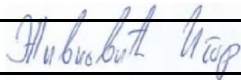


## 4. - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE "Gornje livade"

### 4.1. NASLOVNA STRANA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE "Gornje livade"

	<b>4. - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE "Gornje livade"</b>
<b>Investitor:</b>	<b>"Sunflow South" d.o.o.</b> Ulica Humska broj 6 11000 Beograd
<b>Objekat:</b>	Solarna elektrana na KP br. 276, 277, 280, 281, 282/1, 282/2, 291, 292, 669, 668, 667, 666, 663, 662, 660, 326, 327, 2239/2, 2240/2, 532/1, 532/22, 2241/9, 532/21, 540/3, 282/3, 285, KO Soderce - grad Vranje; 9/2, 7/1, 7/4, 6/2 KO Bunuševce - grad Vranje.
<b>Vrsta tehničke dokumentacije:</b>	IDR – Idejno rešenje
<b>Naziv i oznaka dela projekta:</b>	<b>4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE „Gornje livade“</b>
<b>Za građenje/izvođenje radova:</b>	Građenje
<b>Projektant i glavni izvođač:</b>	POSEIDON ENERGY“ D.O.O Nehruova 67/11, 11070 Novi Beograd
<b>Odgovorno lice projektanta:</b>	Igor Živković, dipl. inž. građ.
<b>Potpis:</b>	
<b>Odgovorni projektant:</b>	mr Ivica Milovanović, dipl. inž. el.
<b>Broj licence:</b>	350 G176 08
<b>Potpis:</b>	
<b>Broj dela projekta:</b>	<b>P01/2023</b>
<b>Mesto i datum:</b>	Beograd, maj 2024

**4.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE "Gornje livade"**

4.1.	Naslovna strana Sveske 4. Projekta elektroenergetskih instalacija – SE „Gornje livade“
4.2.	Sadržaj Sveske 4. Projekta elektroenergetskih instalacija – SE „Gornje livade“
4.3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
4.4.	Izjava odgovornog projektanta
4.5.	Tekstualna dokumentacija
4.6.	Numerička dokumentacija
4.7.	Grafička dokumentacija
4.7.1.	E – 01 – Dispozicija SE „Gornje livade“
4.7.2.	E – 02 - Jednopolna šema SE "Gornje livade"
4.7.3.	E – 03 – Sekcija modula SE „Gornje livade“
4.7.4.	E – 04 – Blok šema upravljanja SE „Gornje livade“
4.7.5.	E – 05 – Kablovski rov za polaganje kabla 10 kV

POSEIDON ENERGY" D.O.O  
Nehruova 67/11, 11070 Novi Beograd

Broj: 01/2023  
Datum: 15.01.2023.  
Beograd

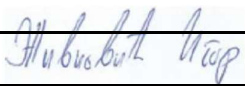
#### 4.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS”, br. 72/09, 81/09 - ispravka, 64/10 - US, 24/11, 121/12, 42/13 - US, 50/13 - US, 98/13 - US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19 i 37/19 - dr. zakon) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata, kao:

#### ODGOVORNI PROJEKTANT

izradbeske 4 - projekta elektroenergetskih instalacija solarne elektrane „Gornje livade“ , koja je deo Idejnog rešenja izgradnjsolarne elektrane SE „Gornje livade“ na KP br. 276, 277, 280, 281, 282/1, 282/2, 291, 292, 669, 668, 667, 666, 663, 662, 660, 326, 327, 2239/2, 2240/2, 532/1, 532/22, 2241/9, 532/21, 540/3, 282/3, 285, KO Soderce - grad Vranje; 9/2, 7/1, 7/4, 6/2 KO Bunuševce - grad Vranje , određuje se:

**mr Ivica Milovanović**, dipl.inž.el. .... licenca broj **350 G176 08**

<b>Projektant:</b>	POSEIDON ENERGY" D.O.O Nehruova 67/11, 11070 Novi Beograd
<b>Odgovorno lice/zastupnik:</b>	Igor Živković, dipl. inž. građ.
<b>Potpis:</b>	
<b>Broj rešenja</b>	Broj: 01/2023 Datum: 15.01.2023. Beograd
<b>Broj tehničke dokumentacije:</b>	<b>P01/2023</b>
<b>Mesto i datum:</b>	Beograd, maj 2024


**4.1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA SVESKE 4 – PROJEKAT  
ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA SE „Gornje  
livade“**

Odgovorni projektant Sveske 4 - projekta elektroenergetskih instalacija solarne elektrane „Gornje livade“, koja je deo Idejnog rešenja za izgradnju solarne elektrane SE „Gornje livade“ na KP br. 276, 277, 280, 281, 282/1, 282/2, 291, 292, 669, 668, 667, 666, 663, 662, 660, 326, 327, 2239/2, 2240/2, 532/1, 532/22, 2241/9, 532/21, 540/3, 282/3, 285, KO Soderce - grad Vranje; 9/2, 7/1, 7/4, 6/2 KO Bunuševce - grad Vranje.

**mr Ivica Milovanović**, dipl.ing.el..... licenca broj **350 G176 08**

**IZJAVLJUJEM**

1. DA JE PROJEKAT IZRAĐEN U SKLADU SA ZAKONOM O PLANIRANJU I IZGRADNJI, PROPISIMA, STANDARDIMA I NORMATIVIMA IZ OBLASTI IZGRADNJE OBJEKATA I PRAVILIMA STRUKE;
2. DA SU PRI IZRADI PROJEKTA POŠTOVANE SVE PROPISANE I UTVRĐENE MERE I PREPORUKE ZA ISPUNJENJE OSNOVNIH ZAHTEVA ZA OBJEKAT I DA JE PROJEKAT IZRAĐEN U SKLADU SA MERAMA I PREPORUKAMA KOJIMA SE DOKAZUJE ISPUNJENOST OSNOVNIH ZAHTEVA.

<b>Odgovorni projektant:</b>	<b>mr Ivica Milovanović</b> , dipl.inž.el.
<b>Broj licence:</b>	350 G176 08
<b>Potpis:</b>	
<b>Broj tehničke dokumentacije:</b>	<b>P01/2023</b>
<b>Mesto i datum:</b>	Beograd, maj 2024.

## 4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

## Sadržaj poglavlja

### 4.5.1. Tehnički opis

- 4.5.1.1. Uvod
- 4.5.1.2. Osnovni tehnički podaci o elektrani i namena objekta
- 4.5.1.3. Način priključenja i tehnički opis priključka
  - 4.5.1.3.1. Opis priključka do mesta priključenja
  - 4.5.1.3.2. Opis mernog mesta
- 4.5.1.4. Osnovni tehnički podaci o DSEE na mestu priključenja
- 4.5.1.5. Osnovni tehnički uslovi koje treba da zadovolji oprema u elektrani
- 4.5.1.6. Tehnički uslovi za realizaciju priključka elektrane na DSEE
- 4.5.1.7. Uslovi koje treba da zadovolje zaštitni i ostali uređaji namenjeni kontroli uključenja i isključenja elektrane sa DSEE
  - 4.5.1.7.1. Sistemska zaštita
  - 4.5.1.7.2. Zaštita priključnog 10 kV voda
  - 4.5.1.7.3. Ostalo
- 4.5.1.8. Konstrukcija SE „Gornje livade“
  - 4.5.1.8.1. Ograda
  - 4.5.1.8.2. Pristupni putevi
- 4.5.1.9. Proizvodne karakteristike SE „Gornje livade“
  - 4.5.1.9.1. Fotonaponski kolektori
  - 4.5.1.9.2. Snaga fotonaponskog agregata
  - 4.5.1.9.3. Pretvaranje fotonaponske energije
  - 4.5.1.9.4. Megavat stanica (= MWS)
  - 4.5.1.9.5. Invertori (+UV)
  - 4.5.1.9.6. Jednosmerni razvod invertora (= NK + NKPV)
  - 4.5.1.9.7. Naizmenični razvod invertora (= UC)
  - 4.5.1.9.8. Transformatori
  - 4.5.1.9.9. Razvodna postrojenja megavat stanice
  - 4.5.1.9.10. Prateća oprema
  - 4.5.1.9.11. Veza sa razvodnim postrojenjem 10 kV „Gornje livade“
- 4.5.1.10. Sopstvena potrošnja
  - 4.5.1.10.1. Transformacija 10/0,4 kV/kV
  - 4.5.1.10.2. Naizmenični razvod 0,4/0,23 kV (=NE)
  - 4.5.1.10.3. Jednosmerni razvod
- 4.5.1.11. Upravljanje, merenje, zaštite i signalizacija
  - 4.5.1.11.1. Upravljanje
  - 4.5.1.11.2. Merenje
  - 4.5.1.11.3. Zaštite
  - 4.5.1.11.4. Signalizacija
- 4.5.1.12. Kompenzacija reaktivne energije u SE „Gornje livade“
- 4.5.1.13. Sistem za daljinski nadzor i upravljanje
- 4.5.1.14. Kablovski razvod
- 4.5.1.15. Opšte instalacije SE „Gornje livade“
  - 4.5.1.15.1. Instalacija unutrašnjeg osvetljenja i priključnica
  - 4.5.1.15.2. Instalacija spoljnog osvetljenja
  - 4.5.1.15.3. Osvetljenje razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“
- 4.5.1.16. Instalacija gromobrana, uzemljenja i izjednačenja potencijala SE „Gornje livade“
  - 4.5.1.16.1. Uzemljenje razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“

---

4.5. TEKSTUALNI DEO

- 4.5.1.17. Telekomunikacioni sistem SE „Gornje livade“
- 4.5.1.18. Sistem video nadzora

### 4.5.1. TEHNIČKI OPIS

#### 4.5.1.1. Uvod

Lokacija za izgradnju SE „Gornje livade“ kao objekta za proizvodnju električne energije, proizvedene solarnim panelima, nalazi se na području Grada Vranja, na KP br. 276, 277, 280, 281, 282/1, 282/2, 291, 292, 669, 668, 667, 666, 663, 662, 660, 326, 327, 2239/2, 2240/2, 532/1, 532/22, 2241/9, 532/21, 540/3, 282/3, 285, KO Soderce - grad Vranje; 9/2, 7/1, 7/4, 6/2 KO Bunuševce - grad Vranje.

Na Slici 1. je dat prikaz mikrolacije na kojoj se predviđa izgradnja SE „Gornje livade“ i njenog priključenja na DEES.



*Slika 1. Prikaz mikrolacije na kojoj se predviđa izgradnja SE „Gornje livade“ i njenog priključenja na DEES*

#### 4.5.1.2. Osnovni tehnički podaci o elektrani i namena objekta

Osnovni tehnički podaci o SE „Gornje livade“:

- Planirana odobrena snaga elektrane: 3000 kW;
- Broj invertora u elektrani: 12;
- Tehnički podaci invertora:
  - Tip: CANADIAN SOLAR CSI – 255K – T800
  - Naznačeni napon: 0,8 kV;
  - Naznačena prividna snaga  $S_n = 255$  kVA;
  - Aktivna snaga:  $P_n = 255$  kW;
  - Naznačena struja:  $I_n = 184$  A;
  - Naznačeni faktor snage: 0 – 1 (podpobuđeno) i 0 – 1 (nadpobuđeno).
- Način rada SE „Gornje livade“: Elektrana radi paralelno sa DSEE sa predajom električne energije u DSEE u celosti (izuzev sopstvene potrošnje).
- Namena objekta: Postrojenje za proizvodnju električne energije.



4.5. TEKSTUALNI DEO

**4.5.1.3. Način priključenja i tehnički opis priključka**

- .1. Vrsta priključka: **individualni**.
- .2. Karakter priključka: **trajni**.
- .3. Mesto priključenja elektrane na DSEE: uvod voda elektrane u rekonstruisanu (postojeću vodnu pretvoriti u vodno – mernu) vodno – mernu 10 kV ćeliju na sabirnicama ET1 u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“.
- .4. Mesto vezivanja priključka na DSEE: Sabirnice 10 kV u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“.
- .5. Priključenje elektrane na DSEE je trofazno sa simetričnim sistemom napona sinusoidnog oblika.
- .6. Nazivni napon mreže na mestu priključenja elektrane na DSEE je  $U_n = 10$  kV.
- .7. Nazivna frekvencija u DSEE je  $f_n = 50$  Hz.

**4.5.1.3.1. Opis priključka do mesta priključenja**

U TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“ postojeću vodnu 10 kV ćeliju priključenu na sabirnice ET1 rekonstruisati u vodno – mernu 10 kV ćeliju i kompletno opremiti svom potrebnom primarnom, sekundarnom, mernom, opremom za daljinski nadzor, upravljanje i komunikaciju i ostalom opremom. U ćeliji je potrebno demontirati postojeće strujne merne transformatore i ugraditi nove odgovarajućeg prenosnog odnosa, gde klasa tačnosti mernog namotaja biti 0.2.

U TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“ u postojećoj mernoj 10 kV ćeliji na ET1, demontirati postojeće naponske merne transformatore i ugraditi nove, odgovarajućeg prenosnog odnosa, gde klasa tačnosti mernog namotaja mora biti 0.2.

Opremu za daljinski nadzor u vodno – mernoj 10 kV ćeliji prilagoditi postojećoj opremi sistema daljinskog nadzora i upravljanja u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“.

Rasklopna oprema u vodno – mernoj ćeliji treba da bude u skladu sa koncepcijom EDS. Rasklopni aparati treba da budu daljinski upravljivi.

Napajanje opreme na mestu priključenja je predviđeno sa sistema sopstvene potrošnje u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“.

**4.5.1.3.2. Opis mernog mesta**

Merni uređaj za obračunsko merenje se smešta u orman, opremljen merno – priključnom kutijom (MPK) sa mogućnošću plombiranja, dimenzija 600 × 600 × 220 mm (širina × visina × dubina), koji se povezuje sa strujnim i naponskim transformatorima za merenje u vodno – mernoj ćeliji u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“. Navedeni orman mernog mesta se montira na zid u OMP.

Obračunsko merenje razmene energije između elektrane i DSEE realizovati kao dvosmerno indirektno trosistemsko merenje (sa merenjem i sva četiri kvadranta). Merna grupa mora biti u skladu sa „Funkcionalnim zahtevima i tehničkim specifikacijama AMI/MDM sistema“, Sveska 1, Verzija 4.0, uključujući sve obavezne dopunkse funkcije koje se odnose na brojila za priključenje objekta za proizvodnju električne energije, a koje su definisane pomenutim dokumentom. Merna grupa takođe treba da poseduje i sve opcione dopunske funkcije koje se odnose na brojila za priključenje objekta za proizvodnju električne energije, a koje su definisane pomenutim dokumentom, osim osobine iz Tačke 1.22.1. (zaptivenost kućišta), odnosno nivo zaštite za brojilo može biti najmanje IP 51. Merna grupa mora biti opremljena GPRS modemom u skladu sa specifikacijama definisanim pomenutim dokumentom.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

Merni uređaj je povezan tako da smer energije od DSEE ka Korisniku vidi kao potrošnju i utrošenu električnu energiju smešta u registre 1.8.x i 3.8.x, a smer energije od Korisnika ka DSEE vidi kao proizvodnju i proizvedenu električnu energiju smešta u registre 2.8.x i 4.8x.

Zahtevana naznačena klasa tačnosti za indirektnu mernu grupu: za aktivnu energiju 0,2S i za reaktivnu energiju 2.

Merna oprema još obuhvata merne transformatore koji služe za napajanje merenja i zaštite prema standardima IEC 60044 – 1 i IEC 60044 – 2.

##### 4.5.1.4. Osnovni tehnički podaci o DSEE na mestu priključenja

- .1. Stvarna struja trofaznog kratkog spoja sa strane DSEE na mestu priključenja elektrane na DSEE u subtranzijentnom periodu je  $I_{ks} = 5,175$  kA, odnos  $R/X = 0,151$ .
- .2. Elektroenergetska oprema u DSEE na 10 kV naponu je dimenzionisana na dozvoljenu struju trofaznog kratkog spoja 14,5 kA (snaga 250 MVA).
- .3. Neutralna tačka mreže 10 kV napona je izolovana.
- .4. Osnovna zaštita 10 kV vodova u DSEE izvodi se kao:
  - Kratkospojna zaštita sa trenutnim delovanjem,
  - Prekostrujna zaštita sa vremenskim zatezanjem,
  - Zemljospojna.
- .5. Za eliminisanje prolaznog zemljospoja primenjuje se:
  - Zemljospojna zaštita je usmerena zemljospojna „I<sub>0</sub>>“ sa vremenskom zadržkom najmanjeg opsega podešavanja (0,2 – 3) s na 10 kV izvodnom prekidaču.
- .6. Pojava kratkih spojeva i ostalih kvarova u DSEE je stohastičke prirode i njihov broj se ne može predvideti.
- .7. U DSEE se primenjuje automatska regulacija napona primenom regulacione preklopke sa korakom od 1,5 % od nazivnog napona  $U_n$ , koji ima za cilj da održi vrednost napona u granicama  $\pm 10$  % nazivnog napona  $U_n$ . Napon se reguliše na sekundarnoj strani TS 110/35/10 kV/kV/kV. Automatska regulacija napona se sprovodi sa vremenskim zatezanjem od 30 do 180 s, a moguća je i primena ručne regulacije napona.
- .8. Za zaštitu elektroenergetskog sistema od havarija i drugih nepredviđenih poremećaja, u DSEE se primenjuje mera ograničenja potrošnje pomoću naponske redukcije sniženjem napona za 5 % od nazivnog napona  $U_n$ , primenom opreme i uređaja opisanih u prethodnoj tački.
- .9. Zaštita od prenapona u 10 kV mreži se izvodi primenom odvodnika prenapona, pri čemu je mreža projektovana tako da je zadovoljen standardni stepen izolacije LI 75 AC28 (12 Si 28/75).

##### 4.5.1.5. Osnovni tehnički uslovi koje treba da zadovolji oprema u elektrani

Elektrana se projektuje i izvodi u skladu sa važećim tehničkim propisima i standardima, kao i *Pravilima o radu distributivnog sistema*.

Struja (snaga) trofaznog kratkog spoja merodavna za dimenzionisanje opreme na 10 kV naponu iznosi 14,5 kA (250 MVA).

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

Primenom odgovarajućeg energetskog transformatora usklađuje se način priključenja, naponi i fazni stavovi generatora na vrednosti nazivnog napona na mestu priključenja. Namotaj energetskog transformatora na strani DSEE se vezuje u trougao.

Maksimalna snaga kojom se predaje energije u DSEE iznosi 3000 kW. Maksimalna snaga kojom se preuzima energija iz DSEE iznosi 10 kW.

U elektrani će biti instalirano dvanaest invertora snage od po 255 kW.

Maksimalna dozvoljena struja kratkog spoja od strane elektrane, na mestu priključenja elektrane na DSEE (početna simetrična struja kratkog spoja, efektivna vrednost), ne sme biti veća od 0,3 kA (300 A).

Instalacije i uređaji u elektrani moraju biti prilagođeni standardu SRPS EN 50160.

U elektrani obezbediti automatsku regulaciju faktora snage u granicama 0,90 podpobuđeno i 0,90 nadpobuđeno. Vrednost faktora snage sa kojom elektrana radi treba da je podesiva i definiše je EDS. Elektrana treba da poseduje i automatsku regulaciju reaktivne snage, koja se koristi po nalogu EDS. Faktor snage u režimu prijema električne energije iz DSEE treba da bude iznad 0,95 ( $\cos \varphi \geq 0,95$ ).

Za priključenje i bezbedan paralelan rad elektrane sa DSEE, elektrana mora da zadovolji šest osnovnih kriterijuma:

1. Kriterijum maksimalno dozvoljene snage generatora u elektrani;
2. Kriterijum dozvoljenih vrednosti napona u stacionarnom režimu;
3. Kriterijum trajno dozvoljenih vrednosti struja elemenata DSEE;
4. Kriterijum flikera;
5. Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika i interharmonika;
6. Kriterijum snage kratkog spoja.

Moraju se ugraditi filteri za odgovarajuće redove viših harmonika, čime se obezbeđuje da osnovne karakteristike napona na mestu priključenja elektrane na DSEE – efektivna vrednost, frekvencija, simetričnost i talasni oblik budu u zadatim okvirima.

U dovodno – odvodnoj ćeliji 10 kV razvodnog postrojenja elektrane u koju se vezuje vod elektrane, ugrađuje se spojni prekidač, koji se koristi za: spajanje (povezivanje) elektrane sa DSEE, automatsko odvajanje elektrane od DSEE zbog kvarova poremećaja u DSEE delovanjem systemske zaštite ili zaštite voda i odvajanje elektrane od DSEE zbog izvođenja radova, remonata, i tako dalje. U istoj ćeliji (sa spojnim prekidačem) ugrađena oprema treba da omogući daljinski nadzor and spojnim prekidačem i akviziciju podataka od interesa za EDS. Komunikacija sa daljinskom stanicom realizuje se komunikacionim protokolom IEC 61850 putem fiberoptičkog kabla.

U ćeliji 10 kV razvodnog postrojenja elektrane, u koju se povezuje vod elektrane, potrebno je obezbediti mehanizam za pouzdano i sigurno uzemljenje voda.

Uzemljenje u 10 kV razvodnom postrojenju elektrane, kao i u objektu elektrane, je potrebno izvesti u skladu sa važećim propisima i standardima.

U 10 kV razvodnom postrojenju, kao i u objektu elektrane, je potrebno obezbediti zaštitu od napona koraka i dodira i zaštitu od električnog udara u skladu sa važećim propisima i standardima.

U 10 kV razvodnom postrojenju elektrane, kao i objektu elektrane, je potrebno obezbediti zaštitu od prenapona i atmosferskog pražnjenja u skladu sa važećim propisima i standardima.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

Elektrana ne sme imati električnu vezu sa strujnim krugovima koji se napajaju preko drugih mernih mesta.

Nije dozvoljen jednovremeni start invertora. Predvideti startovanje invertora po grupama, tako da ukupna maksimalna snaga grupe ne prelazi 1700 kW. Predvideti vremensku razliku između startovanja grupa od minimalno tri minuta.

##### 4.5.1.6. Tehnički uslovi za realizaciju priključka elektrane na DSEE

Elektrana se povezuje sa DSEE preko jednog trofaznog voda (vod elektrane), koji se dimenzioniše i izvodi prema nazivnom naponu mreže i planiranoj odobrenoj snazi elektrani.

Mora se obezbediti vod elektrane od mesta priključenja elektrane na DSEE do dovodno – odvodne ćelije sa spojnim prekidačem u razvodnom postrojenju elektrane. Vod elektrane se vodno – mernu 10 kV ćeliju u TS 110/35/10 kV „Vranje 2“ uvodi kablovskim vodom preseka od minimalno 150 mm<sup>2</sup> do maksimalno 240 mm<sup>2</sup>.

Mora se obezbediti 10 kV razvodno postrojenje elektrane na pogodnom mestu, koje sadrži dovodno – odvodnu ćeliju sa spojnim prekidačem za vezivanje voda elektrane.

U dovodno – odvodnoj 10 kV ćeliji voda elektrane, u razvodnom postrojenju elektrane, potrebno je ugraditi sledeću opremu:

1. Prekidač – spojni prekidač

Prekidač treba da je nazivnog napona 10 kV, sa sledećim tehničkim karakteristikama (IEC 60056):

- vakuumski ili SF<sub>6</sub>;
- naznačena struja najmanje 630 A,
- naznačena simetrična struja (snaga) prekidanja najmanje (16,5) kA.

2. Merne transformatore (IEC 60044 – 1, IEC 60044 – 2):

Tehničke karakteristike 10 kV strujnih transformatora:

- naznačena struja primarnog namotaja se bira prema snazi elektrane;
- naznačena struja sekundarnih namotaja je 5 A.

Tehničke karakteristike 10 kV naponskih transformatora:

- naznačeni prenosni odnos:  $\frac{10}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3}$  kV/kV/kV.

3. Opremu, koja omogućava daljinski nadzor i komunikaciju i koja komunicira sa daljinskom stanicom u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“ po protokolu IEC 61850 korišćenjem fiberoptičkog kabla.

##### 4.5.1.7. Uslovi koje treba da zadovolje zaštitni i ostali uređaji namenjeni kontroli uključenja i isključenja elektrane sa DSEE

Za zaštitu generatora i elemenata rasklopne aparature elektrane od mogućih havarija i oštećenja usled kvarova i poremećaja u DSEE primenjuju se dve zaštite: sistemska zaštita i zaštita priključnog voda. Delovanjem ovih zaštita mora se na spojnem prekidaču izvršiti automatsko prekidanje paralelnog rada elektrane sa DSEE.

###### 4.5.1.7.1. Sistemska zaštita

Sistemska zaštita se sastoji od:

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

1. Naponske zaštite, koja se sastoji od nadnaponske zaštite ( $U>$ ) koju čine trofazni naponski relej najmanjeg opsega podešavanja ( $0,9 - 1,2$ )  $U_n$ , koja reaguje sa vremenskom zadržskom najmanjeg opsega podešavanja ( $0,2 - 3$ ) s i podnaponske zaštite ( $U<$ ), koju čini trofazni naponski relej najmanjeg opsega podešavanja ( $0,7 - 1,0$ )  $U_n$ , koja reaguje sa vremenskom zadržskom najmanjeg opsega podešavanja ( $0,2 - 3$ ) s.
2. Frekventne zaštite, koja se sastoji od nadfrekventne zaštite ( $f>$ ) koju čini monofazni frekventni relej najmanjeg opsega podešavanja ( $49 - 52$ ) Hz, koja reaguje sa vremenskom zadržskom najmanjeg opsega podešavanja ( $0,2 - 3$ ) s i podfrekventne zaštite ( $f<$ ), koju čini monofazni frekventni relej najmanjeg opsega podešavanja ( $48 - 51$ ) Hz, koja reaguje sa vremenskom zadržskom najmanjeg opsega podešavanja ( $0,2 - 3$ ) s, a frekventni relej treba da bude sa funkcijom brzine promene frekvencije u intervalu 10 mHz. Obe zaštite mogu da budu realizovane preko jednog uređaja (relea), koji ispunjava prethodne zahteve ( $f>$  i  $f<$ ). Frekventna zaštita može da se realizuje i tako da se ova funkcija integriše sa nekom drugom zaštitom.

##### 4.5.1.7.2.      **Zaštita priključnog 10 kV voda**

Zaštita voda sa strane DSEE će biti obezbeđena iz TS 110/35/10 kV/kV/kV.

Zaštita priključnog voda, koja se ugrađuje na strani elektrane se sastoji od:

1. Prekostrujne zaštite, trofazna maksimalna strujna vremenski nezavisna zaštita, koja reaguje:
  - sa vremenskom zadržskom najmanjeg opsega podešavanja ( $0,2 - 3$ ) s, pri strujnim opterećenjima koja prelaze vrednosti dozvoljenih strujnih opterećenja voda – prekostrujna zaštita  $I>$ ;
  - Trenutno pri bliskim kratkim spojevima – kratkospojna zaštita  $I>>$ .

Merni releji prekostrujne zaštite su za naznačenu struju 5 A i najmanji opseg podešavanja:

- ( $3 - 9$ ) A za prekostrujnu zaštitu  $I>$  i
- ( $20 - 50$ ) A za kratkospojnu zaštitu  $I>>$ .

Neophodno je obezbediti isključenje elektrane na spojnom prekidaču u slučaju zemljospoja. Zemljospojnu zaštitu izvesti u skladu sa *Pravilima o radu DSEE*.

##### 4.5.1.7.3.      **Ostalo**

Ugradnjom odgovarajućih zaštitnih i drugih tehničkih uređaja u objektu elektrane, treba obezbediti da se priključenje elektrane na DSEE na spojnom prekidaču može izvršiti samo ako je na svim faznim provodnicima prisutan napon sa strane DSEE.

**Nije dozvoljeno ostrvsko napajanje dela DSEE iz elektrane.** Ugradnjom odgovarajućih uređaja u objektu elektrane, treba obezbediti da se delovanjem uređaja za relejnu zaštitu, na spojnom prekidaču, izvrši automatsko odvajanje elektrane sa DSEE ako je sa strane DSEE prekinuto napajanje. Ponovno priključenje generatora je moguće nakon deset minuta od uspostavljanja normalnog naponskog stanja.

Zabranjeno je uključenje elektrane na DSEE bez sinhronizacije. Za sinhronizaciju generatora na DSEE koristi se invertorski prekidač. Prema Pravilima o radu DSEE uređaj za sinhronizaciju, u zavisnosti od prividne snage generatoram treba da zadovolji sledeće uslove sinhronizacije:

## 4.5. TEKSTUALNI DEO

Ukupna snaga generatora (kVA)	Razlika frekvencija ( $\Delta\phi$ , Hz)	Razlika napona ( $\Delta V$ , %)	Razlika faznog ugla ( $\Delta\Phi$ , °)
0 – 500	0,3	5	10
500 - 1500	0,2	5	10
> 1500	0,1	3	10

Projektom treba predvideti blokadu uključenja spojnog prekidača u slučaju da je pol sa strane elektrane pod naponom.

U slučaju nestanka pomoćnog napona za napajanje zaštitnih uređaja i strujnih krugova komandi rasklopnih aparata u elektrani, treba predvideti automatsko isključenje elektrane sa DSEE na spojnom prekidaču.

U elektrani se koriste mikroprocesorski zaštitni uređaji kao samostalni releji ili u okviru sistema integrisane zaštite i upravljanja elektranom. Sva zaštitna oprema mora da radi nezavisno od rada sistema upravljanja i sistema komunikacije u okviru elektrane.

U elektrani je potrebno predvideti zaštitu od unutrašnjih kvarova, koja će u slučaju unutrašnjeg kvara odvojiti elektranu, ili deo elektrane, od DSEE, u cilju obezbeđivanja selektivnosti zaštite sredjenaponskih izvoda i očuvanja kontinualnog rada ostalih korisnika DSEE u slučaju kvara u elektrani.

#### 4.5.1.8. Konstrukcija SE „Gornje livade“

Solarna elektrana se sastoji od tipskih modula podkonstrukcije koji nose fotonaponske panele, odnosno FN (PV) klastera.

Postoji jedan tip modula, odnosno FN (PV) klastera, koji čine  $7 \times 4$  panela. Modul je sačinjen od ukupno 4 vertikalno postavljenih nosećih šipova koji nosi ukupno 28 fotonaponska panela, postavljenih u uspravnom (tzv. *portret*) položaju u četiri reda od po sedam komada. Paneli su povezani elektrokablovima u nizove (tzv. *string*) koji se dovode do razvodne table invertora, sa kojih se povezuju u centralne invertore u megavat stanicama. Razvodna tabla se montira za jedan šip u tipskom modulu do koje se vode kablovi od fotonaponskih panela. Od razvodne table se kablovi vezuju na inverter, odakle se podzemno sprovode do megavat stanica, gde se povezuju na centralne invertore.

Dimenzije tipskog modula  $7 \times 4$  će se odrediti u narednoj fazi projektne dokumentacije. Ukupan broj tipskih modula je 180.

Noseća podkonstrukcija je izrađena od visoko toplo cinkovanih čeličnih profila koji se pobijaju u zemlju i nose fotonaponske panele. Šipovi se pobijaju u zemlju do dubine od oko 1,2 m – shodno konkretnom slučaju u procesu instalacije.

Fotonaponski paneli su integrisani u laganu, šuplju konstrukciju poželjno srebrne boje od eloksiranog aluminijuma koja celu konstrukciju čini stabilnom, ali i elastičnom. Dimenzije panela će se odrediti u narednoj fazi projektne dokumentacije.

Profili noseće podkonstrukcije su izrađeni od čelika. Ukoliko se koriste profili drugačijih materijala, neophodno je da oni zadovoljavaju noseće karakteristike, a ukoliko su izrađeni od čelika – neophodno je izvršiti antikorozivnu zaštitu visoko toplim cinkovanjem, u skladu sa preporukama u delu projekta koji obrađuje tematiku korozije. Spajanje profila se vrši spojnica tipa M12 i M10, u skladu sa proizvođačkom specifikacijom i statičkim proračunom.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.8.1. Ograda

Ograda je napravljena od čelične žice u horizontalnom i vertikalnom rasteru koja se montira na vertikalno pobodene stubove, koji su ukrućeni dijagonalnim profilima, prema potrebi, i pored kapije. Noseći profili ograde se pobijaju u nosivo tle na dubinu od 90 cm, dok se noseći profili kapija pobijaju u nosivo tle na dubinu od 180 cm, u skladu sa proizvođačkom specifikacijom i karakteristikama nosivog tla.

Profili i žica su izrađeni od čelika i visoko toplo su cinkovani, u skladu sa preporukama antikorozivne zaštite.

Kapija je zatvorena lancem tako da je onemogućen pristup neovlašćenim licima, ali je moguće razvaliti je vatrogasnim vozilom u pokretu ili drugim vozilom namenjenim za hitnu intervenciju. Ulaz u kompleks elektrane se nalazi sa jugozapadne strane, putem pristupne saobraćajnice.

##### 4.5.1.8.2. Pristupni putevi

Putevi su minimalne širine 5 m, dok su radijusi unutrašnjih krivina 7 m; put je pozicioniran uz zaštitnu ogradu i tretiran kao interna privremena saobraćajnica. Putni / pristupni pojas je ujedno i zaštitni pojas oko elektrane koji treba da osigura kompleks od neovlašćenog pristupa kako bi sprečila moguća nesreća ili havarija.

Pristupne saobraćajnice su neophodne za montažu megavat stanice i dopremanje opreme, kao i za potrebe pristupa vatrogasnog vozila. U tom smislu je neophodno da zadovolje nosivost i nije predviđeno da se one asfaltiraju ili betoniraju. Održavanje puta nije predviđeno, osim u slučajevima havarije jer je tokom eksploatacije elektrane potrebno obezbediti pristup lakim vozilom (manjim i lakšim od običnog automobila) kako bi se fotonaponski paneli čistili od prašine i atmosferilija.

##### 4.5.1.9. Proizvodne karakteristike SE „Gornje livade“

Osnovna namena SE „Gornje livade“ je proizvodnja električne energije i nije predviđena druga namena.

SE „Gornje livade“ proizvodi električnu energiju Fotonaponskim panelima (FP), putem konverzije Sunčeve energije u električnu. SE „Gornje livade“ se sastoji od ukupno 5000 fotonaponskih panela. Redna veza 7×4 panela sačinjava jedan modul elektrane. Ovako formirani moduli grupisani su u 12 sekcija, od kojih Sekcije 1, 6 i 14 imaju 19 modula, Sekcija 8 ima 18 modula, Sekcije 3, 5 i 12 imaju 17 modula, Sekcije 2, 4, 7, 9 i 10 imaju 16 modula a Sekcija 11 ima 15 klastera. Sekcija 13 je rezervna sekcija. Raspored fotonaponskih panela i PV modula je prikazan na Crtežu E – 01 u grafičkoj dokumentaciji.

Sekcija se vezuju na odgovarajuće ulaze invertora. Prethodno opisanim načinom vezivanja se dobija jednosmerna struja, sa definisanim vrednostima napona, struje i snage datim u delu projekta koji se odnosi na proračune. Invertori pretvaraju jednosmernu električnu struju u naizmeničnu koja se predaje u distributivnu elektro mrežu.

Sva zaštita elemenata SE je određena Tehničkim uslovima i proračunima. Fotonaponskih panela ima ukupno 5000, ukupne instalisane snage 3000 kWp, odnosno 3 MW. Po 7×4 FP, koji su međusobno vezani redno, je vezano u moduo i moduli su povezani paralelno u sekciju na ulaze Invertora. Invertori imaju sistem MPPTS (Maximum Power Point Tracking System) i na taj način se sva proizvedena električna energija predaje u mrežu.

Prema klasifikaciji elektrana po instalisanoj snazi, SE „Gornje livade“ spada u grupu elektrana čija je snaga do uključivo 10000 kVA.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

Prema klasifikaciji elektrana po vrsti generatora koji se koriste, SE „Gornje livade ” spada u elektrane sa jednosmernim generatorima sa naponskim inverterom: jednosmerni napon ili naizmenični napon - statički pretvarači.

Prema klasifikaciji elektrana po nazivnom naponu generatora, SE „Gornje livade” spada u elektrane sa niskonaponskim generatorima sa nazivnim međufaznim naponom do 1 kV (0,8 kV).

Prema klasifikaciji elektrana po naponskom nivou priključka, SE „Gornje livade” spada u elektrane na srednjenaponskoj mreži sa nazivnim međufaznim naponom 10 kV, 20 kV ili 35 kV.

Prema klasifikaciji elektrana po načinu rada generatora SE „Gornje livade” spada u elektrane uparalelnom radu sa DS sa stalnom ili povremenom predajom energije u sistem, koji se odnosi na generatore koji stalno rade paralelno sa DS, a proizvedenu električnu energiju predaju u DS u celini.

Priključenje SE „Gornje livade” kao elektrane sa jednosmernim generatorima sa naponskim inverterima na distributivnu mrežu je dozvoljeno samo kada na ovim uređajima nema napona.

##### 4.5.1.9.1. Fotonaponski kolektori

Nazivna prividna snaga svakog pojedinačnog fotonaponskog panela je  $P_{\max} = 600 \text{ Wp}$ .

Visokoučinski PV – moduli se izrađuju od polikristalnih silicijumskih solarnih ćelija sa koeficijentom učinka modula do 21,4 %. Koristi se tehnologija sa tri sabirnice za povećanje izlazne snage. Postoji prevlaka protiv odsjaja za apsorbovanje svetlosti. Pozitivno odstupanje snage se garantuje od 0 do +5.

Takođe, postižu se bolji temperaturni koeficijenti za manje gubitke snage pri višim temperaturama. Efikasnost je visoka i pri ograničenom zračenju.

Paneli su podležni prljanju i neophodno je vršiti čišćenje najmanje jednom u šest meseci. Garantuje se da će paneli dvedeset i pet godina godina raditi sa iskorišćenjem od 96 % naznačene najmanje snage u prvoj godini. Godišnje smanjenje snage je najviše 0,45 % za naredne dvadeset i četiri godine.

Svi paneli su povezani originalnim spojnicama.

Tehničke karakteristike fotonaponskih ćelija će biti definisane u narednoj fazi projektovanja.

##### 4.5.1.9.2. Snaga fotonaponskog agregata

Celokupna snaga agregata, koga sačinjavaju fotonaponski paneli u SE „Gornje livade” izabrana je prema maksimalnoj vrednosti raspoložive snage solarne energije na predmetnoj lokaciji, i iznosi  $S_{\max} = 3000 \text{ kW}$ .

Ostali podaci biće određeni prema tehničkim uslovima ili podacima proizvođača.

Celina agregata SE „Gornje livade” će biti opremljena svom pomoćnom opremom potrebnom za rad, održavanje i montažu.

Zbog prostorne raspodele fotonaponskih modula, načina njihovog povezivanja i omogućavanja priključenja i spajanja celokupne raspoložive snage elektrane u okviru raspoloživih i uobičajenih mogućnosti i rešenja koje nude potencijalni isporučioци opreme, agregat elektrane je podeljen u 12 grupa međusobno povezanih fotonaponskih panela. Ove grupe se nazivaju sekcije elektrane.

Tako obrazovane četiri sekcije elektrane se povezuju sa megavat stanicom, snage 3,15 MVA, koja se nalazi u odgovarajućem montažnom kontejneru.

Ovako odabrano grupisanje i snaga modula u okviru elektrane omogućava fleksibilan rad elektrane u celini i optimalno iskorišćenje sunčeve energije.



#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.9.3. Pretvaranje fotonaponske energije

Proces plasmana proizvedene električne energije, smanjeni prenosni gubici, uslovljenost priključenja na 10 kV naponski nivo kao i optimalna električna konfiguracija postrojenja glavni su razlozi priključenja fotonaponskih modula na megavat stanicu, snage 3,15 MVA.

Integrisani sklop, koji sačinjavaju fotonaponski invertori, blok – transformator i njegovo razvodno postrojenje odnosno ćelija, i koji se nalazi u montažnoj kontejnerskoj trafo stanici, naziva se megavat stanica.

Faktor snage elektrane  $\cos \varphi$  treba da bude iznad 0,95.

##### 4.5.1.9.4. Megavat stanica (= MWS)

Megavat stanica je posebno projektovano rešenje za proizvodnju fotonaponske energije širokog obima. U njoj se smešta sva električna oprema koja je potrebna da se brzo i pouzdano poveže PV elektrana na srednjenaponsku (SN) električnu mrežu.

U megavat stanici su smeštena dva centralna invertera, SN razvodno postrojenje, sistem za nadzor i jss veze sa lanca fotonaponskih ćelija.

U skladu sa predviđenom snagom SE „Gornje livade“, predviđa se jedna megavat stanica.

Kontejner sa čeličnim okvirom se postavlja zajedno sa betonskim temeljom. Termički izolovan inverterski odeljak omogućava rad u okruženju oštre temperature i vlažnosti i projektuje se za najmanje dvadeset i pet godina rada.

Šuplji betonski temelj ima dupli pod unutar inverterskog odeljka, što omogućava lak pristub za kablove i ožičenje. Dodatno, mala osnova invertera čini kontejner kompaktnim i omogućava lako podizanje običnom dizalicom, čime se pojednostavljuje prevoz.

Glavne prednosti ovakvog rešenja su:

- Dokazana tehnologija i pouzdane komponente;
- Kompaktni i robusni dizajn;
- Visoka ukupna efikasnost;
- Modularni i uslužni sistem;
- Dvostepeno prečišćavanje vazduha radi manjeg održavanja;
- Opšte služenje tokom radnog veka.

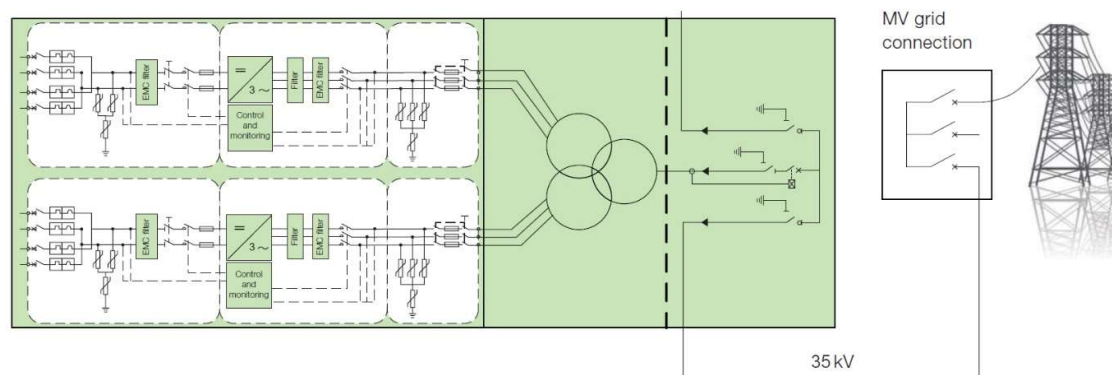
Izgled megavat stanice je dat na Slici 2:

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO



Slika 2 - Izgled megavat stanice

Principijelna šema megavat stanice je data na Slici 3:



Slika 3 - Principijelna šema megavat stanice

Tehničke karakteristike megavat stanice će biti određene u narednoj fazi projektovanja:

##### 4.5.1.9.5. Invertori (+UV)

Fotonaponski invertori se izrađuju u ispitanoj pretvaračkoj tehnologiji. Takvi invertori su visoko efikasan i optimalan način da se pretvori jednosmerna struja, koju stvaraju fotonaponski moduli u naizmeničnu struju visokog kvaliteta, slobodnu od ugljen – monoksida.

Koriste se po dva centralna invertera u pojedinačnoj megavat stanici, koji daju visok stepen pretvaranja i malu sopstvenu potrošnju.

U svakoj sekciji SE „Gornje livade“ se nalazi po jedan inverter, koji daje visok stepen pretvaranja i malu sopstvenu potrošnju.

Tehničke karakteristike invertera će se dati u narednoj fazi projektovanja.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.9.6. Jednosmerni razvod invertora (= NK )

Na jednosmernoj strani kablovi koji idu sa pojedinačnih sekcija modula elektrane su preko dvopolnih zaštitnih automatskih prekidača, preko zajedničke sabirnice grupe sekcija modula vezani na ulaze filtera za elektromagnetnu kompatibilnost (-ZK) na jednosmernoj strani pojedinačnog invertora. Pre ovog filtera se očno vezuju varistori za prenaponsku zaštitu jss strane invertora.

Nakon filtera je vezan jednosmerni razvod koji čine rastavljač i kontaktor i osigurač koji služi za neposrednu prekostrujnu zaštitu oba pola svih ulaza invertora. Kontaktor je povezan na sistem za upravljanje i nadzor u stanici, kao element automatike.

Na negativni pol invertora se vezuje takozvani GFPD osigurački uređaj, radi zaštite od zemljospoja na jss strani, prema uobičajenoj praksi i preporukama američkog standarda NEC Section 690.5.

U narednoj fazi projektovanja biće dati jednosmerni napon i struja merodavni za određivanje nazivnih vrednosti elemenata jss razvoda.

##### 4.5.1.9.7. Naizmenični razvod invertora (= NE )

Naizmenični razvod ovde u stvari ima ulogu opreme ili razvoda generatorskog napona. Sa naizmenične strane invertora se dobija naizmenični trofazni napon 0,8 kV, koji predstavlja generatorski napon SE „Gornje livade“. Elementi ovog razvoda su dva redno vezana filtera (-ZU1...2), nakon kojih se nalaze kontaktor i MCB – generatorski prekidač, koji se nalaze ispred transformora 0,8/10 kV/kV u megavat stanicama, koji ovde imaju ulogu blok transformatora. Ispred generatorskog prekidača se očno vezuju varistori za prenaponsku zaštitu naizmenične strane invertora.

Kontaktor je povezan na sistem za upravljanje i nadzor u stanici, kao element automatike.

U narednoj fazi projektovanja biće dati naizmenični napon i struja merodavni za određivanje nazivnih vrednosti elemenata naizmeničnog razvoda.

##### 4.5.1.9.8. Transformatori

U megavat stanicama se koriste suvi transformatori sa vakuumski zalivenim namotajem. Transformatori su projektovani da ispune zahteve za pouzdanost, izdržljivošću, koja se zahteva u FV primenama. Posebno je dizajniran i optimiziran za fotonaponske invertore da bi se dobile najbolje performanse kroz radni vek postrojenja.

Transformator je bezbedan po okolinu i nema nikavih isparljivih tečnosti koje mogu da ispare, i ne nosi nikakav rizik od požara ili eksplozije. Ima odlične mehaničke karakteristike i izdržljivost na kratak spoj.

##### 4.5.1.9.9. Razvodna postrojenja megavat stanice

Megavat stanica će se opremiti sa SF<sub>6</sub> izolovanim razvodnim postrojenjem (= K). Zaptiveni čelični rezervoar sa stalnim atmosferskim uslovima obezbeđuje visoki nivo pouzdanosti, kao i ličnu bezbednost. Sistem ne zahteva održavanje i projektovan je kompaktan i fleksibilno, što dozvoljava prilagodljivu konfiguraciju razvodnog postrojenja (= K).

##### 4.5.1.9.10. Prateća oprema

U prateću opremu spadaju:

- Priključne kutije fotonaponskih nizova sa njihovim nadzorom;
- Rešenja daljinskog nadzora.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.9.11. Veza sa razvodnim postrojenjem 10 kV „Gornje livade“

Kao što je već rečeno, od razvodnog postrojenja 10 kV SE „Gornje livade“ do planirane SE „Gornje livade“ povezivanje se u vodno – mernim ćelijama razvodnog postrojenja 10 kV = K vrši 10 kV vodom, projektovanim u skladu sa važećim pravilima i propisima za ovu vrstu elektroenergetskih objekata. Postavljaju se novi 6/10 kV kablovski vodovi tipa XHE 49 – A  $3 \times (1 \times 150) \text{ mm}^2$ , uključujući i povezivanje sa sa SF<sub>6</sub> izolovanim razvodnim postrojenjima (=K) u megavat stanicama SE „Gornje livade“ izradom suvih kablovskih završnica.

##### 4.5.1.10. Sopstvena potrošnja

Za napajanje potrošača sopstvene potrošnje u SE „Gornje livade“ predviđeni su sledeći naponi:

- naizmenični napon 3×400/230 V, 50 Hz;
- jednosmerni napon 110 V, jss.

##### 4.5.1.10.1. Transformacija 10/0,4 kV/kV

Za napajanje električnom energijom niskonaponskih potrošača predviđen je jedan dvonamotajni trofazni suvi transformator prenosnog odnosa  $(10 \pm 2 \times 2,5 \%) / 0,4 \text{ kV/kV}$ , snage 50 kVA.

Transformator je predviđen za unutrašnju montažu u razvodnom postrojenju 10 kV SE „Gornje livade“.

Hlađenje transformatora ostvaruje se prirodnom cirkulacijom vazduha.

Veza transformatora sa postrojenjem 10 kV ostvarena je razvezivim šinskim stezaljkama od bakra, a sa postrojenjem 0,4 kV ostvarena je četvorožilnim kablom PP00 1 kV  $4 \times 16 \text{ mm}^2$ .

Osnovne tehničke karakteristike transformatora sopstvene potrošnje biće date u narednoj fazi projektovanja.

##### 4.5.1.10.2. Naizmenični razvod 0,4/0,23 kV (=NE1)

Sopstvena potrošnja SE „Gornje livade“ napaja se iz kućnog energetskog transformatora 10/0,4 kV/kV, snage 50 kVA, koji će biti suvog tipa. Ove karakteristike se proveravaju proračunom. Pri tom se vodi računa o ograničenju struje magnećenja pri uključenju transformatora (inrush current).

Veza transformatora sopstvene potrošnje sa glavnim razvodom 0,4 kV (=NE) + NE1 predviđena je kablom PP00  $4 \times 16 \text{ mm}^2$ . Pomenuti razvod i njegov napojni kabl štite se prekidačem.

Iz glavnog razvoda sopstvene potrošnje + NE1 predviđeno je napajanje sledećih podrazvoda:

- +NG11 – Podrazvod spoljašnjeg osvetljenja SE „Gornje livade“;
- +NG12 – Podrazvod sopstvene potrošnje megavat stanice =MWS;
- +NG13 – Podrazvod sopstvene potrošnje megavat stanice =MWS;
- +NK – Jednosmerni razvod
- +YV1 – Video nadzor.

Svi podrazvodi snabdeveni su instrumentom za merenje napona i struje kao i podnaponskim relejima za kontrolu nestanka napona. Svi izvodi su štićeni automatskim zaštitnim prekidačima.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.10.3. Jednosmerni razvod

U okviru SE „Gornje livade“ za potrebe napajanja električnom energijom multifunkcionalnih mikroprocesorskih zaštitnih i upravljačkih releja i PLC - a, predviđen je naponski nivo 110 V jss.

Potrošači na naponskom nivou 110 V jss u normalnom pogonu direktno se napajaju sa automatski regulisanog ispravljača / punjača (ARIP), 230 V nz. / 110 V jss  $\pm$  10 i stacionarne AKU baterije koja je paralelno spojena na navedeni ispravljač na strani 110 V jss.

Karakteristike jednosmernog razvoda 110 V jss, ispravljača, akumulatorske baterije, ispravljača, njihovo povezivanje i režim rada biće dati u narednoj fazi projektovanja.

Iz jednosmernog razvoda +NK predviđeno je napajanje sledećih podrazvoda:

- +UC – Orman zajedničkog upravljanja;
- +K – Napajanje komandovanja i signalizacije ćelija 10 kV;
- +K – Napajanje okidača ćelija 10 kV;
- Sigurnosno osvetljenje.

##### 4.5.1.11. Upravljanje, merenje, zaštite i signalizacija

###### 4.5.1.11.1. Upravljanje

###### 1. Opšte

Sa gledišta upravljanja SE „Gornje livade“ se može posmatrati kao skup funkcionalnih celina i grupa, hijerarhijski organizovanih i tehnološki međusobno povezanih:

- 1) sekcija solarnih panela;
- 2) megavat stanica;
- 3) sopstvene potrošnje;

Projektno rešenje upravljanja SE „Gornje livade“ predviđa tri hijerarhijska nivoa upravljanja:

- 1) upravljanje na nivou pojedinačnih invertora - sekcija solarnih panela na svakom invertoru;
- 2) upravljanje na nivou megavat stanice.
- 3) upravljanje na nivou elektrane.

###### 2. Upravljanje na nivou grupe sekcija solarnih panela

U SE „Gornje livade“ je predviđeno dvanaest invertora, odnosno sekcija solarnih panela. Invertor sa sekcijom solarnih panela predstavlja posebnu funkcionalnu celinu i ima svoj upravljački uređaj, distribuirane U/I jedinice grupe sekcija solarnih panela, koji su izvršni organi PLC – a megavat stanice. Distribuirane U/I jedinice grupe sekcija solarnih panela biće smešten u inverterskom delu megavat stanica, gde je smeštena i ostala upravljačka oprema.

Pored ostalih funkcija upravljanja distribuirane U/I jedinice grupe sekcija solarnih panela bi vršile funkcije MPPTS (Maximum Power Point Tracking System) i u tu svrhu bi bile opremljene odgovarajućim softverom.

Na nivou invertora - sekcija solarnih panela je moguć samo automatski režim upravljanja.

Automatsko pokretanje grupe sekcija solarnih panela podrazumeva potpuno automatizovan i neprekinut proces sastavljen iz sledećih sekvenci:

- priprema i uključanje pomoćnih pogona;

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

- priprema parametara i uključenje sistema MPPTS (Maximum Power Point Tracking System);
- sinhronizacija i uključenje generatorskog prekidača.

### 3. Upravljanje na nivou megavat stanica

U SE „Gornje livade“ je predviđena jedna megavat stanica. Megavat stanica predstavlja posebnu funkcionalnu celinu i ima svoj upravljački uređaj, PLC – a megavat stanice, smešten u predviđenom delu megavat stanice, sa ostalom upravljačkom opremom.

Pored funkcija upravljanja radom megavat stanice PLC – a megavat stanice bi vršio upravljanje, nadzor i prikupljanje signala od sebi podređenih distribuiranih U/I jedinica grupe sekcija solarnih panela, odnosno MPPTS (Maximum Power Point Tracking System) i u tu svrhu bi bio opremljen odgovarajućim softverom.

Na nivou megavat stanice je moguć samo automatski režim upravljanja.

### 4. Upravljanje na nivou elektrane

Funkcionalne celine kao što su razvodno postrojenje 10 kV (=K) i sopstvena potrošnja su bitni za funkcionisanje cele elektrane pa su iz tog razloga upravljani preko glavnog PLC – a. Glavni PLC je smešten u ormanu +UC u razvodnom postrojenju 10 kV SE „Gornje livade“.

Na nivou elektrane su moguća dva režima upravljanja:

- 1) test;
- 2) automatski.

Za izbor režima upravljanja predviđena je izborna preklopka koja bi bila smeštena na vratima upravljačkog ormara (+UC).

#### TEST režim

Test režim je režim upravljanja koji pruža mogućnost ručnog upravljanja pojedinim pogonima u cilju provere ispravnosti, podešavanja i održavanja.

#### Automatsko upravljanje

Na nivou elektrane predviđen je:

- centralizovan i kompletan nadzor elektrane;
- upravljanje svim funkcionalnim celinama odnosno upravljanje megavat stanicom, grupom sekcija solarnih panela, razvodnim postrojenjem 10 kV, sopstvenom potrošnjom.

U procesu automatskog upravljanja sa nivoa elektrane uloga glavnog PLC - a je da „prati“ nivo predate snage SE putem MPPTS (Maximum Power Point Tracking System) i da na osnovu toga određuje kada i na koji način bi radili solarni paneli. Zadavanje ulaznih parametara i upravljačkih komandi agregatu se vrši putem komunikacione veze između glavnog i kontrolera megavat stanice.

U okviru automatskog upravljanja na nivou elektrane moguć je izbor mesta automatskog upravljanja LOKALNO - DALJINSKI i to putem izborne preklopke. Kao mesto daljinskog automatskog upravljanja predviđeno je centralno upravljačko mesto.

### 5. Zahvat i prenos signalizacija u SE „Gornje livade“

Zahvatanje signalizacija se vrši na sledeći način:

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

- Statusi prekidača i rastavljača za uzemljenje se vrši sa signalnih kutija i posredstvom međurelea se uvode u DI modul pripadajućeg numeričkog relea. Međurele treba da ima najmanje dva kontakta,
- Status numeričkih relea se uzima direktno sa živog kontakta samog relea, umnožava i uvodi u DI modul PLC - a, a drugi kontakt pobuđuje zbirni signal opomene,
- U svakom numeričkom releu konfigurisati dva izlazna signala: „Opomena“ i „Isključenje“, koji se umnožavaju i uvode u DI modul PLC - a, a drugi kontakt pobuđuje zbirni signal opomene/isključenja,

Predvideti i zbirni alarmni panel, na kome se prikazuju zbirni signali opomene i isključenja. Detalji zahvata i prenosa signalizacija u SE „Gornje livade“ biće dati u narednoj fazi projektovanja.

#### 6. Komunikaciono povezivanje opreme sistema upravljanja

Za realizaciju funkcija upravljanja, nadzora i monitoringa stanja agregata u SE „Gornje livade“, pomoću Modbus, PROFIBUS ili Ethernet „switch“- a biće povezani:

- glavni PLC;
- PLC megavat stanice;
- operatorski panel.

Ove veze će koristiti deo kapaciteta optičkih kablova.

Dodatne funkcije glavnog PLC – a u smislu komunikacije biće date u narednoj fazi projektovanja.

#### 7. Lokalna automatika

U SE „Gornje livade“ od funkcija lokalne automatike predvideti funkciju automatskog ponovnog uključenja prekidača (APU) u RP 10 kV. APU funkcije se konfigurišu u numeričkim releima ćelije 10 kV.

#### 8. Blokade

U SE „Gornje livade“ se realizuju mehaničke i električne blokade, kao i programske (softverske) blokade u okviru numeričkih relea pojedinih ćelija koje će biti definisane u narednoj fazi projektovanja.

#### 9. Lista signala

Grupe signala (na osnovu kojih će biti odabran kapacitet U/I modula), implementiranih u glavni PLC i kontrolere megavat stanica, u kasnijoj fazi projektovanja dati u tabeli ulazno - izlaznih signala. Ova tabela mora da sadrži najmanji broj signala neophodan za funkcionisanje U/I sistema.

#### 10. Veza sa nadležnim centrom upravljanja

Od postrojenja SE „Gornje livade“ do nadležne transformatorske stanice se polaže optički kabl za prenos informacija do nadležnog PDC po trasi energetskeg kabla, što je predmet posebnog projekta.

Kompletno postrojenje SE „Gornje livade“ mora biti opremljeno funkcijama merenja i daljinskog upravljanja iz nadležnog centra.

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

##### 4.5.1.11.2. Merenje

Merenje predate električne energije SE „Gornje livade“ vršiće se u objektu razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“ na strani 10 kV.

U SE „Gornje livade“ predviđeno je merenje električnih i neelektričnih veličina.

##### 1. Obračunsko merenje električne energije

Na mestu priključenja elektrane na distributivni elektroenergetski sistem, ugrađuje se merni uređaj za obračunsko merenje predate i preuzete električne energije između SE „Gornje livade“ i distributivnog elektroenergetskog sistema, koji se smešta u orman mernog mesta i povezuje sa mernim transformatorima u vodno – mernoj ćeliji 10 kV za priključenje SE „Gornje livade“ trafo stanice 110/35/10 „Vranje 2“. Navedeni orman mernog mesta se montira na zid.

Detalji obračunskog merenja električne energije biće dati u narednoj fazi projektovanja.

##### 2. Rele numeričke zaštite (merenje)

Ulaskom u mod „Measurement“ numeričkog relea na displeju relea se čitaju sva merenja koja numerički rele može da prikaže a to su, fazna struja, linijski i fazni naponi, nulta komponenta struje, inverzna komponenta struje i slično. Numerički rele merenja prikazuje lokalno sa mogućnošću prenosa merenja komunikacijom komunikacionim protokolom IEC standardom 60870 – 5 - 104. Prenos merenja komunikacionim putem sa relea numeričke zaštite se neće vršiti.

##### 3. Merni pretvarači i merni instrumenti

U ćeliji =K, 10 kV, upotrebljeni su merni pretvarači. Montaža pretvarača se vrši na vrata niskonaponskog odeljka –WH srednjenaponske ćelije, zatim na vrata ormana =NE 0,4 kV i vrata ormana =NK razvoda 110 V jss. Sa klik tasterima će se vršiti konfiguracija mernih pretvarača. Specifikacija mernih tačaka i mernih pretvarača će biti data u narednoj fazi projektovanja.

##### 4.5.1.11.3. Zaštite

Osnovni zadatak zaštita u SE „Gornje livade“ je da štiti opremu od mogućih oštećenja i havarija koje mogu nastupiti kao posledica poremećaja u mreži ili kvarova na opremi u elektrani.

U slučaju delovanja zaštite od unutrašnjih ili spoljašnjih kvarova dolazi do automatskog isključenja SE „Gornje livade“.

Pri nestanku napona u mreži DEES, SE „Gornje livade“ mora automatski da se isključi. Dolaskom napona u mrežu DEES stižu se uslovi za ponovno uključenje.

U narednoj fazi projektovanja biće predviđene mikroprocesorske zaštite sistema solarnih panela, blok transformatora, rasklopne opreme na 10 kV i 0,4 kV i jss sabirnicama, izvoda iz elektrane, kablova (električne zaštite) i zaštite sistema regulacije.

Zaštite obuhvataju sledeće celine:

- zaštite solarnih agregata;
- zaštite blok transformatora;
- 10 kV izvoda;
- 10 kV priključnog voda.
- sopstvene potrošnje.



#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

Za mikroprocesorske multifunkcionalne digitalne zaštite potrebno je obezbediti nezavisno zahvatanje merenih veličina (sa različitih jezgara strujnih i namotaja naponskih transformatora) i napajanje iz nezavisnog izvora pomoćnog jednosmernog napona.

Istovremeno, neophodno je obratiti pažnju na kompatibilnost i pravilan izbor strujnih i naponskih mernih transformatora pri podešavanju i izboru električnih zaštita.

Smeštanjem zaštite u ormane, uz obezbeđenje svih potrebnih radnih, kontrolnih i ispitnih funkcija i neophodnih komandnih i signalnih izlaza, obezbeđena je autonomnost sistema zaštita koja omogućava implementaciju istog u sistem upravljanja elektranom.

Sistem mikroprocesorskih zaštita obezbeđuje:

- veći izbor i fleksibilnost zaštitnih funkcija uz jednostavnije podešavanje, testiranje, eksploataciju i tako dalje;
- autodijagnostika/kontrola rada;
- lako povezivanje i uklapanje u moderne integrisane računarske sisteme za upravljanje agregatom/elektranom;
- ugradnja korak po korak do realizacije potpune koordinacije računarskog sistema zaštite i upravljanja.

##### 4.5.1.11.4. Signalizacija

Obuhvata signalizaciju radnih i alarmnih stanja. Izvedena je na razvodima, operatorskim panelima i monitorima procesne i operatorske stanice.

Signalizacija radnih stanja obuhvata:

- rad glavne opreme;
- rad pomoćne opreme;
- položaj rasklopnih i zaštitnih elemenata (prekidača i rastavljača);
- položaj panela;
- položaj preklopki za izbor mesta upravljanja.

Signalizacija alarmnih stanja obuhvata:

- ispad glavne opreme;
- ispad prekidača;
- kvar na pomoćnoj opremi (ventilatori, minimalni i maksimalni nivoi, delovanje kontaktnih termometara);
- ispad ili kvar funkcionalnih grupa.

##### 4.5.1.12. Kompenzacija reaktivne energije u SE „Gornje livade“

Faktor snage u SE „Gornje livade“ u odnosu na mrežu u režimu predaje ili prijema električne energije treba da iznosi  $\cos \varphi = 0,99$ .

Za održavanje zahtevane vrednosti faktora snage neophodna je ugradnja kondezatorskih baterija, čiji se kapacitet bira tako da ne sme da dođe do samopobuđivanja agregata.

Za dimenzionisanje postrojenja za kompenzaciju reaktivne snage treba uzeti u obzir:

- reaktivnu energiju potrebnu za rad solarnih panela;
- reaktivnu energiju potrebnu za potrošače SE kada paneli rade i kada nisu u pogonu;

#### 4.5. TEKSTUALNI DEO

- štetno dejstvo (mogućnost pojave viših harmonika).

Kondenzatorske baterije za kompenzaciju se, preko odgovarajućeg rasklopnog uređaja, priključuju na mrežnu stranu generatorskog rastavljača.

Kod SE „Gornje livade“, koja se može smatrati da radi sa više generatora i zajedničkim kompenzacionim uređajem mora se obezbediti da kompenzacioni uređaj bude opremljen automatskom regulacijom faktora snage ili da se sa isključenjem generatora isključuje njemu pripadajući udeo kompenzacije.

##### 4.5.1.13. Sistem za daljinski nadzor i upravljanje

Oprema sistema za daljinski nadzor i upravljanje - SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) će biti smeštena u kancelariji opslužioca SE „Gornje livade“ i sastojće se od:

- SCADA servera;
- dve operatorske stanice;
- inženjerske stanice;
- arhivskog i „web“ servera;
- sistema za vremensku sinhronizaciju.

Detaljniji opis opreme sistema za daljinski nadzor i upravljanje - SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) biće data u narednoj fazi projektovanja.

##### 4.5.1.14. Kablovski razvod

Izbor kablova je izvršen na osnovu dominantnog kriterijuma u zavisnosti od naponskog nivoa uzimajući u obzir strujnu nosivost kablova, vreme trajanja kvara kao i uslove polaganja.

Od razvodnog postrojenja 10 kV SE „Gornje livade“ do rekonstruisane vodno – merne 10 kV ćelije na sabirnicama ET1 u TS 110/35/10 kV/kV/kV „Vranje 2“ povezivanje se vrši 10 kV vodom, projektovanim u skladu sa važećim pravilima i propisima za ovu vrstu elektroenergetskih objekata. Postavlja se novi 6/10 kV kablovski vod tipa XHE 49 – A 3×(1×150) mm<sup>2</sup>, uključujući i povezivanje u megavat stanicama SE „Gornje livade“ i vodno - mernoj ćeliji razvodnog postrojenja 10 kV SE „Gornje livade“ izradom suvih kablovskih završnica. Kablovi se slobodno polažu u odgovarajući kablovski rov najvećim delom na neregulisanom terenu. Izgled rova je dat na odgovarajućem crtežu priloženom u grafičkoj dokumentaciji.

Napojni kablovi 0,4/1 kV su tipa XLPE00, PP00 i PP00 - Y 600/1000 V odgovarajućeg broja žila i preseka.

Komandni i signalni kablovi su tipa H05VVC4V5 - JZ, PP00 i LiYCY odgovarajućeg broja žila i preseka.

Spoljašnje kablovske trase su tako izabrane da je ukrštanje sa ostalim spoljašnjim instalacijama minimalno, a tamo gde ima ukrštanja i paralelnog vođenja sa drugim instalacijama treba postupiti u skladu sa aktuelnim tehničkim uslovima.

Preseci, tipovi kablova kao načini polaganja su izabrani prema SRPS IEC 60364 – 4 - 43 i SRPS IEC 60364 – 5 - 52 i TP3 EPS.

Konačna kablovska lista daće se u narednoj fazi projektovanja, kao i detaljan opis pojedinih kablovskih trasa.

4.5. TEKSTUALNI DEO

**4.5.1.15. Opšte instalacije SE „Gornje livade“**

**4.5.1.15.1. Instalacija unutrašnjeg osvetljenja i priključnica**

U SE „Gornje livade“ primeniće se sledeće vrste osvetljenja:

- Opšte;
- Pomoćno i
- Antipanično.

Izbor načina osvetljenja i tipa svetiljki namenjenih za izvođenje opšteg osvetljenja izvršiće se u sledećoj fazi projektovanja na osnovu namene i karakteristika prostorije kao i fotometrijskih zahteva koje treba ispuniti.

Uključivanje strujnih kola unutrašnjeg osvetljenja vršiće se lokalno, prekidačima postavljenim na pristupačnim mestima komandno – pogonske zgrade.

Antipanično osvetljenje podrazumeva korišćenje autonomnih fluorescentnih izvora svetlosti, snage 10 W, opremljenih modularnim sistemom „Emergence Kit ” koji uključuje modul sa AKU baterijom i pripadajućom servisnom elektronikom za punjenje baterije u normalnom režimu napajanja, zadovoljavajućeg nivoa osvetljenosti i stepena autonomije ½ h, koje u svom sastavu imaju NiCd baterije.

Razvodni orman osvetljenja i priključnica (+NG11), iz kojih se vrši napajanje sva tri osvetljenja (opšteg, pomoćnog i antipaničnog), nalaze se na zidu u razvodnom postrojenju 10 kV SE „Gornje livade“.

Projektom se predviđa i isporuka prenosne svetiljke sa ugrađenim sopstvenim baterijama. Punjač akumulatorske baterije je fiksiran na zid i ukomponovan sa nosačem na koji se svetiljka odlaže kada je van upotrebe. Pri tome se automatski vrši dopunjavanje baterije. Napajanje punjača predviđeno je iz monofazne priključnice. U slučaju potrebe, svetiljka se jednostavno odvaja od nosača/punjača, i spremna je za korišćenje.

Priključnice opšte namene će biti raspoređene na najpovoljnijim mestima u skladu sa ostalom opremom, enterijerom i tehničkim zahtevima i sve su opremljene zaštitnim kontaktima; monofazne 230 V, 50 Hz i trofazne 3 × 400/230 V, 50 Hz.

**4.5.1.15.2. Instalacija spolnog osvetljenja**

Ovim delom projekta obuhvaćeno je osvetljenje platoa ispred elektrane kao i puta za elektranu i unutar elektrane.

U okviru spolnog osvetljenja predviđa se samo opšte (bez pomoćnog i antipaničnog).

Predviđene su svetiljke sa natrijumskim izvorom svetlosti visokog pritiska snage do 150 W, (H1) sa metalnim kućištem stepena zaštite IP 55, na gvozdenim stubovima visine 5 m. Svi stubovi su povezani sa sistemom uzemljenja pomoću trake FeZn 25×4 mm<sup>2</sup> spolnog prstena.

Uključenje spoljašnje rasvete predviđeno je pomoću foto releja smeštenog u orman = NG, na kome je takođe moguće podesiti i ručno uključenje iste.

**4.5.1.15.3. Osvetljenje razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“**

Predviđa se osvetljenje unutrašnjosti prostorije u koju se smešta razvodno postrojenje 10 kV. Napajanje instalacije osvetljenja se obezbeđuje sa preko nezavisnog uređaja za napajanje daljinske stanice (sistema besprekidnog napajanja). Predviđa se osvetljenje sa što manjom potrošnjom električne energije (LED rasveta).

4.5. TEKSTUALNI DEO

**4.1.5.16. Instalacija gromobrana, uzemljenja i izjednačenja potencijala SE „Gornje livade“**

U SE „Gornje livade“, odnosno megavat stanicama i postrojenju solarnih panela predviđen je, saglasno propisima i dispozicionim uslovima, sistem zaštite od atmosferskih, sklopnih i tranzijentnih prenapona koji objedinjuje:

- Pogonsko uzemljenje;
- Zaštitno uzemljenje,
- Sistem za glavno i dopunsko izjednačenje potencijala,
- Sistem prihvatnih i spusnih provodnika za zaštitu od atmosferskih prenapona.

Biće obuhvaćena instalacija uzemljenja, izjednačenja potencijala i gromobrana u skladu sa SRPS N.B4. 800, 801, 802 i 803. u cilju postizanja zadovoljavajućeg nivoa zaštite objekta. Detaljan opis će se dati u narednoj fazi projektovanja.

**4.5.1.16.1. Uzemljenje razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“**

Uzemljivač se tako formira što se napravi jedan prsten oko celog objekta a unutar prstena se formirana mreža tako što se najkraćim putem povezuju svi metalni delovi koji normalno ne pripadaju strujnom kolu, a mogu doći pod napon. Detaljan opis će se dati u narednoj fazi projektovanja.

**4.5.1.17. Telekomunikacioni sistem SE „Gornje livade“**

Namena telekomunikacionog sistema SE „Gornje livade“ je međusobno povezivanje opreme sistema upravljanja na pojedinim SE, kao i povezivanje na daljinski (dispečerski) Centar upravljanja (nije predmet projekta).

Od postrojenja SE „Gornje livade“ do nadležne transformatorske stanice polaže se optički kabl za prenos informacija do nadležnog PDC po trasi energetskog kabla.

Komunikacija između komandno – pogonske zgrade i postrojenja SE „Gornje livade“ ostvariće se pomoću optičkog kabla do pojedinačnih megavat stanica.

Način postavljanja optičkog kabla odgovaraće načinu prenosa električne energije, kablovima položenim u zemlju po trasi energetskih kablova koji povezuju pojedinačne megavat stanice sa komandno – pogonskom zgradom. U slučaju da se kabl polaže u zemlju, obavezna je upotreba cevi za polaganje. Karakteristike optičkog kabla zavisice i od karakteristika korišćenih „switch“ uređaja, kao i ostalih aktivnih komunikacionih uređaja. Konačno tehničko rešenje telekomunikacionog sistema biće definisano nakon što se definiše način prenosa električne energije i proizvođač telekomunikacione opreme i opreme sistema upravljanja.

Optički kablovi će biti postavljeni od optičkog razdelnika u telekomunikacionom ormanu na megavat stanicama do optičkog razdelnika u telekomunikacionom ormanu u zgradi razvodnog postrojenja 10 kV „Gornje livade“.

Sistem upravljanja SE „Gornje livade“, oprema u megavat stanicama, oprema za merenje nivoa sunčevog zračenja i sistem video nadzora koristiće nezavisno odgovarajući deo kapaciteta pomenutih optičkih kablova.

**4.5.1.18. Sistem video nadzora**

Sistem video nadzora predviđen je za potrebe kontrole pristupa objektima SE „Gornje livade“, i solarnim panelima, kao i pregleda situacije unutar pomenutih objekata.

---

4.5. TEKSTUALNI DEO

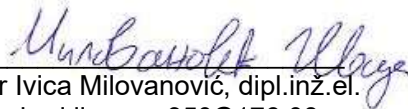
S obzirom na predviđene telekomunikacione veze između objekata i na međusobnu fizičku udaljenost objekata, projektom je predviđen IP sistem video nadzora. Najveća prednost sistema video nadzora baziranog na IP tehnologiji jeste njegova skalabilnost i fleksibilnost, odnosno lako proširenje i promena funkcionalnosti sistema.

Sistem video nadzora obuhvataće sledeću opremu:

- pokretne i fiksne dan/noć IP kamere sa ugrađenim koderima za kompresiju signala;
- mrežni video rekorder (NVP – Network Video Recorder);
- nadzorna stanica sa TFT monitorom 24", tastaturom sa džojstikom i mišem;
- softveri za inteligentnu analizu i upravljanje video materijalom (uključujući i dekodere);
- ormari za smeštaj opreme sistema video nadzora;
- pomoćna oprema i instalacije.

Detaljan opis sistema video nadzora biće dat u narednoj fazi projektovanja.

Odgovorni projektant

  
mr Ivica Milovanović, dipl.inž.el.  
broj licence 350G176 08

## 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

### **Sadržaj poglavlja**

#### **4.6.1. Tehnički proračuni**

- 4.6.1.1. Određivanje potrebnog broja fotonaponskih panela, modula i sekcija
- 4.6.1.2. Izbor i optimalna dispozicija invertora i megavat stanice
- 4.6.1.3. Proračun minimalnog preseka kabla 10 kV od TS 110/35/10 kV/kV/kV Vranje 2 do postrojenja SE „Gornje livade“ po kriterijumu dozvoljenog strujnog opterećenja
- 4.6.1.4. Provera preseka odabranog kabla na termičko naprezanje provodnika u kratkom spoju
- 4.6.1.5. Provera preseka električne zaštite kabla (Cu ekran)

#### **4.6.2. Procenjena vrednost opreme i radova**

#### 4.6.1. TEHNIČKI PRORAČUNI

Ovom sveskom Idejnog rešenja izvršeni su sledeći proračuni i provere:

- Određivanje potrebnog broja fotonaponskih panela, klastera i sekcija;
- Izbor i optimalna dispozicija invertora i megavat stanice;
- Proračun minimalnog preseka kabla 10 kV od TS 110/35/10 kV/kV/kV Vranje 2 do postrojenja SE „Gornje livade“ po kriterijumu dozvoljenog strujnog opterećenja;
- provera preseka odabranog kabla na termičko naprezanje provodnika u kratkom spoju;
- provera preseka električne zaštite kabla (Cu ekran).

##### 4.6.1.1. Određivanje potrebnog broja fotonaponskih panela, klastera i sekcija

Nazivna prividna snaga svakog pojedinačnog fotonaponskog panela je  $P_{\max} = 600 \text{ Wp}$ .

U jednom fotonaponskom modulu elektrane se nalazi 7×4 PV fotonaponskih panela. Odavde sledi da je snaga jednog fotonaponskog modula elektrane  $P_{\text{memax}} = 28 \times 600 \text{ Wp} = 16800 \text{ Wp} = 16,80 \text{ kWp}$ .

Zahtevana snaga grupe, odnosno sekcije fotonaponskih modula elektrane po invertoru je  $P_{\text{inv}} = 255 \text{ kWp}$ .

Ukoliko se usvoji prethodno opisani raspored, fotonaponskih panela ima ukupno 5000, ukupne instalisane snage 3000 kWp, odnosno 3 MW. Po 7×4 FP, koji su međusobno vezani redno, je vezano u klaster i klasteri su povezano paralelno u sekciju na ulaze Invertora. Invertori imaju sistem MPPTS (Maximum Power Point Tracking System) i na taj način se sva proizvedena električna energija predaje u mrežu.

Na osnovu poslednjeg rezultata, potreban broj fotonaponskih panela za SE „Gornje livade“ je:

$N_{\text{up}} = 7 \times 4 \times N \approx 5000$  fotonaponskih panela, pa je broj modula

$$N = \frac{N_{\text{up}}}{28} = 180$$

Može se smatrati da je ovakav raspored, broj i grupisanje panela prihvatljiv iz razloga najboljeg načina međusobnog povezivanja, izbora kablova i sklopne opreme za jednosmerni razvod.

##### 4.6.1.2. Izbor i optimalna dispozicija invertora i megavat stanice

Izbor opreme invertora je uslovljen usvojenim tehničkim rešenjem megavat stanice i nazivnih karakteristika predviđenih za nju. Karakteristike invertora su date u tehničkom opisu.

Izvršeno je usklađivanje predviđene snage invertora i grupe sekcija solarnog panela koja se vezuje na inverter.

Optimalna dispozicija invertora je odabrana na osnovu broja predviđenih megavat stanica, mogućnosti optimalnih trasa napajanja i komunikacionih kablova, kao i težnje da budu što bliži solarnim panelima kao pogonskim agregatima.

S obzirom na to da je prividna naizmenična snaga na izlazu iz invertorskog razvoda:

$S_n = 255 \text{ kVA}$ ,

a nominalni generatorski napon  $U_n = 0,8 \text{ kV}$ , nominalna struja na izlazu iz invertora (generatorska struja) je



## 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

$$I_n = \frac{255}{0,8\sqrt{3}} = 184,03 \text{ A}$$

Ove vrednosti struje, snage i napona su merodavne za određivanje elemenata opreme na naizmeničnoj strani invertora (generatorskoj strani) megavat stanice.

S obzirom na to da je prividna naizmenična snaga na izlazu iz megavat stanice:

$$S_n = 3150 \text{ kVA},$$

a nominalni napon na izlazu,  $U_n = 10 \text{ kV}$ , nominalna struja na izlazu iz megavat stanice

$$I_n = \frac{3150}{10\sqrt{3}} = 181,87 \text{ A}.$$

Ove vrednosti struje, snage i napona su merodavne za određivanje elemenata opreme u razvodnoj ćeliji 10 kV megavat stanice.

**4.6.1.3. Proračun minimalnog preseka kabla 10 kV od TS 110/35/10 kV/kV/kV Vranje 2 do postrojenja SE „Gornje livade“ po kriterijumu dozvoljenog strujnog opterećenja**

Maksimalna prividna snaga SE „Gornje livade“ iznosi:

$$S_{\max} = 3000 \text{ kVA}$$

U tom slučaju, maksimalna nominalna struja merodavna za opterećenje kabla iznosi:

$$I_{\max} = \frac{S_{\max}}{U_n\sqrt{3}} = \frac{3000}{10\sqrt{3}} = 173,20 \text{ A}$$

Ovu snagu treba da prenese kablovski vod od tri jednožilna kabla XHE 49 - A  $1 \times 150 \text{ mm}^2$ , to jest, kablovski vod  $3 \times 1 \times \text{XHE 49 - A } 1 \times 150 \text{ mm}^2$  6/10 kV

Dozvoljeno opterećenje kablovskog voda će biti određeno u skladu sa poglavljem 24 Tehničkih preporuka (TP-3 JP EPS) uz doslednu primenu i puno uvažavanje preporuka proizvođača.

Dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda računa se prema izrazu:

$$I_{\text{doz}} = k_{\text{op}} \cdot k_{\text{et}} \cdot k_{\text{pt}} \cdot k_{\text{bk}} \cdot I_{\text{nd}}$$

gde su:

$I_{\text{doz}}$  - dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda u amperima (A) za date uslove polaganja;

$I_{\text{nd}}$  - naznačena vrednost dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda u amperima (A), koja se uzima iz tabele za strujno opterećenje XHE 49 (-A) 6/10 kV kabla.

Za predviđeni kabal tipa  $3 \times 1 \times \text{XHE 49 - A } 1 \times 150 \text{ mm}^2$  6/10 kV, proizvođač, u skladu sa IEC 60502-2 standardom, garantuje dozvoljeno strujno opterećenje pri polaganju u zemlju tri jednožilna kabla u trouglastom snopu:

$$I_{\text{nd}} = 340 \text{ A}$$

- pri sledećim uslovima:

- temperatura zemljišta  $20^\circ\text{C}$ ;
- specifični toplotni otpor zemlje  $1 \text{ Km/W}$ ;
- dozvoljena temperatura provodnika  $90^\circ\text{C}$ ;
- električna zaštita uzemljena na oba kraja.

Za određeni tip energetskog kabla i uslove polaganja, u rovu sa posteljicom od peska, standardima i preporukama su definisane vrednosti korekcionih faktora.

## 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

Najkritičniji slučaj sa stanovišta prenosa snage, koja je konstantna tokom cele godine, imamo u letnjem periodu zbog visoke temperature tla i isušivanja tla, te će se za taj slučaj i definisati vrednosti korekcionih faktora.

$k_{op}$  - sačinilac promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od faktora opterećenja  $m$ ;  $k_{op} = 0.75$  za stalno industrijsko opterećenje ( $m = 1$ ),  $k_{op} = 1$  za promenljivo distributivno opterećenje ( $m = 0.7$ ). U ovom slučaju je:

$$k_{op} = 0.75$$

$k_{\theta_t}$  - sačinilac promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od temperature tla  $\theta_t$  na dubini polaganja kabla, i u opsegu  $+5^\circ\text{C} \leq \theta_t \leq +40^\circ\text{C}$  računa se prema izrazu:

$$k_{\theta_t} = 1 + 0.007 \cdot (20 - \theta_t)$$

Usvaja se da srednja dnevna temperatura tla u letnjem periodu iznosi  $\theta_t \sim 20^\circ\text{C}$ , pa zamenom u izraz za izračunavanje sačinioca promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od temperature tla dobijena je vrednost  $k_{\theta_t} = 1.00$ .

$k_{pt}$  - sačinilac promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od specifične toplotne otpornosti tla  $\rho_t$ , i dobija se iz tabele 24.4 TP - 3 JP EPS, u svemu u saglasnosti sa propisom IEC 287.

Specifična toplotna otpornost tla  $\rho_t$  u letnjem režimu kada dolazi do isušivanja zemljišta iznosi  $\rho_t = 2.5 \text{ Km/W}$ , odnosno za sačinilac promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od specifične toplotne otpornosti tla  $k_{pt} = 0.68$  (na osnovu tabele 24.4 TP - 3 ED Srbije).

$k_{bk}$  - sačinilac promene dozvoljenog strujnog opterećenja kablovskog voda od broja položenih vodova u rovu i međusobnog udaljenja kablovskih vodova "a", dobija se iz tabele 24.5 TP - 3 ED Srbije, u svemu u saglasnosti sa propisom IEC 287.

Za slučaj kada je samo jedan vod položen u rovu sačinilac  $k_{bk} = 1$ .

3.3 Zamenom proračunatih korekcionih faktora u izraz za dozvoljeno strujno opterećenje kablovskog voda  $3 \times 1 \times \text{XHE } 49 - \text{A } 1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ 6/35 kV}$ , dobija se:

$$I_{\text{doz}} = k_{op} \cdot k_{\theta_t} \cdot k_{pt} \cdot k_{bk} \cdot I_{\text{nd}} = 0.75 \cdot 1.00 \cdot 0.68 \cdot 1 \cdot 340 = 173.4 \text{ A} > 173.2 \text{ A (LETO)}$$

Ovim je dokazano da odabrani kablovski vod zadovoljava  $3 \times 1 \times \text{XHE } 49 - \text{A } 1 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ 20/35 kV}$  najkritičniji slučaj sa stanovišta prenosa snage.

#### 4.6.1.4. Provera preseka odabranog kabla na termičko naprezanje provodnika u kratkom spoju

Minimalni presek aluminijskog provodnika obzirom na termičko naprezanje u režimu kratkog spoja računa se prema SRPS IEC 60865 - 1:1996.

Goli provodnici imaju dovoljnu termičku čvrstoću pri kratkom spoju sve dok je ispunjena sledeća relacija:

$$I_{\text{th}}^2 \cdot T_k \leq K^2 \cdot A^2$$

gde je:

$I_{\text{th}}$  – termički ekvivalentna kratkotrajna struja;

$T_k$  – trajanje struje kratkog spoja;

$A$  – poprečni presek glavnog provodnika;

$K$  – faktor koji uzima u obzir specifičnu provodnost, temperaturni koeficijent i toplotni kapacitet materijala provodnika, i odgovarajuću početnu i krajnju temperaturu.

$$K = \sqrt{\frac{\kappa_{20} \cdot c \cdot \rho}{\alpha_{20}} \cdot \ln \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_e - 20^\circ\text{C})}{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_b - 20^\circ\text{C})}}$$

## 4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

gde je:

$c$  - specifični toploti kapacitet (J/(kg °C));

$\alpha_{20}$  - temperaturni koeficijent (1/°C);

$\kappa_{20}$  - specifična provodnost na 20°C (1/(Ωm));

$\rho$  - specifična gustina (kg/m<sup>3</sup>);

$\theta_b$  - temperatura probodnika na početku kratkog spoja (°C);

$\theta_e$  - temperatura probodnika na kraju kratkog spoja (°C).

Iz prethodnih relacija se izvodi izraz za proračun minimalnog preseka aluminijuskog provodnika obzirom na termičko naprezanje u režimu kratkog spoja:

$$A_{\min} = I_{th} \cdot \sqrt{\frac{1}{\kappa_{20} \cdot c \cdot \rho}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\ln \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_e - 20^\circ\text{C})}{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_b - 20^\circ\text{C})}}} \cdot \sqrt{T_k}$$

Uprošćeni oblik ovog izraza je:

$$A_{\min} = I_{th} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \sqrt{T_k} \text{ (mm}^2\text{)}$$

gde je:

$$k_1 = \sqrt{\frac{1}{\kappa_{20} \cdot c \cdot \rho}} \quad \text{-- koeficijent materijala provodnika}$$

$$k_2 = \sqrt{\frac{1}{\ln \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_e - 20^\circ\text{C})}{1 + \alpha_{20} \cdot (\theta_b - 20^\circ\text{C})}}} \quad \text{-- koeficijent temperature provodnika}$$

Za aluminijumski provodnik važe sledeći podaci:

$$\rho = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \quad c = 910 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad \kappa_{20} = 34,8 \cdot 10^6 \frac{1}{\Omega \cdot \text{m}}; \quad \alpha_{20} = 0,004 \frac{1}{^\circ\text{C}};$$

pa vrednost koeficijent materijala provodnika  $k_1$  iznosi:

$$k_1 = 6,84 \frac{\text{mm}^2}{\text{kA} \cdot \text{s}^{1/2}};$$

Koeficijent temperature za aluminijumski provodnik za krajnju temperaturu provodnika u kratkom spoju  $\theta_e = 250^\circ\text{C}$  i početnu temperaturu od  $\theta_b = 90^\circ\text{C}$  iznosi:

$$k_2 = 1,57;$$

Na osnovu podataka iz preporuke TP - 3 EDS (Izbor i polaganje energetskih kablova) tipizirana subtranzijentna struja merodavna za dimenzionisanje opreme na naponskom nivou 35 kV iznosi 14 kA, za vreme trajanja kratkog spoja od najviše  $t = 0.5 \text{ s}$ .

Vrednost minimalnog preseka aluminijuskog provodnika, za vreme trajanja kratkog spoja od  $T_k = 0.5 \text{ s}$ , iznosi:

$$A_{\min} = I_{th} k_1 k_2 \sqrt{T_k} \text{ (mm}^2\text{)} = 14 \times 6.84 \times 1.57 \times \sqrt{0.5} \text{ mm}^2 = 105,40 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2$$

4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

Minimalni presek aluminijumskog provodnika energetskog kabla koji izdržava struju kvara u predviđenom vremenu je  $105.40 \text{ mm}^2$  što je manje od usvojenog preseka kabla ( $150 \text{ mm}^2$ ) te on zadovoljava po kriterijumu kratkog spoja.

**4.6.1.5. Provera preseka električne zaštite kabla (Cu ekran)**

Obzirom da se struja zemljospoja ne menja u vremenu, najmanji dozvoljeni presek provodnika u sistemu uzemljenja pri kratkotrajnom zagrevanju određuje se pomoću izraza [*Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V*, Sl. glasnik 61/95]:

$$q_{\min} = k \cdot I \cdot \sqrt{t},$$

gde su:

$q_{\min}$  – najmanji dozvoljeni presek za struju  $I$  u ( $\text{mm}^2$ );

$I$  – struja merodavna za toplotni proračun (kA);

$t$  – trajanje struje  $I$  u (s);

$k$  – sačinilac koji za bakar ima vrednost  $6.25 \text{ mm}^2(\text{kA})^{-1}\text{s}^{-1/2}$ .

Neutralna tačka transformatora u TS 110/35 kV/kV uzemljena preko niskoomske impedanse koja ograničava struju jednofaznog zemljospoja na 300 A. Zato će se dalji proračuni raditi sa strujom jednofaznog zemljospoja od 300 A. Prema [*Tehnička preporuka br. 6, Uzemljenje neutralnih tačaka u elektrodistributivnim mrežama 110 kV, 35 kV, 20 kV, 10 kV i 0.4 kV, 4 izdanje, Decembar 1998, Beograd*] TP - 6, za mreže 10 kV čija je neutralna tačka uzemljena preko niskoomske impedanse vreme delovanja zemljospojne zaštite treba da bude od 0.5 do 1 s. U daljim proračunima koristiće se vreme isključenja 1 s, kao nepovoljnije sa aspekta toplotnog naprezanja sistema uzemljenja.

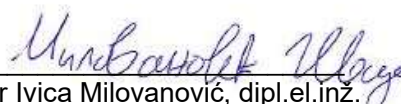
Zamenom vrednosti u formulu za  $q_{\min}$  dobija se:

$$q_{\min} = 6,25 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{1} = 1,875 \text{ mm}^2.$$

Sa aspekta toplotnog naprezanja provodnika u sistemu uzemljenja presek električne zaštite kabla ne sme biti manji od  $1,875 \text{ mm}^2$ .

Ova vrednost je višestruko manja od poprečnog preseka električne zaštite kablova –  $25 \text{ mm}^2$ .

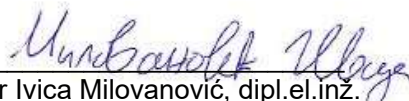
Odgovorni projektant

  
mr Ivica Milovanović, dipl.el.inž.  
licenca broj 350 G176 08

#### 4.6.2. PROCENJENA VREDNOST OPREME I RADOVA

r.br.		Jed.cene	Količina	Ukupno
		EUR		EUR
A.1.	Isporučka i montaža solarnih panela	102,00	3000 kWp	306.000,00
A.2.	Isporučka i montaža megavat stanice (= MWS)	250.000	1 komad	250.000,00
A.3.	Isporučka i montaža transformatora sopstvene potrošnje 10/0,4 kV/kV, 50 kVA, Dyn5	7.000,00	1 komad	7.000,00
A.4.	Isporučka i montaža tipski testiranog, metalom oklopljenog razvoda (=NE+NE1) 0,4 kV sa ugrađenim bakarnim sabirnicama, ožičenjem i svim ostalim potrebnim materijalima.	9.500,00	1 komad	9.500,00
A.5.	Isporučka i montaža tipski testiranog, metalom oklopljenog jednosmernog razvoda 110 V, jss sa ispravljačem, baterijama i zaštitnom opremom i svim ostalim potrebnim materijalima.	5.000,00	1 komad	5.000,00
A.6.	6/10 kV kablovski vod od razvodnog postrojenja 10 kV do TS 110/35/10 kV/kV/kV Vranje 2	32.690,00	1 komplet	32.690,00
A.7.	Isporučka i montaža kabla PP00 4×16 mm <sup>2</sup>	7,00	120 m	840,00
A.8.	Isporučka i montaža kabla XLPE00 3×300 + 150 mm <sup>2</sup> .	12	600 m	7.200,00
A.9.	Isporučka i montaža kabla XLPE00 1×400 mm <sup>2</sup>	12	600 m	7.200,00
A.10.	Isporučka i montaža kabla PP00 1×25 mm <sup>2</sup>	2,2	4.800 m	10.560,00
A.11.	Isporučka i montaža kabla za jednosmernu struju PP00 1×4 mm <sup>2</sup> .	1,6	23.760 m	38.016,00
A.12.	Ispitivanje instalacije i puštanje u rad fotonaponske elektrane "Gornje livade"	6.000,00	1 komad	6.000,00
A.	UKUPNO RSD (poz. A.1 - A.12)			680.006,2

Odgovorni projektant

  
mr Ivica Milovanović, dipl.el.inž.  
licenca broj 350 G176 08

## 4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

### Spisak crteža

Oznaka crteža	Naziv crteža
E - 01	Dispozicija SE „Gornje livade“
E - 02	Jednopolna šema SE "Gornje livade"
E - 03	Sekcija modula SE „Gornje livade“
E - 04	Blok šema upravljanja SE „Gornje livade“
E - 05	Kablovski rov za polaganje kabla 10 kV








LEGENDA:

- granica katastarskih parcela
- regulaciona linija
- građevinska linija
- podzemni kablovski vod 10 kV

 POSEIDON ENERGY	Investitor: "Sunflow South" d.o.o. Humška broj 6, 11000 Beograd		
	Solarna elektrana "Gornje livade"		
Odgovorni projektant: mr Ivica Milovanović, dipl.inž. el.	Objekat: sa priključnim kablom 10 kV		
	Lokacija: SE GORNJE LIVADE		
Projektant saradnik: Dragan Josić, dipl.inž. grad.	predmet: Dispozicija SE "Gornje livade"		
	sa kablom 10 kV za priključenje na ODS		
projekat:		razmera:	R 1:250
Maj 2024		Elektraenergetski	
		IdR	E-01



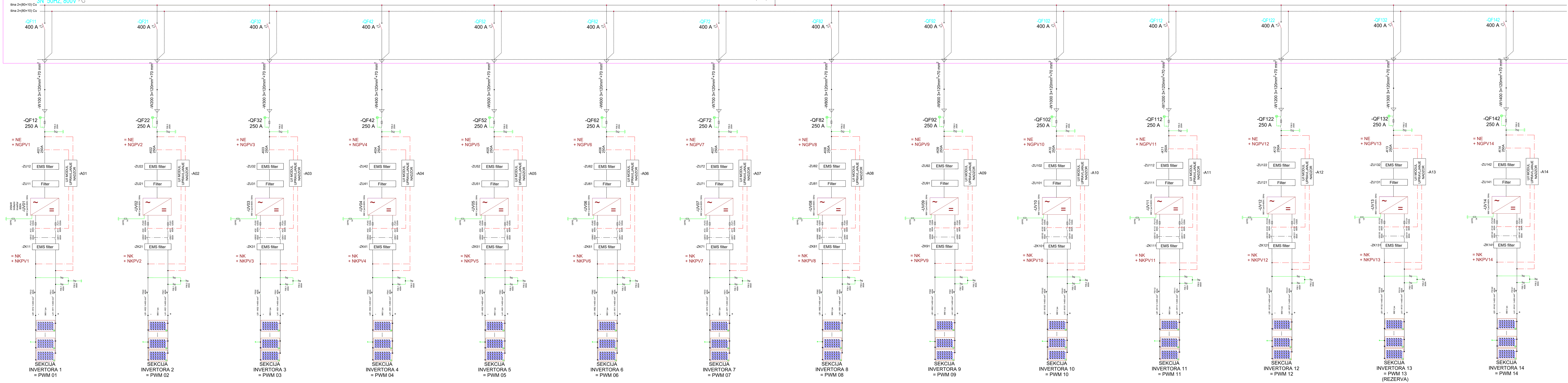
= MWS

KA TRANSFORMATORSKOJ STANICI  
110/35/10kV/kV/kV "VRANJE 2"

-T01  
3150kVA  
10kV+2x2.5%/0.8kV  
Dyn5

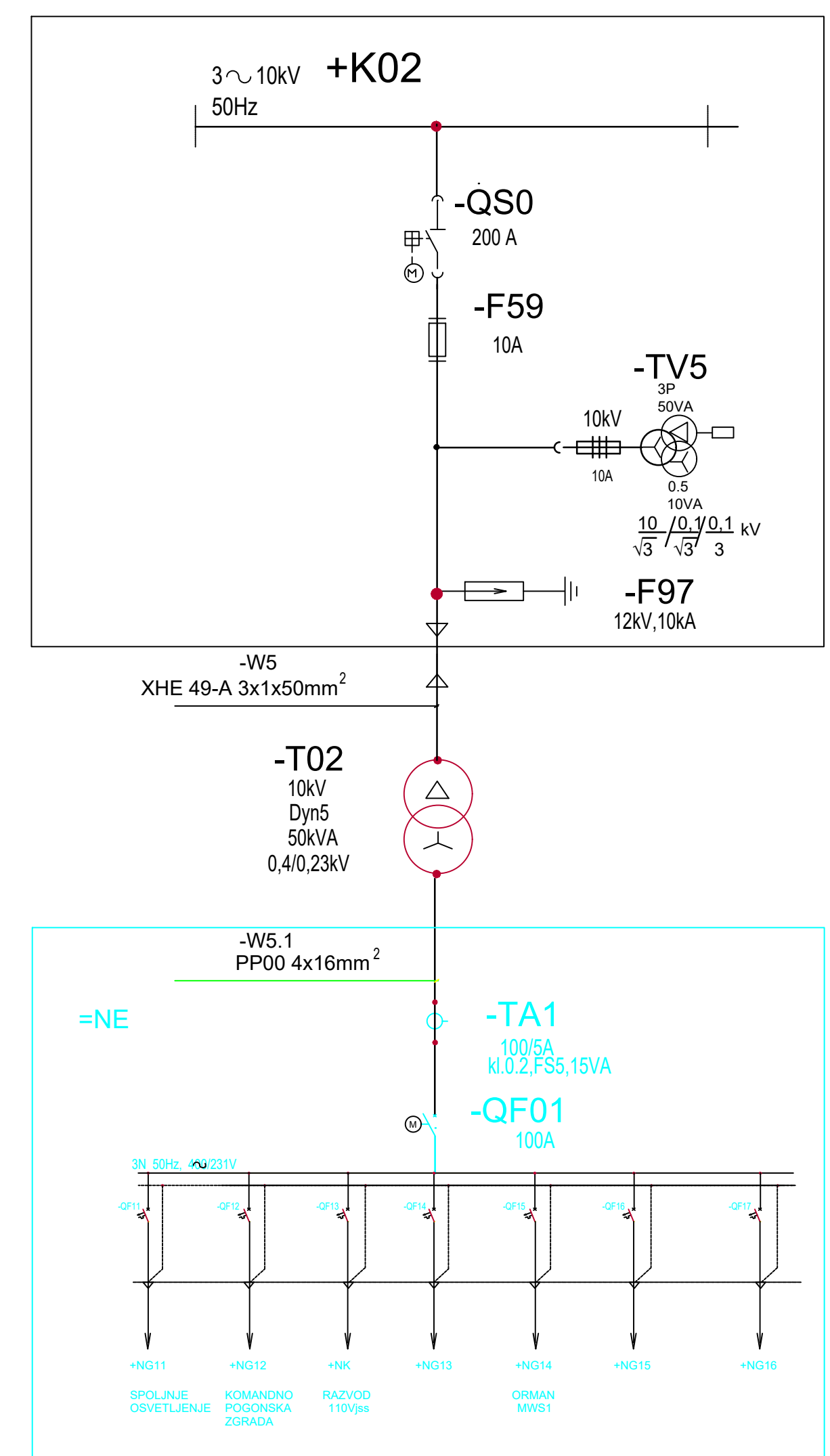
= NE

3N 50Hz, 800V ~



RP 10 kV

=K



RAZVOD SOPSTVENE POTROŠNJE  
SE "Gornje livade"

Predviđena je instalacija 12 (14) invertora  
Nazivne snage invertora: 255 kW

Predviđena je instalacija 5000 solarnih panela.  
Nazivna snaga modula: 600 Wp

Instalisana snaga invertora:  
12 kom x 250 kW = 3000 kW  
Maksimalna snaga invertora:  
14 kom x 255 kW = 3570 kW

Instalisana snaga solarnih panela:  
5000 kom x 600 W = 3000 kW

Instalisana snaga  
SE Gornje livade iznosi 3000 kW

	Investitor: "Sunflow South" d.o.o. Humuska broj 6, 11000 Beograd
Odgovorni projektant: mr Ivica Milovanović, dipl.inž. el.	Objekat: Solarna elektrana "Gornje livade" lokalizacija: SE GORNJE LIVADE KO Srednja, opština Vrsarje
projektant saradnik: Dragan Josić, dipl.inž. grad.	predmet: Jednopolna šema SE "Gornje livade"
Maj-2024	razmera: 1:1000 faza: IDR Crtež broj: E-02



NA INVERTOR 1

W12 1×400 mm<sup>2</sup>

W11 1×400 mm<sup>2</sup>

LB1 ●

● LA1

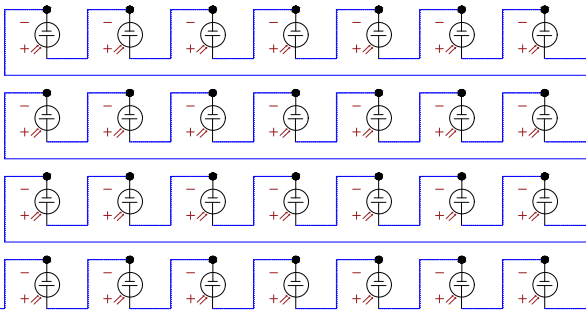
969 V jss

=PWM01

+PWM19

W11.19 1×4 mm<sup>2</sup>

W12.19 1×4 mm<sup>2</sup>

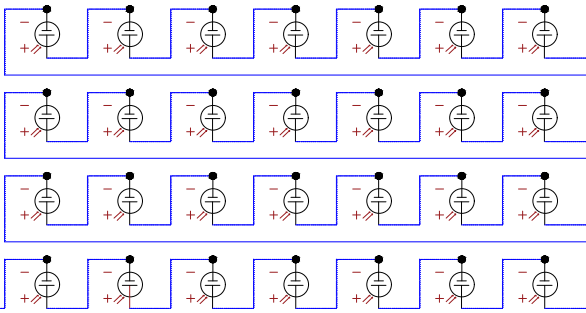


19

⋮

W11.2 1×4 mm<sup>2</sup>

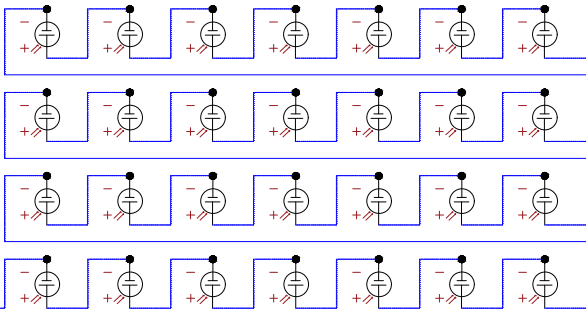
W12.2 1×4 mm<sup>2</sup>



2

W11.1 1×4 mm<sup>2</sup>

W12.1 1×4 mm<sup>2</sup>



1

1×10 mm<sup>2</sup>

+PWM2

+PWM1

SEKCIJA  
INVERTORA 1  
= PWM 01



POSEIDON  
ENERGY

Odgovorni projektant:  
mr Ivica Milovanović,  
dipl.inž. el. *ML*

projektant saradnik:  
Dragan Josić, dipl.inž.  
građ.

Maj-2024

Investitor: "Sunflow South" d.o.o.  
Humka broj 6, 11000 Beograd

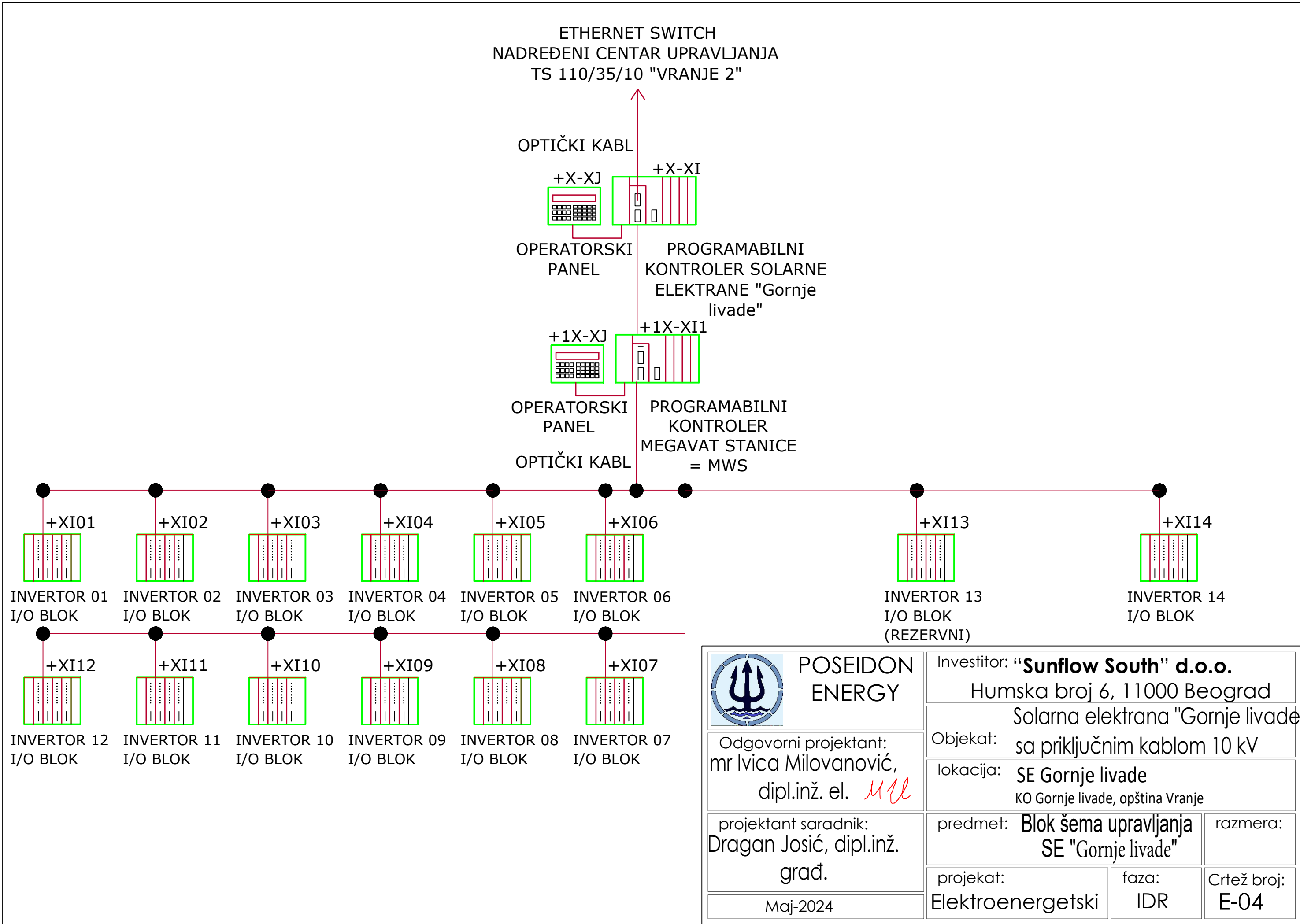
Objekat: Solarna elektrana "Gornje livade" sa  
priklučnim kablom 10 kV

lokacija: SE Gornje livade  
KO Soderce, opština Vranje

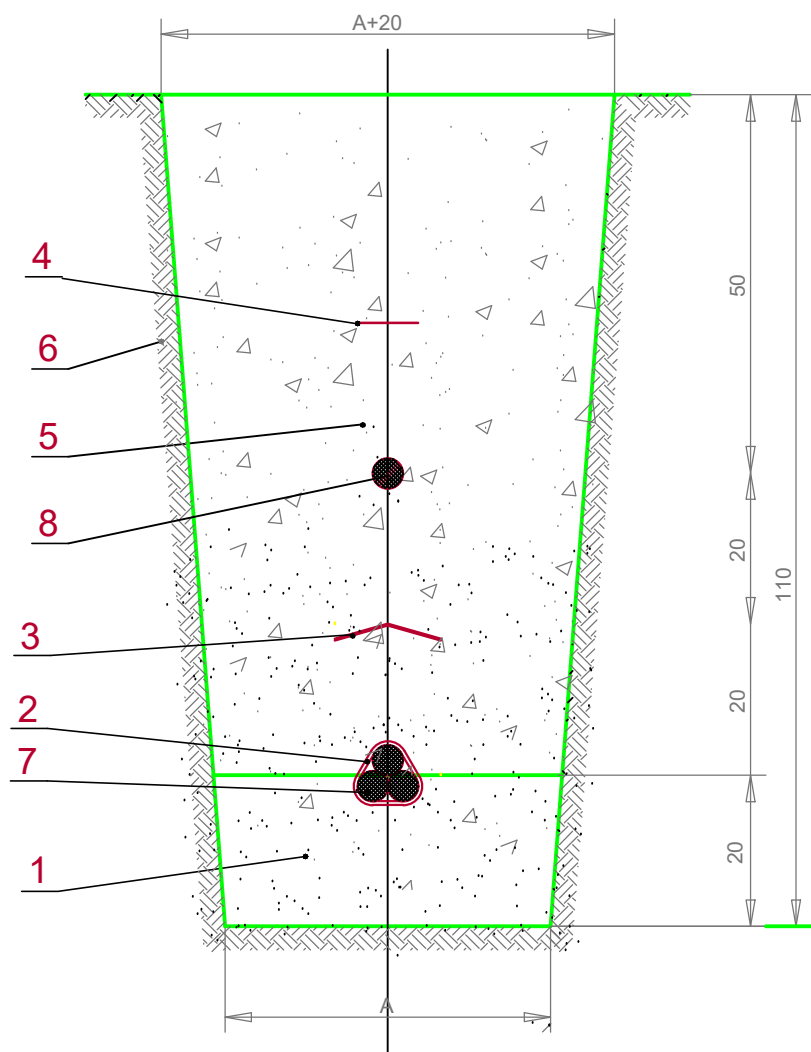
predmet: Sekcija modula  
invertora SE "Gornje livade"

projekat: Elektroenergetski  
faza: IDR  
Crtež broj: E-03

razmera:



KABLOVSKI ROV ZA POLAGANJE  
KABLOVA 10 kV



BROJ KABLOVA U ROVU	ŠIRINA DNA ROVA "A" (cm)
1	40
2	50
3	60
4	75
5	95

LEGENDA

1. POSTELJICA KABLA
2. KABL 10 kV
3. PLASTIČNI ŠTITNIK ZA KABL
4. PVC UPOZORAVAJUĆE TRAKE
5. ZEMLJA OD ISKOPA NABIJENA U SLOJEVIMA
6. OKOLNO ZEMLJIŠTE
7. PVC TRAKA ZA VEZIVANJE KABLOVA U TROUGAO
8. KOMANDNO-SIGNALNI KABLOVI

NAPOMENE

-KOD POLAGANJA VIŠE KABLOVA U ISTI ROV,  
IZMEĐU NJIH SE POSTAVLJA PUNA OPEKA (1 kom/m)



POSEIDON  
ENERGY

Odgovorni projektant:  
mr Ivica Milovanović,  
dipl.inž. el. *ML*

projektant saradnik:  
Dragan Josić, dipl.inž.  
građ.

Maj-2024

Investitor: "Sunflow South" d.o.o.  
Humka broj 6, 11000 Beograd

Objekat: Solarna elektrana "Gornje livade"  
sa priključnim kablom 10 kV

lokacija: SE Gornje livade  
KO Soderce, opština Vranje

predmet: Kablovski rov za  
polaganje kablova 10 kV

projekat: Elektroenergetski

faza: IDR

razmera:  
R 1:10

Crtež broj:  
E-05