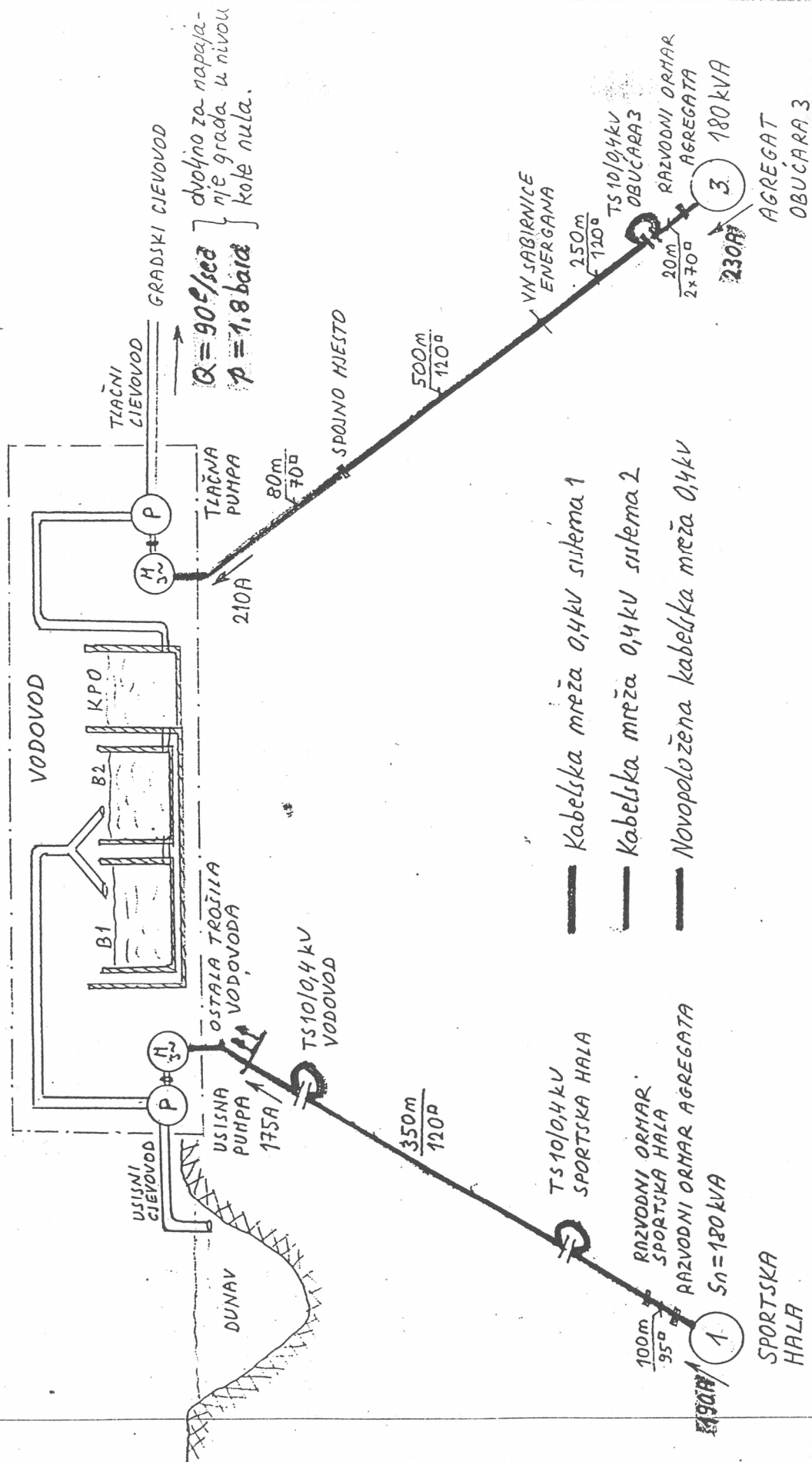
14 MZ VUKOVAR NOVI, O.S. I.L.IBAR

15 SKLOPITELJE OLAJNICA

16 NARA, PTT

17 DOM PENZIONERA, VEŠTAČARSKA STANICA

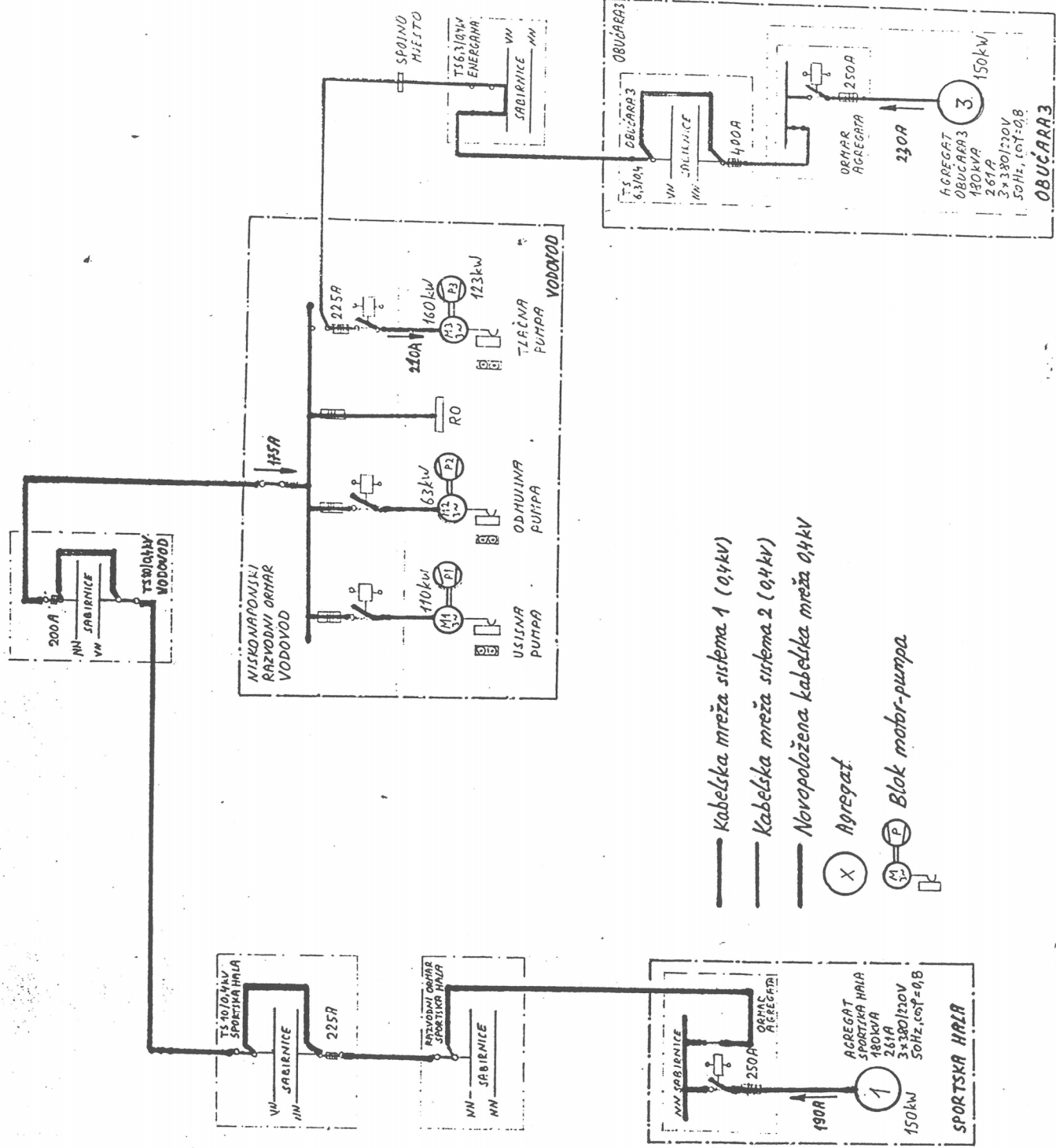
SHEMATSKI PRIKAZ POKRETANJA VODOVODA



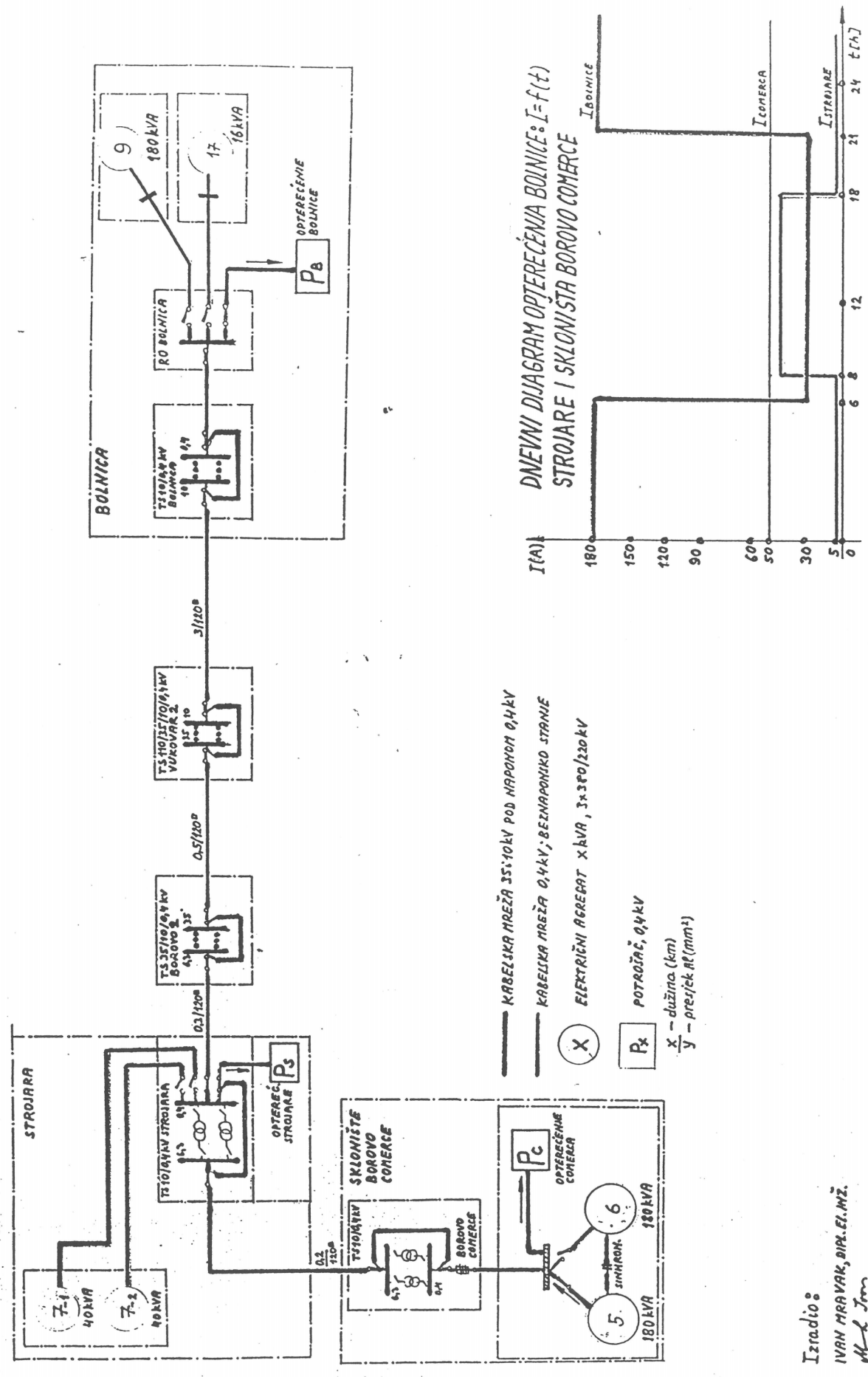
— Kabelska mreža 0,4kV sistema 1

— Kabelska mreža 0,4kV sistema 2

— Novopoložena kabelska mreža 0,4kV



NAPAJANJE BOLNICE AGREGATIMA IZ BOROVO COMERCA



Izradio:
IVAN HRAVAK, DIP. EL. INŽ.
M. J. J. J.

Stručna konzultacija:

OBNOVA I IZGRADNJA ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA
REPUBLIKE HRVATSKE

Zagreb, 26.-27. svibnja 1992.

Antun Mikulecky

KONČAR - Institut za elektrotehniku, d.o.o.

Zagreb, Baštijanova b.b.

Diskusija na preferencijalnu temu 2:

PRIVREMENO OSPOSOBLJAVANJE

OSPOSOBLJAVANJE ZA POGON ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U RATNIM UVJETIMA

U uvjetima ratnih djelovanja dijelovi elektroenergetskog sustava izloženi su razaranjima. Obzirom da su oni od vitalne važnosti za funkcioniranje gospodarstva i komunalnog sustava, oštećenja je potrebno što prije sanirati. Ukratko je opisano osposobljavanje za pogon energetskih transformatora u uvjetima kada nije moguće primjeniti uobičajene ili propisane postupke.

Najčešće posljedice djelovanja eksplozivnih sredstava na transformator su: oštećenja kotla, konzervatora, rashladnog sustava i provodnih izolatora, pri čemu može ali i ne mora biti unutrašnjih oštećenja tj. oštećenja aktivnog dijela.

Nakon oštećenja transformatora najbitnije je spriječiti povećanje već nastale štete. Ako je transformator djelovanjem zaštite izbačen iz pogona treba ga odmah osigurati od spontanog uključenja (posebno važno ako je priključen na mrežu preko pneumatskih prekidača). Ako je ostao u pogonu a curi mu ulje ili su provodni izolatori znatno oštećeni treba ga isključiti iz pogona i osigurati od spontanog uključenja. Utvrđivanje obima oštećenja treba poduzeti što prije.

Vizualno treba pregledati:

- kotao, konzervator i rashladni sustav (curenje ulja);

- provodne izolatore (stanje porculanskog tijela ili rebara, curenje ulja);
- zaštitne i upravljačke uređaje, regulacijsku sklopku i ožičenje: (mehanička oštećenja koja mogu ugroziti funkcionalnost).

Vanjska oštećenja i curenje ulja mogu se sanirati na slijedeći način:

- Zatvaranjem ventila između kotla i konzervatora;
- Dotezanjem brtvi - ako je curenje na njima;
- Ako kapacitivni provodni izolator curi - zamijeniti ga (zbog male količine ulja u kapacitivnom provodnom izolatoru već i relativno mala curenja mogu biti opasna);
- Ako je oštećen dio rashladnog sustava - zatvoriti ventile ili zaklopke između oštećenog hladnjaka i kotla. Uspije li se na taj način curenje dovoljno smanjiti, a ostala oštećenja nisu značajna, transformator se može koristiti uz prethodno nadolijevanje ulja (provjeriti mu probojnu čvrstoću) i uz ograničenje opterećenja zbog smanjenog rashladnog učina.
- Manja oštećenja kotla moguće je popraviti zavarivanjem pri čemu treba biti oprezan zbog mogućnosti požara izvan ali i unutar kotla transformatora ako je u nega ušao zrak.
- Ako je zbog curenja ulja ušao zrak u transformator, nakon nadolijevanja treba pričekati najmanje 24 sata i izvršiti odzračivanje. Ako se radi o transformatorima napona 220 i 400 kV treba primjeniti vakuumski postupak nadolijevanja i obrade ulja.
- Ako je oštećena termoslika i/ili kontaktni termometar treba preći na ručno upravljanje rashladnim sustavom uz maksimalan broj hladnjaka u pogonu. Pri tom temperaturu ulja treba nadzirati pomoću nekog od neoštećenih termometara.
- Ako su provodnom izolatoru oštećena samo rebra (nema curenja ulja iz izolatora) a oštećenja nisu prevelika, moguće ga je osposobiti za pogon tako da se oštećena mjesta premažu epoksidom ili silikonskim kitom.
- Ako oštećenja nije moguće sanirati treba osigurati transformator od prodora grube vlage.

Nakon sanacije vanjskih oštećenja i ako se procijeni da nema unutrašnjih, transformator se može koristiti. Voditi računa o postojanju rizika od neuočenih ili skrivenih oštećenja. Da li će se taj rizik prihvatiti ovisi o potrebama konzuma.

Osim vanjskih oštećenja izazvanih razornim sredstvom moguća

su i unutrašnja oštećenja. Da li ona postoje moguće je procijeniti po reakciji zaštite transformatora te po mjestu i obliku oštećenja kotla.

Moguća su slijedeća unutrašnja oštećenja:

- a) pomak aktivnog dijela u odnosu na kotao (pucanje mehaničke veze aktivni dio - poklopac kotla, oštećenje izvoda i provodnih izolatora unutar kotla);
- b) oštećenje regulacijskih sklopki;
- c) oštećenje steznog sustava jezgre.

Navedena oštećenja nije moguće ustanoviti bez opsežnijih pregleda i ispitivanja:

Oštećenja pod a) kontroliraju se vizualnim pregledom aktivnog dijela kroz prikladne otvore na kotlu (potrebno je ispustiti dio ulja), ispitivanjem propuštanja i kontrolom nivoa ulja provodnih izolatora, dielektričkim ispitivanjima sniženim naponom, mjerenjem R, C i tg δ izolacije transformatora i provodnih izolatora, ustanovljavanjem pomaka namota, mjerenjem parcijalnih izbijanja ultrazvučnom metodom, kromatografskom analizom ulja, itd.;

Pod b) - provjerom djelovanja regulacijske sklopke, mjerenjem omjera prijenosa i omskih otpora namota u svim položajima sklopke, provjerom propuštanja ulja sklopke, kromatografskom analizom ulja, itd.;

Pod c) - mjerenjem otpora uzemljenja jezgre i struje magnetiziranja, kromatografskom analizom ulja.

Ako se sumnja da postoje unutrašnja oštećenja, prvo treba pristupiti vizualnom pregledu, kontroli propuštanja ulja i ispitivanju funkcionalnosti pojedinih sklopova. Nakon toga, ovisno o rezultatima, pristupiti daljnjim ispitivanjima. Ako prilike dozvoljavaju konsultirati specijaliste za transformatore (tel. 041 318 606, 041 315 201 ili fax 041 334 170), a složenije zahvate i mjerenja treba prepustiti specijaliziranoj ekipi.

Što se tiče zaštite transformatora plinski relej, nadstrujna i prenaponska zaštita moraju biti u funkciji a ostale zaštite ovisno o važnosti transformatora.

Transformatore koji su bili izloženi djelovanju eksplozivnih naprava treba po puštanju u pogon pojačano nadzirati i u pogodnom trenutku izvršiti detaljnu sanaciju.

HRVATSKI KOMITET CIGRE

Zagreb, Berislavićeva 6

Stručna konzultacija: OBNOVA I IZGRADNJA EL. EN. SISTEMA HRVATSKE

Zagreb, 26.- 27. svibnja 1992.

Ante Sekso, Institut za elektroprivredu, Zagreb

Mario Zlendić, Marlu Co. Ltd., Split

NOVA TEHNOLOGIJA U POPRAVKU OŠTEĆENIH IZOLATORA I IZOLACIONIH POVRŠINA

Različita oštećenja vanjske visokonaponske izolacije spadaju svakako u najuočljivije efekte u napadnutim rasklopnim postrojenjima, pa i nadzemnim vodovima. Slomljeni potporni ili aparatni izolatori ili oni oštećene površine vidjeli su se na svakom koraku, a u mnogim postrojenjima tlo je bilo naprosto ispunjeno brojnim krhotinama. Oštećenja su dakle varirala od više ili manje degradiranih izolacionih površina do potpunih uništenja izolacionih konstrukcija. Ova kruta izolacija spada po tradicionalnoj podjeli u tzv. neobnovljivu izolaciju (engl. no-self-restoring) te je jasno da su i ovako izazvane štete enormno visoke. U našoj situaciji šteta je tim veća što Hrvatska nema vlastite proizvodnje izolacione keramike ili stakla (iako ima dugu tradiciju, visoki kvalitet i sirovine u keramičarskoj i staklarskoj industriji!). Zbog svega ovoga danas su visokonaponski izolatori izrazito deficitarna roba u Hrvatskoj elektroprivredi.

Kao djelomično rješenje za dio problema koji postoje već sada, a javljat će se u bližoj, pa i daljoj budućnosti treba koristiti nove tehnološke mogućnosti koje su od nedavno razvijene u svijetu. Radi se o tehnologiji lijepljenja otrgnutih ili slomljenih izolatora ili rekonstrukciji većih ili manjih dijelova izolatorskih konstrukcija većih dimenzija, te popravku ili zaštiti oštećene površine izolatora specijalnim vrstama premaza. Tehnologija o kojoj je ovdje riječ razvijena je u firmi Polytech Serv. Co. iz Nevade, SAD. Posredovanjem zastupničke firme Marlu i Instituta za elektroprivredu još u toku ovog rata organizirana je demonstracija ove tehnologije na području Prp Elektroprijenos - Opatija. Prvi rezultati i dojmovi su veoma ohrabrujući, pa je potrebno o tome upoznati i širu stručnu javnost u našoj elektroprivredi.

Nova tehnologija na ovom polju predstavlja značajnu inovaciju, jer u jednoj grupi krutih dielektrika uvodi pojam obnovljivosti izolacionih svojstava (iako naravno ne i samoobnovljivosti), što bi moglo imati velike ekonomske efekte, ako se zna kolika je cijena velikih izolatorskih konstrukcija (npr. bačvastih ili engl. "barrel" izolatora za aparate 400 kV). Primjena se inače odnosi na keramičke ili porculanske izolatore, koji još uvi-

jek dominiraju kada je riječ o velikim aparatnim izolacionim konstrukcijama. Popravlak oštećenih izolatora moguć je na licu mjesta i bez demontaže, pa otpada potreba transporta izolatora (kao što je to prikazano na fotografijama 1a i b) osim ako to zahtijeva popravak unutrašnjosti oštećenog aparata.

Postupak rekonstrukcije polomljenih rebara potpornih izolatora prikazan je na F. 2. Oštećeno rebro se najprije rekonstruira specijalno razvijenom masom, koja ima električna i termička svojstva veoma bliska keramici. Stoga se masa za rekonstrukciju i krpnja ponekad naziva sintetskom ili plastičnom keramikom (L.2). Nakon učvršćenja i lijepljenja za osnovno izolatorsko tijelo popravljeni dio se premaže specijalnim premazom pod nazivom StaClean. O tom materijalu su uz inozemne radove (L.1) objavljeni prvi članci i kod nas (L. 3 i 4). Na F. 3 prikazan je u gro planu popravak jednog velikog rebra aparatnog izolatora, a F. 4 je posebno zanimljiv, jer pokazuje popravak jednog potpornog (ili provodnog) izolatora potpuno puknutog tijela.

Nakon provedene demonstracije u prvoj polovini veljače ove godine (u cijoj organizaciji je posebno pomogao Prp Elektroprijenos - Opatija, kojima zahvaljujemo za fotografije u F. 2 do 4) Hrvatske elektroprivreda je zatražila od firme Marlu ponudu za lijepljenje i rekonstrukciju oštećenih izolatora. U tu svrhu je napravljen poseban upitnik za prijenosna poduzeća i razradjena metoda izbora oštećenih izolatora za popravak. Iz pojedinih prijenosnih područja sa većim oštećenjima objekata prijenosne mreže stigli su podaci kako slijedi :

PrP Elektroprijenos- Osijek : ukupno 191 polomljeni izolator sa mogućnošću popravka
(za nazivne napone 35, 110 i 220 kV, te za sada bez izolatora 400 kV iz okupiranog Ernestinova)

PrP Elektroprijenos- Split : ukupno 224 polomljena izolatora
(za nazivne napone 35 do 400 kV)

PrP Elektroprijenos- Opatija: ukupno 85 izolatora (napona 35 do 400 kV).

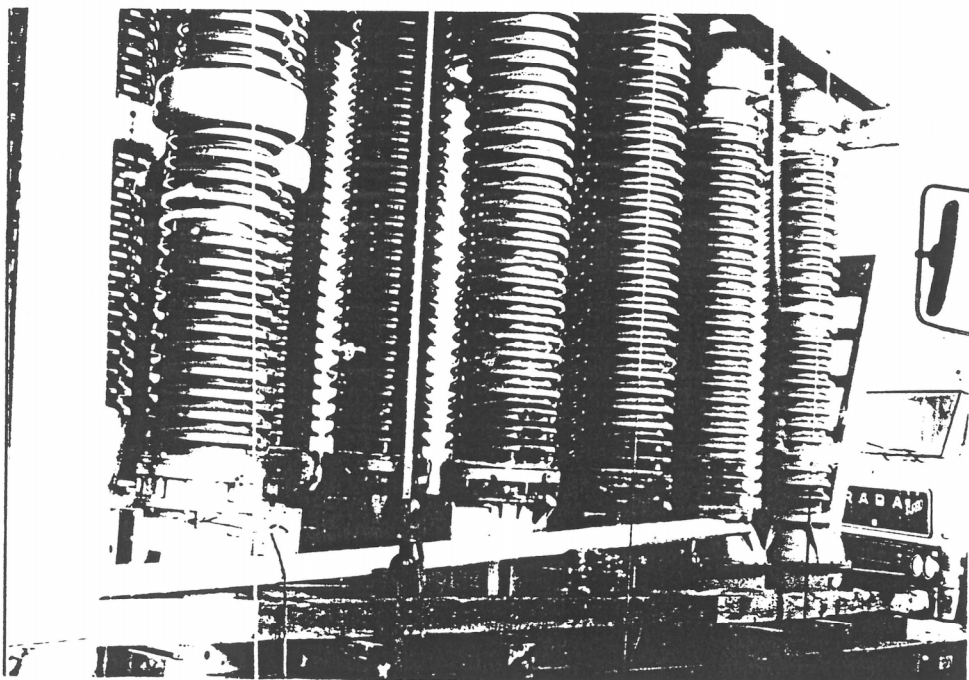
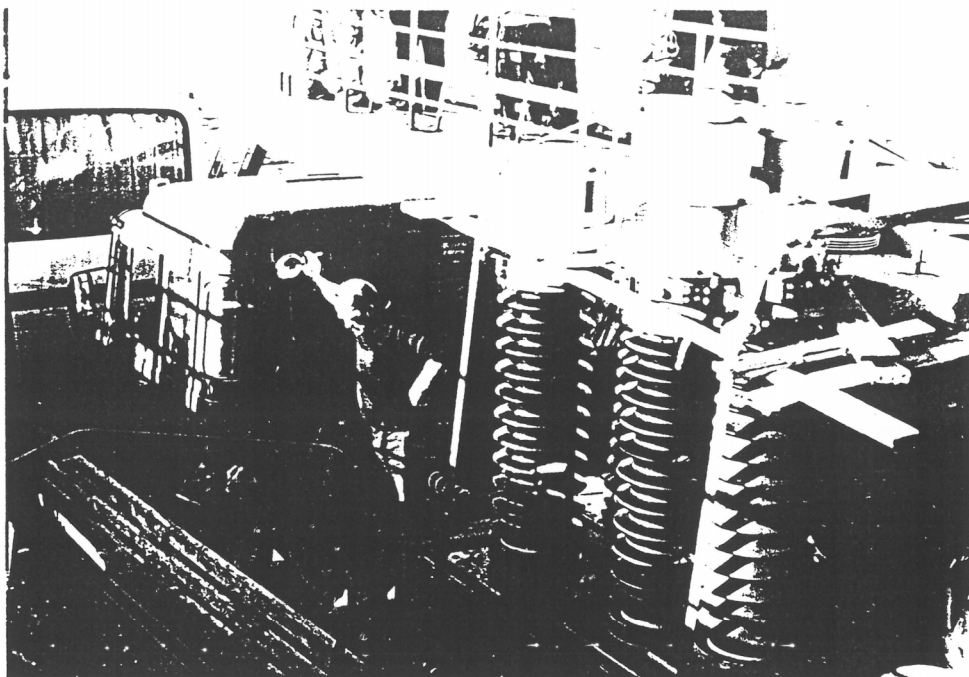
Dakle, ukupno se za sada predviđa popravak i rekonstrukcija čak 400 izolatora, što će zahtijevati oko 3 mjeseca rada. Međutim, realno je pretpostaviti mnogo veći broj izolatora za popravak i stavljanje u ponovnu funkciju. Taj broj će znatno porasti kada se u akciju uključi distribucija. Na kraju kažimo da će kontrolu kvalitete i sva prethodna ispitivanja prije masovne primjene ove tehnologije voditi Institut za elektroprivredu.

Literatura : 1. Torres, Perry : A permanent insulator coating to prevent insul. contamination, Polytech Serv. Co., 1990.

2. - : Prospekti matrijal firme Polytech serv. Co., Reno, Nevada, USA, 1991.

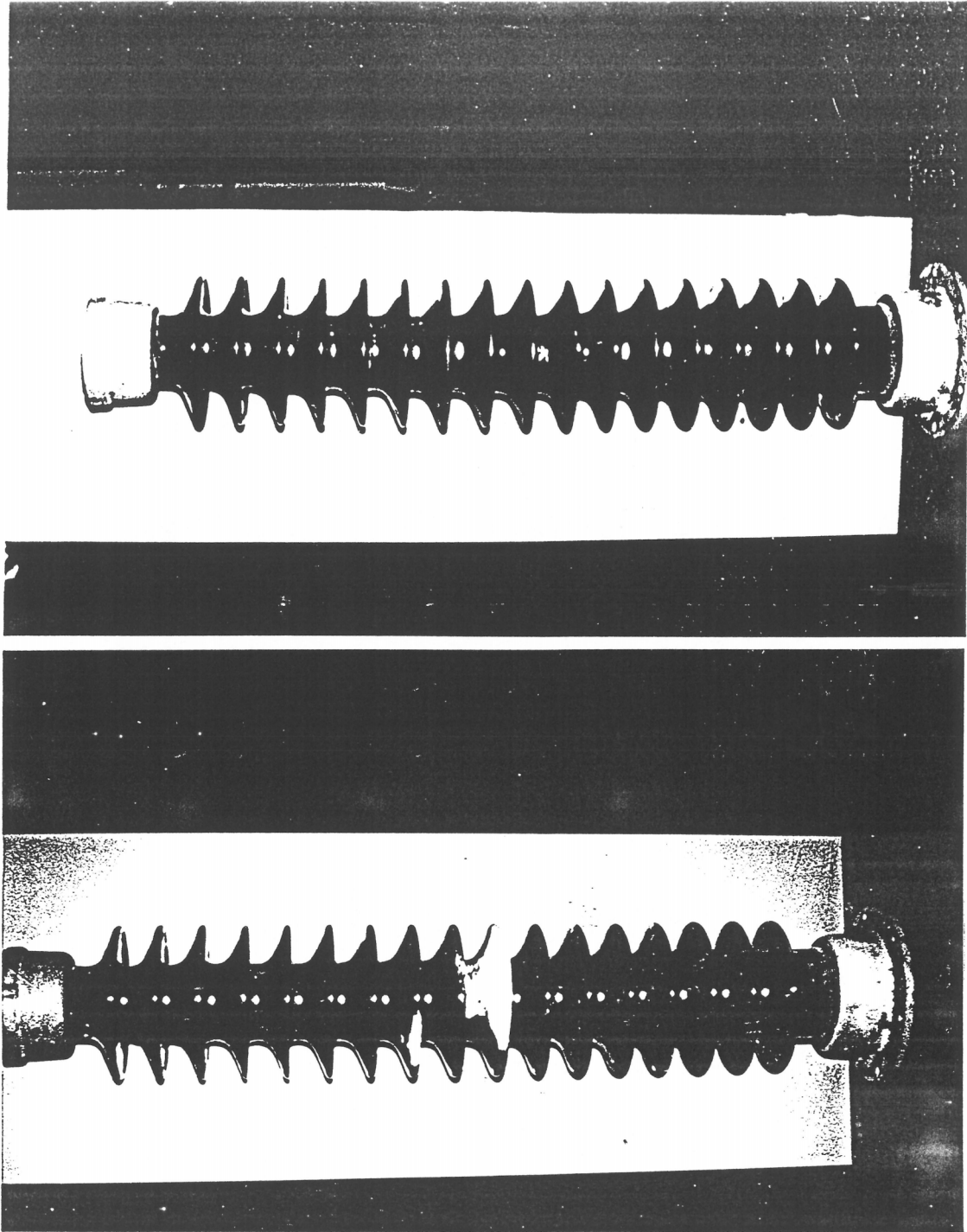
3. Sekso: StaClean- Novo i obećavajuće sredstvo u zaštiti izolatorskih površina od stranih naslaga, Ref. Na XV SSRG JUGEL-a, Dubrovnik, 1991.

4. Savičević: Privremena i dugotrajna sredstva zaštite izolatora, Energija, No.3, 1992.

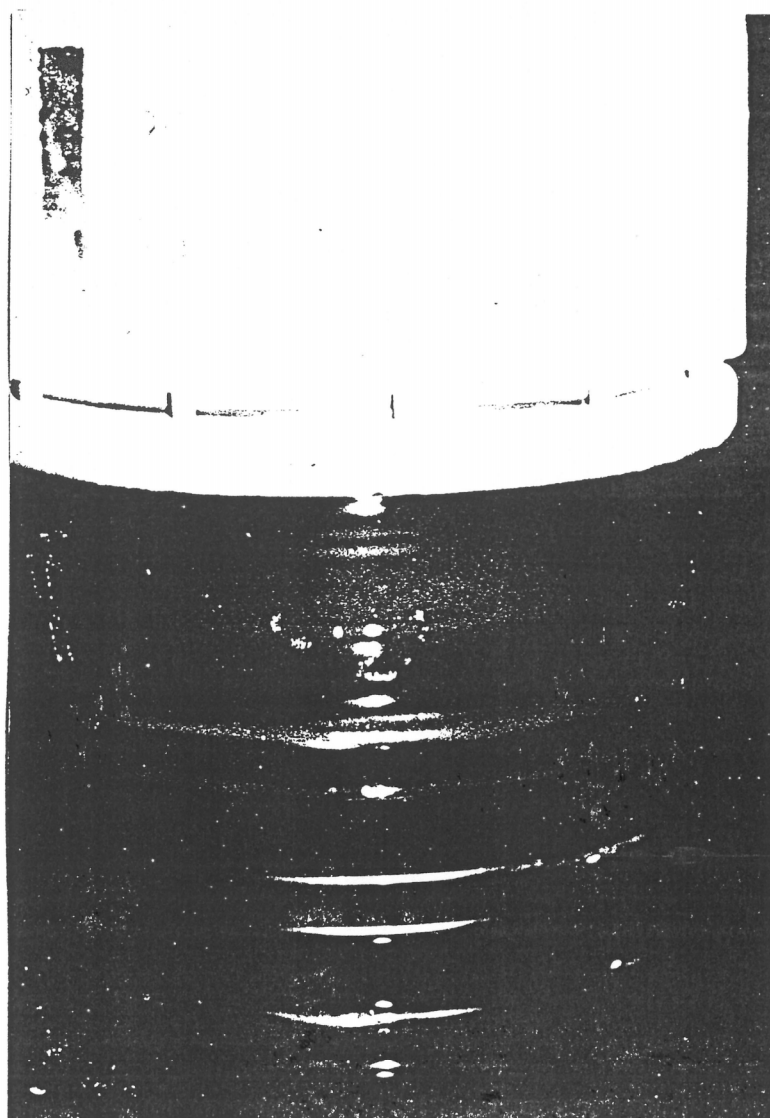
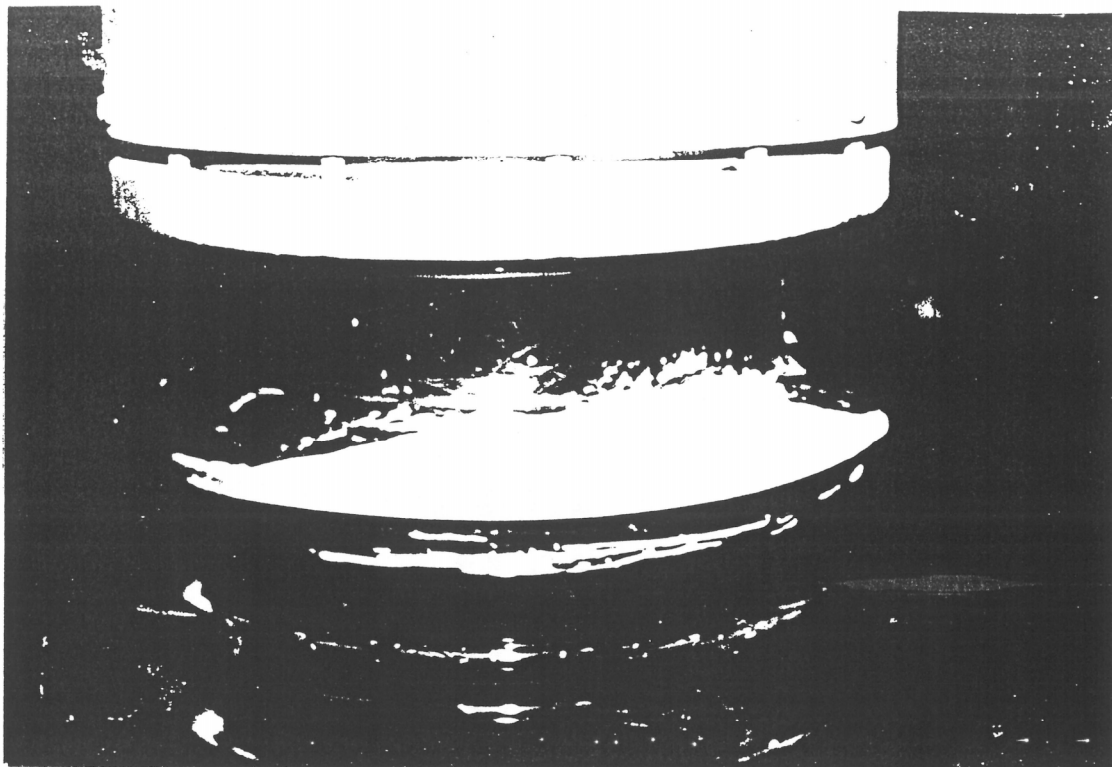


F.1a,b PRIJEVOZ APARATA SA OŠTEĆENIM IZOLATORIMA

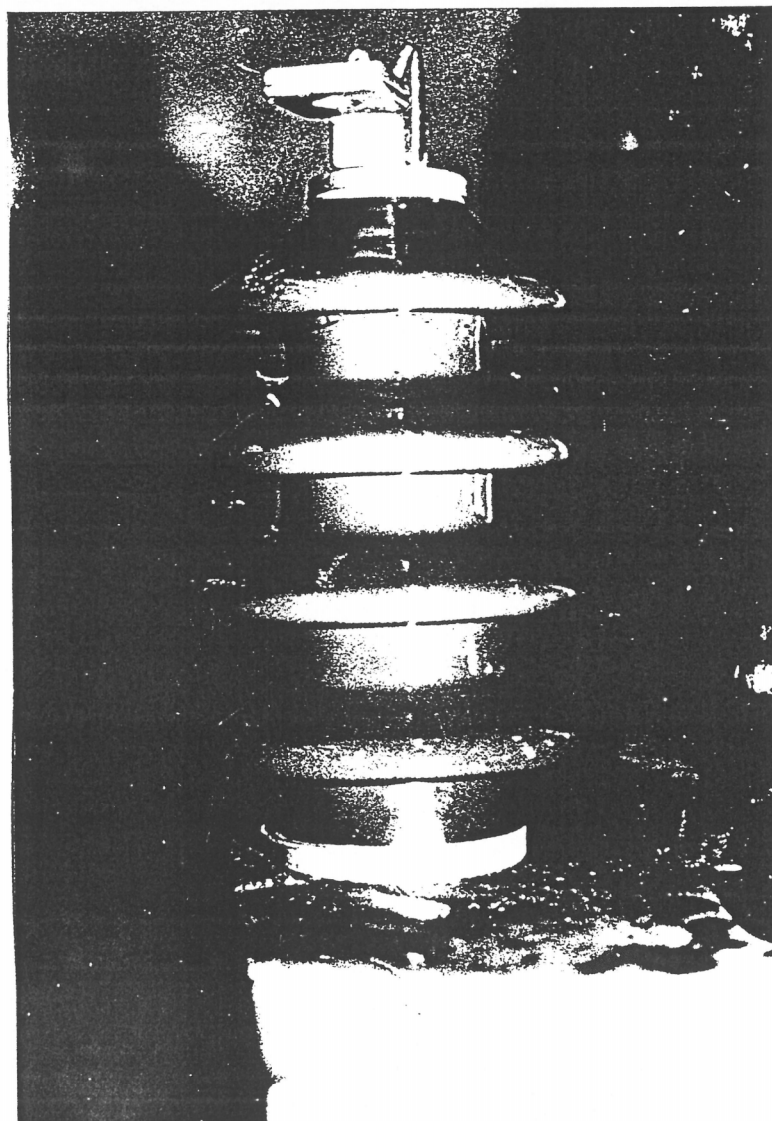
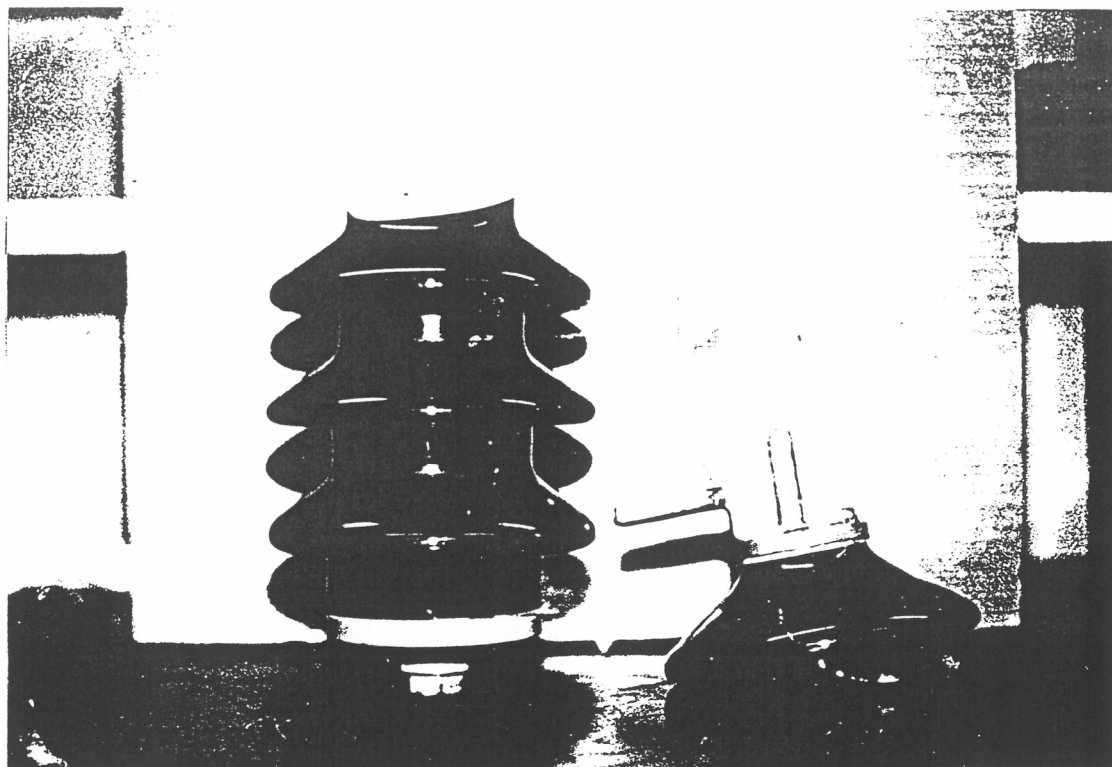
(snimljeno na trajektu Žigljen - Pizna)



F.2a,b,c FAZE U POPRAVKU OŠTEĆENOG IZOLATORA



F.3a,b DETALJ POPRAVKA OŠTEĆENOG REBRA



F.4a,b POPRAVAK SLOMLJENOG TIJELA IZOLATORA

Dr. Zdenko GODEC, dipl.inž.

KONČAR – Institut za elektrotehniku, d.o.o.

ZAGREB, Baštijanova bb

ULJNI TRANSFORMATOR U OTEŽANIM UVJETIMA HLAĐENJA (Prilog diskusiji 2.07: Transformator u ratnim uvjetima)

Ograđivanje transformatora zaštitinim zidom, pogon sa smanjenim brojem hladnjaka i preopterećenja predstavljaju otežane uvjete hlađenja transformatora. Oni uzrokuju povišene temperature namota i ulja, a posljedica je ubrzano starenje izolacije transformatora.

Jedini ispravan način vođenja pogona transformatora je pomoću temperature najtoplije točke namota (ϑ_h).

Takvo vođenje olakšava naprava nazvana termoslika. Ona pomoću dvije mjerne veličine (temperature ulja u najvišem sloju ϑ_t i struje opterećenja I), te odgovarajućeg mehaničkog, električkog ili elektroničkog sklopa simulira (ne mjeri) temperaturu najtoplije točke namota. Termosliku treba prilagoditi svakom transformatoru podešavanjem sklopa za simulaciju (koje treba izvršiti stručnjak za termosliku) i podešavanjem graničnih temperatura kod kojih će se aktivirati releji za uključenje ventilatora ili hladnjaka, za uključenje alarma i za isključenje transformatora iz pogona.

Manje pogodno i manje točno može se pogon transformatora voditi i termometrom u džepu na poklopcu transformatora, koji mjeri temperaturu ulja u najvišem sloju (termometar s otporničkim osjetilom Pt-100 je u principu točniji i pouzdaniji od kapilarnog (kontaktnog) termometra, naročito ako ovaj nema kompenzaciju temperature okoliša) i ampermetrom koji mjeri opterećenje. Temperatura najtoplije točke se tada računa pomoću izraza:

$$\vartheta_h = \vartheta_t + \vartheta_{hu} k^{1,6}, \quad (1)$$

gdje je faktor opterećenja "k" omjer izmjerene struje opterećenja i nazivne struje, a zagrijanje najtoplije točke namota iznad ulja u najvišem sloju " ϑ_{hu} " se procjenjuje izrazima [IEC 354/1991]:

Diskusija povodom preferencijalne teme br.2 (Privremeno osposobljavanje) na Stručnoj konzultaciji HK CIGRE: Obnova i izgradnja EES Republike Hrvatske, Zagreb, 26.-27. svibnja 1992.

$\Theta_{hu} = 1,3 \Theta_{nu}$ za transformatore nazivne snage " S_N " veće od 2,5 MVA
 $\Theta_{hu} = 1,1 \Theta_{nu}$ za transformatore s " S_N " jednakom ili manjom od 2,5 MVA

Θ_{nu} je srednje zagrijanje namota prema ulju i može se izmjeriti [IEC 76-2]. Ukoliko je taj podatak nepoznat, treba za grube procjene pretpostaviti vrijednost zagrijanja najtoplije točke namota prema ulju u najvišem sloju $\Theta_{hu} = 26 \text{ K}$.

Transformator se može preopteretiti. Ukoliko temperatura najtoplije točke namota prijeđe 98°C mora se računati sa skraćenjem vijeka trajanja transformatora (vidi tablicu), jer je relativna brzina starenja izolacije jednaka [IEC 354/1991]:

$$V = 2^{(\Theta_h - 98)/6} \quad (2)$$

	Θ_h [$^\circ\text{C}$]	V	Trajanje	Potrošen vijek
Normalno starenje	98	1	1g.	1g.
Ubrzano starenje	104	2	6mj.	1g.
	110	4	3mj.	1g.
	115	7	1,5mj.	1g.
ALARM	120	13	1mj.	1g.
	125	23	16d.	1g.
ISKLUČENJE	130	40	9d.	1g.
	140	128	3d.	1g.

Normalni vijek trajanja transformatora je oko 30 godina. Ukoliko se npr. transformator opteretiti tako da je temperatura najtoplije točke namota jednaka 140°C , transformator će biti potrošen za samo tri mjeseca.

OFAF hladene i velike transformatore ($S_N > 100 \text{ MVA}$) treba opterećivati opreznije, pa se preporučuje smanjenje graničnih temperatura za alarm i isključenje na 110 odnosno 120°C .

Ukoliko se pogon transformatora vodi pomoću termometra u džepu na poklopcu transformatora, može se izračunati maksimalno dozvoljena temperatura ulja u najvišem sloju za odabranu brzinu starenja izolacije ($V \rightarrow \Theta_H$) i mjereno opterećenje (k), pomoću izraza:

$$\Theta_t \leq \Theta_H - \Theta_{hu} k^{1,6} \quad (3)$$

Vođenje se može olakšati crtanjem dijagrama u kojem je Θ_H parametar.

Maksimalno dozvoljeno preopterećenje u slučaju dugotrajne nužde ovisi o nazivnoj snazi transformatora:

- do 30% za $S_N > 100$ MVA,
- do 50% za $S_N \leq 100$ MVA,
- do 80% za $S_N \leq 2,5$ MVA.

Uz povećan rizik transformator se iznimno može preopteretiti i više, ali samo kroz vrijeme kraće od 30 minuta. Temperatura ulja u najvišem sloju ne smije prijeći 110°C .

Pri ograđivanju transformatora zaštitnim zidom mora se osigurati strujanje zraka, tj. ulazni otvori za hladni zrak i izlazni otvori za zagrijani zrak, kako bi se odvodila toplina nastala gubicima

$$P = P_o + P_t k^2, \quad (4)$$

gdje su " P_o " gubici praznog hoda i " P_t " gubici zbog tereta. Za grube procijene može se računati s oko 5 kW po svakom MVA nazivne snage transformatora.

Površina otvora može se procijeniti izrazom (vidi KONČAR - tehnički priručnik, 1991., str.305):

$$A[\text{m}^2] \cong 4,25 P \sqrt{\frac{5}{h \Theta^3}}, \quad (5)$$

gdje su P [kW] ukupni gubici, h [m] je razlika visina izlaznog i ulaznog otvora, a Θ [K] je zagrijanje zraka (preporuča se 15 K)

Kod ONAN hladjenih transformatora ulazni otvori trebaju biti ispod donjeg ruba hladnjaka. Kod ONAF i OFAF hladjenih transformatora povoljnije je otvore postaviti u visini ventilatora, naročito ukoliko su zaštitni zidovi na malom rastojanju od transformatora.

Ukoliko su otvori premali, strujanje zraka se može pojačati ventilatorima. Potreban je protok oko $4\text{m}^3/\text{min.kW}$. Broj potrebnih ventilatora se može procijeniti na temelju ukupne toplinske snage transformatora (gubitaka) koje treba odvesti, potrebnog protoka zraka po svakom kW toplinske snage transformatora i orijentacione vrijednosti protoka jednog ventilatora koji za standardne KONČAR ventilatore za ONAF transformatore iznosi oko $120\text{m}^3/\text{min}$.

IVAN GROZDANIĆ autor 202 i 203

BRZA SANACIJA DALEKOVODA 10 - 400 kV

Sažetak za diskusiju

Predstavljena tipska rješenja konkurentna su prema tri temeljna zahtjeva. Rješenja smatram optimalnim nastavkom do sada urađenih improvizacija.

Zahtjevi su: tehnički
tehnološki
ekonomski

Rješenjima se:

Postiva važeći pravilnik izuzev izvanrednog opterećenja stupova.

Primjenjuju tipski višenamjenski stupovi iz tipizacije HEP i asortimana i tipizacije "Dalekovoda".

Stabilizacija stupova postiže tipskim elementima bez upotrebe betona.

Stupovi nižeg napona primjenjuju za popravak DV višeg napona.

Gradevinski i elektromontazni radovi brzo izvode.

Primjenjuju jednaki stupovi i drugi gradevinski elementi za jednosistemske i dvosistemske dalekovode 10 - 220 kV.

Primjenjuje industrijska a ne manufakturna proizvodnja.

Omogućuje odgovarajuća izvedba po postojećoj i terenski uvjetovanoj promjenjivoj trasi, pogodnoj za traženje stupnih mjesta.

Minimalno primjenjuju zatezni stupovi.

Praktično i jednostavno rješava izolacija. Omogućuje montaža zatečenih kao i užeta drugih standarda. Primjenjuje najpogodnije radno naprezanje užeta.

Primjenjuje sigurne konstrukcije za najmanje 5 ponovljenih izvedbi, ili za stalnu upotrebu na nižim naponima.

Primjenjuju industrijski predfabricirani elementi (kao i u Njemačkoj elektroprivredi) pogodni za proizvodnju, skladištenje, transport, podizanje i izvedbu elektromontažnih radova.

Postižu veliki prosječni rasponi i velike uštede. Procjenjuje se da se brzi popravak, u odnosu na vod istog napona izveden prema tehničkoj dokumentaciji i građevinskoj dozvoli, izvodi za cca:

70 - 80 % cijene kod 10 i 20 kV
60 - 70 % cijene kod 35 kV
30 - 35 % cijene kod 110 i 220 kV
50 - 55 % cijene kod 400 kV

Postižu resursi stupova, izolacije i užeta za gradnju nove i obnovu dotrajale distributivne mreže.

Za uvjeriti cijenjeni auditorij potrebna je praktična eksperimentalna izvedba, za sve napone.

Pisano i verbalno više se nije dalo postići.

Veseli me da je za Zadar u toku primjena jednosistemskih stupova za brzi popravak dalekovoda srednjeg napona, "inteligentnim" odstupanjem od propisa prilagođenih za napon 110 kV, na što nemam primjedbi dok traje rat.

Zagreb, 26. 05. 1992.


GROZDANIĆ IVAN

(diskusija povodom referata)

Referat s ovim naslovom dotaknuo je samo neke od problema koji će se pojaviti prilikom sanacije distributivnih mreža u našoj republici. Htio bih zato prvenstveno upozoriti na još neke zadatke koji nas očekuju a koji nisu spomenuti ili nisu dovoljno istaknuti.

1. Razvojni problemi

Prije pristupanja sanaciji elektroenergetske mreže bit će potrebno dobiti informacije gdje, kad i s kojim energetske parametrima će se obnavljati objekti potrošnje.

Ovo je najveći problem jer od momenta utvrđenja potrebnih zadataka tek je moguće smišljeno programirati sve naše akcije.

Tako će na temelju sakupljenih podataka biti moguće:

- sagledavanjem postojeće mreže dati ocjene što treba učiniti da se zadovolje zahtjevi u određenim etapama
- pripremiti za nove objekte za koje će trebati raditi dokumentaciju
- utvrditi koliko će biti potrebno financijskih sredstava, opreme i izvođačkih kapaciteta za određeno vrijeme unaprijed.

U dobivanju ovih informacija trebat će jasno aktivno sudjelovati s organima vlasti ili s institucijama koje će na cijelom tom području koordinirati akciju.

Istovremeno trebat će jasno na području gdje se sanacija priprema utvrditi postojeće stanje (sanirati elektroenergetsku mrežu). Tom prilikom naročito će trebati ustanoviti da li se raspolaze s bilo kakvom dokumentacijom na postojećoj mreži te koja mreža je prostorno interesantna za osposobljavanje odnosno popravak u prvoj etapi.

2. Tehnička dokumentacija

Pri sanaciji mreže ne smije se zanemariti problem tehničke dokumentacije. Smatram da se niti jedan dio mreže ne može sanirati niti izgrađivati nova ako ne postoji za to tehnička dokumentacija koja po svojem opsegu može biti različita obzirom na karakter objekta na kojem se izvode radovi.

Zastupam slijedeće postavke:

- a) Provizorni zahvati mogu se tolerirati samo za provizorne objekte.
Opseg dokumentacije treba utvrditi tako da se unaprijed odredi kakve će zahtjeve trebati učiniti.
- b) Ako za objekt koji treba obnoviti postoji tehnička dokumentacija potrebno je učiniti slijedeće:
 - pregledati da li postojeća dokumentacija predstavlja perspektivno rješenje ili ne
 - ako je odgovor pozitivan radi se samo potrebna nadopuna dokumentacije
 - ako je odgovor negativan izrađuje se nova tehnička dokumentacija.
- c) Sva nova ili nadopunjena tehnička dokumentacija treba biti kvalitetna primjena dosadašnjih tipskih rješenja utvrđenih na razini HEP-a ili lokalne distribucije.

3. Izražavan veliku rezervu za primjenu pomoći iz inozemstva u obliku rabljene elektroenergetske opreme. Ako budemo ipak u takvoj financijskoj situaciji da ne možemo pratiti potrošnju i da moramo prihvatiti i ovo rješenje želim upozoriti na slijedeće:
 - prijem svake opreme trebala bi pratiti i odgovarajuća dokumentacija (način montaže, karakteristike, održavanje i dr.)
 - uz takvu opremu treba osigurati i odgovarajuće rezervne dijelove
 - bilo bi povoljno kada bi se jedna vrsta opreme baš zbog problema oko održavanja usmjerila na određeno područje a ne da se razštrka po cijeloj Hrvatskoj.

U slučaju uvoza pojedine opreme također bi trebalo nastojati da uz tu opremu bude osigurana i dokumentacija i razvojni dijelovi kako se kasnije u eksploataciji ne bi pojavili nepotrebni problemi.

4. Prilikom snacije elektroenergetskih mreža posebnu pažnju treba posvetiti tome da se istovremeno i uspostavi jav na rasvjeta kao element koji ima svoju veliku sigurnosnu i moralnu dimenziju za stanovništvo na čijem se području to radi.

5. Organizacioni pristup sanaciji

Organizacija je svakako jedna od najvažnijih elemenata obnove naše elektroenergetske mreže. Sudjelovao sam do sada na cijelom nizu akcija za vrlo velike i nešto manje zahvate na sanaciji elektroenergetskih mreža, od potresa u Skoplju do saniranja posljedica od atmosferskih neprilika na području Like i Baranje.

Organizacioni pristup u savladavanju zadataka na tim akcijama bio je uvijek takav da se određenom području koje pomoć prima dodijeli određena organizacija koja pomoć daje. Ovakav pristup smatram dobrim iz slijedećih razloga:

- uspostavljaju se trajniji i tješniji ljudski odnosi u zajedničkom poslu. Brže se određuju prioriteti i slabe točke gdje treba intervenirati a nesporazumi se brže otklanjaju.
- Onaj koji pomaže može osigurati kompletnu podršku operative (razvojni kapaciteti, specijalističke službe, provjerene kooperante i dr.)
- Lakše se upoznaje način mišljenja suradnika.
- Lakše se uočava specifičnost konzuma i dosadašnjih rješenja za podmirene potrebe.
- Uočljiviji su brojni efekti izvršenog posla.

Moguć je i drugi pristup a to je iznajmljivanje specijalističkih jedinica za izvršenje pojedinih poslova.

Prednosti i mane ovakvog pristupa su slijedeće:

- stvaraju se odnosi kao kod davanja usluga potrošačima. Traži se utvrđivanje zahtjeva, poštivanje rokova i čisti poslovni odnos.
- Trajanje svakog posla i zakupljenost svakog kapaciteta za onog koji daje pomoć i za onog koji je prima je poznat u svakom trenutku.

Razštrkanost ekipa na raznim poslovima i raznim lokacijama je velika. Za onog koji pomoć daje traži se osigurati kompletnu podršku (eventualno druge specijalističke ekipe) zato jer je ona potrebna na više mjesta a za onog koji prima pomoć potrebno je osigurati posebnu koordinaciju rada s različitim ekipama.

Prilagodba lokalnim zahtjevima je teža za obadvije strane jer ako su različite ekipe koji put se počinje iz početka. S moje strane predložio bih ^{prvi} način pristupa organizaciji cjeneći prednost, a i mane jednog i drugog načina organizacije posla.

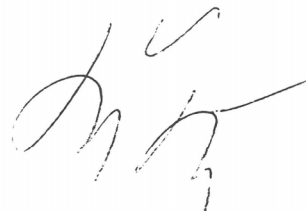
Medu ostalim potvrdu nalazim za to i u zahtjevu koji je za pružanje pomoći postavila Austrija u okviru međunarodne zajednice Alpe-Adria.

6. Iskustva nas uče da pozornost treba posvetiti u ovakvim akcijama još na dva područja a to je kvalitetnije preuzimanje opreme i njezino skladištenje na odgovarajući način.

Iskustvo iz prethodnog principa nas uči, kad se oprema kupuje u većim količinama i kad proizvođači i trgovci pritisnuti rokovima žele u prvom redu zadovoljiti zahtjev kvantitete nerjetko se zapušta kvaliteta kadkad i do poražavajućih razmjera.

Takoder je važno da se u pogledu opreme unaprijed dogovore i način transporta i mjesta skladištenja. I do sada nije bilo rijetkih slučajeva u kojem je veliki dio opreme zbog neodgovornog načina skladištenja bio oštećen ili uništen.

Jozo Šušteršič



Obnova starijih elektrana u Hrvatskoj elektroprivredi nameće se kao jedan od prioriteta zadatka radi:

- održavanja pouzdanosti i sigurnosti rada elektrana,
- objektivno mogućeg povećanja snage i energije kao rezultat tehnološkog napretka.

Radi određenih specifičnosti obnovom HE Dubrovnik realno se može očekivati povećanje snage elektrane za cca 20 MW, što je 9,6% nominalne snage, i povećanje proizvodnje do 90 GWh/g. Ovo povećanje ovisno je o režimu korištenja HE Dubrovnik.

O diskusiji točke 4.01 detaljno smo analizirali:

- stanje postojeće opreme,
- aktivnosti koje su se poduzimale u funkciji revitalizacije,
- saznanja i moguće efekte revitalizacije.

Jasno visoki efekti rezultat su zamjene rotora turbine. Tome nemam što dodati.

Javio sam se za riječ budući diskusija 4.07 autora iz Elektroprojekta Zagreb također izlaže podobnost revitalizacije HE Dubrovnik. Analizira, međutim, isključivo zamjenu rotora, ali ocjenjujem uz nedovoljno sagledavanje specifičnosti HE Dubrovnik.

Kolege su koristile djelomično ista saznanja, podatke Turboinstituta Ljubljana, čije proračune smatramo vrlo serioznim, vjerojatno realnim i prihvaćamo ih. Proračuni, međutim, moraju biti dokazani modelskim ispitivanjem i to na modelu sa dimenzijama postojećeg aspiratora.

Naime, specifično za rad HE Dubrovnik, što želim naglasiti je:

- gušenje turbina iznad 85% nominalne protoke. Ovo po našem mišljenju posljedica je plitkog i kratkog aspiratora i male duljine račve odvodnog tunela. Postojeći rotor ostvaruju vrlo visok stupanj korisnosti 94% i 94,5%, ali kod nominalne snage 80-90 MW (što je i danas vrlo visok stupanj iskoristivosti), ali samo 86% kod nominalne snage.

- nerazrješeni odnosi s Elektroprivredom BiH znatno mogu utjecati na efekte zamjene rotora radi nedefiniranog prava HEP-a na količine energije iz HE Dubrovnik. Ovo treba definirati kao pravo na korištenje prirodnih protoka i akumulacije i s tim u vezi pravo na vođenje HE Dubrovnik iz Dispečerskog centra HEP-a.

Nerješavanjem ovih pitanja ne mogu biti valorizirani adekvatno efekti revitalizacije - zamjene rotora.

- Trebam nešto reći o očekivanju realizacije izgradnje II. faze HE Dubrovnik vezano za zamjenu rotora. Da se je gradila II. faza zamjene rotora sa stajališta povećanja energetske efekata ne bi bila interesantna. Postojeći rotor radili bi optimalnom snagom, a novi generatori II. faze projektirali bi se snagom ovisno o raspoloživoj protoci. Objektivno nije realno u dogledno vrijeme očekivati izgradnju II. faze HE Dubrovnik. Izgradnja II. faze isključivo ovisi o interesu Elektroprivrede BiH, kao i realnim sagledavanjem prosječnih godišnjih protoka nakon saznanja da su utvrđene 40-godišnji protoci 1920/60. nerealno visoki i u 27 godina eksploatacije HE Dubrovnik se ne realiziraju. Također, količina nove vode iz tzv. gornjih horizonata sistema nije definirana i ovisi o mogućnosti prevođenja voda iz neretvanskog sliva u sliv Trebišnjice.

Analizom triju ponuda (NERYPIC, ELIN, Truboinštitu) ocjenjujemo realnim da se zamjenom rotora rotorom većih dimenzija dobija do 20 MW veće snage što je povećanje snage za Hrvatsku elektroprivredu kao investitora čak 30% u odnosu na prava na snagu iz sistema. Povećanje godišnje proizvodnje ovisit će o načinu vođenja elektrane i iznosilo bi maksimalno 90 GWh/g.

Sa kolegama iz Elektroprojekta razlikujemo se i u procjeni potrebnih sredstava. Naša saznanja o potrebnim sredstvima za revitalizaciju HE Dubrovnik bazirana su na osnovi ponude NERYPIC i ELIN (Litostroj nije dao ponudu)

- vrijednost opreme (novi rotor i regulatori)	5.300.000 DEM
- carina i porezi 22%	1.170.000 DEM
- transport opreme 3%	150.000 DEM
- demontaža i montaža cca	400.000 DEM
- ispitivanja, primopredaja, stručni konzalting	250.000 DEM

U K U P N O :	7.270.000 DEM
---------------	---------------

=====

Smatramo da radi neophodni izmjene izolacije polova rotora treba u istom vremenu sa izmjenom rotora turbina obnoviti izolaciju namota statora i rotora generatora.

Procjena Rade Končara za ove radove iznosi 3.500.000 DEM.

Budući da je najveći trošak kod revitalizacije zastoj u proizvodnji potrebno je ukupno vrijeme potrebno za revitalizaciju i sve aktivnosti u revitalizaciji dimenzionirati prema najdužem roku, a to je zamjena izolacije polova generatora što prema procjeni Rade Končara iznosi 5 mjeseci po agregatu. U to vrijeme trebalo bi uklopiti sve aktivnosti koje bi trebalo napraviti, a bile bi vezane za potrebu stajanja agregata. U prvom smislu mislimo na sanaciju dovodnog tunela što je u nadležnosti HE na Trebišnjici za što postoji projekat i koje inače planirano sukcesivno svake godine vršiti za vrijeme remonta.

Z a k l j u č n o

Nakon razrješavanja osnovnog preduvjeta, tj. definiranja prava HEP-a na korištenje prirodnih protoka i akumulacije i to na osnovu ostvarenja svake pojedine tekuće godine, zamjena turbinskih rotora u HE Dubrovnik tehnički i ekonomski izuzetno je atraktivna.

Želim istaći zaključke iz diskusije

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 zahtjeva da se u ponudi uključe i modelska ispitivanja rotora sa postojećim difuzorom. Odabrani ponuđač treba financirati modelska ispitivanja u odabranoj laboratoriji i njegova ponuda bila bi definitivno prihvaćena nakon uspješno provedenih ispitivanja.

4. Istovremeno sa zamjenom rotora treba planirati zamjenu izolacije statora i rotora generatora, kao i građevinske zahvate na saniranju dovodnog tunela.

M. NOVAK

I Z V J E Š T A J

O PREFERENCIJALNOJ TEMI REVITALIZACIJA ELEKTRANA SA NAZNAKOM NA DOSAD PROVEDENIM AKTIVNOSTIMA

Osim naručenog referata "Program aktivnosti za ocjenu postojećeg stanja i revitalizacije elektrana" od autora željka Crnkovića, dipl. ing. i Slobodana Vajnahta, dipl. ing. iz Elektroprojekta na preferencijalnu temu "Revitalizacija elektrana" stiglo je još 8 diskusija.

U referatu "Program aktivnosti za ocjenu postojećeg stanja i revitalizacije elektrana" od g. Crnkovića i g. Vajnahta su na sustavan i sistematičan način navedene aktivnosti neophodne kako bi se revitalizacija mogla uspješno provesti od kompleksnih mjerenja i ispitivanja stanja objekata i opreme, te snimanja karakteristika, na osnovu kojih se mogu izraditi tehnička rješenja uz provjeru ekonomske opravdanosti takvog tehničkog rješenja.

U referatu kao i diskusijama nisu navedene najvažnije ranije aktivnosti, te aktivnosti u toku koje se provode na području revitalizacije elektrana.

Tako je npr. uspješno je provedena kompletna revitalizacija HE Vinodol uz povećanje proizvodnje te nominalne snage elektrane.

Isto tako htio bih napomenuti da se sustavnim pristupom revitalizacije elektrana prišlo mnogo ranije, čak prije više godina. Naime, prije četiri godine sektor eksploatacije, odnosno savjet za proizvodnju ZEOH-a je inicirao izradu jednog jedinstvenog programa aktivnosti za ocjenu stanja i praćenje elektrana kao prvi korak revitalizaciji. Tako je Institut za elektroprivredu s Turboinstitutom uz pomoć toga savjeta izradio "Program aktivnosti za analizu i ocjenu stanja te mogućeg poboljšanja korištenja hidroelektrana". Na osnovu tako izradjenog programa provedena su kompleksna ispitivanja i mjerenja na HE Peruća i HE Manojlovac, HE Senj i mnoge druge.

U okviru sektora razvoja ZEOH 1989. god. pokrenute su aktivnosti za izradu makroprojekata revitalizacije termoelektrana i revitalizacije hidroelektrana gdje je kod makroprojekta revitalizacije termoelektrana do sada izradjen priručnik, te se nastavljaju daljnje aktivnosti.

Paralelno sa sustavnim pristupom revitalizaciji važno je napomenuti da su razradjena ili su u toku tehnička rješenja revitalizacije elektrana, potpuna ili djelomična, kao na pr. TE Plomin 1 (u diskusiji g. Vajnahta je navedeno samo rasklopište), TE Sisak, TE-TO Zagreb, HE Peruća i dr.

Na savjetovanjima JUGEL-a za hidroelektrane i termoelektrane dosta se pisalo o revitalizacijama elektrana te sustavnom pristupu kompleksnim mjerenjima.

Prispjele diskusije na ovu preferencijalnu temu mogu se podijeliti u tri grupe i to:

1. U prvu grupu spadaju diskusije koje obradjuju sustavni pristup revitalizacije elektrane, a to su osim referata dvije diskusije pod nazivom "Redoslijed aktivnosti revitalizacije elektrana" od autora Đ. Stankovića i M. Blažičkog i "Dijagnostika i revitalizacija električnih sinhronih hidro i turbo generatora "Sistem KG-DIR" autora Miloša Ražete, Vladimira Jarića i dr. Vladimira Kuterovca.
2. U drugoj grupi diskusija koje obradjuju elektrane su takodjer dvije teme, čak se odnose na istu elektranu - HE Dubrovnik, pod nazivom "Revitalizacija HE Dubrovnik" autora Milana Novaka i Esada Sabljica, te "Podobnost revitalizacije hidroelektrane Dubrovnik" autora Davora Pavlovića, Krunoslava Begovića i Zvonimira Mrše.
3. Treća grupa diskusija obuhvaća rasklopišta elektrana te dijelove glavne opreme, ukupno 4 diskusije i to: "Rekonstrukcija rasklopišta 110 kV" autora Slobodana Vajnahta, "Revitalizacija izolacijskog sustava energetskih transformatora" autora Antuna Mikulecky, dr. Zdenka Godeca i Sonje Čabrac, "Modernizacija uzbudno-regulacijskih sistema u okviru revitalizacije elektrana" autora mr. Josipa Šabana, Božidara Nežmaha i Damira Zemana, i na kraju "Korištenje dijagnostičke metode prilagodjene za električne strojeve s oštećenim namotom" autora mr. Vladimira Firingera.

Voditelj:

Đuro Stanković, dipl. ing.

STRUČNA KONZULTACIJA
Obnova i izgradnja elektroenergetskog
sistema Republike Hrvatske

UVODNI REFERAT

Iskorištavanje vodnih resursa za proizvodnju električne energije praktički je počelo s prvim nastojanjima da se jedan vid energije pretvori u električnu energiju.

Zbog toga u većini zemalja danas imamo situaciju da se iskorištenost (ekonomski interesantna) vodnog potencijala približava gornjoj granici ovisno o zemlji.

Preostali vodni potencijal kojega je energetska još opravdano koristiti često se sučeljava s mnogim problemima u svojoj realizaciji kao što su:

- . velika specifična investicija (\$/kW)
- . tehnički vrlo komplicirana rješenja
- . nemogućnost dobivanja odobrenja za izgradnju zbog utjecaja elektrana na okolicu i sl.

Uz to imamo situaciju da su mnoga postrojenja stara i do 50 godina što znači dotrajalost opreme i veliku nepouzdanost u radu.

Pokret obnove i revitalizacije starih hidroelektrana zahvatio je cijeli razvijeni svijet zbog malih investicionih ulaganja u odnosu na nove objekte. Ukoliko se takav projekt veže na ratom oštećenu elektranu ili zbog nestručnog vođenja upropaštenu elektranu, postupak revitalizacije ima još veće opravdanje. Pri tome je posebno privlačna mogućnost da se iz postojećeg, ekološki poznatog i prihvaćenog hidropotencijala dobije

više energije. Revitalizacija hidroelektrane pored produženja životne dobi donosi i znatne ekonomske učinke.

To je moguće postići budući, da je od vremena izgradnje tih hidroelektrana strojogradnja, ali i ostala tehnika doživjela ogroman napredak.

Elektroprojekt - Zagreb je u suradnji sa srodnim organizacijama i drugim institucijama definirao osnovne principe i aktivnosti potrebne za realizaciju projekata revitalizacije i rekonstrukcije (obnove) postojećih hidroelektrana.

U osnovi procesu revitalizacije treba pristupiti izradom tehničko-ekonomskog projekta, koji koristi suvremena tehnička dostignuća, mijenja-poboljšava osnovne karakteristike opreme i cijele elektrane tako da ona postaje "nova" elektrana sa bitno poboljšanim karakteristikama. Revitalizacija pretpostavlja zahvat na svim elementima hidroelektrane koji su kritični za povećanje snage (rotor ili cijela turbina, generator, povećanje pada, povećanje instaliranog protoka, izmjena uloge elektrane u sistemu itd.).

To se postiže:

- poboljšanjem karakteristika postojeće opreme ili objekata
- obnavljanjem postojeće opreme ili objekata
- dodavanjem opreme ili objekata novih (boljih) karakteristika.

Revitalizirana elektrana u pravilu postiže današnji nivo tehnike i tehnologije jer joj je:

- produžen vijek trajanja
- povećana pogonska spremnost (smanjen je rizik kvarova)
- smanjeni gubici (povećana korisnost)
- povećana sigurnost osoblja koje radi u elektrani
- poboljšana radna, vanjska i prirodna okolina i
- smanjen rizik utjecaja elektrane na okolinu.

Konačni cilj revitalizacije je svakako veća proizvodnja energije, ekono-
mičnija energija te veća raspoloživost elektrana, uz zadovoljavajući
odnos troškova i dobiti.

Elektroprojekt je i do sada rješavao probleme obnove i revitalizacije
elektrana. To su bili poslovi različitog opsega i intenziteta. No sma-
tramo da je jedan vrlo dobar primjer procesa revitalizacije onaj koji
je realiziran za potrebe objekta HE Vinodol. Zbog toga će se u nastavku
dati kratki osvrt, pregled zadataka i radova koji su obavljeni kao i
efekata koji su postignuti.

Proces revitalizacije trajao je uglavnom od 1986. do 1990. godine u
kojem vremenu su realizirani slijedeći radovi:

- . Izgrađen je novi cjevovod Lič sa većim promjerom (stari je amorti-
ziran i neupotrebiv).
- . Saniran je tlačni cjevovod.
- . Zamjenjena stara turbinska kola novim lopaticama (Pelton) sa novom
geometrijom.
- . Izvedeno odzračivanje odvodnog tunela na svakoj od 2 turbinske grupe.
- . Ugrađeni novi namoti u sinhronu generatore.
- . Izvedena rekonstrukcija rasklopnih postrojenja i to prvenstveno 110 kV
novim tehnološkim rješenjem (cijevne sabirnice), te pomoćnih pogona.
- . Uvedena lokalna automatika proizvodnih grupa i automatizacija osta-
lih dijelova postrojenja.
- . Uvedeno ekransko upravljanje iz nove komande uz upravnu zgradu čime
je realizirana mogućnost povlačenja posade iz podzemne komande (uz
strojarnicu).

Navedenim zahvatima i radovima postignuti su slijedeći ciljevi:

- . Smanjenje hidrauličkih gubitaka odn. povećanje raspoloživog netto
pada a time i snage na pragu elektrane.
- . Primjenom nove geometrije lopatica turbinskih kola povećanje
slijedećih parametara:

protok po turbini $Q_t = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$, uz netto pad $H_t = 595,0 \text{ m}$,
snaga turbine $30,3 \text{ MW}$, tj. povećanje snage za 3 grupe
 $3 \times 3,3 = 10 \text{ MW}$ (odn. $13,5 \%$).

- . Investicijski trošak ($\$/\text{kW}$) po novo dobivenom kW nekoliko puta je niži od investicijskog troškova nove referentne elektrane; u slučaju HE Vinodol izlazi za 1 kW nove snage oko $1000 \text{ } \$/\text{kW}$ u odnosu $2000 - 3000 \text{ } \$/\text{kW}$ nove elektrane.
- . Odzračivanjem dvije od 3 turbinske grupe dobilo se zbog povoljnijih hidrauličkih uvjeta u postojećem odvodu daljnje povećanje snage od cca 3 MW .
- . Rekonstrukcijom rasklopnih postrojenja elektrana se uklopila u energetske sistem za slijedećih 30 godina (obzirom na nove rasklopne snage u elektroenergetskom sistemu), a povećala se pogonska sigurnost i pouzdanost za budući period eksploatacije.
- . Rekonstrukcijom namota sinhronih generatora i nekim drugim zahvatima dobili su se praktički novi generatori.
- . Uvođenjem lokalne automatike i ekranskog upravljanja postigla se visoka pogonska spremnost, povećala pouzdanost i omogućilo daljinsko vođenje hidroelektrane.

Lejko Ginkov

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

Ad R 5 Božidar Radmilović, dipl.ing.el.

Sadašnje stanje i moguća obnova te razvoj prijenosne mreže
Hrvatske u novonastaloj geopolitičkoj situaciji

Govorio bih o razmatranjima rješenja koja se odnose na područje
Dubrovnika.

Ovisno o odluci da li bi se ili ne gradio obalni DV 220 kV Plat-
-Neretva-Zakućac, nameću se i rješenja koja se odnose na područje
Dubrovnika. Ako bi se predviđala ta veza 220 kV, onda bi bilo lo-
gično u HE Dubrovnik ostati na transformaciji sa generatorskog na-
pona na napon 220 kV. Smatram da bi u tom slučaju u rješenju sa TS
Plat ili slično trebalo odmah realizirati konačno rješenje tj. oba
bloka HE Dubrovnik i oba dalekovoda za TS Trebinje priključiti na
sabirnice TS Plat odnosno HE Dubrovnik.

Ako se ne bi odlučili na gore spomenuti obalni DV 220 kV, trebalo
bi razmotriti i rješenja sa transformacijom na 110 kV i eventual-
nim vezama 110 kV do TS Trebinje umjesto sadašnjih 220 kV.

U referatu se navodi rješenje sa novim 110 kV rasklopištem u TS Ko-
molac sa ukupno 9 polja 110 kV te nizom polja 35 kV i 10 kV. Pos-
tavlja se pitanje realizacije sabirničkih sistema. Međutim smatram
da nas je iskustvo poučilo da takva velika centralizirana postroje-
nja nije preporučljivo graditi te da bi ga trebalo razdijeliti u
nekoliko prostorno razdijeljenih i električki sigurno napajanih.

Za oba slučaja se postavlja pitanje da li u razmatranja dolaze u
obzir i rješenja sa SF 6 puno izoliranim postrojenjima?

Ad R 9 Željko Crnković, dipl.el.ing., Slobodan Vajnaht, dipl.el.ing.

Program aktivnosti za ocjenu postojećeg stanja i revitali-
zaciju hidroelektrana i

Ad 4.04 Đuro Stanković, dipl.ing., Miroslav Blažičko, dipl.ing.

Redoslijed aktivnosti revitalizacije elektrana

Navedeni referat i diskusija su veoma lijepo obradili ovu problema-
tiku, a ja bih dodao slijedeće:

Zadatak revitalizacije je ukratko da se produži životno doba postro-
jenja sanacijom ili zamjenom vitalnih dijelova uz povećanje pouz-
danosti, povećanje korisnosti, proizvodnje, eventualno i snage, što
se postiže uz znatno povoljnije uvjete i troškove nego pri izgrad-
nji novog adekvatnog proizvodnog postrojenja ne dirajući u osjetljivi-
ve probleme čovjekove okoline.

Posebno je važno uredno, redovno održavanje objekata i svih dijelo-
va postrojenja i uređaja uz odgovarajuća praćenja, mjerenja, ispi-
tivanja i provjere. Posebno je bitno preventivno održavanje. Zapisi,

dijagrami, mjerni podaci, podaci o izvršenim intervencijama i zahvatima, sistematski sve sređeno uz odgovarajuće analize služe kao podloge za izradu elaborata za program mjerenja i ispitivanja te utvrđivanje stanja objekata i opreme, koje poslove uz osoblje korisnika obavljaju i specijalizirane grupe odnosno organizacije. Na temelju svega rade se odgovarajuće analize s ocjenom stanja objekata i opreme, uz prijedlog preporuka za revitalizaciju.

Na temelju svega - svih mjerenja, analiza, ocjene stanja, razmatranja generalnih zahvata na proizvodnim grupama u cilju povećanja korisnosti-proizvodnje i eventualno snage uz povećanje pouzdanosti postrojenja, s odgovarajućim elaboratom ekonomske opravdanosti, donosi se odluka o realizaciji. Uz to se radi projekt revitalizacije, a redovno i modernizacije postrojenja, a vremenskim planom se planira izvođenje radova. Gdje je to god moguće odnosno gdje je to probitačno planom se predviđa kao prvo izvođenje radova kojim se omogućava povećanje proizvodnje i ev. snage, tj. onih koji povećavaju ekonomičnost postrojenja, naravno i njegovu pouzdanost, a zatim po projektom utvrđenim logičnim koracima, zavisno o financijskim mogućnostima, obavljaju se ostali projektom predviđeni poslovi do konačnog završetka realizacije i modernizacije postrojenja.

Poznata su dva pristupa revitalizaciji postrojenja-elektrana. Prvi je po ugledu na avio-tehniku: nakon unaprijed utvrđenog broja pogonskih sati mijenjaju se određeni vitalni dijelovi bez obzira na njihovo stanje. To je očito pristup bogatih.

Drugi je pristup koji se temelji na gore spomenutom sustavu praćenja i održavanja. Ni u kom slučaju nije dobro čekati dok učestalo kvarova i ispada ne pređe razumnu mjeru. Dakle veoma bitno je početi s poslom na vrijeme!

Obnavljanje, revitalizacija, elektrana se ne smije smatrati kao trend mode. To je uistinu potreba koju opravdavaju ekonomsko-tehnički interesi, pogonska pouzdanost uz maksimalno zadovoljenje uvjeta čovjekove okoline. Eklatantan je primjer ENEL-a, koji je donio generalnu odluku o energičnom i brzom radu na revitalizaciji i modernizaciji hidroelektrana zrelih za taj zahvat i to u roku od pet godina!

Pri svemu je bitan detaljni izvedbeni plan sa svim elementima priprema i revitalizacije same, od biroa, radionica, tvornica, transporta, montaže s osobitim naglaskom na zaštitu na radu, do ispitivanja i puštanja u pogon. Sve treba biti usmjereno na cilj što boljeg i bržeg izvođenja radova, stim da se zastoji odnosno gubici energije svedu na minimum.

Poslije obavljene revitalizacije obavezno se vrše kvalitetna prijemna ispitivanja u skladu sa važećim tehničkim propisima radi utvrđivanja postignutih efekata, a koja ujedno predstavljaju nulta mjerenja za budućnost.

Kako za revitalizirana tako i za nova postrojenja preporučuje se ugradnja suvremenih ekspertno-dijagnostičkih sistema-uređaja za trajno praćenje bitnih pogonskih veličina i pojava kao što su vibracije, hidrauličke pulzacije, snaga, kavitacija uz eventualno nježno sprečavanje, električnih veličina kao što je kut gubitaka, stupnja korisnosti kao i drugih važnih pogonskih veličina iz kojih se mogu razaznati promjene u odnosu na prethodna mjerenja, signaliziraju se prekoračenja pragova i ukazuje na moguća iznenađenja, kvarove, ispade isl. Na temelju tih mjerenja i praćenja moguće je doći do određenih bitnih spoznaja i ocijeniti period do intervencije, revizije, remonta i slično.

Za praćenje se preporučuju indeks-test ispitivanja, koja su jednostavna, a pomoću njih pratimo ev. opadanje relativnog stupnja korisnosti te donosimo odgovarajuće odluke u vezi s tim.

Problematiku revitalizacije i modernizacije razrađuje niz stručnih međunarodnih organizacija kao što su IEC, Unipèdé, elektroprivrede, proizvođači opreme, instituti itd.

Ad 4.01 Milan Novak, dipl.ing. i Esad Sabljčić, dipl.ing.

Revitalizacija "HE Dubrovnik"

Ad 4.07 Davor Pavlović, dipl.ing., Krunoslav Begović, dipl.ing., Zvonimir Mrša, dipl.ing.

Pogodnost revitalizacije hidroelektrane Dubrovnik

Obadvije diskusije zapravo dolaze do istog prijedloga za revitalizaciju, što je bitno, dok su razlike u ocjeni potrebnih ulaganja.

Evidentno je da bi po suvremenim koncepcijama difuzor trebao da bude dublji za najmanje jedan metar, a uz to bi mu trebalo optimirati i oblik.

Modelska ispitivanja novog turbinskog rotora trebalo bi raditi u hidrauličkom modelu koji bi obuhvatio i dovod, tlačnu cijev sa donjom krivinom, spiralom i odvodom, sa postojećim difuzorom i računom, a zatim sa modificiranim, optimiranim, difuzorom.

Kada analiziramo potrebna financijska sredstva i sagledamo efekte zahvata, dolazimo do zaključka da se radi o veoma atraktivnoj investiciji te da je vrijedno s njom se pozabaviti i što prije realizirati.

Ad 7.02 Mr. Zdenko Tonković, dipl.ing.

Za elektroenergetsku individualnost Hrvatske

Poznavajući dobro rad Unipèdé i njenih stručnih specijaliziranih komiteta, zadatke i ozbiljnost rada, toplo preporučujem da se što prije nastojimo uključiti u rad te stručne organizacije.

U Zagrebu, 26.05.1992.god.



KONZULTACIJA HK CIGRE
26.-27.05.1992.

Diskusija

PREDUVJETI ZA DJELOTVORNU REVITALIZACIJU
ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA HRVATSKE ELEKTROPRIVREDE

Razmišljanja o obnovi i izgradnji elektroenergetskog sustava Republike Hrvatske obuhvaćaju zahvate na više razina, ovisno o vrsti i značaju predmetnog objekta, vrsti i veličini oštećenja, te očekivanim potrebama elektroenergetskog sustava, u sadašnjem i u budućem vremenu.

S obzirom na ogromna ratna razaranja, kojima su objekti HEP bili izloženi, te pretpostavljenu oskudicu novca za uspostavljanje ranijeg, predratnog stanja, vrlo je važno racionalno dimenzionirati sanacije i istovremeno voditi računa o njihovom uklapanju u kasnije zahvate šireg značaja za sustav kao što su rekonstrukcije, modernizacije, te revitalizacija ili rehabilitacija pojedinih proizvodnih i prijenosnih objekata. Da tražena racionalnost pri sanacijama bude postignuta, potrebno je vrlo sustavno analizirati oštećene objekte po zajedničkim kriterijima. Za prijenosne objekte kriteriji mogu biti značaj, čvora ili voda za prijenosni kapacitet i stabilnost mreže, uloga objekta u razvojnim perspektivama i sl. Za proizvodne objekte kriteriji mogu biti zatečeno stanje ključne opreme, (fizička i tehnološka dotrajalost), nepovoljne karakteristike (loša iskoristivost, zagađivanje okoliša) i dr.

Da ulaganje novaca u sanacije, odnosno u revitalizaciju bude racionalno i usklađeno s raspoloživim sredstvima, potrebno je prije upuštanja u krupne zahvate riješiti osnovne preduvjete:

1. utvrditi potrebe EES u razvojnoj perspektivi (verificirati rezultate odgovarajućih studija, poput "Mogući scenariji razvoja Hrvatske elektroprivrede", dr.G.Granić i dr.B.Jelavić)
2. utvrditi (prema mogućnosti) primarne energetske resurse za predstojeći period od 20 godina, što je jedan od bitnih elemenata za kasniju valorizaciju proizvodnih objekata i smisla ulaganja u njih
3. uspostaviti zajedničku metodologiju praćenja i analize stanja svih proizvodnih odnosno prijenosnih objekata
4. utvrditi stanje pojedinih objekata koristeći zajedničku metodologiju
5. analizirati moguće zahvate, njihove tehničke i ekonomske učinke po objektima (troškovi zahvata, dobitak u energiji, snazi, iskoristivosti, pouzdanosti i raspoloživosti i sl.) svodeći rezultat na proizvodnu cijenu kilovatsata

6. utvrditi rednu listu isplativosti ulaganja u pojedine objekte, te je revidirati periodički ovisno o promjenama cijena i promjenama stanja opreme

Ova lista je osnovni dokument, prema kojem se, uz moguća manja odstupanja (razlozi izvan tehničke i ekonomske logike) može planski voditi projekt revitalizacija za cijeli sustav Hrvatske elektroprivrede.

Posebno valja napomenuti, da se projekti revitalizacije sa svim svojim zahvatima (sanacija, zamjena, rekonstrukcija, modernizacija) moraju valorizirati u odnosu na izgradnju novih proizvodnih postrojenja, tj. moraju konkurirati za novac s ostalim projektima, bez diskriminacije u odnosu na primarni energetske resurs i vrstu objekata (HE, TE na ugljen, TE na loživo ulje, TE na plin, kombinirani blokovi, NE i drugi izvori). Jasno je, da se pri ocjeni isplativosti ulaganja mora voditi računa i o svim drugim pretpostavkama odnosno utjecajima (ekologija, regionalna razvojna politika i sl.).

Radi smisljene realizacije sanacijskih i revitalizacijskih zahvata u proizvodnim objektima Hrvatske elektroprivrede predlaže se ubrzano sistematiziranje i analiza podataka o stanju opreme i postrojenja, te izrada preliminarne liste objekata podesnih za revitalizaciju, koja bi poslužila kao osnovica za donošenje odluka o investiranju (ne isključujući strani i domaći privatni kapital).

Miroslav Blažičko, dipl.ing.el.

STRUČNA KONZULTACIJA

Obnova i izgradnja elektroenergetskog sistema
Republike HRVATSKE

ZAGREB, 26-27. svibnja 1992.

9. REVITALIZACIJA ELEKTRANA

Diskusija

ELEKTROPROJEKT ZAGREB

ZAGREB, svibanj 1992.

U vezi s diskusijom i primjedbama gosp. Milana Novaka, dipl.ing., jednog od autora referata br. 4.01: "Revitalizacija HE Dubrovnik" na naš referat br. 4.07: "Podobnost revitalizacije HE Dubrovnik", držimo da smo dužni dati slijedeće komentare i odgovore:

1. Cilj referata Elektroprojekta bio je utvrđivanje podobnosti pristupa zahvatu t.zv. revitalizacije HE Dubrovnika I. Mišljenja smo da je referat dao pozitivan odgovor.

Podobnost je dokazana (vidi u referatu tablične prikaze odnosa troškova i dobiti) a zahvat nužan (vidi zaključke referata).

Prava je tragedija da je hidroelektrana Dubrovnik godinama, de facto, proizvodila manje energije i to u prosjeku 90 GWh godišnje, a uzroci su poznati već niz godina unatrag (iz provedenih mnogobrojnih mjerenja, protokola, stručnih analiza i referata)!

2. Provedene scenarije zahvata revitalizacije sveli smo na najnužnije, a to su:
 - zamjena ulazne rešetke dovodnog tunela, i
 - zamjena turbinskih rotora (jednom istih promjera kao postojeći ϕ 2,3 m a u drugoj varijanti s max. mogućim povećanjem promjera ϕ 2,4 m).

Primjedba da smo zanemarili i druge moguće zahvate revitalizacije ne stoji. Kompletanu revitalizaciju smo predvidjeli u drugoj fazi zahvata revitalizacije (vidi zaključke referata).

3. Posebno naglašene primjedbe da smo našim referatom dvostruko podcijenili troškove zahvata revitalizacije kao i vrijeme potrebno za provedbu (zamjenu turbinskih rotora) nisu prihvatljive.

- Držali smo se inženjerske procjene investicija potrebnih za scenarijima predviđenim zahvatima revitalizacije. Te su procjene izvedene na temelju nekoliko ponuda, koje smo imali na raspolaganju, i držimo da su moguća odstupanja max. do 15% a nikako dvostruko.
- O potrebnim vremenima zamjena rotora rekli smo naše mišljenje u "Zaključku" našeg referata.

ZAKLJUČAK:

- Očekivali smo mišljenja iz kojih bi se trebalo konačno zaključiti da li jesu ili nisu naše tvrdnje o podobnosti zahvata točne.
- Bit svake izgradnje novog objekta pa tako i zahvata revitalizacije jest u dokazima isplativosti (cost/benefit ratio).
- Mišljenja smo da smo našim referatom dokazali isplativost i podobnost investicije a ponovno ju potkrepljujemo dokazom da je potrebno vrijeme otplate uložених sredstava 1,29 god. za varijantu s novim turbinskim rotorima promjera ϕ 2,4 m, a 0,68 god. za varijantu s novim turbinskim rotorima istog promjera kao "stari" ϕ 2,3 m ali nove geometrije.

Davor Pavlović dipl. ing.
Krunoslav Begović —
Zoran Mrše —

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

ZAKLJUČAK

Ovaj zaključak se bazira na diskusiji 7.04 dopunjenoj s prijedlozima iznesenim tokom Konzultacije i nužnim objašnjenjima.

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 snabdijevala konzum koji je iznosio dvije trećine snage u normalnim uvjetima. Sve to upućuje i na dobru koncepciju izgrađenog EES. Značaj električne energije u blizini fronte zorno je prikazala diskusija iz Nove Gradiške.

- 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 uz preporuku da se izgradi jedna probna dionica.

- 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 vodiča 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.
- lokalni sistem Vukovara sa priručnim agregatima

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 vodiča
- 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 UCPT
 - potreba napajanja TS 110/x kV iz dva različita izvora
- 110 kV
- potreba koordinirane nabave porculana
 - korisna rezerva u mreži SN između dvije TS 110/SN
 - organizacija povratka u Vukovar
 - potreba domaće proizvodnje pocinčanih stupova
 - 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.

- uređenje odnosa sa elektroprivredom BiH kao preduvjet re-vitalizacije HE Dubrovnik

Vezano za temu izgradnje (Pref.tema 5) izneseni su:

- mogući scenariji razvoja hrvatske elektroprivrede do 2010 godine u optimističkoj i pesimističkoj varijanti s potrebnim finansijskim 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 centara vođenja
- prijedlog da se "formuliranje koherentnog programa od tekućih improvizacija do krajnjeg horizonta 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 DALJNI RAD

Osnovna svrha ove Konzultacije je da dade što je moguće jasnije smjernice za dalji rad. Iz referata i diskusija nameću se slijedeći zaključci i sugestije:

- treba se čuvati da se pod pritiskom ratnih iskustava ne zastrani kod mirnodopske izgradnje EES za što se naziru pojedine tendencije. Npr. tendencija izgradnje podzemnih postrojenja ili tendencija vođenja EES u miru na nivou sigurnosti N - O

- stanovita ratna iskustva bi trebali koristiti i u mirnom razvoju. Kao primjer uzmimo normiranje postupaka za brzi popravak dalekovoda kod šteta nastalih zbog djelovanja ekstremnih meteoroloških prilika ili sanaciju postrojenja nastradalih u potresu.

Naročito je za mirnodopsku praksu korisna detaljna priprema rada u bazi 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 u raspoređivanju rezervne opreme na terenu su korisni i u mirnodopskom razvoju.

- prema scenarijima mogućeg razvoja elektroprivrede u budućih 20-ak godina, u što je uključena i obnova, vidljivo je da finansijska težina tog razvoja iznosi 300 - 400 milijuna US\$ godišnje. Taj posao zato treba voditi krajnje profesionalno sa težnjom ka tehnološkom, finansijskom i ekološkom optimumu. Svi lokalni, personalni, politički i ostali utjecaji mogu samo povećati cijenu budućeg kWh.

- Sugerira se zato ideja o timu provjerenih stručnjaka (VIJEĆE ZA OBNOVU) koji bi formulirali koherentni program od obnove do razvoja. To je u stvari sugestija da se vizija razvoja odvoji od dnevne problematike.

Kako odgovornost za realizaciju tog obimnog zadatka leži prvenstveno na elektroprivredi nameće se pitanje da li ga ona može uspješno riješiti kao današnje javno poduzeće, kao privatno poduzeće

ili kao neka kombinacija tih rješenja. Brzo rješenje ove dileme može znatno ubrzati rad na obnovi i daljem razvoju EES.

Konačno dat je popis pripremnih akcija kao elemenata mrežnog plana, koje bi elektroprivreda trebala sprovesti u najkraćem periodu od danas do jeseni ove godine. Neke od tih akcija su već u toku.

Evo tog popisa:

ELEMENTI MREŽNOG PLANA PRIPREMNIH AKCIJA

1. Sistematizacija oštećenja
2. Pregled provizornih rješenja
3. Procjena stanja i akcija na nepristupačnom području
4. Plan neposredne sanacije
5. Prognoza upotrebljivosti oštećenih objekata
6. Prioritetni plan konačne sanacije - termini
7. Odstupanje od propisa u prelaznoj fazi
8. Stav spram specijalnih potrošača
9. Izbor scenarija razvoja
10. Tehnološka i ekonomska opravdanost revitalizacije objekata
11. Konceptijske promjene EES
12. Tehnološke promjene objekata EES
13. Definiranje zahtjeva prema proizvođačima opreme i izvođačima radova
14. Financijska konstrukcija i način realizacije
15. Organizacija rada
16. Eventualna odluka o privatizaciji
17. Prijedlog Ministarstvu energetike i industrije da definira odnos spram domaće industrije i odnose s elektroprivredom
18. Definitivni prijedlog vladi
19. Nužne modifikacije
20. Start realizacije

Nužni komentar:

- ad 3 Treba izvršiti okvirnu procjenu kako se s nekim pripremnim akcijama ne bi čekalo definitivno saznanje o situaciji na tim terenima
- ad 5 Ova prognoza sadrži više elementa:
- da li je oštećenje nekog objekta takvog obima da se sanacija ne isplati
 - da li graditi istovjetni novi objekt ili neki drugi koji ga uspješno zamjenjuje
 - da li je uopće potreban bilo kakav objekt umjesto razorenog, kakav i kada (npr. dalekovodi za napajanje aluminijske)
- ad 7 Tokom rata na terenu je izveden cijeli niz provizornih zahvata koji su uspješno riješili napajanje električnom energijom, ali kod kojih se je znatno odstupilo od važećih propisa. Neka od tih rješenja će i duže potrajati, iako bi ih trebalo što hitnije eliminirati.

Elektroprivreda s Republičkom elektroenergetskom inspekcijom mora sankcionirati takvu situaciju da skine odgovornost s pojedinaca koji su izvodili te zahvate.

- ad 8 Radi se o odnosu spram tzv. "gutačima" električne energije. Njihovu sudbinu ne rješava elektroprivreda, no elektroprivreda mora jasno definirati cijenu električne energije i uvjete isporuke za takve potrošače da oni ne bi donosili odluke na krivim pretpostavkama kako su to činili u prošlosti.
- ad 9 Od predloženih 29 scenarija treba se odlučiti za raspon onih najvjerojatnijih (prvenstveno N ili V - A ili B). Pri tome procijeniti nužnost dugoročnog ugovora o uvozu električne energije i uvjetima da se on ostvari te o tretmanu mreže 400 kV u funkciji značajnog proizvođača.
- ad 11 Pod koncepcijskim promjenama se, među ostalim, misli na:
- prelaz sa tronaponske transformacije 110/35/10 kV na dvonaponsku transformaciju 110/20 kV
 - budućnost napona 220 kV
 - paralelni rad na pojedinim naponskim nivoima (400 kV, 220 kV i 110 kV)
 - koncepcija NN mreže
- ad 12 Pod tehnološkim promjenama se, među ostalim, misli na:
- koncepciju postrojenja
 - zamjenu pneumatskih prekidača s SF₆ prekidačima na visokom naponu
 - zamjenu malouljnih prekidača s vakuum prekidačima na srednjem naponu
 - eventualno korištenje regulacije pod teretom na transformatorima 400/220 kV i 400/110 kV
- ad 13 Podrazumijeva se izrada detaljnih tendera za ključnu opremu
- ad 14 Razmotriti realnu mogućnost vlastitog financiranja HEP-a, te domaćeg i stranog financijskog tržišta kao preduvjet realizacije plana obnove i izgradnje
- ad 15 i 16 Ove dvije točke su vezane i odnose se na makro i mikro organizaciju elektroprivrede. Npr:
- da li današnja elektroprivreda treba u cjelini ostati republičko javno poduzeće?
 - da li distribucija treba biti općinsko javno poduzeće ili ponekad i privatno poduzeće?
 - da li dozvoliti privatna proizvodna poduzeća i pod kojim uvjetima?
 - da li samo prijenos i upravljanje kao republičko javno poduzeće ili kao dioničko poduzeće ostalih sudionika u EES?
 - svaka od ovih varijanata traži i odgovarajuću organizaciju rada.
- ad 17 Gospodarenje u elektroprivredi s obzirom na financijsku težinu budućeg razvoja mora biti krajnje rigorozno. To

znači da će trebati koristiti konkurentske mogućnosti svjetskog tržišta.

Da bi domaći proizvođači opreme i izvršitelji radova bili konkurentni nužno je:

- da oni postignu kvalitet koji zadovoljava tendere elektroprivrede
- da oni (zajedno sa vladom) riješe mogućnost kreditiranja kupaca
- da vlada riješi zaštitni procenat (carinu i ost.) za uveznu robu i usluge.

