



#### 4.1. NASLOVNA STRANA

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | <b>4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH<br/>INSTALACIJA</b>   |
| Investitor:                   | SERBIA ZIJIN MINING D.O.O Bor<br>Suvaja 185A, 19210 Bor, Srbija  |
| Objekat:                      | Transformatorska stanica 110/10 kV Bor 9<br><b>Grad Bor</b> (KO Slatina, spisak katastarskih parcela:<br>3143, 3145, 3146, 3149, 3150, 3151, 7715) |
| Vrsta tehničke dokumentacije: | IDR – Idejno rešenje   |
| Oznaka i naziv dela projekta: | 4 – Elektroenergetske instalacije  |
| Vrsta radova:                 | Nova gradnja   |
| Projektant:                   | Global Substation Solutions<br>Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija<br>broj licence: 351-02-00989/2023-09, 30.05.2023.              |
| Odgovorno lice projektanta:   | Dr Ana Petrović  |
| Potpis                        |   |
| Odgovorni projektant:         | Dr Ana Petrović  |
| Broj licence:                 | 351R11418  |
| Potpis:                       |   |
| Broj dela projekta:           | 23-ZIJ-TSB9-IDR-004  |
| Mesto i datum:                | Beograd, Maj 2024.   |



## **4.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA**

|  |    |
|--|----|
| 4.1. NASLOVNA STRANA.....  | 1  |
| 4.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....  | 2  |
| 4.3. REŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA<br>ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA..... | 3  |
| 4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA<br>ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....               | 4  |
| 4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA.....   | 5  |
| 4.5.1. Postrojenje 110 kV i transformacija 110/10 kV.....  | 5  |
| 4.5.2. Uzemljenje 10 kV namotaja transformatora.....   | 9  |
| 4.5.3. Razvodno postrojenje 10 kV.....   | 10 |
| 4.5.4. Kablovska kanalizacija.....   | 12 |
| 4.5.5. Komandno-signalni, energetske i komunikacioni kablovi.....                                | 12 |
| 4.5.6. Označavanje opreme.....   | 13 |
| 4.5.7. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Bor 9.....                      | 13 |
| 4.5.8. Sopstvena potrošnja objekta.....  | 23 |
| 4.5.9. Uzemljenje.....   | 28 |
| 4.5.10. Gromobranska zaštita.....  | 33 |
| 4.5.11. Električne instalacije osvetljenja i grejanja.....                                       | 35 |
| 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA.....  | 38 |
| 4.6.1. PROCENA INVESTICIONE VREDNOSTI RADOVA I MATERIJALA.....                                   | 38 |
| 4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA.....   | 39 |
| 4.7.1. SPISAK CRTEŽA.....  | 39 |


### 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 (TS) 110/10 kV Bor 9, u gradu Boru, KO Slatina, spisak katastarskih parcela: 3143, 3145, 3146, 3149, 3150, 3151, 7715, određuje se:

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

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Projektant:               | Global Substation Solutions<br>Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija<br>broj licence: 351-02-00989/2023-09 |
| Odgovorno lice/zastupnik: | Dr Ana Petrović  |
| Potpis                    |                                       |
| Broj dela projekta:       | 23-ZIJ-TSB9-IDR-004  |
| Mesto i datum:            | Beograd, Maj 2024.   |


#### 4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za novogradnju objekta Transformatorska stanica (TS) 110/10 kV Bor 9, Grad Bor (KO Slatina, spisak katastarskih parcela: 3143, 3145, 3146, 3149, 3150, 3151, 7715),

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-TSB9-IDR-004   |
| Mesto i datum:        | Beograd, Maj 2024.  |





## 4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

### 4.5.1. *Postrojenje 110 kV i transformacija 110/10 kV*

#### Opšte

Predviđa se 110 kV postrojenje za spoljašnju montažu, vazduhom izolovano sa dva sistema cevni sabirnica, sa tri transformatorska polja, tri dalekovodna polja i jednim spojnim poljem:

- =E01 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T01
- =E02 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E03 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T02
- =E04 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E05 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T03
- =E06 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E07 – spojno polje 110 kV

Oprema postrojenja će biti standardne proizvodnje u skladu sa zahtevima važeće nacionalne regulative i sa EN i IEC standardima, za spoljnu montažu, prilagođenu elektrotehničkim, mehaničkim, seizmičkim i mikroklimatskim uslovima.

Izbor opreme za potrebe izrade Idejnog rešenja izvršen je u skladu sa Tehničkim uslovima za projektovanje i priključenje transformatorske stanice 110/10 kV TS Bor 8 na prenosni sistem izdatim od strane EMS AD i zahtevima Investitora.

Dispozicija 110 kV postrojenja i opreme u njemu je odabrana na način da se obezbedi dobra preglednost postrojenja, povoljno uvođenje 110 kV dalekovoda, jednostavan rasplet veza unutar postrojenja i mogućnost prilaza radi montaže i održavanja VN opreme. Razmeštaj 110 kV polja je takav da su polja raspoređena sa obe strane sabirnica.

Dva sistema sabirnica izvode se cevni provodnicima E-AlMgSi 0,5 preseka 120/104 mm. Širina jednog sistema sabirnica iznosi 4,8 m, a razmak između faza u sabirnicama je 2,4 m.

Veze u dalekovodnim i transformatorskim poljima 110 kV postrojenja izvode se cevni provodnicima E-AlMgSi 0,5 preseka 80/68 mm i užadima 490-AL1/64-ST1A.

Veze u spojnim poljima 110 kV postrojenja izvode se cevni provodnicima E-AlMgSi 0,5 preseka 80/68 mm i užadima 2x490-AL1/64-ST1A.

Širina jednog polja iznosi 11 m, a razmak između faza u poljima je 2,4 m.

Na ulasku u postrojenje u DV poljima postavljaju se ulazni portali, širine polja 11 m i visine postavljanja rigle na 10 m.

Visina postavljanja rigle portala u spojnim poljima iznosi 11 m.

Sigurnosni razmaci odgovaraju stepenu izolacije LI 550 AC 230 u skladu sa propisima za opremu za spoljnu montažu. Svi aparati su podignuti na propisanu visinu iznad zemlje.

Transportni gabarit kroz postrojenje je visine 4 m, dok je za saobraćajnicu gde prolazi vučni voz sa telom transformatora transportni gabarit visine 5,5 m. Transportne saobraćajnice u 110 kV postrojenju, kružnog oblika, su širine 3,5 m za jednosmerni saobraćaj, a delom 6 m za dvosmerni saobraćaj i predstavljaju i put za pristup i manipulaciju vatrogasnog vozila.



## **Oprema u 110 kV poljima (=E01, =E02, =E03, =E04, =E05, =E06, =E07)**

U 110 kV poljima se predviđa ugradnja:

- SF6 prekidača, trolni prekidač sa posebnim pogonskim mehanizmom za svaki pol
- Trolnog dvostubnog rastavljača sa horizontalnim centralnim prekidanjem i polovima montiranim u brazdi (u dalekovodnim i transformatorskim poljima)
- Trolnog dvostubnog rastavljača sa horizontalnim centralnim prekidanjem i polovima montiranim u paraleli (u spojnom polju)
- Trolnog dvostubnog rastavljača sa horizontalnim centralnim prekidanjem sa noževima za uzemljenje prekidanjem i polovima montiranim u paraleli (izlazni rastavljač) (u dalekovodnim poljima)
- Strujnih mernih transformatora
- Naponskih mernih transformatora (u dalekovodnim i transformatorskim poljima)
- Odvodnika prenapona (u transformatorskim poljima)

### **SF6 prekidač**

Ovim projektom se za opremanje 110 kV polja predviđa ugradnja SF<sub>6</sub> prekidača, trolni prekidač, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| - nazivni napon                 | 110 kV               |
| - najviši pogonski napon        | 123 kV               |
| - stepen izolacije              | SI 123 LI 550 AC 230 |
| - nazivna frekvencija           | 50 Hz                |
| - nazivna struja                | 2000 A               |
| - nazivna prekidna moć          | 50 kA                |
| - nazivna dinamička struja      | 125 kA               |
| - upravljački i kontrolni napon | 220 V DC             |
| - napon motornog pogona         | 230 V AC, 50Hz       |
| - pogonski mehanizam            | motornoopružni       |
| - broj polova                   | 3                    |
| - broj mehanizama               | 3                    |

Prekidač takođe treba biti opremljen unutrašnjom zaštitom od višestruko ponovljene komande (antipumping rele), internom logikom za nesimetriju polova, logikom za blokadu u zatečenom položaju pri padu pritiska gasa, brojem ciklusa uključenja i antikondenzacionim grejačem.

### ***Trolni dvostubni rastavljač sa horizontalnim centralnim prekidanjem i polovima montiranim u brazdi (u dalekovodnim i transformatorskim poljima)***

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Opremljeni su jednim motornim pogonskim mehanizmom za sva tri pola. Komandovanje rastavljačima je dvopolno.

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - nazivni napon          | 110 kV               |
| - najviši pogonski napon | 123 kV               |
| - stepen izolacije       | SI 123 LI 550 AC 230 |



|  |          |
|--|----------|
| - nazivna frekvencija                        | 50 Hz    |
| - nazivna struja                             | 2000 A   |
| - nazivna kratkotrajna podnosiva struja (3s) | 50 kA    |
| - nazivna dinamička struja                   | 125 kA   |
| - nazivni napon elektromotornih pogona       | 230 V AC |
| - upravljački i kontrolni napon              | 220 V DC |

***Tropolni dvostubni rastavljač sa horizontalnim centralnim prekidanjem i polovima montiranim u paraleli (u spojnom polju)***

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Opremljeni su jednim motornim pogonskim mehanizmom za sva tri pola. Komandovanje rastavljačima je dvopolno.

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

|  |                      |
|--|----------------------|
| - nazivni napon                              | 110 kV               |
| - najviši pogonski napon                     | 123 kV               |
| - stepen izolacije                           | SI 123 LI 550 AC 230 |
| - nazivna frekvencija                        | 50 Hz                |
| - nazivna struja                             | 2000 A               |
| - nazivna kratkotrajna podnosiva struja (3s) | 50 kA                |
| - nazivna dinamička struja                   | 125 kA               |
| - nazivni napon elektromotornih pogona       | 230 V AC             |
| - upravljački i kontrolni napon              | 220 V DC             |

***Tropolni dvostubni rastavljač sa horizontalnim centralnim prekidanjem sa noževima za uzemljenje i polovima montiranim u paraleli (izlazni rastavljač)***

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Opremljeni su jednim motornim pogonskim mehanizmom za sva tri pola. Izlazni rastavljači su opremljeni noževima za uzemljenje sa strane 110 kV dalekovoda. Pogon noževa za uzemljenje je tropolni, motorni. Predvideti međusobne električne blokade pogonskih mehanizama izlaznog rastavljača i noža za uzemljenje. Komandovanje rastavljačima je dvopolno..

Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

|  |                      |
|--|----------------------|
| - nazivni napon                              | 110 kV               |
| - najviši pogonski napon                     | 123 kV               |
| - stepen izolacije                           | SI 123 LI 550 AC 230 |
| - nazivna frekvencija                        | 50 Hz                |
| - nazivna struja                             | 2000 A               |
| - nazivna kratkotrajna podnosiva struja (3s) | 50 kA                |
| - nazivna dinamička struja                   | 125 kA               |
| - nazivni napon elektromotornih pogona       | 230 V AC             |
| - upravljački i kontrolni napon              | 220 V DC             |

***Strujni merni transformatori***

Strujni merni transformatori se biraju prema IS-EMS 411 „Merni transformatori“. U dalekovodnim poljima strujni transformatori su primarno prevezivi, prenosnog odnosa 2x750/1/1/1/1A, klase tačnosti 0,2s/0,5/5P30/5P30, snage jezgara 5/15/30/30 VA. U



transformatorskim poljima strujni transformatori su primarno prevezivi, prenosnog odnosa  $2 \times 300/1/1/1/1A$ , klase tačnosti 0,2s/0,5/5P30/5P30, snage jezgara 5/15/30/30 VA. U spojnom polju strujni transformatori su primarno prevezivi, prenosnog odnosa  $2 \times 750/1/1/1/1A$ , klase tačnosti 0,2s/0,5/5P30/5P30, snage jezgara 5/15/30/30 VA.

### ***Naponski merni transformatori***

Naponski merni transformatori se biraju prema IS-EMS 411 „Merni transformatori“. Svi naponski transformatori su kapacitivnog tipa.

U dalekovodnim i transformatorskim poljima 110kV predvideti naponske transformatore u sve tri faze, prenosnog odnosa  $110/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3} / 0,1/\sqrt{3}$  kV/kV, klase tačnosti 0,2; 1/3P, snage jezgara 25; 75 VA.

### ***Odvodnici prenapona***

Odvodnici prenapona u transformatorskim poljima biraju se prema IS-EMS 467 „Prenaponska zaštita visokonaponskih postrojenja (110 kV, 220 kV, 400 kV) – izbor odvodnika prenapona“.

### **Sistem glavnih sabirnica**

Predviđena su dva sistema sabirnica za 7 polja, izvedena cevnim provodnicima od aluminijumske legure E-AlMgSi 0,5, spoljnog prečnika 120 mm i unutrašnjeg prečnika 104 mm. Sabirnice se postavljaju na potporne porculanske izolatore sa punim stepenom izolacije Si 123 i sa strujnom stazom  $\geq 31$  mm/kV radi zaštite izolacije od uticaja aero zagađenja.

Predviđa se ugradnja naponskih mernih transformatora u srednjoj fazi („4“) na oba sistema sabirnica.

### **Transformacija 110/10 kV**

Transformaciju 110/10 kV će sačinjavati tri energetska transformatora  $110 \pm 8 \times 1,25\% / 10,5$  kV sa regulacijom napona pod opterećenjem na primarnoj strani, snage po 63 MVA, sprege YNd5.

Priključci energetskih transformatora na 110 kV strani će biti nadzemni, izvedeni Al/Če užeom 490-AL1/64-ST1A, dok će priključak na postrojenje 10 kV 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 užeom koje se u betonskom šahtu za uzemljenje, vezuje na uzemljivač, dok će neutralna tačka 10 kV namotaja biti uzemljena preko metalnog sklopa za formiranje veštačkog zvezdišta koji sadrži suvi transformator, rastavljač, niskoomski otpornik otpornosti  $20 \Omega$  za ograničavanje struje zemljospoja na 300 A i strujni transformator.

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 ostalih transformatora.



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

Paralelni rad energetskih transformatora T01, T02 i T03 se ne predviđa u trajnom pogonu u TS 110/10 kV Bor 9, već samo pri izvođenju pogonskih manipulacija.

#### **4.5.2. Uzemljenje 10 kV namotaja transformatora**

Sekundarni namotaj transformatora biće uzemljen preko transformatora za formiranje veštačkog zvezdišta i otpornika za ograničavanje struje zemljispoja, koji se isporučuju kao jedan sklop, u zajedničkom metalnom kućištu, zajedno sa rastavljačem i strujnim transformatorom.

Sklop za uzemljenje biće 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 karakteristika:

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| 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 $\Omega$ |
| 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 |



#### 4.5.3. Razvodno postrojenje 10 kV

Opremaće se 10 kV postrojenje sastavljeno od 65 ćelija, smešteno u zasebnoj prostoriji pogonske zgrade TS Bor 9. Ispod te prostorije biće predviđen kablovski prostor odgovarajuće visine.

Ćelije su metalom oklopljene i pregrađene, izvlačive, tipski atestirane u skladu sa standardom IEC 62271 – 200, slobodnostojeće, kompletno opremljene. Ćelije su sa izvlačivim vakuumskim prekidačima i sa pristupom ćeliji sa prednje i zadnje strane.

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, 3s |
| Nazivna najviša podnosiva udarna struja          |   | 125 kA    |
| Nazivna struja polja                             | transformatorska ćelija (transformator 110/10 kV) | 4000 A    |
|  | ćelija kućnog transformatora                      | 1250 A    |
|  | odvodna ćelija                                    | 1250 A    |
|  | spojna ćelija                                     | 4000 A    |
|  | dodatak spojne ćelije                             | 4000 A    |
|  | ćelija za napajanje postrojenja kompenzacije      | 1250 A    |
| Nazivna struja sabirnica                         |   | 4000 A    |

Tabela 1. Parametri SN postrojenja

10 kV postrojenje se sastoji od sledećih ćelija:

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Broj sistema glavnih sabirnica   | 1  |
| Transformatorska ćelija (63 MVA) | 3  |
| Odvodna ćelija                   | 47 |
| Ćelija kućnog transformatora     | 2  |
| Spojna ćelija                    | 4  |



|                              |   |
|------------------------------|---|
| Dodatak spojne ćelije        | 4 |
| Merna ćelija                 | 3 |
| Kompenzacija reaktivne snage | 2 |

**Ukupan broj ćelija: 65**

### **Opis ćelija u 10 kV postrojenju**

#### ***Transformatorska ćelija***

Transformatorska ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, vakuumskim prekidačem, izvlačivim kolicima koje imaju funkciju rastavljača, strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona i slogom od tri jednopolno izolovane šine.

#### ***Odvodna ćelija***

Odvodna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, vakuumskim prekidačem, izvlačivim kolicima koje imaju funkciju rastavljača, strujnim mernim transformatorima, indikatorima napona, noževima za uzemljenje i jednopolno izolovanim kablovskim završecima.

#### ***Ćelija kućnog transformatora***

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

#### ***Spojna ćelija***

Spojna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, vakuumskim prekidačem, izvlačivim kolicima koje imaju funkciju rastavljača, indikatorima napona, te strujnim mernim transformatorima.

#### ***Dodatak spojna ćelija***

Dodatak spojna ćelija se sastoji od metalom oklopljene ćelije opremljene sa vazduhom izolovanim sabirnicama, izvlačivim kolicima i indikatorima 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 indikatorima napona.

#### ***Kompenzacija reaktivne snage***

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





#### **4.5.4. Kablovska kanalizacija**

##### ***Kablovski kanali***

Kablovski kanali će se koristiti za veze između pojedinih polja i ormara sekundarne opreme u relejnim kućicama i pogonskoj zgradi, kao i za veze između pojedinih polja (poprečne blokade, napajanje naizmjeničnog razvoda za grejanje pojedinih ormara/pogona i sl.).

Kablovski kanali su otvorenog tipa sa poklopnim AB pločama.

Za prolaze kablova ispod saobraćajnica su predviđeni propusti odgovarajućeg preseka. Ulaz kablova u objekte je predviđen cevima odgovarajućeg preseka. Predviđa se korišćenje i vodozaptivnih, uvodnica kablova, otpornih na požar, pri ulasku u zgradu i unutar zgrade i u relejne kućice, kao i unutar zgrade između požarnih sektora.

##### ***Kablovske cevi***

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

Koristiće se HDPE cevi za energetske kablove, korugovane ili glatke u skladu sa mestom primene.

##### ***Kablovski šahtovi***

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.

##### ***Vrste kablova***

Budući da se radi o kablovima položenim napolju, predviđaju se sekundarni NN kablovi sa mehaničkom i električnom zaštitom (tipa PP41) i strujno opteretivom oblogom (tipa PP40). Metalni plašt kabla (širm) kao i svi neiskorišćeni provodnici će biti uzemljeni sa obe strane.

##### ***Kablovske uvodnice***

Koristiće se zaptivni elementi odgovarajuće klase vatro-otpornosti na mestima prolaska snopova kablova iz jednog požarnog sektora u drugi unutar pogonske zgrade, kao i na sve ulaze kablova u zgradu i relejne kućice. Odabrani proizvod će garantovati i vodonepropusnost spoja na mestima prodora cevi. Atmosferske padavine koje uđu u kanal (npr. preko betonskog poklopca) odvodiće se u najbliže reviziono okno.

Svi kablovi se uvode u priključne ormariće spoljnog postrojenja i ostale ormariće kablovskim uvodnicama. Kablovske uvodnice su metalne i ugrađuju se u uvodničke ploče svakog pojedinog elementa u spoljnom postrojenju. Sve uvodničke ploče će biti aluminijumske, kako se prilikom bušenja ne bi oštetila antikorozivna zaštita.

#### **4.5.5. Komandno-signalni, energetski i komunikacioni kablovi**

Predvideti polaganje komandno-signalnih, mernih, optičkih i energetskih kablova od opreme u polju do relejnih kućica, odnosno odgovarajućeg kablovskog kanala u zemlji, a od relejne kućice do pogonske zgrade u pokrivenim kablovskim kanalima na kablovskim regalima. Ovi





kablovi stoga imaju adekvatnu mehaničku zaštitu, a komandno-signalni kablovi i zaštitu od spoljnih elektromagnetnih uticaja.

Kablove za međuveze mehanizama rastavljača treba voditi kroz zemlju.

Kablove od naponskih mernih transformatora potrebno je najpre voditi kroz zemlju do razvodnih ormara naponskih transformatora (RONT-ova) u polju.

U pogonskoj zgradi kablovi se polažu u kablovskim kanalima preko kablovskih nosača. Svi kablovski nosači u kablovskim kanalima biće uzemljeni.

#### **4.5.6. Označavanje opreme**

Svi elementi spoljašnjeg postrojenja (oprema, sekundarni ormani, pojedine faze) će biti označeni odgovarajućim metalnim oznakama (pločicama).

Svaki element će imati po dve oznake (oznaku faze i oznaku aparata) postavljene na strani orijentisanoj prema saobraćajnici.

Označavanje će se vršiti u skladu sa IEC 81346-1:2022 Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations.

#### **4.5.7. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija TS 110/10 kV Bor 9**

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 treba da omogući sveobuhvatan daljinski nadzor i upravljanje sa izdvojenih daljinskih kontrolnih centara.

Predviđa se 110 kV postrojenje za spoljašnju montažu, vazduhom izolovano sa dva sistema cevni sabirnica, sa tri transformatorska polja, tri dalekovodna polja i jednim spojnim poljem:

- =E01 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T01
- =E02 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E03 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T02
- =E04 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E05 – transformatorsko polje 110 kV – transformator T03
- =E06 – dalekovodno polje 110 kV – TS Bor 6
- =E07 – spojno polje 110 kV

Oprema za upravljanje i zaštitu 110kV, koja će u nastavku teksta biti preciznije opisana, je smeštena u odgovarajućim ormanima upravljanja i zaštite, koji su smešteni u odgovarajućim relejnim kućicama. U relejnim kućicama se predviđa i smeštaj ormara kontrolnih merenja.

U komandnoj prostoriji unutar pogonske zgrade objekta TS 110/10kV Bor 9 se smeštaju ormani staničnog računara, kao i ormani telekomunikacija.

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

Postrojenje 10 kV se predviđa sa jednostrukim, podužno sekcionisanim sistemom sabirnica, sekcionisanim na četiri mesta.



Sve ćelije 10 kV sadrže niskonaponski (NN) odeljak u kome se nalaze MPCU (*Microprocessor protection control unit*) jedinice koje obavljaju zaštitno - upravljačke funkcije. Dodaci spojnih ćelija 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, termoslika 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 upravljačkih i zaštitnih ormara +S1, +R1. Distribuirani uređaji pomoću optičke komunikacijske infrastrukture prenose informacije u stanični računar trafostanice komunikacijskim protokolom (standardom) IEC 61850. U centralnom staničnom računaru se konfigurira prosleđivanje informacija na lokalni HMI (računar u komandnoj



prostoriji) i potencijalno u nadređeni centar upravljanja, odnosno do TS Bor 6 po protokolu 60870-5-101.

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

Upravljanje objektom transformacije se vrši na više hijerarhijskih nivoa:

- 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 relejnim kućicama.

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.

Upravljačka jedinica polja izvršna je oprema distribuiranog procesno-informacijskog sistema upravljanja 110kV postrojenja. Ugrađuje se po jedna jedinica za svako polje (u prvoj fazi ukupno 7 jedinica) u odgovarajuće ormane upravljanja (=E0x+S1).

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

- Slep u 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 i korišćenjem standardnog protokola IEC 61850.

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 pogonsku zgradu TS 110/10 kV Bor 9 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. 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 ormana zaštite transformatora, ormana zaštite dalekovoda i ormana upravljanja, kao i uređaji za regulaciju napona su povezani na lokalne switch-eve smeštene u ormanima upravljanja, a zajedno sa centralnim switch-evima u optički prsten koji obezbeđuje n-1 redundansu. Uređaji za nadzor i upravljanje sopstvene potrošnje i opštu signalizaciju su zajedno sa centralnim switch-evima povezani u optički prsten koji obezbeđuje n-1 redundansu. Ova komunikacijska 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 110kV i 10kV, kao i uređaji za regulaciju napona i opštu signalizaciju su predviđeni za napajanje pomoćnim naponom 220 V DC i za priključenje na fazne napone  $110/\sqrt{3}$  V AC i merne struje 1 A na 110kV strani, a 5 A na 10kV strani, frekvencije 50 Hz. Veze između opreme 110kV i 10 kV sa jedne strane i uređaja zaštite i upravljanja sa druge strane se izvode ožičenjem, a veze uređaja prema centralnoj



upravljačkoj jedinici se realizuju optičkim kablom. Sve je predviđeno u skladu sa standardom IEC 61850.

### **Zaštita nadzemnih vodova 110 kV**

Zaštita 110kV dalekovoda 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.

Dalekovodi koji povezuju TS Bor 6 i TS Bor 9 mogu se smatrati kao električno „kratki“ vodovi. Zbog zahteva ostvarivanja selektivnosti sistema zaštite, sva dalekovodna polja se opremaju podužnom diferencijalnom zaštitom sa uređajima koji su definisani u Internom standardu IS-EMS 712:2021.

Pored tih, 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 predviđaju se ispitne utičnice.

Radi ostvarivanja funkcije podužne diferencijalne zaštite (87L) potrebno je predvideti u susednom postrojenju (TS Bor 6) ugradnju po jednog uređaja identičnog uređaju u TS 110/10 kV Bor 9 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 smeštaju u orman zaštite =E0x+R1(x=1,3,5) u odgovarajućoj relejnoj kućici, dok postoji i zaštita predviđena u okviru MPCU jedinice u 10kV transformatorskoj ćeliji.

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

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 natpritiska,
- Kontaktni termometar,
- Termička slika (za tu svrhu predviđen je strujni obuhvatni transformator u provodnom izolatoru 110 kV oko provodnika srednje faze)
- Kućišna zaštita transformatora (kada postoji kao nezavisan uređaj u odnosu na glavne zaštitne uređaje)





### **Zaštita spojnog polja 110 kV**

U spojnom polju 110 kV predviđa se jedan uređaj glavne zaštite koji uključuje zaštitne i druge funkcije definisane u IS EMS 739:2021 – Zaštita sabirnica i spojnih polja visokonaponskih postrojenja, kao i dodatnu funkciju distantne zaštite.

Zaštitna jedinica se smešta u orman zaštite spojnog polja. U ormanu 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).

### **Zaštita sabirnica 110 kV**

Za oba sistema sabirnica 110 kV obezbediće se instaliranje brze diferencijalne zaštite sabirnica. Zaštita sabirnica je distribuiranog tipa. Zaštitne i druge funkcije koje uređaji treba da sadrži definisane su u IS EMS 739:2021 – Zaštita sabirnica i spojnih polja visokonaponskih postrojenja.

Centralna zaštitna jedinica sabirnica se smešta u orman zaštite spojnog polja =E07+R1 koji se nalazi u relejnoj kućici RKE2. U ormanima zaštite dalekovodnih polja (=E0x+R1, x=2,4,6), kao i u ormanu zaštite spojnog polja (=E07+R1) smešta se po jedna periferna jedinica zaštite sabirnica, dok su zaštitne funkcije perifernih jedinica zaštite sabirnica su realizovane u okviru rezervne zaštite u transformatorskim poljima (=E0x+R1, x=1,3,5). Sve ukupno 7 perifernih jedinica koje su predmet ovog projekta. U ormanima se predviđaju posebne ispitne utičnice za zaštitu sabirnica za testiranje zaštita u pogonu. Periferne jedinice polja, kao i centralna jedinica su optičkom vezom povezane na poseban switch preko koga se odvija komunikacija centralne sa perifernim jedinicama, odnosno realizuje sabirnička zaštita. Centralna jedinica sabirničke zaštite mora da podržava minimalno 10 polja.

### **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 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 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 realizivana električnim i mehaničkim blokiranjem elemenata rasklopnih aparata blokadama preko staničnog računara i žičano.

### **Zaštita sekcionih ćelija 10 kV**

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

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 set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova.

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

### **Zaštita ćelija kućnih transformatora 10/0,4 kV**

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

MPCU uređaj ima 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:

- Zaštita transformatora od preopterećenja kontaktnim termometrom

### **Zaštita kompenzacije reaktivne snage**

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

### **Automatska regulacija napona**

Regulacija napona na sabirnicama 10 kV u TS 110/10 kV Bor 9 vrši se promenom prenosnog odnosa energetskog transformatora preko teretne regulacione sklopke. Upravljanje regulacionom sklopkom je omogućeno ručno od strane operatora ili preko mikroprocesorskog regulatora napona (ARN), ručno ili automatski.

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

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

Uređaj za automatsku regulaciju napona energetskog transformatora se smešta u orman upravljanja transformatorskim poljima =E0x+S1(x=1,3,5) u odgovarajućoj relejnoj kućici.

### **Pogonska i kontrolna merenja**

Svako polje 110kV i svaka ćelija 10 kV su opremljene odgovarajućim BCU-om (110 kV) odnosno MPCU-om (10 kV), koji pored ostalog imaju i funkciju pogonskih merenja: merenje faznih i međufaznih napona i faznih struja. Prikaz odgovarajućih merenih veličina se vrši preko sopstvenih LCD-ova. Na BCU u sklopu ormana 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 =K20, =K33 i =K46.

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 i brzine vetra
- Parametara za sinhronizaciju (U,  $\varphi$ , f)
- Napone i struje sopstvene potrošnje (jednosmerne, naizmenečne, besprekidne...)

Osim ovih merenja, biće omogućeno i 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 naizmenečnog napona 0,4 kV 50 Hz i napona jednosmernog napajanja 220 V DC.

### ***Kontrolno merenje električne energije u objektu TS Bor 9***

Kontrolna merenja električne energije se vrše na 110 kV strani energetskog transformatora. Merenja se realizuju pomoću mikroprocesorskog brojila za merenje aktivne i reaktivne energije u oba smera, sa impulsnim izlazima.

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

Sva brojila imaju mogućnost daljinskog očitavanja. Orman kontrolnog merenja električne energije =QM+QM1 se nalazi u relejnoj kućici RKE1.

Napajanje ormana kontrolnog merenja pomoćnim naponima vrši se sa posebnog izvoda sa podrazvoda naizmenečnog napona i sa posebnog izvoda sa podrazvoda jednosmernog napona u relejnoj kućici.

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 prenose na stanični računar (HMI).

### ***GPS uređaj za merenje jedinstvenog tačnog vremena***

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



## **Opšta signalizacija**

U ormanima razvoda naizmjeničnog i jednosmernog napona sopstvene potrošnje predviđaju se 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 9, pa su na taj način i alarmi i statusi iz centrale za dojavu požara dostupni na SCADA sistemu.

### **4.5.8. 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 220 V DC,
- inverter,
- sigurnosni naizmjenični razvod (invertorski razvod) 230 V, 50 Hz,
- podrazvodi naizmjeničnog i jednosmernog napajanja.

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 naizmjeničnog napona, tj. nestanka napona iz mreže, ulogu izvora preuzimaju aku-baterije.

Orman dovoda naizmjeničnog napona =NA+NA1, orman razvoda opšte potrošnje =NA+NA2, orman dovoda dizel agregata =NA+NA3, orman razvoda nužne potrošnje =NA+NA4, orman



invertora =NY+NY1, kao i ormani ispravljača =NK+NK1, =NK+NK4, te ormani jednosmernog razvoda =NK+NK2 i =NK+NK3 su smešteni u razvodne ormene od nezapaljivog materijala. Vrata su sa prednje strane. Stepenn 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 naizmeničnog napona 400/230 V, 50 Hz**

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 9 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 direktno ili preko ormara podrazvoda 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.

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.

### **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          |
| - stepenn izolacije   | LI 75 AC 28 / AC 3 |
| - napon kratkog spoja | 4%                 |
| - sprega              | Dyn5               |
| - hlađenje            | AN                 |



- regulacija napona na VN strani  $\pm 2 \times 2,5\%$
- kontakti termometar alarm i isključenje

Transformator sopstvene potrošnje će se smestiti u zasebnu prostoriju unutar pogonske zgrade 10 kV TS 110/10 kV Bor 9. 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 narednim fazama projektne dokumentacije.

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.

#### Podrazvod naizmeničnog napona

Koncept napajanja naizmeničnim naponom 400/230 V, 50 Hz se do određenih potrošača vrši direktno iz glavnog razvoda, kao i sistemom podrazvoda. Napajanje podrazvoda relejnih kućica (RK) će se izvršiti prstenastom strukturom iz glavnog razvoda, pri čemu je prsten otvoren u jednoj tački sistema (u određenoj RK).

U relejnim kućicama predviđa se ugradnja podrazvoda naizmeničnog napona sastavljenog od limenih nazidnih tipskih NN ormara, za napajanje opreme sopstvenih potreba.

Predviđaju se ormani sistema napajanja sopstvenih potreba naizmeničnom strujom:

- Ormani podrazvoda opšte potrošnje 0.4 kV (=NA+ZORKE1 i =NA+ZORKE2);
- Ormani podrazvoda nužne potrošnje 0.4 kV (=NA+ZNRKE1 i =NA+ZNRKE2).

#### **Sigurnosno invertorsko napajanje**

Kao izvor besprekidnog napajanja naizmeničnom strujom 230 V, 50 Hz predviđa se inverter. Nominalni ulazni napon invertora je 220 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,
- ormani sa telekomunikacionom opremom,
- oprema za kontrolu pristupa,
- protivpožarna centrala.

Predviđa se modularni inverter sa pretvaračkim modulima 220 V DC / 230 V, 50 Hz koji će raditi u paraleli. Napajanje invertora je sa sabirnica JSS nominalnog napona 220 V, s tim da postoji mogućnost rezervnog napajanja potrošača sa razvoda naizmeničnog 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 naizmeničnog 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+NY1.

### **Razvod jednosmernog napona 220 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 sredjenaponskih 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 220 V DC sastoji se od sledećih delova:

- ormani ispravljača i dovoda sa baterije (=NK+NK1, =NK+NK4),
- ormani DC razvoda i upravljačke jedinice (=NK+NK2, =NK+NK3),
- AKU baterije (=NK+G11, =NK+G12).





### Podrazvod jednosmernog napona

Koncept napajanja jednosmernim naponom 220 V DC se do određenih potrošača vrši direktno iz glavnog razvoda, kao i sistemom podrazvoda. Napajanje podrazvoda relejnih kućica vrši se radijalno, provodnici se izvode sa glavnog razvoda i dovode do podrazvoda sa potrošačima jednosmerne struje.

U relejnim kućicama predviđa se ugradnja podrazvoda jednosmernog napona sastavljenog od limenih nazidnih tipskih NN ormara, za napajanje opreme sopstvenih potreba.

Predviđaju se ormani sistema napajanja sopstvenih potreba jednosmernom strujom:

- Ormani podrazvoda jednosmerne potrošnje 220 V DC (=NK+ZJRKE1 i =NK+ZJRKE2).

### Akumulatorske baterije

Predviđa se ugradnja nezavisnog sistema jednosmernog napajanja 220 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 nužne opreme tehnološkog procesa I prioriteta 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 200 Ah (na 10h) u skladu sa TU-TS-06 „Tehničko uputstvo za održavanje stacionarnih olovnih baterija akumulatorskih baterija“. AKU baterija se sastoji od 106 modula (broj članaka u modulu je 1). Nazivni napon jednog modula je 2 V. Detaljan proračun biće prikazan u narednim fazama projektne dokumentacije.

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 karakteristici režima punjenja AKU baterija. Nominalni ulazni napon pojedinačnog modula je 230 V AC, 50 Hz.

#### **4.5.9. Uzemljenje**

Sistem uzemljenja TS 110/10 kV Bor 9 sastojće se od uzemljivačke mreže, temeljnog uzemljivača objekta pogonske zgrade i sistema zemljovoda.

Uzemljivački sistem projektovaće se u skladu sa:

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

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

- 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,
- prstenasti uzemljivač izveden bakarnim užetom, za izjednačavanje potencijala pogonske zgrade, položen na dubini 0,5 m na udaljenosti 1 m od ivice objekta.

Ograda postrojenja oko objekta biće uzemljena 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 priključnog postrojenja.

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

- sistem zaštitnog uzemljenja,
- sistem radnog uzemljenja,
- 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 (izlazni portali, merni transformatori, prekidača i rastavljača, nosači sabirnica), plaštev i ekrani kablova, ormarići prekidača, rastavljača i mernih transformatora, svi metalni delovi objekta (vrata, prozori, gelenderi), kablovski regali, ormani u pogonskoj zgradi, metalni poklopci kablovskih kanala, čelični nosači duplog poda.

Radno uzemljenje objekta TS 110/10 kV Bor 9 predstavlja uzemljenje neutralne tačke energetskog tranformatora, odvodnika prenapona i naponskih mernih transformatora.

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 uzemljena oprema mora biti unutar obodne





konture uzemljivačke mreže. Na glavnu mrežu se spajaju uzemljenja postrojenja, zgrada i ostali neophodni elementi.

Čeličnu armaturu pogonskih objekata i zgrada, čiji je temelj jedinstven, potrebno je zavariti i priključiti na temeljni uzemljivač zgrade koji je povezan sa sistemom uzemljenja postrojenja. Postolja aparata i portala su od standardnih čeličnih profila povezuju se na glavni uzemljivač postrojenja na dva različita mesta.

Na glavni uzemljivač se spajaju svi metalni elementi unutar ograde oba objekta, koji u normalnom pogonu ne pripadaju strujnom krugu.

Stubovi portala će se povezati tako da se svaki stub spoji s mrežnim uzemljivačem postrojenja.

### **Glavni mrežni uzemljivač**

Kao najpogodniji oblik glavnog uzemljivača odabran je mrežasti uzemljivač. Glavna mreža uzemljenja izvešće se provodnicima od bakarnog užeta. Vertikalne uzemljivačke sonde nisu predviđene. 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 na mestima gde se predviđaju provodnici uzemljivača. Prosečna veličina okceta mreže uzemljivača je 14x12 m. Dispozicija mreže uzemljivača izvedena je na način da se prilagodi dispoziciji opreme u postrojenju i da se obezbedi adekvatno, što kraćim zemljovodima, povezivanje opreme sa uzemljivačem.

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

### **Uzemljenje ograde**

Uzemljenje ograde postrojenja biće izvedeno posebnim uzemljivačem u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde, koji je izveden od bakarnog užeta. 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 dva bakarna užeta. Ukoliko nije obezbeđena dobra galvanska veza mora se uzemljiti svaki stub ograde. Bakarno užet se omčom povezuje sa ogradom preko L profila zavarenih na stubove i bronzane strujne stezaljke sa jednim zavrtnjem za dva užeta. 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 povezuje se sa uzemljivačem ograde zemljovodom od dva bakarna užeta. Pokretni deo kapije objekta TS 110/10 kV Bor 9 povezuje se sa stubovima premostima od bakarne pletenice. Šine klizne kolske kapije spajaju se na uzemljivač ograde postrojenja sa dva zemljovoda od dva bakarna užeta.

### **Uzemljenje opreme za spoljašnju montažu**

Na glavni uzemljivač postrojenja je potrebno spojiti sve metalne konstrukcije VN aparata i opreme koji u normalnom pogonu ne mogu doći pod napon, a prilikom greške ili kvara mogu doći pod napon.



- Zaštitno uzemljenje čeličnih nosača opreme

Sva metalna postolja u spoljašnjem postrojenju objekta TS 110/10 kV Bor 9 (čelični nosači 110 kV opreme u polju, stubovi spoljašnjeg osvetljenja...) spajaju se na glavni uzemljivač formiranjem omče na nosaču i preko dva provodnika, bez prekidanja, spaja na mrežu uzemljenja sa dva bakarna užeta. Priklučenje zemljovoda u vidu omče na metalne konstrukcije opreme izvodi se bronzanim vijčanim stezaljkama sa dva zavrtnja preko nosača (priključne pločice u vidu L profila zavarene za metalnu konstrukciju).

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

- Uzemljenje ormarića prekidača i rastavljača i noseće metalne konstrukcije

Uzemljenje ormarića prekidača i rastavljača u dalekovodnim, transformatorskom i spojnom polju uzemljuju se preko jednostrukog bakarnog zemljovoda preko strujne stezaljke na mestu fabrički predviđenom za uzemljenje prekidača (terminal za uzemljenje). Koristiće se zajednički zemljovod za uzemljenje metalne noseće konstrukcije prekidača i rastavljača i njihovih ormarića.

- Uzemljenje mernih transformatora

Merni transformatori se uzemljavaju preko dvostrukog zemljovoda od bakarnog užeta, preko strujne stezaljke na pločici, fabrički predviđenoj za svrhu uzemljenja.

- Uzemljenje stubova portala

Stubovi portala se spajaju sa dva bakarna užeta na glavni uzemljivač na dva mesta. Čelična konstrukcija portala može imati ulogu spusnog provodnika, ako su na vrhu postavljeni šiljci koji imaju ulogu štapnih hvataljki.

- Uzemljenje nosača u kablovskim kanalima

Čelični nosači kablova u kablovskim kanalima u postrojenju uzemljuju se povezivanjem na uzemljivač preko bakarnog užeta postavljene na nosače užeta za uzemljenje. Na više pristupačnih mesta uže se preko zemljovoda od bakra spaja na mrežu uzemljenja. Spoj dva užeta se izvodi ukrsnim komadom uže-uže, a na mestu provlačenja užeta kroz zid kanala predviđa se bitumenska zaptivka, radi zaštite od prodora vlage.

- Uzemljenje dizel-električnog agregata

Uzemljenje dizel električnog agregata se vrši preko dvostrukog zemljovoda od bakarnog užeta koje se najkraćim putem povezuje sa mrežastim uzemljivačem.

- 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 energetska 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 spojnica, 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 zaštitice se od prodora vlage zalivanjem bitumenom u provizorno napravljenim kalupima.

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

Spojevi bakarnog užeta na pogonske ormariće opreme izvode se pomoću kalaisanih kompresionih kablovskih papučica za jedno bakarno uže, pomoću zavrtnjeva M12.

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

- *Uzemljenje energetske opreme u zgradi*

Srednjenaponske ćelije za napajanje sopstvene potrošnje objekta, uzemljuju se povezivanjem sabirnice za uzemljenje u ormanu sa sabirnim zemljovodom postavljenim u kanal ispod SN ćelija, pomoću fleksibilnih izolovanih žuto zelenih bakarnih kablova P/F-Y.

Kućni transformatori se uzemljuju preko dva zemljovoda od fleksibilnih izolovanih žuto zelenih bakarnih kablova P/F-Y preko posebno predviđenih priključaka (zavrtnanj za uzemljenje) na kućištu transformatora. Preko dva zemljovoda, kućni transformatori se povezuju sa sabirnim uzemljenjem u kablovskom kanalu u prostoriji kućnih transformatora. Neutralna tačka 0,4 kV kućnog transformatora uzemljuje se povezivanjem preko čvrste Cu veze u NA ormaru, bakarnim kablom. 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 i prstenasti uzemljivač za oblikovanje potencijala i uzemljivač unutar zgrade. Prstenasti uzemljivač izvodi se od bakarnog užeta 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 gromobranske instalacije zgrade.

- Temeljni uzemljivač zgrade

Temeljni uzemljivač se izvodi za pogonsku zgradu, kao i za relejne kućice.

Duž temelja zgrade polaže se namenski izveden temeljni uzemljivač od trake FeZn 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 koji je u direktnom kontaktu sa tlom.

Međusobno spajanje i nastavljanje trake izvodi se ukrsnim komadom traka-traka SRPS EN 62561-1 (zamenjeni standard je bio SPRS N.B4.935). Uzemljanom 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 za uzemljenje metalnih gelendera ulaznih stepeništa. Predvideti izvode sa temeljnog uzemljivača za uzemljenje vertikalnih oluka koji nisu u blizini spušnih provodnika.

Za ovaj objekat se 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:

- Priklučci za vezu temeljnog uzemljivača sa sabirnicom za uzemljenje unutar zgrade izvedeni su od bakarnog užeta na visini 30 cm od poda preko ukrasnih komada traka-uže SRPR EN 62561-1 sa umetnutom olovnom pločicom koja se zaliva bitumenom na svim spojnim mestima. Za prolaz užeta kroz temelj obezbediti bitumensku zaptivku.
- Priklučke 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 SRPR EN 62561-1 sa umetnutom olovnom pločicom 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 zavarene za armaturu koje se preko sabirnih zemljovoda spajaju sa izvodima sa temeljnog uzemljivača i sa izvodima sa uzemljivača unutar zgrade.

Svi priklučke (zemljovode) temeljnog uzemljivača koji prolaze kroz zid, a ne nalaze se u sloju betona, kao i sva mesta zavarivanja potrebno je zaštititi od korozije 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 zgrade

Unutrašnji uzemljivač zgrade izveden je od bakarnog užeta koje se polaže duž kablovskih kanala i ispod duplog poda za uzemljenje ormara, bez prekidanja i formira sabirnicu za izjednačenje potencijala.

Sabirnica za izjednačenje potencijala postavlja se na nosače užeta za zid od betona i fiksira na visini 30 cm od dna kablovskog kanala, duplog poda ili na visini 30 cm od poda u prostorijama kućnih transformatora.

Sabirnica za izjednačenje potencijala izvodi se oko ramova (okvira) vrata na rastojanju 0,5m od bočnih ivica vrata i ispod praga (gazišta) vrata, sakrivena, tako da se obezbedi neprekidnost sabirnice za izjednačenje potencijala.

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.

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

U delu prostorije sopstvene potrošnje predviđa se polaganje sabirnice za izjednačenje potencijala od bakarnog užeta, ispod duplog poda za uzemljenje čeličnih nosača ormara.

U komandnoj prostoriji, predviđa se sabirni zemljovod od bakarnog užeta koji se polaže ispod duplog poda, za potrebe uzemljenja ormara, ekrana i širmova kablova.

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.

**4.5.10. Gromobranska zaštita**

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

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

Gromobranska zaštita se deli na:

- gromobransku zaštitu opreme za spoljašnju montažu u postrojenju,
- gromobransku zaštitu 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.

Gromobrnska zaštita zgrade objekta se sastoji od spoljašnje i unutrašnje gromobrnske instalacije.

Spoljašnja gromobrnska instalacija zgrade ima zadatak da prihvati i odvede u zemlju energiju atmosferskog porekla i sastoji se od:

- prihvatnog sistema (štapne hvataljke i mreža provodnika),
- sistema spušnih provodnika,
- sistema uzemljenja.

Prihvatni sistem pogonske zgrade će preko zemljovoda biti direktno priključen na prstenasti uzemljivač zgrade.

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

- Gromobrnska instalacija spoljašnjeg dela postrojenja

Gromobrnska zaštita opreme postrojenja na otvorenom prostoru biće ostvarena gromobrnskim šiljcima koji će biti montirani na portalne stubove koji služe za prihvatanje dalekovoda kao i pomoću posebnih gromobrnskih stubova.

Gromobrnski šiljci visine 3,5m montiraju se na portale visine 13m od nivoa zemlje tako da najviša tačka gromobrnskog šiljka bude na visini 16,5m od nivoa zemlje. Gromobrnski stub je visine 25m od nivoa zemlje. Zona zaštite je na visini od 7,3m od nivoa zemlje, a za spojno polje na visini od 11m od nivoa zemlje.

Šiljci i stubovi su putem čelične konstrukcije spojeni na uzemljivačku mrežu spojem mrežnog uzemljivača na dnu stuba.

- Gromobrnska zaštita pogonske zgrade

Gromobrnska zaštita pogonske zgrade odeređena je prema usvojenoj klasi nivoa zaštite I, koja se usvaja bez proračuna za objekte elektroenergetskih postrojenja. Gromobrnska zaštita zgrade je realizovana pomoću prihvatnog sistema u vidu pocinkovane čelične trake FeZn 25 x 3 mm koja formira Faradejev kavez. Trake se postavljaju po nosačima po krovu sa međusobnim prosečnim rastojanjem između nosača od 1,5m. Sa ruba krova su napravljeni odvodi prema zemlji koji su spojeni na uzemljivačku mrežu. Na visini 1.75m od tla izvode se ispitna mesta gde se spaja spušni provodnik gromobrnske instalacije od FeZn trake 25 x 3 mm i bakarno uže preseka Cu 95 mm<sup>2</sup> kao zemljovod (zemni uvodnik) za spoj na prstenasti uzemljivač zgrade.

Na mestu spoja svakog spušnog provodnika sa uzemljenjem mora se postaviti ispitni spoj. Ispitni spoj realizovan je rastavnom spojnicom koja se smešta u kutiju za merni spoj koja se ugrađuje u fasadu objekta. Kutija za merni spoj je u normalnoj upotrebi zatvorena.

Uloga ispitnog spoja je merenje otpornosti uzemljenja i provera kontinuiteta spojeva između prihvatnog sistema gromobrnske instalacije i gromobrnskog uzemljenja. Ispitni spoj postavlja se u zid objekta na visini 1.75m od tla.





Svaki metalni deo zgrade (vrata, prozori i sl.) zavaruje se na armaturu. Na instalaciju se povezuju metalne mase na objektu (metalna bravarija i sl.). Olučne vertikale i slivnici koji nisu u neposrednoj blizini spušnih provodnika, povezuju se sa temeljnim uzemljivačem preko izolovanog bakarnog kabla P/F-Y 25mm<sup>2</sup>.

- Gromobranska zaštita relejnih kućica

Gromobranska zaštita relejnih kućica je određena prema usvojenoj klasi nivoa zaštite I, koja se usvaja bez proračuna za objekte elektroenergetskih postrojenja. Gromobranska zaštita relejnih kućica je realizovana pomoću gromobranskih stubova i/ili gromobranskih šiljaka montiranih na vrhovima portalnih stubova koji se nalaze u neposrednoj blizini relejnih kućica. Posebna gromobranska zaštita relejnih kućica nije neophodna.

**4.5.11. Električne instalacije osvetljenja i grejanja**

**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 110 kV, 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,
- nužno osvetljenje,
- osnovna grupa osvetljenja za obezbeđenje,
- pomoćno osvetljenje.

Za adekvatno (radno) osvetljenje spoljašnjeg dela postrojenja u uobičajenom režimu rada koristiti će se osnovno osvetljenje, nužno osvetljenje i osnovna grupa osvetljenja za obezbeđenje. U slučaju ispada opšteg napajanja, postrojenje će se osvetljivati grupom nužnog osvetljenja i osnovnom grupom osvetljenja za obezbeđenje. Centralni orman spoljašnjeg osvetljenja +ROSS, koji će biti smešten u pogonskoj zgradi, napajaće se sa ormara opšte potrošnje i sa ormara nužne potrošnje koji se u slučaju ispada opšteg napajanja napaja sa dizel agregata.

Detaljna razrada instalacija spoljnog osvetljenja i fotometrijski proračuni biće razrađeni u kasnijoj fazi izrade tehničke dokumentacije.

**Električne instalacije pogonske zgrade**

Za priključak potrošača unutrašnjeg osvetljenja, grejanja, hlađenja i utičnica predviđeni su odvodi direktno do navedenih potrošača. Odvodi su opremljeni odgovarajućim zaštitnim prekidačima.

Električne instalacije pogonske zgrade koje su predmet ovog projekta sastoje se od:

- opšte osvetljenje (230 V, 50 Hz, AC)
- nužno osvetljenje (220 V, DC)
- protivpanično osvetljenje (230 V, 50 Hz, AC)
- AC utičnica



- KVG instalacija (klima, ventilacije i grijanje)

Kompletna električna instalacija pogonske zgrade izvešće se ispod maltera, dok su instalacije u relearnim kućicama izvedene nazidno u kablovskim kanalicama, širina kanala zavisi od broja kablova i mesta polaganja. Razvod instalacija se izvodi iz glavnog razvodnog ormara (GRO) koji se napaja iz ormara =NA+NA3, osim nužnog osvetljenja koje se izvodi direktno iz ormara DC razvoda.

### **Glavni razvodni ormar (GRO)**

Niskonaponski, tipizirani, limeni podrazvodni uzidni ormar GRO smešta se u hodniku pogonske zgrade i služi za napajanje AC potrošača.

Ukupne dimenzije ormara su: dužina 800 mm, dubina 200 mm i visina 800 mm.

Napajanje podrazvoda GRO u zgradi 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama je predviđeno iz glavnog razvodnog NN ormara =NA+NA3 smeštenog u prostoriji sopstvene potrošnje, kablom PP00-Y 5x25 mm<sup>2</sup>.

### **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. Napajanje opšteg osvetljenja svih prostorija unutar zgrade će se osigurati iz pripadajućeg razvoda naizmeničnog napona.

### **Sigurnosno osvetljenje**

#### **Nužno osvetljenje**

Strujni krug nužnog osvetljenja će se napajati iz razvoda jednosmernog napona 220 V DC. Kontaktori za nužno osvetljenje se automatski uključuju kada nestane napona 400/230 V.

U razvodu 220 V DC biće postavljena preklopka za ispitivanje nužnog osvetljenja. Tom preklopkom (položaj "automatski", neutralno 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**

Protivpanično osvetljenje biće izvedena 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 pale i osvetljavaju izlazna vrata za evakuaciju.

### **Utičnice i mali potrošači**

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

### **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 radiatora, kalorifera i klima uređaja sa mogućnošću hlađenja/grejanja prostora.

Inverter klima uređaji se napajaju sa spoljne jedinice.

Grejanje pojedinih prostorija zgrade će biti električno, koristeći panelne električne grejače i kalorifer. Električni grejači i kalorifer će se uključivati automatski uz pomoć termostata koji će biti instaliran u grejanoj prostoriji, na podešenu temperaturu termostata.

Odgovorni projektant:

A handwritten signature in blue ink that reads "Ana Petrović".

Dr Ana Petrović

Br.licence: 351R11418



## **4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**

### **4.6.1. PROCENA INVESTICIONE VREDNOSTI RADOVA I MATERIJALA**

Ukupna investiciona vrednost elektroenergetskih instalacija TS 110/10 kV Bor 9 je 780.640.000,00 RSD bez PDV-a.

Odgovorni projektant:

A handwritten signature in blue ink that reads "Ana Petrović".

Dr Ana Petrović

Br.licence: 351R11418

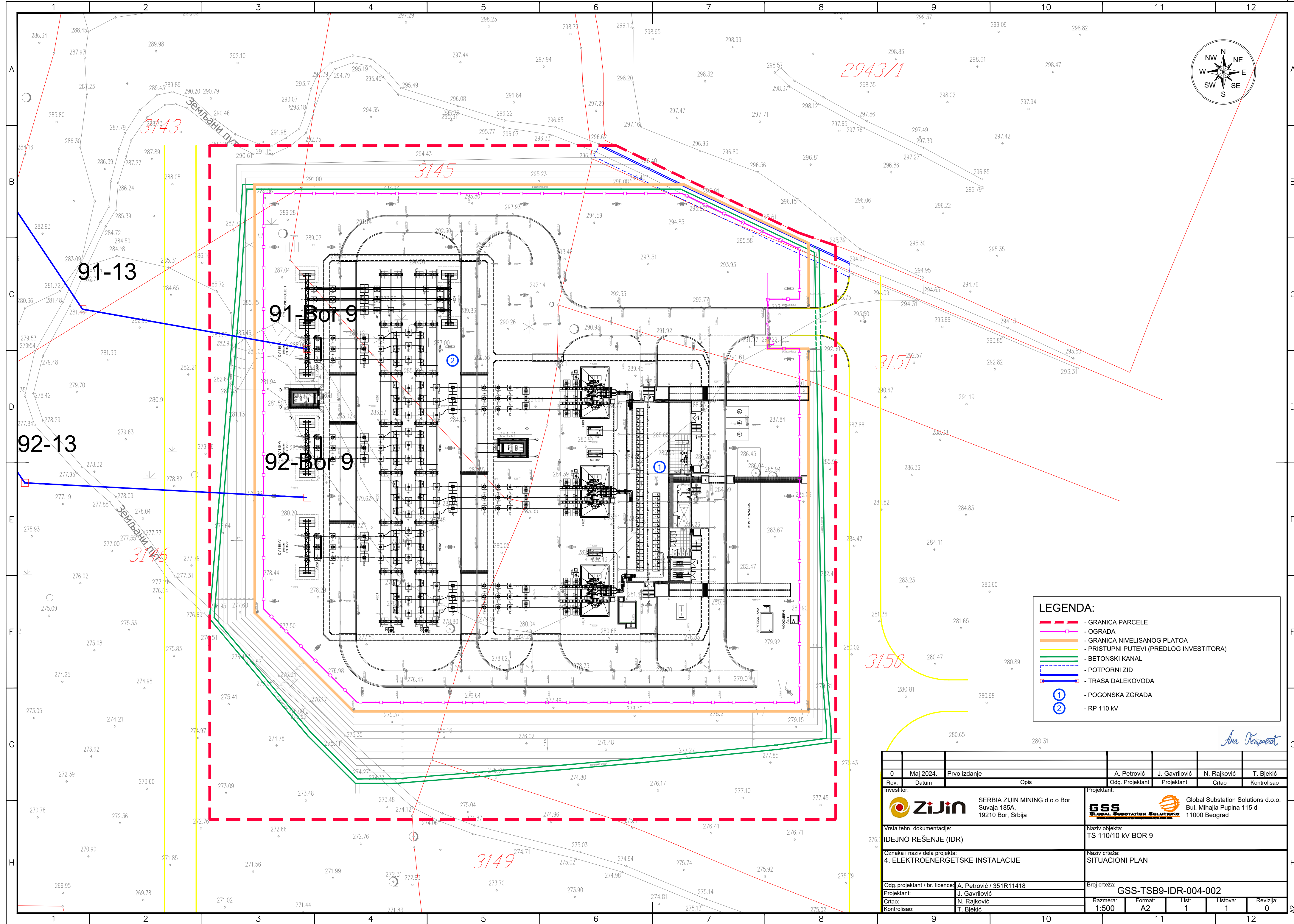
## 4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

### 4.7.1. SPISAK CRTEŽA

| R.B. | NAZIV CRTEŽA                       | BROJ CRTEŽA          | REVIZIJA |
|------|------------------------------------|----------------------|----------|
| 1.   | JEDNOPOLNA ŠEMA TS 110/10 kV BOR 9 | GSS-TSB9-IDR-004-001 | 0        |
| 2.   | SITUACIONI PLAN                    | GSS-TSB9-IDR-004-002 | 0        |
| 3.   | DISPOZICIJA                        | GSS-TSB9-IDR-004-003 | 0        |
| 4.   | DISPOZICIJA POGONSKE ZGRADE        | GSS-TSB9-IDR-004-004 | 0        |
| 5.   | TIPIČNI PRESECI KROZ POLJA         | GSS-TSB9-IDR-004-005 | 0        |
| 6.   | PRESEK KROZ SABIRNICE GS1          | GSS-TSB9-IDR-004-006 | 0        |







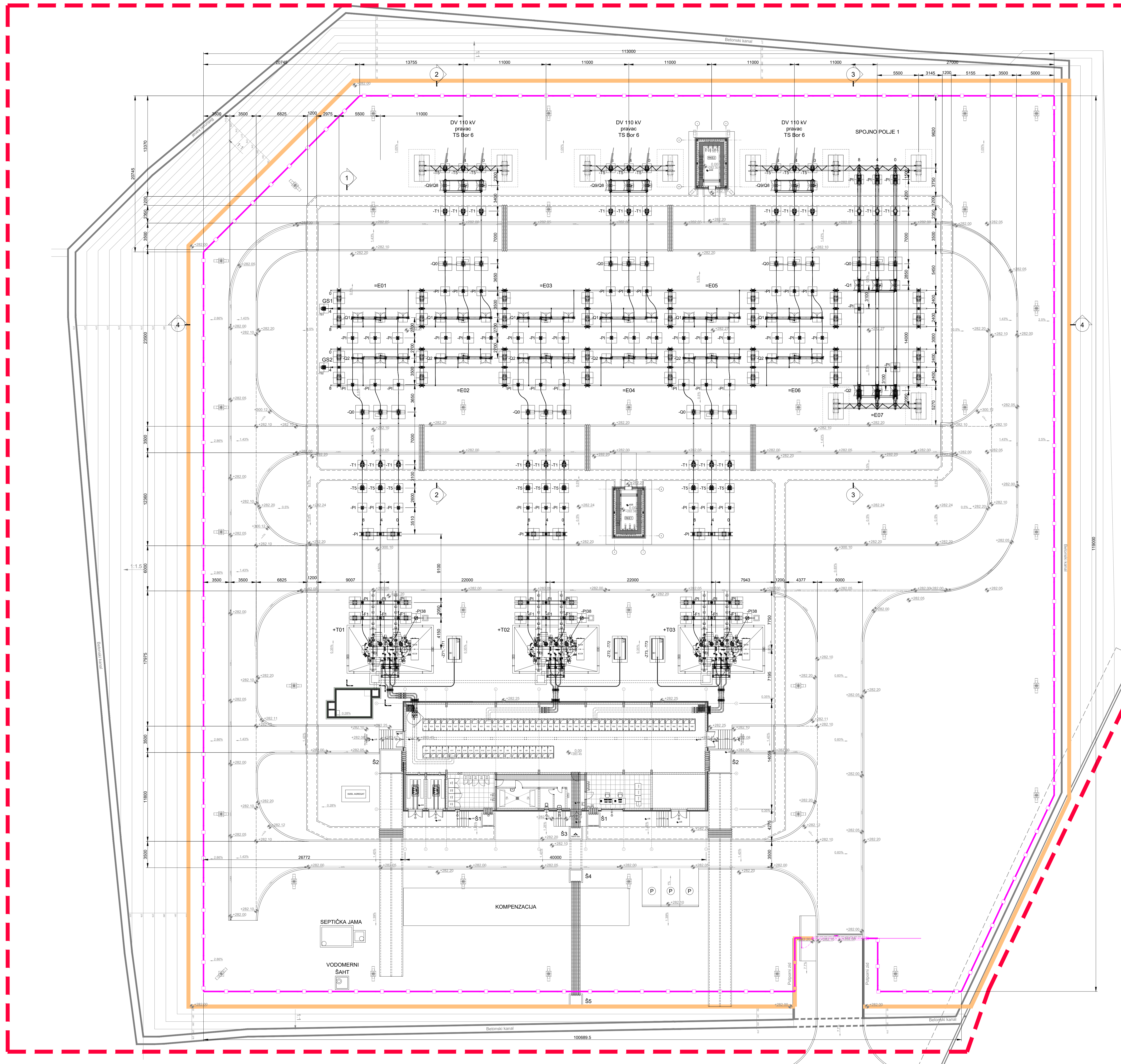
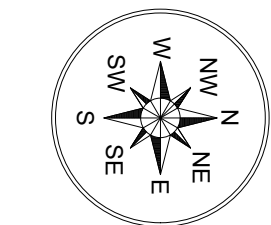
**LEGENDA:**

- - GRANICA PARCELE
- - OGRADA
- - GRANICA NIVELISANOG PLATOA
- - PRISTUPNI PUTEVI (PREDLOG INVESTITORA)
- - BETONSKI KANAL
- - POTPORNI ZID
- - TRASA DALEKOVODA
- ① - POGONSKA ZGRADA
- ② - RP 110 kV

*Ana Perisović*

|   |           |              |   |               |             |             |
|---|-----------|--------------|---|---------------|-------------|-------------|
| 0   | Maj 2024. | Prvo izdanje | A. Petrović   | J. Gavrilović | N. Rajković | T. Bječić   |
| Rev.  | Datum     | Opis         | Odg. Projektant   | Projektant    | Crtao       | Kontrolisao |
| Investitor:   |           |              | Projektant:   |               |             |             |
| <b>SERBIA ZIJIN MINING d.o.o</b> Bor<br>Suvaja 185A,<br>19210 Bor, Srbija |           |              | <b>Global Substation Solutions d.o.o.</b><br>Bul. Mihajla Pupina 115 d<br>11000 Beograd |               |             |             |
| Vrsta tehn. dokumentacije:  |           |              | Naziv objekta:  |               |             |             |
| IDEJNO REŠENJE (IDR)  |           |              | TS 110/10 kV BOR 9  |               |             |             |
| Oznaka i naziv dela projekta:   |           |              | Naziv crteža:   |               |             |             |
| 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE  |           |              | SITUACIONI PLAN   |               |             |             |
| Odg. projektant / br. licence:  |           |              | Broj crteža:  |               |             |             |
| A. Petrović / 351R11418   |           |              | GSS-TSB9-IDR-004-002  |               |             |             |
| Projektant:   |           |              | Razmera:  |               |             |             |
| J. Gavrilović   |           |              | 1:500   |               |             |             |
| Crtao:  |           |              | Format:   |               |             |             |
| N. Rajković   |           |              | A2  |               |             |             |
| Kontrolisao:  |           |              | List:   |               |             |             |
| T. Bječić   |           |              | 1   |               |             |             |
|   |           |              | Listova:  |               |             |             |
|   |           |              | 1   |               |             |             |
|   |           |              | Revizija:   |               |             |             |
|   |           |              | 0   |               |             |             |



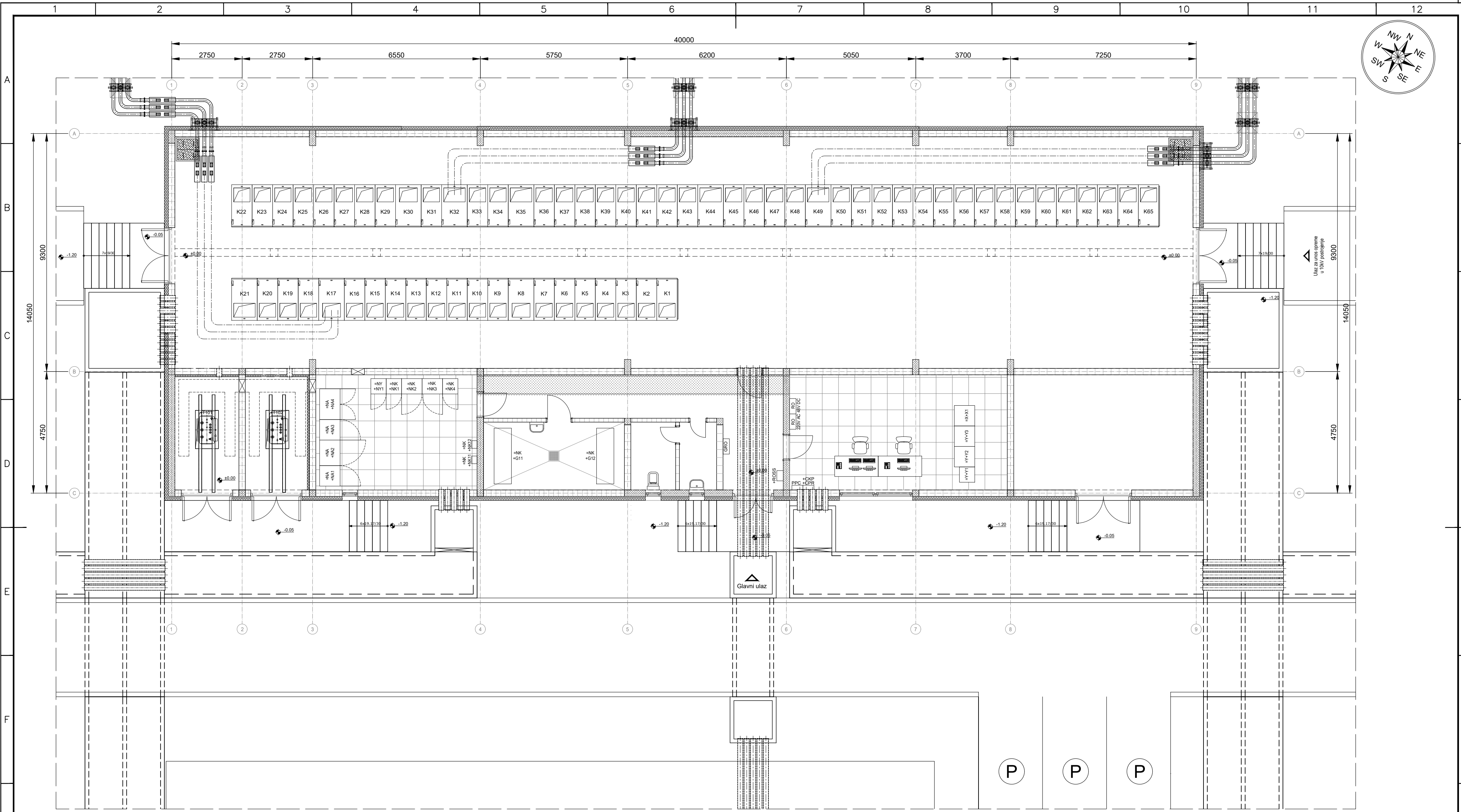
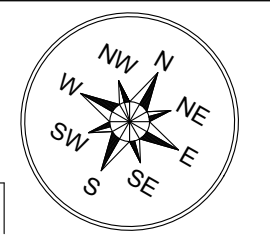


- LEGENDA:**
- +T01, +T02, +T03 ENERGETSKI TRANSFORMATOR 110/10 kV
  - Q1, -Q2 PREGIŠĆAK
  - Q1, -Q2 SABIRNIČKI RASTAVLJAČ
  - Q9/Q8 GLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM
  - T1 STROJNI TRANSFORMATOR
  - T5 NAPONSKI TRANSFORMATOR
  - T51, -T52 NAPONSKI TRANSFORMATOR U SABIRNICAMA
  - #1 DOVOĐNIK PREENAPONA
  - #1 POTPORNJI IZOLATOR
  - #38 POTPORNJI IZOLATOR U ZVEZDIŠTU TRANSFORMATORA
  - G51, -G82 SISTEM SABIRNICA
  - Z71, -Z72, -Z73 METALNI SKLOP ZA UZEMLJENJE NEUTRALNE TAČKE 10 kV
  - T71, -T72, -T73 SVILNI TRANSFORMATOR ZA FORMISANJE VEŠTAČKOG ZVEZDIŠTA 10 kV (LUNULAR METALNOG SKLOPA)
- GRANICA PARCELE
  - OGRAĐA
  - GRANICA NIVELISANOG PLATOA

**RELEJNE KUĆICE U RP 110kV:**  
 RKE1 - ZA POLJA E01, E03, E05  
 RKE2 - ZA POLJA E02, E04, E06, E07

|                              |          |              |   |               |             |          |
|------------------------------|----------|--------------|---|---------------|-------------|----------|
| 0                            | Maj 2024 | Prvo izdanje | A. Petrović   | J. Gavrilović | N. Rajković | T. Bajić |
| Rev.                         | Datum    |              | Opis  | Opis          | Opis        | Opis     |
| Projekat:                    |          |              | <b>ZiJin</b> SERBIA ZIJIN MINING d.o.o Bor<br>Borovik 165A,<br>19210 Bor, Srbija              |               |             |          |
| Izdavač:                     |          |              | <b>BBB</b> Global Substation Solutions d.o.o.<br>Buz. Miroslav Pijunja 115 d<br>11000 Beograd |               |             |          |
| Naziv dokumenta:             |          |              | TS 110/10 kV BOR 9  |               |             |          |
| Ideačno rešenje (IDR):       |          |              | DISPOZICIJA   |               |             |          |
| Naziv objekta:               |          |              | 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE  |               |             |          |
| Opis projekta / br. isprave: |          |              | A. Petrović / 351R1418  |               |             |          |
| Projektant:                  |          |              | BBB   |               |             |          |
| Nadzornik:                   |          |              | A. Petrović   |               |             |          |
| Celo:                        |          |              | N. Rajković   |               |             |          |
| Korisnik:                    |          |              | T. Bajić  |               |             |          |
| Broj crteži:                 |          |              | GSS-TSB9-IDR-004-003  |               |             |          |
| Merni štab:                  |          |              | 1:200   |               |             |          |
| Korisnik:                    |          |              | Ad  |               |             |          |
| Lisni broj:                  |          |              | 1   |               |             |          |
| Lisni broj:                  |          |              | 24  |               |             |          |
| Lisni broj:                  |          |              | 0   |               |             |          |







**LEGENDA:**

- =K01, ..., =K65 - 10 KV ČELIJE
- +T101, +T102 - KUĆNI TRANSFORMATOR
- GRO - GLAVNI RAZVODNI ORMAN
- PPC - CENTRALA ZA DOJAVU POŽARA
- +CKP, +CKR - ORMAN SISTEMA KONTROLE PRISTUPA I PROTIVPROVALE
- +RO48V DC - ORMAN JEDNOSMERNOG PODRAZVODA TK OPREME
- +RO220V AC - ORMAN NAIZMENIČNOG PODRAZVODA TK OPREME
- +ROSS - RAZVODNI ORMAN SPOLJAŠNJEG OSVETLJENJA
- =X+X1 - ORMAN STANIČNOG RAČUNARA
- =Y+Y1, =Y+Y2, =Y+Y3 - ORMAN TELEKOMUNIKACIJA
- =NA+NA1 - ORMAN DOVODA NAIZMENIČNOG RAZVODA
- =NA+NA2 - ORMAN OPŠTE POTROŠNJE NAIZMENIČNOG NAPONA
- =NA+NA3 - ORMAN DOVODA DIZEL AGREGATA
- =NA+NA4 - ORMAN RAZVODA NUŽNE POTROŠNJE
- =NY+NY1 - ORMAN INVERTORSKOG RAZVODA
- =NK+NK1 - ORMAN ISPRAVLJAČA 1
- =NK+NK2, =NK+NK3 - ORMAN JEDNOSMERNOG RAZVODA
- =NK+NK4 - ORMAN ISPRAVLJAČA 2
- =NK+G11 - AKU BATERIJA 1
- =NK+G12 - AKU BATERIJA 2
- =NK+NK11, =NK+NK12 - ORMAN VISOKOČIŃSKIH OSIGURAČA

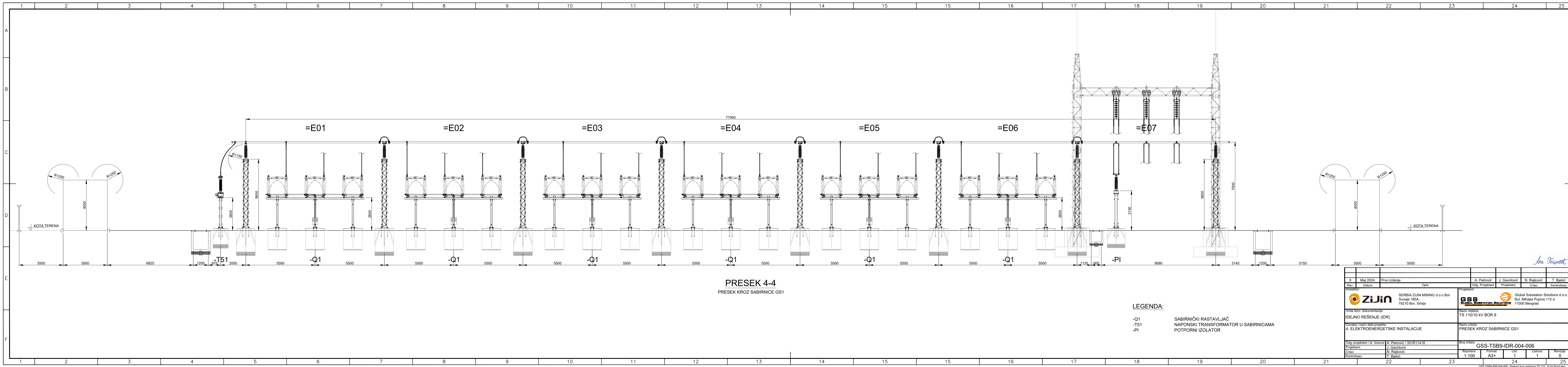
*Ana Perpopović*

| 0  | Maj 2024. | Prvo izdanje | A. Petrović  | J. Gavrilović | N. Rajković | T. Bjekić   |
|--|-----------|--------------|--|---------------|-------------|-------------|
| Rev.   | Datum     | Opis         | Odg. Projektant  | Projektant    | Crtao       | Kontrolisao |
| Investitor:  |           |              | Projektant:  |               |             |             |
|  SERBIA ZIJIN MINING d.o.o Bor<br>Suvaja 185A,<br>19210 Bor, Srbija |           |              |  Global Substation Solutions d.o.o.<br>Bul. Mihajla Pupina 115 d<br>11000 Beograd |               |             |             |
| Vrsta teh. dokumentacije:  |           |              | Naziv objekta:   |               |             |             |
| IDEJNO REŠENJE (IDR)   |           |              | TS 110/10 KV BOR 9   |               |             |             |
| Oznaka i naziv dela projekta:  |           |              | Naziv crteža:  |               |             |             |
| 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE   |           |              | DISPOZICIJA<br>POGONSKE ZGRADE   |               |             |             |
| Odg. projektant / br. licence:   |           |              | Broj crteža:   |               |             |             |
| A. Petrović / 351R11418  |           |              | GSS-TSB9-IDR-004-004   |               |             |             |
| Projektant:  |           |              | Razmera:   |               |             |             |
| J. Gavrilović  |           |              | 1:100  |               |             |             |
| Crtao:   |           |              | Format:  |               |             |             |
| N. Rajković  |           |              | A2   |               |             |             |
| Kontrolisao:   |           |              | List:  |               |             |             |
| T. Bjekić  |           |              | 1  |               |             |             |
|  |           |              | Listova:   |               |             |             |
|  |           |              | 1  |               |             |             |
|  |           |              | Revizija:  |               |             |             |
|  |           |              | 0  |               |             |             |









**PRESEK 4-4**  
PRESEK KROZ SABIRNICE GS1

- LEGENDA:**
- Q1      SABIRNIČKI RASTAVLJAČ
  - T51     NAPONSKI TRANSFORMATOR U SABIRNICAMA
  - PI      POTPORNJI IZOLATOR

|   |               |              |  |               |             |             |   |          |   |           |   |
|---|---------------|--------------|--|---------------|-------------|-------------|---|----------|---|-----------|---|
| 0   | Maj 2024.     | Prvo izdanje | A. Petrović  | J. Gavrilović | N. Rajković | T. Bjekić   |   |          |   |           |   |
| Rev.  | Datum         | Opis         | Odg. Projektant  | Projektant    | Crtao       | Kontrolisao |   |          |   |           |   |
| Investitor:<br><b>zjin</b> SERBIA ZIJIN MINING d.o.o Bor<br>Suvaja 185A,<br>19210 Bor, Srbija |               |              | Projektant:<br><b>GSS</b> Global Substation Solutions d.o.o.<br>Bul. Mihajla Pupina 115 d<br>11000 Beograd |               |             |             |   |          |   |           |   |
| Vrsta teh. dokumentacije:<br>IDEJNO REŠENJE (IDR)   |               |              | Naziv objekta:<br>TS 110/10 KV BOR 9   |               |             |             |   |          |   |           |   |
| Oznaka i naziv dela projekta:<br>4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE                             |               |              | Naziv crteža:<br>PRESEK KROZ SABIRNICE GS1   |               |             |             |   |          |   |           |   |
| Odg. projektant / br. licence: A. Petrović / 351R11418  |               |              | Broj crteža:<br>GSS-TSB9-IDR-004-006   |               |             |             |   |          |   |           |   |
| Projektant:   | J. Gavrilović | Razmera:     | 1:100  | Format:       | A3+         | Lišt:       | 1 | Listova: | 1 | Revizija: | 0 |
| Crtao:  | N. Rajković   |              |  |               |             |             |   |          |   |           |   |
| Kontrolisao:  | T. Bjekić     |              |  |               |             |             |   |          |   |           |   |

*Ana Perisović*