

# OSNOVE OBNOVE I DOGRADNJE TS 400/110 kV ERNESTINOVO

Marijan K a l e a, Osijek

UDK 621.311.42:621.314.2  
STRUČNI ČLANAK

Prikazano je stanje TS 400/110 kV Ernestinovo prije rata 1991./92. godine, ratna razorenost i pljačka u razdoblju od 1991.-1997. godine, te osnovno rješenje njezine obnove i dogradnje radi ponovnog korištenja u prijenosnoj mreži Hrvatske elektroprivrede.

**Ključne riječi:** prijenosna mreža, transformatorske stanice visokog napona.

## 1. PRIJENOSNA MREŽA U SLAVONIJI I BARANJI DO RATA 1991./92. GODINE

Prije ratnih razaranja 1991./92. godine, prijenosna mreža u Slavoniji i Baranji bila je povezana s elektroenergetskim sustavom Hrvatske vodom 400 kV Ernestinovo-Tumbri i s jedinom javnom elektranom na tom području - TE-TO+PTE Osijek, instalirane snage 95 MW. Također, postojale su veze na razini 400 kV prema Srbiji (Mladost) i prema Bosni i Hercegovini (Ugljevik). Na razini 220 kV, TS 220/110 kV Đakovo bila je povezana s dva voda 220 kV, prema Tuzli i prema Gradačcu. TS 220/110 kV Đakovo u pogonu je od 1967. godine, a TS 400/110 kV Ernestinovo od 1977. godine.

Na razini 110 kV postojali su vodovi prema središnjoj Hrvatskoj: Virovitica-Slatina i Nova Gradiška-Požega, prema Bosni vodovi: Slavonski Brod 2-Bosanski Brod i Županja-Brčko, te vod Nijemci-Šid, prema Srbiji.

Karakteristično za mrežu 110 kV bilo je to da su sve transformatorske stanice 110/35 kV bile priključene s barem dva voda 110 kV, da je ukupna instalirana snaga transformatora 110/35 kV bila oko dva puta veća od vršne potražnje, te da je ukupna snaga dobave u mrežu 110 kV (iz mreže 400 i 220 kV, vodovima 110 kV i iz elektrane u Osijeku) bila oko tri puta veća od vršne potražnje. Vršna potražnja bila je oko 350 MW, a godišnji konzum područja oko 2 TWh (1990). Tranzit preko mreže 400 kV premašivao je konzum područja gotovo dva puta. Najveće ostvareno opterećenje voda 400 kV Mladost-Ernestinovo bilo je oko 1,25 GW.

## 2. TS 400/110 kV ERNESTINOVO DO RATA 1991./92. GODINE

Transformatorska stanica 400/110 kV Ernestinovo (dalje: TS Ernestinovo) sadržavala je postrojenja 400 i 110 kV u vanjskoj izvedbi, te postrojenja 30 i 35 kV u

unutrašnjoj izvedbi. Upravljanje TS Ernestinovo bilo je ostvareno iz CDU-Osijek, ili - uz lokalni izbor - lokalno. Pred rat, godine 1990., opremljenost TS Ernestinovo, iskazana glavnim pokazateljima, prikazana je tablicom 1.

**Tablica 1. Glavni pokazatelji opremljenosti TS Ernestinovo 1990. godine**

Dio postrojenja	400 kV	110 kV	35 kV	30 kV
Sabirnice	2G+P	3G/3G	2G	2G
Vodna polja	3	12	3	-
Trafo-polja	2	2	2	4
Spojna polja	2	1	1	1
Kompenzacijska polja	-	-	-	2
Mjerna polja	-	-	1	1
Ukupno opremljena polja	7	15	7	8
Ukupno mogući broj polja	13	22	7	10
Transformatori (MVA)	2x300	-	2x1	2x0.8
Prigušnice (Mvar)	-	-	-	2x50
Dizelski agregati	2x240 kVA, 0.4 kV s rezervoarima 2x400+2000 litara			
Akumulatorske baterije	2x(220 V=,240Ah) + 2x(48V=,240Ah)			
Kompresor. postrojenje	4 kompresora 200 bara			
Telekomunikacije	14 VF-veza, jedna usmj. radio-veza, jedna VF-veza u zašt. užetu			

Dispozicija TS Ernestinovo riješena je na korisnom tlocrtu 317x261 metara. Pored zgrade komande, zgrade pomoćnih pogona, zgrade postrojenja 30 i 35 kV, postojale su zgrada automatske protupožarne zaštite, zgrada vodoopskrbe, te 12 relejnih kućica. U zgradi komande bili su i uredski, garderobni i sanitarni prostori tadašnjeg osječkog dijela Elektroprijenos-Osijek, a u zgradi pomoćnih pogona bilo je njihovo skladište i priručna radionica. Južno od zgrade pomoćnih pogona bilo je otvoreno skladište, a sjeverno od zgrade komande garaža za četiri pogonska vozila i obrambeno sklonište. Uz TS Ernestinovo, na sjeverozapadnoj strani, nalazile su se dvije stambene zgrade s po dva stana za pogonsko osoblje s pomoćnim objektima. Odvodnja oborinskih voda bila je riješena ispuštanjem oborinske kanalizacije u kanal Seleš, koji je sjeverno od sela Ernestinovo povezan na Bobotski kanal prema Vuki i dalje Dunavu.

Osnovni izvoditelji izgradnje TS Ernestinovo bili su: glavni projekt izradio je "Elektroprojekt"-Zagreb, izvedbene projekte sekundarnih postrojenja izradila je "Elektroslavonijaprojekt"-Osijek, građevinske radove izvelo je poduzeće "Gradnja"-Osijek, elektromontažne radove "Elektroslavonija"-Osijek i "Elos"-Osijek, a portale i rasplet vodova izveo je "Dalekovod"-Zagreb. Primarnu opremu isporučio je gotovo u potpunosti "Končar"-Zagreb. Građevinski radovi počeli su u studenom 1974. godine, a početna etapa izgradnje puštena je u pogon u srpnju 1977. godine. Građenje i montaža trajali su nešto više od 2,5 godine uz izdašno financiranje - osobito u početno vrijeme izgradnje - sredstvima zajma IBRD i iz domaćih izvora.

Korištenje TS Ernestinovo, u razdoblju od 1977. do 1991. godine, proteklo je uz dvije velike havarije: požar transformatora 400/100 kV u 1980. godini i unutrašnji proboj transformatora 400/110 kV u 1984. godini. Zahtjevi prema obnovi i dogradnji TS Ernestinovo temelje se i na poukama iz tih havarija, [2].

### 3. RATNA RAZARANJA I PLJAČKA TS ERNESTINOVO, POLAZNO STANJE

U ratu 1991./92. godine sustavno su razarani - pored svih drugih - i objekti prijenosne mreže u Slavoniji i Baranji. Više od polovine svih vodova prijenosne mreže bilo je oštećivano, a veća razaranja pretrpjele su sljedeće transformatorske stanice 110/35 kV: Vukovar, Vinkovci, Osijek 1, Osijek 2, Osijek 3 i Županja. Najveća razaranja bila su na TS Ernestinovo, a u TS Vinkovci izgorio je jedan transformator 110/35 kV, 40 MVA. Opskrba je, u takvim ratnim prilikama, ostvarena izgradnjom oko 24 kilometra vodova 110 kV i oko 13 kilometara voda 220 kV na drvenim stupovima, te dvije privremene transformacije (110/35 kV, snage 22 MVA - nazvane "505" i 220/110 kV, snage 150 MVA - nazvane "1505/2").

Razaranja TS 400/110 kV Ernestinovo, otpočela su avionskim, raketnim i mitraljeskim napadom 18. rujna

1991. godine, višekratno nastavljana avionskim, tenkovskim i minobacačkim napadima, da bi dana 21. studenog 1991. godine posada Hrvatske elektroprivrede bila primorana napustiti objekt, od kada se on nalazi na privremeno okupiranom području. Razaranja se nastavljaju, do smirivanja 1992. godine, kada je područje došlo pod zaštitu snaga Ujedinjenih naroda, u UNPA-zoni E. Nakon toga, daljnja devastacija odvija se pljačkom opreme i materijala s objekta. Do 15. siječnja 1998. godine, TS Ernestinovo nalazila se pod upravom Prijelazne administracije UN za istočnu Slavoniju (UNTAES).

Kvalitativni stručni pregled stanja objekta od strane Hrvatske elektroprivrede obavljen je 6. lipnja 1997. godine, te se ove osnove temelje na izvješću o tom pregledu [3] i raspravi koja je tim povodom vođena na Stručnom savjetu za izgradnju prijenosne mreže, 30. lipnja 1997. godine u Zagrebu.

Raščlanjujući ukupnu građevinsku i elektromontažnu strukturu na 70 pojedinačnih elemenata i cijeneći zatečeno stanje svakog od tih elemenata, stupanj ratne razorenosti i poratne pljačke TS Ernestinovo, autor cijeni na najmanje 85%. Potpuno je uništena i/ili opljačkana doslovno sva električna oprema, čelična konstrukcija je devastirana bezbrojnim pogocima raspršenih projektila, temelji aparata i uzemljivačka mreža su uglavnom ušćuvani, a zgrade imaju približno 25%-tnu oštećenost osnovne strukture, uz potpunu devastaciju unutrašnjeg uređenja. Niti metar od ukupno oko 100 kilometara signalnih kabela nije ostao u kabelskim kanalima, svi bakreni zemljovodi odrezani su do ulaska u tlo, a u zgradama su čupani dijelovi električnih instalacija iz zidova.

Praktički: ušćuvan je tlocrt, ušćuvan je prostor raspleta vodova 400 i 110 kV (uz mnoge srušene stupove u tom raspletu), prometnice (osim srušenog glavnog pristupnog mosta preko kanala Seleš) i dijelom ono što je bilo ispod razine tla. Obnova mora biti riješena tako da se u najvećoj mogućoj mjeri iskoristi to što je ostalo ušćuvano inače ne bi imala smisla.

### 4. POLAZNA I SAGLEDIVA BUDUĆA MREŽA PRIKLJUČENA NA TS ERNESTINOVO

Kao polazna mreža za projektiranje obnove TS Ernestinovo pretpostavljena je potpuna sankcija svih vodova 400 kV (Tumbri, Ugljevik, Mladost) i vodova 110 kV (ukupno 11) priključenih na TS Ernestinovo prije ratnih razaranja, te ugradnja dvaju transformatora 400/110 kV, 300 MVA. Kako su u vrijeme sagledavanja obnove TS Ernestinovo bili otpočeli pregovori o povezivanju 400 kV Ernestinovo-Pecs, u početnu mrežu uključen je i dvostruki vod 400 kV prema Mađarskoj.

Kao moguća polazna mreža 220 kV (a ujedno i krajnje saglediva mreža tog napona), za idejni projekt dogradnje TS Ernestinovo pretpostavljena su povezi-

vanja na razini 220 kV: Međurić-Đakovo, Međurić-Ernestinovo i Ernestinovo-Đakovo, prema razmatranjima iz [9]. To traži i ugradnju transformacije 440/220 kV u TS Ernestinovo, standardne nazivne snage u hrvatskoj prijenosnoj mreži od 400 MVA.

Buduća mreža superponiranog napona priključena na TS Ernestinovo ima u predstojećem dugoročnijem razdoblju brojne sagledive mogućnosti, na koje treba odgovoriti rješenje obnove i dogradnje TS Ernestinovo.

Ponajprije treba biti omogućen prelazak dvostrukog voda iz pravca Međurić (odnosno Žerjavinec, odnosno Veleševac) na pogon pod naponom 400 kV i preuređenje TS Đakovo za korištenje pod tim naponom. Takvo rješenje mogla bi ubrzati izgradnja snažne termoelektrane u širem području TS Ernestinovo, koja bi se priključila na TS Ernestinovo s dva voda 400 kV. Prema istoku i prema jugu treba predvidjeti po jedan mogući novi vod 400 kV. Prema zapadu također treba predvidjeti moguću izgradnju podravskog dvostrukog voda 400 kV (pravac Koprivnica) u daljoj budućnosti. Vjerojatnije je da bi jedna trojka (a moguće i obje) tog voda završila u spomenutoj termoelektrani velike snage, bez incidencije s TS Ernestinovo.

U sagledivoj budućnosti, ne predviđa se polaganje većeg broja novih vodova 110 kV prema TS Ernestinovo, praktički samo iz Vukovara i Vinkovaca, prema [8].

## 5. OSNOVNO RJEŠENJE OBNOVE I DOGRADNJE TS ERNESTINOVO

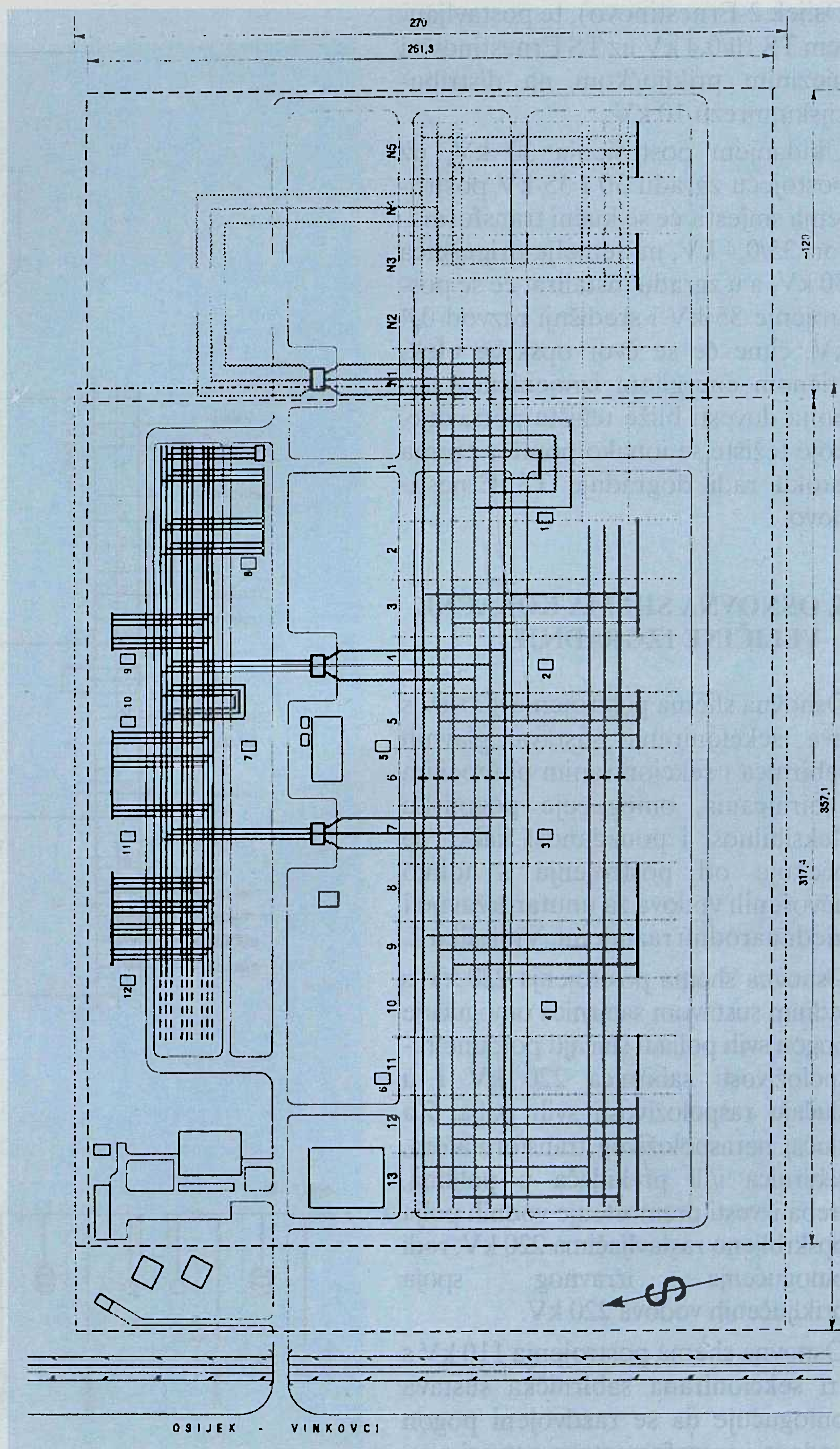
Iz takva razmatranja sljede tri bitna stajališta za rješenje obnove i dogradnje TS Ernestinovo:

- *prvo*, projektom obnove, sabirnice 400 kV ne smiju se s istočne strane "zaključiti" spojnim poljem GS1-GS2, jer valja omogućiti širenje postrojenja 400 kV na istok
- *drugo*, dograđeno postrojenje treba projektom dogradnje geometrijski konstruirati za napon 400 kV, a u prvo vrijeme koristiti pod naponom 220 kV
- *treće*, postrojenje 400 kV treba opremiti uzdužnim sekcioniranjem sabirnica, kako bi se osiguralo fleksibilnije korištenje, osobito u prilikama brojnih opremanja rezervnih polja u pogonu.

Dakle, priključke spojnog polja GS1-GS2 na oba sabirnička sustava 400 kV treba riješiti u nacrtnom prostoru, a ne tlocrt-

nom kako je prvobitno bilo izvedeno. Dograđeno postrojenje treba izvesti u doslovnom nastavku uzdužnog rastera postojećeg postrojenja 400 kV prema istoku, ostavljajući time i zaključnu mogućnost: da cjelokupno dograđeno postrojenje prijeđe u korištenje pod naponom 400 kV. Parcelu u kojoj je bilo smješteno spojno polje GS-PS treba iskoristiti za smještaj sekcijских rastavljača, a to spojno polje premjestiti na povoljnu parcelu (moguće i u koje rezervno vodno polje). Vidi sliku 1.

Obnovom TS Ernestinovo treba riješiti i primjenu prigušnice 100 Mvar priključne na napon 110 kV, što



Slika 1. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo - dispozicija

omogućuje izostanak obnove postrojenja 30 kV i izostanak korištenja tercijara transformatora 400/110 kV u TS Ernestinovo. Kako je korištenje tercijarnog postrojenja općenito poznati izvor stanovite nepouzdanosti, a u dosadašnjem pogonu TS Ernestinovo bilo uzrokom velike havarije 1980. godine, to je tavo opredjeljenje razumljivo, a izvedivo danas raspoloživim prekidačima 110 kV s uređajima za sinhrono sklapanje prigušnica.

Izostajanje rezervne opskrbe vlastitih potreba električnom energijom iz tercijara transformatora nadoknadiće se izgradnjom drugog voda 35 kV prema TS Ernestinovo (pored obnove postojećeg DV 35 kV Osijek 2-Ernestinovo), te postavljanjem TS 10/0,4 kV uz TS Ernestinovo i njezinim priključkom na distribucijsku mrežu 10 kV.

Ukidanjem postrojenja 30 kV, uz postojeću zgradu 30 i 35 kV postrojenja smjestit će se kućni transformatori 35/0,4 kV, na temelje prigušnica 30 kV, a u zgradu instalirat će se postrojenje 35 kV i središnji razvod 0,4 kV, čime će se čvor opskrbe električnom energijom izmjeničnog napona dovesti bliže težištu potražnje, koje težište se ionako pomiče prema istoku radi dogradnje TS Ernestinovo.

## 6. OSNOVNA SHEMA KONAČNE VELIČINE IZGRADNJE

Osnovna shema postrojenja 400 kV s dva sekcionirana sustava glavnih sabirnica i sekcioniranim pomoćnim sabirnicama, omogućuje pogonsku fleksibilnost i pouzdanost kakva se očekuje od postrojenja s toliko učvorenih vodova za unutardržavnu i međunarodnu razmjenu. Vidi sliku 2.

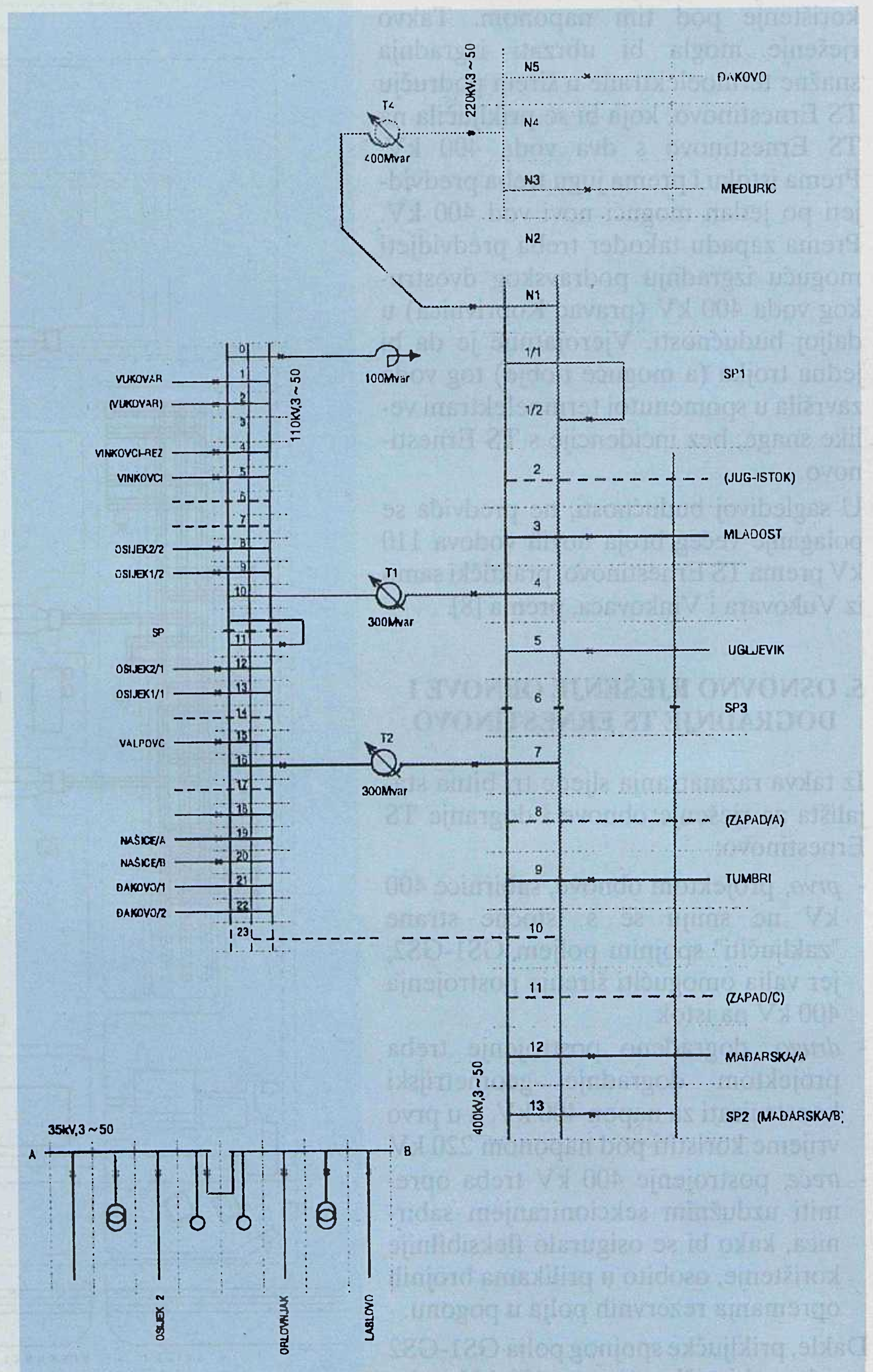
Osnovna shema postrojenja 220 kV s jednim sustavom sabirnica omogućuje pogon svih polja u slučaju potpune raspoloživosti sabirnica 220 kV i u slučaju raspoloživosti svih polja. Za slučaj neraspoloživog transformatora, sabirnica i/ili prekidača u poljima, treba izvesti premoštenje vodnih polja opskrbljeno rastavljačima 220 kV, radi omogućenja izravnog spoja priključenih vodova 220 kV.

Osnovna shema postrojenja 110 kV s tri sekcionirana sabirnička sustava omogućuje da se razdvojeni pogon vodova i transformatora ostvari grupiranjem koje je neovisno od sekcija,

a i potpuni pogon uz potpunu neraspoloživost bilo koje sabirničke sekcije.

Osnovna shema postrojenja 35 kV s jednostrukim sekcioniranim sabirnicama omogućuje da se ostvari razdvojeni pogon vodova i kućnih transformatora eventualno potrebnim sekcioniranjem, te pogon jedne sekcije uz neraspoloživost druge sabirničke sekcije.

Cjelokupno električno i građevinsko rješenje obnove i dogradnje, te kapacitiranje pojedinih sekundarnih, općih i pomoćnih podsustava, projektiranjem obnove i dogradnje riješiti će se tako da omogući izgradnju i pogon konačne veličine izgradnje.



Slika 2. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo - osnovna shema

## 7. OPTEREĆENJA U KRATKOM SPOJU I NORMALNOM POGONU

Strujna opterećenja u kratkom spoju i trajne struje opterećenja, prema kojima treba dimenzionirati obnovljeno i dograđeno postrojenje, svu primarnu opremu, te prekidač, zemljovode i uzemljivač TS Ernestinovo, iznesena su u tablici 2.

Tablica 2. Opterećenja TS Ernestinovo u kratkom spoju i normalnom pogonu

Postrojenje:	400 kV	220 kV*		110 kV	35 kV*
		sabirn.	polja		
<i>Struje kratkog spoja (kA):</i>					
- udarna struja	100	100	62,5	100	40
- početna trolejna struja	40	40	25	40	16
- termička struja/1s	40	40	25	40	16
<i>Struje zemljovodima i uzemljivačem (kA):</i>					
- najveća struja zemljovodom	38*	38	38	37,6*	0,9
- najveća struja uzemljivačem/0.2s			23,8*		
<i>Izabrani prekidač:</i>					
- rasklopna struja (kA)	40		25	40+	16
- nazivna struja (A)	2000		1250	2000	800
<i>Strujna opteretivost (A):</i>					
- sabirnice	4000*	4000		2000	800
- transformator 300 MVA (+20%)	520			1890	
- transformator 400 MVA* (+20%)	693		1260		
- prigušnica 100 Mvar*				525	
- transformator 100 Mvar*					19,8
- vod 2xAl/Č 490/65	1960				
- vod Al/Č 360/57			800		
- vod Al/Č 240/40				645	
- vod Al/Č 120/20					410

\* / promjena u odnosu na izvorni projekt TS Ernestinovo

+ / s mogućnošću sinhronog sklapanja u polju prigušnice 100 Mvar

## 8. POLAZIŠTA ZA OBNOVU I DOGRADNJU TS ERNESTINOVO

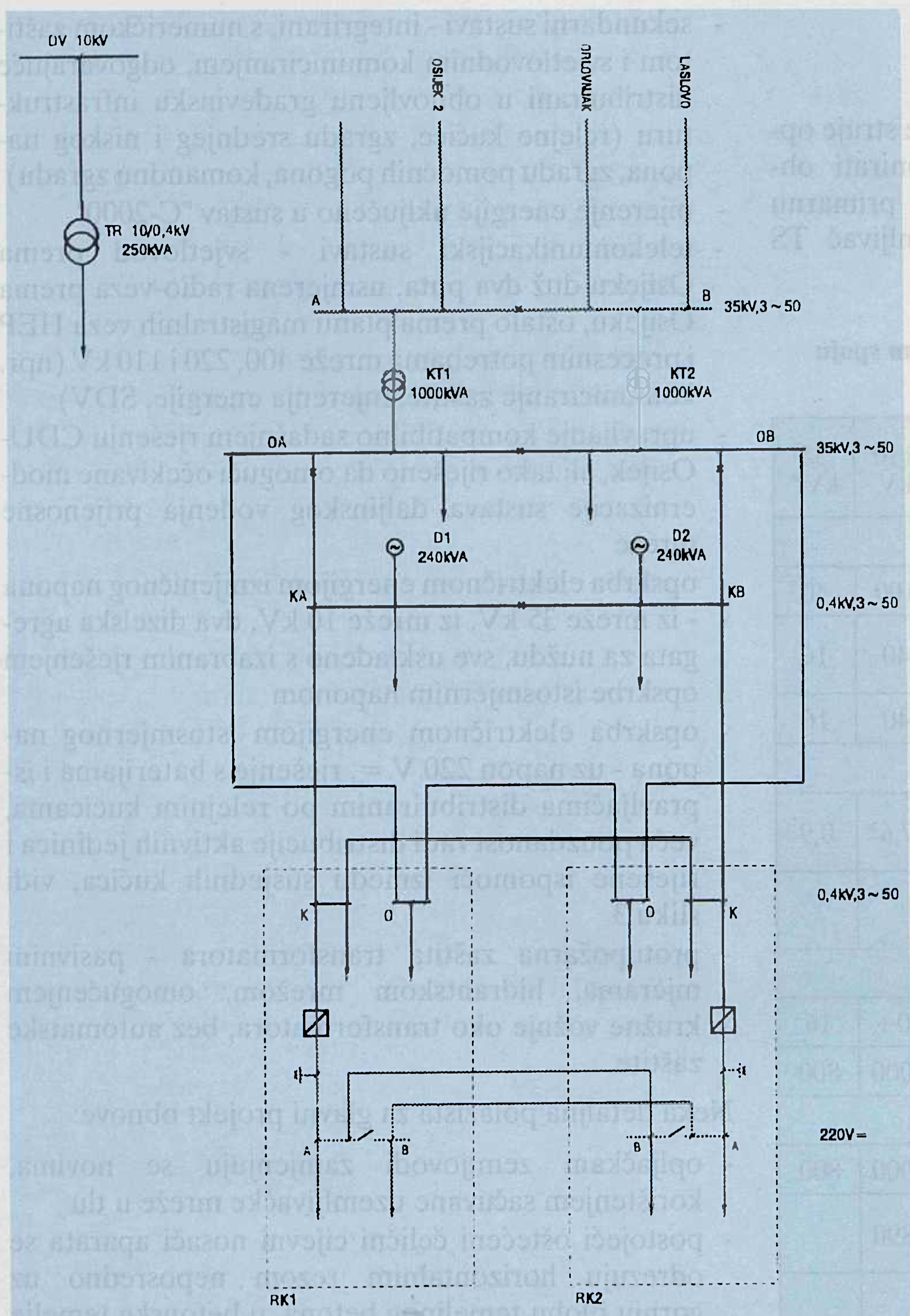
Glavna polazišta pri projektiranju obnove utvrđena su kako sljedeći:

- osnovna shema, prostorna dispozicijska i elektromontažna rješenja, građevinski i opći dio - prema toč. 5, 6. i 7. ovdje, uz što veće iskorištenje stanja koje je bilo prije rata 1991./92. godine

- sekundarni sustavi - integrirani, s numeričkom zaštitom i svjetlovodnim komuniciranjem, odgovarajuće distribuirani u obnovljenu građevinsku infrastrukturu (relejne kućice, zgradu srednjeg i niskog napona, zgradu pomoćnih pogona, komandnu zgradu)
- mjerenje energije uključeno u sustav "C-2000"
- telekomunikacijski sustavi - svjetlovod prema Osijeku duž dva puta, usmjerena radio-veza prema Osijeku, ostalo prema planu magistralnih veza HEP i procesnim potrebama mreže 400, 220 i 110 kV (npr. komuniciranje zaštite, mjerenja energije, SDV)
- upravljanje kompatibilno sadašnjem rješenju CDU-Osijek, ali tako riješeno da omogući očekivane modernizacije sustava daljinskog vođenja prijenosne mreže
- opskrba električnom energijom izmjeničnog napona - iz mreže 35 kV, iz mreže 10 kV, dva dizelska agregata za nuždu, sve usklađeno s izabranim rješenjem opskrbe istosmjernim naponom
- opskrba električnom energijom istosmjernog napona - uz napon 220 V =, rješenje s baterijama i ispravljačima distribuiranim po relejnim kućicama, veća pouzdanost radi distribucije aktivnih jedinica i riješene ispomoći između susjednih kućica, vidi sliku 3
- protupožarna zaštita transformatora - pasivnim mjerama, hidrantskom mrežom, omogućenjem kružne vožnje oko transformatora, bez automatske zaštite.

Neka detaljna polazišta za glavni projekt obnove:

- opljačkani zemljovodi zamjenjuju se novima, korištenjem sačuvane uzemljivačke mreže u tlu
- postojeći oštećeni čelični cijevni nosači aparata se odrezuju horizontalnim rezom neposredno uz gornju plohu temeljnog betona, u betonske temelje bušenjem i pouzdanim/trajnim vezanjem upuštaju se temeljni vijci prema rasporedu za temeljne ploče novih cijevnih pocinčanih nosača aparata
- novi nosači aparata smještaju se na sjecištima tlocrtnih simetrala postojećih temelja, a u nacrtanom prostoru oblikuju se tako da omoguće potrebno nošenje izabrane nove opreme
- glavne sabirničke vodiče u vanjskim postrojenjima izvesti cijevno, izborom dimenzija i konstrukcije tako kako je proizašlo nakon iskustva pri rekonstrukciji sabirnice u TS 400/110 kV Tumbri
- zaštita čelične konstrukcije od korozije: u najvećoj mjeri pocinčavanjem
- spojni vodiči u poljima:
  - a) užadni - svi kratki, po uzdužnoj simetrali oblikovani i na prekidače i rastavljače priključeni vodiči
  - b) cijevni - dugi i isključivo po uzdužnoj simetrali ravni vodiči (cijevi se moraju montirati tako da pouzdano ne traže nikakvo uzdužno oblikovanje, već samo rezanje na potrebnu ravnu duljinu)
- prekidači - sumporheksafluoridni



Slika 3. Obnova i dogradnja TS 400/110 kV Ernestinovo – principna shema opskrbe električnom energijom

- rastavljači - s elektromotornim pogonom uz izmjenični napon
- unutrašnje postrojenje 35 kV riješiti s izvlačnim vakuumskim prekidačima u predfabriciranim ćelijama.

Za izvedbeni projekt raskrčivanja i zbrinjavanja otpada podloge će se utvrditi tek nakon osiguranja slobodnog i sigurnog operativnog pristupa TS Ernestinovo, razminiranja, te detaljnim uvidom i potrebnim ekspertnim ispitivanjima utvrđenog stvarno zatečenog stanja pojedinih građevinskih i konstrukcijskih objekata i elemenata. Projekt treba biti sukladan s rješenjima u projektu obnove i dogradnje.

Osnovna polazišta projektu dogradnje TS Ernestinovo:

- adekvatna primjena svih osnovnih i detaljnih polazišta iznesenih za projekt obnove
- dispozicijski produljiti četiri uzdužne prometnice prema istoku i osi sabirnica

- geometrijski raspored glavnih i pomoćnih sabirnica dimenzionirati za nazivni napon 400 kV
- korak polja prema istoku nastaviti u stepenicama od 21 metar, počevši od preuređenog SP 400 kV GS-GS, tako da je na svakom uzdužnom - pa i početno nekorištenom - mjestu moguća ugradnja polja 400 kV
- u postrojenje 220 kV ugraditi sabirničke potporne izolatore i sabirničke rastavljače nazivnog napona 400 kV, a ostala oprema tog postrojenja je nazivnog napona 220 kV.

## 9. STUDIJE I VEZANI PROJEKTI

Istodobno s projektiranjem obnove i dogradnje TS Ernestinovo potrebno je načiniti tehničku dokumentaciju koja će omogućiti ukupno sagledavanje obnove i dogradnje TS Ernestinovo, i tvoriti podlogu za izbor konačnih-izvedbenih rješenja:

1. Studija predvidivog razvoja prijenosne mreže na području istočne Hrvatske:
  - polazna mreža 400 i 220 kV i sagledivo mogući razvoj
  - prihvatljivost konačne veličine izgradnje TS Ernestinovo
  - prihvatljivost regulacijskih transformatora u TS Ernestinovo
  - prihvatljivost prigušnice 100 Mvar, 110 kV.
2. Projekt raspleta vodova oko TS Ernestinovo, u interakciji s projektiranjem obnove i dogradnje TS Ernestinovo, jer može imati reperkusija i na konačno dispozicijsko rješenje obnove i dogradnje.
3. Studija uzemljivača TS Ernestinovo.
4. Studija prenaponske zaštite TS Ernestinovo, radi kontrole prenaponske sigurnosti projektiranih rješenja i izabranih parametara opreme.
5. Geodetski i geomehanički snimak lokacije predviđene za dogradnju TS Ernestinovo.

## 10. ZAKLJUČAK

Nakon ratnih razaranja i pljačke TS Ernestinovo u razdoblju od 1991./92. godine, praktički je ostao ušćuvan tlocrt, elementi objekta na i u tlu, dosta oštećene građevine s posve devastiranom unutrašnjošću i rasplet vodova 400, 110 i 35 kV opet s velikim brojem oštećenih ili posve uništenih stupova. Obnovu i dogradnju TS Ernestinovo valjalo je zasnovati tako da se u najvećoj mogućoj mjeri iskoristi to što je ušćevano (cijeni se 15% vrijednosti novog objekta).

Četvrt stoljeća poslije početne izgradnje, praktički je sva primarna oprema izmijenjena u pogledu fizikalnih i geometrijskih parametara, a u sekundarnoj opremi došlo je do potpune tehnološke preobrazbe (integri-rani sustavi uz komunikaciju svjetlovodima). Time je rješavanje obnove i dogradnje TS Ernestinovo podvr-gavano trima ciljevima: poštovanje zatečenog, uvažavanje pouka iz dosadašnjeg korištenja, primjena recentnih tehničkih rješenja.

#### LITERATURA

- [1] Glavni projekt TS 400/110 kV Ernestinovo, električni i građevinski dio. Elektroprojekt-Zagreb, 1974-1980.
- [2] M. KALEA: "Pogonsko iskustvo u korištenju TS 400/110 kV Ernestinovo". Osijek, 1993.
- [3] Izvješće Stručne grupe o izvršenom pregledu TS 400/110 kV Ernestinovo od 06. 06. 1997. godine s prilogom M. Ka-lea od 12. 06. 1997. godine
- [4] Idejno rješenje TS 220/110 kV Krndija, električni i građevinski dio. Elektroprojekt-Zagreb, 1996.
- [5] Studije kratkog spoja prijenosne mreže HEP za godine 1995. i 2000. IZEE-Zagreb, 1992.
- [6] Rasplet vodova oko TS 380/110 kV Ernestinovo - kori-dori na području općine Osijek, Dalekovod-Zagreb, 1976.
- [7] TS 400/110 kV Ernestinovo - rekonstrukcija postrojenja 30 kV. Elektroprojekt-Zagreb, 1983.
- [8] Studija o mogućim scenarijima razvoja HEP-a do 2010. godine. IZE-Zagreb, 1991.
- [9] Predstudija o dugoročnom razvoju veleprijenosne 400 i 220 kV mreže. IZEE-Zagreb, 1996.

#### BASIC REFURBISHMENT AND ANNEXE OF TS 400/110 kV ERNESTINOVO

The paper presents the state of the 400/110 kV Ernestinovo TS before the war, i.e. in 1991/1992, the war destruction and devastation in the period from 1991 to 1997, as well as the basic concept of its refurbishment and annexe so that it could be used again within the Croatian electricity supply company's transmission network.

#### GRUNDMASSNAHMEN BEI DER ERNEUERUNG UND BEIM ANBAU DES 400/110 kV UMSPANNWERKES "ERNESTINOVO"

Dargestellt wurde der Zustand des Umspannwerkes "Ernestinovo" vor dem Kriege in Jahren 1991/92 und nach der Zerstörung und Plünderung in der Zeitspanne 1991-97 sowie die Gründe der Lösung ihres Aus- und Anbaus, zwecks neuer Inbetriebnahme innerhalb des Übertra-gungsnetzes der Kroatischen Elektrizitätswirtschaft.

Naslov pisca:

**Marijan Kalea, dipl. ing.**  
**HEP-Prijenosno poduzeće, Osijek**  
**Šetalište kardinala Šepera 1a**  
**31000 Osijek, Hrvatska**

Uredništvo primilo rukopis:  
 2000-03-23.