





#### 4.1 NASLOVNA STRANA

	<b>4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA</b>
Investitor:	Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd Bulevar umetnosti 12, 11070 Novi Beograd, Srbija
Objekat:	Transformatorska stanica 110/35 kV „Ušće” <b>Opština Kraljevo</b> (KO Ušće k.p. 2490, 2491 i 2492)
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta:	4 – Elektroenergetske instalacije
Za građenje/izvođenje radova:	Nova gradnja
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 070 Beograd, Srbija
Odgovorno lice projektanta:	Radomir Nedić, dipl.inž.el.
Potpis	
Odgovorni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el.
Broj licence:	352108721
Potpis:	
Broj dela projekta:	021-ODS-TSU-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



## 4.2 SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA


### 4.3 REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

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

### **ODGOVORNI PROJEKTANT**

za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta: Transformatorska stanica 110/35kV „Ušće”, **Opština Kraljevo** (KO Ušće k.p. 2490, 2491 i 2492) određuje se:

Igor Stefanović, mast.inž.el.....br. licence 352108721

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




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

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za građenje objekta Transformatorska stanica 110/35kV „Ušće”, (KO Ušće k.p. 2490, 2491 i 2492),

Igor Stefanović, 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:	Igor Stefanović, mast.inž.el
Broj licence:	352108721
Potpis:	
Broj tehničke dokumentacije:	021-ODS-TSU-IDR-004
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



## 4.5 TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

### 4.5.1 OPŠTI OPIS

#### 4.5.1.1 Svrha i opseg izgradnje

Privredno društvo „Elektrodistribucija Srbije“ d.o.o., sa sedištem u ulici Bulevar umetnosti 12, 11070 Novi Beograd, Srbija, donelo je odluku o izgradnji objekta transformatorske stanice TS 110/35 kV Ušće, ukupne instalisane snage 2x31.5 MVA (u prvoj etapi 1x31.5 MVA). Izgradnja novog objekta transformatorske stanice doprinela bi:

- Povećanju instalisane snage na području KO Ušće,
- Povećanju pouzdanosti napajanja električnom energijom
- Obezbeđivanju rezervnog napajanja konzumnog područja
- Daljem razvoju i izgradnji srednjenaponske mreže

Objekat TS 110/35 kV Ušće je prolaznog tipa sa priključenjem na prenosnu mrežu nazivnog napona 110 kV, po principu ulaz-izlaz na DV 110 kV br. 161 TS Kraljevo 3- TS Raška. Priključenje objekta TS na prenosnu mrežu projektovati u skladu sa tehničkim uslovima AD Elektromreža Srbije.

Na novu TS 110/35kV "Ušće" priključile bi se postojeće TS 35/10kV "Ušće" i TS 35/10 kV "Pulumir", kao i buduća TS 35/10 kV "Milići".

Na konzumnom području nove TS 110/35 kV „Ušće“ se ne očekuje značajniji porast potrošnje.

Sa druge strane na konzumnom području nove TS 110/35 kV „Ušće“ važeća akta izdata su za osamnaest elektrana ukupne snage 11,378 MW. Pored navedenih elektrana može se očekivati određen broj novih elektrana na reci Studenici i njenim pritokama, kao i na području Gokčanice. Snaga ovih elektrana je oko 10 MW.

Prema tome, ukoliko nema proizvodnje, očekivana vršna snaga potrošnje nove TS 110/35kV "Ušće" bila bi 4 MW. Kada elektrane budu proizvodile energiju (postojeće i planirane na ovom području) nova TS 110/35kV "Ušće" će davati energiju u prenosni sistem. Očekivana snaga proizvodnje je oko 15 MW.

Lokacija za izgradnju TS 110/35 kV Ušće predviđena je u centralnom delu Srbije, na području opštine Kraljevo (KO Ušće k.p. 2490, 2491 i 2492).

Planirani objekat TS 110/35 kV Ušće gradiće se u dve etape koja obuhvataju:

- 1) Ograđeni, kompletno uređeni prostor platoa sa objektima i opremom
- 2) Transportne puteve i uređenje platoa objekta
- 3) Portalne stubove na ulazu u postrojenje za potrebe uvođenja dva 110 kV dalekovoda u objekat transformatorske stanice
- 4) Postrojenje 110 kV sa jednostrukim sistemom sabirnica, vazduhom izolovano, za spoljnu montažu sa opremanjem ukupno 5 polja:

- Kopletno opremanje dva dalekovodna polja =E1 i =E3



- Kompletno opremanje dva transformatorska polja =E2 i =E4
  - Prostor za jedno rezervno polje (E5)
- 5) Dve transformacije prenosnog odnosa 110/36.75/10.5 kV, instalisane snage 31.5 MVA za spoljašnju montažu, sa priključnom opremom, sa temeljima i sistemom za odvođenje i separaciju ulja. U prvoj etapi ugrađuje se jedan energetska transformator. Drugi transformator, komplet sa priključnom opremom, se ugrađuje u drugoj etapi.
- 6) Otpornike za uzemljenje neutralne tačke na 35 kV strani transformatora
- 7) Odvodnike prenapona 110 kV i 35 kV ispred transformatora Trafo 1 i Trafo 2
- 8) Zgradu 35 kV postrojenja sa sledećim pomoćnim prostorijama:
- Kontrolna prostorija za smeštanje ormana zaštite i ormana upravljanja 110 kV, ormana merenja, ormana opreme za sistem daljinskog nadzora i upravljanja, ormana telekomunikacija i ormana sopstvene potrošnje.
  - Prostorija za smeštaj ćelija 35 kV, koje će biti sa metalom-oklopljenim, metalom pregrađenim i vazduhom izolovanim ćelijama za unutrašnju montažu, sa opremanjem 16 ćelija
  - Dve prostorije za smeštaj kućnih transformatora, prenosnog odnosa 35 kV/0,42 kV, snage projektovane prema potrebama postrojenja,
  - Prostorije za smeštaj AKU baterija,
  - Ulazni hodnik,
  - Sanitarni blok.
- 9) Kablovski prostor ispod cele površine prostorije za smeštaj 35 kV postrojenja za uvođenje 35 kV kablova, dupli pod ispod kontrolne prostorije za uvođenje kablova u ormane upravljanja i ormane zaštite, merenja, sopstvene potrošnje i telekomunikacija, kablovske kanale i šahtove za uvod kablova u zgradu.
- 10) Prateći sistemi instalacija za obezbeđivanje tehnički i tehnološki ispravnog funkcionisanja objekta transformatorske stanice.

Planirano puštanje u pogon TS 110/35 kV Ušće se predviđa 2024. godine. U prvoj etapi eksploatacije predmetnog objekta predviđa se 1 energetska transformator snage 31.5 MVA, dok su u drugoj etapi predviđena dva energetska transformatora snage 2x31.5 MVA prema projektnom zadatku.

#### **4.5.1.2 Razgraničenje**

Predmet projekta je TS 110/35 kV Ušće, dok su priključni dalekovodi 110 kV predmet posebnog projekta. Veza sa drugim projektom predstavlja uvođenje novog dalekovoda u zgradu trafostanice.

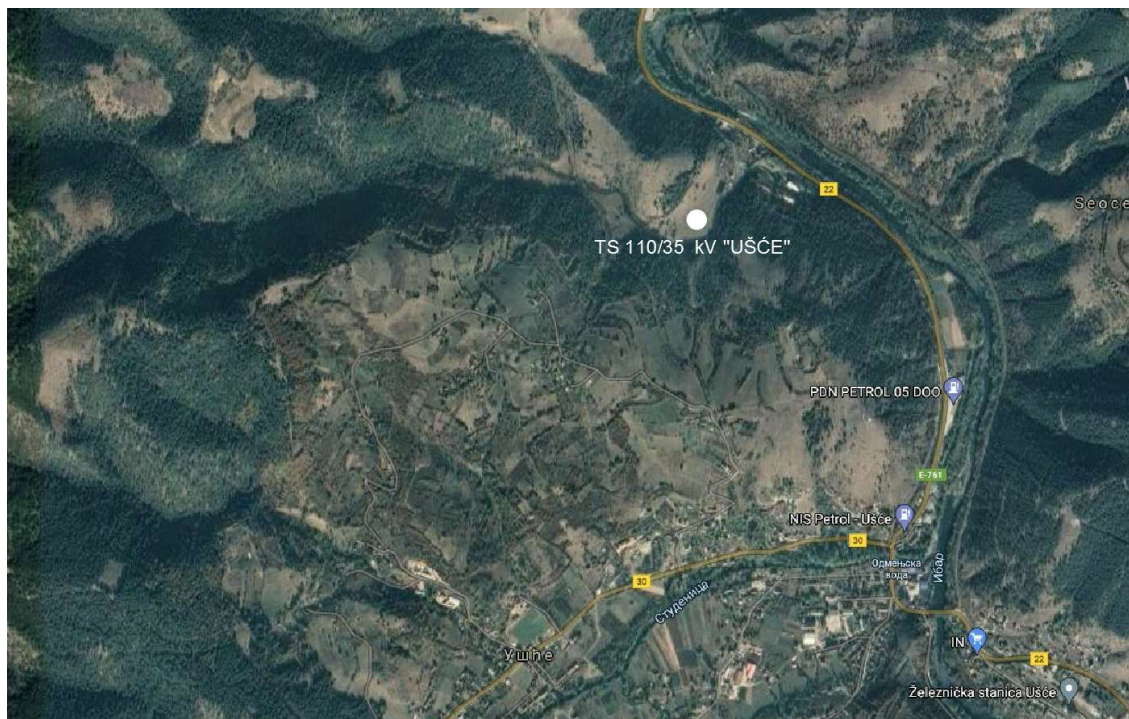
#### **4.5.1.3 Lokacija objekta**

Lokacija za izgradnju TS 110/35 kV Ušće predviđena je u centralnom delu Srbije, na području opštine Kraljevo. Gradnja kompleksa TS 110/35 kV Ušće, sa energetska

opremom, pogonskom zgradom, ulaznim portalom i pristupnim saobraćajnicama, planirana je na građevinskim parcelama broj 2490, 2491 i 2492, KO Ušće u opštini Kraljevo.

Odabrana lokacija obezbeđuje dobar rasplet vodova, priključenje na infrastrukturne instalacije i pristup javnoj saobraćajnoj površini sa mogućnošću prilaza radi montaže energetske transformatora i druge opreme.

Na slici 1.1 prikazana je makrolokacija predmetnog objekta.



Slika 1: Makrolokacija objekta TS 110/35 kV Ušće

#### **4.5.1.4    *Pristup do objekta TS 110/35 kV Ušće***

TS 110/35 kV Ušće, KO Ušće se preko priključne saobraćajnice priključuje na državni put I-B reda Kraljevo-Raška.

#### **4.5.1.5    *Opis postojećeg stanja***

Na lokaciji predviđenoj za izgradnju novog objekta TS 110/35 kV Ušće, vizuelnom inspekcijom, utvrđeno je postojanje 35 kV dalekovoda. Potrebno je izvršiti izmeštanje dela trase postojećeg dalekovoda. Izmeštanje postojećeg dalekovoda je predmet posebnog projekta. Na katastarskim parcelama predviđenom za izgradnju novog objekta potrebno je utvrditi postojanje podzemnih instalacija uvidom u plansku dokumentaciju.

Na slici 2 prikazano je postojeće stanje na planiranoj lokaciji predmetnog objekta.





Slika 2: Postojeće stanje na planiranoj lokaciji objekta TS

#### **4.5.1.6 Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije postrojenja**

##### **Klimatske karakteristike**

Područje Grada Kraljeva ima umereno-kontinentalnu klimu, sa toplim letima i hladnim zimama. Najčešći vetar u toku godine je zapadni (70%). Sa njim se udružuju i dosta česti vetrovi sa severozapada (60%) i jugozapada (60%). Ređi je istočni vetar (50%). Vetrovi iz ostalih pravaca su znatno ređi, kao severni (18%) i južni (9%), dok su ostali još neizrazitiji (1-2%).

Na osnovu raspoloživih, javno dostupnih, podataka preuzetih sa web sajtova Republičkog Hidrometeorološkog zavoda Srbije i Seizmološkog Zavoda Srbije, u Tabeli 1 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 Kraljevo (215 mnm).

<b>Parametar</b>	<b>Vrednost</b>
Nadmorska visina	oko 192 m
Srednja godišnja temperatura vazduha	11.5°C
Prosečna maksimalna godišnja temperatura	17.2°C
Prosečna minimalna godišnja temperatura	6.2°C
Maksimalna temperatura (apsolutna)	43.6°C
Minimalna temperatura (apsolutna)	-23.7°C



---

Maksimalne padavine	75.8mm
Prosečna relativna vlažnost	73%
Maksimalna visina snežnog pokrivača	90 cm
Srednja brzina vetra	1.5-3.3 m/s

Tabela 1: Klimatske odlike šireg područja objekta transformatorske stanice TS 35/10 kV Ušće - standardni tridesetogodišnji period

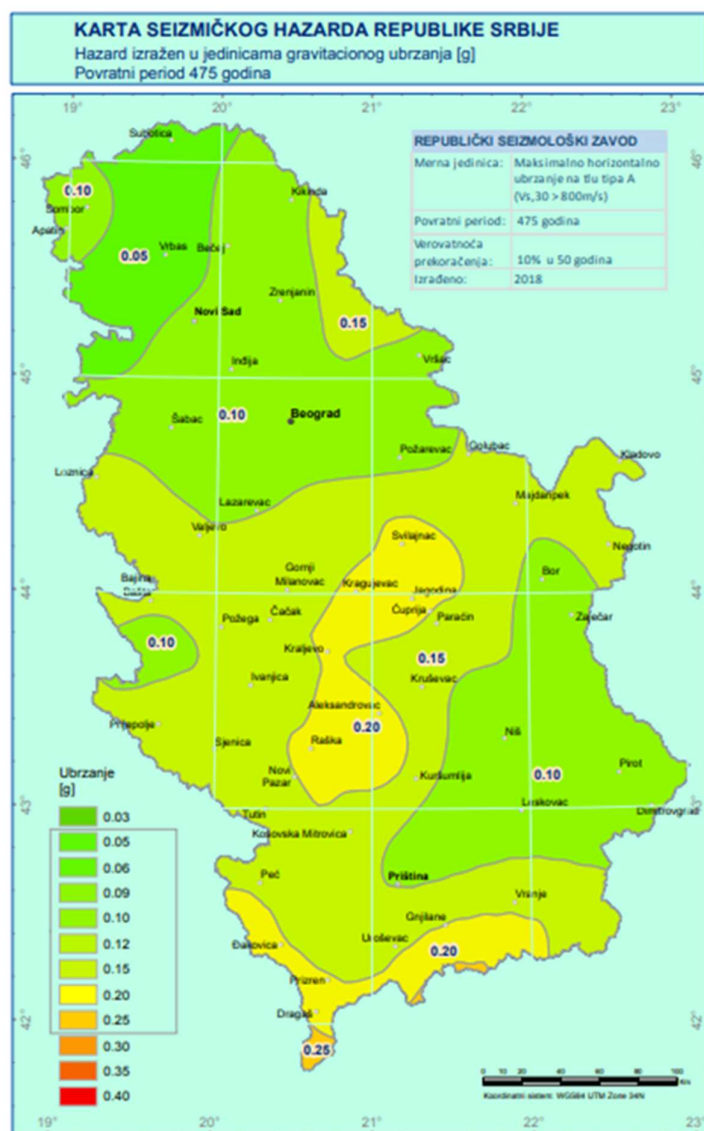
### **Seizmološke karakteristike**

Na slici 1.2 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 KO Ušće, maksimalno horizontalno gravitaciono ubrzanje osnovnog tla-PGA (g) iznosi 0.2.





Slika 1.2: Karta seizmičkog hazarda



## 4.5.2 ELEKTROTEHNIČKI DEO

### 4.5.2.1 Opšte

Predmet ovog projekta je objekat TS 110/35 kV Ušće. Dispozicija opreme i objekta 110/35 kV Ušće biće odabrana na način da se obezbedi dobra preglednost postrojenja, povoljno uvođenje 110 kV dalekovoda, jednostavan rasplet kablova 35kV unutar postrojenja, mogućnost prilaza radi montaže opreme za spoljašnju i unutrašnju montažu.

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 izvršiće se u skladu sa ulaznim podacima i Projektnim zadatkom Investitora.

### 4.5.2.2 Razvodno postrojenje 110 kV

Razvodno postrojenje 110 kV izvodi se na otvorenom prostoru sa aparatima i sigurnosnim razmacima za spoljnu montažu. U postrojenju 110 kV prekidači su ispunjeni gasom SF6 kao izolacionim medijumom i medijumom za gašenje luka između kontakata i smešteni su u dva niza. Polja su smeštena sa obe strane sabirnica, tako da nema prebacivanja veza iznad njih.

U postrojenju 110 kV gradi se jedan sistem sabirnica sa pet polja, podužno podeljen na dve sekcije sa dva na red vezana rastavljača, i to:

- polje E01 - DV 110 kV - pravac TS Raška
- polje E02 - transformator +T1
- polje E03 - DV 110 kV - pravac TS Kraljevo 3
- polje E04 - transformator +T2
- polje E05 – rezervno polje
- 

Postrojenje 110 kV se kompletno oprema u prvoj etapi (osim rezervnog polja).

Donja tabela prikazuje osnovne tehničke podatke 110 kV postrojenja.

Naziv	Merna jedinica	Vrednost
Nazivni napon	kV	110
Maksimalni pogonski napon	kV	123
Naznačeni jednominutni podnosivi napon industrijske frekvencije, 50 Hz, 1 min	kV	230
Naznačeni podnosivi udarni napon: 1,2/50 $\mu$ s	kV	550
Nazivna pogonska frekvencija	Hz	50
Tranzijentna snaga trofaznog kratkog spoja	MVA	6000
Nazivna trajna struja sabirnica	A	2000
Trofazna simetrična struja kratkog spoja	kA	31.5
Uzemljenje neutralne tačke 110 kV mreže	-	Direktno



Sva primarna oprema u postrojenju 110 kV biće odabrana za termičku struju kratkog spoja 31.5 kA u trajanju od 1 sekunde.

Sabirnice 110 kV su cevne sabirnice od aluminijumske legure AlMgSi0.5F22 preseka 100/88 mm podužno podeljene u dve sekcije pomoću dva na red vezana rastavljača. Širina polja je 9m.

U sabirnicama i svim poljima su razmaci između faznih provodnika 2 m.

Kapacitivni naponski transformatori se ugrađuju u svakoj fazi u dalekovodnim poljima, a na obe sekcije sabirnica induktivni naponski transformatori u sve tri faze.

Prekidači u postrojenju 110 kV su ispunjeni sa gasom SF6 kao medijumom za izolaciju između kontakata i gašenje luka. U dalekovodnim poljima su motorno opružni pogoni po polu, dok su u transformatorskim poljima opremljeni (jednim) trolnim pogonom.

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem. Opremljeni su jednim motornim pogonskim mehanizmom za sva tri pola. Izlazni rastavljači u dalekovodnim poljima su sa noževima za uzemljenje koji služe za uzemljenje sa strane dalekovoda.

U postrojenju 110 kV izlazni portalni za nadzemne vodove su takođe širine 10 m, sa visinom postavljanja rigle 10 m.

Aparati i sigurnosni razmaci odgovaraju propisima za spoljnu montažu. Aparati su podignuti na propisanu visinu iznad zemlje i ne zahtevaju ogradu.

Cevi koje služe za međuveze aparata na jednom kraju se priključuju pomoću dilatacione stezaljke, a na drugom kraju pomoću fiksne stezaljke. Na ovakav način se obezbeđuju temperaturne dilatacije cevi bez dodatnog opterećenja priključaka i izolatora aparata.

Oprema se predviđa za mrežu sa direktno uzemljenom neutralnom tačkom.

Transportni gabarit kroz postrojenje je visine 4 m (duž staze kroz postrojenje).

#### **Oprema dalekovodnih polja 110 kV (=E1 i =E3)**

Dalekovodna polja su opremljena sledećom opremom:

- Trolnim okretnim sabirničkim rastavljačem sa motornim pogonom (-Q1),
- Trolnim SF<sub>6</sub> prekidačem sa posebnim pogonom za svaki pol (-Q0),
- Strujnim mernim transformatorima u svakoj fazi (-T1),
- Naponskim mernim transformatorima u svakoj fazi (-T5),
- Izlaznim trolnim rastavljačem sa noževima za uzemljenje (motorni pogoni za glavne noževe i noževe za uzemljenje) (-Q9/-Q8),
- Spojnim vezama 240/40 Al/Če provodnik i cevima AlMgSi0.5F22 preseka 80/66mm, odgovarajućim stezaljkama za spojeve između aparata i za spojeve na dalekovod sa jedne strane i sabirnice sa druge strane,
- Razvodni orman naponskih transformatora (RONT),
- Postoljima aparata,
- Izlaznim portalom.

*Trolni SF6 prekidač*



Ovim projektom za opremanje dalekovodnih polja predviđa se ugradnja trolnog SF<sub>6</sub> prekidača sledećih karakteristika sa posebnim pogonom za svaki pol:

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- nazivni napon	110 kV
- najviši pogonski napon	145 kV
- stepen izolacije	Si 145
- nazivna frekvencija	50 Hz
- nazivna struja	2000A
- nazivna prekidna moć	40 kA
- nazivna uklopna moć (dinamička struja)	100 kA
- nazivno trajanje kratkog spoja	3 s
- nazivni sklopni ciklus	O - 0,3 s - CO - 3 min – CO
- upravljački i kontrolni napon	110 V DC
- napon motornog pogona	110 V DC
- napon grejača	230 V AC
- pogon prekidača	opružni jednopolno upravljiv

#### *Trolni okretni rastavljač (sabirnički)*

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem postavljeni u tandem poretku na svim sabirničkim rastavljačima. 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 struja kratkog spoja (3s)	40 kA
- nazivna frekvencija	50 Hz
- nazivna struja	2000 A
- nazivni napon elektromotornog pogona	110 V DC
- upravljački i kontrolni napon	110 V DC

#### *Trolni 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 snabdeveni su noževima za uzemljenje sa strane dalekovoda. Pogon noževa za uzemljenje je trolni, motorni.

Tehničke karakteristike rastavljača sa noževima za uzemljenje su sledeće:

- nazivni napon	110kV
- najviši pogonski napon	123kV
- stepen izolacije	Si 123
- nazivna struja kratkog spoja(3s)	40 kA
- nazivna frekvencija	50 Hz
- nazivna struja	2000 A
- nazivni napon elektromotornih pogona	110 V DC



- upravljački i kontrolni napon 110 V DC

### Strujni merni transformatori

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izolacijom 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 110 kV
- najviši pogonski napon 123 kV
- naznačena kratkotrajna termička struja 40 kA
- naznačena dinamička struja 100 kA

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.	0,2	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	$F_s$	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	15	30	30

### Naponski merni transformatori

Predviđaju se kapacitivni naponski merni transformatori konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izolacijom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Za merenje napona u dalekovodnom polju 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



Karakteristike	Oznaka	Iznos	
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 u transformatorskim poljima 110 kV (=E2 i =E4)**

Transformatorska polja (=E2 i =E4) su opremljena sledećom opremom:

- Tropolnim sabirničkim rastavljačem sa motornim pogonom (-Q1)
- Prekidačem sa zajedničkim pogonom za sva tri pola (-Q0)
- Strujnim mernim transformatorima u svakoj fazi (-T1)
- Odvodnicima prenapona u svakoj fazi na 110 kV strani (-F1)
- Odvodnicima prenapona u svakoj fazi na 35 kV strani (-F4)
- Potpornim izolatorima
- Spojnim provodnicima 240/40mm<sup>2</sup> Al/Če i cevima AlMgSi0.5F22 preseka 80/66mm, odgovarajućim stezaljkama za spojeve između aparata, za spojeve na transformator, sa jedne strane i sabirnice sa druge strane
- Postoljima aparata

#### **Tropolni SF6 prekidač**

Ovim projektom za opremanje transformatorskih polja predviđa se ugradnja tropolnog SF<sub>6</sub> prekidača sledećih karakteristika:

Tehničke karakteristike prekidača su sledeće:

- nazivni napon 110kV
- najviši pogonski napon 123kV
- stepen izolacije Si 123
- nazivna frekvencija 50 Hz
- nazivna struja 2000 A
- nazivna prekidna moć 40 kA
- nazivna uklopna moć (dinamička struja) 100 kA
- nazivno trajanje kratkog spoja 3 s
- nazivni sklopni ciklus O - 0,3 s - CO - 3 min – CO
- upravljački i kontrolni napon 110 V DC
- napon motornog pogona 110 V DC
- napon grejača 230 V AC
- pogon prekidača opružni, tropolno upravljiv

#### **Tropolni okretni rastavljač (sibirnički)**





Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem postavljeni u tandem poretku na svim sabirničkim rastavljačima. Opremljeni su jednim motorno 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 110 V DC
- upravljački i kontrolni napon 110 V DC

#### *Strujni merni transformatori*

Strujni merni transformatori su konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izolacijom 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

Karakteristike	Oznaka	I. jezgro	II. jezgro	III. jezgro	IV. jezgro
Nazivna primarna struja	$I_{pn}[A]$	2x200	2x200	2x200	2x200
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	$I_{cth}[A]$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$	$1,2xI_n$
Faktor sigurnosti	$F_s$	10	10		
Nazivna snaga	$S_n[VA]$	5	15	30	30

#### **Sistem glavnih sabirnica**

U skladu sa projektnim zadatkom predviđen je jednostruki sistem sekcionisanih sabirnica. Predviđaju se sabirnice izvedene cevima od aluminijumske legure AlMgSi0,5F22, spoljnog prečnika 100 mm i unutrašnjeg prečnika 88 mm.

Sabirnice 110 kV su podužno sekcionisane sa dva rastavljača sledećih karakteristika:



#### *Tropolni okretni rastavljač u sabirnicama*

Rastavljači su dvostubni sa horizontalnim centralnim prekidanjem postavljeni u tandem poretku na svim sabirničkim rastavljačima. Opremljeni su jednim motorno 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	110 V DC
- upravljački i kontrolni napon	110 V DC

Na jednom kraju svakog sistema glavnih sabirnica ugrađuju se naponski merni transformatori u sve tri faze. Naponski merni transformatori na sabirnicama su induktivnog tipa konvencionalne izvedbe sa uljno-papirnom unutrašnjom izolacijom i spoljašnjom izolacijom koju čini porculanski izolator potrebnih električnih i mehaničkih karakteristika.

Tehničke karakteristike naponskih mernih transformatora su sledeće:

- nazivni napon	110 kV
- najviši pogonski napon	123 kV

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

#### **4.5.2.3 Razvodno postrojenje 35 kV**

Predviđa se ugradnja slobodnostojećeg postrojenja za unutrašnju montažu, vazduhom izolovanog i metalom oklopnjenog i pregrađenog. Postrojenje će imati jednostruki sistem sabirnica, podužno sekcionisanih, sa po jednom sekcijom za svaki energetske transformator. Sabirnice i provodne veze u okviru ćelija će biti od pljosnatih bakarnih šina, dok će se priključenje na ćelije izvršiti kablovski. Unos, transport i montaža ćelija 35 kV biće omogućen sa spoljne strane zgrade kroz vrata odgovarajućih dimenzija.

Postrojenje će imati sledeći raspored ćelija (ukupan broj ćelija 16, u jednom redu):



- dovodno-odvodna kablovske ćelije (H01, H02, H06, H07, H10, H11, H15, H16),
- trafo ćelija za vezu sa transformatorom Trafo 1 (H04),
- spojna ćelija (H08),
- dodatak spojne ćelije (H09),
- trafo ćelija za vezu sa transformatorom Trafo 2 (H13),
- merne ćelije (H03, H14),
- ćelije kućnog trafoa (H05, H12).

Tehničke karakteristike postrojenja 35 kV su sledeće:

Naziv	Merna jedinica	Vrednost
Nazivni napon	kV	35
Maksimalni pogonski napon	kV	38
Nazivna pogonska frekvencija	Hz	50
Tranzijentna snaga trolejnog kratkog spoja	MVA	1000
Nazivna trajna struja sabirnice	A	1250
Trofazna simetrična struja kratkog spoja	kA	16.5
Način uzemljenja neutralne tačke:	-	35 kV neutralna tačka mreže je uzemljena preko niskoomske impedanse sa ograničenjem struje zemljospoja na 300 A.

Izbor opreme 35 kV postrojenja će se izvršiti u skladu sa najvišom vrednošću napona sistema od 38 kV.

Prekidači nazivnog napona 35 kV biće trolejni, vakuumski, izvlačivi, sa elektroopružnim pogonom, 110 V DC, sa kalemovima za uključenje i isključenje 110 V DC, kontaktima za signalizaciju, sa mogućnošću prekidanja malih kapacitivnih i induktivnih struja.

Nazivna struja prekidača snage u transformatorskoj i spojnoj ćeliji 35 kV iznosi 1250 A, dok u izvodnim iznosi 800A, dok je nazivna struja prekidanja 20 kA. Radni napon prekidača treba da bude  $U_r \geq 38$  kV.

F-ju rastavljača imaju kolica na kojima je montiran prekidač odnosno kruta veza u dodatku spojke.

Merni transformatori biće izabrani prema TP-12b EPS-a i prema jednopolnoj šemi koja je prilog projektnog zadatka. U izvodnim kablovskim ćelijama, kao i u transformatorskim ćelijama (H01, H02, H04, H06, H07, H10, H11, H13, H15, H16) biće predviđeni strujni transformatori u sve tri faze za potrebe merenja i zaštite.

Strujni transformatori će se izabrati tako da zadovolje propisanu termičku i dinamičku struju.

Snage mernih i zaštitnih jezgara strujnih i naponskih mernih transformatora uskladiće se sa opterećenjem u mernim i zaštitnim krugovima.

U dovodno odvodnim, transformatorskim ćelijama, spojnoj ćeliji i dodatku spojne ćelije 35 kV u TS 35/10 kV Ušće, biće ugrađeni indikatori prisustva napona.



Izbor i provera opreme izvršiće se u skladu sa parametrima kratkog spoja na mestima ugradnje i tipiziranim vrednostima prema TP-4 ED Srbije.

***Oprema 35 kV izvodnih ćelija (=H01, =H02, =H06, =H07, =H10, =H11, =H15, =H16)***

U dovodno-odvodnim ćelijama predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- tropolni vakuumski izvlačivi prekidač,
- strujni transformator sa dva jezgra, jednim za merenje i jednim za zaštitu,
- mikroprocesorski zaštitno-upravljački uređaj sa sekundarnom opremom,
- kapacitivni indikator napona i
- uzemljivač.

***Oprema 35 kV transformatorskih ćelija (=H04 i =H13)***

U transformatorskim ćelijama predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- tropolni vakuumski izvlačivi prekidač,
- mikroprocesorski zaštitno-upravljački uređaj sa sekundarnom opremom,
- strujni transformator sa 3 jezgra (jedno merno i dva zaštitna),
- kapacitivni indikator napona

***Oprema 35 kV ćelija kućnih transformatora (=H05 i =H12)***

U ćeliji kućnog transformatora predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- tropolna sklopka-rastavljač,
- visokonaponski visokoučinski tropolni osigurač,
- mikroprocesorski upravljački uređaj sa sekundarnom opremom.

***Oprema 35 kV mernih ćelija (=H03 i =H14)***

U mernim ćelijama predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- visokonaponski visokoučinski osigurač,
- naponski merni transformator sa dva sekundarna namotaja,
- mikroprocesorski upravljački uređaj sa sekundarnom opremom.

***Oprema 35 kV spojne ćelije (=H08)***

U spojnoj ćeliji predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- tropolni vakuumski izvlačivi prekidač,
- kapacitivni indikatori napona,
- mikroprocesorski zaštitno-upravljački uređaj sa sekundarnom opremom.

***Oprema 35 kV dodatka spojne ćelije (=H09)***

U dodatku spojne ćelije predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- tropolni izvlačivi rastavljač,
- kapacitivni indikatori napona.

***Strujni merni transformatori***



U postrojenju 35 kV ugrađuju se jednopolno izolovani strujni merni transformatori za unutrašnju montažu, prilagođeni za ugradnju u sklopni blok. Strujni merni transformator definiše se prenosnim odnosom, klasom tačnosti i nazivnom snagom jezgra.

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

**Izvodna ćelija:**

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO
Nazivna primarna struja	$I_{pn}$ [A]	300	300
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}$ [A]	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.2	5P10
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120	
Nazivna trajna termička struja	$I_{cth}$ [%]	$1.2 \times I_n$	$1.2 \times I_n$
Faktor sigurnosti	FS	10	
Nazivna snaga	$S_n$ [VA]	15	15

**Transformatorska ćelija:**

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I JEZGRO	II JEZGRO	III JEZGRO
Nazivna primarna struja	$I_{pn}$ [A]	1000	1000	1000
Nazivna sekundarna struja	$I_{sn}$ [A]	5	5	5
Klasa tačnosti	kl.	0.2	5P10	5P10
Prošireni merni opseg	ext. [%]	120		
Nazivna trajna termička struja	$I_{cth}$ [%]	$1.2 \times I_n$	$1.2 \times I_n$	$1.2 \times I_n$
Faktor sigurnosti	FS	10		
Nazivna snaga	$S_n$ [VA]	15	15	15

**Naponski merni transformatori**

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

Osnovne karakteristike naponskih mernih transformatora date su u sledećoj tablici.

**Merna ćelija:**

KARAKTERISTIKE	OZNAKA	I NAMOTAJ	II NAMOTAJ
Nazivna frekvencija	$f_n$ [Hz]	50	50
Nazivni primarni napon	$U_{pn}$ [kV]	$\frac{35}{\sqrt{3}}$	$\frac{35}{\sqrt{3}}$



Nazivni sekundarni napon	Usn [V]	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{3}$
Nazivna snaga	Sn [VA]	20	90
Klasa tačnosti	kl.	0.2	1/3P

#### 4.5.2.4 Transformacija 110/35 kV

U prvoj etapi eksploatacije objekta Transformaciju 110/35 kV će sačinjavati jedan energetski transformator 110±11x1,5% /36.75/10.5 kV sa regulacijom napona u beznaponskom stanju na primarnoj strani, snage transformacije 31.5/31.5/10 MVA, sprege YN0yn0d5.

Drugi transformator istih karakteristika se ugrađuje u drugoj etapi.

Jama za sakupljanje ulja je predviđena zajednička za oba transformatora. Sabirna uljna jama je smeštena u neposrednoj blizini između transformatora.

Uljna jama će biti nepropusna armirano betonska prelivnog tipa. Uljna kanalizacija će biti izvedena keramičkim cevima odgovarajućeg pada od transformatorske kade do jame. Kapacitet uljne jame će biti takav da može primiti svo ulje koje bi isteklo iz jednog energetskog transformatora uvećano za 15%.

Zvezdište transformatora na 110 kV strani se direktno uzemljuje. U zvezdištu transformatora na 110 kV strani je predviđeno merenje struje strujnim mernim transformatorom.

Neutralna tačka mreže 35 kV je uzemljena preko niskoomske impedanse sa ograničenjem struje zemljospoja do 300A.

Transformatori se smeštaju na šine sa sopstvenim temeljima, koji su dimenzionisani za težinu transformatora 31,5 MVA.

Priključci energetskih transformatora na 110 kV strani će biti nadzemni, izvedeni Al/Če užetom, dok je priključak na postrojenje 35 kV izveden kablovima. Transformator se od prenapona štiti odvodnicima prenapona na VN i NN strani.

Zvezdište transformatora na strani 110 kV će biti direktno uzemljeno preko strujnog transformatora, za ograničenu zemljospojnu zaštitu, zemljovodnim užetom koje se, u betonskom šahtu za uzemljenje, vezuje na uzemljivač, dok će na strani 35 kV biti uzemljeno preko sklopa za uzemljenje smeštenog neposredno pokraj energetskog transformatora koji čine rastavljač, strujni transformator i maloomski otpornik u cilju ograničenja struje zemljospoja na 300 A. Uzemljenje zvezdišta 35 kV ostvaruje se putem jednožilnog bakarnog kabla odgovarajućeg preseka.

Energetski transformatori se postavljaju na zasebne temelje sa sabirnom kadom. Smeštaj transformatora je tako rešen da omogućava demontažu i transport bez prekida pogona drugog energetskog transformatora.

Paralelni rad energetskih transformatora TR1 i TR2 na sekundaru je dozvoljen. Tercijer se koristi kao kompenzacioni namotaj i ne tereti se. Tercijer će biti spojen u zatvoreni trougao i potrebno je uzemljiti jedno njegovo teme.

Hlađenje transformatora je sa prirodnim strujanjem ulja i vazduha (ONAN/ONAF).





Za zaštitu od atmosferskih prenapona predviđaju se metal-oksidni odvodnici prenapona 35kV i 10kV strane, kao i u zvezdištu prema TP-4b EPS- Direkcije za distribuciju. Odvodnici prenapona će biti instalirani na slobodnostojećim nosačima postavljenim u neposrednoj blizini transformatora. Karakteristike energetskih transformatora su date u sledećoj tabeli.

Oznaka	Naziv	Merna jedinica	Vrednost
$S_n$	Naznačena snaga	MVA	31,5
$U_n$	Naznačeni prenosni odnos	kV	110±11x1,5% /36.75/10.5
	Broj faza		3
f	Frekvenca	Hz	50
	Tip regulacije na VN strani		pod opterećenjem
	Opseg regulacije na VN strani		±11x1,5%
	Način hlađenja		ONAN/ONAF
	Sprega		YN0ynd5
	Stepen izolacije		VN SI 123 LI 550 AC 230 NN LI 125 AC 50
	Standardi		IEC 60076 SRPS N.H1.019:1987 SRPS N.H1.016:1985 SRPS N.H1.542:1990 SRPS EN 60076-1:2012 SRPS EN 50216-4:2009 SRPS EN 50386:2013 SRPS EN 50216-2:2009

#### 4.5.2.5 Postrojenje sopstvene potrošnje

Osnovna struktura

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

Osnovni elementi sistema postrojenja sopstvene potrošnje su:

- glavni naizmjenični razvod 400/230V, 50Hz
  - izvor osnovnog napajanja – jedan kućni trafo 35/0.42 kV
  - izvor rezervnog napajanja - drugi kućni trafo 35/0.42 kV
- sigurnosni jednosmerni razvod 110V D.C
  - dva automatski regulisana ispravljača-punjača i dva akumulatorske baterije
- sigurnosni naizmjenični razvod 230V, 50 Hz
  - dva invertora

Nadzor razvoda naizmjeničnog i jednosmernog napona – izvršiće se preko nezavisnih mikroprocesorskih upravljačkih jedinica koje se preko optičkog kabla priključuju na daljinsku



stanicu (RTU) i koje moraju da rade nezavisno od rada sistema upravljanja i sistema komunikacije.

Napajanje sopstvene potrošnje TS 110/35 kV Ušće na 0.4kV, 50Hz, je obezbeđeno iz 35kV ćelija kućnog trafoa (=H05 i =H12) na koje su vezani KT 35/0.42 kV, sprege Yzn5, nominalne snage pojedinačnog transformatora ne manje od 100kVA, koji napajaju glavni razvod 0.4kV. Kućni transformatori su trofazni energetske uljni transformatori za unutrašnju montažu sa ostalim karakteristikama u skladu sa TP-1 Dodatak ED Srbije i TP 12a. Potrebna snaga će biti određena tako da zadovoljava sopstvene potrebe TS 110/35 kV Ušće, i proračun će biti prikazan u narednim fazama projektne dokumentacije. Kućni transformatori će biti smešteni u posebne prostorije unutar zgrade trafostanice. Veza kućnog transformatora sa 35 kV ćelijama (=H05 i =H12) će biti ostvarena kablovski. Oba transformatora dimenzionisana su na puno opterećenje sopstvenih potreba, tako da predstavljaju 100% rezervu jedan drugom. U normalnom režimu napajanje glavnog naizmeničnog razvoda 400/230V, 50Hz je preko jednog kućnog transformatora, a u slučaju poremećaja u napajanju prelazak na drugi režim, odnosno napajanje sa drugog kućnog transformatora je regulisan preklopnom automatikom sa odgovarajućim programom delovanja, izbor režima glavni/rezervni kućni trafo je preko preklopke na vratima ormara. Paralelan rad se ne predviđa.

Oprema glavnog naizmeničnog razvoda 400/230V, 50Hz je smeštena u ormare:

- Orman dovoda =NA+NA1 gde se nalaze dovodi sa kućnog transformatora i preklopna automatika.
- Orman razvoda =NA+NA2 sa kontrolnom mikroprocesorskom jedinicom (MCU) za nadzor i signalizaciju.

Sigurnosno napajanje najvažnijih potrošača na jednosmernom naponu obezbeđeno je sa dve stacionarne akumulatorske baterije koje su stalno priključene na trofazne automatski regulisane ispravljače. U normalnom režimu ispravljači napajaju celokupno opterećenje i imaju mogućnost da pune aku-baterije (dopunjavanje), čiji je kapacitet tako odabran da svaka baterija obezbeđuje šestočasovno napajanje svih potrošača priključenih na sabirnice sigurnosnog napajanja. Paralelno vezane baterije obezbeđuju šestočasovno napajanje svih jednosmernih potrošača najmanje šest časova. Aku-baterije su podeljene na dva dela, pri čemu je glavna grana priključena stalno na sabirnice razvodne table i omogućeno je njihovo dopunjavanje istovremeno sa napajanjem potrošača. Pri nestanku naizmeničnog napona, tj. nestanka napona iz mreže, ulogu izvora preuzima aku-baterija, i tada se na sabirnice jednosmernog razvoda uključuje i dodatna grana aku-baterije kada napon na sabirnicama padne ispod unapred definisane vrednosti, i pri tome ne dolazi do prekida u napajanju potrošača. Čelije dodatne grane se pune nezavisno posebnim izvodom sa ispravljača.

Oprema sigurnosnog jednosmernog razvoda 110V D.C, 50Hz je smeštena u sledeće ormare:

Dva dovodna ormara 110V DC:

- Orman =NJ+NJ1 ispravljač 1
- Orman =NJ+NJ4 ispravljač 2

Dva priključna ormara za AKU baterije:

- Orman =NJ+NJ11 za AKU bateriju 1
- Orman =NJ+NJ12 za AKU bateriju 2



Dva ormana razvoda jednosmernog napona 110V:

- Orman =NJ+NJ2 sa kontrolnom mikroprocesorskom jedinicom (MCU) za nadzor i signalizaciju.
- Orman =NJ+NJ3

Priključni ormarići akumulatorskih baterija se nalaze na zidu prostorije sopstvene potrošnje. Ispravljački uređaji se nalaze u zasebnim ormanima, slobodnostojeće konstrukcije i smešteni su u prostoriji komandne sale, i dolaze kompletno fabrički opremljeni i ožičeni. Punjenje akumulatorskih baterija vršiće se saglasno uputstvu proizvođača istih, što je od važnosti za životni vek za previđeni tip baterija.

Određivanje kapaciteta aku-baterije, dimenzionisanje ispravljača, detaljni proračuni i izbor opreme će biti obrađeni u narednim fazama projekta.

Akumulatorske baterije

Akumulatorske baterije su Ni-Cd i imaju niz prednosti:

- Veliki broj ciklusa punjenja i pražnjenja.
- Dobre mogućnosti pri velikim opterećenjima.
- Dugo vreme skladištenja u bilo kojem stanju napunjenosti.
- Jednostavno čuvanje i transport.
- Dobre k-ke na niskim temperaturama.

Za smeštaj se predviđa posebna prostorija gde su pod i zidovi prostorije AKU baterija obloženi pločicama. U slučaju nezgode, tj. prosipanja elektrolita predviđen je odlivni kanal u prostoriji. Predviđena je prirodna ventilacija prostorije odgovarajućim otvorima i mehanička prinudna ventilacija preko ventilatora koji se uključuju ručno preko sklopke pored vrata. Sve metalne delove, vodove, spojeve, provodne ploče i slično treba zaštititi tankim anti-korozivnim premazom.

Održavanje akumulatorskih baterija se mora vršiti prema uputstvu proizvođača. Pored remonta baterija koji propisuje proizvođač, održavanje obuhvata:

- Redovnu kontrolu nivoa elektrolita,
- Isključivanje ispravljača-punjača jednom mesečno u trajanju od 1h radi regeneracije ćelija
- Proveru pričvršćenosti svih konektora, navrtnja i šrafova svakih šest meseci,
- Pražnjenje do najnižeg dozvoljenog napona jednom u šest meseci, pri čemu treba snimiti krivu promene napona i struje u funkciji vremena radi sagledavanja kapaciteta baterije.

Izvor sigurnosnog neprekidnog napona 230V, 50Hz su dva invertorska modula, 110V, DC / 230V, 50Hz koji će se napajati iz akubaterija TS i kapaciteta minimalno 2.5 kW, a obezbediće sigurnosno napajanje potrošača kao što su daljinska stanica i TK oprema. Invertori rade u paraleli i dele opterećenje, a dimezionisani su da u slučaju ispada jednog od invertora drugi preuzima kompletno opterećenje bez ikakvnog prekida u napajanju. Rezervno napajanje, kao i u slučaju održavanja invertorskog sistema obezbeđeno je sa razvoda naizmeničnog napona 400/230V, 50Hz kućnog trafoa preko izolacionog trafoa



preko preklopke na vratima. U slučaju kvara jednog modula ili oba statičkom preklupkom se obezbeđuje besprekidno napajanje na izlazu iz invertora.

Dovodi 400/230V, 50Hz (=NA+NA1), razvod 400/230V, 50Hz (=NA+NA2), razvodi neprekidnog napajanja 230V,50Hz (=NY+NY1, =NY+NY2), kao i ispravljači 3x380V, 50Hz/110V d.c. (=NJ+NJ1, =NJ+NJ4) i sigurnosni jednosmerni razvodi 110V (=NJ+NJ2, =NJ+NJ3) su smešteni u razvodne ormarije od nezapaljivog materijala. Vrata su sa prednje strane. Stepen zaštite ormarija je minimalno IP45. Sva oprema u ormaru kojoj se treba prići za potrebe opravke ili zamene je pristupačna sa prednje strane preko vrata sa šarkama i koja se zaključavaju. Oprema koja će se ugraditi je u fiksnoj izvedbi. Hlađenje je prirodnim strujanjem vazduha. Uvod kablova u razvod je sa donje strane razvodne table.

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

#### **4.5.2.6 Sistem zaštite i upravljanja**

Opšte

U TS 110/35 kV Ušće biće predviđen sistem mikroprocesorske integrisane zaštite i upravljanja. Ovaj sistem zaštite i upravljanja ostvaruje funkcije zaštite, lokalne automatike, lokalnog upravljanja i nadzora, daljinskog upravljanja i nadzora, pokaznih merenja i električnih blokada. Predviđene se uređaji koji imaju podržan komunikacioni protokol IEC 61850.

Sve logičke blokade u postrojenju projektovane se tako da se realizuju i putem GOOSE mehanizama i putem žičanih komandno-signalnih strujnih krugova. Blokade na nivou polja 110 kV vezane za realizaciju rezervnih upravljačkih panela realizovane se žičano.

Osnovne električne i mehaničke blokade na nivou TS realizovane se u skladu sa TP-12a EPS Direkcija za distribuciju.

Za svako polje 110 kV predviđena su po dva ormarija, jedan za smestaj opreme za upravljanje (komandovanje, merenje, signalizacija, logičke blokade, lokalna automatika), jedan za smestaj opreme za zaštitu.

Smeštaj sekundarne opreme postrojenja 35 kV (merenje, zaštita i upravljanje) predviđa se u odgovarajućim NN odeljcima u okviru 35 kV ćelija.

Sistem mikroprocesorske zaštite i upravljanja treba da sadrži sledeću opremu:

- **Stanični računar (centralna jedinica):** Industrijski računar bez mehaničkih obrtnih delova, odgovarajućih performansi snabdeven odgovarajućim hardverom i softverom za ostvarivanje funkcije krajnje stanice i hronološke registracije događaja i komunikacije sa mikroprocesorskim zaštitno-upravljačkim uređajima i SCADA sistemom u nadležnom centru upravljanja u PDC Kraljevo. Smešta se u kontrolnu prostoriju zgrade 35 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama.
- **Jedinice za upravljanje (MPU) za 110 kV postrojenje:** Za svako polje 110kV postrojenja predviđena je po jedna upravljačka jedinica sa sledećim funkcijama: komandovanje VN aparatima, softverske blokade upravljanja VN aparatima, merenje



struje, napona, aktivne i reaktivne snage i faktora snage, integrisani sinhroček, signalizaciju položaja rasklopne opreme, alarmnu signalizaciju, međukomunikaciju na nivou polja, komunikaciju sa centralnom jedinicom, funkciju samonadzora i registracije događaja. Upravljačke jedinice treba da poseduju grafički displej sa mogućnošću prikaza jednopolne šeme.

- **Jedinice za zaštitu (MZU) za 110 kV postrojenje:** Mikroprocesorski uređaji za osnovnu i rezervnu zaštitu u postrojenju 110 kV su smešteni u okviru odgovarajućih jedinica za zaštitu koje su odvojene od jedinica za upravljanje. Uređaji za rezervnu zaštitu DV polja 110 kV treba da budu identičnih karakteristika kao uređaji za osnovnu zaštitu. Uređaji za rezervnu zaštitu trafo polja 110 kV treba da budu sa funkcijom višestepene prekostrujne zaštite. Zaštitne funkcije koje će biti implementirane u zaštitnim uređajima su opisane u nastavku.
  - **Jedinice za zaštitu i upravljanje (MPZU) 35 kV postrojenja:** Za zaštitu i upravljanje predviđeni su mikroprocesorski uređaji koji u sebi imaju integrisane funkcije zaštite i upravljanja. Predviđaju se za postrojenja 35 kV i smeštene su u odeljcima za NN opremu odgovarajućih ćelija. Sve jedinice treba da su sa dva para optičkih portova, odgovarajućim brojem analognih ulaza, binarnih ulaza i binarnih izlaza za ostvarivanje funkcija: zaštite, lokalne automatike, lokalnog upravljanja i nadzora, daljinskog upravljanja i nadzora, pokaznih merenja i električnih blokada. Povezivanje jedinica za upravljanje i zaštitu sa 35 kV opremom u pripadajućem polju, kao i veze između ćelija, izvesti prema važećim tehničkim preporukama. Radi ostvarenja stalne komunikacije sa komunikacionim računom, predvideće se povezivanje u optičku petlju.
- Uređaji treba da imaju mogućnost samo-nadzora sopstvene ispravnosti i detekciju kvara u ulazno - izlaznim kolima kao i mogućnost dijagnostikovanja kvara, pogodan pristup i mogućnost testiranja funkcija. Jedinice za zaštitu i upravljanje moraju biti sposobne da obave svoje funkcije i u slučaju da daljinska stanica prestane da radi ispravno. Nestanak napajanja u sistemu ne sme da prouzrokuje gubitak podataka za konfiguraciju sistema i arhivskih podataka. Sam MPZU mora da ima SELF TEST funkciju.
- **Jedinice za sopstvenu potrošnju:** U okviru jedinice za sopstvenu potrošnju ostvarene su funkcije merenja i signalizacije alarma iz sistema pomoćnog napajanja. Mikroprocesorske jedinice treba da su sa dva para optičkih portova, odgovarajućim brojem analognih ulaza, binarnih ulaza i binarnih izlaza za ostvarivanje funkcija: lokalnog i daljinskog nadzora i pokaznih merenja. Mikroprocesorske jedinice za sopstvenu potrošnju biće smeštene u kontrolnoj prostoriji: jedna jedinica u ormanu razvoda naizmeničnog napona  $=NA+NA2$ , a druga jedinica u ormanu podrazvoda jednosmernog napona  $=NJ+NJ3$ .
  - **Ispitne utičnice za zaštitu i upravljanje:** U okviru ormara zaštite 110 kV i odgovarajućih NN odeljaka u ćelijama 35 kV, predvideće se ugradnja odgovarajućih ispitnih utičnica.

Svi MPU, MZU i MPZU napajaće se pomoćnim naponom 110 V DC, nezavisnim strujnim krugovima.

#### **Zaštita u postrojenju 110 kV**



### **Zaštita 110 kV vodova**

Osnovni deo zaštite čini glavna multifunkcionalna zaštitna jedinica, vezana na prvo zaštitno jezgro strujnog transformatora. Pored glavne zaštitne jedinice za zaštitu biće implementirana i rezervna zaštita koja uključuje prekostrujnu i usmerenu zemljospojnu zaštitu. Vodovi se smatraju električno dugim.

Mikroprocesorski uređaji glavne zaštite treba da sadrže sledeće zaštitne funkcije:

- distantnu zaštitu (DZ, ANSI 21): trofaznu, minimalno trostepenu, sa poligonalnim karakteristikama, predviđenu za 1A, 100V, 50 Hz, sa bar pet vremensko-distantnih stepeni, sa pobudom na podimpedantnom principu, sa distantnom karakteristikom prilagođenom za vodove 110 kV, sa opsegom podešavanja (0,1 do 50)  $\Omega$  po fazi (svedeno na sekundar), i sa mogućnošću realizacije automatskog jednopolnog i trolnog ponovnog uključanja prekidača.
- funkciju za jednopolno i trolno automatsko ponovno uključanje prekidača na DV (APU, 79).
- funkciju zaštite od uključanja DV na kvar (SOTF)
- funkciju blokade distantne zaštite prinjihanju snage u mreži
- funkciju zaštita od otkazivanja rada prekidača (50BF)
- funkciju blokade zaštite pri njihanju snage u mreži ( 21 PSB);
- funkciju zaštite od trajne nesimetrije struja (46)
- dodatnu usmerenu homopolarnu zaštitu sa zavisnim i/ili nezavisnim karakteristikama (67N)
- funkciju zaštite od trajne nesimetrije napona - samo gde postoje kapacitivni merni reduktori (59)
- funkciju zaštite od preopterećenja sa mogućnošću eksterne blokade(49)
- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50 /51)
- višestepena zemljospojna zaštita (51N)
- funkciju komunikacije između zaštitnih uređaja na krajevima dalekovoda (85) za distantnu i usmerenu zemljospojnu zaštitu
- funkciju detekcije slabog napajanja kvara (weak end infeed) povezana u telekomandna kola
- kontrola sinhronizma pri 3p APU
- funkciju nadzora sekundarnih kola
- funkciju hronološke registracije događaja (HRD)
- funkciju snimanja poremećaja (osciloperturbograf)
- funkciju lokatora kvarova na DV
- funkciju samonadzora
- 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.

Rezervni zaštitni uređaj treba sadržati sledeće funkcije:

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita (50/51)
- višestepena zemljospojna zaštita (50N/51N)
- usmerena zemljospojna zaštita (67N)
- funkcija hronološke registracije događaja
- funkcija snimanja poremećaja u mreži
- funkcija samonadzora
- 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

Pored glavne i rezervne zaštite u ormanu zaštite predviđa se relejna kombinacija za zaštitu od asimetrije polova prekidača bazirana na položaju signalnih kontakata pojedinih polova prekidača, a ne ugrađuje se ako u pogonskom mehanizmu prekidača postoji relejna kombinacija koja pokriva ovu funkciju.

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). Obzirom da se planira 110kV napajanje iz postojećih TS, biće neophodna rekonstrukcija sistema zaštite na krajevima vodova u skladu sa odgovarajućim zahtevima EMS.

#### **Zaštita transformatora 110/36.75/10.5 kV, 31,5 MVA**

Zaštita energetskih transformatora 110/36.75/10.5 kV predviđa se u skladu sa *TP-4b EPS Direkcija za distribuciju električne energije*.

Ugrađuju se dva nezavisna brza sistema zaštite glavni i rezervni u zajednički orman zaštite +R1. Glavna zaštita vezana je na prvo zaštitno jezgro strujnih transformatora na 110kV strani i 35 kV strani, kao i na zaštitno jezgro strujnih transformatora u zvezdištima namotaja transformatora na 110kV strani I na strujno jezgro uzemljenja neutralne tačke na 35 kV strani.

Glavnu zaštitu čini uređaj sa ugrađenim sledećim funkcijama:

- trofazna diferencijalna zaštita transformatora niskoimpedantnog tipa bez međutransformatora za prilagođenje (87T)
- funkcija blokade diferencijalne zaštite po višim harmonicima
- funkcija unakrsnog blokiranja faza
- ograničena zemljospojna zaštita (REF) (87N)
- trofazna prekostrujna zaštita sa podesivim vremenskim zatezanjem (50)
- kratkospojna zaštita sa podesivim vremenskim zatezanjem (51)



- zemljospojna zaštita (50N/51N)
- zaštita od preopterećenja (49)
- zaštita od nesimetričnog opterećenja (dvostepena) (46)
- nadzor rada prekidača
- zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- funkciju zaštite od trajne nesimetrije napona (59)
- 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
- funkcija zaštite otpornika za uzemljenje neutralne tačke 35 kV
- termička zaštita konfigurisana prema TP-4b sa termičkom slikom prema IEC 354. (Temperature namotaja i temperatura ulja transformatora, alarm i isključenje od termoslike se prikupljaju preko termoboksa smeštenog u ormanu zaštite. Podaci o temperaturama se iz termoboksa prosleđuju komunikacionim portom glavnoj zaštiti.)

Glavna zaštita vezana je na prvo zaštitno jezgro strujnih transformatora na 110kV strani.

Rezervna zaštita transformatora mora da ima sledeće zaštitne funkcije:

- višestepena trofazna prekostrujna zaštita
- višestepena trofazna kratkospojna funkcija
- zemljospojna zaštita
- zaštita od otkaza prekidača VN strane
- funkcija nadzora sekundarnih kola
- funkcija samonadzora
- monitoring ulaznih 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

Predviđeno je da se izvedu i rezervna prekostrujna zaštita sekundara (35 kV namotaja). U okviru zaštitnih jedinica u trafo poljima 35 kV realizovati uprošćenu kratkospojnu zaštitu sabirnica 35 kV, softverski.

U ormanima +R1 se predviđaju posebne ispitne utičnice za testiranje zaštita u pogonu, set brzih releja za isključenje i posebnih releja za kontrolu isključnih krugova. Glavna zaštita treba da se napaja sa jedne AKU baterije napona 110V DC, a rezervna sa druge AKU baterije. Glavna zaštita deluje na prvi kalem za isključenje prekidača 110kV, a rezervna zaštita u slučaju normalnog napona AKU baterije deluje na prvi kalem, a u slučaju nestanka ili nedozvoljenog pada jednosmernog komandnog napona sa AKU baterije, deluje na drugi kalem za isključenje prekidača koji ima isključivo tu namenu. Delovanje zaštite transformatora isključuje 110kV i 35 kV prekidač.

Takođe predviđaju se sledeće osnovne lične zaštite i nadzor energetskog transformatora:

- Termoslika-zaštita od preopterećenja (49W) realizovana u ormanu zaštite



- Buholc rele transformatora (63T)
- Buholc rele za zaštitu regulacionih sklopki
- Rele nadpritiska ulja
- Kontaktni termometar (49O)
- Rele za nivo ulja
- Sigurnosni ventil
- Automatski zatvarač, klapna
- Dehidrator
- Magnetni indikator nivoa ulja

### **Regulacija napona**

U okviru ormara zaštite transformatorskih polja 110 kV, predviđaju se uređaji za automatsku regulaciju napona energetskog transformatora. Za potrebe regulacije napona energetskih transformatora 110/35kV predvideti savremene regulatore napona, koji omogućavaju daljinsko komandovanje položajem regulatora, kao i izbor režima rada regulatora.

Predvideti automatske regulatora napona na transformatorima sa mogućnošću paralelnog rada transformatora. Takođe, potrebno je da regulatori budu tako konfigurisani da omoguće daljinsko aktiviranje grupe podešenja kojim se obezbeđuje naponska redukcija od -5%. Potrebno je predvideti povezivanje regulatora napona sa procesnim LAN po protokolu IEC 61850.

### **Zaštita postrojenja 35 kV**

Zaštita u 35 kV se ostvaruje pomoću mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih jedinica (MPCU) sa odgovarajućim zaštitnim funkcijama.

Svaka ćelija razvodnih postrojenja 35 kV osim mernih i dodatka spojnoj ćeliji (bez prekidača), mora biti opremljena istim tipom MPCU uređaja, a zaštitne funkcije releja se razlikuju u zavisnosti od toga da li ugrađuju u transformatorskim, spojnim, izvodnim, mernim ili ćelijama kućnih transformatora.

MPCU uređaji se instaliraju u okviru niskonaponskog odeljka smeštenog sa prednje strane ćelija i međusobno su povezani F.O. kablovima u integrisan sistem zaštite i upravljanja ka staničnom računaru, protokolom IEC 61850.

Prorada prekostrujne i zemljospojne zaštite u okviru izvodnih kablovskih ćelija 35 kV mora da blokira reagovanje odgovarajućih zaštita u okviru MPCU u trafo ćelijama da bi se sprečio neželjeni ispad čitave sekcije ćelija.

#### **Zaštita transformatorskog polja 35 kV**

U okviru dovodnih transformatorskih ćelija 35 kV predviđena je ugradnja mikroprocesorske zaštitne jedinice sa sledećim zaštitnim funkcijama zaštite energetskog transformatora:

- Kratkospojna zaštita u tri faze koja je u isto vreme i zaštita sabirnica (50/ZS);
- Prekostrujna, vremenski nezavisna zaštita u tri faze (51);

Predviđeno je da mikroprocesorske jedinice koje se instaliraju u sklopu dovodnih i transformatorskih polja 35 kV obavljaju i sledeće zaštitne funkcije:

- Zemljospojna zaštita (50N)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF).
- Kontrola isključnih krugova (74TC).



- Zaštita od uključenja na kvar (86)

#### Zaštita izvoda 35 kV

Predviđeno je da mikroprocesorske zaštitne jedinice koje se instaliraju u sklopu odvodnih kablovskih polja obavljaju sledeće zaštitne funkcije:

- Višestepena prekostrujna zaštita (50/51)
- Zemljospojna zaštita (50N)
- Termička zaštita izvoda (49)
- Kontrola isključnih krugova (74TC)
- Zaštita od otkaza prekidača (50BF)
- APU (79)
- Zaštita od prekida provodnika (46)
- Zaštita od uključenja na kvar (86)
- Podfrekventna zaštita sa mogućnošću rasterećenja u pet stepeni (81U)

#### Zaštita spojnog polja na 35 kV strani

U spojnim ćelijama ugrađuje se MPCU uređaj sa predviđenom funkcijom upravljanja, nadzora i signalizacije sa zaštitnom funkcijom, kontrola isključnih krugova (74TC).

#### Zaštita kućnog transformatora na 35 kV strani

Rasklopna oprema visokonaponske strane transformatora se predviđa u vidu kompresionog rastavljača u kombinaciji sa osiguračima. Na niženaponskoj strani predviđa se da se u okviru dovoda na razvodu naizmeničnog napona sopstvene potrošnje ugrade trolpolni kompaktni zaštitni prekidači sa motornim pogonom.

Za zaštitu naponskog transformatora u mernom polju instaliraju se visokonaponski osigurač naznačene struje od 2 A kao zaštita od kratkog spoja.

Dodatne funkcije koje mora posedovati mikroprocesorski uređaj su:

- Upravljačke funkcije - Komandovanje pripadajućim prekidačima sa prikazom statusa prekidača
- Funkcija hronološke registracije događaja (event recorder)
- Funkcija snimanja poremećaja na izvodu (disturbance recorder)
- Funkcija samonadzora (self supervision).
- Funkcija merenja el.veličina sa prikazom minimalnih, maksimalnih i srednjih vrednosti

Mikroprocesorski uređaj mora meriti sledeće parametre: fazne napone, međufazne napone i frekvenciju.

Za zaštitu sabirnica 35 kV biće primenjena logika reverzibilnih blokada za zaštitu sabirnica. To znači da u slučaju kratkog spoja na sabirnicama dolazi do reagovanja prekidača u polju odgovarajućeg energetskog transformatora, kao i prekidača u spojnog polju.

Zaštita od otkaza prekidača izvodnih ćelija 35 kV izazvaće reagovanje prekidača u odgovarajućem polju energetskog transformatora i spojnog polju.

#### Lokalno upravljanje

Osnovne funkcije lokalnog upravljanja su:



- lokalno upravljanje i
- lokalno javljanje i nadzor

Funkcija lokalnog upravljanja se ostvaruje:

- sa lokalnog upravljačkog mesta - staničnog računara
- sa pripadajućih mikroprocesorskih uređaja - jedinice za upravljanje u svakom polju 110 kV, kao i sa jedinica za zaštitu i upravljanje u svakom polju 35 kV
- na rezervnom upravljačkom panelu, u ormanu upravljanja odgovarajućeg polja 110 kV, odnosno neposredno putem tastera za uključenje i isključenje na rezervnom upravljačkom panelu koji se nalazi na ormanu odgovarajuće ćelije 35kV
- Na licu mesta putem tastera za uključenje i isključenje iz ormara pogonskog mehanizma aparata

Funkcija lokalnog komandovanja obuhvata:

- Komandovanje rasklopnim aparatima
- Komandovanje regulacionim preklopkama ET-a
- Komandovanje ventilatorima ET-a

Funkcija lokalnog komandovanja obuhvata komandovanje rasklopnim aparatima i moguće je isključivo prema utvrđenoj proceduri koja obuhvata prenos nadležnosti sa daljinskog na lokalno komandovanje, sa blokadom daljinskog komandovanja. Izbor nivoa lokalnog upravljanja rešiti preko preklopke ili tastera „LOKALNO/DALJINSKI“ na mikroprocesorsko zaštitno-upravljačkim jedinicama i jednom centralnom preklopkom za celo postrojenje, a izbor nivoa daljinskog upravljanja putem softverske funkcije u okviru sistema za procesnu vizualizaciju na staničnom računaru.

Indikacija položaja preklopke ili tastera „LOKALNO/DALJINSKI“ na mikroprocesorsko zaštitno-upravljačkim jedinicama u okviru polja/ćelije, prikazuje se u okviru sistema za procesnu vizualizaciju na staničnom računaru i u okviru SDU.

Funkcija lokalnog javljanja i nadzora obuhvata:

- prenos merenja, indikacija i alarma od mikroprocesorskog uređaja za zaštitu i upravljanje do komunikacionog računara preko komunikacionog protokola IEC 61850,
- Indikacija položaja preklopke ili tastera „LOKALNO/DALJINSKI“ na mikroprocesorsko zaštitno-upravljačkim jedinicama u okviru polja/ćelije, prikazuje se u okviru sistema za procesnu vizualizaciju na staničnom računaru i u okviru SDU.
- signalizaciju alarma na displejima jedinicama za zaštitu i upravljanje u postrojenju 110 kV i 35 kV
- svetlosnu signalizaciju alarma realizovanu tabloima (OA) u okviru ormara sopstvene potrošnje

Signalizacija na staničnom računaru će se definisati rešenjem PC-SCADA aplikacije u centru upravljanja. Funkcija hronološke registracije događaja u lokalu ostvaruje se putem PC-SCADA-e na staničnom računaru.



Međuveze prema energetsom delu postrojenja i prilagođenje signala rešiti u sklopu jedinica za upravljanje i jedinica za zaštitu, kao i umnožavanjem kontakata.

### **Daljinsko upravljanje**

Trafostanica će biti daljinski upravljana iz dispečerskog centra PDC Kraljevo gde je smešten upravljački računar.

Procesna stanica mora biti sposobna za komunikaciju sa nadređenim centrom upravljanja :

- SCADA sistemom PDC Kraljevo,
- Staničnim računarom

Funkcije daljinskog upravljanja su:

- daljinsko komandovanje,
- daljinsko javljanje i nadzor.

Funkcija daljinskog javljanja i nadzora obuhvata:

- signale statusa rasklopnih aparata,
- signale položaja regulacione preklopke ET-a,
- signale prorade zaštite i druge signale alarma,
- signale kontrole pristupa,
- merenje struja, napona, snaga, struja kvara, temperature, frekvencije
- signale centrale za detekciju i dojavu požara
- signale termovizijskog nadzora ET-a
- signale monitoringa tečnog otpada iz separatora vrednost daljine kvara sa releja.

TS 110/35 kV Ušće prilagoditi i povezati sa postojećim SCADA sistemom u nadređenom centru upravljanja PDC Kraljevo direktnim priključenjem, bez dodatnih konverzija podataka. Postojeći sistem u PDC Kraljevo je SCADA VIEW 4 proizvođača Institut "Mihajlo Pupin" Beograd.

Predvideti prenos signala (alarma i indikacija), komandi i merenja iz kompletnog postrojenja iz PDC Kraljevo u DDC Kraljevo, kao i prenos signala i merenja iz DDC Kraljevo i NDDC i RNDDC Elektrodistribucije Srbije pomoću standardnog protokla ICCP/TASE.2.

Predvideti mogućnost daljinskog preuzimanja nadležnosti upravljanja od strane DDC Kraljevo.

Predvideti prenos signala (alarma i indikacija), komandi i merenja iz kompletnog postrojenja 110 kV, kao i iz transformatorskih polja 35 kV iz nadređenog DDC Kraljevo u RDC Kruševac pomoću standardnog protokla ICCP/TASE.2 iz DDC-a.

Daljinska stanica (RTU) mora biti sposobna za komunikaciju sa nadređenim centrom upravljanja - SCADA sistemom PDC Kraljevo.

Daljinska stanica treba da raspolaže sa bar 4 komunikaciona kanala za vezu sa centrima upravljanja, od toga bar dva komunikaciona porta moraju biti Ethernet portovi, u skladu sa





standardima za minimalno 100Mb vezu i dva komunikaciona RS232 porta daljinske stanice, za vezu sa nadređenim centrima upravljanja.

"Software" daljinske stanice treba da podržava:

- protokol IEC 60870-5-101,
- protokol IEC 60870-5-104,
- protokol IEC 61850
- stalnu dijagnostiku i nadzor svih podsistema,
- bazu procesnih podataka.

Opremu za daljinsko upravljanje čine:

- Daljinska stanica (RTU)
- modemi za komunikaciju
- aktivna mrežna oprema
- GPS za sinhronizaciju jedinstvenog tačnog vremena.

Daljinska stanica treba da obezbedi:

- prosleđivanje komandnih zahteva,
- akviziciju digitalnih signala iz postrojenja
- akviziciju vrednosti merenih električnih i neelektričnih veličina,
- hronologiju događaja sa vremenskom oznakom,
  - internu memoriju na principu kružnog bafera, za pamćenje hronologije događaja i akviziranih vrednosti merenih veličina u slučaju prekida komunikacije sa centrom upravljanja i mogućnošću transfera podataka nakon uspostavljanja komunikacije,
- podršku lokalnoj automatici
- sinhronizaciju na izvor tačnog vremena (putem GPS prijemnika)
- autodijagnostiku
- komunikaciju sa nadležnim dispečerskim centrom po dva prenosna puta (glavni i rezervni)
- podršku standardnih protokola:
  - Za lokalnu komunikaciju – standardne serijske i mrežne protokole,
  - Za komunikaciju sa mikroprocesorskim uređajemima – IEC 61850,
- za prenos telemetrijskih podataka u PDC po principu master-slave – IEC 60870-5-101(104)

Komunikacija između RTU-a u TS i nadležnog centra upravljanja vršiće se preko komunikacionog protokola IEC 60870-5-104 i/ili IEC 60870-5-101.

Nakon nestanka i ponovnog uspostavljanja napajanja daljinske stanice potrebno je da se ona automatski restartuje i na njoj pokrenu svi programi i procesi koji su bili aktivni pre nestanka napajanja.



Izrada grafičkih prikaza i baza podataka (merenja, signalizacije, komande,...) za implementaciju TS u postojeći sistem daljinskog upravljanja (SCADA sistem u DDC Kraljevo) mora biti u skladu sa dokumentima radne grupe za Unifikaciju SCADA sistema.

Aktivne mrežne oprema treba da zadovoljava standard IEC 61850-3:2014.

Odgovarajuća mrežna oprema za obezbeđivanje optičke procesne mreže realizovaće se putem odgovarajućih switch-eva, koji poseduju potreban broj optičkih portova (broj portova će se utvrditi u kasnijim fazama razrade projektne dokumentacije). Oprema će se napajati putem pomoćnog napona 110 V DC, i obezbediće se pojedinačna signalizacija kvara na opremi. Obezbediće se eksterni GPS prijemnik sa filterom i spoljnom antenom za potrebe signalizacije tačnog vremena u razvodnom postrojenju. Za povezivanje putem optike sa nadređenim centrom obezbediće se poseban "router".

Komunikacioni računar će biti montiran, povezan, konfigurisan, parametriziran i ispitan u okviru slobodnostojećeg ormana upravljanja =X+X1. Konfiguracija za obavljanje komunikacije sa MPZU po protokolu IEC 61850.

Sistem će biti opremljen hardverom (odgovarajući modemi) i softverom za dvosmerni prenos prikupljenih podataka i upravljačkih zahteva do nadređenog upravljačkog centra po protokolu IEC 60870-5-101 i IEC 60870-5-104, preko glavnog i rezervnog komunikacionog puta:

Do trenutka uspostavljanja optičke veze putem priključnog podzemnog energetskog voda, koristitiće se javna telekomunikaciona infrastruktura kao glavni prenosni put iz TS u nadležni centar upravljanja PDC Kraljevo. Nakon postavljanja i povezivanja optičkog kabla, koristiti javnu telekomunikacionu mrežu kao rezervni put.

#### **4.5.2.7 Komandno-signalni kablovi i kablovske trase**

Komandno signalni kablovi se polažu od aparata do ormana u polju postrojenja 110 kV, od ormana u polju do pogonske zgrade, od postrojenja 35 kV do komande, između ćelija 35 kV, kao i između ormana u kontrolnoj prostoriji.

Komandno signalni kablovi između ormana u polju u spoljnom postrojenju i pogonske zgrade polažu se u kablovske kanale, a kablovi od ormana u polju do opreme u poljima se polažu ili kroz cevi ili u kablovske kanale.

Komandno-signalni kablovi u zgradi se polažu na PNK regale koji se postavljaju u kablovski prostor ispod postrojenja 35kV, u dupli pod ispod kontrolne prostorije u kojoj su smešteni ormani merenja, upravljanja, zaštite, telekomunikacija i sopstvene potrošnje.

Komandno-signalni kablovi prema ET će biti sa strujno opteretivom zaštitnom oblogom, koja se uzemljuje na oba kraja kabla. Predviđa se njihovo vođenje od ormarića na energetskom transformatoru kroz cev do kablovskog kanala u sklopu zgrade iz koga zatim ulaze u kablovski prostor i dalje se vode preko PNK regala do NN ormarica 35 kV trafo ćelije. Kablovi za montažu u zgradi 35 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama su tipa PP00, preseka prema TP4-EPS-Direkcije za distribuciju električne energije i sa potrebnim brojem žila. Sve neiskorišćene žile komandno-signalnih kablova uzemljiti na oba kraja.



#### **4.5.2.8 Merenja**

##### **Obračunska merenja**

U transformatorskim poljima 110 kV u TS 110/35 kV Ušće, predviđene su grupe za obračunsko električne energije, svaka grupa je opremljena sa mikroprocesorskim brojiлом za merenje aktivne i reaktivne energije u oba smera, sa impulsnim izlazima.

Obračunsko merenje električne energije i snage na naponskom nivou 110kV će biti u skladu sa IS EMS 710:2016, Pravilima o radu prenosnog sistema i Tehničkim uslovima AD EMS.

Grupe za obračunsko merenje su smeštene u orman za obračunska brojila =QM+QM1 u kontrolnoj prostoriji zgrade TS.

Na 35 kV izvodima predviđene su grupe za obračunsko merenje električne energije, svaka grupa je opremljena sa mikroprocesorskim brojiлом za merenje aktivne i reaktivne energije sa impulsnim izlazima. Grupe su smeštene u ormanu za obračunska brojila =Q+QM2 i =Q+QM3 u kontrolnoj prostoriji postrojenja zgrade TS.

Kompletna grupa za obračunsko merenje električne energije podleže saglasnosti stručne službe Nadležnog operatera distributivnog sistema.

Predvideti obračunsko merenje sopstvene potrošnje TS 110/35 kV Ušće na naponskom nivou 0,4 kV. Merenje realizovati brojiлом sa daljinskim očitavljem u skladu sa "Funkcionalnim zahtevima i tehničkim specifikacijama AMI/MDM sistema", sveska 1, verzija 4.0. Obračunsko merenje mora biti opremljeno GPRS modemom u skladu sa specifikacijama definisanim pomenutim dokumentom.

##### **Ostala merenja**

Na jedinicama za upravljanje obezbediti očitavanje na upit:

- struja po fazama u tačkama gde postoje strujni transformatori 110 kV i 35 kV
- napona u tačkama gde postoje naponski transformatori
- frekvencije preko sekundara naponskog transformatora u mernoj ćeliji 35 kV
- aktivne, reaktivne i maksimalne snage i energije za sva dalekovodna i trafo polja 110 kV, kao i za sve izvodne i transformatorske ćelije 35 kV
- struje kvara
- faktora snage

Na staničnom računaru treba obezbediti prikaz mernih veličina u skladu sa rešenjem PC-SCADA.

Predvideti mikroprocesorske uređaje za kontrolu prisutnosti i kvaliteta pomoćnih napona 110 V DC i 3x400/230 V, 50Hz

- merenje napona 110 V DC
- merenje napona + prema zemlji
- merenje napona – prema zemlji
- struje punjenja akumulatorske baterije
- merenje napona 3x400/230 V, 50Hz



Predvideti merenje temperature najtoplije tačke namotaja i ulja ET-a.

Predvideti merenje temperature vazduha (spoljno postrojenje, postrojenje 35 kV i kontrolna prostorija).

Merenje struje predvideti u svim izvodnim i trafo ćelijama i pomoću ampermetra sa trenutnom i maksimalnom kazaljkom.

Predvideti merenje napona na DV 110 kV pomoću voltmetra.

Predvideti merenje napona na sabirnicama 35 kV, pomoću voltmetara i voltmetarske preklopke.

#### **4.5.2.9 Instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite**

Sistem uzemljenja TS 110/35 kV Ušće rešiće se u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za uzemljenje elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V (Službeni list br.SRJ 61/1995), TP-05, TP-07 EPS.

Za ceo objekat biće predviđen jedinstven sistem uzemljenja koji se koristi kao radno i zaštitno uzemljenje (združeno uzemljenje), kao i za povezivanje gromobranske instalacije.

Za objekat biće predviđena gromobranska zaštita u skladu sa Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja (Sl.list SFRJ br. 37/88 i 23/91, Sl.list SRJ br.24/94) i prema TP-12 EPS-Direkcije za distribuciju električne energije.

Gromobranska zaštita opreme postrojenja na otvorenom prostoru će biti ostvarena gromobranskim šiljcima koji će biti montirani na gromobransko-rasvetne stubove u postrojenju, dok će zgrada TS imati sopstveni prihvatni sistem. Detaljnija razrada sistema uzemljenja i gromobranske zaštite biće priložena u narednoj fazi projektne dokumentacije.

#### **4.5.2.10 Električne instalacije osvetljenja, priključnica i grejanja**

Razvod električne instalacije se predviđa preko automatskih prekidača u okviru razvodnog ormara (=+GRO) postavljenog u kontrolnoj prostoriji.

Primeniće se sistem zaštite od indirektnog dodira TN-C-S.

Predvideće se unutrašnje i spoljno osvetljenje objekta koje će se napajati iz sopstvene potrošnje, sa ormara naizmeničnog razvoda.

Svetiljke unutrašnjeg osvetljenja će biti odabrane tako da nivo osvetljenja bude pogodan i racionalan u zavisnosti od namene pojedinih prostorija, izvešće se na bazi LED tehnologije.

U prostorijama zgrade TS 110/35 kV Ušće pored opšte rasvete predvideće se i instalacija nužnog i protivpaničnog svetla. Nužno osvetljenje će se napajati pomoću jednosmernog napona 110 V DC.

Spoljašnje osvetljenje biće predviđeno na bazi LED tehnologije (LED reflektori) na fasadi objekta. Biće predviđena mogućnost ručnog i automatskog uključenja spoljašnjeg osvetljenja.



U prostorijama TS 110/35 kV Ušće predvideće se instalacije osvetljenja, monofaznih i trofaznih utičnica, kojih treba biti dovoljno za priključenje prenosnih aparata.

Grejanje zgrade TS biće rešeno za sve prostorije u kojima je predviđen povremeni rad radnika i za druge prostorije za koje je neophodno grejanje iz tehnoloških razloga, što obuhvata sve prostorije u zgradi. Za zagrevanje prostorije 35 kV postrojenja biće predviđene TA peći ili kaloriferi opremljeni prekidačem i termostatom, a u kontrolnoj prostoriji biće predviđena invertorska klima sa režimom grejanja i hlađenja.

Detaljnija razrada električnih i mašinskih instalacija zgrade biće priložena u okviru posebnih svezaka u sledećoj fazi projektne dokumentacije.

#### **4.5.2.11 Telekomunikacije**

Predviđa se direktan prenosni put za prenos podataka iz TS u nadležni centar upravljanja PDC Kraljevo na dva načina.

Do trenutka uspostavljanja optičke veze putem priključnog podzemnog energetskog voda, koristiće se javna telekomunikaciona infrastruktura kao glavni prenosni put iz TS u nadležni centar upravljanja PDC Kraljevo. Nakon postavljanja i povezivanja optičkog kabla, koristiće se javna telekomunikaciona mreža kao rezervni put.

Ka nadređenom centru upravljanja biće uspostavljena komunikacija po standardima IEC 870-5-101, odnosno IEC 60870-5-104.

Predviđa se i projektovanje sistema radio-veza kao rezervni TK put.

Predviđa se ugradnja odgovarajuće TK opreme u ormane  $=Y+Y1$ ,  $=Y+Y2$  i  $=Y+Y3$  (koji se nalaze u kontrolnoj prostoriji zgrade trafostanice. Orman  $=Y+Y1$  se predviđa za smeštaj sistema pomoćnog napajanja 48VDC modularne izvedbe. Orman  $=Y+Y2$  (19" ram, visine 42U) se predviđa za smeštaj SDH/PDH multipleksera, optičkog razdelnika i opreme za radio vezu u skladu sa zahtevima projektnog zadatka. Orman  $=Y+Y3$  se predviđa za smeštanje terminalne opreme za LAN poslovnu mrežu, kao i za smeštanje opreme za video nadzor i kontrolu pristupa. Pored ugradnje odgovarajuće TK opreme, obezbediće se i adekvatno besprekidno napajanje za potrebe TK sistema. Pored sistema 48V DC, predviđa se ugradnja nazidnog ormana RO48V za razvod jednosmernog napona, sa automatskim prekidačima odgovarajućih karakteristika. Za napajanje telekomunikacionih uređaja naponom 230VAC predviđa se poseban nazidni razvodni orman RO230V sa dve sekcije sabirnica, koje se napajaju sa opšteg podrazvoda kućnih transformatora, kao i sa invertorskog podrazvoda koji se napaja iz baterije TS, respektivno. Takođe se predviđa i povezivanje i parametrizacija komponenti TK sistema, funkcionalno povezivanje i puštanje u rad, kao i izrada i postavljanje novih odgovarajućih antenskih nosača na lokaciji na koju će se montirati TK oprema za radio veze.

Ka nadređenom centru se predviđa prenos signala SCADA sistema, slika video nadzora (sa čuvanjem snimaka lokalno minimalno 30 dana), slika sa termovizijskih kamera, prenos signala iz protivpožarne centrale i signala iz separatora uljne jame.

Detaljna razrada dela projektne dokumentacije koji se odnosi na telekomunikacije se predviđa u sledećim fazama projektne dokumentacije.



### 4.5.3 Spisak korišćenih zakona, propisa, standarda i podloga

Pri izradi idejnog rešenja za izgradnju objekta Transformatorske stanice 110/35 kV „Ušće” Grad Kraljevo (KO Ušće k.p. 2490, 2491 i 2492) korišćeni su sledeći zakoni, pravilnici, domaći i međunarodni standardi i podloge:

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

Odgovorni projektant:

Igor Stefanović, mast.inž.el.

Br.licence: 352I08721



## **4.6 NUMERIČKA DOKUMENTACIJA**

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

Ukupna investiciona vrednost elektroenergetskih instalacija koje su predmet ovog projekta iznosi 80.000.000,00 RSD.

Odgovorni projektant:



---

Igor Stefanović, mast.inž.el.

Br.licence: 352108721



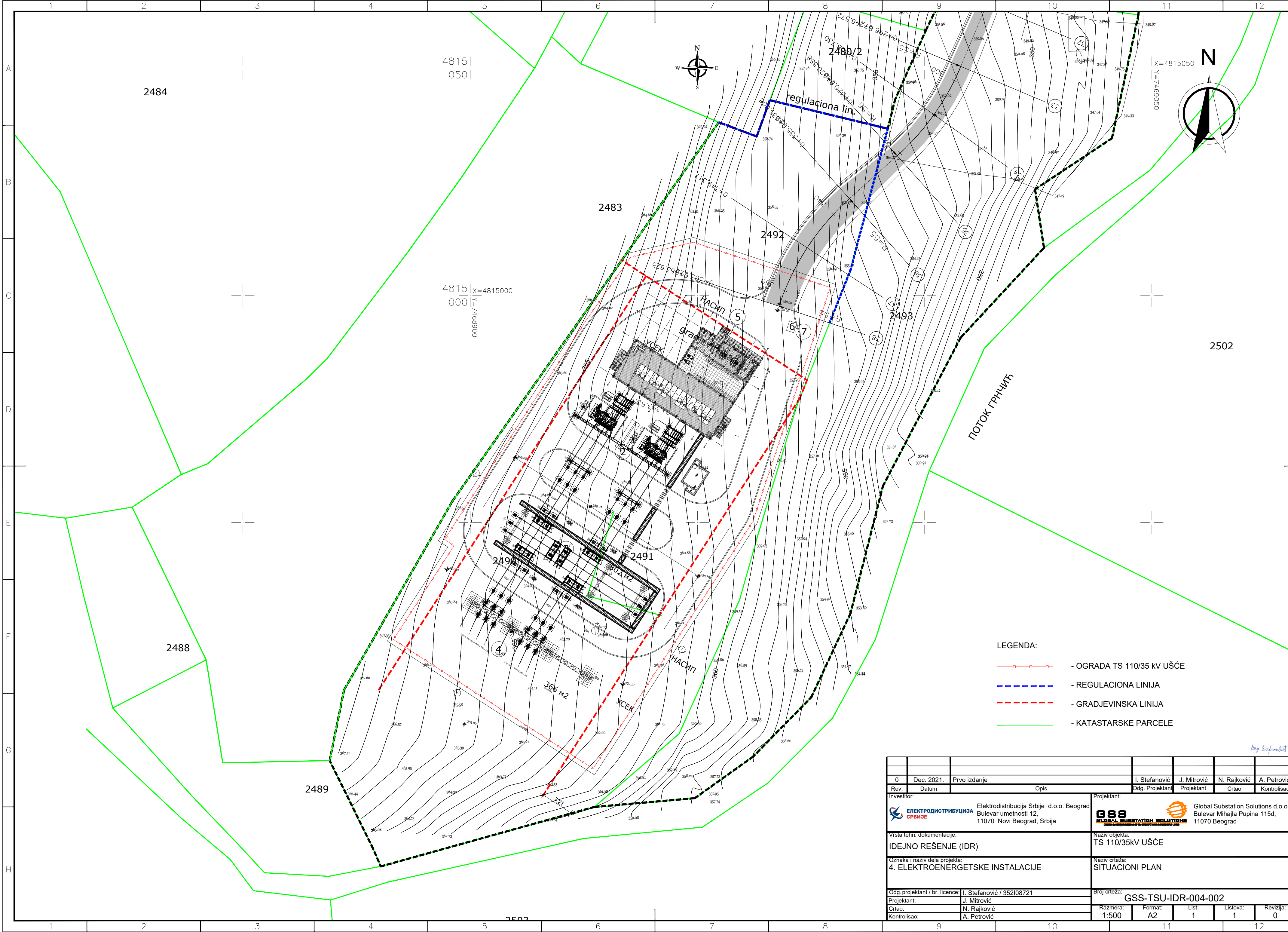


## 4.7 GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

### 4.7.1 SPISAK CRTEŽA

R.B.	NAZIV CRTEŽA	BROJ CRTEŽA	REVIZIJA
1.	JEDNOPOLNA ŠEMA TS 110/35 kV UŠĆE	GSS-TSU-IDR-004-001	0
2.	SITUACIONI PLAN	GSS-TSU-IDR-004-002	0
3.	DISPOZICIJA TS 110/35 kV UŠĆE	GSS-TSU-IDR-004-003	0
4.	KARAKTERISTIČNI PRESECI	GSS-TSU-IDR-004-004	0



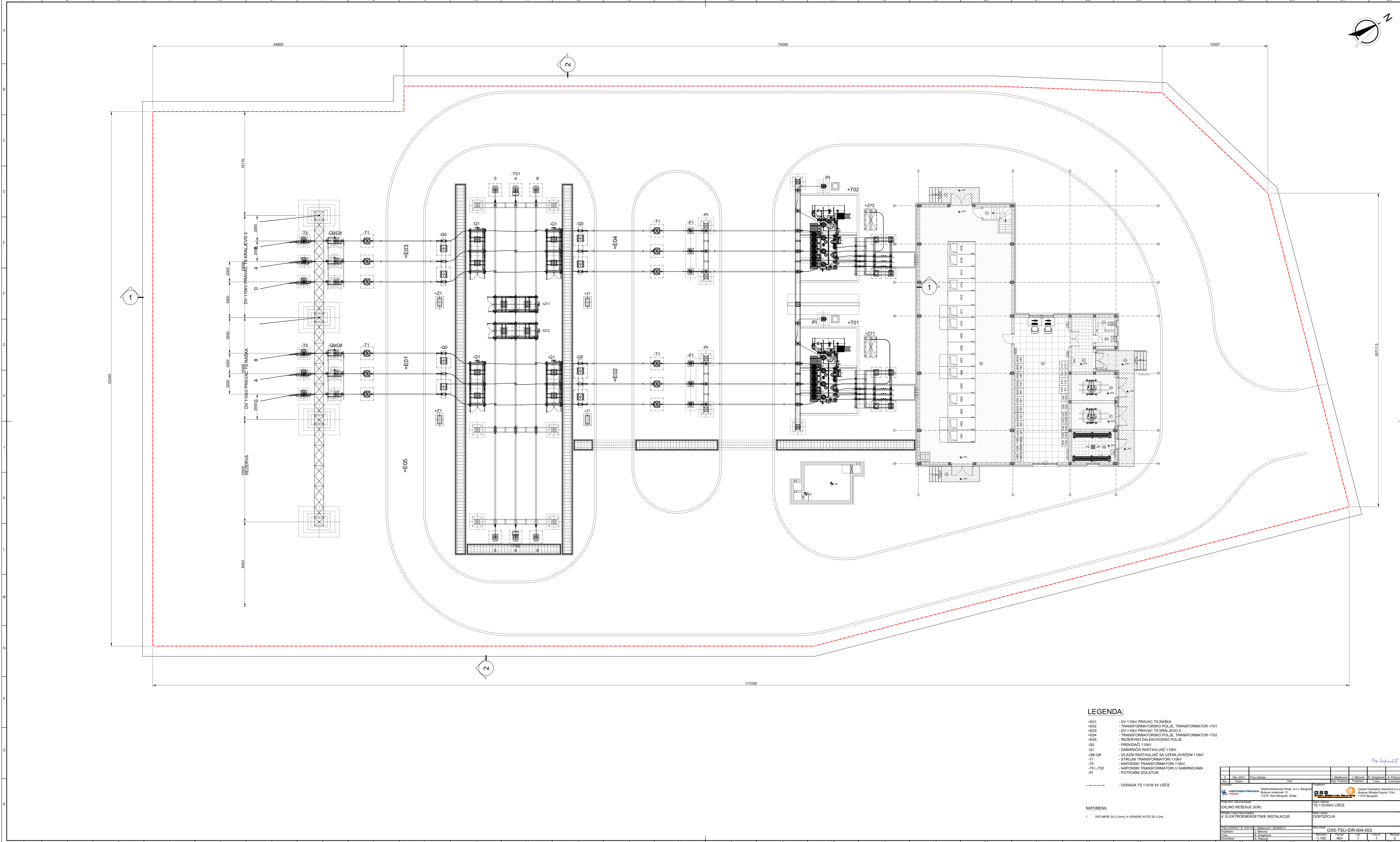


LEGENDA:

- OGRADA TS 110/35 kV UŠĆE
- REGULACIONA LINIJA
- GRADJEVINSKA LINIJA
- KATASTARSKE PARCELE

0	Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović	J. Mitrović	N. Rajković	A. Petrović
Rev.	Datum	Opis	Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao
Investitor:			Projektant:			
ELEKTRODISTRIBUCIJA SRBIJE			Global Substation Solutions d.o.o.			
Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd			Bulevar umetnosti 12,			
11070 Novi Beograd, Srbija			11070 Beograd			
Vrsta tehn. dokumentacije:			Naziv objekta:			
IDEJNO REŠENJE (IDR)			TS 110/35kV UŠĆE			
Oznaka i naziv dela projekta:			Naziv crteža:			
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE			SITUACIONI PLAN			
Odg. projektant / br. licence:			Broj crteža:			
I. Stefanović / 352108721			GSS-TSU-IDR-004-002			
Projektant:			Razmera:			
J. Mitrović			1:500			
Crtao:			Format:			
N. Rajković			A2			
Kontrolisao:			List:			
A. Petrović			1			
			Listova:			
			1			
			Revizija:			
			0			





LEGENDA:

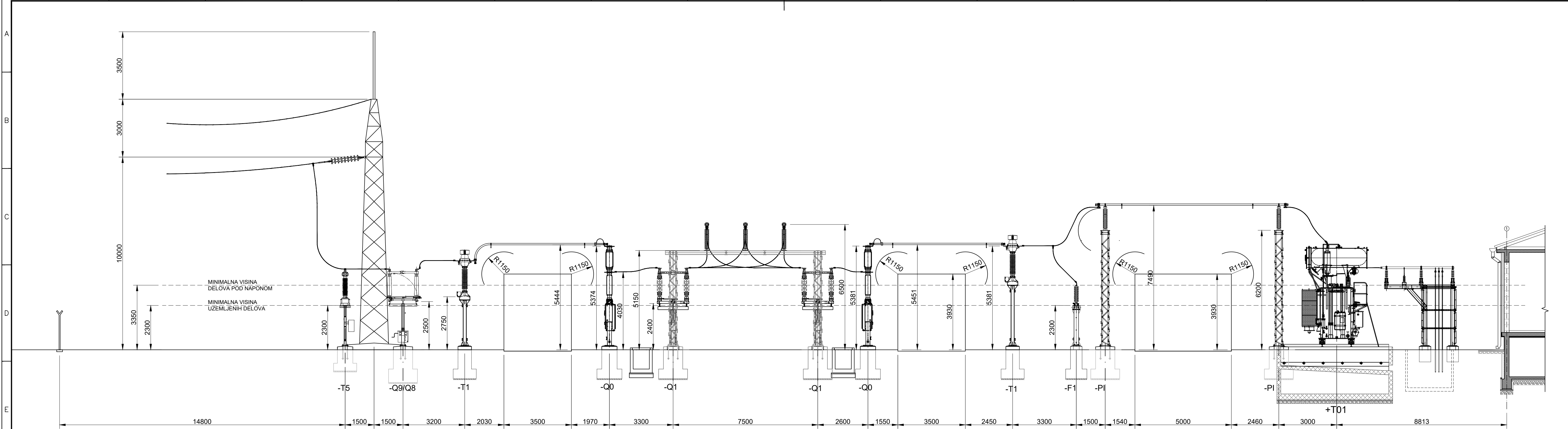
- E01 - DV 110kV PRAVAC TS RAŠKA
- E02 - TRANSFORMATORSKO POLJE, TRANSFORMATOR +T01
- E03 - DV 110kV PRAVAC TS KRALJEVO 3
- E04 - TRANSFORMATORSKO POLJE, TRANSFORMATOR +T02
- E05 - REZERVNO DALEKOVODNO POLJE
- Q0 - PREKIDACI 110kV
- Q1 - SABIRNIČKI RASTAVLJAC 110kV
- Q9/Q8 - IZLAZNI RASTAVLJAC SA UZEMLJIVACEM 110kV
- T1 - STRUJNI TRANSFORMATORI 110kV
- T5 - NAPONSKI TRANSFORMATORI 110kV
- T51, T52 - NAPONSKI TRANSFORMATORI 110kV
- PI - POTPORNI IZOLATOR
- OGRADA TS 110/35 kV UŠĆE

NAPOMENA:

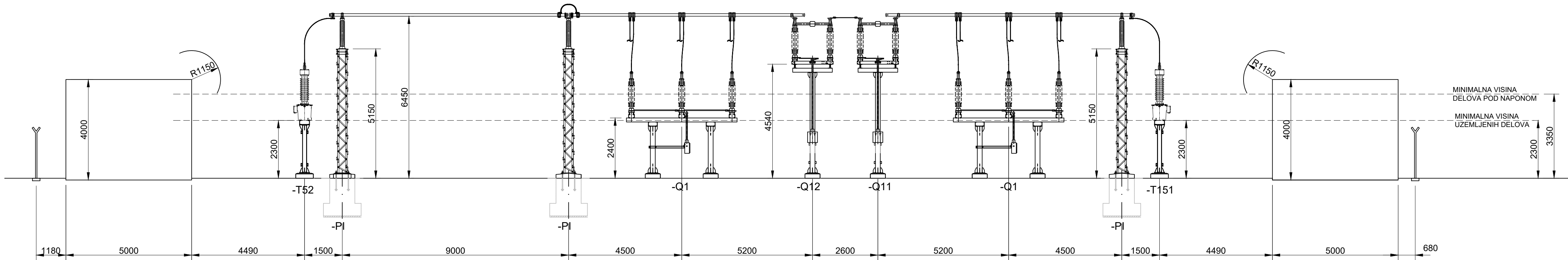
- SVI MERE SU U [mm]. A VISINSKE KOTE SU U [m].

0	Dec 2021	Prvo izdanje	I. Stefanović	J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović
Revizija	Datum	Opis	Projekat	Diz. Projektant	Čitač	Komodor
ELEKTROENERGETIKA			Elektroinženjerska Stroj. d.o.o. Beograd			
110/35 kV			Bulvar umirovljenika 12, 11070 Novi Beograd, Srbija			
NAPOMENA:			TS 110/35kV UŠĆE			
IDEJNO REŠENJE (IDR)			NAPOMENA:			
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE			DISPOZICIJA			
Projekat: 110/35 kV			GSS-TSU-IDR-004-003			
Dizajnirao: I. Stefanović			1:100			
Čitač: B. Dragičević			1			
Komodor: A. Petrović			28			





PRESEK 1-1





PRESEK 2-2

LEGENDA:

- Q0 - PREKIDAČI 110kV
- Q1 - SABIRNIČKI RASTAVLJAČ 110kV
- Q9/-Q8 - IZLAZNI RASTAVLJAČ SA UZEMLJIVAČEM 110kV
- T1 - STRUJNI TRANSFORMATORI 110kV
- T5 - NAPONSKI TRANSFORMATORI 110kV
- T51,-T52 - NAPONSKI TRANSFORMATORI U SABIRNICAMA
- PI - POTPORNI IZOLATOR
- +T01 - ENERGETSKI TRAF0

NAPOMENA:

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

0		Dec. 2021.	Prvo izdanje	I. Stefanović		J. Mitrović	B. Dragičević	A. Petrović	
Rev.	Datum	Opis		Odg. Projektant	Projektant	Crtao	Kontrolisao		
Investitor:				Projektant:					
 Elektroprivreda Srbije d.o.o. Beograd Bulevar umetnosti 12, 11070 Novi Beograd, Srbija				 Global Substation Solutions d.o.o. Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11070 Beograd					
Vrsta teh. dokumentacije:				Naziv objekta:					
IDEJNO REŠENJE (IDR)				TS 110/35kV UŠĆE					
Oznaka i naziv dela projekta:				Naziv crteža:					
4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE				KARAKTERISTIČNI PRESECI					
Odg. projektant / br. licence:				Broj crteža:					
Projektant:				GSS-TSU-IDR-004-004					
Crtao:				Razmera:		Format:	List:	Listova	Revizija:
Kontrolisao:				1:100		A1	1	1	0