

HEL B d.o.o.  
Industrijska ulica 1,  
Božjakovina  
10370 Dugo Selo  
OIB 38935991904

Ovjera nadležnog tijela

Vrsta projekta:  
MAPA 1

**GLAVNI ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMIJEH**

ZOP: -

Interni broj projekta: 0005-15/22 -2315-TD-22  
Božjakovina, rujan, 2022.

Građevina:  
**SUNČANA ELEKTRANA DV OSMIJEH**  
Zadarska županija  
Starigrad, Općina Starigrad

Investitor:  
**Općina Starigrad**  
**Trg Tome Marasovića 1**  
**23244 STARIGRAD-PAKLENICA**  
**OIB: 52749374195**

Lokacija:  
k.č.br. 4293/4 , k.o. Starigrad

Glavni projektant:  
Slavica Bardić, mag.ing.el.  
ovlaštenu inženjer elektrotehnike



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.  
E 2279  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

Projektant:  
Slavica Bardić, mag.ing.el.  
ovlaštenu inženjer elektrotehnike



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.  
E 2279  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE



# 1. OPĆI DIO

**Sadržaj**

<b>1. OPĆI DIO</b> .....	<b>1</b>
1.1. POPIS SURADNIKA.....	4
1.2. POPIS MAPA.....	5
1.3. IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA.....	6
1.4. RJEŠENJE O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA ELEKTROTEHNIKE HKIE.....	11
1.5. IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKATA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I PROPISA.....	12
1.6. IZJAVA PROJEKTANTA – JEDNOSTAVNA GRAĐEVINA.....	14
1.7. IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA.....	15
1.8. UPORABNA DOZVOLA.....	16
1.9. PROJEKTNII ZADATAK.....	18
<b>2. TEHNIČKI OPIS</b> .....	<b>19</b>
2.1. OPIS GRAĐEVINE.....	20
2.2. OPIS TEHNOLOGIJE.....	20
2.3. ANALIZA LOKACIJE.....	21
2.4. SUNČANA ELEKTRANA U UMREŽENOM POGONU.....	21
2.5. IZBOR I DIMENZIONIRANJE OSNOVNIH KOMPONENATA SUNČANE ELEKTRANE.....	23
2.5.1. Fotonaponski moduli.....	23
2.5.2. Izmjenjivač.....	23
2.5.3. DC kabeli.....	24
2.5.4. AC kabeli.....	24
2.5.5. Potkonstrukcija za montažu fotonaponskih modula.....	24
2.5.6. Dispozicija modula.....	26
2.5.7. Masa konstrukcije i modula.....	26
2.5.8. Priključni ormar.....	26
2.5.9. Priključak na elektroenergetsku mrežu.....	26
2.5.10. Zaštita od električnog udara.....	27
2.5.11. Isključenje u nuždi.....	27
2.5.12. Uzemljenje i izjednačenje potencijala.....	27
2.5.13. Izvođenje instalacija.....	28
2.5.14. Značajke instalacije prema vanjskim utjecajima.....	28
2.5.15. Tehnička svojstva i uporabni vijek električne instalacije.....	29
2.5.16. Ispitivanje i puštanje u rad.....	29
2.5.17. Održavanje sunčane elektrane.....	30
<b>3. TEHNIČKI PRORAČUNI</b> .....	<b>31</b>
3.1. PROCJENA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	32
3.2. DOKAZ O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	33
3.3. PRORAČUN NAPONSKIH PRILIKA NA DC RAZVODU.....	34
3.3.1. Proračun DC kabela na ulaznoj strani izmjenjivača.....	35
3.4. PRORAČUN NAPONSKIH PRILIKA NA AC RAZVODU.....	36
3.4.1. Odabir AC kabela na izlaznoj strani izmjenjivača.....	36
3.4.2. Kontrola pada napona izmjenjivača u odnosu na napon mreže.....	36
3.4.3. Proračun gubitaka na AC strani elektrane.....	37
3.5. UKUPNI GUBICI ELEKTRANE.....	37
3.5.1. Ukupna učinkovitost sunčane elektrane.....	38
3.6. PROVJERA ZAŠTITE KABELA OD PREOPTEREĆENJA I KRATKOG SPOJA NA DC STRANI.....	39
3.7. PROVJERA ZAŠTITE KABELA I VODOVA OD PREOPTEREĆENJA NA AC STRANI.....	40
3.8. PROVJERA ZAŠTITE OD KRATKOG SPOJA NA AC STRANI.....	42
<b>4. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA</b> .....	<b>44</b>
4.1. MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST.....	45
4.2. SIGURNOST U SLUČAJU POŽARA.....	45
4.3. HIGIJENA, ZDRAVLJE I OKOLIŠ.....	46

4.4.	SIGURNOST I PRISTUPAČNOST TIJEKOM UPORABE .....	46
4.5.	ZAŠTITA OD BUKE.....	47
4.6.	GOSPODARENJE ENERGIJOM I OČUVANJE TOPLINE .....	47
4.7.	ODRŽIVA UPORABA PRIRODNIH IZVORA .....	47
4.8.	PRIMIENJENI PROPISI I PRAVILA U IZRADI PROJEKTNE DOKUMENTACIJE.....	47
5.	PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	50
5.1.	STRUČNI NADZOR.....	51
5.2.	POUZDANOST .....	51
5.3.	MEHANIČKA OTPORNOST .....	52
5.4.	SIGURNOST OD IZAZIVANJA POŽARA .....	52
5.5.	ZAHTJEVI I ODGOVORNOSTI.....	52
5.6.	DOKUMENTACIJA O KVALITETI IZVEDENIH RADOVA.....	53
6.	POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM .....	55
7.	PROJEKTANTSKA PROCJENA TROŠKOVA .....	58
8.	PRILOZI.....	60
8.1.	FOTONAPONSKI MODUL SOLVIS SV72-330.....	61
8.2.	IZMJENJIVAČ SUN2000-6KTL-L1.....	62
8.3.	SOLARNI KABEL PV1-F.....	65
8.4.	ENERGETSKI I SIGNALNI 0,6/1 KV KABEL NYY.....	67
9.	GRAFIČKI DIO.....	70

**1.1. Popis suradnika**

Ime i prezime	Potpis	Pečat
Slavica Bardić, mag.ing.el.		 SLAVICA BARDIĆ mag.ing.el. E 2279 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

## 1.2. Popis mapa

MAPA	1	GLAVNI ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMJEH HEL B d.o.o., Industrijska ulica 1, Božjakovina, HR-10370 Dugo Selo Projektant: Slavica Bardić, mag.ing.el. Broj projekta: 0005-15/22 -2315-TD-22

### 1.3. Izvadak iz sudskog registra

REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Cović Krešimir  
Dugo Selo, M.Jurić Zagorke 1

#### IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

##### SUBJEKT UPISA

**MBS:**

080020179

**OIB:**

38935991904

**EUID:**

HRSR.080020179

**TVRKA:**

- 1 HELB društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju, montažu i servisiranje elektrouređaja
- 1 HELB d.o.o.

**SJEDIŠTE/ADRESA:**

- 11 Božjakovina (Općina Brckovljani)  
Industrijska ulica 1

**ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:**

- 13 helb@helb.hr

**PRAVNI OBLIK:**

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

**PREDMET POSLOVANJA:**

- 1 \* - Projektiranje, građenje, izvođenje radova, nadzor
- 1 \* - Instalacijski i obrtnički radovi u građevinarstvu
- 1 \* - Izvođenje investicijskih radova u inozemstvu i ustupanje investicijskih radova stranoj osobi u RH
- 1 \* - Proizvodnja, ugradnja i popravak električnih rasklopnih i razdjelnih uređaja i ploča
- 1 \* - Proizvodnja, ugradnja i popravak sigurnosnih i signalnih uređaja koji se koriste u procesima gdje postoji opasnost od eksplozije ili požara.
- 1 \* - Ispitivanje kvalitete električnih i gromobranskih postrojenja i instalacije
- 2 \* - pripremanje hrane i pružanje usluga prehrane, pripremanje i usluživanje pića i napitaka i pružanje usluga smještaja
- 7 \* - Proizvodnja opreme za distribuciju i kontrole električne energije
- 7 \* - Proizvodnja ostale električne opreme, d.n.
- 7 \* - Proizvodnja opreme za kontrolu industrijskih procesa
- 7 \* - Elektroinstalacijski radovi
- 7 \* - Popravak električnih aparata za kućanstvo uključujući radiopremu, televizijsku opremu i ostalu audioopremu i videoopremu
- 7 \* - Istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
- 7 \* - Tehničko ispitivanje i analiza

REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Copić Krešimir  
Dugo Selo, M.Jurić Zagorke 1

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

## SUBJEKT UPISA

## PREDMET POSLOVANJA:

- 7 \* - kupnja i prodaja roba
- 7 \* - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 7 \* - zastupanje inozemnih tvrtki
- 7 \* - javni cestovni prijevoz putnika i tereta u unutarnjem i međunarodnom prometu
- 7 \* - proizvodnja, montaža i puštanje u pogon postrojenja za obnovljive izvore energije
- 8 \* - proizvodnja, instaliranje, popravak i održavanje standardne i protueksplozijski zaštićene opreme i uređaja
- 8 \* - proizvodnja, instaliranje, popravak i održavanje opreme instalacija centralnog grijanja, ventilacije i klimatizacije
- 9 \* - popravak i instaliranje industrijskih strojeva i opreme
- 9 \* - popravak električne opreme
- 9 \* - proizvodnja električne energije
- 9 \* - distribucija električne energije
- 9 \* - trgovina električnom energijom
- 9 \* - opskrba električnom energijom
- 9 \* - proizvodnja toplinske energije
- 9 \* - distribucija toplinske energije
- 9 \* - opskrba toplinskom energijom
- 9 \* - trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu energije
- 9 \* - ispitivanje i razvoj djelatnosti proizvodnje električne energije
- 9 \* - istraživanje i razvoj djelatnosti distribucije električne energije
- 9 \* - istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodnim, tehničkim i tehnološkim znanostima
- 9 \* - proizvodnja i montaža metalnih konstrukcija i njihovih dijelova
- 9 \* - elektromontažni radovi i ispitivanja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (Ex)
- 9 \* - održavanje elektroenergetskih objekata i postrojenja
- 9 \* - vođenje i održavanje pogona obnovljivih izvora energije
- 9 \* - energetske preglede i energetske certificiranje stambenih i nestambenih zgrada s jednostavnim ili složenim tehničkim sustavom
- 10 \* - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje

## OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 7 Vladimir Horvat, OIB: 95723466771  
Kusanovec, Kusanovečka 43
- 7 - jedini osnivač d.o.o.



REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Copić Krešimir  
Dugo Selo, M.Jurić Zagrebke 1

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

## SUBJEKT UPISA

## OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 15 STJEPAN HORVAT, OIB: 84545939663  
Kusanovec, Kusanovečka ulica 2  
14 - direktor  
14 - zastupa samostalno i pojedinačno, od 14.01.2021. godine

## TEMELJNI KAPITAL:

6 504.600,00 kuna

## PRAVNI ODNOSI:

## Osnivački akt:

- 1 Ugovor o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 28. 05. 1990. godine usklađen sa Zakonom o trgovačkim društvima 19. listopada 1995. godine i sastavljen u novom obliku kao Društveni ugovor
- 2 Odlukom osnivača od 23.12.1996.g. izmijenjen je Društveni ugovor u članku 4. odredbe o sjedištu te u članku 5. odredbe o djelatnosti i u članku 7. i 8. odredbe o temeljnom kapitalu i temeljnim ulozima.
- 3 Odlukom članova društva od 11. listopada 1999.god. izmijenjen je čl. 4. st.3. o sjedištu društva i čl. 11. o članovima uprave - Društvenog ugovora o usklađenju sa ZTD.
- 5 Društveni ugovor o usklađenju sa ZTD od 19.10.1995. godine - potpuni tekst ugovora sačinjen 12.09.1999. godine izmijenjen je Odlukom članova društva i Društvenim ugovorom od 31.03.2006. godine stavljen je van snage i u cijelosti zamijenjen novim Društvenim ugovorom od istog dana.
- 7 Društveni ugovor od 31.03.2006. godine odlukom jedinog člana društva od 18.04.2006. godine stavljen van snage i u cijelosti zamjenjen Izjavom o osnivanju od istog dana.
- 8 Odlukom člana društva od 25.02.2010. godine Izjava o osnivanju od 18.04.2006. godine izmijenjena u cijelosti i sastavljena u novom obliku kao Izjava.
- 9 Odlukom člana društva od 03.01.2012. godine Izjava od 25.02.2010. godine izmijenjena u cijelosti i sastavljena u novom obliku kao Izjava.  
Potpuni tekst Izjave dostavljen u zbirku isprava.
- 10 Odlukom člana društva od 19.03.2015. godine Izjava od 03.01.2012. godine izmjenjena u cijelosti i sastavljena u novom obliku kao Izjava. Potpuni tekst Izjave dostavljen u zbirku isprava.
- 11 Odlukom člana društva od 17.02.2016.godine, Izjava od 19.03.2015.godine, izmjenjena u cijelosti te u potpunom tekstu dostavljena u zbirku isprava.

## Promjene temeljnog kapitala:

- 2 Odlukom članova društva o povećanju temeljnog kapitala od 23.12.1996.g. povećan je temeljni kapital sa 25.100,00 kn za 479.535.15 kn na 504.600,00 kn u stvarima.


 REPUBLIKA HRVATSKA  
 JAVNI BILJEŽNIK  
 Copić Krešimir  
 Dugo Selo, M.Jurić Zagorke 1

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

**SUBJEKT UPISA**
**PRAVNI ODNOSI:**

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi

- 12 Ovom društvu pripojeno je društvo VP KORLAT društvo s ograničenom odgovornošću za obnovljive energije, sa sjedištem u Božjakovini, Industrijska ulica 1. upisano u sudskom registru Trgovačkog suda u Zagrebu na MBS 080797796, OIB 2788390727, temeljem Ugovora o pripajanju od 14.07.2020. godine, Odluke o pripajanju društva preuzimatelja od 14.07.2020. godine i Odluke o pripajanju društva koje se pripaja od 14.07.2020. godine. Odluke o pripajanju nisu pobijane.

**FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:**

Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	28.04.22	2021 01.01.21 - 31.12.21	GFI-POD izvještaj

**EVIDENCIJSKE DJELATNOSTI:**

16 \* - operator zatvorenog distribucijskog sustava

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/4161-2	07.12.1995	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-96/3768-2	19.03.1997	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-99/5363-4	06.04.2001	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-03/4576-8	11.11.2003	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-06/3890-2	27.04.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-96/3768-6	05.05.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-06/4649-4	22.05.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0008 Tt-10/2641-2	11.03.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0009 Tt-12/1236-2	30.01.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0010 Tt-15/6976-2	28.04.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0011 Tt-16/5986-2	03.03.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0012 Tt-20/16651-5	18.08.2020	Trgovački sud u Zagrebu
0013 Tt-20/42876-2	30.10.2020	Trgovački sud u Zagrebu
0014 Tt-21/1366-2	26.01.2021	Trgovački sud u Zagrebu
0015 Tt-21/56375-1	15.12.2021	Trgovački sud u Zagrebu
0016 Tt-21/57416-2	27.12.2021	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	23.07.2009	elektronički upis
eu /	29.06.2010	elektronički upis
eu /	10.06.2011	elektronički upis
eu /	29.06.2012	elektronički upis
eu /	28.06.2013	elektronički upis
eu /	30.06.2014	elektronički upis
eu /	30.06.2015	elektronički upis
eu /	28.06.2016	elektronički upis



REPUBLIKA HRVATSKA  
 JAVNI BILJEŽNIK  
 Copić Krešimir  
 Dugo Selo, M.Jurić Zagorke 1

IZVODAK II KNJIGE REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
eu /	21.06.2017	elektronički upis
eu /	21.04.2018	elektronički upis
eu /	21.04.2019	elektronički upis
eu /	21.06.2020	elektronički upis
eu /	21.08.2021	elektronički upis
eu /	21.04.2022	elektronički upis

Pristojba:

10,00 Rm

Nagrada:

25,00 Rm



3 JAVNI BILJEŽNIK  
 Copić Krešimir  
 Dugo Selo, M. Jurić Zagorke 1

#### 1.4. Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike HKIE



REPUBLIKA HRVATSKA  
HRVATSKA KOMORA  
INŽENJERA ELEKTROTEHNIKE

Klasa: 500-08/16-01/2279  
Urbroj: 504-04-16-2  
Zagreb, 25. srpnja 2016.

Hrvatska komora inženjera elektrotehnike na temelju članka 159. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 47/09), po zahtjevu koji je podnijela Slavica Bardić, mag.ing.el., OBOROVO, Oborovska ulica 8, izdaje

#### POTVRDU

1. Uvidom u službenu evidenciju koju vodi Hrvatska komora inženjera elektrotehnike razvidno je da je **Slavica Bardić**, mag.ing.el., OBOROVO, upisana u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, s danom upisa **18.02.2010.** godine, pod rednim brojem **2279**, te je stekla pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer elektrotehnike**", zaposlena u: **HEL B d.o.o., DUGO SELO.**
2. Ova potvrda se može koristiti samo u svrhu dokazivanja da je imenovana član Hrvatske komore inženjera elektrotehnike.
3. Naknada za administrativne troškove u iznosu od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna) po Tar.br. 02. Odluke o naknadi za poslove kojima Komora ostvaruje vlastite prihode, uplaćena je u korist računa Hrvatske komore inženjera elektrotehnike broj: HR7823600001102094148.



Predsjednik Komore:

  
Lejko Matić, dipl.ing.el.

## 1.5. Izjava projektanta o usklađenosti projekata s odredbama posebnih zakona i propisa

Na temelju Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Zakona o poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (NN br. 78/15, 118/18, 110/19) i Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN br. 118/19 i 65/20) projektant donosi izjavu:

### Izjava o usklađenosti sa zakonima i propisima

GLAVNI PROJEKT – ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

GRAĐEVINA: SUNČANA ELEKTRANA DV OSMJEH  
Jurja Barakovića 2A, 23244 Starigrad - Paklenica  
k.č.br. 4293/4, k.o. Starigrad

INVESTITOR: Općina Starigrad  
Trg Tome Marasovića 1, 23244 STARIGRAD – PAKLENICA  
OIB: 52749374195

Izjavljujem da je navedeni projekt je usklađen s odredbama:

- Zakon o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19),
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18),
- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10),
- Zakon o zaštiti prirode (NN br. 80/13, 15/18, 14/19 i 127/19),
- Zakon o zaštiti okoliša (NN br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18 i 118/18),
- Zakon o energiji (NN br. 120/12, 14/14, 95/15 i 102/15),
- Zakon o tržištu električne energije (NN br. 111/21),
- Zakon o obveznim odnosima (NN br. 35/05, 41/08, 125/11, 78/15 i 29/18),
- Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21),
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN br. 78/15, 114/18 i 110/19),
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN br. 78/15, 118/18 i 110/19)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN br. 76/22),
- Zakon o normizaciji (NN br. 80/13),
- Zakon o mjeriteljstvu (NN br. 74/14 i 111/18),
- Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (NN br. 91/10 i 114/18),
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN br. 80/13, 14/14 i 32/19),
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN br. 30/09, 139/10, 14/14 i 32/19),
- Zakon o građevnim proizvodima (NN br. 76/13, 30/14, 130/17, 39/19 i 118/20),
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 94/13, 73/17, 14/19 i 98/19),
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN br. 138/21),
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN br. 118/19 i 65/20),
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20 i 74/22),
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN br. 88/12),
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10),
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN br. 29/13 i 87/15),
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN br. 146/05),
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN br. 141/11),
- 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 br. 75/13),
- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN br. 43/16),
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN br. 28/16 i 88/19),

- Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za mjerne transformatore u mjernim grupama za mjerenje električne energije (NN br. 11/06),
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN br. 88/15),
- Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN br. 146/14 i 31/19),
- Pravilnik o mjerama zaštite od buke izvora na otvorenom prostoru (NN br. 156/08),
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN br. 103/08, 147/09, 87/10 i 129/11),
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN br. 35/18 i 104/19),
- Pravilnik o održavanju građevine (NN br. 122/14 i 98/19),
- Pravila organiziranja tržišta električne energije (NN br. 107/19 i 36/20),
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN br. 48/18),
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 105/20),
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/08),
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN br. 143/21),
- Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (NN br. 28/00),
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV (NN br. 105/10),
- Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN br. 46/18 i 98/19),
- Pravilnik o sadržaju pisane Izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine (NN br. 43/14),
- Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja odnosno lokacijske dozvole (NN br. 115/11),
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od požara (NN br. 56/12 i 61/12),
- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu (NN br. 88/11),
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN br. 81/20),
- Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN br. 114/15),
- Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom (NN br. 42/14, 48/14, 107/14, 139/14, 11/19 i 07/20),
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN br. 87/08 i 33/10),
- Popis hrvatskih norma u području niskonaponske opreme (NN br. 17/13),
- Popis hrvatskih norma iz područja elektromagnetske kompatibilnosti (NN br. 96/20)
- Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN br. 104/20 i 80/21),
- Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN br. 74/18 i 52/20),
- Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija (NN br. 116/18 i 60/20),
- Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu (NN br. 7/18),
- Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS 4/18)

Zagreb, rujan, 2022.

**Projektant:**



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 1.6. Izjava projektanta – jednostavna građevina

Na temelju Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20 i 74/22) i Zakona o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19), kao projektant glavnog projekta, a u svrhu izdavanja dokumenta za priključenje elektrane na elektroenergetsku mrežu, dajem:

### IZJAVU o jednostavnoj građevini br. 0005-15/22-1-IZ-22

Izjavljujem da je sunčana elektrana:

GRAĐEVINA: SUNČANA ELEKTRANA DV OSMIJEH  
Jurja Barakovića 2A  
23244 Starigrad - Paklenica  
k.č.br. 4293/4, k.o. Starigrad

INVESTITOR: Općina Starigrad  
Trg Tome Marasovića 1  
23244 STARIGRAD – PAKLENICA  
OIB: 52749374195

koja se gradi u svrhu proizvodnje električne energije na postojećoj zgradi **jednostavna (integrirana) građevina**, čijoj se gradnji može pristupiti bez Akta kojim se odobrava građenje, a na temelju glavnog projekta, jer se radi o jednostavnoj građevini prema članku 5. Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20 i 74/22).

Navedeno dokazujemo uporabnom dozvolom objekta na kojem se planira izgradnja sunčane elektrane:

klasa: UP/I-361-05/10-01/19  
ur. broj: 2198/1-11/4-10-6  
od: 01.10.2010.

U Zagrebu, rujan 2022.

Projektant:



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 1.7. Izvod iz katastarskog plana



REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA  
PODRUČNI URED ZA KATASTAR ZADAR

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. STARIGRAD, 335053  
k.č. br.: 4293/4

### IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1 : 500

Izvorno mjerilo plana 1:1000



Datum ispisa: 13.08.2022



## 1.8. Uporabna dozvola



UPRAVNI ODJEL ZA PROVEDBU  
 DOKUMENATA PROSTORNOG  
 UREĐENJA I GRADNJE  
 Klasa: UP/1-361-05/10-01/19  
 Ur. broj: 2198/1-11/4-10-6  
 Zadar, 29. rujna 2010. god.

ZADARSKA ŽUPANIJA  
**OPĆINA STARIGRAD**  
**STARIGRAD PAKLENICA**

Primljeno.	28.10.10	Org. jed.	
Klasifikacijske oznaka	361-05/10-01/19	Prilog	Vrijed.
Urudžbeni broj	2198/1-11/4-10-6		

Upravni odjel za provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnje Zadarske županije, nadležan prema članku 257. st.1 Zakona o prostornom uređenju i gradnji («N.N.» br. 76/07 i 38/09) po zahtjevu Općine Starigrad, zastupane po Općinskom načelniku Krsti Ramić, izdaje

### UPORABNU DOZVOLU

Odobrava se investitoru Općini Starigrad uporaba zgrade dječjeg vrtića u Starigradu koja se sastoji od podruma, prizemlja i kata (Po + Pr +1K), izgrađena na kat. čest. br. 4292/2 k. o. Starigrad u Starigradu.

#### Obrazloženje

Investitor Općina Starigrad zastupana po Općinskom načelniku Krsti Ramić zahtjevom od 28.lipnja 2010. godine, zatražila je izvršenje tehničkog pregleda izvedenih radova. Građevina je izgrađena prema Građevinskoj dozvoli Klasa: UP1-361-03/07-01/267 Urbroj: 2198-05-01-07-7 od 27.srpnja 2007.godine izdanom od Ureda državne uprave u Zadarskoj županiji i Potvrde izmjene i dopune glavnog projekta Klasa:361-03/08-01/118 Urbroj: 2198/1-11/4-09-6 od 05. listopada 2009.godine izdane od Upravnog odjela za provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnje Zadarske županije. Uz zahtjev priloženo je sljedeće:

- preslik Građevinske dozvole i Potvrde izmjene i dopune glavnog projekta
- završno izvješće nadzornog inženjera o izvedbi građevine
- pisana izjava izvođača radova o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine
- podatke o sudionicima u gradnji

Zaključkom Upravnog odjela za provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnje Zadarske županije : UP1-361-05/10-01/19 Ur.broj: 2198/1-11/4-10-2 od 01.srpnja 2010. godine osnovano je stručno Povjerenstvo za izvršenje tehničkog pregleda izvedenih radova. Stručno Povjerenstvo se sastalo dana 22.srpnja 2010. godine te izvršilo pregled izvedenih radova na predmetnoj građevini i sačinilo zapisnik istog dana, u kojem je utvrđeno da su radovi na predmetnoj građevini u cijelosti izvedeni po potvrdi glavnog projekta sa određenim utvrđenim nedostacima i zakonskim rokom za uklanjanje istih. Utvrđeni nedostaci su otklonjeni.

Predsjednik povjerenstva je svojim mišljenjem od 28.rujna 2010.godine predložio

Upravnom odjelu da izda uporabnu dozvolu budući su otklonjene uvjetne primjedbe.

Usvajajući prijedlog i mišljenje stručnog Povjerenstva, kao i podatak Ministarstva zaštite okoliša prostornog uređenja i graditeljstva Odjela inspekcijskog nadzora Područne jedinice u Zadru da se u vezi navedene građevine ne vodi postupak građevinske inspekcije koji se odnosi na obustavu građenja ili uklanjanje te građevine od 21.srpnja 2010. godine, utvrđeno je da je predmetna građevina izgrađena u skladu s propisima koji su vrijedili u vrijeme kad je izdana građevinska dozvola, te je temeljem članka 262.st.1. Zakona o prostornom uređenju i gradnji („N.N.“ br. 76/07 38/09), riješeno kao u izreci.

#### UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Protiv ovog rješenja može se uložiti žalba Ministarstvu zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH Zagreb, ulica Republike Austrije 20 u roku od 15 dana od dana primitka, a dostavlja se putem ovog Ureda pismeno ili se izjavljuje usmeno na zapisnik.

Žalba se biljeuguje sa 50,00 kuna biljega, a prema tbr. 3. Zakona o upravnim pristojbama (NN br. 8/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 45/99 i 110/04).

Općina Posedarje iz Posedarja kao investitor oslobođena je od plaćanja upravne pristojbe za ovo rješenje po čl. 6. st. 1. t. 2. Zakona o upravnim pristojbama. (NN 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10 i 69/10), a platila je troškove očevida u visini od 300,00 kn prema Odluci županijskog poglavarstva Zadarske županije KLASA: 400-09/08-01/13 URBROJ: 2198/1-03-08-2 od 17.lipnja 2008. godine.



#### DOSTAVITI:

1. Općina Starigrad
2. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva  
Uprava za inspekcijske poslove, Područna jedinica u Zadru  
Ivana Mažuranića 30/I.- na znanje
3. Pismohrana - ovdje
4. Evidencija ovdje - ovdje

## 1.9. Projektni zadatak

### PROJEKTNI ZADATAK

Na krovu postojeće građevine, dječjeg vrtića OSMJEH na k.č.br. 4293/4, k.o. Starigrad, potrebno je projektirati sunčanu elektranu vršne snage  $\sim 6 \text{ kW}_{AC}$  za proizvodnju električne energije za vlastitu potrošnju s mogućnosti predaje viškova u elektroenergetsku mrežu.

Na predmetnu krovnu površinu od  $165 \text{ m}^2$  potrebno je optimalno rasporediti module, odrediti njihov broj, kut nagiba i azimut modula, predložiti način učvršćenja nosive konstrukcije, način električnog spajanja, predložiti karakteristike fotonaponskih modula i izmjenjivača, procijeniti ukupne troškove instalacije te godišnju proizvodnju sunčane elektrane. Sustav je potrebno osmisliti tako da radi automatski u svim vremenskim uvjetima. Svi dijelovi i komponente moraju biti takve kakvoće kako bi se uz minimalne potrebe za održavanjem osigurao siguran pogon i maksimalni radni vijek elektrane.

Projekt mora biti u skladu s važećim tehničkim normativima i standardima.

Za investitora:

Projektant:



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 2. TEHNIČKI OPIS

## 2.1. Opis građevine

U Starigradu, investitor Općina Starigrad planira izgraditi sunčanu elektranu DV OSMJEH za vlastitu potrošnju s mogućnošću predaje viškova u elektroenergetsku mrežu ukupne vršne snage izmjenjivača 6,00 kW. Na krovu postojeće građevine površine oko 160 m<sup>2</sup>, na aluminijsku potkonstrukciju, ugradilo bi se 20 fotonaponskih modula tip SV72-330 proizvođača Solvis. Energiju bi u mrežu predavao trofazni izmjenjivač tipa SUN2000-6KTL-L1 proizvođača HUAWEI Technologies pojedinačne izlazne snage 6 kW. Očekivana godišnja proizvodnja električne energije sunčane elektrane procijenjena je na 7721,80 kWh.

Solarna elektrana DV OSMJEH bit će ukupne vršne snage 6,00 kW. Proizvedena energija predavat će se u mrežu. Na sljedećoj slici dan je zračni snimak postojećeg stanja dječjeg vrtića OSMJEH.



Slika 1. Zračni snimak postojećeg stanja s ucrtanom lokacijom postojećeg objekta

## 2.2. Opis tehnologije

Električna energija proizvodi se u sunčanim ćelijama koje se sastoje od jednog ili dvaju slojeva poluvodičkog materijala. Kada sunčeve zrake obasjaju sunčanu ćeliju, između tih slojeva stvara se elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje. Što je intenzitet sunčevog zračenja veći, to je veći i tok električne energije. Najčešći materijal za proizvodnju sunčanih ćelija jest silicij koji se dobiva iz pijeska i jedan je od najčešćih elemenata u zemljinoj kori. Tipičan fotonaponski modul ima učinkovitost 15% do 20% što znači da može u električnu energiju pretvoriti otprilike šestinu sunčeve energije koja na njega padne. Fotonaponski moduli ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Uzimajući u obzir i energiju utrošenu u proizvodnju fotonaponskih modula, oni proizvode desetaka puta manje ugljičnog dioksida po jedinici proizvedene energije od konvencionalnih tehnologija fosilnih goriva. Fotonaponski modul ima životni vijek preko trideset godina i jedan je od najpouzdanijih poluvodičkih proizvoda. Sunčanim elektranama potrebno je minimalno održavanje. Na kraju životnog vijeka moduli se mogu gotovo u potpunosti reciklirati, a sastavne sirovine mogu se ponovno koristiti. Zbog povoljnog geografskog položaja na području Zadarske županije potencijali za proizvodnju električne energije visoki su. Tipična očekivana proizvodnja po kilovatu instalirane snage za to područje iznosi oko 1165 kWh godišnje na horizontalnu površinu.

### 2.3. Analiza lokacije

Srednja dnevna ozračenost vodoravne plohe i srednja mjesečna temperatura zraka na lokaciji Starigrad Paklenica prikazane su u sljedećoj tablici.

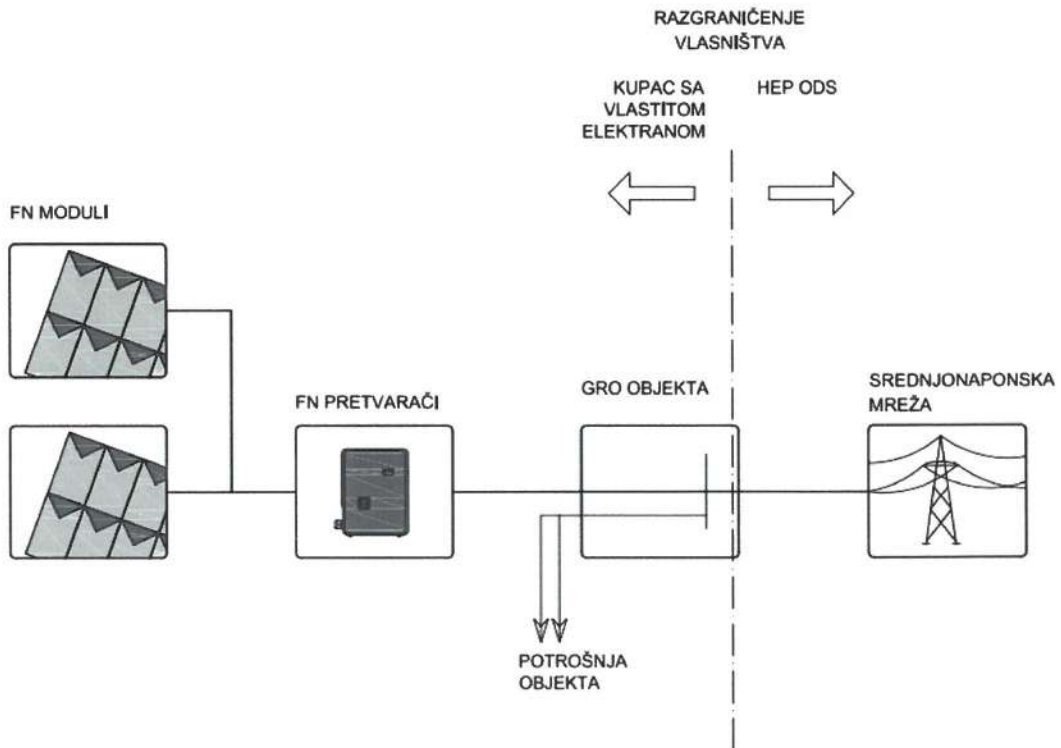
<b>Lokacija:</b>	Starigrad	
Zemljopisna širina [N]:	47°17'42.4"	
Zemljopisna dužina [E]:	15°26'25.0"	
Nadmorska visina [m]:	14	
<b>Mjesec</b>	<b>Srednja mjesečna ozračenost vodoravne plohe [kWh/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Srednja mjesečna temperatura zraka [°C]</b>
Siječanj	61,14	5,4
Veljača	74,77	8,2
Ožujak	131,53	8,8
Travanj	179,25	13,8
Svibanj	184,87	17,8
Lipanj	201,79	21,4
Srpanj	230,36	24,5
Kolovoz	185,68	25,6
Rujan	137,46	20,6
Listopad	85,82	14,5
Studeni	63,00	9,3
Prosinac	38,34	7,9
<b>Godina (prosječno)</b>	<b>131,17</b>	<b>14,8</b>

### 2.4. Sunčana elektrana u umreženom pogonu

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu polja su fotonaponskih modula i fotonaponski izmjenjivači. Principijelna shema sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu prikazana je na slici 2.

Fotonaponsko polje sastoji se od međusobno serijski povezanih fotonaponskih modula. Moduli se sastoje od niza sunčanih ćelija spojenih u vodootpornom kućištu. Uobičajeni broj ćelija u fotonaponskom modulu jest 60 za raspon snage od 270 do 330 W te 72 za raspon snage od 330 do 400 W.

Sunčeva se energija u sunčanim ćelijama direktno pretvara u istosmjernu električnu energiju. Istosmjerni napon potrebno je pretvoriti u izmjenični napon odgovarajućeg napona i frekvencije (230 V, 50 Hz). Pretvorbu istosmjernog napona u izmjenični vrši fotonaponski izmjenjivač. Osnovni dio izmjenjivača jest poluvodički most sastavljen od upravljivih tranzistora koji visokom frekvencijom prekidaju istosmjerni napon i pretvaraju ga u izmjenični. Takav se napon filtrira i predaje elektroenergetskoj mreži. Osim pretvorbe istosmjernog u izmjenični napon, izmjenjivač obavlja ostale zadaće potrebne za regulaciju i siguran rad sustava. Uz samu elektranu ugrađuju se i mjerni i komunikacijski uređaji koji omogućuju daljinsko praćenje proizvodnje.



Slika 2. Principijelna shema sunčane elektrane prikjučene na elektroenergetsku mrežu

## 2.5. Izbor i dimenzioniranje osnovnih komponenata sunčane elektrane

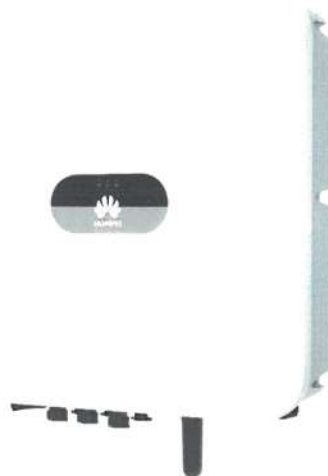
### 2.5.1. Fotonaponski moduli

Za potrebe proračuna u sklopu glavnog projekta odabrani su polikristalni fotonaponski moduli tipa SV72-330, proizvođača Solvis. Radi se o visokoučinkovitom energetsom fotonaponskom modulu sa 72 serijski spojenih monokristalnih silicijskih ćelija dimenzija 156x156 mm. Ćelije su međusobno zalemljene bakrenim pokositrenim vodičima i laminirane između stakla izvrsnih optičkih i mehaničkih svojstava s prednje strane te polimernog zaštitnog sloja sa stražnje strane modula. Aluminijsko kućište modula galvanski je zaštićeno od korozije. Nazivna jedinična snaga modula jest 330 W, dok je nazivna korisnost modula 17,01%. Fotonaponski moduli tijekom vremena gube snagu zbog nepovratnih procesa unutar modula. Međutim, proizvođač jamči da stvarna snaga modula neće tijekom 12 godina pasti ispod 90% nazivne snage. Dimenzije modula su 1956 mm x 992 mm x 40 mm, dok masa modula iznosi 22,5 kg. Za Sunčanu elektranu *DV OSMJEH* predviđeno je ukupno 20 fotonaponskih modula ukupne instalirane snage 6,6 kWp.

### 2.5.2. Izmjenjivač

Kod dimenzioniranja izmjenjivača za zadano fotonaponsko polje odabran je izmjenjivač koji svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima. Sustav je projektiran za maksimalni napon 600 VDC uz temperaturu okoline -15 °C.

S obzirom na navedeno te na snagu polja tehnički proračuni u projektu provedeni su s izmjenjivačem SUN2000-6KTL-L1 proizvođača Huawei Technologies. Izlazne električne karakteristike (napon, struja, snaga) fotonaponskog polja u potpunosti odgovaraju ulaznim električnim karakteristikama izmjenjivača u cijelom temperaturnom opsegu rada elektrane. Izmjenjivač mora imati ugrađen sustav za praćenje točke maksimalne snage (MPPT-engleski: maximum power point tracking) fotonaponskog polja. Odabrani izmjenjivač izveden je u poluvodičkoj tehnologiji bez transformatora što rezultira visokom pouzdanošću, tihim radom, visokom učinkovitošću i niskim zagrijavanjem. Izmjenjivač je kompatibilan s međunarodnim normama elektromagnetske kompatibilnosti prema popisu u prilogu.



Slika 3. Izmjenjivač Huawei Technologies SUN2000-6KTL-L1



Izmjenjivači moraju zadovoljiti sve tehničke parametre propisane u elektroenergetskoj suglasnosti, definirane od operatora distributivnog sustava, HEP ODS-a. Sljedeće funkcije moraju biti uključene i podešene u izmjenjivaču:

- sustav za automatsku sinkronizaciju na distribucijsku mrežu,
- zaštitne funkcije ( $U<$ ,  $U>$ ,  $f<$ ,  $f>$ ),
- sustav zaštite od injektiranja istosmjerne struje u mrežu (1 A, 0,2 s),
- sustav za nadzor kapacitivne struje,
- sklopovlje za automatizirano isključenje i uključenje na distribucijsku mrežu,
- interval "promatranja" mreže prije uklopa izmjenjivača mora biti veće od kompletnog ciklusa automatskog ponovnog uklopa (brzi + spori APU) - HEP preporučuje podešenje od 210 s,
- isključenje izmjenjivača u slučaju ispada napona u jednoj fazi ili N vodiča.

### 2.5.3. DC kabeli

Za razvod DC kabela koriste se pripremljene spojne kutije na svakom modulu s postojećim izvodima i pripremljenim tipskim konektorima. Krajnji izvodi svake grupe modula postavljaju se po utoru nosivih profila i pričvršćuju UV otpornim vezicama te dijelom postavljaju u metalni kabelski kanal i/ili odgovarajuće zaštitne cijevi na dijelu trase po krovu i zidu. Kabeli svake grupe završavaju na pripadnim ulazima izmjenjivača.

Za DC razvod predviđen je kabel oznake PV1-F i presjeka  $1 \times 4 \text{ mm}^2$  predviđen za primjenu na sunčanim elektranama.

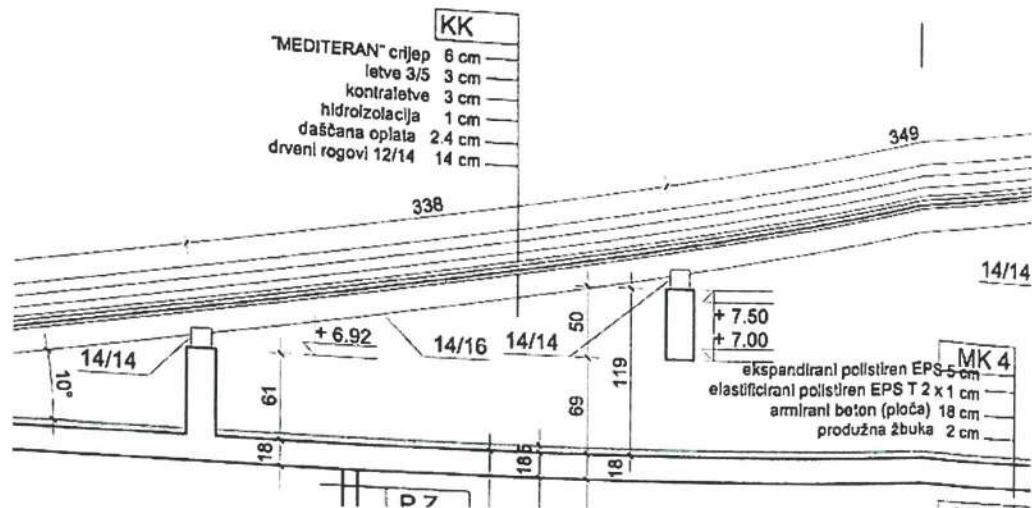
Navedeni kabel sadrži dvostruku izolaciju te se kao vodič koristi finožično pokositreno bakreno uže. Otporan je na UV zračenje, ozon, hidrolizu i vremenske uvjete te ne sadrži halogene elemente.

### 2.5.4. AC kabeli

Izmjenični izlazi predviđenih izmjenjivača priključuju se na zaštitne elemente u pripadajući ormar AC razvoda =NPV kabelom NYY-J  $3 \times 6 \text{ mm}^2$ . Kabelski razvod polaže se u metalne kabelske kanalice i/ili odgovarajuće zaštitne cijevi. Za povezivanje između =NPV ormara i niskonaponskog razvoda postojećeg glavnog razvodnog ormara dječjeg vrtića Osmjeh predviđen je bakreni kabel tipa NYY-J presjeka  $3 \times 10 \text{ mm}^2$ .

### 2.5.5. Potkonstrukcija za montažu fotonaponskih modula

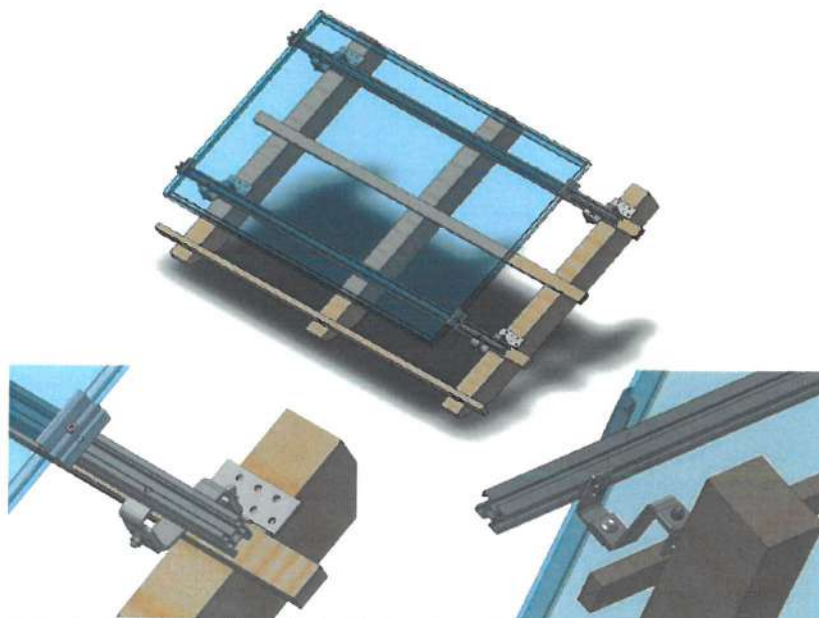
Sunčana elektrana predviđena je na krovu postojećeg vrtića Osmjeh u Starigradu. Prema dostavljenim podlogama iz glavnog projekta od strane investitora Općine Starigrad, krovna konstrukcija ima jugo-zapadnu orijentaciju s nagibom od  $10^\circ$ .



Slika 4. Konstrukcija krova DV Osmjeh

Krov je pokriven crijepom zbog čega je u svrhu montaže elektrane potrebno skinuti crijep, pričvrstiti predviđenu potkonstrukciju na nosive konstrukciju krova te vratiti crijep. Predviđeno je korištenje potkonstrukcije kao što je prikazano na slici 5, proizvođača Nika Solar d.o.o. Na krov objekta bit će potrebno postaviti aluminijsku potkonstrukciju s nagibom koji prati nagib krova. Uslijed nagiba krovne konstrukcije fotonaponski će moduli imati nagib od 10°. Polja fotonaponskih modula moraju se uskladiti s nagibom panela da bi se osigurao optimalni rad MPPT-a (eng. Maximum Power Point Tracking).

Aluminijsku potkonstrukciju potrebno je učvrstiti vijcima na samu krovnu konstrukciju. Raspored postavljanja utega na aluminijsku potkonstrukciju prikazan je na slici ispod.



Slika 5. Primjer potkonstrukcije tipa Nika Solar na krov prekriven crijepom

Raspored aluminijske potkonstrukcije za montažu fotonaponskih panela i raspored pripadnih utega prikazan je u grafičkom dijelu dokumentacije.

### 2.5.6. Dispozicija modula

Moduli su na krov raspoređeni na način da se, koliko je moguće, izbjegne zasjenjenje uzrokovano obližnjim objektima na krovu i da bi se omogućio nesmetan servisni pristup. Dispozicija modula prikazana je u grafičkom dijelu dokumentacije.

### 2.5.7. Masa konstrukcije i modula

Masa jednog fotonaponskog modula tipa SV72-330 iznosi 22,5 kg. Ukupno je predviđeno 20 modula u sklopu sunčane elektrane DV OSMJEH, ukupne mase 450,00 kg. Nadalje, okvirna masa montažne konstrukcije iznosi 10 kg po modulu, ukupne mase 200,00 kg. Time ukupna masa po 1 m<sup>2</sup> fotonaponskog modula iznosi 16,75 kg. Provjera objekta na statičko opterećenje uslijed izgradnje sunčane elektrane provedena je od autora građevinskog projekta – projekta konstrukcije, te je izjavom potvrđena prihvatljivost rješenja. Izjava je priložena u Općem djelu projekta.

### 2.5.8. Priključni ormar

Na niskonaponski razvodni ormar =NPV priključen je izmjenjivač preko zaštitnog uređaja diferencijalne struje (RCD 40 A / 300 mA, tip B) i automatskog prekidača. Predviđen je glavni prekidač sa zaštitnim funkcijama prekostrujne i kratkospojne zaštite.

Ormar je potrebno opremiti oznakama o priključenom naponu i sustavu zaštite od indirektnog dodira (zaštitni uređaji nadstruje i zaštitni uređaji diferencijalne struje). Svaki kabel kojim se napaja trošilo ili izvor mora imati oznaku iz koje je vidljivo na koje se trošilo spaja, tip kabela, broj žila i presjek. U ormara je potrebno staviti jednopolnu i strujnu shemu. Ispred ormara potrebno je osigurati manipulativni prostor od minimalno 0,80 m. Ormar mora imati stupanj zaštite IP55. Isključenje priključka na mrežu obavlja se ručno, mehaničkim iskapanjem prekidača, pomoću ili aktivacijom tipkala za isklup u nuždi.

Osnovni podaci o električnoj instalaciji

- napon: 230 V, 50 Hz
- sustav razdiobe s obzirom na uzemljenje: TN-C/S
- zaštita od direktnog dodira: dijelovi pod naponom su izolirani
- zaštita od indirektnog napona dodira: zaštita od previsokog napona dodira izvedena je TN-C/S sustavom, a zaštita je automatsko isključenje napajanja uređaja u kvaru putem zaštitnog uređaja u vremenu manjem od 0,4 s, odnosno 5 s za glavne napojne vodove (HRN HD 60364-4-41).

### 2.5.9. Priključak na elektroenergetsku mrežu

Niskonaponski razvodni ormar sunčane elektrane =NPV bit će priključen na postojeći niskonaponski razvodni ormar građevine +GRO preko energetskog kabla tipa NYY-J 3x10 mm<sup>2</sup>. Kabelski razvod polaže se u metalne kabelske kanalice i/ili odgovarajuće zaštitne cijevi. Razvodni ormar +GRO vodi prema priključnom mjernom ormariću dječjeg vrtića OSMJEH preko kojeg je povezan s javnom elektroenergetskom mrežom. Brojilo je smješteno u priključnom mjernom ormariću te se isto smatra mjestom preuzimanja i predaje električne energije.

### 2.5.10. Zaštita od električnog udara

Postrojenje se treba izvesti tako da bude spriječeno nenamjerno dodirivanje aktivnih dijelova ili nenamjerno zadiranje u područje opasnosti u blizini aktivnih dijelova. Fotonaponski moduli sami za sebe ne predstavljaju opasnost, kabeli i izmjenjivači su izolirani prema predmetnoj normi i pretpostavka jest da zadovoljavaju uvjete zaštite.

Zbog viših napona na istosmjernim vodovima između fotonaponskih modula i izmjenjivača predviđen je vodič tipa PV1-F. Navedeni tip vodiča ima pojačanu izolaciju, prema normi HRN HD 60364-4-41 (Zaštita od električnog udara). Smatra se da i kabeli s osnovnom izolacijom zadovoljavaju zahtjeve HRN EN 61140 za pojačanu izolaciju. Predviđena je i dodatna izolacija u vidu zaštitnih kabelskih kanalicama na dijelovima trase istosmjernih izmjeničnih kabela. Maksimalni generirani napon na jednom fotonaponskom modulu iznosi oko 46,08 V<sub>DC</sub>. Međutim, serijskim spajanjem fotonaponska polja dostižu napon do 517,94 V<sub>DC</sub>. Zaštita istosmjernih krugova elektroničkim DC osiguračima ostvarena je unutar izmjenjivača.

Zaštita od električnog udara za izmjenične električne krugove od razvodnog ormara =NPV do izmjenjivača riješena je automatskim isključenjem napajanja pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje (RCD) koji je predviđen u sklopnom ormaru. Zaštita izmjeničnog strujnog kruga smještena je u razvodnom ormaru =NPV. Nadstrujna zaštita osigurana je jednopolnim automatskim prekidačem (B 32 A), a zaštita od indirektnog dodira zaštitnim uređajem diferencijalne struje – FID sklopom (40 A / 300 mA, tip B). Za zaštitu od prenapona na sabirnicu razvodnog ormara predviđen je odvodnik prenapona i struje munje tipa I.

### 2.5.11. Isključenje u nuždi

Potpuno isključenje sunčane elektrane izvedeno je preko isklopnog svitka glavnog prekidača u =NPV. Isklopni svitak će biti aktiviran tipkalima za isklup u nuždi.

Isključenje se vrši:

- aktivacijom tipkala za isklup u nuždi čime se isklapa glavni prekidač.

Potrebno je ugraditi dva tipkala za isklup u nuždi, jedno smješteno na vratima glavnog razvodnog ormara, a drugo u blizini izmjenjivača sunčane elektrane. Tipkalo mora biti izvedeno na način da sprječava nehotimičnu aktivaciju istoga.

### 2.5.12. Uzemljenje i izjednačenje potencijala

Sunčanu elektranu potrebno je priključiti na postojeći uzemljivački sustav građevine. Nakon izgradnje sunčane elektrane potrebno je izvršiti ispitivanje otpora uzemljenja i potvrditi ispravnost uzemljivača.

Sve fotonaponske module kao i pripadnu noseću konstrukciju potrebno je uzemljiti na postojeći uzemljivački sustav građevine. Metalne mase sunčane elektrane na krovu građevine potrebno je povezati s postojećom LPS (gromobranskom) instalacijom - povezati na postojeće LPS (gromobranske) hvataljke. Sve odvojene metalne dijelove potkonstrukcije potrebno je međusobno galvanski povezati. Ukoliko fotonaponski moduli nisu montirani na zajedničke nosače koje ih međusobno galvanski povezuju, potrebno ih je međusobno galvanski povezati bakrenim vodičem presjeka 16 mm<sup>2</sup>.

Nakon izgradnje sunčane elektrane potrebno je izvršiti ispitivanje gromobranske instalacije.

**Važno: paziti na elektrokemijski naponski niz - na otvorenom (vlažnom) nije dozvoljeno direktno spajati aluminij (potkonstrukcija) i bakar (P/F) žica zbog elektrokemijske korozije, stoga treba koristiti originalne dvometalne spojnice ili treba koristiti Al žicu i Al spojnice za spoj na aluminijsku potkonstrukciju.**

#### 2.5.13. Izvođenje instalacija

Instalacije je potrebno izraditi u skladu s važećom tehničkom regulativom, upotrebljavati kabele, niskonaponsku sklopnu opremu i ostale elemente elektrotehničke instalacije prema važećim normama. Kompletne instalacije potrebno je izraditi prema pravilima struke. Djelatnici za montažu fotonaponskih modula, izmjenjivača i popratnih instalacija moraju biti obučeni za rad na fotonaponskim sustavima.

Predviđene su glavne trase za polaganje kabla od fotonaponskih modula do izmjenjivača te od izmjenjivača do niskonaponskog razvoda i to kroz metalne kabelske police/kanalice i/ili zaštitne cijevi. Vodiče PV1-F potrebno je položiti ispod fotonaponskih modula, uz profile potkonstrukcije. Potrebno ih je učvrstiti na profile pomoću plastičnih vezica, tako da spojni konektori budu odignuti od krova, kako bi se minimizirao kontakt s vodom. Vodiče PV1-F izvan konstrukcije ili metalnih polica potrebno je položiti u odgovarajuće zaštitne kanalice ili cijevi. Navedene vodiče potrebno je polagati po krovu i fasadi objekta. Nije predviđeno istosmjerne vodiče uvoditi u objekt zbog zaštite od požara i zaštite od električnog udara.

**Na prolazima kroz požarne sektore obavezno koristiti protupožarne brtve!**

**Važno: Prilikom izrade građevinskih proboja na postojećem objektu obavezno konzultirati ovlaštenog inženjera građevinarstva i po potrebi proboje provjeriti odgovarajućim statičkim proračunom!!!**

#### 2.5.14. Značajke instalacije prema vanjskim utjecajima

Primarna oprema sunčane elektrane predviđena je za vanjsku uporabu. Fotonaponski moduli, izmjenjivači, kabeli, spojna oprema deklarirana je za vanjske utjecaje i uporabu na otvorenom.

Fotonaponski moduli: temp. područje -40 do +80°C, otpornost na tuču i opterećenje snijegom.

Izmjenjivači: temp. područje -25 do +60°C, odgovarajuća IP zaštita.

PV1-F vodiči: temp. područje -45 do +90°C, otpornost na UV zračenje prema HD605/A1

Niskonaponski ormar =NPV predviđen je za unutarnju ugradnju. Izvedbom ormara potrebno je osigurati adekvatan stupanj zaštite od prašine.

### 2.5.15. Tehnička svojstva i uporabni vijek električne instalacije

Tehnička svojstva električne instalacije moraju biti takva da za vrijeme životnog vijeka građevine predvidiva djelovanja ne prouzroče:

- požar i/ili eksploziju građevine odnosno njezinog dijela
- opasnost, smetnju, štetu ili nedopustiva oštećenja tijekom uporabe građevine
- električni udar i druge ozljede korisnika građevine i životinja
- buku veću od dopuštene
- potrošnju električne energije veću od dopuštene.

Projektirano vrijeme uporabe sunčane elektrane jest 25 godina koliko traje garancija za panele. Na kraju tog razdoblja elektrana bi trebala isporučivati min. 80 % projektirane snage.

Vlasnik građevine dužan je osigurati održavanje građevine tako da se tijekom njezina trajanja očuvaju bitni zahtjevi za građevinu te je održavati tako da se ne naruše svojstva građevine.

### 2.5.16. Ispitivanje i puštanje u rad

Da bi se sve navedene mjere zaštite provjerile prije predaje instalacije korisniku, potrebno je provesti električna mjerenja, preglede i ispitivanja prema HRN HD 60364-6, a što uključuje:

- vizualni pregled montaže opreme na krovu
- vizualni pregled izmjenjivača i instalacije
- mjerenje otpora uzemljenja
- ispitivanje i pregled gromobranske instalacije
- mjerenje otpora izolacije kabela i vodiča
- provjera cjelovitosti izjednačenja potencijala
- provjera zaštite od indirektnog dodira - impedancije petlje kvara
- funkcionalno ispitivanje zaštita elektrane.

Prema elektroenergetskoj suglasnosti, 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. Operativni plan i program ispitivanja postrojenja u pokusnom radu načelno sadrži sljedeća ispitivanja:

- spremnost elektrane za prvo priključenje na mrežu (usklađenost postrojenja elektrane s uvjetima HEP ODS-a, okretno polje),
- paralelni pogon elektrane s mrežom (prva sinkronizacija na mrežu, normalno i interventno isključenje elektrane, sposobnost postizanja i održavanja parametara na sučelju s mrežom unutar zadanih granica, utjecaj elektrane na kvalitetu električne energije),
- odziv elektrane na kvar u mreži (otočni pogon, odziv na APU, odziv na zemljospoj u mreži),
- utjecaj elektrane na mrežu pri kvaru u elektrani (kvar u mjernom krugu sinkronizacije, nestanak napajanja vlastite potrošnje i neraspoloživost kompenzacije),
- ostala ispitivanja.

### 2.5.17. Održavanje sunčane elektrane

Sunčana elektrana automatizirano je postrojenje koje ne zahtijeva posebne uvjete korištenja u normalnom i tranzijentnom radu. Intervencije stručnih osoba potrebne su samo u slučajevima kvara pojedinih komponenti.

Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu sunčanu elektranu je vrhunske kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtijeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Osnovne radnje održavanja su:

- vizualni pregled modula i eventualno pranje površine mekom vodom (posebno treba obratiti pažnju na pucanje okvira, pucanje stakla i defekte na priključnoj kutiji) - u pravilu bi kiša trebala isprati nečistoću s obzirom na to da su moduli pod nagibom i glatke površine,
- čišćenje filtera na ventilatorima izmjenjivača i spojnog ormara,
- pritezanje vijčanih spojeva,
- pregled i obnavljanje oznaka (posebno obratiti pažnju na strelice koje označavaju tok energije),
- pregled ispravnosti automatskih prekidača i katodnih odvodnika prenapona.

Pregled rokova redovitih pregleda i ispitivanja električne instalacije:

1. redoviti pregled kompletne instalacije sunčane elektrane	svake godine
2. redovito ispitivanje kompletne instalacije sunčane elektrane	svakih 5 godina

Provjeravanje mora izvoditi stručna osoba osposobljena za to. O svakom pregledu potrebno je sastaviti zapisnik. Investitor ima obavezu trajnog čuvanja zapisnika. U zapisniku treba zabilježiti oštećenja, pogoršanja, manjkavosti ili opasno stanje te o njima usmeno i pisano obavijestiti investitora. Obaveza je investitora nedostatke otkloniti u najkraćem mogućem roku.

Projektant:



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

### 3. TEHNIČKI PRORAČUNI



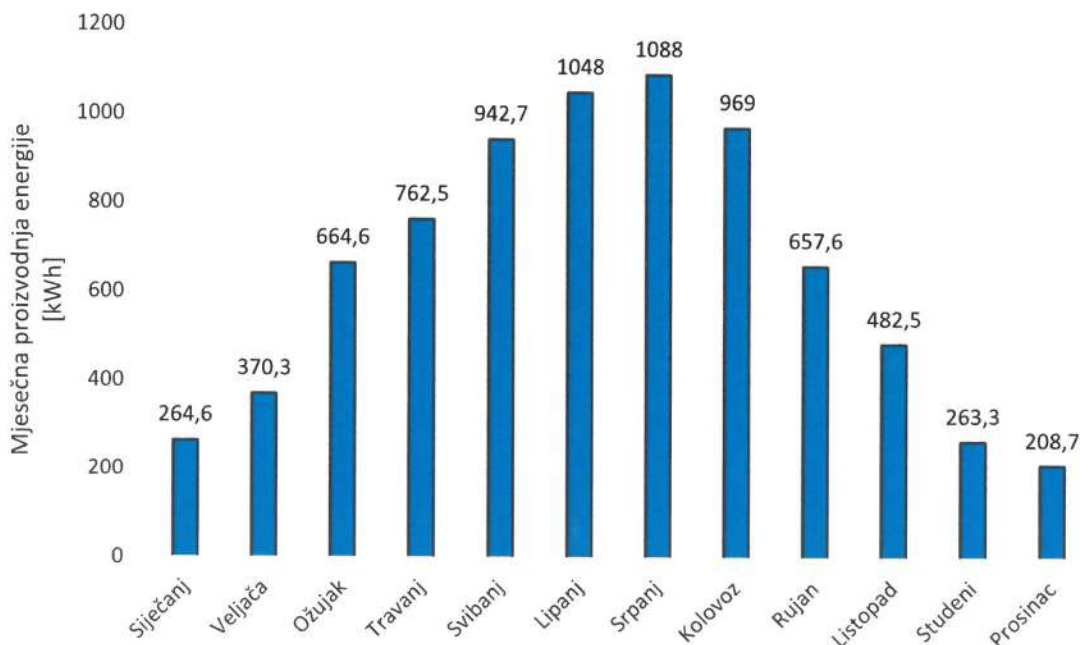
### 3.1. Procjena proizvodnje električne energije

Procjena očekivane godišnje proizvodnje sunčane elektrane provedena je u online programskom paketu PV Sol i iznosi **7721,80 kWh**. Stvarna proizvodnja elektrane može odstupati zbog meteoroloških odstupanja i načina održavanja elektrane.

Najveća mjesečna proizvodnja se očekuje u srpnju 1088 kWh. Najmanja mjesečna proizvodnja očekuje se u prosincu 208 kWh. Omjer proizvodnje u najizdašnjem prema najoskudnijem mjesecu jest 5,23. Prosječna mjesečna proizvodnja je 643,5 kWh. U tablici 1. prikazana je energetska bilanca po mjesecima.

Tablica 1. Energetska bilanca elektrane

Mjesec	Ozračenost vod. plohe ukupnim Sunčevim zračenjem	Srednja dnevna temp. zraka	Proizvedena električna energija
	[kWh/m <sup>2</sup> ]	[°C]	[kWh]
Siječanj	61,14	5,4	264,6
Veljača	74,77	8,2	370,3
Ožujak	131,53	8,8	664,6
Travanj	179,25	13,8	762,5
Svibanj	184,87	17,8	942,7
Lipanj	201,79	21,4	1048,0
Srpanj	230,36	24,5	1088,0
Kolovoz	185,68	25,6	969,0
Rujan	137,46	20,6	657,6
Listopad	85,82	14,5	482,5
Studenj	63,00	9,3	263,3
Prosinac	38,34	7,9	208,7
Godina	131,17	14,8	7721,8



Slika 6. Dijagram proizvodnje električne energije sunčane elektrane po mjesecima u godini

### 3.2. Dokaz o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva

Predmetni tehnički proračun obuhvaća izgradnju Sunčane elektrane DV OSMJEH.

Proračunom je obuhvaćena kontrola:

- naponskog raspona na DC strani izmjenjivača
- presjeka kabela s obzirom na zagrijavanje vodiča, padove napona i prijenosne gubitke
- odabira nazivnih vrijednosti sklopnih naprava

Proračun je odrađen za:

- električni razvod dogradnje sunčane elektrane
- postojeći razvod na kojem je zbog dogradnje došlo do promjene opterećenja elemenata

Proračun je odrađen za najopterećenije elemente istog tipa u sustavu.

Tehnički opis aktivnih elemenata se nalazi u tablicama 2 i 3:

Tablica 2. Karakteristike fotonaponskog modula

<b>FN MODUL SOLVIS SV72-330</b>		
Nazivna snaga na STC	[W]	330
Napon otvorenog kruga	[V]	46,08
Struja kratkog spoja	[A]	8,87
Napon u MPP točki	[V]	38,86
Struja u MPP točki	[A]	8,50
Temperaturni koeficijent napona	[% / °K]	-0,31

Tablica 3. Karakteristike izmjenjivača

<b>FN IZMJENJIVAČ SUN2000-6KTL-L1 Huawei</b>		
Nazivna snaga na STC	[kW]	6,0
Max. ulazni napon	[V]	600
MPPT raspon	[V]	90 - 560
Max. ulazna struja po mppt sklopu	[A]	12,5
Broj MPPT sklopova	[kom]	2

### 3.3. Proračun naponskih prilika na DC razvodu

Tablica 4. Proračun naponskih prilika na DC razvodu

<b>PRORAČUN MAKSIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U IZMJENJIVAČ</b> - do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u otvorenom krugu i temperatura ćelija je niska - kontrola na -15 °C	
Izmjenjivač <b>SUN2000-6KTL-L1</b> -10 modula po polju -1 polje po mppt ulazu -2 mpp tracker -MPPT raspon 90 – 560 V <sub>DC</sub>	Najveći očekivani napon na ulazu u izmjenjivač iznosi: $U_{MAX(DC)} = N_{PVmodul} \cdot U_{OCMAX}$ $U_{OCMAX} = K_U \cdot U_{OCSTC}$ $K_U = 1 + \left(\frac{\alpha U_{OC}}{100}\right) (T_{MIN} - T_{STC})$ $K_U = 1 + \left(\frac{-0,31}{100}\right) (-15 - 25) = 1,124$ $U_{max(DC)} = 10 \cdot 1,124 \cdot 46,08 = 517,94 V$ Najveći očekivani napon je manji od 560 V. <p style="text-align: right;"><b>ZADOVOLJAVA</b></p>
<b>PRORAČUN MINIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U IZMJENJIVAČ</b> - do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u mpp točki i temperatura ćelija je visoka - kontrola na +60 °C	
Izmjenjivač <b>SUN2000-6KTL-L1</b> -10 modula po polju -1 polje po mppt ulazu -2 mpp tracker -MPPT raspon 90 – 560 V <sub>DC</sub>	Najmanji očekivani napon na ulazu u izmjenjivača iznosi: $U_{MIN(DC)} = N_{PVmodul} \cdot U_{MPPMIN}$ $U_{MPPMIN} = K_U \cdot U_{MPP}$ $K_U = 1 + \left(\frac{\alpha U_{OC}}{100}\right) (T_{MAX} - T_{STC})$ $K_U = 1 + \left(\frac{-0,31}{100}\right) (60 - 25) = 0,8915$ $U_{MIN(DC)} = 10 \cdot 0,8915 \cdot 38,86 = 346,44 V$ Najmanji očekivani MPP napon je unutar granica MPPT raspona izmjenjivača. <p style="text-align: right;"><b>ZADOVOLJAVA</b></p>

### 3.3.1. Proračun DC kabela na ulaznoj strani izmjenjivača

Dimenzioniranje kabela vrši se prema tri glavna kriterija:

- naponskoj klasi kabela
- maksimalnom strujnom opterećenju kabela
- minimiziranju gubitaka u kabelima

Naponska klasa PV1-F kabela koji se primjenjuje u fotonaponskim sustavima jest 1000 V. Maksimalni napon praznog hoda za najdulji niz fotonaponskih modula izračunat je na projektnoj temperaturi od -15 °C i iznosi 517,94 V iz čega je vidljivo da ne prelazi naponsku klasu standardnih PV1-F kabela.

Dimenzioniranje presjeka kabela uzima u obzir što manje moguće gubitke u kabelima, odnosno padove napona prema HRN HD 60364-7-712:2016.

Kabeli moraju biti dimenzionirani tako da ukupni pad napona, pri maksimalnoj radnoj snazi niza (STC), između polja i izmjenjivača bude manji od 3 %.

Gubitak energije kroz sve DC kabele ograničava se na najviše 1% u standardnim uvjetima testiranja (STC).

Ukupan gubitak snage u svim kabelima istosmjernog razvoda, za odabrani presjek kabela računa se prema sljedećim formulama:

$$P_{DC} = \frac{n \cdot L_M \cdot P_{ST}^2}{A_M \cdot V_{MPP}^2 \cdot \kappa} = n \cdot R_{ST} \cdot I_{ST}^2$$

$$p_{\%} = \frac{P_{DC}}{n \cdot P_{ST}} \cdot 100$$

U tablicama 5. i 6. u nastavku prikazan su gubici po poljima izmjenjivača te ukupni gubici.

Tablica 5. Proračun gubitaka na DC kabelima – 1. dio

<b>PRORAČUN GUBITAKA U DC KABELIMA</b> -uz projektirane dužine kabela -za bakreni kabel PV1-F, $\kappa=56 \text{ Sm/mm}^2$ , $A_M=4 \text{ mm}^2$					
Izmjenjivač	Polje	Broj modula	$L_M[m]$	$P_{DC} [W]$	$P_{DC} \%$
-U1 SUN2000-6KTL-L1	1	10	30	8,85	0,30
	2	10	30	8,85	0,30

### 3.4. Proračun naponskih prilika na AC razvodu

#### 3.4.1. Odabir AC kabela na izlaznoj strani izmjenjivača

Prilikom odabira priključnog kabela potrebno je provesti kontrolu na maksimalno dozvoljeno strujno opterećenje pri uvjetima da kabel zadovoljava pad napona.

Tablica 6. Proračun opterećenja AC kabela

Komponena	Pripadajuća razdjelnica na koju se spaja komponenta	Strujno opterećenje kabela [A]	Tip i presjek priključnog kabela [mm <sup>2</sup> ]	Dužina kabela [m]	Pad napona [V]	Dozvoljena nazivna strujna opteretivost kabela [A]	Odabran kabel
-U1	=NPV	26,09	NYJ-J 3x6	10	1,97	43,00 (u zraku)	ZADOVOLJAVA
=NPV	+GRO	26,09	NYJ-J 3x10	10	1,17	59,00 (u zraku)	ZADOVOLJAVA
+GRO	=KPMO	26,09	NYJ-J 3x10	15	1,76	59,00 (u zraku)	ZADOVOLJAVA

#### 3.4.2. Kontrola pada napona izmjenjivača u odnosu na napon mreže

Dopušteni pad napona između točke napajanja električne instalacije i bilo koje druge točke prema HRN HD 60364-5-52:2012 ne smije biti veći od sljedećih vrijednosti:

- 3 % za strujne krugove rasvjete, 5 % za sve ostale strujne krugove ako se električna instalacija napaja iz NN mreže
- 6 % za strujne krugove rasvjete, 8 % za sve ostale strujne krugove ako se električna instalacija napaja direktno iz trafo stanice.

Pad napona računa se prema izrazu:

$$u = b \cdot \left( \rho_1 \cdot \frac{L}{S} \cdot \cos \varphi + \lambda \cdot L \cdot \sin \varphi \right) \cdot I_B$$

pri čemu su:

- $u$  – pad napona u V
- $b$  – koeficijent jednak 1 za trofazne sustave, odnosno 2 za jednofazne sustave
- $\rho_1$  – specifični otpor vodiča u normalnim uvjetima, tj. 1.25 x otpor kod 20°C, odnosno 0,0225  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  za bakar i 0,036  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  za aluminij
- $L$  – dužina voda u m
- $S$  – presjek voda u mm<sup>2</sup>
- $\cos \varphi$  – faktor snage
- $\lambda$  – reaktancija po jedinici duljine voda koja se smatra 0,08 m $\Omega/\text{m}$ , u nedostatku drugih detalja
- $I_B$  – projektirana struja u A

Odgovarajući pad napona u postotku jednak je:

$$\Delta u = 100 \cdot \frac{u}{U_0}$$

pri čemu je:

- $U_0$  – fazni napon u V

Tablica 7. Proračun pada napona na AC kabelima

Komponenta	Pripadajuća razdjelnica na koju se spaja komponenta	Tip i presjek priključnog kabela [mm <sup>2</sup> ]	Dužina kabela [m]	Pad napona na dionici [V]	Pad napona na dionici [%]	Odabran kabel
-U1	=NPV	NYJ-J 3x10	10	1,97	0,86	ZADOVOLJAVA
=NPV	+GRO	NYJ-J 3x10	10	1,17	0,51	ZADOVOLJAVA
+GRO	=KPMO	NYJ-J 3x10	15	1,76	0,77	ZADOVOLJAVA
<b>UKUPNO</b>				4,90	2,14	ZADOVOLJAVA

### 3.4.3. Proračun gubitaka na AC strani elektrane

U nastavku je prikazana tablica proračuna gubitaka na AC kabelskim linijama.

Tablica 8. Proračun gubitaka na AC kabelima

Početna razdjelnica	Krajnja razdjelnica	Očekivano strujno opterećenje [A]	Odabran priključni kabel	Dužina	Gubitak snage na trasi [W]
-U1	=NPV	26,09	NYJ-J 3x6 mm <sup>2</sup>	10	20,97
=NPV	=KPMO	26,09	NYJ-J 3x10 mm <sup>2</sup>	25	31,14
<b>UKUPNI GUBICI NA AC RAZVODU [W]</b>					<b>52,11</b>
<b>UKUPNI GUBICI NA AC RAZVODU [%]</b>					<b>0,87 %</b>

### 3.5. Ukupni gubici elektrane

Ukupni gubici elektrane jednaki su sumi gubitaka na sljedećim komponentama:

- DC kabelskom razvodu
- AC kabelskom razvodu
- Izmjenjivačima.

$$P_{Guk} = P_{DC} + P_{AC} + \sum P_{Ginv}$$

Tablica 9. Proračun ukupnih gubitaka sunčane elektrane

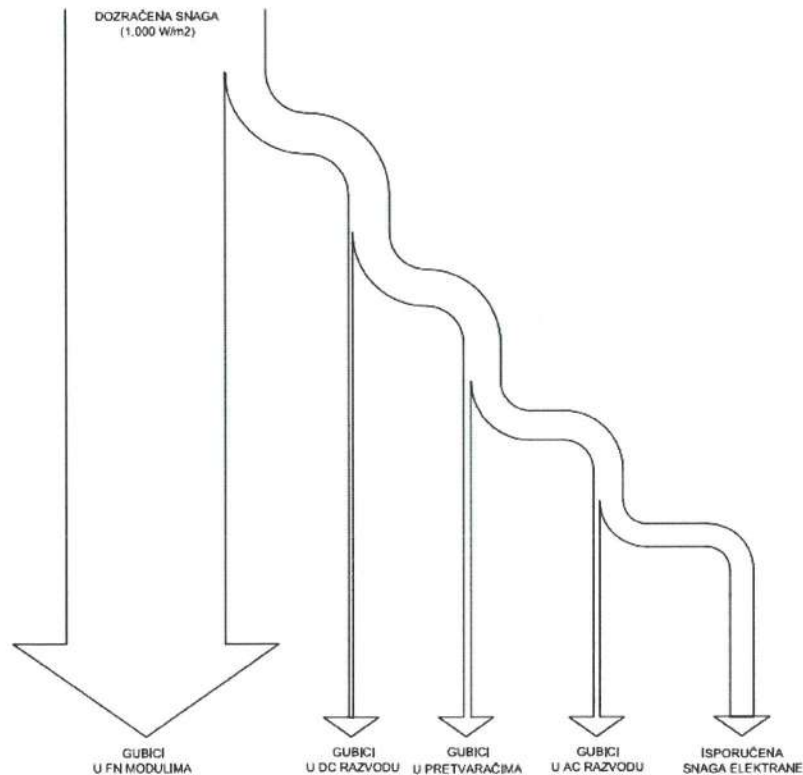
Komponenta	Izmjenjivač	DC kabelski razvod	AC kabelski razvod	UKUPNO
Disipacija snage [W]	132,00	17,70	52,11	201,81
				3,36 %

### 3.5.1. Ukupna učinkovitost sunčane elektrane

Ukupna učinkovitost sustava računa se u STC radnoj točki sustava koja pretpostavlja sljedeće parametre:

- ozračenost fotonaponskih modula s 1000 W/m<sup>2</sup>
- temperatura ćelija fotonaponskih modula 25 °C
- svi izmjenjivači na nazivnoj snazi.

Ukupna učinkovitost gleda se na mjestu predaje energije u mrežu (u ovom slučaju u postojećem glavnom razvodnom ormaru +GRO)



Slika 7. Sankey dijagram energetske učinkovitosti sunčane elektrane

Ukupnu učinkovitost elektrane definiramo kao omjer dozračene snage i isporučene snage na pragu elektrane. Učinkovitost elektrane iznosi:

$$\eta_{se} = \eta_{FNmodula} \cdot \eta_{PRET} \cdot \eta_{DCrazvod} \cdot \eta_{ACrazvod} = 17,01 \% \cdot 97,70 \% \cdot 99,70 \% \cdot 99,13 \% = 16,42 \%$$

### 3.6. Provjera zaštite kabela od preopterećenja i kratkog spoja na DC strani

Dimenzioniranje veličine presjeka kabela određeno je maksimalnom strujom koja može teći kroz kabel. Za maksimalno strujno opterećenje kabela moraju biti zadovoljene vrijednosti prema normi HRN HD 60364-7-712:2016. Maksimalna trajna struja  $I_z$  koja može teći kroz kabel jednog niza (stringa) mora biti veća ili jednaka maksimalnoj struji kratkog spoja niza  $I_{SC\ MAX\ string}$ , odnosno

$$I_{SC\ MAX\ string} \leq I_z$$

Kabel se ili dimenzionira za struju  $I_{SC\ MAX\ string}$ , ili se koriste osigurači koji štite kabel od preopterećenja. Kabeli i zaštitni uređaji odabrani su tako da su njihove dozvoljene maksimalne struje opterećenja veće od maksimalne struje. U skladu s HRN HD 60364-7-712:2016 kabeli nizova moraju podnositi struju koja je najmanje 1,25 puta veća od struje kratkog spoja fotonaponskog generatora, tj.

$$I_{SC\ MAX\ string} = K_I \cdot I_{SC\ STC}$$
$$K_I \geq 1,25$$

Budući da struja kratkog spoja  $I_{SC\ STC}$  pri standardnim testnim uvjetima (STC) modula koji se ugrađuje iznosi 8,87 A dobivamo sljedeće:

$$I_{SC\ MAX\ string} = K_I \cdot I_{SC\ STC} = 1,25 \cdot 8,87\ A = 11,09\ A$$

Nazivna struja  $I_z$  kabela PV1-F 1x4 mm<sup>2</sup> iznosi 55 A iz čega slijedi:

$$I_{SC\ MAX\ string} = 11,09\ A \leq I_z = 55\ A$$

iz čega se može zaključiti da predmetni kabel zadovoljava u pogledu zaštite od preopterećenja i kratkog spoja.

Kabeli se polažu tako da su osigurani od zemljospoja i kratkog spoja. Dimenzioniranje kabela također udovoljava zahtjevima za polaganje prema HRN HD 60364-5-52:2012.



### 3.7. Provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenja na AC strani

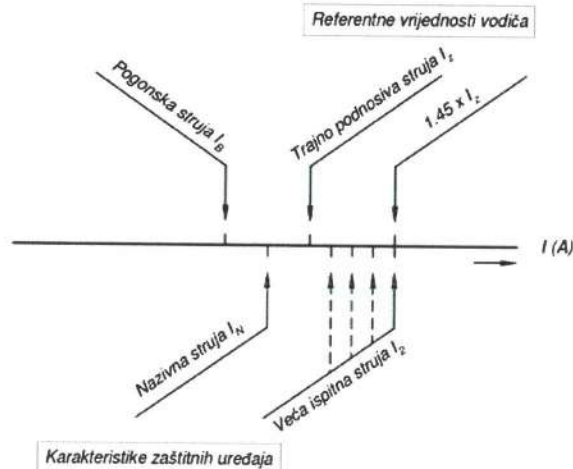
Zaštita vodova i kabela od termičkog preopterećenja vrši se nadstrujnim zaštitnim uređajima. Radna karakteristika nadstrujnog zaštitnog uređaja, koja štiti od preopterećenja mora ispuniti dva uvjeta:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_2 \leq k \times I_Z$$

pri čemu su:

- $I_B$  – pogonska struja
- $I_N$  – nazivna struja zaštitnog uređaja
- $I_2$  – struja koja osigurava proradu zaštitnog uređaja
- $I_Z$  – trajno podnosiva struja voda
- $k$  – koeficijent definiran vrstom zaštitnog uređaja.



Slika 8. Mjerodavne struje za dimenzioniranje zaštite od preopterećenja (HRN HD 60364-4-43:2011)

Struje mjerodavne za dimenzioniranje zaštite od preopterećenja prikazane su slikom 8. Provjerom vodova i kabela te pripadnih zaštitnih uređaja vidljivo je da je proradna struja zaštitnog uređaja uvijek manja od dopuštene struje opterećenja voda ili kabela, te je na taj način osiguran ispravan rad zaštite od preopterećenja.

Budući da vrijedi:

$$I_Z = I_{ZN} \cdot k \text{ [A]}$$

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

gdje je:

- $I_{ZN}$  – nazivna struja voda deklarirana od strane proizvođača u A,
- $k$  – korekcijski faktor,
- $k_1$  – koeficijent ovisan o temperaturi zemlje ili zraka,
- $k_2$  – koeficijent ovisan o dubini polaganja,
- $k_3$  – koeficijent ovisan o temperaturnom otporu tla,
- $k_4$  – koeficijent ovisan o broju paralelnih kabela,

s obzirom na način polaganja prema HRN HD 60364-5-52:2012 za dovodne kabele tipa NYY-J 3x6 mm<sup>2</sup> od izmjenjivača do niskonaponskog razvoda =NPV-a dobivamo sljedeće:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 1$$

odnosno

$$I_Z = 43 \text{ A}$$

te iz navedenog vrijedi:

$$I_B = 26,09 \text{ A} \leq I_N = 32,00 \text{ A} \leq I_Z = 43 \text{ A}$$
$$I_2 = 46,4 \text{ A} \leq 1,45 \times I_Z = 62,35 \text{ A}$$

Iz toga proizlazi da je automatski prekidač (k - koeficijent 1,45) nazivne struje 32 A, karakteristike C, adekvatan za zaštitu kabela NYY-J 3x6 mm<sup>2</sup> od termičkog preopterećenja.

Za dovodne kabele tipa NYY-J 3x10 mm<sup>2</sup> od niskonaponskog razvoda =NPV do postojećeg glavnog razvodnog ormara objekta +GRO vrijedi:

$$I_Z = I_{ZN} \cdot k \text{ [A]}$$
$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$
$$I_{ZN} = 59 \text{ A}$$
$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 0,9$$

pa proizlazi da je trajno podnosiva struja voda NYY-J 3x6 mm<sup>2</sup>

$$I_Z = 59 \cdot 0,9 \text{ A} = 53,1 \text{ A}$$

Za zaštitne uređaje koji štite dovodne kabele tipa NYY-J 3x10 mm<sup>2</sup> od niskonaponskog razvoda =NPV do postojećeg glavnog razvodnog ormara objekta +GRO vrijedi:

$$I_B = 26,09 \text{ A} \leq I_N = 40 \text{ A} \leq I_Z = 53,1 \text{ A}$$
$$I_2 = 58 \text{ A} \leq 1,45 \cdot I_Z = 77,0 \text{ A}$$

Iz toga proizlazi da je za zaštitu od termičkog preopterećenja kabela NYY-J 3x6 mm<sup>2</sup> adekvatan automatski prekidač nazivne struje 32 A, karakteristike C (k - koeficijent 1,45), a za zaštitu od termičkog preopterećenja kabela NYY-J 3x10 mm<sup>2</sup> automatski prekidač nazivne struje 40 A, karakteristike C (k - koeficijent 1,45).

### 3.8. Provjera zaštite od kratkog spoja na AC strani

Referentna struja troleznog kratkog spoja u kućnom priključno mjernom ormaru (=KPMO) iznosi 25 kA. Budući da je postojeći priključak jednofazana, prema proračunu provedenom u programskom paketu ABB DOC struja jednofaznog kratkog spoja u ormaru +GRO iznosi 4,20 kA, a u ormaru sunčane elektrane =NPV iznosi 2,63 kA.

Osigurači gG 35 A (ugrađeni u kućnom priključno mjernom ormaru) kod navedenih struja kratkog spoja u ormaru +GRO prema podacima dobivenim od proizvođača prekidaju navedene struje kratkog spoja za 0,004 s, a minijaturni automatski prekidači C karakteristike kod navedenih struja kratkog spoja u ormaru +GRO i =NPV prekidaju struje kratkog spoja veličine 5-10  $I_n$  za 0,01 s prema krivuljama okidanja dobivenim od proizvođača opreme.

Za sva isključenja kraća od 0,1 s (prema normi HRN HD 60364-4-43:2011) mora biti zadovoljen sljedeći uvjet:

$$k^2 A^2 > I^2 t$$

tj.  $k^2 A^2$  odabranog presjeka vodiča treba biti veći od propuštene energije  $I^2 t$  zaštitnog uređaja pri čemu su:

k – koeficijent (faktor) koji uzima u obzir specifični otpor, temperaturni koeficijent i toplinski kapacitet materijala vodiča te odgovarajuću početnu i krajnju temperaturu (za Cu vodič s izolacijom od PVC-a iznosi 115, uz početnu temperaturu od 70°C i krajnju temperaturu 160°C, a za Al vodič s izolacijom od PVC-a iznosi 76, uz početnu temperaturu od 70°C i krajnju temperaturu 160°C – prema HRN HD 60364-5-54:2012, tablica A.54.4),

A – presjek vodiča.

Za isključenja koja traju od 0,1 s do 5 s vrijedi uvjet:

$$A_{min} = \frac{I_{th} \cdot \sqrt{t_k}}{k} \text{ [mm}^2\text{]}$$

Budući da zaštitni uređaji isključe struju kratkog spoja za vrijeme kraće od 0,1 s, dobivamo sljedeće:

- za kabel NYY-J 3x10 mm<sup>2</sup> (Cu vodič):

$$k^2 A^2 = 1\,322\,500 \text{ [A}^2\text{s]}$$

- za kabel NYY-J 3x6 mm<sup>2</sup> (Cu vodič):

$$k^2 A^2 = 476\,100 \text{ [A}^2\text{s]}$$

Propuštene energije  $I^2 t$  zaštitnih uređaja za navedene struje kratkog spoja prema podacima proizvođača iznose:

- za minijaturne automatske prekidače C 40 A:

$$I^2 t = 24\,000 \text{ [A}^2\text{s]}$$

- za minijaturne automatske prekidače C 32 A:

$$I^2 t = 16\,000 \text{ [A}^2\text{s]}$$

Budući da za oba kabela vrijedi  $k^2 A^2 > I^2 t$ , iz prethodno navedenih vrijednosti može se zaključiti da sva isključenja struja kratkog spoja automatskim prekidačima C 40 A i C 32 A neće termički ugroziti ugrađene kabele. Grafički prikaz selektivnosti sustava zaštite i termičkog opterećenja dan je u grafičkom prilogu.

**Projektant:**



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 4. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA

#### 4.1. Mehanička otpornost i stabilnost

Nosivost krova na opterećenje uslijed postavljanja sunčane elektrane te stabilnost sunčane elektrane, otpornost na snijeg, vjetar i druge utjecaje nisu predmet ovog projekta. Provjera objekta na statičko opterećenje dodatnim teretom ugradnje sunčanom elektranom provedena je od autora građevinskog projekta – projekta konstrukcije, te je izjavom potvrđena prihvatljivost rješenja. Izjava je prikazana u Općem djelu projekta.

Projektom je uvjetovano da prije izrade bilo kakvih većih proboja u postojećoj građevinskoj strukturi treba obavezno konzultirati i dobiti dozvolu projektanta građevinskog projekta ili nadzornog inženjera za građevinske radove. Proračun otpornosti fotonaponske konstrukcije na vjetar, snijeg i druge utjecaje potrebno je provesti od ovlaštenog inženjera građevinarstva prije realizacije projekta, da bi se definirala optimalna masa utega za učvršćivanje nosača fotonaponskih modula.

#### 4.2. Sigurnost u slučaju požara

Osnovna pretpostavka jest da sve komponente sunčane elektrane zadovoljavaju svoje odnosne norme te posjeduju odgovarajuće certifikate za ugradnju i kao takve zadovoljavaju zahtjeve zaštite od požara.

##### **Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10) i norme iz priloga "B" toga propisa**

Za sprečavanje nastanka požara u slučaju preopterećenja u svaki strujni krug postavljen je uređaj za zaštitu od preopterećenja (automatski instalacijski prekidač ili osigurač). Svi aktivni vodiči moraju biti zaštićeni odgovarajućom nadstrujnom zaštitom, zaštitnim napravama. Dakle moraju biti zaštićeni od struja preopterećenja i od struja kratkog spoja. Zaštitni uređaji moraju biti postavljeni na polazu vodiča. Zaštita mora biti formirana prema normi HRN HD 60364-4-43. Nazivne struje zaštitnih naprava u skladu su s trajno podnosivim strujama vodiča ovisno o sustavu polaganja, tj. manje su ili jednake od trajno dozvoljenih struja prema normi HRN HD 60364-5-52.

Projektirana električna oprema odabrana je tako da odgovara efektivnoj vrijednosti izmjenične struje koja će protjecati tijekom normalnog rada, a u izvanrednim situacijama podnijet će struje u vremenima koje im dopuštaju karakteristike zaštitnih uređaja. U građevini je odabran električni razvod tako da ne širi požar i plamen. Odabrani su kabeli i instalacijski vodovi koji su samogasivi ili ne podržavaju gorenje.

U građevini je projektirana oprema od materijala koji sprečavaju širenje požara. Povišena temperatura ili iskra s električne opreme ne može izazvati požar jer su svi sklopni uređaji i oprema, kao i spojni elementi, smješteni u kućišta koja ne podržavaju gorenje. Za zaštitu instalacija i korisnika od atmosferskih prenapona predviđeni su odvodnici prenapona u niskonaponskom ormaru =NPV i na DC krugovima izmjenjivača. Sva polja na DC strani moguće je odvojiti s izmjenjivača, a izmjenjivač je moguće odvojiti od glavne razdjelnice i od distribucijske mreže.

Na izlazu iz niskonaponskog ormara =NPV prema ormaru +GRO predviđen je glavni prekidač s mehaničkim okidačem i tipkalom za isklop u nuždi kojim je moguće trenutno isključiti sunčanu elektranu u slučaju hitnosti. Tipkalo će biti instalirano na dostupnom mjestu koje je pod kontrolom odgovornog osoblja da bi se spriječila zloupotreba.

Zaštita od atmosferskog pražnjenja i statičkog elektriciteta izvedena je postavljanjem LPS (gromobranske) instalacije u sklopu građevine te će svi metalni dijelovi sunčane elektrane biti povezani na isti.

### 4.3. Higijena, zdravlje i okoliš

Pretpostavka je da sva projektirana oprema i dijelovi elektrotehničke instalacije zadovoljavaju odnosne norme i kao takvi zadovoljavaju uvjete higijene, zdravlja i zaštite okoliša.

Oprema i instalacije predviđene su da traju u definiranom roku od 25 godina, prema važećem Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10), bez bitnih gubitaka svojih svojstava te kao takve nemaju veći utjecaj, tj. ne uzrokuju ispuštanja opasnih čestica i emisija opasnih tvari.

### 4.4. Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe

#### Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18)

čl.73. Pri projektiranju primijenjena su odgovarajuća pravila zaštite na radu.

čl.12. Pri projektiranju primijenjena su pravila zaštite na radu kojima se uklanja ili smanjuje opasnost na sredstvima rada. Osnovna pravila zaštite na radu odnose se na osiguranje od udara električne energije, sprečavanja nastanka požara i eksplozije, osiguranje potrebne rasvjete mjesta rada i radnog okoliša.

čl.13. Ako se opasnosti ne mogu otkloniti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu, primjenjuju se posebna pravila zaštite na radu. Posebna pravila zaštite na radu sadrže obavezu postavljanja znakova upozorenja od određenih opasnosti i štetnosti. U tu svrhu predviđena je ugradnja natpisa s upozorenjem od udara električne struje ili požara uslijed djelovanja električne struje.

#### Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN br. 87/08 i 33/10)

Sve metalne mase sunčane elektrane potrebno je spojiti na više mjesta s LPS instalacijom i na taj način spriječiti opasne preskoke koji bi mogli izazvati požar.

#### Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10) i norme iz priloga "B" toga propisa

Zaštita od električnog udara napravljena je prema normi HRN HD 60364-4-41. Zaštita je podijeljena na osnovnu zaštitu (zaštita od izravnog dodira) i na zaštitu u slučaju kvara (zaštita od neizravnog dodira).

**Osnovna zaštita** – Postrojenje se treba izvesti tako da bude spriječeno nenamjerno dodirivanje aktivnih dijelova ili nenamjerno zadiranje u područje opasnosti u blizini aktivnih dijelova. Vodiči između fotonaponskih modula i izmjenjivača izolirani su prema predmetnoj normi i pretpostavka jest da zadovoljavaju uvjete zaštite.

**Zaštita u slučaju kvara** – Na DC strani pretpostavljena je mjera dvostruka ili pojačana zaštita, a predviđena jest samo za vodiče fotonaponskih modula do izmjenjivača kao jedini mogući izvor previsokog napona na DC strani. Vodiči od fotonaponskih modula do izmjenjivača imaju pojačanu izolaciju, a prema normi HRN HD 60364-4-41 (Zaštita od električnog udara) smatra se da i kabeli s osnovnom izolacijom zadovoljavaju zahtjeve HRN EN 61140 za pojačanu izolaciju. Predviđena je i dodatna izolacija u vidu zaštitnih izolacijskih cijevi na kritičnim dijelovima trase PV1-F vodiča. Fotonaponski moduli pojedinačno sami za sebe ne predstavljaju opasnost od el. udara, maksimalni generirani napon na jednom panelu iznosi cca 45 V. Na AC strani zaštita od električnog udara riješena je automatskim isključenjem napajanja pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje (RCD) koji je predviđen u sklopnom ormaru.

**Ostalo** – Uređaj za isključenje električne instalacije radi mehaničkog održavanja postavljen je u niskonaponski razvodni ormar =NPV. U dijelu električnih instalacija koje treba isključiti u slučaju opasnosti predviđeno je ručno isključenje glavnog prekidača. Za zaštitu instalacija i korisnika od atmosferskih prenapona postavljeni su odvodnici prenapona u niskonaponski razvodni ormar =NPV.

**Važno: i nakon isključenja glavnog AC prekidača, svih izmjenjivača i polja s izmjenjivača, paneli proizvode napon sve dok ima svjetla te su polja i dalje pod naponom i kao takvi opasni za život!!!**

#### 4.5. Zaštita od buke

Elementi elektrotehničke instalacije koji su izvor buke (sklopnici, transformatori, izmjenjivači) trebaju biti u skladu s odnosnim normama za električnu opremu i kao takvi relativno su mali izvori buke, a najčešće su takvi elementi smješteni u ormare (razdjelnice) koji dodatno prigušuju tu buku ili su dislocirani od djelatnika. Oprema elektrane treba biti usklađena s pripadnim normama i pretpostavka je da su uvjeti buke zadovoljeni poštivanjem predmetnih normi.

#### 4.6. Gospodarenje energijom i očuvanje topline

Sunčana elektrana po prirodi stvari proizvodi neusporedivo više energije nego što troši u noćnom periodu (red veličine 5 W po izmjenjivaču) stoga je ovaj uvjet potpuno zadovoljen. Elektrana je na otvorenom i ne zahtjeva posebnu toplinsku zaštitu.

#### 4.7. Održiva uporaba prirodnih izvora

Pretpostavka je da sva projektirana oprema i dijelovi elektrotehničke instalacije zadovoljavaju odnosne norme. Oprema i instalacije predviđene su da traju u definiranom roku od 25 godina, prema važećem Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10). Ukupan volumen i masa elektrotehničkih instalacija zanemariva je u odnosu na ostatak građevine, a također je moguća i reciklaža korištenih sirovina nakon uklanjanja instalacije.

#### 4.8. Primijenjeni propisi i pravila u izradi projektne dokumentacije

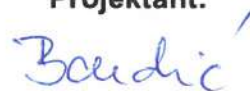
- Zakon o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19),
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18),
- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10),
- Zakon o zaštiti prirode (NN br. 80/13, 15/18, 14/19 i 127/19),
- Zakon o zaštiti okoliša (NN br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18 i 118/18),
- Zakon o energiji (NN br. 120/12, 14/14, 95/15 i 102/15),
- Zakon o tržištu električne energije (NN br. 111/21),
- Zakon o obveznim odnosima (NN br. 35/05, 41/08, 125/11, 78/15 i 29/18),
- Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18 i 14/21),
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN br. 78/15, 114/18 i 110/19),
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN br. 78/15, 118/18 i 110/19)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN br. 76/22),
- Zakon o normizaciji (NN br. 80/13),
- Zakon o mjeriteljstvu (NN br. 74/14 i 111/18),



- Zakon o zaštiti od neionizirajućeg zračenja (NN br. 91/10 i 114/18),
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN br. 80/13, 14/14 i 32/19),
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN br. 30/09, 139/10, 14/14 i 32/19),
- Zakon o građevnim proizvodima (NN br. 76/13, 30/14, 130/17, 39/19 i 118/20),
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 94/13, 73/17, 14/19 i 98/19),
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN br. 138/21),
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN br. 118/19 i 65/20),
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20 i 74/22),
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN br. 88/12),
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10),
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN br. 29/13 i 87/15),
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN br. 146/05),
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN br. 141/11),
- 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 br. 75/13),
- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN br. 43/16),
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN br. 28/16 i 88/19),
- Pravilnik o mjeriteljskim i tehničkim zahtjevima za mjerne transformatore u mjernim grupama za mjerenje električne energije (NN br. 11/06),
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN br. 88/15),
- Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN br. 146/14 i 31/19),
- Pravilnik o mjerama zaštite od buke izvora na otvorenom prostoru (NN br. 156/08),
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN br. 103/08, 147/09, 87/10 i 129/11),
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN br. 35/18 i 104/19),
- Pravilnik o održavanju građevine (NN br. 122/14 i 98/19),
- Pravila organiziranja tržišta električne energije (NN br. 107/19 i 36/20),
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN br. 48/18),
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 105/20),
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/08),
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN br. 143/21),
- Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (NN br. 28/00),
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV (NN br. 105/10),
- Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN br. 46/18 i 98/19),
- Pravilnik o sadržaju pisane Izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine (NN br. 43/14),
- Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja odnosno lokacijske dozvole (NN br. 115/11),
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevanosti mjera zaštite od požara (NN br. 56/12 i 61/12),
- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu (NN br. 88/11),
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN br. 81/20),
- Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN br. 114/15),

- Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom (NN br. 42/14, 48/14, 107/14, 139/14, 11/19 i 07/20),
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN br. 87/08 i 33/10),
- Popis hrvatskih norma u području niskonaponske opreme (NN br. 17/13),
- Popis hrvatskih norma iz područja elektromagnetske kompatibilnosti (NN br. 96/20)
- Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN br. 104/20 i 80/21),
- Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN br. 74/18 i 52/20),
- Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija (NN br. 116/18 i 60/20),
- Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu (NN br. 7/18)
- Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS 4/18)

**Projektant:**



Slavica Bardić, mag.ing.el.



**SLAVICA BARDIĆ**  
mag.ing.el.

**E 2279**

**OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE**

## 5. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Izvođač je dužan predočiti odgovarajuće dokaze o sukladnosti za sve ugrađene proizvode na građevini. Izvođač je po završetku radova dužan prikupiti ispitne protokole za izvedenu instalaciju. Po završetku radova izvođač je dužan sastaviti Potvrdu o uporabljivosti izvedene električne instalacije, Izjavu o završnom pregledu i ispitivanju električne instalacije i jednopolnu shemu spoja. Za radove na ugradnji podžbuknog i nadžbuknog instalacijskog materijala potrebna je PK radna snaga. Za spajanje instalacijskih vodova na trošila, u instalacijskim kutijama, sklopkama i priključnicama potrebna je KV radna snaga. Za radove na spajanju motorskih pogona, upravljačkih ormara i složenijih razdjelnica potrebna je VKV radna snaga. Radove na instalaciji sunčane elektrane mogu izvoditi samo ovlaštene instalateri.

### 5.1. Stručni nadzor

Investitor je dužan, u skladu sa Zakonom o gradnji osigurati ovlaštene stručni nadzor nad izvođenjem elektromontažnih radova. Sve radove treba izvesti prema glavnom ili izvedbenom projektu, a eventualne izmjene projekta mora odobriti projektant i nadzorni inženjer. Izvođač radova dužan je tijekom izvođenja radova ažurno voditi građevinski dnevnik. Upise u građevinski dnevnik upisuje odgovorna osoba koja vodi gradnju, odnosno pojedine radove (inženjer gradilišta ili voditelj radova). Osoba koja vodi dnevnik dužna je u njega svakodnevno upisivati podatke o usklađenosti i odstupanjima od uvjeta i načina gradnje odnosno izvođenja pojedinih radova u odnosu na zahtjeve iz projektne dokumentacije te tehničkih propisa i sl. Građevinski dnevnik treba svakodnevno ovjeravati nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer uzima i pohranjuje paricu svake ovjerene stranice dnevnika odmah po ovjeri te ih nakon završetka radova i kompletiranja građevinskog dnevnika predaje glavnom nadzornom inženjeru odnosno dalje Investitoru. Izvođač radova dužan je prije početka radova detaljno se upoznati s projektnom dokumentacijom i sve eventualne primjedbe pravovremeno dostaviti odgovornoj osobi Investitora ili nadzornom inženjeru. Izvođač je dužan sve izmjene nastale tijekom izvođenja radova (uz odobrenje nadzornog inženjera) zabilježiti te po završetku radova Investitoru predati izvedbeni projekt s ucrtanim izmjenama i dopunama sukladno stvarno izvedenim radovima ovjeren od ovlaštene osobe.

### 5.2. Pouzdanost

Pouzdanost ugrađene opreme valja kontrolirati sukladno uputama proizvođača. Kontrola pouzdanosti obavlja se tijekom redovitog održavanja jedanput godišnje. Naročitu pozornost valja posvetiti sljedećim radovima:

- kontrola momenta pritezanja vijčanih spojeva,
- kontrola spojnih mjesta kabela i sabirnica,
- jednom godišnje iskopiti i uklopiti sve sklopne aparate,
- kontrola i obnavljanje antikorozivne zaštite,
- podmazivanje okretnih elemenata,
- ispitivanje pouzdanosti tehničkih zaštitnih mjera što podrazumijeva sljedeće:
  - utvrđivanje neprekinutosti zaštitnog vodiča i vodiča za izjednačenje potencijala,
  - mjerenje impedancije kratkospojnog strujnog kruga,
  - mjerenje otpora rasprostiranja uzemljenja,

- mjerenje izolacijskog otpora,
- provjera efikasnosti zaštite automatskim isklapanjem napajanja.

### 5.3. Mehanička otpornost

Tijekom redovitog održavanja jednom u dvije godine kontrolira se mehanička otpornost ugrađene opreme kako slijedi:

- kontrola nosivih elemenata,
- kontrola okretnih elemenata,
- kontrola brtvećih elemenata,
- kontrola mehaničke zaštite,
- kontrola antikorozivne zaštite,
- kontrola toplinskog djelovanja struje na spojne elemente i izolatore.

### 5.4. Sigurnost od izazivanja požara

Sigurnost je postignuta izborom odgovarajuće opreme i materijala, načinom ugradnje te primjenom mjera određenih u uvjetima uređenja prostora.

Tijekom redovitog održavanja dva puta godišnje valja obaviti sljedeće:

- kontrola kablskih uvodnica,
- vizualna kontrola opreme.

### 5.5. Zahtjevi i odgovornosti

Izvođač je dužan provesti sljedeće aktivnosti:

- definiranje odgovornosti rukovodstva, organizacija gradilišta, imenovanje voditelja radova,
- provjera ovlaštenja, sposobnosti i opremljenosti izvoditelja s dovoljnim brojem stručnih djelatnika i alatima za pravovremeno i kvalitetno izvršenje posla,
- kontrola nabavne dokumentacije i nabavljenih materijala i opreme koji će biti ugrađeni. Sva oprema koja će se ugraditi prema projektu: fotonaponski moduli, izmjenjivač, razvodni ormari, prekidači, osigurači, vodiči, kabeli i ostalo mora biti od provjerenih proizvođača koji proizvode opremu prema važećim propisima i normama, te za nju mogu predložiti dokaze o kvaliteti.
- međufazna kontrola izvođenja radova mora se provoditi kontinuirano, a posebno prije puštanja pod napon. Izvoditelj je dužan sam provoditi kontrolu kvalitete radova neovisno o kontroli nadzornog inženjera. Također je dužan na vrijeme obavijestiti nadzornog inženjera ukoliko je od njega zahtijevana prisutnost u pojedinoj etapi izvođenja radova.
- montaža opreme i instalacije mora se izvesti prema ovom projektu kao i važećim propisima za izvođenje električnih instalacija. Izvoditelj je dužan prije početka radova proučiti projekt i ukoliko ustanovi da postoje odstupanja ili otežavajuće okolnosti za izvođenje mora predložiti usklađivanje ili zatražiti drugo rješenje od projektanta ili nadzornog inženjera.

- odstupanja od dokumentacije moraju biti evidentirana i odobrena od projektanta i nadzornog inženjera na gradilištu.
- uočeni nedostaci moraju se pravovremeno otklanjati, a ukoliko izvoditelj i pored upozorenja i zahtjeva nadzornog inženjera ne otkloni nedostatke te nastavi s nekvalitetnim izvođenjem radova, nadzorni inženjer će radove obustaviti i o tome obavijestiti naručitelja.
- kontrolne preglede provodi nadzorni inženjer ili druga ovlaštena osoba. Postupak i način kontroliranja i verifikacije svojstava električne instalacije definiran je Tehničkim propisom za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10). Prije priključenja građevine pod napon instalacije je potrebno ispitati od mjerodavnih stručnjaka s odobrenom mjernom opremom i prema propisanim postupcima te izraditi zapisnike o ispitivanju.
- dokumentaciju o izvršenim radovima izvoditelj je dužan voditi svakodnevno putem Građevinskog dnevnika u koji osim ostalog upisuje i sva nastala stanja bitna za kvalitetu radova. Završna dokumentacija o izvršenim radovima minimalno mora sadržavati:
  - građevinski dnevnik i građevinsku knjigu, potpisan od odgovorne osobe za izvođenje radova i nadzornog inženjera,
  - rješenja o imenovanjima odgovornih osoba za izvođenje radova i uvjerenje o stručnosti,
  - izjave o kvaliteti izvedenih radova,
  - izjave/isprave o sukladnosti ugrađenog materijala i opreme (atesti),
  - protokole i zapisnike o provedenim ispitivanjima.

## 5.6. Dokumentacija o kvaliteti izvedenih radova

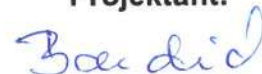
Izvođač je prije puštanja u pogon dužan dostaviti sljedeću dokumentaciju:

- izjava izvođača o:
  - izvedenim radovima i uvjetima održavanja električne instalacije (NN br. 43/14)
  - kvaliteti izvedenih radova i ugrađenog materijala
  - galvanskoj povezanosti svih metalnih masa i instalacija s temeljnim uzemljivačem
- projektna i ostala tehnička dokumentacija:
  - izmjene i dopune projektne dokumentacije
  - dokumentacija izvedenog stanja ili ucertane i ovjerene izmjene u originalnoj dokumentaciji
- dokumentacija o kvaliteti za ugrađene materijale, proizvode i opremu s popisom dokumentacije koja sadrži: broj dokumenta, datum izdavanja i naziv organizacije koja je izdala dokument. Dokumentacija o kvaliteti, te izjave/sprave o sukladnosti potrebni su minimalno za sljedeće materijale i opremu:
  - fotonaponske module
  - izmjenjivač DC/AC
  - kabele i vodiče
  - kableske police, instalacijske cijevi i pribor
  - zaštitne prekidače i osigurače
  - opremu za zaštitu od prenapona
  - razvodne ormare
  - pocinčanu traku i pribor za izradu uzemljenja i gromobrana

- sabirnice glavnog i dopunskog izjednačenja potencijala i pribor
- dokumentacija o provedenim mjerenjima, ispitivanjima i inspekcijama
  - prethodni pregled i ispitivanje u kojemu je obuhvaćeno:
    - provjera impedancije petlje između svakog faznog vodiča prema N i PE vodiču
    - provjera faznih i linijskih napona na mjestu priključka DC/AC izmjenjivača na postojeći NN električni razvod
  - Instalacije i kabele:
    - mjerenje otpora izolacije vodiča međufazno, prema N i PE vodičima (AC kabele)
    - ispitivanje neprekinutosti zaštitnog vodiča i izjednačenja potencijala u čitavoj instalaciji
    - provjera zaštite od indirektnog dodira
    - provjera zaštite od direktnog dodira (mehanička zaštita)
    - provjera ugrađene opreme po pitanju IP zaštite (prodora stranih tijela, vode i prašine)
    - pregled položaja i načina pričvršćenja ugrađene opreme (moduli, izmjenjivači, el. ormari)
    - pregled označavanja kabela na oba kraja (AC strana)
    - pregled označavanja i raspoznavanja N i PE vodiča
    - provjera kontinuiteta, polariteta i oznaka DC kabela od fotonaponskih modula do izmjenjivača
    - mjerenje napona svake serijske grupe (polje) FN modula DC voltmetrom (na mjernom opsegu do 1000 V). Međusobno usporediti izmjerene vrijednosti svake grupe. Istovremeno provjeriti i polaritet. Ovo mjerenje obavezno je izvesti prije priključenja kabela na izmjenjivač
  - instalacije gromobrana i uzemljenja:
    - mjerenje otpora uzemljenja sa svakog mjernog mjesta
    - kontrola neprekinutosti odvoda od hvataljki do uzemljivača
    - kontrola sustava sabirnica i vodiča za izjednačenje potencijala te mjerenje prelaznih otpora od uzemljivača preko sabirnica za izjednačenje potencijala do konačnih točaka priključenja
    - vizualni pregled uzemljenja FN modula
    - vizualni pregled uzemljenja izmjenjivača
    - vizualni pregled uzemljenja odvodnika prenapona i PEN vodiča u razvodnim ormarima.

Nakon prethodno navedenih ispitivanja, potrebno je pripremiti i provesti Plan i program ispitivanja postrojenja u pokusnom radu, čime će se provjeriti ispravnost postrojenja prema usklađenim kriterijima opskrbljivača distribucijskog sustava.

**Projektant:**



Slavica Bardić, mag.ing.el.



SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 6. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM



Sunčana elektrana treba na mjestu priključenja na javnu elektroenergetsku mrežu zadovoljiti uvjete kvalitete napona prema HRN EN 50160 i elektromagnetsku kompatibilnost prema HRN EN 61000. Sunčana elektrana ne smije ometati rad mrežnog tonfrekventnog signala i sustava daljinskog vođenja. Vrijednost ukupnog harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem sunčane elektrane na mjestu preuzimanja može iznositi najviše 2,5%.

Sunčana elektrana treba biti izvedena, održavana i vođena u pogonu tako da njen povratni utjecaj na mrežu, odnosno poremećaji i smetnje budu u granicama koje ne ugrožavaju propisanu razinu kvalitete opskrbe električnom energijom prema zahtjevima iz Mrežnih pravila distribucijskog sustava (NN br. 74/18 i 52/20).

### **Zakon o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) - Članak 135.**

(1) Izvođač na gradilištu, ovisno o vrsti građevine, odnosno radova, mora imati:

1. rješenje o upisu u sudski registar, odnosno obrtnicu i suglasnost za obavljanje djelatnosti građenja sukladno posebnom propisu
2. ugovor o građenju sklopljen između investitora i izvođača
3. akt o imenovanju glavnog inženjera gradilišta, inženjera gradilišta, odnosno voditelja radova
4. ugovor o stručnom nadzoru građenja sklopljen između investitora i nadzornog inženjera
5. građevinsku dozvolu s glavnim projektom, odnosno glavni projekt, tipski projekt, odnosno drugi propisani akt za građevine i radove određene pravilnikom iz članka 128. stavka 1. ovoga Zakona
6. izvedbeni projekt, ako je to propisano ovim Zakonom ili ugovoreno
7. izvješće o obavljenoj kontroli glavnog i izvedbenog projekta ako je to propisano
8. građevinski dnevnik
9. dokaze o svojstvima ugrađenih građevinskih proizvoda u odnosu na njihove bitne značajke, dokaze o sukladnosti ugrađene opreme i/ili postrojenja prema posebnom zakonu, isprave o sukladnosti određenih dijelova građevine temeljnim zahtjevima za građevinu, kao i dokaze kvalitete (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim procedurama kontrole kvalitete i dr.) za koje je obveza prikupljanja tijekom izvođenja građevinskih i drugih radova za sve izvedene dijelove građevine i za radove koji su u tijeku određena ovim Zakonom, posebnim propisom ili projektom
10. elaborat iskolčenja građevine
11. propisanu dokumentaciju o gospodarenju otpadom sukladno posebnim propisima koji uređuju gospodarenje otpadom.

(2) Dokumentacija iz stavka 1. ovoga članka mora biti napisana na hrvatskom jeziku latiničnim pismom.

(3) Dokumentacija iz stavka 1. podstavaka 6., 7., 8. i 9. ovoga članka nakon završetka građenja dužan je trajno čuvati investitor, odnosno vlasnik građevine.

### **Gospodarenje građevinskim otpadom**

Sukladno *pravilniku* građevni otpad koji je nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina te otpad nastao od iskopanog materijala ne smije se odložiti na mjestu nastanka kao niti na lokacijama koje nisu za to predviđene. Građevinski otpad potrebno je zbrinuti u reciklažnom dvorištu za građevinski otpad u kojem se taj otpad razvrstava, mehanički obrađuje i privremeno skladišti.

**Projektant:**

Slavica Bardić, mag.ing.el.

SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 7. PROJEKTANTSKA PROCJENA TROŠKOVA

## Opće napomene:

1. Kod izrade ponude detaljno pročitati tehnički opis i pregledati nacрте, te tražiti eventualno potrebna pojašnjenja prije davanja ponude.
2. Za sve eventualne primjedbe u pogledu izvođenja i troškovnika, obratiti se prije izrade i predaje ponude investitoru / projektantu.
3. Izvođač je dužan izraditi projekt izvedenog stanja s naznačenim izmjenama u odnosu na projektnu dokumentaciju te istu isporučiti investitoru u tiskanom i elektronskom primjerku.
4. Obveza izvođača zatvoriti je sve prodore u zidovima/krovovima prema pravilima struke ovisno radi li se o požarnim ili običnim zidovima.
5. Izvođač je dužan radove koji su predmet ugovora izvoditi kvalitetno prema važećim propisima, pravilima struke i troškovniku radova, te pravovremeno upozoriti u pisanoj formi Investitora na eventualno uočene nedostatke i greške u projektu koje bi mogle utjecati na ispravnost, tj. sigurnost građevine, život i zdravlje ljudi ili susjedne građevine.
6. Izvođač je dužan prema važećim propisima provoditi zaštitu na radu radi pravovremenog otklanjanja opasnosti za sigurnost radova, opreme i materijala, radnika, prolaznika, prometa, susjednih građevina i okoliša. Troškove za provedbu ovih mjera snosi Izvođač.

Projektantska procjena troškova fotonaponske elektrane iznosi:

Tablica 10. Procjena troškova fotonaponske elektrane

Stavka	Cijena [kn]
GRAĐEVINSKI I BRAVARSKI RADOVI I MATERIJAL	12.000,00 kn
ELEKTRO MATERIJAL I OPREMA	42.000,00 kn
ELEKTROMONTAŽNI RADOVI	7.000,00 kn
MJERENJE, ISPITIVANJE, PODEŠAVANJE I PUŠTANJE U POGON	4.000,00 kn
STRUČNI NADZOR	3.000,00 kn
<b>UKUPNO</b>	<b>68.000,00 kn</b>

Projektant:



Slavica Bardić, mag.ing.el.

SLAVICA BARDIĆ  
mag.ing.el.

E 2279

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 8. PRILOZI

## 8.1. Fotonaponski modul Solvis SV72-330



Vrijednosti parametara pri standardnim testnim uvjetima (STC)

MODEL		SV72-310	SV72-315	SV72-320	SV72-325	SV72-330
Vršna snaga $P_{MPP}$	[W]	310	315	320	325	330
Dozvoljeno odstupanje	[W]			-0/+4,9		
Struja kratkog spoja $I_{sc}$	[A]	8,63	8,68	8,76	8,80	8,87
Napon praznog hoda $U_{oc}$	[V]	44,64	45,14	45,58	45,72	46,08
Nazivna struja $I_{MPP}$	[A]	8,28	8,35	8,38	8,43	8,50
Nazivni napon $U_{MPP}$	[V]	37,73	37,84	38,39	38,59	38,86
Dozvoljeno odstupanje napona i struje	[%]			± 3		
Učinkovitost modula	[%]	15,98	16,23	16,49	16,75	17,01

STC: 1000W/m<sup>2</sup> osvijetljenje, 25 °C temperatura ćelije, AM1,5 g optička masa zraka, brzina vjetrova EN 60904-3  
 Prosječni pad učinkovitosti od 3,8 % pri insolaciji od 200 W/m<sup>2</sup> prema normi EN 60904-1

Vrijednosti parametara u točki NOCT

MODEL		SV72-310	SV72-315	SV72-320	SV72-325	SV72-330
Vršna snaga $P_{MPP}$	[W]	225,5	228,1	232,2	234,8	238,4
Dozvoljeno odstupanje	[W]			-0/+4,9		
Struja kratkog spoja $I_{sc}$	[A]	6,98	7,02	7,08	7,11	7,17
Napon praznog hoda $U_{oc}$	[V]	40,7	41,1	41,5	41,6	42,0
Nazivna struja $I_{MPP}$	[A]	6,69	6,75	6,77	6,83	6,87
Nazivni napon $U_{MPP}$	[V]	33,7	33,8	34,3	34,4	34,7

NOCT: 800 W/m<sup>2</sup> osvijetljenje, 20 °C ambijentalna temperatura, 1 m/s brzina vjetrova

MEHANIČKI PODACI

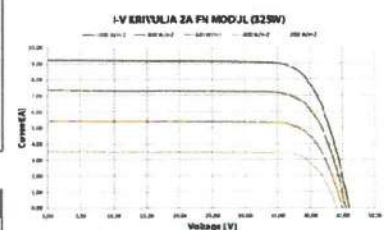
Dimenzije (V x Š x D)	[mm]	1956 x 992 x 40
Masa	[kg]	22,5
Broj i vrsta ćelija		72 ćelije, polikristalini Si, 156 x 156 mm +/- 1mm
Enkapsulacija ćelija		Etilen-vinil acetat (EVA)
Staklo		3,2 mm kaljeno sunčano staklo
Pozadina		Višeslojna poliesterska folija
Okvir		Okvir od anodiziranog aluminija s dvostrukom stjenkom i otvorima za drenažu
Priključna kutija		IP67 s 3 Bypass diode
Priključni kablovi		Kabel 4mm <sup>2</sup> , dužina 1000mm

RADNI UVJETI

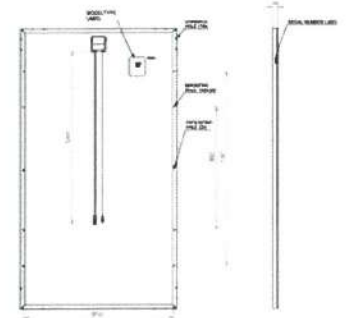
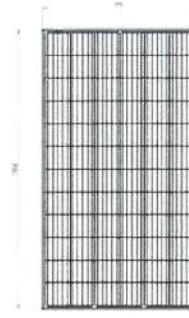
Temperaturno područje	[°C]	-40 to +85
Maksimalni napon sustava	[V]	1000
Najveća dopuštena peakna struja odgođena po nizu fotonaponskih modula		15A
Najveća dopuštena reverzna struja		15A
Maksimalno opterećenje		tipično do 3400 Pa (osvijetljena strana 5400 Pa, stražnja strana 2400 Pa)
Otpornost na udar		100mm promjera 25mm pri brzini 23 m/s

TEMPERATURNJA SVOJSTVA

Temperaturni koeficijent: snage $P_{MPP}$	[%/K]	-0,41
Temperaturni koeficijent: struje $I_{sc}$	[%/K]	0,05
Temperaturni koeficijent: napona $U_{oc}$	[%/K]	0,31

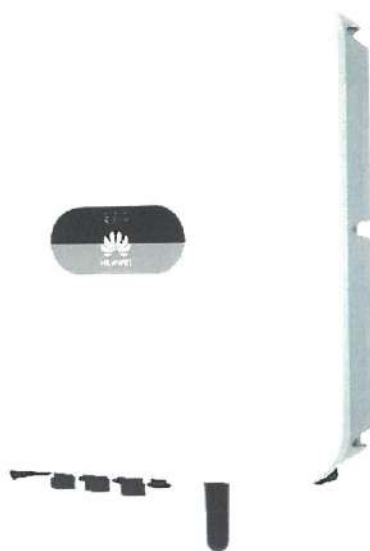


NAPOMENA: Za sveze moduli SV72-XXX napona i struja mogu varirati ovisno o odabiranju, sa sjajni XXX (YYY = dvoja), F za čelični okvir, B za aluminijev okvir i čemu poliesterska folija, R za čelični okvir i čemu poliesterska folija



## 8.2. Izmjenjivač SUN2000-6KTL-L1

### Smart Energy Controller



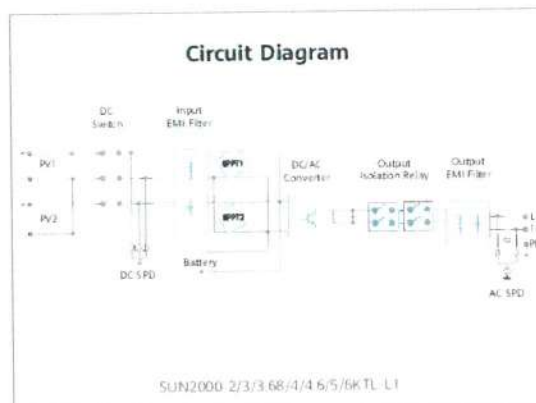
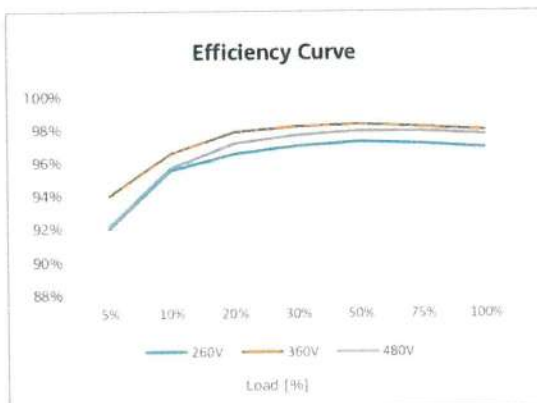
**Active Safety**  
 AI Powered  
 Active Arcing Protection



**Higher Yields**  
 Up to 30% More  
 Energy with Optimizer



**2x POWER Battery Ready**  
 5KW AC Output plus  
 5KW Battery Charge



SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1  
**Technical Specification**

Technical Specification	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1
<b>Efficiency</b>							
Max. efficiency	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
European weighted efficiency	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %
<b>Input (PV)</b>							
Recommended max. PV power <sup>1)</sup>	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Max. input voltage				600 V <sup>2)</sup>			
Start-up voltage				100 V			
MPPT operating voltage range				90 V - 560 V <sup>2)</sup>			
Rated input voltage				360 V			
Max. input current per MPPT				12.5 A			
Max. short-circuit current				18 A			
Number of MPPT trackers				2			
Max. input number per MPPT tracker				1			
<b>Input (DC Battery)</b>							
Compatible Battery	LG Chem RESU 7H, R / 10H, R						
Operating voltage range	350 - 450 Vdc						
Max. operating current	10 A @7H, R / 15 A @10H, R						
Max. charge power	3,500 W @7H, R / 5,000 W @10H, R						
Max. discharge Power @7H, R	2,200 W	3,300 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W	3,500 W
Max. discharge Power @10H, R	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Compatible Battery	HUAWEI Smart LUNA2000 ESS Battery 5kWh - 30kWh						
Operating voltage range	350 - 560 Vdc						
Max. operating current	15 A						
Max. charge Power	5,000 W <sup>3)</sup>						
Max. discharge Power	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
<b>Output (On Grid)</b>							
Grid connection	Single phase						
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W <sup>4)</sup>	5,000 W
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA <sup>4)</sup>	5,500 VA <sup>4)</sup>	6,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz						
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A <sup>4)</sup>	25 A <sup>4)</sup>	27.3 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %						
<b>Output (Off Grid)</b>							
Backup Box (Optional)	Backup Box - B0						
Maximum apparent power	2,000 VA	3,000 VA	3,680 VA	4,000 VA	4,600 VA	5,000 VA	5,000 VA
Rated output voltage	220 V / 230 V						
Maximum output current	9.1 A	13.6 A	16.7 A	18.2 A	20.9 A	22.7 A	22.7 A
Power factor range	0.8 leading ... 0.8 lagging						

<sup>1)</sup> Ispitane su sve opcije izlaza od 1000W do 5000W, ali su svi izlazi isprobani na 2000W. Sve opcije izlaza su isprobane na 230V.  
<sup>2)</sup> Sve opcije izlaza su isprobane na 230V. Sve opcije izlaza su isprobane na 50Hz.  
<sup>3)</sup> Sve opcije izlaza su isprobane na 230V. Sve opcije izlaza su isprobane na 50Hz.  
<sup>4)</sup> Sve opcije izlaza su isprobane na 230V. Sve opcije izlaza su isprobane na 50Hz.



SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1  
**Technical Specification**

Technical Specification

SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1
---------------------	---------------------	------------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------

**Protection & Feature**

Anti-Islanding protection	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
Insulation monitoring	Yes
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
Residual current monitoring	Yes
AC overcurrent protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
AC overvoltage protection	Yes
Over heat protection	Yes
Arc fault protection	Yes
Battery reverse charging from grid	Yes

**General Data**

Operating temperature range	-25 ~ +60 °C
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Cooling	Natural convection
Display	LED indicators; integrated WLAN + FusionSolar APP
Communication	RS485, WLAN via inverter built-in WLAN module Ethernet via Smart Dongle WLAN FE (Optional); 4G / 3G / 2G via Smart Dongle 4G (Optional)
Weight (incl. mounting bracket)	12.0 kg (26.5 lb)
Dimension (incl. mounting bracket)	365mm * 365mm * 156 mm (14.4 x 14.4 x 6.1 inch)
Degree of protection	IP65
Nighttime power consumption	< 2.5 W

**Optimizer Compatibility**

DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P
------------------------------	----------------

**Standard Compliance (more available upon request)**

Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE AR-N 4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C.15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116

### 8.3. Solarni kabel PV1-F

## Solarni kabel PV1-F

Jednožilini fleksibilni kabel za fotonaponske i solarne sustave do 1,8 kV, izoliran HEPR-om

**norme:** IEC 60332-1-2  
 EN 50267-1-2  
 EN 50267-2-2  
 EN 60216  
 TÜV

Kabeli i vodiči bez halogena



#### Tehnički podaci

##### Granični temperaturni uvjeti:

- fiksno ugrađeni: -40 °C do +90 °C
- min. temperatura kabela pri savijanju/ugradnji: 40 °C
- maksimalna radna temperatura: 120 °C
- kod kratkog spoja maksimalno 5 s: do 250 °C

**Nazivni napon AC:**  $U_0/U = 0,7/1,2$  kV

**Nazivni napon DC:**  $U_0/U = 0,9/1,8$  kV

**Ispitni napon AC:** 6kV

**Ispitni napon DC:** 10kV

##### Maksimalna sila naprezanja Cu vodiča:

- tijekom rada: 15 N/mm<sup>2</sup>
- tijekom polaganja: 50 N/m<sup>2</sup>

##### Minimalni unutarnji polumjer savijanja: 4D

(D = vanjski promjer kabela)

##### Svojstva kabela u požaru:

**Samogasivost (flame retardant):** prema IEC 60332-1 / EN 60332-1 (prije EN 50265-2-1) / VDE 0482-332-1

**Bez širenja plamena u okomitom snopu kabela (no flame propagation):** prema IEC 60332-3 / EN 50266-1, 2 / DIN VDE 0482-266-2-4 (isto kao DIN VDE 0472 dio 804 test metoda C)

**Bezhalogenost:** prema IEC 60754-1 / EN 50267-1, 2-1 / DIN VDE 0482-267-1, 2-1 (isto kao DIN VDE 0472 dio 815)

**Nekorozivni plinovi izgaranja:** prema IEC 60754-2 / EN 50267-2-2 / DIN VDE 0482-267-2-2 (isto kao DIN VDE 0472 dio 813)

**Niska gustoća dima:** prema IEC 61034-2 / EN 61034-2 (prije EN 50268) / DIN VDE 0482-1034-2 (isto kao DIN VDE 0472 dio 816) - vidljivost > 70%

#### Konstrukcija

1. **Vodič:** pokositreni finožični bakreni vodič, klasa 5, prema EN 60228
2. **Izolacija:** HEPR 120°C slično kao IEC 60502-1 (tip E16/E18)
3. **Plašt:** umrežena (unakrsno povezana) smjesa M21

• **boja plašta:** crna, crvena ili plava

**Označavanje bojom žila u kabelima:** bijela, crvena, plava

##### Prednosti:

Otporan na atmosferske utjecaje prema EN50396

Otporan na UV zračenje prema HD605/A1

Kabel je testiran na izdržljivost prema EN 60216 (naznačeno u 2P fg 169/08.2007)

##### Standardno izlaganje uz:

- stalnu temperaturu 120°C: 20000h ( 2,3 godine )
- stalnu temperaturu 90°C: 263000h (30 godina )



#### Primjena

Jednožilini fleksibilni kabeli pogodni za fotonaponske i solarne panele s izolacijom umreženih polimera i bezhalogenog plašta. Testirano na više od 25 godina vijeka trajanja. Ovi kabeli mogu biti korišteni do 1800V. Kabel je pogodan za međupovezivanje raznih elemenata fotonaponskih sustava, za vanjske i unutarnje fiksne instalacije te nezaštićene cijevi. Za izravno ili neizravno podzemno polaganje.

Dimenzije – broj žila x presjek vodiča	Konstrukcija pojedinog vodiča (br. žilica x promjer)	Vanjski promjer	Debljina izolacije	Debljina plašta	Otpor vodiča pri 20 °C	Strujno opterećenje	Težina Cu	Težina kabela	Pakovanje*
nazivno N x mm <sup>2</sup>	nazivno n x mm	približno mm	nazivno mm	nazivno mm	maks Ω/km	nazivno A	kg/km	približno kg/km	
1 x 1,5	30 x 0,25	5,1	1,6	0,7	13,3	30	14,4	38,4	REZ
1 x 2,5	50 x 0,25	5,4	2,0	0,7	7,98	41	24	45,4	REZ
1 x 4	56 x 0,30	6,2	2,5	0,7	4,95	55	38,4	60,1	REZ
1 x 6	84 x 0,30	6,9	3,1	0,7	3,30	70	57,6	90,7	REZ
1 x 10	80 x 0,40	8,2	4,1	0,7	1,91	98	96	131,1	REZ
1 x 16	128 x 0,40	9,3	5,2	1,0	1,21	132	153,6	187,1	REZ
1 x 25	200 x 0,40	10,8	6,5	0,9	0,78	176	240	276,1	REZ
1 x 35	280 x 0,40	12,1	8,0	0,9	0,554	218	336	368,8	REZ
1 x 50	400 x 0,40	14,8	9,0	1,0	0,386	276	480	557	REZ
1 x 70	356 x 0,50	16,9	11,0	1,1	0,272	347	672	767	REZ
1 x 95	485 x 0,50	18,7	12,7	1,1	0,206	416	912	989,6	REZ
1 x 120	614 x 0,50	20,7	13,7	1,1	0,161	488	1152	1232,8	REZ

Kabeli i vodiči bez halogena

\*1) Pakovanje: REZ – kabel je u različitim duljinama na bubnju ili šouli i moguće ga je rezati na željenu duljinu



## 8.4. Energetski i signalni 0,6/1 kV kabel NYY

# NY Y

Energetski i signalni 0,6/1 kV kabel izoliran i  
 oplašten PVC-om

JUS-oznaka: **PP00**  
 IEC tipska oznaka: Cu/PVC/PVC  
**norme:** HRN HD 603 S1  
 IEC 60502-1  
 DIN VDE 0276 dio 603  
 Kabeli sa 6 i više vodiča: HRN HD 627 S1; DIN VDE 0276-627

N – u skladu s DIN VDE standardom  
 Y – PVC izolacija  
 Y – PVC plašt

Energetski kabeli  
 1-30 kV



### Tehnički podaci

**Granični temperaturni uvjeti:**

- fiksno ugrađeni: -30 °C do +70 °C
- pr. savijanju/polaganju: -5 °C do +50 °C
- kod kratkog spoja maks. 5 s: do 160 °C

**Nazivni napon:**  $U_0/U = 0,6/1$  kV

**Ispitni napon:** 4 kV

**Maksimalan radni napon u trofaznim sustavima:** 1,2 kV

**Maksimalna sila naprezanja Cu vodiča:** 50 N/mm<sup>2</sup>

**Otpornost prema gorenju:** Kabel je samogasiv prema **IEC 60332-1** / EN 60332-1 (prije EN 50265-2-1) / VDE 0482-332-1 (prije VDE 0482-265-2-1, isto DIN VDE 0472 dio 804 test metoda B)

**Minimalni unutarnji polumjer savijanja:** (D = vanjski promjer kabela)

- 15D jednožilni
- 12D višežilni

### Konstrukcija

1 **Vodič:** Cu, klase 1 ili 2 prema HRN HD 383 / IEC 60228 / DIN VDE 0295

**a)** klasa 1: puni, okrugli (RE) ili sektorski (SE)

**b)** klasa 2: višežični použeni, okrugli (RM) ili sektorski (SM); višežični iznad 50 mm<sup>2</sup> su zbijeni

2 **Izolacija:** PVC smjesa DIV-4 prema HRN HD 603.1

3 **Ispuna:** brizgana elastomerna ili plastomerna mješavina ili omotane termoplastične vrpce

3 **Plašt:** PVC smjesa DMV-5 prema HRN HD 603.1

• **boja plašta:** crna.



**Označavanje bojom žila u kabelima:** prema HRN HD 308 S2 / VDE 0293-308

Broj žila	Sa zaštitnim vodičem	Bez zaštitnog vodiča
1	NYJ	NYO
2	z-z	crn ●
3	z-z	pl ●, sm ●
4	z-z	sm ●, crn ●, siv ●
5	z-z	pl ●, sm ●, crn ●, siv ●
> 5	NYJZ	NYOZ
	z-z	crn ● s bijelim brojkama ●

### Primjena

Energetski distribucijski i signalni kabel za statičnu upotrebu na otvorenom (sa zaštitom od direktnog ultraljubičastog zračenja), pod zemljom, u vodi, unutar objekata, u kabelskim kanalima, u betonu, u uvjetima gdje se ne očekuju teža mehanička opterećenja, pogotovo vlačna istezanja.

Upotrebljava se u elektranama, trafostanicama, industrijskim pogonima, gradskim mrežama i drugim električnim postrojenjima te za povezivanje signalnih uređaja u industriji, prometu i sl.

**Energetski NYY-J, NYY-O**

Dimenzije – broj žila x presjek vodiča	Izvedba	Konstrukcija pojedinih vodiča (br. žiica x prom.)	Vanjski promjer	Debljina izolacije	Debljina ispune	Debljina plašta	Otpor vodiča pri 20 °C	Strujno opterećenje (u zraku)	Strujno opterećenje (u zemlji)	Struja kratkog spoja Is	Dopuštena sila naprezanja	Specifični induktivitet	Težina Cu	Težina kabela	Pakovanje*
N x mm <sup>2</sup>		nazivno n x mm	min - maks mm	mm	mm	mm	maks Ω/km	A	A	kA	N	mV/km	kg/km	prib. kg/km	
1 x 4	RE	1 x 2,25	9,0 - 11,0	1,0		1,8	4,61	37	50	0,46	200	0,459	38,4	110	REZ
1 x 6	RE	1 x 2,76	9,0 - 11,0	1,0		1,8	3,08	47	62	0,69	300	0,431	57,6	130	REZ
1 x 10	RE	1 x 3,56	10,0 - 12,0	1,0		1,8	1,83	64	83	1,15	500	0,399	96	180	REZ
1 x 16	RE	1 x 4,51	10,0 - 13,0	1,0		1,8	1,15	84	107	1,84	800	0,371	153,6	240	REZ
1 x 25	RM	7 x 2,13	12,0 - 15,0	1,2		1,8	0,727	114	138	2,87	1250	0,350	240	350	REZ
1 x 35	RM	7 x 2,52	13,0 - 16,0	1,2		1,8	0,524	139	164	4,02	1750	0,333	336	460	REZ
1 x 50	RM	19 x 1,83	14,0 - 17,0	1,4		1,8	0,387	169	195	5,75	2500	0,325	480	600	REZ
1 x 70	RM	19 x 2,17	16,0 - 19,0	1,4		1,8	0,268	213	238	8,05	3500	0,309	672	800	REZ
1 x 95	RM	19 x 2,52	18,0 - 21,0	1,6		1,8	0,193	264	286	10,90	4750	0,302	912	1100	REZ
1 x 120	RM	37 x 2,03	19,0 - 22,0	1,6		1,8	0,153	307	325	13,80	6000	0,294	1152	1350	REZ
1 x 150	RM	37 x 2,27	21,0 - 25,0	1,8		1,8	0,124	352	365	17,20	7500	0,290	1440	1650	REZ
1 x 185	RM	37 x 2,52	23,0 - 27,0	2,0		2,0	0,0991	406	413	21,30	9250	0,287	1776	2000	REZ
1 x 240	RM	61 x 2,24	26,0 - 30,0	2,2		2,0	0,0754	483	479	27,60	12000	0,281	2304	2600	REZ
1 x 300	RM	61 x 2,50	28,0 - 32,0	2,4		2,0	0,0601	557	541	34,50	15000	0,279	2880	3200	REZ
1 x 400	RM	61 x 2,89	32,0 - 37,0	2,6		2,0	0,047	646	614	41,20	20000	0,275	3840	4100	REZ
1 x 500	RM	61 x 3,23	35,0 - 40,0	2,8		2,1	0,0366	747	693	51,50	25000	0,272	4800	5200	REZ
1 x 630	RM	91 x 2,97	41,0 - 45,0	2,8		2,2	0,0283	858	777	64,00	31500	0,271	6048	6650	REZ
2 x 1,5	RE	1 x 1,38	11,0 - 13,0	0,8		1,8	12,1	20	32	0,173	150		28,8	190	REZ
2 x 2,5	RE	1 x 1,78	12,0 - 14,0	0,8		1,8	7,41	27	42	0,288	250		48	230	REZ
2 x 4	RE	1 x 2,25	13,0 - 15,0	1,0		1,8	4,61	37	54	0,46	400		76,8	310	REZ
2 x 6	RE	1 x 2,76	14,0 - 16,0	1,0		1,8	3,08	48	68	0,69	600		115,2	380	REZ
2 x 10	RE	1 x 3,56	16,0 - 18,0	1,0		1,8	1,83	66	80	1,15	1000		192	510	REZ
2 x 16	RE	1 x 4,51	18,0 - 20,0	1,0		1,8	1,15	78	101	1,84	1600		307,2	705	REZ
2 x 25	RM	7 x 2,13	22,2	1,2		1,8	0,727	114	138	2,87	2500		480	1010	REZ
2 x 35	RM	7 x 2,52	24,4	1,2		1,8	0,524	139	164	4,02	3500		672	1285	REZ
3 x 1,5	RE	1 x 1,38	11,0 - 14,0	0,8	1,0	1,8	12,1	19,5	27	0,17	225	0,343	43,2	190	REZ
3 x 2,5	RE	1 x 1,78	12,0 - 15,0	0,8	1,0	1,8	7,41	25	36	0,29	375	0,317	72	240	REZ
3 x 4	RE	1 x 2,25	14,0 - 17,0	1,0	1,0	1,8	4,61	34	47	0,46	600	0,316	115,2	330	REZ
3 x 6	RE	1 x 2,76	15,0 - 18,0	1,0	1,0	1,8	3,08	43	59	0,69	900	0,298	172,8	420	REZ
3 x 10	RE	1 x 3,56	17,0 - 20,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	1500	0,278	288	580	REZ
3 x 10	RM	7 x 1,35	17,0 - 20,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	1500	0,278	288	580	REZ
3 x 16	RE	1 x 4,51	18,0 - 21,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	103	1,84	2400	0,267	460,8	810	REZ
3 x 16	RM	7 x 1,70	18,0 - 21,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	103	1,84	2400	0,262	460,8	810	REZ
3 x 25	RM	7 x 2,13	24,0 - 27,0	1,2	1,0	1,8	0,727	106	133	2,87	3750	0,257	720	1300	REZ
3 x 35	SM	7 x 2,52	22,0 - 25,0	1,2	1,2	1,8	0,524	129	159	4,02	5250	0,248	1008	1400	REZ
3 x 50	SM	19 x 1,83	25,0 - 29,0	1,4	1,6	1,8	0,387	157	188	5,75	7500	0,247	1440	1800	REZ
3 x 70	SM	19 x 2,17	29,0 - 34,0	1,4	1,8	2,0	0,268	199	232	8,05	10500	0,238	2016	2400	REZ
3 x 95	SM	19 x 2,52	33,0 - 37,0	1,6	2,0	2,1	0,193	246	280	10,90	14250	0,238	2736	3300	REZ
3 x 120	SM	37 x 2,03	35,0 - 40,0	1,6	2,0	2,2	0,153	285	318	13,80	18000	0,233	3456	4000	REZ
3 x 150	SM	37 x 2,27	39,0 - 44,0	1,8	2,0	2,3	0,124	326	359	17,20	22500	0,233	4320	4900	REZ
3 x 185	SM	37 x 2,52	45,0 - 50,0	2,0	2,0	2,5	0,0991	374	406	21,30	27750	0,233	5328	6500	REZ
3 x 240	SM	61 x 2,24	50,0 - 55,0	2,2	2,0	2,7	0,0754	445	473	27,60	36000	0,231	6912	8300	REZ
3 x 25 + 16	RM/RE	7 x 2,13	25,0 - 31,0	1,2	1,0	1,8	0,727	106	133	2,87	4550	0,274	873,6	1500	REZ
3 x 35 + 16	SM/RE	7 x 2,52	25,0 - 32,0	1,2	1,2	1,8	0,524	129	159	4,02	6050	0,261	1161,6	1700	REZ
3 x 50 + 25	SM/RM	19 x 1,83	28,0 - 35,0	1,4	1,6	1,9	0,387	157	188	5,75	8750	0,263	1680	2300	REZ
3 x 70 + 35	SM/SM	19 x 2,17	31,0 - 38,0	1,4	1,8	2,0	0,268	199	232	8,05	12250	0,254	2352	2800	REZ
3 x 95 + 50	SM/SM	19 x 2,52	36,0 - 43,0	1,6	2,0	2,2	0,193	246	280	10,90	16750	0,253	3216	3800	REZ
3 x 120 + 70	SM/RM	37 x 2,03	37,0 - 45,0	1,6	2,0	2,3	0,153	285	318	13,80	21500	0,250	4128	4700	REZ
3 x 150 + 70	SM/SM	37 x 2,27	42,0 - 50,0	1,8	2,0	2,4	0,124	326	359	17,20	26000	0,247	4992	5600	REZ
3 x 185 + 95	SM/SM	37 x 2,52	44,0 - 52,0	2,0	2,0	2,6	0,0991	374	406	21,30	32500	0,248	6240	7400	REZ
3 x 240 + 120	SM/SM	61 x 2,24	46,0 - 54,0	2,0	2,0	2,8	0,0754	445	473	27,60	42000	0,245	8064	9600	REZ
3 x 300 + 150	SM/SM	61 x 2,50	63,0 - 71,0	2,0	2,0	2,9	0,0601	511	535	34,50	52500	0,245	10080	11200	REZ

Energetski kabeli  
1-30 kV

# NYN

Energetski i signalni 0,6/1 kV kabel izoliran i  
 oplašten PVC-om

Energetski kabeli  
 1-30 kV

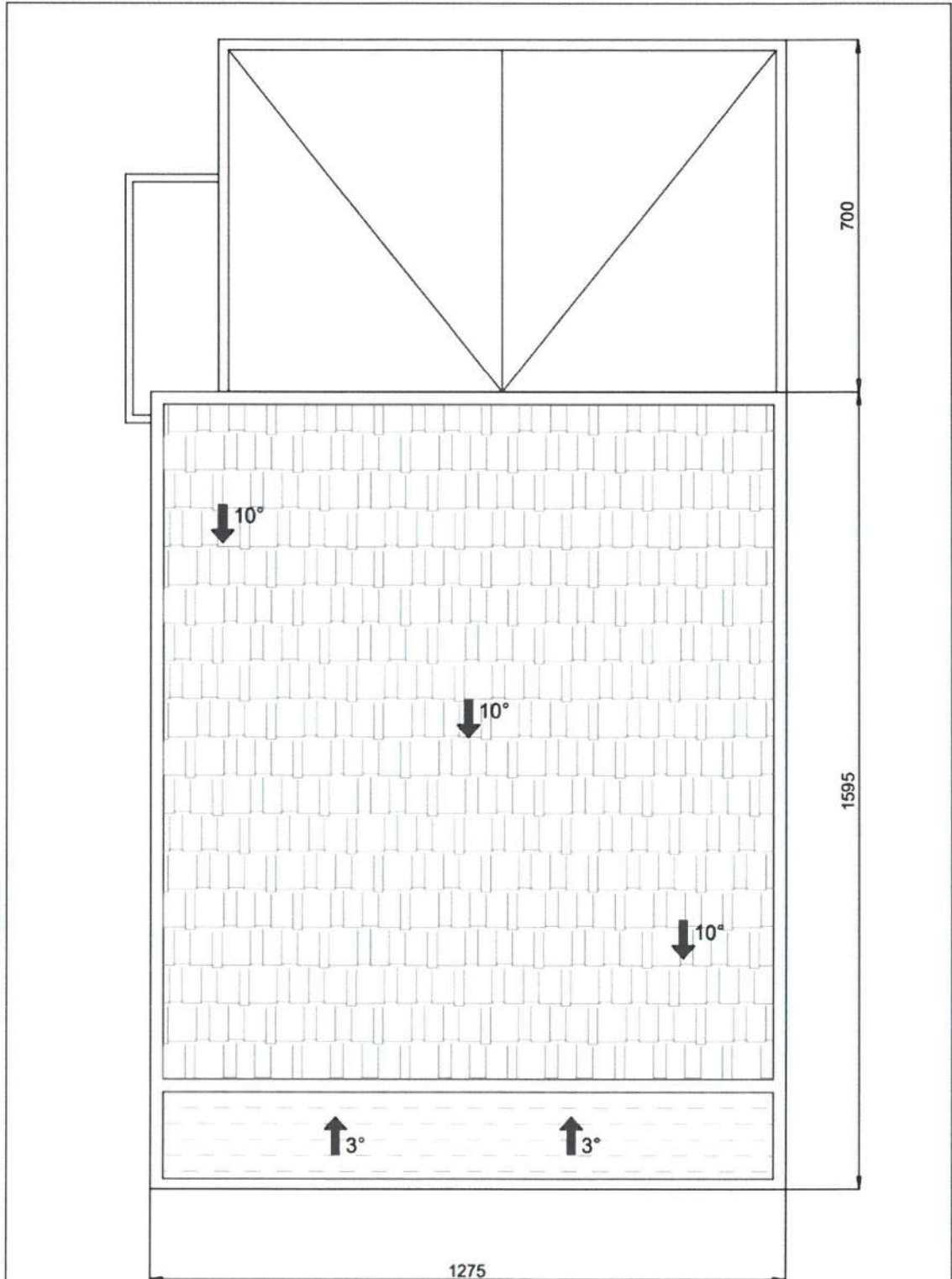
Dimenzije – broj žila x presjek vodiča	Izvedba	Konstrukcija pojednog vodiča (br. žilica x prom.)	Vanjski promjer	Debljina izolacije	Debljina ispune	Debljina plašta	Otpor vodiča pri 20 °C	Strujno opterećenje (u zraku)	Strujno opterećenje (u zemlji)	Struja kratkog spoja I <sub>s</sub>	Dopuštena sila napetanja	Specifični induktivitet	Težina Cu	Težina kabeža	Pakovanje*
nazivno N x mm <sup>2</sup>		nazivno n x mm	min - maks mm	naz mm	naz mm	naz mm	maks Ω/km	naz A	naz A	naz kA	maks N	nazivno ml/km	kg/km	kg/km	orib
4 x 4	RE	1 x 2,25	15,0 - 19,0	1,0	1,0	1,8	4,61	34	47	0,46	800	0,339	153,6	400	REZ
4 x 6	RF	1 x 2,76	16,0 - 20,0	1,0	1,0	1,8	3,08	43	59	0,69	1200	0,321	230,4	510	REZ
4 x 10	RE	1 x 3,56	18,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2000	0,301	384	720	REZ
4 x 10	RM	7 x 1,35	18,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2000	0,301	384	720	REZ
4 x 16	RE	1 x 4,51	21,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	3200	0,285	614,4	1050	REZ
4 x 16	RM	7 x 1,70	21,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	3200	0,285	614,4	1050	REZ
4 x 25	RM	7 x 2,13	25,0 - 32,0	1,2	1,0	1,8	0,727	106	133	2,87	5000	0,280	960	1600	REZ
4 x 35	SM	7 x 2,52	27,0 - 34,0	1,2	1,2	1,9	0,524	129	159	4,02	7000	0,271	1344	1750	REZ
4 x 50	SM	19 x 1,83	29,0 - 36,0	1,4	1,6	1,9	0,387	157	188	5,75	10000	0,270	1920	2300	REZ
4 x 70	SM	19 x 2,17	33,0 - 40,0	1,4	1,8	2,1	0,268	199	232	8,05	14000	0,262	2688	3100	REZ
4 x 95	SM	19 x 2,52	38,0 - 45,0	1,6	2,0	2,2	0,193	246	280	10,90	19000	0,261	3648	4200	REZ
4 x 120	SM	37 x 2,03	41,0 - 49,0	1,6	2,0	2,2	0,153	285	318	13,80	24000	0,256	4608	5200	REZ
4 x 150	SM	37 x 2,27	46,0 - 54,0	1,8	2,0	2,4	0,124	326	359	17,20	30000	0,256	5760	6400	REZ
4 x 185	SM	37 x 2,52	51,0 - 59,0	2,0	2,0	2,6	0,0991	374	406	21,30	37000	0,256	7104	8050	REZ
4 x 240	SM	61 x 2,24	57,0 - 65,0	2,2	2,0	2,8	0,0754	445	473	27,60	48000	0,254	9216	11000	REZ
4 x 300	SM	61 x 2,50	63,4	2,4		3,0	0,0601				60000		11520	13245	REZ
5 x 1,5	RE	1 x 1,38	13,0 - 16,0	0,8	1,0	1,8	12,1	19,5	27	0,17	375	0,375	72	270	REZ
5 x 2,5	RE	1 x 1,78	14,0 - 17,0	0,8	1,0	1,8	7,41	25	36	0,29	625	0,349	120	350	REZ
5 x 4	RF	1 x 2,25	15,0 - 18,0	1,0	1,0	1,8	4,61	34	47	0,46	1000	0,348	192	480	REZ
5 x 6	RE	1 x 2,76	18,0 - 21,0	1,0	1,0	1,8	3,08	43	59	0,69	1500	0,330	288	610	REZ
5 x 10	RE	1 x 3,56	19,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2500	0,310	480	880	REZ
5 x 10	RM	7 x 1,35	19,0 - 22,0	1,0	1,0	1,8	1,83	59	79	1,15	2500	0,310	480	880	REZ
5 x 16	RF	1 x 4,51	22,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	4000	0,294	768	1250	REZ
5 x 16	RM	7 x 1,70	22,0 - 25,0	1,0	1,0	1,8	1,15	79	102	1,84	4000	0,294	768	1250	REZ
5 x 25	RM	7 x 2,13	27,0 - 33,0	1,2	1,0	1,9	0,727	106	133	2,87	6250	0,289	1200	1950	REZ
5 x 35	RM	7 x 2,52	33,0 - 40,0	1,2	1,2	2,0	0,524	129	159	4,02	8750	0,285	1680	2400	REZ
5 x 50	RM	19 x 1,83	39,0 - 45,0	1,2	1,6	1,8	0,387	157	188	5,75	12500	0,280	2400	3500	REZ
5 x 70	RM	19 x 2,17	41,0 - 47,0	1,4	1,8	1,8	0,268	199	232	8,05	17500		3360	4450	REZ
5 x 95	RM	19 x 2,52	46,0 - 52,0	1,4	2,0	2,1	0,193	246	280	10,90	23750		4560	6134	REZ
5 x 120	RM	37 x 2,03	51,0 - 57,0	1,6	2,0	2,1	0,153	285	318	13,80	30000		5760	7483	REZ



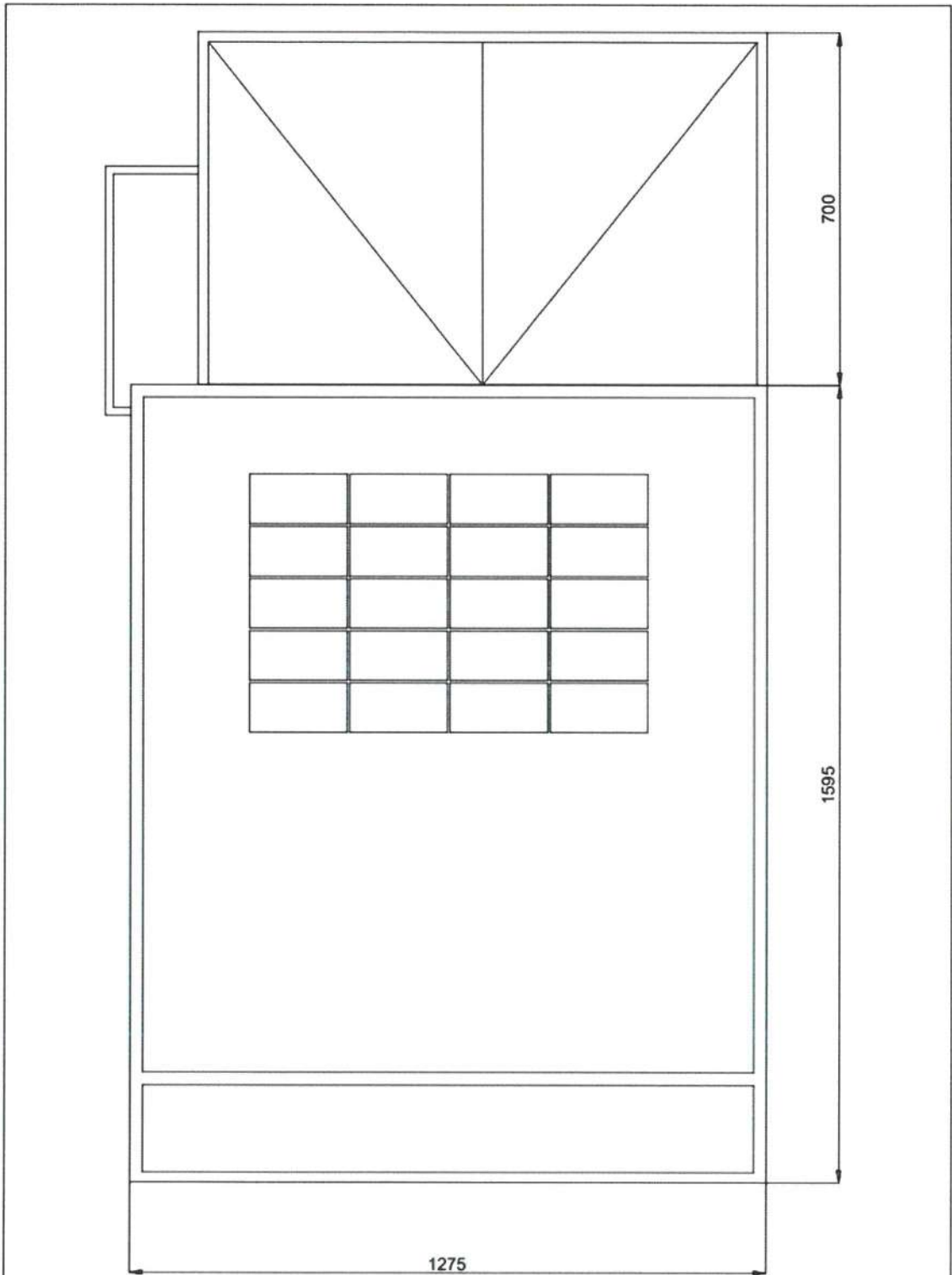
## 9. GRAFIČKI DIO

- Nagib krovne konstrukcije
- Raspored panela na krovu
- Način spajanja panela na krovu
- Način spajanja panela na krovu - detalj
- Jednopolna shema SE DV OSMJEH
- Jednopolna shema ormara =NPV
- Proračun struje kvara

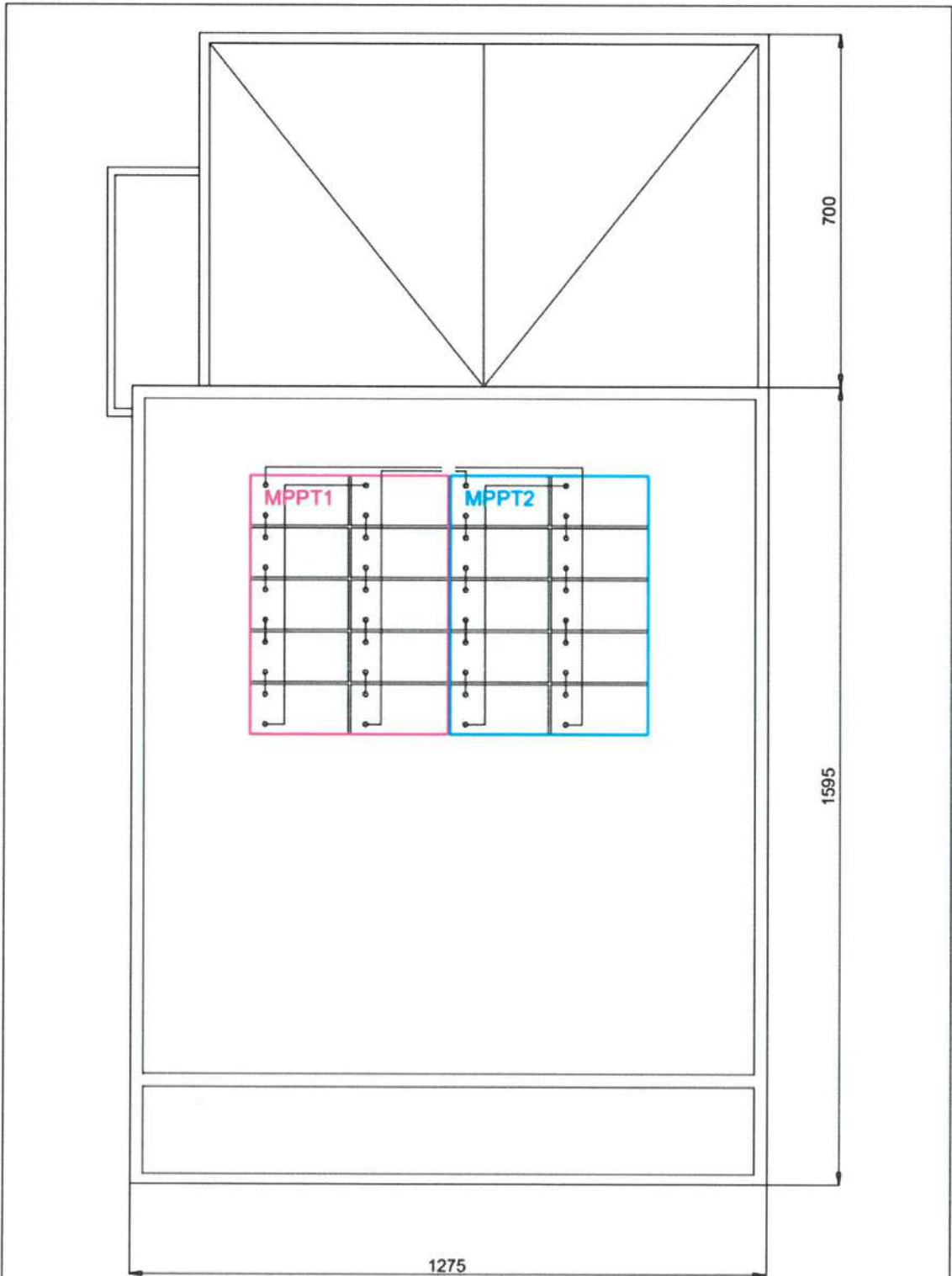




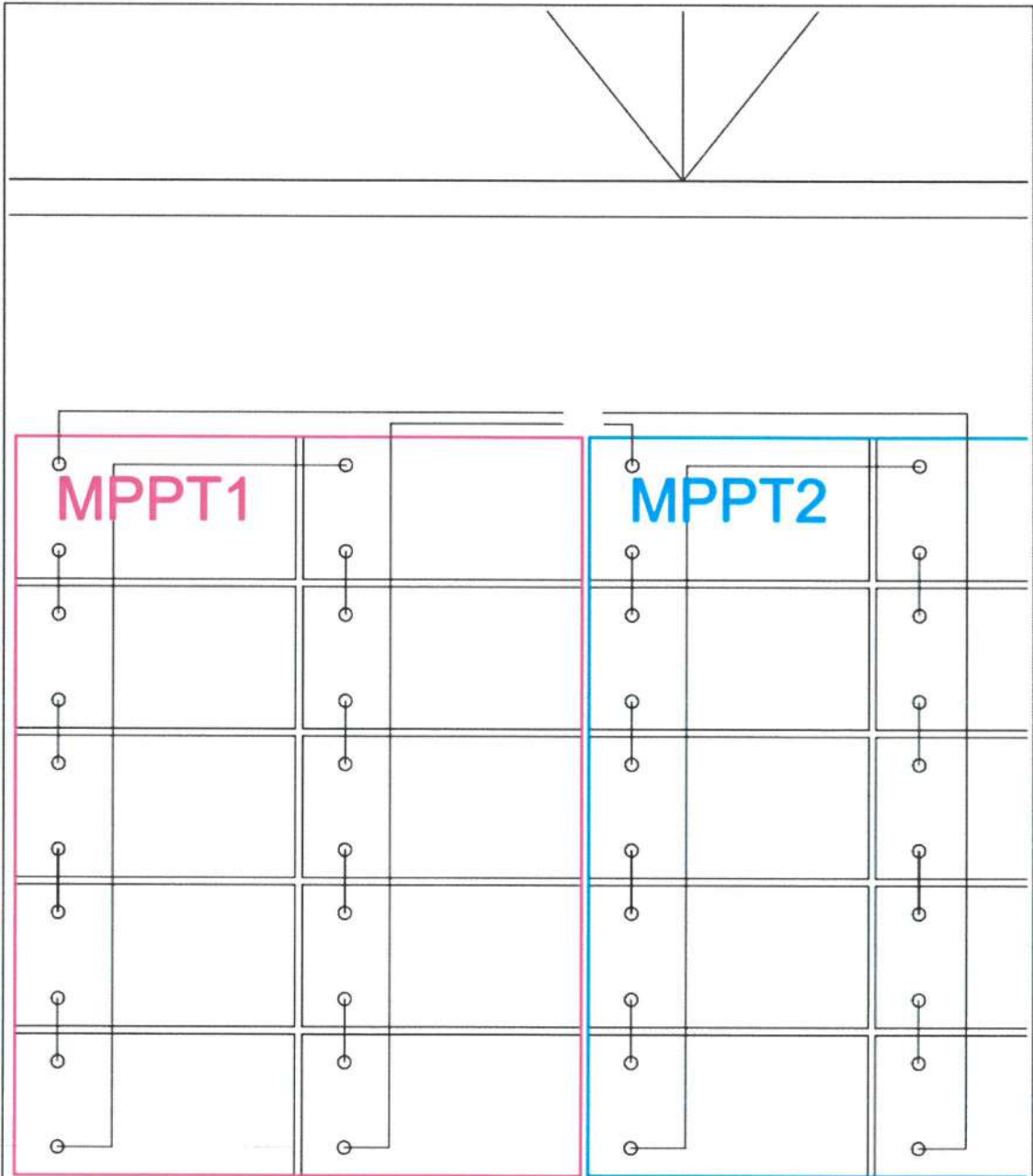
Investitor:	Općina Starigrad Trg Tome Marasovića 1. 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMJEH	
Izradio:	 <b>HEL B</b> <small>Projektirala ulica 1 Brijuni 10370 Dugi Otok Hrvatska</small>	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMJEH	
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata projektanta:	 <b>SLAVICA BARDIĆ</b> mag.ing.el. <b>E 2279</b> <b>OVLAŠTENI INŽENJER          ELEKTROTEHNIKE</b>	
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	Sadržaj:		Nagib krovne konstrukcije
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el. 	Broj mape:		1
Suradnik:		Broj teh. dokumentacije:		0005-15/22 -2315-TD-22
		Mijenio:		
		Broj revizije:	REV.0	
		Datum izrade:	09.2022.	
		Prilog:	1 / 1	



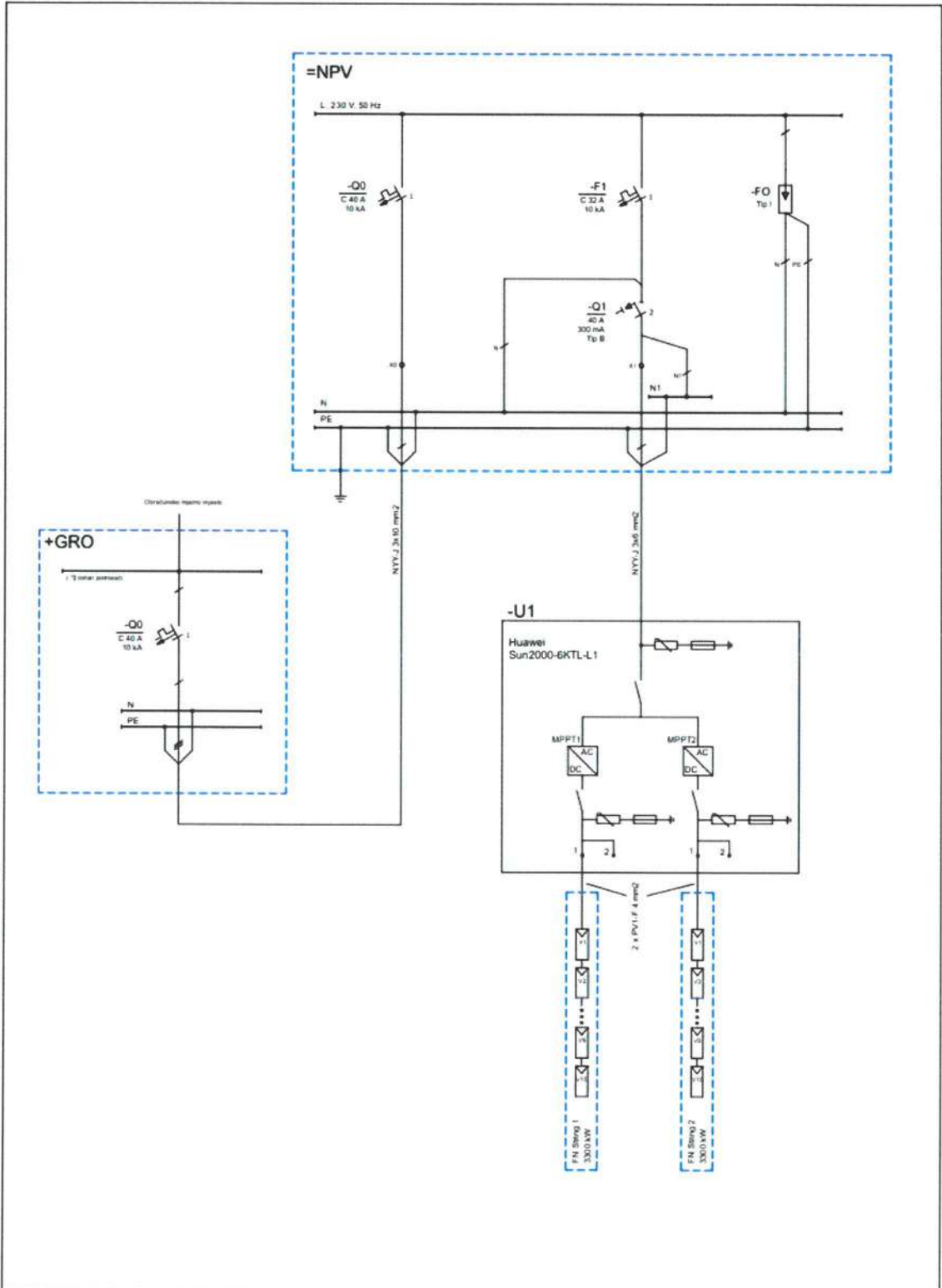
Investitor:	Općina Starigrad Trg Tome Marasovića 1, 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMJEH	
Izradio:	 Industrijska ulica 1 81000 Šibenik 10370 Dugo Selo Hrvatska	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMJEH	
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata projektanta:	 	
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	Sadržaj:		Raspored panela na krovu
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el.	Broj mape:		1
Suradnik:		Broj teh. dokumentacije:		0005-15/22 -2315-TD-22
		Mjenio:		
		Broj revizije:	REV0	
		Datum izrade:	09.2022.	
		Prilog:	1 / 1	



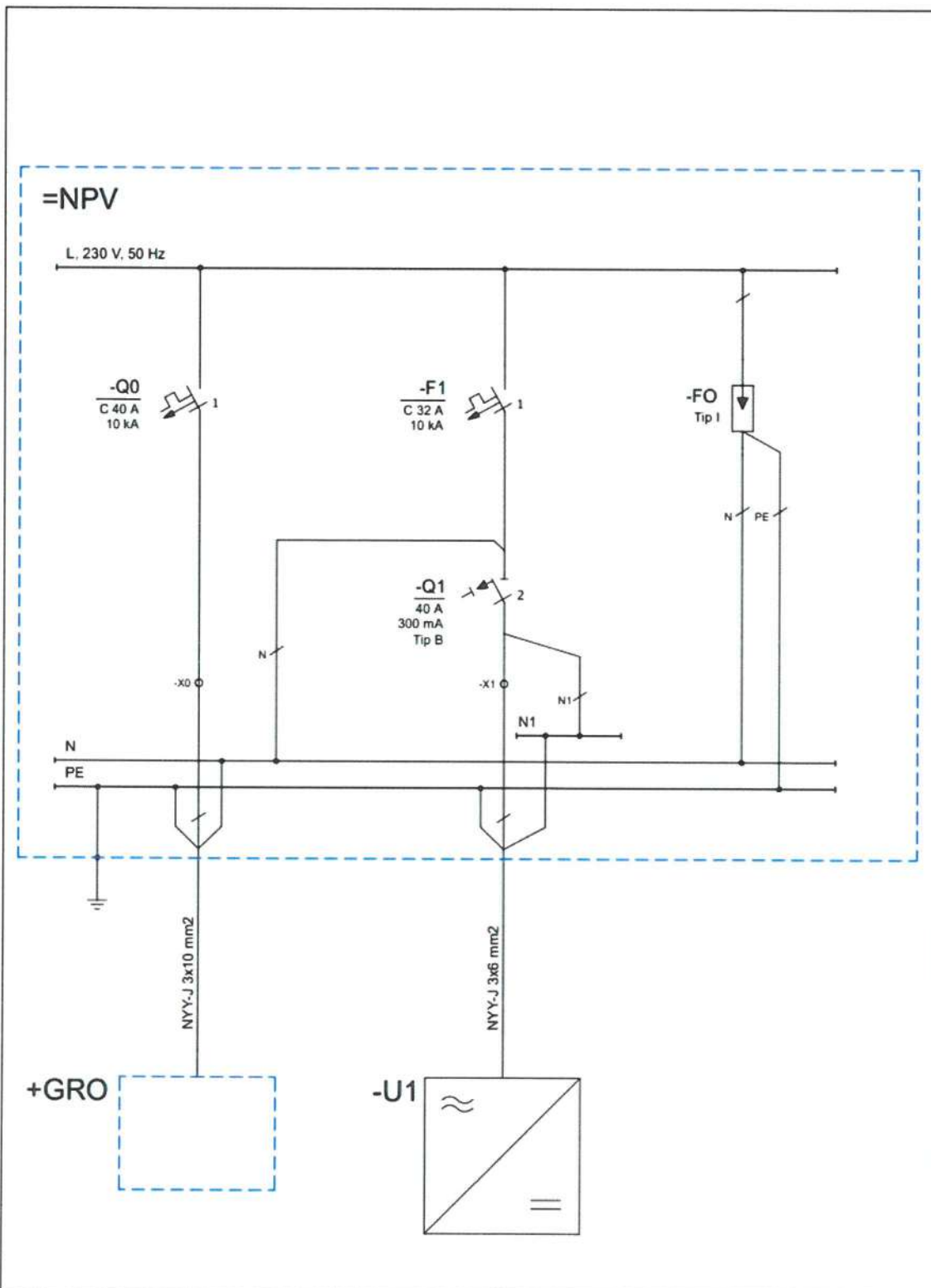
Investitor:	Općina Starigrad Trg Tome Marasovića 1, 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMJEH
Izdrio:	 Industrijska ulica 1 54240 Starigrad 10370 Dugi Otok Hrvatska	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMJEH
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata projektanta:	  <b>SLAVICA BARDIĆ</b> <b>mag.ing.el.</b> <b>E 2279</b> <b>OVLAŠTENI INŽENJER</b> <b>ELEKTROTEHNIČKI</b>
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	Sadržaj:	
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el.	Broj mape:	1
Suradnik:		Broj teh. dokumentacije:	0005-15/22 -2315-TD-22
		Mjesto:	
		Broj verzije:	REV0
		Datum izrade:	09.2022.
		Prilog:	List / listova: 1 / 1



Investitor:	Općina Starigrad Trg Tome Marasovića 1. 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMIJEH
Izdacio:	 Industrijska ulica 1 Bijugorina 10270 Dugi Otok Hrvatska	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMIJEH
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata i potpisanta:	SLAVICA BARDIĆ mag.ing.el.
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	 E 2279 <b>OVLAŠTENI INŽENJER        ELEKTROTEHNIKE</b>	Sadržaj: Način spajanja panela na krovu - detalj
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el. 		Broj mape:
Suradnik:		Broj teh. dokumentacije:	0005-15/22 -2315-TD-22
		Mjeno:	
		Broj revizije:	REV0
		Datum izrade:	09.2022.
		Prilog:	1 / 1



Investitor:	Opcina Starigrad Trg Tome Marasovića 1, 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMJEH	
Izradio:	HELB Industrijska ulica 1 Brijuni 10370 Duga Sela Hrvatska	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMJEH	
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata projektanta:	  <b>SLAVICA BARDIĆ</b> mag.ing.el. E 2279 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	Sadržaj:		Jednopolna shema SE DV Osmjeh
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el.	Broj mape:		1
Suradnik:		Broj teh. dokumentacije:		0005-15/22 -2315-TD-22
		Mjenio:		
		Broj revizije:	REV0	
		Datum izrade:	09.2022	
		Prilog:	List / listova: 1 / 1	



Investitor:	Opcina Starigrad Trg Tome Marasovića 1, 23244 Starigrad - Paklenica	Naziv građevine:	SUNČANA ELEKTRANA DV OSMIJEH	
Izradio:	 <b>HEL B</b> Industrijska ulica 1 Brijuni 52100 Duga Sela Hrvatska	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT SUNČANE ELEKTRANE DV OSMIJEH	
Strukovna odrednica:	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	Mjesto pečata projektanta:	Sadržaj: Jednopolna shema ormara =NPV	
Razina razrade:	GLAVNI PROJEKT	  <b>SLAVICA BARDIĆ</b> mag.ing.el. E 2279 <b>OVLASŤENI INŽENJER</b> <b>ELEKTROTEHNIKE</b>	Broj mape:	1
Projektant:	Slavica Bardić, mag.ing.el.		Broj teh. dokumentacije:	0005-15/22 -2315-TD-22
Suradnik:			Mjerilo:	
			Broj revizije:	REV0
		Datum izrade:	09.2022.	
		Prilog:	1 / 1	