

**PROJEKTANTSKI URED:**

Foresight d.o.o.  
Ulica Franje Jurinca 28, 10310 Ivanić-Grad  
OIB: 50195244463

**INVESTITOR:**

Grad Ivanić-Grad  
Park Hrvatskih branitelja 1,  
10310 Ivanić-Grad  
OIB: 52339045122

**GRAĐEVINA:**

SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU  
KUGLANE – IVANIĆ-GRAD

**LOKACIJA:**

k.č. 2079/4, k.o. Ivanić-Grad

**OZNAKA PROJEKTA:**

E-517-22-I

**ZAJ. OZN. PROJEKTA:**

EE-466-22

**RAZINA RAZRADE:**

IZVEDBENI PROJEKT

**MAPA:**

1/1

## ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD

Glavni projektant: \_\_\_\_\_

Mario Božić, struč.spec.ing.el., E3095

Projektant: \_\_\_\_\_

Mario Božić, struč.spec.ing.el., E3095

Direktor: \_\_\_\_\_

Mario Božić, struč.spec.ing.el.

Ivanić-Grad, Prosinac 2022.

## 1. OPĆI DIO

### 1.1. Sadržaj

1.	OPĆI DIO.....	2
1.1.	Sadržaj.....	2
1.2.	Popis mapa .....	4
1.3.	Popis suradnika .....	5
1.4.	Izvadak iz zemljišne knjige.....	6
1.5.	Elektro energetska suglasnost .....	7
2.	TEHNIČKI DIO.....	14
2.1.	Tehnički opis.....	14
2.1.1.	Projektni zadatak .....	14
2.1.2.	Temeljni zahtjevi za građevinu.....	14
2.1.3.	Spoj fotonaponske elektrane na niskonaponsku mrežu.....	14
2.1.4.	Opis postojećih instalacija.....	14
2.1.5.	Fotonaponska elektrana.....	16
2.1.6.	Rezultati cjelokupno postrojenje .....	20
2.1.7.	Pretvarač i izmjenična instalacija.....	25
2.1.8.	Instalacija istosmjernog kruga FN modula .....	25
2.1.9.	Uzemljenje.....	26
2.1.10.	Izjednačenje potencijala .....	27
2.1.11.	Zaštita od udara munje .....	27
2.1.12.	Nosiva konstrukcija fotonaponske elektrane .....	28
2.1.13.	Nadzor rada elektrane putem WEB-a .....	29
2.2.	Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva.....	31
2.2.1.	Predviđeni utjecaji na građevinu .....	31
2.2.2.	Primijenjeni zakoni, norme i tehnički propisi .....	32
2.2.3.	Proračuni .....	34
2.2.4.	Projektirani vijek uporabe i uvjeti održavanja .....	42
2.2.5.	Projektirane mjere zaštite od požara .....	42
2.2.6.	Projektirane mjere zaštite na radu.....	45
2.3.	Program kontrole i osiguranja kvalitete.....	47
2.3.1.	Odgovornosti i organizacija .....	47
2.3.2.	Izbor sudionika u gradnji.....	47
2.3.3.	Izvođenje radova.....	48
2.3.4.	Dokumentacija .....	48
2.3.5.	Kontrola kvalitete.....	49

2.3.6.	Bitna svojstva ugrađenih materijala.....	50
2.3.7.	Bitna svojstva radova.....	51
2.3.8.	Bilanca energije i ušteda emisije CO2 .....	51
2.4.	Troškovnik.....	53
2.5.	Nacrti i prilozi.....	55

## 1.2. Popis mapa

### ZOP: EE-466-22

1. **MAPA I**
  - **Elektrotehnički projekt** – Projektant: Mario Božić, struč.spec.ing.el., E3095

### 1.3. Popis suradnika

- Karlo Zajčić, struč.spec.ing.el.
- Josip Relić
- Ivan Bogdan



## 1.4. Izvadak iz zemljišne knjige



REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Velikoj Gorici  
ZEMLJIŠNOKNJIŽNI ODJEL IVANIĆ GRAD  
Stanje na dan: 08.12.2022. 10:20

Verificirani ZK uložak

Katastarska općina: 312347, IVANIĆ GRAD

Broj ZK uložka: 2777

Broj zadnjeg dnevnika: Z-1593/2022  
Aktivne plombe:**IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE****A**  
**Posjedovnica**  
**PRVI ODJELJAK**

Rbr.	Broj zemljišta (kat. čestice)	Oznaka zemljišta	Površina			Primjedba
			jutro	čhv	m2	
1.	2079/1	ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU STADION			34149 33501 648	
2.	2079/2	PARKIRALIŠTE			3842	
3.	2079/3	ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU			78 78	
4.	2079/4	ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU IZGRAĐENO ZEMLJIŠTE IZGRAĐENO ZEMLJIŠTE IZGRAĐENO ZEMLJIŠTE			20953 19943 522 426 62	
5.	2290/1	JALŠEVEC ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU			4662 4662	
6.	2291/1	JALŠEVEC LIVADA			10332 10332	
7.	2291/2	JALŠEVEC LIVADA			90 90	
8.	2291/3	JALŠEVEC LIVADA			33 33	
9.	2292	NEPLODNO JALŠEVEC			1606	
10.	2293	JALŠEVEC LIVADA			29 29	
11.	2294	JALŠEVEC LIVADA			198 198	
		<b>UKUPNO:</b>			<b>75972</b>	

## 1.5. Elektro energetska suglasnost



ELEKTRA KRIŽ  
TRG SV. KRIŽA 7  
10314 KRIŽ  
Telefon: 0800 300 407  
Telefaks: 00385 (0)1 28 87 649

GRAD IVANIĆ-GRAD  
PARK HRVATSKIH BRANITELJA 1  
IVANIĆ-GRAD  
10310 IVANIĆ GRAD

NAŠ BROJ I ZNAK: 400700102/6243/21MS

VAŠ BROJ I ZNAK:

PREDMET: Elektroenergetska suglasnost

DATUM: 10.12.2021.

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTRA KRIŽ, (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Uredbe o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu i Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, u postupku pokrenutom na zahtjev vlasnika/investitora građevine GRAD IVANIĆ-GRAD, IVANIĆ-GRAD, PARK HRVATSKIH BRANITELJA 1, 10310 IVANIĆ GRAD, OIB: 52339045122 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva), izdaje:

### ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES) broj 4007-70081102-100000493

Prihvata se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 02.12.2021. g. pod urudžbenim brojem 400700102/15376/21NS, za Poslovni objekt (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji:

IVANIĆ-GRAD, OMLADINSKA ULICA 21, 10310 IVANIĆ GRAD, k.č.br. 2079/4; k.o. Ivanić-Grad.

Utvrđuje se da su ispunjeni uvjeti za izdavanje ove elektroenergetske suglasnosti (u daljnjem tekstu: EES), te se određuju sljedeći uvjeti priključenja na elektroenergetsku distribucijsku mrežu radi: promjena kategorije korisnika mreže, a na temelju glavnog projekta Građevine.

#### I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: Poslovna

Vrsta elektrane: sunčana elektrana

Ukupna instalirana snaga elektrane: 7,20 kVA

Predvidiva godišnja proizvodnja električne energije: 6.766,00 kWh

Predvidiva godišnja potrošnja električne energije: 6.800,00 kWh

#### II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

Na široj lokaciji predmetnog zahvata u prostoru, a prema raspoloživoj dokumentaciji, ne nalazi se postojeća i/ili planirana distribucijska elektroenergetska mreža.

#### III. UVJETI PRIKLJUČENJA

##### 3.1. Priključna snaga i mjesto priključenja na mrežu

Ukupna priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 22,08 kW

Postojeća priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 22,08 kW na OMM broj 0700042560

Ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 7,20 kW

Nazivni napon na mjestu priključenja na mrežu: 0,4 kV

Mjesto priključenja na mrežu: NN podzemna mreža

Napajanje mjesta priključenja iz: 1TS24240 IVANIĆ 03 / Izvod: ZELENJAK ORMARIĆ

Mjesto razgraničenja vlasništva i odgovornosti između Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a (mjesto predaje/preuzimanja energije) je: SPMO.

#### ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• www.hep.hr •



Uređaj za odvajanje smješten je u: SPMO.

### 3.2. Obračunska mjerna mjesta

Popis obračunskih mjernih mjesta Građevine s tehničkim podacima nalazi se u Prilogu 1.

Mjesta mjerenja električne energije: SPMO.

Oprema mjernog mjesta treba biti u skladu s Tehničkim uvjetima za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a.

## IV. UVJETI PRIKLJUČENJA KOJE MORA ISPUNITI GRAĐEVINA

Postrojenje i električna instalacija Građevine trebaju biti projektirani i izvedeni prema važećim zakonima, tehničkim propisima, normama i preporukama, Mrežnim pravilima i Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom te uvjetima iz ove EES.

Izvedba spoja Građevine na susretno postrojenje mora biti usklađena s tehničkim karakteristikama uređaja u susretnom postrojenju na kojeg se priključuje.

Postrojenje i električna instalacija Građevine moraju ispunjavati minimalne tehničke uvjete propisane Mrežnim pravilima, koji se odnose na: valni oblik napona, nesimetriju napona, pogonsko i zaštitno uzemljenje, razinu kratkog spoja, razinu izolacije, zaštitu od kvarova i smetnji, faktor snage i povratno djelovanje na mrežu.

Razina izolacije opreme u postrojenju i električnoj instalaciji Građevine mora biti dimenzionirana sukladno naponskoj razini na koju se priključuje.

Dimenzioniranje postrojenja i električne instalacije Građevine prema očekivanoj maksimalnoj struji tropskog kratkog spoja u mreži:

- na razini napona 0,4 kV: 25 kA za priključnu snagu iznad 22 kW

U niskonaponskoj električnoj instalaciji Građevine zaštita od električnog udara u slučaju kvara (indirektnog dodira) treba biti izvedena:

- TN-C-S sustavom uzemljenja.

U niskonaponskoj električnoj instalaciji Građevine kod primjene TN sustava uzemljenja obvezno je zasebno izvođenje neutralnog vodiča (N-vodiča) i zaštitnog vodiča (PE-vodiča) do mjesta razgraničenja vlasništva između Podnosioca zahtjeva i HEP ODS-a.

Vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem postrojenja i instalacija Građevine može iznositi najviše:

- na razini napona 0,4 kV: 2,5%,

Navedene vrijednosti odnose se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.

Podnositelj zahtjeva dužan je zaštitu Građevine od kvarova uskladiti s odgovarajućom zaštitom u distribucijskoj mreži, tako da kvarovi na njegovu postrojenju i električnoj instalaciji ne uzrokuju poremećaje u distribucijskoj mreži ili kod drugih korisnika mreže.

Ukoliko podnositelj zahtjeva u svojoj instalaciji koristi vlastiti izvor napajanja koji se uključuje isključivo u slučaju prekida napajanja električnom energijom iz mreže, dužan je projektirati i izvesti blokadu uklopa vlastitog izvora napajanja na mrežu.

Projektom Građevine, osim radova za koje se izdaje EES, mora biti obuhvaćeno i:

- elektroenergetski kabeli od Građevine do mjesta predaje/preuzimanja energije.

Postrojenje i električna instalacija Građevine ne smije biti spojeno s postrojenjem i električnom instalacijom građevine drugog korisnika mreže (priključenih preko drugog obračunskog mjernog mjesta).

## V. DODATNI UVJETI PRIKLJUČENJA ZA ELEKTRANU

Način pogona: paralelno s distribucijskom mrežom

Izolirani pogon: nije predviđen

Otočni pogon: nije dopušten

Uređaj za sinkronizaciju: Izmjenjivač

Sinkronizacija mora biti automatska uz sljedeće uvjete:

- A) elektrane sa sinkronim generatorom ili izmjenjivačem:
  - razlika napona manja od  $\pm 10\%$  nazivnog napona,
  - razlika frekvencije manja od  $\pm 0,5$  Hz ( $\pm 0,1$  Hz za vjetroelektrane sa sinkronim generatorom)
  - razlika faznog kuta manja od  $\pm 10$  stupnjeva.
- B) elektrane s asinkronim generatorom:
  - Prije uključivanja na distribucijsku mrežu pogonskim strojem postići brzinu vrtnje u granicama  $\pm 5\%$  u odnosu na

### ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TROGVAČKI SUD U ZAGREBU MB5 080434230 • IBAN HR5325400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46030600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• www.hep.hr •





sinkronu brzinu.

Uvjete paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta za paralelni pogon, zaštita mora odvojiti elektranu iz paralelnog pogona. Za paralelni pogon elektrana s mrežom, elektrana mora biti opremljena:

- Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona: pod/nadnaponskom, pod/nadfrekventnom;
- Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži i elektrani: nadstrujnom, kratkospojnom, zemljospojnom, ograničenje istosmjerne komponente struje;
- Zaštitom od oločnog pogona.

Zaštita mora imati mogućnost zatezanja djelovanja pojedinačne zaštite i memoriranja događaja koji su uzrokovali proradu zaštite.

Instalacija sunčane elektrane treba biti izvedena prema HRN HD 60364-7-712.

Svaka proizvodna jedinica u elektrani mora biti opremljena generatorskim prekidačem, koji može biti i samostalni uređaj ili integriran u izmjenjivač. U slučaju više proizvodnih jedinica, više uređaja/mjesta za sinkronizaciju ili mogućnosti izoliranog pogona elektrana mora biti opremljena i glavnim prekidačem.

Podešenja proradnih vrijednosti zaštita koje djeluju na proradu uređaja za isključenje s mreže moraju biti usuglašena s HEP ODS-om. HEP ODS pridržava pravo promjene podešenja zaštite u mreži radi specifičnosti konfiguracije lokalne mreže ili temeljem rezultata ispitivanja u pokusnom radu elektrane.

## VI. EKONOMSKI UVJETI

Podnositelj zahtjeva je dužan s HEP ODS-om zaključiti ugovorni odnos iz ponude/ugovora o priključenju, čime se uređuju uvjeti priključenja na distribucijsku mrežu, iznos naknade za priključenje i dinamika plaćanja, te odnosi (prava, dužnosti i obveze) Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a u postupku priključenja građevine na distribucijsku mrežu.

Obveza Podnositelja zahtjeva je s HEP ODS-om sklopiti ugovore za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa na svojim nekretninama za izgradnju elektroenergetskih objekata nužnih za priključenje njegove građevine na mrežu.

## VII. UVJETI ZA POSTUPAK PRIKLJUČENJA NA MREŽU

Na temelju ove EES, Građevina ne može biti priključena na mrežu HEP ODS-a.

Za priključenje na mrežu Podnositelj zahtjeva treba:

- ishoditi potvrdu glavnog projekta (ako je propisano),
- sklopiti ugovor o korištenju mreže,
- dostaviti zahtjev za početak korištenja mreže.

Podnositelj zahtjeva dužan je, najmanje 30 dana prije priključenja, na propisanom obrascu, podnijeti Zahtjev za sklapanje ugovora o korištenju mreže.

HEP ODS će ponuditi Ugovor o korištenju mreže ako su ispunjeni svi uvjeti definirani u ovoj EES, i nakon što su ispunjene sve obveze po Ugovoru o priključenju.

Za početak korištenja mreže Podnositelj zahtjeva dužan je na propisanom obrascu podnijeti Zahtjev za početak korištenja mreže.

Prije početka korištenja mreže Podnositelj zahtjeva treba sklopiti Ugovor o opskrbi električne energije s opskrbljivačem.

Tijekom pokusnog rada elektrane s mrežom provode se ispitivanja po Operativnom planu i programu ispitivanja postrojenja u pokusnom radu, kojima se potvrđuje spremnost elektrane za paralelni pogon s mrežom.

Nakon provedenih ispitivanja u pokusnom radu, voditelj ispitivanja mora izraditi izvješće o ispitivanjima s navedenim uočenim nedostacima, te obveze i rok njihova otklanjanja, kao i rok za ponavljanje neuspješnih ispitivanja.

U Konačnom izvješću o ispitivanju u pokusnom radu, koje se izrađuje po otklanjanju uočenih nedostataka i nakon uspješno provedenih svih ispitivanja, voditelj ispitivanja mora jednoznačno iskazati spremnost elektrane za trajni pogon.

HEP ODS će, ako je suglasan s dostavljenim Konačnim izvješćem o ispitivanju u pokusnom radu, izdati Podnositelju zahtjeva Potvrdu za trajni pogon.

## VIII. OSTALI UVJETI

Podnositelj zahtjeva snosi sve troškove ispitivanja u pokusnom radu, kao i eventualne štete koje nastanu kod HEP ODS-a ili trećih strana, a posljedica su rada elektrane izvan granica definiranih u ovoj EES.

Rok važenja EES za jednostavni priključak je dvije godine od dana izdavanja.

### ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323600091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAČEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• www.hep.hr •



Iznimno, ukoliko je EES sastavni dio lokacijske ili građevinske dozvole Građevine, rok važenja EES vezan je uz rok važenja lokacijske, odnosno građevinske dozvole.

## IX. UPUTA O PRAVNOM LIJEKU

U slučaju neslaganja s uvjetima iz ove EES, Podnositelj zahtjeva može u roku 15 dana od dana dostave ove EES izjaviti prigovor na rad HEP ODS-a Hrvatskoj energetskej regulatornoj agenciji, Ulica grada Vukovara 14, 10000 Zagreb.

### Prilozi:

1. Tablica obračunskih mjernih mjesta
2. Prikaz postojeće i planirane distribucijske elektroenergetske mreže na lokaciji
3. Jednopolna shema susretnog postrojenja

Direktor

ca /  
Željko Sokodlić, dipl. ing. el.

### Dostaviti:

- Podnositelju zahtjeva
- HEP ODS, ELEKTRA KRIŽ
- Pismohrani

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o. ZAGREB  
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE  
ELEKTRA KRIŽ 2

## ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830690761 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• www.hep.hr •

Prilog 1. Tablica obračunskih mjernih mjesta

Šifra OMM	Naziv OMM	Kategorija korisnika mreže	Napon OMM (kV)	Priključna snaga - potrošnja (kW)	Priključna snaga - proizvodnja (kW)	Dopušteni faktor snage - potrošnja	Dopušteni faktor snage - proizvodnja*	1F/3F
0700042560	GRAD IVANIĆ-GRAD KUGLANA	Kupac s vlastitom proizvodnjom	0,4 kV	22,08	7,20	0,95 IND - 1	1	3

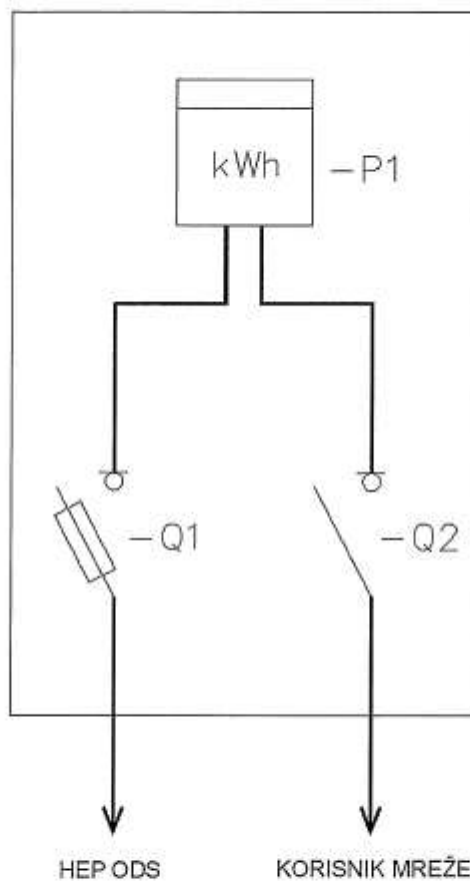
\*na zahtjev HEP ODS-a i u drugačijem opsegu u okviru propisanih granica

Prilog 2. Prikaz postojeće i planirane distribucijske mreže na lokaciji



— Postojeća elektroenergetička mreža  
— Planirana elektroenergetička mreža

## Prilog 3. Jednopolna shema susretnog postrojenja



Slika 1. Prikjučno mjerni omar (PMO) za 1 OMM, smjer proizvodnje:  $P \leq 50 \text{ kW}$ , smjer potrošnje:  $P \leq 50 \text{ kW}$  (izravno mjerenje) – za sunčane elektrane

**Legenda:**

- P1: dvosmjerno intervalno kombi komunikacijsko brojilo
- Q1: trojpolna osigurač-rastavna sklopka
- Q2: četveropolna osigurač-rastavna sklopka



## 2. TEHNIČKI DIO

Lokacija zahvata je na k.č.br. 2079/4, k.o. Ivanić-Grad. Čestica se nalazi u Ivanić-Gradu koji je grad u središnjoj Hrvatskoj. Nalazi se u Zagrebačkoj županiji. Po popisu iz 2021. godine u gradu je živjelo 14 562 stanovnika. Na čestici postoji izgrađena građevina javne namjene. Čestica prema susjednim česticama nije ograđena, ima direktan kolni i pješački pristup na javnu prometnu površinu (k.č. 4053). Fotonaponska elektrana će se postavljati na objekt čestice koji je na povoljnom položaju za rad elektrane.

### 2.1. Tehnički opis

#### 2.1.1. Projektni zadatak

Predmet ove projektne mape je izvedbeni elektrotehnički projekt ugradnje fotonaponske elektrane koji obuhvaća:

- Električnu instalaciju fotonaponske elektrane
- Sustav uzemljenja i izjednačenja potencijala solarne elektrane
- Procjenu troška investicije

#### 2.1.2. Temeljni zahtjevi za građevinu

Temeljni zahtjevi obrađeni ovom projektnom knjigom su:

- Mehanička otpornost i stabilnost
- Sigurnost u slučaju požara
- Higijena, zdravlje i zaštita okoliša
- Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe
- Zaštita od buke
- Gospodarenje energijom i očuvanje topline
- Održiva uporaba prirodnih izvora.

#### 2.1.3. Spoj fotonaponske elektrane na niskonaponsku mrežu

Spajanje elektrane vršit će se iz glavnog razvodnog ormara +RO\_KUGLANA smještenog nakon ulaska na zidu sa lijeve strane Napajanje +RO\_KUGLANA vrši se iz priključnog ormara HEP-a. Pri spajanju elektrane potrebno je rekonstruirati ormar, dodati osigurač rastavljač nazivne vrijednosti 16A i zamijeniti jednosmjerno brojilo sa dvosmjernim.

#### 2.1.4. Opis postojećih instalacija

Postojeći sustav elektro instalacija napajan je od strane distributera električne energije preko +SPMO ormara, koji je opremljen brojilom električne energije. Sabirnica za uzemljenje spojena je na postojeći temeljni uzemljivač građevine. Napajanje razvodnog ormara izvodi se kabelom spojenim u +SPMO ormariću na mrežu distributera električne energije. Razvodni ormar +RO\_KUGLANA opremljen je uređajima za ograničenje strujnog opterećenja, odvodnicima prenapona, zaštitnim uređajima diferencijalne struje i automatskim prekidačima za zaštitu pojedinih strujnih krugova. Sustav zaštite je TN-C-S s

odvajanjem N i PE sabirnice u ormaru +RO\_KUGLANA. Snaga priključka u smjeru preuzimanja iz mreže je 22.08 kW. Instalacija je izvedena kabelima tipa NYM-J podžbukno. Priključnice su tipa šuko sa kontaktima za uzemljenje.



Slika 1: Prikaz +RO\_KUGLANA

### 2.1.5. Fotonaponska elektrana

Projektom je predviđena izgradnja fotonaponske elektrane u sklopu građevine javne namjene. Sustav solarne elektrane se sastoji od stringova solarnih panela montiranih na krovu objekta i uređaja za pretvorbu istosmjerne u izmjeničnu električnu energiju, odnosno invertera, te prateće zaštitne opreme i vodiča. Sustav fotonaponske elektrane sastoji se od 16 fotonaponska panela raspoređenih na 1 inverter. Priključak na niskonaponsku mrežu distributera električne energije izvodi se na broju **OMM 0700042560**.

Proračuni i procjene iznesene u ovom poglavlju dobivene su putem programskog paketa PV\*SOL proizvođača Valentin Software GmbH.



Stvoreno uz pomoć PV\*SOL premium 2021 (R3)  
Valentin Software GmbH

#### 2.1.5.1. Meteorološka analiza lokacije

Lokacija ugradnje sunčane elektrane je k.č. 2079/4, k.o. Ivanić-Grad.

Geografske koordinate su: Lat: 45.705620 Lon: 16.387868



Slika 2: Prikaz lokacije



## Podaci o FN sustavu

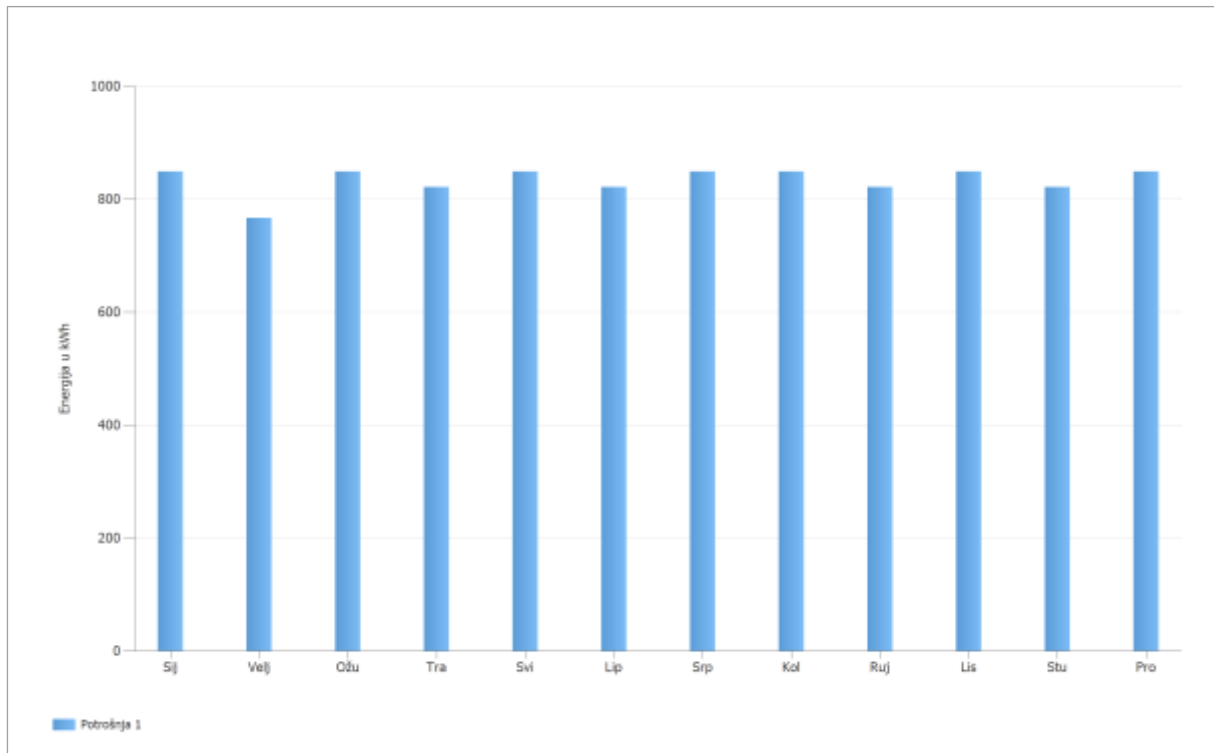
Vrsta uređaja	3D, Mrežno povezan FN generator s električnim trošilima
Puštanje u rad	6.12.2022.

## Klimatski podaci

Lokacija	Ivanic-Grad, HRV (2005 - 2016)
Izvor podataka	PVGIS-SARAH/ERA-Interim
Rješavanje podataka	1 h
Koristi se simulacijski modeli:	
- Difuzno zračenje na vodoravnoj	Hofmann
- Zračenje na prikladnu površinu	Hay & Davies

## Potrošnja

Ukupna potrošnja	10000 kWh
Kuglana	10000 kWh
Vršno opterećenje	1,4 kW



Slika 3: Prikaz potrošnje

## Prognoza dobiti

Snaga FN generatora	7,20 kWp
Specifični godišnji prihodi	1.225,20 kWh/kWp
Stupanj djelovanja (PR)	87,45 %
Godišnji gubici zbog zasjenjenja	0,3 %
FN-energija generatora (AC-mreža)	8.847 kWh/godina
Vlastita potrošnja	3.895 kWh/godina
Regulacija na točki ulaza	0 kWh/godina
Isporuka energije u mrežu	4.952 kWh/godina
Udio vlastite potrošnje	43,9 %
Izbjegnete CO <sub>2</sub> -emisije	4.146 kg/godina
Samodostatnost	38,9 %

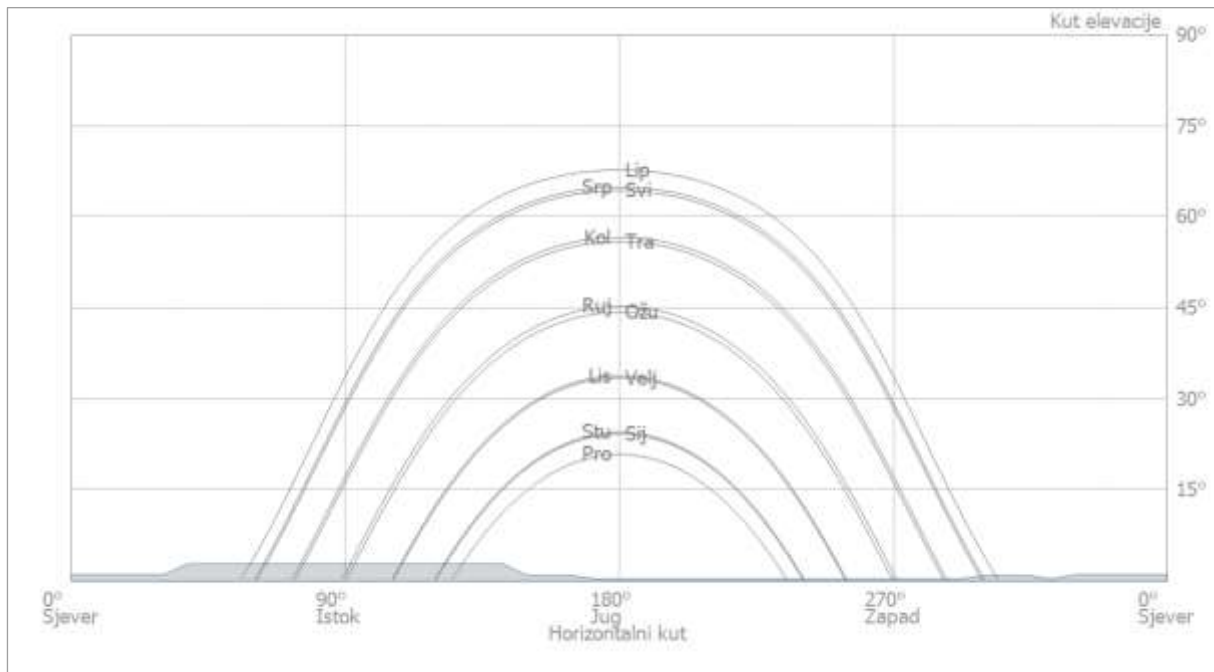
### 2.1.5.2. Površine FN modula

#### FN Generator, 1. Položaj FN modula

Naziv	Building 01-Roof Area South
FN moduli	16 x DHM-72L9-450W (v1)
Proizvođač	DAH Solar
Nagib	25 °
Orijentacija	Jug 171 °
Vrsta ugradnje generatora	Povišen - krov
Površina FN generatora	34,8 m <sup>2</sup>



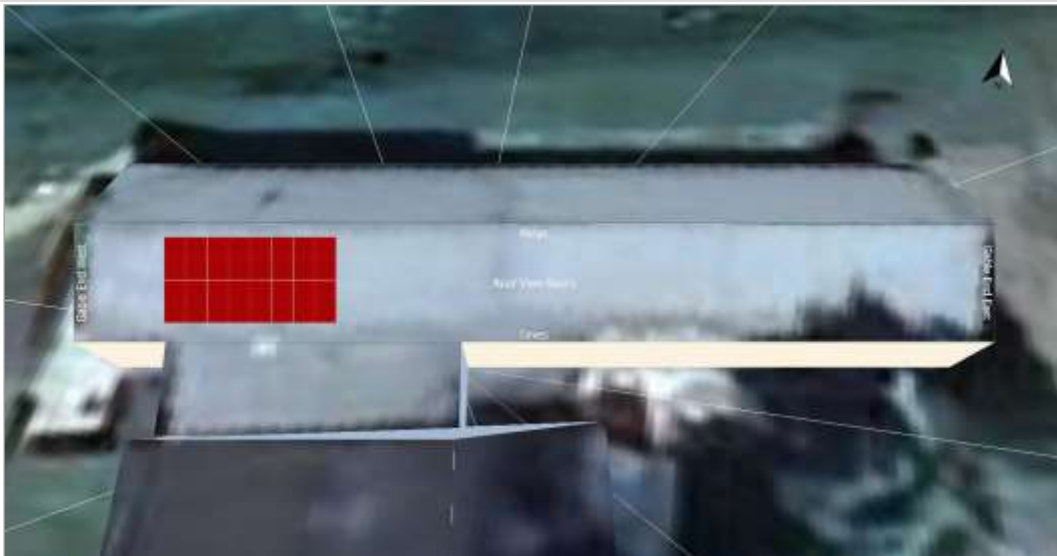
Slika 4: Položaj FN modula jugozapad



Slika 5: Horizont/obzor (3D dizajn)

### 2.1.5.3. Konfiguracija pretvarača

Položaj FN modula	Building 01-Roof Area South
Izmjenjivač 1	
Model	SUN2000-8KTL-M0 (v1)
Proizvođač	Huawei Technologies
Broj	1
Člmbenik dimenzioniranja	90 %
Konfiguracija	MPP 1: 1 x 16 MPP 2: Nije zauzeto



Slika 6: prikaz spajanja stringova

## 2.1.6. Rezultati cjelokupno postrojenje

### FN sustav

Snaga FN generatora	7,20 kWp
Specifični godišnji prihodi	1.225,20 kWh/kWp
Stupanj djelovanja (PR)	87,45 %
Godišnji gubici zbog zasjenjenja	0,3 %
FN-energija generatora (AC-mreža)	8.847 kWh/godina
Vlastita potrošnja	3.895 kWh/godina
Regulacija na točki ulaza	0 kWh/godina
Isporuka energije u mrežu	4.952 kWh/godina
Udio vlastite potrošnje	43,9 %
Izbjegnete CO <sub>2</sub> -emisije	1.403 kg/godina

FN-energija generatora (AC-mreža)



■ Vlastita potrošnja  
■ Regulacija na točki ulaza  
■ Isporuka energije u mrežu

### Trošila

Trošila	10.000 kWh/godina
Standby potrošnja (Izmjenjivač)	25 kWh/godina
Ukupna potrošnja	10.025 kWh/godina
Iz sunčane elektrane	3.895 kWh/godina
Iz mreže	6.130 kWh/godina
Solarni dio	38,9 %

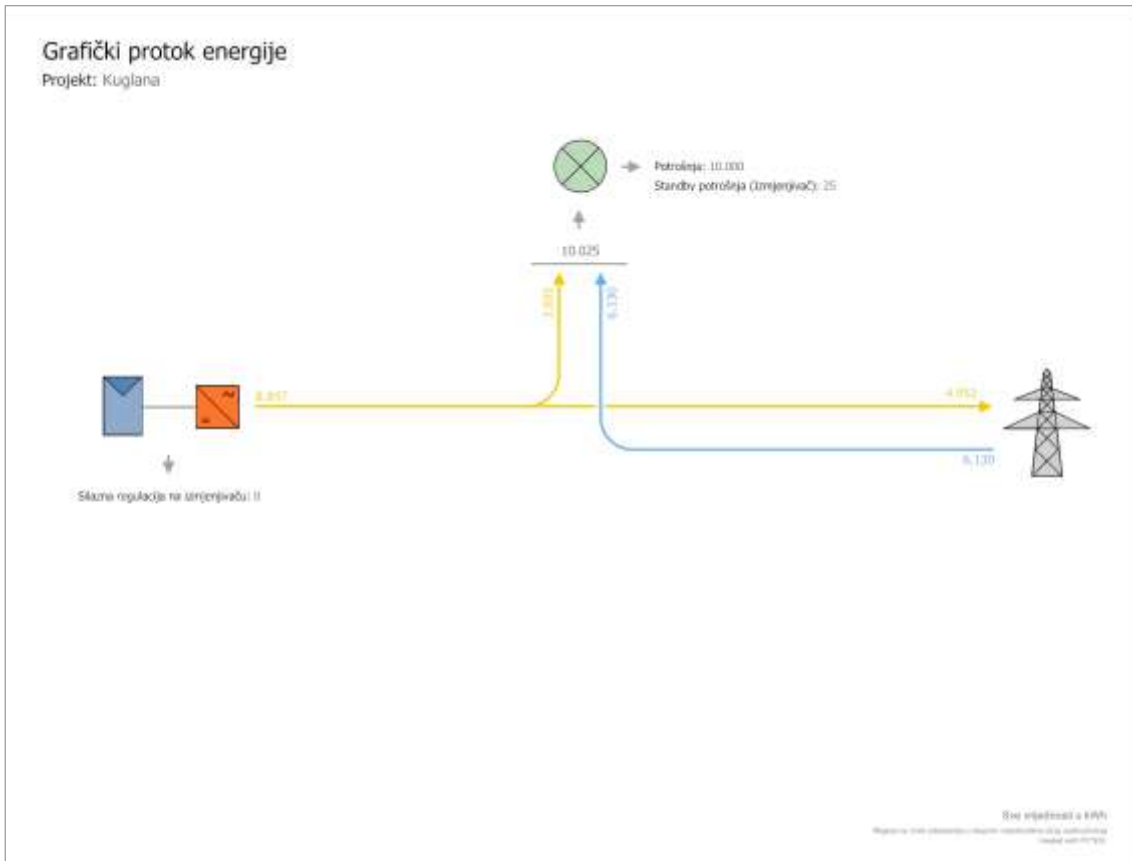
Ukupna potrošnja



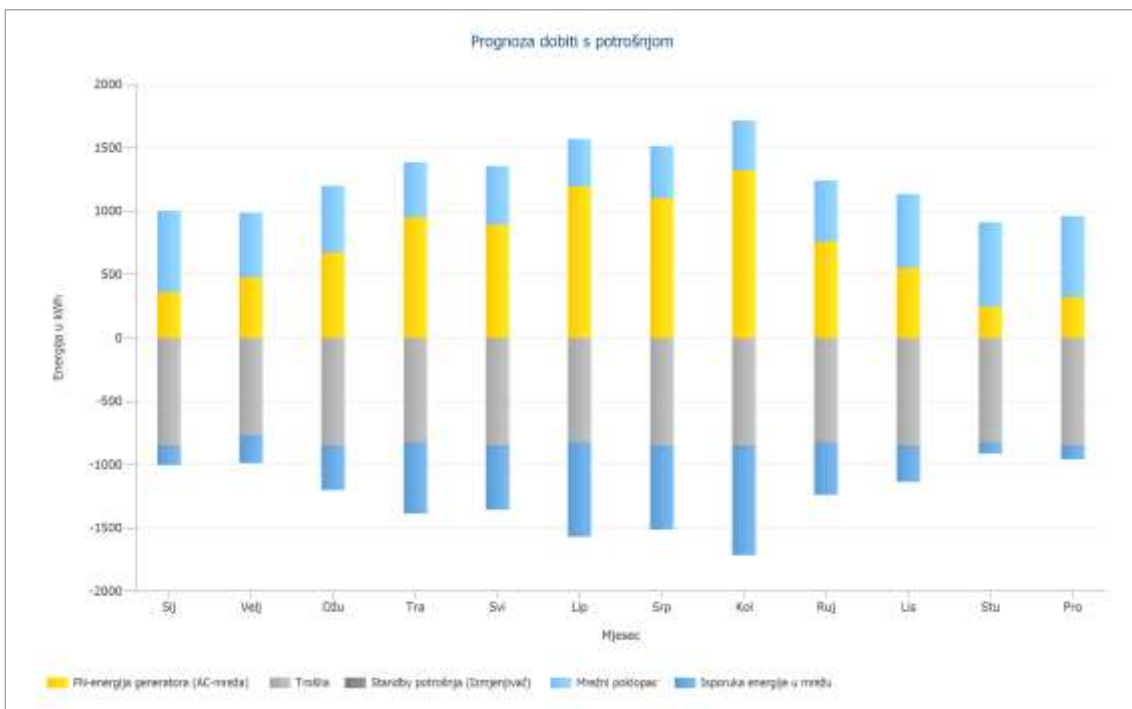
■ Iz sunčane elektrane  
■ Iz mreže

### Samodostatnost

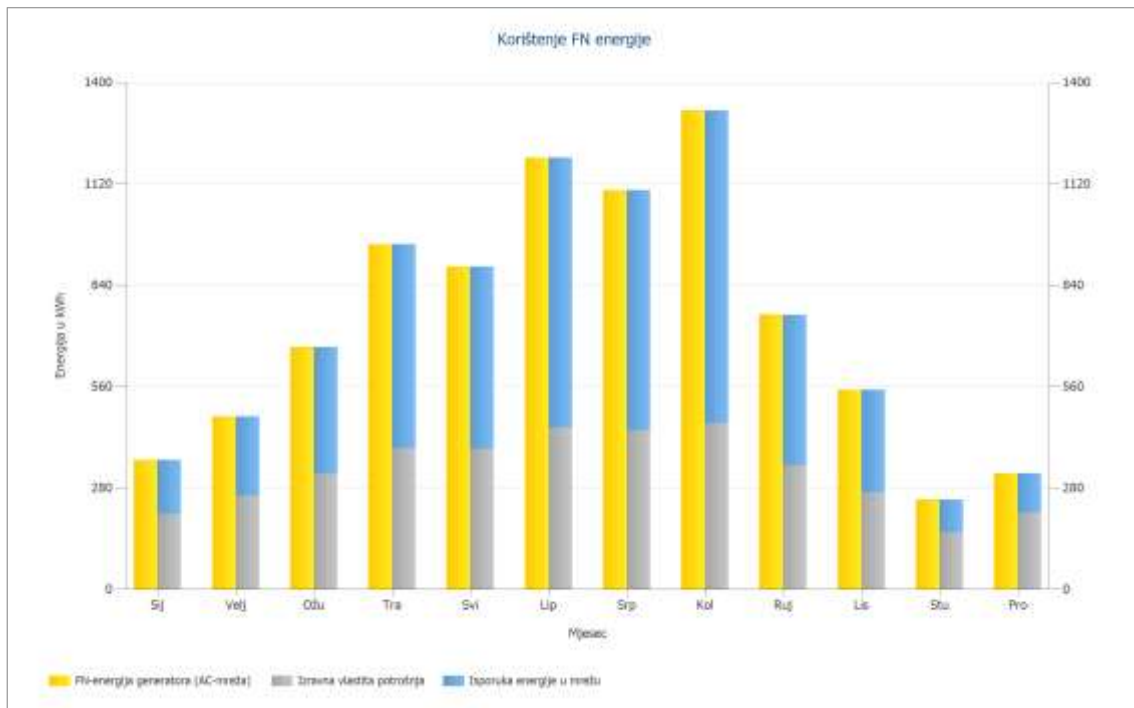
Ukupna potrošnja	10.025 kWh/godina
Iz mreže	6.130 kWh/godina
Samodostatnost	38,9 %



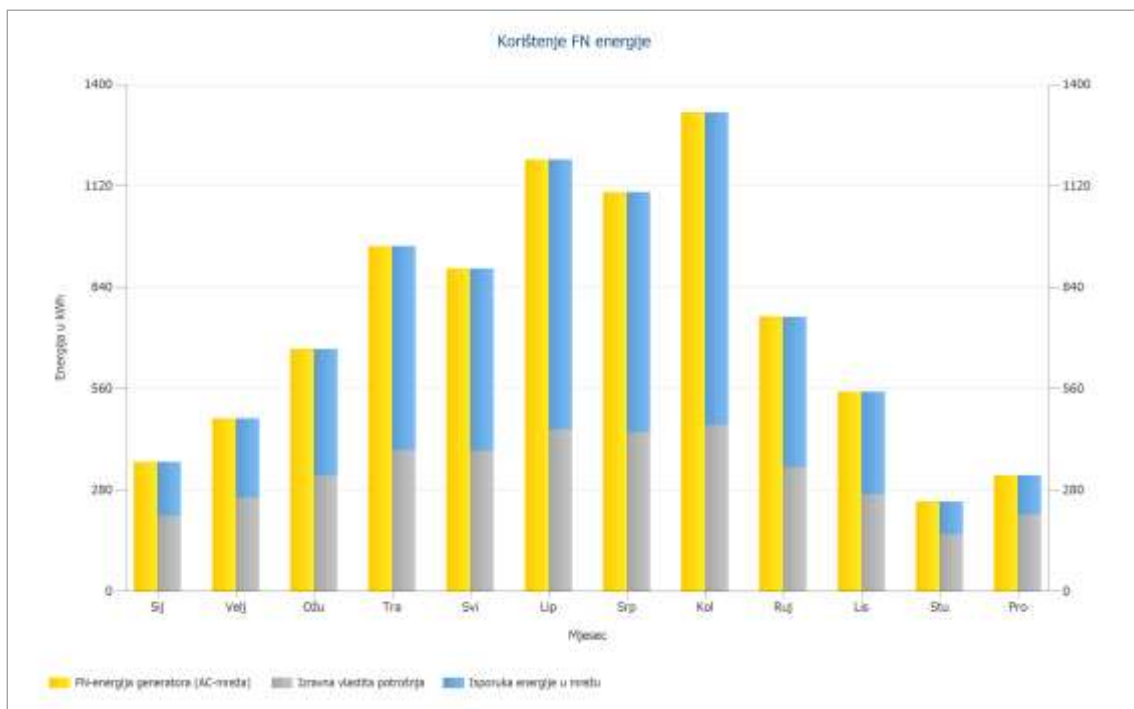
Slika 7: Protok energije



Slika 8: Prognoza dobiti s potrošnjom



Slika 9: Korištenje električne energije



Slika 10: Pokrivanje potrošnje

### 2.1.6.1. Rezultati simulacije – po poljima modula

#### Building 01

Snaga FN generatora	7,20 kWp
Površina FN generatora	34,78 m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulima	1387,56 kWh/m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulu bez odblijeska	1400,54 kWh/m <sup>2</sup>
Stupanj djelovanja (PR)	87,70 %
FN-energija generatora (AC-mreža)	8846,71 kWh/godina
Specifični godišnji prihodi	1228,71 kWh/kWp

### 2.1.6.2. Rezultati simulacije – Bilanca energija FN sustava

<b>Globalno zračenje - horizontalno</b>	<b>1.292,27 kWh/m<sup>2</sup></b>	
Odstupanje od standardnog spektra	-12,92 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Refleksija od tla (albedo)	11,99 kWh/m <sup>2</sup>	0,94 %
Orijentacija i nagib razine modula	113,45 kWh/m <sup>2</sup>	8,79 %
Osjenčenje ovisno o modulu	-4,24 kWh/m <sup>2</sup>	-0,30 %
Refleksija na površini modula	-12,98 kWh/m <sup>2</sup>	-0,93 %
<b>Globalno zračenje na modulima</b>	<b>1.387,56 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	1.387,56 kWh/m <sup>2</sup>	
	x 34,777 m <sup>2</sup>	
	= 48.255,30 kWh	
<b>FN globalno zračenje</b>	<b>48.255,30 kWh</b>	
Zagađenje	0,00 kWh	0,00 %
STC konverzija (Modul-stupanj nazivnog djelovanja 20,71 %)	-38.261,43 kWh	-79,29 %
<b>FN nazivna energija</b>	<b>9.993,88 kWh</b>	
Djelomično isključenje karakteristično za određeni modul	-2,24 kWh	-0,02 %
Performanse u uvjetima slabog svjetla	-378,45 kWh	-3,79 %
Odstupanje od temperature nazivnog modula	-329,44 kWh	-3,43 %
Diode	-0,25 kWh	0,00 %
Nepodudarnost (podaci proizvođača)	-185,67 kWh	-2,00 %
Nepodudarnost (konfiguracija/isključenje)	0,00 kWh	0,00 %
<b>FN-Energija (DC) bez regulacije izmjenjivača</b>	<b>9.097,83 kWh</b>	
Ispod granice uzletne snage istosmjerne struje	0,00 kWh	0,00 %
Regulacija MPP-područja napona	0,00 kWh	0,00 %
Regulacija maks. DC-struje	0,00 kWh	0,00 %
Regulacija maks. DC-snage	0,00 kWh	0,00 %
Regulacija maks. AC-snage/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
MPP prilagodba	-0,91 kWh	-0,01 %
<b>PV-energija (DC)</b>	<b>9.096,92 kWh</b>	
<b>Energija na ulazu izmjenjivača</b>	<b>9.096,92 kWh</b>	
Odstupanja ulaznog i nazivnog napona	-7,22 kWh	-0,08 %
DC/AC-pretvorba	-242,99 kWh	-2,67 %
Standby potrošnja (Izmjenjivač)	-25,25 kWh	-0,29 %
Gubici kabela ukupno	0,00 kWh	0,00 %
<b>FN-energija (AC) umanjena za Standby-potrošnju</b>	<b>8.821,46 kWh</b>	
<b>FN-energija generatora (AC-mreža)</b>	<b>8.846,71 kWh</b>	





### 2.1.7. Pretvarač i izmjenična instalacija

Uređaj za pretvorbu istosmjerne u izmjeničnu električnu energiju, kraće inverter, smješta se na južni zidni građevine javne namjene, prikazano u nacrtu E-517-22-I-002. Na temelju postavljenih tehničkih uvjeta odabire se inverter tipa Huawei SUN2000 8KTL radne snage 8000 W, kojem je potrebno ograničiti snagu na 7200 W u smjeru predaje u mrežu. Projektom se predviđa prekostrujna zaštita, te zaštita od zemljospoja na strani izmjeničnog strujnog kruga invertera. Pored vanjskih zaštitinih uređaja, inverter na svojoj izmjeničnoj strani ima sljedeće interne zaštitne uređaje:

- Zaštitu protiv otočnog rada (AFD)
- Zaštita od zemljospoja
- Nadzor struje zemljospoja
- Zaštita od kratkog spoja
- Zaštita od preopterećenja

Dok na DC strani ima sljedeće:

- Prenaponsku zaštitu
- Nadzor otpora izolacije istosmjernog kruga.

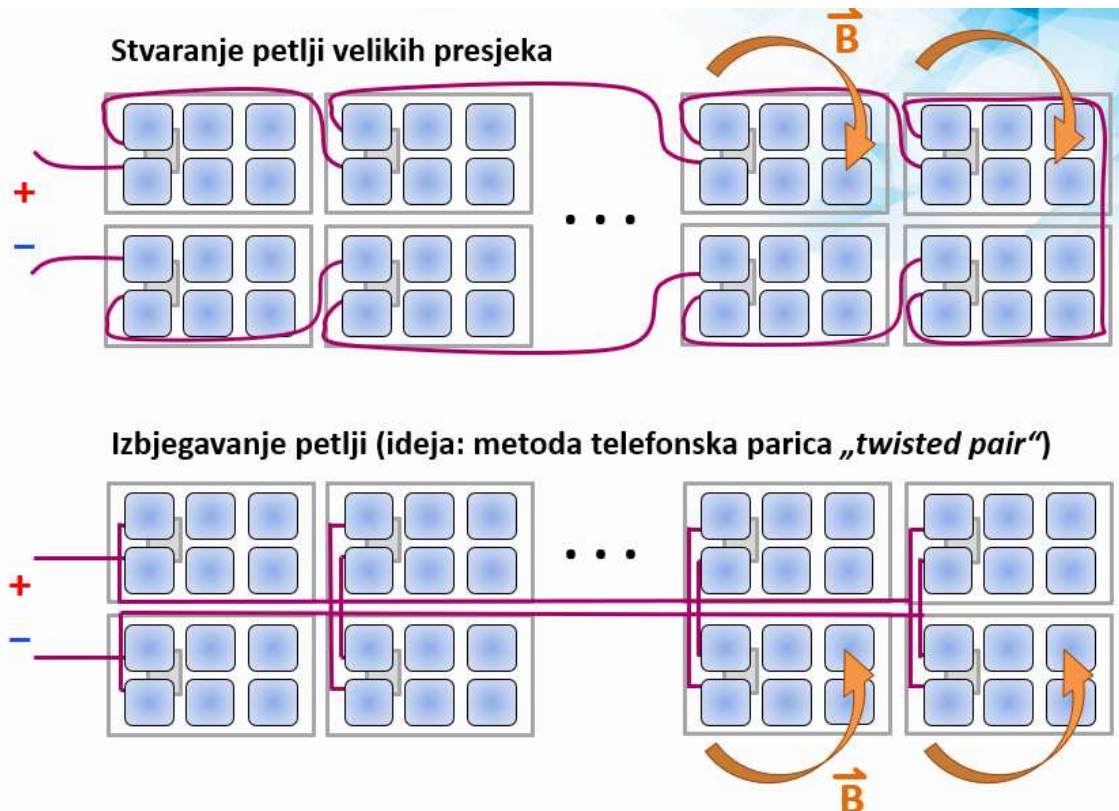
Izmjenična strana invertera (izmjenjivača) povezuje se kabelom tipa FG16OR16 5x6mm<sup>2</sup> na razvodni ormar +RFN\_AC. Ormar mora biti minimalno u IP45 zaštiti primjeren za vanjsku ugradnju. Uvod kabela obavlja se kabelskim uvodnicama odozdo. Klasa IP zaštite uvodnica ne smije narušavati IP zaštitu razvodnog ormara. Ormar se smješta prema situacijskom prikazu u prilogu i opremljen je zaštitnim uređajima prema jednopolnoj shemi. U razvodni ormar +RFN\_AC smješta glavni prekidač elektrane sa mogućnošću daljinskog isklopa, zaštitni uređaji diferencijalne struje i odvodnici prenapona. Ormar treba propisno označiti prema pravilima struke, te se unutar ormarića treba ubaciti jednopolnu shemu i dokumentaciju ispitivanja instalacije. Ormar se preporuča montirati na mjesto dostupno osoblju održavanja građevine. Razvodni ormar +RFN\_AC povezuje se kabelom tipa FG16OR16 5x6 mm<sup>2</sup> na razvodni ormar +RO\_KUGLANA. Razvodni ormar +RO\_KUGLANA opremljen je rastavljačem sa mogućnosti zaključavanja radi sigurnosti prilikom održavanja instalacija.

Tipkala za isklon elektrane u nuždi potrebno je montirati pored izlaza za nuždu građevine na mjestu dostupnom službama sigurnosti. Tipkala moraju biti propisno označena i istaknuta kako je opisano u primijenjenim mjerama zaštite na radu i zaštite od požara. Uz prethodno tipkalo potrebno je montirati drugo na vrata ormara.

### 2.1.8. Instalacija istosmjernog kruga FN modula

Pri polaganju kabela istosmjernog kruga potrebno je posebno obratiti pozornost da se ne stvaraju petlje s velikim presjekom. Umjesto toga dobra praksa je istosmjernu instalaciju izvesti po principu „telefonske parice“, kako bi se umanjila mogućnost induciranja visokog napona u slučaju udara munje. Posebnu pozornost potrebno je obratiti na osiguranje dobrog spoja na FN konektorima MC4 kako bi se izbjegle mogućnosti pojave istosmjernog električnog luka, te smanjio rizik od požara. Prilikom spajanja licnastih kabela

na DC strani elektrane na sklopnu opremu ili stezaljke obvezno je korištenje tuljaka, a preporuča se i fizičko odvajanje pozitivnog i negativnog vodiča kako bi se smanjila opasnost od električnog luka. Istosmjerni luk predstavlja veliku opasnost za fotonaponske sustave jer se u strujnom krugu ponaša kao mali otpornik u strujnom krugu, te zaštitna oprema ne prekida strujni krug, stoga je bitno posebnu pozornost posvetiti minimiziranju rizika od pojave istosmjernog luka. Inverter je smješten tako da duljina kabela od invertera do prvog solarnog panela ne prelazi duljinu propisanu relevantnom normom, obrađeno dalje u projektu.



Slika 11: Prikaz izvođenja petlje

### 2.1.9. Uzemljenje

Sustav uzemljenja sastoji se od temeljnog uzemljivača izvedenog FeZn trakom 30x4 mm položenom u temelj građevine. Predviđa se spajanje uzemljenja solarne elektrane na postojeće uzemljenje građevine.

Ispravnost Temelnog uzemljivača se dokazuje ispitivanjem, te ukoliko rezultati ne zadovoljavaju i nisu u granicama propisanih vrijednosti potrebno je izraditi dodatno uzemljenje.



### 2.1.10. Izjednačenje potencijala

Izjednačenje potencijala izvodi se povezivanjem svih metalnih dijelova na temeljni uzemljivač u razvodnom ormaru +RO\_KUGLANA.

Na jednopotencijalnu sabirnicu koja se nalazi u +RO\_KUGLANA će se spojiti:

- zaštitno uzemljenje ormara,
- sve metalne dijelove konstrukcije, nosače itd.

Za povezivanje pojedinih fotonaponskih modula koristiti P/F vodič žuto zelene boje minimalnog presjeka 6 mm<sup>2</sup>, a za povezivanje kompletnog sustava izjednačenja potencijala na sabirnicu za uzemljenje u +RO\_KUGLANA ormariću koristiti P/F vodič žuto zelene boje minimalnog presjeka 16 mm<sup>2</sup>.

### 2.1.11. Zaštita od udara munje

Fotonaponska elektrana povezuje se na sustav zaštite od munje prema gore navedenoj projektnoj knjizi. Dodatno sustav fotonaponske elektrane oprema se na AC i DC strani odvodnicima prenapona tip 2 prema **HRN HD 60364-7-712:2016**.

Fotonaponski paneli sa nosivom konstrukcijom galvanski se povezuju na postojeću krovnu podlogu, te se P/F vodičem 6mm<sup>2</sup> izvode sve prenosnice kako bi se osiguralo izjednačenje potencijala metalnih masa.

### 2.1.12. Nosiva konstrukcija fotonaponske elektrane

Proračuni opterećenja krovne konstrukcije montažom fotonaponskih panela nisu predmet ove projektne mape, Te je utjecaj opterećenja na mehaničku stabilnost građevine uzrokovan fotonaponskom elektranom obrađen u projektu:

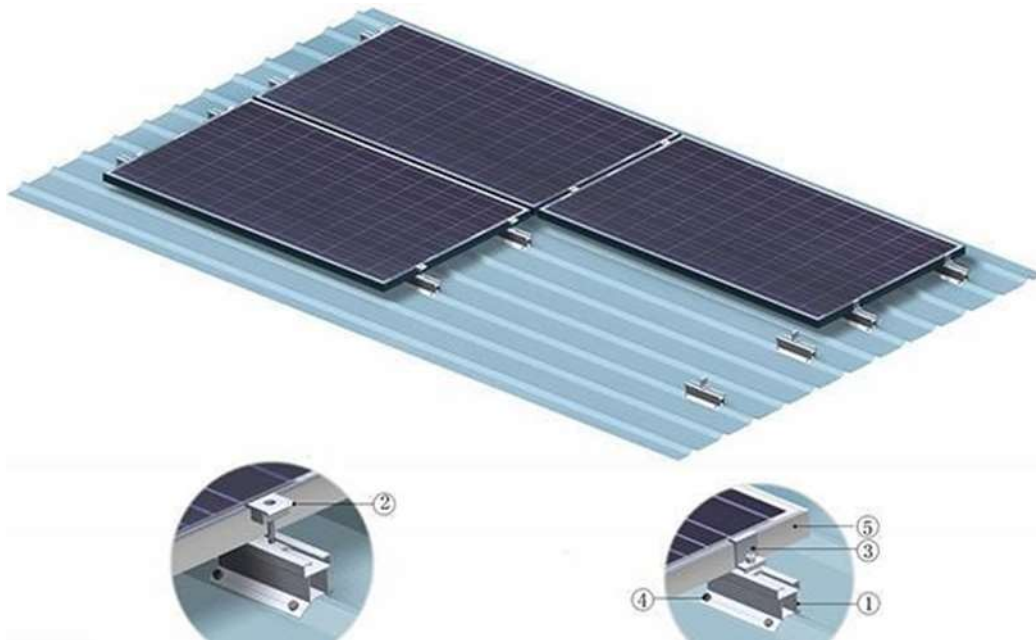
POSTAVLJANJE SUNČANE ELEKTRANE NA KROVNU KONSTRUKCIJU GRAĐEVINE

Tehnički dnevnik: 213-21

Izradila: Doris Vasilj, mag.ing.aedif. G 5137

Zagreb, studeni 2021. godine

Nosiva konstrukcija se sastoji od atestiranih nosača napravljenih od aluminija EN- AW-6063T6, dimenzija 86x21x(350-750)mm (VxŠxD), na koje se montiraju fotonaponski paneli.



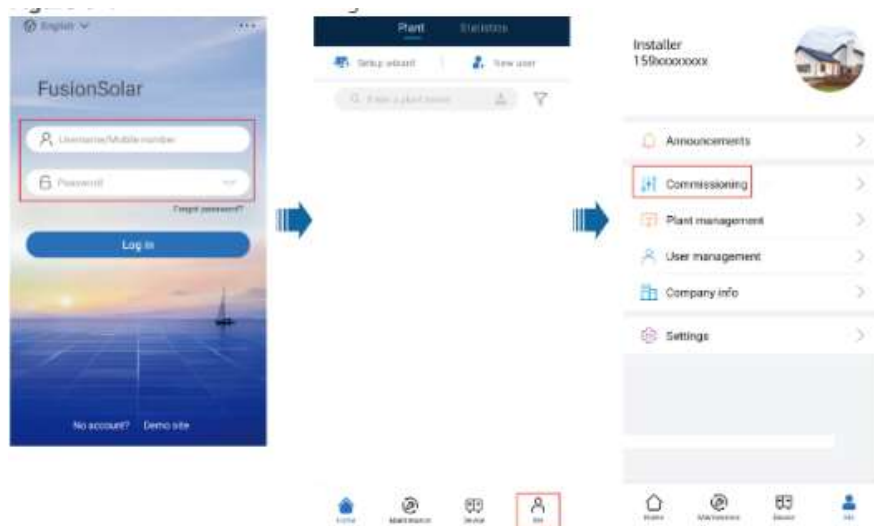
Slika 12: Prikaz montiranja

Nosači za trapezni lim pričvršćuju se izravno na metalni lim, čime se uklanja potreba za dugim šinama. Na te nosače podesivih dimenzija prihвата modula (30-50mm), učvršćuju se fotonaponski paneli.

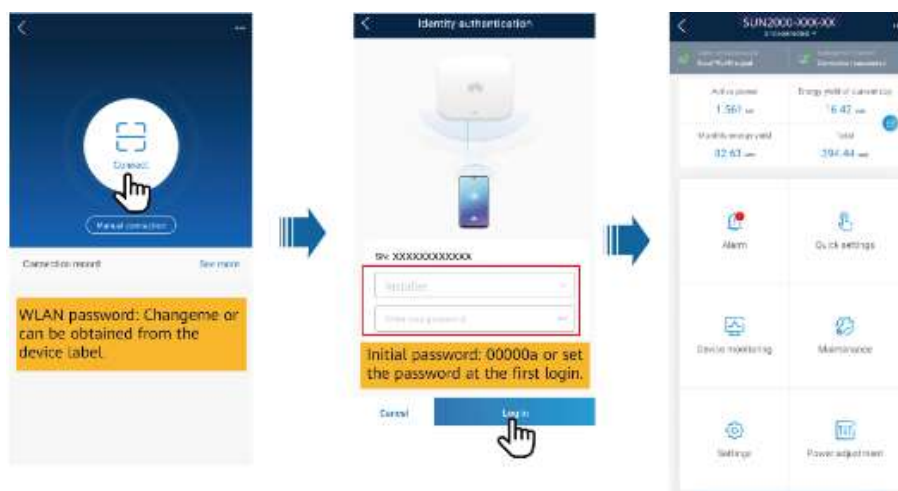
### 2.1.13. Nadzor rada elektrane putem WEB-a

Aplikacija SUN2000 je mobilna aplikacija koja komunicira s komercijalnim solarnim pretvaračima ili PID modulima preko WLAN/Bluetooth ili USB podatkovnog kabela, sa SmartLoggerom preko WLAN/Bluetootha i s distribuiranim solarnim pretvaračima preko WLAN-a. Aplikacija omogućuje postavljanje upita o alarmima, konfiguriranje parametara i obavljanje rutinskog održavanja. To je prikladna platforma za održavanje. Naziv aplikacije prikazuje se kao SUN2000.

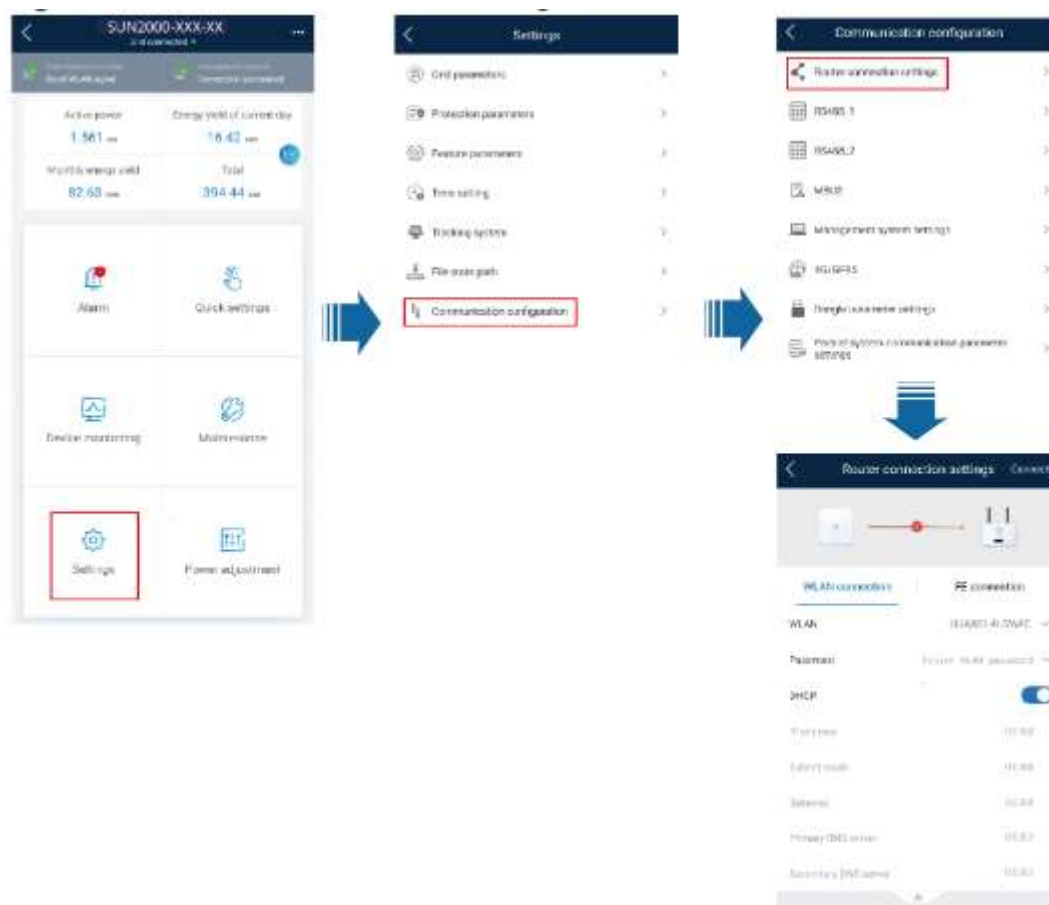
Aplikacija FusionSolar je softver koji se koristi za upravljanje PV postrojenjima. Aplikacija vam omogućuje stvaranje fotonaponskih postrojenja, postavljanje upita o alarmima, upravljanje uređajima i obavljanje rutinskog održavanja.



Slika 13: Puštanje uređaja u rad



Slika 14: Spajanje na pretvarač



Slika 15: Postavke komunikacije pretvarača



## 2.2. Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva

### 2.2.1. Predviđeni utjecaji na građevinu

Kako bi dokazali ispunjenje temeljnih zahtjeva, za projektiranu građevinu se prvo identificiraju predviđena relevantna djelovanja i utjecaji na sustav solarne elektrane.

#### **Sigurnost u slučaju požara**

Zahvati predviđeni ovom projektnom knjigom ni na koji način ne utječu na aspekt sigurnosti u slučaju požara primijenjen prilikom radova postavljanja sustava solarne elektrane. Kako bi se dodatno osigurala sigurnost u slučaju požara elektrotehničkim projektom su predviđena adekvatna tehnička rješenja u skladu s primijenjenim zakonima, normama i tehničkim propisima na temelju kojih je izrađena ova projektna knjiga. Primijenjena tehnička rješenja kao mjere zaštite od požara su:

- Pravilan smještaj opreme u prostoru
- Pravilan odabir kablskih trasa
- Zaštita od direktnog dodira
- Zaštita od indirektnog dodira
- Uzemljenje i zaštitni vodiči
- Primjena vatrootpornog brtvljenja gdje su potrebni prodori kroz požarne zone objekta

Primijenjena tehnička rješenja dokazana su u poglavlju Proračuni.

#### **Higijena, zdravlje i zaštita okoliša**

Predmetna građevina u toku izvođenja radova, te u toku uporabe ne predstavlja opasnost za zdravlje ljudi niti zaštitu okoliša. Prilikom izvođenja radova, potrebno je obratiti pozornost na adekvatno zbrinjavanje otpada, a osobito ukoliko je za pojedinu opremu propisano posebno zbrinjavanje otpada. Izvođač radova dužan je slijediti naputke Zakona o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18), kao i posebne zahtjeve iz polja zaštite okoliša implementirane od strane investitora.

#### **Sigurnost i pristupačnost prilikom uporabe**

Projektna građevina je projektirana u skladu s navedenim zakonima, normama i tehničkim propisima koji osiguravaju adekvatan nivo zaštite od opasnosti od električnog udara i opasnosti povezanih s djelovanjem električne energije. Popis mjera detaljno je opisan u poglavlju Projektirane mjere zaštite na radu, a iste su dodatno dokazane u poglavlju Proračuni. Posebna pozornost prilikom projektiranja dana je tome da se smještajem opreme u prostoru ni na koji način ne ometaju evakuacijski putevi. Tijekom izvođenja radova, izvođač je dužan osigurati nesmetanu prirodnu ventilaciju, te voditi računa da pristupni i evakuacijski putevi budu prohodni.



## Zaštita od buke

Električna oprema predviđena ovim projektom ne stvara opasne razine buke stoga nije potrebna dodatna zaštita od buke.

## Gospodarenje energijom i očuvanje topline i održiva uporaba prirodnih izvora

Osigurana su pravilnim izborom ugrađene opreme imajući na umu niz normi i propisa opisanih u poglavlju Program kontrole i osiguranja kvalitete.

### 2.2.2. Primijenjeni zakoni, norme i tehnički propisi

Kako bi ovaj elektrotehnički projekt zadovoljavao temeljne zahtjeve za građevinu prilikom izrade primijenjeni su sljedeći zakonski i podzakonski akti:

- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (NN 91/10, 114/18)
- Zakon o energiji (NN 120/12, 14/14, 95/15, 102/15, 68/18)
- Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 14/19)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 76/22)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (SL. 62/73, NN 59/96)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom smanjene pokretljivosti (NN 78/13)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, NN 98/19)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN 114/10, NN 29/13)
- Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obveze investitora radova ili građevine (NN 75/13)
- Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14)
- Pravilnik o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme (NN 36/16)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (118/19, 65/20)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)





- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10)
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)
- HRN EN 61140:2016 Zaštita od električnog udara -- Zajednička gledišta na instalaciju i opremu
- HRN EN 60529:2000 Stupnjevi zaštite osigurani kućištima (IP-Code)
- HRN HD 60364-1:2008 Niskonaponske električne instalacije -- 1. dio: Osnovna načela, određivanje općih značajka, definicije
- HRN HD 60364-5-52:2012 Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-52: Odabir i ugradnja električne opreme -- Sustavi razvođenja
- HRN HD 60364-4-42:2012 Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-42: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od toplinskih učinaka
- HRN HD 60364-4-43:2011 Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-43: Sigurnosna zaštita -- Nadstrujna zaštita
- HRN HD 60364-4-443:2016 Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-44: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od naponskih i elektromagnetskih smetnji -- 443. odjeljak: Zaštita od prolaznih atmosferskih ili sklopnih prenapona
- HRN EN 62305-1:2013, Zaštita od munje, 1. dio: Opća načela (IEC 62305-1: 2006; EN 62305-1: 2006)
- HRN EN 62305-2:2013, Zaštita od munje, 2. dio: Upravljanje rizikom (IEC 62305-2: 2006; EN 62305-2: 2006)
- HRN EN 62305-3:2013, Zaštita od munje, 3. dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život (IEC 62305-3: 2006; EN 62305-3: 2006)
- HRN EN 62305-4:2013, Zaštita od munje, 4. dio: Električni i elektronički sustavi unutar građevina (IEC 62305-4: 2006; EN 62305-4: 2006)
- HRN CLC/TR 50469:2009, Sustavi zaštite od munje -- Simboli (CLC/TR 50469:2005)
- HRN-HD 60364-7-712:2016 Niskonaponske Električne instalacije -- Dio 7-712: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Fotonaponski sustavi (PV) (HD 60364-7-712:2016)

## 2.2.3. Proračuni

### 2.2.3.1. Mjesto spoja na elektroenergetsku mrežu

Razvodni ormar +RNF\_AC spaja se na elektroenergetsku mrežu preko dolaznog kabela FG16OR16 5x4mm<sup>2</sup> na ormar +RO\_KUGLANA.

### 2.2.3.2. Proračun energetske kabela i odabir zaštitnih uređaja.

Kabeli za napajanje na naponskoj razini 400V i 230V provjereni su obzirom na pad napona, trajno termičko opterećenje, te termičko opterećenje pri kratkom spoju.

### 2.2.3.3. Strujno opterećenje kabela

Strujno opterećenje napojnih vodova izračunava se prema:

Za trofazna opterećenja: 
$$I_B = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} (A)$$

Za jednofazna opterećenja: 
$$I_B = \frac{P_v}{U_f \cdot \cos \varphi} (A)$$

Prilikom odabira presjeka vodova potrebno je zadovoljiti slijedeće uvjete iz norme HRN EN 60364-5-52:2012

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

gdje je:

P <sub>v</sub> (kW)	- Vršno opterećenje
U (V)	- linijski napon
U <sub>f</sub> (V)	- fazni napon
Cosφ	- faktor snage
I <sub>B</sub> (A)	- struja tereta za koju se vod predviđa
I <sub>z</sub> (A)	- dozvoljena struja voda
I <sub>n</sub> (A)	- nazivna struja zaštitnog uređaja
I <sub>2</sub> (A)	- struja koja osigurava pouzdano djelovanje zaštitnog uređaja

#### 2.2.3.4. Provjera pada napona

Za svaki strujni krug vrši se proračun padova napona. Proračun se vrši po dionicama dok se ukupni pad napona dobiva zbrajanjem svih dionica računajući od izvora do trošila. Maksimalni dozvoljeni pad napona mora biti manji od 5% za sva trošila obrađena ovom projektnom mapom:

$$\text{Za trofazne strujne krugove} \quad u = \frac{100 \cdot P \cdot L}{U^2} \cdot (r + x \cdot \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\text{Za jednofazne krugove} \quad u = \frac{200 \cdot P \cdot L \cdot r}{U_f^2}$$

gdje je:

u (%)	- pad napona
P (W)	- vršno opterećenje
L (m)	- duljina voda
r (Ω/km)	- jedinični otpor voda
x (Ω/km)	- jedinična reaktancija voda
cosφ	- faktor snage
U (V)	- nazivni linijski napon
U <sub>f</sub> (V)	- nazivni fazni napon
tgφ	- tangens kuta snage

#### 2.2.3.5. Provjera zaštite od indirektnog dodira

Građevina je priključena na sustav zaštite TN-C-S. Zaštita od električnog udara izvedena je primjenom zaštite od indirektnog dodira automatskim isklapanjem napajanja. U tu svrhu koriste se prekidači. Kako bi zaštita bila efikasna, u slučaju proboja faznog vodiča prema kućištu trošila ili zaštitnom vodiču zaštitni uređaj mora isključiti napajanje u propisanom vremenu sukladno normi HRN EN 60364-4-41:2017

$$t_i \leq t_d$$

$$I_a \leq I_k = \frac{U_0}{Z_s}$$

gdje je:

t <sub>i</sub> (s)	- vrijeme isključenja
I <sub>k</sub> (A)	- struja kvara
I <sub>a</sub> (A)	- struja koja osigurava isklapanje u dozvoljenom vremenu
Z <sub>s</sub> (Ω)	- impedancija petlje kvara

$U_0$  (V) - nazivni napon prema zemlji

Vrijeme isključenja propisano je normom a iznosi:

$t_d = 5$  s za strujne krugove bez priključnica i prijenosnih trošila

$t_d = 0,4$  s za strujne krugove s priključnicama

### 2.2.3.6. Proračun struje kratkog spoja

Radi provjere izbora električnih zaštitnih uređaja i dimenzioniranja sustava, za razvod i potrošače računa se maksimalna struja kratkog spoja, a zbog pravilnog djelovanja zaštitnih uređaja i minimalna struja kratkog spoja.

Zbog kontrole mehaničkog naprezanja računa se maksimalna struja kratkog spoja i to kod trofaznog kratkog spoja.

$$I''_{k3} = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R^2 + X^2}}$$

Minimalna struja kratkog spoja uzima se kod dvopolnog ili kod jednopolnog kratkog spoja zavisno koja je manja.

$$I''_{k2\min} = \frac{0,8 \cdot U}{2\sqrt{R^2 + X^2}}$$

$$I''_{k1\min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{(2 \cdot R + R_0)^2 + (2 \cdot X + X_0)^2}}$$

gdje je:

$U$  (V) - napon na niskonaponskoj strani napojnog transformatora

$R$  ( $\Omega$ ) - radna komponenta impedancije voda

$X$  ( $\Omega$ ) - jalova komponenta impedancije voda

$R_0$  ( $\Omega$ ) - nulta radna komponenta impedancije voda

$X_0$  ( $\Omega$ ) - nulta jalova komponenta impedancije voda

### 2.2.3.7. Kontrola odabrane opreme i dimenzioniranje FN niza

U nastavku se nalaze tehnički listovi predložene opreme i kontrolni proračuni:

FN-Modul: DHM-72L9-450W (v1)

Proizvođač	DAH Solar
dostupno	Da

#### Električni podaci

Tip ćelija	Si monokristalin
Polučeljski modul	Da
Broj ćelija	144
Broj bypass dioda	3
Gubitak napona po zaobilaznoj diodi	1 V
Integrirani uređaj za optimizaciju snage	Ne
Prikladno samo za transformatorski izmjenjivač	Ne

#### U/I parametri pri STC

Napon u MPP	42,11 V
Struja u MPP	10,69 A
Napon otvorenog strujnog kruga	49,3 V
Struja kratkog spoja	11,35 A
Povećanje napona otvorenog strujnog kruga prije stabiliziranja	0 %
Nazivna snaga	450 W
Čimbenik punjenja	80,45 %
Stupanj učinkovitosti	20,71 %

#### U/I karakteristike djelomičnog opterećenja (izračunato)

Izvor podataka	Standard (Model-dvije-diode)
Serijski otpor $R_s$	8,0e-04 $\Omega$
Paralelni otpor $R_p$	4,796 $\Omega$
Struja saturacije-Parameter Cs1	296,4 A/K <sup>3</sup>
Struja saturacije-Parameter Cs2	3,827e-03 A/K <sup>(2,5)</sup>
Foto struja-Parametar C1	9,652e-03 m <sup>2</sup> /V
Foto struja-Parametar C2	5,7e-06 m <sup>2</sup> /(V*K)
Foto struja	11,352 A

#### Dodatni parametar

Temperaturni koeficijent napona (Voc)	-152,8 mV/K
Temperaturni koeficijent struje kratkog spoja (Isc)	5,7 mA/K
Temperaturni koeficijent vršne snage	-0,35 %/K
Modifikator kuta nezgode (IAM)	99 %
Maksimalni napon sustava	1500 V

#### Mehanički podaci

Širina	1038 mm
Visina	2094 mm
Dubina	35 mm
Širina okvira	35 mm
Težina	23,5 kg

**Podatkovni list pretvarača**

Izmjenjivač: SUN2000-8KTL-M0 (v1)

Proizvođač	Huawei Technologies
dostupno	Da

**Električni podaci - istosmjerna struja**

DC-nazivna snaga	8,12 kW
Maks. DC-snaga	14,88 kW
DC-nazivni napon	600 V
Maks. ulazni napon	1100 V
Maks. ulazna struja	22 A
Maks. kratkospojna struja	22 A
Broj DC-ulaza	2

**Električni podaci - izmjenična struja**

AC-nazivna snaga	8 kW
Maks. AC-snaga	8,8 kVA
Broj faza	3
S transformatorom	Ne

**Električni podaci - ostalo**

Promjena stupnja djelotvornosti pri odstupanju ulaznog napona od nazivnog napona	0,35 %/100V
Min. Dolazna snaga	0 W
Standby potrošnja	6 W
Noćna potrošnja	6 W

**MPP-Tracker**

Područje snage < 20% nazivne snage	99,99 %
Područje snage > 20% nazivne snage	99,99 %
Broj MPP-trackera	2

**MPP-Tracker 1-2**

Maks. ulazna struja	11 A
Maks. kratkospojna struja	11 A
Maks. Ulazna snaga	8,8 kW
Min. MPP-napon	140 V
Maks. MPP-napon	980 V



Kako bi se provjerila tehnička ispravnost odabranog tehničkog rješenja potrebno je provjeriti nalazi li se radni napon nizova od (16) modula između minimalnog i maksimalnog radnog napona invertera.

$$U_{MPPT\ max} > n * U_{mppmin} > U_{MPPT\ min}$$
$$U_{MPP(60^{\circ}C)} = U_{MPP(STC)} + U_{MPP(STC)} \cdot UK_{TPNM} \cdot \Delta T$$
$$U_{MPP(60^{\circ}C)} = 42,11 + (42,11 \cdot (-0,35\% \cdot (35)))$$
$$U_{MPP(60^{\circ}C)} = 42,11 - 5,16$$
$$U_{MPP(60^{\circ}C)} = 36,95$$
$$1000 > 519,2\ V > 200 \quad (16\ modula)$$

gdje je:

$U_{MPPTmax}(V)$	- maksimalni radni ulazni istosmjerni napon FN niza
$U_{MPPTmin}(V)$	- minimalni radni ulazni istosmjerni napon FN niza
$U_{MPP}(V)$	- nominalni radni napon fotonaponskog panela pri 45°C
$U_{MPP(60^{\circ}C)}(V)$	- napon praznog hoda pri vanjskoj temperaturi 60°C
$UK_{TPNM}(-0.35/^{\circ}C)$	- temperaturni koeficijent FN modula
n	- broj instaliranih solarnih panela u nizu

Pri kontroli maksimalnog ulaznog napona kruga na istosmjernoj strani invertera uzima se u obzir prosječna najnepovoljnija temperatura na geografskom lokalitetu građevine, odnosno -15°C, kada je na FN modulu moguća pojava povišenog napona praznog hoda.

$$U_{OC(-15^{\circ}C)} = U_{OC(STC)} + U_{OC(STC)} \cdot UK_{TPNM} \cdot \Delta T$$
$$U_{OC(-15^{\circ}C)} = 49,3 + (49,3 \cdot (-0,35\% \cdot (-40)))$$
$$U_{OC(-15^{\circ}C)} = 49,3 + 6,9$$
$$U_{OC(-15^{\circ}C)} = 56,20V$$
$$U_{DC\ max} > n \cdot U_{OC(-15^{\circ}C)}$$
$$1100 > 899,2\ V \quad (16\ modula)$$



gdje je:

$U_{OC(-15^{\circ}C)}(V)$	- napon praznog hoda pri vanjskoj temperaturi -15°C
$U_{OC(STC)}(V)$	- napon praznog hoda u standardnim testnim uvjetima
$UK_{TPNM}(-0.35/^{\circ}C)$	- temperaturni koeficijent FN modula
n	- broj instaliranih solarnih panela u nizu
$U_{DC\ max}$	- maksimalni dozvoljeni ulazni napon istosmjernog kruga
$\Delta T$	- razlika između stvarne i temperature standardnih testnih uvjeta (25°C)

Maksimalna ulazna struja kratkog spoja odabranih invertera iznosi 22A po MPPTu, maksimalna struja kratkog spoja naših nizova biti će jednaka maksimalnoj struji kratkog spoja jednog FN modula 11,35A čime je dokazano da predloženi paneli mogu biti upareni sa izmjenjivačem.

Na temelju HRN HD 60364-7-712 a prema formuli u nastavku izračunava se maksimalna struja kratkog spoja jednog stringa fotonaponskih panela za potrebe provjere DC kabela :

$$I_{SC\ max} = k1 \cdot I_{SC(STC)}$$

$$I_{SC\ max} = 11,35 \cdot 1.25$$

$$I_{SC\ max} = 14,19A$$

$$1.1 \cdot I_{SC\ max} \leq Iz$$

$I_{SC(STC)}(V)$	- struja kratkog spoja pri testnim uvjetima
$I_{SCmax}(V)$	- maksimalna struja kratkog spoja niza
k1	- faktor 1.25
Iz	- dozvoljena struja tereta DC kabela

Nadalje, maksimalna struja kratkog spoja iznosi 14,19A trajno dozvoljena struja tereta DC kabela mora zadovoljavati prethodnu relaciju. Odabrani tip kabela koji zadovoljava postavljene uvjete je:

**Kabel : PV H1Z2Z2-K, 1x4mm<sup>2</sup>, 1.8 kV, 57 A**

Pri odabiru zaštitnih uređaja vodilo se računa o tome da se zadovolji sljedeća relacija propisana HRN HD 60364-7-712

$$1.1 \cdot I_{SC\ max} \leq In \leq I_{MOD\_MAX\_OCPR}$$



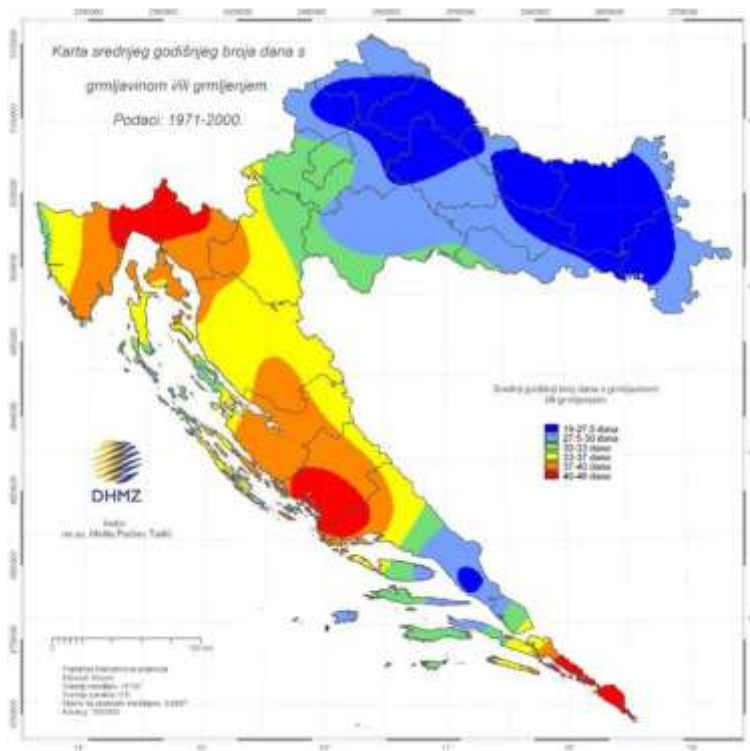
Na temelju ove relacije odabrani su zaštitni uređaji pojedinih stringova i to:

### CH 10 gPV 16A

Na temelju HRN HD 60364-7-712 : 2006 prenaponska zaštita na DC strani potrebna je ukoliko je zadovoljen uvjet. Duljina kabela ne smije prelaziti kritičnu duljinu propisanu normom, a danu u nastavku.

$$L \geq L_{crit}$$

$$40 \geq 28.75$$



Slika 16:Karta srednjeg godišnjeg broja dana s grmljavinom

Proračunom je utvrđeno da je funkcija zadovoljena, stoga se predviđa prenaponska zaštita na DC strani invertera, te ju je potrebno ugraditi kao što je prikazano u nacrtima.

Dodatno odabrani tip invertera je opremljen integriranom prenaponskom zaštitom odvodnicima prenapona tipa II.



## 2.2.4. Projektirani vijek uporabe i uvjeti održavanja

Projektirani vijek uporabe dijela građevine obrađene ovom projektnom knjigom iznosi 30 godina, pod uvjetom da se poštuju opći uvjeti održavanja navedeni u ovom poglavlju.

Kako bi se oprema održala u sigurnom i funkcionalnom stanju, tijekom uporabe potrebno je provoditi aktivne mjere kontrole i otklanjanja nedostataka s ciljem dovođenja opreme u potpunu funkcionalnost, a sve prateći pravila struke i upute proizvođača opreme.

Projektom se predlaže izvođenje pregleda preventivnog održavanja minimalno jednom godišnje, s obavezom poduzimanja mjera nužnih za otklanjanje pronađenih nedostataka u što kraćem roku. Zakonski je propisano da frekvencija preventivnih pregleda za predmetnu građevinu ne smije biti manja od jednom u četiri godine.

Korisnik građevina dužan je izraditi i provoditi plan preventivnog održavanja, te čuvati zapise o provedenim preventivnim pregledima.

Sva zamjenska oprema korištena u fazi uporabe mora biti sukladna zahtjevima ovog projekta, te ne smije negativno utjecati na ispunjenje osnovnih zahtjeva za građevinu.

Kod održavanja pojedine opreme potrebno je obratiti pozornost na detalje i uvjete propisane od strane proizvođača opreme, te se istih pridržavati.

Izvođač radova dužan je investitoru dostaviti upute za korištenje opreme i upute za održavanje ugrađene opreme.

## 2.2.5. Projektirane mjere zaštite od požara

Na temelju pravilnika o mjerama zaštite od požara kod građenja utvrđuju se odgovornosti i mjere koje moraju biti poduzete za vrijeme trajanja gradilišta kako bi se osigurale adekvatne mjere zaštite od požara.

Solarna elektrana ugrađuje se na krov objekta na takav način da ne blokiraju požarni putevi u slučaju intervencije. U tu svrhu projektirana elektrana odmaknuta je od rubova objekta minimalno 1 m kako bi se osigurale hodne staze u svrhu održavanja ili intervencije.

### Montaža panela:

Posebnu pažnju treba posvetiti poziciji protupožarnih zidova na granicama požarnih odjeljaka na krovu, oko kojih na udaljenostima minimalno 1 m ne smije biti gorivih materijala. Požarni zid mora se nalaziti minimalno 0,3 m od gornjeg ruba modula. Ukoliko na krovu postoje otvori za izlazak na krov, dimnjaci, ventilatori i slična oprema elektrana mora biti udaljena minimalno 1 m.

Za kretanje po krovu na kojem je smještena sunčana elektrana, u slučaju održavanja, vatrogasne intervencije i sl., uz rub krova i panela, ukoliko se radi o većoj površini elektrane, moraju biti osigurane hodne staze širine minimalno 1 m.



Lokacija na kojoj je smješten ispravljač mora biti opremljena minimalno jednim aparatom za gašenje požara CO<sub>2</sub>, sa minimalno 89JG. U radijusu od 1m ne smije biti gorivih materijala.

Odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara na gradilištu je izvođač radova. Ukoliko u građenju sudjeluje više izvođača, odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara je glavni izvođač radova.

Tijekom izvođenja radova obuhvaćenih elektrotehničkim projektom identificirani su potencijalni izvori požara:

- Ambalažni materijali
- Uređaji i oprema koji mogu uzrokovati nastajanje i širenje požara (peći za grijanje, plinski i električni uređaji, privremena instalacija rasvjete i dr.)
- Uporaba alata i uređaja koji iskre
- Puštanje u rad pojedinih instalacija (električne instalacije)
- Kako bi se spriječilo nastajanje i širenje požara na gradilištu i osiguralo njegovo učinkovito gašenje potrebno je planirati i provoditi odgovarajuće organizacijske i tehničke mjere na gradilištu, za vrijeme i izvan radnog vremena, koje uključuju:
  - mjere praćenja i kontrole ulazaka i izlazaka (ograđivanje gradilišta, čuvarska službe i drugo),
  - mjere zabrane ili ograničenja kretanja vozila i osoba,
  - mjere zabrane ili ograničenja unošenja opasnih tvari koje nisu namijenjene za potrebe građenja (pirotehnika i slično) i obavljanja opasnih radnji (pušenje i slično),
  - mjere označavanja, upozoravanja, obavješćivanja i informiranja o opasnostima i provođenju potrebnih mjera zaštite od požara,
  - osposobljenost osoba za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje početnih požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom,
  - odabir mjesta i uvjeta smještaja osoba na gradilištu (stambene barake, kontejneri i drugo) koji se odnose na sigurnosne udaljenosti (minimalno 5 metara u svim smjerovima od ostalih objekata gradilišta), požarna svojstva konstrukcijskih elemenata (minimalno razreda reakcije na požar A2), grijanje i hlađenje prostorija (zatvoreni sustavi) i drugo,
  - odabir mjesta i uvjete držanja i skladištenja zapaljivih i eksplozivnih tvari (sigurnosne udaljenosti, ograđivanje, znakovi opasnosti, priručni uređaji i oprema za gašenje požara i drugo),
  - mjere zaštite od požara kod obavljanja radova koji mogu izazvati požar (zavarivanje elektrolučno ili autogeno, rezanje reznom pločom, brušenje, lemljenje, rad uporabom otvorenog plamena kao što je varenje ljepenke kod hidroizolacijskih radova, skidanje boja plamenikom i slično),
  - mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste sredstava za gašenje početnih požara (vode, pijeska i drugo),
  - mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste opreme za gašenje početnih požara (vatrogasnih aparata, posuda za vodu, hidranata i drugo),
  - mjere osiguranja pristupa za potrebe vatrogasne intervencije i održavanja,



- mjere zbrinjavanja i redovitog uklanjanja prašine i otpada (osobito ambalažnog otpada, krpa natopljenih otapalima i slično),
- mjere zaštite od atmosferskog pražnjenja,
- mjere provjere provođenja mjera zaštite od požara,
- način postupanja i uzbunjivanja u slučaju požara (pozivanje brojeva telefona koje treba nazvati: zaštita i spašavanje 112, vatrogasci 193, policija 192, hitna pomoć 194 i slično)



## 2.2.6. Projektirane mjere zaštite na radu

Na temelju Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18), investitor i izvođač radova dužni su provoditi opća načela zaštite na radu u svim fazama gradnje. Projektant je prilikom izrade projekta dužan primijeniti odgovarajuća pravila zaštite na radu.

### 2.2.6.1. Opasnosti i štetnosti u periodu uporabe građevine

Prilikom normalnog rada građevine, a u sklopu elektrotehničkog projekta, identificiraju se sljedeće opasnosti i štetnosti po zdravlje ljudi:

- Opasnosti koje proizlaze zbog korištenja električne energije
- Opasnost od pada predmeta s visine
- Opasnost od poskliznuća i pada sa visine

### 2.2.6.2. Način otklanjanja opasnosti i štetnosti

Opasnosti koje proizlaze zbog korištenja električne energije su svedene na minimum sljedećim mjerama:

- Ograničenjem pristupa neovlaštenom osoblju
- Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom izvedena je prema Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10).
- Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom izvedena je TN-C-S sustavom, s dodatnom zaštitom zaštitnim uređajem diferencijalne struje od najviše 0,03 A, prema Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10).
- Zaštita od toplinskog djelovanja električne opreme je izvedena prema normi HRN HD 60364-4-42:2012 Električne instalacije zgrada - 4. dio: Sigurnosna zaštita - 42. poglavlje: Zaštita od toplinskih učinaka.
- Zaštita od struje kratkog spoja i preopterećenja izvedena je prema normi HRN HD 60364-4-43:2011 Električne instalacije zgrade - 4.dio: Sigurnosna zaštita - 43. poglavlje: Nadstrujna zaštita.
- Izjednačenje potencijala metalnih masa izvodi se povezivanjem na zajednički uzemljivač prema Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (SI 62/73 preuzet NN 53/91, 55/96, 163/03).
- Električna instalacija se izvodi kabelima tip NYM-J, uvučenim u samogasive plastične cijevi, prema normi HRN HD 60364-5-52:2012 Električne instalacije zgrada - 5. dio: Odabir i ugradna električne opreme - 52. poglavlje: Sustavi razvođenja (Razvođenje vodova i kabela).
- Sustav zaštite od munje izvodi se prema Tehničkim propisima za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10).

Opasnosti od pada predmeta s visine svode se na minimum sljedećim mjerama:

- Prilikom rada na visini potrebno je psihološkim barijerama ograditi prostor ispod mjesta rada
- Obvezna je kontrola pristupa za vrijeme trajanja radova
- Nije dozvoljeno zadržavanje ispod mjesta rada na visini
- Obvezno je nošenje zaštitnih kaciga za vrijeme trajanja gradilišta
- Korištene skele ili ljestve moraju imati valjanu atestnu dokumentaciju
- Osobe zaposlenici izvođača radova koji obavljaju poslove na visini moraju za to biti obučeni od strane relevantnih institucija
- U slučaju pada predmeta s visine potrebno je odmah obavijestiti nadležnu osobu iz područja zaštite na radu, te predstavnika investitora, zbog mogućnosti oštećenja plinske, dimovodne instalacije ili spremnika loživog ulja.

Opasnosti od pada s visine svode se na minimum sljedećim mjerama:

- Osobe zaposlenici izvođača radova koji obavljaju poslove na visini moraju za to biti obučeni od strane relevantnih institucija
- Obvezno je nošenje zaštitne odjeće i obuće
- Nije dozvoljeno zadržavanje ispod mjesta rada na visini
- Korištene skele ili ljestve moraju imati valjanu atestnu dokumentaciju
- Ljestve se moraju koristiti na propisan način, prema pravilima zaštite na radu

Na temelju posebnih zahtjeva propisanih normom HRN HD 60364 7-712-2016, posebno dijelom 514-1 identifikacija, propisuje se označavanje na mjestu izvora instalacije, na mjernom mjestu, te na razvodnom ormaru gdje je ostvaren spoj sa inverterom. Znak upozorenja propisan je također ovom normom.

Na svim mjestima pristupa istosmjernoj instalaciji, potrebno je označiti tekstualno mogućnost prisutnosti istosmjernog napona i u slučaju izolacije invertera.

„SOLAR DC – mogućnost prisutnosti napona i nakon izolacije“





## 2.3. Program kontrole i osiguranja kvalitete

U svrhu provođenja programa kontrole i osiguranja kvalitete, svi sudionici u gradnji dužni su držati se pravila propisanih Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 35/19, 125/19) i zahtjevima Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19).

### 2.3.1. Odgovornosti i organizacija

Odabir ostalih sudionika u gradnji odgovornost je investitora, pri tome investitor smije odabrati samo osobe registrirane za predmetnu djelatnost.

Ukoliko u gradnji sudjeluje više izvođača radova angažiranih od strane investitora, dužnost investitora je imenovati glavnog izvođača radova.

Investitor je dužan u suradnji s izvođačem osigurati nesmetan rad bilo kakvih vanjskih autoriziranih tijela, ukoliko je za uporabu građevine propisan nadzor istih.

Projektant je odgovoran za cjelovitost projekta i u njemu prikazana tehnička rješenja. Nadležan je za usklađenost glavnog i izvedbenog projekta.

Izvođač radova obuhvaćenih ovom projektnom mapom, dužan se prilikom gradnje pridržavati zakona, normi, pravilnika i tehničkih propisa implementiranih u ovom projektu. U slučaju izmjena tehničkih rješenja danih projektnom knjigom izvođač radova dužan je konzultirati nadzornog inženjera i projektanta. Izvođač radova mora izraditi i održavati program osiguranja i kontrole kvalitete, a po završetku radova dužan je investitoru dostaviti dokaze o kvaliteti izvedenih radova.

Po završetku radova izvođač je dužan investitoru dostaviti nacрте izvedenog stanja. Sve promjene moraju biti ucrtane crvenom bojom. Promjene s datumom izrade moraju biti ovjerene, od strane imenovanog voditelja radova i nadzornog inženjera odgovarajuće strukovne odrednice, potpisom i pečatom. Sve promjene moraju biti evidentirane u građevinskom dnevniku.

Nadzorni inženjer odgovoran je za ocjenjivanje sukladnosti procesa gradnje s građevinskom dozvolom, važećom zakonskom regulativom i programom kontrole i osiguranja kvalitete. Nadzorni inženjer odgovoran je za kontrolu ispravnosti dokaza o kvaliteti izvedenih radova izvođača.

### 2.3.2. Izbor sudionika u gradnji

Izbor izvođača i podizvođača radova investitor treba izvršiti na osnovu njegove procjene sposobnosti i zadovoljenja zakonskih uvjeta. Sljedeći elementi trebaju biti minimalna baza za procjenu osposobljenosti gore navedenih sudionika u gradnji:

- Registracija pri nadležnom trgovačkom sudu
- Odgovarajući ljudski resursi
- Odgovarajući certifikati za pogone, proizvodnju, ispitnu opremu, instrumente
- Evaluacija primijenjenog plana kontrole kvalitete izvođača radova
- Relevantne reference



### 2.3.3. Izvođenje radova

Prilikom izvođenja radova izvođači radova obvezni su:

- Dostaviti popis odgovornih osoba za pojedine aktivnosti u realizaciji projekta, s njihovim kontakt podacima
- Pravovremeno postaviti zahtjeve za izmjene, dopune i elaboracije
- Izraditi, implementirati i provoditi sustav osiguranja i kontrole kvalitete kojim će osigurati ispunjenje zahtjeva postavljenih projektnom knjigom
- Izraditi i predati kompletnu i ispravnu primopredajnu dokumentaciju, dokaze o kvaliteti izvedenih radova
- Planirati radne aktivnosti
- Mjesečno izvještavati o stanju realizacije projekta
- Omogućiti investitoru i nadzoru pristup prostorima izvođača i podizvođača u svrhu kontrole kvalitete
- Ispunjavati opće uvjete ugovora
- Voditi građevinski dnevnik i građevinsku knjigu po potrebi

### 2.3.4. Dokumentacija

Izvođač radova treba izraditi, a kod investitora i nadzora ishoditi odobrenje za:

- Terminski plan realizacije projekta
- Tehničke specifikacije opreme (prije postupka nabavke)
- Tehnologiju izvođenja montažnih radova
- Plan kontrole i osiguranja kvalitete

#### 2.3.4.1. Dokazi kvalitete izvedenih radova

Prilikom izvođenja radova izvođač je dužan prikupljati, a po izvođenju investitoru dostaviti dokaze kvalitete izvedenih radova koji sadrže:

- Izvadak iz sudskog registra izvođača radova
- Imenovanja odgovornih osoba izvođača
- Izjavu o sukladnosti izvedenih radova i isporučene opreme
- Izvješća i potvrde o ispitivanju ugrađenog materijala (atestna dokumentacija)
- Zapisnike o ispitivanju zaštite od indirektnog dodira
- Zapisnike o ispitivanju izolacijskog otpora kabela nakon polaganja
- Zapisnike o mjerenju neprekinutosti zaštitnog vodiča
- Zapisnike o mjerenju otpora rasprostiranja uzemljivača
- Zapisnike prethodnih funkcionalnih radioničkih ispitivanja
- Zapisnike funkcionalnih ispitivanja na lokaciji
- Dokaze o osposobljenosti osoba koje su izvodile ispitivanja i radove
- Građevinske dnevnik





### **2.3.5. Kontrola kvalitete**

Dužnost izvođača radova je izrada plana i provođenje aktivnosti kontrole kvalitete. Pri tome investitor mora biti pravovremeno obavješten o održavanju kontrolnih pregleda ili drugih aktivnosti kako bi mogao prisustvovati. Izvođač radova mora o kontrolnim pregledima izraditi i čuvati potrebne zapise.

#### **2.3.5.1. Planiranje**

Planovi kontrole kvalitete gdje je to potrebno moraju biti izrađeni od strane izvođača radova, a odobreni od strane investitora. Plan mora sadržavati zahtjeve za kvalitetu, ispitnu aktivnost, te način evidentiranja rezultata.

#### **2.3.5.2. Korektivne aktivnosti**

Sva odstupanja i neslaganja s propisanim zahtjevima moraju biti dokumentirana, a za njih moraju biti određene primijenjene potrebne aktivnosti kojima se osigurava otklanjanje odstupanja i osigurava prevencija ponavljanja istog.

#### **2.3.5.3. Označavanje**

Označavanje ugrađene opreme mora biti izvedeno na takav način da istoj bude jasno i jednoznačno moguće odrediti porijeklo uvidom u izvještaje i crteže. Označavanje kabela mora biti na oba kraja kabela istom oznakom.

Oznake moraju biti fizičke gdje god je to moguće, a uporabom materijala s adekvatnim vijekom trajanja.

#### **2.3.5.4. Mjerna i ispitna oprema**

Mjerna i ispitna oprema izvođača radova mora biti umjerena prema važećim propisima RH, kako bi se osigurala točnost i pouzdanost mjerenih rezultata.

#### **2.3.5.5. Kontrola kvalitete uvozne opreme**

Uvezena oprema, uz dokaze o ugrađenim materijalima, atestima tvorničkih ispitivanja i sl., mora imati upute za uporabu i održavanje na hrvatskom jeziku. Uvezena oprema mora imati isprave koje dokazuju da je izrađena u skladu s tehničkim normativima i hrvatskim normama iz područja zaštite na radu.

#### **2.3.5.6. Puštanje u rad, preuzimanje i tehnički pregled**

Dužnost investitora je pravovremeno informiranje izvođača radova o uočavanju nesukladnosti sa zahtjevima projekta.

Primopredaja radova obavlja se uz vođenje zapisnika koji potpisuju obje strane. Prilikom primopredaje izvođač je dužan investitoru dostaviti kompletne dokaze o kvaliteti izvedenih radova, koji moraju biti dostatni za organiziranje tehničkog pregleda prema Pravilniku o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18).

Izvođači radova dužni su zajedno s predstavnicima investitora, sudjelovati u tehničkom pregledu građevine te u najkraćem roku otkloniti sve uočene nedostatke te ih dokumentirati.

Konačno preuzimanje radova obavlja se nakon isteka jamstvenog roka, a o svemu se vodi zapisnik koji supotpisuju obje strane (izvođač i investitor).

### **2.3.6. Bitna svojstva ugrađenih materijala**

#### **Pouzdanost**

Ugrađena oprema mora zadovoljiti kriterij pouzdanosti za vrijeme projektiranog životnog vijeka građevine. Obzirom na projektirani životni vijek građevine, potrebno je osigurati adekvatnu količinu pričuvnih dijelova.

#### **Sukladnost**

Prilikom odabira i nabavke opreme osigurati sukladnost sa Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanje sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19) i Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 35/18).

#### **Mehanička otpornost i stabilnost**

Ugrađena oprema mora zadovoljavati kriterij adekvatne mehaničke zaštite, stupanj IP zaštite i svojom masom ne smije narušavati stabilnost građevine.

#### **Elektromagnetska kompatibilnost**

Ugrađena oprema mora biti sukladna Pravilniku o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN 28/16).

#### **Sigurnost u slučaju požara**

Ugrađena oprema svojom konstrukcijom i odabirom materijala mora onemogućavati širenje dima i požara.

#### **Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi**

U slučaju stručnog rukovanja opremom, prema uputama za korištenje danim od izvođača radova i proizvođača opreme, oprema ne smije ugrožavati zdravlje čovjeka.

#### **Zaštita korisnika od povreda**

Oprema ne smije imati dijelove koji bi u normalnom radu mogli mehanički ugroziti zdravlje čovjeka. Na opremi se ne smije razvijati visoka temperatura. Odgovarajućim metodama zaštite čovjek mora biti zaštićen od djelovanja električne energije.

#### **Zaštita od buka i vibracija**

Ugrađena oprema ne smije stvarati buku i vibracije štetne po ljudsko zdravlje.

#### **Ušteda energije i toplinska zaštita**

Ugrađena oprema ne smije zahtijevati posebna tehnička rješenja za sustav toplinske zaštite. Toplinski gubici energije moraju biti minimalni.

## Zaštita od korozije

Oprema mora biti otporna na atmosferske uvjete u kojima je instalirana.

### 2.3.7. Bitna svojstva radova

Radovi u opsegu elektrotehničkog projekta moraju biti izvedeni prema zahtjevima ove projektne knjige. U slučaju bilo kakvih odstupanja od projektom predviđenih rješenja izvođač za iste mora dobiti odobrenje projektanta i nadzornog inženjera, a izvedeni radovi moraju biti u skladu sa Tehničkim propisom za niskonaponske instalacije i drugom važećom regulativom.

Sve eventualne izmjene nastale tijekom izvođenja radova moraju biti evidentirane u građevinskom dnevniku, te ih je izvođač dužan dostaviti investitoru u obliku izmjena na podlogama projektne dokumentacije ucrtanih crvenom bojom. Iste moraju biti ovjerene pečatom i potpisom odgovorne osobe izvođača radova i nadzornog inženjera, u svrhu izrade projekta izvedenog stanja.

### 2.3.8. Bilanca energije i ušteda emisije CO<sub>2</sub>

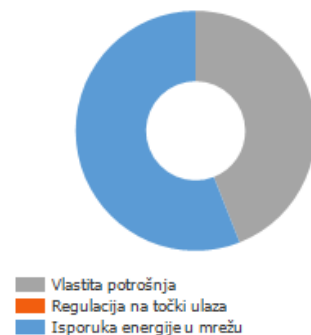
Projektnu cjelinu koja je smještena na jednoj kat. čestici 2079/4, Ivanić-Grad i na jednom obračunskom mjestu na elektrodistribucijskoj mreži čini građevinu javne namjene.

Na temelju poznatih parametara o potrošnji građevine dobivenih od investitora i procijenjene proizvodnosti elektrane, a prema Pravilniku o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN98/21., NN30/2022.) prilog. III, točka 15. možemo pristupiti proračunu uštede energenata.

#### FN sustav

Snaga FN generatora	7,20 kWp
Specifični godišnji prihodi	1.225,20 kWh/kWp
Stupanj djelovanja (PR)	87,45 %
Godišnji gubici zbog zasjenjenja	0,3 %
<hr/>	
FN-energija generatora (AC-mreža)	8.847 kWh/godina
Vlastita potrošnja	3.895 kWh/godina
Regulacija na točki ulaza	0 kWh/godina
Isporuka energije u mrežu	4.952 kWh/godina
<hr/>	
Udio vlastite potrošnje	43,9 %
<hr/>	
Izbjegnute CO <sub>2</sub> -emisije	1.403 kg/godina

FN-energija generatora (AC-mreža)



## Trošila

Trošila	10.000 kWh/godina
Standby potrošnja (Izmjenjivač)	25 kWh/godina
Ukupna potrošnja	10.025 kWh/godina
Iz sunčane elektrane	3.895 kWh/godina
Iz mreže	6.130 kWh/godina
Solarni dio	38,9 %

Ukupna potrošnja



Iz sunčane elektrane    Iz mreže

## Samodostatnost

Ukupna potrošnja	10.025 kWh/godina
Iz mreže	6.130 kWh/godina
Samodostatnost	38,9 %

Investitor će nakon implementacije obnovljivih izvora energije proizvoditi **8.847,00 kWh** iz vlastitih obnovljivih izvora energije, te će iz mreže preuzimati **6.130,00 kWh**. Procjenjuje se da će pri radu elektrane **4.952,00 kWh** proizvedene energije elektrane biti predano u javnu mrežu.

Prema pravilniku o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN98/21., NN30/2022.) prilog. III, točka 15.5 možemo pristupiti proračunu smanjenja emisija stakleničkih plinova. Na temelju simulacije programskog paketa PV SOL, te predviđene potrošnje elektrane na godišnjoj razini smanjiti za **1.403 kg/god.**

## 2.4. Troškovnik

01. ELEKTROMONTAŽNI RADOVI					
r.br.	opis	j.mj.	kol.	jed. cijena	ukupno
<b>NAPOMENA:</b>					
U jedinične cijene opreme obavezno uključiti sve nabavne i transporte troškove do lokacije investitora. Sav osnovni i pomoćni materijal, a sve do potpune funkcionalne gotovosti pojedine stavke, uključivo čišćenje nakon dovršetka i u tijeku radova - ako opisom stavke nije drugačije određeno, mora biti uključeno.					
<b>1.1 Osnovna oprema</b>					
1	Dobava i ugradnja fotonaponskih panela - monokristalne ćelije, - snaga 450 W, - dimenzije 2094x1038x35 mm, dozvoljeno odstupanje dimenzija +/- 5% - učinkovitost modula : 20.7% ili više - tolerancija snage: +/- 5% - jamstvo na izlaznu snagu 90% snage 10 godina - jamstvo na izlaznu snagu 80% snage 25 godina	kom	16	1,530.00 kn	24,480.00 kn
2	Dobava i ugradnja izmjenjivača - trofazni izmjenjivač - maksimalna snaga AC: 8 kW - ugrađena prenaponska i zaštita diferencijalne struje - minimalno 2 MPPT trackera - max ulazna DC snaga 9000 Wp - zaštite IP65 za ugradnju na otvorenome - radni temperaturni raspon -25 degC do +60 degC - jamstvo 5 godina - 98.4% korisnost - Ethernet - ETH x1, 10/100 Mbps - RS485 - COM x3, 2400/4800/9600/19200/115200 bps,1000m - 2G/3G/4G - LTE FDD, LTE TDD, WCDMA, GSM2 - Digital/Analog Input/Output - DI x4, DO x2, AI x4 - Active DO - 12V, 100mA - Sadrži SPD	kom	1	10,500.00 kn	10,500.00 kn
3	Trapezni nosač od aluminija EN AW-6063 T66 za prihvat modula na pokrov od trapeznog lima, dimenzija 86x21x(350-750)mm (ŠxVxD) (vertikalno polaganje - stavka uključuje potreban vijčani materijal)	kom	36	55.00 kn	1,980.00 kn
4	Pred-montirni element za prihvat FN modula (krajnji), dimenzija prihvata modula: od 30 - 50mm	kom	8	16.35 kn	130.80 kn
5	Pred-montirni element za prihvat FN modula (srednji)dimenzija prihvata modula: od 30 - 50mm	kom	28	16.35 kn	457.80 kn
6	Konektori MC4 (m+f)	kom	10	22.00 kn	220.00 kn
7	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela PV H1Z2Z2-K, 1x4mm <sup>2</sup> , 1.8 kV, 70 A	m	150	12.60 kn	1,890.00 kn
8	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela NHXH EI90 2x1,5mm <sup>2</sup>	m	120	9.20 kn	1,104.00 kn
9	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela FG16OR16 5x4 mm <sup>2</sup>	m	60	50.60 kn	3,036.00 kn
10	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela S/FTP CAT7E	m	100	12.50 kn	1,250.00 kn
11	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela P/F ž/z 1x6 mm <sup>2</sup>	m	100	32.00 kn	3,200.00 kn
12	Nabava, dobava, polaganje i spajanje kabela P/F ž/z 1x35mm <sup>2</sup>	m	40	68.00 kn	2,720.00 kn
13	Tipkalo za iskapčanje u nuždi, kmpL. sa montažom i spajanjem	kompL.	1	200.00 kn	200.00 kn

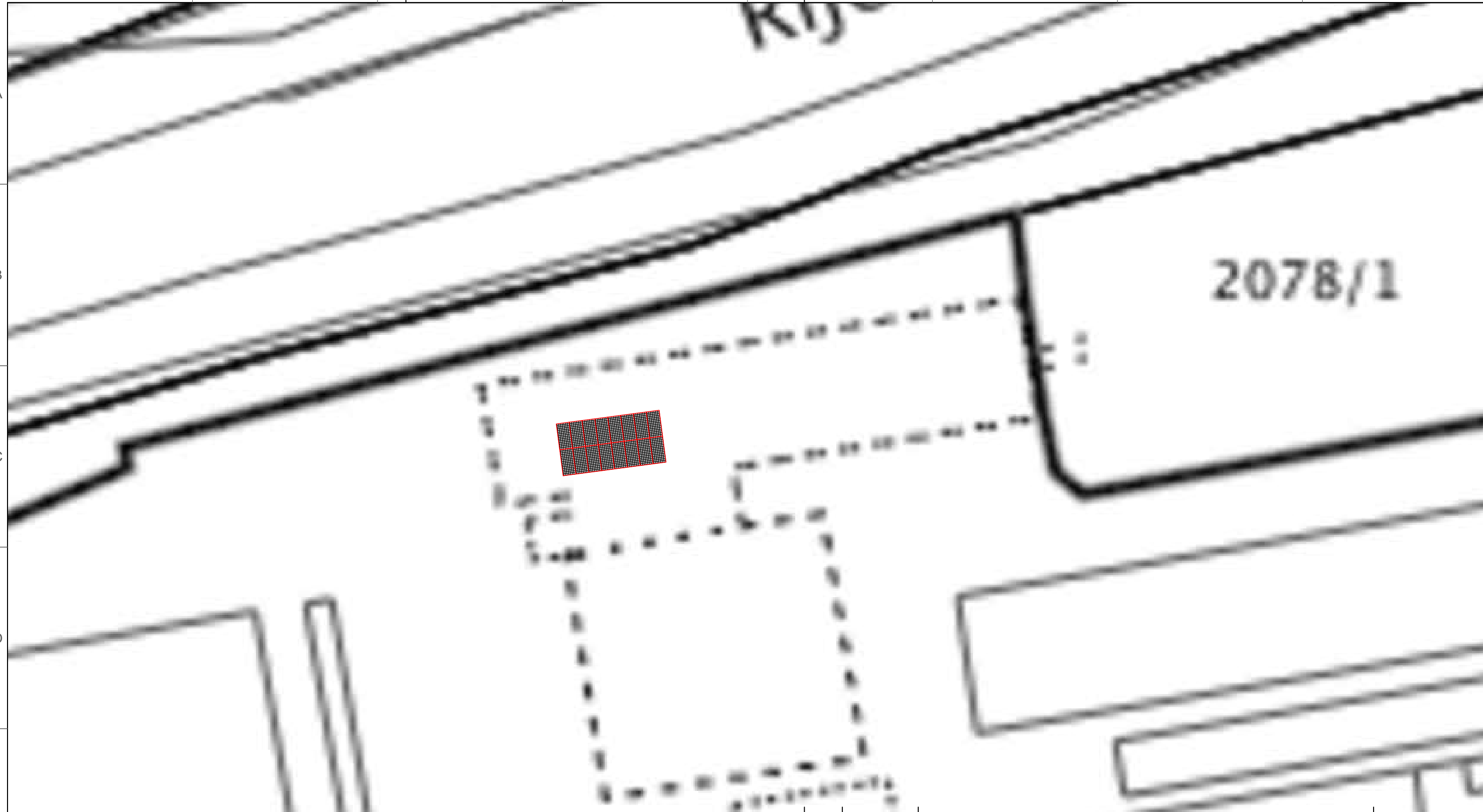



14	Nabava, dobava i montaža perforirane kabelske police vruće cinčane dimenzija 200x60 sa poklopcem, uključujući sav ovjesni i montažni pribor i materijal	m	15	205.00 kn	3,075.00 kn
15	Mišljenje ovlaštenog statičara o stanju krovne konstrukcije s obzirom na ugradnju fotonaponske elektrane	kompl.	1	5,000.00 kn	5,000.00 kn
16	Razvodni ormar +RFN_AC isporučen kompletno ožičen i ispitan sastavljen od: -Kućišta ormara nadžbukna ugradnja 500x500x400 (ŠxVxD) IP 65 -montažne ploče -plastificirani u RAL 7035 -vrata s ključem -odvodnik prenapona tip 1+2 -rastalni osigurač s podnožjem 3p, 100A -glavni prekidač elektrane sa isklonim svitkom i elektroničkom zaštitnom jedinicom Un=600V, In=16A, 300mA, 4p, 1kom -prekidači invertera In=16A, C karakteristika, 4P, 1 kom -minijaturni prekidač, In=6A, B karakteristika, 1P, 2 kom Ormar treba isporučiti sa CE oznakom, izvješćem o ispitivanju, uputama za upotrebu, jedopolnom shemom, oznakom uzemljenja na vanjskoj strani ormara TN-S	kompl.	1	5,000.00 kn	5,000.00 kn
17	Razvodni ormar +RFN_DC isporučen kompletno ožičen i ispitan sastavljen od: -Kućišta ormara nadžbukna ugradnja 500x500x350 (ŠxVxD) -montažne ploče -plastificirani u RAL 7035 -vrata s ključem -odvodnik prenapona tip 2, 1100V, 20kA, 2P, 1kom -rastalni osigurač sa podnožjem gPV16A, 2kom -teretna DC sklopka In=20A, 2p, 1kom Ormar treba isporučiti sa CE oznakom, izvješćem o ispitivanju, uputama za upotrebu, jedopolnom shemom	kompl.	1	2,500.00 kn	2,500.00 kn
18	Građevinsko obrtnički radovi - stavka uključuje sav potreban materijal, opremu i radove za vraćanje građevine u prvobitno stanje. Stavka uključuje vodotjesno i vatrootporno brtvljenje.	kompl.	1	20,000.00 kn	20,000.00 kn
19	Montaža i spajanje elektrane 7.2 kWp do potpune funkcionalnosti	kompl.	1	10,000.00 kn	10,000.00 kn
20	Beznaponsko ispitivanje električnih instalacija elektrane. -u skladu s propisima -ispitivanje izolacije -ispitivanje otpora uzemljivača -ispitivanje zaštite od dodira -ostala ispitivanja po potrebi	kompl.	1	2,000.00 kn	2,000.00 kn
21	Ispitivanje sunčane elektrane u pokusnom radu uz mjerenje kvalitete električne energije. -prema usuglašenom programu ispitivanja elektrane u probnom radu s HEP-ODS-om -prema normi EN 50160 -prema uvjetima iz prethodne elektroenergetske suglasnosti -ispitivanje zaštitnih funkcija elektrane prema usuglašenom planu i programu ispitivanja sunčane elektrane u paralelnom radu sa mrežom	kompl.	1	2,000.00 kn	2,000.00 kn
<b>UKUPNO SUNČANA ELEKTRANA</b>					<b>100,743.60 kn</b>



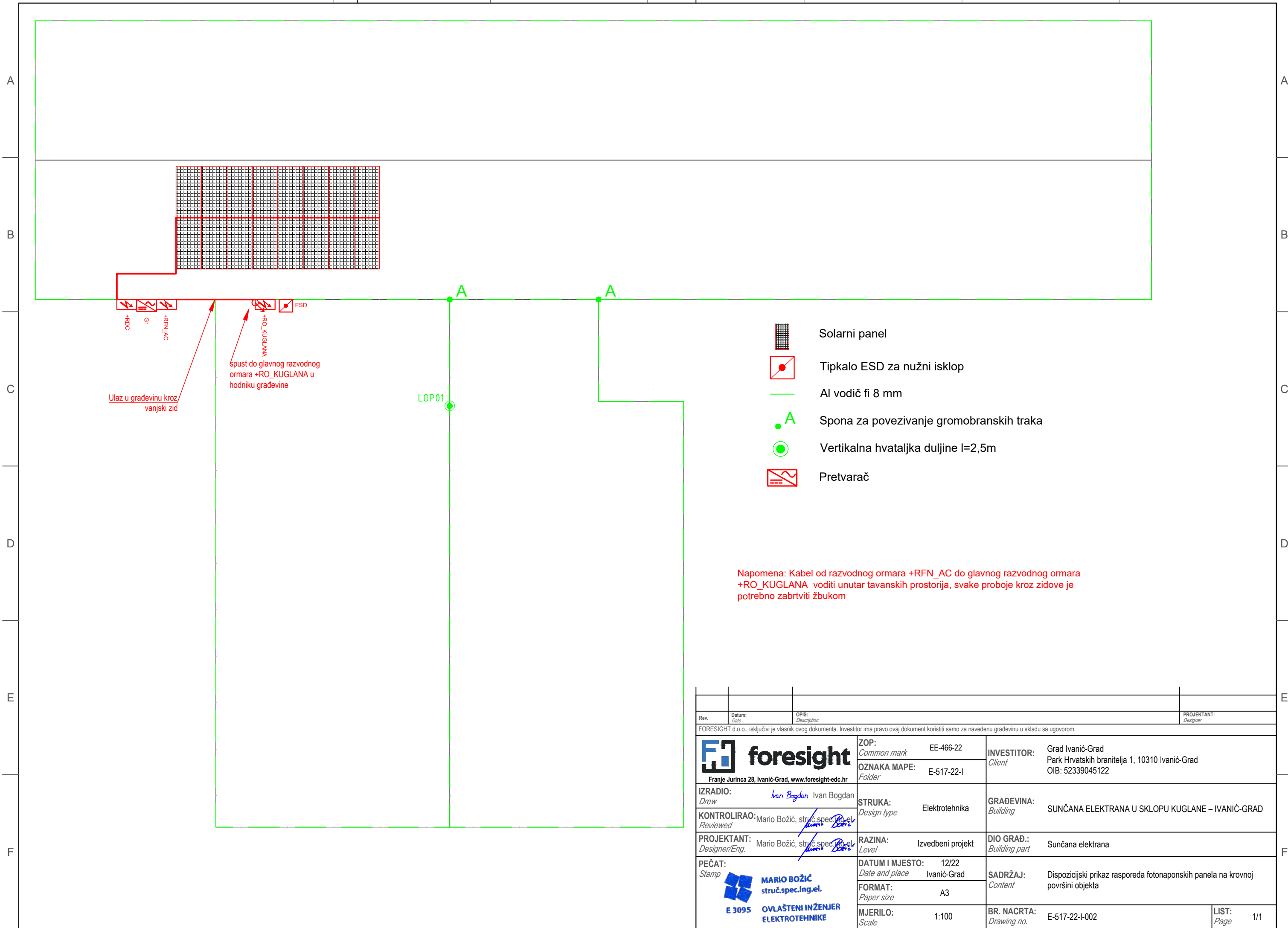
## 2.5. Nacrti i prilozi

- E-517-22-I-001: Situacijski prikaz
- E-517-22-I-002: Dispozicijski prikaz rasporeda fotonaponskih panela na krovnoj površini objekta
- E-517-22-I-003: Blok shema sunčane elektrane
- E-517-22-I-004: Blok shema fotonaponske elektrane +RDC
- E-517-22-I-005: Jednopolna shema sunčane elektrane +RDC
- E-517-22-I-006: Tropolna shema sunčane elektrane +RO\_KUGLANA
- E-517-22-I-007: Tropolna shema sunčane elektrane +RFN\_AC
- E-517-22-I-008: Dispozicija opreme unutar ormara +RDC
- E-517-22-I-009: Dispozicija opreme unutar ormara +RFN\_AC
- Tablica br. 1: Prikaz proračuna trajne struje opterećenja, pada napona i odabir kabela.
- Tablica br. 2: Prikaz proračuna termičkog opterećenja kabela i zaštite od indirektnog dodira.

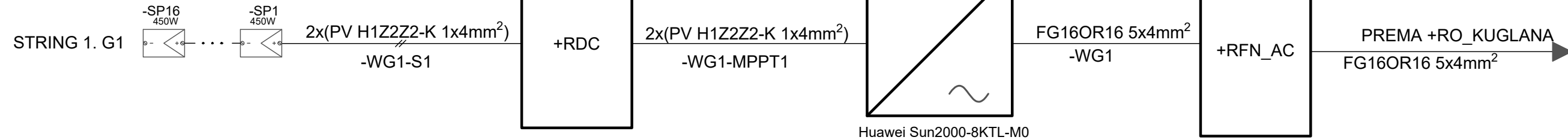




Rev.	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer
FORESIGHT d.o.o., isključivi je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovaj dokument koristiti samo za navedenu građevinu u skladu sa ugovorom.			
<b>foresight</b> Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		ZOP: Common mark EE-466-22 OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-I	INVESTITOR: Client Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122
IZRADIO: Drew Ivan Bogdan Ivan Bogdan	STRUKA: Design type Elektrotehnika	GRAĐEVINA: Building SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD	
KONTROLIRAO: Reviewed Mario Božić, struč.spec.ing.el. <i>Mario Božić</i>	PROJEKTANT: Designer/Eng. Mario Božić, struč.spec.ing.el. <i>Mario Božić</i>	RAZINA: Level Izvedbeni projekt	DIO GRAĐ.: Building part Sunčana elektrana
PEČAT: Stamp 	DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad	SADRŽAJ: Content Situacijski prikaz	BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-I-001
		FORMAT: Paper size A3	LIST: Page 1/1
		MJERILO: Scale 1:200	

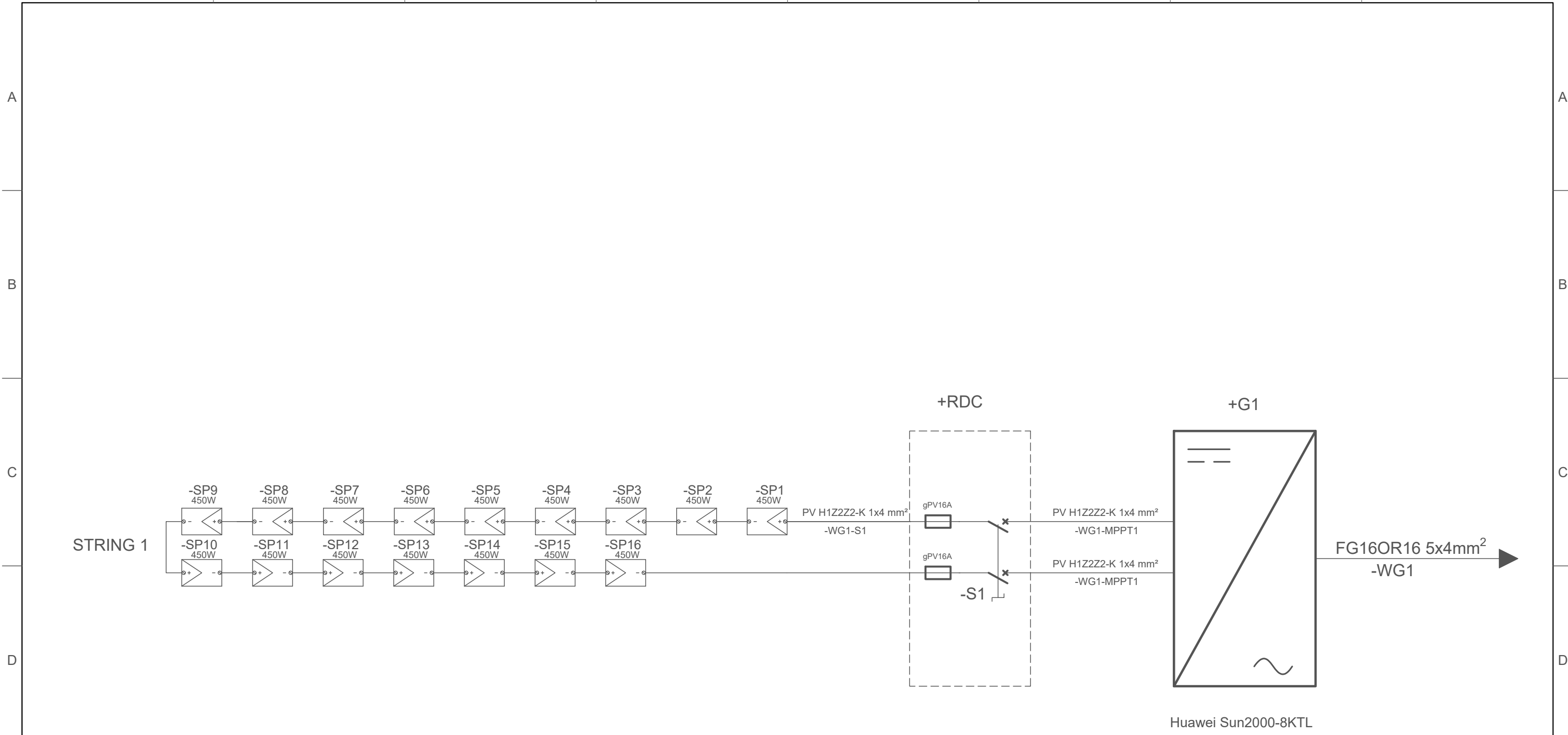




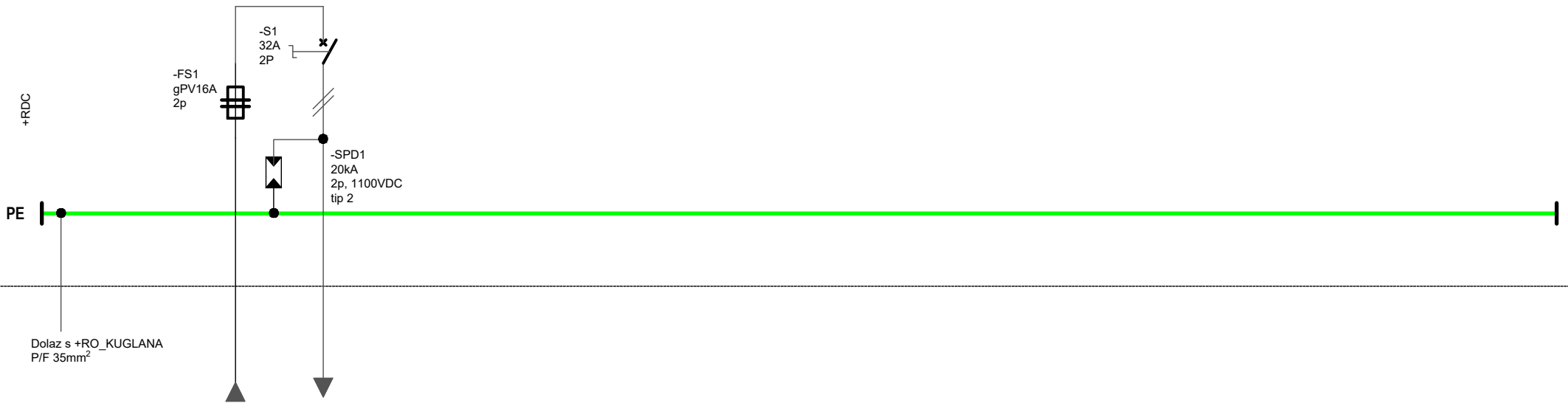
Rev.	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer
FORESIGHT d.o.o., isključivi je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovaj dokument koristiti samo za navedenu građevinu u skladu sa ugovorom.			
foresight Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		ZOP: Common mark EE-466-22 OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-I	INVESTITOR: Client Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122
IZRADIO: Drew	Ivan Bogdan Ivan Bogdan		GRAĐEVINA: Building SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD
KONTROLIRAO: Reviewed	Mario Božić, struč.spec.izvel. / Mario Božić		STRUKA: Design type Elektrotehnika
PROJEKTANT: Designer/Eng.	Mario Božić, struč.spec.izvel. / Mario Božić		RAZINA: Level Izvedbeni projekt DIO GRAĐ.: Building part Sunčana elektrana
PEČAT: Stamp			DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad SADRŽAJ: Content Dispozicijski prikaz rasporeda fotonaponskih panela na krovnoj površini objekta MJERILO: Scale 1:100 BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-I-002 LIST: Page 1/1



 Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		PROJEKTANT: <i>Designer/Engineer</i>  <b>MARIO BOŽIĆ</b> struč.spec.ing.el. <b>E 3095</b>		ZOP: <i>Common mark</i> EE-466-22 OZNAKA MAPE: <i>Folder</i> E-517-22-1 STRUKA I RAZINA: <i>Design type and level</i> Elektrotehnika Izvedbeni projekt DATUM I MJESTO: <i>Date and place</i> 12/22 Ivanić-Grad		INVESTITOR: Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad, OIB: 52339045122 GRAĐEVINA: SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD DIO GRAD.: <i>Building part</i> -		SADRŽAJ: <i>Content</i> Blok shema fotonaponske elektrane BR. NACRTA: <i>Drawing no.</i> E-517-22-1-003		FORMAT: <i>Paper size</i> A3 MJERILO: <i>Scale</i> - LIST: <i>Page</i> 1/1	
Rev.	Datum: <i>Date</i>	OPIS: <i>Description</i>	PROJEKTANT: <i>Designer</i>	IZRADIO: <i>Drew</i> Ivan Bogdan	PREGLEDAO: <i>Reviewed</i> Mario Božić, struč.spec.ing.el.						



foresight Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		PROJEKTANT: Designer/Engineer MARIO BOŽIĆ struč.spec.ing.el. E 3095 Ovlašteni inženjer elektrotehnike		ZOP: Common mark EE-466-22 OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-1 STRUKA I RAZINA: Design type and level Elektrotehnika Izvedbeni projekt DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad		INVESTITOR: Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad, OIB: 52339045122 GRAĐEVINA: SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD DIO GRAD.: Building part -		SADRŽAJ: Content Blok shema fotonaponske elektrane +RDC BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-1-004		FORMAT: Paper size A3 MJERILO: Scale - LIST: Page 1/1	
Rev.	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer	IZRADIO: Drew Ivan Bogdan	PREGLEDAO: Reviewed Mario Božić, struč.spec.ing.el.	FORESIGHT d.o.o., Ivanić-Grad teklujevi je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovaj dokument koristiti samo za navedenu građevinu u skladu sa ugovorom.					



Broj strujnog kruga		String 1. G1	+MPPT1
Naziv kabela		WG1-S1	WG1-MPPT1
Vrsta i presjek vodova (mm2)		PV H1Z2Z2-K 2x1x4mm <sup>2</sup>	PV H1Z2Z2-K 2x1x4mm <sup>2</sup>



foresight

Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr

PROJEKTANT:  
Designer/Engineer



MARIO BOŽIĆ  
struč.spec.ing.el.

E 3095

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

ZOP:

Common mark

EE-466-22

OZNAKA MAPE:

Folder

E-517-22-1

STRUKA I RAZINA:

Design type and level

Elektrotehnika

Izvedbeni projekt

DATUM I MJESTO:

Date and place

12/22

Ivanić-Grad

INVESTITOR:

Client

Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122

GRAĐEVINA:

Building

SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD

DIO GRAD.:

Building part

-

SADRŽAJ:

Content

Jednopolna shema sunčane elektrane +RDC

FORMAT:

Paper size

A4

MJERILO:

Scale

-

BR. NACRTA:

Drawing no.

E-517-22-I-005

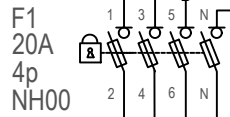
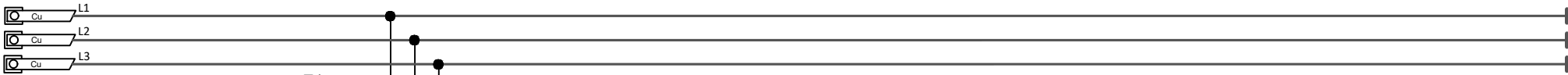
LIST:

Page

1/1

FORESIGHT d.o.o., Ivanić-Grad uključuje je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovog dokumenti koristiti samo za navedenu gradnju u skladu sa ugovorom.

3x230/400V,50Hz



+RO\_KUGLANA

Postojeća instalacija nije predmet ovoga projekta



FG16OR16 5x4mm2  
-WG0



+RFN\_AC



Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr

PROJEKTANT:  
Designer/Engineer



MARIO BOŽIĆ  
struc.spec.ing.el.



OVLASŦENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

ZOP:  
Common mark

EE-466-22

OZNAKA MAPE:  
Folder

E-517-22-1

STRUKA I RAZINA:  
Design type and level

Elektrotehnika  
Izvedbeni projekt

DATUM I MJESTO:  
Date and place

12/22  
Ivanić-Grad

INVESTITOR:

Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB:

Client  
52339045122

GRAĐEVINA:

SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD

DIO GRAD.:

Building part  
-

SADRŽAJ:

Tropolna shema sunčane elektrane

Content

+RO\_KUGLANA

BR. NACRTA:

E-517-22-I-006

Drawing no.

FORMAT:

Paper size  
A4

MJERILO:

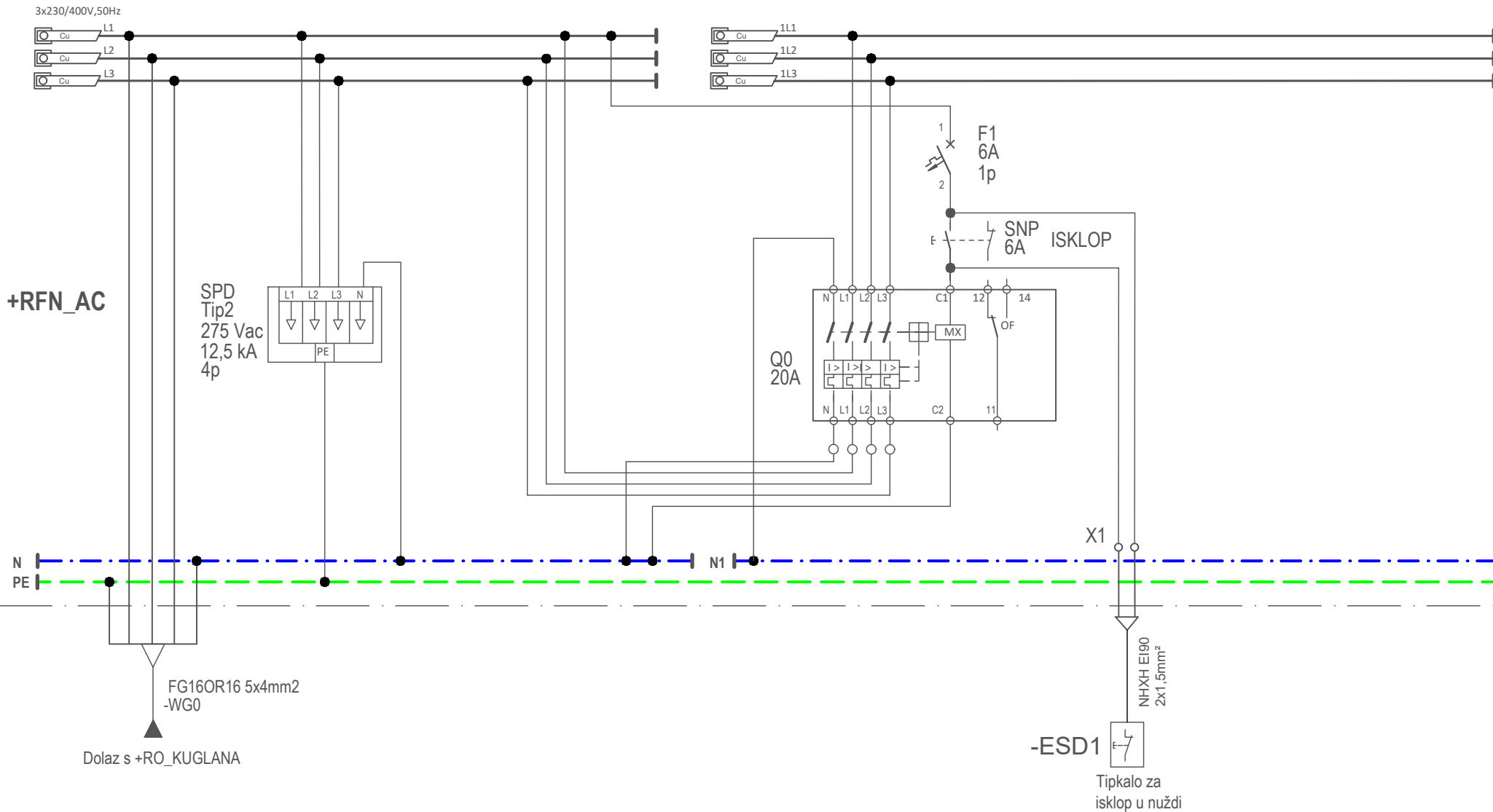
Scale  
-

LIST:

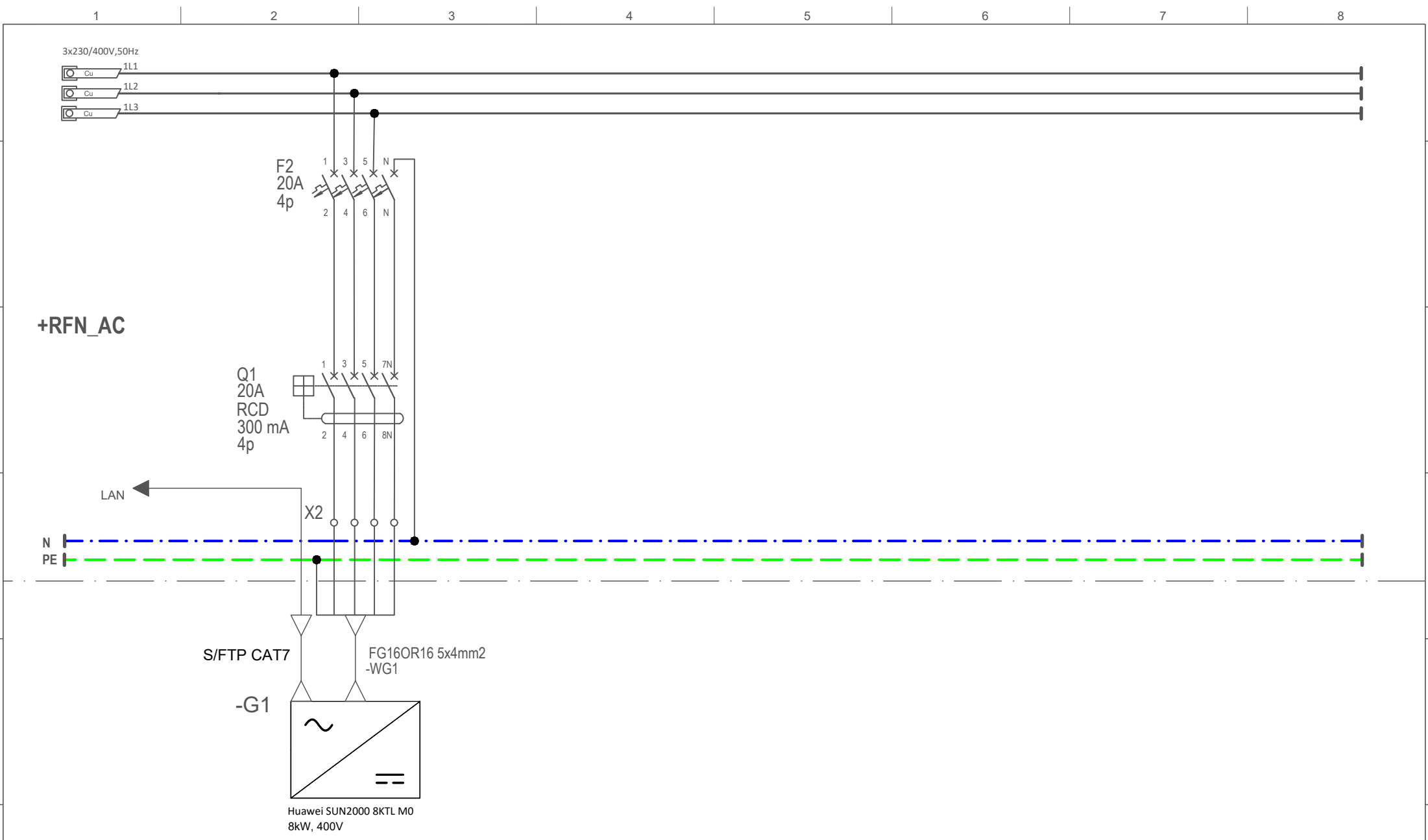
Page  
1/1

Rev	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer

IZRADIO: Draw	PREGLEDAIO: Reviewed
Ivan Bogdan	Mario Božić, stručnjak inženjer

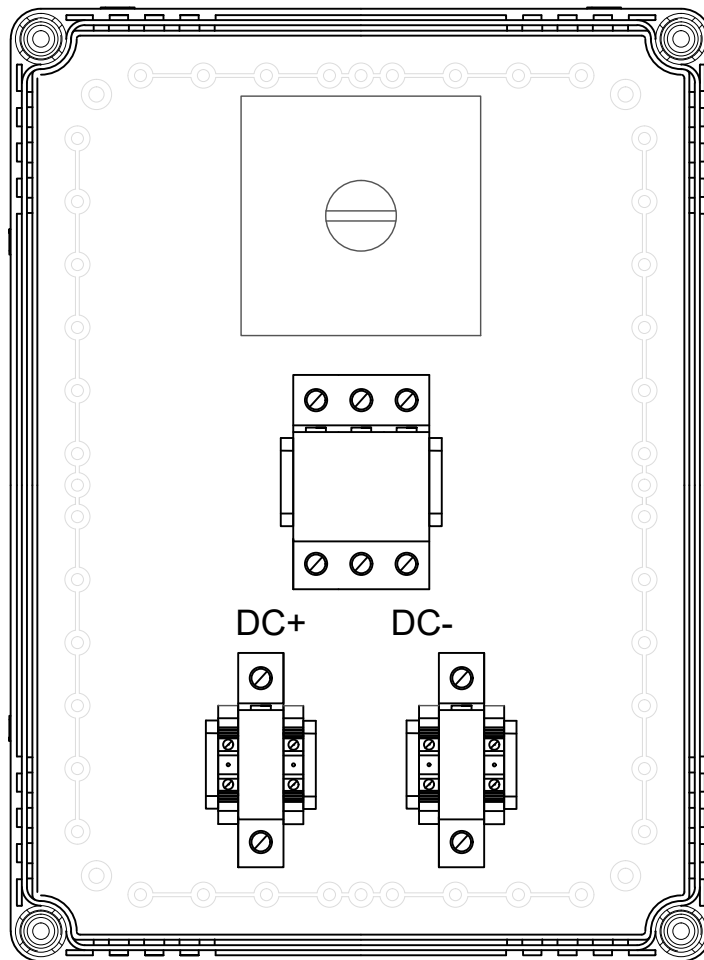




Rev		Datum: <i>Date</i>	OPIS: <i>Description</i>	PROJEKTANT: <i>Designer</i>	foresight Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		PROJEKTANT: <i>Designer/Engineer</i> MARIO BOŽIĆ struč.spec.ing.el. E 3095 OVLASŦENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	ZOP: <i>Common mark</i> EE-466-22 OZNAKA MAPE: <i>Folder</i> E-517-22-I STRUKA I RAZINA: <i>Design type and level</i> Elektrotehnika Izvedbeni projekt DATUM I MJESTO: <i>Date and place</i> 12/22 Ivanić-Grad	INVESTITOR: <i>Client</i> Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122 GRAĐEVINA: <i>Building</i> SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD DIO GRAD.: <i>Building part</i> -	SADRŽAJ: <i>Content</i> Topolna shema sunčane elektrane +RFN_AC BR. NACRTA: <i>Drawing no.</i> E-517-22-I-007	FORMAT: <i>Paper size</i> A4 MJERILO: <i>Scale</i> - LIST: <i>Page</i> 1/2
-----	--	--------------------	--------------------------	-----------------------------	---	--	--	---	--	--	--



foresight Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		PROJEKTANT: Designer/Engineer MARIO BOŽIĆ struč.spec.ing.el. E 3095 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE		ZOP: Common mark EE-466-22 OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-1 STRUKA I RAZINA: Design type and level Elektrotehnika Izvedbeni projekt DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad		INVESTITOR: Client Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122 GRAĐEVINA: Building SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD DIO GRAD.: Building part -		SADRŽAJ: Content Tropolna shema sunčane elektrane +RFN_AC BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-I-007		FORMAT: Paper size A4 MJERILO: Scale - LIST: Page 2/2	
Rev	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer	IZRADIO: Draw	PREGLEDAIO: Reviewed	Mario Božić, struč.spec.ing.el. 					

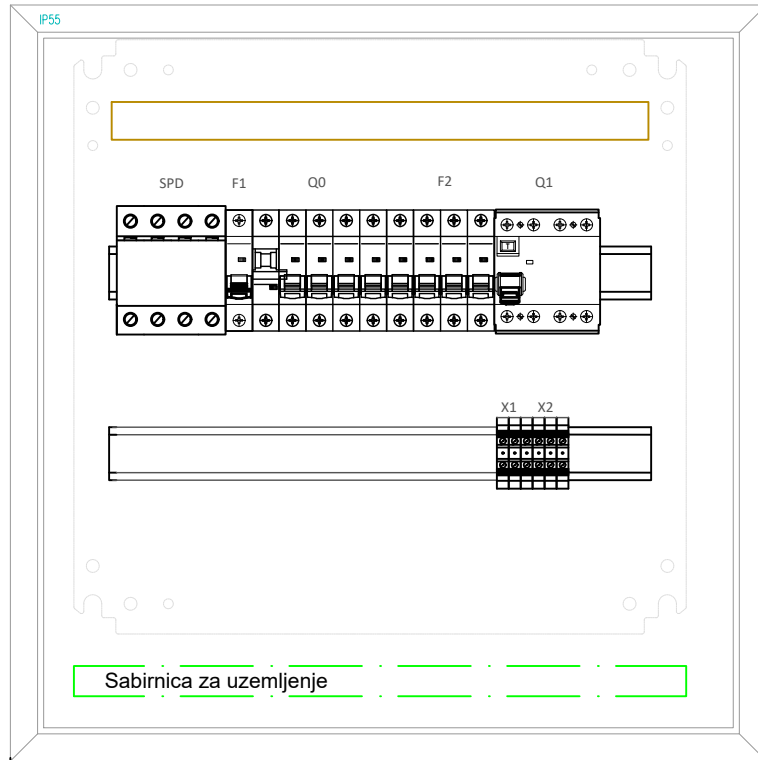
# +RDC






Rev.	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer
FORESIGHT d.o.o., isključivi je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovaj dokument koristiti samo za navedenu građevinu u skladu sa ugovorom.			
 Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr	ZOP: Common mark EE-466-22	INVESTITOR: Client Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122	
IZRADIO: Drew Ivan Bogdan Ivan Bogdan	OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-I	GRADEVINA: Building SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD	
KONTROLIRAO: Reviewed Mario Božić, struč.spec.el. Mario Božić	STRUKA: Design type Elektrotehnika	DIO GRAD.: Building part Sunčana elektrana	
PROJEKTANT: Designer/Eng. Mario Božić, struč.spec.el. Mario Božić	RAZINA: Level Izvedbeni projekt	SADRŽAJ: Content Dispozicija opreme unutar ormara +RDC	
PEČAT: Stamp  MARIO BOŽIĆ struč.spec.ing.el. E 3095 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad	BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-I-008	LIST: Page 1/1
	FORMAT: Paper size A4		
	MJERILO: Scale 1:5		



# +RFN\_AC



Rev.	Datum: Date	OPIS: Description	PROJEKTANT: Designer
FORESIGHT d.o.o., isključivi je vlasnik ovog dokumenta. Investitor ima pravo ovaj dokument koristiti samo za navedenu građevinu u skladu sa ugovorom.			
 Franje Jurinca 28, Ivanić-Grad, www.foresight-edc.hr		ZOP: Common mark EE-466-22 OZNAKA MAPE: Folder E-517-22-I	INVESTITOR: Client Grad Ivanić-Grad Park Hrvatskih branitelja 1, 10310 Ivanić-Grad OIB: 52339045122
IZRADIO: Drew Ivan Bogdan Ivan Bogdan	STRUKA: Design type Elektrotehnika	GRADEVINA: Building SUNČANA ELEKTRANA U SKLOPU KUGLANE – IVANIĆ-GRAD	
KONTROLIRAO: Reviewed Mario Božić, struč.spec.ing.el. 	RAZINA: Level Izvedbeni projekt	DIO GRAD.: Building part Sunčana elektrana	
PEČAT: Stamp  <b>MARIO BOŽIĆ</b> struč.spec.ing.el. E 3095 OVLASŢENI INŽINJER ELEKTROTEHNIKE	DATUM I MJESTO: Date and place 12/22 Ivanić-Grad	SADRŽAJ: Content Dispozicija opreme unutar ormara +RFN_AC	
	FORMAT: Paper size A4	BR. NACRTA: Drawing no. E-517-22-I-009	LIST: Page 1/1
	MJERILO: Scale 1:5		

Tablica br.1: Prikaz proračuna trajne struje opterećenja, pada napona i odabir kabela.

Br.	Izvor	Trošilo		Oznaka kabela	U(V)	Pv(kW)	Ib(A)	cos φ	Detalji kabela				uToT(%)
		Oznaka	Opis						Tip	n	s(mm <sup>2</sup> )	l(m)	
1	+GRO	+RFN_AC	Razvodni ormar fotonaponske elektrane	-W0	400	7,2	10,94	0,95	NYJ-J	5	16	45	1,7388653
2	+RFN_AC	G1	Huawei Sun2000 8KTL	-WG1	400	8	12,15	0,95	NYJ-J	5	16	15	1,8273339

Tablica br.2: Prikaz proračuna termičkog opterećenja kabela i zaštite od indirektnog dodira

Br.	Izvor	Trošilo		Oznaka kabela	r(Ω/km)	x(Ω/km)	td(s)	In(A)	Zs<U/It	Zs(Ω)	Iksmin(A)	Iksmax(A)	It(A)
		Oznaka	Opis										
1	+GRO	+RFN_AC	Razvodni ormar fotonaponske elektrane	-W0	1,15	0,09	0,40	16	DA	0,104	608,986	4893,91	160
2	+RFN_AC	G1	Huawei Sun2000 8KTL	-WG1	1,15	0,09	0,40	16	DA	0,138	527,398	3670,43	160