




## 0.1. NASLOVNA STRANA GLAVNE SVESKE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

	<b>0 – GLAVNA SVESKA</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, 2492, 2493)
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – Idejno rešenje
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	
Glavni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el.
Broj licence:	352 I087 21
Potpis:	
Broj tehničke dokumentacije:	021-ODS-TSU-IDR-000
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2021.



## 0.2. SADRŽAJ GLAVNE SVESKE

0.1.	NASLOVNA STRANA GLAVNE SVESKE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ..	1
0.2.	SADRŽAJ GLAVNE SVESKE.....	2
0.3.	SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE.....	4
0.4.	PODACI O PROJEKTANTIMA .....	5
0.5.	PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI.....	6
0.6.	SAŽETI TEHNIČKI OPIS .....	10
0.6.1.	OPŠTI OPIS .....	10
0.6.1.1	<i>Svrha i opseg izgradnje</i> .....	10
0.6.1.2	<i>Razgraničenje</i> .....	11
0.6.1.3	<i>Lokacija objekta</i> .....	11
0.6.1.4	<i>Pristup do objekta TS 110/35 kV Ušće</i> .....	12
0.6.1.5	<i>Opis postojećeg stanja</i> .....	12
0.6.1.6	<i>Klimatske i seizmološke karakteristike lokacije postrojenja</i> .....	13
0.6.2.	PROJEKAT ARHITEKTURE.....	16
0.6.3.	PROJEKAT KONSTRUKCIJA I DRUGI GRAĐEVINSKI PROJEKTI.....	18
0.6.3.3	PROTIVPOŽARNI ZID.....	20
0.6.3.4	ULJNA JAMA SA ULJNOM KANALIZACIJOM .....	20
0.6.4.3	TEMELJI NOSAČA APARATA (elektro opreme) .....	20
0.6.5.3	PORTALI .....	20
0.6.4.4	KABLOVSKI KANALI.....	21
0.6.5.4	NIVELACIJA TERENA I TRANSPORTNE STAZE.....	21
0.6.6.4	OGRADA OKO POSTROJENJA .....	25
0.6.4.	ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE .....	25
0.6.4.1	<i>Opšte</i> .....	25
0.6.4.2	<i>Razvodno postrojenje 110 kV</i> .....	26
0.6.4.3	<i>Razvodno postrojenje 35 kV</i> .....	32
0.6.4.4	<i>Transformacija 110/35 kV</i> .....	36
0.6.4.5	<i>Postrojenje sopstvene potrošnje</i> .....	37
0.6.4.6	<i>Sistem zaštite i upravljanja</i> .....	40
0.6.4.7	<i>Komandno-signalni kablovi i kablovske trase</i> .....	50
0.6.4.8	<i>Merenja</i> .....	50
0.6.4.9	<i>Instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite</i> .....	52
0.6.4.10	<i>Električne instalacije osvetljenja, priključnica i grejanja</i> .....	52





0.6.4.11 Telekomunikacije .....	53
0.7. PROJEKTNII ZADATAK .....	54
0.8. TEHNIČKI USLOVI EMS-a .....	76







### 0.3. SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

0.	GLAVNA SVESKA	021-ODS-TSU-IDR-000
1.	PROJEKAT ARHITEKTURE	021-ODS-TSU-IDR-001
2.	PROJEKAT KONSTRUKCIJA I DRUGI GRAĐEVINSKI PROJEKTI	021-ODS-TSU-IDR-002
4.	PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	021-ODS-TSU-IDR-004



#### 0.4. PODACI O PROJEKTANTIMA

<b>0. GLAVNA SVESKA</b>	
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija
Glavni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el.
Broj licence:	352 I087 21
Potpis:	
<b>1. PROJEKAT ARHITEKTURE</b>	
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija
Odgovorni projektant:	Zorica Sekulić, dipl.inž.arh.
Broj licence:	300 L021 12
Potpis:	
<b>2. PROJEKAT KONSTRUKCIJA I DRUGI GRAĐEVINSKI PROJEKTI</b>	
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija
Odgovorni projektant:	Vladan Vraneš, mast.inž.građ.
Broj licence:	310 O670 16
Potpis:	
<b>4. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA</b>	
Projektant:	Global Substation Solutions Bulevar Mihajla Pupina 115d, 11 000 Beograd, Srbija
Odgovorni projektant:	Igor Stefanović, mast.inž.el.
Broj licence:	352 I087 21
Potpis:	



## 0.5. PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

### OPŠTI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

Tip objekta:	Lokalne transformatorske stanice	
Vrsta radova:	Nova gradnja	
Kategorija objekta:	G	
Klasifikacija pojedinih delova objekta:	učešće u ukupnoj površini objekta (%):	Klasifikaciona oznaka: 222420
	100%	222 420-Transformatorske stanice i podstanice
Naziv prostornog odnosno urbanističkog plana:	/	
mesto:	Ušće, Kraljevo	
Broj katastarske parcele/spisak katastarskih parcela i katastarska opština objekta:	KO Ušće k.p. 2490, 2491, 2492, 2493	
Broj katastarske parcele/spisak katastarskih parcela i katastarska opština preko kojih prelaze priključci na infrastrukturu:	k.p. 2428, 2429, 2432, 2433, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2477, 2478, 2479/1, 2479/2 i 2494 KO Ušće.	
Broj katastarske parcele/spisak katastarskih parcela i katastarska opština na kojoj se nalazi priključak na javnu saobraćajnicu:	Priključak na javnu saobraćajnicu ostvaruje se na k.p. 8529 KO Ušće.	



<b>PRIKLJUČCI NA INFRASTRUKTURU:</b>	
Priključak na elektroenergetsku mrežu distributivnog sistema Srbije	Predviđen je priključak na mrežu 110 kV izgradnjom dalekovoda po principu ulaz izlaz na DV 110 kV br. 161 TS Kraljevo 3-TS Raška
Priključak na javnu saobraćajnicu	Predviđen je priključak, preko novog priključne saobraćajnice, na postojeći državni put I-B reda Kraljevo-Raška koji se nalazi na k.p. 8529 KO Ušće.
Priključak na javnu vodovodnu i kanalizacionu mrežu	Ne predviđa se priključak na javnu vodovodnu i kanalizacionu mrežu.
Telekomunikacije	Predviđen je priključak na javnu telekomunikacionu infrastrukturu putem optičkog kabla. 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 , koristice se javna telekomunikaciona mreža kao rezervni put.
<b>DODATNI USLOVI:</b>	
/	

## OSNOVNI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

<b>Zgrada 35 kV i 10kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama</b>		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	439,27 m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	700,45 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	580,67 m <sup>2</sup>
	Površina prizemlja:	352,56 m <sup>2</sup>
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	3,17%
	spratnost (nadzemnih i podzemnih etaža):	Po+P
	Visina objekta (venac, sleme, povučeni sprat i dr.)	Sleme=8,16m
	Apsolutna visinska kota (venac, sleme, povučeni sprat i dr.)	/
	Spratna visina:	4.05 m
	Broj funkcionalnih jedinica / broj stanova:	/



	broj parking mesta:	/
Materijalizacija objekta:	Materijalizacija fasade:	Silikatni malter i boja
	Orijentacija slemena:	SZ-JI
	Nagib krova:	20°
	Materijalizacija krova:	Aluminijumski sendvič lim
Druge karakteristike objekta:	/	
Predračunska vrednost objekta:	164.000.000,00 dinara	

Trafo postrojenje		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	543,00 m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	543,00 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	/
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	3,92 %

Strujni transformatori I odvodnici prenapona		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	278,00 m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	278,00 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	/
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	2 %

Postrojenje 110 kV		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	685,00 m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	685,00 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	/
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	4,95 %



	zauzetost:	
--	------------	--

Portalni stubovi		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	330,00 m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	330,00 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	/
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	2,38 %

Zgrada 35 kV i 10 kV postrojenja sa pomoćnim prostorijama, trafo postrojenje, strujni transformatori I odvodnici prenapona, postrojenje 110 kV, portalni stubovi - UKUPNO:		
Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcela:	13838 m <sup>2</sup>
	ukupna BRGP nadzemno:	2274,27m <sup>2</sup>
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	2536,45 m <sup>2</sup>
	ukupna NETO površina:	/
	Površina prizemlja:	/
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	16,43%



## 0.6. SAŽETI TEHNIČKI OPIS

### 0.6.1. OPŠTI OPIS

#### 0.6.1.1 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, 2492, 2493).

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 energetski 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 energetski transformator snage 31.5 MVA, dok su u drugoj etapi predviđena dva energetska transformatora snage 2x31.5 MVA prema projektnom zadatku.

#### **0.6.1.2 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.

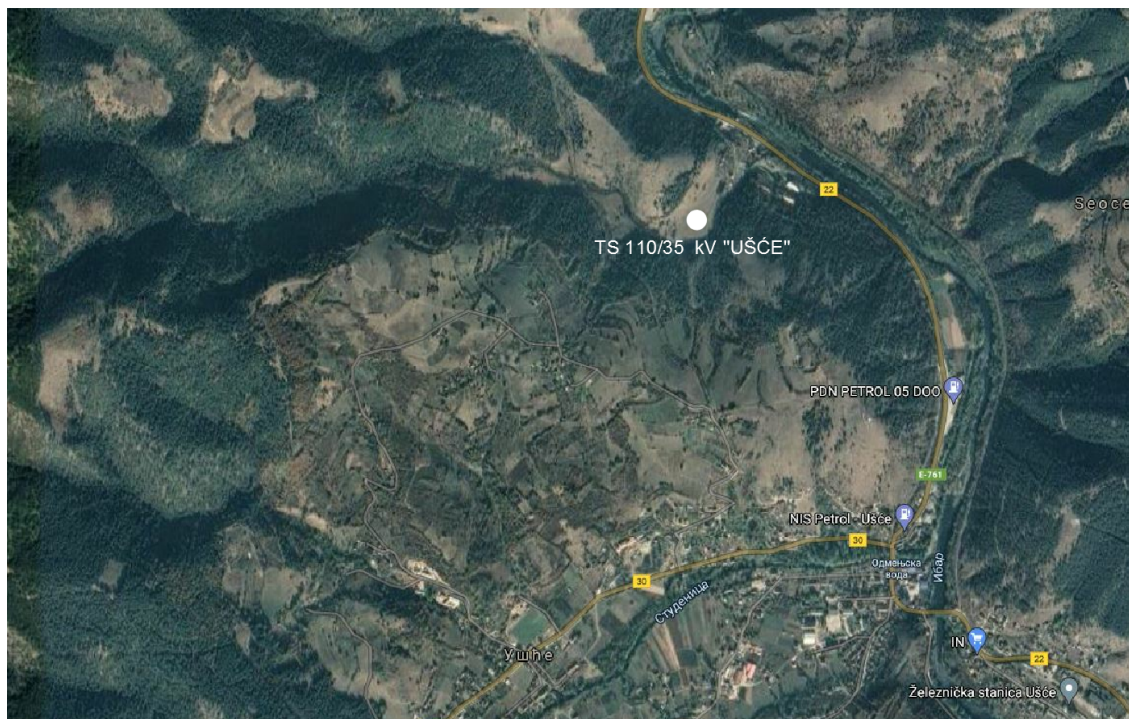
#### **0.6.1.3 Lokacija objekta**

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 energetskom

opremom, pogonskom zgradom, ulaznim portalom i pristupnim saobraćajnicama, planirana je na građevinskim parcelama broj 2490, 2491, 2492, 2493 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

#### **0.6.1.4    *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.

#### **0.6.1.5    *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

#### **0.6.1.6 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

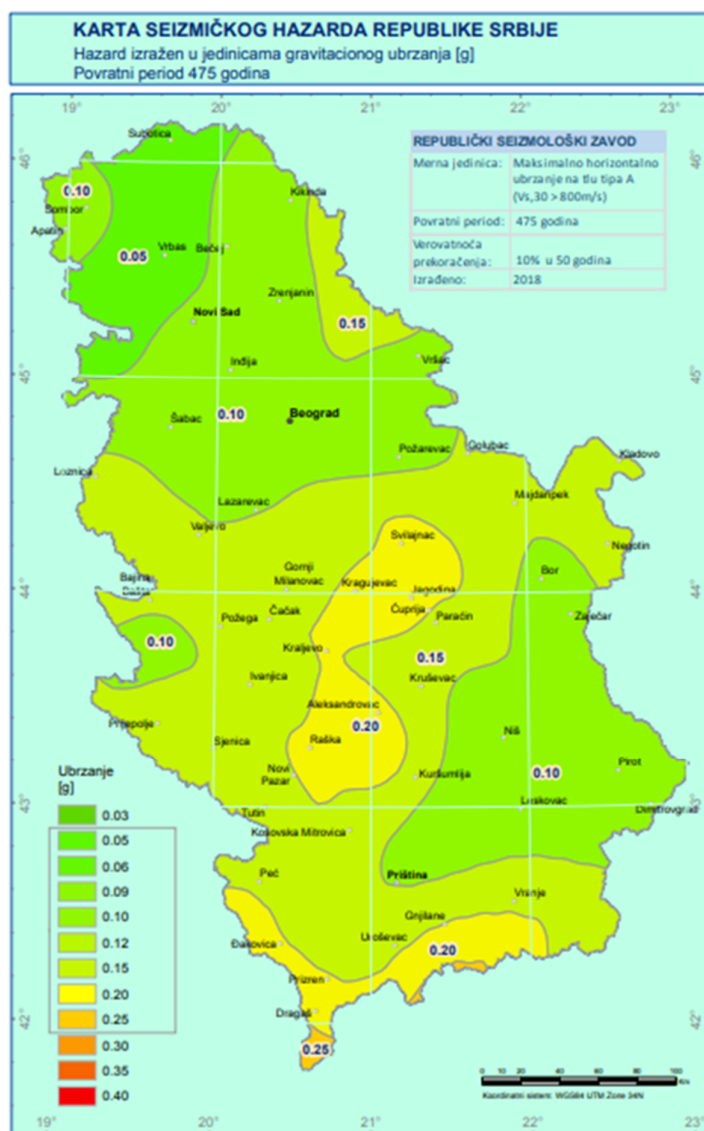
### ***Seizmološke karakteristike***

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



## 0.6.2. PROJEKAT ARHITEKTURE

### 0.6.2.1 TEHNIČKI OPIS KOMANDNO-POGONSKE ZGRADE

Predmetna pogonska zgrada je prizemna slobodnostojeća građevina, sa kablovskim prostorom. Zgrada se u osnovi sastoji iz dva spojena pravougaonika, sa složenim krovom. Dimenzije osnovnog gabarita zgrade iznose 9,82x25,82m i 10,10x15,02m. Van tog gabarita smeštena su tri spoljašnja stepeništa. Visina zgrade mereno od kote uređenog terena iznosi maksimalno 8,16 m do slemena, zavisno od konačne nivelacije terena oko zgrade.

Pristup zgradi je preko transportnih staza za motorna vozila i pešake.

Prostorije koje se nalaze unutar komandno-pogonske zgrade su: hodnik, kontrolna prostorija, prostorija 35kV postrojenja, dve prostorije sa kućnim transformatorima, prostorija aku baterije, toalet, unutrašnje stepenište, kablovski prostor i tri spoljašnja stepeništa.

#### KONSTRUKCIJA

Konstruktivni sistem je skeletni-ramovski sistem armiranobetonskih stubova dimenzija 25x40cm, koji su u nivou ploče tavana/krova povezani, u poprečnom pravcu, sistemom armiranobetonskih greda dimenzija 25/50cm. Ovako povezani stubovi i grede čine sistem podužnih i poprečnih AB ramova. Od trakastih temelja do ploče prizemlja konstrukciju čine nadtemeljni zidovi debljine 25cm. Van tog gabarita smeštena su četiri spoljašnja stepeništa za pristup sa tri strane zgrade.

Kompletna skeletna konstrukcija je dodatno ukrućena u horizontalnom pravcu sa armiranobetonskim tavanicama, debljine 20cm u prizemlju i 15cm u nivou plafonske ploče. Podna ploča kablovskog prostora i sopstvene potrošnje je na tlu debljine 12cm. Međuspratna konstrukcija prizemlja i tavana su armiranobetonske ploče sa ojačanjima u vidu greda.

#### ZIDOVI

Spoljašnji i unutrašnji zidovi su od giter bloka debljine 25cm, koji su vezani horizontalnim i vertikalnim serklažima.

Zidovi u sanitarnom čvoru se izvode kao zidani zidovi od giter bloka debljine  $d=12\text{cm}$ .

Ukopani zidovi će biti armirano-betonski debljine 25cm, sa bitumenskom hidroizolacijom i ekstrudiranim polistirenima.

Fasadni zidovi se sastoje od giter bloka 25cm, PE folije, kamene vune debljine 16cm i završnog sloja od fasadnog maltera na rabicu i silikatne boje ukupne debljine 1cm.

#### KROV

Krov pogonske zgrade je složeni krov. Krovni pokrivač je od aluminijumskih krovnih panela (Kingspan ili slično). Nagib krovnih ravni je  $20^\circ$ .

Plafonska AB ploča koja je debljine 15cm je termoizolovana sa gornje strane termikom debljine 14cm.



## IZOLACIJE

Svi podovi na tlu izolovani su slojem hidroizolacije i termoizolacije sa donje strane AB temeljne ploče. Hidroizolacija i termoizolacija obuhvataju i temeljne zidove kako bi se smanjio efekat hladnog mosta, a sama hidroizolacija, zaštićena folijom i geotekstilom obmotava se oko temeljnih traka.

Sva hidroizolacija se izvodi kao višeslojna izolacija bitumenskim trakama.

Termoizolacija podova na tlu i zidovima u tlu izvodi se kao ekstrudirani polistiren XPS (različitih debljina), termoizolacija fasade je kamena vuna debljine 16cm, a horizontalna izolacija objekta odozgo izvodi se polaganjem sloja XPS debljine 14cm preko tavanice nad prizemljem.

## OBLOGE

Podovi se izvode sa završnim slojem u keramičkim protivkliznim pločicama, modularnom podu, epoksi podu i keramikom otpornom na kiseline.

Svi zidovi se iznutra malterisu produžnim malterom u debljini do 2cm. Celokupna površina zidova se završno gletuje i boji disperzivnom bojom. Zidovi toaleta biće u punoj visini obloženi keramičkim pločicama. Zidovi prostorije aku baterije se oblažu keramikom otpornom na kiseline.

Plafoni se obrađuju malterom u debljini do 2cm, gletuju i završno boje disperzivnom bojom.

## FASADA

Fasada se izvodi u vidu ETICS sistema, sa slojem termoizolacije od kamene vune, d=16cm, i završnom obradom silikatnim malterom na rabicu i bojom ukupne debljine 1cm.

## BRAVARIJA

Sva spoljašnja i unutrašnja bravarija, izvodi se od aluminijumskih profila sa termoprekidima i termopan staklom. Na bravariji sa žaluzinama se ugrađuje mreža za sprečavanje ulaska insekata.

### 0.6.2.2 TEHNIČKI OPIS HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

Za potrebe sanitarnih čvorova potrebno je izvršiti snabdevanje sanitarnom hladnom vodom.

Za potrebe objekta je predviđeno snabdevanje vodom preko jednog prefabrikovanog plastičnog vertikalnog rezervoara koji će biti ukopan u zemlju i male šahtne pumpne stanice kojom se voda iz rezervoara dovodi do objekta.

Rezervoar se nabavlja kao gotov proizvod, rezervoar mora da ima penjalice i revizioni otvor Ø600, ventilaciju i izlazni cevovod sa usisnom korpom. Pored ostalog treba da pri vrhu ima otvor i za signalne kablove za sondu za zaštitu od rada pumpe na suvo i signalizaciju minimalnog nivoa u rezervoaru.

Kako na ovoj lokaciji ne postoji gradski kanalizacioni sistem, predviđeno je da se kanalizacija iz objekta priključi na septičku jamu (SENGRUB) koja je vodonepropusna. Kada se septička jama napuni sanitarnom otpadnom vodom, neophodno je isprazniti pomoću muljne pumpe i kamionom – cisternom transportovati sadržaj na predviđeno postrojenje za tretman otpadne vode. Septička jama je sa unutrašnje strane malterisana i predviđena je



hidroizolacija koja će obezbediti vodonepropusnost. Hidroizolacija je takođe predviđena sa spoljne strane septičke jame.

Atmosferska voda sa parkinga, saobraćajnica i platoa se prihvata slivnicima, linijskim slivnicima i kanalima sa rešetkastim otvorom i odvodi u separator za prečišćavanje od ulja i benzina. Posle procesa prečišćavanja, voda iz separatora se odvodi u rezervoar atmosferske vode koji je predviđen da se prazni cisternom.

#### **0.6.1.1 TEHNIČKI OPIS TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA**

Grejanje prostorija predviđeno je električnim panelnim radijatorima, proizvod „Vaillant“ ili slično, koji se isporučuju sa opremom za zidnu montažu i integrisanim regulatorom sobne temperature sa mogućnošću vremenskog programiranja. Grejanje prostorije SN postrojenja ce biti panelnim radijatorima, ili kaloriferima u zavisnosti od termotehničkog proračuna.

Za hlađenje prostorija, kao i za grejanje u prelaznom periodu, predviđeni su split sistemi inverterkog tipa (R32), 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.

Ventilacija prostorije za smeštaj akubaterija se predviđa kao prirodna, slobodnim prestrujavanjem vazduha preko spoljnih protivkišnih žaluzina tip WGK-AL 697x297 proizvod "TROX" ili slicno. Žaluzine se postavljaju na istom spoljašnjem zidu, u gornjoj i donjoj zoni prostorije vodeći racuna da minimalno rastojanje između njih iznosi 2m. Svrha ventilacije ove prostorije je da se koncentracija vodonika uvek zadrži na vrednosti koja odgovara donjem pragu eksplozivnosti.

### **0.6.3.PROJEKAT KONSTRUKCIJA I DRUGI GRAĐEVINSKI PROJEKTI**

#### **0.6.3.1 KOMANDNO-POGONSKA ZGRADA**

Predmetna komandno-pogonska zgrada je prizemna slobodnostojeća građevina, sa kablovskim prostorom. Zgrada se u osnovi sastoji iz dva spojena pravougaonika, sa složenim krovom. Dimenzije osnovnog gabarita zgrade iznose 9,82x25,82m i 10,10x15,02m. Van tog gabarita smeštena su tri spoljašnja stepeništa. Visina zgrade mereno od kote uređenog terena iznosi maksimalno 8,16 m do slemena, zavisno od konačne nivelacije terena oko zgrade.

Pristup zgradi je preko transportnih staza za motorna vozila i pešake.

Prostorije koje se nalaze unutar komandno-pogonske zgrade su: hodnik, kontrolna prostorija, prostorija 35kV postrojenja, prostorija sa kućnim transformatorima, prostorija aku baterije, toalet, stepenište i kablovski prostor.

Konstruktivni sistem je skeletni-ramovski sistem armiranobetonskih stubova dimenzija 25x40cm, koji su u nivou ploče tavana/krova povezani, u poprečnom pravcu, sistemom armiranobetonskih greda dimenzija 25/50cm. Ovako povezani stubovi i grede čine sistem podužnih i poprečnih AB ramova. Od trakastih temelja do





ploče prizemlja konstrukciju čine nadtemeljni zidovi debljine 25cm. Van tog gabarita smeštena su četiri spoljašnja stepeništa za pristup sa tri strane zgrade.

Kompletna skeletna konstrukcija je dodatno ukrućena u horizontalnom pravcu sa armiranobetonskim tavanicama, debljine 20cm u prizemlju i 15cm u nivou plafonske ploče. Podna ploča kablovskog prostora i sopstvene potrošnje je na tlu debljine 12cm. Međuspratna konstrukcija prizemlja i tavana su armiranobetonske ploče sa ojačanjima u vidu greda.

Temelji konstrukcije su trakasti temelji širine 80cm i debljine 40cm.

Statički proračun konstrukcije će biti rađen u programu Tower7. Konstrukcija će biti dimenzionisana u skladu sa EUROCODE standardima, a na sledeća opterećenja: sopstvenu težinu; stalno opterećenje od završnih slojeva, pregradnih i fasadnih zidova; korisno opterećenje od opreme, opterećenje od snega; vetra; seizmike i od opterećenja od zemlje koje deluje na ukopane zidove objekta. Konstrukcija će biti dimenzionisana za kompletnu šemu opterećenja. Detaljan analiza opterećenja konstrukcije je prikazana u samom statičkom proračunu u delu Analiza opterećenja. Dimenzionisanje konstrukcije će biti urađeno za 7° seizmičkog intenziteta (prema MCS skali), odnosno za horizontalno ubrzanje tla od 0,10g. U proračunu seimičkih uticaja za pravce delovanja u pravcima X i Y osa, osim uticaja u glavnom pravcu uzeće su i 30% uticaja seizmičkog opterećenja u upravnom pravcu. Takođe će se uzeti u obzir i uticaji slučajnog ekscentriciteta.

Očekuju se naponi tlu i sleganja temeljne konstrukcije reda veličine 150kN/m<sup>2</sup> i 3,5cm respektivno.

Materijali koji su predviđeni za izvođenje armirano betonske konstrukcije su beton klase čvrstoće C25/30, s'tim da je beton u ukopanim delovima objekta, do kote -0,10, vodonepropusni beton klase vodonepropusnosti VDP 2., armatura B500B. Klasa izloženosti konstrukcije je XC2, XF1 (za ukopane delove objekta do kote -0,10) i XC1, XF1 (za delove objekta iznad kote -0,10). Zaštitni sloj podzemnog dela konstrukcije (temelja) je 4cm, a nadzemnog dela (ploče, zidove i stubove) je 2,0cm.

#### **0.6.3.2 DVE KADE SA TEMELJIMA TRANSFORMATORA**

Gabaritne dimenzije kada za transformatre su 8.72x6.000m. Kade se sasoje od dva dela (dve faze) I faza temelji za transformatore i II faza krila kada transformatora za prihvata iskrelog ulja. Temelji su kontra grede 80x155/215cm međusobno povezane temeljnom pločom debljine 40cm. Na vrhu temelja su predviđene šine za navoz. Krila kada se izvode u padu prema centralnom temelju kako bi ulje oticalo u sabini šaht i dalje uljnom kanalizacijom do uljne jame. Krila kada se sasoje od podne ploče i zidova debljine 20cm. Po krilima kada i između temelja za oslanjanje transformatora se izvode hodne rost rešetke preko kojih se nasipa sloj oblutaka granulacije 32-63mm (protivpožarni zahtevi). Dubina fundiranja kada transformatora je 1.4m, u delu sabirnog šahta je 2.0m. Kade transformatora se izvode od betona sa dodatnom aditiva za vodonepropusnost.



### **0.6.3.3 PROTIVPOŽARNI ZID**

Projektovan je između kada transformatora. Visina zida je 6.0m od platoa. Debljina zida je 30cm. Temeljna ploča zida je gabaritnih dimenzija 2.0x6.8x0.7m. Dubina fundiranja temelja protivpožarnog zida iznosi 1.5m.

### **0.6.3.4 ULJNA JAMA SA ULJNOM KANALIZACIJOM**

Uljna jama je projektovana kao prelivna tako da prihvati ulje iz jednog (najvećeg) transformatora u slučaju havarije + dodatnih 15% rezervisanih za atmosferske padavine. Ukupna zapremina uljne jame je oko 25m<sup>3</sup>. Gabaritne dimenzije u osnovi su 7.1x4.0m dubina fundiranja je 4.1m. Podna ploča je debljine 30cm, zidovi 25cm, gornja ploča 20cm. predviđena su 4 reviziona otvora u vidu šaftova sa penjalicama. Uljna jama se izvodi primenom betona sa aditivima za vodonepropusnost. Okolo uljne jame po podnoj ploči i zidovima je potrebno da se uradi hidroizolacija u vidu bobičaste membrane. Uljnu jamu opremiti automatikom za javljanje nivo ulja. Atmosferska voda iz uljne jame preliva i odlazi dalje do sepratora lakih naftnih derivatara i ukoliko je potpuno čista odlazi dalje u sistem hidrotehničkih instalacija odvodnje.

Uljna kanalizacija se projektuje od keramičkih cevi. Na trasi uljne kanalizacije su predviđeni revizioni šaftovi 1.0x1.0m sa dubinom koja odgovara nagibu cevi uljne kanalizacije.

### **0.6.4.3 TEMELJI NOSAČA APARATA (elektro opreme)**

Temelji i nosači aparata su projektovani u svemu da prate zahteve elektro projekta. Na osnovu trenutno raspoloživih mernih skica opreme definisani su nosači aparata, položaji rupa na nosačima su pretpostavljeni tamo gde se nije raspolagalo sa adekvatnim mernim skicama opreme. Nosači aparata čelični deo i temelji su povezani ankerima, koji omogućavaju štelovanje opreme u vertikalnom smislu. Gornja ivica temelja treba da se izvede u padu radi oticanja vode.

### **0.6.5.3 PORTALI**

Stubovi i rigle portala su rešetkasti prostorni nosači sastavljeni od čeličnih profila. Portali su projektovani sa 3 polja raspona 10,0m za svako polje. Na vrhu stubova izlaznih portala se kače zaštitna užad. Na stubove portala postavlja se gromobranski šiljak u skladu sa elektro projektom.

Temelji svih portala se izvode od armiranog betona MB30. Dubina fundiranja je oko 2,0m od kote terena za sve temelje. Visina temelja iznad kote terena je 30cm. Temelji se izvode u 2 faze. U I fazi se izvodi temeljna čašica, nakon toga u drugoj fazi se vrši montaže stubova portala u projektovani položaj, pa se pristupa zalivanje stubova odnosno betoniranje temelja. Gornja površina temelja treba da je u padu od centra ka ivicama radi sprečavanja zadržavanja vode na površini temelja.

Čelične konstrukcije portala se antikoroziono štite postupkom toplog cinkovanja, a nakon toga farbanjem u boji prema zahtevu Investitora.



#### 0.6.4.4 KABLOVSKI KANALI

Kablovski kanali i šahtovi će biti predviđeni u svemu prema projektu elektro dela projekta u zavisnosti od broja kablova koje treba ugraditi.

Svetle mere kanala u poprečnom preseku iznosi, orijentaciono, 100/90cm i 80/90cm (unutrašnje mere).

Kod kablovskih kanala na jednoj bočnoj strani ili kod većih kanala na obe strane ugrađivaće se regali nosači kablova od ugaonika 40.40.5 koji su po visini na razmaku od oko 20cm i njihov broj je uslovljen visinom kanala i brojem kablova koji će proći kroz kanal.

Debljine zidova i poda kanala iznosi 12cm.

Poklopne ploče su debljine 9cm i širine 40cm, a dužina ploča zavisi od širine kanala.

Za slučaj pojave površinskih voda u kanalima i šahtovima predviđena je ugradnja PVC cevi Ø110mm u podu sa jamom dimenzija 25/25/30cm, koja se ispunjena šljunkom. Cevi se u kanalima ugrađivati na razmaku od 2.0m.

Ispod transpornih staza potrebno je da se postave cevi za prolaz kablova. Broj cevi, položaj i prečnik će biti određeni u kasnijim fazama projekta. Sve cevi će biti od PVC cevi za energetske kablove, potrebno ih je zaštititi armiranim beton od eventualnog proloma od težine vozila.

#### 0.6.5.4 NIVELACIJA TERENA I TRANSPORTNE STAZE

**Teran** na kome se objekat gradi ravan. Plato TS-a će biti izveden delom u nasipu a delom u iskopu, što je uslovljeno konfiguracijom terena, nagibima pristupnog puta, kao i najboljim načinom odvođenja površinske vode.

Plato izveden u dvostranom nagibu, 0.5% i 1.0%, kako je prikazano na dispoziciji.

Ovaj nagib obezbeđuje nužno odvođenje površinskih voda u željenom smeru. U okviru platoa su predviđeni odvodni jarkovi kojima se odvodi atmosferska voda van TS-a i tako sprečava ugrožavanje nasipa i iskopa.

Izrada platoa je izvršena na sledeći način:

Humusni materijal koji je upotrebljiv za završnu obradu zemljanih površina-humuziranje odvojiti u posebne deponije dok ostali neupotrebljiv humus je potrebno odvesti van gradilišta na odgovarajuću deponiju.

##### NABIJANJE PODTLA

Nakon uklanjanja sloja humusa na čitavoj površini vrši se nabijanje prirodnog podtla, primenom pogodnih mehaničkih sredstava u zavisnosti od geomehaničkih karakteristika tla.

Zahteva se zbijenost samoniklog podtla do postizanja modula stišljivosti  $M_s=15\text{Mpa}$ .

Ukoliko je materijal u podtlu takav da se ne može postići zahtevana zbijenost, isti treba popraviti dodavanjem peskovito-šljunkovitog materijala, ili ga zameniti pogodnim materijalom, o čemu će odlučiti nadzorni organ. Iskop slabo nosivog tla plaća se prema jediničnim cenama po predračunu iz pozicije za iskop zemlje III kategorije. Nikakav drugi dopunski rad na postizanju zahtevane zbijenosti podtla se ne plaća posebno. Materijal, koji se dodaje ili kojim se zamenjuje slabo nosivi sloj, plaća se prema vrednosti njegove



nabavke i dopreme na mesto ugrađivanja. Ispitivanje zbijenosti podtla vrši se opitnom pločom Ø 30 cm po standardu SRPS U.B1.046, ili preko zapreminske težine po standardima SRPS U.B1.010, SRPS U.B1.012, SRPS U.B1.016, pri čemu se zahteva minimalna vrednost modula stišljivosti  $M_s = 20 \text{ MPa}$ .

Ispitivanje zbijenosti podtla vršiti na svakih 300-400 m<sup>2</sup>, kao i na svakom mestu gde to nadzorni organ smatra da je potrebno.

#### IZRADA NASIPA

Izrada nasipa izводиće se prema projektovanim poprečnim profilima, kotama i nagibima iz projekta uz dozvoljeno odstupanje do 5cm, uz obavezu izvođača radova da obezbedi pozajmište zemlje za nasip.

Najpogodniji materijali za izradu nasipa su granulirani materijali kao što su tucanik, šljunkovi i peskovi koji su relativno manje osetljivi na promenu sadržaja vlage pri zbijanju.

Pored toga, standardima se preporučuju sledeći osnovni uslovi koje ovi materijali moraju da zadovolje.

- Krupnoća zrna ne sme biti veća od 40cm u čitavom nasipu, izuzev završnog sloja nasipa gde najkrupnije zrno ne sme biti veće od 10cm.
- Stenske mase tj. tlo mora biti postojano na atmosferske uticaje.

Kriterijumi za ocenu kvaliteta ugrađivanja kod nekoherentnih materijala vrši se preko kontrole zahteva vrednosti modula stišljivosti ( $M_s$ ) opitom kružnom pločom prečnika 30cm.

Zemljani materijal koji se ugrađuje u nasip mora imati odgovarajuće geomehničke kvalitete u svemu prema standardu SRPS U.B1.010, SRPS U.B1.012, SRPS U.B1.014, SRPS U.B1.016, SRPS U.B1.018, SRPS U.B1.020, SRPS U.B1.024, SRPS U.B1.028, SRPS U.B1.042.

Izrada nasipa se vrši u slojevima od 20-30 cm, a sabijanje vršiti pogodnim mehaničkim sredstvima do zahtevane zbijenosti uz obavezno održavanje vlažnosti blizu optimalne. Svaki nabijeni sloj mora se ispitati, a sledeći se nanosi samo ako je prethodni dao zadovoljavajuće rezultate. Kontrolu zbijenosti i nosivosti pojedinačnih slojeva vršiti opitnom kružnom pločom Ø30 cm, pri čemu se zahteva modul stišljivosti min  $M_s = 30 \text{ MPa}$ , uz uporednu kontrolu stepena zbijenosti po standardnom Proktorovom postupku, pri čemu se zahteva stepen zbijenosti 95% od maksimalne laboratorijske zbijenosti. Ispitivanje pločom vršiti na materijalima čije su vlažnosti optimalne. Kontrolu zbijenosti nasipa vršiti na svakih 350 m<sup>2</sup> površine svakog ugrađenog sloja. Gotov nasip mora imati projektovane nagibe, širine i kote prema projektu sa tačnošću  $\pm 5 \text{ cm}$ . Šire i više izvršeni nasipi greškom izvođača ne obračunavaju se, a izvođač je dužan da izvrši sasecanje viška materijala i doterivanja nasipa u granice tolerancije.

Za zemlju koja će se koristiti za izradu nasipa potrebno je predhodno izvršiti ispitivanje fizičko-mehaničkih karakteristika u cilju dobijanja kvaliteta zemlje za izradu nasipa, u svemu prema standardu SRPS U.B1.012, . SRPS U.B1.014, SRPS U.B1.016, SRPS U.B1.018, SRPS U.B1.020, SRPS U.B1.024,

Od opita treba uraditi:

1. Identifikaciono-klasifikacioni opit (granulometrički sastav, zapreminska težina, vlažnost, organske materije)



2. Standardni Proktorov opit – izvršiti ispitivanje na najmanje po 5 opita za zemlju iz pozajmišta
3. Na zonama budućih transportnih staza uraditi i dva CBR-a.

Nasipanje platoa vršiti do kote koja je za 20cm niža od kote predviđene nivelacijom. Sa strane platoa prema susednim parcelama predviđena je škarpa u odnosu 1:3. Na tako pripremljenom platou izvoditi sve građevinske radove.

Ispod svih objekata završni sloj glinovitog materijala mora biti od šljunkovitog materijala u debljini od 50cm.

Poslednjih 20cm platoa na svim slobodnim površinama, izvesti od sloja humusa, osim na delu spoljašnjeg postrojenja gde je završni sloj u debljini od 10cm od tucanika. Pre ugradnje humus treba pripremiti usitnjavanjem i odstranjivanjem starih žila i korenja.

Na kraju ovaj sloj treba zatravniti i zalivati vodom dok trava ne nikne na celoj površini platoa.

Slobodne površine u okviru unutrašnje ograde obrađuju se zatravljanjem.

Za travnjak se predlaže vrsta višegodišnjih autohtonih travnih smeša.

Izbor biljne vrste učinjen je na osnovu namene cele površine koja se obrađuje i sa aspekta održavanja travnjaka, a u skladu sa zahtevom korisnika sa PRP-a.

Ozelenjavanje obuhvata sledeće operacije: freziranje zemlje dva do tri puta dok se zemlja ne usitni do potrebne dubine, fina nivelacija terena, djobrenje zemlje, sejanje, valjanje celokupne zasejane površine.

Za održavanje travnjaka predviđen je period do prvog košenja trave i obuhvata podsejavanje i uništavanje korova.

**Transportne staze** - Ovim projektom obuhvatiće se transportne staze od ulazne kapije i kroz postrojenje.

Mreža transportnih staza je projektovana tako da omogući nesmetano kretanje svih vozila za koja postoji potreba da ulaze u postrojenje.

Nivelacioni plan saobraćajnih površina je rešen tako da su one uzdignute u odnosu na kotu gotovog platoa (dobijenog ugradnjom sloja humusa d=20cm ili tucanika d=10cm (na delu spoljašnjeg postrojenja) na nivelisanom platou). Stoga su poprečni i podužni padovi transportnih staza određeni padovima samog nivelisanog platoa, i iznose od 1.5% - 2.5%, odnosno 0.5%. U okviru kompleksa transportnih staza se nalaze i 3 parking mesta, koja su morala da prate pad same transportne staze, tako da su i ona u padu.

Transportna staza TS1, između zgrade i dela spoljašnjeg postrojenja, je u poprečnom padu od 1.5% od zgrade prema spoljašnjem postrojenju. Uz ivicu ove transportne staze su postavljene kišne rigole/kanalete za odvodnjavanje, koje su opet u podužnom nagibu od 0.5% prema kišnim rešetkama/slivnicima koji su priključeni na atmosfersku kanalizaciju.

Transportna staza TS2, T-okretnica, na severozapadnoj strani je u poprečnom padu od 1.5% prema granici parcele odnosno ogradi postrojenja. Uz ivicu ove transportne staze su postavljene kišne rigole/kanalete za odvodnjavanje, koje su opet u podužnom nagibu od 0.5% prema kišnim rešetkama/slivnicima koji su priključeni na atmosfersku kanalizaciju.

Oivičenje svih kolovoznih površina izvodi se obostrano montažnim izdignutim ivičnjacima 18/24, na sloju MB20. Postavljanje ovih ivičnjaka je urađeno u cilju osiguranja i učvršćenja kolovoznih konstrukcija, kao i u cilju onemogućavanja slivanja zaprljane atmosferske vode sa njih u slobodne zelene površine pored kolovoza. Zauljena i zaprljana kišna kanalizacija sa kolovoza i parkinga, prikuplja se sistemom slivnika sa taložnikom i posle separacije lakih tečnosti u uljnoj jami dalje odvodi preko crpne stanice u jarak pored nasipa.

#### Kolovozna konstrukcija

Saobraćajno opterećenje i uslovi njegovog odvijanja su u ovom slučaju podređeni pre svega tehnološkim potrebama normalnog rada trafostanice, a potom i ostalim faktorima koji su relevantni za dimenzionisanje kolovozne konstrukcije. Na transportnim stazama unutar postrojenja može se očekivati kretanje više vrsta vozila, od putničkih, lakih i teških teretnih vozila do vučnog voza.

Pre izrade posteljice potrebno je izvršiti dodatan iskop samoniklog tla, kako je dato u grafičkim priložima, i izvršiti nabijanje podtla do  $M_s = 20 \text{ MPa}$ . Posteljica staze se izvodi u nagibu od 3% zbog odvodnjavanja i nabija odgovarajućom mehanizacijom do modula stišljivosti  $M_s = 20 \text{ MPa}$ .

#### Normalni poprečni profil transportnih staza:

Iznad posteljice se izvodi trup transportne staze debljine 35cm.

Prvi sloj u debljini od 20cm radi se od tucanika frakcije 0-63mm, koji se nabija odgovarajućom mehanizacijom do modula stišljivosti  $M_s = 40 \text{ MPa}$ .

Drugi sloj u debljini od 15cm radi se od tucanika frakcije 0-31mm, koji se nabija odgovarajućom mehanizacijom do modula stišljivosti  $M_s = 50 \text{ MPa}$ .

Materijal za izradu tamponskog sloja za trup staze predhodno mora da se ispita i mora da zadovolji sve uslove iz SRPS U.E9.020. Materijal ne sme da sadrži organske materije, prekomernu količinu prašinsto glinovitih čestica niti druge štetne materije. Mešavina ne sme da sadrži više od 7% zrna mekog kamena kao što su laporci, glinoviti škriljci, meki peščari itd.

Tampon se ne sme nanositi preko raskvašene ili smrznute posteljice.

Završni slojevi su od bituminiziranog sloja šljunka debljine 7cm i asfalt betona debljine 4cm.

#### KOLOVOZNA KONSTRUKCIJA:

Usvojeno rešenje kolovozne konstrukcije je:



$d = 4 \text{ cm}$       Habajući sloj: AB 11

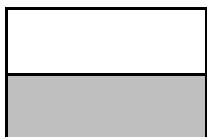
$d = 7 \text{ cm}$       Noseći asfaltni sloj BNS 22sA

$d = 15 \text{ cm}$       Sloj od nevezanog kamenog agregata 0/31mm



$d_{min} = 20 \text{ cm}$  Sloj od nevezanog kamenog agregata 0/63mm

Usvojeno rešenje konstrukcije na pešačkoj stazi:



$d = 10 \text{ cm}$  Beton MB30

$d = 15 \text{ cm}$  Sloj od nevezanog kamenog agregata 0/31mm

#### 0.6.6.4 OGRADA OKO POSTROJENJA

**Ograda** oko postrojenja sastojat će se od panelnog dela, visine 2.0m i "V" kosnika, dužine kraka 45cm. Između kosnika će se postaviti žilet-žica u koturu prečnika 45cm, zategnuta sa nosećom žicom Ø2.50mm. Stubovi ograde će biti tipa LEGI EK-pur ili slično, od čeličnih profila 60x40x2mm, a kosnici 40x40x2mm. Stubovi će se postavljati na razmaku od 2.50m i betonirati u temelje samce dimenzija 30x30x80cm. Vrh stuba će se zaštititi plastičnom kapom.

Veza panela i stuba će se ostvariti kroz otvore na stubu preko metalnih spojnika i prohromskih šrafova sa anti-vandal maticama na osam mesta po stubu.

Sva ispuna ograde će se izvoditi od panela sa horizontalnom žicom Ø5mm i vertikalnom Ø4mm. Dimenzije okca će biti 50x200mm. Panel će imati četiri horizontalne izbočine oblika slova V za dodatno ojačanje panela.

Antikorozivna zaštita stubova ograde će se vršiti toplim cinkovanjem ili antikorozionom Triplex metodom, dok će panel biti antikorozivno zaštićen Triplex metodom.

Predviđa se izrada jedne ulazne kapije za ulazak motornih vozila i jedne pešačke kapije.

Kapija će biti motorna, klizna, dužine 7.0m, svetlog otvora 6.5m i visine 2m. Ram kapije će biti izrađen od profila 80x40x3mm, ispuna od panela od udvojene horizontalne žice debljine 2x8mm i vertikalne 6mm. Dimenzije okca će biti 50x200mm. Noseći stubovi kapije će biti P stubovi, profila 80x60x3mm, prihvatni stub će biti od profila 100x100x4mm. Kapija će biti opremljena elektromotorom.

Pešačka kapija će biti jednokrlna, visine 2.0m i širine krila 1.0m. Kapija će biti tipa LEGI Vario.S ili slična, visine 2m. Stubovi kapije će biti od profila 100x100x4mm, ram 60x40x3mm, ispune kao kod klizne kapije.

#### 0.6.4. ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

##### 0.6.4.1 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.

#### **0.6.4.2 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 trolejnog 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 sabirnice induktivni naponski transformatori u sve tri faze.

Prekidači u postrojenju 110 kV su ispunjeni sa gasom SF<sub>6</sub> 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 portali 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 SF<sub>6</sub> 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

#### *Tropolni 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

#### *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 snabdeveni su noževima za uzemljenje sa strane dalekovoda. 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 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 izlacijskom 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	
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 (sabirnički)**

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

#### 0.6.4.3 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 trolnog kratkog spoja	MVA	1000
Nazivna trajna struja sabirnica	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 trolni, vakuumski, izvlačivi, sa elektroopružnim pogonom, 110 V DC, sa kalemovima za uključanje i isključanje 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:

- trolni 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:

- trolni 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:

- trolna sklopka-rastavljač,
- visokonaponski visokoučinski trolni 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:

- trolni vakuumski izvlačivi prekidač,
- kapacitivni indikator napona,
- mikroprocesorski zaštitno-upravljački uređaj sa sekundarnom opremom.

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

U dodatku spojne ćelije predviđa se ugradnja sledeće opreme:

- trolni izvlačivi rastavljač,
- kapacitivni indikator 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	$U_{sn}$ [V]	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	$\frac{100}{3}$
Nazivna snaga	$S_n$ [VA]	20	90
Klasa tačnosti	kl.	0.2	1/3P



#### **0.6.4.4 Transformacija 110/35 kV**

U prvoj etapi eksploatacije objekta Transformaciju 110/35 kV će sačinjavati jedan energetski transformator  $110\pm 11 \times 1,5\%$  /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 šahu 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

#### 0.6.4.5 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 energetski 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 ormara:

- 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 ormara:

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 ormara 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 preklopkom 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 ormane od nezapaljivog materijala. Vrata su sa prednje



strane. Stepen zaštite ormana je minimalno IP45. Sva oprema u ormanu 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.

#### **0.6.4.6 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. Predvideće se uređaji koji imaju podržan komunikacioni protokol IEC 61850.

Sve logičke blokade u postrojenju projektovaće 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 realizovaće se žičano.

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

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

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 jednogpolne 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 računarom, 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 naizmjeničnog 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 ormana 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 spojnem polju.

Zaštita od otkaza prekidača izvodnih ćelija 35 kV izazvaće reagovanje prekidača u odgovarajućem polju energetskog transformatora i spojnem 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 energetskom 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 Elektro distribucije 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 uređajima – 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 ormara 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 energetskeg voda, koristitiće se javna telekomunikaciona infrastruktura kao glavni prenosni put iz TS u nadležni centar upravljanja PDC Kraljevo. Nakon postavljanja i povezivanja optičkog kablova, koristiti javnu telekomunikacionu mrežu kao rezervni put.

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

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

Komandno signalni kablovi između ormara u polju u spoljnom postrojenju i pogonske zgrade polažu se u kablovske kanale, a kablovi od ormara 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 kablova. 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.

#### **0.6.4.8 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 brojilom 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 brojilom 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.

#### **0.6.4.9 Instalacije uzemljenja i gromobranske zaštite**

Sistem uzemljenja TS 110/35 kV Ušće rešice 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.

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

Razvod električne instalacije se predviđa preko automatskih prekidača u okviru razvodnog ormana (=+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 ormana 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 uključivanja 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.

#### **0.6.4.11 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, koristitiće 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.

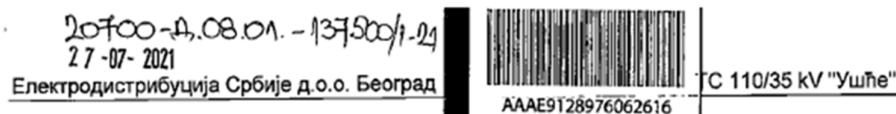
Predviđa se ugradnja odgovarajuće TK opreme u ormane  $=Y+Y1$ ,  $=Y+Y2$  i  $=Y+Y3$  (koji se nalaze u kontrolnoj prostoriji zgrade trafostanice. Orman  $=Y+Y1$  se predviđa za smeštaj sistema pomoćnog napajanja 48VDC modularne izvedbe. Orman  $=Y+Y2$  (19" ram, visine 42U) se predviđa za smeštaj SDH/PDH 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 ormara 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.



## 0.7. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК



### ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК за израду техничке документације за изградњу трансформаторске станице 110/35 kV "Ушће"

#### 1. ОПШТИ ПОДАЦИ

1.1. Инвеститор:	Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд
1.2. Назив објекта:	ТС 110/35 kV "Ушће"
1.3. Место изградње:	Ушће
1.4. Број етапа градње:	две
1.5. Планирани почетак радова:	2022.
1.6. Планирано пуштање у погон:	2024.

#### 2. ПОГОНСКИ УСЛОВИ

##### 2.1 Мрежа 110kV

Назначени напон:	110 kV
Максимални радни напон:	123 kV
Назначена фреквенција:	50 Hz
Транзијентна снага трополног кратког споја:	6000 MVA
Трофазна симетрична струја кратког споја:	31,5 kA

##### 2.2 Мрежа 35kV

Назначени напон:	35 kV
Максимални радни напон:	38 kV
Назначена фреквенција:	50 Hz
Транзијентна снага трополног кратког споја:	1000 MVA
Трофазна симетрична струја кратког споја:	16,5 kA

##### 2.3 Амбијентални услови

Хидрометеоролошки услови:	Према подацима РХМЗ Србије
Надморска висина:	< 1000 m
Степен загађења:	не мањи од II степена ( $\geq 20 \text{ mm/kV}$ )
Специфична отпорност тла:	Према резултатима мерења на локацији објекта.

##### 2.4 Координација изолације

Координација изолације за елементе ТС у складу са СРПС ЕН 60071-1:2008, СРПС ЕН 60071-2:2008 и ТП-25 ЕПС-а "Координација изолације у високонапонским постројењима" уважавајући степен изолације на објекту и на прикључним далеководима.

#### 3. ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О ТРАФОСТАНИЦИ

##### 3.1. ПОВЕЗИВАЊЕ НА МРЕЖУ 110 kV

Објект ТС се повезује са преносним системом изградњом далековода по принципу улаз/излаз на ДВ 110 kV бр. 161 ТС Краљево 3 - ТС Рашка.



Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд

ТС 110/35 kV "Ушће"

### 3.2. ТРАНСФОРМАЦИЈА

Однос трансформације: 110/36,75/10,5 kV  
Инсталисана снага: 2x31,5 MVA (у првој етапи 1x31,5 MVA)

### 3.3. ПОСТРОЈЕЊЕ 110 kV

Тип постројења: За спољну монтажу са непокретно монтираном расклопном опремом (класично постројење 110 kV на отвореном простору).  
Систем сабирница: Једноструке, цевне, од легура алуминијума, подужно подељене у две секције помоћу два на ред везана растављача.  
Број трафо поља: Два  
Број ДВ поља: Два  
Број резервних поља: Једно неопремљено поље  
Укупан бр. поља: Четири + простор за једно поље  
Број подужних секција: Две-са два растављача  
Везе између апарата: Цевима и ужетом одговарајућег попречног пресека

Постројење 110 kV се комплетно опрема у првој етапи (осим резервног поља)

### 3.4. ПОСТРОЈЕЊЕ 35 kV

Тип постројења: Унутрашње, металом оклопљено, ваздухом изоловано са вакуумским извлачивим прекидачима.  
Систем сабирница: Једноструке, од бакра, као и проводне везе по ћелијама.  
Број трафо ћелија: Две  
Број изводних ћелија: Осам  
Број спојних ћелија: Једна спојна и један додаток спојне  
Број мерних ћелија: Две  
Број ћелија кућног трансформатора: Две  
Укупан бр. ћелија: Шеснаест  
Прикључење на изводне и трафо ћелије: Подземно, једножилним кабловима са изолацијом од умреженог полиетилена одговарајућег пресека

Постројење 35kV се комплетно опрема у првој етапи.

## 4. ПОДАЦИ О ОПРЕМИ

### 4.1 ТРАНСФОРМАЦИЈА

У првој етапи уграђује се један ЕТ.

Други трансформатор, комплет са опремом за уземљење неутралних тачака, опремом за заштиту од пренапона и опремом за термовизијски надзор, се уграђује у другој етапи.



#### 4.1.1 Енергетски трансформатор

Предвидети уградњу енергетског трансформатора следећих карактеристика:

Однос трансформације:	110/36,75/10,5 kV
Снага трансформације:	31,5/31,5/10,5 MVA
Спрега трансформатора:	YN0yn0d5
Начин рада:	Дозвољен трајан паралелни рад на секундару. Терцијер се користи као компензациони намотај и не терети се. Спојити терцијер у затворени троугао и уземљити једно његово теме
Регулација напона:	Под оптерећењем, опсег регулације $\pm 11 \times 1,5\%$ , теретни мењач у вакууму.
Хлађење:	ОНАН/ОНАФ

Остали подаци о трансформатору према ТП-11 ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.

Прикључење трансформатора је надземно на страни 110 kV и кабловски на страни 35 kV.

#### 4.1.2 Уземљење неутралне тачке

Неутрална тачка 110 kV је директно уземљена.

За потребе ограничене земљоспојне заштите (РЕФ), у звездишту 110 kV, предвидети уградњу струјног трансформатора за називни напон 35 kV, са два језгра, односа трансформације 2x100/1/1A, класе тачности и снаге:

- I језгро 5P30; 10VA
- II језгро 5P30; 10VA

Неутрална тачка 35 kV је уземљена преко преко нискоомске импедансе.

Предвидети уградњу металног отпорника комплет са струјним трансформатором и растављачем, у типском контејнеру за сваки ЕТ посебно.

Опрема је за називни напон 21 kV следећих карактеристика:

- струјни трансформатор са два језгра, односа трансформације 2x150/5/5A, класе тачности и снаге:
  - I језгро 5P10; 15VA
  - II језгро 5P10; 15VA
- једнополни растављач називне струје 630 A, са ручним полужним погоном
- метални отпорник импедансе 70Ω, 300A

#### 4.1.3 Заштита од пренапона

За заштиту ЕТ од пренапона предвидети металоксидне одводнике пренапона према одредбама препоруке ТП 4 ЈП ЕПС - Дирекција за дистрибуцију електричне енергије.

#### 4.1.4 Надзор рада

Предвидети стални термовизијски надзор ЕТ-а постављањем термовизијске камере са преносом слике у надређени центар одржавања а за сваки ЕТ посебно.





## 4.2 ПОСТРОЈЕЊЕ 110 kV

Опремену одабрати за 110 kV мрежу, са директно уземљеном неутралном тачком.

### 4.2.1 Сабирнице

Предвидети изградњу једног система главних сабирница 110kV. Пресек сабирница изабрати према перспективним токовима снага.

### 4.2.2 Прекидачи

Прекидачи 110 kV су за спољну монтажу, SF6, називне струје минималне вредности 2000A, симетричне струје прекидања 40kA. Прекидачи су са електромоторним погоном за напон 110 V DC и са два калема за искључење и једним калемом за укључење за напон 110 V DC са једним погоном по прекидачу у трафо пољима, док у ДВ пољима треба предвидети погон по полу прекидача.

### 4.2.3 Растављачи

Растављачи 110 kV су класични за спољну монтажу називне струје минимално 2000 А, подносиве вредности струје у трајању од 1s, 40kA, са електромоторним погоном за покретање и команду главних ножева и ножева за уземљење за напон 110 V DC.

Предвидети двополну команду растављачем.

### 4.2.4 Струјни трансформатори

Струјни трансформатори су за спољну монтажу.

Преносни однос, број, класу тачности и снагу језгара струјних трансформатора у ДВ пољима 110kV изабрати у складу са Техничким условима EMC а.д.

У трафо пољима 110kV предвидети струјне трансформаторе са четири језгра, односа трансформације 2х200/1/1/1/1А, класе тачности и снаге:

- I језгро 0,2; Fs=10; 5VA
- II језгро 0,5; Fs=10; 15VA
- III језгро 5P30; 30VA
- IV језгро 5P30; 30VA

### 4.2.5 Напонски трансформатори

Напонски трансформатори су за спољну монтажу.

Однос трансформације, број, класу тачности и снагу језгара напонских трансформатора у ДВ пољима 110kV изабрати у складу са Техничким условима EMC а.д.

У сабирницама 110kV предвидети напонске трансформаторе са два језгра, односа трансформације 110/√3/0,1/√3/0,1/√3 kV класе тачности и снаге

- I језгро 0,2; 25VA
- II језгро 1/3P; 75VA

Предвидети по три једнополно изолована напонска мерна трансформатора у далеководним пољима и у оба сегмента сабирница 110kV.

### 4.2.6 Ормани у пољу

Предвидети уградњу ормана у пољу за концентрацију сигналних каблова.



#### 4.3 ПОСТРОЈЕЊЕ 35 kV

Опрему у постројењу 35 kV бирати у складу са највишом вредношћу напона система  $U_s \geq 38 \text{ kV}$

##### 4.3.1 Сабирнице

Предвидети један систем сабирница, подужно секционисаних, са по једном секцијом за сваки енергетски трансформатор.

##### 4.3.2 Прекидачи

У постројењу 35 kV предвидети вакуумске прекидаче, називне струје 1250 A у трафо и спојној ћелији, односно 800 A у изводним ћелијама, симетричне струје прекидања 20 kA, са погоним за напон 110 V DC и са једним калемом за искључење и једним калемом за укључење за напон 110 V DC.

##### 4.3.3 Растављачи

Функцију растављача имају колица на којима је монтиран прекидач односно крута веза у додатку спојке.

##### 4.3.4 Струјни трансформатори

Струјни трансформатори су за унутрашњу монтажу.

У трафо ћелијама 35 kV предвидети струјне трансформаторе са три језгра, односа трансформације 1000/5/5/5 A, класе тачности и снаге:

- I језро 0,2;  $F_s=10$ ; 15 VA
- II језро 5 P10; 15 VA
- III језро 5 P10; 15 VA

У изводним ћелијама 35 kV предвидети струјне трансформаторе са два језгра, односа трансформације 300/5/5 A, класе тачности и снаге:

- I језро 0,2;  $F_s=10$ ; 15 VA
- II језро 5 P10; 15 VA

##### 4.3.5 Напонски трансформатори

Напонски трансформатори су за унутрашњу монтажу, једнополно изоловани, извлачиви, са два језгра, односа трансформације ,  $35/\sqrt{3} / 0,1/\sqrt{3} / 0,1/3 \text{ kV}$  класе тачности и снаге

- I језро 0,2; 20 VA
- II језро 1/3 P; 90 VA

##### 4.3.6 Земљоспојник

Трополни земљоспојник називне струје 630 A, симетричне струје прекидања 20 kA са могућношћу даљинске индикације положаја.

##### 4.3.7 Индикатори напона 35 kV

Капацитивни делитељи напона и индикатори за индикацију напона у све три фазе на кабловском делу, са могућношћу даљинске сигнализације.





#### 4.4 ПОСТРОЈЕЊЕ СОПСТВЕНЕ ПОТРОШЊЕ

Постројење сопствене потрошње чине:

- постројење за напон 0,4 kV, 50 Hz
- постројење за напон 110V jcc
- постројење за непрекидни напон 230 V, 50 Hz

##### 4.4.1 Постројење за напон 0,4 kV, 50 Hz

Постројење за напон 0,4 kV, 50 Hz предвидети са два енергетска трансформатора односа трансформације 35/0,42kV, спреге Yzn5. Снагу кућних ЕТ одредити према прорачуну оптерећења у ТС али не мање од 100 kVA. Остале карактеристике трансформатора за сопствену потрошњу према ТП-1в и ТП-12 ЕПС-а Дирекције за дистрибуцију.

Енергетске трансформаторе сместити или у посебне трафо боксеве или у ћелију кућног трансформатора.

Један кућни ЕТ је у погону а други је резерва. Предвидети могућност пребацивања напајања са једног на други ЕТ.

Предвидети израду главног развода и подразвода напона 0,4 kV, 50 Hz.

##### 4.4.2 Постројење за напон 110V jcc

Постројење за напон 110 V jcc предвидети са две стационарне акумулаторске батерије и два аутоматски регулисана исправљача у непрекидној вези са батеријама. Батерије димензионисати тако да могу у случају нестанка наизменичног напона снабдевати нужну потрошњу према ТП 4.

Акубатерије формирати тако да се искључи могућност оштећења од сеизмичких удара.

Предвидети израду главног развода и подразвода напона 110 V jcc према ТП 4 ЕПС-а Дирекције за дистрибуцију.

##### 4.4.3 Постројење за непрекидни напон 230 V, 50 Hz

Ради обезбеђивања непрекидног наизменичног напајања 230 V, 50 Hz предвидети уређаје за непрекидно напајање - два инвертора минималне снаге 2,5 kW са "пливајућом нулом" у редудантној конфигурацији n+1, са контролом њихових наизменичних напона.

Предвидети израду главног развода и подразвода инверторског напона.

Даљинску станицу и ТК опрему напојити са уређаја за непрекидно напајање.

#### 4.5 КАБЛОВИ И КАБЛОВСКЕ ТРАСЕ

##### 4.5.1. Командно сигнални каблови

Командно сигнални каблови се полажу од апарата до ормана у пољу постројења 110kV, од ормана у пољу до погонске зграде, од ормана ћелија 35 kV до апарата унутар ћелија, између суседних ормана ћелија, од ормана ћелија до контролне просторије, као и између ормана у контролној просторији.

Командно сигнални каблови између ормана у пољу у спољном постројењу и погонске зграде полажу се у кабловске канале, а каблови од ормана у пољу до опреме у пољима могу се полагати или кроз цеви или у кабловске канале.



Командно сигналне каблове у кабловском простору и згради полагати по кабловским регалима или у кабловске канале.

Командно сигнални каблови у спољном постројењу треба да су са струјно оптеретивом заштитном облогом, која се уземљује на оба краја кабла. Командно сигнални каблови за монтажу у погонској згради су типа PP00, пресека према ТП-4 ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије и са потребним бројем жила.

Све неискоришћене жиле командно сигналних каблова уземљити на оба краја.

#### 4.5.2. Енергетски каблови

Енергетске каблове на локацији ТС полагати кроз кабловску канализацију.

Енергетске каблове предвидети са изолацијом од умреженог полиетилена одговарајућег пресека и са одговарајућим бројем жила.

#### 4.5.3. Оптички каблови

За повезивање микропроцесорских уређаја са станичним рачунаром и даљинском станицом предвидети оптичке каблове комплет са одговарајућим конекторима. Везе између уређаја радити по принципу прстена, како би отказ било које појединачне везе, омогућио комуникацију са уређајем са „друге” стране.

Оптичке каблове у кабловском простору и згради полагати по кабловским регалима или у кабловске канале.

### 4.6 СМЕШТАЈ СЕКУНДАРНЕ ОПРЕМЕ

Смештај секундарне опреме постројења 110 kV (заштита, мерење, управљање) предвидети у контролној просторији.

Смештај секундарне опреме постројења 35 kV (заштита, мерење, управљање) предвидети на орманима ћелија.

Показне инструменте и заштитне уређаје постројења сопствене потрошње сместити у одговарајуће ормане у контролној просторији.

За смештај телекомуникационе опреме предвидети посебан орман у контролној просторији.

За смештај опреме за обрачунско мерење предвидети посебне ормане у контролној просторији.

### 4.7 СИСТЕМ ЗАШТИТЕ И УПРАВЉАЊА У ТС

#### 4.7.1 Општи подаци

У ТС предвидети систем микропроцесорске интегрисане заштите и управљања. Систем заштите и управљања остварује функције заштите, локалне аутоматике, локалног управљања и надзора, даљинског управљања и надзора, показних мерења и електричних блокада.



Микропроцесорски уређаји треба да имају могућност самонадзора сопствене исправности и детекцију квара у улазно-излазним колима као и могућност дијагностицирања квара, погодан приступ и могућност тестирања функција како у локалу тако и са удаљеног радног места. Јединице за управљање морају бити способне да обаве своје функције и у случају да станични рачунар престане да ради исправно.

Уређаји треба да садрже аналогни улазни степен преко кога се директно прикључују на струјне и напонске трансформаторе и морају бити опремљени са 2 улазно-излазна фиброоптичка комуникациона порта за комуникацију по протоколу IEC 61850.

Уређаје повезати преко испитне утичнице монтиране уз сам уређај, за секундарна испитивања заштите.

Систем микропроцесорске заштите и управљања састоји из следеће опреме:

#### 4.7.1.1 Станични рачунар (централна јединица)

РС рачунар одговарајућих перформанси, снабдевен одговарајућим хардвером и софтвером за остваривање функције локалне SCADA-е, MMI и функције крајње станице РТУ-а и хронолошке регистрације догађаја. Смешта се у контролној просторији. Систем непрекидног напајања за потребе станичног рачунара са својом периферијом, обезбедити преко инвертора.

#### 4.7.1.2 Јединица за управљање у постројењу 110 kV

За свако поље 110 kV предидети по једну јединицу за управљање која садржи следеће функције на нивоу поља: командовање, мерење, сигнализацију положаја расклопне опреме, логичке блокаде локалну аутоматику. На управљачким јединицама треба да постоји графички дисплеј са могућношћу приказа једнополне шеме.

#### 4.7.1.3 Јединица за основну заштиту у постројењу 110 kV

Микропроцесорске уређаје за основну заштиту у постројењу 110 kV сместити у оквиру јединица за заштиту које су одвојене од јединица за управљање.

#### 4.7.1.4 Јединица за резервну заштиту у постројењу 110 kV

Микропроцесорске уређаје за резервну заштиту у постројењу 110 kV сместити у оквиру јединица за заштиту које су одвојене од јединица за управљање и јединица за основну заштиту.

Уређаји за резервну заштиту ДВ поља 110 kV треба да буду идентичних карактеристика као уређаји за основну заштиту.

Уређаји за резервну заштиту трафо поља 110 kV треба да буду са функцијом вишестепене прекострујне заштите.

#### 4.7.1.5 Јединице за заштиту и управљање у постројењу 35 kV

У оквиру јединице за заштиту и управљање постројења 35 kV интегрисане су функције заштите, команде, мерења, логичких блокада, локалне аутоматике и сигнализације. Јединице за заштиту и управљање предвидети са графичким дисплејем са могућношћу приказа једнополне шеме.





#### 4.7.2 Заштита у постројењу 110 kV

- Заштита надземних водова 110kV се изводи према ИС – EMC - 712:2014 и Техничким условима EMC АД Београд.
- Заштита ЕТ-а 110/36,75/10,5 kV се изводи према ТП-46 ЕПС- Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.
- Предвидети ограничену земљоспојну заштиту трансформатора (REF).
- Заштита од отказа прекидача се примењује за све прекидаче у постројењу 110 kV.
- Заштита од несагласности положаја прекидача се примењује за све једнополне прекидаче у постројењу 110 kV.
- Контрола искључних кругова се предвиђа за сва искључна кола.

#### 4.7.3 Заштита у постројењу 35kV

- Заштита водова, заштита сабирница и заштита од отказа прекидача изводи се према ТП-4а ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.
- Заштита отпорника за уземљење неутралне тачке 35 kV се изводи према ТП-6 и ТП-46 ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.
- Заштита напонских трансформатора у мерној ћелији, као и заштита кућног трансформатора изводи помоћу високонапонских високоукупинских осигурача а кућног трансформатора и помоћу прекидача на ниженапонској страни.
- Подфреквентну заштиту извести са пет степени у постројењу 35 kV, са селективним искучењем водова по групама. Функцију подфреквентне заштите реализовати у оквиру микропроцесорске заштите водова 35 kV

#### 4.7.4 Локална аутоматика

Функције локалне аутоматике остварити у оквиру система микропроцесорске интегрисане заштите и управљања.

За потребе регулације напона енергетских трансформатора 110/35kV предвидети савремене регулаторе напона, који омогућавају даљинско командовање положајем регулатора, као и избор режима рада регулатора. Предвидети аутоматске регулаторе напона на трансформаторима са могућношћу паралелног рада трансформатора. Такође, потребно је да регулатори буду тако конфигурисани да омогуће даљинско активирање групе подешавања којим се обезбеђује напонска редукција од -5%. Потребно је предвидети повезивање регулатора напона са процесним LAN по протоколу IEC 61850.

АПУ прекидача 110 kV и 35 kV за изводе надземне мреже изводе се према Техничким условима EMC-а (који су у складу са стандардом EMC ИС EMC 712) и ТП-4в ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.

#### 4.7.5 Локално управљање у ТС

Основне функције локалног управљања су:

- локално командовање
- локално јављање и надзор



Функција локалног управљања се остварује:

- са локалног управљачког места - станичног рачунара
- са припадајућих микропроцесорских уређаја - јединица за управљање у сваком пољу 110 kV, као и са јединица за заштиту и управљање у сваком пољу 35 kV,
- са резервног управљачког панела, који се налази на орману одговарајућег поља 110kV односно НН ормарићу припадајуће ћелије 35 kV путем тастера
- на лицу места (непосредно путем тастера за укључење и искључење из ормана погонског механизма апарата).

Функција локалног командовања обухвата:

- командовање расклопним апаратима
- командовање регулационим преклопкама ЕТ-а
- командовање вентилаторима ЕТ-а (ТП-11 и ТП-46)

Локално командовање расклопним апаратима у ТС је могуће искључиво према утврђеној процедури која обухвата пренос надлежности са даљинског на локално командовање, са блокадом даљинског командовања.

Пренос надлежности између надређеног центра управљања и станичног рачунара врши се путем софтверске блокаде.

Избор нивоа локалног управљања решити преко преклопке или тастера „ЛОКАЛНО/ДАЉИНСКИ” на микропроцесорско заштитно-управљачким јединицама и једном централном преклопком за цело постројење, а избор нивоа даљинског управљања путем софтверске функције у оквиру система за процесну визуализацију на станичном рачунару.

Индикација положаја преклопке или тастера „ЛОКАЛНО/ДАЉИНСКИ” на микропроцесорско заштитно-управљачким јединицама у оквиру поља/ћелије, приказује се у оквиру система за процесну визуализацију на станичном рачунару и у оквиру СДУ.

Функција локалног јављања и надзора обухвата:

- сигнализацију аларма на јединицама за заштиту у постројењу 110kV и 35kV
- пренос мерења, индикација и аларма од микропроцесорских уређаја за заштиту и управљање до станичног рачунара преко комуникационог протокола IEC 61850
- индикацију положаја расклопних апарата на дисплеју МПЗУ, преко следеће шеме и индикатора положаја апарата на управљачком панелу на орманима заштите 110 kV и на орманима ћелија 35 kV

Сигнализација на станичном рачунару ће се дефинисати решењем PC-SCADA апликације у центру управљања. Функција хронолошке регистрације догађаја у локалу остварује се путем PC-SCADA-е на станичном рачунару.

Међузвезе према енергетском делу постројења и прилагођење сигнала решити у склопу јединица за управљање и јединица за заштиту, као и умножавањем контаката.

#### 4.7.6 Даљинско управљање и сигнализација

Трафостаница ће бити даљински управљана из диспечерског центра ПДЦ Краљево где је смештен управљачки рачунар.



Даљинска станица мора бити способна за комуникацију са надређеним центром управљања :

- SCADA системом ПДЦ Краљево,
- Станичним рачунаром

Даљинска станица треба да располаже са бар 4 (четири) комуникациона канала за везу са центрима управљања, од тога бар два комуникациона порта морају бити Ethernet портови, у складу са стандардима за минимално 100Mb везу и два комуникациона RS 232 порта процесне станице, за везу са надређеним центрима управљања.

"Software" даљинске станице треба да подржава:

- протокол IEC 60870-5-101,
- протокол IEC 60870-5-104,
- протокол IEC 61850,
- сталну самодиагностику и надзор свих подсистема,
- базу у процесних података.

Опремену за даљинско управљање чине:

- даљинска станица РТУ
- модеми за комуникацију
- активна мрежна опрема
- GPS за синхронизацију јединственог тачног времена

Даљинска станица (*Remote Terminal Unit – RTU*), треба да обезбеди:

- прослеђивање командних захтева,
- аквизицију дигиталних сигнала из постројења,
- аквизицију вредности мерених електричних и неелектричних величина,
- хронологију догађаја са временском ознаком,
- интерну меморију на принципу кружног бафера, за памћење хронологије догађаја и аквизираних вредности мерених величина у случају прекида комуникације са центром управљања и могућношћу трансфера података након успостављања комуникације,
- подршку локалној аутоматици,
- синхронизацију на извор тачног времена (путем GPS пријемника),
- аутодијагностику,
- комуникацију са надлежним диспечерским центром по два преносна пута (главни и резервни),
- подршку стандардних протокола:
  - за локалну комуникацију - стандардне серијске и мрежне протоколе,
  - за комуникацију са микропроцесорским уређајем (*Intelligent Electronic Device - IED*) у постројењу корисника - IEC 61850,
  - за пренос телеметријских података у ПДЦ по принципу *master-slave* - IEC 60870-5-101(104).

Опрема се смешта се у посебан орман у командној просторији.

Активна мрежна опрема треба да задовољава стандард IEC 61850-3.

Функције даљинског управљања су:

- даљинско командовање
- даљинско јављање и надзор.





Функција даљинског командовања обухвата командовање прекидачима снаге и растављачима према утврђеној процедури.

Даљинско јављање и надзор обухвата:

- сигнале статуса расклопних апарата
- сигнале положаја регулационе преклопке ЕТ-а
- сигнале прораде заштите и друге сигнале аларма
- сигнале контроле приступа.
- мерења струја, напона, снага, струја квара, температуре, фреквенције
- сигнале централе за детекцију и дојаву пожара
- сигнале термовизијског надзора ЕТ-а
- сигнале мониторинга течног отпада из сепаратора

Систем за даљински надзор, управљање и параметрирање заштите у трафостаници треба да се повеже са постојећим системом даљинског управљања који се налази у ПДЦ Краљево директним прикључењем, без додатних конверзија података. Постојећи систем у ПДЦ Краљево је SCADA VIEW4 произвођача Институт "Михајло Пупин" Београд.

Предвидети пренос сигнала (аларма и индикација), мерења и команди из комплетног постројења из ПДЦ Краљево у ДДЦ Краљево као и пренос сигнала (аларма и индикација) и мерења из ДДЦ Краљево у НДДЦ и РНДДЦ Електродистрибуције Србије помоћу стандардног протокола IEC 61850.

Предвидети могућност даљинског преузимања надлежности управљања од стране ДДЦ Краљево.

Предвидети пренос сигнала (аларма и индикација) и мерења из комплетног постројења 110 kV, као и из трансформаторских поља 35 kV из ДДЦ Краљево у РДЦ Крушевац помоћу стандардног протокола IEC 61850 из ДДЦ-а.

Након нестанка и поновног успостављања напајања станичног и даљинске станице потребно је да се они аутоматски рестартују и на њима покрену сви програми који су били активни пре нестанка напајања.

Израда графичких приказа и база података (мерења, сигнализације, команде,...) за имплементацију ТС у постојећи систем даљинског управљања (SCADA систем ПДЦ Краљево и ДДЦ Краљево) мора бити у складу са документима Радне групе за Унификацију SCADA система.

#### 4.7.7 Блокаде

Блокаде на нивоу целог постројења, као и блокаде у оквиру поља које се реализују преко МПЗУ (блокаде деловања заштите сабирница, заштите од отказа прекидача извода 35 kV према трафо-пољима, отказа трафо прекидача 35 kV и 110 kV, отказа прекидача 110 kV довода и друге сличне блокаде) остварити преко хоризонталне комуникације између МПЗУ по протоколу IEC 61850 ("GOOSE"), као и жичаним путем.

Блокадне услове на нивоу поља 110 kV везане за реализацију резервних управљачких панела предвидети жичано.



Основне електричне и механичке блокаде на нивоу ТС реализовати у складу са ТП-12а ЕПС Дирекција за дистрибуцију.

#### 4.8 МЕРЕЊА У ТС

##### 4.8.1 Обрачунско мерење

Обрачунско мерење електричне енергије и снаге на напонском нивоу 110kV решити у складу са ИС EMC 710:2016, Правилима о раду преносног система и Техничким условима АД EMC.

Места обрачунског мерења су у трансформаторским пољима 110 kV.

Обрачунско мерење сопствене потрошње реализовати полуиндиректном мерном групом са даљинским читавањем у складу са "Функционалним захтевима и техничким спецификацијама АМИ/МДМ система", свеска 1, верзија 4.0. Обрачунско мерење мора бити опремљено GPRS модемом у складу са спецификацијама дефинисаним поменути документом.

Мерни уређај прикључити на одговарајуће струјне мерне трансформаторе и сместити у одговарајући орман опремљен мерно-прикључном кутијом (МПК) са могућношћу пломбирања.

Захтевана назначена класа тачности за полуиндиректну мерну групу: за активну енергију и снагу најмања назначена класа тачности је 1, односно В, а за реактивну енергију најмања назначена класа тачности је 3.

У контролној просторији планирати резервни простор за ормане обрачунског мерења на напонском нивоу 35 kV за сва изводна поља.

##### 4.8.2 Остала мерења

На јединицама за управљање обезбедити читавање на упит:

- струја по фазама у тачкама где постоје струјни трансформатори 110 kV и 35 kV
- напона у тачкама где постоје напонски трансформатори
- фреквенције преко секунадара напонског трансформатора у мерној ћелији 35 kV
- активне, реактивне и максималне снаге и енергије за сва далеководна и трафо поља 110 kV, као и за све изводне и трансформаторске ћелије 35 kV
- струје квара
- фактора снаге

На станичном рачунару треба обезбедити приказ мерних величина у складу са решењем PC-SCADA.

Предвидети микропроцесорске уређаје за контролу присутности и квалитета помоћних напона 110 V DC и 3x400/230 V, 50Hz

- мерење напона 110 V DC
- мерење напона + према земљи
- мерење напона -- према земљи
- струје пуњења акумулаторске батерије
- мерење напона 3x400/230 V, 50Hz

Предвидети мерење температуре најтоплије тачке намотаја и уља ЕТ-а.

Предвидети мерење температуре ваздуха (спољно постројење, постројење 35 kV и контролна просторија).





Мерење струје предвидети у свим изводним и трафо ћелијама и помоћу амперметра са тренутном и максималном казаљком.

Предвидети мерење напона на ДВ 110 kV помоћу волтметра.

Предвидети мерење напона на сабирницама 35 kV, помоћу волтметара и волтметарске преклопке.

#### 4.9 ОБЕЗБЕЂЕЊЕ ЈЕДИНСТВЕНОГ ТАЧНОГ ВРЕМЕНА

Сва активна опрема (PTU, IED, switch,...) се синхронизује преко локалног GPS уређаја, који је самосталан уређај, путем NTP протокола преко етернета. Додатно даљинска станица добија тачно време од SCADA сервера преко комуникационог протокола и то се користи као резервни сат.

#### 4.10 ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ

Обезбедити директан преносни пут за пренос података из ТС у надлежни центар управљања ПДЦ Краљево. Ка надређеном центру управљања предвидети комуникацију по стандарду IEC 870-5-101, односно IEC 60870-5-104.

До тренутка успостављања оптичке везе OPGW каблом преко повезног вода 110kV, користити јавну телекомуникациону инфраструктуру као главни преносни пут из ТС у надлежни центар управљања ПДЦ Краљево. Обезбедити прикључак на јавну телекомуникациону мрежу.

Након постављања и повезивања OPGW ужета и оптичког кабла, јавну телекомуникациону мрежу користити као резервни пут.

Пројектовти и систем радио-веза као резервни ТК пут.

Пројектовати постављање приводних оптичких каблова од портала ДВ до зграде (ТК ормана), уз обавезно терминирање свих влакана, након увођења OPGW каблова на прикључним ДВ 110 kV.

Оптички кабл од портала ДВ до ТК просторије у ТС треба да је намењен за спољну монтажу за подземно полагање у ров, тако да се заштита пројектује полагањем две ПЕ цеви Ø40 и полагањем оптичког кабла у једну цев.

Кабл треба да буде израђен без металних конструктивних елемената, ојачан арамидним влакнима.

Пројекат треба да дефинише монтажни прибор и одговарајућу пасивну оптичку опрему, на коју ће сва оптичка влакна из кабла бити терминирани, уз обезбеђивање минималне резерве кабла у дужини од 50 m у посебно намењеном смештајном простору.

Унутар објеката на крајевима трасе, као механичку заштиту кабла предвидети „halogen-free” пластично гибљиво цево, одговарајућег пречника, која ће се користити код инсталирања /вођења кабла по одговарајућим кабловским каналима, по кабловским регалима или по зидовима објеката, до пасивне оптичке опреме где ће се извршити терминирање оптичких влакана.

Положени оптички кабл терминирати у просторијама крајњег објекта одређеним за смештај ТК опреме, односно, на наведеним оптичким



Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд

ТС 110/35 kV "Ушће"

разделницима, уз коришћење квалитетног једнозначног обележавања (нумерисања ради идентификације) самих каблова и свих терминираних влакана на крајевима.

У објекту ТС у ТК орману предвидети уградњу одговарајућих оптичких разделника за моно модна оптичка влакна.

Разделници треба да буду следећих техничких карактеристика:  
оптички разделник 19"/3U, за 12 вертикалних модула висине 3U, дубине до 200mm комплетно опремљен са ранжерима за вођење patch каблова (висине 1U) и кутијом за смештај резерве кабла (висине 1U).

У оптичким разделницима у ТС предвидети коришћење оптичких конектора типа E2000/APC (G.652+ G.655).

Предвидети ЛАН мрежу (коришћењем ЛАН каблова S/FTP, Cat 6a).

Предвидети уградњу одговарајуће ТК опреме, адекватан простор за смештај ТК опреме, непрекидно напајање за потребе ТК система, инвертор који се напаја из батерије ТС, повезивање и параметризацију компоненти ТК система, функционално испитивање и пуштање у рад, као и израду и постављање нових одговарајућих антенских носача на локацији на коју ће се монтирати ТК опрема за радио везе.

Пројектовати систем радио-веза путем широкопојасних радио-релејних линкова, у лиценцираном фреквентном опсегу, како би било остварено телекомуникационо повезивање на релацији ТС „Ушће” – ПДЦ Краљево преко једне од постојећих репетиторских локација, које Електродистрибуција Србије већ користи.

У оквиру Пројекта ТК система треба да буде описано техничко решење и да буде дата спецификација ТК и припадајуће опреме у центру управљања и на елементима у дистрибутивној мрежи које треба повезати са центром управљања (радио-релејни линкови, непрекидно напајање, антенски систем, заштита од удара грома, уземљење, итд.). Пројекат ТК система за потребе СДУ у ЕД Краљево треба да садржи све неопходне елементе за потребе исходовања дозвола за радио-релејне линкове у име наручиоца од РАТЕЛ-а. Радио везу са надлежним центром управљања треба успоставити путем лиценцираног фреквентног опсега.

Предвидети ТК орман који треба да садржи 19" рам, вертикални ранжир (пар) висине 42U, флуоресцентно светло, развод 230VAC са мин. 3 утичнице, грејач за спречавање кондензације са термостатом, вентилаторску јединицу са 3 вентилатора, шину за уземљење и предња стаклена врата са бравицом. Све стране треба да буду уклониве.

У надређени центар предвидети пренос сигнала SCADA система, слике видео надзора (са чувањем снимака локално минимално 30 дана), слике са термовизијских камера, пренос сигнала из противпожарне и противпровалне централе и сигнала из сепаратора уљне јаме.

Уз наведену опрему предвидети и испоручити сав прибор који није специфициран, а неопходан је за комплетност и функционалност система (каблови за програмирање, адаптери, конектори, итд.).

Предвидети потребну опрему и конципирати техничко решење за прослеђивање одређених битних сигнала са противпожарне централе ТС



коришћењем система радио веза, као резервног преносног пута, у случају испада главног комуникационог пута, до одговарајућег надлежног центра противпожарне заштите.

У оквиру Пројекта треба да буде описано техничко решење и да буде дата спецификација ТК и припадајуће опреме у центру управљања и на елементима у дистрибутивној мрежи које треба повезати са центром управљања (оптички приводи и инсталације у ТС од кабловске шахте на граници парцеле до зграде-ТК ормана, непрекидно напајање, уземљење, итд.).

#### 4.11 УЗЕМЉЕЊЕ И ГРОМОБРАНСКА ИНСТАЛАЦИЈА

Систем уземљења ТС извести према Правилнику о техничким нормативима за уземљење електроенергетских постројења називног напона изнад 1000 V (Сл.лист СРЈ број 61/1995.).

Предвидети заједнички уземљивач који се користи за радно и заштитно уземљења (здружено уземљење), као и уземљење громобранске инсталације.

Систем уземљења ТС решити према ТП-7 и ТП-5 ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије и Техничком упутству за извођење уземљења електроренергетских постројења ТУ-ТС-01:2015 ЕМС-а

Громобранску инсталацију извести према Правилнику о техничким нормативима за заштиту објеката од атмосферског пражњења (Сл.лист СФРЈ бр. 37/88 и 23/91, Сл.лист СРЈ бр.24/94) и према ТП-12 ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије.

Прихватни систем зграде ТС преко земљовода директно прикључити на уземљивач ТС.

Дати решење за спречавање изношења потенцијала из постројења.

#### 4.12 СПОЉАШЊЕ ОСВЕТЉЕЊЕ

Предвидети висину осветљаја за спољно постројење за основни ниво, који служи за безбедно кретање кроз постројење, при чему се може идентификовати крупна опрема.

Предвидети израду спољашњег осветљења локације ТС светилкама на бази LED технологије на стубовима за парковско осветљење. Диспозиција стубова спољашњег осветљења треба да буде таква да обезбеди одржавање без искључивања делова постројења.

Предвидети рефлекторе на порталима у постројењу 110 kV за додатно осветљење постројења.

Предвидети рефлекторе на зиду погонске зграде за осветљење улаза у контролну и погонску просторију.

У спољном разводном постројењу, предвидети места за прикључење покретних рефлектора за случај извођења радова на постројењу у току ноћи.

Предвидети могућност ручног или аутоматског укључења спољашњег осветљења.





#### 4.13 ИНСТАЛАЦИЈА ОСВЕТЉЕЊА, ПРИКЉУЧНИЦА, ГРЕЈАЊА, КЛИМАТИЗАЦИЈЕ И ВЕНТИЛАЦИЈЕ ПОГОНСКЕ ЗГРАДЕ

У погонској згради предвидети инсталацију осветљења светилкама на бази ЛЕД технологије.

Поред основног предвидети и нужно осветљење напајано једносмерним напоном, као и инсталацију нужног светла. Предвидети могућност ручног или аутоматског укључења нужног светла.

На путевима евакуације предвидети антипаник светилке са аутономним напајањем и аутономношћу рада у трајању од минимално 60 минута.

Предвидети довољан број монофазних и трофазних прикључница за прикључење преносних апарата.

Грејање и климатизацију предвидети за све просторије у којима је предвиђен повремени рад радника, као и за друге просторије за које је то неопходно из технолошких разлога. Климатизацију пројектовати тако да се обезбеди амбијентална температура у опсегу +5 до +40°C.

За загревање постројења 35kV предвидети ТА пећи или калорифере опремљене прекидачем и термостатом а за хлађење клима уређај.

У контролној просторији предвидети инверторску климу са режимом грејања и хлађења.

Предвидети вентилацију погонске зграде. Пројектом предвидети природну или принудну вентилацију, у зависности од технолошких потреба.

Развод електричне инсталације предвидети кабловима РР00 одговарајућег пресека и са одговарајућим бројем жила, постављеним под малтер а преко разводног ормана и аутоматских осигурача.

Предвидети посебну прикључницу за спољашњу монтажу за потребе прикључења машине за третман уља (сушење и филтрирање уља) одговарајуће напојне снаге (минимално 35 А), као посебну прикључницу за прикључак испитно мерних система (за испитивање каблова и енергетских трансформатора) са минималном струјом 25 А.

#### 4.14 ЗАШТИТА ОД НЕОВЛАШЋЕНОГ УЛАСКА У ПОСТРОЈЕЊЕ

Заштиту од неовлашћеног уласка у постројење предвидети магнетним јављачима који се постављају на улазној капији и на улазним вратима постројења, као и сензора присуства. Предвидети аларме са звучном и светлосном сигнализацијом и даљинском дојавом у надређени центар одржавања.

Предвидети инсталацију и видео надзор IP типа комплетног спољашњег и унутрашњег простора са чувањем видео снимака минимално 30 дана и са могућношћу преноса слике у надређени центар управљања, уз обавезно напајање комплетног система видео надзора са уређаја за непрекидно напајање.



#### 4.15 ЗАШТИТА ОД ПОЖАРА У ТС

Заштиту од пожара у ТС и од ширења пожара на објекте у близини ТС предвидети према Закону о заштити од пожара (Сл. гласник РС, бр. 111/2009, 20/2015, 87/2018 и 87/2018-др. закони), Правилнику о техничким нормативима за заштиту електроенергетских постројења и уређаја од пожара (Сл.лист СФРЈ бр. 74/1990), као и осталим важећим прописима, правилницима и стандардима у овој области.

Предвидети систем за аутоматску детекцију и дојаву пожара у свим просторијама погонске зграде у складу са Правилником о техничким нормативима за стабилне инсталације за дојаву пожара (Сл. лист СРЈ, бр. 87/93). Предвидети прослеђивање информација из противпожарне централе у систем локалног и даљинског надзора и управљања.

У погонској згради као и спољашњем делу постројења предвидети апарате и опрему за гашење пожара, сандуке са песком и приручни алат за гашење пожара.

#### 4.16 БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЉЕ НА РАДУ

Предвидети мере безбедности и здравља на раду, као и неопходна заштитна средства сагласно важећим прописима, правилницима и стандардима у овој области.

#### 4.17 ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Предвидети мере за заштиту животне средине и околине у складу са важећим прописима.

Предвидети уградњу опреме за мониторинг течног отпада у уљној јами и сепаратору са могућношћу даљинског преноса сигнала у надређени центар одржавања.

Предвидети додатне мере за смањење буке ако удаљење до најближег стамбеног објекта не гарантује прописни ниво буке.

#### 4.18 ГРАЂЕВИНСКИ РАДОВИ

Сви грађевински радови се изводе у првој етапи.

##### 4.18.1. Почетни подаци

Носивост тла, агресивност подземних вода, информације о клизиштима и сеизмички подаци, према резултатима испитивања на локацији објекта (геотехнички елаборат) и према сеизмичким и инжењерско-геолошким картама

Геодетски снимак терена

Највиши ниво плавних и подземних вода

##### 4.18.2. Габарит и плато ТС

Габарит и плато ТС одредити према величини постројења за коначну етапу.

Предвидети нивелацију платоа и уређење земљишта.



По потреби предвидети изградњу потпорног зида.

Предвидети добро одводњавање платоа ТС. По потреби предвидети изградњу упојног бунара.

Око ТС предвидети ограду најмање висине 1,8 m. Улазна капија треба да има и посебан пешачки улаз.

Унутрашње саобраћајнице предвидети најмање ширине 5 m на правим деоницама за приступ возила великих габарита, а 3,5 m за остале транспортне стазе. Унутрашње саобраћајнице пројектовати према потребама уноса и монтаже опреме и условима правилника о техничким нормативима за приступне путеве, окретнице и уређење платоа за ватрогасна возила у близини објекта повећаног ризика од пожара.

Предвидети потребне пешачке стазе на локацији ТС

Предвидети АБ плато за смештај ПП апарата и опреме

За енергетске трансформаторе 110/35kV предвидети одговарајуће темеље са кадом, опремљене решеткама

Између енергетских трансформатора предвидети преградни пожарни зид

Предвидети изградњу темеља и носача апарата за опрему за уземљење неутралних тачака трансформатора, опрему за заштиту ЕТ од пренапона и опрему за прикључење трансформатора.

Предвидети изградњу уљне јаме са сепаратором и одвођењем вишка пречишћене воде. Уљну јаму предвидети од водоотпорног бетона отпорног на уље и нафтне деривате. По потреби предвидети пумпу за препумпавање

Предвидети изградњу инсталације за одвођење исцурелог уља од каде трафоа до уљне јаме

Предвидети изградњу ДВ портала за прихват два далековода 110 kV. Потребно је да пројектанти трафостанице и прикључног далековода, у сарадњи са Инвеститором, потпишу документ о усаглашености техничких параметара трафостанице и прикључног далековода. Овај документ треба да буде саставни део оба пројекта.

Предвидети изградњу темеља и носача апарата за опрему у постројењу 110 kV. Носаче апарата предвидети од челичних профила, заштићених од корозије топлим цинковањем.

У постројењу 110 kV предвидети одговарајуће канале за полагање и гранање сигналних каблова.

Предвидети изградњу кабловске канализације за потребе изласка СН каблова испод стаза и ван оgrade круга. Кабловска канализација се састоји од кабловских шахти и коругованих цеви одговарајућег пресека које се постављају до продора у погонску зграду и између шахти. Капацитет канализације је за коначан обим ТС.

Према условима надлежног ЈКП предвидети прикључак на водоводну, канализациону мрежу, или у недостатку исте изградњу септичке јаме





#### 4.18.3. Зграда ТС

Зграду предвидети као приземну, архитектонски пројектовати према специфичној намени, одговарајућих габарита и висине тако да задовољи захтеве Правилника о техничким нормативима за електроенергетска постројења називног напона изнад 1000V ("Сл. лист СФРЈ" бр.4/74, са изменама у "Сл. лист СФРЈ" бр.13/78 и "Сл. лист СРЈ" бр.61/95), препоруке произвођача опреме као и посебне захтеве локације ТС, са косим кровом у класичној градњи.

У погонској згради предвидети просторије за смештај постројења 35kV, АКУ батерија и трансформатора сопствене потрошње, контролну просторију за смештај секундарне опреме (заштита, управљање, мерење, ТК опрема) и мокри чвор.

Испод постројења 35kV предвидети простор за расплет каблова („техничка етажа"). Простор треба да је оптималне висине 1,9 m, са довољним бројем надземних отвора за вентилацију. Предвидети улаз у кабловску етажу на две стране.

У кабловској етажи предвидети отворе за пролаз енергетских каблова у спољашњи простор, као и отворе за везу између кабловске етаже и контролне просторије. Отворе за пролаз извести уградњом модуларног система за заптивање пролаза каблова који се састоји од рама, нивелацијских плочица, клина и гумених модула који се прилагођавају пречнику кабла скидањем листића. Модуларни систем мора обезбедити водонепропусност и гасну непропусност а по потреби и ватроотпорност.

Темељење објекта пројектовати према важећим стандардима за темељење објекта, уз уважавање геомеханичких карактеристика терена (геотехнички елаборат).

Предвидети термоизолациону фасаду објекта од негоривих материјала, дебљине према елаборату енергетске ефикасности и ПП стандардима.

Кровну конструкцију предвидети као челично решеткасту, са употребом најсавременијих материјала и ПП заштитом. Кровни покривач метални, од ТР лима, са водонепропусном а паропропусном заштитном фолијом. Предвидети термо изолацију плафонске плоче или кровне покривке.

Стаклене површине треба да су што мање и својом конструкцијом и заптивањем треба да онемогуће продирање атмосферилија.

Предвидети отворе – спољна велика врата и ходнике за хоризонтални транспорт опреме. У нивоу коте пода приземља предвидети плато за истовар опреме испред транспортних врата.

Предвидети уградњу браварије од А1 профила са термо прекидима и термопан стаклом. На браварији са жалузинама уградити мрежу за спречавање уласка инсеката.

Предвидети опремање просторија неопходним намештајем.

#### 4.18.4. Приступни пут

Предвидети изградњу приступног пута до локације ТС комплет са прикључком





Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд

ТС 110/35 kV "Ушће"

на јавну саобраћајницу у свему према условима надлежних институција.

## 5. ПОСЕБНЕ ОДРЕДБЕ

Код израде пројекта придржавати се свих постојећих прописа, интерних стандарда и техничких препорука ЕПС-Дирекције за дистрибуцију електричне енергије и техничких услова за израду техничке документације АД ЕМС. Током израде пројектне документације консултовати се са стручним службама инвеститора.

Након израде сваке фазе пројекта Пројектант је дужан да Техничку документацију достави на сагласност стручним службама Инвеститора.

## 6. ПРИЛОЗИ

- 6.1 Једнополна шема ТС
- 6.2 Технички услови за узграду техничке документације за изградњу ТС 110/35kV Ушће, издати од АД ЕМС број 331-00-UTD-044-14/2020-001 од 01.12.2020. године
- 6.3 Параметри кратког споја издати од стране АД ЕМС од 21.10.2020. год.

Пројектни задатак је усвојен електронским гласањем чланова Техничког стручног савета ЕДС, 26.07.2021. године.

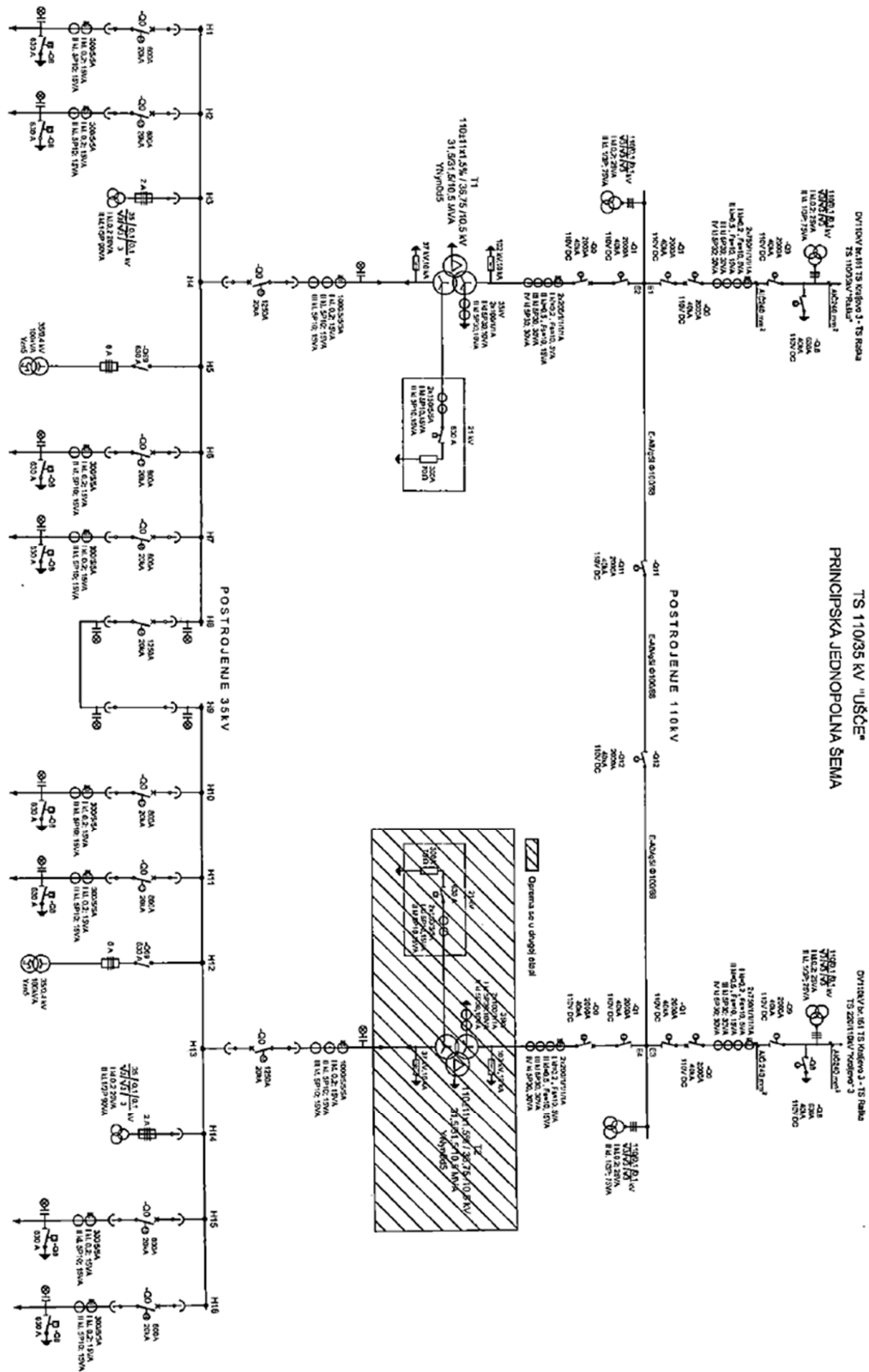
Пројектни задатак је добио сагласност на седници Стручног панела за пројектно техничку документацију АД ЕМС бр. \_\_\_\_\_ одржаној \_\_\_\_\_ године.

Председник  
Техничког стручног савета ЕДС

Александар Слијепчевић, дипл.инж.ел.

Председавајући Стручног  
панела за ПТД АД ЕМС

Славица Ребрић, дипл.инж.ел.



## 0.8. TEHNIČKI USLOVI EMS-A



АКЦИОНАРСКО ДРУШТВО  
„ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ” БЕОГРАД

АД Електромрежа Србије  
Сектор за пројекте прикључења и повезивања

Број: 331-00-UTD-044-14/2020 – 001

Датум: 01. 12. 2020

Оператор дистрибутивног система  
„ЕПС Дистрибуција“ д.о.о

Булевар уметности 12  
11070 Нови Београд

**ПРЕДМЕТ:** Технички услови за израду техничке документације за изградњу ТС 110/35 kV Ушће

На основу закљученог Уговора о повезивању нове ТС 110/35 kV Ушће са преносним системом, заведен у Акционарском друштву Електромрежа Србије (у даљем тексту: ЕМС АД) дана 05.08.2020. године под бројем 506-00-UTD-045-6/2020-001 и заведен у ОДС ЕПС Дистрибуција дана 17.08.2020. године под бројем 01.000.-Д.08.01.-222591/2-20, предвиђена је израда Техничких услова за израду техничке документације за изградњу нове ТС 110/35 kV Ушће (у даљем тексту енергетски објекат), ЕМС АД сагласно чл. 54. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009., 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2012, 42/2013 – одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - др. закон и 9/2020), на основу приложене документације и спроведених анализа, даје следеће Техничке услове:

ОПШТИ ПОДАЦИ О ОБЈЕКТУ КОРИСНИКА ПРЕНОСНОГ СИСТЕМА	
Инвестициони објекат	Изградња трансформаторске станице (ТС) 110/35 kV Ушће
Назив објекта	ТС 110/35 kV Ушће
Инвеститор	Оператор дистрибутивног система ЕПС Дистрибуција д.о.о
Очекивани улазак у погон	Након изградње далековода 2x110 kV ТС Краљево 3 – ТС Нови Пазар 1, а не пре 2022. године
Напонски ниво прикључка	110 kV
Врста прикључка	Објекат се повезује са преносним системом изградњом далековода по принципу улаз/излаз на на ДВ 110 kV бр. 161 ТС Краљево 3 – ТС Рашка
Место разграничења са објектом корисника преносног система (ТС 110/35 kV Ушће)	Прикључни ланци на ДВ110 порталима ТС 110/35 kV Ушће
Место повезивања	Прикључни ланци на ДВ110 порталима ТС 110/35 kV Ушће
Место испоруке електричне енергије	Прикључни ланци на ДВ110 порталима ТС 110/35 kV Ушће

Кнеза Милоша 11  
11000 Београд  
Тел: 011/3241 001  
Факс: 011/3239 908

Регистрациони број: 80469/2005  
Матични број: 20054182  
ПИБ: 103921661  
www.ems.rs



Место мерења	У трансформаторским пољима на 110 kV страни енергетског трансформатора
Инсталисана снага енергетског објекта (MVA)	(1x31.5) MVA, а коначно (2x31.5) MVA
<b>ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ</b>	
Повезни водови:	Прикључак се изводи увођењем постојећег далековода 110 kV бр. 161 ТС Краљево 3 - ТС Рашка у ТС 110/35 kV Ушће по принципу "улаз-излаз".
• Правац	- правац ТС 220/110 kV Краљево 3 - правац ТС 110 kV Рашка
• Смер	- два једносистемска вода на принципу улаз-излаз - дужина деонице за увођење 2 x 1.1 km
• Начин извођења	ДВ пројектовати за температуру +80°C. Предвидети резерву од 2 m у средини распона. Висине стубова и редослед фаза предвидети тако да јачина електричног поља, у зонама које нису дефинисане као зоне повећане осетљивости, не прелази 5 kV/m, односно јачина магнетске индукције не прелази 100 $\mu$ T, док у зонама повећане осетљивости јачина електричног поља не прелази 2 kV/m, односно јачина магнетске индукције не прелази 40 $\mu$ T. У складу са ИС EMC-125_2018 - Координација изолације у мрежама високог напона. Изолацију димензионисати за минимално II степен загађености, и минимално електромеханичко оптерећење од 160 kN. Предвидети заштиту фазних проводника и заштитне ужади од вибрација. Дозвољене (граничне) вредности буке у близини далековода треба да буду у складу са „Уредбом о индикаторима буке, граничним вредностима, методама за оцењивање индикатора буке, узнемиравања и штетних ефеката буке у животној средини“ (Прилог 2 - табеле бр.1 и 2).
• Карактеристике прикључних далековода/каблова	• Предвидети подизање нових чел. решеткастих стубова типа Јела. Два једносистемска вода на принципу улаз-излаз.
- тип и пресек:	- Нови проводник Ал/Чс 240/40 mm <sup>2</sup> у складу са меродавним СРПС и IEC стандардима - Предвидети OPGW уже на целој дужини далековода од прикључног портала ТС 110/35 kV Ушће до наставних спојница на ДВ 161. Тип ужета треба да буде компатибилан са типом OPGW-а на постојећем далеководу
- број:	- један проводник по фази
- вишеструкост:	- два једносистемска вода
- коридор:	- заштитни појас износи 30 m са обе стране вода у односу на крајњи фазни проводник
- начин повезивања ДВ:	- директан
- резервни коридор:	- нема
- удаљење од ДВ:	- у складу са важећим техничким прописима
- укрштање:	- у складу са важећим техничким прописима
Тип постројења 110 kV	Спољашња монтажа, ваздухом изоловано
Систем сабирница:	Један систем сабирница, подужно секционисане

2



Тип сабирница:	Ужад или цев
Пресек сабирница:	Димензионисане за коначну фазу сходно критичним токовима снага, али не мање од 240 mm <sup>2</sup> .
Број подужних секција у систему:	Две – са два растављача
Број далеководних поља:	Два
Број спојних поља:	Нема
Број трансформаторских поља:	Два
Број резервних поља:	Једно неопремљено поље
Расклопна опрема у далеководним пољима: • називна струја (А) • прекидна моћ прекидача (кА) • врста прекидача • називна струја растављача (А)	• $\geq 1250$ • $\geq 31.5$ (али не мање од прорачуна КС у прилогу) • SF6, са моторним погоном за сваку фазу • $\geq 1250$
Расклопна опрема у секционом пољу: • називна струја растављача (А)	• $\geq 1250$
Расклопна опрема у трансформаторском пољу: • називна струја (А) • прекидна моћ прекидача (кА) • врста прекидача • називна струја растављача (А)	• $\geq 1250$ • $\geq 31.5$ (али не мање од прорачуна КС у прилогу) • SF6, са једним или три моторна погона • $\geq 1250$
Напон напајања погонских механизма (V):	Сходно интерној регулативи ОДС
Командни напон (V):	Сходно интерној регулативи ОДС
Струјни трансформатори у далеководним пољима: • преносни однос (А/А) • класа • снага језгара (VA)	Препорука по ИС ЕМС-411 - Мерни трансформатори, а минимум: • $\geq 750/1/1/1$ • 0.2/0.5/5P30/5P30 • 5/15/30/30
Струјни трансформатори у секционом пољу:	Нема
Струјни трансформатори у трансформаторском пољу: • преносни однос (А/А) • класа • снага језгара (VA)	Препорука по ИС ЕМС-411 - Мерни трансформатори, а минимум: • $\geq 200/1/1/1$ • 0.2/0.5/5P30/5P30 • 5/15/30/30
Напонски трансформатори у далеководним пољима: • преносни однос (kV/kV) • класа • снага језгара (VA)	Препорука по ИС ЕМС-411 - Мерни трансформатори • $(110/\sqrt{3})/(0.1/\sqrt{3})/(0.1/\sqrt{3})$ • 0.2 / 1/3P • 25 / 75
Напонски трансформатори у трансформаторском пољу:	Нема
Напонски трансформатори у сабирницама: • преносни однос (kV/kV) • класа • снага језгара (VA)	Препорука по ИС ЕМС-411 - Мерни трансформатори. По три комада у сваком сегменту сабирница • $(110/\sqrt{3})/(0.1/\sqrt{3})/(0.1/\sqrt{3})$ • 0.2 / 1/3P • 25 / 75
Релејна заштита	





<p>Далеководна поља (врста далековода, супротни крај)</p>	<p>Заштитне уређаје за далеководна поља 110 kV, њихов рад и функционалност треба одабрати у складу са интерним стандардом ЕМС АД: ИС – ЕМС 712. За заштиту далековода 110 kV користе се једна главна заштита и једна резервна (back up) заштита.</p> <p>Далеководи 110kV ТС Ушће - ТС Краљево 3 и ТС Ушће - ТС Рашка, сматрају се „електрично дугим“ далеководима, те се на основу тога бирају уређаји са заштитним функцијама наведеним у параграфу 6.1 из ИС – ЕМС 712.</p> <p>Један заштитни уређај (главна заштита) који има следеће функције:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дистантна заштита (21) са квадрилатералном карактеристиком, на подимпедантном принципу са најмање пет временско-дистантних степена;</li> <li>- функција једнополюног и трополног (1п+3п) аутоматског поновног укључења (АПУ) (79);</li> <li>- вишестепенска трофазна прекострујна заштита (50/51);</li> <li>- вишестепенска земљоспојна заштита (51N);</li> <li>- усмерена земљоспојна заштита (67N);</li> <li>- заштита од преоптерећења (49) са могућношћу екстерне блокаде (преклопка);</li> <li>- заштита од прекида проводника (46 BC), односно заштита од трајног несиметричног оптерећења;</li> <li>- заштита од укључења на квар (SOTF);</li> <li>- функција комуникације између заштитних уређаја на крајевима далековода (85) за дистантну и усмерену земљоспојну заштиту;</li> <li>- заштита од отказа прекидача (50BF);</li> <li>- блокаде заштите при њихању снаге у мрежи (21 PSB);</li> <li>- функција детекције слабог напајања квара (weak end infeed) повезана у телекомандна кола;</li> <li>- контрола синхронизма при 3п АПУ;</li> <li>- функција надзора секундарних кола;</li> <li>- функција хронолошке регистрације догађаја (event recorder);</li> <li>- функција снимања поремећаја у мрежи (disturbance recorder);</li> <li>- функција локатора квара (fault locator);</li> <li>- функција самонадзора (self supervision);</li> <li>- мониторинг улазних мерних величина на сопственом дисплеју;</li> <li>- иптерна сигнализација деловања заштите;</li> <li>- могућност сетовања радних и функционалних параметара преко тастатуре са самог релеа (HMI/MMI) и екстерно путем рачунара</li> </ul> <p>Један заштитни уређај (резервна заштита), са уграђеним следећим функцијама:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вишестепенска трофазна прекострујна заштита (50/51);</li> <li>- вишестепенска земљоспојна заштита (50N/51N);</li> <li>- усмерена земљоспојна заштита (67N);</li> </ul>
---	---



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- функција хронолошке регистрације догађаја;</li> <li>- функција снимања поремећаја у мрежи;</li> <li>- функција самонадзора;</li> <li>- мониторинг улазних мерних величина на сопственом дисплеју;</li> <li>- интерна сигнализација деловања заштите;</li> <li>- могућност сетовања радних и функционалних параметара преко тастатуре са самог релса (HMI/MMI) и екстерно путем рачунара;</li> </ul>
• трансформаторска поља	Заштитне уређаје за трансформаторска поља, њихов рад и функционалност треба одабрати у складу са Техничким препорукама ОДС.
• сабирнице	На основу параграфа 5.1.10. интерног стандарда ЕМС АД: ИС – ЕМС 739, није потребна диференцијална заштита сабирница.
• посебна напомена	Препоручује се за уређаје релеејне заштите и управљање станична комуникација по стандарду IEC 61850.
<b>Технички систем управљања</b>	Скуп података у реалном времену неопходних за надређене центре управљања ЕМС АД треба предвидети у складу са одредбама Правила о раду преносног система. Подаци из ТС Ушће ће се прослеђивати из ДДЦ Краљсво у РДЦ Крушевац по TASE.2 протоколу и по вези која већ постоји. Предвидети прослеђивање команди из надређеног дистрибутивног диспечерског центра (ДДЦ) до енергетског објекта и прикупљање података из енергетског објекта до ДДЦ у складу са Правилима о раду преносног система. Предвидети сигнале за надређене центре управљања ЕМС АД, у складу са одредбама Правила о раду преносног система.
• Листа сигнала	<p>Између уређаја заштите и управљања предвидети (препоручује се) комуникацију по стандарду IEC 61850.</p> <p>Пренос података у реалном времену ће се обављати из ТС Ушће до надлежног дистрибутивног диспечерског центра (ДДЦ). Пренос података од надлежног ДДЦ до надлежног РДЦ се обавља по раније установљеном протоколу. Ка надређеним центрима управљања предвидети комуникацију по стандарду IEC 870-5-101/104.</p>
<b>Обрачунско мерење електричне енергије</b>	<p>Обрачунско мерење предате електричне енергије мора бити у складу са Правилима о раду преносног система и Интерним стандардом ИС ЕМС 710:2016.</p> <p>Места обрачунског мерења налазе се у ТС Ушће, у трансформаторским пољима 110 kV.</p> <p>За детаљне техничке услове израде мерног ормана за обрачунско мерење, потребно је да се обратити ЕМС АД - Сектор за обрачунско и контролно мерење електричне енергије.</p>





<b>Повезивање енергетског објекта на ТК систем ЕМС АД</b>	Обезбедити телекомуникациони пут за пренос података ТСУ од ТС Ушће до надређеног центра управљања ОДС и од надређеног центра управљања ОДС до одговарајућег центра управљања ЕМС. Обезбедити простор за смештај будућег ормара оптичког разделника ЕМС.
<b>Заштита од пренапона</b>	У складу са ИС ЕМС-125 - Координација изолације у мрежама високог напона, СРПС ЕН 60071-1:2008, СРПС ЕН 60071-2:2008.
<b>Координација изолације</b>	У складу са ИС ЕМС-125 - Координација изолације у мрежама високог напона, СРПС ЕН 60071-1:2008, СРПС ЕН 60071-2:2008.
• степен изолације	• AC 230 / LI 550
• степен загађења	• не мањи од II степена ( $\geq 20 \text{ mm/kV}$ )
<b>Заштита од напона корака и додира</b>	У складу са ИС ЕМС-123 - Уземљење електроенергетских постројења
<b>Сопствена потрошња</b>	Према интерном стандарду ОДС

Према Уговору о повезивању са преносним системом, енергетски објекат ОДС-а (ТС 110/35 kV Ушће) је у обавези да испуни техничке услове за повезивање енергетског објекта по питању фреквенције, напона, квалитета напонског таласа (несиметрија, фликери, виши хармоници), партиципације у Плановима одбране ЕЕС, карактеристика центра управљања, размене података у реалном времену и других услова, у свему у складу са Правилима о раду преносног система, тач.4.2 („Службени гласник РС“ бр. 60/2020).

Неопходно је да добијете сагласност Стручног панела ЕМС АД на Пројектни задатак за потребе израде техничке документације неопходне у процесу издавања грађевинске дозволе.

Током израде Техничке документације неопходно је да од стручних служби ЕМС АД добијете сагласност на све урађене пројекте који се тичу прикључења на преносни систем.

Важност ових Техничких услова је једна година од дана издавања и могу се користити само за израду техничке документације за изградњу у поступку прибављања локацијских услова за изградњу прикључка ТС 110/35 kV Ушће.

Молимо Вас да се за детаљнија објашњења обратите Дони Стевановић, дипл.ел.инж.

Прилози:

1. Једнополна шема ТС 110/35 kV Ушће – постројење 110 kV
2. Параметри кратких спојева
3. Концепт скица уклапања у ЕЕС
4. Списак података за размену у реалном времену

Достављено:

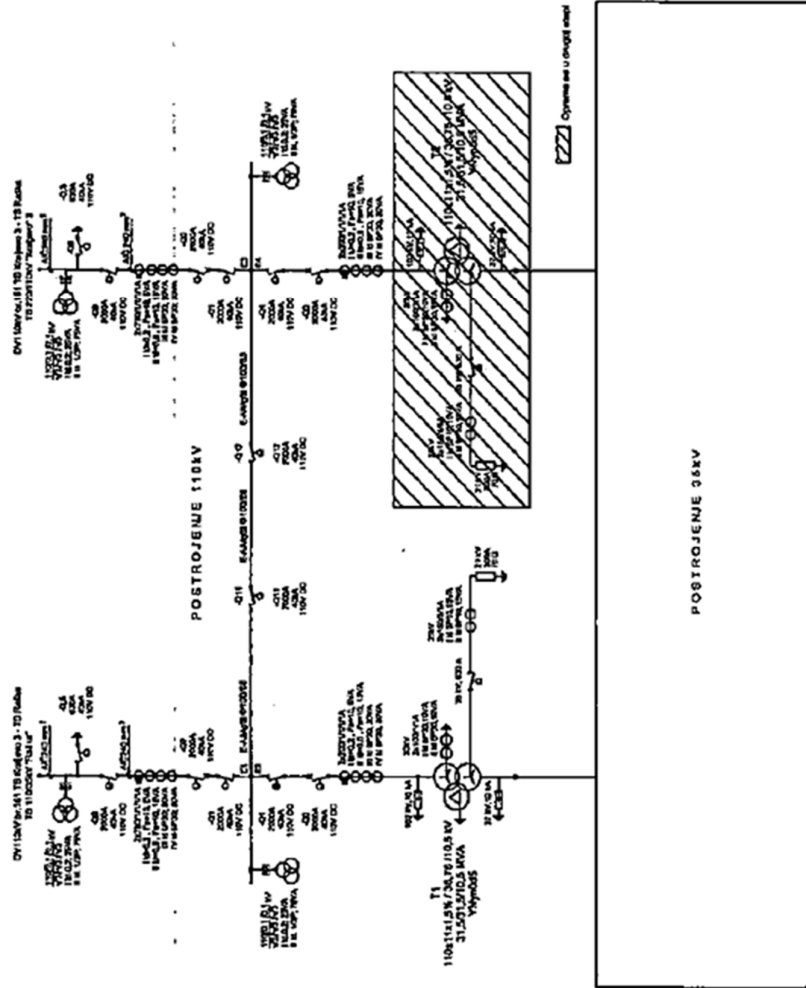
- Наслову
- Сектору за пројекте прикључења и повезивања
- Дирекцији за техничку подршку преносног система
- Архиви

Извршни директор за пренос електричне енергије  
Илија Цвијетић, дипл.инж.



Прилог 1: Једнополна шема ТС 110/35 кV Ушће – постројење 110 кV

ТС 110/35 кV „УШЋЕ”  
PRINCIPSKA JEDNOPOLNA ŠEMA  
POSTROJEŃJA 110kV



7



## Прилог 2: Параметри кратких спојева

АД Електромрожа Србија  
Дирекција за техничку подршку преносном систему  
Сектор за високонапонске водове

Београд, 21.10.2020. године

Предмет: ТС 110/35 kV Ушће  
Параметри кратког споја

Величина	Јед.	Сабирнице 110 kV 2030. год.
Однос $R/X$	-	0,394
Субтранзијентна струја трофазног кратког споја $I''_{3\phi}$	kA	1,857 – j4,708
Субтранзијентна струја једнофазног кратког споја $I''_{1\phi}$	kA	1,612 – j5,159
Транзијентна струја трофазног кратког споја $I''_{3\phi}$	kA	1,833 – j4,676
Транзијентна струја једнофазног кратког споја $I''_{1\phi}$	kA	1,605 – j5,146
Транзијентна струја једнофазног кратког споја кроз уземљена звездишта трансформатора у постројењу $I''_{1\phi ET}$	kA	2,831
Трајна струја трофазног кратког споја $I_{3\phi}$	kA	1,588 – j4,371
Трајна струја једнофазног кратког споја $I_{1\phi}$	kA	1,522 – j5,012
Ударна струја $I_{уд}$ (ефективна вредност)	kA	9,174

Прорачун за перспективно стање (2030. година), урађен је узимајући у обзир  
максимум система и тренутно расположиве податке о генераторима, као и  
напонски коефицијент 1,1.

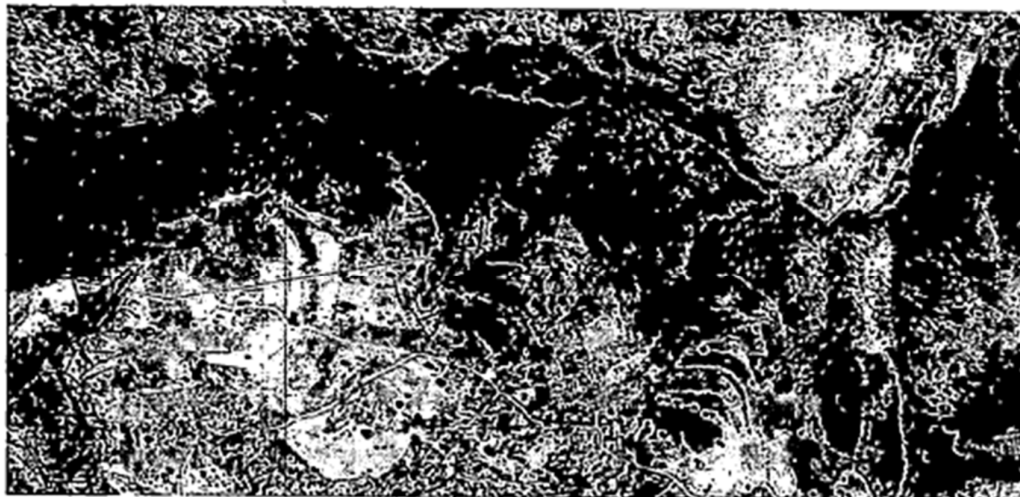
Нова ТС 110/35 kV Ушће је прикључена на преносни систем расецањем  
далековода 110 kV ТС Краљevo 3 – ТС Рашка.

Прорачун урадио:

Жарко Томић, дипл.инж.ел.

*Жарко Томић*

Прилог 3: Концепт скица уклапања у ЕЕС



9





**Прилог 4 - Списак података за размену у реалном времену**

**B.1. Далеководна и кабловска поља 400, 220, 110 kV**

Тип	Назив податка	Опис податка
М	Фазне струје	A ( $I_a, I_b, I_c$ )
М	Трофазна активна снага	MW (– пријем на сабирнице, + давање од сабирница)
М	Трофазна реактивна снага	Mvar (– пријем на сабирнице, + давање од сабирница)
М	Линијски напони	kV ( $U_{0a}, U_{0b}, U_{0c}$ )
М	Фреквенција	Hz (најмање две децимале)
М	Локатор квара	km
С	Прекидач	Укључен, искључен, међуположај, квар
С	Растављач	Укључен, искључен, међуположај, квар
С	Ножеви за уземљење	Укључен, искључен, међуположај, квар
А	Присуство напона	под напоном, без напона
А	Избор места командовања	локално, даљински
А	Заштита од преоптерећења – искључена	настанак, престанак
А	АПУ блокирано	настанак, престанак
А	АПУ искључено	настанак, престанак
А	Налог за једнополно АПУ	настанак, престанак
А	Налог за трополно АПУ	настанак, престанак
А	АПУ успешно	настанак, престанак
А	Дистантна заштита – дефинитивно искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита I степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита II степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита III степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита IV степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита V степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита – трополно искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фаза 0 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фаза 4 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фаза 8 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фазе 0-4 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фазе 0-8 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фазе 4-8 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, фазе 0-4-8 – побуда	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, контрамер – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита, побудни степен – искључење	настанак, престанак
А	Дистантна заштита убрзање II степена –	настанак, престанак



	искључење	
A	Квар заштитног уређаја	настанак, престанак
A	Подужна диференцијална заштита – искључење	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, I степен – блокада	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, II степен – блокада	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, I степен – аларм	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, II степен – аларм	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, I степен – искључење	настанак, престанак
A	Заштита од преоптерећења, II степен – искључење	настанак, престанак
A	Усмерена земљоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Прекострујна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Земљоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Заштита отказа прекидача – искључење	настанак, престанак
A	Несиметрија полова прекидача – искључење	настанак, престанак
A	Резервна диференцијална заштита – искључење	настанак, престанак
A	Резервна прекострујна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Резервна земљоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Резервна краткоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
A	Контрола искључних кругова – аларм	настанак, престанак
A	Пад притиска SF <sub>6</sub> у прекидачу I степен – аларм	настанак, престанак
A	Пад притиска SF <sub>6</sub> у прекидачу II степен – блокада	настанак, престанак
A	Пријем сигнала дистантне заштите са другог краја вода	настанак, престанак
A	Пријем сигнала усмерене земљоспојне заштите са другог краја вода	настанак, престанак
A	Генерални сигнал за искључење	настанак, престанак
A	Блокада дистантне заштите	настанак, престанак
A	Блокада диференцијалне заштите	настанак, престанак
A	Блокада резервне диференцијалне заштите	настанак, престанак
A	Блокада резервне земљоспојне заштите	настанак, престанак
A	Блокада SF <sub>6</sub> прекидача	настанак, престанак
A	Блокада укључења	настанак, престанак
A	Испитне утичнице у тест моду	настанак, престанак
A	Опруге прекидача – ненавијене	настанак, престанак

11





Λ	Струјни мерни кругови – квар	настанак, престанак
Λ	Напонски мерни кругови – квар	настанак, престанак
Λ	Висок притисак уља у каблу	настанак, престанак
Λ	Низак притисак уља у каблу	настанак, престанак
Λ	Притисак уља у каблу (збирно)	настанак, престанак
Λ	Низак притисак уља у спојници	настанак, престанак
Λ	Напон за напајање сигнализације притиска уља	настанак, престанак

12

12



**B.2. Трансформатори 400, 220, 110/x kV са припадајућим пољима**

Тип	Назив податка	Опис податка
М	Фазне струје високонапонска страна	A ( $I_0, I_4, I_8$ )
М	Фазне струје нисконапонске стране	A ( $I_0, I_4, I_8$ )
М	Трофазна активна снага	MW (– пријем на сабирнице, + давање од сабирница)
М	Трофазна реактивна снага	Mvar (– пријем на сабирнице, + давање од сабирница)
М	Линијски напони високонапонска страна	kV ( $U_{04}, U_{48}, U_{08}$ )
М	Линијски напони нисконапонске стране	kV ( $U_{04}, U_{48}, U_{08}$ )
М	Позиција регулационе склопке	број позиције
С	Прекидач	Укључен, искључен, међуположај, квар
С	Растављач	Укључен, искључен, међуположај, квар
С	Ножеви за уземљење	Укључен, искључен, међуположај, квар
А	Избор места командовања*	локално, даљински
А	Термичка слика – искључење	настанак, престанак
А	Диференцијална заштита – искључење	настанак, престанак
А	Бухолц регулационе склопке – искључење	настанак, престанак
А	Бухолц трансформатора – искључење	настанак, престанак
А	Ограничена земљоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
А	Кућишна заштита – искључење	настанак, престанак
А	Прекострујна заштита, ВН страна – искључење	настанак, престанак
А	Земљоспојна заштита, ВН страна – искључење	настанак, престанак
А	Прекострујна заштита, НН страна – искључење	настанак, престанак
А	Земљоспојна заштита, НН страна – искључење	настанак, престанак
А	Краткоспојна заштита – искључење	настанак, престанак
А	Несиметрија полова прекидача – искључење	настанак, престанак
А	Контактни термометар – искључење	настанак, престанак
А	Реле надпритиска трансформатора – искључење	настанак, престанак
А	Пад притиска SF6 у ВН прекидачу, I степен – аларм	настанак, престанак
А	Пад притиска SF6 у ВН прекидачу, II степен – блокада	настанак, престанак
А	Заштита од отказа ВН прекидача – искључење	настанак, престанак
А	Заштита од струјног преоптерећења II	настанак, престанак

9-



	степен – искључење	
A	Заштита звездишта – искључење	настанак, престанак
A	Трансформатор за формирање вештачке нуле – термометар искључење*	настанак, престанак
A	Трансформатор за формирање вештачке нуле – Бухолц искључење*	настанак, престанак
A	Допунска заштита трансформатора (дистантна) – искључење	настанак, престанак
A	Генерални сигнал за искључење	настанак, престанак

\* не примењује се на блок-трансформаторе и трансформаторе опште групе

*B*



**B.3. Спојна поља и системи сабирница 400, 220 и 110 kV**

Тип	Назив податка	Опис податка
М	Фазна струја спојног поља	A ( $I_L$ )
М	Линијски напон сабирница	kV ( $\sqrt{3}U_L$ или $U_{L\phi}$ )
М	Фреквенција сабирница	Hz (најмање две децимале)
И	Присуство напона	под напонам, без напона
С	Прекидач	укључен, искључен, међуположај, квар
С	Растављач	укључен, искључен, међуположај, квар
С	Ножеви за уземљење	укључен, искључен, међуположај, квар
А	Диференцијална заштита сабирница – искључење	настанак, престанак
А	Прекострујна заштита – искључење	настанак, престанак
А	Несиметрија полова прекидача – искључење	настанак, престанак
А	Заштита од отказа прекидача – искључење	настанак, престанак

**B.4. Спојна поља и системи сабирница x kV (x < 110)**

Тип	Назив податка	Опис податка
И	Присуство напона	под напонам, без напона
С	Прекидач	укључен, искључен, међуположај, квар
С	Растављач	укључен, искључен, међуположај, квар
С	Ножеви за уземљење	укључен, искључен, међуположај, квар
И (А)	Заштита сабирница - искључење	настанак, престанак

**Легенда:**

М – мерење;

С – статус;

А – алерм;

И – индикација (двобитна).