

1. OPŠTA DOKUMENTACIJA

1.1. NASLOVNA STRANA

	4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA
Investitor:	Elektromreža Srbije AD Kneza Miloša 11, 11000 Beograd, Srbija
Finansijer:	Serbia Zijin Copper doo Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija
Objekat:	Priključno razvodno postrojenje 110 kV Veliki Krivelj 2 Grad Bor (KO Krivelj, spisak parcela: 2355, 2494, 2496, 2498, 2504, 2505, 2507)
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta:	4 – Elektroenergetske instalacije
Za građenje/izvođenje radova:	Nova gradnja
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija
Odgovorno lice projektanta:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Odgovorni projektant:	Jelena Mitrović, mast.inž.el.
Broj licence:	520I07120
Potpis:	
Broj dela projekta:	21-ZIJ-PPVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

1. OPŠTA DOKUMENTACIJA.....	1
1.1. NASLOVNA STRANA.....	1
1.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	2
1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	3
1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	4
1.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA.....	5
1.5.1. OPŠTI OPIS	5
1.5.2. ELEKTROTEHNIČKI DEO.....	13
1.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA.....	62
1.6.1. PROCENA INVESTICIONE VREDNOSTI RADOVA I MATERIJALA.....	62
1.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA.....	63
1.7.1. SPISAK CRTEŽA	63




1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

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

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta Priključno razvodnog postrojenja (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2, u gradu Boru, KO Krivelj, spisak k.p: 2355, 2494, 2496, 2498, 2504, 2505, 2507 određuje se:

Jelena Mitrović mast.inž.el.br. licence 520107120

Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115D, 11 000 Beograd, Srbija
Odgovorno lice/zastupnik:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Broj tehničke dokumentacije:	21-ZIJ-PPVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.




1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za građenje objekta Priključno razvodnog postrojenja (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2, Grad Bor (KO Krivelj, spisak k.p: 2355, 2494, 2496, 2498, 2504, 2505, 2507),

Jelena Mitrović, mast.inž.el.

IZJAVLJUJEM

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

Odgovorni projektant:	Jelena Mitrović, mast.inž.el.
Broj licence:	520107120
Potpis:	
Broj tehničke dokumentacije:	21-ZIJ-PPVK-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



1.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1.5.1. OPŠTI OPIS

1.5.1.1. Svrha i opseg izgradnje

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

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

Lokacija za izgradnju PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 predviđena je u istočnom delu Srbije, na području opštine Bor, KO Krivelj, na delovima katastarskih parcela: 2355, 2494, 2496, 2498, 2504, 2505, 2507. Lokacija za izgradnju objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 nalazi se u blizini lokacije za izgradnju TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2. Veza ova dva objekta biće izvedena kablovskim vodovima 110 kV (nisu predmet ovog projekta).

Planirani objekat PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 gradiće se u jednoj etapi koja obuhvata:

- 1) Ograđeni, kompletno uređeni prostor platoa koji obuhvata sve objekte i opremu
- 2) Postrojenje 110 kV sa dva sistema sabirnica kao klasično za spoljnu montažu, vazduhom izolovano (AIS) sa sabirnicama za 16 polja:
 - =E01 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1166/1 RP Đerdap 2
 - =E02 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1166/2 TS Veliki Krivelj
 - =E03 – dalekovodno polje 110kV - DV 1150/1 TS Bor 2
 - =E04 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1150/2 TS Veliki Krivelj
 - =E05 – dalekovodno polje 110kV - DV 1150/1 TS Bor 2
 - =E06 – kablovski vod 1 110kV – TS Veliki Krivelj 2
 - =E07 – kablovski vod 2 110kV – TS Veliki Krivelj 2
 - =E08 – kablovski vod 3 110kV – TS Veliki Krivelj 2
 - =E09 – spojno polje 110 kV
 - =E10 – rezervno polje 110kV –TS Bor 6



- =E11 – rezervno polje 110kV –TS Bor 6
- =E12 – rezervno polje 110kV – Jama rudnik
- =E13 – rezervno polje 110kV – Jama rudnik
- =E14 – dalekovodno polje 110kV - DV 177/2 TS Majdanpek 2
- =E15 – rezervno neopremljeno polje
- =E16 – rezervno neopremljeno polje
- 3) Interne servisne saobraćajnice
- 4) Zgrada 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, jednoetažna sa sledećim prostorijama:
 - Prostorija srednjenaponskog postrojenja,
 - Komandna prostorija,
 - Dve prostorije kućnih transformatora (2 transformatorska boksa),
 - Prostorija sopstvene potrošnje,
 - Prostorija AKU baterije,
 - Sanitarni blok,
 - Kuhinja,
 - Hodnik,
 - Svlačionica
 - Ostava.
- 5) Relejne kućice za smeštaj opreme za zaštitu i upravljanje, prema sledećoj nameni:
 - RKE1 - za polja =E01, =E02, =E04, =E08
 - RKE2 - za polja =E03, =E05, =E06, =E07
 - RKE3 - za polja =E09, =E10, =E11, =E12
 - RKE4 - za polja =E13, =E14, =E15, =E16
- 6) Dizel agregat za obezbeđivanje nužnog napajanja sopstvenih potreba objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2, za spoljašnju montažu.
- 7) Portirnica na glavnom ulazu u krug postrojenja
- 8) Parking mesta
- 9) Kablovski kanali i kablovski šahtovi
- 10) Prateći sistemi instalacija za obezbeđivanje tehnički i tehnološki ispravnog funkcionisanja objekta priključnog postrojenja

1.5.1.2. Razgraničenje

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

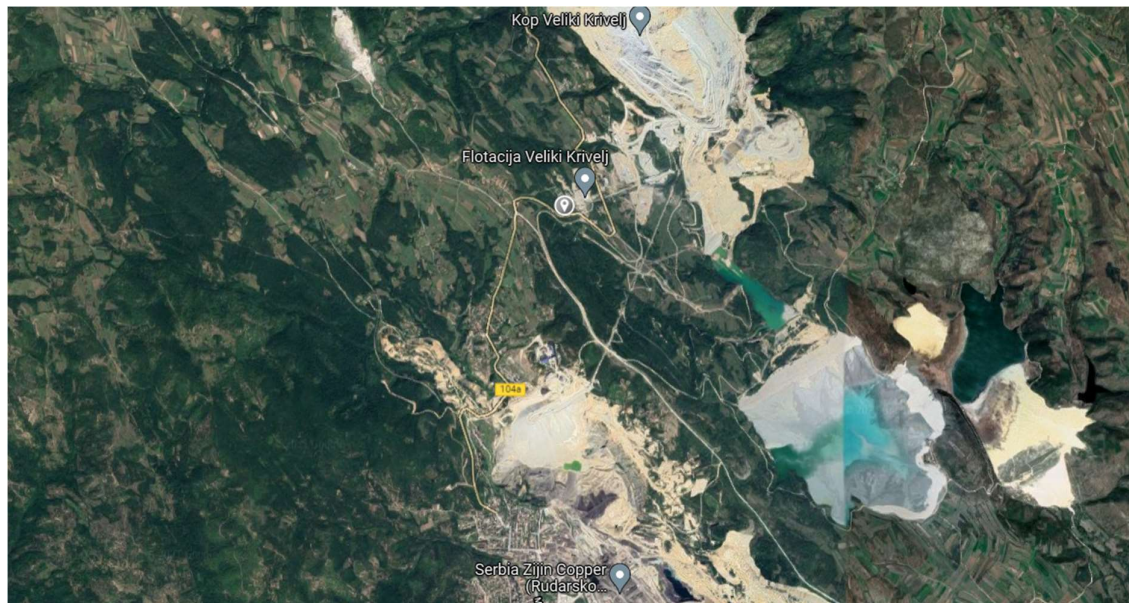
Naziv objekta	Nadležnost/ korisnik	Napomena
Priključno razvodno postrojenje PRP 110 kV Veliki Krivelj 2	Elektromreža Srbije AD	(Predmet projekta)
Kablovski vodovi 110 kV	Serbia Zijin Bor Copper doo Bor	(Nije predmet projekta)
TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2	Serbia Zijin Bor Copper doo Bor	(Nije predmet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

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

1.5.1.3. Lokacija objekta

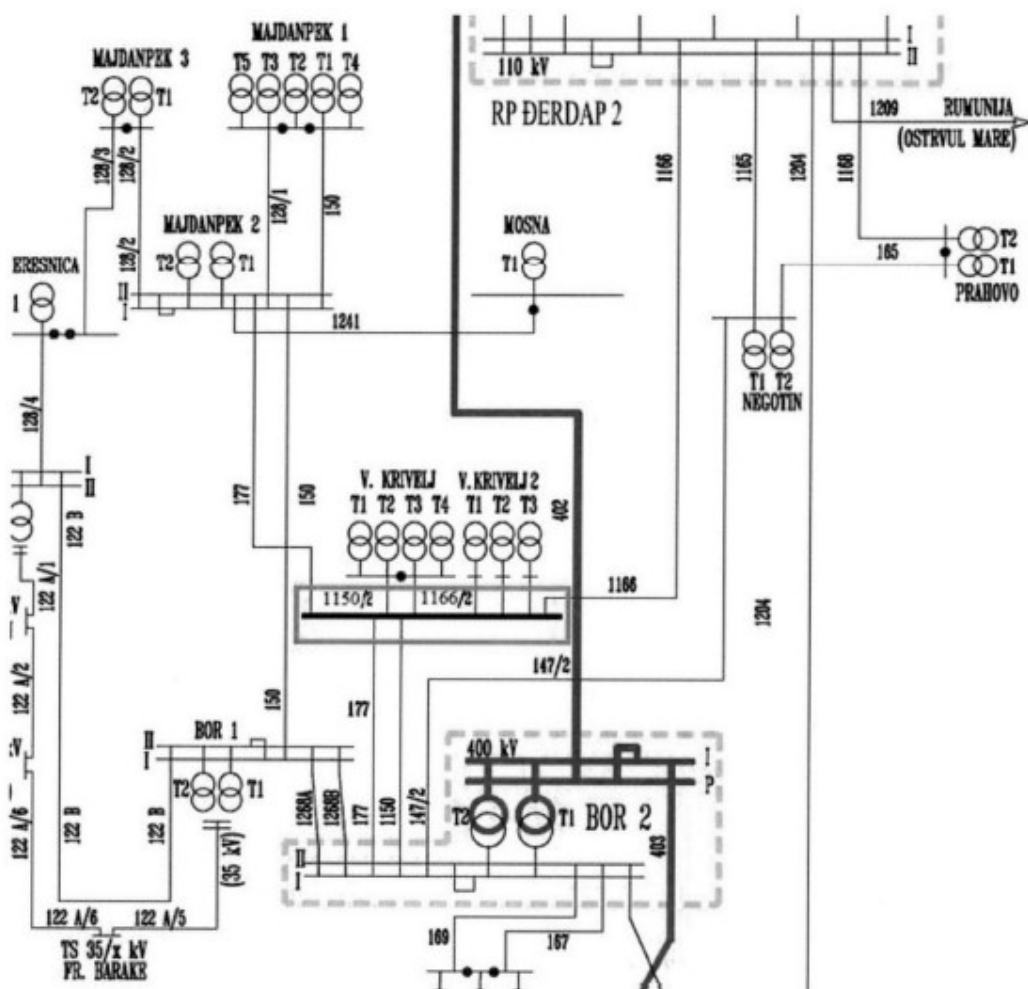
Lokacija za izgradnju PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 predviđena je u istočnom delu Srbije, na području grada Bora, KO Krivelj, spisak k.p: 2355, 2494, 2496, 2498, 2504, 2505, 2507.

Na Slici 1. prikazana je makrolokacija PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.



Slika 1: Makrolokacija objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2

Na Slici 2 prikazan je položaj objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 na trasi 110 kV dalekovoda i način priključenja.



Slika 1.2: Šema uklapanja u EES TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2

Koordinate ugaonih tačaka obuhvata parcela na kojima je smešteno Priključno razvodno postrojenje (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2 definisane su u Tabeli 1 :

OZNAKA	ISTOK (m)	SEVER (m)
1	7588458.66	4885569.75
2	7588457.29	4885571.49
3	7588456.60	4885573.31
4	7588456.72	4885574.18
5	7588456.86	4885575.24
6	7588458.32	4885578.52
7	7588460.40	4885582.25
8	7588461.78	4885584.35
9	7588465.11	4885588.53
10	7588468.05	4885591.80
11	7588484.29	4885609.88
12	7588495.83	4885622.71
13	7588501.27	4885628.76
14	7588507.12	4885635.28
15	7588523.53	4885653.53
16	7588525.25	4885655.44
17	7588527.20	4885656.88
18	7588529.56	4885657.43
19	7588531.94	4885657.00
20	7588533.96	4885655.66
21	7588549.34	4885640.19
22	7588557.66	4885634.12
23	7588598.23	4885571.04
24	7588619.26	4885558.52
25	7588655.09	4885537.19
26	7588633.56	4885501.03
27	7588622.61	4885482.64

Tabela 1: Gauss-KrÜgerove koordinate ugaonih tačaka

1.5.1.4. *Pristup do objekta PRP 110kV Veliki Krivelj 2*

Pristup do objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 biće realizovan javnim putem 393 – Jasikovo – Vlaole – Krivelj - veza sa državnim putem 166 (državni put IIB reda).

1.5.1.5. *Opis postojećeg stanja*

Na lokaciji predviđenoj za izgradnju novog objekta PRP 110kV Veliki Krivelj 2, vizuelnom inspekcijom nije utvrđeno prisustvo nadzemnih objekata, dok je potrebno ispitati postojanje podzemnih instalacija uvidom u plansku dokumentaciju.

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



Slika 1.3: Postojeće stanje na lokaciji

1.5.1.6. Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije postrojenja

Klimatske karakteristike

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

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

Parametar

Vrednost

Nadmorska visina

oko 462m



Srednja godišnja temperatura vazduha	6.6°C (Crni Vrh), 11.0°C (Zaječar)
Prosečna maksimalna godišnja temperatura	10.8°C (Crni Vrh), 17.4°C (Zaječar)
Prosečna minimalna godišnja temperatura	3.4°C (Crni Vrh), 5.1°C (Zaječar)
Maksimalna temperatura (apsolutna)	36.5°C (Crni Vrh) 44.7°C (Zaječar)
Minimalna temperatura (apsolutna)	-23.2°C (Crni Vrh), -29.0°C (Zaječar)
Maksimalne padavine	100.7mm (Crni Vrh), 83.1mm (Zaječar)
Prosečna relativna vlažnost	78% (Crni Vrh), 73% (Zaječar)
Maksimalna visina snežnog pokrivača	167 cm (Crni Vrh), 108cm (Zaječar)
Srednja brzina vetra	2.2-5.3m/s (Crni Vrh), 1.4-3.2m/s (Zaječar)

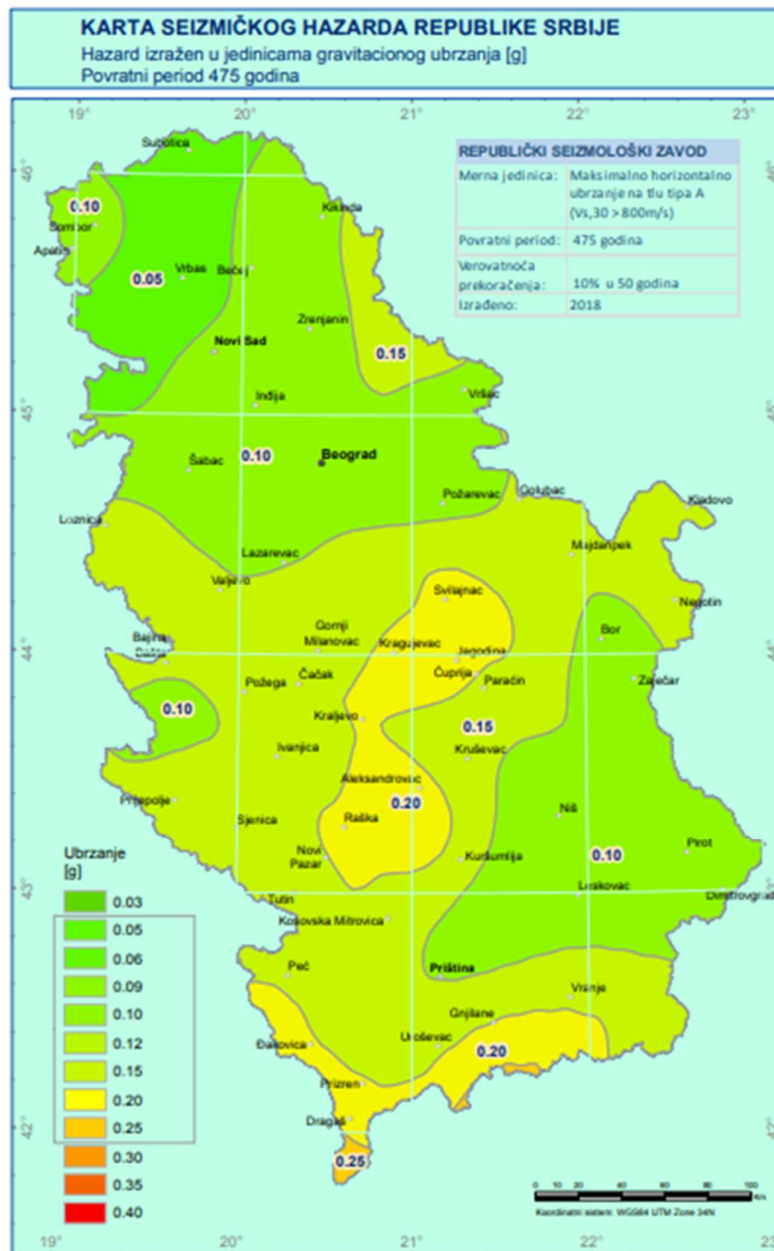
Tabela 2: Klimatske odlike šireg područja objekta Priključno razvodnog postrojenja (PRP) 110 kV Veliki Krivelj 2 - standardni tridesetogodišnji period

Seizmički hazard

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

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

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



Slika 4: Karta seizmičkog hazarda



1.5.2. ELEKTROTEHNIČKI DEO

1.5.2.1. Priključno razvodno postrojenje 110 kV

Opšte

Predviđa se 110kV postrojenje, klasične izvedbe za spoljašnju montažu, vazduhom izolovano s dvostrukim sistemom sabirnica, izvedenih užastim provodnicima, sa šest dalekovodnih polja, tri kablovska polja, jednim spojnim poljem, četiri opremljena rezervna polja sa određenom namenom/ pravcem i dva neopremljena rezervna polja 110 kV:

- =E01 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1166/1 RP Đerdap 2
- =E02 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1166/2 TS Veliki Krivelj
- =E03 – dalekovodno polje 110kV - DV 1150/1 TS Bor 2
- =E04 – dalekovodno polje 110 kV – DV 1150/2 TS Veliki Krivelj
- =E05 – dalekovodno polje 110kV - DV 1150/1 TS Bor 2
- =E06 – kablovski vod 1 110kV – TS Veliki Krivelj 2
- =E07 – kablovski vod 2 110kV – TS Veliki Krivelj 2
- =E08 – kablovski vod 3 110kV – TS Veliki Krivelj 2
- =E09 – spojno polje 110 kV
- =E10 – rezervno polje 110kV –TS Bor 6
- =E11 – rezervno polje 110kV –TS Bor 6
- =E12 – rezervno polje 110kV – Jama rudnik
- =E13 – rezervno polje 110kV – Jama rudnik
- =E14 – dalekovodno polje 110kV - DV 177/2 TS Majdanpek 2
- =E15 – rezervno neopremljeno polje
- =E16 – rezervno neopremljeno polje

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 ulaznim podacima, Tehničkim uslovima i Projektnim zadatkom Investitora.

Dispozicija opreme i objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 je odabrana na način da se obezbedi dobra preglednost postrojenja, povoljno uvođenje 110 kV dalekovoda, jednostavan rasplet kablova unutar postrojenja, mogućnost prilaza radi montaže i održavanja VN opreme. Razmeštaj 110 kV polja je takav da su polja raspoređena sa obe strane sabirnica.

Dvostruki sistem sabirnica izvodi se užetom 2x490-AL1/64-ST1A. Širina jednog sistema sabirnica iznosi 9m, a visina postavljanja rigle sabirničkih portala je na 7.5 m. Razmak između faza je 2.3 m. Veze u poljima 110 kV postrojenja izvode se užadima 490-AL1/64-ST1A, a veza između portala u poljima užetom 2x490-AL1/64-ST1A. Razmak između provodnika u poprečnim vezama je 2m. Širina polja iznosi 9m. Visina postavljanja rigle portala u poljima iznosi 10 m. Spojno polje se izvodi užetom 2x490-AL1/64-ST1A, a prelaz iznad puta je izveden cevnim provodnicima E-AlMgSi 0.5 F22 100/92 mm.



Sigurnosni razmaci odgovaraju odabranom stepenu izolacije SI 123 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 4m. Transportne saobraćajnice u postrojenju, kružnog oblika, su širine 3,5m za jednosmerni saobraćaj, a delom 6m za dvosmerni saobraćaj i predstavljaju i put za pristup i manipulaciju vatrogasnog vozila.

Oprema 110kV dalekovodnih polja (=E01, =E02, =E03, =E04, =E05 i =E14)

U dalekovodnom polju se predviđa ugradnja:

- SF6 prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol
- dva trolpolna dvostubna okretna rastavljača (sabirnički)
- trolpolnog dvostubnog okretnog rastavljača sa noževima za uzemljenje (izlazni)
- strujnih mernih transformatora
- naponskih mernih transformatora

SF6 prekidač

Ovim projektom za opremanje dalekovodnih polja predviđa se ugradnja SF₆ prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- | | |
|--|------------------------------|
| - nazivni napon | 110kV |
| - najviši pogonski napon | 123kV |
| - stepen izolacije | Si 145 |
| - nazivna frekvencija | 50 Hz |
| - nazivna struja | 3150 A |
| - nazivna prekidna moć | 40 kA |
| - nazivna uklopna moć (dinamička struja) | 100 kA |
| - nazivno trajanje kratkog spoja | 3 s |
| - nazivni sklopni ciklus | 0 - 0,3 s - CO - 3 min – CO |
| - upravljački i kontrolni napon | 220 V DC |
| - napon motornog pogona | 230 V AC |
| - pogon prekidača | opružni jednopolno upravljiv |

Tropolni okretni rastavljač (sabirnički)

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

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

- | | |
|--|--------|
| - nazivni napon | 110kV |
| - najviši pogonski napon | 123kV |
| - stepen izolacije | Si 123 |
| - nazivna frekvencija | 50 Hz |
| - nazivna struja | 2000 A |
| - nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) | 40 kA |



- nazivni napon elektromotornog pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Tropolni okretni rastavljač sa noževima za uzemljenje (izlazni)

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 dalekovoda. Pogon noževa za uzemljenje je trofazni, motorni.

Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) 40 kA
- nazivni napon elektromotornih pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izlacijskom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Strujni transformator je sa primarnim namotajem sa moguća dva odnosa transformacije i sa 4 jezgra.

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- naznačena kratkotrajna termička struja 40 kA
- naznačena dinamička struja 100 kA

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora u DV poljima

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	<u>2x750</u>	<u>2x750</u>	<u>2x750</u>	<u>2x750</u>
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{cth}[A]$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$
Faktor sigurnosti	F_s	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	15	30	30

Naponski merni transformatori

Za merenje napona u dalekovodnom polju kapacitivni naponski merni transformatori su sledećih tehničkih karakteristika:



- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV

Naponski transformatori su sa 2 sekundarna namotaja čije su karakteristike naznačene u tabeli.

Karakteristike	Oznaka	Iznos	
Nazivna frekvencija	f_n [Hz]	50	
Nazivni primarni napon	U_{pn} [kV]	110/ $\sqrt{3}$	
Nazivni faktor napona / trajanje	V_f	1,5 / 30 s	
Nazivni sekundarni napon	U_{sn} [V]	100/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$
Nazivna snaga	S_n [VA]	25	75
Klasa tačnosti	kl.	0,2	1/3P
Granična termička snaga	[VA]	750	750

Oprema 110kV kablovskih polja za priključak transformatorske stanice (=E06, =E07 i =E08)

U kablovsko transformatorsko polje se predviđa ugradnja:

- SF6 prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol
- dva trolpolna dvostubna okretna rastavljača (sabirnički)
- trolnog dvostubnog okretnog rastavljača sa noževima za uzemljenje (izlazni)
- strujnih mernih transformatora
- naponskih mernih transformatora
- kablovskih završnica (nije predmet ovog projekta)
- odvodnika prenapona sa brojačem pražnjenja (nije predmet ovog projekta)

SF6 prekidač

Ovim projektom za opremanje kablovskih polja za priključak TS predviđa se ugradnja SF₆ prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 145kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 3150 A
- nazivna prekidna moć 40 kA
- nazivna uklopna moć (dinamička struja) 100 kA
- nazivno trajanje kratkog spoja 3 s
- nazivni sklopni ciklus 0 - 0,3 s - CO - 3 min – CO
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC
- napon motornog pogona 230 V AC
- pogon prekidača opružni jednopolno upravljiv



Tropolni okretni rastavljač (sabirnički)

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

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

- nazivni napon	110kV
- najviši pogonski napon	123kV
- stepen izolacije	Si 123
- nazivna frekvencija	50 Hz
- nazivna struja	2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s)	40 kA
- nazivni napon elektromotornog pogona	230 V AC
- upravljački i kontrolni napon	220 V DC

Tropolni okretni rastavljač sa noževima za uzemljenje (izlazni)

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 kabla. Pogon noževa za uzemljenje je tropolni, motorni.

Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

- nazivni napon	110kV
- najviši pogonski napon	123kV
- stepen izolacije	Si 123
- nazivna frekvencija	50 Hz
- nazivna struja	2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s)	40 kA
- nazivni napon elektromotornih pogona	230 V AC
- upravljački i kontrolni napon	220 V DC

Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izlacijskom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Strujni transformator je sa primarnim namotajem sa moguća dva odnosa transformacije i sa 5 jezgara.

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora su sledeće:

- nazivni napon	110kV
- najviši pogonski napon	123kV
- naznačena kratkotrajna termička struja	40 kA
- naznačena dinamička struja	100 kA



Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora u kablovskim poljima

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro	V. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	2x300	2x300	2x300	2x300	2x300
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2s	0,2s	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{ctn}[A]$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$
Faktor sigurnosti	Fs	10	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	5	15	30	30

Naponski merni transformatori

Za merenje napona u kablovsko transformatorskim poljima koriste se kapacitivni naponski merni transformatori sledećih tehničkih karakteristika:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV

Naponski transformatori su sa 2 sekundarna namotaja čije su karakteristike naznačene u tabeli.

Karakteristike	Oznaka	Iznos
Nazivna frekvencija	$f_n[Hz]$	50
Nazivni primarni napon	$U_{pn}[kV]$	$110/\sqrt{3}$
Nazivni faktor napona / trajanje	V_f	1,5 / 30 s
Nazivni sekundarni napon	$U_{sn}[V]$	$100/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	25 75
Klasa tačnosti	kl.	0,2 1/3P
Granična termička snaga	[VA]	750 750

Oprema 110kV spojnog polja (=E09)

U spojnom polju se predviđa ugradnja:

- SF6 prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol
- dva trolpolna dvostubna okretna rastavljača (sabirnički)
- strujnih mernih transformatora

SF6 prekidač

Ovim projektom za opremanje spojnog polja predviđa se ugradnja SF₆ prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 145
- nazivna frekvencija 50 Hz



- nazivna struja 3150A
- nazivna prekidna moć 40 kA
- nazivna uklopna moć (dinamička struja) 100 kA
- nazivno trajanje kratkog spoja 3 s
- nazivni sklopni ciklus 0 - 0,3 s - CO - 3 min – CO
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC
- napon motornog pogona 230 V AC
- pogon prekidača opružni jednopolno upravljiv

Tropolni okretni rastavljač (sabitnički)

Rastavljači su trostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Opremljeni su jednim motornim pogonskim mehanizmom za sva tri pola.

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 3150 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) 40 kA
- nazivni napon elektromotornog pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izlacijskom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Strujni transformator je sa primarnim namotajem sa dva odnosa transformacije i sa 4 jezgra.

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- naznačena kratkotrajna termička struja 40 kA
- naznačena dinamička struja 100 kA

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora u spojnopolju

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	4×750	4×750	4×750	4×750
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{ctn}[A]$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$	$1,2 \times I_n$
Faktor sigurnosti	F_s	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	15	30	30



Oprema u opremljenim rezervnim poljima (=E12, =E13)

U rezervnim poljima koja se opremaju predviđena je ugradnja sledeće opreme:

- SF6 prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol
- dva trolpolna dvostubna okretna rastavljača (sabirnički)
- trolpolnog dvostubnog okretnog rastavljača sa noževima za uzemljenje (izlazni)
- strujnih mernih transformatora
- naponskih mernih transformatora

SF6 prekidač

Ovim projektom za opremanje rezervnih polja predviđa se ugradnja SF₆ prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- | | |
|--|------------------------------|
| - nazivni napon | 110kV |
| - najviši pogonski napon | 145kV |
| - stepen izolacije | Si 123 |
| - nazivna frekvencija | 50 Hz |
| - nazivna struja | 3150 A |
| - nazivna prekidna moć | 40 kA |
| - nazivna uklopna moć (dinamička struja) | 100 kA |
| - nazivno trajanje kratkog spoja | 3 s |
| - nazivni sklopni ciklus | 0 - 0,3 s - CO - 3 min - CO |
| - upravljački i kontrolni napon | 220 V DC |
| - napon motornog pogona | 230 V AC |
| - pogon prekidača | opružni jednopolno upravljiv |

Tropolni okretni rastavljač (sabirnički)

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

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

- | | |
|--|----------|
| - nazivni napon | 110kV |
| - najviši pogonski napon | 123kV |
| - stepen izolacije | Si 123 |
| - nazivna frekvencija | 50 Hz |
| - nazivna struja | 2000 A |
| - nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) | 40 kA |
| - nazivni napon elektromotornog pogona | 230 V AC |
| - upravljački i kontrolni napon | 220 V DC |

Tropolni okretni rastavljač sa noževima za uzemljenje (izlazni)

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 priključka. Pogon noževa za uzemljenje je trolpolni, motorni.



Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) 40 kA
- nazivni napon elektromotornih pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izlacijskom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Strujni transformator je sa primarnim namotajem sa moguća dva odnosa transformacije i sa 5 jezgara.

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- naznačena kratkotrajna termička struja 40 kA
- naznačena dinamička struja 100 kA

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora u rezervnim poljima

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro	V. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	2x300	2x300	2x300	2x300	2x300
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2s	0,2s	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{ctn}[A]$	1,2xI _n	1,2xI _n	1,2xI _n	1,2xI _n	1,2xI _n
Faktor sigurnosti	Fs	10	10	10		
Nazivna snaga	S _n [VA]	5	5	15	30	30

Naponski merni transformatori

Za merenje napona u rezervnim poljima koristiće se kapacitivni naponski merni transformatori sledećih tehničkih karakteristika:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV

Naponski transformatori su sa 2 sekundarna namotaja čije su karakteristike naznačene u tabeli.



Karakteristike	Oznaka	Iznos	
Nazivna frekvencija	$f_n[\text{Hz}]$	50	
Nazivni primarni napon	$U_{pn}[\text{kV}]$	110/ $\sqrt{3}$	
Nazivni faktor napona / trajanje	V_f	1,5 / 30 s	
Nazivni sekundarni napon	$U_{sn}[\text{V}]$	100/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$
Nazivna snaga	$S_n[\text{VA}]$	25	75
Klasa tačnosti	kl.	0,2	1/3P
Granična termička snaga	$[\text{VA}]$	750	750

Oprema u opremljenim rezervnim poljima (=E10, =E11)

U rezervnim poljima koja se opremaju predviđena je ugradnja sledeće opreme:

- SF6 prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol
- dva trolna dvostubna okretna rastavljača (sabirnički)
- trolnog dvostubnog okretnog rastavljača sa noževima za uzemljenje (izlazni)
- strujnih mernih transformatora
- naponskih mernih transformatora

SF6 prekidač

Ovim projektom za opremanje rezervnih polja predviđa se ugradnja SF₆ prekidača, komplet od 3 jednopolna prekidača, sa posebnim pogonom za svaki pol.

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 145kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 3150 A
- nazivna prekidna moć 40 kA
- nazivna uklopna moć (dinamička struja) 100 kA
- nazivno trajanje kratkog spoja 3 s
- nazivni sklopni ciklus 0 - 0,3 s - CO - 3 min – CO
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC
- napon motornog pogona 230 V AC
- pogon prekidača opružni jednopolno upravljiv

Trolni okretni rastavljač (sabirnički)

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

Tehničke karakteristike rastavljača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123



- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) 40 kA
- nazivni napon elektromotornog pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Tropolni okretni rastavljač sa noževima za uzemljenje (izlazni)

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 priključka. Pogon noževa za uzemljenje je tropolni, motorni.

Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 2000 A
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja (1s) 40 kA
- nazivni napon elektromotornih pogona 230 V AC
- upravljački i kontrolni napon 220 V DC

Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izlacijskom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Strujni transformator je sa primarnim namotajem sa moguća dva odnosa transformacije i sa 4 jezgara.

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- naznačena kratkotrajna termička struja 40 kA
- naznačena dinamička struja 100 kA

Tehničke karakteristike strujnog mernog transformatora u rezervnim poljima

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	2x750	2x750	2x750	2x750
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}[A]$	1	1	1	1
Klasa tačnosti	kl.	0,2s	0,5	5P30	5P30
Prošireni merni opseg	ext.[%]	120	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{cth}[A]$	1,2xI _n	1,2xI _n	1,2xI _n	1,2xI _n
Faktor sigurnosti	Fs	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	15	30	30



Naponski merni transformatori

Za merenje napona u rezervnim poljima koristiće se kapacitivni naponski merni transformatori sledećih tehničkih karakteristika:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV

Naponski transformatori su sa 2 sekundarna namotaja čije su karakteristike naznačene u tabeli.

Karakteristike	Oznaka	Iznos	
Nazivna frekvencija	f_n [Hz]	50	
Nazivni primarni napon	U_{pn} [kV]	110/ $\sqrt{3}$	
Nazivni faktor napona / trajanje	V_f	1,5 / 30 s	
Nazivni sekundarni napon	U_{sn} [V]	100/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$
Nazivna snaga	S_n [VA]	25	75
Klasa tačnosti	kl.	0,2	1/3P
Granična termička snaga	[VA]	750	750

Sistem glavnih sabirnica

Predviđen je dvostruki sistem sabirnica za 16 polja, izvedenih užetom 3x490-AL1/64-ST1A. Usvojeno rastojanje između provodnika u snopu je 0.4 m.

Sabirnice se montiraju koristeći zatezne i noseće izolatorske lance sa punim stepenom izolacije Si 123 i sa strujnom stazom za maksimalni stepen zagađenja atmosfere od 31mm/kV (IV) radi zaštite izolacije od uticaja aero zagađenja. Širina jednog sistema sabirnica iznosi 9m, a visina postavljanja rigle sabirničkih portala je na 7.5 m. Fazno rastojanje između provodnika iznosi 2.2 m.

Predviđa se ugradnja naponskih mernih transformatora u srednjoj fazi L2 (faza „4“) na oba sistema sabirnica.

Tehničke karakteristike NT u sabirnicama su:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV

Karakteristike	Oznaka	Iznos	
Nazivna frekvencija	f_n [Hz]	50	
Nazivni primarni napon	U_{pn} [kV]	110/ $\sqrt{3}$	
Nazivni faktor napona / trajanje	V_f	1,5 / 30 s	
Nazivni sekundarni napon	U_{sn} [V]	100/ $\sqrt{3}$	100/ $\sqrt{3}$
Nazivna snaga	S_n [VA]	25	75
Klasa tačnosti	kl.	0,2	1/3P
Granična termička snaga	[VA]	750	750



1.5.2.2. Kablovska kanalizacija

Kablovski kanali

Kablovski kanali će se koristiti za veze između pojedinih polja i ormara sekundarne opreme u relejnim kućicama i zgradi 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, kao i za veze između pojedinih polja (poprečne blokade, napajanje naizmenični razvod za grejanje pojedinih ormara/pogona i sl.).

Kablovski kanali dimenzionišu se za šest dalekovodnih polja, tri kablovska polja prema TS Veliki Krivelj 2, jedno spojno polje i šest budućih polja (tri opremljena i tri neopremljena rezervna polja). Budući da je, prema proceni, za veze između pojedinih polja i ormara sekundarne opreme, potrebno 35 do 40 kablova po polju, predviđaju se kablovski kanali sa tri reda kablovskih polica ili regala.

Kablovski kanali su otvorenog tipa sa poklopnim AB pločama.

Za prolaze kablova ispod saobraćajnica su predviđene cevi 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 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 veće količine kablova od pojedinih aparata pod zemlju. Preporučuje se ugradnja šahtova minimalnih unutrašnjih dimenzija 650x650 mm, dubine do 800 mm. 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 i strujno opteretivom oblogom (tipa PP40). Metalni plašt kabla će biti uzemljen na obe strane kabla.

Kablovske uvodnice

Koristiće se zaptivni elementi klase vatro-otpornosti EI120 (kao Roxtec ili sl.) na mestima prolaska snopova kablova iz jednog požarnog sektora u drugi unutar zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama i na sve ulaze kablova u nju. Odabrani proizvod će garantovati i vodonepropusnost spoja na mestima prodora cevi. Zatvaranje prodora cevi koje ulaze u spoljašnje kablovske kanale izvršiće se proizvodom KÖSTER KB-FLEX 200 / Sikagrout ili sličnim. Atmosferske padavine koje uđu u kanal (npr. preko betonskog poklopca) odvodiće se u najbliže reviziono okno.



Svi kablovi se uvode u priključne ormariće spoljnog postrojenja i ostale ormane 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.

1.5.2.3. Komandno-signalni, energetske i komunikacioni kablovi

Energetski kablovi za priključenje potrošača 0,4 kV, 50 Hz su tipa PP41. Energetski kablovi 220 V JSS i komandno-signalni kablovi su tipa PP40.

Razlikujemo nekoliko grupa kablova i to:

- Kablove za napajanje potrošača AC i DC sistema od glavnih razvoda u zgradi 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama do podrazvoda u ormanima upravljanja i zaštite.
- Kablove za napajanje potrošača unutar 110 kV polja, uključujući motorne pogone VN aparata, grejanje i osvetljenje pogonskih ormana, kao i kablove za potrebe upravljanja i signalizacije.
- Kablove za napajanje potrošača ormana upravljanja i zaštite

U zgradi 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama kablovi se polažu u kablovskim kanalima. Od zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama do opreme, kablovi se polažu delom u kablovskim kanalima na regalima, a delom direktno u zemlji. Ovi kablovi stoga imaju adekvatnu mehaničku zaštitu, a komandno signalni kablovi i zaštitu od spoljnih elektromagnetnih uticaja.

Ugradiće se zaptivni elementi klase vatro-otpornosti EI120 (kao Roxtec li sl.) na mestima prolaska snopova kablova iz jednog požarnog sektora u drugi unutar zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama i na sve ulaze kablova u zgradu 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Odabrani proizvod će garantovati i vodo-neporopusnost spoja na mestima prodora cevi.

Zatvaranje prodora cevi koje ulaze u spoljašnje kablovske kanale izvršiće proizvodom Köster KB-Flex 200/ Sikagrout ili slično.

Atmosferske padavine koje uđu u kanal (npr. preko betonskog poklopca) odvođiće se u najbliže reviziono okno.

1.5.2.4. 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 IS EMS 301 obeležavanje trafostanica / razvodnih postrojenja u EMS AD.

1.5.2.5. Srednjenaponsko razvodno postrojenje

U zgradi 110 kV sa pomoćnim prostorijama PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 se predviđa posebna prostorija za smeštaj srednjenaponskog razvodnog postrojenja. Projektom se predviđa ugradnja metalom oklopljenog, srednjenaponskog postrojenja za unutrašnju montažu sa vazdušnom izolacijom, u skladu sa standardom SRPS EN 62271-200. Sabirnice srednjenaponskog razvodnog postrojenja će biti jednostruke podužno sekcionisane. Samo



srednjenaponsko razvodno postrojenje sastoji se minimalno od dve dalekovodne, dve transformatorske ćelije i sekcione ćelije.

Vodna ćelija razvodnog bloka priključice se na distributivne vodove elektroenergetske mreže kablovima položenima u zemljani rov do uvida u zgradu PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.

Ćelije kućnih transformatora razvodnog bloka priključice se kablovski na kućne transformatore 10/0,4kV koji će se koristiti kao izvor za napajanje sopstvene potrošnje PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.

Veza između ćelija 10 kV i kućnih transformatora 10/0,4kV biće izvedena kablovski u kablovskom kanalu koji će povezivati boksove kućnih transformatora i prostoriju srednjenaponskog postrojenja. Komandno-signalni kablovi ćelija 10kV se jednim delom polažu na kablovske regale na zidu predviđenog kablovskog kanala, a jednim delom se, kroz dupli pod, vode do NN odeljka i ormana upravljanja i zaštite.

U PRP 110kV Veliki Krivelj 2 će se predvideti SN razvodno postrojenje 10 kV unutar pogonske zgrade, metalom oklopljeno za unutrašnju montažu sa vazdušnom izolacijom, u skladu sa IS-EMS 133 za objekat I kategorije.

Napajanje opreme sopstvenih potreba obezbeđuje se iz dve srednjenaponske ćelije 10 kV, od kojih svaka napaja po jedan transformator sopstvenih potreba 10/0,4 kV/kV.

Predviđa se da merno mesto za sopstvenu potrošnju bude u okviru budućeg postrojenja PRP 10 kV "SP Veliki Krivelj 2" (U vlasništvu ODS-a) preko koga će se napajati srednjenaponsko razvodno postrojenje u okviru zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama PRP Veliki Krivelj 2. Merni transformatori budućeg PRP 10 kV "SP Veliki Krivelj 2" za potrebe obračunskog merenja sopstvene potrošnje, smeštaju se u okviru mernih polja, u skladu sa uslovima ODS-a, br. 20700-D.10.08-214848/3-2021, od 18.10.2021. god. Za merenje utroška električne energije formiraće se dve indirektna merne grupe u zasebnom ormanu koje čine digitalno višefunkcijsko trosistemsko brojilo aktivne i reaktivne snage sa mogućnošću daljinskog očitavanja i merno-priključna kutija za naponska i strujna kola sa zaštitnim osiguračima naponskih kola. Karakteristike opreme za obračunsko merenje utroška električne energije sopstvene potrošnje moraju biti uskladu sa tehničkim uslovima operatora distributivnog sistema (ODS).

1.5.3. Upravljanje, nadzor, zaštita i signalizacija

Opšte

Objekat PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 predviđa se kao postrojenje sa povremenom posadom. U normalnom pogonu postrojenje će se voditi daljinski iz RDC Bor.

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

Oprema za upravljanje i zaštitu 110kV je smeštena u odgovarajućim ormanima upravljanja i ormanima zaštite, koji su smešteni u četiri relejne kućice u postrojenju 110 kV. U relejnim



kućicama su takođe smešteni i ormani merenja za smeštaj brojila za obračunsko i kontrolno merenje.

U komandnoj prostoriji unutar zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta PRP 110kV Veliki Krivelj 2 se smeštaju ormani staničnog računara postrojenja 110 kV, kao i ormani telekomunikacija.

Ormani razvoda 0,4 kV i nužne potrošnje, orman jednosmernog razvoda i orman invertora su smešteni u posebnu prostoriju sopstvene potrošnje, dok su ormani odgovarajućih podrazvoda u relejnim kućicama. U posebnoj prostoriji se nalaze i 10kV ćelije za glavno napajanje sopstvene potrošnje PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.

Dispozicija elektroopreme u zgradi 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama data je u grafičkom prilogu.

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.

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 lokalnog i daljinskog upravljanja postrojenja

Projektom se predviđa ugradnja dva stanična računara u redundantnoj konfiguraciji, koji se ugrađuju u orman staničnog računara =X+X1 u komandnoj prostoriji unutar zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.

Projektovana oprema sistema za upravljanje sastoji se od:

- 2 stanična računara (u ormanu =X+X1)
- 2 operatorske radne stanice, svaka sa po 2 monitora (na operatorskim radnim mestima u komandnoj prostoriji)
- 2 inženjerske radne stanice- 1 za zaštitu, 1 za SCADA-u, svaka sa po 1 monitorom (na inženjerskim radnim mestima u komandnoj prostoriji)
- 2 centralna ethernet sviča (u ormanu =X+X1)
- 2 stanična ethernet sviča (u ormanu =X+X1)
- lokalni ethernet svičevi (u ormanima upravljanja =Exx+S1 u relejnim kućicama)
- NTP servera (u ormanu =X+X1) sa GPS antenom
- štampač (na operatorskom radnom mestu u komandnoj prostoriji)
- KVM svič (u ormanu =X+X1)
- mikroprocesorskih upravljačkih uređaja (BCU) u ormanima upravljanja =Exx+S1
- mikroprocesorskih zaštitnih uređaja u ormanima zaštite =Exx+R1
- mikroprocesorskih upravljačko-zaštitnih uređaja (MPCU) u NN odeljcima 10kV ćelija



- 2 mikroprocesorska upravljačka uređaja za opštu signalizaciju i nadzor sopstvene potrošnje (u ormanu =X+X2)
- signalizacijsko-merne opreme (merni pretvarači, Pt100 sonde, anemometar)
- opreme prilagođenja (konvertor serijski/optički kablovi)
- opreme napajanja
- komunikacionih kablova - optičkih, UTP i serijskih.

Stanično-komunikaciona arhitektura je data u grafičkom prilogu.

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

- Nivo polja
- Stanični nivo

Stanični nivo upravljanja

Svi elementi staničnog nivoa upravljanja se sprežu i povezuju prema redundantnoj konfiguraciji lokalnog SCADA sistema u skladu sa internim standardom IS EMS 770:2018.

Sva mikroprocesorska oprema u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 mora biti vezana sa staničnim računarima u računarsku mrežu u skladu sa standardom IEC 61850. Predviđaju se industrijski lokalni switch-evi u ormanima upravljanja na koji su vezani svi IED uređaji u polju, dok su switch-evi među sobom povezani u prstenasti optički LAN, preko centralnih switch-eva u ormanu =X+X1.

Pored dva centralna ethernet switch-a u ormanu =X+X1, u isti orman se smeštaju i dva stanična ethernet switch-a, koji su povezani međusobno i sa centralnim ethernet switch-evima. Na stanične ethernet switch-eve se vezuju stanični računari, operatorske radne stanice, inženjerska radna stanica za SCADA-u i štampač.

Predviđeni stanični računari moraju biti personalni računari u industrijskoj izradi sa SCADA programskim sistemom. Oni u sebi treba da objedinjavaju komunikacione funkcije, funkcije za obradu podataka i vizuelizaciju.

Komunikacija lokalnog SCADA sistema PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 sa nadređenim upravljačkim centrima i lokalnim SCADA sistemom TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2 odvija se prema protokolu IEC 60870-5-101. U svim slučajevima ostvaruje se uvid u tehnološke informacije susednih objekata, ali se ne dopušta komandovanje drugim objektima.

Pri tome se za komunikaciju lokalnog SCADA sistema objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 sa lokalnim SCADA sistemima TS obezbeđuje sigurno bezbedonosno razdvajanje infrastruktura. Koristiće se dvostruka veza u skladu sa standardom SRPS EN 60870-5-101 i to na način:

- Za prihvatanje podataka iz lokalnih SCADA sistema TS konfiguracija Master-Slave
- Za slanje podataka ka lokalnim SCADA sistemima TS konfiguracija Slave-Master

Predviđaju se dve operatorske radne stanice kao korisnički interfejs za nadzor i upravljanje objektom PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. Preko korisničkog interfejsa operatorskih radnih stanica omogućavaju se funkcije komandovanja, kao i grafičkog prikaza, izveštavanja, arhiviranja i štampanja podataka. Kućišta operatorskih radnih stanica, kao i monitori, miš,



tastatura operatorskih radnih stanica smešteni su u komandnoj prostoriji zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

Inženjerske radne stanice (za zaštitu i za SCADA sistem) su industrijski računari za potrebe konfigurisanja, parametrizaciju i prikupljanje podataka o stanju celokupnog sistema zaštite i upravljanja. Inženjerske radne stanice smeštene su u komandnoj prostoriji zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

Nivo polja

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 u 110kV postrojenju.

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.

Predviđaju se industrijski lokalni switch-evi u ormanima upravljanja u relejnim kućicama na koje su vezani svi IED uređaji jednog polja. Ethernet switch-evi se povezuju među sobom i sa centralnim switch-evima u topologiju prstena koja obezbeđuje N-1 redundansu na nivou ispada komunikacionih veza. Na centralne switch-eve se povezuju i upravljački uređaji u ormanima opšte signalizacije, MPCU u NN ormanima 10kV ćelija, stanični računari, operatorske radne stanice, inženjerske radne stanice i NTP server.

Upravljačka jedinica polja izvršna je oprema distribuiranog procesno-informacijskog sistema upravljanja 110kV postrojenja. Ugrađuje se po jedna jedinica za svako polje 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, mogućnost sprovođenja funkcije provere sinhronizma u dalekovodnim poljima, 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 (1. nivo upravljanja), te kao izvršna oprema za prihvatanje upravljačkih naloga iz sistema staničnog računara (2. nivo) ili nadređenih centara upravljanja (3. nivo i 4. nivo) – putem komunikacione mreže distribuiranog sistema vođenja (RDC Bor, NDC Beograd i RNDC).

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

- LOKALNO: upravljanje s prednje ploče (HMI) upravljačke jedinice
- DALJINSKI: upravljanje sa staničnog računara ili daljinski NDC/ RNDC /RDC.



Preko sistemskog komunikacionog interfejsa sa zadnje strane jedinice polja povezuju se na pripadajući lokalni switch, te posredno na centralne switch-eve u ormanu staničnog računara =X+X1.

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

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.

Nivoi upravljanja

Mogući nivoi upravljanja PRP 110kV Veliki Krivelj 2 međusobno moraju biti uslovljeni položajima izbornih preklopki na način da se položajem nižeg nivoa onemogućuje upravljanje sa višeg nivoa. Nadzor nad postrojenjem je moguć istovremeno na svim nivoima, bez obzira na odabran nivo upravljanja.

Nivoi nadzora i upravljanja su sledeći:

0. **SERVISNO UPRAVLJANJE**, sa samih aparata u VN poljima, bez blokada, koristi se tokom održavanja i ne smatra se nivoom upravljanja.
1. **PRVI NIVO (NIVO POLJA)**: upravljanje sa ormana u polju i sa ormana upravljanja smeštenih u relejnim kućicama u 110kV postrojenju (upravljačka jedinica polja, interventno: RUP – rezervni upravljački panel)
2. **DRUGI (STANIČNI) NIVO**: upravljanje sa staničnog računara – upravljanje na nivou priključno razvodnog postrojenja PRP 110 kV Veliki Krivelj 2
3. **TREĆI NIVO**: daljinsko upravljanje iz RDC Bor
4. **ČETVRTI NIVO**: daljinsko upravljanje iz NDC Beograd ili RNDC (najviši nivo upravljanja)

Celokupni sistem upravljanja postrojenja u smislu optimalne raspoloživosti mora biti izveden na način da u slučaju neraspoloživosti višeg nivoa uvek postoji mogućnost upravljanja sa nižeg nivoa:

- a) U slučaju ispada daljinskog vođenja mora ostati raspoloživa funkcija lokalnog vođenja na nivou priključnog postrojenja (stanični računar)
- b) U slučaju ispada sistema staničnog računara, mora ostati raspoloživa funkcija upravljanja na nivou upravljačkog mesta polja (orman upravljanja), odnosno na prvom nivou.



Poseban način upravljanja mora biti omogućen na prvom nivou u slučaju ispada upravljačke jedinice polja korišćenjem rezervnog upravljačkog panela (RUP).

Indikacija položaja rasklopne opreme

Indikacija položaja rasklopne opreme daje informacije o njenom položaju u postrojenju.

Podaci o određenom uređaju se uzimaju sa signalnih kontakata tog rasklopnog uređaja. Informacije o položaju su dostupne lokalno na rezervnom upravljačkom panelu (RUP) i na monitoru pripadajuće upravljačke jedinice polja, ali i daljinski, putem sistema nadzora i upravljanja postrojenja (na staničnom računaru i na radnoj stanici u dispečerskom centru). U cilju realizovanja pojedinih relejnih zaštita, obezbeđeno je prosleđivanje ovih informacija ka relejnim ormanima zaštite polja i ka ostalim podsistemima u postrojenju.

Pomoću indikatora položaja koji su smešteni na rezervnom upravljačkom panelu u okviru ormara =E0x+S1 je omogućena signalizacija položaja prekidača, svih rastavljača i noževa za uzemljenje odgovarajućeg 110 kV polja.

Takođe, na RUP-u postoji ugrađen i signalni tablo na kojem se mogu videti najbitniji signali i alarmi iz polja.

Na monitoru upravljačke jedinice polja je takođe omogućena informacija o položaju rasklopne opreme u polju. Informacija o položaju se generiše iz dva statusna digitalna ulaza, tako da je omogućena dodatna kontrola ispravnosti položajne signalizacije.

Položaj svih rasklopnih uređaja je moguće očitati i sa odgovarajućeg staničnog računara, a preko sistema nadzora i upravljanja postrojenja. Informacija o položaju se šalje iz upravljačke jedinice optičkim putem do staničnog računara, dalje se prenosi do daljinskog centra upravljanja gde je takođe omogućen uvid u položaj rasklopne opreme.

Alarmna signalizacija

Alarmi predstavljaju signalizaciju stanja u postrojenju (delovanje zaštite, nestanak pomoćnih napona, isključenja pojedinih elemenata u postrojenju i sl.). Alarmi za postrojenje se signaliziraju na monitorima operatorskih stanica i dispečerske radne stanice u Dispečerskom centru upravljanja. U zavisnosti od važnosti pojedinih alarma i hijerarhijskog nivoa na kojem postoji alarmna signalizacija, neki alarmi se šalju kao pojedinačni ili se grupišu i šalju kao zbirni.

Na upravljačkim jedinicama polja je predviđeno grupisanje pojedinih alarma s obzirom na ograničen broj signalnih ulaza. Signalizacija alarma u polju je omogućena preko odgovarajućih digitalnih ulaza, a signalizacija kvara samog upravljačkog uređaja se vrši preko njegovog „Watchdog“ kontakta.

Na opremi / uređajima za zaštitu koja se nalazi u ormanima =E0x+R1 za 110 kV postrojenje ima se signalizacija svih alarma koji su vezani za proradu odgovarajućih zaštitnih uređaja. Reset i ovih uređaja je omogućen na licu mesta, u slučaju prestanka alarma. Svi zaštitni releji su mikroprocesorskog tipa sa podrškom za IEC protokole i sa povezivanjem na optiku. Na taj način je omogućen prenos alarmnih informacija (između svih ostalih) u sistem nadzora i upravljanja TS, pa dalje u Daljinski Centar upravljanja (dispečerski centar).



Jedinice opšte alarmne signalizacije i nadzora nad sopstvenom potrošnjom

Jedinice opšte alarmne signalizacije i nadzora služiće za prihvatanje, lokalni prikaz i prosleđivanje na sistem alarmne signalizacije u PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. Predviđa se ugradnja dve jedinice opšte alarmne signalizacije i nadzora u ormanu opšte signalizacije =X+X2, koji se smešta u komandnu prostoriju zgrade 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Predviđeni kapacitet svake od jedinica opšte alarmne signalizacije i nadzora nad sopstvenom potrošnjom je prihvatanje minimalno 64 signala. Uređaji će se napajati dvostrukim pomoćnim napajanjem. Iz sistema sigurnosnog napajanja jednosmernim naponom (220 V DC).

Na jednu jedinicu će se, između ostalog, povezati sledeći alarmi i signalizacija:

- ispad zaštitnih automata iz ormara staničnog računara
- kvarovi upravljačkih jedinica polja
- alarmi i signalizacija iz ormara protivpožarne centrale
- ispad automata / nestanak napona napajanja upravljačkih jedinica i krugova signalizacije
- ispad automata / nestanak napona za napajanje u ormanima dovoda i glavnog razvoda za napajanje sopstvene potrošnje naizmeničnim naponom
- statusi rasklopne opreme.

Na drugu jedinicu se povezuju:

- alarmi iz sistema telekomunikacija
- alarmi iz sistema zaštite od požara
- nespecificirani signali opšte namene (npr. ulaz u objekat i slično).
- kvarovi upravljačkih jedinica polja
- ispad zaštitnih automata i kvar releja u RP 10 kV
- alarmi i signalizacija iz sistema pomoćnog napajanja 220 V DC
- alarmi iz sistema pomoćnog napajanja 400/230V, 50 Hz, invertorskog razvoda, ormara dizel agregata
- merenja struje i napona.

Pri tome, grupe signala, merenja i indikacija biće podeljene između ove dve jedinice, a preciznije grupisanje signala biće izvršeno u narednim fazama razrade tehničke dokumentacije.

U ormanu opšte signalizacije =X+X2 se, takođe, smešta i signalni tablo za prikaz 48 signala.

Zaštita postrojenja 110kV

U relejnim kućicama u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 svi uređaji relejne zaštite smešteni su u odgovarajućim ormanima zaštite.

Zaštita je izvedena sa numeričkim relejima sledećih karakteristika:

- trajni samonadzor i samodijagnostika (*selfsupervision*)



- mogućnost zapisa događaja (*event recorder*) i oscilograma veličina kvara (*disturbancerecorder*) sa odgovarajućim aktivacijama binarnih ulaza i izlaza, te mogućnost daljinskog pristupa podacima
- nadzor ulaznih mernih veličina
- opremljeni prednjim komunikacionim interfejsom za lokalno podešavanje i pristup podacima, zadnjim komunikacionim interfejsom za spoj na procesni sistem vođenja (IEC 61850) i pristupa skladištenim podacima
- opremljeni ekranom za lokalno podešavanje radnih i funkcionalnih parametara, te očitavanje podešenja i merenih veličina
- opremljeni lokalnom LED signalizacijom prorada pojedinih funkcija
- pomoćno napajanje 220V DC
- priključak analognih ulaza na sekundare mernih transformatora 1A, 100V, 50Hz.

Sastavni deo isporuke releja zaštite mora biti i programska podrška za parametризaciju, kao i programska podrška za daljinski pristup i analizu skladištenih podataka. Zbog osetljivosti opreme, prostor za njen smeštaj će biti klimatizovan.

Sistem relejne zaštite obuhvata:

- zaštitu 110kV dalekovoda
- zaštitu kablovskih vodova 110 kV
- zaštitu spojnog polja 110kV
- zaštitu sabirnica 110kV

Zaštita nadzemnih i kablovskih vodova 110 kV

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

Dalekovodi 110kV PRP Veliki Krivelj 2 – Bor 2 (DV 1150/1 i DV 177/1) kao i 110kV PRP Veliki Krivelj 2 – TS Veliki Krivelj (DV 1166/2 i DV 1150/2) se smatraju električno „kratkim“ dalekovodima, dok se dalekovodi 110kV PRP Veliki Krivelj 2 – Đerdap 2 (DV 1166/1) i 110kV PRP Veliki Krivelj 2 – Majdanpek 2 (DV 177/2) smatraju električno „dugim“ dalekovodima. U skladu sa internim standardom IS-EMS 712:2018, 110kV kablovi se sa aspekta zaštite tretiraju isto kao električno „kratki“ vodovi, pri čemu funkcija APU (automatskog ponovnog uključanja) postoji samo na nadzemnim vodovima. U skladu sa Internim standardom IS-EMS 712:2018, predviđa se jedan glavni uređaj, i dodatno uređaj – rezervna zaštita, sa sledećim ugrađenim funkcijama:

- Za električno „duge“ 110 kV vodove:

- Jedan zaštitni uređaj - **glavna zaštita**:
 - distantna zaštita (21) sa kvadrilateralnom karakteristikom, na podimpedantnom principu sa najmanje pet vremensko-distantnih stepena,
 - funkcija jednopolnog i trolnog (I_p+3p) automatskog ponovnog uključanja (APU) (79),



- zaštita od uključenja na kvar (SOTF),
 - usmerena zemljospojna zaštita (67N),
 - funkcija komunikacije između zaštitnih uređaja na krajevima dalekovoda (85) za distantnu i usmerenu zemljospojnu zaštitu,
 - kontrola sinhronizma pri 3p APU,
 - blokada zaštite pri oscilovanju snage u mreži (21 PSB),
 - zaštita od otkaza prekidača (50BF),
 - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
 - višestepena zemljospojna zaštita (51N),
 - zaštita od preopterećenja (49) sa mogućnošću eksterne blokade (preklopka),
 - zaštita od prekida provodnika (46BC), odnosno zaštita od asimetrije polova prekidača,
 - funkcija detekcije slabog napajanja kvara (*weak end infeed*) povezana u telekomandna kola,
 - funkcija nadzora sekundarnih kola,
 - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*)
 - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
 - funkcija lokatora kvara (*fault locator*),
 - funkcija samonadzora (*selfsupervision*).
 - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
 - interna signalizacija delovanja zaštite,
 - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara.
- Jedan zaštitni uređaj - **rezervna zaštita**:
 - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
 - višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
 - usmerena zemljospojna zaštita (67N),
 - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*)
 - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
 - funkcija samonadzora (*selfsupervision*).
 - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
 - interna signalizacija delovanja zaštite,
 - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara.



- Za električno „kratke“ 110 kV vodove:

- Jedan zaštitni uređaj - **glavna zaštita**:
 - podužna diferencijalna zaštita (87L)
 - distantna zaštita (21) sa kvadrilateralnom karakteristikom, na podimpedantnom principu sa najmanje pet vremensko-distantnih stepena,
 - funkcija jednopolnog i trolnog (I_p+3p) automatskog ponovnog uključanja (APU) (79),
 - zaštita od uključanja na kvar (SOTF),
 - usmerena zemljospojna zaštita (67N),
 - funkcija komunikacije između zaštitnih uređaja na krajevima dalekovoda (85) za distantnu i usmerenu zemljospojnu zaštitu,
 - kontrola sinhronizma pri 3p APU,
 - blokada zaštite pri oscilovanju snage u mreži (21 PSB),
 - zaštita od otkaza prekidača (50BF),
 - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51),
 - višestepena zemljospojna zaštita (51N),
 - zaštita od preopterećenja (49) sa mogućnošću eksterne blokade (preklopka),
 - zaštita od prekida provodnika (46BC), odnosno zaštita od asimetrije polova prekidača,
 - funkcija detekcije slabog napajanja kvara (*weak end infeed*) povezana u telekomandna kola,
 - funkcija nadzora sekundarnih kola,
 - funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*)
 - funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*),
 - funkcija lokatora kvara (*fault locator*),
 - funkcija samonadzora (*selfsupervision*).
 - monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju,
 - interna signalizacija delovanja zaštite,
 - mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara.
- Jedan zaštitni uređaj - **rezervna zaštita**:
 - višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
 - višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
 - usmerena zemljospojna zaštita (67N),



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

Predviđaju se i dodatne zaštite funkcije:

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

Za testiranje zaštita u pogonu predviđene su ispitne utičnice.

Radi ostvarivanja funkcije podužne diferencijalne zaštite (87L) potrebno je predvideti u susednim TS ugradnju po jednog uređaja identičnog uređaju u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 kao i komunikaciju putem optičkog kabla (FO) za svaki par uređaja.

Zaštita spojnog polja 110 kV

U spojnom polju predviđa se jedan uređaj glavne zaštite koji uključuje zaštitne i druge funkcije definisane u IS EMS 739:2018 – Zaštita sabirnica i spojih polja visokonaponskih postrojenja:

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (51);
- višestešena zemljospojna zaštita (51N);
- zaštita od preopterećenja (49) sa mogućnošću eksterne blokade (preklopka);
- zaštita od prekida provodnika (46BC), odnosno zaštita od asimetrije polova prekidača;
- zaštita od uključenja na kvar (SOTF);
- funkcija nadzora sekundarnih kola;
- funkcija hronološke registracije događaja (*event recorder*);
- funkcija snimanja poremećaja u mreži (*disturbance recorder*);
- funkcija samonadzora (*self supervision*);
- monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju;
- interna signalizacija delovanja zaštite;
- mogućnost setovanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog relea (HMI/MMI) i eksterno putem računara.

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



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 uređaj treba da sadrži definisane su u IS EMS 739:2018 – Zaštita sabirnica i spojih polja visokonaponskih postrojenja:

- brza diferencijalna zaštita sabirnica (87B) je distribuirani sistem koji se sastoji od centralne jedinice i jedinica polja;
- zaštita sabirnica je niskoimpedantnog tipa i funkcioniše na principu I Kirhofovog zakona za izmerene struje po poljima;
- diferencijalna zaštita sabirnica poseduje selekciju po zonama, odnosno pojedinim sistemima sabirnica, i fazama (Bus Zone karakteristika);
- diferencijalna zaštita sabirnica poseduje mogućnost podešavanja dodatne karakteristike koja je nezavisna od uklopnog stanja, poseduje selekciju po fazama i obuhvata kompletan sistem sabirnica (Check Zone karakteristika);
- mogućnost podešavanja posebne karakteristike za kvarove sa zemljom;
- diferencijalna karakteristika poseduje stabilizaciju za kvarove sa velikim strujama kvara izvan štice zone i u slučaju zasićenja strujnih transformatora;
- očuvana funkcionalnost prilikom zasićenja strujnih transformatora;
- kratko vreme delovanja;
- prilagođavanje različitih prenosnih odnosa SMT po poljima bez upotrebe strujnih međutransformatora;
- mogućnost lakog konfigurisanja i proširenja sistema uz pomoć odgovarajućeg softverskog alata;
- selektivna blokada rada u slučaju kvara izolatora, kvara komunikacione veze sa perifernom jedinicom, periferne jedinice, neregularnog merenja;
- mogućnost slanja Intertrip signala za isključenje prekidača u susednoj trafostanici;
- mogućnost detektovanja i isključenja kvara u spojnom polju između strujnog transformatora i prekidača - kvar u mrtvoj zoni;
- mogućnost detektovanja i isključenja kvara između strujnog transformatora i prekidača u dalekovodnom polju;
- mogućnost supervizije uklopnog stanja rasklopne opreme i pamćenja poslednjeg stanja u slučaju nestanka signalnog DC napona;
- mogućnost praćenja vremena potrebnog za promenu uklopnog stanja rasklopne opreme i iniciranja alarma u slučaju neregularnosti;
- mogućnost ručne blokade rada funkcije diferencijalne zaštite sabirnica (korišćenjem preklopke);



- mogućnost hronološke registracije događaja (event recorder);
- mogućnost snimanja poremećaja u mreži - disturbance recorder (RDRE);
- mogućnost samonadzora statusa rasklopne opreme, isključnih kola, sekundarnih
- mernih kola, napojnih DC kola i samih mikroprocesorskih uređaja (self supervision);
- mogućnost prikazivanja ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju periferne jedinice za sopstveno polje i na centralnoj jedinici za sva polja;
- mogućnost prikazivanja vrednosti diferencijalne i stabilizacione struje po fazi i po sistemu sabirnica na centralnom uređaju zaštite sabirnica;
- poseduje internu signalizaciju delovanja zaštite;
- mogućnost podešavanja radnih i funkcionalnih parametara preko tastature sa samog releja (HMI/MMI) i eksterno putem računara;
- poseduje odgovarajući broj LED dioda, binarnih ulaza i izlaza koje je moguće slobodno konfigurisati;
- poseduje mogućnost vremenske sinhronizacije preko sistemskog porta u skladu sa SRPS EN 61850;
- poseduje funkciju zaštite od otkaza prekidača.

Funkcija zaštite od otkaza prekidača koju sistem treba da poseduje ima sledeće karakteristike:

- mogućnost podešavanja modaliteta rada za svako polje posebno;
- detekcija neuspešnog otvaranja prekidača na osnovu merenja struje kroz prekidač;
- detekcija neuspešnog otvaranja prekidača na osnovu praćenja uklopnog stanja preko signalnih kontakata;
- mogućnost podešavanja strujnog praga prorade;
- mogućnost ponavljanja komande za isključenje;
- mogućnost slanja Intertrip signala za isključenje prekidača u susednoj trafostanici;
- mogućnost skraćanja vremena delovanja usled signaliziranog kvara prekidača;
- mogućnost ručne blokade rada funkcije zaštite od otkaza prekidača (korišćenjem preklopke);
- mogućnost povezivanja eksternog uređaja za zaštitu od otkaza prekidača;
- mogućnost selektivnog starta funkcije za svaku fazu preko binarnih ulaza;
- mogućnost starta funkcije iz susedne trafostanice.



Centralna zaštitna jedinica sabirnica se smešta u orman zaštite spojnog polja koji se nalazi u relejnoj kućici. U svim ormanima zaštite (=Exx+R1) smešta se po jedna periferna jedinica zaštite sabirnica, ukupno 16 jedinica. Komunikacija sa centralnom jedinicom je predviđena optičkim kablovima. U ormanima se predviđaju posebne ispitne utičnice za zaštitu sabirnica za testiranje zaštita u pogonu.

Zaštita postrojenja sopstvene potrošnje 10 kV

Odvodna ćelija

U NN odeljku odvodne ćelije 10 kV se nalazi zaštitno upravljačka jedinica (MPCU jedinica) koja objedinjuje funkcije signalizacije, upravljanja rasklopnom opremom, merenja i zaštite.

MPCU jedinica ima ugrađene sledeće zaštitne funkcije:

- Višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Višestepena zemljospojna zaštita odvoda (50N/51N)
- Zaštita od preopterećenja (49)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Kontrola isključnih krugova (74TC)
- Zaštita od nesimetričnog opterećenja (46)

Ćelija kućnog transformatora

U NN odeljku ćelije kućnog transformatora 10kV se nalazi zaštitno upravljačka jedinica (MPCU jedinica) koja objedinjuje funkcije signalizacije, upravljanja rasklopnom opremom, merenja i zaštite.

MPCU jedinica ima ugrađene sledeće zaštitne funkcije:

- Trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- Trofazna kratkospojna zaštita (50/51)
- Zemljospojna zaštita transformatora (50N/51N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- Kontrola isključnih krugova (74TC)
- Zaštita od nesimetričnog opterećenja (46)

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

- Zaštita transformatora od preopterećenja kontaktnim termometrom

Spojna ćelija

MPCU jedinica ima ugrađene sledeće zaštitne funkcije:

- Kontrola isključnih krugova (74TC).



Dodatne funkcije koje mora posedovati mikroprocesorski uređaj u svim tipovima polja su:

- Nadzor sekundarnih kola
- Hronološka registracija događaja (event recorder)
- Snimanje poremećaja u mreži (disturbance recorder)
- Lokator kvara (fault locator)
- Samonadzor (self supervision)
- Monitoring ulaznih mernih veličina na sopstvenom displeju
- Interna signalizacija delovanja zaštite
- Mogućnost setovanja radnih i zaštitnih parametara preko tastature sa samog relea i eksterno putem računara.

Mikroprocesorski uređaj mora meriti sledeće parametre: fazne struje, fazne napone, međufazne napone, aktivnu i reaktivnu energiju, prividnu snagu, faktor snage, frekvenciju i maksimalnu struju i snagu.

Dodatno, predviđa se ugradnja Ethernet switch-a koji se smešta u dodatku spojne ćelije na koju se povezuju svi MPCU-ovi 10kV postrojenja sopstvene potrošnje, a koji je u prstenu sa centralnim Ethernet switch-evima.

NN energetske i komandno-signalni kablovi moraju biti razdvojeni i zaštićeni unutar ćelije od opreme koja je pod naponom 10kV.

Niskonaponska klem-lajsna, kleme i kablovi moraju biti jasno obeleženi u skladu sa šemama ožičenja koje se isporučuju uz postrojenje. Predvideti mesto za fiksiranje završetaka NN energetskih i komandno-signalnih kablova.

Sve plašteve i sve neiskorišćene žile kablova povezati na odgovarajuću šinu za uzemljenje.

Merenje napona, struje, aktivne i reaktivne snage

Na upravljačkim jedinicama u sastavu ormara +S1 u relejnim kućicama vrše se merenja napona i struja po fazama, aktivne i reaktivne snage, faktora snage i parametara za sinhronizaciju, a na upit se prikazuje na ekranu upravljačke jedinice.

Na rezervnom upravljačkom panelu, smeštenom u okviru ormara upravljanja, +S1 u relejnoj kućici, za svako polje se vrše merenja struje u srednjoj fazi i faznih i linijskih napona (sa preklopom za izbor – linijski / fazni napon).

Na radnim stanicama je obezbeđen prikaz merenih veličina, u skladu sa rešenjima PC-SCADA sistema, koji minimalno treba da obuhvati: struje po fazama, linijske napone na svim naponskim nivoima, aktivne i reaktivne snage sa označenim smerom, faktor snage po svakom energetskom transformatoru, frekvenciju, položaj regulacione sklopke, temperaturu ambijenta i brzinu vetra, parametre za sinhronizaciju i napone i struje sopstvene potrošnje (jednosmerne, naizmjenične, osnovno i rezervno napajanje, sigurnosno napajanje i besprekidno napajanje). Informacije o položaju regulacione sklopke, kao i temperatura namotaja i ulja transformatora 110/10 kV se uvode u stanični računar PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 preko komunikacione veze sa postrojenjem transformacije. Iz postrojenja 110 kV ne može se komandovati opremom u TS 110/10 kV Veliki Krivelj 2, niti upravljati transformatorima.



Obračunsko i kontrolno merenje električne energije

Merna mesta za kontrolna ili obračunska merenja isporučene i preuzete električne energije ugrađuju se i opremaju u skladu sa:

- Pravilima o radu prenosnog sistema,
- Internim standardima IS EMS 411:2018 i IS EMS 710:2016,
- Tehničkim uslovima AD EMS-a za obračunsko merenje.

Mesta obračunskog merenja su izvodi za kablovske i nadzemne vodove 110 kV ka objektima Korisnika prenosnog sistema.

Merna mesta za kontrolu merenja isporučene i preuzete električne enrgije predviđaju se na pozicijama na kojima je i obračunsko merenje. Tehnička merenja predviđaju se u dalekovodnim poljima 110 kV.

Brojila se smeštaju po ormanima merenja u relejnim kućicama.

U relejnoj kućici RKE1 predviđa se smeštaj dva ormana merenja, orman =Q+QM1 u koji se smeštaju brojila za obračunsko i kontrolno merenje ka Korisniku prenosnog sistema, TS Veliki Krivelj 2 i orman kontrolnih merenja =Q+QM2, u kom se predviđa smeštaj tri brojila za kontrolna merenja u poljima =E01, =E02 i =E04.

U relejnoj kućici RKE2 predviđaju se dva ormana merenja =Q+QM3, u kom se predviđa smeštaj brojila za kontrolna merenja u poljima =E03 i =E05, , kao i =Q+QM4 u kom će biti smeštena brojila za obračunsko i kontrolno merenje ka Korisniku prenosnog sistema, TS Veliki Krivelj 2 (za dva polja).

U relejnoj kućici RKE3 predviđa se smeštaj jednog ormana merenja, =Q+QM5 u kom će biti smeštena brojila za obračunsko i kontrolno merenje ka TS Jama Rudnik, i dva brojila za kontrolna merenja u poljima ka TS Bor 6.

U relejnoj kućici RKE4 predviđa se jedan orman merenja =Q+QM6 za smeštaj brojila za obračunsko i kontrolno merenje ka TS Jama Rudnik, i jednog brojila za kontrolno merenje u polju =E14, ka TS Majdanpek 2.

U ormane merenja se pored višefunkcionalnih brojila smešta i modem za komunikaciju, merno-priključna kutija (MPK) i ostali pomoćni pribor. Ormani merenja su tipskih dimenzija 2200x800x800 mm (vxšxd).

Obračunsko merenje sopstvene potrošnje PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 se ne izvodi u samom PRP-u već se izvodi u objektu Priključno-razvodnog postojenja ODS-a, a u svemu prema uslovima Elektrodistribucije Srbije.

Napajanje ormana obračunskog merenja pomoćnim naponima vrši se u okviru grupnog napajanja ormana prostorije upravljanja i zaštite naizmeničnim naponom 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 integrisanog sistema nadzora i upravljanja prenose na stanični računar (HMI) i dalje u nadređeni dispečerski centar.



Merenje temperature ambijenta i brzine vetra

Merenje spoljne temperature ambijenta se vrši pomoću spoljnih senzora (Pt100 sonda) na nosaču strujnog transformatora u fazi „8“ dalekovodnog polja =E02. Izlazi iz ovih senzora se uvode u merni pretvarač smešten u ormanu staničnog računara 110kV, pa u upravljačku jedinicu za prihvatanje opštih signala kao analogni (mA) ulazi i tako se (preko staničnog računara) omogućava njihovo očitavanje na ekranima operatorskih radnih stanica, kao i u daljinskom centru upravljanja.

Merenje brzine vetra vrši se pomoću anemometra postavljenog na zgradi 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama. Izlaz iz ovog uređaja se uvodi u merni pretvarač smešten u ormanu staničnog računara 110 kV, pa u upravljačku jedinicu za prihvatanje opštih signala kao analogni ulaz i tako se (preko staničnog računara) omogućava njegovo očitavanje na ekranima operatorskih radnih stanica, kao i u daljinskom centru upravljanja.

GPS uređaj za merenje jedinstvenog tačnog vremena

Sinhronizacija jedinstvenog tačnog vremena na svim podsistemima u okviru TS će se vršiti preko GPS uređaja (NTP server) koji se instalira u ormar staničnog računara =X+X1, dok se GPS antena, povezana na GPS uređaj koaksijalnim kablom, postavlja na krov zgrade.

Kvalitet električne energije

U svakom izvodnom kablovskom polju i dalekovodnom polju 110kV ka objektima Finansijera, u ormanu upravljanja +S1, se ugrađuje po jedan stacionarni uređaj, klase A prema SRPS EN 61000-4-30, za kontinualni monitoring kvaliteta električne energije.

U uređaje se uvode struje sa mernih jezgara strujnih transformatora i naponi sa naponskih transformatora iz kablovskih polja u PRP-u.

Uređaji podržavaju merenja parametara kvaliteta električne energije prema standardima SRPS EN 61000-4-7 i SRPS EN 61000-4-15.

1.5.4. Sopstvena potrošnja objekta

Razvod naizmeničnog napona 400/230 V, 50 Hz za napajanje sopstvenih potreba

Sistem sopstvene potrošnje objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 potrebno je izvesti prema Internom standardu IS-EMS 133:2014 Elektromreže Srbije (EMS): „*Sopstvena potrošnja u transformatorskim stanicama, razvodnim postrojenjima i dispečerskim centrima*“. Prema navedenom dokumentu, objekat PRP 110 kV Veliki Krivelj 2, prema prioritetu napajanja spada u objekt I kategorije, zbog čega isti mora posedovati tri izvora napajanja opreme sopstvenih potreba i to:

- osnovno napajanje,
- rezervno napajanje i
- sigurnosno napajanje.

Osnovno i rezervno napajanje obezbediti iz objekta PRP 10 kV, koje je u vlasništvu Operatora distributivnog sistema preduzeća „Elektro distribucije Srbije“ koje će biti smešteno



kao zasebna prostorna i funkcionalna celina u blizini parcele namenjene za izgradnju objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2.

Iz ODS-ovog distributivnog objekta PRP 10 kV sa 2 (dva) voda 10 kV (za osnovno i rezervno napajanje) napaja se sredjenaponsko postrojenje 10 kV, za sopstvene potrebe, smešteno u okviru objekta PRP 110kV Veliki Krivelj 2, a koje treba da ispunjava zahteve IS–EMS 133.

ODS-ov distributivni objekat PRP 10 kV je definisan tehničkim uslovima za priključenje sopstvene potrošnje br. 20700-D.10.08-214848/3-2021, od 18.10.2021. god. ODS-ov distributivni objekat PRP 10 kV mora ispunjavati zahteve za obezbeđenim napajanjem iz SN distributivne mreže iz dve različite izvorne tačke.

Sigurnosno napajanje sabirnica za pokrivanje nužnih potreba se obezbeđuje sa ugradnjom dizel-električnog agregata, koji se dimenzioniše minimalno prema snazi nužne opreme sopstvenih potreba.

Za transformaciju sa srednjeg naponskog na 400/230 V, 50 Hz naponski nivo predviđa se ugradnja dva suva kućna transformatora 10/0,4 kV, snage 250kVA (poglavlje Proračuni), sa petopoložajnim ručnim regulatorom napona, koraka $\pm 2 \times 2,5\%$, sprege Dyn5. Napajanje sopstvene potrošnje iz mreže srednjeg napona potrebno je izvesti u skladu sa uslovima nadležnog Operatora distributivnog sistema.

Transformatori sopstvene potrošnje

Za potrebe napajanje sabirnica sopstvenih potreba, predviđa se ugradnja dva suva transformatora sopstvene potrošnje (kućni transformatori) sledećih tehničkih karakteristika:

- | | |
|---|----------------------|
| - nazivna snaga | 250kVA |
| - prenosni odnos | 10/0,4 kV |
| - napon kratkog spoja | 6% |
| - sprega | Dyn5 |
| - hlađenje | AN |
| - regulacija napona na VN strani | $\pm 2 \times 2,5\%$ |
| - kontakti termometar alarm i isključenje | |

Karakteristike transformatora sopstvene potrošnje moraju biti usklađene sa zahtevima iz IS EMS-133:2014 i zahtevima tehničkih uslova nadležnog Operatora distributivnog sistema.

Predviđeni transformator je standardne fabričke izvedbe izrađen u skladu sa standardima IEC 60076 i DIN 42500, te namenjen za rad u zatvorenom prostoru i na nadmorskoj visini do 1000 m. Transformatori sopstvene potrošnje će se smestiti u zasebnu prostoriju unutar zgrade PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. Ispod transformatora će biti postavljene odgovarajuća vodonepropusna kada (korita) za slučaj potencijalne zamene suvih transformatora uljnim.



Hlađenje transformatora sopstvene potrošnje

Budući da će kućni transformatori biti smešteni u zatvorenom prostoru, za njihovo hlađenje treba da se osigura prirodna cirkulacija vazduha. U prostorijama kućnih transformatora predviđaju se ventilacioni otvori sa žaluzinama u dva ugla spoljnog zida prostorije. Veličina otvora biće određena u toku kasnije faze izrade tehničke dokumentacije prema ulaznom podatku o snazi disipacije toplote transformatora sopstvene potrošnje.

Priključak transformatora sopstvene potrošnje

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

Spoj transformatora i rasklopnog bloka SN postrojenja izvodiće se jednožilnim bakarnim kablovima XHE 49 4x(1x150/25mm²) , pri čemu će se 4-četvrta žila položiti u kablovski kanal kao rezervna. Spoj transformatora i pripadajućeg ormara NN razvoda izvodiće se pomoću jednožilnih bakarnih kablova sa izolacijom PVC, PP00 4x(1X300mm²).

Kablovi odvoda se polažu u kablovskim kanalima unutar zgrade PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. Za komandno-signalne kablove se predviđaju kablovski regali na zidu kablovskih kanala.

Razvod naizmeničnog napona

Predviđa se ugradnja razvoda sastavljenog od limenih slobodnostojećih tipskih NN ormara. Orman razvoda naizmeničnog napona za napajanje opreme sopstvenih potreba smešta se u prostoriju sopstvene potrošnje u zgradu 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

Predviđa se pet ormara sistema napajanja sopstvenih potreba naizmeničnom strujom:

- 1) Ormani dovoda sa kućnih transformatora 0.4 kV (=NA+NA1, =NA+NA2)
- 2) Orman razvoda opšte potrošnje 0.4 kV (=NA+NA3)
- 3) Orman dovoda sa dizel agregata sa preklopnom automatikom (=NA+NA4)
- 4) Orman razvoda nužne potrošnje 0.4 kV (=NA+NA5)

Napajanje razvoda se izvode isključivo kablovima koji se polažu po predviđenim kablovskim trasama kroz kablovske kanale, prodore u zidovima, cevi i kroz dupli pod (osigurani sa Roxtec ili slično zaptivkama). Dovodi u oba razvoda biće izvedeni kablovima i zaštićeni kompaktnim prekidačima sa zaštitnim jedinicama.

Element za zaptivanje se ugrađuje u postojeći otvor u zidu ili u podu koji je već bio korišćen i izbušen za prolazak kablova. Ugradnja u novi zid ili pod izrađuje se koristeći četvrtaste okvire od nerđajućeg čelika ili pomoću kružnih kalupa, koji se ugrađuju tokom livenja betona.

Element za zaptivanje je izraden od gume na bazi EPDM i nerđajućeg čelika AISI 316, a svi slojevi koji mogu da se uklone su unutar zaptivnog elementa.

Podešavanje spoljnog prečnika otvora postiže se uklanjanjem slojeva u zaptivnom elementu. Nakon ugradnje zaptivnog elementa montaže je završena nakon dotezanja šrafova koji su ugrađeni u zaptivni element. Premaz se isporučuje zajedno sa zaptivnim elementom. Element za zaptivanje mora biti sertifikovan za zaštitu od požara 120 min prema IEC 13501-2, pritiska vode od 4 bara i pritiska gasa od 2,5 bara.



Prečnik kružnog otvora za ugradnju zaptivnog elementa mora biti u skladu s zaptivnim elementima proizvođača.

Tip zaptivnog elementa: ROXTEC R zaptivni element ili sličnih karakteristika.

Montaža zaptivnih elemenata za zaštitu od požara, vode i gasa kablova ili cevi kroz zid ili pod. Modularni sistem zaptivanja zidnih ili podnih prolaza od pocinčanog čeličnog okvira (ugradnja sa šrafovim) i zaptivnih elemenata (modul sa osnovom od gume tipa EPDM) dubine 60 mm, sa ugrađenom kompresivnom jedinicom. Kod polaganja kablova, korišćena jezgra modula i slojevi se uklanjaju prema spoljnim prečnicima kabla ili cevi. Neiskorišćeni moduli ostaju sa modulom jezgra koji služi kao rezerva. Dimenzije otvora i način sprovođenja instalacije se izvode prema detaljima proizvođača.

Za priključak potrošača predviđeni su odvodi štice automatskim prekidačima. Ti odvodi napajaju potrošače direktno ili preko priključnih ormarića. Korišćen je TN-C-S sistem zaštite sa razdvajanjem P i N žile u ormanima glavnog razvoda AC potrošnje. Za priključak potrošača unutrašnje rasvete, grejanja, hlađenja i utičnica predviđeni su odvodi sa ormara instalacija objekta GRO koji je predmet druge sveske. Odvodi su opremljeni odgovarajućim zaštitnim prekidačima.

Podrazvod naizmeničnog napona

U relejnim kućicama (RKE1, RKE2, RKE3 i RKE4) predviđa se ugradnja podrazvoda naizmeničnog napona sastavljenog od limenih nazidnih tipskih NN ormara, za napajanje opreme sopstvenih potreba.

Predviđaju se dva ormara sistema napajanja sopstvenih potreba naizmeničnom strujom:

- 1) Orman podrazvoda opšte potrošnje 0.4 kV ($=NA+ZORKE_x$)
- 2) Orman podrazvoda nužne potrošnje 0.4 kV ($=NA+ZNRKE_x$)

Dizel-električni agregat

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

Dizel agregat je za spoljašnju montažu oklopljen u zvučno izolovanom kućištu, u blizini zgrade 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama

Snaga dizel električnog agregata je određena na način da osigura napajanje nužne opreme sopstvenih potreba. Prividna snaga DEA iznosi do 100 kVA. Detaljan proračun i izbor DEA biće prikazan u sledećim fazama projektne dokumentacije.

DEA oprema se 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 $=NA+NA4$.

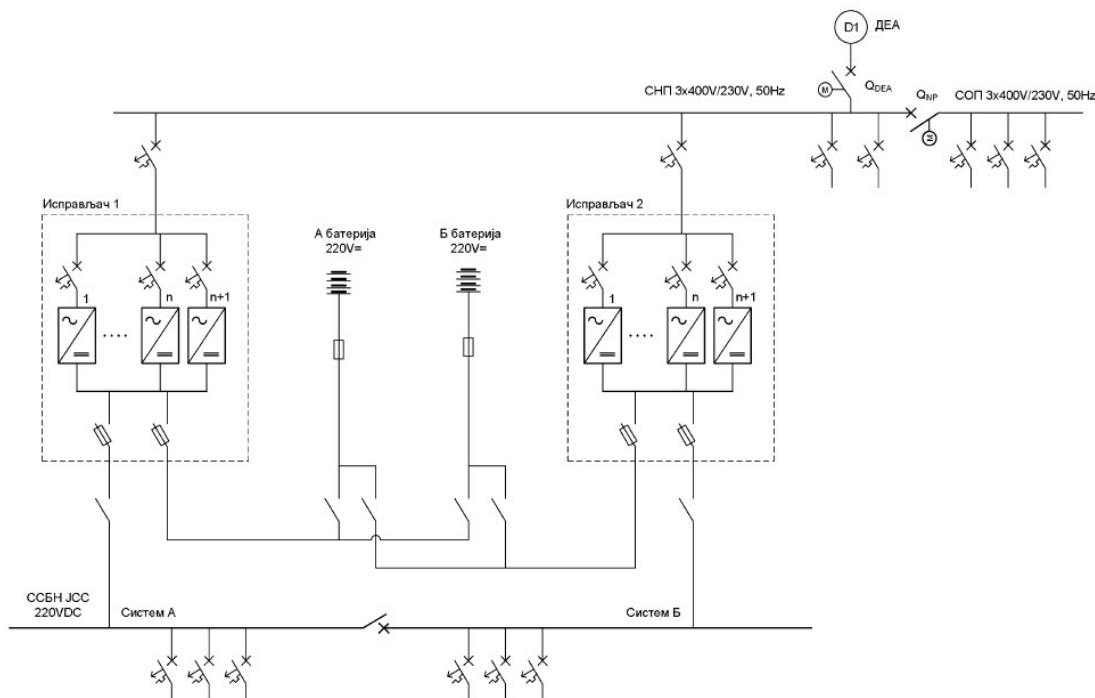
DEA je snabdeven opremom za zaštitu, upravljanje, signalizaciju i merenja.

DEA se oprema rezervoarom za gorivo koji obezbeđuje dovoljno goriva za 12h rada.

Razvod jednosmernog napona 220 VDC

Jednosmerni sistemi napajanja namenjeni su za besprekidno napajanje specifičnih jednosmernih potrošača u postrojenju kao što je stanični računar, procesna oprema (sistemi zaštite, sistemi upravljanja, telekomunikacioni sistem – pretvarači jednosmernog napona DC 220V / 48V sa „N+1“ modula i „N“ modula., nužno osvetljenje zgrade, motori za pogon sredjenaponskih prekidača itd.) i snabdevanje nužnih potrošača čiji je pouzdan rad od posebne važnosti. Princip besprekidnosti napajanja prema zahtevima iz Internog standarda IS EMS 133:2014 temelji se na paralelnom „floating“ spoju ispravljača i AKU baterije i održavanju akumulatorske baterije.

U slučaju ispada mrežnog napona ili kvara na ispravljaču, napajanje potrošača bez prekida preuzima akumulatorska baterija. Ispravljač je upravljan mikroprocesorom, a njegov rad, kao i sistem u celini nadzire centralna mikroprocesorska upravljačka jedinica smeštena u ormanu staničnog računara. Ona omogućava upravljanje sistemom, očitavanje rezultata izmerenih vrednosti, te lokalnu i daljinsku signalizaciju svih stanja sistema i njenih delova, što doprinosi smanjenju troškova nadzora i održavanja, te dodatnom povećanju pouzdanosti i raspoloživosti sistema.



U skladu sa kategorizacijom objekta prema prioritetu napajanja (objekat I kategorije) predviđa se ugradnja nezavisnog sistema jednosmernog napajanja 220 V DC za objekat PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 sa dve stacionarne AKU baterije, čiji je kapacitet tako odabran 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. Sistem razvoda jednosmernog napajanja 220 V DC smešta se u prostoriju sopstvene potrošnje unutar zgrade 110kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama i koristi se za potrebe napajanja potrošača objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. AKU baterije se smeštaju u posebnu prostoriju unutar zgrade 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.



Za funkcionisanje sistema napajanja jednosmernim naponom bitno je definisati tehničko rešenje koje može pružiti najveću sigurnost:

- Izbor mrežnog napona
- Izbor ispravljača s obzirom na kvalitet davanja jednosmernog napona kojim se puni aku baterija
- Izbor adekvatnog broja članaka akumulatorske baterije
- Izbor tipa baterije (prednost hermetički zatvorene baterije VRLA)
- Izbor nadzora nad sistemom napajanja (mikroprocesorski)

Projektom se predviđa ugradnja dve AKU baterije nazivnog napona 220 V DC koji će biti sastavljeni od stacionarnih AKU-olovnih hermetizovanih ćelija u gel izvedbi tipa OPzV pojedinačnog kapaciteta od okvirno 250 Ah. 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 SRPS EN 62040-1, IEEE Std 1187-2002, SRPS EN 60896-22 и IEC 62060ed.1.0. U prostoriji AKU baterije predviđen je sistem klimatizacije koji treba da obezbedi odgovarajući temperaturni opseg od 15 °C do 25°C. Sistemom prirodne i prinudne 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. Ventilacioni sistem prostorije AKU baterije biće obrađen u sledećim fazama projektne dokumentacije, u delu projekta mašinskih instalacija.

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.

Kod proračuna kapaciteta akumulatorske baterije treba uzeti u obzir zahtev za autonomni rad jednosmernog sistema u trajanju od 6 sati uključujući obe baterije.

Sistem jednosmernog napona 220 V DC sastoji se od sledećih delova:

- ormana ispravljača, baterijske zaštite i upravljački deo
- ormana DC razvoda sa jednostrukim sekcionisanim sistemom sabirnica 220 V DC
- ormana priključka za AKU baterije
- baterijski stalaka na koji se smeštaju AKU baterije.

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 rade u paralelnom spoju sa AKU baterijama i 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.



Ukupno će biti ugrađeno 5 modula od kojih će 4 biti u stalnoj upotrebi dok je jedan n+1 rezerva kao što je iznad navedeno. Izlazna struja svakog od pojedinačnih modula iznosiće 20A. Detaljan proračun biće prikazan u narednim fazama projektne dokumentacije.

Ispravljači se smeštaju u posebne ormene u prostoriji sopstvene potrošnje (ormeni ispravljača =NK+NK1, =NK+NK4).

Predviđaju se dva ormara razvoda jednosmernog napona 220 V DC (=NK+NK2 i NK+NK3).

Karakteristike ispravljača su usklađene sa projektnim zadatkom i zahtevima navedenim u IS EMS 133:2014 i nalaze se u numeričkoj dokumentaciji.

Invertorski razvod

Kao izvor besprekidnog napajanja naizmeničnom strujom 230V, 50 Hz predviđa se inverter. Nominalni ulazni napon invertora je 220 V DC i na izlazu obezbeđuje nominalni izlazni napon 230V, 50 Hz. Sa invertorskog razvoda napajaće se specifična nužna oprema tehnološkog procesa:

- protivpožarna centrala
- telekomunikaciona oprema
- operatorske stanice sa monitorima
- inženjerska stanice sa žmonitorima
- oprema za kontrolu pristupa
- druga nužna oprema tehnološkog procesa I prioriteta

Predviđa se modularni inverter sa pretvaračkim modulima 220V DC/230V, 50 Hz koji će raditi u paraleli. Napajanje invertora je sa sabirnica JSS nominalnog napona 220V, s tim da se polovina od ukupnog broja modula napaja 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.

Inverter je snabdeven i statičkom preklopkom i ručnom preklopkom (by pass-izvod) koji se napajaju sa sabirnica nužne potrošnje 3x400/230V, 50 Hz.

Projektovana snaga invertorskih potrošača je 5 kVA. Detaljan proračun biće prikazan u narednim fazama projektne dokumentacije.

U ormanu invertora će takođe biti smešten i izolacioni transformator za napajanje invertora odgovarajuće snage.

Invertorski moduli se smeštaju u poseban orman (=NY+NY1) u prostoriji sopstvene potrošnje, neposredno do ormara ispravljača.

Izbor snage invertora i njegovih tehničkih karakteristika mora biti u skladu sa projektnim zadatkom i zahtevima IS EMS 133:2014.



1.5.5. Uzemljenje

Sistem uzemljenja priključnog razvodnog postrojenja 110kV Veliki Krivelj 2 sastoji se od uzemljivačke mreže, temeljnog uzemljivača objekta zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama i sistema zemljovoda.

Uzemljivački sistem projektovao 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:

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

Ograda postrojenja oko objekta biće uzemljena na sopstveni uzemljivač položen u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde na rastojanju 1m 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), plaševi i ekrani kablova, ormarići prekidača, rastavljača i mernih transformatora, svi metalni delovi objekta (vrata, prozori, gelenderi), kablovski regali, ormani u zgradi 110 kV sa pomoćnim prostorijama, metalni poklopci kablovskih kanala, čelični nosači duplog poda.

Radno uzemljenje objekta PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 predstavlja uzemljenje mernih transformatora.

Mreža uzemljenja polaže se na površini koja obuhvata celokupni ograđeni plato objekta na način da spoljašnja obodna kontura bude na rastojanju 1m od ograde sa unutrašnje strane gde god to raspored opreme dozvoljava. Sva uzemljenja oprema mora biti unutar obodne konture uzemljivačke mreže. Na glavnu mrežu se spajaju uzemljenja postrojenja, zgrada i ostali neophodni elementi.



Čelična armatura pogonskih objekata i zgrada, čiji je temelj jedinstven varena je i priključena na temeljni uzemljivač zgrade koji je povezan sa sistemom uzemljenja postrojenja. Postolja aparata i portala su od standardnih čeličnih profila povezani 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 preseka Cu 120 mm². Vertikalne uzemljivačke sonde nisu predviđene. Spoljašnja obodna kontura uzemljivačke mreže nalazi se na rastojanju 1m od ograde sa unutrašnje strane izuzev u situacijama gde to fizički nije moguće. Uzemljivačka mreža je ukopana 0,8 metara ispod kote ploče zgrade na mestima gde se predviđaju provodnici uzemljivača. Prosečna veličina okceta mreže uzemljivača je 8x8 metara. Dispozicija mreže uzemljivača izvedena je na način da se prilagodi dispoziciji opreme u postrojenju i da se obezbedi adekvatno, što kraćim zemljvodima, povezivanje opreme sa uzemljivačem.

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

Uzemljenje ograde

Uzemljenje ograde postrojenja biće izvedeno posebnim uzemljivačem u vidu prstena sa spoljašnje strane ograde, koji je izveden od bakarnog užeta Cu 120 mm². Spoljašnji prsten je udaljen od ograde 1m i ukopan na dubinu 0,5m. Ograda se povezuje sa uzemljivačem na prosečno svakih 8m, ukoliko je obezbeđena dobra galvanska veza svih metalnih delova ograde, u vidu zemljovoda od bakarnog užeta preseka Cu 120 mm². Ukoliko nije obezbeđena dobra galvanska veza mora se uzemljiti svaki stub ograde. Bakarno uže se omčom povezuje sa ogradom preko L profila zavarenih na stubove i bronzane strujne stezaljke sa jednim zavrtnjem za dva užeta 120 mm². 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 bakarnog užeta Cu 120 mm². Pokretni deo kapije objekta PRP 110kV Veliki Krivelj 2 povezuje se sa stubovima premostima od bakarne pletenice preseka 25 mm². Šine klizne kolske kapije spajaju se na uzemljivač ograde postrojenja sa dva zemljovoda od bakarnog užeta preseka Cu 120 mm².

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 PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 (čelični nosači 110 kV opreme u polju, stubovi rasvete...) spajaju se na glavni uzemljivač formiranjem omče na nosaču i preko dva provodnika, bez prekidanja, spaja na mrežu uzemljenja bakarnim užetom preseka $2 \times 120 \text{ mm}^2$. Priključenje zemljovoda u vidu omče na metalne konstrukcije opreme izvodi se bronzanim vijčanim stezaljkama sa dva zavrtnja preko nosača (priključne pločice u vidu L profila dimenzija $(130 \times 75 \times 8 \text{ mm}) \times 75 \text{ mm}$) zavarene za metalnu konstrukciju.

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

- *Uzemljenje ormarića prekidača i rastavljača i noseće metalne konstrukcije*

Uzemljenje ormarića prekidača i rastavljača za naznačeni napon 110 kV u dalekovodnim, transformatorskom i spojnem polju uzemljuju se preko jednostrukog zemljovoda Cu 120 mm^2 preko strujne stezaljke na mestu fabrički predviđenom za uzemljenje prekidača (terminal za uzemljenje). Koristi 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 preseka Cu 120 mm^2 , preko strujne stezaljke na pločici, fabrički predviđenoj za svrhu uzemljenja.

- *Uzemljenje stubova portala*

Stubovi portala se spajaju bakarnim užetom Cu 120 mm^2 na glavni uzemljivač na dva mesta. Čelična konstrukcija portala ima ulogu spusnog provodnika štapnih hvataljki postavljenih na vrhu portala.

- *Uzemljenje nosača u kablovskim kanalima*

Čelični nosači kablova u kablovskim kanalima u postrojenju uzemljuju se povezivanjem na uzemljivač preko užeta Cu 120 mm^2 postavljene na nosače trake za uzemljenje. Na više pristupačnih mesta traka se preko zemljovoda od bakra Cu 120 mm^2 spaja na mrežu uzemljenja. Spoj užeta na traku izvodi se ukrsnim komadom uže-traka, 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 preseka Cu 120 mm^2 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 energetski kabl postavljaju u isti rov, uzemljivač se postavlja 10cm 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 0,3m.

Svi spojevi između provodnika za uzemljenje i uzemljivača kao i ukrštanja uzemljivača u zemlji biće urađena kompresionim spojevima koristeći bronzane kompresione stezaljke i solidno zaštićene bitumenom. Spojevi užeta Cu 120 mm² 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 preseka Cu 120 mm² na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezaljkom sa jednim zavrtnjem, a spojevi omče na nosače opreme se izvode bronzanom strujnom stezaljkom sa dva zavrtnja za dva užeta. Spoj stezaljke na nosač opreme se ostvaruju preko "L" profila dimenzija (130x75x8)x75 mm zavarenog na nosač koji služi kao nosač stezaljke.

Spojevi bakarnog užeta na pogonske ormariće opreme izvode se pomoću kalaisanih kompresionih kablovskih papučica za jedno uže preseka Cu 120 mm², pomoću zavrtnjeva M12.

Za vođenje zemljovodnih užadi po čeličnoj konstrukciji koristeće se bronzane strujne stezaljke sa jednim zavrtnjem za dva užeta preseka Cu 120 mm² 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 kablova P/F-Y preseka 1x 25 mm².

Kućni transformatori, uzemljuju preko dva zemljovoda od izolovanih, fleksibilnih izolovanih žuto zelenih kablova P/F-Y preseka 1x25 mm² preko posebno predviđenih priključaka (zavrtnj 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 na najbliži sabirni zemljovod, kablom P/F-Y preseka 120 mm². 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 preseka Cu 120 mm² koji se polaže tako da prati konturu zgrade na rastojanju 1m od ivice zgrade. Prstenasti uzemljivač se polaže na dubini od 0,5m i povezuje na više mesta sa mrežom uzemljenja. Na mestima ukrštanja sa kablovskim šahtom, uže se polaže ispod tamponskog sloja šljunka tako da se obezbedi da uže leži u zemlji u sloju minimalne debljine 15 cm. Plitko ukopan prstenasti uzemljivač služi za „peglanje“ potencijala u okolini zgrade i ulaza u zgradu i predstavlja osnovnu komponentu gromobranskog uzemljenja zgrade.

- Temeljni uzemljivač zgrade

Temeljni uzemljivač se izvodi za zgradu 110kV sa pomoćnim prostorijama, kao i za portirnicu i relejne kućice.

Duž temelja zgrade položen je namenski izveden temeljni uzemljivač od trake FeZn 50x5 mm koji se preko odgovarajućih spojnika spaja na armaturu zgrade. Temeljni uzemljivač objekta je u sklopu konstrukcije objekta i povezan je sa spoljašnjim prstenom uzemljivača koji je na rastojanju 1m od objekta, na dubini 0,5 m, izveden od bakarnog užeta Cu 120 mm². Temeljni uzemljivač se ugrađuje u sloj betona u okviru armirano betonske konstrukcije pre nalivanja betona. Uzemljivač se polaže u vidu prstena tako da prati spoljašnje i unutrašnje zidove temelja objekta. Prilikom polaganja traku postavljati na nosače trake, na način da traka bude u sloju betona min. 10 cm i direktnom kontaktu sa tlom.

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

Traku temeljnog uzemljivača izvesti i duž temeljne stope spoljašnjih stepeništa sa kojih se predviđaju izvodi od trake FeZn 50x5 mm 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:

1. Priključci za vezu temeljnog uzemljivača sa sabirnicom za uzemljenje unutar zgrade izvedeni su trakom FeZn 50x5 mm na visini 30 cm od poda preko ukrasnih komada traka-traka na više mesta.
2. Priključke za vezu temeljnog uzemljivača i prstena oko zgrade izvesti preko bakarnog užeta preseka Cu 120 mm². 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 50x5 mm zavarene za armaturu



koje se preko sabirnih zemljovoda spajaju sa izvodima sa temeljnog uzemljivača i sa izvodima sa uzemljivača unutar zgrade.

Sve priključke (zemljovode) temeljnog uzemljivača koji prolaze kroz zid, a ne nalaze se u sloju betona, kao i sva mesta zavarivanja potrebno je 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 110 kV sa pomoćnim prostorijama

Unutrašnji uzemljivač zgrade izveden je od čelično-pocinkovane trake preseka 50x5 mm koja se polaže duž zidova zgrade bez prekidanja i formira sabirnicu za izjednačenje potencijala, kao i duž kablovskih kanala i ispod duplog poda za uzemljenje ormana.

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

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

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

Sva oprema u zgradi spaja se na unutrašnji uzemljivač preko izolovanog kabla P/F-Y preseka 25 mm². Pokretni delovi metalnih vrata spajaju se premošćenjima od izolovanog bakarnog kabla P/F-Y preseka 25 mm² sa uzemljenim metalnim okvirima vrata.

U delu prostorije sopstvene potrošnje predviđa se polaganje sabirnice za izjednačenje potencijala od čelično pocinkovane trake preseka 50x5 mm, u kablovskom kanalu za uzemljenje čeličnih nosača ormana.

U komandnoj prostoriji, predviđa se sabirni zemljovod od FeZn trake 50x5 mm koji se polaže u kablovskom kanalu, za potrebe uzemljenja ormana, 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.

1.5.6. 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 zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama.

Zaštita dela postrojenja na otvorenom prostoru od direktnih udara groma vrši se pomoću štapnih gromobrana.

Uloga prihvatnog sistema koga čine štapni gromobrani je da formira zonu zaštite od direktnih atmosferskih pražnjenja. Pod zonom zaštite prihvatnog sistema podrazumeva se zona u kojoj se sa malom verovatnoćom može dogoditi direktno atmosfersko pražnjenje.

Gromobranska zaštita zgrade objekta se sastoji od spoljašnje i unutrašnje gromobranske instalacije.

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

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

Prihvatni sistem zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama će preko zemljovoda biti direktno priključen na prstenasti uzemljivač zgrade.

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

- Gromobranska instalacija spoljašnjeg dela postrojenja

Gromobranska zaštita opreme postrojenja na otvorenom prostoru biće ostvarena gromobranskim šiljcima koji će biti montirani na portale u PRP 110 kV Veliki Krivelj 2. Gromobranski šiljci visine 3,5 m montiraju se na portale visine 13m od nivoa zemlje tako da najviša tačka gromobranskog šiljka bude na visini 16,5m od nivoa zemlje. Zaštitne zone su proračunate za najkritičnije visine šticeđenih objekata, zona 1 je na visini od 10m od nivoa zemlje, a zona 2 je na visini od 7,65m od nivoa zemlje.

Šiljci su putem čelične konstrukcije spojeni na uzemljivačku mrežu.

- Gromobranska zaštita zgrade 110kV sa pomoćnim prostorijama

Gromobranska zaštita zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama odoređena je prema usvojenoj klasi nivoa zaštite I, koja se usvaja bez proračuna za objekte elektroenergetskih postrojenja. Gromobranska 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 1,75 metara od tla se izvode ispitna mesta gde se spaja spusni provodnik gromobranske instalacije od FeZn trake 25 x 3 mm i bakarno uže preseka Cu 120 mm² kao zemljovod (zemni uvodnik) za spoj na prstenasti uzemljivač zgrade. Mehanička zaštita zemnog uvodnika izvodi se do visine 1,5m od tla na mestima svakog spusnog provodnika.



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

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

Svaki metalni deo zgrade (vrata, prozori i sl.) vari se na armaturu. Na instalaciju se povezuju metalne mase na objektu (metalna bravarija i sl.). Olučne vertikale i slivnici koji nisu u neposrednoj blizini spusnih provodnika, povezuju se sa temeljnim uzemljivačem preko predviđenih zemljovoda od bakarnog užeta preseka Cu 120 mm².

- Gromobranska zaštita portirnice i relejnih kućica

Gromobranska zaštita portirnice i relejnih kućica je odoređena prema usvojenoj klasi nivoa zaštite I, koja se usvaja bez proračuna za objekte elektroenergetskih postrojenja. Gromobranska zaštita zgrade portirnice i relejnih kućica je realizovana pomoću prihvatnog sistema u vidu pocinkovane čelične trake FeZn 25 x 3 mm koja formira Faradejev kavez.

Svi detalji oko izrade gromobranske instalacije portirnice i relejnih kućica su identični detaljima navedenim o okviru gromobranske zaštite zgrade 110 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.

1.5.7. Električne instalacije osvetljenja i grejanja

Spoljašnje osvetljenje

Sistem spoljašnjeg osvetljenja mora biti projektovan u skladu sa internim standardom IS EMS 314:2015 „Osvetljenje elektroenergetskih postrojenja“. Na bazi tih zahteva u objektu PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 predviđa se izgradnja sistema spoljašnje rasvete za osvetljenje postrojenja 110 kV, zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama postrojenja 110 kV 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 rasvete osvetljava određeni deo postrojenja i služi za određenu namenu.

Grupe spoljašnje rasvete činiti će:

- osnovno osvetljenje,
- nužno osvetljenje,
- osnovna grupa osvetljenja za obezbeđenje,
- dopunska grupa osvetljenja za obezbeđenje,

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 rasvete +RO-RASV, koji će biti smešten u zgradi 110 kV sa pomoćnim prostorijama, 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 zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama

Opšta rasveta

Opšta rasveta u svim prostorijama zgrade 110 kV sa pomoćnim prostorijama PRP 110 kV Veliki Krivelj 2 biće izvedena pomoću LED svetiljki. Opštom rasvetom upravljace se ručno, prekidačima koji su postavljeni kod vrata. Napajanje opšte rasvete svih prostorija unutar zgrade će se osigurati iz pripadajućeg razvoda naizmeničnog napona.

Sigurnosna rasveta

Nužna rasveta

Strujni krug nužne rasvete će se napajati iz razvoda jednosmernog napona 220 V DC. Kontaktori za nužnu rasvetu se automatski uključuju kada nestane napona 400/230 V, 50 Hz odnosno kada se isključi opšta rasveta.

U razvodu 220 V DC biće postavljena preklopka za ispitivanje nužne rasvete. Tom preklompom (položaj “automatski” i “ručno”) nužna rasveta će se moći uključiti i u slučaju da nije nestalo pomoćnog napona 400/230 V, 50 Hz (ispitivanje nužne rasvete).

Protivpanična rasveta

Protivpanična rasveta biće izvedena svetiljkama sa ugrađenom baterijom. Svetiljke su spojene na napon 230V, 50 Hz. U slučaju nestanka pomoćnog napona 230V, 50 Hz, svetiljke protivpanične rasvete 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 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 radijatora i klima uređaja sa mogućnošću hlađenja/grejanja prostora.

1.5.8. Telekomunikacione instalacije

Objekat PRP 110kV Veliki Krivelj 2 se priključuje na telekomunikacionu mrežu elektroprenosnog sistema optičkim vezama prema susednim EE objektima. Uključenjem priključnog postrojenja u SDH mrežu EMS-a stvoriće se preduslov za uključanje i povezivanje u WAN/LAN mrežu i komutacioni sistem EMS-a.

Projektovani telekomunikacioni sistem u PRP Veliki Krivelj 2 treba da omogući prenos govora i podataka za operativno upravljanje, prenos signala podužne diferencijalne zaštite i prenos govora i podataka za poslovne potrebe.



Projektom se predviđaju telekomunikacione veze, uređaji i instalacija za uključivanje objekta u telekomunikacioni sistem EMS-a radi realizacije sledećih servisa:

- Komunikacija sa nadređenim centrom upravljanja EMS- a u cilju realizacije daljinskog upravljanja, signalizacije i merenja,
- Komunikacija sistema obračunskog merenja sa odgovarajućim centrom AD EMS,
- Komunikacija uređaja zaštite kablovskih vodova 110kV,

Za potrebe govorne veze, sistema daljinskog upravljanja i sistema daljinskog očitavanja uređaja obračunskog merenja obezbeđuje se prenosni put preko optičkih vlakna u OPGW užadima.

Za realizaciju navedenih sistema potrebno planirati sledeću opremu:

- Privodne optičke kablove,
- Optički razdelnik,
- Multipleksna oprema,
- LAN mreža,
- Sistem video nadzora (VN) i sistem kontrole pristupa (KP)
- Sistem za napajanje TK uređaja 48VDC odnosno 220VAC.

Prilikom izrade tehničke dokumentacije neophodno je poštovati standarde i normative koji definišu ovu oblast.

Ovim projektom predviđene su sledeće telekomunikacioni sistemi, oprema i veza za potrebe izgradnje PRP Veliki Krivelj 2:

- Privodni optički kablovi za DV
- Optički sistem veza odnosno SDH/PDH multipleksna oprema sinhronne digitalne hijerarhije nivoa STM-16, u ETSI TK ormanu sa ventilatorom
- Optička veza PRP 110kV Veliki Krivelj 2 i TS Veliki Krivelj 2 koja se realizuje putem dva optička kabla sa 48 SMFO po G.652
- Optička veza za potrebe povezivanja SCADA sistema u PRP 110kV Veliki Krivelj 2 i u TS Veliki Krivelj 2 koja se realizuje optičkim kablom sa 48 MMFO po ITU-T G.651
- Optičke veze za potrebe podužne diferencijalne zaštite
- Lokalna računarska mreža sa aktivnom i pasivnom opremom (switch, patch panel, kablovi SFTP, utičnice itd), sa koncentracijom u u istom TK ormanu u koji se smešta i oprema za video nadzor i kontrolu pristupa.
- Industrijski switch za za potrebe centralizacije i prenosa budućih industrijskih servisa - merenja (obračunska/kontrolna merenja, kontinualno praćenje kvaliteta el. energije i sl.)
- Sistem video nadzora sa aktivnom (fiksne kamere, media-konvertori, switch sa 24 ethernet električna interfejsa, server za snimanje video materijala i klijent računar) i pasivnom opremom (kabovi, patch paneli, ZOK itd.) Sva aktivna oprema osim kamera i media konvertora kod kamera smešta se u isti orman u kome će biti i oprema za LAN mrežu i kontrolu pristupa.
- Alarmni sistem kontrole pristupa, koji čine infracrvene barijere oko perimetra objekta, šifратор i beskontaktni čitači kartica sa EM bravom na pešačkoj ulaznoj kapiji u objekat



- Sistem napajanja telekomunikacionih uređaja u komandnoj zgradi TS naizmeničnim naponom 220V/50Hz sa razvodnog ormara (RO)
- Sistem napajanja telekomunikacionih uređaja jednosmernim naponom 48V: predviđeni su pretvarači 220 V DC/ 48 V DC sa "N+1" modula i "N" modula.
- Pasivna telekomunikaciona oprema (ormani, patch paneli, ODF-ovi, ZOK-ovi, simetrični razdelnik i sl. i kablovska instalacija (multimodni optički kablovi za potrebe video nadzora i upravljanja i zaštite, UTP i/ili SFTP kablovi cat.6 za potrebe LAN mreže (wall kablovi, office kablovi kao i prespojni kablovi su cat.6), utikačke kutije sa RJ45 konektorima, patch cord-ovi sa odgovarajućim konektorima, PE cevi, PVC cevi i sl.) za terminalnu opremu, opremu za video nadzor i kontrolu pristupa, opremu za LAN mrežu i dr.

Projektovana rešenja su u skladu sa sa Projektnim zadatkom.

1.5.9. Mašinske instalacije zgrade 10 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama

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

Objekat je prizemnog tipa sa sledećim sadržajima: komandna prostorija, hodnik, sopstvena potrošnja, prostorija za smeštaj akubaterija, WC, prostorija za presvlačenje, 10kV postrojenje, kućni trafo 1 i kućni trafo 2. Nalazi se u klimatskoj zoni sa propisanom spoljnom projektnom temperaturom u zimskom periodu $t_{spz}=-18.5^{\circ}\text{C}$, odnosno u letnjem periodu $t_{spl}=+34^{\circ}\text{C}$. Unutrašnje projektne temperature tretiranih prostora su usvojene na osnovu tehnoloških zahteva projektanata elektro dela i preporuka vezanih za namenu prostorija. Iste su date u tabeli ispod.

Br.	PROSTORIJA	TEMPERATURA ZIMI ($^{\circ}\text{C}$)	TEMPERATURA LETI ($^{\circ}\text{C}$)
1	0.1 Hodnik	18	NE TRETIRA SE
2	0.2 Komandna prostorija	20	25
3	0.3 Sopstvena potrošnja	10	30
4	0.4 Akubaterija	15	25
5	(0.5+0.6) WC	18	NE TRETIRA SE
6	0.7 Prostorija za presvlačenje	22	NE TRETIRA SE
7	0.8 10kV postrojenje	10	30
8	0.9 Kućni trafo	NE TRETIRA SE	NE TRETIRA SE
9	0.10 Kućni trafo	NE TRETIRA SE	NE TRETIRA SE

Relativna vlažnost vazduha je parametar koji se ne kontroliše.

Proračun toplotnih gubitaka se radi prema DIN-u 4701 iz 1959 god. sa koeficijentima prolaza toplote iz elaborata o energetske efikasnosti objekta, za spoljnu projektnu temperaturu $t_{sp}=-18.5^{\circ}\text{C}$ i sa unutrašnjim projektnim temperaturama prema gore navedenim vrednostima. Proračun toplotnih dobitaka radi se prema ASHRAE iz 1997 god. sa koeficijentima prolaza toplote prema elaboratu o energetske efikasnosti, za spoljnu projektnu temperaturu $t_{sp}=+34^{\circ}\text{C}$ i sa unutrašnjim projektnim temperaturama prema gore



navedenim vrednostima. Prilikom izrade proračuna uzete se u obzir disipacije od ugrađene opreme koje su dobijene od projekatata elektro dela a koje iznose:

- 0.2 Komandna prostorija – 1500W (leti)
- 0.3 Sopstvena potrošnja – 1000W (leti) ; 150W (zimi)
- 0.8 10kV postrojenje – 800W (leti i zimi)

Grejanje prostorija predviđeno je električnim panelnim radijatorima proizvod "Vaillant" ili slično. Radijatori se isporučuju sa opremom za zidnu montažu i integrisanim regulatorom sobne temperature sa mogućnošću vremenskog programiranja. Pregled usvojenih uređaja dat je u okviru numeričke dokumentacije. Raspored i položaj istih dat je u okviru grafičke dokumentacije.

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

Proračun ventilacije prostorije za smeštaj akubaterija izvršen je prema standardu SRPS EN IEC 62485-2:2018 (Zahtevi za bezbednost sekundarnih baterija i baterijskih postrojenja – Deo 2: Stacionarne baterije). Ventilacija se predviđa kao prirodna prestrujavanjem vazduha preko spoljnih protivkišnih žaluzina tip WGK-AL 397x397 proizvod "TROX" ili slično. Žaluzine se postavljaju na istom spoljašnjem zidu, u gornjoj i donjoj zoni prostorije vodeći računa da minimalno rastojanje između njih iznosi 2m.

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

Odgovorni projektant:

Jelena Mitrović, mast.inž.el.

Br.licence: 520107120



1.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

1.6.1. PROCENA INVESTICIONE VREDNOSTI RADOVA I MATERIJALA

Red.br.	Stavka	Cena (RSD)
1	Razvodno postrojenje 110 kV	200.000.000,00
2	Sistem zaštite i upravljanja	140.000.000,00
3	Sopstvena potrošnja	50.000.000,00
4	Instalacije uzemljenja i gromobranska zaštita	20.000.000,00
5	Instalacije u zgradi i spoljašnje osvetljenje	7.600.000,00
6	Telekomunikacione i signalne instalacije	40.000.000,00
7	Telekomunikacione i signalne instalacije do jave požara	1.500.000,00
8	Termotehničke instalacije	1.000.000,00
	UKUPNO BEZ PDV-a	460.100.000,00
12	PDV (20%)	92.020.000,00
	UKUPNO ELEKTRO ENERGETSKE INSTALACIJE	552.120.000,00

Odgovorni projektant:

Jelena Mitrović

Jelena Mitrović, mast.inž.el.

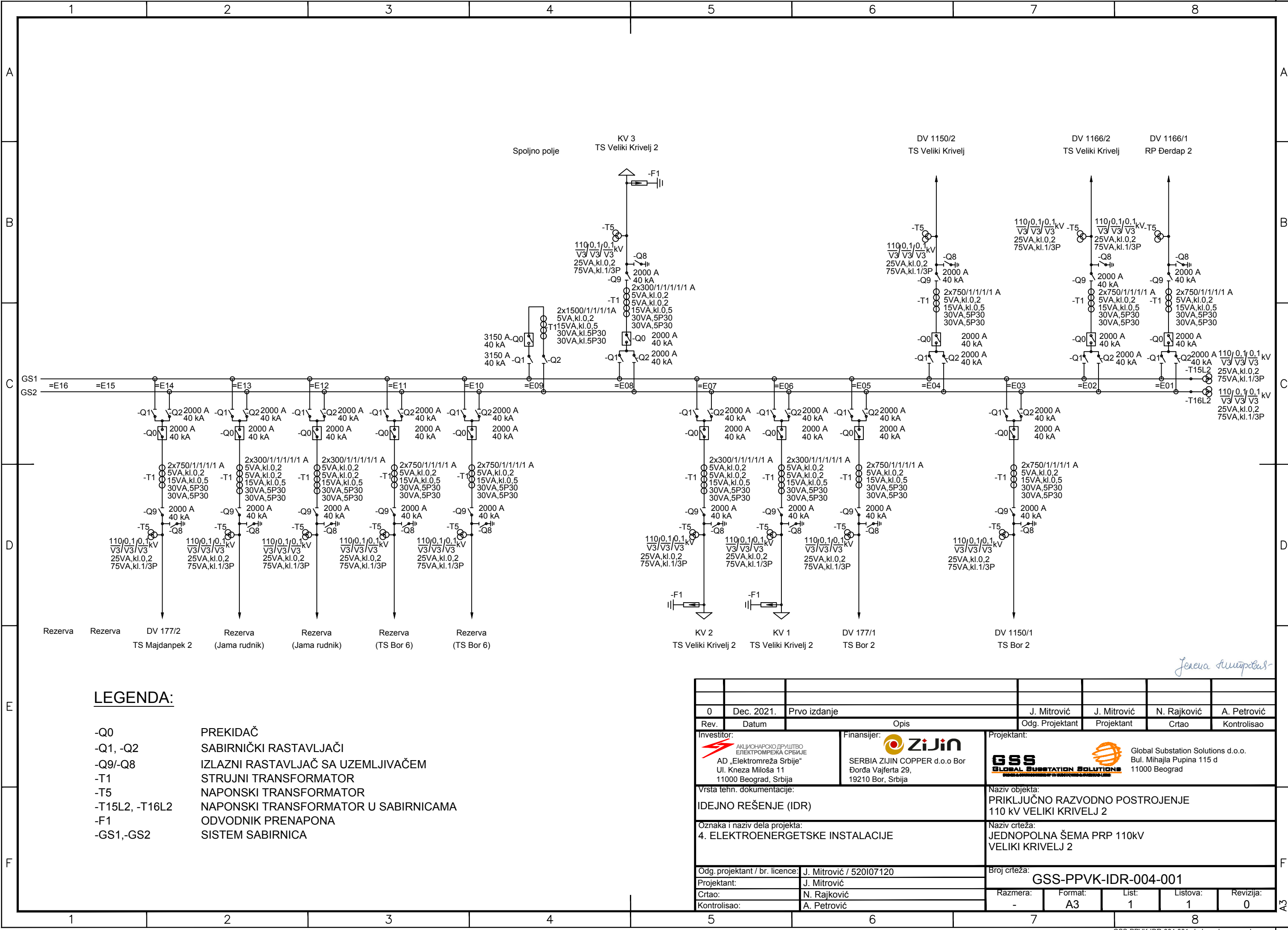
Br.licence: 520107120



1.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

1.7.1. SPISAK CRTEŽA

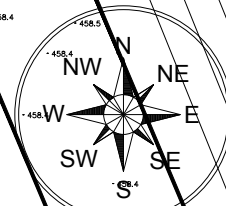
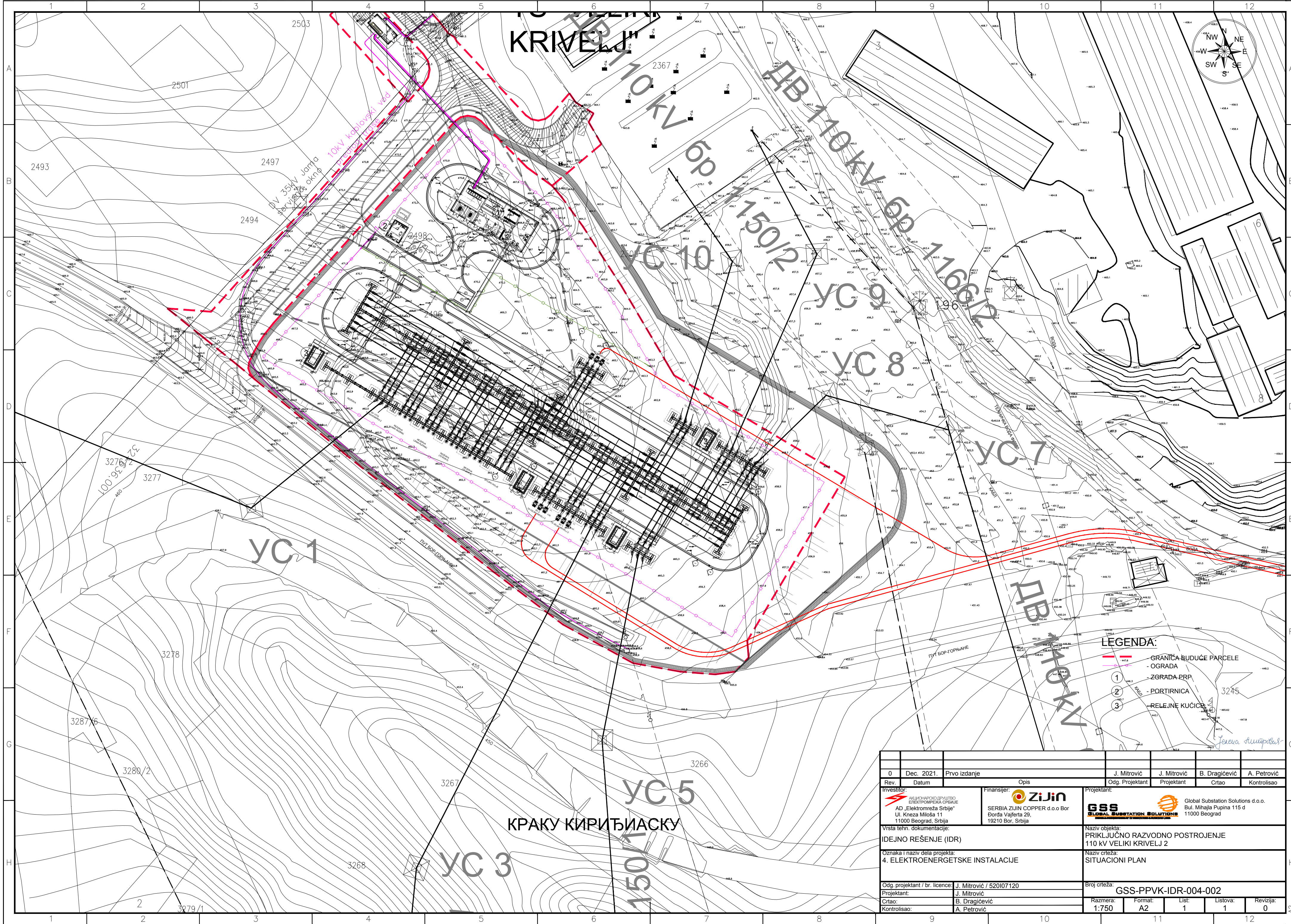
R.B.	NAZIV CRTEŽA	BROJ CRTEŽA	REVIZIJA
1.	JEDNOPOLNA ŠEMA PRP 110kV	GSS-PPVK-IDR-004-001	0
2.	SITUACIONI PLAN	GSS-PPVK-IDR-004-002	0
3.	DISPOZICIJA PRP 110 kV VELIKI KRIVELJ 2	GSS-PPVK-IDR-004-003	0
4.	PRESEK 1-1 E01 DV POLJE	GSS-PPVK-IDR-004-004	0
5.	PRESEK 2-2 E09 SPOJNO POLJE	GSS-PPVK-IDR-004-005	0
6.	PRESEK 3-3 E08 KABLOVSKO POLJE	GSS-PPVK-IDR-004-006	0
7.	PRESEK 4-4 NAPONSKI TRANSFORMATORI U SABIRNICAMA	GSS-PPVK-IDR-004-007	0






LEGENDA:

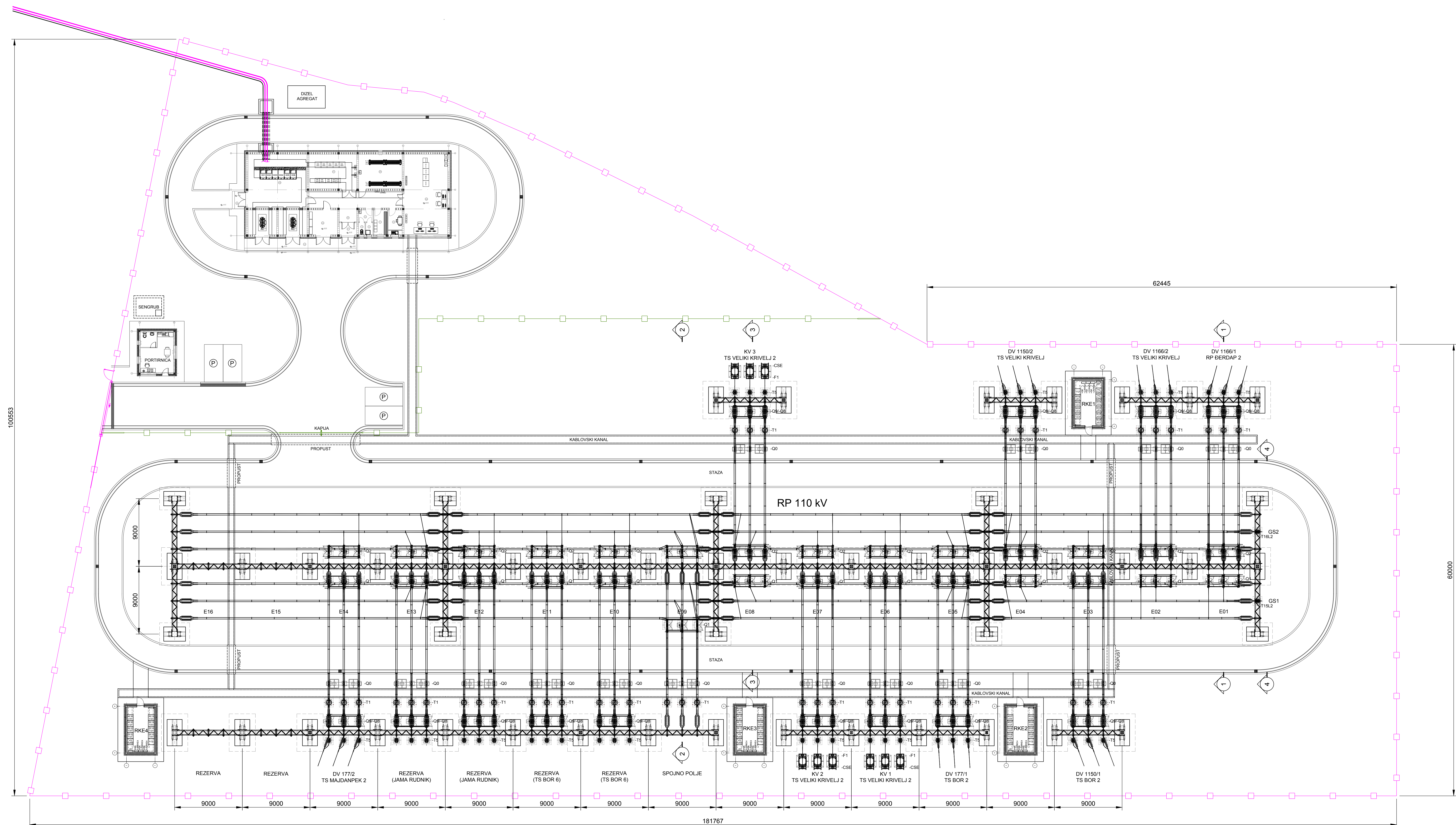
- Q0 PREKIDAČ
- Q1, -Q2 SABIRNIČKI RASTAVLJAČI
- Q9/-Q8 IZLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM
- T1 STRUJNI TRANSFORMATOR
- T5 NAPONSKI TRANSFORMATOR
- T15L2, -T16L2 NAPONSKI TRANSFORMATOR U SABIRNICAMA
- F1 ODVODNIK PRENAPONA
- GS1,-GS2 SISTEM SABIRNICA

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	J. Mitrović	J. Mitrović	N. Rajković	A. Petrović
Rev.	Datum	Opis	Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:		Finansijer:	Projektant:			
AKCIONARSKO DRUŠTVO ELEKTROENERGETIKA SRBIJE AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija		SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija	GSS GLOBAL SUBSTATION SOLUTIONS Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd			
Vrsta tehn. dokumentacije:			Naziv objekta:			
IDEJNO REŠENJE (IDR)			PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2			
Oznaka i naziv dela projekta:			Naziv crteža:			
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE			JEDNOPOLNA ŠEMA PRP 110kV VELIKI KRIVELJ 2			
Odg. projektant / br. licence:			Broj crteža:			
Projektant:			GSS-PPVK-IDR-004-001			
Crtao:			Razmera:	Format:	List:	Listova:
Kontrolisao:			-	A3	1	1
					Revizija:	0



- LEGENDA:**
- GRANIČA BUDUĆE PARCELE
 - OGRADA
 - ZGRADA PRP
 - PORTIRNICA
 - RELEJNE KUĆICE
- 1
2
3

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje		J. Mitrović	J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović		
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao		
Investitor:  AKCIONARSKO DRUŠTVO ELEKTROPRIVREDA SRBIJE AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija			Finansijer:  ZIJIN SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija		Projektant:  Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd				
Vrsta teh. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)				Naziv objekta: PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2					
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				Naziv crteža: SITUACIONI PLAN					
Odg. projektant / br. licence: J. Mitrović / 520107120				Broj crteža: GSS-PPVK-IDR-004-002					
Projektant: J. Mitrović									
Crtao: B. Dragičević									
Kontrolisao: A. Petrović									
9		10		11		12			

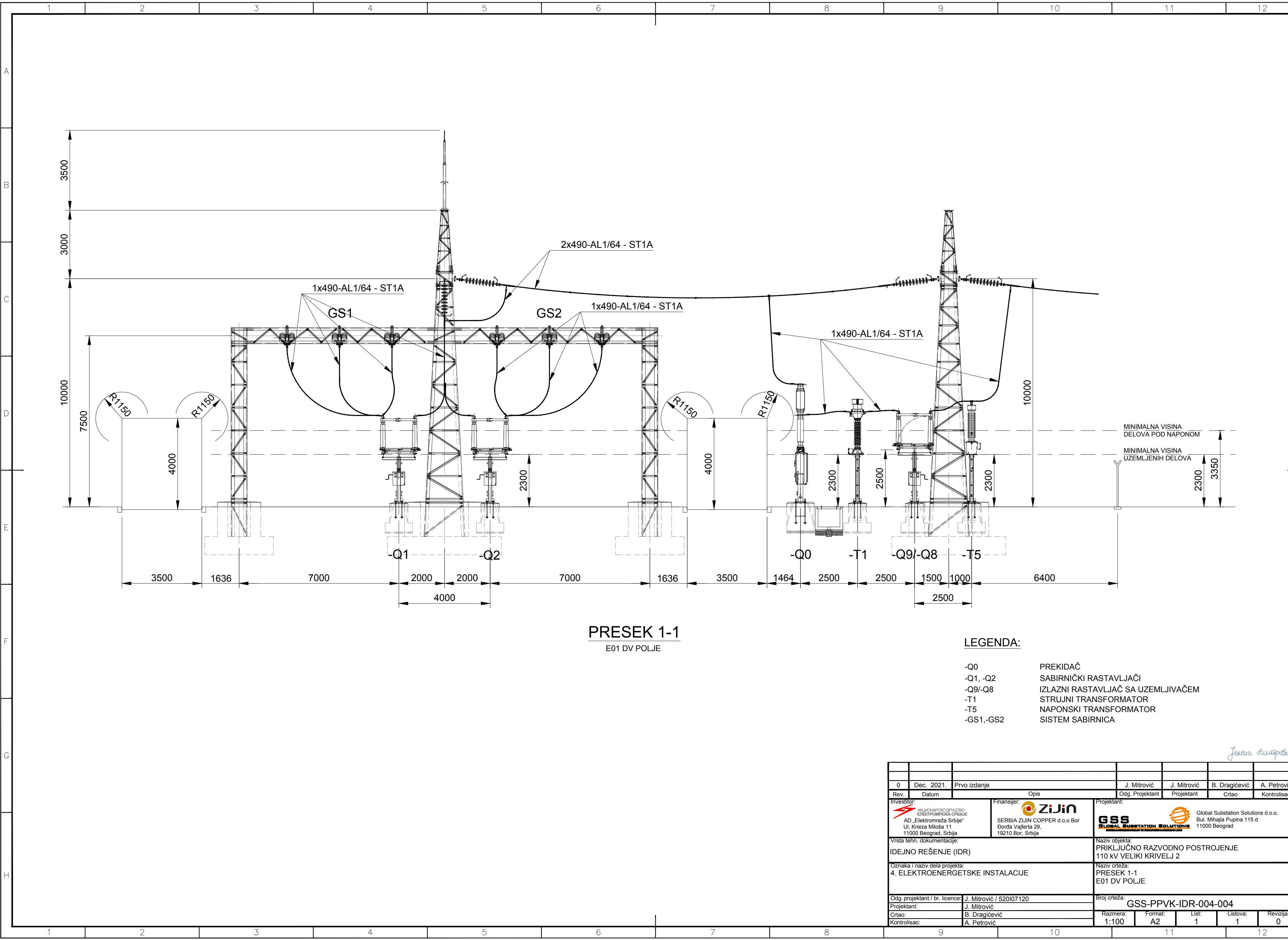


-Q0	PREKIDAČ
-Q1, -Q2	SABIRNIČKI RASTAVLJAČI
-Q9/-Q8	IZLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM
-T1	STRUJNI TRANSFORMATOR
-T5	NAPONSKI TRANSFORMATOR
-T15L2, -T16L2	NAPONSKI TRANSFORMATOR U SABIRNICAMA
-F1	ODVOJNIK PRENAPONA
-CSE	KABLOVSKA ZAVRŠNICA
-GS1,-GS2	SISTEM SABIRNICA

—○—○—○—○— OGRADA PRP 110 kV VELIKI KRIVELJ
—○—○—○—○— INTERNA OGRADA

RKE1 - ZA POLJA E01, E02, E04, E08
RKE2 - ZA POLJA E03, E05, E06, E07
RKE3 - ZA POLJA E09, E10, E11, E12
RKE4 - ZA POLJA E13, E14, E15, E16




Телова Ариуговал.

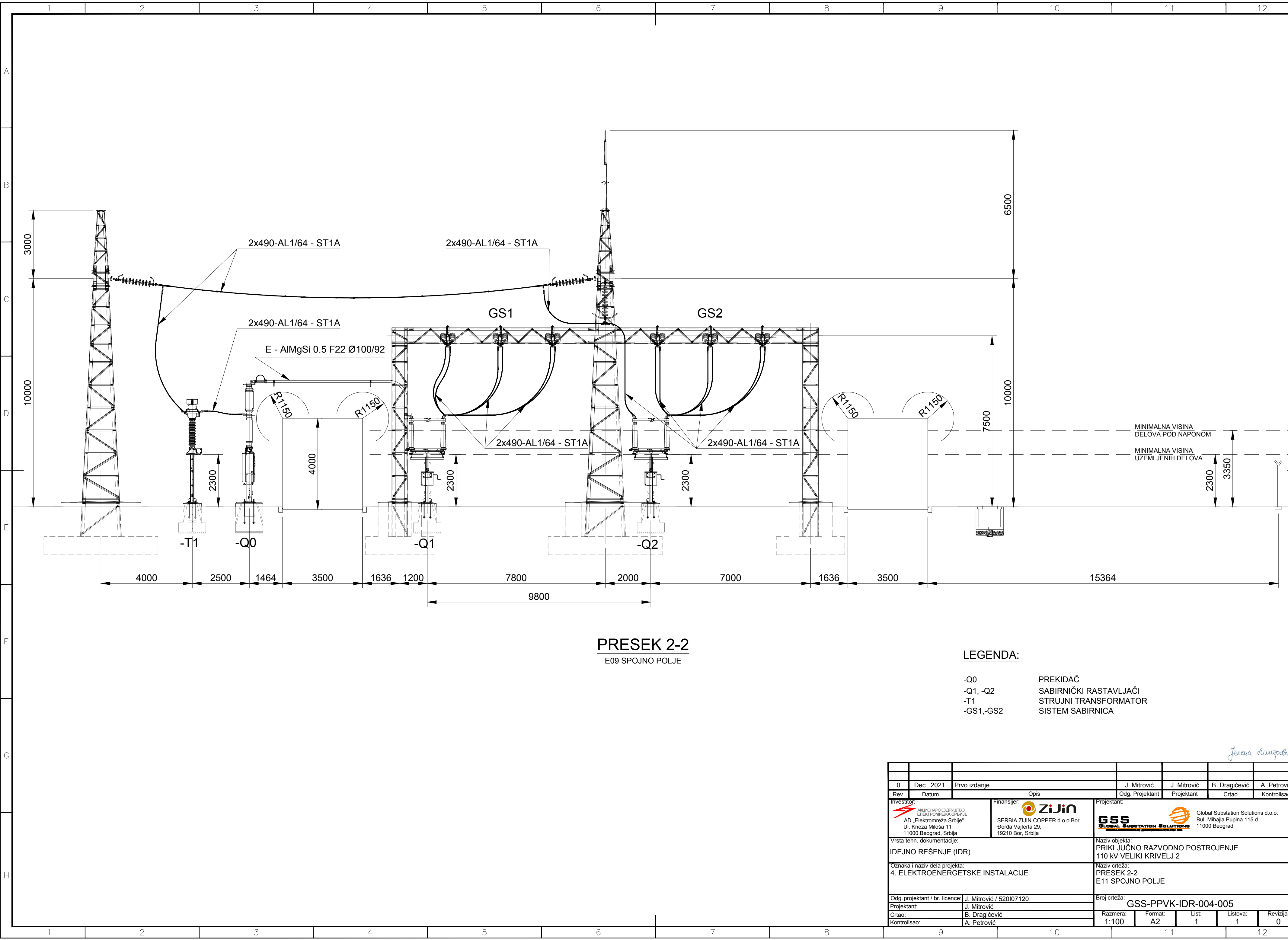


PRESEK 1-1
E01 DV POLJE

LEGENDA:

- Q0 PREKIDAČ
- Q1, -Q2 SABIRNIČKI RASTAVLJAČI
- Q9/-Q8 IZLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM
- T1 STRUJNI TRANSFORMATOR
- T5 NAPONSKI TRANSFORMATOR
- GS1,-GS2 SISTEM SABIRNICA

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje		J. Mitrović	J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:  AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija		Finansijer:  SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija		Projektant:  Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd			
Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)				Naziv objekta: PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2			
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				Naziv crteža: PRESEK 1-1 E01 DV POLJE			
Odg. projektant / br. licence:		J. Mitrović / 520107120		Broj crteža: GSS-PPVK-IDR-004-004			
Projektant:		J. Mitrović					
Crtao:		B. Dragičević		Razmera:		Format:	List:
Kontrolisao:		A. Petrović		1:100		A2	1
						Listova:	Revizija:
						1	0

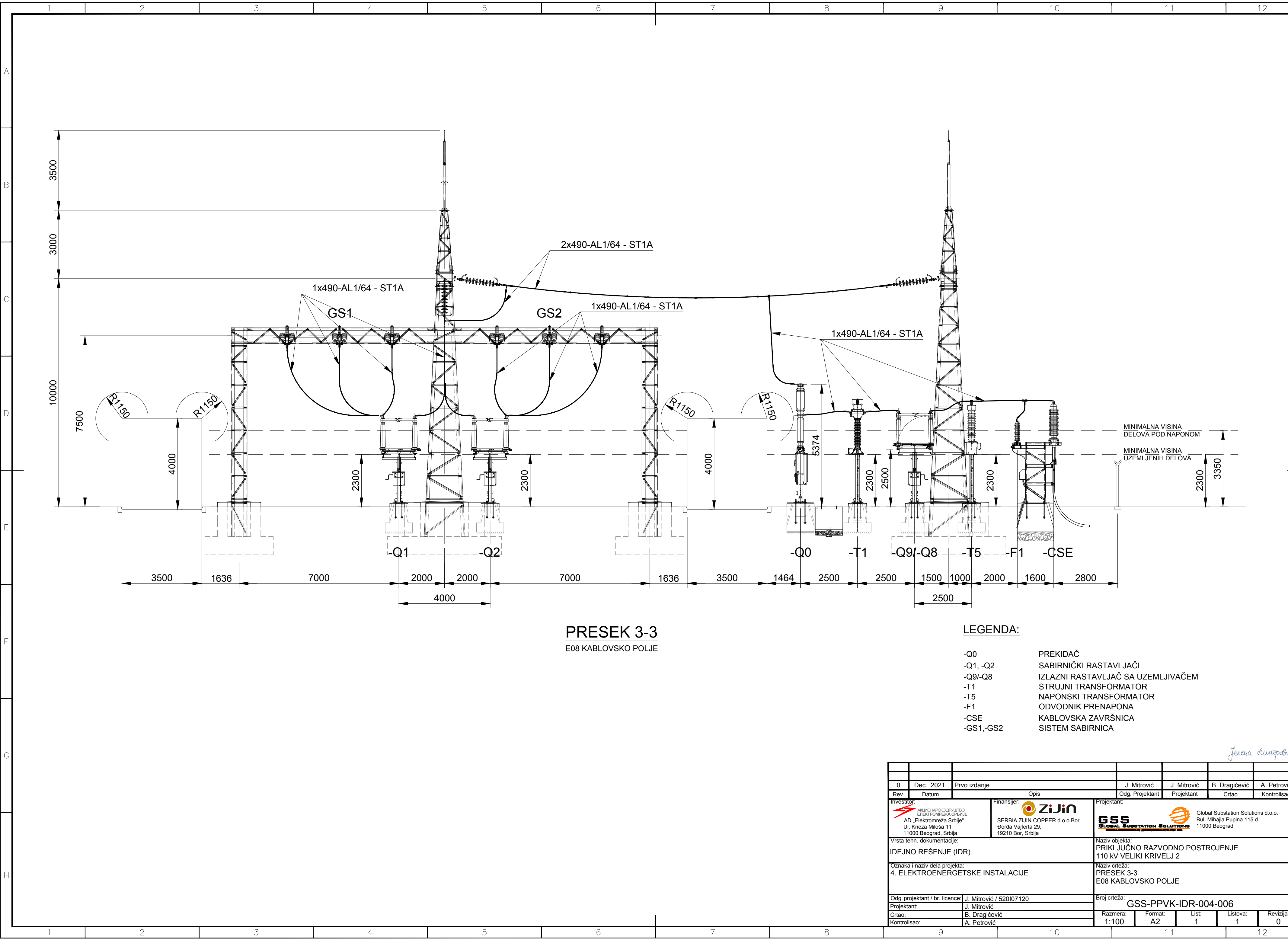


PRESEK 2-2
E09 SPOJNO POLJE

LEGENDA:

- Q0 PREKIDAČ
- Q1, -Q2 SABIRNIČKI RASTAVLJAČI
- T1 STRUJNI TRANSFORMATOR
- GS1,-GS2 SISTEM SABIRNICA

Investitor:		Finansijer:		Projektant:	
AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija		SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajfert 29, 19210 Bor, Srbija		Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd	
Vrsta teh. dokumentacije:		Naziv objekta:		Naziv crteža:	
IDEJNO REŠENJE (IDR)		PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2		PRESEK 2-2 E11 SPOJNO POLJE	
Oznaka i naziv dela projekta:		Broj crteža:		Razmera:	
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE		GSS-PPVK-IDR-004-005		Format:	
Odg. projektant / br. licence:		Projektant:		List:	
J. Mitrović / 520107120		J. Mitrović		Listova:	
Crtao:		B. Dragičević		Revizija:	
Kontrolisao:		A. Petrović		0	







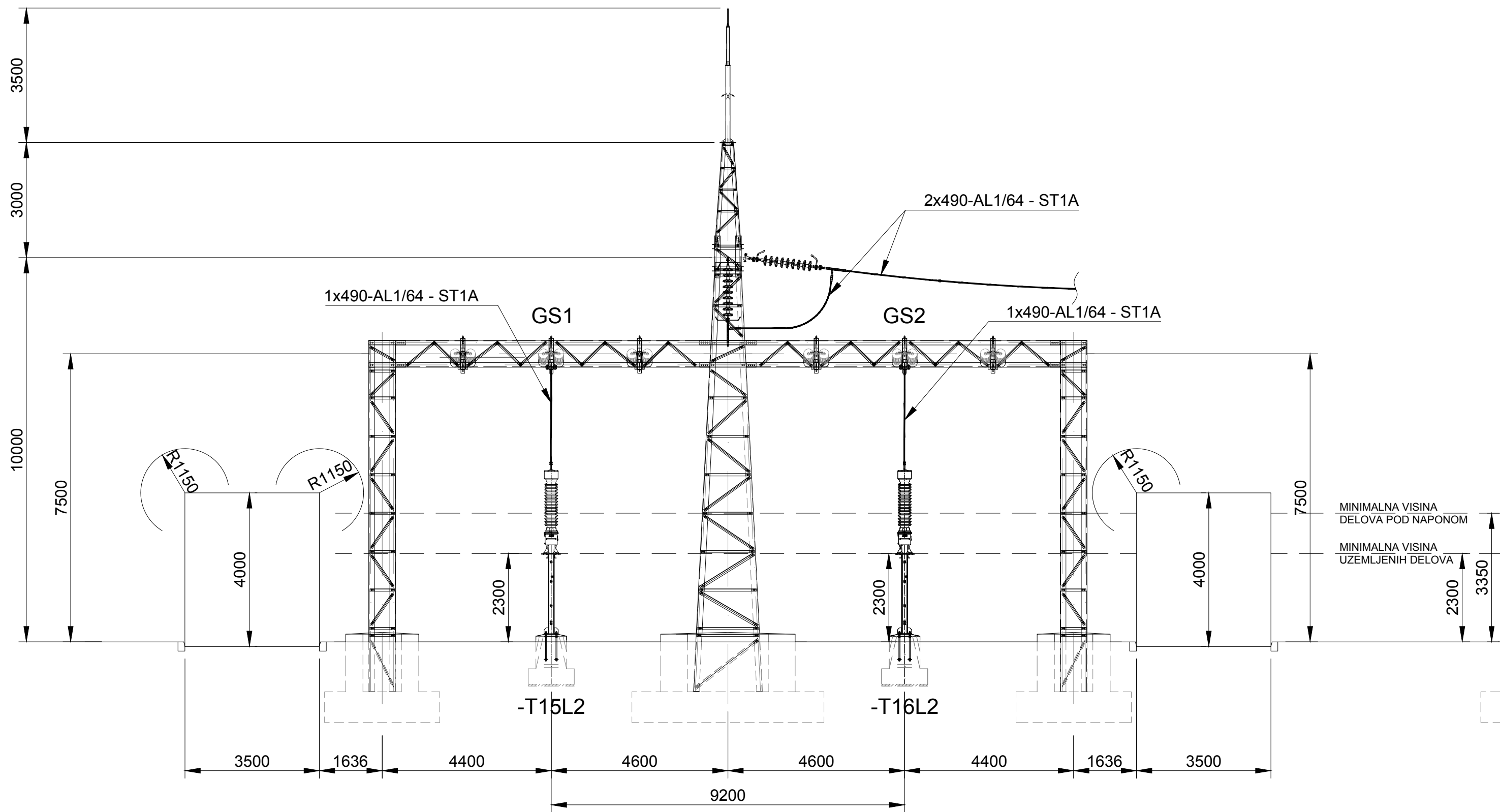
PRESEK 3-3
E08 KABLOVSKO POLJE

LEGENDA:

-Q0	PREKIDAČ
-Q1, -Q2	SABIRNIČKI RASTAVLJAČI
-Q9/-Q8	IZLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM
-T1	STRUJNI TRANSFORMATOR
-T5	NAPONSKI TRANSFORMATOR
-F1	ODVODNIK PRENAPONA
-CSE	KABLOVSKA ZAVRŠNICA
-GS1,-GS2	SISTEM SABIRNICA

Jelena Anđelić


0	Dec. 2021.	Prvo izdanje		J. Mitrović	J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:		Finansijer:		Projektant:			
 AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija		 SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija		 GLOBAL SUBSTATION SOLUTIONS <small>DESIGN & CONSTRUCTION OF SUBSTATIONS & POWER LINES</small>  Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd			
Vrsta tehn. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)				Naziv objekta: PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2			
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				Naziv crteža: PRESEK 3-3 E08 KABLOVSKO POLJE			
Odg. projektant / br. licence:		J. Mitrović / 520107120		Broj crteža: GSS-PPVK-IDR-004-006			
Projektant:		J. Mitrović		Razmera:			
Crtao:		B. Dragičević		Format:		List:	Listova:
Kontrolisao:		A. Petrović		1:100		A2	1
						Revizija:	0



PRESEK 4-4
NAPONSKI TRANSFORMATORI U SABIRNICAMA

LEGENDA:

- T15L2, -T16L2 NAPONSKI TRANSFORMATOR U SABIRNICAMA
-GS1,-GS2 SISTEM SABIRNICA

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje		J. Mitrović	J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:  AD „Elektromreža Srbije“ Ul. Kneza Miloša 11 11000 Beograd, Srbija		Finansijer:  SERBIA ZIJIN COPPER d.o.o Bor Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor, Srbija		Projektant:  GLOBAL SUBSTATION SOLUTIONS Global Substation Solutions d.o.o. Bul. Mihajla Pupina 115 d 11000 Beograd			
Vrsta teh. dokumentacije: IDEJNO REŠENJE (IDR)				Naziv objekta: PRIKLJUČNO RAZVODNO POSTROJENJE 110 kV VELIKI KRIVELJ 2			
Oznaka i naziv dela projekta: 4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				Naziv crteža: PRESEK 4-4 NAPONSKI TRANSFORMATORI U SABIRNICAMA			
Odg. projektant / br. licence:		J. Mitrović / 520107120		Broj crteža: GSS-PPVK-IDR-004-007			
Projektant:		J. Mitrović		Razmera:		Format:	List:
Crtao:		B. Dragičević		1:100		A2	1
Kontrolisao:		A. Petrović				Listova:	Revizija:
						1	0