



This Project is funded  
by the European Union

Western Balkans  
Investment Framework



BUILDING THE EUROPEAN FUTURE TOGETHER

BLENDING  
PUBLIC  
PRIVATE



GUARANTEES



European  
Investment Bank | Global

Financed under a specific grant agreement no 220/420-596 from the EU-IPA Multi-Beneficiary Programme for Albania, Bosnia and Herzegovina, Kosovo\*, Montenegro, North Macedonia and Serbia

# Western Balkans Investment Framework

## Infrastructure Project Facility

### Technical Assistance 11 (IPF 11)

AA-010358

Solarna elektrana Morava, Projektna dokumentacija – Komponenta B

WB28-SRB-ENE-02

Idejno rešenje



\*) Ova oznaka ne prejudicira stavove o statusu i u skladu je sa Rezolucijom SB UN 1244/1999 i Mišljenjem Međunarodnog suda pravde o proglašenju nezavisnosti Kosova

**COWI | IPF11**

In consortium with CeSTRA, GOPA,  
Detecon, TRENECON



# Western Balkans Investment Framework (WBIF) Infrastructure Project Facility Technical Assistance 11 (IPF11)

AA-010358

Solarna elektrana Morava, Projektna dokumentacija –  
Komponenta B

WB28-SRB-ENE-02

Idejno rešenje

*The Infrastructure Project Facility (IPF) is a technical assistance instrument of the Western Balkans Investment Framework (WBIF) which is a joint initiative of the European Union, International Financial institutions, bilateral donors and the governments of the Western Balkans which supports socio-economic development and EU accession across the Western Balkans through the provision of finance and technical assistance for strategic infrastructure investments. This technical assistance operation is financed with EU funds.*

**Disclaimer:** *The authors take full responsibility for the contents of this report. The opinions expressed do not necessarily reflect the view of the European Union or the European Investment Bank.*

PROJEKAT BR.

DOKUMENT BR.

WB28-ENE-SRB-02 CB

WB28SRBENE02-CD-EL-TEC-001-CD

VERZIJA

DATUM IZDAVANJA

OPIS

PRIPREMIO

PROVERIO

ODOBRIO

00

23.12.2024.

IDEJNO REŠENJE

ALEKSANDAR JANJIĆ

RADOVAN ČERAMILAC

JEREMY LAZENBY

## 1 Naslovna strana

4. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALCAIJA			
Investitor:	Elektroprivreda Srbije, Balkanska 13, 11000 Beograd		
Objekat:	Izgradnja solarne elektrane Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac		
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR – IDEJNO REŠENJE		
Naziv i oznaka dela projekta:	4.Projekat elektroenergetskih instalacija		
Vrsta radova:	Nova gradnja		
Projektant:	GOPA-INTERNATIONAL ENERGY CONSULTANTS GMBH – OGRANAK BEOGRAD Knez Mihajlova 1-3, 11000 Beograd Broj Licence: 002174027 2024 14810 005 000 000 001		
Odgovorno lice projektanta:	Dejan Rebrić, direktor		
Potpis:			
Odgovorni projektant:	Aleksandar Janjić, dipl. inž. elektr.		
Broj licence:	350858104		
Potpis:			
Broj dela projekta:	09/2024 - 4		
Mesto i datum:	Beograd, Decembar 2024.	Sample 1	Rev.: 01

## 2 Sadržaj projekta EE instalacija

1	Naslovna strana	2
2	Sadržaj projekta EE instalacija	3
3	Odluka o imenovanju odgovornog projektanta	<u>56</u>
4	Izjava odgovornog projektana	<u>67</u>
5	Tekstualna dokumentacija	<u>78</u>
5.1	Projektni zadatak	<u>78</u>
5.2	Tehnički opis	<u>89</u>
6	Numerička dokumentacija	<u>4647</u>
6.1	Predmer i predračun	<u>4647</u>
7	Grafička dokumentacija	<u>4950</u>
8	Prilozi	<u>5051</u>

## SLIKE

Slika 1 Makrolokacija buduće SE "Morava" na teritoriji opštine Svilajnac	<u>1213</u>
Slika 2 Satelitski snimak mikrolokacije buduće SE "Morava"	<u>1314</u>
Slika 3 SE Morava - Pregled lokacije – Katastarski plan	<u>1516</u>
Slika 4 SE Morava - Pregled lokacije – Ortofot snimak	<u>1617</u>
Slika 5 SE Morava - Pregled lokacije – Topografija	<u>1718</u>
Slika 6 Obuhvat kasete D	<u>1819</u>
Slika 7 Obuhvat kasete I, II, III	<u>1920</u>
Slika 8 Obuhvat kasete IV, V, VI, VII, sa oglednim poljem	<u>2021</u>
Slika 9 Obuhvat kasete VIII	<u>2021</u>
Slika 10 Izgled Fotonaponskog panela snage 625W	<u>2324</u>
Slika 11 Izgled invertora snage 300kW	<u>2526</u>
Slika 12 Izgled trafostanice	<u>2627</u>
Slika 13 Jednopolna šema postojećeg 110 kV razvodnog postrojenja	<u>2728</u>
Slika 14 Priključci SN kablova za solarnu elektranu Morava	<u>2829</u>
Slika 15 Raspored postojećih velikih trasnformatora u kompleksu 58-T1, 59-T2, 60-T3, 61-T4, 62-T5, 10 – razvodno postrojenje, 1 mašinska sala sve na KP 69 KO Dublje, opština Svilajnac	<u>2829</u>
Slika 16 Blok šema meteo stanice	<u>3435</u>
Slika 17 Primer prihvatnog sistema	<u>4243</u>

Slika 18 Primer PV izjednačavanja potencijala

4344

## TABELE

Tabela 1 Površina, broj modula i snaga za pojedinačne sekcije	18
Tabela 2 Glavne specifikacije modula	22
Tabela 3 Glavne specifikacije invertora	22
Tabela 4 TS SN specifikacija	22
Tabela 5 Specifikacija panela	23
Tabela 6 Specifikacija invertora	24
Tabela 7 Predmer i predračun	4645

## Lista skraćenica

Skraćenica	Opis
AC DC	Naizmenična/jednosmerna struja
CAPEX	Kapitalni izdaci
CSP	Koncentrisana solarna energija
EPS	"Elektroprivreda Srbije", Elektroprivreda Srbije
EU	Evropska unija
GHI	Global Horizontal Irradiance
GWh	GigaWat sat
Ha	hektara
IPF	Ustanova Za Infrastrukturne Projekte
JSC	Akcionarsko društvo
KO	Katastarska opština
kV	kiloVolt
kWh	KiloWat sat
kWp	kilovata vrh
POKLOPAC	Degradacija izazvana svetlom
MPPT	Maximum Power Point Tracking
MV	MegaVolt
MW	MegaWatt
MWe	MegaWatt električni
MWh	MegaWat sat
MWp	MegaWatt vrhunac
NOx	Nitric Oxide
O&M	Rad i održavanje
PV	Photo Voltaic
SEM	Solarna elektrana Morava
SE	Solarna elektrana
STC	Standardni uslovi ispitivanja
TMY	Tipična meteorološka godina
TPP	Termoelektrana
WBIF	Investicioni okvir za zapadni Balkan

### 3 Odluka o imenovanju odgovornog projektanta

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009 – ispravka, 64/2010 – odluka SAD, 24/2011, 121/2012, 42/ 2013 – odluka SAD, 50/2013 – odluka SAD, 98/2013 – odluka SAD, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 – drugi zakon, i 9 /2020, 52/2021 i 62/2023) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata („Službeni glasnik RS “, br. 96/2023), kao:

#### **ODGOVORNI PROJEKTANT**

Za izradu Idejnog rešenja za novogradnju objekta

**Solarne elektrana Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac, određuje se:**

**Aleksandar Janjić dipl. inž. elektr.**

**IKS 350 8581 04**

Projektant:

GOPA-INTERNATIONAL ENERGY CONSULTANTS  
GMBH OGRANAK BEOGRAD, Knez Mihajlova 1-3,  
Beograd  
Broj Licence: 002174027 2024 14810 005 000  
000 001

Odgovorno lice/ zastupnik:

Dejan Rebrić, director

Potpis:

| 

Broj dela projekta:

09/2024-4

Mesto i datum:

Beograd, Decembar 2024.

## 4 Izjava odgovornog projektana

Odgovorni projektant projekta Elektroenergetskih instalacija, koji je deo idejnog rešenja za izgradnju nove **Solarne elektrane Morava snage 34,995MWp na k.p. br. 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac:**

**Aleksandar Janjić, dipl. inž. elektr.**

### IZJAVLJUJEM

1. Da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekta i pravilima struke;
2. Da je projekat u svemu u skladu sa načinima za obezbeđenje ispunjenja osnovnih zahteva za objekat predviđenim elaboratima i studijama;

Odgovorni projektant: Aleksandar Janjić dipl. inž. elektr.

Broj licence: 350 8581 04

Potpis:



Broj dela projekta: 09/2024-4

Mesto i datum: Beograd, Decembar 2024.

## 5 Tekstualna dokumentacija

### 5.1 Projektni zadatak

Projektni zadatak za Idejno rešenje je definisan u Projektnom zadatku za projektnu dokumentaciju solarne elektrane Morava ("Terms of Reference for Solar power plant Morava"), izdatom u septembru 2023. godine. Kompletan zadatak obuhvata izradu projektne dokumentacije za solarnu elektranu na pepelištu TE Morava. Projektna dokumentacija između ostalog uključuje izradu glavnog projekta. Celokupni zadatak je implementiran u okviru WBIF IPF11 koda WB28-SRB-ENE-02.

Detalniji opis dat je u poglavlju 3.13 dokumenta "Terms of Reference Solar Power Plant Morava" Project documentation Component A WB28-SRB-ENE-02 iz septembra 2023. Navedeni projektni zadatak sadržan je u poglavlju prilozi, ovog idejno rešenja.

## 5.2 Tehnički opis

### 5.2.1 Osnova za Idejno rešenje

Od EPS-a je dobijena dokumentacija za izradu Idejnog rešenja projekta Solarne elektrane Morava. Ključna dokumentacija korišćena u procesu izrade ovog dokumenta bila je sledeća:

- > Analiza uslova za izgradnju solarnih elektrana na deponijama pepela Termoelektrana "Morava" - I faza
- > Prethodna studija opravdanosti sa Generalnim projektom za izgradnju solarne fotonaponske elektrane snage na deponijama pepela Termoelektrane Morava - II faza
- > Podaci o lokaciji za navedene katastarske parcele u Svilajncu
- > Idejno rešenje solarne elektrane Morava - tehnički opis za urbanistički projekat
- > AutoCAD fajlovi:
- > Topografski plan
- > Katastarski plan
- > Projektni zadatak
- > Studija konačne procene vrednosti zatvaranja deponija pepela i šljake termoelektrana Kostolac, Kolubara, Morava, Nikola Tesla A i Nikola Tesla B; 3. segment: Ažurirana studija o proceni zatvaranja deponije pepela i šljake termoelektrane Morava, Rudarsko Institut, 2022.

Što se tiče softvera koji se koristi za izradu tehničke dokumentacije, korišćeni su AutoCAD, PVCase i PVsyst.

Pored navedenog, za izradu dokumentacije korišćeni su i zakonski propisi, javno dostupne informacije i drugi relevantni podaci.

### 5.2.2 Uvod

Ovaj dokument je deo projektne dokumentacije izrađene za solarnu elektranu Morava pod brojem WB28-SRB-ENE-02. Sredstva za izradu projektne dokumentacije obezbeđena su kroz WBIF IPF11 okvir.

## Informacije o investitoru i autorima

### Investitor

- Korisnik ovog projekta i očekivani investitor u planiranu SE je Elektroprivreda Srbije, akcionarsko elektroprivredno društvo (JP EPS, EPS) u potpunom vlasništvu Republike Srbije.
- Osnovni podaci EPS-a navedeni su u tabeli ispod.

<b>Investitor</b>	<b>Akcionarsko elektroprivreda (JP EPS, EPS)</b>
<b>Sedište</b>	Beograd, Stari Grad
<b>Telefon</b>	-
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:eps@eps.rs">eps@eps.rs</a>
<b>Vebsajt</b>	<a href="http://www.eps.rs">www.eps.rs</a>
<b>Adresa</b>	Balkanska 13 11000, Beograd
<b>Ekonomska aktivnost</b>	3514 – Trgovina električnom energijom
<b>Osnovan</b>	1.7.2005.
<b>Poslovni ID</b>	20053658
<b>PIB (PDV)</b>	103920327
<b>Vrsta organizacije</b>	Akcionarsko društvo
<b>DIREKTOR</b>	gospodin Dušan Živković, generalni direktor

### Autori

- Projekat se realizuje u okviru WBIF-IPF. Infrastrukturni projektni okvir (IPF) je instrument tehničke pomoći Investicionog okvira za Zapadni Balkan (WBIF), koji je zajednička inicijativa Evropske unije, međunarodnih finansijskih institucija, bilateralnih donatora i vlada Zapadnog Balkana koji podržava društveno-ekonomski razvoj i pristupanje EU zemalja Zapadnog Balkana kroz obezbeđivanje finansiranja i tehničke pomoći za strateške infrastrukturne investicije. Ova vrsta tehničke pomoći finansira se sredstvima EU.
- intec, GOPA-International Energy Consultants GmbH je član konzorcijuma u okviru IPF11 okvirnog sporazuma sa zadatkom da sprovede ovu studiju.
- intec, GOPA-International Energy Consultants GmbH, je nezavisna nemačka konsultantska inženjerska kompanija fokusirana na razvoj praktičnih, inovativnih i isplativih rešenja za projektovanje i unapređenje elektroenergetskih sistema, primenu održivih energetskih tehnologija i integraciju obnovljivih izvora energije sa naglaskom na ekološke i društvene potrebe i očekivanja.

Stručnjaci koji su razvili projekat su:

Radovan Čeramilac – Menadžer projekta

Nenad Radosavljević – stručnjak za zaštitu životne sredine

Aleksandar Janjić - stručnjak za proračun proizvedene energije

Ivica Milovanović – inženjer elektrotehnike

Boban Trepšić – građevinski inženjer  
Ljubomir Popadić – građevinski inženjer  
Vesna Ilić Milovanović – inženjer elektrotehnike  
Nikola Živanović – stručnjak za rekultivaciju  
Slobodan Zlatković – stručnjak za remedijaciju  
Tamara Jovanović - Arhitecta

## Opšte informacije o projektu

Elektroprivreda Srbije (EPS) namerava da izgradi solarnu elektranu na lokaciji postojeće termoelektrane Morava (TE Morava), koristeći pretežno područje zatvorenih kaseti za odlaganje pepela. Međutim, koristiće se i druge odgovarajuće površine.

Termoelektrana Morava (TE Morava) je postojeća termoelektrana i pripada državnom elektroprivrednom akcionarskom društvu Elektroprivreda Srbije - EPS ad, sa jednim blokom instalisane snage 125 MW, i spada u starije i manje termoelektrane u EPS ad, koje se nalaze na desnoj obali reke Velike Morave u blizini grada Svilajнца. Termoelektrana - TE Morava radi od 1969. godine i koristi lignit kao osnovno gorivo za proizvodnju iz površinskog kopa Kolubara (kod grada Lazarevca) i podzemnog kopa Resavica (oko grada Svilajнца). Počela je sa radom 1969. godine i učestvovala je sa udelom od 2% u ukupnoj nacionalnoj proizvodnji električne energije. TE Morava je 2020. godine proizvela 492 GWh električne energije i emitovala 11.321 tonu SO<sub>2</sub>, 1.443 tone NO<sub>x</sub>, 570.412 tona CO<sub>2</sub> i 76 tona čestica. Prema izveštaju Agencije za zaštitu životne sredine Srbije o emisiji, TE Morava je u 2022. godini emitovala 33.183 tone SO<sub>2</sub> (što je veliki porast u odnosu na 8.174 tone emitovanih u 2021.), 1580 tona NO<sub>2</sub> i 124 tone prašine.

TE Morava za hlađenje koristi vodu iz Velike Morave i ima otvoreni sistem hlađenja. Zahvaćene površinske vode u 2020. godini iznosile su 65.966.000 m<sup>3</sup>/god, a ispuštene povratne rashladne vode 63.972.000 m<sup>3</sup>/god. Zadržavanje pepela i šljake postiže se izgradnjom obodnih nasipa. Ukupno ima osam kaseti, od kojih su I, II, III, IV, V biološki rekultivisane (setva trave, sadnja voćaka i drugih biljaka), a aktivne su kasete VI, VII i VIII i tu se odlažu pepeo i šljaka. U 2014. godini izgrađen je sistem prelivne akumulacije gde se sakuplja drenažna voda sa deponije pepela i šljake, a zatim se pumpnim sistemom vraća u stanicu za dalji transport pepela i šljake. Sadržaj supstanci koje utiču na kvalitet zemljišta oko deponije pepela u 2020. godini, analizirajući pepeo i 17 uzoraka zemljišta uzetih sa deponije, bili su (u mg/kg): Kadmijumski pepeo 1.9, pepeo hroma 27.7, Nikl 43.5, Olovo 112.6, Bakar 44.7, Cink 29.0, Živa 0.2, Arsen 11.3, Bor <0.1 (izvor: Izveštaj o životnoj sredini EPS dd 2020).

Ukupna površina deponije pepela i šljake je oko 50 ha. Deponija sadrži 8 kaseti. Kasete I, II i III se pune od kote 115 mnv do kote 121 mnv, kasete IV i V se pune do kote 114.5 mnv, kasete VI je aktivna, kao i kasete VII i VIII a njihovi nasipi se nalaze na 115 mnv ili 111,5 mnv.

Razvoj i izgradnja solarne fotonaponske elektrane Morava na lokaciji odlagališta pepela i šljake koja pripada TE Morava ukupnog maksimalnog kapaciteta na datom zemljištu, (procenjena ali ne ograničena na oko panelne snage 34,995 MWp, odnosno instalisane snage 31,8MWa)

pomoći će Srbiji u njenom zelenoj tranziciji budući da fotonaponske elektrane imaju nultu emisiju ugljendioksida, pri čemu će se samo područje deponije koristiti za fotonaponski sistem.

Solarna elektrana Morava (SE Morava) će zameniti proizvodnju TE Morava, čime će se značajno poboljšati uslovi životne sredine i kvalitet života na širem području lokacije. Objekat bi trebalo da dodatno ojača i diversifikuje proizvodni portfolio EPS-a i smanji negativan uticaj lignita kao neobnovljivog energetskeg resursa. Proizvodnja čiste, zelene energije će smanjiti emisiju CO<sub>2</sub>.

Osim toga, uspešna implementacija ovog projekta pomoći će Republici Srbiji da smanji oslanjanje na zastarelu infrastrukturu na lignit i pomoći lokalnoj zajednici u Svilajncu da razvije održivije prakse. Osim toga, projekt ima za cilj smanjenje ugljen dioksida, emisije gasova staklene bašte i zagađenja vazduha (smanjenje čestica prašine).

### 5.2.3 Opšte karakteristike lokacije

Projektovana solarna elektrana nalazi se u centralnom delu Srbije, na teritoriji opštine Svilajnac. Mikrolokacija solarne elektrane Morava obuhvata područje odlaganja pepela i druge pristupačne oblasti Termoelektrane Morava, kao što je ilustrovano na slikama ispod. Nalazi se na desnoj obali reke Velike Morave, 2,8 km od grada Svilajнца. (Centar lokacije je približno u UTM zoni 34 N 44.219646°, 21.164273°). Površina same solarne elektrane procenjena je na 31,21 hektara, podeljena na 4 dela, kako bi se obuhvatile površine najpogodnije za ugradnju solarnih modula i druge opreme neophodne za rad solarne PV elektrane (trafostanice, invertori, kablovi, pristupni putevi itd.).

Područje solarne elektrane obuhvata katastarske parcele koje se nalaze u KO Dublje i KO Crkvenac i u vlasništvu su TE Morava. Vrednost globalne energije sunčevog zračenja za predmetnu lokaciju prema Generalnom projektu iznosi 1545,68 kWh/m<sup>2</sup> za horizontalnu ravan. Energetski potencijal jednog fotonaponskog sistema od 1kWp, koji je orijentisan prema jugu pod optimalnim uglom nagiba, iznosi do 1246,87 kWh/kWp, podatak iz Generalnog projekta.



Slika 1 Makrolokacija buduće SE "Morava" na teritoriji opštine Svilajnac

Solarna elektrana je orijentisana sever-jug, a njena izgradnja planirana je na sledećim katastarskim parcelama: KO Dublje: 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac

U ovoj fazi razvoja projekta predviđeno je korišćenje sledećih parcela:

Parcele za solarne panele i interne trafostanice: KO Dublje: 7, 40/1, 52/5, 69, 93, 2844/6, 2907/2, 3208/2, 5905, 5946, 5947/2 KO Dublje, k.p. br. 328/2, 338/2, 340/4, 345/1 KO Crkvenac, sve opština Svilajnac

Parcele za SN kablovske koridore: KO Dublje: 69.



*Slika 2 Satelitski snimak mikrolokacije buduće SE "Morava"*

#### 5.2.4 Lokacija

U ovom poglavlju će se analizirati aspekti makro lokacije projektovanog objekta - njegov položaj u odnosu na puteve, postojeće i planirane dalekovode, te drugi relevantni ili specifični uslovi prisutni na odabranoj lokaciji. Saobraćajne veze Svilajнца sa širom okolinom ostvaruju se putevima, autoputem M-4 do petlje na autoputu E-75 (koridor 10) u Markovcu i dalje prema srednjoj i severnoj Evropi preko Beograda i prema južnoj i centralno-istočnoj Evropi preko Niša. Navedena trasa omogućava drumsku saobraćajnu vezu sa magistralnim putevima preko Batočine i Rače sa centralnom i zapadnom Srbijom i Crnom Gorom. Istovremeno, od Svilajнца se protežu četiri regionalna putna pravca preko kojih se povezuje sa Despotovcem, Petrovcem na Mlavi, Požarevcem i Čupijom. Takođe, Svilajnac ima železničku vezu sa Despotovcem i preko Jagodine sa širom okolinom. Prema teritorijalnoj i administrativnoj organizaciji Republike

Srbije, opština Svilajnac sa Despotovcem, Jagodinom, Paraćinom, Rekovcem i Čuprom pripada Pomoravskom okrugu.

### 5.2.5 Generalni izgled objekta

Predviđeno je da se solarna elektrana Morava prostire preko pepelišta i drugih raspoloživih površina termoelektrane Morava (KO Dublje, KO Crkvenac).

Generalna dispozicija objekta podrazumeva racionalno korišćenje zemljišta na način koji obezbeđuje ispravnu i bezbednu upotrebu i rad postrojenja (posebno u pogledu pristupa opremi, instalacijama i sadržaju elektrane) a sve u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, Zakonu o zaštiti od požara, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke.

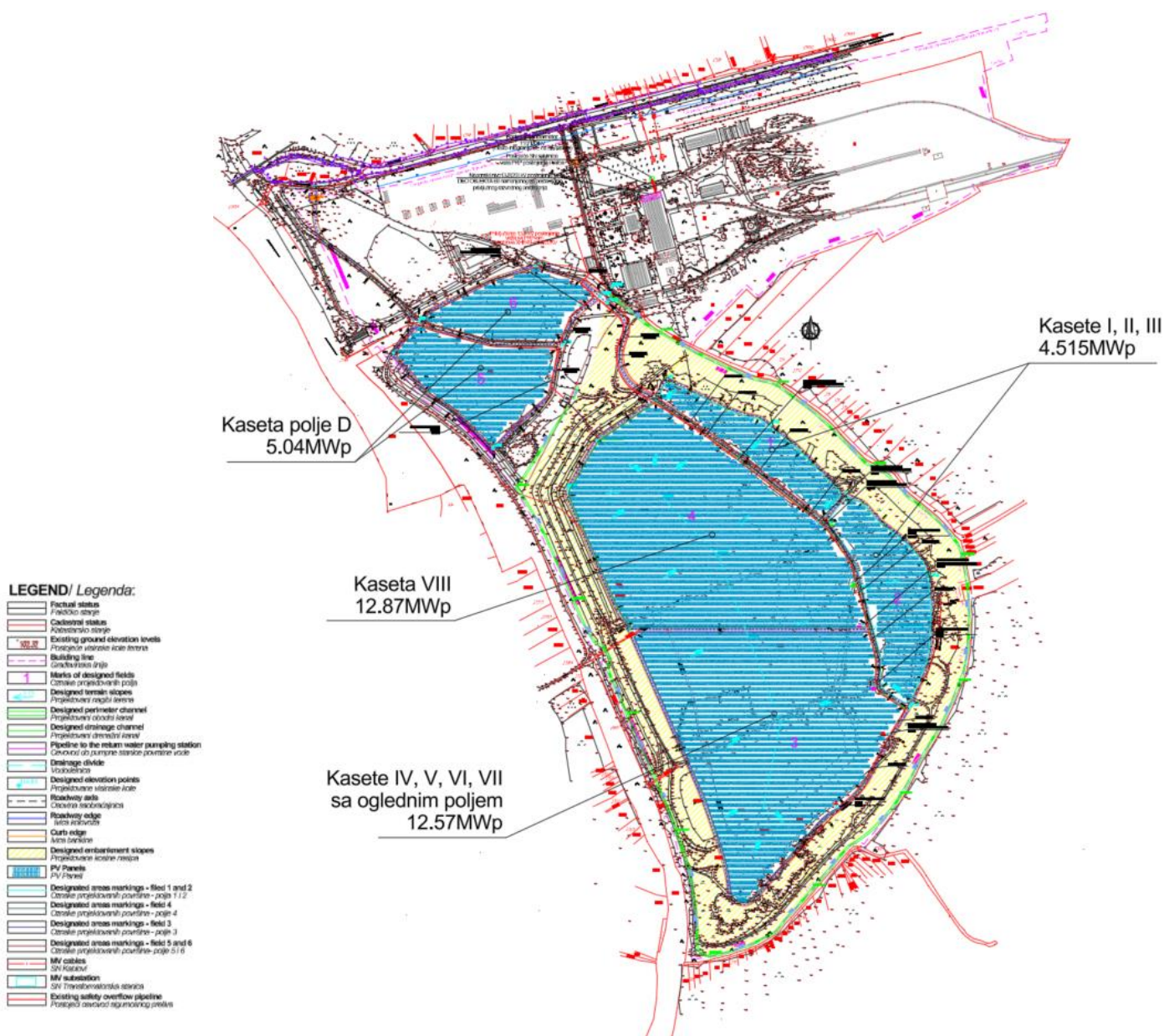
Nacrt solarne elektrane će biti projektovan na osnovu tehnoloških zahteva i specifikacija koje su izradili projektanti elektroenergetskih instalacija.

Solarna elektrana nije predviđena za stalno korišćenje pa nema potrebe za sanitarnim čvorom. Objekat je samostalan, a prostor oko objekta je ograđen, kako bi se sprečio ulaz neovlašćenog osoblja.

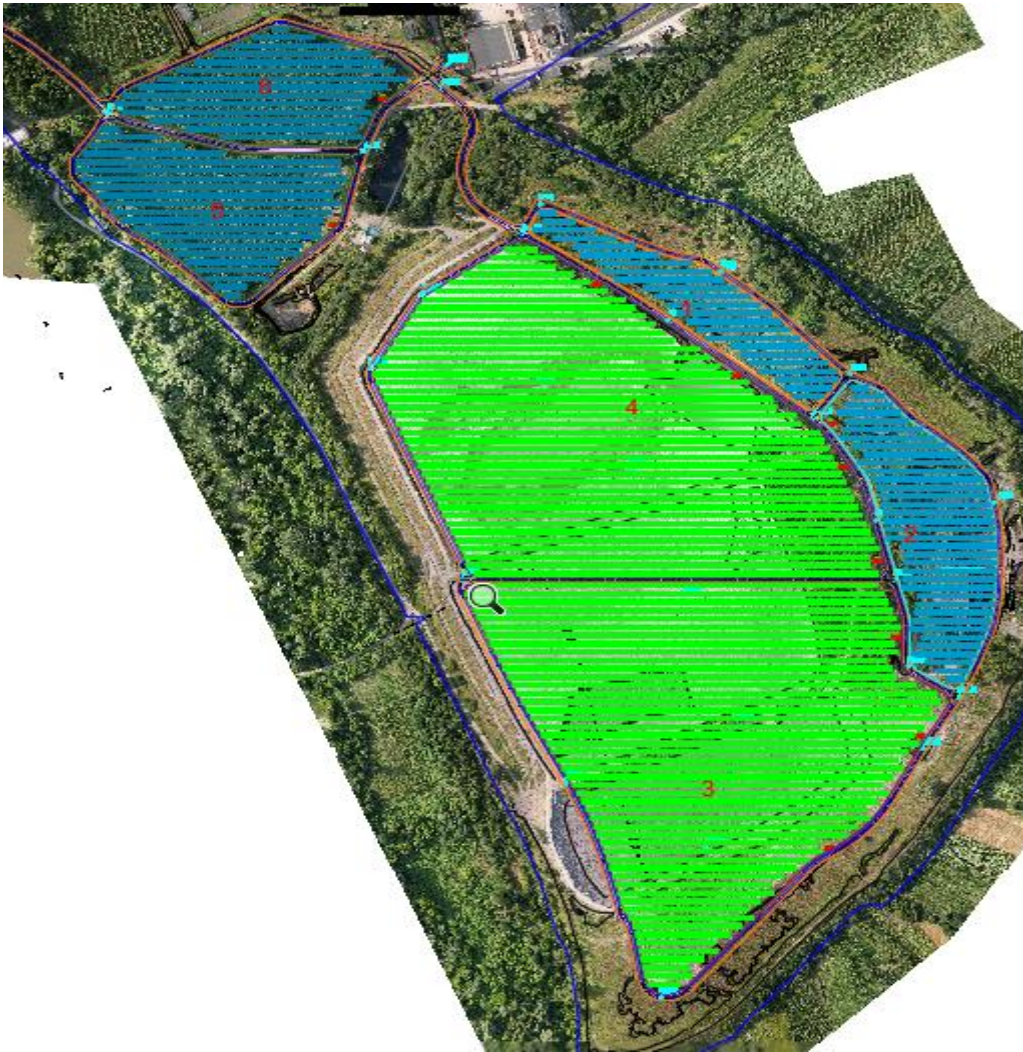
SE Morava će se sastojati od 55992 modula ukupne instalisane snage 34,995 MWp, za šta je potrebno 106 invertora. Nominalni kapacitet je procenjen na 31,8 MW. Ovo daje odnos DC/AC od oko 1,09 za koji se očekuje da će biti veći u sledećim fazama projekta zbog brzog razvoja PV modula koji će dati veći MWp. Površina na kojoj se planiraju instalisani moduli procenjena je na 31,21 hektara, podeljena u 4 celine, kako bi obuhvatila površine najpogodnije za ugradnju solarnih modula i druge opreme neophodne za rad solarne PV elektrane (trafostanice, invertori, kablovi, pristupni putevi i drugo).

Geografska širina, topografija terena i raspoloživo zemljište su ograničavajući faktori koji određuju tačan broj i raspored nosivih mehaničkih konstrukcija za montažu fotonaponskih modula. Predloženo rešenje podrazumeva izradu jednostruke mehaničke konstrukcije koja može primiti 24 modula, sa 12 modula po dužini i 2 modula po visini. Kraća strana modula je paralelna s horizontom, poznata kao "portretna" orijentacija. Razmak između dužih strana susednih modula je postavljen na 2 cm, a između kraćih stranica modula 2 cm. Dimenzije mehaničke konstrukcije su 13.828 mx 4.784 m, sa kraćom stranom. Pretpostavlja se da je visina konstrukcije (razmak između najniže tačke modula u okviru mehaničke konstrukcije i tla) 0,8 m. Konstrukcija će biti postavljena pod fiksnim uglom nagiba od 20°, uzimajući u obzir međusobno zasenčenje između redova modula i potencijalnu proizvodnju energije.

Slike ispod ilustruju planirane podsekcije, raspored solarnih modula, a takođe daju grafički prikaz nagiba terena na lokaciji.



Slika 3 SE Morava - Pregled lokacije – Katastarski plan



*Slika 4 SE Morava - Pregled lokacije – Ortofoto snimak*



Angle min., °	Angle max., °	Color	Distribution, %
0.00	0.00	■	40.42
0.00	1.50	■	31.74
1.50	3.00	■	8.06
3.00	4.50	■	3.79
4.50	6.00	■	3.05
6.00	7.50	■	2.11
7.50	9.00	■	1.71
9.00	10.50	■	1.55
10.50	12.00	■	2.12
12.00	55.00	■	5.45

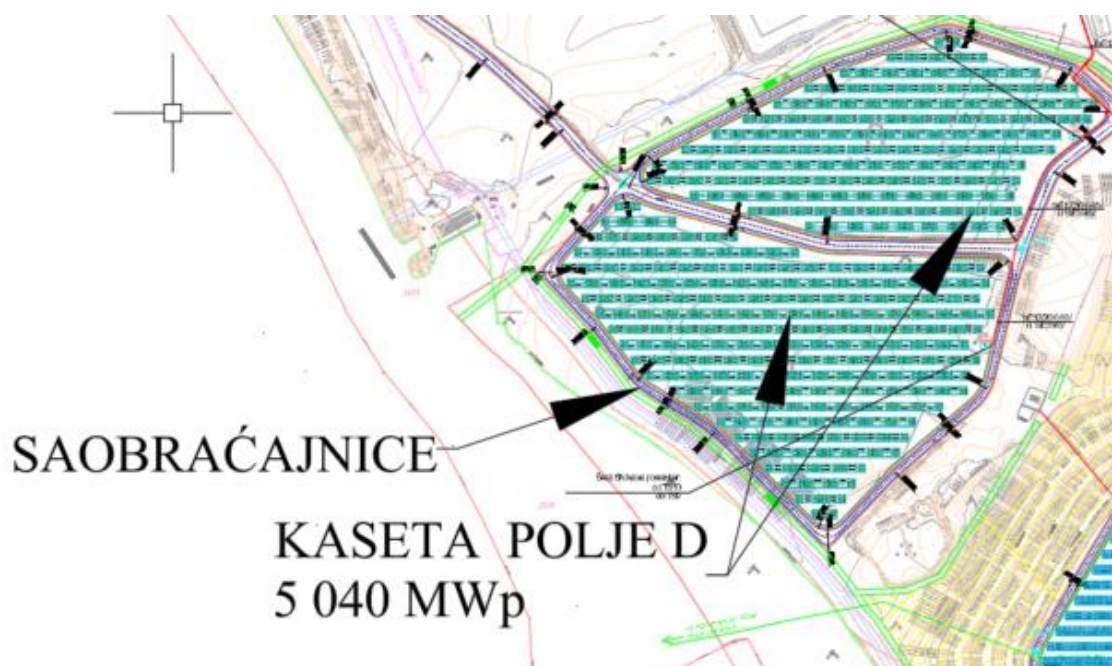
Slika 5 SE Morava - Pregled lokacije – Topografija

Tabela 1. opisuje površinu, broj modula i kapacitet pojedinih sekcija.

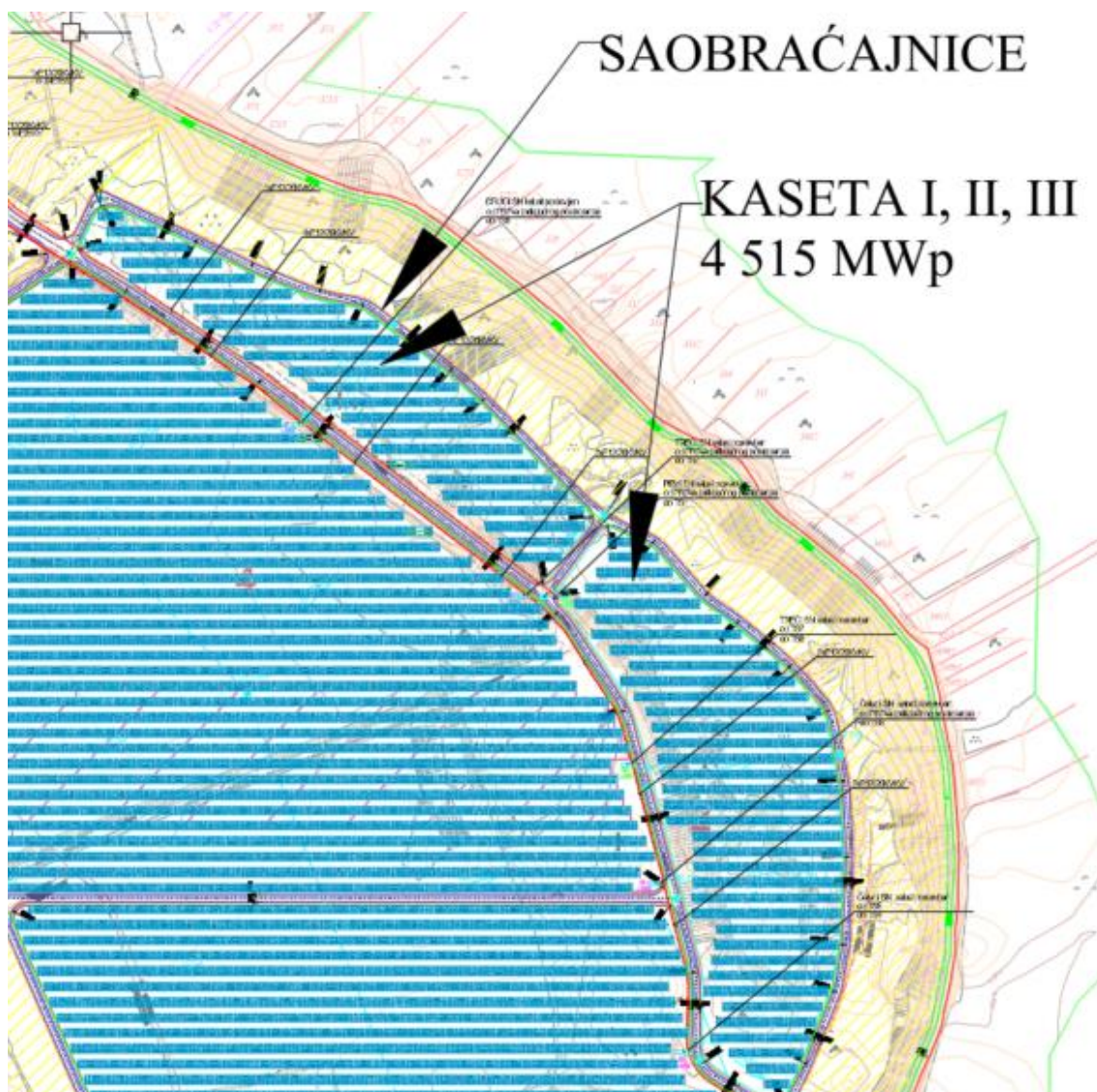
Tabela 1 Površina, broj modula i snaga za pojedinačne sekcije

br.	Područje, ha	Moduli	Kapacitet, MWp
Polje D	4.99	8064	5.04
Kaseta I, II, III	4.24	7224	4.515
Kaseta IV, V, VI, VII s oglednim poljem	11.20	20112	12.570
Kaseta VIII/Kaseta VIII	10.78	20592	12.870
<b>Ukupno</b>	<b>31.21</b>	<b>55992</b>	<b>34.995</b>

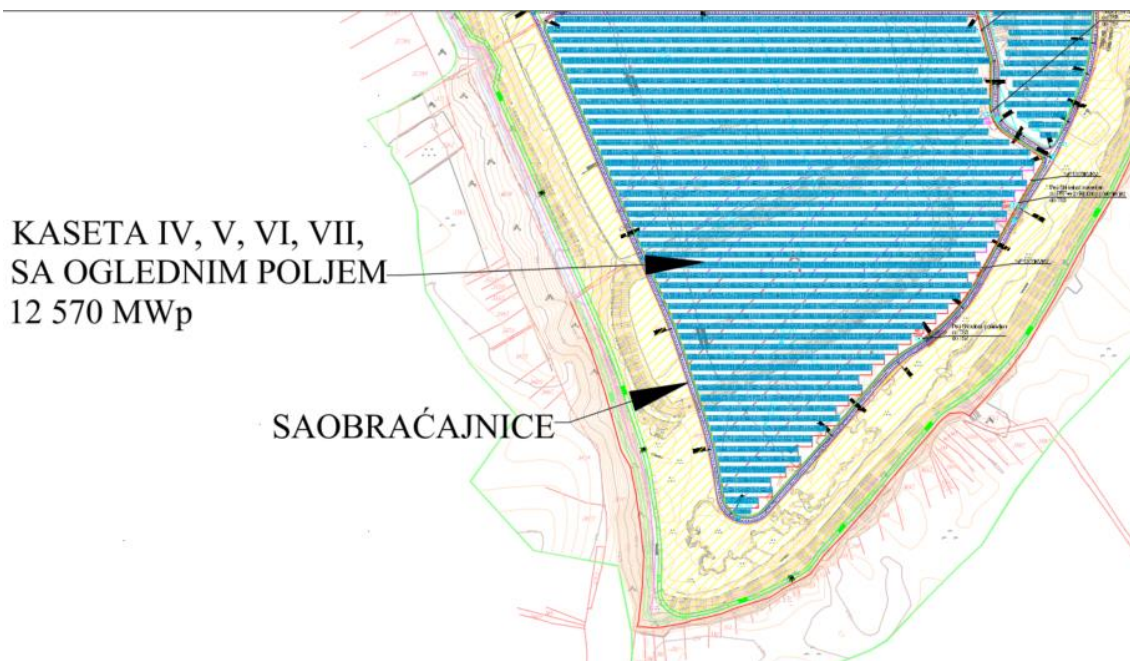
Slike 6. do 9. daju detaljniji prikaz lokacije i pojedinih sekcija.



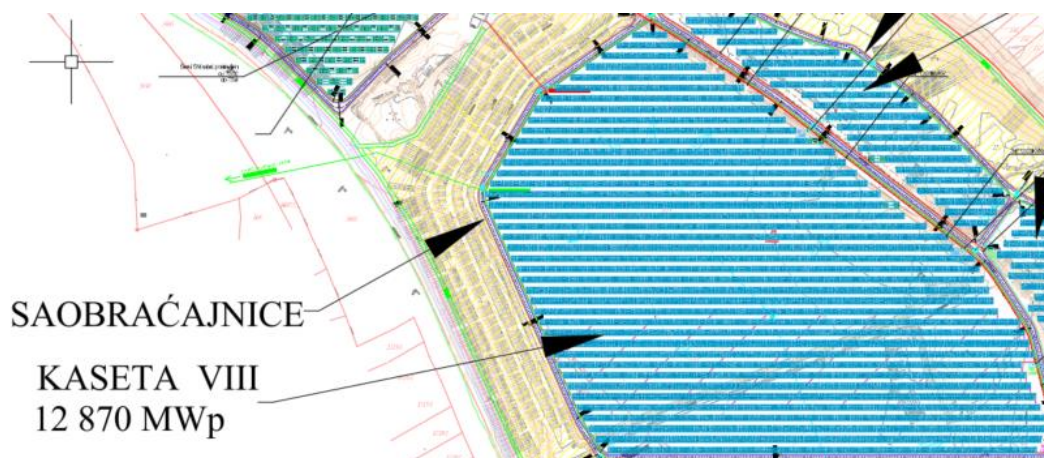
Slika 6 Obuhvat kasete D



*Slika 7 Obuhvat kasete I, II, III*



Slika 8 Obuhvat kasete IV, V, VI, VII, sa oglednim poljem



Slika 9 Obuhvat kasete VIII

## 5.2.6 Tehničko-tehnološki koncept objekta

### Solarna elektrana

Kao primarni izvor proizvodnje električne energije za potrebe modelovanja Konsultant je koristio fotonaponske module od monokristalnog silicijuma Jinko Tiger Neo N-type 66HL4M-BDV 600-625 izlaznom snagom od 625 Wp.<sup>1</sup>. Odabrani moduli imaju efikasnost konverzije energije od 23,14%, a konačna odluka o vrsti modula biće određena u narednim fazama projekta. Ukupnaprocenjena površine je 31,21 ha, a 14,51 ha (45.29%) zauzimaju fotonaponski moduli. Razlika procenjene i iskorišćene površine nastala je zbog unutrašnjih puteva, razmaka između redova i drugih faktora.

Fotonaponski moduli su povezani u nizove (petlje) kako bi se njihov napon uskladio s ulaznim naponom invertora (DC/AC pretvarača). Određeni broj nizova (petlji) se tada povezuje paralelno kako bi se postigla veća izlazna snaga, imajući na umu dozvoljenu ulaznu struju invertora. Serijsko povezivanje modula u nizove vrši se prema standardnim smernicama za fotonaponske sisteme. Prilikom proizvodnje fotonaponskih modula predviđena je upotreba antireflektronog premaza koji značajno smanjuje refleksiju sunčevog zračenja, čime se povećava produktivnost modula.

Fotonaponski moduli se postavljaju na unapred pripremljene primarne nosače montirane na standardizovanu aluminijsku konstrukciju za ugradnju fotonaponskog modula na zemlju — neintegrisanu solarnu elektranu. Okvir PV modula mora biti kompatibilan s materijalom montažne konstrukcije. Noseća podkonstrukcija će biti postavljena pod fiksnim uglom nagiba od 20°, uzimajući u obzir međusobno zasenčenje između redova modula i potencijalnu proizvodnju energije. Okvir PV modula mora biti kompatibilan s materijalom montažne konstrukcije.

Invertori (DC/AC pretvarači) služe za transformaciju napona jednosmerne struje dobijenog iz sistema fotonaponskih modula u napon naizmjenične struje. Invertori mogu biti centralni ili distribuirani, a izbor tipa invertora određuje njihovu izlaznu snagu, tačan broj invertora i način ugradnje. Trenutno se planira upotreba distribuiranih invertora tipa SUN2000-330KTL-H16 maksimalne izlazne snage 300 kW, proizvođača Huawei. Za solarnu elektranu Morava potrebno je 106 invertora koji će biti povezani na 10 internih srednjenaponskih trafo stanica (MVS). Dodatne specifikacije modula, invertora i MVS-a navedene su u tabelama 8., 9. i 10.

Svaki inverter će sadržati:

- > Uređaje za automatsku sinhronizaciju za elektranu i mrežu,
- > Sistem za praćenje talasnog oblika napona u mreži,

---

<sup>1</sup> Ova i svaka druga oprema navedena u ovom projektu isključivo su za potrebe modelovanja i ni na koji način ne određuje unapred konačni izbor opreme.

- > Zaštitne uređaje sa funkcijama ( $U <$ ,  $U >$ ,  $f <$ ,  $f >$ )
- > Sistem za sprečavanje injektiranja jednosmerne struje u mrežu,
- > Uređaj za isključivanje i ponovno uključivanje iz mreže (isključivanje u slučaju neovlaštenog rada i ponovno priključenje na mrežu nakon ispunjenja uslova za paralelni rad).

Invertori će biti povezani na odgovarajuću transformatorsku stanicu kablovima položenim direktno u zemlju ili u kablovske kanale koji će biti izvedeni za potrebe unutrašnje kablovske mreže solarne elektrane.

*Tabela 2 Glavne specifikacije modula*

Proizvođač/ Model	Nomin alna Snaga [W]	Napon prazno g hoda [V]	Struja kratko g spoja [A]	Napon pri maksima lnoj snazi [V]	Struja pri maksim alnoj snazi [A]	Vrsta ćelija	Tehno logija
TIGET NEO N- type 66HL4M- BDV JKM625N- 66HL4M-BDV	625	49.28	16.14	40.88	15.29	N – Tip "hetero junkcti on" ćelija	Bifacial

*Tabela 3 Glavne specifikacije invertora*

Proizvođač/Model	Nominalni Snaga na AC izlazu [kW]	Maksimalna PV ulazni napon [V]
SUN2000-330KTL-H1	300	1500

*Tabela 4 TS SN specifikacija*

Proizvođač/Model	AC snaga @ 40°C [kVA]	Nazivni ulazni napon [V]
JUPITER-3000K-H	3300	800

Projektom se predlaže da ukupan broj FN panela na predmetnoj elektrani iznosi 55.992, pojedinačne instalisane snage 625 Wp. Korišćeno je 55.992 identičnih FN modula (panela). Potrebne tehničke specifikacije jednog FN modula date su u tabeli 5.

*Tabela 5 Specifikacija panela*

Opšte karakteristike	
<b>Dimenzije</b>	2382±2 x 1134±2 x 30 mm
<b>Težina</b>	32,4 kg
<b>Radni opseg temperature</b>	−40 °C do +85 °C
<b>Tolerancija snage</b>	0 do +5 W
STC karakteristike	
<b>Maksimalna snaga</b>	625 W
<b>Napon otvorenog kola</b>	49,28 V
<b>Struja kratkog spoja</b>	16,14 A
<b>Napon pri maksimalnoj snazi</b>	40,88V
<b>Struja pri maksimalnoj snazi</b>	15,29 A
Efikasnost	
<b>Efikasnost modula</b>	23,14%

Na slici 10 dat je izgled korišćenog FN modula.



*Slika 10 Izgled Fotonaponskog panela snage 625W*

Stringovi FN panela se povezuju u invertoru putem specijalizovanih MC4 konektora za upotrebu na solarnim elektranama. U invertoru se vrši konverzija iz jednosmernog DC u naizmenični AC napon koji se dalje priključuje u NN rasklopni blok TS proizvodnje. Ukupno na elektrani postoji deset NN rasklopnih blokova smeštenih u 10 objekata TS proizvodnje TS1-TS10.

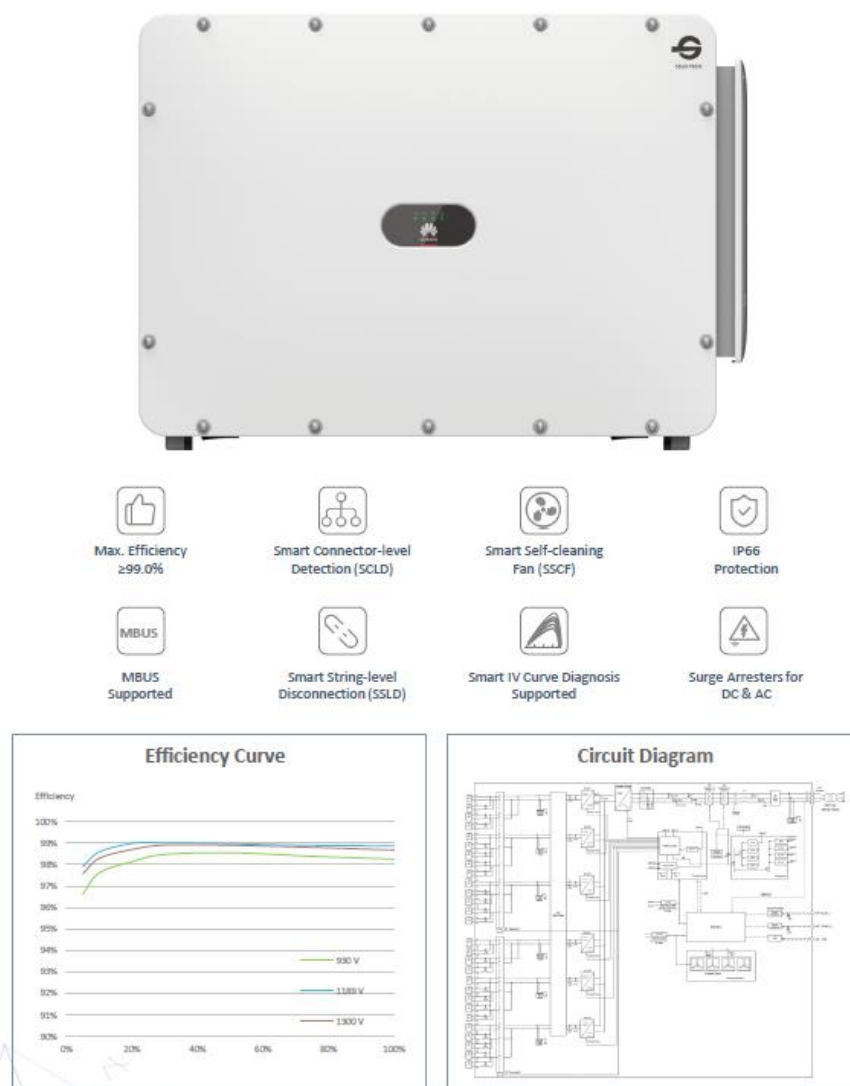
Predlaže se korišćenje 106 identičnih invertorskih jedinica izlazne AC snage 300 kW. Potrebne tehničke specifikacije jednog invertora date su u tabeli 2.

*Tabela 6 Specifikacija invertora*

DC ulaz	
<b>Nominalni radni napon</b>	1080 V
<b>Maksimalni ulazni DC napon</b>	1500 V
<b>Broj MPPT ulaza / broj stringova po MPPT ulazu</b>	6 / 4,5,5,4,5,5
<b>Opseg radnog napona MPPT ulaza</b>	500 V do 1500 V
<b>Nominalni DC naponski opseg MPPT ulaza</b>	500 V - 1500 V
<b>Minimalni radni napon</b>	500 V
<b>Max ulazna struja po MPPT-u</b>	65 A
<b>Max struja kratkog spoja po MPPT-u</b>	115 A
AC izlaz	
<b>Nazivna snaga (na 800 V, 50 Hz)</b>	300 kW
<b>AC nazivni napon</b>	3 / PE; 800 V
<b>AC frekvencija</b>	50 Hz
<b>Maksimalna izlazna struja</b>	238,2 A
<b>THD</b>	≤ 1%
<b>Faktor snage</b>	1 ± 0,2
Efikasnost	
<b>Maks. efikasnost / Euro efikasnost</b>	99.0% / 98,8%
Zaštite	
<b>DC zaštita od obrnutog povezivanja</b>	Da
<b>AC zaštita od kratkog spoja</b>	Da
<b>Zaštita struje curenja</b>	Da
<b>Monitoring mreže</b>	Da
<b>Zemljospojna zaštita</b>	Da
<b>DC prekidač / AC prekidač</b>	Da / Ne

<b>Praćenje struje stringa</b>	Da
<b>Noćni režim</b>	Da
<b>DC prenaponska zaštita, tip II</b>	Da
<b>AC prenaponska zaštita, tip II</b>	Da
Opšte karakteristike	
<b>Stepen zaštite</b>	IP 66
<b>Radni temperaturni opseg</b>	-25 °C do +60 °C
<b>Sopstvena potrošnja (noću)</b>	<6 W

Predlaže se korišćenje invertora Huawei SUN2000-330KTL-H1 ili sličnog odgovarajuće [mg](#), čiji je izgled prikazan na sledećoj slici.



Slika 11 Izgled invertora snage 300kW

Projektom se za objekte trafostanica proizvodnje TS1-TS10 predlaže korišćenje prefabrikovanih objekata kontejnerskog tipa dimenzija 6,058m x 2,896m x 2,438m, slične tipu JUPITER-3000K-H1 proizvođača Huawei, za smeštaj niskonaponske NN i srednjenaponske MV elektro opreme. Ovim projektom predviđen je energtski transformator, odgovarajućeg kapaciteta za montažu van prefabrikovanog montažno betonskog objekta. Na slici 12 prikazan je potencijalni izgled trafostanice .



Slika 12 Izgled trafostanice

Ukupna transformisana proizvodna snaga na 13.8 kV naponskom nivou se koncentriše u priključno razvodno postrojenje preko prekidačke ćelije smeštene u SN bloku PRP-a a predaje proizvedenu električnu energiju preko postojećeg trafoa 110/13.8kV kV/kV. Na ovaj način se vrši priključenje i predaja ukupne proizvedene električne energije predmetne solarne elektrane (izuzev sopstvene potrošnje elektrane) u prenosni sistem EMS-a. Ovakav koncept priključenja i predaje ukupne proizvedene električne energije (izuzev sopstvene potrošnje elektrane) u potpunosti je u skladu sa dobijenom studijom priključenja.

### 5.2.7 Mrežni priključak

Tehnički uslovi za priključenje SE Morava na prenosni sistem određeni su Studijom priključenja br. **333-00-UTD-049-63/2024-002** od 17.03.2025 godine izdatih od strane operatora prenosnog sistema AD Elektromreža Srbije Beograd. Predloženo rešenje za priključenje SE na mrežu usklađeno je sa izdatom Studijom priključenja TE Morava.

Planirana solarna elektrana će se tretirati kao novi proizvodni modul u okviru postojeće elektrane odobrenog kapaciteta.

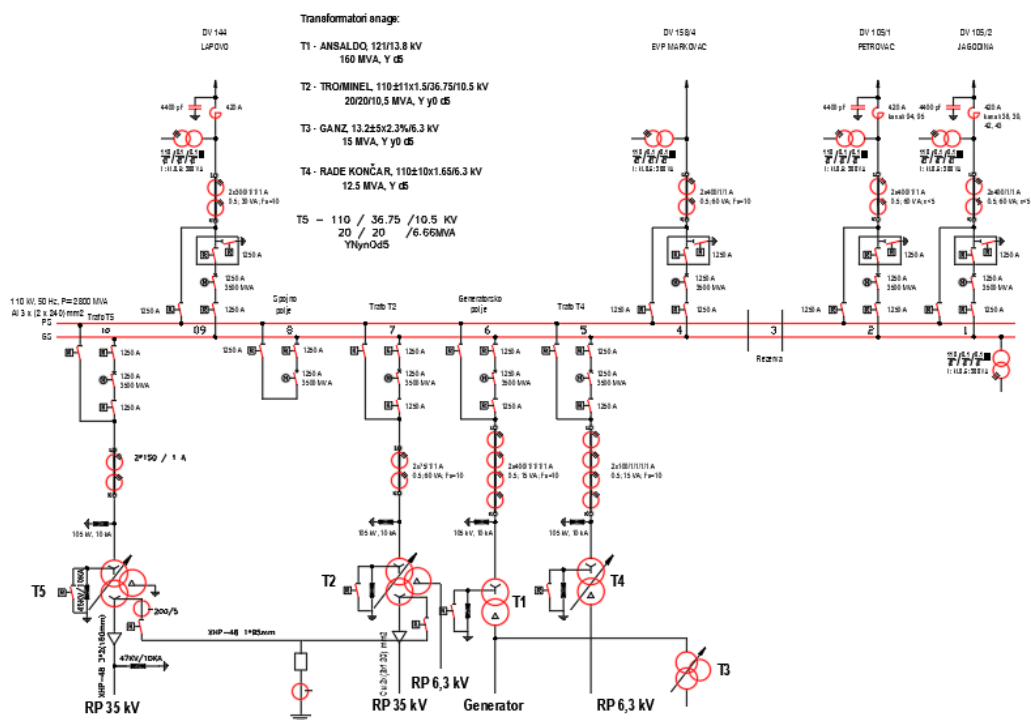
Planirano je priključenje SE Morava na elektroenergetski sistem (u vlasništvu operatora prenosnog sistema - AD Elektromreža Srbije Beograd) na naponskom nivou 110kV, odnosno na srednjenaponske instalacije blok-transformatora postojećeg genertora TE Morava - na sledeći način:

Predviđeno je novo priključno razvodno postrojenje Solarne elektrane „SE Morava“, koje se sastoji od 7 prekidačkih ćelija na 13.8kV naponskom nivou, od kojih su šest za priključenje Trafostanica solarne elektrane snage 3.3MVA, dok jedna priključna ćelija služi za povezivanje solarne elektrane sa postojećim blok transformatorom prenosnog odnosa 13.8/110KV. Na priključno SN postrojenje SE Morava biće priključeno 10 Trafostanica naponskog nivoa 13.8/0.8kV, na koje su priključeni invertori solarne elektrane. Srednjenaponsko 13,8 kV, priključno postrojenje solarne elektrane planirano je da se montira u postojećem objektu TE Morava.

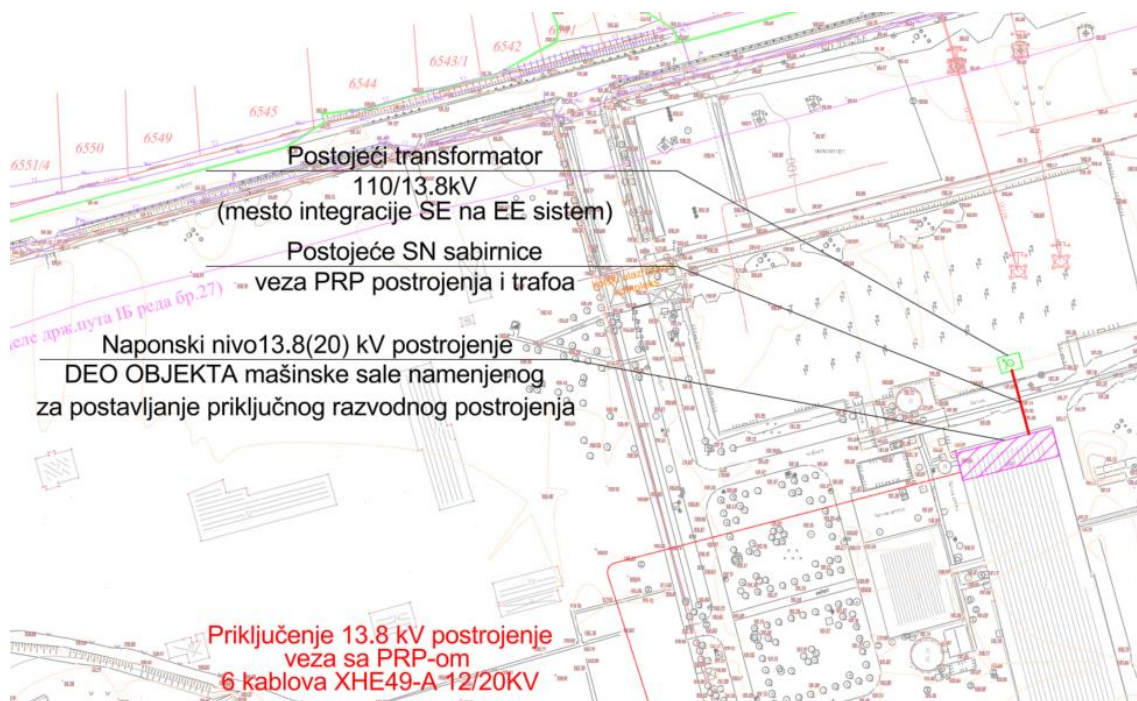
Srednjenaponsko priključno rasklopno postrojenje povezuje se na prenosni sistem postojećim energetskim transformatorom 13,8/110kV koji se nalazi u 110kV razvodnom postrojenju TE Morava, preko postojećih sabirničkih veza.

Predlaže se ugradnja kablovskih veza SN 13,8 kV od novog priključnog postrojenja sa Trafostanicama TS 1 – TS 10 13,8/0,8kV koje se nalaze u polju same solarne elektrane. Priključak bi se vršio u okviru postojećeg objekta TE Morava. Trasa kabla bi se u početku protezala na zapad do puta, a zatim bi nastavila ka jugu duž puta do planirane SE Morave. Jednopolna šema postojećeg 110 kV razvodnog postrojenja data je na slici 13.

Poprečni preseci kabla biće definisani u kasnijoj fazi projektovanja, kad rezultati toplotnog otpora zemlje budu dostupni, kao i broj strujnih kola.

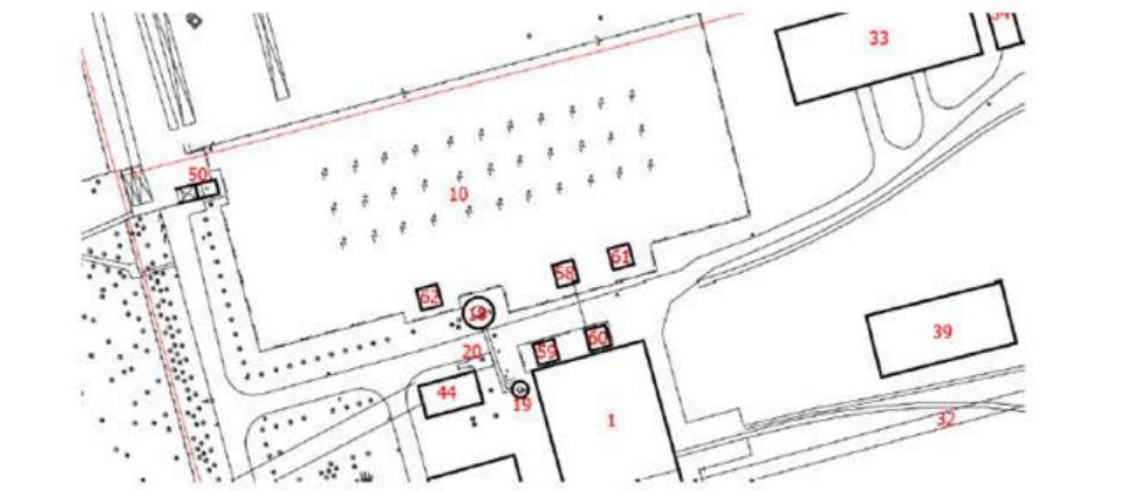


Slika 13 Jednopolna šema postojećeg 110 kV razvodnog postrojenja



Slika 14 Priključci SN kablova za solarnu elektranu Morava

**Napomena: tačna koncepcija napajanja biće utvrđena u narednim fazama projektovanja, nakon dobijanja Uslova za projektovanje i priključenje od strane Elektrodistribucije Srbije.**



Slika 15 Raspored postojećih velikih transformatora u kompleksu 58-T1, 59-T2, 60-T3, 61-T4, 62-T5, 10 – razvodno postrojenje, 1 mašinska sala sve na KP 69 KO Dublje, opština Svilajnac

Uglavnom, priključak solarne elektrane bi se izvodio preko kablovskih vodova - kablovskih veza. U solarnoj elektrani bi se za međusobno povezivanje elektroenergetske opreme koristile sledeće vrste kablova:

DC kablovi formiraju stringove. Ovi isti kablovi povezuju stringove sa invertorima. Reč je o specijalnim DC kablovima čiji će poprečni presek biti definisan u daljoj razradi, a dužina ovih kablova će takođe biti određena u daljoj izradi tehničke dokumentacije.

AC kablovi (niskonaponski vodovi) povezuju invertore sa izlazima u niskonaponskoj rasklopnoj jedinici unutar internih transformatorskih stanica solarne elektrane. Ovi kablovi su opterećeni maksimalnom strujom invertora na strani naizmjenične struje. Dužina ovih kablovskih trasa, kao i njihov poprečni presek, biće utvrđeni u daljoj izradi tehničke dokumentacije.

AC kablovi (srednjenaponski vodovi) međusobno povezuju jedan, dva ili više transformatora i povezuju ih sa ćelijama u trafostanici. Ovi kablovi su opterećeni maksimalnom strujom, koja zavisi od snage koju treba da prenesu, kao i od parametra specifične toplotne otpornosti okolnog tla, temperature itd. Dužina ovih kablovskih trasa i njihov poprečni presek biće utvrđeno u daljoj izradi tehničke dokumentacije i kroz prikupljanje podataka i analiza koje će se vršiti za potrebe dimenzionisanja ovih kablovskih vodova. U grafičkoj dokumentaciji date su trase SN kablova.

U grafičkoj dokumentaciji ovog dokumenta date su preliminarne jednopolne šeme budućeg stanja planirane solarne elektrane. Tačne jednopolne šeme će biti razvijene i predstavljene u daljoj razradi tehničke dokumentacije.

### 5.2.8 Zaštita

Zaštita interfejsa u solarnoj elektrani odnosi se na mere i mehanizme koji se implementiraju kako bi se osigurala sigurna i efikasna interakcija između solarnog elektroenergetskog sistema i električne mreže. Ova zaštita je ključna za održavanje stabilnosti i pouzdanosti kako solarne elektrane tako i šire električne mreže. Evo ključnih aspekata zaštite interfejsa u solarnim elektranama:

### 5.2.9 Sinhronizacija sa mrežom

Usklađivanje napona i frekvencije: Izlaz iz solarne elektrane mora odgovarati naponu i frekvenciji mreže kako bi se osigurala glatka integracija. Invertori se koriste za pretvaranje jednosmerne struje koju generišu solarni paneli u naizmjeničnu struju koja je u skladu sa specifikacijama mreže.

Sinhronizacija faza: Fazni ugao izlaza solarne elektrane mora biti usklađen sa mrežom kako bi se izbegle smetnje.

### 5.2.10 Zaštita od ostrvskog rada

Detekcija ostrvskog rada: Ovaj mehanizam osigurava da se solarna elektrana isključi sa mreže tokom nestanka struje ili kada je mreža isključena radi održavanja. Zaštita od ostrvskog rada je ključna kako bi se sprečilo da solarni sistem dovede energiju u mrežu bez napajanja, što bi moglo ugroziti radnike i opremu.

Metode: Zaštita od ostrvskog rada može biti pasivna (praćenje napona i frekvencije) ili aktivna (unošenje malih smetnji i posmatranje odgovora).

#### 5.2.11 Detekcija i izolacija kvarova

Zaštita od prekomerne struje: Štiti sistem od prekomerne struje koja može uzrokovati oštećenje opreme. U tu svrhu se obično koriste prekidači i osigurači.

Zaštita od kratkog spoja: Brzo izoluje delove sistema u kojima je došlo do kratkog spoja kako bi se sprečila šteta i održala sigurnost.

Zaštita od zemljospoja: Otkriva i izoluje kvarove sa zemljospojem, koji mogu uzrokovati požar ili strujni udar.

#### 5.2.12 Prolazni naponi i frekvencije

Prolazni padovi napona (LVRT): Osigurava da solarna elektrana ostane povezana i operativna tokom kratkotrajnih padova napona.

Prolazna pojava viših napona (HVRT): Slično, ovo omogućava elektrani da ostane povezana tokom privremenih skokova napona.

Frequency Ride-Through: Osigurava da elektrana ostane povezana tokom kratkih odstupanja frekvencije mreže.

#### 5.2.13 Komunikacioni i kontrolni sistemi

Daljinski nadzor i kontrola: Sistemi zaštite interfejsa često uključuju mogućnosti za daljinsko praćenje i kontrolu, omogućavajući operaterima da upravljaju solarnom elektranom u realnom vremenu.

SCADA sistemi: sistemi nadzorne kontrole i prikupljanja podataka (SCADA) se koriste za praćenje i kontrolu rada solarne elektrane, osiguravajući da svi zaštitni mehanizmi ispravno funkcionišu.

#### 5.2.14 Standardi i usklađenost

Usklađenost sa mrežnim pravilima: Solarne elektrane moraju se pridržavati nacionalnih i regionalnih mrežnih pravila, koji preciziraju zahteve za povezivanje i rad unutar električne mreže. Ova pravila uključuju detaljne specifikacije za zaštitu interfejsa kako bi se osigurala stabilnost i sigurnost mreže.

Redovno testiranje i održavanje: Periodično testiranje i održavanje opreme za zaštitu su od suštinskog značaja da bi se osiguralo da ona ostane efikasna i usklađena sa mrežnim kodovima.

Operator prenosnog sistema (OPS) utvrđuje sistem zaštite objekta, kao i obaveze OPS-a i podnosioca zahteva da funkcionalno usklade postavke zaštite u skladu sa Pravilima i propisima kojima se uređuje rad prenosnog sistema. Prilikom odabira sistema zaštite, prilikom rekonstrukcije pojedinih polja u okviru objekta, potrebno je uzeti u obzir specifičnosti već ugrađene opreme, a posebno uslove koje može zahtevati postojeći sistem tehničkog upravljanja.

Sistem zaštite je projektovan tako da omogući brzo i selektivno isključenje kvara sa vremenima isključenja kvara definisanim propisima kojima se uređuje rad prenosnog sistema. Cilj je očuvanje opreme u objektima prenosnog sistema i povezanim objektima od trajnih oštećenja, minimalizovanje posledica kvarova ili neregularnih događaja u prenosnom sistemu i održavanje stabilnog rada prenosnog sistema.

Da bi se osigurao pouzdan rad relejne zaštite, potrebno je koristiti glavne i rezervne zaštitne uređaje u prenosnom sistemu kako bi se automatski sprečilo širenje smetnji koje bi mogle ugroziti sigurnost rada prenosnog sistema. Glavni i rezervni zaštitni uređaji, u slučaju priključenja novog objekta, moraju imati isti skup implementiranih zaštitnih funkcija, koji rade po različitim algoritmima (uglavnom se implementiraju zaštitni uređaji različitih proizvođača).

Zaštitni uređaji su po pravilu moderni zaštitni uređaji bazirani na mikroprocesoru koji pored zaštitnih funkcija imaju i sledeće funkcije:

- > Funkcije snimanja poremećaja u mreži
- > Funkcije lokatora kvarova
- > Funkcije samokontrole
- > Praćenje ulaznih mernih vrednosti na vlastitom displeju
- > Interna signalizacija zaštitnih radnji
- > Mogućnost podešavanja operativnih i funkcionalnih parametara putem relejne tastature i eksterno preko računara

Osim toga, trebali bi imati stalan, zgodan pristup i mogućnost testiranja funkcija u radu, kako lokalno tako i sa udaljenog radnog mesta. Uređaji takođe moraju ispunjavati zahteve digitalne bezbednosti (cybersecurity).

Na naponskom nivou 110 kV unutar objekta i na naponskim nivoima 110 kV, 220 kV i 400 kV u objektima OPS-a, uređaji za relejnu zaštitu i upravljački uređaji se uglavnom ugrađuju kao posebni uređaji.

Na naponskim nivoima 110 kV, 220 kV i 400 kV, kontrolne funkcije koje vrši upravljački uređaj su sledeće:

- Merenje električnih veličina (struja, napon, snaga, frekvencija)
- Komandovanje, nadzor i realizacija stanja blokade elementa na terenu
- Provera ispunjenosti uslova sinhronizacije pri uključivanju prekidača

Upravljački uređaj je taj koji bi trebalo da obavlja funkciju sinhronizacije, ali je takođe dozvoljeno da glavni zaštitni uređaj ima integrisanu funkciju za proveru ispunjenosti uslova sinhronizacije prilikom uključivanja prekidača.

Ukoliko sistem zaštite zahteva postojanje komunikacijske veze između jedinica zaštite iz drugih objekata, podnosilac zahteva je dužan obezbediti potrebnu komunikacijsku vezu pre stavljanja objekta (ili dela objekta) pod napon.

### 5.2.15 Uređaj zemljospojne zaštite (RCD)

RCD (Residual Current Device) je zaštitni uređaj koji prekida električno kolo kada otkrije curenje struje u zemlju.

Ovo je ključno za sprečavanje strujnih udara i zaštitu ljudi od električnih povreda.

RCD u solarnim energetske sistemima:

Zaštita od električnog udara: U solarnim energetske sistemima, RCD uređaji su kritični za zaštitu korisnika od potencijalno opasnih situacija, posebno u slučaju kvarova na izolaciji.

Zaštita opreme: Osim zaštite ljudi, RCD uređaji takođe štite opremu od oštećenja do kojih može doći zbog curenja struje.

Vrste RCD uređaja za solarne sisteme:

Tip A: Detektuje curenje naizmenične struje (AC) i pulsirajuće jednosmerne struje (DC).

Tip B: Detektuje AC, pulsirajuću jednosmernu struju i čisto jednosmerno curenje. Preporučuje se za solarne sisteme jer može otkriti curenje uzrokovano invertorima koji koriste DC.

RCD uređaji nisu nužno integrisani u sve invertore, bilo da su string tipa ili centralni. Njihovo prisustvo zavisi od dizajna i specifikacija samog invertora, kao i od zahteva za ugradnju i bezbednosnih propisa koji se primenjuju u određenoj zemlji ili regionu.

Neki centralni invertori mogu imati ugrađene RCD funkcije, ali to takođe zavisi o proizvođaču i specifičnom modelu. U većini centralnih invertora, posebno u većim sistemima, koriste se spoljni RCD uređaji kako bi se osigurala odgovarajuća zaštita.

## 5.2.16 Upravljanje i signalizacija PV postrojenja

### Scada

PV postrojenju je potreban DCS/SCADA sistem za nadzor, kontrolu i razmenu informacija između opreme distribuiranog postrojenja koja će biti integrisana.

DCS sistem se sastoji od tri različita upravljačka sistema od kojih je svaki odgovoran za kontrolu različitih podsistema postrojenja:

1. **PV Plant SCADA** sistem vrši kontrolu sistema za praćenje i prikuplja svih meteoroloških podatke sa terena, kao i status rezervnog sistema. Integriše podatke sa invertora i trafostanica preko druge DCS opreme. Pored toga, ovaj sistem integriše komplementarne elemente fotonaponske elektrane kao i sigurnosni sistemi video nadzora, tako da su sve informacije dostupne u istoj tački (PC SCADA klijent) preko njegovih specifičnih ekrana. Ovaj sistem će biti konfigurisan za lokalni i udaljeni pristup.

2. **Sistem upravljanja elektranama** (PPC) vrši kontrolu invertora i SN transformatora, kontrolišući energiju proizvedenu u skladu sa potrebama mreže i aktivnim elementima relejne zaštite.

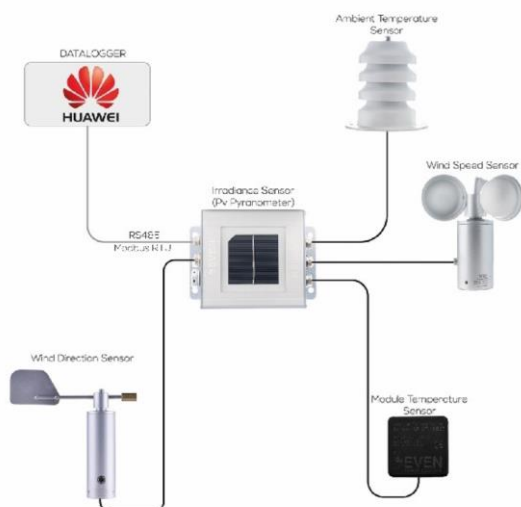
3. **Sistem za kontrolu i nadzor trafostanice** (SCMS) vrši kontrolu podstanice PV postrojenja, uključujući šeme relejne zaštite i sve zahteve za mrežno povezivanje. U ovom elementu se vrši razmena signala sa EMS trafostanicom i EMS NDC, a izvodiće se preko Telekom panela (SDH) trafostanice.

SCADA sistem je povezan sa solarnom elektranom preko FO (optičke) prstenaste mreže koristeći RSTP/ekvivalent. Ovi FO prstenovi prenose sve informacije prikupljene na nivou postrojenja, što uključuje:

- > Informacije sa meteoroloških stanica, putem RS485 ili Ethernet-a
- > Informacije iz CCTV sistema, preko optičkih vlakana
- > Informacije sa string invertora, preko PLC-a (elektronska komunikacija)
- > Informacije iz sistema za solarno praćenje.

### Meteo stanica

Meteo stanica PV sistema je uređaj koji se koristi za praćenje i analizu vremenskih uslova u kontekstu solarnih elektrana. Takve stanice pomažu u optimizaciji performansi PV (fotovoltačnih) sistema, jer pružaju podatke o važnim faktorima kao što su temperatura, vlažnost, brzina vetra, količina padavina, solarno zračenje i drugi meteorološki podaci. Ovi podaci omogućavaju bolju analizu i prilagođavanje rada sistema, što može povećati efikasnost i smanjiti moguće gubitke energije. Na slici je prikazana blok šema jednog ovakvog sistema:



Slika 16 Blok šema meteo stanice

### 5.2.17 Sistem za kontrolu i nadzor trafostanica

Lokalni SCADA sistem i sistem upravljanja u TS 110/xx kV TE Morava treba proširiti i dopuniti kako bi se realizovala i integrisala celina koja se odnosi na RP SE Morava u prenosni sistem. Treba razmotriti daljinsko upravljanje određenim uređajima iz EMS AD kontrolnih centara i lokalnog SCADA sistema, koristeći postojeće resurse i iste koncepte koji se trenutno primenjuju. Za razmenu podataka u realnom vremenu između budućih kontrolnih centara SE Morava i EMS AD (NDC/RNDC/RDC), maksimalno iskoristiti postojeću infrastrukturu. Sprovesti razmenu podataka putem komunikacije na osnovu standarda IEC-60870-5-101 prema TU-UPR-06:2021, Tehničkom uputstvu za razmenu informacija između elektroenergetskih objekata i upravljačkih centara EMS AD.

Između postrojenja za proizvodnju električne energije SE Morava i EMS AD kontrolnih centara (NDC, RNDC i RDC), omogućiti direktnu komunikaciju za razmenu podataka u realnom vremenu korištenjem standarda IEC-60870-5-101, nezavisnu od komunikaciji između EMS AD kontrole centara i RP TE Morava 110kV.

Upravljanje sredjonaponskom (SN) rasklopnom opremom je moguće na sledeće načine:

Lokalno:

- > Iz polja sa preklopkom lokalno/daljinski koja je smeštena u niženaponskoj ćeliji dolazne ćelije. Prebacivanje položaja prekidača u uključen i isključen položaj je dozvoljeno ako je preklopka u lokalnom položaju.

Iz odgovarajućeg mikroprocesorskog uređaja u dolazećoj ćeliji

- > Upotrebom tastera na prednjem zidu ćelije
- > Daljinski (automatski) iz SCADA sistema

Funkcija lokalnog upravljanja uključuje:

- Komandovanje rasklopnom opremom

Lokalna funkcija signalizacije i nadzora uključuje:

- Prenos merenja, indikacije položaja rasklopnih uređaja i alarma sa zaštitnih i upravljačkih mikroprocesorskog uređaja na RTU, koristeći IEC 61850 protokol
- signaliziranje položaja rasklopnih uređaja na ormarićima ćelija u RP pomoću jednopolne šeme polja i indikatora položaja
- signaliziranje položaja rasklopnih uređaja na displeju zaštitne i upravljačke jedinice pomoću jednopolne šeme polja. Signalizacija alarma LED diodama i na displeju zaštitne i upravljačke jedinice

Interkonekcije na elektranu i adaptaciju signala treba rešiti unutar zaštitne i upravljačke jedinice (dolazna ćelija) i preko RTU upravljačkih i nadzornih modula za SN razvodne uređaje (transformatorske ćelije i merne). RP će se daljinski kontrolisati iz udaljenog centra za nadzor. Oprema za sistem daljinskog upravljanja i nadzora (u daljem tekstu SDUN) i pripadajuća oprema i uređaji biće smešteni razvodnom ormanu upravljanja (SDUN kabinet). SDUN se sastoji od RTU-a i aktivne mrežne opreme.

Potrebno je obezbediti modularni RTU uređaj sa sledećim modulima:

- Glavni (procesorski) modul sa komunikacijskim interfejsom za upravljanje iz nadređenog centra
- Moduli za upravljanje i nadzor SN rasklopnih uređaja
- Modul za napajanje dizajniran za produžene nestanke struje kako bi se održala kontrola i nadzor nad celim SN sklopnim uređajem tokom prekida napajanja.

Projektom treba osigurati napajanje svih komponenti u SN rasklopnom uređaju, uključujući mehaniku rasklopnih uređaja i motora.

Komunikaciju između RTU-a i mikroprocesorskog zašitnog i kontrolnog releja u dolaznoj ćeliji treba izvršiti korištenjem IEC 61850 protokola. Kontrolu i nadzor SN rasklopnih uređaja u transformatorskim ćelijama i mernoj ćeliji treba ostvariti preko RTU upravljačkih i nadzornih modula preko žičanih veza. Daljinsko praćenje RP iz udaljenog centra za praćenje treba da se implementira preko SDUN ormara koristeći standardne komunikacione protokole IEC 60870-5-101 i/ili IEC 60870-5-104 preko primarnog prenosnog puta. Ova komunikacija treba da omogući vidljivost položaja SN rasklopnih uređaja, merenja, alarma i mogućnost uključivanja/isključivanja prekidača u ulaznoj ćeliji sa relejnih izlaza mikroprocesorskog zašitnog i upravljačkog releja. RTU skuplja sve signale i komunicira sa nadređenim SCADA sistemom u centru za nadzor. RTU mora imati funkciju samokontrole i LED indikaciju radnog statusa. Gubitak napajanja RTU-a ne bi trebao rezultovati gubitkom kritičnih podataka za

konfiguraciju sistema, prikupljanje događaja i alarme od RP. RTU-ov energetska modul treba da se napaja iz DC razvoda RP sa 110 V DC. RTU mora omogućiti konfiguraciju i parametrizaciju sistema lokalno putem direktne prenosne veze, a opcionalno daljinskim putem preko Ethernet ili GPRS komunikacije. RTU bi takođe trebao omogućiti praćenje sistema preko web servera, dostupnog na daljinu preko Ethernet ili GPRS komunikacije.

### 5.2.18 Daljinski nadzor

Sistem za nadzor PV-a je od suštinskog značaja za osiguranje očekivanog i trajnog učinka fotonaponskog sistema. Sistem za nadzor prikuplja potrebne podatke o fotonaponskom sistemu i prenosi ih kontrolnom centru koji omogućava korisnicima da procene i kontrolišu sistem kako bi smanjili troškove održavanja, nadgledali indikatore performansi proizvodnje energije i pratili događaje kvara.

Podaci se arhiviraju sa invertora, transformatora, meteoroloških stanica i svakog dodatnog sistema koji bi bio potreban. Zabeleženi podaci trebaju biti redovni ili granični podatci (npr. zračenje, temperatura, snaga, energija, itd.) i podatci o događajima (isključenja, upozorenja, greške). Vremenski nadzirani podaci snimaju se sa prosečnim periodom od najmanje deset minuta srednje vrednosti, min, max i standardne devijacije.

Korisnik će biti u mogućnosti da prati trenutni status postrojenja putem grafičkog korisničkog interfejsa (GUI) koji prikazuje prikaz postrojenja zasnovan na karti ili nizom tabela koje sumiraju invertore, meteorološke stanice i status mrežne stanice.

DCS elektrane treba da prikaže „lako čitljiv“ izveštaj o statusu elektrane i njenih performansi u bilo koje vreme. Takođe treba da prikaže detaljnije informacije o pojedinačnim inverterima/blokovima. Monitoring sistem mora biti u stanju da obrađuje podatke i sortira podatke potrebne za prezentaciju.

Prenesene informacije se konačno detektuju i transformišu od strane prijemnika kako bi se zabeležile, vizualizirale i dalje analizirale. Neki prenosnih medijuma koje istraživači koriste za prenos podataka su:

- > žičana komunikacija, koja ima dve podkategorije,
  - > koaksijalni kabl
  - > optički kabl,
- > bežičnu komunikaciju, i
- > dalekovodna komunikacija (VF).

Koaksijalni kabl ima nizak otpor, nisku stopu grešaka i dobar propusni opseg. Podržava više kanala i razne usluge uključujući podatke, glas, video i multimediju. Optički kabl se sastoji od tankih staklenih niti u svojoj arhitekturi za prenos svetlosti. Svetlosni impuls putuje kroz jezgro vlakna što omogućava najveću brzinu prenosa podataka.

Kablovi mogu prenositi podatke na nekoliko kilometara bez slabljenja. Optički kablovi su krhki, skupi i njihova instalacija je težak zadatak. Druga opcija za prenos podataka je bežično lokalno umrežavanje (WLAN). On pokriva veliku površinu od oko 2000 ha., ima fleksibilnost u prenosu podataka (bez područja radio pokrivenosti može prenositi podatke) i dodatno čvorovi u WLAN-u mogu komunicirati bez ikakvih budućih ograničenja.

Informacije koje se odnose na metrološke i operativne parametre mogu se preneti i korištenjem mreže Global System Mobile Communication (GSM). GSM može pokriti udaljenosti od hiljada kilometara i može prenositi podatke od internet provajdera do računara. Ova metoda nudi pokrivenost prenosa podataka širom sveta uz niske troškove. Smanjuje potrebu za ručnim prikupljanjem podataka i rutinskom inspekcijom, što je neophodno u slučaju tradicionalnih sistema, a takođe nema potrebe imati računar na licu mesta.

Planirano je da se oprema za daljinski nadzor zaštita i upravljanje smesti u postojeće objekte TE Morava, tačne pozicije kao i oprema biće razrađena u narednim fazama projektno-tehničke dokumentacije.

### 5.2.19 Cyber/OT sigurnosni zahtevi

Elektrana komunicira sa agregatorima i trgovcima na veliko putem javnog interneta. Sistem solarne energije je opremljen nizom funkcija za podršku mreže, i ako se kontroliše ili programira nepravilno, može predstavljati rizik od poremećaja elektroenergetskog sistema i sigurnosti povezanih računarskih sistema.

Postrojenje će biti u skladu sa opštim zahtevima u vezi sa sajber bezbednošću. Ovo uključuje, ali nije ograničeno na pridržavanje sledećih standarda, normi i kodeksa:

- > Međunarodni elektrotehnički komitet (IEC) 62351, Upravljanje energetskim sistemima i povezana razmena informacija - Sigurnost podataka i komunikacija - SVI DELOVI,
- > ISO/IEC 27000:2018, Informaciona tehnologija -- Sigurnosne tehnike -- Sistemi upravljanja sigurnošću informacija -- Pregled i rečnik
- > ISMS ISO/IEC 27001 porodica standarda o sistemima upravljanja sigurnošću informacija

Sledeći standardi i radne grupe sadrže reference na cyber/OT sigurnost i moraju se uzeti u obzir tokom dizajna, proizvodnje, instalacije i rada:

- > IEC 62351 serija
- > Zajednički kriterijumi ISO/IEC 15408
- > ISO/IEC TR 19791 Procena sigurnosti operativnih sistema
- > ISO/IEC 27001 i 27002 standardi sistema upravljanja sigurnošću informacija

- Međunarodno društvo za automatizaciju (ISA)/IEC 62443 (ranije Standardi za industrijsku automatizaciju i sigurnost sistema upravljanja)146
- UL 2900 Softverska računarska bezbednost za proizvode koji se povezuju na mrežu Standardi Tehnički panel
- Radne grupe NIST-a uključujući NIST federalne standarde za obradu informacija (FIPS)
- IEEE 1547 i IEEE 1547.1 DER radne grupe za interkonekciju i interoperabilnost
- ISO/IEC 19790 Sigurnosni zahtevi za kriptografske module
- IEEE 1711 Kriptografski protokol za računarska bezbednost serijskih veza u podstanicama
- Radna grupa za internet inženjering (IETF)
- CIGRE (Međunarodno veće za velike električne sisteme) Radna grupa za zaštitu i automatizaciju SC B5, npr. JWG B5/D2.46147
- Ekspertna grupa Evropske komisije za pametne mreže 2 Regulatorne preporuke za privatnost, zaštitu podataka i cyber/OT sigurnost u okruženju pametne mreže
- IEEE 2030.5-2018 - IEEE standard za protokol aplikacije Smart Energy Profile

Postrojenje bi trebalo biti dizajnirano, instalirano, korišćeno i održavano da preživi sajber-incident uz održavanje kritičnih funkcija.

Pet strateških oblasti su:

- Izgradnja kulture sigurnosti
- Procena i praćenje cyber/OT sigurnosnih rizika
- Razvoj i implementacija novih zaštitnih mera za smanjenje rizika
- Upravljanje incidentima
- Održavanje sigurnosnih poboljšanja

### 5.2.20 Pomoćno napajanje

Pomoćno napajanje integrisati u postojeći sistem na RP 110kV TE Morava u skladu sa IS EMS 133:2014 „Sopstvena potrošnja u transformatorskim stanicama, rasklopnim aparatima i dispečerskim centrima“. Snaga potrebna da bi se osigurala sigurna i neprekidna funkcionalnost solarne elektrane i sigurni uslovi za zaposlene osiguraće se iz izvora sopstvene potrošnje. Sistem sopstvene potrošnje bi trebalo da uključuje napajanje SCADA sistema , alarmnih sistem, sistema telekomunikacije, UPS, rasvetu i klimatizaciju. Potrebna snaga za ove sisteme

biće određena u narednim fazama projektne dokumentacije. Sopstvena potrošnja se obezbeđuje iz proizvodnje (kada je dostupna) ili preko VN dalekovoda, VN transformatorskih stanica i SN kablovskih vodova (kada proizvodnja nije dostupna).

Napajanje sopstvene potrošnje RP naizmeničnom strujom će se realizovati iz ćelije sopstvene potrošnje RP. Za napajanje sopstvene potrošnje RP u vlasništvu elektrane potrebno je planirati ugradnju razvodnog ormara naizmenične i jednosmerne struje. Za neprekidan rad RP, potrebno je obezbediti kontinuirano napajanje od 110 VDC iz 230V AC razvod kroz ispravljače. Oprema, uređaji i instrumenti priključeni na sabirnice sigurnog napajanja specificirani su SPRS standardom. Projekat uključuje razvod od 110 VDC kao siguran izvor napajanja, nezavisan od mrežnog napona, sposoban da osigura pravilan rad postrojenja tokom nestanka mrežnog napona. Razvod 110 VDC napaja:

- > Zaštitni i upravljački uređaji u ulaznoj ćeliji RP
- > Komandna strujna kola
- > Signalna strujna kola
- > Motorni pogoni prekidača u RP.

### 5.2.21 Merenja

Merenje vrednosti isporučene električne energije mora biti u skladu sa Pravilima rada prenosnog sistema i Pravilima za priključenje objekata na prenosni sistem, kao i Internim standardom IS-EMS 710. Merno mesto se nalazi u RP 110kV TE Morava. Proizvodno merno mesto mora biti opremljeno sa dva identična brojila električne energije, jedno za prihod i jedno za kontrolna merenja. Za detaljnije tehničke uslove za izradu mernog ormara potrebno je konsultovati EMS AD - Sektoru za prihodno i kontrolno merenje električne energije.

Kontrolno merno mesto za proizvedenu električnu energiju iz SE Morava nalazi se u prostoriji SN RP. Trofazno merenje na VN strani se obezbeđuje preko jedne indirektno dvosmerne merne grupe, smeštene u ulazno-mernoj ćeliji rasklopnog uređaja, koja se može zatvoriti. Brojilo se nalazi u posebnom razvodnom ormanu odgovarajućih dimenzija montiranom na unutrašnjem zidu objekta. Svi uređaji u okviru postavke kontrolnog merenja moraju:

- > Imati odgovarajuću klasu tačnosti
- > Posedovati uverenje o tipskom ispitivanju izdato od strane Uprave za mere i plemenite metale
- > Imati izveštaj o testiranju komada (kalibracijski pečat).

Daljinsko očitavanje brojila od strane vlasnika solarne elektrane biće omogućeno putem GSM/GPRS modema sa eksternom antenom, uz instalaciju odgovarajućeg softvera u nadzornom centru. Grupa za merenje koristi trofazno multifunkcionalno digitalno brojilo. Brojilo sadrži priključnu kutiju sa mogućnošću zaptivanja i prozirnim poklopcem. Sekundarna

kola naponskih mernih transformatora zaštićeni su automatskim prekidačima. Sekundarna kola strujnih mernih transformatora su uzemljeni u jednoj tački, direktno na stezaljkama strujnih mernih transformatora, priključujući se na sabirnicu RP uzemljenja, koja je spojena na mrežu RP uzemljenja.

### 5.2.22 Osvetljenje i video nadzor

U narednim fazama projekta potrebno je razmotriti i planirati sledeće sisteme tehničke zaštite:

- > Sistem video nadzora;
- > Sistem zaštite perimetra;
- > Sistem kontrole pristupa sa evidentiranjem radnog vremena;
- > Alarmni sistem za detekciju upada.

Primarna uloga sistema video nadzora za Solarnu elektranu (SE) je da nadgleda perimetar ograđenog prostora, služeći kao dopuna sistemu zaštite perimetra proverom alarma generisanih senzorskim kablovima, ako takva zaštita postoji. Kamere posebno treba da prate srednjenaponske/niskonaponske transformatorske stanice (TS) itd.

Komponente sistema video nadzora uključuju:

- > IP kamere;
- > Mrežni video serveri;
- > Radne stanice sa softverom za praćenje;
- > Kablovske instalacije;
- > Aktivna komunikaciona mreža;
- > Oprema za napajanje.

Svaki od ovih elemenata igra ključnu ulogu u obezbeđivanju efikasnog nadzora i bezbednosnog praćenja u prostorijama solarne elektrane.

### 5.2.23 Uzemljenje i zaštita od groma

Sistem uzemljenja i gromobranske zaštite biće projektovan i izveden u skladu sa:

- > Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenje elektroenergetskih instalacija nazivnog napona iznad 1000 V.

- > Pravilnik o tehničkim standardima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja.
- > IEEE Std 80: Vodič za bezbednost u uzemljivanju naizmenične podstanice.
- > SRPS EN 50522: Uzemljenje energetskih postrojenja naizmeničnog napona koji prelazi 1 kV.

#### SRPS EN 62305: Zaštita od atmosferskog pražnjenja

Za Solarnu elektranu „Morava“ biće potrebno obezbediti, u skladu sa propisima i uslovima dispozicije, zajednički sistem uzemljenja, koji će integrisati sledeća uzemljenja:

- > Zaštitno uzemljenje;
- > Radno uzemljenje;
- > Uzemljenje za zaštitu od atmosferskog pražnjenja (uzemljenje za zaštitu od groma).

Sistem uzemljenja će se sastojati od međusobno povezanih uzemljivača, provodnika za uzemljenje, pomoćnih uzemljivača i dodatnih metalnih konstrukcija koje mogu poslužiti kao dodatni uzemljivači. Pored izgradnje pomenutog sistema uzemljenja, biće preduzete mere za izjednačavanje potencijala u solarnoj elektrani.

Da bi se utvrdilo da li je potrebno zaštititi Solarnu elektranu „Morava“ od atmosferskih pražnjenja (udara groma), u narednim fazama projektovanja izvršiće se procena rizika prema standardu IEC 62305-2.

Zaštita od atmosferskih pražnjenja mora da se sprovodi u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu od atmosferskih pražnjenja („Službeni list SR br. 11/96“, član 1) i standardom IEC TS 62738, za postavljanje solarnih panela na tlo. Za elektroenergetska postrojenja van zgrade ne primenjuje se Pravilnik o tehničkim normativima zaštite od atmosferskih pražnjenja, pa opšte mere zaštite od atmosferskih pražnjenja obuhvataju:

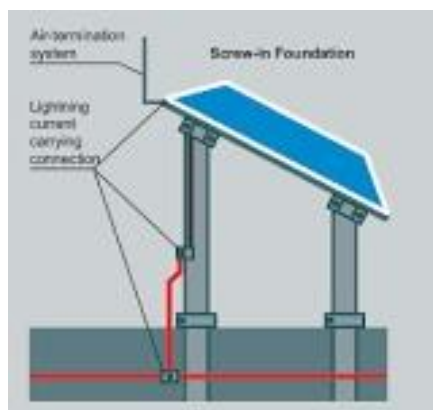
- i. Izjednačavanje potencijala metalnih konstrukcija
- ii. Ugradnja uređaja za zaštitu od prenapona ugrađenih u kutije za kombinovane nizove.
- iii. Uređaji za zaštitu od prenapona instalisani na jednosmernoj i naizmeničnoj strani invertora.
- iv. SN zaštita od prenapona na trafostanicama i priključnim mestima
- v. Izgradnja prihvatnog sistema i spusnih provodnika za zgrade za rad i održavanje (O&M) ili druge objekte.
- vi. Uređaji za zaštitu od prenapona za komunikacionu opremu i kablove.

Za gromobransku zaštitu trafo stanica predviđena je mreža provodnika postavljenih na krovu kao prihvatni sistem, koji je preko mernih spojnica sa odvodnim provodnicima postavljenim na fasadi trafo stanice povezan sa uzemljivačem.

Gromobranska instalacija se sastoji od

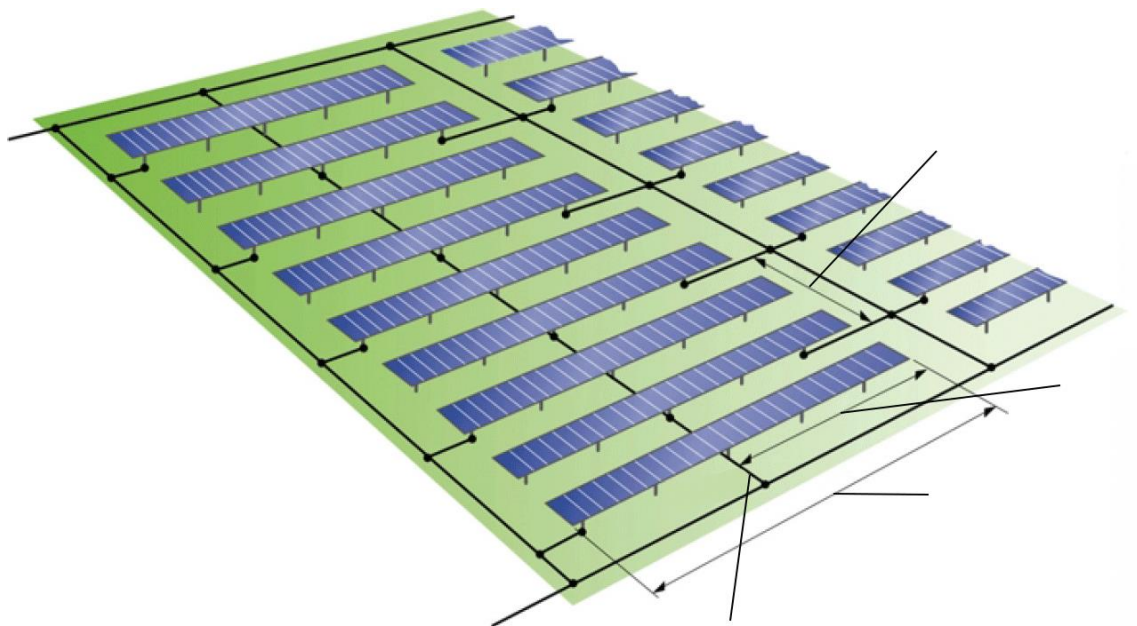
- > Prihvatnog sistema
- > Spusnih provodnika i
- > Uzemljivača

Prihvatni sistem planirane gromobranske instalacije sastoji se od hvataljki - šipki postavljenih na noseću metalnu konstrukciju panela tako da se nalaze iznad panela. Drške štapa su standardne, izrađene od aluminijuma okruglog preseka od 10 mm. Hvataljke su pričvršćene za noseću metalnu konstrukciju strujnim stezaljkama, kao što je prikazano na slici 40. Noseća metalna konstrukcija panela se koristi kao spusni provodnik. Stubovi noseće metalne konstrukcije su povezani sa zemljom preko standardne odvojive strujne priključne opreme (npr. poprečni komad trake-trake 60k60mm), zavarivanjem komada trake na gornjoj strani obujmice za stub konstrukcije, i povezivanje provodnika sa uzemljivačem sa donje strane stezaljke.



Slika 17 Primer prihvatnog sistema

Izjednačavanje potencijala komponenti polja vrši se formiranjem mreže potrebnih dimenzija. Primer mreže dimenzija 20 m x 20 m prikazan je na donjoj slici.



*Slika 18 Primer PV izjednačavanja potencijala*

Kablovi položeni u zemlju sa obe strane niza solarnih panela su u kontaktu sa pojedinačnim (ili naizmeničnim redovima panela) kako bi se postigla mreža od 20m x 20m komponenti u zemlji. Ove dimenzije su samo preporuka, dok se tačne informacije dobijaju tek nakon merenja otpornosti tla.

Metalne komponente noseće konstrukcije moraju biti galvanski spojene kako bi se osigurao najkraći put do najbliže tačke uzemljenja. Metalna kućišta ormara i kombinatora kao i uzemljenje prenaponske zaštite moraju biti galvanski spojeni sa konstrukcijom i podzemnim kablovima.

S obzirom na materijal i vrstu ugradnje i povezivanja, zaštitni provodnici moraju biti u skladu sa odredbama navedenim u IEC 60364-5-54. Ova vrsta konfiguracije smanjuje mogućnost oštećenja modula i kombinatora bliskim atmosferskim pražnjenjima koja su verovatnija od direktnih udara.

Uzemljivač gromobranske zaštite je ujedno i glavni uzemljivač. Planira se kao mreža provodnika položenih u zemlju na dubini od najmanje 0,5 m. Provodnik za uzemljenje je toplo pocinkovana čelična traka 25x4mm. Uzemljivači su međusobno povezani standardnim ukrsnim komadima 60x60mm i zaštićeni od korozije premazivanjem bitumenom.

Vodovi se postavljaju od glavnog uzemljivača do stubova noseće metalne konstrukcije panela. Takođe, priključnice za ormare i invertore su obezbedjeni na sistemu za uzemljenje. Uzemljenje i gromobranska zaštita trafo stanica 35/0,8kV su priključene na glavno uzemljenje objekta.

Nakon analize utvrdiće se da li se ugradnja spoljne gromobranske zaštite (gromobrani) za spoljnu zonu u kojoj se postavljaju fotonaponski moduli (solarne elektrane) može smatrati opravdanom/isplativom.

Postavljanje spoljne gromobranske zaštite (sistema spoljne gromobranske zaštite sa odvodnim provodnicima do uzemljenja) preporučuje se za unutrašnje zone (zone unutar srednje/niskonaponskih trafo stanica i pomoćnih objekata), što je uobičajena praksa. Takođe se preporučuje ugradnja uređaja za zaštitu od prenapona (SPD) na strani naizmjenične struje (AC) i u DC kolima za unutrašnje zone (zone unutar srednje/niskonaponskih trafo stanica i pomoćnih zgrada), što je takođe standardna praksa. Za unutrašnje zone (zone u okviru srednje/niskonaponskih trafo stanica) preporučuje se ugradnja spoljne gromobranske zaštite (sistem spoljne gromobranske zaštite sa odvodnim provodnicima do uzemljenja), što je uobičajena praksa. Takođe se preporučuje ugradnja koordinisanih uređaja za zaštitu od prenapona (SPD) na strani naizmjenične struje (AC) i u DC kola za unutrašnje zone (zone unutar srednje/niskonaponskih transformatorskih stanica), što je takođe standardna praksa.

#### 5.2.24 Faznost projekta

Konsultant razume da se EPS može odlučiti za faznost izgradnje. Ovo će posebno zavistiti od raspoloživosti površina koje se razmatraju za solarnu elektranu i odabranoj strategiji remedijacije i rekultivacije.

#### 5.2.25 Procena uticaja na životnu sredinu

Područje projekta i njegovi prirodni uslovi su u velikoj meri degradirani deponijama pepela i šljake (rekultiviraju se samo manje površine), tako da prirodna staništa trenutno nisu prisutna na lokaciji. Kompletna remedijacija i rekultivacija deponije (tehnička i biološka) planirana je kao deo posebnog projekta i biće sprovedena pre postavljanja SE.

Prema preliminarnoj proceni uticaja, planirani projekat SE je ekološki prihvatljiv. Neće biti emisija buke i zagađivača (u vazduh, vodu i tlo) tokom operativne faze projekta. Nadalje, izvođenjem remedijacije i rekultivacije deponije pre postavljanja SE-a, sadašnji uslovi na lokaciji će se značajno poboljšati. Projekat SE će takođe imati indirektan pozitivan uticaj na kvalitet vazduha i ublažavanje klimatskih promena tako što će zameniti potrebu za energijom iz elektrana na fosilna goriva, i na taj način smanjiti emisije CO<sub>2</sub> i zagađivača u atmosferu.

Nakon preliminarne procene uticaja na životnu sredinu, odnosno u narednim fazama razvoja projekta, može biti potrebna i detaljnija analiza mogućih uticaja. Naime, prema Uredbi o utvrđivanju liste projekata za koje je obavezna procena uticaja na životnu sredinu i spiska projekata za koje se može tražiti procena uticaja na životnu sredinu („Sl. list RS“, br. 114/2008), Spisak 2 - procena uticaja na životnu sredinu može biti potrebna za sve objekte za proizvodnju električne energije snage od 1 do 50 MW. S obzirom da je snaga SE Morava cca. 45 MW, po potrebi, sprovešće se postupak procene uticaja na životnu sredinu, a sve u skladu sa: Zakonom o zaštiti životne sredine („Sl. list RS“, br. 135/04, 36/09, 36/09 - dr. zakon, 72/09 - dr. zakon i 43/11 - odluka suda, 14/16, 76/18, 95/18 - dr. zakon), i Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu („Sl. list RS“, br. 135/04). i 36/09).

### 5.2.26 Zaštita prirodnih i nepokretnih kulturnih dobara

Zavod za zaštitu prirode Srbije vodi Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara kontinuirano od njegovog osnivanja. Registar je elektronska baza podataka zaštićenih područja, područja prethodne zaštite, zaštićenih vrsta i pokretnih zaštićenih prirodnih dokumenata. Prema podacima Centralnog registra zaštićenih prirodnih dobara, na teritoriji opštine Svilajnac nema zaštićenih i evidentiranih prirodnih dobara.

Na osnovu Zakona o kulturnim dobrima ("Sl. list RS", br. 71/94, 52/11 - dr. zakon i 99/11 - dr. zakon, 6/20 - drugi zakon i 35/21 - dr. zakon i 129/ 21 - dr. zakon), nepokretna kulturna dobra na teritoriji opštine Svilajnac razvrstavaju se u dve kategorije – spomenici kulture i arheološka nalazišta. Međutim, na području SE Morava i deponije pepela i šljake nisu evidentirana nikakva nepokretna kulturna dobra.

## 6 Numerička dokumentacija

### 6.1 Predmer i predračun

Investicioni troškovi obuhvataju sve troškove neophodne za izgradnju solarne elektrane Morava (u jednoj fazi), uključujući troškove svih radova pre i tokom izgradnje (bez troškova remedijacije). Za potrebe procene glavnih troškova opreme korišćeni su bifacijalni moduli. Bifacijalni moduli su oko 10% skuplji od monofacijalnih, ali imaju veću proizvodnju električne energije, zbog čega su izabrani za SE Morava. Cene u nastavku su tržišne cene koje su dali proizvođači i proverene od strane konsultanta za slične projekte u regiji. Investicioni troškovi se mogu podeliti u nekoliko kategorija prema njihovoj nameni, kao što je prikazano u tabeli ispod. Troškovi ne uključuju troškove remedijacije zemljišta.

*Tabela 7 Predmer i predračun*

br.	Kategorija	Kol.	Jedinična cena, €	Ukupna cena, €
Projekat: Solarna elektrana Morava				
1.	Izrada projekta, uključujući celokupnu potrebnu projektnu dokumentaciju, potrebne studije, pribavljanje svih potrebnih dozvola do i uključujući građevinsku dozvolu i geotehničke i geodetske radove, te konsalting prilikom izrade i realizacije projekta.	1 set	1.500.000	1.500.000
2.	Noseće podkonstrukcije sa montažom	1 set	4.592.680	4.592.680
3.	Fotonaponski modul, monokristalni, nazivne snage 625 W, efikasnost na 200W/m <sup>2</sup> 23,14%, dimenzije (VxŠxD) 30x2382x1134 mm, sa razvodnom kutijom i svim priključcima za montažu i povezivanje. Model kao: Jinko Tiger Neo N-type 66HL4M-BDV 600-625 W.	55.992	120	6.719.040
4.	Invertor/konvertor nazivne snage 300 kW, kompletan sa svim dodacima za ugradnju i povezivanje, i sa ugrađenom dodatnom opremom: - prenaponska zaštita za DC stranu, Ethernet ili WiFi komunikacioni modul. Tip kao: Huawei SUN2000-330KTL-H1.	106	10.000	1.060.000

5.	Srednje naponska stanica sa AC snagom od 3300 kVA, kompletna sa svim priborom za ugradnju i povezivanje Tip kao: JUPITER-3000K-H.	10	137.500	1.375.000
6.	Sekundarna oprema, uključujući nabavku zaštitne opreme za uzemljenje i zaštitu od groma, komunikacione opreme, opreme za video nadzor i meteorološke opreme.	1 set	1.500.000	1.500.000
7.	VN kablovi za povezivanje transformatorskih stanica solarne elektrane na postojeći EE sistem TE Morava i opremanje novog kablovskog polja u postojećem transformatoru	1 set	2.300.000	2.300.000
8.	DC i AC NN kablovi, nabavka opreme i izrada unutrašnjih NN/SN, SN kablova, izgradnja priključaka	1 set	1.200.000	1.200.000
9.	Cena izgradnje, izgradnja i uređenje dela servisnih (unutrašnjih) puteva, izrada ograda, izrada temelja za noseću podkonstrukciju, ostali građevinski radovi, puštanje u rad i stalni rad, nadzor građevinskih i elektro radova, inženjering i upravljanje projektima.	1 set	3.080.000	3.080.000
10..	Nepredviđeni troškovi	5%	1.579.000	1.492.464

**Ukupni SE CAPEX, €**

**24.819.184**

11.	Troškovi rekultivacije, uključujući uređenje i pripremu pristupnih puteva i dela unutrašnjih puteva <sup>[1]</sup>	1		5.100.000
-----	--	---	--	-----------

**Ukupni CAPEX, SE i remedijacija, €**

**29.919.184**

<sup>[1]</sup>Cena remedijacije je usvojena iz „Ažurirana studija procene konačne vrednosti zatvaranja deponija pepela i šljake termoelektrana Kostolac, Kolubara, Morava, Nikola Tesla A i Nikola Tesla B“, 2023, Rudarski institut u Beogradu Rudarska studija.

Prema preliminarnoj proceni, ukupni investicioni troškovi iznose 24.819.184,00 €, što je 709.220,86 € po MWp. Uključujući troškove remedijacije od 5.100.000,00 €, ukupan iznos je 29.919.184,00 €. Zaključno, ukupni investicioni troškovi su u skladu sa očekivanjima za SE ove veličine na tržištu Jugoistočne Evrope, odnosno Srbije. Očekuju se nešto veći troškovi zbog specifičnosti lokacije, što je uzeto u obzir u okviru analize navedenih cena.

S obzirom na ranu fazu projektovanja, procene CAPEX-a predstavljene su preliminarne i imaju ograničenu tačnost. Procene CAPEX-a će postati preciznije kako projekat SE bude napredovao.

Još jedan aspekt CAPEX-a koji treba imati na umu su promjenjive cene solarne PV opreme i brzi tehnološki napredak.

## 7 Grafička dokumentacija

Sledeći crteži su dati kao grafička dokumentacija:

- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-01 - Katastarski plan /Cadastral map
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-02 – Satelitski prikaz/Satellite view
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-03 – Pregledna situacija / Overview of the Situation
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-04 – Mesto priključenja Solarne elektrane na postojeći EE sistem / The place of connection of the Solar Power Plant to the existing EE system
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-05 - Jednopolna šema integracije Solarne elektrane na postojeći EE sistem naponski nivo 13.8kV / Single-pole integration scheme of the Solar Power Plant to the existing EE system, voltage level 13.8kV
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-06 - Blok šema napajanja SE Morava / Power supply block diagram SE Morava
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-07 - Jednopolna šema trafostanice JUPITER-3000K-H1 / Single-pole scheme of the JUPITER-3000K-H1 substation
- > WB28SRBENE02-111-GD-EL-08 – Crtež temelja JUPITER-3000K-H1 / Foundation Drawing For of the JUPITER-3000K-H1 substation

## 8 Prilozi

- > Annex 1 - Terms of Reference Solar power plant Morava
- > Annex 2 - Studija priključenja
- > Annex 3 - Tehnički list solarnog panela
- > Annex 4 - Tehnički list invertora
- > Annex 5 - Tehnički list Trafostanice Jupiter
- > Annex 6 - Tehnički list noseće konstrukcije