1. OPŠTA DOKUMENTACIJA

1.1. NASLOVNA STRANA

	1 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA
Investitor:	Serbia Zijin Copper d.o.o. Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija
Objekat:	Transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2 ***Grad Bor*** (KO Krivelj, spisak parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2)
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta:	4 – Elektroenergetske instalacije
Za građenje/izvođenje radova:	Nova gradnja
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 070 Beograd, Srbija
Odgovorno lice projektanta:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Odgovorni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el.
Broj licence:	352I08721
Potpis:	
Broj dela projekta:	021-ZIJ-TSVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.

1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

1. OPŠTA DOKUMENTACIJA 1

1.1. NASLOVNA STRANA 1

1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA 2

1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA 3

1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA 4

1.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA 5

1.5.1. OPŠTI OPIS 5

1.5.1.1. Svrha i opseg izgradnje 5

1.5.1.2. Razgraničenje 6

1.5.1.3. Lokacija objekta 7

1.5.1.4. Pristup do objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 8

1.5.1.5. Opis postojećeg stanja 8

1.5.1.6. Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije postrojenja 9

1.5.1.7. Seizmeički hazard 10

1.5.2. Elektrotehnički deo - razvodno postrojenje 10 kV i transformacija 110/10 kV ... 12

1.5.2.1. Opšte 12

1.5.2.2. Transformacija 110/10 kV 12

1.5.2.3. Razvodno postrojenje 110 kV 14

1.5.2.4. Spoj energetskih transformatora na PRP 110kV Veliki Krivelj 2 16

1.5.2.5. Razvodno postrojenje 10 kV 18

1.5.2.6. Priključak transformatora 110/10 kV na razvodno postrojenje 10 kV 22

1.5.2.7. Sopstvena potrošnja objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 25

1.5.2.8. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 30

1.5.2.9. Instalacije uzemljenja i gromobranske instalacije 42

1.5.2.10. Telekomunikacione instalacije 50

1.5.2.11. Mašinske instalacije zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama50

1.5.2.12. Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i podloga 52

1.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA 53

1.6.1. Procena investicione vrednosti radova i materijala 53

1.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA 54

1.7.1. Spisak crteža 54

1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr.zakon i 9/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata (“Službeni glasnik RS”, br. 73/2019) kao:

O D G O V O R N I P R O J E K T A N T

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta Transformatorske stanice 110/10 kV Veliki Krivelj 2, u gradu Boru, KO Krivelj, spisak parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2 određuje se:

Igor Stefanović, mast.inž.el.....br. licence 352I08721

Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 070 Beograd, Srbija
Odgovorno lice/zastupnik:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Broj tehničke dokumentacije:	021-ZIJ-TSVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.

1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za građenje objekta Transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2, Grad Bor (KO Krivelj, spisak parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2),

Igor Stefanović, mast.inž.el

I Z J A V L J U J E M

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el
Broj licence:	352I08721
Potpis:	Igor Stefanović
Broj tehničke dokumentacije:	021-ZIJ-TSVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.

1.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1.5.1. OPŠTI OPIS

1.5.1.1. Svrha i opseg izgradnje

Zbog proširenja kapaciteta u rudnicima i pogonima u metalurgiji, pojavili su se povećani zahtevi za električnom energijom i potreba za izgradnjom novih TS 110/10 kV za napajanje i priključno razvodnih postrojenja za njihovo priključenje na prenosni sistem. Privredno društvo "SERBIA ZIJIN BOR COPPER DOO BOR" sa registrovanim sedištem u Boru na adresi Đorđa Vajferta 29, započelo je radove na izgradnji nove flotacije u okviru rudarskog basena u Boru. Transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2 je novoplanirani objekat u elektroenergetskom sistemu istočnog dela Srbije, a čija je izgradnja neophodna za napajanje rudnika koji će biti izgrađen u okolini Bora. Ulazak u pogon TS Veliki Krivelj 2 je planiran 2022. godine.

Planirana je izgradnja energetskog objekta koji se priključuje na prenosni sistem: transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2 (u daljem tekstu TS Veliki Krivelj 2) sa transformacijom električne energije (predmet ovog projekta) za potrebe napajanja potrošača (rudnik i metalurška postrojenja) sa naponskog nivoa 110 kV i izgradnja Priključka na prenosni sistem koji se sastoji iz: priključnog razvodnog postrojenja 110kV Veliki Krivelj 2 (u daljem tekstu PRP 110kV Veliki Krivelj 2) i priključnih dalekovoda 110kV od PRP 110kV Veliki Krivelj 2 do tačaka priključenja na postojećim DV: br. 1166 RP Đerdap 2 - TS Veliki Krivelj, br. 1150 TS Bor 2 - TS Veliki Krivelj i br. 177 TS Bor 2 – TS Majdanpek 2, po principu „ulaz-izlaz". Planirana ukupna instalisana snaga TS Veliki Krivelj 2 je 3x50 MVA.

Lokacija za izgradnju TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predviđena je u istočnom delu Srbije, na području opštine Bor, KO Krivelj, na delovima katastarskih parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2. Lokacija za izgradnju objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 (nije predmet ovog projekta) nalazi se u blizini lokacije za izgradnju TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2. Veza ova dva objekta biće izvedena kablovskim vodovima 110 kV (nisu predmet ovog projekta).

Planirani objekat TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 gradiće se u jednoj etapi koja obuhvata:

1) Ograđeni, kompletno uređeni prostor platoa koji obuhvata sve objekte i opremu,

2) Interne servisne saobraćajnice sa parkingom,

3) Tri transformatora 110/10 kV instalisane snage 50 MVA, sa priključnom opremom, sa temeljima i sistemom za odvođenje i separaciju ulja,

4) GIS hibridno postrojenje za spoj kablovskog voda i transformatora,

5) Zgradu 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, u kojoj je smešteno:

- Postrojenje 10 kV (u zasebnoj prostoriji) sa jednim sistemom sabirnica, sa metalom-oklopljenim, vazduhom izolovanim ćelijama za unutrašnju montažu sa opremanjem 31 ćelije (i sa ostavljenim prostorom za smeštaj ukupno 45 ćelija),

- Ormani razvoda naizmeničnog napona, te besprekidnog napajanja jednosmernom strujom 110 V DC (sa baterijom) u prostoriji sopstvene potrošnje,

- Dva transformatora sopstvene potrošnje 10 kV± 2 x 2.5% / 0,4 kV, snage projektovane prema potrebama postrojenja i postrojenja 0,4 kV, 50 Hz, smeštena u zasebnim trafo prostorijama

- Ormane zaštite 110 kV transformatora T01, T02 i T03, ormane zaštite kablovskih vodova 110 kV, ormane upravljanja, staničnog i serverskog računara, ormane merenja, ormane kontrolnog merenja i telekomunikacija smeštenih u komandnu prostoriju

- Ostale pomoćne prostorije (kablovski prostor za uvođenje 10 kV energetskih kablova, toalet, hodnik..)

6) Metalne sklopove (sa suvim transformatorom, rastavljačem, otpornikom i strujnim transformatorom) za uzemljenje neutralne tačke na 10kV strani transformatora.

7) Odvodnike prenapona 110 kV ispred transformatora T01, T02 i T03 i potporne izolatore,

8) Kablovske kanale i kablovske šahtove,

9) Protivpožarne zidove,

10) Prateće sisteme instalacija za obezbeđivanje tehnički i tehnološki ispravnog funkcionisanja objekta transformacije 110/10 kV.

11) Parking mesta

12) Postrojenje kompenzacije reaktivne snage (nije predmet projekta)

1.5.1.2. Razgraničenje

Predmet ovog projekta je TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, koje se gradi u cilju priključenja na Priključno razvodno postrojenje (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2. Predviđeni objekat za napajanje rudnika se deli na tri nezavisna objekta koji su međusobno funkcionalno zavisna, i to kako sledi:

Naziv objekta	Nadležnost/ korisnik	Napomena
Priključno razvodno postrojenje PRP 110 kV Veliki Krivelj 2	Elektromreža Srbije AD	**(Nije predmet projekta)**
TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2	Serbia Zijin Bor Copper doo Bor	**(Predmet projekta)**
Kablovski vodovi 110 kV	Serbia Zijin Bor Copper doo Bor	**(Nije predmet projekta)**

Mesto razgraničenja prenosnog sistema i objekta korisnika prenosnog sistema su uvodi kablova u kablovska polja (=E06, =E07 i =E08) za priključenje transformatora iz TS Veliki Krivelj 2 (pri čemu kablovi 110kV, kablovske završnice 110kV i odvodnici prenapona pripadaju Klijentu).

1.5.1.3. Lokacija objekta

Lokacija za izgradnju TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predviđena je u istočnom delu Srbije, na području opštine Bor, KO Krivelj, spisak parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2.

Na slici 1. prikazana je makrolokacija TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2.

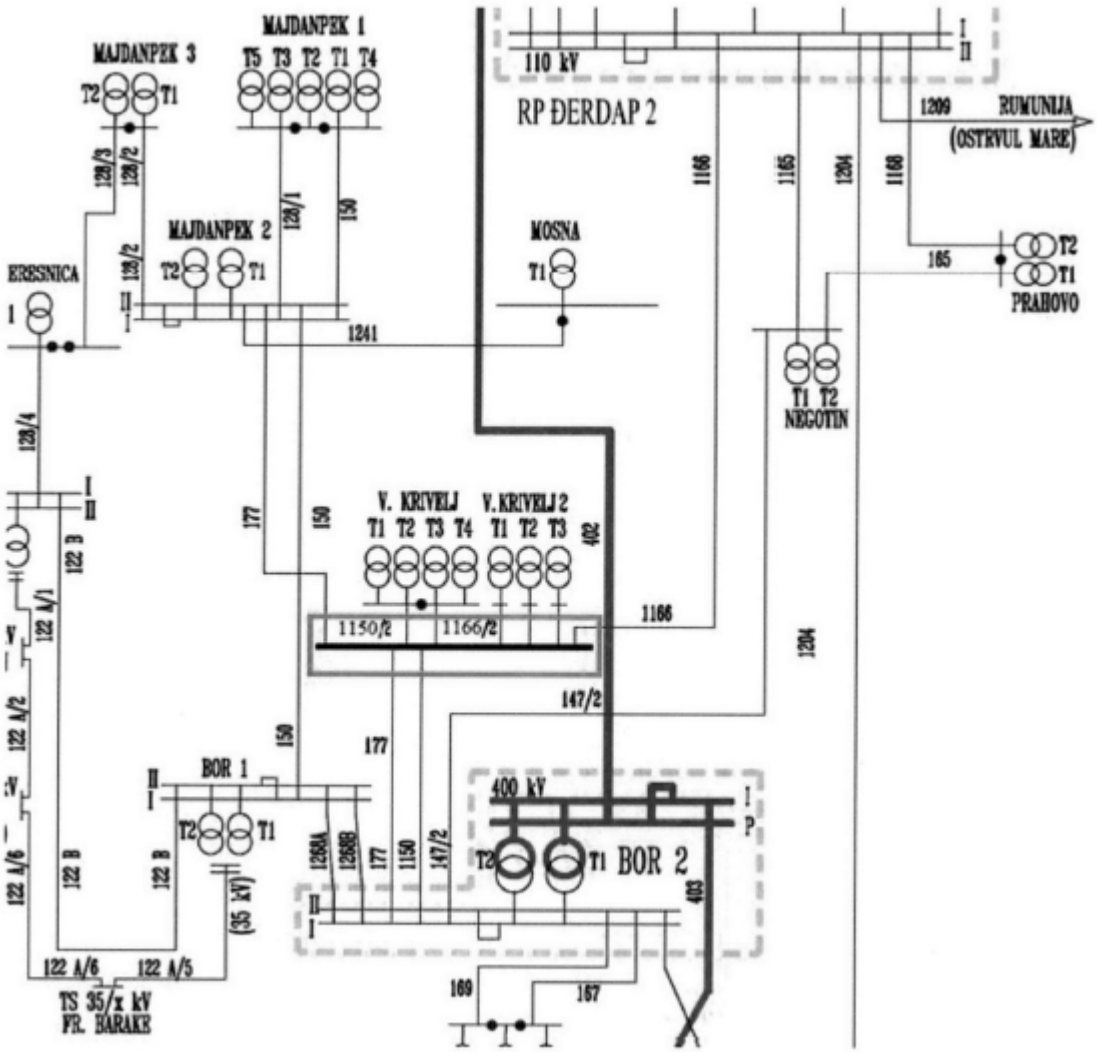
Slika 1. Makrolokacija objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

Koordinate ugaonih tačaka parcele na kojem je smeštena TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 definisane su u tabeli 1.

OZNAKA	ISTOK (m)	SEVER (m)
1	7 589 304,29	4 885 770,06
2	7 589 331,51	4 885 707,43
3	7 589 331,84	4 885 682,13
4	7 589 317,78	4 885 666,67
5	7 589 280,79	4 885 650,58
6	7 589 240,83	4 885 742,47

Tabela 1. Koordinate ugaonih tačaka parcele

Na slici 2. prikazan je položaj objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 na trasi 110 kV dalekovoda i način priključenja.



Slika 2. Šema uklapanja u EES TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

1.5.1.4. Pristup do objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

Pristup do objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 će biti realizovan preko internih saobraćajnica rudarskog kompleksa koje su povezane sa javnim putem 393 – Jasikovo – Vlaole – Krivelj- veza sa državnim putem 166 (državni put IIB reda).

Lokacija TS je odabrana tako da ne ugrožava okolne objekte, a da istovremeno omogućava najbolji rasplet postojećih, kao i uvođenje novih kablovskih vodova.

1.5.1.5. Opis postojećeg stanja

Na lokaciji predviđenoj za izgradnju novog objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, vizualnom inspekcijom nije utvrdjeno prisustvo nadzemnih objekata, dok je potrebno ispitati postojanje podzemnih instalacija uvidom u plansku dokumentaciju.

Na slici 3. je prikazano postojeće stanje na lokaciji predviđeno za izgradnju novog objekta.

Slika 3. Postojeće stanje na lokaciji TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

1.5.1.6. Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije postrojenja

Klimatske karakteristike

Područje Grada Bora ima umereno-kontitentalnu klimu, sa povremenim, a ponekad i znatnim uticajem, kontinentalne klime koja prodire iz Vlaške nizije i Karpatskih planina.

Na osnovu raspoloživih, javno dostupnih, podataka preuzetih sa web sajtova Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije i Seizomološkog Zavoda Srbije, u tabeli 2 navedene su klimatske i seizmičke odlike šireg područja planiranog postrojenja. Za ilustraciju opštih klimatskih karakteristika izučavanog terena korišćeni su podaci osmatranja klimatskih elemenata od RHMZ Srbije, za glavne meteorološke stanice Crni Vrh (1037 mnm, oko 20 km severozapadno od lokacije PRP-a)) i meteorološke stanice Zaječar (144 mnm, oko 35 km jugoistočno od lokacije PRP-a).

Tabela 2: Klimatske odlike šireg područja objekta Transformatorska stanica 110/10 kV Veliki Krivelj 2, Grad Bor - standardni tridesetogodišnji period:

Parametar	**Vrednost**
Nadmorska visina	oko 378 m
Srednja godišnja temperatura vazduha	6.6°C (Crni Vrh), 11.0°C (Zaječar)
Prosečna maksimalna godišnja temperatura	10.8°C (Crni Vrh), 17.4°C (Zaječar)
Prosečna minimalna godišnja temperatura	3.4°C (Crni Vrh), 5.1°C (Zaječar)
Maksimalna temperatura (apsolutna)	36.5°C (Crni Vrh) 44.7°C (Zaječar)
Minimalna temperatura (apsolutna)	-23.2°C (Crni Vrh),-29.0°C (Zaječar)

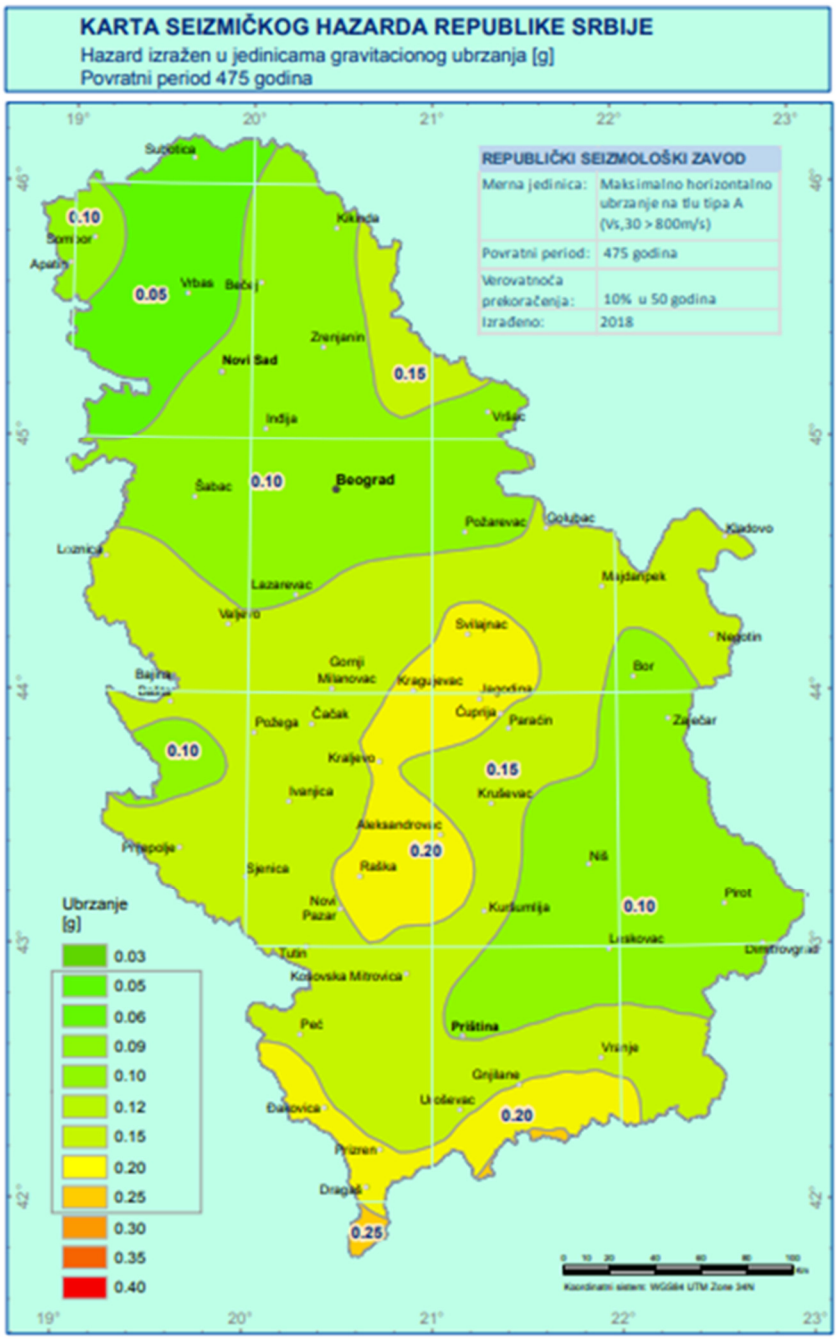
Maksimalne padavine	100.7mm (Crni Vrh),83.1mm (Zaječar)
Prosečna relativna vlažnost	78% (Crni Vrh), 73% (Zaječar)
Maksimalna visina snežnog pokrivača	167 cm (Crni Vrh), 108cm (Zaječar)
Srednja brzina vetra	2.2-5.3m/s (Crni Vrh), 1.4-3.2m/s (Zaječar)

1.5.1.7. Seizmeički hazard

Na slici 4. prikazana je karta seizmičkog hazarda republike Srbije, za povratni period od 475 godina.

Povratni period od 475 godina odabran je u skladu sa odredbama standarda EN 1998-1. Ulazni parametri za seizmičku analizu izvedeni su iz uslova da se objekat prosečnog veka ekspolatacije od 50 godina ne sruši, što odgovara seizmičkom dejstvu sa verovatnoćom prevazilaženja 10 % u periodu od 50 godina.

Ovaj zemljotres ima povratni period događaja od 475 godina. Prema karti seizmičkog hazarda, za lokaciju Bor, maksimalno horizontalno gravitaciono ubrzanje osnovnog tla- PGA (g) iznosi 0.04 do 0.06.



Slika 4. Karta seizmičkog hazarda

1.5.2. Elektrotehnički deo - razvodno postrojenje 10 kV i transformacija 110/10 kV

1.5.2.1. Opšte

Osnovni elementi objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 su tri spoljno ugrađena energetska transformatora svaki snage 50 MVA, prenosnog odnosa 110±8x1,25%/10 kV, GIS postrojenja u trafo poljima 110kV za povezivanje kablovskog voda i transformatora, postrojenja 10 kV smeštenog u zgradi 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, te ograda i staze u postrojenju.

GIS postrojenje je multifunkcionalno, SF6 gasom jednopolno izolovano, metalom oklopljeno i sastoji se od tri identične faze. Jedna faza se sastoji od: prekidača, dva kombinovana tropolna rastavljača, naponskih i strujnih transformatora i odvodnika prenapona.

Postrojenje 10 kV se sastoji od 31 ćelije (+ ostavljenih 14 ćelija za rezervu u budućnosti), tako da se u građevinskom smislu prostorija za smeštaj ćelija 10kV postrojenja projektuje za ugradnju 45 ćelija. Ćelije su metalom oklopljene i pregrađene, izvlačive, tipski atestirane u skladu sa standardom IEC 62271 – 200 i IEC 62271 – 1, slobodnostojeće, kompletno opremljene, sa niskonaponskim ormarićem na vrhu za smeštaj sekundarne opreme. Ćelije su sa izvlačivim vakuumskim prekidačima i sa pristupom ćeliji sa prednje strane.

Sve manipulacije na ćeliji moraju biti vršene isključivo u slučaju kada su vrata ćelije zatvorena.

Postrojenje 10 kV biće smešteno u zasebnoj prostoriji, u sklopu zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Ćelije će biti smeštene u jednoj liniji (jednoredno). Kablovski priključak sklopnih modula 10 kV je sa donje strane, tako da je predviđen kablovski prodor u ploči. Kroz kablovski prodor u ploči energetski kablovi se odvode u kablovski prostor ispod nivoa prostorije.

Napajanje potrošača smeštenih u objektu transformacije 110/10 kV Veliki Krivelj 2 osigurava se ugradnjom dva transformatora opšte potrošnje u zasebnim prostorijama unutar zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Predviđeni transformatori su prenosnog odnosa 10±2x2,5%/0,4 kV, snage 250kVA. Za napajanje celokupne opšte potrošnje objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 koristi se jedan transformator (-T101), a drugi (-T102) služi kao 100% rezerva.

1.5.2.2. Transformacija 110/10 kV

Transformaciju 110/10 kV će sačinjavati tri energetska transformatora 110±8x1,25%/10,5 kV sa regulacijom napona pod opterećenjem na primarnoj strani, snage po 50 MVA, sprege YNd5.

Priključci energetskih transformatora na 110 kV strani će biti nadzemni, izvedeni Al/Če užetom 490/65mm^2 i bakarnim cevima tipa AlMgSi0,5F22 spoljašnjeg prečnika 80 mm i unutrašnjeg od 68 mm. Priključni kablovski vodovi 110kV, tipa i preseka (po fazi) XHE 49-A 1x630/70mm^2 (nisu predmet projekta), se uvode u GIS postrojenje (trafo ćelija). Dalje se sa nadzemnih priključaka GIS postrojenja veza izvodi pomoću Al/Če užeta 490/65mm^2, koji se povezuju na cevne provodnike tipa AlMgSi0,5F22 Ø80/68 mm. Od cevnih provodnika (iznad interne saobraćajnice) do priključaka energetskih transformatora se postavlja Al/Če uže

490/65mm^2, na koji je spojen i spusni provodnik (Al/Če uže 490/65mm^2) do odvodnika prenapona 110kV.

Priključak na postrojenje 10kV se izvodi jednim delom pljosnatim bakarnim šinama preseka 120x10mm (dva po fazi), koje se nalaze na potpornim izolatorima na čeličnom nosaču opreme, a dalje se od bakarnih šina do 10kV ćelija energetskih transformatora veza izvodi kablovskim vodovima 10kV, tipa XHE 49 4x (1 x 400/35 mm^2), što je pokazano proračunom u nastavku projektne dokumentacije. Transformator se od prenapona štiti odvodnicima prenapona na obe strane. Izbor odvodnika prenapona prikazan je u numeričkom delu u nastavku sveske.

Zvezdište transformatora na strani 110 kV će biti direktno uzemljeno bakarnim užetom 95 mm^2 koje se u betonskom šahtu za uzemljenje, vezuje na uzemljivač, dok će neutralna tačka 10 kV namotaja biti uzemljena preko metalnog sklopa za formiranje veštačkog zvezdišta koji sadrži suvi transformator, rastavljač, niskoomski otpornik otpornosti 20 Ω za ograničavanje struje zemljospoja na 300A i strujni transformator.

Energetski transformatori će biti postavljeni na zasebnim temeljima sa kadom i biće smešteni tako da se omogući njihovo uklanjanje i prevoz pomoću vučnog voza bez prekida pogona preostalih transformatora.

Predviđena je izgradnja vodonepropusne uljne kanalizacije od kada transformatora do vodonepropusne jame za sakupljanje prolivenog ulja koja se nalazi u neposrednoj blizini oba transformatora. Kapacitet uljne jame će se odrediti prema maksimalnoj količini ulja jednog transformatora, a koristiće se za sakupljanje prolivenog ulja sva tri transformatora.

Paralelni rad energetskih transformatora T01, T02 i T03 se ne predviđa u trajnom pogonu u TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, već samo pri izvođenju pogonskih manipulacija.

Osnovni tehnički podaci energetskih transformatora:

Oznaka	Naziv	Merna jedinica	Vrednost
S_n	Naznačena snaga	MVA	50
U_n	Naznačeni prenosni odnos	kV	110 ±8x1,25%/ 10,5
	Broj faza		3
f	Frekvencija	Hz	50
	Tip regulacije na VN strani		pod opterećenjem
	Opseg regulacije na VN strani		±8x1,25%
	Način hlađenja		ONAN/ONAF
	Sprega		YNd5
	Stepen izolacije		VN SI 123 LI 550 AC 230 NN SI 12 LI 75 AC 28
	Standardi		IEC 60076 IEC 60060 IEC 60071 IEC 60044

Tabela 3. Osnovni tehnički podaci energetskih transformatora

1.5.2.3. Razvodno postrojenje 110 kV

U transformatorskim poljima TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predviđa se instaliranje GIS postrojenja za spoj kablovskog voda i transformatora. Postrojenje je multifunkcionalno, SF6 gasom jednopolno izolovano, metalom oklopljeno i sastoji se od tri identične faze. Jedna faza se sastoji od: prekidača, dva kombinovana rastavljača, naponskih i strujnih transformatora i odvodnika prenapona. Pored GIS postrojenja, transformatorsko polje biće opremljeno i odvodnicima prenapona (pored energetskih transformatora), kao i potpornim porculanskim izolatorima.

Nova oprema u trafo poljima TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 povezaće se kablovskim vodovima 110 kV, tipa i preseka (po fazi) XHE 49-A 1x630/70mm^2 (predmet drugog projekta), sa opremom u transformatorskim (kablovskim) poljima PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 (predmet drugog projekta).

GIS postrojenje

Projektom je predviđena ugradnja GIS postrojenja (tip: ZF7-145, proizvođača „ABB Xiamen Switchgear Company Limited“) koje ima sledeće tehničke karakteristike:

Nazivni napon	145 kV
Izolacioni nivo	SI 145 LI 650 AC 275
Nazivna frekvencija	50 Hz
Nazivna trajna struja	3150 A
Nazivna podnosiva struja	40 kA, 3s
Nazivna dinamička struja	100 kA

<u>Karakteristike prekidača</u>

Nazivna trajna struja	3150 A
Nazivna struja prekidanja	40 kA
Nazivna struja uključenja	100 kA
Nazivni redosled operacija	0–0,3 s–CO–180 s-CO
Pogonski mehanizam	opružni, tropolno upravljiv
Dva kalema za isključenje	
Jedan kalem za uključenje	
Nazivni napon napajanja motora	110 V DC
Pomoćni napon	110 V DC

<u>Karakteristike kombinovanih rastavljača sa uzemljivačem:</u>

Nazivna trajna struja	3150 A
Nazivna struja prekidanja	40 kA
Pogonski mehanizam	motorni/ručni, tropolno upravljiv

Nazivni napon napajanja motora 110 V DC

Pomoćni napon 110 V DC

Na kućištu postoje prozori koji omogućavaju vizualni pregled položaja kontakata rastavljača/uzemljivača.

Karakteristike strujnog transformatora

Karakteristike	Oznaka	I jezgro	II jezgro	III jezgro	IV jezgro
Nazivna primarna struja	Ipn[A]	2x300	2x300	2x300	2x300
Nazivna sekundarna struja	Isn[A]	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2S	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext.[%]	120	120		
Nazivna trajna termička struja	Ith[A]	1,2xIn	1,2xIn	1,2xIn	1,2xIn
Faktor sigurnosti	Fs	10	10		
Nazivna snaga	Sn[VA]	15	15	30	30

Naponski merni transformatori

Naponski transformatori su sledećih tehničkih karakteristika:

Nazivni naponski faktor	1,2xUn, trajno
	1,5xUn, 30 s
Prenosni odnos	110/√3 kV /100/√3 V/100/√3 V
Klasa tačnosti namotaja	0.2; 25 VA
	3P; 75 VA

Odvodnici prenapona

Odvodnici prenapona u samom hibridu (oznake: Y10WF-96/295) su sledećih karakteristika:

Naznačeni napon: U_r = 120 kV

Trajni radni napon: U_c = 96 kV

Klasa rasterećenja voda: 3

Naznačena struja pražnjenja: 10 kA

Struja dugotrajnog pražnjenja: 1000A

Preostali napon pri naznačenoj struji 10 kA oblika 8/20μs: 295 kV

1.5.2.4. *Spoj energetskih transformatora na PRP 110kV Veliki Krivelj 2*

Transformatorska polja (=E01, =E02 i =E03) TS 110/10kV Veliki Krivelj 2 su opremljena sledećom opremom:

- GIS postrojenjem, unutar kog se nalazi (po fazi) prekidač, kombinovani rastavljači sa noževima za uzemljenje, naponski i strujni transformator i odvodnik prenapona,
- Potpornim izolatorima,
- Odvodnikom prenapona 110kV u svakoj fazi (-F1 L1-L3),
- Spojnim provodnicima 490/65mm^2 Al/Če te odgovarajućim stezaljkama, za spojeve cevi i transformatora, sa jedne strane i za spoj cevi i GIS postrojenja sa druge strane, kao i cevima AlMgSi0,5F22 spoljašnjeg prečnika 80 mm i unutrašnjeg 68 mm preko transportnih internih saobraćajnica. Al/Če uže 490/65mm^2 se koristi i za spust na odvodnike prenapone 110kV koji su locirani neposredno pored energetskog transformatora. Kao mera prigušenja vibracija cevnih provodnika biće korišćeno Al/Če antivibraciono uže 240/40 mm^2. Montiraće se dva antivibraciona užeta koja se fiksiraju na krajevima cevi (na kapama) dok su suprotni krajevi oba užeta slobodni. Dužine užadi su jednake i iznose 2/3 dužine cevi, tako da se dva užeta preklapaju na dužini od ~1/3 dužine cevi,
- Nosačima aparata.

Spoj transformatorskih polja u TS 110kV Veliki Krivelj 2 na PRP Veliki Krivelj 2 (predmet drugog projekta) se vrši preko 110kV kablovskih vodova tipa i preseka (po fazi) XHE 49-A 1x630/70mm^2 (predmet drugog projekta). Kablovski vodovi 110kV se iz kablovskih polja za priključak transformatora u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 vode do kablovskih priključaka unutar GIS postrojenja u transformatorskim poljima u TS 110/10kV Veliki Krivelj 2.

Aparati i spoljašnje međusobne veze

Aparati i sigurnosni razmaci odgovaraju propisima za spoljnu montažu. Svi delovi pod naponom nalaze se na propisanoj visini iznad zemlje i ne zahtevaju posebnu ogradu.

Nosači aparata i njihovi temelji

Nosači aparata izgrađuju se od čeličnih profila koji su pocinkovani radi antikorozivne zaštite. Temelji su betonski i po potrebi armirano-betonski. Svi nosači istog tipa aparata su iste visine, a nivelacija koja je potrebna da bi se cevni provodnici doveli na istu visinu, rešava se podešavanjem visine betonske osnove (temeljima).

Sve propisane minimalne visine uzemljenih delova aparata i delova pod naponom su ispoštovane i označene su na disipozicionim crtežima.

Nosači aparata i njihovi temelji obrađeni su kroz građevinski deo ovog projekta.

Kabliranje

Kablovsku kanalizaciju delimo na:

- kablovske kanale
- kablovske cevi
- kablovske šahtove

Kablovski kanali se koriste za veze između transformatorskih polja i ormara sekundarne opreme u zgradi. Kablovi se u kanalu postavljaju na čeličnim nosačima. Čelični nosači

ugrađuju se s jedne strane kanala na razmaku svakih cca. 1000 mm. Potrebno je previdеti antikorozivnu zaštitu nosača toplim cinkovanjem.

Spoj transformatora (SN strana) i trafo ćelija 10 kV izvodiće se 10kV kablovskim vodovima (4 kabla po fazi), tipa i preseka XHE 49 4x(1 x 400/35 mm^2), što će se pokazati proračunom u nastavku projektne dokumentacije. Ispod 10 kV postrojenja nalazi se kablovski prostor iz kog će kablovi biti spojeni s odgovarajućim ćelijama.

Koristiće se zaptivni elementi klase vatro-otpornosti EI120 (kao Roxtec ili sl.) na mestima prolaska snopova kablova iz jednog požarnog sektora u drugi unutar zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama i na sve ulaze kablova u zgradu 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Odabrani proizvod će garantovati i vodonepropusnost spoja na mestima prodora cevi. Zatvaranje prodora cevi koje ulaze u spoljašnje kablovske kanale izvršiće se proizvodom KÖSTER KB-FLEX 200 / Sikagrout ili sličnim. Atmosferske padavine koje uđu u kanal (npr. preko betonskog poklopca) odvodiće se u najbliže reviziono okno.

Uzemljenje 10kV namotaja transformatora

Sekundarni namotaj transformatora se uzemljuje preko transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta i otpornika za ograničavanje struje zemljispoja. Transformator za formiranje veštačkog zvezdišta i otpornik se isporučuju kao jedan sklop, u zajedničkom metalnom kućištu, zajedno sa rastavljačem i strujnim tranformatorom.

Sklop za uzemljenje je postavljen na zasebnom temelju, u blizini kada transformatora.

Za vezu do transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta predviđeni su jednožilni kablovi tipa XHE 49A 1x70/16 mm^2 12/20 kV. Kablovi se spuštaju sa bakarnih šina, spajaju u trolisnu formaciju i vode delom kroz kablovski kanal, a delom kroz cev prečnika Ø150mm, u kojoj se vode kroz zemlju do sklopa za uzemljenje.

Provera karakteristika kabla izvršena je u delu sveske sa numeričkim proračunima.

<u>Karakteristike transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta 10 kV namotaja transformatora</u>

Transformatori za formiranje veštačkog zvezdišta 10 kV namotaja su trofazni, jednonamotajni, sa spregom u slomljenu zvezdu (Z sprega) sa dovoljno niskom impedansom nultog redosleda. To su suvi transformatori sa izolacijom od epoksidne smole za ugradnju u metalni sklop (koji će se montirati spolja), sledećih parametara.

Nominalni napon	10.5 kV
Nazivna frekvencija	50 Hz
Nominalna snaga	160 kVA
Slično tipu	TZU-10.5/300, 160kVA, 50Hz, Zn, 300A/10s

Provera naznačene snage transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta prikazana je u numeričkom delu sveske.

<u>Karakteristike ostalih elemenata sklopa za uzemljenje</u>

Otpornik:

Otpornost	20 Ω

Podnosiva struja	300 A, 10 s
Slično tipu	OVN-6/300, 6kV, 300A/10s

Strujni transformator:

Dva jezgra:	
I jezgro	2x150/5 A/A 5P10; 30 VA
II jezgro	2x150/5 A/A 5P10; 30 VA
Slično tipu	STEM-N-1220

Jednopolni rastavljač:

Nazivna struja	630 A
Slično tipu	JRUK-12-630

1.5.2.5. Razvodno postrojenje 10 kV

Postrojenje 10 kV smestiti u zasebnu prostoriju zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama TS Veliki Krivelj 2. Ispod te prostorije predvideti kablovski prostor odgovarajuće visine.

Ćelije su metalom oklopljene i pregrađene, izvlačive, tipski atestirane u skladu sa standardom IEC 62271 – 200 i IEC 62271-1, slobodnostojeće, kompletno opremljene, sa niskonaponskim ormarićem u vrhu za smeštaj sekundarne opreme. Ćelije su sa izvlačivim vakuumskim prekidačima i sa pristupom ćeliji sa prednje strane.

Sabirnice su izrađene od elektrolitičkog bakra. Ćelije 10 kV postrojenja su jednoredne sa jednostrukim sabirnicama podužno sekcionisanim, sa 2 sekcije. Veza između sekcija je tipski predviđena bakarnim sabirnicama.

Sve manipulacije na ćeliji moraju biti vršene isključivo u slučaju kada su vrata ćelije zatvorena.

Nazivni parametri SN postrojenja su prikazani su sledećoj tabeli.

Naziv		**Vrednost**
Nazivni linijski napon		10 kV
Najviši pogonski linijski napon		12 kV
Nazivni udarni podnosivi napon		75 kV
Nazivni podnosivi napon industrijske frekvencije		28 kV
Nazivna podnosiva struja kratkog spoja		50 kA, 1 s
Nazivna najviša podnosiva udarna struja		100 kA
Nazivna struja ćelija	transformatorska ćelija (transformator 110/10 kV)	4000 A
	ćelija kućnog transformatora	1250 A

	odvodna ćelija (kablovski odvod)	1250 A
	spojna ćelija	4000 A
	dodatak spojne ćelije + merna	4000 A
	ćelija za napajanje postrojenja kompenzacije	1250 A
Nazivna struja sabirnica		4000 A

Tabela 4. Parametri SN postrojenja

10 kV postrojenje se sastoji od sledećih ćelija:

Broj sistema glavnih sabirnica	1
Transformatorska ćelija (50 MVA)	3
Odvodna ćelija	12
Ćelija kućnog transformatora	2
Spojna ćelija	2
Dodatak spojne ćelije+merna	2
Kompenzacija reaktivne snage	2
Rezervna ćelija	8
Ukupan broj ćelija:	**31**

Postrojenje 10 kV se sastoji od 31 ćelije (+ ostavljenih 14 ćelija za rezervu u budućnosti), tako da se u građevinskom smislu prostorija za smeštaj ćelija 10kV postrojenja projektuje za ugradnju 45 ćelija.

Opis ćelija u 10 kV postrojenju

Transformatorska ćelija

Transformatorska ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim vakuumskim prekidačem (izvlačiva kolica imaju funkciju rastavljača), strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona, odvodnicima prenapona i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

Odvodna ćelija

Odvodna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim vakuumskim prekidačem (izvlačiva kolica imaju funkciju rastavljača),

strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona, noževima za uzemljenje, odvodnicima prenapona i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

Ćelija kućnog transformatora

Ćelija kućnog transformatora sastoji se od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim vakuumskim prekidačem (izvlačiva kolica imaju funkciju rastavljača), strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona, noževima za uzemljenje, odvodnicima prenapona i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

Spojna ćelija

Spojna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim vakuumskim prekidačem (izvlačiva kolica imaju funkciju rastavljača), strujnim mernim transformatorima i indikatorima napona.

Dodatak spojne ćelije + merna

Dodatak spojne ćelije (+ merna) se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim kolicima koji imaju funkciju rastavljača na kojima se montira naponski transformator sa osiguračima, i indikatorima napona.

Kompenzacija reaktivne snage

Ćelija kompenzacije reaktivne snage se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim vakuumskim prekidačem (izvlačiva kolica imaju funkciju rastavljača), strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona, noževima za uzemljenje, odvodnicima prenapona i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

Strujni merni transformatori

U postrojenju 10 kV ugrađuju se jednopolno izolovani strujni merni transformatori za unutrašnju montažu, prilagođeni za ugradnju u sklopni blok. Strujni merni transformator definiše se prenosnim odnosom, klasom tačnosti i nazivnom snagom jezgra.

U sledećim tabelama su date osnovne karakteristike strujnih mernih transformatora sa zahtevanim prenosnim odnosima.

Transformatorska ćelija:

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO	III JEZGRO
Nazivna primarna struja	I_{pn} [A]	4000	4000	4000
Nazivna sekundarna struja	I_{sn}[A]	5	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.5	5P10	5P20
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120		
Nazivna trajna termička struja	I_{cth} [%]	1.2 x I_n	1.2 x I_n	1.2 x I_n
Faktor sigurnosti	FS	5		
Nazivna snaga	S_n [VA]	15	15	20

Tabela 5. Transformatorska ćelija - tehničke karakteristike SN strujnih mernih transformatora

Spojna ćelija:

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO
Nazivna primarna struja	Ipn [A]	4000	4000
Nazivna sekundarna struja	Isn [A]	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.5	5P10
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	
Nazivna trajna termička struja	Icth [%]	1.2 x I_n	1.2 x I_n
Faktor sigurnosti	FS	5	
Nazivna snaga	Sn [VA]	15	15

Tabela 6. Spojna ćelija - tehničke karakteristike SN strujnih mernih transformatora

Odvodna ćelija:

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO
Nazivna primarna struja	Ipn [A]	600-1200	600-1200
Nazivna sekundarna struja	Isn [A]	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.5	5P10
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	
Nazivna trajna termička struja	Icth [%]	1.2 x I_n	1.2 x I_n
Faktor sigurnosti	FS	5	
Nazivna snaga	Sn [VA]	15	15

Tabela 7. Odvodna ćelija - tehničke karakteristike SN strujnih mernih transformatora

Ćelija kućnog transformatora:

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO
Nazivna primarna struja	Ipn [A]	300	300
Nazivna sekundarna struja	Isn [A]	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.5	5P10
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	
Nazivna trajna termička struja	Icth [%]	1.2 x I_n	1.2 x I_n
Faktor sigurnosti	FS		
Nazivna snaga	Sn [VA]	15	15

Tabela 8. Ćelija kućnog transformatora - tehničke karakteristike SN strujnih mernih transformatora

Naponski merni transformatori

Naponski merni transformatori definišu se prenosnim odnosom, klasom tačnosti i nazivnom snagom namotaja. Izabrani su merni transformatori jednopolno izolovani, sa dva sekundarna namotaja (sa zvezdom i otvorenim trouglom).

U 10 kV postrojenje ugrađuju se naponski transformatori u dodatak spojne ćelije (=K21 i =K25), u sve tri faze (za svaku sekciju sabirnica).

Osnovne karakteristike naponskih mernih transformatora date su u sledećoj tablici.

Merna ćelija (dodatak spojne ćelije + merna):

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I NAMOTAJ	II NAMOTAJ
Nazivna frekvencija	fn [Hz]	50	50
Nazivni primarni napon	Upn [kV]	$\frac{10}{\sqrt{3}}$	$\frac{10}{\sqrt{3}}$
Nazivni sekundarni napon	Usn [V]	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{3}$
Nazivna snaga	Sn [VA]	50	50
Klasa tačnosti	kl.	0.5	3P

Tabela 9. Dodatak spojne ćelije + merna - tehničke karakteristike SN mernih transformatora (=K21 i =K25)

Sekundarna oprema sklopnog bloka

U prethodno definisanim poljima, na vrata NN odeljka za smeštaj sekundarne opreme ugrađuje se terminal polja koji je opremljen funkcijskim modulima za upravljanje, zaštitu, merenje i signalizaciju, te indikator napona koji signalizira prisustvo napona na strani odvoda. Ostala sekundarna oprema biće ugrađena unutar NN odeljka za smeštaj sekundarne opreme.

1.5.2.6. Priključak transformatora 110/10 kV na razvodno postrojenje 10 kV

Priključak novih transformatora TR1, TR2 i TR3 110/10 kV na razvodno postrojenje 10 kV izveden je kombinovano bakarnim šinama i kablovima. Za vezu sa 10 kV stranom energetskog transformatora izabrane su pljosnate bakarne šine preseka 120x10 mm, dve po fazi, sa kojih se spuštaju 4 bakarna jednožilna kabla po fazi tipa XHE 49 4x(1x400)/35 mm^2 6/10 kV. Kablovi se uvode u kablovski kanal u okviru zgrade, gde se formiraju 4 trefoil formacije i dalje se iz kanala kablovi uvode u zgradu 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, gde se pomoću kablovskih regala (u formirane 4 trefoil formacije) vode do transformatorskih ćelija u 10 kV postrojenju. Sa trafoa +T01, 10kV kablovi se vode na 10kV transformatorsku ćeliju =K31, sa +T02 na trafo ćeliju =K23, i sa +T03 na trafo ćeliju =K15, što je prikazano i na jednopolnoj šemi.

<u>Tehničke karakteristike kabla i kablovskog pribora:</u>

U tabelama 10 – 12 date su tehničke karakteristike kablovskog voda.

Tip kabla	XHE 49 4x(1x400)/35 mm^2 6/10 kV
Nominalni napon (U_o/U)	6/10 kV
Proizvođač	FKS - Holding Kablovi Jagodina
Broj kablova po vodu	tri
Broj provodnika po fazi	četiri
Način polaganja	U trouglastom snopu (formirajući 4 trefoil formacije)

Sistem uzemljenja električne zaštite kabla	Direktno uzemljena električna zaštita na oba kraja
Provodnik	okrugli, kompaktni
materijal	bakar
poprečni presek	1x400 mm^2
Izolacija	
materijal	Umreženi polietilen(XPE)
debljina	3,4 mm
Električna zaštita	omot od žica i trake
materijal	bakar
poprečni presek	35 mm^2
Spoljna zaštita	
materijal	Polietilen(PE)
debljina	2,2 mm
boja	crna
Ukupan prečnik kabla	40 mm
Ukupna težina kabla po m'	4,56 kg/m

Tabela 10 - Tehnički podaci o kablu

Nominalni napon	U_n=10 kV
Maksimalni pogonski napon	U_m=12 kV
Dozvoljeni udarni napon	U_{ud}=75 kV
Stepen izolacije	Si 12
Radna učestanost	f=50 Hz
Maksimalno vreme trajanja kratkog spoja	t=0,5 s
Srednja godišnja temperatura vazduha	θ_{rv} = +20 °C
Maksimalna temperatura vazduha	θ_{vmax} = +40 °C

Tabela 11 - Eksploatacioni zahtevi za izbor kablovskog voda

Proizvođač	Slično tipu - Raychem
Unutrašnja montaža (slično tipu)	POLT-12E/1XI-ML-6-13
Spoljašnja montaža (slično tipu)	POLT-12E/1XO-ML-6-13
Nominalni pogonski napon	10 kV
Maksimalni pogonski napon	12 kV
Nominalna učestanost	50 Hz
Ukupna dužina – unutrašnja montaža	300 mm
Ukupna dužina – spoljašnja montaža	300 mm

Tabela 12 - Kablovska završnica

Sigurnosni razmaci u postrojenju

Sigurnosni razmaci u postrojenju su usvojeni u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V i standardima IEC 60071-1 i 60071-2.

Svi delovi pod naponom nalaze se na propisanoj visini iznad zemlje i ne zahtevaju posebnu ogradu. Najviši uzemljenji deo mora biti iznad zemlje minimalno 2300 mm, a najniži deo pod naponom mora biti iznad visine 3350 mm (Hmin=2200+$d_{min,}$ d_{min} - minimalno dozvoljeno rastojanje za usvojeni stepen izolacije postrojenja).

Sve propisane minimalne visine uzemljenih delova aparata i delova pod naponom su ispoštovane i označene su na disipozicionim crtežima.

Transportni gabarit kroz postrojenje je dimezija 3.5m x 4m. Minimalno rastojanje od transportnog gabarita do delova pod naponom je veće od vrednosti dozvoljenog razmaka za usvojeni naponski nivo postrojenja.

Polaganje kablova u zemlji

Kablovi za formiranje veštačkog zvezdišta se od energetskih transformatora do sklopova za uzemljenje polažu delom u kablovskom kanalu, a kratkim delom u kablovskom rovu, u PVC cevi Ø150mm. Kablovski rov se kopa kao otvoreni rov. Kablovi se polažu u rovu u kablovskoj posteljici, minimalne debljine 20cm (10cm ispod kabla i ≈10cm iznad). Za standardnu kablovsku posteljicu se koristi mešavina peska i šljunka koji imaju dobre karakteristike odvođenja toplote granulacije do 4mm (npr. pesak „Moravac“). Materijal za ispunu kablovske posteljice treba da omogući lako odvođenje toplote sa površine kabla i da pri tome ne izazove značajnije promene u okolnom zemljištu u smislu isušivanja. Za nabijanje sloja kablovske posteljice koriste se isključivo ručni nabijači. Za ispunu rova minimalno 30cm iznad kablovske posteljice treba upotrebiti sitnozrnastu zemlju, pesak ili specijalno pripremljenu mešavinu koja obezbeđuje dobro odvođenje toplote.

1.5.3. Sopstvena potrošnja objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

Predviđen je razvod za osnovno, rezervno i sigurnosno napajanje za opremu naizmeničnog i jednosmernog napona sa preklopnom automatikom. Rezervno napajanje je definisano kao 100% rezerva osnovnom napajanju.

Osnovni elementi sistema postrojenja sopstvene potrošnje su:

- glavni naizmenični razvod 400/230V, 50Hz
  - izvor osnovnog napajanja – jedan kućni trafo 10/0.4kV (+T101)
  - izvor rezervnog napajanja - drugi kućni trafo 10/0.4kV (+T102)
- sigurnosni jednosmerni razvod 110 V DC
  - ispravljači i akumulatorske baterije
- sigurnosni naizmenični razvod (invertorski razvod) 230V, 50 Hz
  - invertor

Napajanje sopstvene potrošnje na 0.4 kV, 50 Hz, je sa dva uljna transformatora sledećih tehničkih karakteristika:

-	nazivna snaga	250 kVA
-	prenosni odnos	10/0,4 kV
-	napon kratkog spoja	-4%
-	sprega	Dyn5
-	hlađenje	ONAN
-	regulacija napona na VN strani	±2x2,5%

Oba transformatora dimenzionisana su na puno opterećenje sopstvenih potreba, tako da predstavljaju 100% rezervu jedan drugom. U normalnom režimu napajanje glavnog naizmeničnog razvoda 400/230 V, 50 Hz je preko jednog kućnog transformatora, a u slučaju poremećaja u napajanju preklopnom automatikom omogućen je prelazak na drugi režim odnosno napajanje sa drugog kućnog transformatora. Paralelan rad se ne predviđa.

Sigurnosno napajanje potrošača na jednosmernom naponu obezbediće se sa dve stacionarne akumulatorske baterije, čiji će kapacitet biti odabran tako da svaka baterija obezbeđuje tročasovno napajanje svih potrošača priključenih na sabirnice sigurnosnog napajanja. Paralelno vezane baterije obezbeđuju šestočasovno napajanje nužne opreme tehnološkog procesa I prioriteta u objektu. Aku-baterije i ispravljači se dimenzionišu tako da ispravljači istovremeno mogu puniti baterije i napajati sve potrošače. Pri nestanku naizmeničnog napona, tj. nestanka napona iz mreže, ulogu izvora preuzimaju aku-baterije.

Orman dovoda =NA+NA1, orman razvoda =NA+NA2 kao i ormani ispravljača =NJ+NJ1, =NJ+NJ4, te ormani jednosmernog razvoda =NJ+NJ2 i =NJ+NJ3 su smešteni u razvodne ormane od nezapaljivog materijala. Vrata su sa prednje strane. Stepen zaštite ormana je minimalno IP31. Sva oprema u ormanu kojoj se treba prići za potrebe opravke ili zamene je pristupačna sa prednje strane preko vrata na šarkama koja se zaključavaju. Oprema koja će se ugraditi je u fiksnoj izvedbi. Hlađenje je prirodnim strujanjem vazduha. Uvod kablova u razvod je sa donje strane ormana.

Selektivnost delovanja električne zaštite je obezbeđena da ne bi došlo do reagovanja zaštite na dovodu u glavnom razvodu pre ili u isto vreme kada reaguje zaštita na izvodima. To je postignuto izborom nominalne struje automatskog zaštitnog prekidača u dovodu tako da je ona veća barem za dva stepena od onih koji su dalje u mreži.

Razvod naizmeničnog napona 400/230 V

Prema zahtevima iz projektnog zadatka za objekat TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 potrebno je osigurati izvor naizmeničnog napona 400/230 V, 50 Hz preko dva kućna transformatora (jedan je rezerva).

Napajanje potrošača smeštenih u objektu TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 osigurava se ugradnjom dva transformatora sopstvene potrošnje približne snage od 250 kVA (proračun je priložen u delu numeričke dokumentacije) u zasebne prostorije unutar zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Predviđeni transformatori su prenosnog odnosa 10±2x2,5%/0,4 kV. Za napajanje celokupne sopstvene potrošnje objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 koristi se jedan transformator (+T101), a drugi (+T102) služi kao 100% rezerva prvom.

Za priključak potrošača predviđeni su izvodi iz modula razvoda. Ti izvodi napajaju potrošače direktno ili preko priključnih ormarića. Za priključak potrošača unutrašnje rasvete, grejanja, hlađenja i utičnica zgrade predviđeni su izvodi iz glavnog razvodnog ormana GRO direktno do navedenih potrošača. Izvodi u modulu razvoda opremljeni su odgovarajućim zaštitnim prekidačima.

Upravljanje

U normalnim uslovima razvod naizmeničnog napona se napaja sa transformatora sopstvene potrošnje – transformator +T101 spojenim na dovodno polje razvoda (orman =NA+NA1, prekidač –Q01), a u slučaju remonta glavnog kućnog transformatora u pogon se automatski stavlja drugi transformator +T102 (orman =NA+NA1, prekidač –Q02).

Dovodnim prekidačima –Q01 i –Q02 može se upravljati automatski i ručno. Način upravljanja bira se preko izborne preklopke sa sledećim položajima:

- auto- automatski način rada,

- lokalno – ručni režim rada

Ako se preklopka nalazi u položaju – auto, u trenutku nestanka napona na dovodu sa glavnog transformatora automatika u naizmeničnom razvodu će otvoriti prekidač sa glavnog dovoda –Q01 te zatvoriti prekidač sa rezervenog napajanja –Q02 čime će se osigurati kontinuirano napajanje potrošača naizmeničnog napona. Pri uspostavljanju prvobitnog stanja (povratak napona na dovodnom polju razvoda), automatika će poslati signal za isključenje prekidača –Q02 i uključenje prekidača –Q01.

Zaštita

Na dovodima naizmeničnog razvoda TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predviđena je zaštita od preopterećenja i zaštita od kratkog spoja u sklopu glavnih prekidača (–Q01, –Q02) u tu su svrhu prekidači opremljeni su odgovarajućim zaštitnim jedinicama. U izvodima modula razvoda predviđeni su zaštitni automati.

Merenje

Merenje je predviđeno lokalno na prednjoj strani ormana =NA+NA1 i =NA+NA2, kao i daljinski preko upravljačke jedinice smeštene u ormanu =NA+NA2. Za dovode sa kućnih transformatora i sabirnice naizmeničnog razvoda predviđeno je pokazno merenje napona voltmetrima na vratima ormana. Ampermetar pokazuje ukupnu struju sopstvene potrošnje. Za merenje utrošene energije predviđeno je brojilo.

Transformator sopstvene potrošnje

Modul transformacije sastoji se od transformatora sopstvene potrošnje i od spojno priključne opreme primarne i sekundarne strane transformatora.

Predviđeni transformatori su standardne fabričke izvedbe izrađeni u skladu sa standardima IEC 60076 i DIN 42500, te namenjeni za rad u zatvorenom prostoru i nadmorsku visinu do 1000 m. , sledećih karakteristika:

	nazivna snaga	250kVA
-	prenosni odnos	10/0,4 kV
-	stepen izolacije	LI75 AC28 / LI0 AC3
-	napon kratkog spoja	-4%
-	sprega	Dyn5
-	hlađenje	ONAN
-	regulacija napona na VN strani	±2x2,5%

Transformator sopstvene potrošnje će se smestiti u zasebnu prostoriju unutar zgrade 10 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2. Ispod transformatora će biti postavljene odgovarajuće vodonepropusne kade.
Budući da će kućni transformatori biti smešteni u zatvorenom prostoru za njegovo hlađenje treba da se osigura prirodna cirkulacija vazduha i transformatorskog ulja.

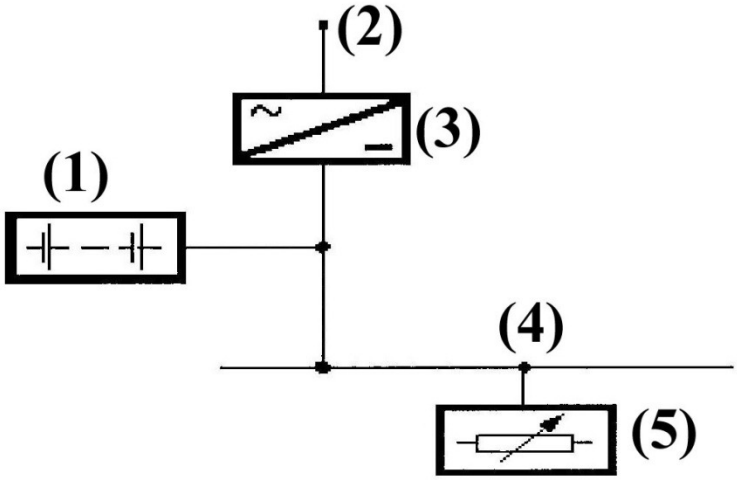
SN i NN strana transformatora sopstvene potrošnje priključuje se kablovski.

Niskonaponski kablovi od transformatora do ormana sopstvene potrošnje će se položiti u PNK regale, preko prostorije kablovskog prostora do duplog poda u prostoriji sopstvene potrošnje.

Kablovi za vezu sa NN razvodom će biti definisan kao jednožilni, bakarni kabl sa PVC izolacijom tipa PP00 1x300mm2, 0,6/1 kV.

Razvod jednosmernog napona 110V DC

U slučaju ispada mrežnog napona ili kvara na ispravljačima, napajanje potrošača bez prekida preuzimaju akumulatorske baterije. Ispravljači su upravljani mikroprocesorom, a njegov rad, kao i sistem u celini nadzire centralna mikroprocesorska upravljačka jedinica. Ona omogućava upravljanje sistemom, očitavanje rezultata izmerenih vrednosti, lokalnu i daljinsku signalizaciju svih stanja sistema i njegovih delova, što doprinosi smanjenju troškova nadzora i održavanja, te dodatnom povećanju pouzdanosti i raspoloživosti sistema. Kod proračuna kapaciteta akumulatorske baterije uzet je u obzir zahtev za autonomni rad jednosmernog sistema u trajanju od 6 sati.



Slika 3 Princip delovanja jednosmernog razvoda

(1) Baterija
(2) Mrežni napon 400/3x230 V
(3) Ispravljač
(4) DC razvod
(5) Potrošači

Sistem za napajanje pomoćnim jednosmernim naponom sastoji se od izvora i razvoda napona. Kao izvor napona predviđene su dve baterije nazivnog napona 110 V, sastavljena od odgovarajućeg broja hermetički zatvorenih ventilom regulisanih akumulatorskih članaka nazivnog napona 2 V i ispravljača koji se priključuju na napon 400/230 V, 50 Hz, a na izlazima daju jednosmerni napon 110 V DC.
Sistem za napajanje jednosmernim naponom projektovan je na principu nove koncepcije koja sadrži integraciju svih funkcija sistema primenom modularne izvedbe ispravljača i baterije.
Glavne karakteristike ovako izvedenog sistema napajanja su:

- centralni smeštaj opreme na malom prostoru,
- bolja preglednost i kontrola rada sistema,
- fabrička izvedba i kontrola kvaliteta sistema,
- brza i jednostavna montaža,
- hermetički zatvorene akumulatorske baterije,
- upravljanje mikropocesorom uz daljinski nadzor,
- modularna izvedba,
- visoka pouzdanost napajanja potrošača primenom spoja sa više ispravljača, kraćih spojnih veza i automatskih zaštitnih prekidača sa selektivnim delovanjem.

Razvod jednosmernog napona 110 VDC sastoji se od sledećih delova:

- orman ispravljača i dovoda sa baterije (=NJ+NJ1, (=NJ+NJ4)
- orman DC razvoda i upraljačke jedinice (=NJ+NJ2, (=NJ+NJ3)
- AKU baterije (=NJ+G1, =NJ+G2)
-

Razvod besprekidnog napajanja (invertor), 230V, 50Hz

U sklopu sigurnosnog napajanja formira se i sistem za besprekidno napajanje potrošača naizmeničnim naponom 230V, 50Hz. Besprekidno napajanje je obezbeđeno:

- u ormanu za nadzor i upravljanje za stanični računar (uključujući monitor i ostale periferije) i
- za ormane sa telekomunikacionom opremom.

U normalnom pogonu napajanje obezdeđuju dva invertorska modula koji rade u paraleli i dele opterećenje. Naznačena snaga svakog od modula je veća od ukupnog maksimalnog trenutnog opterećenja potrošača priključenih na razvod sistema invertorskog napajanja, tako da kod ispada jednog od modula drugi preuzima kompletno opterećenje bez ikakvnog prekida u napajanju. Invertor ima dva nezavisna izvora napajanja: sa razvoda jednosmernog napona 110V DC i sa razvoda naizmeničnog napona 400/230V. Izlazni naizmenični napon na razvodu sistema besprekidnog napajanja je sinhronizovan sa naponom na glavnoj razvodnoj tabli naizmeničnog napona što omogućava prelazak sa napajanja preko invertora na rezervno napajanje sa razvoda naizmeničnog napajanja bez prekida pomoću statičke sklopke. U slučaju kvara na invertoru ili njegovog preopterećenja ili kvara u kolima koja se napajaju sa razvoda besprekidnog napajanja, statička sklopka omogućava uklopno stanje koje štiti invertor, omogućava besprekidno napajanje potrošača i eliminaciju mesta kvara. Ugrađenom pomoćnom sklopkom se omogućava izolovanje komponenti sistema besprekidnog napajanja i napajanje sa glavnog razvoda naizmeničnog napajanja u slučaju potrebe za njihovim remontom.

Razvod naizmeničnog napona sistema besprekidnog napajanja do potrošača vrši se kablovima odgovarajućeg tipa položenim na kablovskim regalima u duplom podu, odnosno kablovskom prostoru.

Instalacije zgrade

Opšta rasveta

Opšta rasveta u svim prostorijama zgrade Trafostanice će biti izvedena LED rasvetom. Napajanje opšte rasvete izvodi se iz nazidnog podrazvodnog ormana GRO, koji je smešten u hodniku zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta Trafostanice. Za instalacije unutrašnje rasvete koristi se PP-Y trožilni kabl preseka 1,5 mm^2.

Uključenje/isključenje opšte rasvete izvešće se običnim i naizmeničnim sklopkama. Sve sklopke postavljaju se na visini od 1,2 m od nivoa poda prostorije.

Nužna rasveta

Nužna rasveta se napaja 110 V DC naponom, izvešće se u određenim prostorijama i u hodniku unutar zgradi 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta Trafostanice.

Napajanje se ostvaruje preko akumulatorskih baterija 110 V pomoćnog jednosmernog napajanja. Strujni krug nužne rasvete štitiće se dvopolnim automatskim minijaturnim prekidačem za jednosmerne strujne krugove. Strujni krug nužne rasvete uključivaće/isključivaće se automatski preko kontaktora u ormanu jednosmernog razvoda kada nestane AC napajanja i lokalno preko dvopolnih prekidača smeštenih u prostorijama.

U razvodu 110 VDC će biti postavljena preklopka za ispitivanje nužne rasvete. Tom preklopkom (položaj “automatski” i “ručno”) nužna rasveta će se moći uključiti i u slučaju da nije nestalo pomoćnog napona 400/230 V, 50 Hz (ispitivanje nužne rasvete), isto tako ovim je izbegnuto nepotrebno pražnjenje baterija za vreme kad nema osoblja u zgradi TS.

Protivpanična rasveta

Napajanje protivpanične rasvete se dovodi sa ormana AC razvoda 230 V 50 Hz. Ugrađivaće se LED svetiljke sa sopstvenom baterijom, iznad svih vrata. Dok je prisutan naizmeničan napon 230 V vrši se punjenje baterije, a nestankom naizmeničnog napona svetiljka se uključuje automatski i napaja se iz baterije u trajanju od 3 h. Na rasvetna tela za protivpaničnu rasvetu postavljaće se natpisi "Exit" (piktogram).

Utičnice i mali potrošači

Pomoćnim naponom 230V, 50Hz će se napajati i povremeni potrošači u zgradi. Za priključak tih povremenih potrošača u zgradi će biti instaliran dovoljan broj utičnica.

Klimatizacija

U određenim prostorijama će biti predviđeni klima uređaji za klimatizaciju (hlađenje i grejanje). Instalacija klimatizacije će se izvesti nazidno, instalacijskim vodom tipa PP-Y.

Grejanje

Grejanje pojedinih prostorija zgrade predviđa se da bude električnim panelnim radijatorom, a preostalih prostorija već spomenutim klima uređajima s mogućnošću hlađenja i grejanja. Električni radijatori uključivaće se automatski uz pomoć termostata koji će biti instaliran u grejanoj prostoriji, na podešenu temparatutu termostata. Instalacija strujnih krugova grejanja biće izvedena nazidno, instalacijskim vodom tipa PP-Y.

1.5.4. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

Sistem upravljanja i zaštite zasniva se na savremenom konceptu distribuiranog mikroprocesorskog sistema upravljanja i zaštite koji se odlikuje velikom pouzdanošću, smanjenim zahtevima održavanja, smanjenim dimenzijama, smeštajnim zahtevima i velikom fleksibilnošću u pogledu budućih proširenja i rekonstrukcija. Istovremeno, pored lokalnog ovaj sistem omogućava sveobuhvatan daljinski nadzor i upravljanje sa izdvojenih daljinskih kontrolnih centara.

Predviđa se 110kV potrojenje, za spoljašnju montažu, vazduhom izolovano u kombinaciji sa hirbidnom SF6 GIS opremom tako da ima mogućnost za priključak dovodnog kabla od PRP-a, rasklopnu opremu koja obezbeđuje fukncionalnost zaštitnog sistema i omogućava prekidanje struja i fizičko razdvajanje između energetskih transformatora i dovodnog kabla, kao i mogućnost za uzemljenje sa strane kabla i sa strane transformatora.

Postrojenje 110kV se sastoji od tri fizički izolovana sistema koja su grupisana kao tri 110kV kablovsko-transformatorska polja:

=E01 – kablovsko-transformatorsko polje 110kV KV1 od PRP Veliki Krivelj 2 ka TR 1

=E02 – kablovsko-transformatorsko polje 110kV KV2 od PRP Veliki Krivelj 2 ka TR 2

=E03 – kablovsko-transformatorsko polje 110kV KV3 od PRP Veliki Krivelj 2 ka TR 3

Oprema za upravljanje i zaštitu 110kV, koja će u nastavku teksta biti preciznije opisana, je smeštena u odgovarajućim ormanima upravljanja i zaštite, koji su smešteni u komandnoj prostoriji zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

U komandnoj prostoriji unutar zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta TS 110/10kV Veliki Krivelj 2 se pored ormana upravljanja i zaštite 110kV smeštaju i ormani staničnog računara, orman kontrolnog merenja kao i ormani telekomunikacija.

Ormani razvoda 0,4 kV i nužne potrošnje, orman jednosmernog razvoda i orman invertora su smešteni u posebnu prostoriju sopstvene potrošnje. U posebnoj prostoriji se nalazi i 10kV postrojenje TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, dok su akumulatorske baterije smeštene u prostoriji namenjenoj za njihov smeštaj, a kućni transformatori 10/0.4 kV u njima pripadajućim boksevima.

Dispozicije čitave TS 110/10 kV, kao i elektroopreme u zgradi 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama date su u grafičkom prilogu.

Postrojenje 10 kV se predviđa sa jednostrukim, podužno sekcionisanim sistemom sabirnica. Postoje tri sekcije sabirnica, na svaku od sekcija se vezuje po jedan od energetskih transformatora, a sekcionisanje sabirnica je predviđeno sa prekidačem i dva rastavljača.

Sve ćelije 10 kV sadrže niskonaponski (NN) odeljak u kome se nalaze MPCU (*Microprocessor protection control unit*) jedinice koje obavljaju zaštitno upravljačke funkcije.

Sistem upravljanja, zaštite i merenja rešen je primenom distribuiranog sistema zasnovanog na korišćenju savremenih mikroprocesorskih upravljačkih jedinica polja, releja zaštite i alarmnih jedinica. Sistem koordinira funkcije nadzora, signalizacije, upravljanja, merenja i zaštite. Pri tome su pojedine funkcije u radu potpuno nezavisne od ostalih i rade potpuno autonomno.

Sistem nadzora, upravljanja, signalizacije i merenja sa svim svojim komponentama obuhvata sledeće funkcije:

- lokalni nadzor, upravljanje i merenje na nivou ormana upravljanja
- nadzor stanja alarmne signalizacije
- blokade
- potpuna koordinacija funkcija nadzora, upravljanja, merenja i zaštite
- centralni nadzor, upravljanje i merenje na nivou staničnog računara
- daljinski pristup mikroprocesorskim relejima zaštite
- prihvat signala tačnog vremena i vremenska sinhronizacija
- dodeljivanje tačnog vremena nastanka svim događajima – hronološka registracija
- arhiviranje procesnih podataka i njihova procena

- arhiviranje svih drugih podataka prikupljenih u postrojenju (dijagnostika, eksploatacijski podaci, histogramski zapisi, hronološki podaci i sl.) i njihov daljinski pristup sa udaljenih lokacija, te njihova procena
- samonadzor celog sistema i pojedinih komponenti
- komunikacija sa uređajima zaštite
- parametrizacija i ponovno pokretanje sistema lokalnog nadzora i upravljanja
- daljinski pristup SCADA sistemu i upravljačkim jedinicama polja sistem inženjera

Sastavni deo isporuke za sistem nadzora, upravljanja, signalizacije i merenja mora biti i programska podrška za parametrizaciju celog sistema, te programska podrška za daljinski pristup podataka i komunikaciju sa uređajima.

Sistem mikroprocesorske zaštite i upravljanja se sastoji iz sledeće opreme:

- staničnog računara (centralna jedinica)
- upravljačkih i zaštitnih uređaja 110 kV, termoslika i uređaj za regulaciju napona
- zaštitno-upravljačkih jedinica (MPCU) 10 kV

Informacije iz polja i ćelija se prihvataju pomoću distribuiranih uređaja koji su ugrađeni u NN odeljke 10 kV ćelija i 110kV zaštitnih i upravljačkih ormana +S1, +R1 i +R2. Distribuirani uređaji pomoću optičke komunikacijske infrastukture prenose informacije u stanični računar trafostanice komunikacijskim protokolom (standardom) IEC 61850. U centralnom staničnom računaru se konfiguriše prosleđivanje informacija na lokalni HMI (računar u komandnoj sali) odnosno u zgradu PRP komunikacijskim protokolom IEC 60870-5-101.

Mogući nivoi upravljanja su međusobno uslovljeni položajima izbornih preklopki na način da položajem nižeg nivoa onemogućava upravljanje sa višeg nivoa. Nadzor nad postrojenjem je moguć istovremeno na svim nivoima, bez obzira na odabrani nivo upravljanja.

Upravljanje objektom transformacije se vrši na više hijerarhijskih nivoa:

- Sa jedinice za upravljanje preko displeja sa slepom šemom na MPCU uređaju u NN odeljku ćelije
- Sa staničnog računara (centralna jedinica)

Sistem mikroprocesorskog upravljanja i nadzora

Lokalni SCADA sistem je distribuiranog tipa i strukturno se sastoji od dva nivoa:

- Lokalno upravljanje (na nivou polja / ćelije)
- Stanični nivo

Lokalno upravljanje

Na nivou 110 kV polja predviđaju se IED uređaji sa upravljačkim i zaštitnim funkcijama. Nivo polja sadrži sledeće elemente:

- Upravljački uređaj polja (BCU)
- Rezervni upravljački panel (RUP).

Navedeni elementi polja smeštaju se u ormane upravljanja (+S1) po poljima smeštenim u komandnoj prostoriji zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

Na nivou polja izvršavaju se funkcije prikupljanja i obrade podataka sa nivoa polja o statusu rasklopne opreme, uređaja zaštite i sekundarnih sistema i funkcija upravljanja opremom u polju.

Omogućeno je upravljanje rasklopnom opremom u hibridnom elementu preko LCP-a (*Local Control Panel)* koji je smešten uz sam hibridni element u polju. Upravljanje je direktno na ovom nivou, bez blokada.

Upravljačka jedinica polja izvršna je oprema distribuiranog procesno-informacijskog sistema upravljanja 110kV postrojenja. Ugrađuje se po jedna jedinica za svako polje (ukupno 3 jedinice) u odgovarajuće ormane upravljanja (=E0x+S1).

Upravljačka jedinica polja je mikroprocesorski uređaj zadužen za lokalni prikaz jednopolne šeme polja s uklopnim stanjima opreme u polju, prikupljanje signalizacije iz predmetnog polja, izvršavanje upravljačkih naloga rasklopnoj opremi uz sprovođenje blokada, kao i mogućnost samonadzora ispravnosti, detekcije i dijagnostike kvara u ulazno – izlaznim kolima, a takođe i testiranja funkcija kako u lokalu tako i sa udaljenog radnog mesta.

Takođe se koristi za izdavanje naloga lokalnog upravljanja aparatima, te kao izvršna oprema za prihvat upravljačkih naloga iz sistema staničnog računara.

Nivo upravljanja odabira se integrisanom preklopkom na samoj upravljačkoj jedinici polja:

- LOKALNO: upravljanje s prednje ploče (HMI) upravljačke jedinice
- DALJINSKI: upravljanje sa staničnog računara.

Preko sistemskog komunikacionog interfejsa sa zadnje strane jedinice svih polja povezuju se u ethernet prsten sa centralnim switch-evima u ormanu staničnog računara =X+X1.

Rezervni upravljački panel (RUP) se poput BCU-a smešta u ormane upravljanja (=E0x+S1).

Rezervni upravljački panel (RUP) u ormanima upravljanja sadrži: tastere ili komandno potvrdne prekidače za komandovanje VN aparatima, merenje struje i napona, preklopku lokalno / daljinski, voltmetarsku preklopku, pokazivače položaja VN aparata i signalni tablo.

U slučaju kvara upravljačke jedinice polja, upravljanje poljem sa nivoa ormana upravljanja mora biti omogućeno preko RUP-a. Za omogućavanje upravljanja sa RUP-a ugrađena je izborna preklopka lokalno/daljinski sa ključem. Upravljanje sa RUP-a se vrši direktnim delovanjem na sklopne aparate bez provere uslova za sinhronizaciju.

Prilikom upravljanja sa RUP-a blokadni uslovi su izvedeni klasično (žičano) na nivou polja, a prilikom upravljanja sa upravljačke jedinice (BCU) blokade su izvedene i softverski. Blokadni uslovi između polja su takođe izvedeni softverski.

U NN odeljke 10 kV transformatorskih, izvodnih, sekcionih i ćelija kućnog transformatora smeštena je jedinica upravljanja rasklopnom opremom u ćeliji koja je ujedno i odgovarajući zaštitni uređaji (MPCU uređaj – Terminal polja).

Lokalno upravljanje postrojenjem se vrši sa ćelija. Uređaj za zaštitu i upravljanje sadrži:

- Slepu šemu na displeju sa označenim elementima ćelije
- Funkcijske tastere za komandovanje prekidačem
- Funkciju preklopke lokalno/daljinski
  Pozicija 1: lokalno – komandovanje dozvoljeno sa ćelije

Pozicija 2: daljinski – komandovanje dozvoljeno sa staničnog računara

Ovi uređaji za zaštitu i upravljanje imaju sledeće osobine:

- Stalna samodijagnostika i interno testiranje svih funkcija (testiranje otkriva hardverske i softverske kvarove)
- Zaštitne funkcije SN polja
- Upravljanje sa i bez blokada i prikaz položaja aparata polja
- Prikaz signalizacija alarma iz polja
- Prihvat veličina sa mernih transformatora, računanje efektivnih vrednosti struja i napona, te računanje aktivne i reaktivne snage
- Dodeljivanje tačnog vremena prikupljenim podacima
- Grupisanje signala zahvaćenih iz procesa
- Razmena podataka sa staničnim računarom – centralnom jedinicom
- Razmena podatakasa ostalim terminalima polja u svrhu ostvarenja logičkih blokada upravljanja nanivou stanice
- Jednostavno pristupanje uređaju od strane korisnika i mogućnost priključenja prenosnog PC-a (radi podešavanja parametara i pregleda internih podataka)
- Lako i jednostavno testiranje svih funkcija sa automatskim kratkim spajanjem strujnih krugova i blokiranjem kola za isključenje. Ispitna utičnica omogućava davanje probnih struja, napona i eksternih signala.

Sistemska komunikacija uređaja sa sistemom upravljanja i zaštite je izvedena zadnjim portom na bazi standarda IEC 61850. Vremenska sinhronizacija uređaja je rešena takođe protokolom IEC 61850.

Upravljanja na nivou stanice

U centralnom ormanu staničnog računara u komandnoj zgradi 10 kV su ugrađeni centralna jedinica staničnog računara i upravljačka jedinica za prihvat opštih signala (protivpožarna centrala i signali sa servisa komandne zgrade, merenje, telekomunikacije, grejanje itd.), merni pretvarač temperature za indikaciju temperature ambijenta i dva centralna switch-a za povezivanje uređaja u ethernet prsten.

Centralna jedinica staničnog računara na sebi ima Ethernet Interface koji služi za vezu za staničnu Ethernet komunikaciju sa uređajima relejne zaštite i upravljanja. Komunikacija se obavlja putem Ethernet kablova sa RJ45 interfejsom i korišćenjem standardnog protokola IEC 61850.

Stanični računar je takođe NTP server za vremensku sinhronizaciju celog sistema (sadrži PCI karticu) dok će GPS antena sistema biti montirana na zgradu.
Za funkciju lokalnog HMI sastava za komandnu zgradu TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predviđeno je jedno operatorsko radno mesto za potrebe trafostanice, sa računarom, TFT monitorom i instaliranim odgovarajućim programskim paketom. Preko korisničkog interfejsa operatorske radne stanice omogućavaju se funkcije komandovanja, kao i grafičkog prikaza, izveštavanja, arhiviranja i štampanja podataka. Operatorska radna stanica je smeštena u komandnoj prostoriji zgrade 10 kV sa pomoćnim prostorijama. Komunikacijska infrastuktura služi za komunikacijsko povezivanje opreme na nivou polja, ćelije i na nivou transformatorske stanice.

Za vršenje izmena u parametrima i bazama podataka sistema upravljanja i zaštite je predviđeno inženjersko radno mesto, sa računarom, jednim TFT monitorom i instaliranim programskim paketima.

Zaštitno upravljački uređaji u NN odeljcima ćelija su međusobno povezani bakarnim Ethernet kablovima, a zajedno sa centralnim switch-evima u ormanu centralnog računara su povezani u Ethernet prsten koji obezbeđuje n-1 redundansu, jer u slučaju ispada jedne Ethernet veze, moguće je ostvariti komunikaciju sa druge strane.

Zaštitno-upravljački uređaji iz ormana zaštite transformatora, ormana zaštite kablova i ormana upravljanja, kao i uređaji za regulaciju napona su povezani na lokalne switch-eve smeštene u ormanima upravljanja, a zajedno sa centralnim switch-evima u optički prsten koji obezbeđuje n-1 redundansu. Uređaji za nadzor i upravljanje sopstvene potrošnje i opštu signalizaciju su zajedno sa centralnim switch-evima povezani u optički prsten koji obezbeđuje n-1 redundansu. Ova komunikacijska infrastuktura služi za komunikacijsko povezivanje opreme na nivou ćelije, ali i na nivou transformatorske stanice.

Operatorska radna stanica i inženjerska radna stanica su kratkim Ethernet kablovima spojene RJ45 interfejsom na centralne switch-eve.

Sistem relejne zaštite

Svi uređaji zaštite i upravljanja 110kV i 10kV, kao i uređaji za regulaciju napona i opštu signalizaciju su predviđeni za napajanje pomoćnim naponom 110 V DC i za priključenje na fazne napone $110/\sqrt{3}$ V AC i merne struje 1 A na 110kV strani, a 5 A na 10kV strani, frekvencije 50 Hz. Veze između opreme 110kV i 10 kV sa jedne strane i uređaja zaštite i upravljanja sa druge strane se izvode ožičenjem, a veze uređaja prema centralnoj upravljačkoj jedinici se realizuju optičkim kablom. Sve je predviđeno u skladu sa standardom IEC 61850.

Zaštita kablova 110 kV

Zaštita kablova 110kV predviđa se u skladu sa zahtevima internog standarda IS-EMS 712:2018. Ugrađuju se dva nezavisna brza sistema zaštite - glavni i rezervni, u zajednički orman zaštite =E0x+R1.

U skladu sa internim standardom IS-EMS 712:2018, 110kV kablovi se sa aspekta zaštite tretiraju isto kao električno „kratki“ vodovi. Zbog zahteva ostvarivanja selektivnosti sistema zaštite, sva kablovska polja se opremaju podužnom diferencijalnom zaštitom sa uređajima koji su definisani u Internom standardu IS–EMS 712:2018. Predviđa se jedan glavni uređaj, i dodatno uređaj – rezervna zaštita, sa sledećim ugrađenim funkcijama:

- Jedan zaštitni uređaj - **glavna zaštita**:
    - podužna diferencijalna zaštita (87L)
    - distantna zaštita (21) sa kvadrilateralnom karakteristikom, na podimpedantnom principu sa najmanje pet vremensko-distantnih stepena,
    - zaštita od uključenja na kvar (SOTF),
    - usmerena zemljospojna zaštita (67N),
    - funkcija komunikacije između zaštitnih uređaja na krajevima dalekovoda (85) za distantnu i usmerenu zemljospojnu zaštitu,
    - blokada zaštite pri oscilovanju snage u mreži (21 PSB),
    - zaštita od otkaza prekidača (50BF),

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
- višestepena zemljospojna zaštita (51N),
- zaštita od preopterećenja (49) sa mogućnošću eksterne blokade (preklopka),
- zaštita od prekida provodnika (46BC), odnosno zaštita od trajnog nesimetričnog opterećenja,
- funkcija detekcije slabog napajanja kvara (*weak end infeed*) povezana u telekomandna kola,
- funkcija nadzora sekundarnih kola,
- funkclja hronološke registracije dogadaja *(event recorder)*
- funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder),*
- funkcija lokatora kvara *(fault locator),*
- funkcija samonadzora *(selfsupervision).*
- monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
- interna signalizacija delovanja zaštite,
- mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i ekstemo putem računara.

• Jedan zaštitni uređaj - **rezervna zaštita**:

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- usmerena zemljospojna zaštita (67N),
- funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*)
- funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
- funkcija samonadzora (*selfsupervision*).
- monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
- interna signalizacija delovanja zaštite,
- mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara,

Predviđaju se i dodatne zaštite funkcije:

• Kontrola isključnih krugova prekidača (za svaki kalem za isključenje pojedinačno),
• Brzi releji za isključenje

Za testiranje zaštita u pogonu predviđene su ispitne utičnice.

Radi ostvarivanja funkcije podužne diferencijalne zaštite (87L) potrebno je predvideti u susednom postrojenju (PRP 110 kV Veliki Krivelj 2) ugradnju po jednog uređaja identičnog

uređaju u TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 kao i komunikaciju putem optičkog kabla (FO) za svaki par uređaja.

Zaštita transformatora 110/10 kV

Zaštita energetskih transformatora 110/10 kV predviđa se u skladu sa Tehničkim uslovima JP EMS i zahtevima internog standarda IS-EMS 703:2018. Glavna i rezervna zaštita transformatora se smešta u orman zaštite =E0x+R02 u komandnoj prostoriji zgrade 10 kV sa pomoćnim prostorijama, dok postoji i zaštita predviđena u okvipu MPCU jedinice u 10kV transformatorskoj ćeliji.

Kao multifunkcionalni uređaji sa mogućnošću obrade podataka, zaštitni relej glavne zaštite ima sledeće zaštitne funkcije:

- Diferencijalna zaštita niskoimpedantnog tipa sa stabilisanim i nestabilisanim stepenom prorade (87T)
- Funkcija blokade diferencijalne zaštite po višim harmonicima
- Funkcija unakrsnog blokiranja faza
- Ograničena zemljospojna zaštita niskoimpedantnog tipa (87N) (REF)
- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita VN strane (50/51)
- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita NN strane (50/51)
- Kratkospojna zaštita VN strane sa nezavisnom karakteristikom (50/51)
- Kratkospojna zaštita NN strane sa nezavisnom karakteristikom (50/51)
- Zemljospojna zaštita VN strane (50N/51N)
- Zemljospojna zaštita NN strane (50N/51N)
- Višestepena jednofazna prekostrujna zaštita (50/51) za zaštitu impedanse u zvezdištu transformatora 10 kV
- Zaštita od nesimetričnog rada (46)
- Zaštita od prekida provodnika, odnosno zaštita od trajnog nesimetričnog opterećenja
- Termička zaštita od preopterećenja (49)
- Zaštita od otkaza prekidača VN strane (50BF)
- Zaštita od otkaza prekidača NN strane (50BF)
- Funkcija nadzora sekundarnih kola
- Funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*)
- Funkcija snimanja poremećaja u mreži -*disturbance recorder*
- Funkcija samonadzora (*self supervision*)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju
- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sasamog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računararačunara (lokalni RS interfejs prekokojeg se vrši parametrizacija, sa prednje strane uređaja, min. brzine 19200 bps)

Rezervna zaštita, koja se takođe nalazi u orman zaštite =E0x+R02 u komandnoj prostoriji zgrade 10 kV sa pomoćnim prostorijama, ima sledeće funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- Višestepena trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Funkciju hronološke registracije događaja (*event recorder*)
- Funkciju snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*)
- Funkciju samonadzora (*self supervision*)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju

- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog releja (HMI/MMI) i eksterno putem računara (lokalni RS interfejs prekokojeg se vrši parametrizacija, sa prednje strane uređaja, min. brzine 19200 bps)

U ormanima se predviđaju posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova.

Zaštita od pogrešnih manipulacija je realizivana električnim i mehaničkim blokiranjem elemenata rasklopnih aparata blokadama preko staničnog računara i žičano.

Pored navedenih zaštita postoje i lične zaštite transformatora koje se nalaze na samom transformatoru:

- Buholc transformatora
- Buholc regulacione sklopke,
- Rele nadpritiska,
- Kontaktni termometar,
- Termička slika (Za tu svrhu predviđen je strujni obuhvatni transformator u provodnom izolatoru 110 kV oko provodnika srednje faze)

Zaštita izvodnih ćelija i transformatorskih ćelija 10 kV

Zaštita izvodnih ćelija se nalazi u okviru NN odeljaka (MPCU uređaj) u ćelijama.

MPCU uređaj ima sledeće funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- Višestepena trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Funkciju hronološke registracije događaja (event recorder)
- Funkciju snimanja poremećaja u mreži (disturbance recorder)
- Funkciju samonadzora (self supervision)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju
- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog releja (HMI/MMI) i eksterno putem računara (lokalni RS interfejs prekokojeg se vrši parametrizacija, sa prednje strane uređaja, min. brzine 19200 bps)

U ormanima se predviđaju posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova.

Zaštita od pogrešnih manipulacija je realizivana električnim i mehaničkim blokiranjem elemenata rasklopnih aparata blokadama preko staničnog računara i žičano.

Zaštita od pada učestanosti se izvodi prema preporukama EPS-a.

Zaštita spojne ćelija 10 kV

U NN odeljak sekcione ćelije 10 kV ugrađuje se MPCU uređaj sa predviđenom funkcijom upravljanja, nadzora i signalizacije.

MPCU uređaj ima sledeće funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)

- Višestepena trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Funkciju hronološke registracije događaja (event recorder)
- Funkciju snimanja poremećaja u mreži (disturbance recorder)
- Funkciju samonadzora (self supervision)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju
- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog releja (HMI/MMI) i eksterno putem računara (lokalni RS interfejs prekokojeg se vrši parametrizacija, sa prednje strane uređaja, min. brzine 19200 bps)

U ormanima se predviđaja set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova.

Zaštita od pogrešnih manipulacija je realizivana mehaničkim blokiranjem elemenata rasklopnih aparata blokadom preko staničnog računara i signalizacijom.

Zaštita ćelija kućnih transformatora 10/0,4 kV

Zaštita ćelija kućnog transformatora se nalazi u okviru NN odeljaka (MPCU uređaj) u ćelijama.

MPCU uređaj ima sledeće funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- Višestepena trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Funkciju hronološke registracije događaja (*event recorder*)
- Funkciju snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*)
- Funkciju samonadzora (*self supervision*)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju
- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog releja (HMI/MMI) i eksterno putem računara (lokalni RS interfejs preko kojeg se vrši parametrizacija, sa prednje strane uređaja, min. brzine 19200 bps)

U ormanima se predviđaju posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova (za svaki kalem za isključenje pojedinačno).

Pored ugrađenih zaštitnih funkcija u okviru MPCU uređaja, predviđene su i sledeće osnovne zaštite kućnog transformatora:

- Buholc zaštita transformatora
- Zaštita transformatora od preopterećenja kontaktnim termometrom

Zaštita kompenzacije reaktivne snage

Zaštitno-upravljačka jedinica u ćelijama za priključenje uređaja za kompenzaciju reaktivne snage će biti sa identičnim karakteristikama kao zaštitno – upravljačka jedinica u izvodnim ćelijama.

Automatska regulacija napona

Regulacija napona na sabirnicama 10 kV u TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 vrši se promenom prenosnog odnosa energetskog transformatora preko teretne regulacione sklopke. Upravljanje regulacionom sklopkom je omogućeno ručno od strane operatora ili preko mikroprocesorskog regulatora napona (ARN), ručno ili automatski.

Informacije o položaju regulacione preklopke energetskog transformatora do uređaja za regulaciju napona (ARN) biće prenošene pomoću „BCD“ koda primenom diodne kodne matrice unutar ormana regulacije na energetskom transformatoru.

Za svaki od energetskih transformatora ugrađuje se poseban regulator napona. Paralelni rad se dozvoljava samo kratkotrajno prilikom prebacivanja opterećenja sa jednog transformatora na drugi transformator.

Uređaj za automasku regulaciju napona energetskog transformatora se smešta u orman upravljanja kablovsko-transformatorskim poljima =E0x+S1 u komandnoj prostoriji zgrade 10 kV sa pomoćnim prostorijama.

Mikroprocesorski uređaj za automatsku regulaciju napona treba da ima sledeće karakteristike:

- složena strujno-naponski zavisna regulacija za vođenje transformatora u pojedinačnom i paralelnom radu
- strujno zavisna regulacija na principu LCD i Z kompezacije
- mogućnost rada u dva režima: sa redukcijom napona i bez redukcije napona sa spoljnim izborom režima rada (omogućiti dva stepena redukcije napona)
- mogućnost merenja struja i napona i na sekundaru energetskog transformatora
- sa odgovarajućim brojem analognih ulaza, binarnih ulaza i binarnih izlaza za ostvarivanje funkcija komandovanja i nadzora

Pogonska i kontrolna merenja

Svako polje 110kV i svaka ćelija 10 kV su opremljene odgovarajućim BCU-om (110 kV) odnosno MPCU-om (10 kV), koji pored ostalog imaju i funkciju pogonskih merenja: merenje faznih i međufaznih napona i faznih struja. Prikaz odgovarajućih merenih veličina se vrši preko sopstvenih LCD-ova.

Merenje faznih i međufaznih napona se vrši u mernim ćelijama 10 kV =K21 i =K25.

Na radnim stanicama treba obezbediti prikaz mernih veličina u skladu sa rešenjima PC-SCADA, koja kao minimum treba da obuhvate:

- Struje po fazama
- Linijske napone na svim nivoima
- Aktivne i reaktivne snage sa označenim smerom
- Faktor snage po svakom transformatoru
- Frekvenciju
- Položaj regulacione sklopke
- Temperature namotaja i ulja transformatora
- Temperaturu ambijenta (biće postavljen eksterni senzor temperature) i brzine vetra
- Parametara za sinhronizaciju (U, φ, f)
- Napone i struje sopstvene potrošnje (jednosmerne, naizmenične, besprekidne...)

Osim ovih merenja, omogućeno je merenje temperature namotaja i ulja energetskih transformatora 110/10 kV. Ova merenja se vode u zaštitni uređaj a zatim preko protokola IEC 61850 u stanični računar.

Osim ovih merenja, predviđena su i merenja struje i napona srednje faze u glavnim razvodima naizmeničnog napona 0,4 kV 50 Hz i napona jednosmernog napajanja 110 V DC.

Kontrolna merenja u trafostanici se vrše preko strujnih transformatora u kablovsko-transformatorskim poljima sa VN strana energetskih transformatora i napona iz kablovsko-transformatorskih polja sa VN strane.

Kontrolno merenje električne energije u objektu TS Veliki Krivelj 2

Kontrolno merenje električne energije se vrši na 110 kV strani energetskog transformatora. Merenje je realizovano pomoću mikroprocesorskog brojila klase 0,2, za merenje aktivne i reaktivne energije u oba smera, sa impulsnim izlazima.

Merenje struje se vrši preko strujnog transformatora u kablovsko-transformatorskom polju sa VN strane energetskog transformatora dok se naponi uzimaju iz ormana naponskih kola kablovsko-transformatorskih polja 110kV lociranog u TS 110/10kV sa posebnog zaštitnog automata.

Sva brojila imaju mogućnost daljinskog očitavanja.

Orman merenja električne energije =QM+QM1 se nalazi u komandnoj prostoriji zgrade 10 kV sa pomoćnim prostorijama.

Napajanje ormana obračunskog merenja pomoćnim naponima vrši se u okviru grupnog napajanja ormana prostorije upravljanja i zaštite naizmeničnim naponom i sa posebnog izvoda sa razvoda jednosmernog napona.

Signali alarmnih stanja, uključujući kvar na brojilu, nestanak mernih i pomoćnih napona i neovlašćeni pristup brojilu, se posredstvom upravljačkih jedinica montiranih u ormanima sopstvene potrošnje se na stanični računar (HMI).

GPS uređaj za merenje jedinstvenog tačnog vremena

Sinhronizacija jedinstvenog tačnog vremena na svim podsistemima u okviru TS će se vršiti preko GPS uređaja koji se instalira u ormar staničnog računara, dok se GPS antena, povezana na GPS uređaj koaksijalnim kablom, postavlja na krov zgrade.

Opšta signalizacija

U ormanima razvoda naizmeničnog i jednosmernog napona sopstvene potrošnje predviđene su posebne mikroprocesorske jedinice za upravljanje koje će imati funkciju opšte signalizacije. Pored toga na binarne ulaze se dovode signali alarma i statusa sa centrale za dojavu požara.Uređaji opšte signalizacije su povezani u sistem mikroprocesorskog upravljanja i nadzora TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, pa su na taj način i alarmi i statusi iz centrale za dojavu požara dostupni na SCADA sistemu.

1.5.5. Instalacije uzemljenja i gromobranske instalacije

Sistem uzemljenja TS 110/10kV Veliki Krivelj 2 sastoji se od uzemljivačke mreže, temeljnog uzemljivača objekta komandno-pogonske zgrade, sistema zemljovoda, i plaštova kablova koji povezuju TS Veliki Krivelj 2 sa PRP Veliki Krivelj 2.

Uzemljivački sistem objekta projektuje se u skladu sa:

- Internim standardom IS EMS 123:2018 - Uzemljenje elektroenergetskih postrojenja;
- Tehničkim uputstvom za izvođenje uzemljenja elektroenergetskih postrojenja, TU-TS-01:2015, EMS AD;
- Pravilnikom o tehničkim normativima za uzemljenje elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000V, ("Sluzbeni list SRJ", broj 61/95);
- Jovan Nahman „Uzemljenje neutralne tačke distributivnih mreža", Naučna Knjiga, 1980
- Standardom IEEE Std 80-2000 "Guide for safety in AC Substations Grounding"

Uzemljivački sistem postrojenja izvodi se kao sistem združenog (zajedničkog) uzemljenja koje obuhvata sledeće galvanski povezane komponente:

1. horizontalna mreža uzemljivača formirana od bakarnog užeta odgovarajućeg preseka, ukopanog na dubini 0,8 m ispod nivelisanog terena, na koji se povezuju radna i zaštitna uzemljenja opreme za spoljašnju montažu,
2. prstenasti uzemljivač izveden bakarnim užetom, za izjednačavanje potencijala komandno-pogonske zgrade sa pomoćnim prostorijama, položen na dubini 0,5m na udaljenosti 1m od ivice objekta.
3. Temeljni uzemljivač objekta komandno pogonske zgrade
4. Metalne zaštite 110kV kablova

Ograda oko objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 uzemljuje se na sopstveni uzemljivač položen u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde na rastojanju 1m od ograde i koji se ne povezuje sa mrežnim uzemljivačem trafostanice.

Sistem uzemljenja postrojenja predstavlja združeno uzemljenje sledećih celina:

- sistem zaštitnog uzemljenja,
- sistem radnog uzemljenja,
- sistem gromobranskog uzemljenja.

Sistem zaštitnog uzemljenja predstavlja sistem uzemljenja svih metalnih konstrukcija i svih delova električne opreme koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, a u slučaju kvara mogu doći pod napon. To su svi metalni delovi i noseće konstrukcije spoljašnje VN opreme, plaštevi i ekrani kablova, svi metalni delovi objekta (vrata, prozori, gelenderi), kablovski regali, ormani u zgradi 10 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, metalni poklopci kablovskih kanala, čelični nosači duplog poda.

Radna uzemljenja objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 predstavljaju uzemljenja neutralnih tačaka transformatora i radno uzemljenje odvodnika prenapona.

Mreža uzemljenja polaže se na površini koja obuhvata celokupni ograđeni plato objekta na način da spoljašnja obodna kontura bude na rastojanju 1m od ograde sa unutrašnje strane

gde god to raspored opreme dozvoljava. Sva uzemljena oprema mora biti unutar obodne konture uzemljivačke mreže. Na glavnu mrežu se spajaju uzemljenja postrojenja, zgrada, ograde i ostali neophodni elementi. Mreža visokog napona 110kV u pogonu je sa direktno uzemljenim zvezdištem. U skladu sa tim, zvezdište namotaja visokog napona energetskog transformatora će se povezati neposredno na mrežni uzemljivač bez rastavljača za uzemljenje zvezdišta, ali sa mogućnošću odvajanja spoja neutralne tačke na prikladnom mestu realizovanom u šahtu za uzemljenje neutralne tačke.

Čelične armature temelja pogonskog objekata, kao i sam objekat, su povezani na temeljni uzemljivač objekta, i dalje na sistem uzemljenja postrojenja. Postolja aparata i portala su od standardnih čeličnih profila i povezani su na uzemljivač postrojenja na dva različita mesta.

Glavni mrežni uzemljivač

Kao najpogodniji oblik glavnog uzemljivača odabran je mrežasti uzemljivač. Glavna mreža uzemljenja izvodi se provodnicima od bakarnog užeta preseka 95 mm2 (proračun se nalazi u numeričkoj dokumentaciji). Prečnik pojedinačnih žica u užetu ne sme biti manji od 1.8mm. Vertikalne uzemljivačke sonde u ovoj fazi projekta nisu predviđene, međutim, ukoliko merenja pred puštanje u rad to budu zahtevala, ostavlja se mogućnost ugradnji vertikalnih sondi. Mreža uzemljivača se nalazi na površini kompletnog ograđenog objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2. Spoljašnja obodna kontura uzemljivačke mreže nalazi se na rastojanju 1m od ograde sa unutrašnje strane izuzev u situacijama gde to fizički nije moguće. Uzemljivačka mreža je ukopana 0,8 metara ispod kote ploče zgrade i kade transformatora na mestima gde se predviđaju provodnici uzemljivača. Dispozicija mreže uzemljivača izvedena je na način da se prilagodi dispoziciji opreme u postrojenju i da se obezbedi adekvatno, što kraćim zemljvodima, povezivanje opreme sa uzemljivačem.

Na glavni uzemljivač se spajaju svi metalni elementi opreme, unutar ograde, na način da sva uzemljena oprema bude unutar spoljašnje konture uzemljivačke mreže, a koja je na rastojanju 1m od ograde gde god je to fizički moguće.

Uzemljenje ograde objekta

Uzemljenje ograde kompleksa trafostanice biće izvedeno posebnim uzemljivačem, u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde, koji je izveden od bakarnog užeta preseka 95 mm^2. Spoljašnji prsten je udaljen od ograde 1m i ukopan na dubinu 0,5m. Ograda se povezuje sa uzemljivačem na prosečno svakih 10m, ukoliko je obezbeđena dobra galvanska veza svih metalnih delova ograde, u vidu zemljovoda od bakarnog užeta preseka 95 mm^2. Ukoliko nije obezbeđena dobra galvanska veza mora se uzemljiti svaki stub ograde. Ograda i uzemljivač ograde ne povezuju se sa uzemljenjem postrojenja čime se smanjuje napon dodira. Ulazna i kolska kapija povezuju se sa uzemljivačem ograde zemljovodom od bakarnog užeta Cu 95mm^2. Pokretni deo kapije objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 povezuje se sa stubovima premostima od bakarne pletenice 25 mm^2. Šine klizne kolske kapije spajaju se na uzemljivač ograde postrojenja sa dva zemljovoda od bakrnog užeta 95mm^2.

Uzemljenje opreme za spoljašnju montažu

Što se tiče zaštitnih uzemljenja, na glavni uzemljivač postrojenja je potrebno spojiti sve metalne konstrukcije aparata i opreme koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, a prilikom kvara mogu doći pod napon.

Uzemljenje zvezdišta 110 kV namotaja energetskog transformatora

Zvezdište 110kV namotaja energetskog transformatora spaja se direktno na mrežu uzemljenja, bakarnim užetom 95 mm^2, preko nosača, a spoj na uzemljivačku mrežu se izvodi u šahtu za uzemljenje na bakarnu šinu 100x5mm. Bakarno uže mora biti odvojeno od čeličnog nosača preko potporne stezaljke koja se fiksira na potporni izolator. Bakarno uže vodi se duž nosača i postavlja se u plastičnu PVC cev radi mehaničke zaštite. Za svrhu uzemljenja neutralne tačke (zvezdišta) energetskog transformatora gradi se šaht za uzemljenje. Predviđeno je da svaki transfromator ima svoj šaht za uzemljenje. U šahtu za uzemljenje formira se čvorište uzemljivačke mreže tako da se struja koja se odvodi u uzemljivač na tom mestu spoja radnog uzemljenja zvezdišta transformatora i uzemljivača, deli najmanje na tri strane.

Uzemljenje sklopa za uzemljenje neutralne tačke 10 kV

Otpornik za ograničenje struje kratkog spoja 10 kV strane energetskog transformatora uzemljuje se preko zemljovoda od bakarnog užeta preseka 95 mm^2 spajanjem na mrežu. Uže se preko kalajisane kablovske papučice povezuje na terminal (zavrtanj minimalno M12 za svrhu uzemljenja) za uzemljenje otpornika. Zaštitno uzemljenje kućišta otpornika uzemljuje se preko zemljovoda od bakarnog užeta preseka 95 mm2 spajanjem na mrežu uzemljenja. Zemljovod za zaštitno uzemljenje spaja se preko kalajisane kablovske papučice na poseban terminal (zavrtanj minimalno M12) za ovu svrhu. Kućište transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta se uzemljuje preko zemljovoda od bakarnog užeta preseka 95 mm^2 spajanjem na mrežu uzemljenja.

- *Radno uzemljenje odvodnika prenapona 110 kV*

Radno (pogonsko) uzemljenje odvodnika prenapona na 110 kV strani transformatora se izvodi žuto-zelenim kablom tipa P/F-Y 1x95 mm^2 i spaja na glavni uzemljivač što kraćom i direktnijom vezom. Kabl se obujmicama fiksira za čelični nosač. Uzemljenje odvodnika prenapona izvesti tako da se osigura što kraća veza do mesta spoja sa uzemljivačkom mrežom. Čelični nosač odvodnika ne sme se koristiti kao zemljovod za radno uzemljenje, jer nije predviđen za sprovođenje struje atmosferskog pražnjenja u zemlju. Odvodnik prenapona galvanski je odvojen od čeličnog nosača postavljanjem na izolacionu bazu.

- *Uzemljenje suda energetskog transformatora*

Energetski transformatori uzemljuju se u skladu sa preporukama proizvođača i važećim preporukama. Direktno se na uzemljivač povezuju najkraćim putem zemljovodi (Cu uže 95 mm2) za uzemljenje pogonskog ormarića, ormana regulacije, priključak za uzemljenje magnetskog jezgra, uzemljenje šina za navoženje transformatora i rešetaka za nošenje tucanika unutar trafo kade. Zemljovodi se polažu u PVC cevi Ø 60 mm radi mehaničke zaštite.

Potrebno je sud energetskog transformatora povezati zemljovodima od Cu užeta 95 mm^2 na dva mesta (dijagonalno) direktno sa uzemljivačem.

- *Zaštitno uzemljenje čeličnih nosača opreme*

Sva metalna postolja u spoljašnjem postrojenju objekta TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 (čelični nosači 110 kV opreme u polju, stubovi rasvete...) spajaju se na glavni uzemljivač formiranjem omče na nosaču i na taj način preko dva provodnika, bez prekidanja, spajaju na mrežu uzemljenja bakarnim užetom preseka 2x95 mm^2. Priključenje zemljovoda u vidu omče na metalne konstrukcije opreme izvodi se bronzanim vijčanim stezaljkama sa dva zavrtnja preko nosača (priključne pločice u vidu L profila dimenzija (130x75x8 mm)x75 mm) zavarene za metalnu konstrukciju.

Zemljovodi se izvode dvostrukim provodnicima koji se spajaju sa uzemljivačem na međusobno malom rastojanju u ravni uzemljivača. Zemljovodi i delovi provodnika koji se koriste kao zemljovodi polažu se tako da budu vidljivi, a ako se pokrivaju moraju da budu pristupačni i zaštićeni od mehaničkih i hemijskih oštećenja.

- *Uzemljenje nosača u kablovskim kanalima*

Čelični nosači kablova u kablovskim kanalima u postrojenju uzemljuju se povezivanjem na uzemljivač preko bakarnog užeta 95mm^2 postavljenog na nosače užeta za uzemljenje. Na više pristupačnih mesta sabirno uže se preko zemljovoda od bakra Cu 95 mm^2 spaja na mrežu uzemljenja. Na mestu provlačenja užeta kroz zid kanala predviđa se bitumenska zaptivka, radi zaštite od prodora vlage.

- *Spojevi u zemlji i na opremi*

Svi međusobni spojevi užeta pod zemljom moraju biti kompresioni, a nad zemljom vijčani ili kompresioni.

Na deonicama na kojima se uzemljivač i energetski kabl postavljaju u isti rov, uzemljivač se postavlja 10cm ispod posteljice peska u sloju zemlje.

Prilikom ukrštanja provodnika uzemljivača sa drugim instalacijama komunalne infrastrukure (vodododne cevi, kanalizacione cevi, uljna kanalizacija), provodnici uzemljivača polažu se na način da se obezbedi vertikalni sigurnosni razmak za izvođenje radova koji iznosi minimalno 0,3m.

Svi spojevi između provodnika za uzemljenje i uzemljivača kao i ukrštanja uzemljivača u zemlji biće urađena kompresionim spojevima koristeći bronzane kompresione stezaljke i solidno zaštićene bitumenom. Spojevi užeta Cu 95 mm^2 u zemlji izvode se bronzanim kompresionim spojnicama, sa po dve spojnice na svakom spoju.

Priključenje zemljovoda u vidu omče na metalne konstrukcije opreme izvodi se bronzanim vijčanim stezaljkama preko priključka (priključne pločice u vidu L profila) zavarenog za metalnu konstrukciju.

Omča za uzemljenje biće postavljena na odobrenim mestima na nosačima opreme kako bi prihvatala priključak prenosnog uzemljivača za potrebe održavanja opreme.

Svi podzemni spojevi užeta zaštitiće se od prodora vlage zalivanjem bitumenom u provizorno napravljenim kalupima.

Spojevi bakarnog užeta preseka 95 mm^2 na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezajkom sa jednim zavrtnjem za dva užeta, a spojevi omče na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezajkom sa dva zavrtnja za dva užeta. Spoj stezaljke na nosač

opreme se ostvaruju preko "L" profila dimenzija (130x75x8)x75 mm zavarenog na nosač koji služi kao nosač stezaljke.

Spojevi bakarnog užeta na pogonske ormariće opreme izvode se pomoću kalajisanih kompresionih kablovskih papučica za jedno uže preseka 95 mm^2, pomoću zavrtnjeva M12.

Za vođenje zemljovodnih užadi po čeličnoj konstrukciji koristiće se bronzane strujne stezaljke sa jednim zavrtnjem za dva užeta preseka 95 mm^2, preko nosača od L profila zavarenih za konstrukciju, na svakih 1m visine (dužine) nosača.

- *Uzemljenje energetske opreme u zgradi*

Ćelije srednjenaponskog postrojenja, kao i svi ostali ormani u zgradi, uzemljuju se povezivanjem sabirnice za uzemljenje u ormanu sa sabirnim zemljovodom postavljenim u kanal ispod srednjenaponskih ćelija, pomoću fleksibilnih izolovanih žuto zelenih kablova P/F-Y preseka 1x 25 mm^2.

Kućni transformatori se uzemljuju preko dva zemljovoda od izolovanih, fleksibilnih izolovanih žuto zelenih kablova P/F-Y preseka 1x25 mm^2, preko posebno predviđenih priključaka (zavrtanj za uzemljenje) na kućištu transformatora. Preko dva zemljovoda, kućni transformatori se povezuju sa sabirnim zemljovodom u kablovskom kanalu u prostoriji kućnih transformatora. Neutralna tačka 0,4 kV kućnog transformatora uzemljuje se povezivanjem na najbliži sabirni zemljovod, kablom P/F-Y preseka 95 mm^2. U skladu sa odabranim TN-C-S sistemom zaštite od indirektnog dodira u razvodu naizmeničnog napona, stezaljka neutralnog i zaštitnog provodnika (PEN) kućnog transformatora mora se uzemljiti spajanjem na sistem uzemljenja u zgradi.

Uzemljivački sistem zgrade objekta

Uzemljivač zgrade čine temeljni uzemljivač, prstenasti uzemljivač oko zgrade za oblikovanje potencijala i sistem uzemljenja unutar zgrade. Prstenasti uzemljivač izvodi se od bakarnog užeta preseka 95 mm^2 koji se polaže tako da prati konturu zgrade na rastojanju 1m od ivice zgrade. Prstenasti uzemljivač se polaže na dubini od 0,5m i povezuje na više mesta sa mrežom uzemljenja. Na mestima ukrštanja sa kablovskim šahtom, uže se polaže ispod tamponskog sloja šljunka tako da se obezbedi da uže leži u zemlji u sloju minimalne debljine 15 cm. Plitko ukopan prstenasti uzemljivač služi za „peglanje“ potencijala u okolini zgrade i ulaza u zgradu i predstavlja osnovnu komponentu gromobranskog uzemljenja zgrade.

- *Temeljni uzemljivač komandno-pogonske zgrade*

Duž temelja zgrade položen je namenski izveden temeljni uzemljivač od trake FeZn 45x5 mm koji se preko odgovarajućih spojnica spaja na armaturu zgrade. Temeljni uzemljivač objekta je u sklopu konstrukcije objekta i povezan je sa spoljašnjim prstenom uzemljivača koji je na rastojanju 1m od objekta, na dubini 0,5 m, izveden od bakarnog užeta Cu 95 mm^2. Temeljni uzemljivač se ugrađuje pre nalivanja betona. Uzemljivač se polaže u vidu prstena tako da prati spoljašnje i unutrašnje zidove temelja objekta. Prilikom polaganja, traku treba postavljati na nosače trake, na način da traka bude u sloju betona min. 10 cm i direktnom kontaktu sa tlom.

Međusobno spajanje i nastavljanje trake izvesti ukrsnim komadom traka-traka 60x60 mm SRPS EN 62561-1 (zamenjeni standard je bio SPRS N.B4.935). U zemljanom rovu spojeve trake postaviti u kutije za ukrsne komade - KUK i zaliti bitumenom.

Traku temeljnog uzemljivača izvesti i duž temeljne stope spoljašnjih stepeništa sa kojih se predviđaju izvodi od trake FeZn 45x5 mm za uzemljenje metalnih gelendera ulaznih stepeništa. Predvideti izvode sa temeljnog uzemljivača za uzemljenje vertikalnih oluka koji nisu u blizini spusnih provodnika.

Bitno je napomenuti da se za ovaj objekat predviđa izolacija objekta od vlage, koja se postavlja ispod temelja objekta. Zbog toga se temeljni uzemljivač izvodi se u sloju „mršavog“ betona ispod izolacije, na način da preko „mršavog“ betona bude u direktnom kontaktu sa tlom.“

Sa temeljnog uzemljivača predviđaju se sledeći zemljovodi:

1. Priključci za vezu temeljnog uzemljivača sa sabirnicom za uzemljenje unutar zgrade izvedeni su trakom FeZn 40x5 mm na visini 30 cm od poda preko ukrsnih komada traka-traka na više mesta.
2. Priključke za vezu temeljnog uzemljivača i prstena oko zgrade izvesti preko bakarnog užeta preseka 95 mm^2. Spoj bakarnog užeta sa trakastim temeljnim uzemljivačem realizuje se ukrsnim komadom uže-traka SRPR EN 62561-1 koji se zaliva bitumenom. Za prolaz užeta kroz temelj obezbediti bitumensku zaptivku.

Armirano betonska konstrukcija objekta mora biti na istom potencijalu kao i temeljni uzemljivač. U tu svrhu predviđaju se izvodi od FeZn trake 45x5 mm, zavarene za armaturu, koja se preko zemljovoda spajaju sa sa sabirnicom za uzemljenje unutar zgrade.

Sve priključke (zemljovode) temeljnog uzemljivača koji prolaze kroz zid, a ne nalaze se u sloju betona, kao i sva mesta zavarivanja, potrebno je zaštiti od korozije. To se postiže ili premazivanjem slojem bitumena, ili ubacivanjem u izolacionu cev. Na mestima gde su dilatacioni spojevi, potrebno je izvršiti prekidanje i premošćenje temeljnog uzemljivača elastičnom spojnicom sa unutrašnje strane zida.

- *Unutrašnji uzemljivač komandno-pogonske zgrade*

Unutrašnji uzemljivač zgrade izveden je od čelično-pocinkovane trake preseka 40x5 mm koja se polaže duž unutrašnjih zidova zgrade, bez prekidanja, i formira sabirnicu za izjednačenje potencijala, zatim duž kablovskih kanala, kao i ispod duplog poda za uzemljenje ormana. U kablovskom prostoru se uzemljivač postavlja na zid neposredno ispod plafona i povezuje sa sabirnicama za izjednačavanje potencijala u prizemlju.

Sabirnica za izjednačenje potencijala postavlja se na nosače trake za zid od betona, tip B.L. SRPS EN 62561-4 (zamenjeni standard je bio SPRS N,B4.925-P) i fiksira na visini 30 cm od poda.

Sabirnica za izjednačenje potencijala izvodi se oko ramova (okvira) vrata na rastojanju 0,5m od bočnih ivica vrata i 0,3m od gornje ivice vrata tako da se obezbedi neprekidnost sabirnice za izjednačenje potencijala duž zidova objekta.

Na unutrašnji uzemljivač spajaju se zemljovodi sa temeljnog uzemljivača, zemljovodi sa čelične armature, svi metalni delovi vrata i prozora, nosači (šine) kućnog transformatora, metalni poklopci kablovskih kanala, kablovske police, metalna kućišta uređaja za klimatizaciju i grejanje i svi drugi metalni delovi opreme unutar zgrade.

Penjalice za silazak u kablovski prostor uzemljuju se povezivanjem sa unutrašnjim uzemljivačem zgrade zemljovodima (izolovani bakarni fleksiblni žuto zeleni kabl P/F-Y 25 mm^2).

Sva oprema u zgradi spaja se na unutrašnji uzemljivač preko izolovanog kabla P/F-Y preseka 25 mm^2. Pokretni delovi metalnih vrata spajaju se premošćenjima od izolovanog bakarnog kabla P/F-Y preseka 25 mm^2 sa uzemljenim metalnim okvirima vrata.

U podrumskom (kablovskom) prostoru predviđa se čelično pocinkovana traka preseka 40x5 mm traka za izjednačenje potencijala i uzemljenje kablovskih nosača i polica. Traka se polaže duž zidova podruma, bez prekidanja, neposredno ispod pafona. Uzemljenje opreme u prostoriji SN postrojenja se izvodi povezivanjem na sabirnicu za izjednačavanje, čelično pocinkovanu traku preseka 40x5mm, postavljenu u kablovskom prostoru. U prostoriji SN postrojenja ne postoji posebna sabirnica za izjednačavanje potencijala.

U delu prostorije sopstvene potrošnje predviđa se polaganje sabirnice za izjednačenje potencijala od čelično pocinkovane trake preseka 40x5 mm, duž zidova prostorije ispod duplog poda za uzemljenje čeličnih nosača duplog poda i ormana.

U komandnoj prostoriji, predviđa se sabirni zemljovod od FeZn trake 30x4 mm koji se polaže ispod duplog poda, za potrebe uzemljenja ormana, ekrana i širmova kablova, nosača duplog poda.

Dopunsko izjednačenje potencijala u kupatilu (mokri čvor) izvodi se povezivanjem svih metalnih masa u kupatilu na višepolnu stezaljku u kutiji za izjednačenje potencijala. Od kutije za izjednačenje potencijala vodi se zaštitni provodnik do sabirnice za zaštitne vodove (PE) u razvodnoj tabli.

Gromobranska instalacija

Gromobranska instalacija ima osnovni zadatak da zaštiti ljude, životinje, objekte i imovinu od razarajućeg dejstva atmosferskog pražnjenja. Gromobranska instalacija ne može da spreči nastanak atmosferskog pražnjenja, ali pravilno isprojektovanom gromobranskom instalacijom značajno se smanjuje rizik od oštećenja objekata i povrede ljudi izazvanih udarom groma.

Klasa nivoa zaštite određuje se prema SRPS IEC 1024-1-1, osim klase nivoa zaštite I koja se određuje bez proračuna za elektroenergetska postrojenja. Ovaj objekat je klase nivoa zaštite I.

Gromobranska zaštita se deli na:

- gromobransku zaštitu opreme za spoljašnju montažu u postrojenju,
- gromobransku zaštitu komandno-pogonske zgrade

Zaštita dela postrojenja na otvorenom prostoru od direktnih udara groma vrši se pomoću štapnih gromobrana. Uloga prihvatnog sistema koga čine štapni gromobrani je da formira zonu zaštite od direktnih atmosferskih pražnjenja. Pod zonom zaštite prihvatnog sistema podrazumeva se zona u kojoj se sa malom verovatnoćom može dogoditi direktno atmosfersko pražnjenje.

Gromobranska zaštita zgrade se sastoji od spoljašnje i unutrašnje gromobranske instalacije. Spoljašnja gromobranska instalacija zgrade ima zadatak da prihvati i odvede u zemlju energiju atmosferskog porekla i sastoji se od:

- prihvatnog sistema (štapne hvataljke i mreža provodnika);
- sistema spusnih provodnika;
- sistema uzemljenja.

Unutrašnja gromobranska instalacija obezbeđuje izjednačenje potencijala i zaštitu od indukovanih prenapona u instalacijama niskog napona.

- *Gromobranska instalacija spoljašnjeg dela postrojenja*

Gromobranska zaštita opreme postrojenja na otvorenom prostoru će biti ostvarena gromobranskim šiljcima koji će biti montirani na gromobranske stubove u postrojenju. Zone gromobranske zaštite za spoljnu opremu u TS Veliki Krivelj 2 proračunavaju se za visinu od 6.2m. Detaljan proračun zona zaštite prikazan je u poglavlju Numerička dokumentacija prema tehničkoj preporuci IS-EMS 125:2016, na način da se obezbedi adekvatna zaštita štićenih objekata - energetske opreme montirane na otvorenom prostoru. Raspored gromobranskih šiljaka i prikaz zona zaštite prikazani su u okviru grafičke dokumentacije. Šiljci su putem čelične konstrukcije spojeni na uzemljivačku mrežu.

- *Gromobranska zaštita zgrade*

Gromobranska zaštita komandno-pogonske zgrade određena je prema usvojenoj klasi nivoa zaštite I, koja se usvaja bez proračuna za objekte elektroenergetskih postrojenja. Gromobranska zaštita zgrade transformatorske stanice realizovana je pomoću prihvatnog sistema u vidu pocinkovane čelične trake FeZn 25 x 3 mm koja formira Faradejev kavez. Trake se postavljaju po nosačima po krovu sa međusobnim prosečnim rastojanjem između nosača od 1,5m. Sa ruba krova su napravljeni odvodi prema zemlji koji su spojeni na uzemljivačku mrežu. Na visini 1,75 metara od tla se izvode ispitna mesta gde se spaja spusni provodnik gromobranske instalacije od FeZn trake 25 x 3 mm i bakarno uže preseka 95 mm^2 kao zemljovod (zemni uvodnik) za spoj na prstenasti uzemljivač zgrade. Mehanička zaštita zemnog uvodnika izvodi se do visine 1,5m od tla na mestima svakog spusnog provodnika.

Na mestu spoja svakog spusnog provodnika sa uzemljenjem mora se postaviti ispitni spoj. Ispitni spoj realizovan je od rastavne spojnice koja se smešta u kutiju za merni spoj koja se ugrađuje u fasadu objekta. Kutija za merni spoj je u normalnoj upotrebi zatvorena, dok se samo uz upotrebu alata, a za potrebe merenja može otvoriti.

Uloga ispitnog spoja je merenje otpornosti uzemljenja uzemljivača i provera kontinuiteta spojeva između prihvatnog sistema gromobranske instalacije, gromobranskog uzemljenja. Ispitni spoj postavlja se u zid objekta na visini 1,75 m od tla.

Svaki metalni deo zgrade (vrata, prozori i sl.) se zavaruje na armaturu. Na instalaciju se povezuju metalne mase na objektu (metalna bravarija i sl.). Olučne vertikale i slivnici koji nisu u neposrednoj blizini spusnih provodnika, povezuju se sa temeljnim uzemljivačem preko predviđenih zemljovoda od bakarnog užeta preseka 95 mm^2.

1.5.6. Telekomunikacione instalacije

Ovim projektom predviđene su sledeće telekomunikacioni sistemi, oprema i veza za potrebe izgradnje TS 110/10kV Veliki Krivelj 2:

- Optički sistem veza odnosno SDH/PDH multipleksna oprema sinhrone digitalne hijerarhije nivoa STM-1, u ETSI TK ormanu sa ventilatorom
- Optička veza PRP 110kV Veliki Krivelj 2 i TS Veliki Krivelj 2 koja se realizuje putem dva optička kabla sa 48 SMFO po G.652
- Optička veza za potrebe povezivanja SCADA sistema u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 i u TS Veliki Krivelj 2 koja se realizuje optičkim kablom sa 24 MMFO po ITU-T G.651
- Lokalna računarska mreža sa aktivnom i pasivnom opremom (switch, patch panel, kablovi SFTP, utičnice itd), sa koncentracijom u u istom TK ormanu u koji se smešta i oprema za video nadzor i kontrolu pristupa.
- Sistem video nadzora sa aktivnom (fiksne kamere, media-konvertori, switch sa 24 ethernet električna interfejsa, server za snimanje video materijala i klijent računar) i pasivnom opremom (kabovi, patch paneli, ZOK itd.) Sva aktivna oprema osim kamera i media konvertora kod kamera smešta se u isti orman u kome će biti i oprema za LAN mrežu i kontrolu pristupa.
- Kontrola pristupa na ulaznoj pešačkoj kapiji u objekat: alarmna centrala sa sistemom mikrotalasnih barijera na perimetru objekta, kao i čitač kartica sa šifratorom i EM brava na pešačkoj ulaznoj kapiji.
  - Sistem napajanja telekomunikacionih uređaja u zgradi 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama naizmeničnim naponom 220V/50Hz sa razvodnog ormana (RO)
- Sistem napajanja telekomunikacionih uređaja jednosmernim naponom 48V: ispravljač 48VDC modularne izvedbe i hermetizovane AKU baterije kapaciteta 200Ah u posebnom ormanu, kao i razdvoni orman 48VDC.
- Pasivna telekomunikaciona oprema (ormani, patch paneli, ODF-ovi, ZOK-ovi, simetrični razdelnik i sl. i kablovska instalacija (multimodni optički kablovi za potrebe video nadzora i upravljanja i zaštite, UTP i/ili SFTP kablovi cat.6 za potrebe LAN mreže (wall kablovi, office kablovi kao i prespojni kablovi su cat.6), utikačke kutije sa RJ45 konektorima, patch cord-ovi sa odgovarajućim konektorima, PE cevi, PVC cevi i sl.) za terminalnu opremu, opremu za video nadzor i kontrolu pristupa, opremu za LAN mrežu i dr.

Projektovana rešenja su u skladu sa sa Projektnim zadatkom.

1.5.7. Mašinske instalacije zgrade 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama

Projektom je obuhvaćena instalacija grejanja i hlađenja objekta, kao i ventilacije prostorije namenjene za smeštaj akubaterije. Urađen je prema zahtevu Investitora, arhitektonsko građevinskim crtežima, podacima iz “Elaborat energetske efikasnosti” i podacima vezanih za disipaciju opreme dobijenih od projektanata elektro dela.

Objekat je prizemnog tipa sa sledećim sadržajima: hodnik, toalet, prostorija za smeštaj akubaterija, sopstvena potrošnja, kućni trafo 1, kućni trafo 2, i 10kV postrojenje.

Nalazi se u klimatskoj zoni sa propisanom spoljnom projektnom temperaturom u zimskom periodu t_{spz}=-18.5^{0}C, odnosno u letnjem periodu t_{spl}=+34^{0}C. Unutrašnje projektne

temperature tretiranih prostora su usvojene na osnovu tehnoloških zahteva projektanata elektro dela i preporuka vezanih za namenu prostorija. Iste su date u tabeli ispod.

Br.	PROSTORIJA	TEMPERATURA ZIMI (^{0}C)	TEMPERATURA LETI (^{0}C)
1	0.1 Hodnik	18	NE TRETIRA SE
2	0.2 Toalet	18	NE TRETIRA SE
3	0.4 Akubaterija	15	25
4	0.5 Sopstvena potrošnja	10	30
5	0.6 Kućni trafo	NE TRETIRA SE	NE TRETIRA SE
6	0.7 Kućni trafo	NE TRETIRA SE	NE TRETIRA SE
7	0.8 10kV postrojenje	10	30
8	0.9 Komandna soba	20	25

Relativna vlažnost vazduha je parametar koji se ne kontroliše.

Proračun toplotnih gubitaka se radi prema DIN-u 4701 iz 1959 god. sa koeficijentima prolaza toplote iz elaborata o energetskoj efikasnosti objekta, za spoljnu projektnu temperaturu t_{sp}=-18.5^{0}C i sa unutrašnjim projektnim temperaturama prema gore navedenim vrednostima. Proračun toplotnih dobitaka radi se prema ASHRAE iz 1997 god. sa koeficijentima prolaza toplote prema elaboratu o energetskoj efikasnosti, za spoljnu projektnu temperaturu t_{sp}=+34C i sa unutrašnjim projektnim temperaturama prema gore navedenim vrednostima. Prilikom izrade proračuna uzete se u obzir disipacije od ugrađene opreme koje su dobijene od projektanata elektro dela a koje iznose:

- 0.5 Sopstvena potrošnja – 1000W (leti) ; 100W (zimi)
- 0.8 10kV postrojenje – 4000W (leti)
- 0.9 Komandna prostorija – 1000W (leti)

Grejanje prostorije „0.8 10kV postrojenje“ se predviđa električnim kaloriferima koji se isporučuju u kompletu sa opremom za zidnu montažu i sobnim termostatom. Grejanje ostatka objekta predviđeno je električnim panelnim radijatorima koji se isporučuju sa opremom za zidnu montažu i integrisanim regulatorom sobne temperature sa mogućnošću vremenskog programiranja. Pregled usvojenih uređaja dat je u okviru numeričke dokumentacije. Raspored i položaj istih dat je u okviru grafičke dokumentacije.

Za hlađenje prostorija, kao i za grejanje u prelaznom periodu, predviđeni su split sistemi inverterskog tipa (R410A), proizvod “LG” ili slično. Sve unutrašnje jedinice su projektovane kao zidne. Cevovod za razvod gasne i tečne faze freona (pojedinačno izolovati u potpunosti) i kabl za komunikaciju voditi skupa od spoljašnje do unutrašnje jedinice split sistema. Cevovod za razvod tečne i gasne faze freona usvojen je na osnovu specifikacije proizvođača i izvodi se mekim bakarnim cevima mehaničkih osobina prema EN 1057. Kondenznu mrežu izvesti od tvrdih PVC cevi, uštemati u zid i izvršiti priključenje prema grafičkoj dokumentaciji. Povezivanje unutrašnjih/spoljašnjih jedinica na formiranu mrežu za odvod kondenzata izvršiti fleksibilnim rebrastim crevom. Pregled usvojenih rashladnih uređaja dat je u prilogu. Raspored i položaj istih dat je u okviru grafičke dokumentacije.

Proračun ventilacije prostorije za smeštaj akubaterija izvršen je prema standardu SRPS EN IEC 62485-2:2018 (Zahtevi za bezbednost sekundarnih baterija i baterijskih postrojenja – Deo 2: Stacionarne baterije). Ventilacija se predviđa kao prirodna prestrujavanjem vazduha

preko spoljnih protivkišnih žaluzina tip WGK-AL 397x247 proizvod ”TROX” ili slično. Žaluzine se postavljaju na istom spoljašnjem zidu, u gornjoj i donjoj zoni prostorije vodeći računa da minimalno rastojanje između njih iznosi 2m.

Sve ostalo treba izvesti prema tehničkim uputstvima proizvođača, kao i važećim tehničkim propisima i normama za ovu vrstu instalacije.

1.5.8. Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i podloga

Pri izradi projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za građenje objekta Transformatorske stanice 110/10 kV Veliki Krivelj 2, Grad Bor (KO Krivelj, spisak parcela: 2544, 2585, 2586/1, 2595, 2594, 2596/2, 3227/1, 3227/2) korišćeni su sledeći zakoni, pravilnici, domaći i međunarodni standardi i podloge:

- Zakon o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14, 83/2018, 31/2019 i 37/2019 – dr.zakon, 9/2020 i 52/2021)
- Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014 i 95/2018 – dr. zakon)
- Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon i 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018 – dr.zakon)
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017)
- Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata (“Službeni glasnik RS”, br.73/2019)
- Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000V (Sl. List SFRJ br. 4/74 I br.13/78 god. i SRJ br.61/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara (“Službeni glasnik SFRJ”, br. 74/90)
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova (“Službeni list SRJ”, br. 41/93)
- Tehničke preporuke, radna upustva i interni standardi EMS-a

Odgovorni projektant:

Igor Stefanović, mast.inž.el.
Br.licence: 352I08721

1.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

1.6.1. Procena investicione vrednosti radova i materijala

Redni br.	Stavka	Cena [RSD]
1	Postrojenje 110 kV	60.000.000,00
2	Transformacija 110/10 kV i postrojenje 10 kV	220.000.000,00
3	Sistem zaštite i upravljanja	80.000.000,00
4	Sopstvena potrošnja	12.000.000,00
5	Instalacije uzemljenja i gromobranska zaštita	5.000.000,00
6	Instalacije u zgradi i spoljašnje osvetljenje	5.250.000,00
7	Telekomunikacione i signalne instalacije	40.000.000,00
8	Telekomunikacione i signalne instalacije dojave požara	1.500.000,00
9	Termotehničke instalacije	1.000.000,00
	UKUPNO BEZ PDV-a	**424.750.000,00**
	PDV (20%)	84.950.000,00
	UKUPNO ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE	**509.700.000,00**

1.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

1.7.1. Spisak crteža

R.B.	NAZIV CRTEŽA	BROJ CRTEŽA	REVIZIJA
1.	Jednopolna šema	GSS-TSVK-IDR-004-001	0
2.	Situacioni plan	GSS-TSVK -IDR-004-002	0
3.	Dispozicija TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2	GSS- TSVK-IDR-004-003	0
4.	Presek polja u TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2	GSS-TSVK-IDR-004-004	0

LEGENDA:

=E01,=E02,=E03 - TRANSFORMATORSKO POLJE 110kV, TRANSFORMATOR T1, T2 i T3
-GIS1,-GIS2.-GIS3 - GASOM IZOLOVANO POSTROJENJE

-GIS:
-CSE - KABLOVSKI PRIKLJUČAK
-T1 - STRUJNI TRANSFORMATORI 110 kV
-T5 - NAPONSKI TRANSFORMATOR 110 kV
-Q81 - NOŽEVI ZA UZEMLJENJE (STRANA PREMA KABLU 110kV)
-Q1/Q18 - RASTAVLJAČ SA NOŽEVIMA ZA UZEMLJENJE (STRANA PREMA KABLU 110kV)
-Q0 - PREKIDAČ SNAGE 110kV
-Q2/Q28 - RASTAVLJAČ SA NOŽEVIMA ZA UZEMLJENJE (STRANA PREMA ET)
-Q82 - NOŽEVI ZA UZEMLJENJE (STRANA PREMA ET)
-BSG - PRIKLJUČAK NA VRHU HIBRIDNOG ELEMENTA (PREMA ET)
Y10WF-96/295 - ODVODNIK PRENAPONA 110kV U GIS-U

+T01&+T02&+T03 - ENERGETSKI TRANSFORMATORI 110/10 kV
-T61 - STRUJNI TRANSFORMATOR ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 110 kV [U BUŠINGU (NULI) ET-a]
-F1 - ODVODNICI PRENAPONA 110 kV
-F4 - ODVODNICI PRENAPONA 10 kV
-T71&-T72&-T73 - SUVI TRANSFORMATORI ZA FORMIRANJE VEŠTAČKOG ZVEZDIŠTA 10 kV (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
-Z71&-Z72&-Z73 - METALNI SKLOPOVI ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
-T101&-T102 - KUĆNI TRANSFORMATORI 10/0.4 kV

=K15, =K23, =K31 - TRANSFORMATORSKE ĆELIJE 10kV
=K01-K07, =K39-K45 - ODVODNE ĆELIJE 10kV (OSTAVLJENA MOGUĆNOST REZERVI)
=K12-K14, =K16-K18,
=K28-K30, =K32-K34 - ODVODNE ĆELIJE 10kV
=K19, =K27 - 10 kV ĆELIJE ZA NAPAJANJE POSTROJENJA ZA KOMPENZACIJU REAKTIVNE SNAGE
=K22, =K24 - SPOJNA ĆELIJA 10 kV
=K21, =K25 - DODATAK SPOJNE ĆELIJE + MERNA
=K20, =K26 - 10 kV ĆELIJE KUĆNOG TRANSFORMATORA
=K08-K11, =K35-K38 - REZERVNE ODVODNE ĆELIJE 10kV

-QAB - PREKIDAČI 10 kV I IZVLAČIVA KOLICA KOJA IMAJU FUNKCIJU RASTAVLJAČA
-BCT - STRUJNI TRANSFORMATORI 10 kV
-BAT - NAPONSKI TRANSFORMATORI 10 kV
-QBT - IZVLAČIVA KOLICA SA NAPONSKIM TRANSFORMATOROM
-FCF - VISOKOUČINSKI OSIGURAČI ZA ZAŠTITU NT
-QCE - NOŽEVI ZA UZEMLJENJE
-FA - ODVODNICI PRENAPONA
-BCN - OBUHVATNI STRUJNI TRANSFORMATORI
-BAD - KAPACITIVNI DELITELJ NAPONA

Rev.	Datum	Opis	Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović	M. Stojiljković	M. Stojiljković	J. Mitrović

Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor, Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija

Projektant: Global Substation Solutions d.o.o., Bul. Mihajla Pupina 115 d, 11000 Beograd

Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)

Naziv objekta: TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

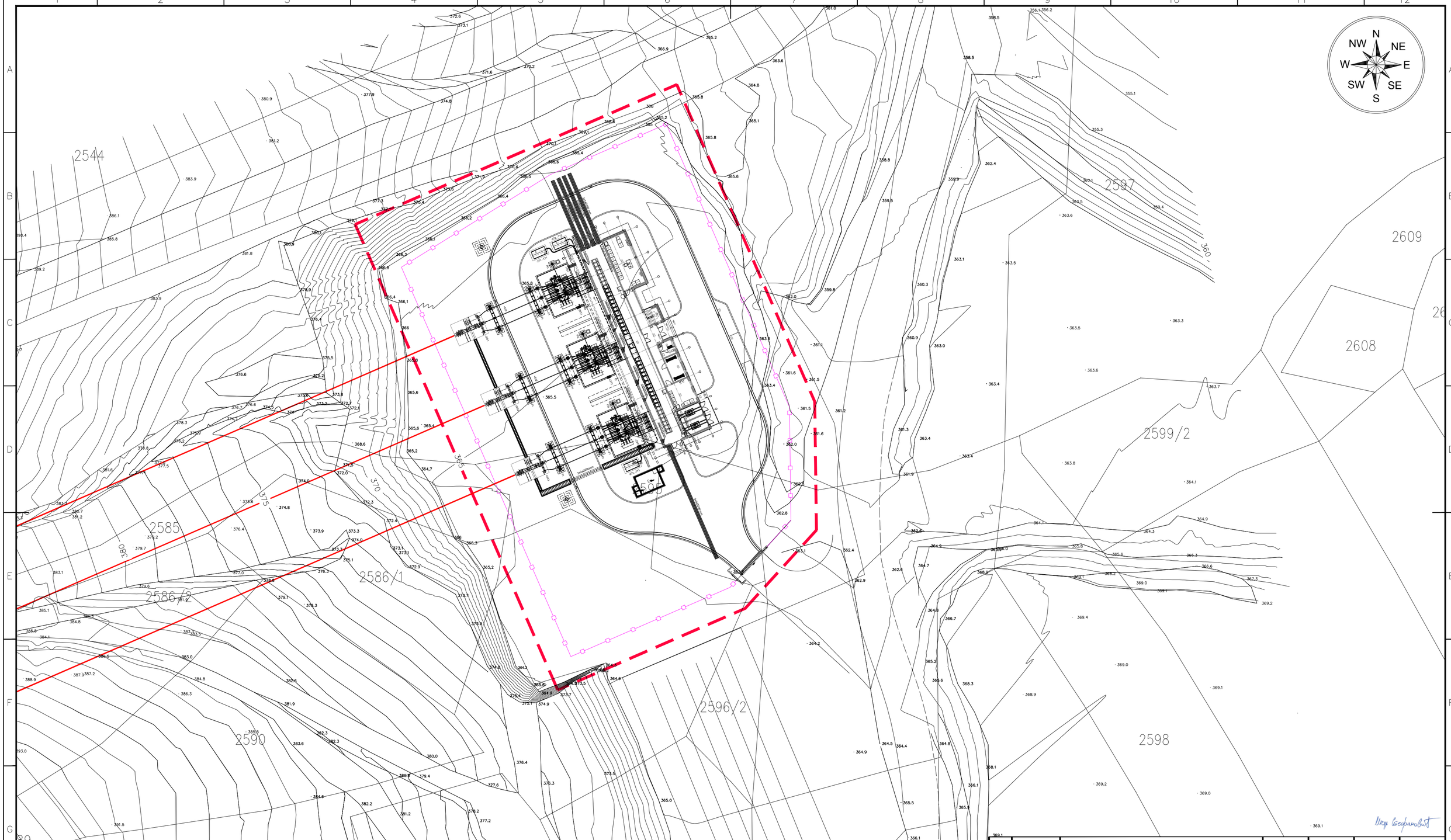
Naziv crteža: JEDNOPOLNA ŠEMA TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

Odg. projektant / br. licence: I. Stefanović / 352I08721
Projektant: M. Stojiljković
Crtao: M. Stojiljković
Kontrolisao: J. Mitrović

Broj crteža: GSS-TSVK-IDR-004-001

Razmera:	Format:	List:	Listova:	Revizija:
-	A1+	1	1	0

GSS-TSVK-IDR-004-001_Jednopolna sema.dwg



Rev.	Datum	Opis	Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović	M. Stojiljković	B. Dragićević	J. Mitrović

Investitor:
SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor
Đorđa Vajferta 29,
19210 Bor, Srbija

Projektant:
Global Substation Solutions d.o.o.
Bul. Mihajla Pupina 115 d
11000 Beograd

Vrsta tehn. dokumentacije:
IDEJNO REŠENJE (IDR)

Naziv objekta:
TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

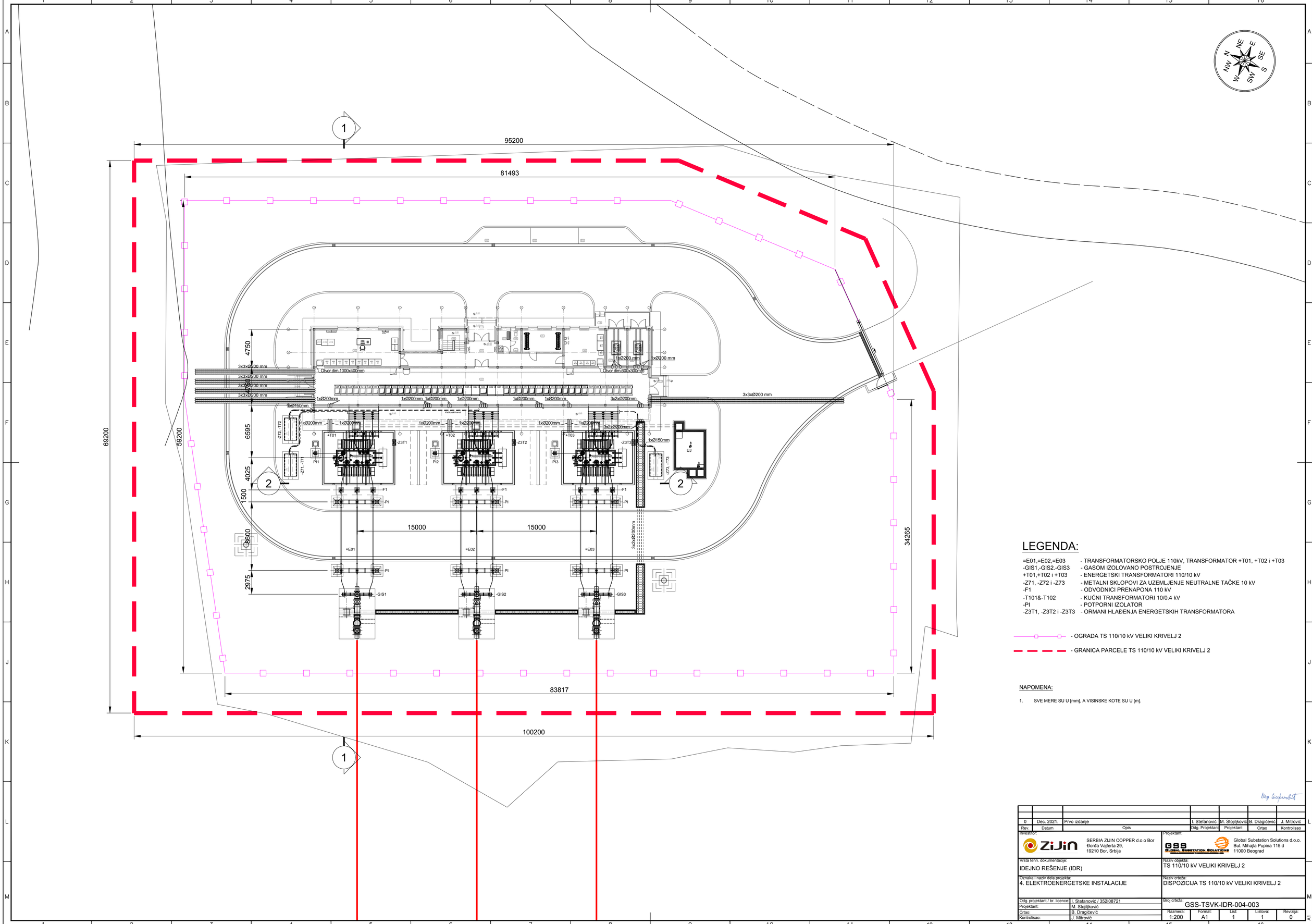
Oznaka i naziv dela projekta:
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

Naziv crteža:
SITUACIONI PLAN

Odg. projektant / br. licence:	I. Stefanović / 352I08721
Projektant:	M. Stojiljković
Crtao:	B. Dragićević
Kontrolisao:	J. Mitrović

Broj crteža:
GSS-TSVK-IDR-004-002

Razmera:	Format:	List:	Listova:	Revizija:
1:500	A2	1	1	0



LEGENDA:

=E01,=E02,=E03	- TRANSFORMATORSKO POLJE 110kV, TRANSFORMATOR +T01, +T02 i +T03
-GIS1,-GIS2.-GIS3	- GASOM IZOLOVANO POSTROJENJE
+T01,+T02 i +T03	- ENERGETSKI TRANSFORMATORI 110/10 kV
-Z71, -Z72 i -Z73	- METALNI SKLOPOVI ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
-F1	- ODVODNICI PRENAPONA 110 kV
-T101&-T102	- KUĆNI TRANSFORMATORI 10/0.4 kV
-PI	- POTPORNI IZOLATOR
-Z3T1, -Z3T2 i -Z3T3	- ORMANI HLAĐENJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

- OGRADA TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

- GRANICA PARCELE TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

NAPOMENA:

1. SVE MERE SU U [mm], A VISINSKE KOTE SU U [m].

Rev.	Datum	Opis	Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović	M. Stojiljković	B. Dragićević	J. Mitrović

Investitor:
SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor
Đorđa Vajferta 29,
19210 Bor, Srbija

Projektant:
Global Substation Solutions d.o.o.
Bul. Mihajla Pupina 115 d
11000 Beograd

Vrsta tehn. dokumentacije:
IDEJNO REŠENJE (IDR)

Naziv objekta:
TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

Oznaka i naziv dela projekta:
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

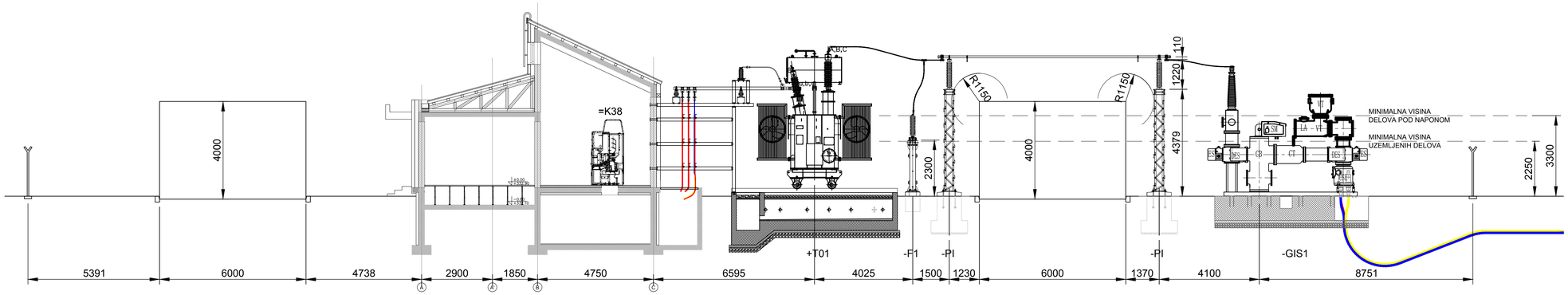
Naziv crteža:
DISPOZICIJA TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

Odg. projektant / br. licence	I. Stefanović / 352I08721
Projektant:	M. Stojiljković
Crtao:	B. Dragićević
Kontrolisao:	J. Mitrović

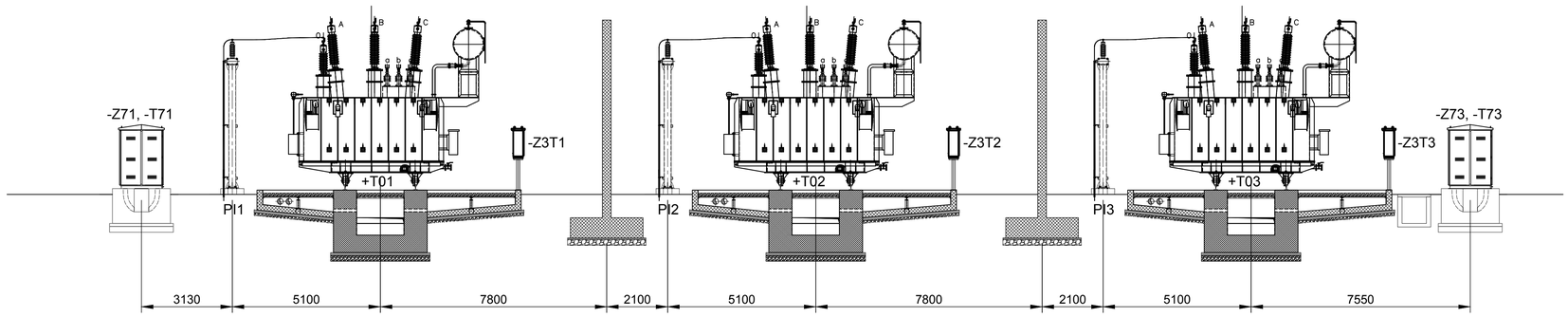
Broj crteža: GSS-TSVK-IDR-004-003

Razmera:	Format:	List:	Listova:	Revizija:
1:200	A1	1	1	0

GSS-TSVK-IDR-004-003_Dispozicija.dwg



PRESEK 1-1



PRESEK 2-2

LEGENDA:

-GIS1	- GASOM IZOLOVANO POSTROJENJE
+T01,+T02 i +T03	- ENERGETSKI TRANSFORMATORI 110/10 kV
-Z71 i -Z73	- METALNI SKLOPOVI ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
-F1	- ODVODNICI PRENAPONA 110 kV
-PI	- POTPORNI IZOLATOR
-Z3T1, -Z3T2 i -Z3T3	- ORMANI HLAĐENJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Rev.	Datum	Opis	Odg. projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović	M. Stojiljković	B. Dragićević	J. Mitrović

Investitor: ZiJin — SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor, Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija

Projektant: GSS Global Substation Solutions — Global Substation Solutions d.o.o., Bul. Mihajla Pupina 115 đ, 11000 Beograd

Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)

Naziv objekta: TS 110/10 kV VELIKI KRIVELJ 2

Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

Naziv crteža: PRESECI 1-1 I 2-2

Odg. projektant / br. licence	I. Stefanović / 352I08721
Projektant:	M. Stojiljković
Crtao:	B. Dragićević
Kontrolisao:	J. Mitrović

Broj crteža: GSS-TSVK-IDR-004-004

Razmera:	Format:	List:	Listova:	Revizija:
1:100	A1	1	1	0

GSS-TSVK-IDR-004-004_Preseci.dwg