

Davor Stanko  
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.  
[davor.stanko@hep.hr](mailto:davor.stanko@hep.hr)

Lucija Petković  
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.  
[lucija.petkovic@hep.hr](mailto:lucija.petkovic@hep.hr)

Dinko Kancijan  
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.  
[dinko.kancijan@hep.hr](mailto:dinko.kancijan@hep.hr)

Igor Đurić  
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.  
[igor.duric@hep.hr](mailto:igor.duric@hep.hr)

Mladen Nujić  
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.  
[mladen.nujic@hep.hr](mailto:mladen.nujic@hep.hr)

## TS 110/35/20/10(20) KV PRELOG – SLOŽENA REKONSTRUKCIJA I PRIJELAZ NA 20 KV

### SAŽETAK

Na području napajanja transformatorske stanice TS 110/35/10(20) kV Prelog, od 2015. bilježimo porast opterećenja kao posljedicu razvoja industrije i poduzetništva. Najave novih većih tereta su ubrzale projektnu pripremu rekonstrukcije dotrajale TS 110/35/10 kV Prelog i usmjerile tehničko rješenje rekonstrukcije prema uvođenju izrane transformacije i prijelazu na 20 kV.

Upravljanje portfeljom postojećih TS 110/35/10 kV u smislu pravodobne rekonstrukcije usklađene sa strateškim ciljevima razvoja elektrodistribucijske mreže je značajan dio aktivnosti upravljanja imovinom u HEP ODS-u. Namjera rada je predstaviti iskustva iz faze pripreme i realizacije tehničkog rješenja rekonstrukcije koje se temelji na zamjeni jednog TR 110/35 kV sa transformatorom 110/10(20) kV.

**Ključne riječi:** Transformatorska stanica 110/35/10(20) kV, rekonstrukcija SN postrojenja, prijelaz na 20 kV

## ZONE SUBSTATION 110/35/20/10(20) KV PRELOG – RECONSTRUCTION PROJECT AND 20 KV TRANSITION

### SUMMARY

Prelog town and neighbouring area, since 2015. is facing medium increase of power consumption, mostly due to medium industry and bussiness development. Forecasting stronger rise of power consumption led towards change in overall technical approach to reconstruction project, and sped up 20 kV supply voltage transition.

Managing portfolio of existing SS 110/35/10 kV so that refurbishment and reconstruction projects are timed in sync with consumption demands is vital and important part of Asset management in HEP ODS (DSO). In following paper, we aim to present some of the strongpoints and practical experiences from of our reconstruction project that is technically based on replacement of one TR 110/35 with TR 110/10(20) kV

**Key words:** Zone substation 110/35/10(20) kV, MV reconstruction, 20 kV transition

## 1. UVOD

### 1.1. Transformatorska stanica TS 110/35/10 kV Prelog – stanje 2015. na početku pripreme rekonstrukcije

Transformatorska stanica TS 110/35/10 kV Prelog je smještena na rubu grada Preloga. U nadležnosti HEP ODS su srednjonaponska postrojenja 35 kV i 10 kV i transformacija 35/10 kV (2x 8MVA). U zgradi TS 35/10 kV Prelog (izgrađena 1962.) su odvojeni prostori za smještaj 35 i 10 kV postrojenja i prostor za smještaj sekundarne opreme. Postrojenje MTU je izdvojeno u vlastitom manjem objektu. U nastavku platoa smješteno je vanjsko 110 kV rasklopno postrojenje i energetski transformatori 110/35 kV (22,5 + 40 MVA). Sekundarna oprema 110 kV postrojenja smještena je u vlastitoj zgradi uz 110 kV postrojenje. Postrojenje 110 kV i transformacija 110/35 kV su pušteni u pogon 1987 [2].

Postrojenje 35 kV sa dalekovodima prema TS 35/10 kV Dekanovec, Ivanovec, Kotoriba i Donji Kraljevec je glavni izvor napajanja za istočni dio Međimurja i važan dio 35 kV mreže za čitavo područje Međimurja. Postrojenje 10 kV napaja korisnike na području grada i prstena okolnih naselja, uz povoljnu okolnost da se glavina novog tereta planira (očekuje) u poslovnim zonama u neposrednom susjedstvu transformatorske stanice.

Polja srednjonaponskog postrojenja su izvedena kao klasične zidane zrakom izolirane ćelije s pojedinačnom primarnom opremom, od puštanja u pogon (1962.) dijelovi opreme su zamijenjeni kroz redovito održavanje. Iako ukupno dobro održavani ipak većina elemenata primarne i sekundarne opreme dolazi kraju životnog vijeka. Među dotrajalom opremom treba izdvojiti sekundarne podsustave (relejna zaštita elektrostatičke i elektromehaničke izvedbe, daljinska stanica za daljinsko vođenje) koji ne zadovoljavaju zahtjeve modernog vođenja pogona. Zbog značaja SN postrojenja, dotrajalosti, ali i prostornih ograničenja (nemogućnost proširenja 10 kV postrojenja) - rekonstrukcija i obnova transformatorske stanice je predviđena Studijom razvoja elektrodistribucijske mreže Elektre Čakovec [2]. Studijom predloženo tehničko rješenje obnove SN postrojenja planirano je nakon 2010. (zamjena 10 kV postrojenja) i oko 2020. (zamjena energetskih transformatora 2x 8 MVA).

### 1.2. Značajke opterećenja i trendovi promjene tereta

U pogonskom smislu transformatorska stanica TS 110/35/10 kV Prelog je važna pojna točka i rasklopno postrojenje SN mreže. Promjena opterećenja je dobro dokumentirana kroz razdoblje od 2010. godine počevši sa studijom razvoja [2].

Tablica 1. Scenarij porasta opterećenja u transformatorskim stanicama Elektre Čakovec [2]  
(0.godina je 2010. – 20.godina je 2030. )

Transformatorska stanica	Godina razdoblja planiranja				
	0	5	10	15	20
TS 110/35 kV TROKUT	38,4	44,5	49,4	55,3	61,7
TS 35/10 kV TROKUT	11,6	13,0	14,2	15,5	16,8
TS 35/10 kV PARK	12,2	12,5	13,3	14,1	14,7
TS 35/10 kV ISTOK		5,3	5,8	6,2	6,6
TS 35/10 kV IVANOVEC	7,2	6,2	7,0	8,1	9,2
TS 35/10 kV ŠENKOVEC	5,4	6,2	6,9	8,3	9,7
TS 35/10 kV MURSKO SREDIŠĆE	5,1	5,8	6,9	8,1	9,7
TS 35/10 kV ŽELEZNA GORA	2,6	2,8	3,3	4,0	5,1
TS 110/35 kV PRELOG	17,9	20,4	23,8	27,2	30,6
TS 35/10 kV PRELOG	7,3	9,4	11,0	12,5	13,9
TS 35/10 kV DEKANOVEC	4,4	4,2	4,9	6,0	7,2
TS 35/10 kV KOTORIBA	4,3	4,8	5,8	6,5	7,0
TS 35/10 kV DONJI KRALJEVEC	3,7	4	4,4	4,9	5,5

Porast tereta prati predviđeni scenarij, tako su 2015. – 2020. zabilježeni podaci o vršnim teretima prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Zabilježeni vršni tereti (izvor: baza podataka aplikacije planiranje razvoja)

Redni broj	Godina	TR 110/35 kV (MVA)	TR 35/10 kV (MVA)	Napomena
1.	2015.	27,5*	8,2	*izvanredno pog.stanje
2.	2016.	19,2	14,5*	*izvanredno pog.stanje
3.	2017.	19,8	10,5	
4.	2018.	20,0	10,3	
5.	2019.	30,9*	11,4	* izvanredno pog.stanje
6.	2020.	29,5*	9,8	

Važna pogonska okolnost koja je uvažena u oblikovanju revidiranog tehničkog rješenja rekonstrukcije je da se preko 70% postojećeg i preko 70% novog tereta očekuje u poslovnim zonama na području grada Preloga, odnosno da novi tereti mogu biti napajani postojećim izvodima KB 10(20) kV Sjever, Prelog, Phonoplast i novim KB izvodima prema potrebi. Iako je studijom razvoja za područje Preloga predviđen prijelaz na 20 kV pri kraju studijskog horizonta, temeljem revidirane analize ubrzana je priprema prijelaza na 20 kV na području Preloga.

## 2. TEHNIČKA RJEŠENJA, TIJEK REKONSTRUKCIJE I PRIKUPLJENA ISKUSTVA

### 2.1. Zamjena energetskog transformatora 110/35 kV sa transformatorom 110/10(20) kV

Studijom razvoja [2] je predviđeno tehničko rješenje postupne zamjene SN postrojenja, u prvoj fazi sa zamjenom i proširenjem 10(20) kV postrojenja, zatim zamjena transformatora i u konačnici zamjena 35 kV postrojenja. Takvo rješenje bi odgovaralo za spori porast tereta i vrlo sporu dinamiku prijelaza na 20 kV.

Tim Elektre Čakovec je u razdoblju 2013 – 2015. prepoznao trendove porasta tereta iznad studijom predviđenog scenarija – stoga je pokrenuta dodatna analiza u vrlo uspješnoj formi ograničene studije razvoja samo područja napajanja TS 110/35/10(20) kV Prelog pod nazivom: Elaborat optimalnog tehničkog rješenja rekonstrukcije (EOTRR, u daljem tekstu Elaborat) [1]. Cilj elaborata je analiza tehničkih i pogonskih okolnosti sa izradom prijedoga optimalnog tehničkog rješenja rekonstrukcije u uvjetima:

- 1) ubrzani i pojačani porast tereta na naponskoj razini 10(20) kV u odnosu na studijski scenarij
- 2) potreba zadržavanja dijela 35 kV postrojenja,
- 3) potrebe povećanja iskoristivosti postojećih elemenata elektrodistribucijske mreže
- 4) potrebe fazne provedbe rekonstrukcije transformatorske stanice i SN mreže (zbog brzine i finansijskih ograničenja)
- 5) usklađenosti sa strateškim ciljevima razvoja

Elaborat [1] je predložio dvije varijante tehničkog rješenja rekonstrukcije. U obrazloženju razvojnog potencijala pojedine varijante tehničkog rješenja, analizirano je kako pojedina varijanta odgovara na perspektivu porasta tereta u godinama nakon rekonstrukcije, te zahtjevi održavanja i usklađenost sa ciljevima strateškog razvoja. Usporedba osnovnih elemenata tehničkog rješenja predstavljena je u tabl.3.

U raspravi nakon dovršetka elaborata, zaključeno je da varijanta 2 (rekonstrukcija sa ugradnjom izravne transformacije) uz približno iste troškove u početnoj fazi ulaganja ima važne prednosti:

- 1) veći razvojni potencijal
- 2) fokusira razvoj na mrežu 10 kV i pripremu prijelaza na 20 kV (financijski i tehnički)
- 3) smanjuje značaj i udio dotrajale 35 kV mreže
- 4) pokreće transformaciju SN mreže i promjenu gledišta u Elektri Čakovec

Tablica 3. Usporedba osnovnih elemenata tehničkih rješenja

Redni broj	Element postrojenja	VARIJANTA 1	VARIJANTA 2	Napomena
1.	<b>TP 110 kV</b>	-	Obnova, prilagodba	VAR2 stvara preduvjete za unaprijeđenje znanja i vještina u području vođenja, USZMR, održavanja i komunikacije s HOPS
2.	<b>TR 110/35 kV</b>	zadržava se 2x TR 110/35 kV	jedan TR 110/35 kV se mijenja sa TR 110/10(20) kV	VAR2 stvara preduvjete za napajanje tereta većih od 16 MVA na 10(20) kV i pogon s manjim gubicima
3.	<b>TR 35/10(20) kV</b>	zamjena oba TR i povećanje snage do max 2x 16 MVA	zamjena jednog TR do max 16 MVA	VAR1 omogućuje pouzdano napajanje do 16 MVA na 10(20) kV, nakon čega se treba pokrenuti ugradnja izravne transformacije
4.	<b>MTR 20/10 kV i MTR 35/20 kV</b>	ugradnja međutransformacije 16 MVA 20/10 kV	ugradnja međutransformacije 16 MVA 35/20 kV	VAR1 treba dodatne temelje za MTR 20/10 kV, u VAR2 se koristi postojeći temelj jednog TR 35/10 kV
5.	<b>postrojenje 35 kV</b>	obnova postojećeg	obnova i smanjenje	VAR2 usmjerena ostvarenju strateškog cilja
6.	<b>postrojenje 10(20) kV</b>	obnova postojećeg s ograničenom mogućnosti proširenja	obnova i proširenje	VAR2 omogućuje proširenje 10(20) kV postrojenja sukladno povećanim potrebama korisnika
7.	<b>zgrada</b>	obnova i proširenje	obnova i proširenje	u istom opsegu proširenja zgrade VAR2 omogućuje veći prostor za postrojenje 10(20) kV
8.	<b>mreža 35 kV</b>	zadržavanje i obnova	obnova manjeg dijela	VAR2 usmjerena ostvarenju strateškog cilja
9.	<b>mreža 10 kV</b>	obnova i proširenje	obnova i proširenje	
10.	<b>prijelaz na 20 kV</b>	umjerena dinamika	ubrzana dinamika	VAR2 stvara preduvjete za ostvarenje strateškog cilja

Sukladno zaključku rasprave, nastavljena je projektna razrada (2017. - dovršen projekt zadatak za glavni projekt, 2018. - dovršen glavni projekt [5], 2019. – građevinska dozvola i JN), ugovaranje i realizacija projekta. Rekonstrukcija je dovršena krajem 2022. godine i SN postrojenja su puštena u pokusni rad.

Tijekom 2019. je započela pojačana priprema dijela mreže na području grada Preloga za prijelaz na pogonski napon 20 kV. Stanje mreže i dinamika potrebnih ulaganja su vrlo detaljno razrađeni u dokumentu „Osnovna podloga investicijske aktivnosti – prijelaz područja TS 110/35/10(20) kV Prelog na 20 kV“ (aktualna verzija 2.4. od veljače 2023.) [6]. Prioritet pripreme za prijelaz na 20 kV imaju 4 izvoda iz TS 110/35/10(20) kV Prelog koji će napajati kućanstva i poslovne korisnike na području Preloga. Zbog zahtjevnih poslovnih okolnosti u razdoblju 2020. – 2022. i financijskih ograničenja u 2023. operativna provedba prijelaza je prolongirana u 2024. godinu. Prema vršnim opterećenjima se procjenjuje da će sekcija 1 na 20 kV napajati preko 11 MVA postojećih tereta.

## 2.2. Elektrotehnički dio projekta rekonstrukcije

Elektrotehnički dio projekta rekonstrukcije obuhvatio je:

- zamjenu primarne opreme 35 kV i 10(20) kV s pripadajućom relejnom zaštitom
- zamjenu AC i DC razvoda te SDV
- izgradnju novoga MTU postrojenja 20 kV
- zamjenu transformatora TR2 110/35 kV, 22 MVA transformatorom 110/10(20) kV, 20 MVA
- ugradnju novog transformatora 35/10(20) kV 16 MVA
- ugradnju opreme za uzemljenje neutralne točka 10(20) kV i 35 kV mreže

Srednjonaponska postrojenja 35 kV i 10(20) kV izvedena su samostojećim sklopnim modulima u plinonepropusnom kućištu izoliranim plinom, s ugrađenim terminalima polja (zaštita, mjerenje, upravljanje). Blokovi su međusobno povezani izoliranim sabirnicama. Postrojenja su sastavljena od:

- a) 35 kV – jedna sekcija sabirnica 1250 A / 10 polja: 1xTP 110/35; 2xTP 35/10(20); 5xVP; 1xMP; 1xMTU
- b) 10(20) kV – dvije sekcije sabirnica 1250 A / 13+13 polja: 1x TP 110/20(10); 2x TP 35/10(20); 15x VP; 2x SP; 2x MP; 2x KT; 2x kompenzacija

Postrojenje 35 kV izvedeno je za mogućnost prihvata transformatora 110/35 kV 40 MVA, dok postrojenje 10(20) kV može prihvatiti transformatore 110/10(20) kV 2x 20 MVA (@10 kV), odnosno 2x 40 MVA (@20 kV). Za smještaj postrojena 35 kV i kompenzacije iskorišten je adaptirani prostor nekadašnjega 10 kV postrojenja (Slika 6.), dok je postrojenje 10(20) kV smješteno u novi aneks zgrade (Slika 7.). Tijekom rekonstrukcije uzet je u obzir aktualni postupak priključenja pa je uz postrojenje 35 kV (Slika 8.) ostavljen prostor za dogradnju susretnoga postrojenja za priključenje proizvođača.



Slike 6. i 7. TS 110/35/10(20) kV Prelog izvedeno stanje – pogledi na staro i novo postrojenje 10(20) kV



Slike 8. i 9. TS 110/35/10(20) kV Prelog izvedeno stanje – pogledi na nova postrojenja 35 kV i MTU

Uzemljenje neutralne točke 10(20) kV mreže izvedeno je paralelnim spojem maloohmskog otpornika i prigušnice za djelomičnu kompenzaciju. S obzirom da transformatori TR2 110/10(20) kV 20 MVA i TR3 35/10(20) kV 16 MVA ne mogu biti u paralelnom pogonu, uzemljenje će biti zajedničko za TR2 110/10(20) kV 20 MVA i TR3 35/10(20) kV 16 MVA.

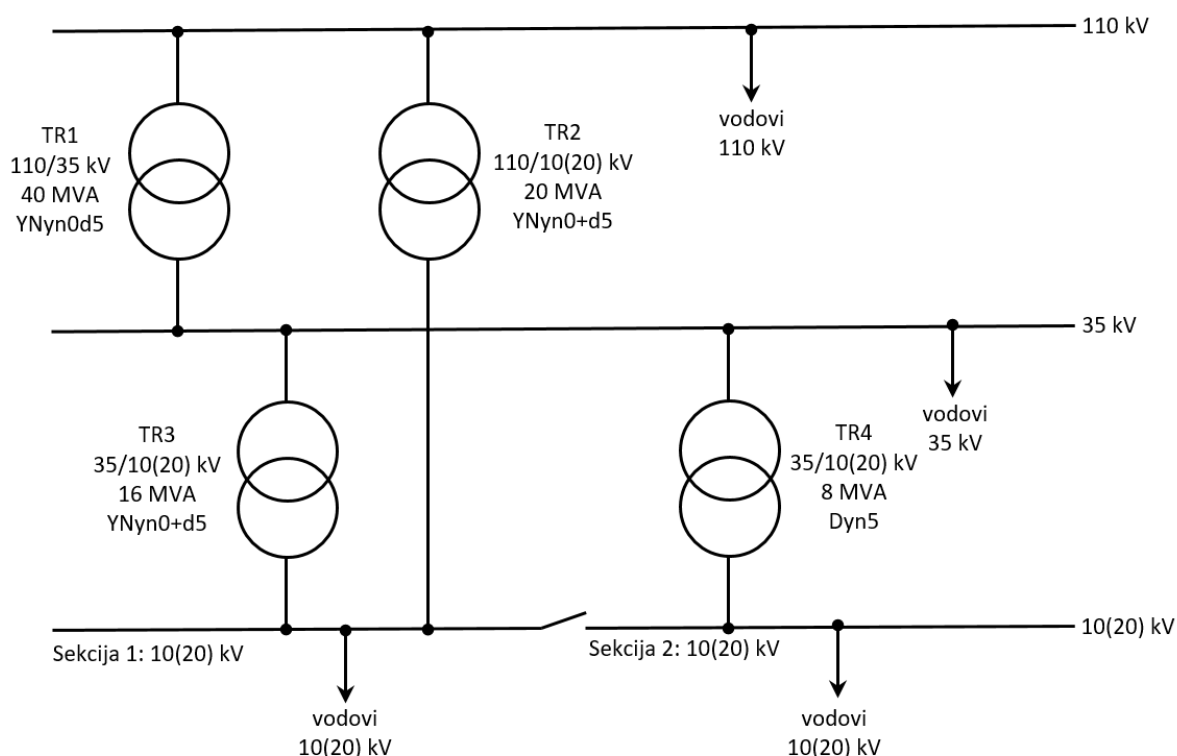
Naponske razine 35 kV i 10 kV MTU signalom pokriva postojeće postrojenje MTU1 35 kV, 200 kVA. Naponsku razinu 10(20) kV u izravnoj transformaciji (sekcija 1) MTU signalom pokriva novo postrojenje MTU2 20 kV, 200 kVA. Novo postrojenje koristi komunikacijske puteve i upravljačku automatiku

postojećega postrojenja MTU1. Oba postrojenja smještena su u prostoru bivšega 35 kV postrojenja (Slika 9.).

Rekonstruirani istosmjerni razvod za upravljanje i napajanje zaštite, signalizacije, elektromotornih pogona, te hermetički zatvorenih suhih baterija napona je 110 V=. Za napajanje kontrolno-komunikacijskoga uređaja, komunikacijske opreme i sl. predviđeno je besprekidno napajanje 230 V~, 50 Hz, na način da se iz DC razvoda 110 V= napaja DC/AC pretvarač 110 VDC/230 V~, 50 Hz. Smještaj razvoda je aneksu zgrade (Slika 7.). Kod projektiranja i izvedbe rekonstrukcije izmjeničnoga razvoda uzete su u obzir potrebe ODS-a i HOPS-a kao korisnika mreže na niskom naponu.

Transformatorska stanica uvedena je u SDV i pod nadzorom je iz Centra vođenja Elektre Čakovec. Smještaj opreme za SDV je uz opremu DC razvoda.

Da bi se tijekom rekonstrukcije osigurao kontinuitet opskrbe korisnika mreže posebna pozornost posvećena je usklađivanju građevinskih i elektromontažnih zahvata s raspoloživošću pojedinih elemenata postrojenja i mreže. Dogradnjom zgrade u prvom je koraku stvoren uvjet za ugradnju i pogon novoga postrojenja 10(20) kV te ormara s novim AC i DC razvodima, zaštitom TR2 i opremom za SDV. Prespajanjem 10 kV vodova na novo postrojenje 10(20) kV oslobađa se prostor u starom dijelu zgrade, započinje demontaža staroga 10 kV postrojenja i adaptacija prostora za prihvata novoga postrojenja 35 kV i kompenzacije. S obzirom da se u istom dijelu zgrade nalazio i dio staroga 35 kV postrojenja, da bi se osigurao kontinuitet građevinskih radova dio 35 kV postrojenja prespaja se u privremeno kontejnersko postrojenje 35 kV. Nakon adaptacije prostora, ugradnje i pogona novoga 35 kV postrojenja te prespajanja 35 kV vodova na njega, stvoreni su uvjeti za isključenje i demontažu ostatka 35 kV postrojenja u trećem prostoru zgrade kao i prestanak potrebe za privremenim 35 kV postrojenjem. Po adaptaciji trećega prostora u njega se smještaju oba MTU postrojenja s upravljačkom automatikom.



Slika 8. TS 110/35/10(20) kV Prelog izvedeno stanje – načelna jednopolna shema

Nakon završene rekonstrukcije redovno uklopno stanje distribucijske mreže je:

- a) Sabirnice 35 kV napajaju se iz TR1.
- b) Sabirnice 10(20) kV – sekcija 1 na naponu 10 kV napajaju se iz TR2: područje Preloga u pripremi za prijelaz na 20 kV. Spojno polje je isključeno.

- c) Sabirnice 10(20) kV – sekcija 2 na naponu 10 kV napajaju se iz TR4: zbog različite grupe spoja napaja se konzum periferije područja TS Prelog i ostvaruje se veza prema okolnim TS 35/10 kV.
- d) TR3 je u pričuvi.

### 2.3. Građevinski dio projekta rekonstrukcije

Građevinski dio projekta rekonstrukcije je bio zahtjevan jer se radi o zgradi starijeg godišta i promjeni tehničkih rješenja postrojenja i transformacije. Tijekom rekonstrukcije su prikupljena korisna iskustva koja će koristiti u pripremi sličnih složenih rekonstrukcija. Kako smo uvodno naveli transformatorska stanica TS 35/10(20) kV Prelog (T04) građena je 1961 - 1962. godine (Građevinska dozvola broj: 05-736/1-1961. Prelog, od 17. svibnja 1961. i uporabna dozvola broj: 04/3-2876/1-1962. Reg. Br. 5/63, Čakovec od 25. svibnja 1963. godine). Godine 1978. provedena je dogradnja zgrade zbog potreba tadašnjih SN postrojenja. Zgrada transformatorske stanice je samostojeći zidani objekt s uređenim prizemljem. Postoje odvojeni prostori za smještaj primarne opreme 35 i 10 kV postrojenja međusobno povezani hodnikom te prostorija za sekundarnu opremu. Na lokaciji transformatorske stanice, u zasebnoj zidanoj kućici, smješteno je postrojenje za injektiranje MTU signala na naponskoj razini 35 kV.

Građevinski radovi na rekonstrukciji TS Prelog mogu se grupirati u tri cjeline:

- 1) rekonstrukcija i dogradnja zgrade transformatorske stanice,
- 2) izrada platoa s temeljima transformatora, prigušnica i otpornika s pripadajućom zauljenom kanalizacijom,
- 3) izrada prometnice.



Slika 1 i 2. TS 110/35/10 kV Prelog – stanje prije rekonstrukcije

Rekonstrukcijom postojeće zgrade je obuhvaćena i dogradnja sa sjeverne strane postojeće zgrade, zbog stvaranja prostora za proširenje 10(20) kV postrojenja. Temeljenje je prema geomehaničkom elaboratu, propisano na drugom sloju od građiranog šljunka na dubini 2,1m. Zgrada trafostanice je ukopana u odnosu na okolni teren do dubine prema nacrtima unutar granica propisanih geotehničkim elaboratom, a tlo loših svojstava zamijenjeno šljunčanim materijalom do dubine -2,1 m koji je zbijen na traženu vrijednost. Temeljenje nove zgrade izvedeno je na temeljnoj ploči debljine 25 cm, s obodnim armiranobetonskim zidovima do kote poda prizemlja, tj. na 12 - 36 cm od kote okolnog terena kako bi se prilagodio postojećem nivou poda prizemlja postojeće zgrade. Komunikacija između nove zgrade i postojećih zgrada je na mjestu otvora na sjevernoj strani postojeće građevine, širine 160 cm. U postojećoj zgradi 35kV postrojenja sve pregrade vodnih polja su srušene i uklonjen je veći dio postojećeg poda, a dodani su kabelski kanali za potrebe novih postrojenja.

Uvažavajući da se radi o objektu iz 1962. godine najveći izazov je bila provedba ojačanja konstrukcije i zidova. Ojačanje postojeće konstrukcije je provedeno u najvećem dijelu temelja koji su ojačani jedan metar ispod temelja i oko postojećeg temelja te vertikalnim stupovima i horizontalnom gredom po postojećim nosivim zidovima (sustav ojačanja temelja zgrade se izvodio u „kampadama“ tako da ne bi došlo do ugroze samog objekta). Ojačanja nosivih zidova su bila potrebna jer postojeći nisu imali niti jedan konstruktivni element u pogledu armirano betonskih vertikalnih stupova i horizontalnih greda. Nosivi zidovi

su ojačani vertikalnim stupovima koji su na kraju povezani u prsten horizontalnom gredom. Rasponi zidova između vertikalnih stupova su povezani i ojačani armaturnom mrežom i ožbukani cementnim mortom. Nakon opsežnih građevinskih radova moglo se pristupiti opremanju i ugradnji elektrenergetskog postrojenja 35 kV i ostale opreme u „stari dio“ zgrade.

Radovi na rekonstrukciji platoa su obuhvatili izradu kablenskog kanala, temelja za transformatore, prigušnice i otpornika te popratnih čeličnih konstrukcija. U sklopu temelja transformatora je izvedena uljna kada u padu sa sabirnim kanalom. Svi elementi su izvedeni od betona klase C30/37 s dodatkom za vodonepropusnost. Volumen uljne kade dimenzioniran je da može primiti sav volumen transformatorskog ulja odjednom uz dodatnu rezervu.



Slika 3 i 4. TS 110/35/10 kV Prelog ojačanje zidova i temelja

Sve čelične konstrukcije i elementi izloženi atmosferilijama su zaštićene vrućim cinčanjem te prikladno uzemljene, također je s uzemljenjem povezana sva armatura. Iz sabirnog kanala uljna odvodnja je kanalizirana do nove uljne jame. Zauljena kanalizacija je izvedena od termootpornih polipropilenskih cijevi, unutarnjeg promjera  $d=160$  mm. Cijevi su položene pod uzdužnim nagibom od 1-2%, vode se preko revizionih i zakretnih šahtova jednom cijevi dalje do uljne jame pozicionirane uz istočnu ogradu parcele, koja se nalazi uz vanjsku cestu. Uljna jama je dimenzionirana za prihvatanje maksimalne količine ulja iz najvećeg transformatora koji je planiran u budućnosti, odnosno transformator snage 16 MVA i dovoljne količine vode za prvu separaciju ulja. Nakon uljne jame voda se provodi kroz separator lakih tekućina koji mora osiguravati pročišćavanje otpadnih voda do graničnih vrijednosti parametara propisanim Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN br. 80/13, 43/14, 27/15 i 03/16) za ispuštanje u sustav javne odvodnje.

Prometna površina je izvedena kao savitljivi asfalt-betonski kolnik s rubnjacima. Odvodnja oborinskih voda s asfaltnih površina predviđena je slivnicima što osigurava uzdužni i poprečni nagib prometnice, te rubnjaci koji omeđuju asfaltnu površinu. Rubnjaci su izvedeni kao predgotovljeni betonski elementi dimenzija 18/24cm, postavljeni u podložni sloj betona C16/20. Na slivnike su ugrađene kišne rešetke dimenzija 40x40 cm. te su spojeni na upojne bunare. Ispred zgrade transformatorske stanice i ispred transformatora osigurana je operativna površina za nesmetan pristup transformatorima, pristup i rad vatrogasnog vozila i povezivanje i pristup na javnu prometnicu.

### 3. ZAKLJUČAK

Rekonstrukcija transformatorske stanice 110/35/10(20) kV Prelog – distribucijski dio složeni je pothvat koji je od pripreme do potpune realizacije trajao od 2016. do 2022. godine. Primijenjeno rješenje s uvođenjem djelomične izravne transformacije uz istovremeno zadržavanje transformacije 110/35 kV omogućava eksploataciju mreže 35 kV do trenutka njezinoga gašenja, uz istovremeni iskorak prema uvođenju tronaponskoga sustava i ubrzanom prijelazu dijela SN mreže na pogonski napon 20 kV. Zbog različitih grupa spojeva transformatora TR2 i TR3 u odnosu na TR4 paralelni pogon sekcija 1 i 2 sabirnica 10(20) kV nije moguć. Iz tog razloga na sekciju 1 spojeno je područje u visokom stupnju pripremljenosti za prijelaz na 20 kV, koncentrirano pretežito u gradu i neposrednoj okolici. Periferno područje, spojeno na sekciju 2, predviđeno je za drugu fazu pripreme prijelaza na 20 kV i u ovom trenutku predstavlja vezu prema drugim TS 35/10 kV. U odnosu na stanje prije rekonstrukcije, ovakvo stanje mreže pred vođenje pogona postavlja nove izazove.





Slika 5. TS 110/35/10 kV Prelog izvedeno stanje – pogled na dio postrojenja za uzemljenje neutralne točke 10(20) kV i 35 kV, energetski transformator TR 35/10(20) kV 16 MVA i transformator TR 35/10 kV 8 MVA

#### 4. LITERATURA

- [1] Cerovečki T., Milković A. "Elaborat optimalnog tehničkog rješenja rekonstrukcije TS 110/35/10(20) kV Prelog (distribucijski dio), IEE d.d., Zagreb, studeni 2016.
- [2] Baričević T., Skok M., Mileta D.: "Razvoj SN mreže za razdoblje narednih 20 godina za distribucijsko područje Elektra Čakovec", studija, EIHP, Zagreb 2010.
- [3] Kancijan D., Srpak D., Cirković S., Mesarić M., Varšić B.: "Projektni zadatak za izradu glavnog projekta rekonstrukcije TS 110/35/10(20) kV Prelog (T04) – distribucijski dio rev 2.1., HEP ODS Elektra Čakovec, Čakovec 2017.
- [4] Baričević T i sur. „Predviđanje trendova potrošnje električne energije i opterećenja distribucijske mreže Hrvatske, studija, EIHP, Zagreb, 2020.
- [5] „Rekonstrukcija transformatorske stanice TS 110/35/10(20) kV Prelog (T04) – distribucijski dio“ glavni projekt br. 2123.17.RSZG Barišić J. (glavni projektant), TELENERG, Zagreb, 2018.
- [6] Kancijan D., Zdravec T: „Osnovna podloga investicijske aktivnosti: Prijelaz područja TS 110/35/10(20) kV Prelog na 20 kV“ ver, 2.4., Elektra Čakovec, 2023.