



4.1. NASLOVNA STRANA

	4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA
Investitor:	Serbia Zijin Copper d.o.o. Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija
Objekat:	Transformatorska stanica 110/10 kV Bor 7, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/88) i pripadajući 110 kV kablovski vodovi, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/52, 4400/58, 4400/59, 4400/64, 4400/65, 4400/70, 4400/88, 4400/96, 4400/97, 4400/98, 4400/133, 4400/138, 4400/140, 4400/144, 4400/145, 4400/146, 4400/158, 4400/160, 4400/168)
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – Idejno rešenje
Oznaka i naziv dela projekta:	4 – Elektroenergetske instalacije
Vrsta radova:	Nova gradnja
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija broj licence: 351-02-00989/2023-09, 30.05.2023.
Odgovorno lice projektanta:	Dr Ana Petrović
Potpis:	
Odgovorni projektant:	Dr Ana Petrović
Broj licence:	351 R114 18
Potpis:	
Broj dela projekta:	23-ZIJ-TSB7-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, April 2024.

4.2. SADRŽAJ

4.1. NASLOVNA STRANA.....	1
4.2. SADRŽAJ	2
4.3. REŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	3
4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	4
4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA.....	5
4.5.1. Opšte.....	5
4.5.2. Razvodno postrojenje 110 kV.....	5
4.5.3. Transformacija 110/10 kV.....	7
4.5.4. Spoj energetskih transformatora na PRP 110 kV Bor 5	8
4.5.5. Priključak transformatora na razvodno postrojenje 10 kV	8
4.5.6. Uzemljenje 10 kV namotaja transformatora	8
4.5.7. Razvodno postrojenje 10 kV.....	9
4.5.8. Aparati i međusobne veze	12
4.5.9. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Bor 7	12
4.5.10. Sopstvena potrošnja objekta.....	23
4.5.11. Instalacije uzemljenja i gromobranske instalacije.....	28
4.5.12. Električne instalacije zgrade	36
4.5.13. 110 kV kablovski vodovi	37
4.5.14. Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i podloga	49
4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA.....	50
4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA.....	51


4.3. REŠENJE O IMENOVANJU 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 – US, 24/11, 121/12, 42/13 – US, 50/13 – US, 98/13 – US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 – dr. zakon, 9/20, 52/21 i 62/23) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata, kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za novogradnju objekta Transformatorska stanica 110/10 kV Bor 7, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/88) i pripadajućih 110 kV kablovskih vodova, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/52, 4400/58, 4400/59, 4400/64, 4400/65, 4400/70, 4400/88, 4400/96, 4400/97, 4400/98, 4400/133, 4400/138, 4400/140, 4400/144, 4400/145, 4400/146, 4400/158, 4400/160, 4400/168) određuje se:

Dr Ana Petrović.....br. licence 351R11418

Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija broj licence: 351-02-00989/2023-09, 30.05.2023.
Odgovorno lice/zastupnik:	Dr Ana Petrović
Potpis:	
Broj dela projekta:	23-ZIJ-TSB7-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, April 2024.


4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta Transformatorska stanica 110/10 kV Bor 7, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/88) i pripadajućih 110 kV kablovskih vodova, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/52, 4400/58, 4400/59, 4400/64, 4400/65, 4400/70, 4400/88, 4400/96, 4400/97, 4400/98, 4400/133, 4400/138, 4400/140, 4400/144, 4400/145, 4400/146, 4400/158, 4400/160, 4400/168),

Dr Ana Petrović,

IZJAVLJUJEM

da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke.

Odgovorni projektant:	Dr Ana Petrović
Broj licence:	351R11418
Potpis:	
Broj dela projekta:	23-ZIJ-TSB7-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, April 2024.



4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

4.5.1. Opšte

Objekat TS 110/10 kV Bor 7 obuhvata tri spoljno ugrađena energetska transformatora pojedinačne snage 50 MVA, prenosnog odnosa $110\pm 8x1,25\%/10,5$ kV, GIS postrojenja u kablovsko-transformatorskim poljima 110 kV za povezivanje kablovskog voda i transformatora, postrojenje 10 kV smešteno u pogonskoj zgradi, te ograde i staze u postrojenju.

Podrumski deo i prizemlje predmetne zgrade predstavljaju pogonski deo objekta, dok je na spratu zgrade predviđen prostor za dispečerski centar Klijenta. U okviru zgrade, u zasebnoj prostoriji biće smešteno 10 kV postrojenje, koje se sastoji iz 31 ćelije smeštene u jednoj liniji (jednoredno).

Napajanje potrošača smeštenih u objektu transformacije 110/10 kV Bor 7 osigurava se ugradnjom dva transformatora opšte potrošnje u zasebnim prostorijama unutar pogonske zgrade. Predviđeni transformatori su prenosnog odnosa $10\pm 2x2,5\%/0,4$ kV, snage 250 kVA. Za napajanje celokupne opšte potrošnje objekta TS 110/10 kV Bor 7 koristi se jedan transformator (+T101), a drugi (+T102) služi kao 100% rezerva.

TS 110/10 kV Bor 7 se priključuje na prenosni sistem izgradnjom 110 kV kablovskih vodova od PRP 110 kV Bor 5 do TS 110/10 kV Bor 7. Predmet ovog projekta su i 110 kV kablovski vodovi tipa 3x XHE 49-A $1x1000/95$ mm², od polja =E02, =E03 i =E07 u PRP 110 kV Bor 5 do kablovskih priključaka GIS-a u poljima =E01, =E02 i =E03 u TS 110/10 kV Bor 7.

Projektom se definišu osnovni zahtevi za elektroenergetsku opremu za potrebe izgradnje 110 kV kablovskih vodova od PRP 110 kV Bor 5 do TS 110/10 kV Bor 7. Pored 110 kV kablovskih vodova, oprema obuhvata i kablovski pribor: kablovske završnice i odvodnike prenapona u 110 kV poljima =E02, =E03 i =E07 u PRP 110 kV Bor 5, kao i odgovarajuće kablovske završnice za konektor koji će biti sastavni deo GIS postrojenja u poljima 110 kV =E01, =E02 i =E03 u TS 110/10 kV Bor 7.

4.5.2. Razvodno postrojenje 110 kV

U kablovsko-transformatorskim poljima TS 110/10 kV Bor 7 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 se oprema i odvodnicima prenapona (pored energetskih transformatora), kao i potpornim porculanskim izolatorima.

Oprema u transformatorskim poljima TS 110/10 kV Bor 7 biće povezana kablovskim vodovima 110 kV, tipa 3x XHE 49-A $1x1000/95$ mm², sa opremom u kablovsko-transformatorskim poljima PRP 110 kV Bor 5.

GIS postrojenje

Projektom se predviđa ugradnja GIS postrojenja sledećih tehničkih karakteristika:

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, 3 s
Nazivna dinamička struja	100 kA

Karakteristike prekidača

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

Karakteristike kombinovanih rastavljača sa uzemljivačem:

Nazivna trajna struja	3150 A
Nazivna kratkotrajna podnosiva struja	40 kA
Nazivna maksimalna podnosiva struja	100 kA
Pogonski mehanizam	motorni/ručni, trolno 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	$I_{pn}[A]$	2x300	2x300	2x300	2x300
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2s	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext.[%]	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{th}[A]$	1,2xIn	1,2xIn	1,2xIn	1,2xIn
Faktor sigurnosti	Fs	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	15	15	30	30

Tabela 1. Karakteristike strujnog transformatora

Karakteristike naponskog mernog transformatora

Naponski transformatori su sledećih tehničkih karakteristika:

Nazivni naponski faktor	1,2xUn, trajno 1,5xUn, 30 s
Prenosni odnos	110/√3 /0,1/√3/0,1/√3 kV/kV/kV
Klasa tačnosti namotaja	0,2; 25 VA 3P; 75 VA

Tabela 2. Karakteristike naponskog mernog transformatora

4.5.3. Transformacija 110/10 kV

Transformaciju 110/10 kV čine tri energetska transformatora $110 \pm 8 \times 1,25\% / 10,5$ kV sa regulacijom napona pod opterećenjem na primarnoj strani, snage po 50 MVA, sprege YNd5.

Priključni kablovski vodovi 110 kV iz PRP 110 kV Bor 5, tipa 3x XHE 49-A 1x1000/95 mm², se uvode u GIS postrojenje TS Bor 7. Sa nadzemnih priključaka GIS postrojenja veza se izvodi užetom 490-AL1/64-ST1A, koje se povezuje na cevne provodnike tipa AlMgSi0,5F22 Ø80/68 mm. Od cevnih provodnika (iznad interne saobraćajnice) do priključaka energetskih transformatora se postavlja uže 490-AL1/64-ST1A, na koji je spojen i spusni provodnik (izveden istim užetom) do odvodnika prenapona.

Priključak na postrojenje 10 kV će biti izveden izolovanim šinskim vezama. Transformator se od prenapona štiti odvodnicima prenapona na obe strane.

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

Energetski transformatori će biti postavljeni na zasebnim temeljima sa kadom i biće smešteni tako da se omogući njegovo 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 sva tri transformatora. Kapacitet uljne jame je određen 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 Bor 7, 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 50216 IEC 61558

Tabela 3. Osnovni tehnički podaci energetskih transformatora

4.5.4. Spoj energetskih transformatora na PRP 110 kV Bor 5

Kablovsko-transformatorska polja (=E01, =E02 i =E03) TS 110/10 kV Bor 7 su opremljena sledećom opremom:

- GIS postrojenjem;
- Potpornim izolatorima;
- Odvodnikom prenapona 110 kV u svakoj fazi;
- Spojnim provodnicima 490-AL1/64-ST1A te odgovarajućim stezaljkama, za spojeve cevi i transformatora, sa jedne strane i za spoj cevi i GIS postrojenja sa druge strane. Cevima AlMgSi0,5F22 spoljašnjeg prečnika 80 mm i unutrašnjeg 68 mm za prelaz preko transportnih internih saobraćajnica. Uže 490-AL1/64-ST1A se koristi i za spust na odvodnike prenapone 110 kV koji su locirani neposredno pored energetskog transformatora. Kao mera prigušenja vibracija cevnih provodnika biće korišćeno antivibraciono uže;
- Nosačima aparata.

Spoj polja u TS 110 kV Bor 7 na PRP Bor 5 se vrši preko 110 kV kablovskih vodova tipa 3 x XHE 49-A 1x1000/95 mm². Kablovski vodovi 110 kV se iz kablovskih polja u PRP 110 kV Bor 5 vode do kablovskih priključaka unutar GIS postrojenja u kablovsko-transformatorskim poljima TS 110/10 kV Bor 7.

4.5.5. Priključak transformatora na razvodno postrojenje 10 kV

Priključak transformatora T01, T02 i T03 110/10 kV na razvodno postrojenje 10 kV biće izveden izolovanim sinskim vezama.

4.5.6. Uzemljenje 10 kV namotaja transformatora

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

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

Za vezu do transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta predviđaju se jednožilni kablovi tipa XHE 49A odgovarajućeg preseka koji se spuštaju sa predviđenih priključaka izolovanih šinskih veza, vode kroz cev i kroz zemlju do sklopa za uzemljenje.

Karakteristike transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta 10 kV namotaja transformatora

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
Stepen izolacije	Si 12 (AC 28 Li 75)
Nazivna frekvencija	50 Hz
Nominalna snaga	160 kVA
Naznačena struja kratkog spoja	300 A
Naznačeno trajanje kratkog spoja	10 s

Karakteristike ostalih elemenata sklopa za uzemljenje

Otpornik:

Otpornost	20 Ω
Podnosiva struja	300 A, 10 s

Strujni transformator:

Dva jezgra:

I jezgro	2x150/5 A/A 5P10; 30 VA
II jezgro	2x150/5 A/A 5P10; 30 VA

Jednopolni rastavljač:

Nazivni napon	12 kV
Nazivna struja	630 A

4.5.7. Razvodno postrojenje 10 kV

Postrojenje 10 kV biće smešteno u zasebnu prostoriju pogonske zgrade TS Bor 7. Ispod te prostorije predviđen je 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. Ćelije su sa izvlačivim vakuumskim prekidačima i sa pristupom ćeliji sa prednje i sa zadnje strane.

Sabirnice su izrađene od elektrolitičkog bakra. Ćelije 10 kV postrojenja su jednoredne sa jednostrukim sabirnicama podužno sekcionisanim na dva mesta. 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 u 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		*125 kA
Nazivna struja ćelija	transformatorska ćelija (transformator 110/10 kV)	*4000 A
	odvodna ćelija	*1250 A
	ćelija kućnog transformatora	*1250 A
	spojna ćelija	*4000 A
	dodatak spojne ćelije	*4000 A
	merna ćelija	630 A
	ćelija za napajanje postrojenja kompenzacije	*1250 A
Nazivna struja sabirnica		*4000 A

Tabela 4. Parametri 10 kV postrojenja

Karakteristike označene (*) definisane su na osnovu zahteva Investitora, iako se prema projektantskom proračunu može definisati i niža vrednost.

Konfiguracija postrojenja 10 kV:

Broj sistema glavnih sabirnica:	1
Transformatorska ćelija (50 MVA):	3
Odvodna ćelija:	14
Ćelija kućnog transformatora:	2
Spojna ćelija:	2
Dodatak spojne ćelije:	2
Merna ćelija:	2
Ćelija za kompenzaciju:	2
Rezervne ćelije:	4
Ukupan broj ćelija:	31



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, indikatorom napona, nožem za uzemljenje, odvodnikom prenapona, obuhvatnim strujnim transformatorom i slogom od tri jednopolno izolovane šine.

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, indikatorom napona, nožem za uzemljenje, odvodnikom prenapona, obuhvatnim strujnim transformatorom 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, indikatorom napona, nožem za uzemljenje, odvodnikom prenapona, obuhvatnim strujnim transformatorom 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, indikatorom napona i nožem za uzemljenje.

Dodatak spojne ćelije

Dodatak spojne ćelije se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama i indikatorom napona.

Merna ćelija

Merna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim kolicima koje imaju funkciju rastavljača na kojima se montira naponski transformator sa osiguračem i nožem za uzemljenje.

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, indikatorom napona, nožem za uzemljenje, odvodnikom prenapona, obuhvatnim strujnim transformatorom i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

Sklopovi za kompenzaciju nisu predmet ovog projekta.



4.5.8. Aparati i 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 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.

Kablovska kanalizacija TS Bor 7 110/10kV

Kablovsku kanalizaciju delimo na:

- kablovske kanale
- kablovske cevi
- kablovske šahtove

Kablovski kanali se koriste za veze između kablovsko-transformatorskih polja i ormara sekundarne opreme u pogonskoj zgradi. Kablovi se u kanalu postavljaju na čeličnim nosačima. Potrebno je prevideti antikorozivnu zaštitu nosača toplim cinkovanjem.

Kablovske cevi se koriste za polaganje kablova unutar kablovsko-transformatorskih polja. Uzimajući kriterijum da kablovi unutar pojedinih cevi ne popunjavaju cev više od 30%, za sve veze se biraju cevi prečnika 200 mm.

Kablovski šahtovi se koriste za uvođenje većeg broja kablova pod zemlju. Tačne pozicije i dimenzije kablovskih šahtova biće razrađene u toku kasnije izrade tehničke dokumentacije.

Na mestima prolaska snopova kablova iz jednog požarnog sektora u drugi unutar pogonske zgrade i na mestima ulaska kablova u zgradu korišćiće se zaptivni elementi odgovarajuće klase vatro-otpornosti. Odabrani proizvod će garantovati i vodonepropusnost spoja na mestima prodora cevi. Atmosferske padavine koje uđu u kanal (npr. preko betonskog poklopca) odvođiće se u najbliže reviziono okno.

4.5.9. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Bor 7

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 110 kV postrojenje, za spoljašnju montažu, vazduhom izolovano u kombinaciji sa hibridnom SF6 GIS opremom tako da ima mogućnost za priključak dovodnog kabla od



PRP- a, rasklopnu opremu koja obezbeđuje funkcionalnost 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 110 kV se sastoji od tri fizički izolovana sistema koja su grupisana kao tri 110 kV kablovsko-transformatorska polja:

- =E01 – kablovsko-transformatorsko polje 110 kV KV1 od PRP Bor 5 ka T01
- =E02 – kablovsko-transformatorsko polje 110 kV KV2 od PRP Bor 5 ka T02
- =E03 – kablovsko-transformatorsko polje 110 kV KV3 od PRP Bor 5 ka T03

Oprema za upravljanje i zaštitu 110 kV, koja će u nastavku teksta biti preciznije opisana, je smeštena u odgovarajućim ormanima upravljanja i zaštite, koji su smešteni u komandnoj prostoriji pogonske zgrade objekta TS 110/10 kV Bor 7.

U komandnoj prostoriji unutar pogonske zgrade objekta TS 110/10kV Bor 7 se pored ormara upravljanja i zaštite 110 kV smeštaju ormani staničnog računara, orman kontrolnog merenja kao i ormani telekomunikacija.

Dispozicija čitave TS 110/10 kV, kao i elektroopreme u pogonskoj zgradi su date u grafičkom prilogu.

Postrojenje 10 kV se predviđa sa jednostrukim, podužno sekcionisanim sistemom sabirnica, sekcionisanim na dva mesta. Na svaku od tri sekcije se vezuje po jedan energetski transformator.

Sve ćelije 10 kV sadrže niskonaponski (NN) odeljak u kome se nalaze MPCU (Microprocessor protection control unit) jedinice koje obavljaju zaštitno upravljačke funkcije. Dodaci spojnim ćelijama se ne opremaju MPCU-ovima.

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 ormara 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
- prihvatanje 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 i uređaja 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 110 kV zaštitnih i upravljačkih ormana +S1, +R1 i +R2. Distribuirani uređaji pomoću optičke komunikacijske infrastrukture prenose informacije u stanični računar trafostanice komunikacijskim protokolom (standardom) IEC 61850. U centralnom staničnom računaru se konfigurirše prosleđivanje informacija na lokalni HMI (računar u komandnoj sali) odnosno u zgradu PRP komunikacijskim protokolom IEC 60870-5-101. Informacije se prosleđuju i do objekta PRP Bor 5 odakle će se vršiti nadzor.

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:

- Direktno sa aparata
- Sa jedinice za upravljanje preko displeja sa slepom šemom na MPCU uređaju u NN odeljku ćelije, odnosno upravljačkoj jedinici ili rezervnom upravljačkom panelu na ormanu upravljanja 110 kV
- Daljinski sa staničnog računara (centralna jedinica), a predvideti i mogućnost upravljanja iz udaljenog centra upravljanja

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 pogonske zgrade objekta TS 110/10 kV Bor 7.

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 lokalno upravljanje rasklopnom opremom u hibridnom elementu preko LCP-a (Local Control Panel) koji je smešten uz sam hibridni element u polju, bez blokada. Blokada upravljanja ka višim nivoima postiže preklopkom LOKAL/DALJINA na samom LCP-u.

Upravljačka jedinica polja izvršna je oprema distribuiranog procesno-informacijskog sistema upravljanja 110 kV 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 rasklopnj 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 prihvrat 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 ormara 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:

- Slepou 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
- Prihvatanje 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 podataka sa ostalim terminalima polja u svrhu ostvarenja logičkih blokada
- Upravljanja na nivou 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 pogonskoj zgradi su ugrađeni centralna jedinica staničnog računara i upravljačka jedinica za prihvatanje opštih signala (protivpožarna centrala i signali sa servisa pogonske 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 mora imati softversku preklopku za izbor mesta upravljanja (nadležnost TS/nadređenog upravljačkog centra Klijenta).

Stanični računari, radne stanice i svi IED uređaji u svakom trenutku moraju biti vremenski sinhronizovani na lokalno vreme i datum.

Sinhronizacija vremena SCADA sistema i IED uređaja se mora vršiti lokalno (preko GPS prijemnika na objektu).

Za funkciju lokalnog HMI sastava za komandnu zgradu TS 110/10 kV Bor 7 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 pogonske zgrade objekta TS 110/10kV Bor 7. Komunikacijska infrastruktura 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 ormara zaštite transformatora, ormara zaštite kablova i ormara 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 infrastruktura 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 110 kV i 10 kV, 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 110 kV strani, a 5 A na 10 kV 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 110 kV predviđa se u skladu sa zahtevima internog standarda IS-EMS 712:2021. Ugrađuju se dva nezavisna brza sistema zaštite – glavni 1 i glavni 2, u zajednički orman zaštite =E0x+R1.

U skladu sa internim standardom IS-EMS 712:2021, 110 kV 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 712:2021.

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 u TS 110/10 kV Bor 7 predvideti ugradnju po jednog uređaja identičnog uređaju u u susednom postrojenju (PRP 110 kV Bor 5), 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 EMS AD i zahtevima internog standarda IS-EMS 703:2021. Glavna i rezervna zaštita transformatora se smešta u orman zaštite =E0x+R2 u komandnoj prostoriji pogonske zgrade objekta TS 110/10 kV Bor 7 dok postoji i zaštita predviđena u okviru MPCU jedinice u 10 kV transformatorskoj ćeliji.

Kao multifunkcionalni uređaji sa mogućnošću obrade podataka, zaštitni releji glavne i rezervne zaštite imaju zaštitne funkcije kao u IS EMS 703:2021.

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 realizovana 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 10 kV

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

MPCU uređaj ima minimum sledeće funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- Višestepena trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- Usmerena zemljospojna zaštita (67N)
- 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.

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

Zaštita transformatorskih ćelija 10 kV

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

MPCU uređaj ima minimum 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 realizovana električnim i mehaničkim blokiranjem elemenata rasklopnih aparata blokadama preko staničnog računara i žičano.

Zaštita spojnih ćelija 10 kV

U NN odeljak spojne 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 predviđa set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova.

Zaštita od pogrešnih manipulacija je realizovana 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:

MPCU uređaj ima minimum 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 u TS 110/10 kV Bor 7 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 ormara 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 automatsku regulaciju napona energetskog transformatora se smešta u orman upravljanja kablovsko-transformatorskim poljima =E0x+S1 u komandnoj prostoriji pogonske zgrade objekta TS 110/10 kV Bor 7.



Pogonska i kontrolna merenja

Svako polje 110 kV 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. Na BCU u sklopu ormara upravljanja 110 kV moguća su merenja i aktivnih i reaktivnih snaga, faktora snage i parametara za sinhronizaciju, dok se na RUP-u vrše i prikazuju merenja struje u srednjoj fazi i faznih i linijskih napona odabirom pomoću preklopke linijski/fazni naponi.

Merenje faznih i međufaznih napona se vrši u mernim ćelijama 10 kV =K14 i =K17.

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.

Kontrolno merenje električne energije u objektu TS Bor 7

Kontrolno merenje električne energije se vrši na 110 kV strani energetskog transformatora. Merenje je realizovano pomoću mikroprocesorskog brojila, 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 ormara naponskih kola kablovsko-transformatorskih polja 110 kV lociranog u TS 110/10 kV sa posebnog zaštitnog automata.

Sva brojila imaju mogućnost daljinskog očitavanja.

Orman merenja električne energije =QM+QM1 se nalazi u komandnoj prostoriji pogonske zgrade objekta TS 110/10 kV Bor 7.



Napajanje ormana kontrolnog merenja pomoćnim naponima vrši se sa posebnog izvoda sa razvoda naizmjeničnog napona 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 podsystemima 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 naizmjeničnog 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 Bor 7, pa su na taj način i alarmi i statusi iz centrale za dojavu požara dostupni na SCADA sistemu.

4.5.10. Sopstvena potrošnja objekta

Opšte

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

Osnovni elementi sistema postrojenja sopstvene potrošnje su:

- izvor osnovnog napajanja - jedan kućni trafo 10/0,4 kV (+T101),
- izvor rezervnog napajanja - drugi kućni trafo 10/0,4 kV (+T102),
- izvor nužnog napajanja - dizel električni agregat (DEA),
- naizmjenični razvod 400/230 V, 50 Hz,
- ispravljači i akumulatorske baterije,
- sigurnosni jednosmerni razvod 110 V DC,
- inverter,
- sigurnosni naizmjenični razvod (invertorski razvod) 230 V, 50 Hz.

Oba transformatora dimenzionisana su na puno opterećenje sopstvenih potreba, tako da predstavljaju 100% rezervu jedan drugom. U normalnom režimu napajanje naizmjeničnog 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 sabirnica za pokrivanje nužnih potreba se obezbeđuje ugradnjom dizel električnog agregata (DEA), koji se dimenzioniše minimalno prema snazi nužne opreme sopstvenih potreba.

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 naizmeničnog napona =NA+NA1, orman razvoda opšte potrošnje =NA+NA2, orman dovoda dizel agregata =NA+NA3, orman razvoda nužne potrošnje =NA+NA4, ormani invertora =NY+NY1 i =NY+NY2, kao i ormani ispravljača =NK+NK1, =NK+NK4, te ormani jednosmernog razvoda =NK+NK2 i =NK+NK3 su smešteni u razvodne ormane od nezapaljivog materijala. Vrata su sa prednje strane. Stepen zaštite ormara je minimalno IP31. Sva oprema u ormanu kojoj se treba prići za potrebe popravke 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 ormara. 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 jednosmernog i naizmeničnog napona sistema besprekidnog napajanja do potrošača vrši se kablovima odgovarajućeg tipa položenim na kablovskim regalima u duplom podu, odnosno kablovskom prostoru.

Prema zahtevima iz projektnog zadatka potrebno je osigurati izvor naizmeničnog napona 400/230 V, 50 Hz preko dva kućna transformatora (jedan je rezerva). Napajanje potrošača smeštenih u objektu osigurava se ugradnjom dva transformatora sopstvene potrošnje približne snage od 250 kVA u zasebne prostorije unutar pogonske zgrade. Predviđeni transformatori su prenosnog odnosa $10 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ kV. Za napajanje celokupne sopstvene potrošnje objekta TS 110/10 kV Bor 7 koristi se jedan transformator (+T101), a drugi (+T102) služi kao 100% rezerva prvom.

Predviđa se četiri slobodnostojeća ormara sistema napajanja sopstvenih potreba naizmeničnom strujom:

- Orman dovoda sa kućnih transformatora 0.4 kV (=NA+NA1);
- Orman razvoda opšte potrošnje 0.4 kV (=NA+NA2);
- Orman dovoda sa dizel agregata sa preklopnom automatikom (=NA+NA3);
- Orman razvoda nužne potrošnje 0.4 kV (=NA+NA4).

Za priključak potrošača predviđeni su izvodi iz ormara razvoda. Ti izvodi napajaju potrošače i opremljeni su odgovarajućim zaštitnim prekidačima.

Za priključak potrošača unutrašnje rasvete, grejanja, hlađenja i utičnica zgrade predviđeni su izvodi iz glavnog razvodnog ormara (GRO) direktno do navedenih potrošača.

Transformatori sopstvene potrošnje

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	250 kVA
- prenosni odnos	10/0,4 kV
- stepen izolacije	LI 75 AC 28 / AC 3
- napon kratkog spoja	4%
- sprega	Dyn5
- hlađenje	ONAN
- regulacija napona na VN strani	±2x2,5%
- kontakti termometar alarm i isključenje	

Transformator sopstvene potrošnje će se smestiti u zasebnu prostoriju unutar pogonske zgrade 10 kV TS 110/10 kV Bor 7. 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.

SN i NN strana transformatora sopstvene potrošnje priključuju se kablovski uz primenu izolovanja kablovskih završetaka i priključaka NN strane.

Dizel-električni agregat

Za potrebe obezbeđivanja sigurnosnog napajanja sabirnica nužne potrošnje 400/230 V, 50 Hz predviđa se dizel-električni agregat (DEA).

Dizel agregat je za spoljašnju montažu oklopljen u zvučno izolovanom kućištu, u blizini pogonske zgrade.

Snaga dizel električnog agregata je određena na način da osigura napajanje nužne opreme sopstvenih potreba. Predviđa se instalacija DEA snage 120 kW (150 kVA). Proračun i izbor DEA biće prikazan u numeričkoj dokumentaciji.

DEA se oprema preklopnom automatikom koja se automatski uključuje u slučaju nestanka napona na sabirnicama opšte potrošnje (SOP) i automatski isključuje pri povratku napona na SOP nakon podešenog vremena (ne većem od 5 min). Komandovanje dizelom se vrši sa uređaja za kontrolu prisustva napona instaliranom u ormanu dovoda dizela =NA+NA3.

DEA je snabdeven opremom za zaštitu, upravljanje, signalizaciju i merenja.

DEA se oprema rezervoarom za gorivo koji obezbeđuje dovoljno goriva za 8h rada 75% opterećenog dizel-električnog agregata.



Invertorski razvod

Kao izvor besprekidnog napajanja naizmjeničnom strujom 230 V, 50 Hz predviđa se inverter. Nominalni ulazni napon invertora je 110 V DC i na izlazu obezbeđuje nominalni izlazni napon 230 V, 50 Hz.

Sa invertorskog razvoda napajaće se specifična nužna oprema tehnološkog procesa:

- KVM switch u ormanu staničnog računara,
- operatorska i inženjerska radna stanica,
- štampač,
- ormari sa telekomunikacionom opremom,
- oprema za kontrolu pristupa,
- protivpožarna centrala.

Predviđa se modularni inverter sa pretvaračkim modulima 110 V DC / 230 V, 50 Hz koji će raditi u paraleli. Napajanje invertora je sa sabirnica JSS nominalnog napona 110 V, s tim da postoji mogućnost rezervnog napajanja potrošača sa razvoda naizmjeničnog napona bez prekida u napajanju.

Polovina od ukupnog broja modula napaja se sa sabirnica akumulatorske baterije A, dok se druga polovina modula invertora napaja sa sabirnica akumulatorske baterije B. Mikroprocesorska upravljačka elektronika vodi računa o raspodeli opterećenja između modula. Moduli napojeni sa sekcije A su identični modulima napojenim sa sekcije B i predstavljaju 100% rezervu jedni drugima. Svi moduli na izlazu su paralelno vezani, vrše međusobnu sinhronizaciju faznog stava izlaznog naizmjeničnog napona i mogu se zamenjivati bez isključivanja invertora.

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 inverter, omogućava besprekidno napajanje potrošača i eliminaciju mesta kvara.

Moduli invertora su smešteni u orman =NY+Y1.

Razvod jednosmernog napona 110 V DC

Jednosmerni sistemi napajanja namenjeni su za besprekidno napajanje specifičnih jednosmernih potrošača u postrojenju kao što je stanični računar, procesna oprema (sistemi zaštite, sistemi upravljanja, nužno osvetljenje zgrade, motori za pogon srednjenaponskih prekidača itd.) i snabdevanje nužnih potrošača čiji je pouzdan rad od posebne važnosti. Princip besprekidnosti napajanja temelji se na paralelnom „floating“ spoju ispravljača i AKU baterije.

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.



Razvod jednosmernog napona 110 V DC sastoji se od sledećih delova:

- ormani ispravljača i dovoda sa baterije (=NJ+NJ1, =NJ+NJ4),
- ormani DC razvoda i upravljačke jedinice (=NJ+NJ2, =NJ+NJ3),
- AKU baterije (=NJ+G11, =NJ+G12).

Akumulatorske baterije

Predviđa se ugradnja nezavisnog sistema jednosmernog napajanja 110 V DC sa dve stacionarne AKU baterije (hermetizovane olovne baterije u gel tehnologiji), čiji je kapacitet tako odabran da svaka baterija obezbeđuje tročasovno napajanje svih potrošača priključenih na sabirnice sigurnosnog besprekidnog napajanja jednosmernom strujom. Paralelno vezane baterije obezbeđuju šestočasovno napajanje opreme napajane jednosmernim naponom u objektu.

AKU baterije su osnovni izvor jednosmernog napona i napajanja potrošača samo u slučaju ispada ispravljača (nestanak mrežnog napona ili kvar na ispravljaču). U tom slučaju akumulatorske baterije su podvrgnute pražnjenju što ima za posledicu smanjenje napona i kapaciteta baterije.

Procenjeni kapacitet jedne AKU baterije iznosi 250 Ah (na 10h) u skladu sa TU-TS-06 „Tehničko uputstvo za održavanje stacionarnih olovnih baterija akumulatorskih baterija“. AKU baterija se sastoji od 54 modula (broj članaka u modulu je 1). Nazivni napon jednog modula je 2 V. Detaljan proračun biće prikazan u numeričkoj dokumentaciji.

Za potrebe smeštanja AKU baterija, predviđena je zasebna prostorija za smeštaj baterija koja ispunjava uslove navedene u standardima IEEE Std 1187-2002, SRPS EN 60896-22 i IEC 62060. U prostoriji AKU baterije predviđen je sistem klimatizacije koji treba da obezbedi odgovarajući temperaturni opseg od 15°C do 25°C.

Sistemom prirodne ventilacije obezbediće se odgovarajuće provetravanje prostorije, kao i sprečavanje porasta koncentracije vodonika u prostoriji AKU baterija, tako da tehničko rešenje elektro i pripadajućih mašinskih instalacija ne iziskuje upotrebu u "Ex" izvedbi.

Baterijski stalak, čelični, antitrusni (otporan na seizmičke aktivnosti), biće odgovarajućih dimenzija uz uslov da AKU baterije moraju biti pojedinačno izolovane od noseće konstrukcije. Noseća konstrukcija mora biti izolovana od zemlje i izolacija ne sme postati električno provodna pod uticajem vlage.

Ispravljači

Dva ispravljača rade u paralelnom spoju sa AKU baterijama i formiraju JSS sabirnice za napajanje potrošača kola A i kola B, sa mogućnošću povezivanja kola A i kola B preko prekidača spojnog polja. Ispravljači treba da obezbede napajanje potrošača i optimalno punjenje baterija uz stabilizaciju napona na sabirnicama potrošača.

Predviđaju se ispravljači u prekidačkoj tehnologiji, modularnog tipa, sa „n+1“ modula, gde je „n“ potreban broj modula za obezbeđivanje napajanja, trofazno napajani (ulazni napon 400/230 V, 50 Hz) koji treba da radi po IUU karakteristikici režima punjenja AKU baterija. Nominalni ulazni napon pojedinačnog modula je 230 V AC, 50 Hz.



4.5.11. Instalacije uzemljenja i gromobranske instalacije

Sistem uzemljenja TS 110/10 kV Bor 7 sastoji se uzemljivačke mreže, temeljnog uzemljivača pogonske, sistema zemljovoda i plaštova kablova koji povezuju TS Bor 7 sa PRP Bor 5.

Uzemljivački sistem predmetnih objekta projektuje se u skladu sa:

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

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 pogonske zgrade, položen na dubini 0,5 m na udaljenosti 1 m od ivice objekta.
3. temeljni uzemljivač pogonske zgrade
4. metalne zaštite 110 kV kablova

Ograda oko objekta TS 110/10 kV Bor 7 uzemljuje se na sopstveni uzemljivač položen u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde na rastojanju 1 m od ograde i koji se ne povezuje sa mrežnim uzemljivačem trafostanice.

Sistem uzemljenja postrojenja izvodi se kao združeno uzemljenje sledećih međusobno povezanih funkcionalnih celina:

1. sistem zaštitnog uzemljenja,
2. sistem radnog uzemljenja,
3. sistem gromobranskog uzemljenja.

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

Radna uzemljenja objekta TS 110/10 kV Bor 7 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 1 m od ograde sa unutrašnje strane gde god to raspored opreme dozvoljava. Sva uzemljenja oprema mora biti unutar obodne konture uzemljivačke mreže. Na glavnu mrežu se spajaju uzemljenja postrojenja, zgrada, ograde i ostali neophodni elementi.

Mreža visokog napona 110 kV 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 objekta, 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 poprečnog preseka 70mm². Vertikalne uzemljivačke sonde u ovoj fazi projekta nisu predviđene. Mreža uzemljivača se nalazi na površini kompletnog ograđenog objekta TS 110/10 kV Bor 7. Spoljašnja obodna kontura uzemljivačke mreže nalazi se na rastojanju 1 m 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 1 m 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 izveden od bakarnog užeta poprečnog preseka 70mm². Spoljašnji prsten je udaljen od ograde 1 m i ukopan na dubinu 0,5 m. Ograda se povezuje sa uzemljivačem na prosečno svakih 10 m, ukoliko je obezbeđena dobra galvanska veza svih metalnih delova ograde, u vidu zemljovoda od bakarnog užeta. Ukoliko nije obezbeđena dobra galvanska veza mora se uzemljiti svaki stub ograde. Ograda i uzemljivač ograde ne povezuju se sa uzemljenjem postrojenja čime se izbegavaju mogući problemi sa naponom koraka i dodira sa spoljašnje strane ograde. Ulazna i kolska kapija povezuju se sa uzemljivačem ograde zemljovodom od bakarnog užeta poprečnog preseka 70mm². Pokretni deo kapije objekta TS 110/10 kV Bor 7 povezuje se sa stubovima premostima od bakarne pletenice preseka 10mm². Šine klizne kolske kapije spajaju se na uzemljivač ograde postrojenja sa dva zemljovoda bakarnog užeta.



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 ne mogu doći pod napon, a prilikom greške ili kvara mogu doći pod napon.

- Uzemljenje zvezdišta 110 kV namotaja energetskog transformatora

Uzemljenje zvezdišta 110 kV namotaja energetskog transformatora spaja se direktno na mrežu uzemljenja, bakarnim užetom poprečnog preseka 70mm², preko nosača, a spoj na uzemljivačku mrežu se izvodi u šahtu za uzemljenje na bakarnu šinu. 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 transformator 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 poprečnog preseka 70mm² spajanjem na mrežu. Uže se preko kalaisane kablovske papučice povezuje na terminal (zavrtnaj minimalno M12 za svrhu uzemljenja) za uzemljenje otpornika. Zaštitno uzemljenje kućišta otpornika uzemljuje se preko zemljovoda od bakarnog užetaspajanjem na mrežu uzemljenja. Zemljovod za zaštitno uzemljenje spaja se preko kalaisane kablovske papučice na poseban terminal (zavrtnaj minimalno M12) za ovu svrhu. Kućište transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta se uzemljuje preko zemljovoda od bakarnog užeta poprečnog preseka 70mm² spajanjem na mrežu uzemljenja.

- Radno uzemljenje odvodnika prenapona 110 kV

Radno (pogonsko) uzemljenje odvodnika prenapona na 110 kV strani transformatora se izvodi bakarnim užetom poprečnog preseka 70mm² koje se 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 sa se uzemljivačem povezuju najkraćim putem zemljovodi za uzemljenje pogonskog ormarića, ormara 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 bakarnog užeta poprečnog preseka 70mm² na dva mesta (dijagonalno) direktno sa uzemljivačem.

- Zaštitno uzemljenje čeličnih nosača opreme

Sva metalna postolja u spoljašnjem postrojenju objekta TS 110/10 kV Bor 7 (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 poprečnog preseka 70mm². 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 dimenzijazavarene 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 poprečnog preseka 70mm² postavljenog na nosače užeta za uzemljenje. Na više pristupačnih mesta sabirno uže se preko zemljovoda od bakra spaja na mrežu uzemljenja. Spoj užeta na traku izvodi se ukršnim komadom uže-traka odgovarajućim standardom, a 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 10 cm ispod posteljice peska u sloju zemlje.

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

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 bakarnog užeta 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 nosača (priključne pločice u vidu L profila) zavarene za metalnu konstrukciju.

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

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



Spojevi bakarnog užeta na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezaljkom sa jednim zavrtnjem za dva užeta, a spojevi omče na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezaljkom sa dva zavrtnja za dva užeta. Spoj stezaljke na nosač opreme se ostvaruju preko "L" profila zavarenog na nosač koji služi kao nosač stezaljke.

Spojevi bakarnog užeta poprečnog preseka 70mm^2 na pogonske ormariće opreme izvode se pomoću kalaisanih kompresionih kablovskih papučica za jedno uže, pomoću zavrtnjeva M12.

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

- *Uzemljenje energetske opreme u zgradi*

Ćelije sredjenaponskog postrojenja, kao i svi ostali ormani u zgradi, uzemljuju se povezivanjem sabirnice za uzemljenje u ormanu sa sabirnim zemljovodom postavljenim u kanal ispod SN ćelija, pomoću fleksibilnih izolovanih žuto zelenih kablova P/F-Y poprečnog preseka 10mm^2 .

Kućni transformatori, uzemljuju preko dva zemljovoda od izolovanih, fleksibilnih izolovanih žuto zelenih kablova P/F-Y poprečnog preseka 10mm^2 , preko posebno predviđenih priključaka (zavrtnaj 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 poprečnog preseka 10mm^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 poprečnog preseka 70mm^2 koji se polaže tako da prati konturu zgrade na rastojanju 1 m od ivice zgrade. Prstenasti uzemljivač se polaže na dubini od 0,5 m 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 pogonske zgrade*

Duž temelja zgrade položen je namenski izveden temeljni uzemljivač od trake FeZn preseka $40 \times 5 \text{mm}^2$ 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 1 m od objekta, na dubini 0,5 m, izveden od bakarnog užeta. Temeljni uzemljivač se ugrađuje u sloj betona u okviru armirano betonske konstrukcije pre nalivanja betona. Uzemljivač se polaže u vidu prstena tako da prati



spoljašnje i unutrašnje zidove temelja objekta. Prilikom polaganja traku 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 odgovarajućeg standarda. 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 poprečnog preseka 40 x 5 mm² za uzemljenje metalnih gelendera ulaznih stepeništa. Predvideti izvode sa temeljnog uzemljivača za uzemljenje vertikalnih oluka koji nisu u blizini spušnih 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 poprečnog preseka 40 x 5 mmna visini 30 cm od poda preko ukrasnih komada traka-traka na više mesta.
2. Priključke za vezu temeljnog uzemljivača i prstena oko zgrade izvesti preko bakarnog užeta. Spoj bakarnog užeta sa trakastim temeljnim uzemljivačem realizuje se ukrsnim komadom uže-traka odgovarajućeg standarda, koja 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 poprečnog preseka 40 x 5 mm² zavarene za armaturu, koje se preko zemljovoda spajaju 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 zavavarivanja potrebno je zaštititi 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 pogonske zgrade

Unutrašnji uzemljivač zgrade izveden je od čelično-pocinkovane trake 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 odgovarajućeg standarda i fiksira na visini 30 cm od poda.

Sabirnica za izjednačenje potencijala izvodi se oko ramova (okvira) vrata na rastojanju 0,5 m od bočnih ivica vrata i 0,3 m 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 (izloveni bakarni fleksibilni žuto zeleni kabl P/F-Y poprečnog preseka 10mm²).

Sva oprema u zgradi spaja se na unutrašnji uzemljivač preko izolovanog kabla P/F-Y poprečnog preseka 10mm². Pokretni delovi metalnih vrata spajaju se premošćenjima od izolovanog bakarnog kabla P/F-Y poprečnog preseka 10mm² sa uzemljenim metalnim okvirima vrata.

U podrumskom (kablovskom) prostoru predviđa se čelično pocinkovana traka za izjednačenje potencijala i uzemljenje kablovskih nosača i polica. Traka se polaže duž zidova podruma, bez prekidanja, neposredno ispod plafona. Uzemljenje opreme u prostoriji SN postrojenja se izvodi povezivanjem na sabirnicu za izjednačavanje, čelično pocinkovanu traku, postavljenu u podrumskom 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, duž zidova prostorije ispod duplog poda za uzemljenje čeličnih nosača duplog poda i ormana.

U komandnoj prostoriji, predviđa se sabirni zemljovod od FeZn preseka 40 x 5 mm² trake 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:

1. gromobransku zaštitu opreme za spoljašnju montažu u postrojenju,
2. gromobransku zaštitu 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:

1. prihvatnog sistema (štapne hvataljke i mreža provodnika),
2. sistema spusnih provodnika,
3. 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. Gromobranski šiljci montiraju se na gromobranske stubove odgovarajuće visine. Zaštitne zone biće proračunate za najkritičnije visine šticećenih objekata.

- Gromobranska zaštita zgrade

Gromobranska zaštita 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 25x3 mm koja formira Faradejev kavez. Trake se postavljaju po nosačima po krovu sa međusobnim prosečnim rastojanjem između nosača od 1,5 m. 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 25x3 mm i bakarno uže preseka 70 mm² kao zemljovod (zemni uvodnik) za spoj na prstenasti uzemljivač zgrade. Mehanička zaštita zemnog uvodnika izvodi se do visine 1,5 m 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 70 mm².



4.5.12. Električne instalacije zgrade

Spoljašnje osvetljenje

Sistem spoljašnjeg osvetljenja mora biti projektovan u skladu sa internim standardom IS EMS 314:2021 „Osvetljenje elektroenergetskih postrojenja“. Na bazi tih zahteva predviđa se izgradnja sistema spoljašnjeg osvetljenja za osvetljenje postrojenja, pogonske zgrade kao i dela spoljašnjeg terena izvan ograde postrojenja radi obezbeđenja istog. Spoljno osvetljenje sastoji se od LED svetiljki koje su grupisane tako da svaka grupa osvetljenja osvetljava određeni deo postrojenja i služi za određenu namenu.

Grupe spoljašnjeg osvetljenja će činiti:

- osnovno osvetljenje,
- osnovna grupa osvetljenja za obezbeđenje,
- pomoćno osvetljenje.

Za adekvatno (radno) osvetljenje spoljašnjeg dela postrojenja u uobičajenom režimu rada korišće se osnovno osvetljenje i osnovna grupa osvetljenja za obezbeđenje. Centralni nazidni orman spoljašnjeg osvetljenja +ROSS, koji će biti smešten u pogonskoj zgradi, u prostoriji sopstvene potrošnje, će se napajati iz ormara opšte potrošnje.

Opšte osvetljenje

Opšte osvetljenje u svim prostorijama pogonske zgrade biće izvedeno pomoću LED svetiljki.

Opštim osvetljenjem će se upravljati ručno, prekidačima koji su postavljeni kod vrata. Prekidače za uključenje i isključenje osvetljenja montirati na visinu 1,2 m od kote poda, kod vrata odmaknuti od spoljnje ivice okvira vrata za 15 cm.

Napajanje opšteg osvetljenja svih prostorija unutar pogonske zgrade će se osigurati iz pripadajućeg razvoda naizmeničnog napona, iz glavnog razvodnog ormara GRO, kablove voditi u zidu i plafonu ili iznad spuštenog plafona. Sve svetiljke se montiraju na plafon.

Nužno osvetljenje

Strujni krug nužnog osvetljenja će se napajati iz razvoda jednosmernog napona 110 V DC. Napajanje nužnog osvetljenja se vrši iz razvodnog ormara =NJ+NJ2, odakle će se kablovi voditi u zidovima i plafonu ili iznad spuštenog plafona. U ormanu =NJ+NJ2 predvideti dva izvoda za nužno svetlo u prizemlju i jedan izvod za nužno svetlo na spratu.

Kontaktori za nužno osvetljenje se automatski uključuju kada nestane napona 400/230 V, 50 Hz. U jednosmernom razvodu 110 V DC biće postavljena preklopka za ispitivanje nužnog osvetljenja. Tom preklopkom (položaj “automatski” i “ručno”) nužno osvetljenje će moći da se uključi i u slučaju da nije nestalo pomoćnog napona 400/230 V, 50 Hz (ispitivanje nužnog osvetljenja).

Protivpanično osvetljenje

Električne instalacije iz razvodnog ormara GRO voditi u zidu i plafonu prostorija ili iznad spuštenog plafona. Protivpanično osvetljenje je spojeno na zasebni strujni krug naizmeničnog razvoda ormara GRO.

Protivpanično osvetljenje će biti izvedeno svetiljkama sa ugrađenom baterijom. Svetiljke su spojene na napon 230V, 50 Hz. U slučaju nestanka pomoćnog napona 230V, 50 Hz, svetiljke protivpaničnog osvetljenja se automatski uključuju i osvetljavaju izlazna vrata za evakuaciju u trajanju od najmanje 3h.

Utičnice i mali potrošači

Električne instalacije iz razvodnog ormara GRO voditi u zidu i plafonu ili iznad spuštenog plafona. Utičnice kod vrata odmaknuti od spoljnje ivice okvira vrata za 15 cm.

Utičnice 400/230 V, montirati na visinu 0,6 m od kote poda osim onih u sanitarijama i kuhinji koje treba montirati na visini 1,2 m od kote poda.

Naizmeničnim naponom 400/230 V, 50 Hz će se napajati i povremeni potrošači u pogonskoj zgradi. Za priključak tih povremenih potrošača biće instaliran dovoljan broj monofaznih i trofaznih utičnica.

Vođenje kablova za napajanje utičnica i malih potrošača uskladiti sa vođenjem kablova za napajanje strujnih krugova osvetljenja unutar pogonske zgrade. Kablove voditi pravo, skretati pod pravim uglovima (bez kosih skretanja).

Klimatizacija i grejanje

U prostorijama koje su namenjene za povremeni boravak ljudi i prostorijama u kojima se zahteva održavanje temperature zbog specifičnosti instalirane opreme predviđa se ugradnja električnih panelnih radijatora i klima uređaja sa mogućnošću hlađenja/grejanja prostora. Daljinske upravljače, termostate pokraj vrata odmaknuti od spoljašnje ivice okvira vrata za 15 cm.

Inverter klima uređaji se napajaju sa spoljne jedinice.

Grejanje pojedinih prostorija zgrade će biti električno, koristeći panelne električne radijatore. Električni panelni radijatori će se uključivati automatski uz pomoć termostata koji će biti instaliran u grejanoj prostoriji, na podešenu temperaturu termostata.

Za električne panelne radijatore je neophodna utičnica sa zaštitnim kontaktom 230V.

4.5.13. 110 kV kablovski vodovi

Opis trase kabla

110 kV kablovski vodovi od PRP Bor 5 do TS Bor 7 obuhvataju tri kablovska voda – kablovski vod br. 1, kablovski vod br. 2 i kablovski vod br. 3 od polja broj =E02, =E03 i =E07 u PRP 110 kV Bor 5 do kablovskih priključaka GIS-a u poljima =E01, =E02 i =E03 u TS 110/10 kV Bor 7.

Konceptualno rešenje kablovskog voda je takvo da se kablovi vode podzemno od PRP Bor 5 na parceli 4400/65 KO Bor II kroz postojeće kablovske kanale i tunel do vertikalnog kablovskog šahta u okviru parcele 4400/98 KO Bor II na kojoj se nalazi postojeća TS Bor 5, a dalje od TS Bor 5 do nove trafostanice TS Bor 7 nadzemno na čeličnim samostojećim nosačima. Nova trafostanica TS Bor 7 se nalazi na parceli 4400/88 KO Bor II. Okvirna dužina kablovske trase iznosi cca 1560 m.

Predviđeno je da trasa kabla krene iz PRP 110kV Bor 5 i da se vodi paralelno sa postojećim 110 kV kablovima koji povezuju PRP Bor 5 i TS Bor 5 kroz postojeće podzemne kablovske kanale, kao na slici 1.



Slika 1. Levo kablovski prostor PRP Bor 5 i desno postojeći podzemni kablovski kanali

Trasa iz kanala dalje nastavlja kroz stari rudarski tunel, u kome postoje čelični nosači i fizička zaštita kablova u vidu krova od čeličnih profila i limova (slika 2a.).



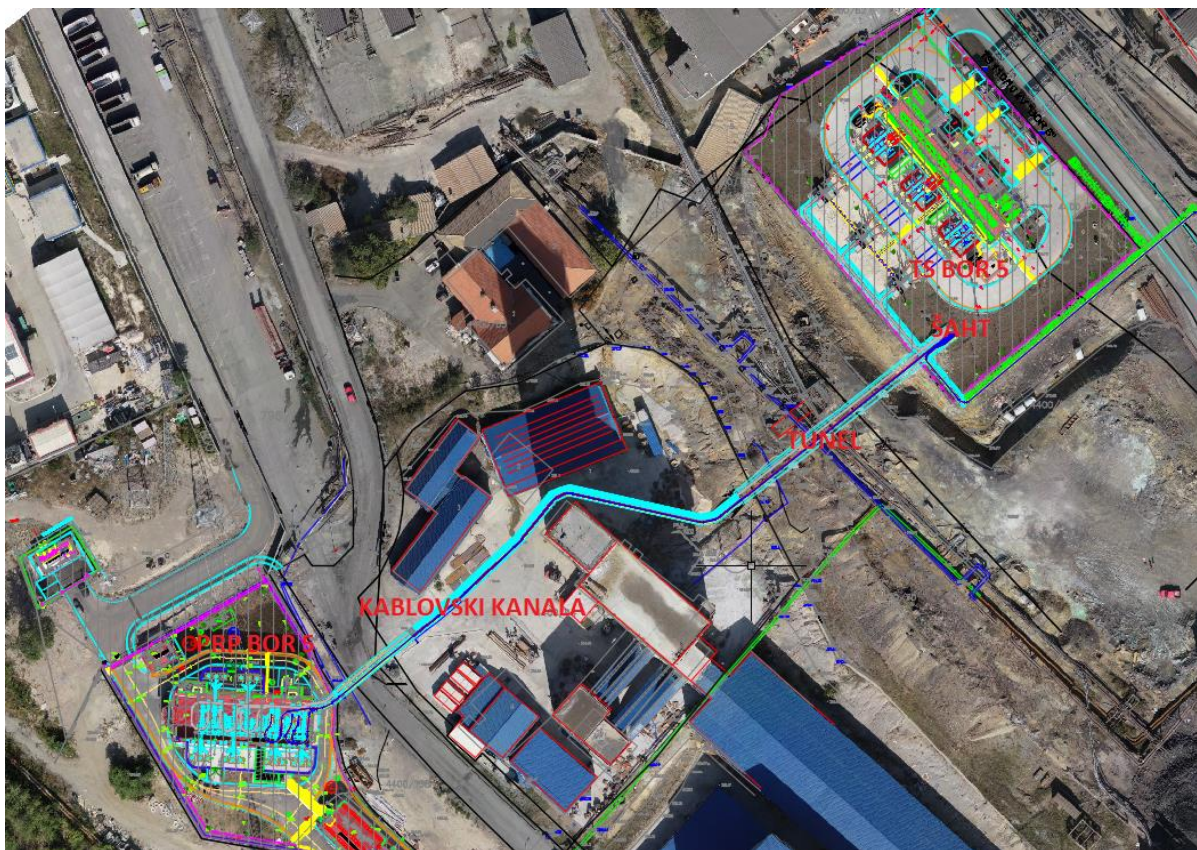
Slika 2a. Postojeći nosači u tunelu

Iz tunela kablovi dalje izlaze na površinu terena kroz vertikalni kablovski šaht u sklopu postrojenja TS Bor 5. U kablovskom šahtu već postoje čelični nosači za koje treba fiksirati kablove (slika 2b.).



Slika 2b. Postojeći vertikalni šaht uz plato TS Bor 5

Kada kablovi izađu iz vertikalnog šahta kod TS Bor 5 dalje se predviđa izgradnja kablovskog kanala sa poklopcima, sličnog kanalima za 110 kV kablove koji postoje u TS Bor 5 da se kroz kanale kablovi dovedu do ograde TS Bor 5, a dalje vode po površini terena na rešetkastim mostovskim nosačima duž ograde TS Bor 5 (slika 3.).



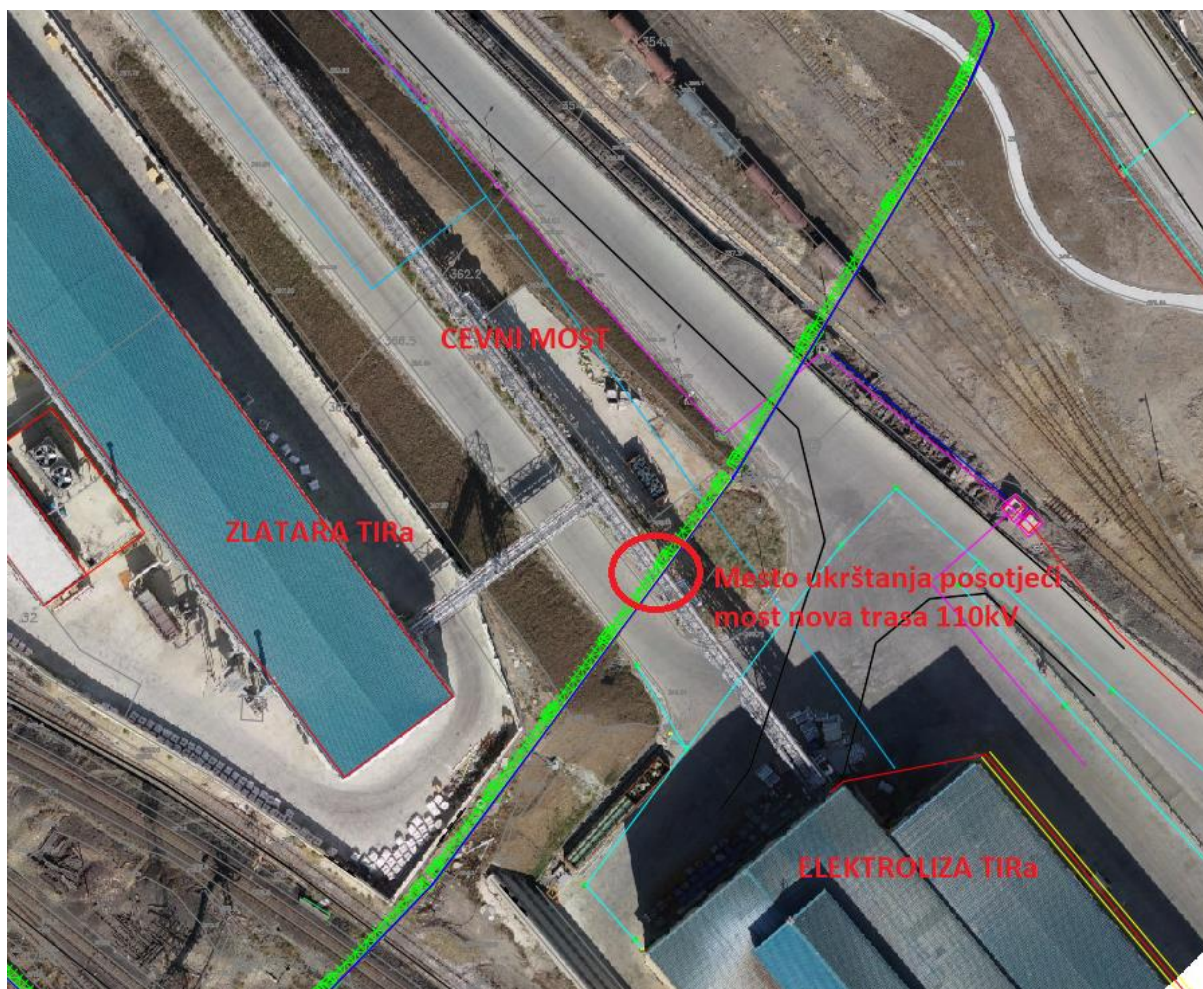
Slika 3. Trasa kablova od PRP Bor 5 do TS Bor 5

Trasa kablova dalje prelazi preko interne saobraćajnice na mostovskim čeličnim nosačima. Paralelno zidanom zidu ograde se vodi do mesta gde se prelazi preko internih koleseka Zijinove fabrike TIR (slika 4.). Od TS Bor 5, a na zahtev Investitora, na nosačima kablova 110 kV predviđaju se konzolni nosači za prihvat budućih 10 kV kablova iz TS Bor 5 (koji nisu predmet ovog projekta). Ovim projektom se ne predviđa trasiranje 10 kV kablova, već se samo ostavlja mogućnost da se oni mogu jednim delom, ili čitavom trasom, voditi na nosačima za 110 kV kablove do potrebnih objekta Zijina. Čelični nosači u statičkom smislu i smislu propisanih rastojanja paralelnog vođenja kablova biće projektovani da zadovolje paralelno vođenje 110 kV kablova i 10kV kablova. Pored ovih kablova takođe očekuje se i provlačenje optičkih kablova.



Slika 4. Paralelno vođenje kablova duž zida ograde i prelazak preko koloseka interne pruge

Nakon prelaska preko koloseka trasa se vodi paralelno zidu ograde Zlatare TIRa. Ova deonica trase predstavlja najzahtevniji deo. Nivelacija terena je takva da se očekuje da temelji budućih nosača budu precizno pozicionirani. Postoje podzemne i nadzemne instalacije koje je potrebno na valjan način izbeći, preskočiti ili se sa njima ukrstiti vodeći računa o propisanim sigurnosnim rastojanjima. Trasa niz kosinu nasipa Zlatare TIRa ide dalje preko interne saobraćajnice i ukršta se sa postojećim mostovskim nosačem instalacija koje vode ka objektu Elektrolize. Postojeća mostovska konstrukcija koja nosi instalacije za Elektrolizu je na visini od oko 8-9 m i planirano je da nova trasa 110 kV kablova prođe ispod ove mostovske konstrukcije, tako da se zadovolji propisan slobodan profil iznad interne saobraćajnice, ali i dovoljno rastojanje 110 kV kablova od postojećih instalacija za Elektrolizu (slika 5.).



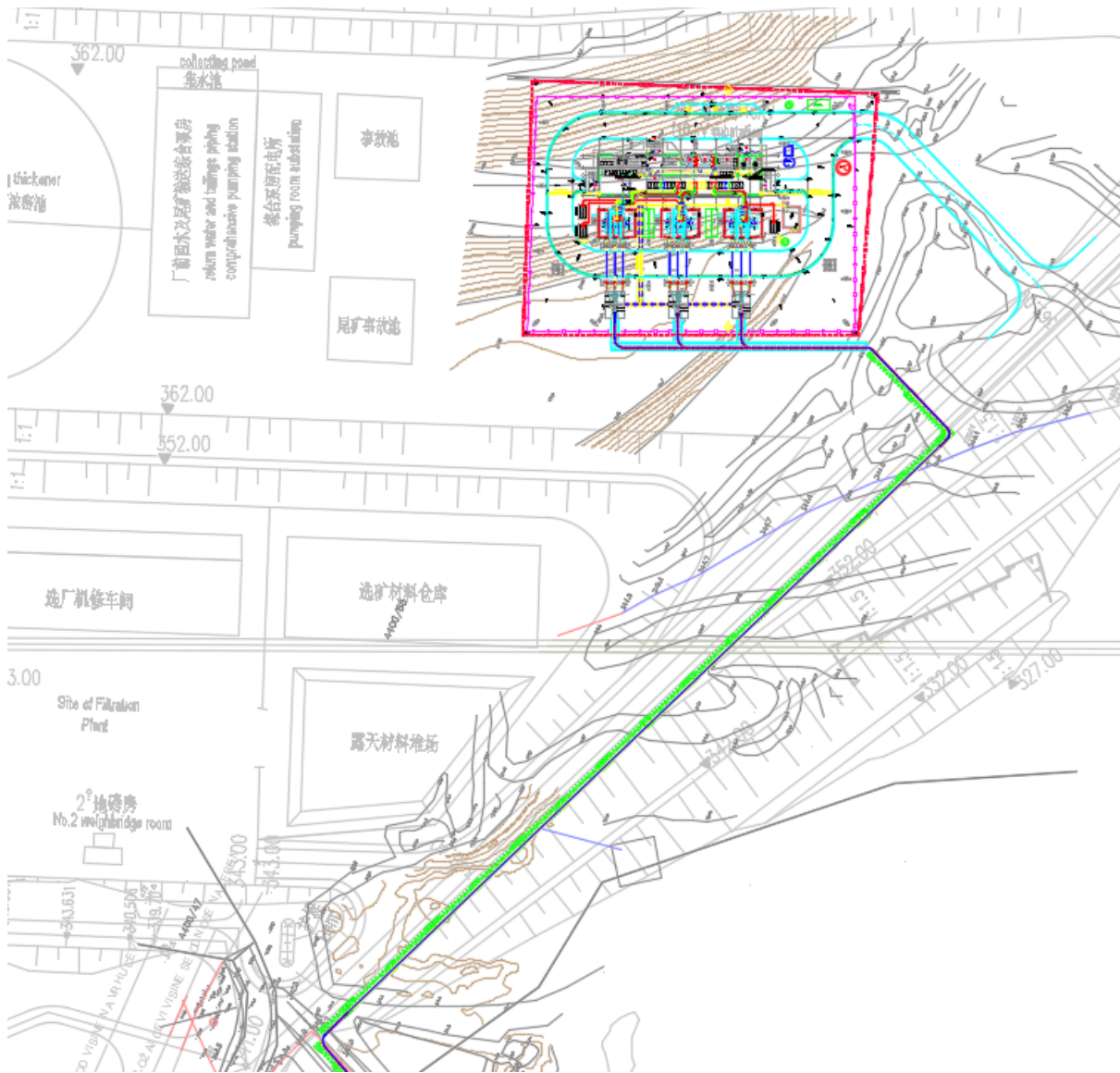
Slika 5. Kablovska trasa između objekata Zlatare i Elektrolize TIRa

Kablovska trasa dalje prelazi preko četiri koloseka interne pruge TIRa. Raspored temelja i stubova je postavljen tako da se ne remeti železnički saobraćaj. U nastavku trasa se vodi iznad kultivisanog dela zemljišta, gde su travnjaci i pešačke staze. Od podzemnih instalacija u ovom delu postoji atmosferska kanalizacija i cevi za povratnu vodu iz kompleksa. Temelji nosača kablova su postavljeni tako da izbegnu navedene instalacije. Na zahtev Investitora i budućih planova fazne izgradnje TIRa kablovska trasa je sprovedena između postojećih objekata da tako da najmanje ugrozi funkcionalnost postrojenja (slika 6.).



Slika 6. Kablovska trasa iznad zelenih površina i u zoni postojećih postrojenja

Trasa se nakon zaobilaska postojećih objekta vodi paralelno zidu ograde. Važno je napomenuti da uz zid ograde već postoje određene elektro instalacije, u narednim fazama treba proveriti da li ove instalacije ostaju i u budućnosti. Posle trenutne kapije trase nastavlja dalje paralelno budućem putu nove flotacije. Putevi, platoi i raspored objekta nove flotacije su dobijeni od strane Investitora i projektant se pridržavao ovih planova prilikom trasiranja kablovskog voda 110 kV. Kablovska trasa još jednom kod TS Bor 7 prelazi preko interne saobraćajnice i ulazi u kablovske kanale do GIS elemenata na parceli TS Bor 7 (slika 7.).



Slika 7. Kablovska trasa u zoni nove flotacije i ulaz kablova u TS Bor 7

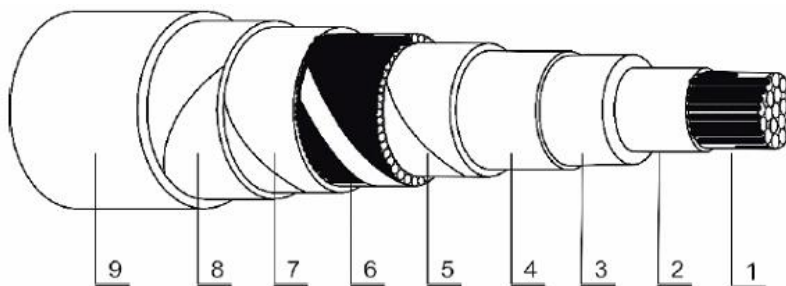
Tehnički uslovi za vođenje, približavanje i ukrštanje energetskih kablova:

- Na osnovu IS-EMS 200 Prilog 15-5 Načelni tehnički uslovi za približavanje i ukrštanje energetskih kablova sa gasovodom najmanji razmak 110 kV kabla od gasovoda treba da iznosi 2 m pri paralelnom vođenju, u horizontalnoj ili kosoj ravni, odnosno 1,5 m pri ukrštanju.
- Na osnovu IS-EMS 200 Prilog 15-6 Načelni tehnički uslovi za približavanje i ukrštanje sa drugim energetskih kablovima najmanji razmak 110 kV kabla od postojećih NN, SN ili drugog 110 kV kabla treba da iznosi 1 m pri ukrštanju.
- Prema IEC 60287-2-2, u slučaju polaganja kablova u vazduhu, termički uticaj zajednicki vođenih kablova se može zanemariti ako je odnos $e/De \geq 4$ u slučaju polaganja dve trefoil grupe jedne iznad druge u vertikalnoj ravni, kao i odnos $e/De \geq 1.5$ u slučaju polaganja dve trefoil grupe jedne pored druge u horizontalnoj ravni. Odnos e/De za slučaj dve trefoil grupe u betonskom kanalu u vertikalnoj ravni iznosi $e/De = 425/93 = 4.57$, odnosno u horizontalnoj ravni iznosi $e/De = 1515/93 = 16.3$. Takodje, odnos e/De za slučaj dve trefoil grupe u postojećem tunelu u vertikalnoj ravni $e/De = 425/93 = 4.57$, odnosno u horizontalnoj ravni $e/De = 2500/93 = 26.9$, stoga se termički uticaj susednih kablova u slučaju polaganja u betonskom kanalu, kao i postojećem tunelu može zanemariti. Odnos e/De za slučaj dve 110 kV trefoil grupe na mostovskim čeličnim nosačima u vertikalnoj ravni $e/De = 430/93 = 4.62$, stoga se termički uticaj susednih 110 kV kablova može zanemariti.
- Uzemljenje čeličnih nosača kablova biće obrađeno u narednoj fazi razrade tehničke dokumentacije.
- Optički kablovi koji se vode paralelno sa energetskim kablovima biće tema naredne faze razrade projektne dokumentacije.

Osnovni podaci o predmetnim kablovskim vodovima 110 kV od PRP 110 kV Bor 5 do TS 110/10 kV Bor 7

Naziv investicionog objekta:	kablovski vodovi 110 kV od PRP 110 kV Bor 5 do TS 110/10 kV Bor 7
Nominalni napon:	110 kV
Broj sistema:	Tri
Tip i presek voda:	3x XHE 49-A 1x1000/95 mm ² sa vodonepropusnim (samobubrećim) slojem

Skica konstrukcije kabla je data na sledecoj slici:



1 aluminijumski provodnik; 2 slaboprovodni sloj provodnika; 3 izolacija od umreženog polietilena (XPE); 4 slaboprovodni sloj izolacije; 5 slaboprovodna bubreža traka; 6 električna zaštita od bakarnih žica i trake; 7 slaboprovodna bubreža traka; 8 aluminijumska polimer folija; 9 polietilenski plašt visoke gustine (HDPE).

Slika 6. Skica konstrukcije kabla XHE 49-A, 110 kV

Ukupna dužina kabla XHE 49-A, 1x1000/95 mm², 110 kV iznosi 16530 m, odnosno po kablovskim vodovima:

- KV 1 od polja broj =E02 u PRP 110 kV Bor 5 do kablovskih priključaka GIS-a polja =E01 u TS 110/10 kV Bor 7: 3 x 1550 m=4650 m
- KV 2 od polja broj =E03 u PRP 110 kV Bor 5 do kablovskih priključaka GIS-a polja =E02 u TS 110/10 kV Bor 7: 3 x 1565 m=4695 m
- KV 3 od polja broj =E07 u PRP 110 kV Bor 5 do kablovskih priključaka GIS-a polja =E03 u TS 110/10 kV Bor 7: 3 x 1840 m=5520 m.

Na to je dodato još 100 m rezerve za priključenje kablovskog voda na završnice u PRP-u 110 kV Bor 5 i TS 110/10 kV Bor 7, 2% rezerve za horizontalno vijuganje trase, 2% rezerve za vertikalno vijuganje trase i 5% projektantske rezerve, tako da je ukupna dužina trase kabla 16530 m.

U nastavku su prikazane tabelarno osnovne karakteristike kabla i kablovskog pribora:

Nominalni napon	110 kV
Broj kablovskih sistema	tri
Tip kabla	3 x XHE 49-A 1x1000/95 mm ² , Al/Cu
Priključna mesta	PRP 110 kV Bor 5 TS 110/10 kV Bor 7
Broj kablova po vodu	tri
Broj provodnika po fazi	jedan
Standardna dubina polaganja kabla	1,5 m
Način polaganja kabla	trougao
Sistem uzemljenja	Direktno uzemljenje na oba kraja/solid bonding

Tabela 5. Osnovni tehnički podaci kabla 110 kV

Nominalni napon	$U_n=110$ kV
Maksimalni pogonski napon	$U_m=123$ kV
Dozvoljeni udarni napon	$U_{ud}=550$ kV
Stepen izolacije	Li 550 AC 230
Radna učestanost	$f=50$ Hz
Maksimalna struja voda	346,41 A (50 MVA)
Struja kratkog spoja	28,03 kA (u skladu sa podlogama o perspektivnim vrednostima struja kratkog spoja datim u Projektnom zadatku)
Vreme trajanja kvara	0,15 s

Tabela 6. Eksploatacioni zahtevi za izbor kablovskog voda

Provodnik	okrugli kompaktni
- materijal	aluminijum
- presek	1000 mm ²
- prečnik provodnika	38,3 mm
Izolacija	trostruko ekstrudovana
- materijal	XPE umreženi polietilen
- debljina	18,0 mm
- srednji prečnik	77,3 mm
Metalni ekran	žičani
- materijal	bakar
- poprečni presek	95 mm ²
Spoljna zaštita	
- materijal	polietilen
- debljina	4 mm
Ukupan prečnik kabla	93 mm
Ukupna masa kabla	8,985 kg/m

Tabela 7. Podaci o kablu

Minimalna temperatura zemlje	$\theta_{zmin}=+5$ °C
Prosečna temperatura zemlje	$\theta_{rz}=+8$ °C
Maksimalna temperatura zemljišta	$\theta_{zmax}=20$ °C

Tabela 8. Ambijentalni uslovi

Naznačeni napon	115 kV
Maksimalni pogonski napon	123 kV
Izdrzivi udarni napon	550 kV

Tabela 9. Odvodnik prenapona

Naznačeni napon	123 kV
Maksimalni pogonski napon	145 kV
Izdrzivi udarni napon	550 kV
Radna učestanost	50 Hz
Izdrziva struja kratkog spoja	

Tabela 10. Kablovska završnica

Priključci kablovskih vodova u PRP-u 110 kV Bor 5 i TS 110/10 kV Bor 7

Za priključenje kabla 110 kV na polja broj =E02, =E03 i =E07 u PRP 110 kV Bor 5 ovim projektom predviđena je ugradnja sledeće opreme:

- 3 kablovske završnice za kabl 3x XHE 49-A 1x1000/95 mm² odgovarajuće za ženski/socket konektor koji će biti sastavni deo GIS postrojenja
- Proširenje postojećeg sistema uzemljenja
- Izrada odgovarajućih kablovskih nosača u kablovskom prostoru.

Svi gore navedeni elementi su sastavni deo kablovskog voda i predstavljaju pribor potreban za priključenje na odgovarajuće kablovsko polje u 110 kV PRP Bor 5.

Za priključenje kabla 110 kV na polja broj =E01, =E02 i =E03 u TS 110/10 kV Bor 7 ovim projektom predviđena je ugradnja sledeće opreme:

- 3 kablovske završnice za kabl 3x XHE 49-A 1x1000/95 mm² odgovarajuće za ženski/socket konektor koji će biti sastavni deo GIS postrojenja
- Proširenje postojećeg sistema uzemljenja

Svi gore navedeni elementi su sastavni deo kablovskog voda i predstavljaju pribor potreban za priključenje na odgovarajuće kablovsko polje u TS 110/10 kV Bor 7.

Kada su podzemne instalacije u pitanju smatra se da se energetske kablove 1 kV i 10 kV nalaze na dubini od 0,8m, a 35 kV kablove na dubini od 1 m. Vodovodne cevi se polažu na dubini od 0,8 m, a kanalizacione na dubini do 3 m.

Minimalna dozvoljena rastojanja pri paralelnom vođenju 110 kV kabla i ostalih podzemnih instalacija prilikom ukrštanja i paralelnog vođenja su sledeća:

Prilikom paralelnog vođenja kabla sa drugim 110 kV kablovima minimalno dozvoljeno rastojanje je 1,5 m, prilikom ukrštanja 1 m. Na mestima ukrštanja 110 kV kabla sa TK instalacijama minimalna horizontalna i vertikalna udaljenost mora biti veća od 0,5 m pri čemu se predmetni kablovski vod stavlja u gvozdenu FeZn cev, a postojeća TK instalacija u plastičnu cev. Minimalno dozvoljeno rastojanje prilikom paralelnog vođenja i približavanja 110 kV kabla i TK instalacija je 1 m.

Uzemljenje

Zaštitni plaševi novoprojektovanih kablovskih vodova 110 kV se direktno uzemljuju preko spojnih kutija (link box) Cu užeom 95 mm² do najbližeg uzemljivača, na oba kraja kablovskog voda u 110 kV PRP Bor 5 i TS 110/10 kV Bor 7.

4.5.14. Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i podloga

Pri izradi Idejnog rešenja za izgradnju objekta Transformatorska stanica 110/10 kV Bor 7, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/88), i pripadajući 110 kV kablovskih vodova, grad Bor (KO Bor II, spisak katastarskih parcela: 4400/52, 4400/58, 4400/59, 4400/64, 4400/65, 4400/70, 4400/88, 4400/96, 4400/97, 4400/98, 4400/133, 4400/138, 4400/140, 4400/144, 4400/145, 4400/146, 4400/158, 4400/160, 4400/168) korišćeni su sledeći zakoni, pravilnici, domaći i međunarodni standardi i podloge:

- Zakon o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 – ispravka 64/2010 – odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – odluka US, 50/2013 – odluka US, 98/2013 – odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 i 37/2019 – dr.zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/2023)
- Zakon o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014 i 95/2018 – dr. zakon, 40/2021, 35/2023 – dr. zakon i 62/2023)
- Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018 i 95/2018 – dr.zakon)
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 35/2023)
- Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Sl. glasnik RS", br. 96/2023)
- Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V ("Sl. list SFRJ" br. 4/74 i 13/78 i "Sl. list SRJ" br. 61/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara ("Sl. list SFRJ", br. 74/90)
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova ("Sl. list SRJ", br. 41/93)
- Tehničke preporuke, radna uputstva i interni standardi EMS-a
- Relevantna uputstva i standardi IEC-a, IEEE-a i DIN-a.

Odgovorni projektant:



Dr Ana Petrović

Br.licence: 351R11418

4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

Procena investicione vrednosti radova i materijala

Ukupna investiciona vrednost elektroenergetskih instalacija TS 110/10 kV Bor 7 i pripadajućih 110 kV kablovskih vodova je 790.297.000,00 RSD bez PDV-a.

Odgovorni projektant:



Dr Ana Petrović

Br.licence: 351R11418

4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

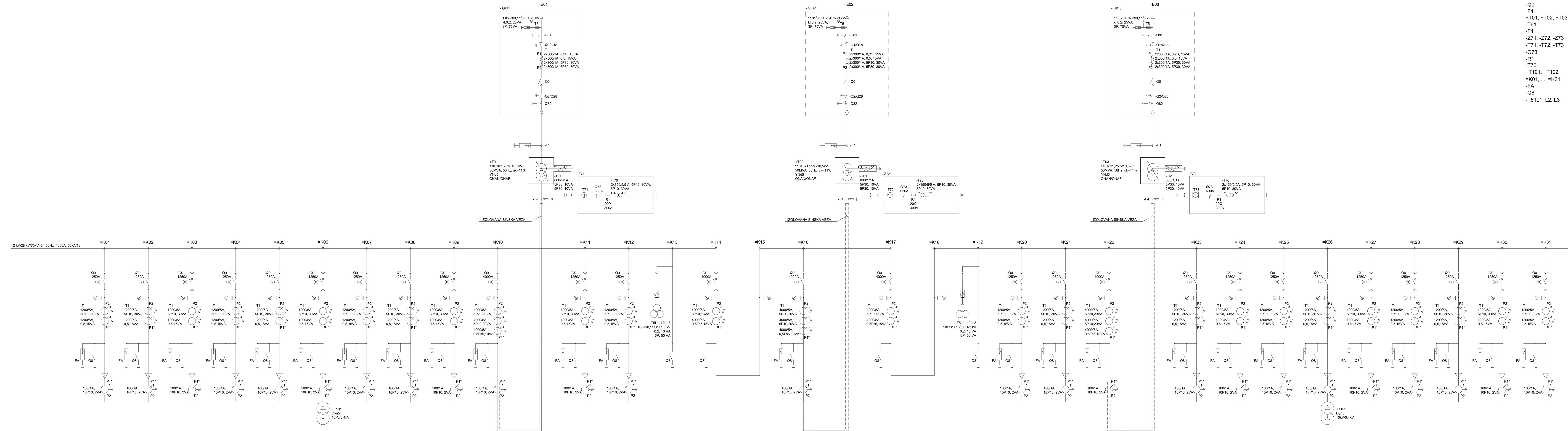
Spisak crteža

R.B.	NAZIV CRTEŽA	BROJ CRTEŽA	REVIZIJA
1.	JEDNOPOLNA ŠEMA	GSS-TSB7-IDR-004-001	0
2.	SITUACIONI PLAN	GSS-TSB7-IDR-004-002	0
3.	DISPOZICIJA	GSS-TSB7-IDR-004-003	0
4.	DISPOZICIJA POGONSKE ZGRADE	GSS-TSB7-IDR-004-004	0
5.	PRESECI	GSS-TSB7-IDR-004-005	0
6.	SITUACIONI PLAN TRASE KABLOVA 110 kV	GSS-TSB7-IDR-004-006	0
7.	ORTOFOTO SITUACIONI PLAN TRASE KABLOVA 110 kV	GSS-TSB7-IDR-004-007	0
8.	TIPSKI NOSAČ KABLOVA	GSS-TSB7-IDR-004-008	0

Odgovorni projektant:

Dr Ana Petrović

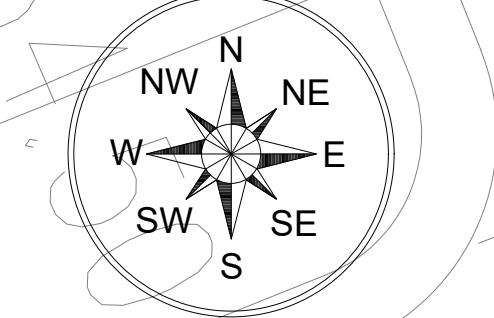
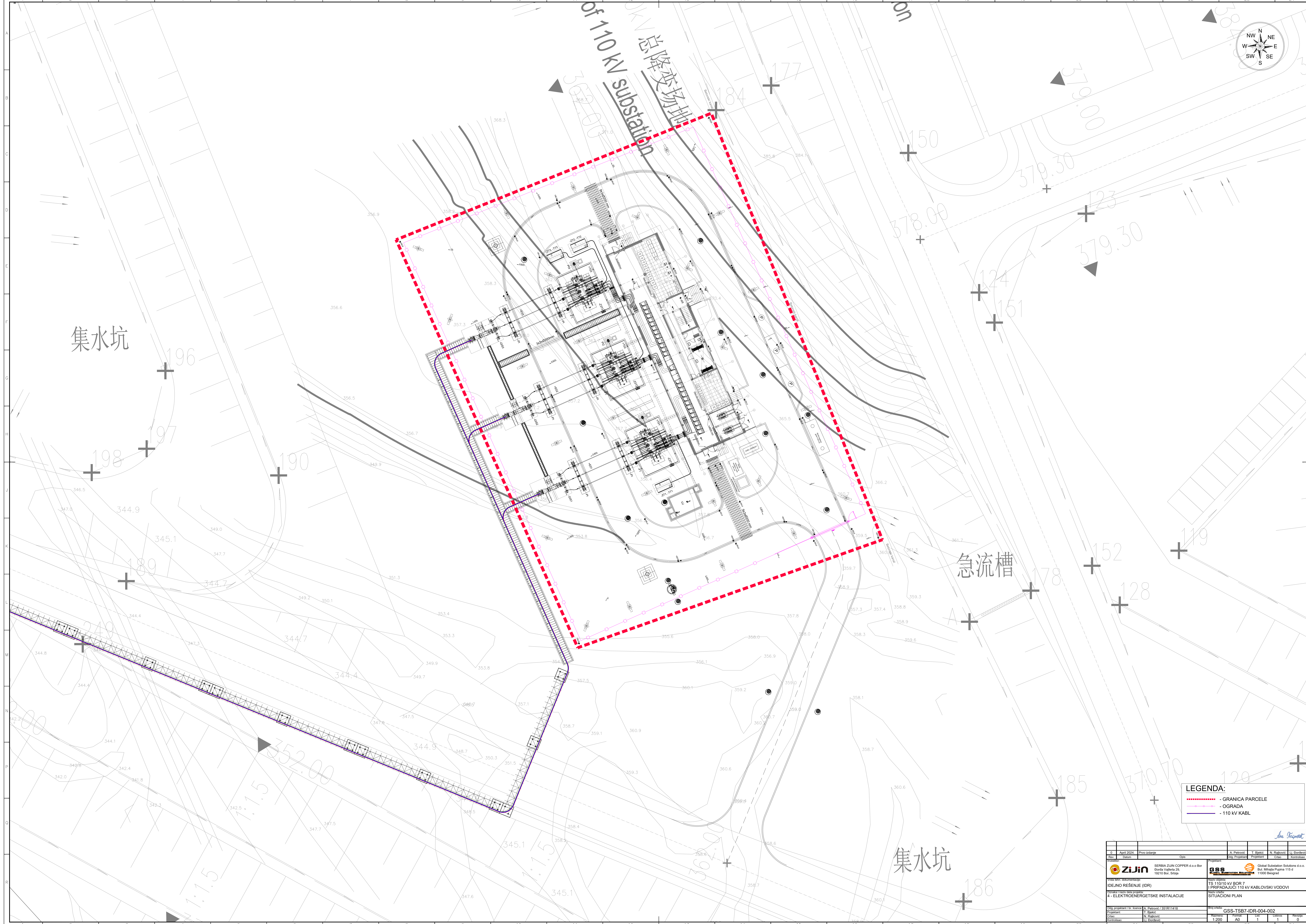
Br.licence: 351R11418



- LEGENDA:**
- =E01, =E02, =E03 KABLOVSKO-TRANSFORMATORSKO POLJE 110 kV
 - GIS1, -GIS2, -GIS3 GASM IZOLOVANO POSTROJENJE
 - T1 STRUJNI TRANSFORMATOR
 - TS NAPONSKI TRANSFORMATOR 110 kV
 - Q81, -Q82 NOŽ ZA UZEMLJENJE
 - Q1/Q18, -Q2/Q28 RASTAVLJAČ SA NOŽEVIMA ZA UZEMLJENJE
 - Q0 PREKIDAČ
 - F1 ODVODNIK PRENAPONA 110 kV
 - +T01, +T02, +T03 ENERGETSKI TRANSFORMATOR 110/10 kV
 - T61 STRUJNI TRANSFORMATOR ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 110 kV (U BUŠINGU [NULI] ET-a)
 - F4 ODVODNIK PRENAPONA 10 kV
 - Z71, -Z72, -Z73 METALNI SKLOP ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
 - T71, -T72, -T73 SUVI TRANSFORMATOR ZA FORMIRANJE VEŠTAČKOG ZVEZDIŠTA 10 kV (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
 - Q73 JEDNOPOLNI RASTAVLJAČ (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
 - R1 OTPORNIK ZA UZEMLJENJE (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
 - T70 STRUJNI TRANSFORMATOR (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
 - +T101, +T102 KUĆNI TRANSFORMATOR 10/0,4 kV
 - =K01, ..., =K31 ČELIJE 10 kV POSTROJENJA
 - FA ODVODNIK PRENAPONA U 10 kV CELJI
 - QB NOŽ ZA UZEMLJENJE U 10 kV CELJI
 - TS1L1, L2, L3 NAPONSKI TRANSFORMATOR U 10 kV MERNOJ ČELJI

Odvodna ćelija (rezerva) Odvodna ćelija (rezerva) Odvodna ćelija (rezerva) Odvodna ćelija (rezerva) Kompenzacija reaktivne snage Čelija kućnog transformatora Odvodna ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija Transformatorska ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija Merna ćelija Spojna ćelija Dodatak spojne ćelije Transformatorska ćelija Spojna ćelija Dodatak spojne ćelije Merna ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija Transformatorska ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija Čelija kućnog transformatora Kompenzacija reaktivne snage Odvodna ćelija Odvodna ćelija Odvodna ćelija (rezerva) Odvodna ćelija (rezerva)

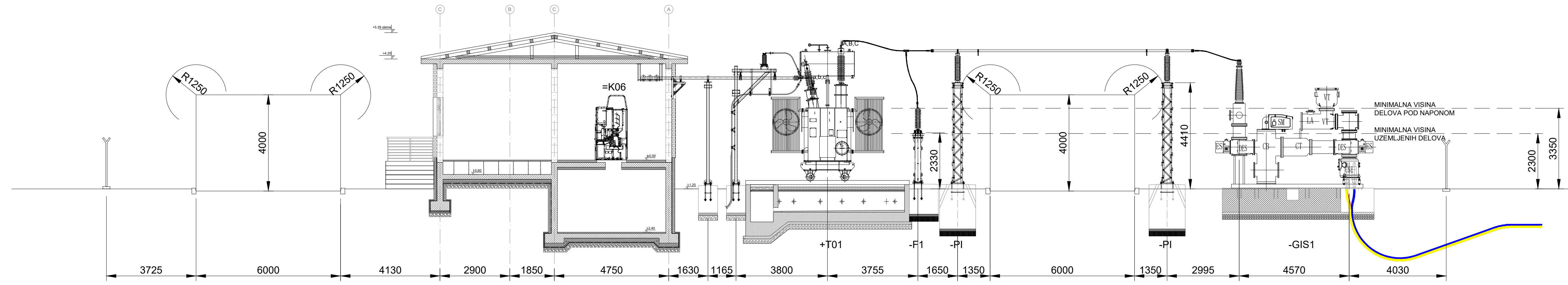
0	April 2024	Prijava izdajnik	A. Petrović	T. Bjelić	T. Bjelić	Lj. Borđević
Rev.	Datum	Opis	Projekat	Čitao	Kontrolisao	
SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o. Bor Borča Vojvođa 29 19210 Bor, Srbija			Global Substation Solutions d.o.o. Bor, Mindača Plavina 115 d 11000 Beograd			
Vrsta i namena dokumentacije DEJNO REŠENJE (IDR) Naziv objekta: TS 110/10 kV BOR 7 Priloga: PRIPADAJUĆI 110 kV KABLOVSKI VODOVI			Broj objekta: GSS-TSB7-IDR-004-001			
Odlučujući stručni rad: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE			Naziv radila: JEDNOPOLNA SEMA			
Odlučujući stručni rad: A. Petrović, T. Bjelić, Lj. Borđević			Broj odluke:			
Datum: 01.04.2024			Mesto:			
Čitao: Lj. Borđević			Mesto:			
Kontrolisao:			Mesto:			



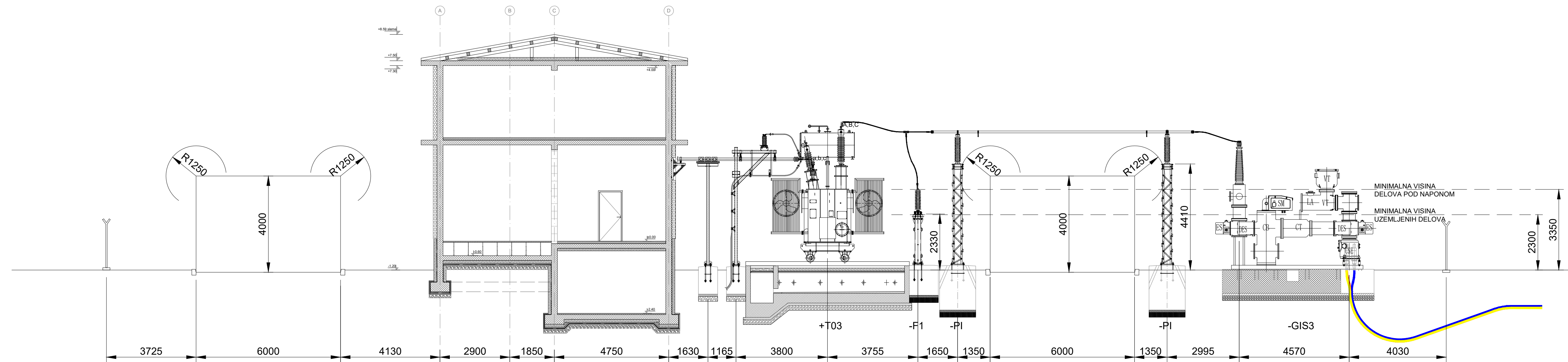
LEGENDA:

- GRANICA PARCELE
- OGRADA
- 110 KV KABL

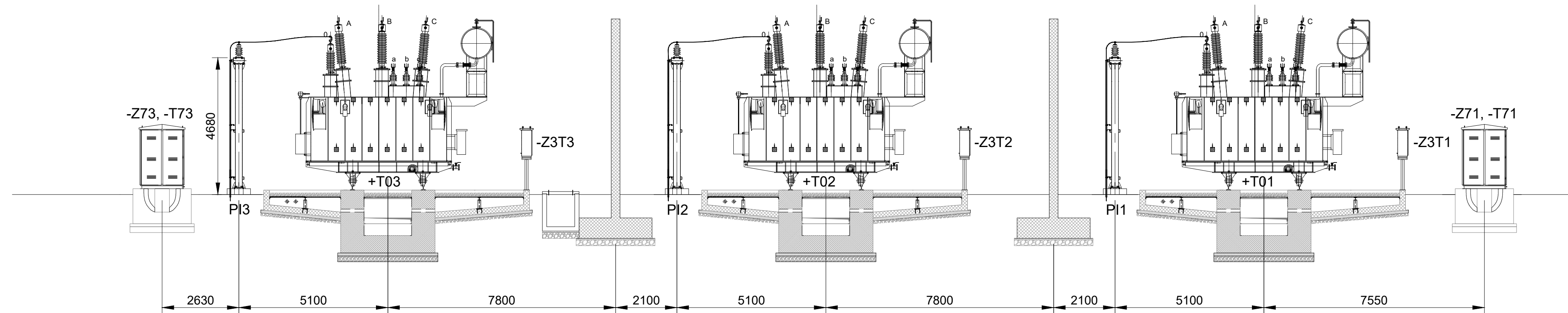
Datum: 04. April 2024		Prilozi: Prilozi		A. Petrović		T. Bjekić		N. Rajković		Lj. Borićević	
Projekat: 110 kV Substation		Cela: 1		Diz. Projekat: 1		Prilozak: 1		Crtac: 1		Kontrolisao: 1	
ZiJin SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Borca Valjeva 26 10210 Bor, Srbija				BSS Global Substation Solutions d.o.o. Buz. Miroslava Pijunara 115 d 11000 Beograd				Projekat: 110 kV Substation Naziv objekta: 110 kV BOP 7 I PRIPADAJUĆI 110 KV KABLOVSKI VODOVI Naziv radnje: 4 - ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE SITUACIONI PLAN			
Dizajner: N. Rajković				Projekat: 110 kV Substation				Naziv objekta: 110 kV BOP 7 I PRIPADAJUĆI 110 KV KABLOVSKI VODOVI			
Crtac: Lj. Borićević				Prilozak: 1				Kontrolisao: 1			
Dokument: 1.200				Korisnik: AD				Lisna: 1			
Korisnik: 21				Dokument: 22				Lisna: 24			



PRESEK 1-1



PRESEK 2-2



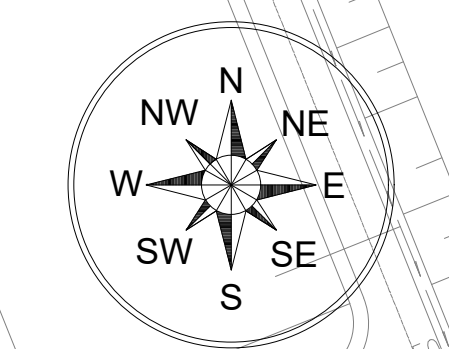
PRESEK 3-3

LEGENDA:

- GIS1, -GIS3 - GASOM IZOLOVANO POSTROJENJE
- +T01, +T02, +T03 - ENERGETSKI TRANSFORMATORI 110/10 kV
- F1 - ODVODNICI PRENAPONA 110 kV
- PI - POTPORNI IZOLATOR
- PI1, -PI2, -PI3 - POTPORNI IZOLATOR U ZVEZDIŠTU TRANSFORMATORA
- Z71, -Z73 - METALNI SKLOP ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
- T71, -T73 - SUVI TRANSFORMATOR ZA FORMIRANJE VEŠTAČKOG ZVEZDIŠTA 10 kV (UNUTAR METALNOG SKLOPA)
- Z3T1, -Z3T2, -Z3T3 - ORMANI HLADENJA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA
- 110 kV KABL

0	April 2024.	Prvo izdanje		A. Petrović	T. Bječić	N. Rajković	Lj. Đorđević
Rev.	Datum	Opis	Projektant:	Disj. Projektant	Projektant	Črtao	Kontrolisao
Investitor:			Projektant:				
Vrsta teh. dokumentacije:			Naziv objekta:				
Oznaka i naziv dela projekta:			Naziv crteža:				
Odn. projektant / br. licence:			Broj crteža:				
Projektant:			Razmera:				
Črtao:			Format:				
Kontrolisao:			Lst:				
			Lstova:				
			Revizija:				
			0				

Ana Kuzmanović



LEGENDA:

- - - - - - GRANICA PARCELE TS 110/10 kV BOR 7
- - - - - - OGRADA TS 110/10 kV BOR 7
- - 110 kV KABL
- NIJE PREDMET PROJEKTA

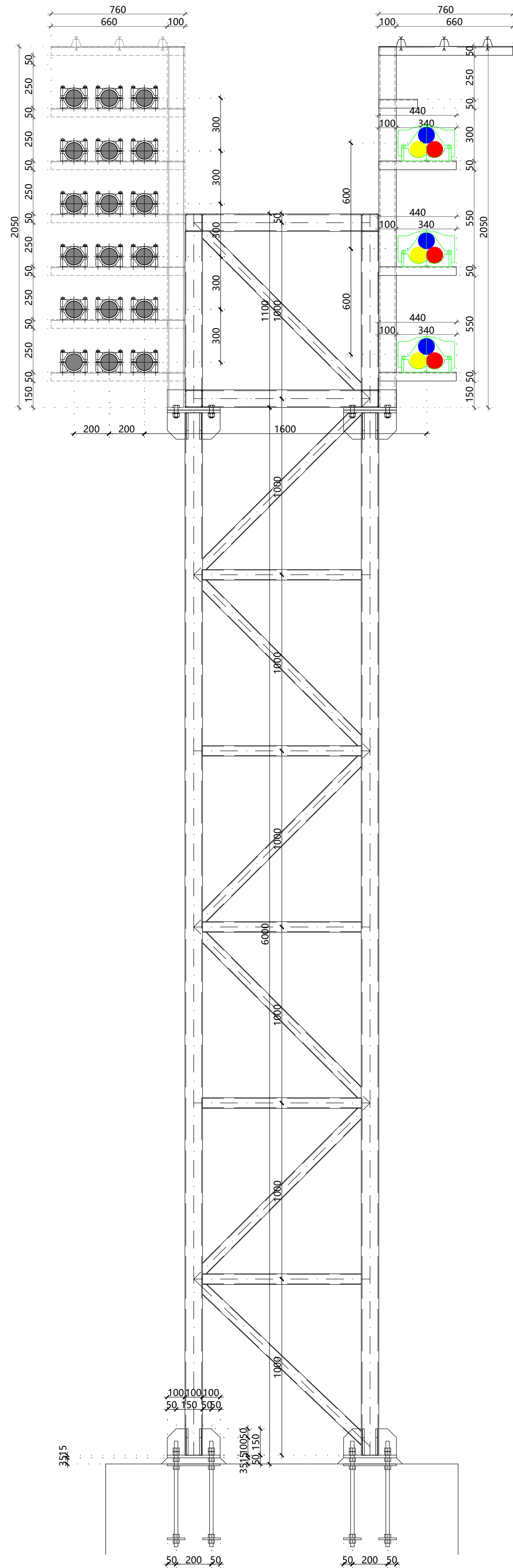
Datum: 04. April 2024		Priložnost: Privredna		Projekat: TS 110/10 kV BOR 7		Cilj: Instalacija	
Autor: A. Petrović		Projekat: J. Gavrilović		Cilj: N. Rajković		Kontrola: A. Petrović	
Projekat: B. Vukobratović		Cilj: M. Stanić		Kontrola: D. Stanić		Kontrola: M. Stanić	
BERBIA ZIJIN COPPER d.o.o. Bor Dorca Vojvoda 26, 10210 Bor, Srbija		BSS Global Substation Solutions d.o.o. Buz. Mlinjeva Ploha 115 d 11000 Beograd		Naziv objekta: TS 110/10 kV BOR 7 I PRIPADAJUĆI 110 kV KABLOVSKI VODOVI Naziv projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE Naziv plana: SITUACIONI PLAN TRASE KABLOVA 110 kV			
Dizajnirao: A. Petrović		Izradio: A. Petrović		Kontrola: A. Petrović		Dokument: GSS-TSB7-IDR-004-006	
Crtao: A. Petrović		Koristio: A. Petrović		Mastila: A. Petrović		Lisna: 1	
Koristio: A. Petrović		Mastila: A. Petrović		Lisna: 1		Mastila: 0	
Koristio: A. Petrović		Mastila: A. Petrović		Lisna: 1		Mastila: 0	

Ana Rajković

TIPSKI NOSAČ KABLOVA

MOGUĆA POZICIJA 10 KV KABLOVA

110 KV KABLOVI



0		April 2024.		Prvo izdavanje		A. Petrović		J. Gavrilović		N. Rajković		A. Petrović	
Rev.	Datum	Opis				Dop. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao				
Investitor:						Projektant:							
SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Dorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija						Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd							
Vrsta teh. dokumentacije:						Naziv objekta:							
IDEJNO REŠENJE (IDR)						TS 110/10 KV BOR 7							
Oznaka i naziv dela projekta:						I PRIPADAJUĆI 110 KV KABLOVSKI VODOVI							
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE						Naziv crteža:							
						TIPSKI NOSAČ KABLOVA							
Odg. projektant / br. licence:						Broj crteža:							
A. Petrović / 351R11418						GSS-TSB7-IDR-004-008							
Projektant:						Razmera:							
J. Gavrilović						1:20							
Crtao:						Format:							
N. Rajković						A1							
Kontrolisao:						List:							
A. Petrović						1							
						Listova:							
						1							
						Revizija:							
						0							