

Investitor: **GRAD PULA, OIB: 79517841355, Forum 1, 52100 Pula**

Građevina: **IZGRADNJA RECIKLAŽNOG DVORIŠTA INDUSTRIJSKA**

Lokacija: **k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana (novonastala k.č. 812/4 k.o.Galižana)**

Zajednička oznaka projekta: **PP-12/24**

Broj mape: **Mapa 12**

Broj projekta: **E-191-24 – ISPRAVAK 1**

Razina razrade: **GLAVNI PROJEKT**

Strukovna odrednica projekta: **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT**

Projektirani dio građevine: **NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA  
FOTONAPONSKOG SUSTAVA – ETAPA 2**

Glavni projektant: **Filip Banovac, mag.ing.aedif., G 4334**

Projektant: **Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf., E 2849**

Suradnik: **Iva Krešić, bacc. ing. el.**

Direktor: **Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.**

Pula, studeni 2024. – ISPRAVAK 1, veljača 2025.

## SADRŽAJ

OPĆI DIO .....	I
SADRŽAJ.....	I
POPIS TABLICA .....	III
POPIS MAPA, PROJEKTANATA I SURADNIKA.....	IV
IZJAVA PROJEKTANTA.....	VII
PROJEKTNI ZADATAK .....	XI
TEHNIČKI DIO .....	1
1. TEHNIČKI OPIS .....	1
1.1. OPIS GRAĐEVINE .....	2
1.1.1. Lokacija .....	2
1.1.2. Meteorološki podaci .....	2
1.1.3. Snaga, predviđena proizvodnja i potrošnja.....	3
1.2. FOTONAPONSKI SUSTAV .....	4
1.2.1. Dijelovi sustava i princip rada.....	4
1.2.2. Snaga, predviđena proizvodnja i potrošnja.....	5
1.3. ELEKTROENERGETSKA INSTALACIJA .....	5
1.3.1. Napajanje električnom energijom i njeno mjerenje .....	5
1.3.2. Tehničko-energetski uvjeti priključenja elektrane .....	6
1.3.3. Zaštita od dodirnog napona, izjednačenje potencijala i dopunsko izjednačenje potencijala.....	7
1.3.4. Izvođenje instalacija .....	8
1.4. SUSTAV ZAŠTITE OD UDARA MUNJE .....	10
1.5. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA .....	10
1.6. VIJEK UPORABE I UVJETI ODRŽAVANJA GRAĐEVINE .....	11
1.7. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA .....	11
1.8. GOSPODARENJE OTPADOM .....	11
1.9. PRIKAZ PRIMJENJENIH MJERA ZAŠTITE OD ELEKTRIČNE INSTALACIJE 11	
1.10. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	15
1.10.1. OPĆI UVJETI I IZVOĐENJE .....	15
1.10.2. PREGLEDI, KONTROLE, ISPITIVANJA I MJERENJA .....	16
1.10.2.1. Električna instalacija .....	17
1.10.2.2. Fotonaponski sustav.....	18
1.10.2.3. Sustav zaštite od udara munje .....	19

---

2.	TEHNIČKI PRORAČUN.....	21
2.1.	IZBOR I DIMENZIONIRANJE SUNČANE ELEKTRANE .....	22
2.1.1.	Fotonaponski sustav .....	22
2.1.2.	Izmjenjivač.....	23
2.1.3.	Proračun fotonaponskog sustava .....	24
2.2.	ODABIR I DIMENZIONIRANJE KABELA .....	24
2.2.1.	Provjera napojnog kabela na strujno opterećenje .....	24
2.2.2.	Provjera na dopušteni pad napona kabela .....	26
2.3.	ODABIR I DIMENZIONIRANJE ZAŠTITE.....	28
2.3.1.	Odabir nadstrujne i kratkospojne zaštite .....	28
2.3.2.	Odabir diferencijalne zaštite .....	28
2.3.3.	Odabir prenaponske zaštite.....	29
2.4.	PRORAČUN ENERGETSKE BILANCE.....	29
3.	TROŠKOVNIK .....	32
4.	GRAFIČKI PRIKAZI .....	37

00/01 Situacija

01/01 Dispozicija fotonaponskih modula - tlocrt krova

01/02 Prikaz istosmjernog dijela fotonaponskog sustava na objektu - tlocrt krova

01/03 Potkonstrukcija fotonaponskih modula - tlocrt krova

01/04 Smještaj razvodnog ormara sunčane elektrane i invertera - tlocrt prizemlja

01/05 Smještaj razvodnog ormara sunčane elektrane i invertera te kabela trasa- istočno pročelje

02/01 Potkonstrukcija fotonaponskih modula na kosom krovu

02/02 Potkonstrukcija fotonaponskih modula na kosom krovu

03/01 Glavni elektroenergetski razvod – blok shema

03/02 Kućni priključno mjerni ormar KPMO – jednopolna shema

03/03 Jednopolna shema fotonaponskog sustava

04/01 Glavni elektroenergetski postojeći razdjelnik GRO– jednopolna shema

04/02 Elektroenergetski razdjelnik izmjenjivača ROSE – jednopolna shema

## POPIS TABLICA

Tablica 1 - Meteorološki podaci lokaliteta .....	2
Tablica 2 – Predviđena potrošnja električne energije .....	3
Tablica 3 – Predviđena prosječna proizvodnja iz sunčane elektrane .....	3
Tablica 4 – Energetska bilanca - potrošnja, proizvodnja, predaja, kupovina električne energije .....	4
Tablica 5 – Procjena troškova građenja .....	10
Tablica 6 – Rokovi redovitih pregleda i ispitivanja sunčanog sustava .....	18
Tablica 7 – Rokovi redovitih pregleda i ispitivanja sustava zaštite od munje .....	19
Tablica 8 – Parametri fotonaponskih modula.....	22
Tablica 9 – Parametri izmjenjivača 50 kW .....	23
Tablica 10 – Proračun fotonaponskog sustava za izmjenjivač.....	24
Tablica 11 – Provjera pada napona u DC vodu od serija fotonaponskih modula do izmjenjivača .....	27
Tablica 12 – Energetska bilanca – predviđena potrošnja, proizvodnja, predaja, kupovina električne energije .....	29
Tablica 13 – Predviđena potrošnja električne energije .....	30
Tablica 14 – Predviđena prosječna proizvodnja električne energije iz sunčane elektrane	30

Projektant:

Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.



## POPIS MAPA, PROJEKTANATA I SURADNIKA

Popis mapa koji čine ovaj glavni projekt zajedničke oznake **PP-12/24** i popis projektanata i suradnika koji su ih izradili slijede u daljnjem tekstu.

### MAPA 1

#### **VODEĆA MAPA**

Oznaka projekta: PP-12/24-GL-1  
Projektant: Filip Banovac, mag.ing.aedif.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

### MAPA 2

#### **GRAĐEVNI PROJEKT: Prometne površine i okolišno uređenje**

Oznaka projekta: PP-12/24-GL-2  
Projektant: Tena Šarić, mag.ing.aedif.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

### MAPA 3

#### **GRAĐEVNI PROJEKT: Vodoopskrba reciklažnog dvorišta**

Oznaka projekta: PV-12/24-GL-3  
Projektant: Filip Banovac, mag.ing.aedif.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

### MAPA 4

#### **GRAĐEVNI PROJEKT: Odvodnja reciklažnog dvorišta**

Oznaka projekta: PO-12/24-GL-4  
Projektant: Filip Banovac, mag.ing.aedif.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

### MAPA 5

#### **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT: Niskonaponski razvod i vanjska rasvjeta**

Oznaka projekta: 1812/24-NN  
Projektant: Ljubiša Ivković dipl.ing.el.  
Tvrtka: ELKON d.o.o.

### MAPA 6

#### **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT: Elektronička kabelska kanalizacija**

Oznaka projekta: 1812/24-EKK  
Projektant: Ljubiša Ivković dipl.ing.el.  
Tvrtka: ELKON d.o.o.

### MAPA 7

#### **ARHITEKTONSKI PROJEKT: Projekt arhitekture**

Oznaka projekta: 2022-41-A  
Projektant: Darija Šarić, dipl.ing.arh.  
Tvrtka: ALTER LEGO STUDIO d.o.o.

**MAPA 8****GRAĐEVINSKI PROJEKT: Projekt konstrukcije**

Oznaka projekta: 2022-41-G  
Projektant: Tea Rojnić, mag.ing.aedif.  
Tvrтка: ALTER LEGO STUDIO d.o.o.

**MAPA 9****GRAĐEVINSKI PROJEKT: Projekt vodoopskrbe i odvodnje**

Oznaka projekta: PVO-12/24-GL-9  
Projektant: Filip Banovac, mag.ing.aedif.  
Tvrтка: PRIMUM ING d.o.o.

**MAPA 10****STROJARSKI PROJEKT: Projekt strojarskih instalacija**

Oznaka projekta: 2401-GL-STR  
Projektant: Goran Muhvić, dipl.ing.stroj.  
Tvrтка: PERFECT POINT d.o.o.

**MAPA 11****ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT: Projekt elektroinstalacija**

Oznaka projekta: 1812/24-EI  
Projektant: Ljubiša Ivković dipl.ing.el.  
Tvrтка: ELKON d.o.o.

**MAPA 12****ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT: Niskonaponska električna instalacija fotonaponskog sustava**

Oznaka projekta: E-191-24  
Projektant: Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.  
Projektant suradnik: Iva Krešić, bacc. ing. el  
Tvrтка: ELPUT d.o.o.

**POPIS ELABORATA****ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA**

Oznaka projekta: 328/24  
Projektant: Goran Stipković, dipl.ing.stroj.  
Tvrтка: TERMOZOP PROJEKT d.o.o.

**ELABORAT ZAŠTITE NA RADU**

Oznaka projekta: 328/24-R  
Projektant: Goran Stipković, dipl.ing.stroj.  
Tvrтка: TERMOZOP PROJEKT d.o.o.

**GEOTEHNIČKI ELABORAT**

Oznaka projekta: GT-05/24  
Projektant: Davor Čakić, dipl.ing.geol.  
Tvrтка: DTJ d.o.o.

**ELABORAT KRAJOBRAZNOG UREĐENJA**

Oznaka projekta: PP-12/24-GL-KU  
Projektant: Darija Šarić, dipl.ing.arh.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

**ELABORAT TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA**

Oznaka projekta: PP-12/24-GL-TT  
Projektant: Filip Banovac, mag.ing.aedif.  
Tvrtka: PRIMUM ING d.o.o.

Glavni projektant:

Filip Banovac, mag.ing.aedif.

---

## IZJAVA PROJEKTANTA

Investitor: **GRAD PULA, OIB: 79517841355, Forum 1, 52100 Pula**

Građevina: **IZGRADNJA RECIKLAŽNOG DVORIŠTA INDUSTRIJSKA**

Lokacija: **k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana (novonastala k.č. 812/4 k.o.Galižana)**

Zajednička oznaka projekta: **PP-12/24**

Broj mape: **Mapa 12**

Broj projekta: **E-191-24**

Razina razrade: **GLAVNI PROJEKT**

Strukovna odrednica projekta: **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT**

Projektirani dio građevine: **NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA**

Projektant: **Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.**

Oznaka rješenja HKIE: **Klasa: UP/I-800-01/16-01/161  
Urbroj: 504-05-16-3  
od 2. studenog 2016. godine.**

Na temelju odredbi Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, NN 65/17, NN 114/18, NN 39/19, NN 98/19, NN 67/23) i Zakona o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19) dajem

### IZJAVU broj E-191-24

kojom se potvrđuje da je ovaj projekt usklađen sa sljedećom prostorno planskom dokumentacijom:

- PPUG Grada Pule (SN Grada Pule br.: 12/06., 12/12., 05/14., pročišćeni tekst 08/14., 07/15., 10/15. -pročišćeni tekst, 05/16., 08/16. - pročišćeni tekst, 02/17., 05/17., pročišćeni tekst 08/17, 20/18, pročišćeni tekst 1/19., 11/19. i pročišćeni tekst 13/19.)

- GUP Grada Pule (SN Grada Pule br. 5a/08, 12/12, 5/14, 8/14-pročišćeni tekst, 10/14, 13/14, 19/14- pročišćeni tekst, 7/15, 9/15-pročišćeni tekst, 2/17, 5/17, 9/17-pročišćeni tekst, 20/18, 2/19-pročišćeni tekst, 8/19, 11/19 i 8/20-pročišćeni tekst, 3/21, 4/21 i 6/21 -pročišćeni tekst)
- LOKACIJSKOM DOZVOLOM KLASA: UP/I-350-05/23-01/000005, URBROJ: 2163-7-05-03-0404-23-0008, Pula, 23.10.2023. izdanom od Grada Pule, Upravni odjel za upravljanje imovinom i imovinskopravne poslove, Odsjek za gradnju

i slijedećim propisima:

1. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, NN 114/22),
2. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18),
3. Zakon o tržištu električne energije (NN 22/13, NN 102/15, NN 68/18, NN 52/19, NN 111/21, NN 83/23),
4. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, NN 14/14, NN 32/19, NN 126/21),
5. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, NN 65/17, NN 114/18, NN 39/19, NN 98/19, NN 67/23),
6. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, NN 118/18, NN 110/19),
7. Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, NN 139/10, NN 14/14, NN 32/19),
8. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15, NN 123/16, NN 131/17, NN 111/18, NN 138/21, NN 83/23),
9. Zakon o normizaciji (NN 80/13),
10. Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, NN 111/18, NN 114/22),
11. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, NN 30/14, NN 130/17, NN 39/19, NN 118/20),
12. Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/17, NN 39/19, NN 125/19),
13. Zakon o energiji (NN 120/12, NN 14/14, NN 102/15, NN 68/18),
14. Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 73/08, NN 90/11, NN 133/12, NN 80/13, NN 71/14, NN 72/17, NN 76/22),
15. Upute za izbor i ugradnju ograničavala strujnog opterećenja (limitatora), (Norme HEP, Bilten br. 33, N.220.02),
16. Tehnički uvjeti za ograničavala (limitatore) strujnog opterećenja, (Norme HEP, Bilten br. 30),
17. Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjernom mjestu na niskom i srednjem naponu (Norme HEP, Bilten br. 30),
18. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, NN 102/20),
19. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, NN 33/10),
20. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10),
21. Struje kratkog spoja u trofaznim izmjeničnim sustavima -- 0. dio: Proračun struja (IEC 60909-0:2001; EN 60909-0:2001),
22. Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona do 1 kV (Sl. I. SFRJ 65/88, NN 24/97),

23. Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima (NN 51/08),
24. Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18),
25. Pravilnik o zaštiti na radu HEP Distribucija (HEP Bilten br.131 od 02. veljače 2004.),
26. Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN 146/05),
27. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadnih transformatorskih stanica (Sl. I. SFRJ 13/78),
28. Pravilnik o tehničkim mjerama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja (Sl. I. SFRJ 19/68),
29. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12),
30. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14, NN 41/15, NN 105/15, NN 61/16, NN 20/17, NN 118/19, NN 65/20),
31. Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske mreže i električne opreme (NN 28/00),
32. Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obvezama investitora radova ili građevine (NN 75/13),
33. Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15, NN 16/20),
34. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, NN 34/18, NN 36/19, NN 98/19, NN 31/20, NN 74/22, NN 155/23),
35. Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06),
36. Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/15, NN 49/20, NN 104/20, NN 80/21, NN 100/22, NN134/24),
37. Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-41: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od električnog udara (IEC 60364-4-41:2005, MOD; HD 60364-4-41:2007, HD 60364-4-41:2007/A11:2017),
38. Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN 74/18, NN 52/20),
39. Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS, 7/2023),
40. HRN EN 62305-4:2013/Ispr.1:2016, Zaštita od munje, 4.dio: Električni i elektronički sustavi unutar građevina
41. HRN EN 62305-3:2013, Zaštita od munje, 3.dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život
42. HRN EN 62305-2:2013, Zaštita od munje, 2.dio: Upravljanje rizikom
43. HRN EN 62305-1:2013/Ispr.1:2016, Zaštita od munje, 1.dio: Opća načela
44. Električne instalacije zgrada - 5.dio: Odabir i ugradnja električne opreme (HRN HD 384.5.56 S1:1999),
45. Električne instalacije zgrada -- 4. dio: Sigurnosna zaštita -- 46. poglavlje -- Odvajanje i sklapanje (IEC 60364-4-46:1981, preinačena; HD 384.4.46 S2:2001)
46. Električne instalacije zgrada -- 4. dio: Sigurnosna zaštita -- 45. poglavlje: Podnaponska zaštita (IEC 60364-4-45:1984; HD 384.4.45 S1:1989),
47. Električne instalacije niskog napona – isklopna vremena u TN i TT sustavima – HRN HD 60364-4-41,
48. Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – sustavi za sunčanu fotonaponsku (PV) energetsku opskrbu (HRN IEC 60364-7-712:2004 en)
49. IEC, VDE, DIN i ostali priznati propisi i norme.

50. Pravilnik o općim uvjetima za gradnju u zaštitnom pružnom i infrastrukturnom pojasu (NN 5/23)

Projektant:

Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.



E 2849

MARINO DRANDIĆ  
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

---

## PROJEKTNI ZADATAK

Investitor: **GRAD PULA, OIB: 79517841355, Forum 1, 52100 Pula**

Građevina: **IZGRADNJA RECIKLAŽNOG DVORIŠTA INDUSTRIJSKA**

Lokacija: **k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana (novonastala k.č. 812/4 k.o.Galižana)**

U svrhu povećanja energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji objekta, Investitor namjerava izgraditi jednostavnu građevinu – integriranu fotonaponsku elektranu odnosno sunčanu elektranu na objektu.

Potrebno je projektirati sunčanu elektranu instalirane snage jednake zakupljenoj snazi kupca. Potrebno je projektirati sustav koji omogućuje korištenje energije iz sunčane elektrane za vlastitu potrošnju, predaju eventualnog viška u mrežu te kupnju manjka električne energije.

Potrebno je izraditi:

**GLAVNI PROJEKT NISKONAPONSKE ELEKTRIČNE INSTALACIJE FOTONAPONSKOG SUSTAVA.**

Za investitora:

---

## **1. TEHNIČKI OPIS**

## 1.1. OPIS GRAĐEVINE

U svrhu povećanja energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji objekta te posljedično smanjenja emisija stakleničkih plinova, Investitor namjerava izgraditi jednostavnu građevinu – integriranu fotonaponsku elektranu odnosno sunčanu elektranu na hali reciklažnog dvorišta u mrežnom pogonu.

Uvođenje obnovljivih izvora energije (OIE) u proizvodni proces dovesti će do smanjenja udjela konvencionalnih (fosilnih) goriva u ukupnoj potrošnji dok će se većina energije proizvoditi na lokaciji.

### 1.1.1. Lokacija

Usmjerenost sunčane elektrane je prema jugoistoku, na k.č. br. 812/4, 812/6 i 8146, k.o. Galižana (novonastala k.č. 812/4, k.o. Galižana).

Geografska lokacija objekta iznosi:

Decimalni stupnjevi (WGS84)	Širina: 44.889478	Dužina: 13.860872
Stupnjevi, minute, sekunde	Širina: N44°53'22.1"	Dužina: E13°51'39.1"

### 1.1.2. Meteorološki podaci

Meteorološki podaci iznimno su važni za projektiranje sunčanih elektrana. Za potrebe ovog projekta podaci o lokaciji preuzeti su iz knjige „Solarni sustavi“ Ljubomira Majdandžića.

Tablica 1 - Meteorološki podaci lokaliteta

Mjesec	Srednja dnevna ozračenost (MWh/m <sup>2</sup> ) za nagib 20°	Srednja dnevna temperatura zraka (°C)
Siječanj	1,74	5,3
Veljača	3,15	6,0
Ožujak	4,12	8,3
Travanj	5,43	12,0
Svibanj	6,09	16,5
Lipanj	6,47	20,5
Srpanj	6,55	23,2
Kolovoz	5,88	22,6
Listopad	4,90	19,0
Listopad	3,55	14,7
Studen	1,98	10,1
Prosinac	1,51	6,6
Prosječno	4,29	13,7

### 1.1.3. Snaga, predviđena proizvodnja i potrošnja

Na lokaciji Investitor je predao zahtjev za zakup priključne snage kupca te kao proizvođača kod HEP OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA d.o.o. Elektroistra Pula. Opća dokumentacija nalazi se u mapi 1 projekta. Priključak će se promatrati kao kupac sa vlastitom proizvodnjom.

S obzirom na planiranu buduću potrošnju Investitor će izgraditi elektranu odnosno fotonaponski sustav izmjenične snage od 50 kW.

Tablica 2 – Predviđena potrošnja električne energije

Mjesec	Potrošnja u dnevnoj tarifi [kWh]	Potrošnja u noćnoj tarifi [kWh]	Ukupna potrošnja [kWh]
1.	2255	1123	3378
2.	3154	1354	4508
3.	5112	1511	6623
4.	6451	1466	7917
5.	7401	1475	8876
6.	7955	1358	9313
7.	8302	1364	9666
8.	7235	1466	8701
9.	5522	1401	6923
10.	3964	1423	5387
11.	2351	1503	3854
12.	1922	1506	3428
Ukupno:	61.624	16.950	78.574

Predviđena potrošnja električne energije u dnevnoj tarifi iznosi 61.624 kWh odnosno 78.574 kWh ukupno.

Tablica 3 – Predviđena prosječna proizvodnja iz sunčane elektrane

Mjesec	Proizvodnja [kWh]
1.	2.112
2.	2.951
3.	4.837
4.	6.087
5.	7.061
6.	7.593
7.	7.887
8.	6.886
9.	5.225
10.	3.698
11.	2.121
12.	1.795
Ukupno:	58.253

Za očekivati je da će se minimalno 70ak % proizvedene električne energije iz fotonaponske elektrane trošiti na objektu dok će se 30ak % predavati u mrežu iz tehničkih razloga.

Ukoliko se uzme predviđena potrošnja električne energije u dnevnoj tarifi poslovnog objekta u godini dana u iznosu od 61.624 kWh te predviđena godišnja proizvodnja električne energije iz sunčane elektrane od 58.253 kWh, s obzirom na u nastavku proveden proračun, električna energija koja će se trošiti na lokaciji iznosi 40.777,1 kWh, a električna energija koja se predaje u mrežu iznosi 17.475,9 kWh.

Tablica 4 – Energetska bilanca - potrošnja, proizvodnja, predaja, kupovina električne energije

Mjesec	Potrošnja u dnevnoj tarifi [kWh]	Potrošnja u noćnoj tarifi [kWh]	Proizvodnja iz SE [kWh]	Potrošnja u pogonu iz SE [kWh] 70%	Predaja u mrežu iz SE [kWh] 30%	Kupovina iz mreže u dnevnoj tarifi [kWh]
1.	2255	1123	2190	1.478,4	633,6	777
2.	3154	1354	3060	2.065,7	885,3	1.088
3.	5112	1511	5016	3.385,9	1.451,1	1.726
4.	6451	1466	6312	4.260,9	1.826,1	2.190
5.	7401	1475	7323	4.942,7	2.118,3	2.458
6.	7955	1358	7875	5.315,1	2.277,9	2.640
7.	8302	1364	8179	5.520,9	2.366,1	2.781
8.	7235	1466	7142	4.820,2	2.065,8	2.415
9.	5522	1401	5419	3.657,5	1.567,5	1.865
10.	3964	1423	3834	2.588,6	1.109,4	1.375
11.	2351	1503	2200	1.484,7	636,3	866
12.	1922	1506	1861	1.256,5	538,5	666
Ukupno	61.624	16.950	60.411	40.777,1	17.475,9	20.847

## 1.2. FOTONAPONSKI SUSTAV

### 1.2.1. Dijelovi sustava i princip rada

Osnovni element svakog fotonaponskog sustava je fotonaponski modul. Pojedini modul sastoji se od određenog broja fotonaponskih ćelija koje su povezane u serijski i paralelno kako bi se dobio odgovarajući napon odnosno snaga. Osnovni parametri modula su dugovječnost, visoka učinkovitost, velika mehanička i atmosferska otpornost.

Najvažniji faktor koji utječe na proizvodnju električne energije svakog fotonaponskog modula je snaga. Snaga fotonaponskog modula ovisi o starosti i kvaliteti modula te o vremenski uvjetima. Ona se smanjuje porastom temperature, a povećava sniženjem temperature.

Fotonaponski moduli spajaju se serijski ili paralelno u serije, proizvode istosmjernu struju i međusobno su povezani kabelima u nizove konektorskim sustavom. Svi se kabeli dovode u razdjelni istosmjerni ormarić u kojem se nalazi sva potrebna istosmjerna zaštitna oprema ili se direktno priključuju na izmjenjivač, ako tvornički sadrži sve potrebne zaštite.

Izmjenjivači pretvaraju istosmjernu struju fotonaponskih modula u izmjeničnu struju odnosno napon reguliranog iznosa i frekvencije koji je sinkroniziran s naponom mreže.

Snaga izmjenjivača odabire se prema želji Investitora i u skladu sa zakonima i pravilnicima koji se bave obnovljivim izvorima energije.

Fotonaponski sustav priključuje se paralelno distribucijskoj mreži odnosno postojećoj instalaciji.

Zaštitna i sklopna oprema ugraditi će se u razdjelni ormar sunčane elektrane.

### **1.2.2. Snaga, predviđena proizvodnja i potrošnja**

Na lokaciji Investitor je predao zahtjev za zakup priključne snage kupca te kao proizvođača kod HEP OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA d.o.o. Elektroistra Pula. Opća dokumentacija nalazi se u mapi 1 projekta. Priključak će se promatrati kao kupac sa vlastitom proizvodnjom.

S obzirom na ukupnu predviđenu godišnju potrošnju te na uvjete HEP ODS d.o.o. planirana je ugradnja opreme sunčane elektrane istosmjerne snage od 49,90 kW.

Korištenjem programskog alata PVGIS dobivena je predviđena godišnja proizvodnja sunčane elektrane u iznosu od 60.411 kWh godišnje u prosječnim meteorološkim uvjetima na lokaciji.

Prosječna predviđena godišnja potrošnja električne energije na obračunskom mjernom mjestu iznosi 61.624 kWh.

Predviđena godišnja potrošnja električne energije proizvedene iz fotonaponskog sustava iznositi će 40.777,1 kWh, dok iznos koji se preuzima iz distribucijske mreže iznosi 17.475,9 kWh.

## **1.3. ELEKTROENERGETSKA INSTALACIJA**

### **1.3.1. Napajanje električnom energijom i njeno mjerenje**

Predviđeno je da se predmetni sustav napaja iz niskonaponskog glavnog elektroenergetskog razdjelnog ormarića GRO 2. Razdjelnik GRO 2 nalazi se izvan objekta.

Limitator snage definira se posebnim Ugovorom između Investitora i Distributera, a ugrađuje se u glavni razdjelnik objekta KPMO. Svi razdjelnici plastične su izvedbe i opremljeni u svemu prema jednopolnim shemama priloženim u nacrtnoj dokumentaciji.

Mjerna garnitura postaviti će se prema posebnom Ugovoru između Investitora i Distributera.

Dimenzioniranje fotonaponskog sustava izvedeno je na bazi ugradnje 50 kW sustava na izmjeničnoj strani. Za napajanje izmjenjivača predviđeni su kabeli FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup> iz razdjelnog ormara sunčane elektrane (ROSE), a poveznica ROSE i glavnog razvodnog ormara GRO 2 također je predviđena kabelom FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup>. Svi razdjelnici plastične su izvedbe i opremljeni u svemu prema jednopolnim shemama priloženim u nacrtnoj dokumentaciji.

### 1.3.2. Tehničko-energetski uvjeti priključenja elektrane

#### 1.3.2.1. Uređaj za sinkronizaciju je trofazni izmjenjivač

Uvjeti sinkronizacije su slijedeći:

- sinkronizacija mora biti automatska,
- razlika napona mora biti manja od  $\pm 10\%$  nazivnog napona,
- razlika frekvencije mora biti manja od  $\pm 0,5$  Hz,
- razlika faznog kuta mora biti manja od  $\pm 10$  stupnjeva.

#### 1.3.2.2. Elementi za osiguranje primjerenog paralelnog pogona postrojenja elektrane s mrežom

- Izmjenjivači moraj biti opremljeni:
  - glavnim prekidačem – uređajem za isključenje s mreže i uključanje na mrežu više izmjenjivača,
  - pripadajućim prekidačem – uređajem za isključenje s mreže i uključanje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključanje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada),
  - sustavom za praćenje mrežnog napona,
  - uređajem za automatsku sinkronizaciju elektrane i mreže,
  - odgovarajućim zaštitama (nadstrujna, kratkospojna, zemljospojnom, pod/nadnaponska, pod/nadfrekventna, ograničenje istosmjerne komponente struje isporučene u mrežu, zaštita od otočnog rada),
  - mogućnošću podešavanja intervala „promatranja“ mreže prije uklopa izmjenjivača.

Podešenja proradnih vrijednosti zaštita koje djeluju na proradu uređaja za isključenje s mreže moraju biti usuglašena s HEP-ODS-om, a instalacija elektrane izvedena prema HRN HD 60364-7-712.

#### 1.3.2.3. Paralelni pogon

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

- Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona: pod(nad)naponska, pod(nad)frekventna. Zaštita mora biti tako podešena da kod nestanka napona u mreži dođe do odvajanja elektrane od mreže.
- Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži: zaštita od preopterećenja, kratkog spoja (u mreži i elektrani)
- Zaštitom od otočnog pogona
- Zaštitom od smetnji i kvarova u elektrani.

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

Sustav za odvajanje u elektrani mora zadovoljiti uvjete sigurnog odvajanja elektrane od elektroenergetskog sustava za vrijeme beznaponske pauze unutar ciklusa automatskog ponovnog uključenja.

Podešavanja prorađnih vrijednosti zaštite moraju biti usklađene s HEP-ODS-om. To mora biti vidljivo iz elaborata podešenja zaštite kojeg mreže treba izraditi u dogovoru s HEP-ODS-om. Elaborat podešenja zaštite mora dokazati selektivnost zaštite u elektrani sa zaštitom u mreži.

#### **1.3.2.4. Proizvodno postrojenje mora biti opremljeno uređajem za odvajanje od mreže i uzemljenje proizvodnog postrojenja.**

#### **1.3.2.5. Utjecaj proizvođača na mrežu**

Proizvođač na mjestu priključka mora zadovoljiti uvjete kvalitete napona prema HRN EN 50160:2012 i elektromagnetsku kompatibilnost. Proizvođač na mjestu priključenja ne smije ometati rad mrežnog tonfrekventnog signala i sustava daljinskog vođenja.

Vrijednost faktora ukupnog harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem Korisnika mreže na mjestu preuzimanja 0,4 kV može iznositi najviše 2,5%. Elektroenergetski objekti i instalacije elektrane moraju biti izvedeni, održavani i vođeni u pogonu tako da njihov povratni utjecaj na mrežu, odnosno poremećaji i smetnje budu u granicama koje ne ugrožavaju propisanu razinu kvalitete opskrbe električnom energijom prema zahtjevima utvrđenim Mrežnim pravilima, kao i prema tehničkim preporukama i normama koje se temelje na načelima određivanja negativnog povratnog djelovanja na mrežu (primjerice: emisija viših harmonijskih komponenti, flikeri, nesimetrije i slično), a sukladno Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom.

#### **1.3.3. Zaštita od dodirnog napona, izjednačenje potencijala i dopunsko izjednačenje potencijala**

Kompletna instalacija izvedena je u skladu sa TN-C-S sustavom zaštite što podrazumijeva djelomično odvojeno vođenje neutralnog i zaštitnog vodiča.

Zaštita od previsokog napona dodira izvedena je: zaštitnim izoliranjem, sigurnosnim razmacima, automatskim iskapčanjem u slučaju kratkog spoja i dozemnog spoja, te automatskim iskapčanjem u slučaju pojave diferencijalne struje veće od 0,03 A.

Kao dodatna mjera zaštite od dodirnog napona i statičkog elektriciteta, u građevini je izvedeno izjednačenje potencijala svih većih metalnih masa i fotonaponskog sustava. Kao sustav za izjednačenje potencijala koristi se uzemljivač građevine i zaštitni žuto-zeleni (PE) vod napojnih kabela.

Vanjske metalne mase (fotonaponski moduli, metalna noseća konstrukcija) spajaju se na temeljni uzemljivač objekta, dok se unutarnje metalne mase (izmjenjivač i sl.) spajaju na sabirnice za izjednačenje potencijala ugrađene u zasebnoj kutiji ili ormariću ili u sklopu ormarića izmjeničnog razvoda izmjenjivača na posebnoj sabirnici. Spoj navedenih masa izvest će se vodom P/F 1x25 mm<sup>2</sup>, odnosno minimalno P/F 1x6 mm<sup>2</sup>. Svi spojevi moraju biti antikorozivno zaštićeni odnosno izvedeni prema pravilima struke s jamstvom kvalitetne galvanske veze. Ormarić/kutija za izjednačavanje potencijala biti će povezana sa zaštitnom sabirnicom razdjelnika s pomoću vodiča P/F 1x25 mm<sup>2</sup>.

Dopunsko izjednačenje potencijala izvesti će se spajanjem izmjenjivača i serija fotonaponskih modula, vodičem minimalnih dimenzija P/F 1x25 mm<sup>2</sup> sa zaštitnim sabirnicama u ormarima/kutijama za izjednačenje potencijala. Kako se ne bi neutralizirale mjere primarne i dopunske zaštite od dodirnog napona, spajanje zaštitne sabirnice i nulte sabirnice dozvoljeno je samo u glavnom razdjelniku GRO.

#### **1.3.4. Izvođenje instalacija**

Kompletna instalacija izmjeničnog elektroenergetskog razvoda izvodi se nadžbukno kroz prethodno ugrađene instalacijske cijevi, vodičima tipa FG16OR16 ili P/F odgovarajućeg presjeka i broja žila.

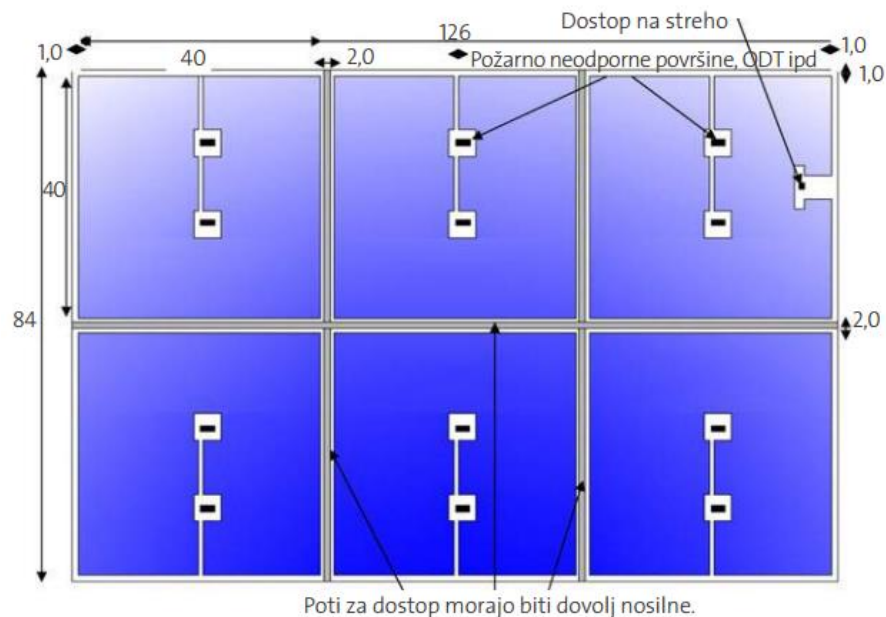
Instalacija istosmjernog elektroenergetskog razvoda izvoditi će se nadžbukno kroz prethodno ugrađene instalacijske cijevi, vodičima tipa FG21M21 odgovarajućeg presjeka i broja žila.

Fotonaponski moduli postavljeni su sukladno Elaboratu zaštite od požara, uzimajući u obzir podjelu zgrade na požarne sektore. Moduli su projektirani za instalaciju na način da se ne prenosi požar sa jednog požarnog odjeljka na drugi, a prodori instalacija bit će takvi da ne smanjuju požarnu sigurnost zgrade.

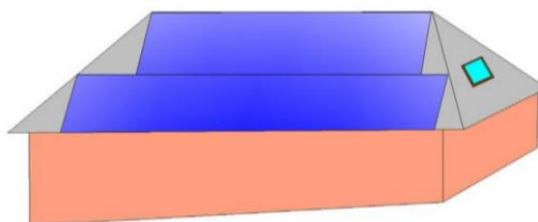
Sukladno tome, poštovani su zahtjevi:

- na požarnim zidovima (istacima) ili sličnim protupožarnim razdjelnicama ne postavljati module ili druge zapaljive građevinske elemente
- pokrivanje otvora ili uređaja za odvod dima i topline i pokrivanje vatrootpornih otvora nije dopušteno;
- osigurati pristup dimnjacima, ventilacijskim otvorima, krovnim otvorima i oko njih osigurati slobodan prostor u skladu sa zahtjevima: širina slobodne površine oko sklopa modula ne smije biti manji od 1,0 m;
- predvidjeti oko površine koje nisu otporne na vatru tipa prozor, kupola, svjetlarnik itd.) barem 2,5 m široki pojas u kojem nema modula i drugih zapaljivih dijelova solarnih elektrana;
- udaljenost između solarnih modula i ruba požarnog zida u svakom slučaju mora biti minimalno 1,0 m, osim kada je požarni zid preko 0,3 m iznad gornje površine modula;
- fotonaponski moduli razreda A prema koji su uključeni u krov za koji nije potrebna otpornost na požar, a požarni zid bi trebao doseći 0,3 m iznad modula; Ovako izvedeni moduli mogu se postaviti na rub požarnog zida; prikladna je također inačica s propusnošću (širinom) od 1,0 m koja je osigurana na svakoj strani požarnog zida kako je objašnjeno u prethodnim rečenicama.

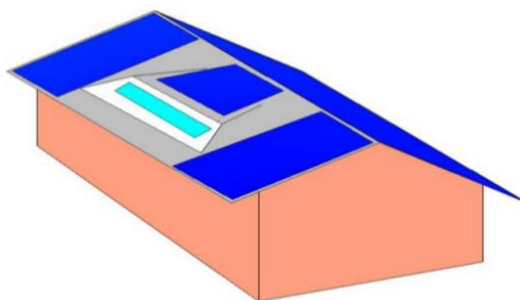
Za ravne krovove s površinom manjom od 40,0 m x 40,0 m bez adekvatnog pristupa krovu osigurati održavanje i vatrogasni pristup pojasom širine najmanje 1,0 m, barem s jedne strane krova. Za ravne krovove s površinom većim od 40,0 m x 40,0 m, moduli moraju biti ograničeni na maksimalno 40,0 m x 40,0 m. Mora biti između ruba krova i takvog polja najmanje 1,0 m širine pristupni prostor. Između dva takva polja moraju biti slobodni prolaz s širinom najmanje 2,0 m.



Za kose krovove, dvovodni krov može imati jednu stranu krova u potpunosti pokrivenu modulima ukoliko je osiguran pristup s osne strane. Pristup se može osigurati kroz prozor širine najmanje 0,9, i visine najmanje 1,2m ili pomoću fiksnih ljestvi sa tla.



Slika 5: Primjer gdje se krovu ili ispod krova može pristupiti kroz prozorski otvor veličine najmanje 0,9 mx 1,2 m; u ovom slučaju se i druga strana krova može kompletno prekriti modulima (izvor: Gregor Kušar)



Slika 6: Primjer kada je pristup krovu ili ispod krova moguć kroz prozorski otvor veličine minimalno 0,9 mx 1,2 m u potkrovlju (izvor: Gregor Kušar)

U slučaju kosog krova (jednovodni ili dvovodni krov, slika 4 je primjer jednovodnog krova), gdje nema odgovarajućeg prozora za pristup ili fiksnih ljestvi, traka širine najmanje 1,0 m od rub krova barem s jedne strane i ista traka ispod sljemena mora se predvidjeti za gašenje.



Slika 4: Primjer kada pristup na krov ili ispod krova nije moguć kroz prozor ili direktno sa zemljišta (izvor: Gregor Kušar)

#### 1.4. SUSTAV ZAŠTITE OD UDARA MUNJE

Sustav zaštite od udara munje nije predmet ovog projekta.

Sustav zaštite od udara munje obrađen je u usklađenoj mapi 11 te se odnosi na cjelokupan objekt u čijoj se kalkulaciji nalazi i sunčana elektrana.

#### 1.5. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Ovim dijelom projekta predviđena je izrada niskonaponske električne instalacije integrirane fotonaponske elektrane. Na temelju podataka o sadašnjim cijenama gradiva, opreme i radne snage u graditeljstvu, procijenjeni su približni troškovi izgradnje predmetnih instalacija koji se tablično prikazuju kako slijedi:

Tablica 5 – Procjena troškova građenja

REKAPITULACIJA		
1.	Fotonaponski moduli	27.000,00 €
2.	Izmjenjivač	6.000,00 €
3.	Montažna konstrukcija	6.400,00 €
4.	Razdjelnik	1.000,00 €
5.	Elektro materijal i sitni materijal	7.500,00 €
6.	Ispitivanja i puštanje u pogon	3.200,00 €

<b>SVEUKUPNO:</b>	<b>51.100,00 €</b>

Navedeni su iznosi aproksimativni. Točne je iznose moguće ustanoviti nakon prikupljanja ponuda od tvrtki specija

liziranih za obavljanje projektiranih radova. U cijenu nije uračunat PDV.

## **1.6. VIJEK UPORABE I UVJETI ODRŽAVANJA GRAĐEVINE**

Projektirani vijek uporabe elektrotehničkih instalacija sunčane elektrane je 50 godina, fotonaponskih modula 25 godina, izmjenjivača 15 godina ukoliko se kontinuirano provode pregledi opisani u poglavlju „Program kontrole i osiguranja kvalitete“, te u skladu s dobivenim rezultatima ispitivanja i kontrole, vrše ispravke i popravci, odnosno kontinuirano održavanje.

Svi radni dijelovi električne instalacije (prikjučna mjesta, razdjelnici, razvodne kutije, mjerna mjesta i sl.) moraju nakon puštanja u rad instalacije ostati pristupačni zbog redovnog održavanja električne instalacije.

Za održavanje postojeće zgrade i predmetne sunčane elektrane, te za vatrogasce projektom je omogućen pristup na ugrađene sustave aktivne zaštite od požara (npr. za uklanjanje dima i topline), gromobrane itd. ispod krova ili na krovu.

## **1.7. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRAĐENJA**

Svi su posebni tehnički uvjeti građenja priloženi u poglavlju Posebni uvjeti i uvjeti priključenja.

## **1.8. GOSPODARENJE OTPADOM**

Otpadni materijal nastao tijekom izvođenja elektromontažnih radova potrebno je odložiti na posebno pripremljena mjesta gdje neće predstavljati opasnost za sudionike gradnje ili će predstavljati opasnost od požara (boje, lakovi, organska otapala i sl.). Otpad se ne smije odlagati po komunikacijskim i evakuacijskim putovima. Izvođač je dužan otpadni materijal sortirati po vrsti, te nakon završetka radova organizirati otklanjanje otpada s gradilišta neposredno ili angažiranjem društva registriranog za postupanje s otpadom.

Nakon isteka vijeka trajanja građevine vlasnik građevine dužan je dotrajale materijale deponirati na za to predviđena mjesta te ih na građevini zamijeniti novima.

## **1.9. PRIKAZ PRIMJENJENIH MJERA ZAŠTITE OD ELEKTRIČNE INSTALACIJE**

Zaštita od električnog udara prema HRN HD 60364-4-41:2007 u električnoj instalaciji obuhvaća zaštitu od izravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom i zaštitu od neizravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom.

Zaštita od izravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom predviđena je izoliranjem i pregradama i kućištima. Svi predviđeni kabeli i vodovi imaju izolaciju koja odgovara radnom naponu 0,4/1 kV, a konstrukcije koje odgovaraju standardima.

Svi spojevi vodova na mjestu grananja instalacije izvode se u kutijama od instalacijskog materijala s odgovarajućim poklopcem. Razdjelnici električne instalacije imaju metalna ili plastična kućišta, pa oprema nije dostupna bez otvaranja vrata. Vrata se zaključavaju bravicom da ih ne mogu otvoriti neovlaštene osobe. Na kućištima razdjelnika ne postoje otvori kroz koje se može slučajno doći u dodir s elementima pod naponom koji su ugrađeni u njih.

Zaštita od neizravnog dodira dijelova instalacije i opreme pod naponom obuhvaća automatsko isključivanje napajanja i izjednačenje potencijala.

Automatsko isključivanje napajanja dijelova instalacije ili opreme priključene na nju, koji su u kvaru vrši se preko topivih ili automatskih osigurača, za svaki strujni krug zasebno, s time što je instalacija predviđena s odvojenim zaštitnim i neutralnim vodičima (TN-S sustav).

Automatsko isključivanje cijele instalacije ili njenih dijelova koji su u kvaru vrši se strujnim zaštitnim sklopkama diferencijalne struje 0,3 A. Nakon odvajanja od zaštitne sabirnice u KPMO-u na koju su spojeni, neutralni i zaštitni vodiči se više nigdje u instalaciji ne spajaju i međusobno su izolirani, a neutralni vodič više nigdje nije uzemljen.

Izjednačenje potencijala vrši se između metalnih masa u građevini (plinske instalacije, vodovodne instalacije, instalacije centralnog grijanja, temeljnog uzemljivača, gromobranske instalacije, glavnog zaštitnog vodiča i dr.). U tu svrhu je u glavnom razdjelniku građevine predviđena sabirnica za izjednačenje potencijala na koju se povezuju sve navedene metalne mase.

Zaštita od prekomjernih struja u instalaciji prema normi HRN N.B2.743 obuhvaća zaštitu od preopterećenja i zaštitu od kratkog spoja.

Zaštita od preopterećenja vrši se automatskim prekidanjem preopterećenih strujnih krugova s pomoću topivih ili automatskih osigurača, nadstrujnih i bimetalnih okidača čija vrijednost ne prelazi vrijednost trajno dopuštenih struja prema normi HRN N.B2.752.

Zaštita od kratkog spoja vrši se pomoću topivih ili automatskih osigurača, odnosno magnetskih okidača.

Zaštita od toplinskog djelovanja električne instalacije na okolinu prema normi HRN N.B2.742 obuhvaća zaštitu od požara, zaštitu od opekline i zaštitu od pregrijavanja.

Zaštita od požara predviđena je tako što su izabrani instalacijski materijali i oprema koji ne predstavljaju izvor opasnosti od požara za okolne materijale, odnosno izabrana oprema i gradiva na svojoj površini ne razvijaju toliku temperaturu da mogu zapaliti okolni materijal.

Zaštita od opekline izazvanih slučajnim dodiranjem s uređajima koji na svojoj površini razvijaju visoku temperaturu (grijača) vrši se postavljanjem tih uređaja izvan dohvata ruke i izvan zone mogućeg slučajnog dodira.

Zaštita od pregrijavanja opreme (električni bojler, termoakumulacijska peć i sl.) vrši se tvorničkim ugrađenim termostatom. Ostala oprema koju će se nabavljati naknadno mora zadovoljiti iste uvjete zaštite od toplinskog djelovanja, inače se ne smije priključivati na instalaciju.

Zaštita od vanjskih utjecaja na instalaciju i opremu prema normi HRN N.B2.751 obuhvaća izbor odgovarajućih tipova i karakteristika instalacijskog materijala i opreme s obzirom na vanjske utjecaje definirane prema normi HRN N.B2.730, a koji se mogu očekivati u normalnom pogonu (mjesto montaže, uvjeti rada, utjecaji vlage, temperature i isparenja, zprašenost, eksplozivnost atmosfere, mehanička naprezanja i slično).

Zaštita od nestručnog rukovanja instalacijom i opremom, te od opasnosti koje iz toga proizlaze obuhvaća izradu pravilnika od strane Investitora ili korisnika kojim će propisati način rukovanja, odnosno tko i pod kojim uvjetima smije vršiti rukovanje, ispitivanje, kontrolu

i popravak instalacije i opreme i postavljanje oznaka i upozorenja na opasnost od električne energije.

Isključenje napajanja električnom energijom potrebno je izvršiti odmah po uočavanju požara, a svakako prije početka gašenja. Napajanje je moguće isključiti:

- u svim razvodnim pločama glavnom sklopkom,
- pomoću protupožarnih tipkala predviđenih na pročeljima građevina.

Zaštita od atmosferskog pražnjenja izvedena je na klasičan način prema Tehničkom propisu za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama.

Zaštita od nestručnog rukovanja instalacijom i opremom, te od opasnosti koje iz toga proizlaze obuhvaća izradu pravilnika od strane Investitora ili korisnika kojim će propisati način rukovanja, odnosno tko i pod kojim uvjetima smije vršiti rukovanje, ispitivanje, kontrolu i popravak instalacije i opreme i postavljanje oznaka i upozorenja na opasnost od električne energije.

Po završetku montaže predmetne građevine, sunčane elektrane, Izvođač radova je obvezan napraviti Uputu za gašenje požara, koja će sadržavati bitne upute i napomene, te je istaknuti na vidljivo mjesto.

Prilikom izbijanja požara, a prethodno gašenju, iz Uputa za gašenje požara upoznati se sa smještajem opreme sunčane elektrane, utvrditi oštećene dijelove, upozoriti i eventualno blokirati opasna mjesta te pristupiti gašenju prema normi VDE 0132.

Izvođač radova je dužan odgovarajućim standardnim naljepnicama označiti instalacije koje su pod naponom.

Na predmetnoj građevini potrebno je na vidljivom mjestu postaviti znakove upozorenja na instalirano fotonaponsko postrojenje odnosno sunčanu elektranu.



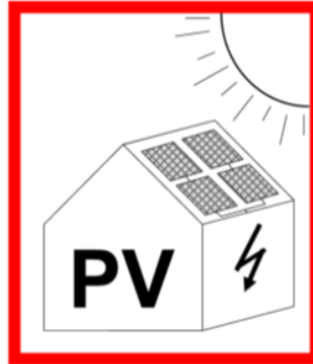
**FOTONAPONSKI SUSTAV (SUNČANA ELEKTRANA)  
GRAĐEVINA JE OPREMLJENA FOTONAPONSKIM SUSTAVOM**

Postavlja se trajna oznaka minimalnih dimenzija 10 x 10 cm. Oznaka služi kao upozorenje vatrogascima na prisustvo istosmjernog napona te je istu potrebno postaviti na ROSE.

Sunčana elektrana bit će označena oznakom na slici.

*Oznaka upozorenja da postoji sunčana elektrana*

**SUNČANA ELEKTRANA  
NA OBJEKTU**



**POZOR !  
OPASNOST ELEKTRIČNOG UDARA  
PRI GAŠENJU VODOM**

Svrha označavanja je upozoriti osobe koje nisu dovoljno upoznate s instaliranim solarnom elektranom, za djelovanje u slučaju požara.

Projektom su zadovoljeni zahtjevi Elaborata zaštite od požara:

- Kad su na zgradi postavljeni FN moduli, treba postaviti trajnu oznaku min. dimenzija A6 formata za crveno polje (105x148 mm), koja će upozoriti vatrogasce na prisustvo ove vrste napona na:

- kućnom priključku, KPO,
- odvodu u TS,
- razdjelniku na koji se priključuje inverter (ROSE).

Također će pored glavnog tipkala za daljinski isklon na ulazu u zgradu biti postavljen ormarić sa ključem i vratima od prozirnog pleksiglasformata A4 u kojem će se nalaziti protupožarni nacrt sa točnim pozicijama i rasporedom instalirane opreme.

Kopija nacрта dostavit će se u dogledno vrijeme nadležnoj vatrogasnoj jedinici kako bi se ista pravovremena upoznala sa instaliranim elektranom.

Protupožarni nacrt sunčane elektrane biti će izrađen u A4 ili A3 formatu, u mjerilu koje osigurava transparentnost.

U sklopu fotonaponske elektrane planira se zaštita s jednim (1) CO25 vatrogasnim aparatom za gašenje plinom postavljenim kraj invertera fotonaponske elektrane. Vatrogasni aparat postaviti će se u ormarić za vanjsku ugradnju uz izmjenjivače i razdjelne ormare na lako uočljivo i trajno pristupačna mjesta u ormariću zaštićenom od atmosferilija.

Osim prethodnog preporuka je da se na krovu uz fotonaponska polja ili drugom prostoru uz fotonaponski sustav postave ručni aparati tipa „PVSTOP“ koji, kad se rasprši po fotonaponskom panelu, stvara fotonepropusni film čime blokira sunčevu svjetlost i isključuje DC stranu sunčane elektrane. Time se osigurava siguran rad bez napona i proizvodnje električne energije na fotonaponskim panelima koji su zahvaćeni i oštećeni u nevremenu, u požaru ili tokom popravljanja oštećenja nastalih bilo prilikom vremenskih uvjete ili požara.

Sredstvo koje se rasprši, osuši se unutar 4-5 minuta te se nakon sušenja lako skida bez da ošteti panel.

Prema preporuci proizvođača minimalno je potrebno prekriti 40% panela navedenim sredstvom kako bi se prekinuo rad sunčane elektrane unutar nekoliko sekundi na način prikazan na slici ispod, iako je poželjno prekriti cijeli panel kako bi se u potpunosti isključila DC strana.

Jedan takav aparat od 9 litara može prekriti površinu od otprilike 45 m<sup>2</sup>. Iz toga proizlazi da bi za potrebe predmetne sunčane elektrane bilo potrebno minimalno 6 aparata od 9 litara. Aparat nije namijenjen za gašenje požara.

## **1.10. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE**

### **1.10.1. OPĆI UVJETI I IZVOĐENJE**

Ovi uvjeti su sastavni dio projekta i kao takvi obvezuju investitora i izvođača kod izvođenja projektiranih instalacija, pored ostalog, obavezno pridržavanje i ovih tehničkih uvjeta.

Cjelokupnu električnu instalaciju treba izvesti prema priloženim nacrtima u grafičkim prikazima, tehničkom opisu i proračunu, ovim uvjetima i važećim hrvatskim standardima, normama i propisima te pravilima struke.

Strogo je zabranjeno svako odstupanje od projekta prilikom izvođenja instalacija. Eventualna odstupanja od projekta obvezatno moraju biti odobrena od strane projektanta i nadzornog inženjera.

Izvođač je dužan prije početka radova detaljno se upoznati s projektom i sve eventualne primjedbe pravovremeno dostaviti investitoru i nadzornom inženjeru.

Sav materijal za izvedbu radova prema ugovoru obavezan je dobiti izvođač elektroinstalacijskih radova, sve prema predmetnoj projektnoj dokumentaciji, a sukladno s važećim zakonskim propisima i hrvatskim standardima.

Za sav ugrađeni materijal i opremu moraju se dostaviti odgovarajući atesti, certifikati o stalnosti svojstava i izjave o svojstvima, kojima se dokazuje kvaliteta ugrađenog materijala i opreme. Sva električna oprema i instalacijski materijal trebaju u normalnom pogonu trajno podnositi vanjske utjecaje koji se mogu očekivati na mjestu njihove montaže što znači :

- za temperaturu okoline AA2 i AA4 (od -40°C do +40°C)
- za klimatske uvjete AB2 i AB4 (relativna vlažnost zraka od 5% do 100%)
- za prisustvo vode najmanji zahtjev je AD3 (škropljenje)
- za prisustvo krutih tvari najmanji zahtjev je AE2 (sitni predmeti do 2,5 mm)

Osim materijala i sam rad mora biti kvalitetno izveden, a sve što bi se u toku rada i poslije pokazalo nekvalitetno izvođač je u obvezi o svom trošku ispraviti.

Za ispravnost izvedenih radova izvođač garantira određeni period (u dogovoru s investitorom) računajući od dana tehničkog prijama građevine ili primopredaje izvedenih radova. Sve kvarove i oštećenja koja se u tom periodu pojave, bilo zbog primjene nekvalitetnog materijala ili nesolidne izvedbe, izvođač je obavezan otkloniti bez prava na naknadu.

Investitor je obavezan osigurati stalni nadzor nad izvedbom ugovorenih radova. Investitor je obavezan, prije početka radova, dostaviti izvođaču imena osoba ovlaštenih za obavljanje nadzora nad izvedbom.

Izvođač je obvezan, svog ovlaštenog predstavnika, voditelja građenja, imenovati prije početka radova i o tome pismeno izvijestiti naručitelja.

Investitor se obvezuje da će osobe ovlaštene za nadzor nad izvedbom radova, osim Zakonom predviđenih aktivnosti, po potrebi kao i na poziv izvođača radova obilaziti gradilište i s voditeljem građenja zajednički rješavati nastale probleme.

Sve probleme u pogledu ugovorenih radova investitor će rješavati s izvođačem, preko osoba ovlaštenih za vršenje nadzora.

Izvođač se obvezuje da će redovito upisivati, u građevni dnevnik, sve potrebne podatke koje je obvezan upisivati i da će nadzornom inženjeru omogućiti svakodnevni uvid u montažni dnevnik.

Izvođač je obvezan prilikom izvedbe predmetne instalacije, obavljati Zakonom propisana ispitivanja ugrađenog materijala i upisivati ih u dnevnik.

Osobe ovlaštene za vršenje nadzora obvezne su redovito potpisivati dnevnik o izvršenim radovima.

Radovi na elektroinstalaciji moraju se izvoditi po projektu, a operativno moraju biti usklađeni s ostalim radovima na gradilištu. Pri izvođenju radova treba kontrolirati izvode li se po važećim propisima, normama, normativima i pravilima struke. Prije ugradnje kontrolirati instalacijsku opremu i gradiva, kako bi se ustanovilo odgovaraju li hrvatskim normama i normativima, te jesu li u ispravnom stanju. Posebnu pozornost tijekom izvođenja radova treba posvetiti kontroli provođenja mjera zaštite opisanih u dijelu "Mjere zaštite od električne instalacije". Sve primjedbe i zapažanja u pogledu kakvoće i sigurnosti instalacija zabilježiti u građevinski dnevnik.

Neposredno prije završetka radova potrebno je kontrolirati:

- označenost glavnih kablova u pogledu tipa, presjeka i mjesta priključka,
- prepoznatljivost neutralnih i zaštitnih vodova,
- ispravnost izbora vrijednosti ugrađenih osigurača,
- označenost naziva razdjelnika,
- označenost strujnih krugova i
- opremljenost razdjelnika ažuriranim shemama.

Izvođač ne smije ugrađivati gradiva i opremu koji nemaju odgovarajuće ateste, certifikate ili izjave o svojstvima iz kojih je moguće utvrditi njihovo porijeklo, tehničke značajke i kakvoću. Ne smiju se ugrađivati oštećeni i defektni materijali i oprema.

### **1.10.2. PREGLEDI, KONTROLE, ISPITIVANJA I MJERENJA**

Po završetku ugovorenih radova, a prije početka korištenja odnosno stavljanja u pogon instalacije Investitor je obvezan zatražiti tehnički pregled izvedenih radova u svrhu utvrđivanja njihove tehničke ispravnosti. Po završetku ugovorenih radova izvođač mora predložiti dokaze o kakvoći izvedenih radova, te izjavu odgovorne osobe da su za izvođenje rabljena gradiva sukladno važećim normama i normativima. Ispitivanje kakvoće izvedenih radova može obaviti samo ovlaštena ustanova.

Nakon ispitivanja instalacije potrebno je predložiti nalaze u pismenom obliku i s potpisom odgovorne osobe. Ukoliko su svi nalazi sukladni propisima, instalacija se može pustiti u pogon. Ovaj zaključak donosi nadzorni inženjer u svom završnom izvješću, te osobe zadužene za tehnički pregled. Prije tehničkog pregleda izvođač mora dostaviti ovjerene jamstvene listove svih proizvoda koje je ugradio, te upute za uporabu i rukovanje. Kakvoću

svojih radova izvođač jamči jamčenim rokom kojeg ugovara kod sklapanja ugovora s Investitorom.

### **1.10.2.1. Električna instalacija**

Za provjeravanje električne instalacije primjenjuje se norma: HRN HD 60364-6: 2007 Niskonaponske električne instalacije - 6. dio: Provjeravanje (IEC 60364-6: 2006, MOD; HD 60364-6: 2007).

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja električne instalacije provode se sukladno zahtjevima iz projekta građevine, ali ne rjeđe od:

- četiri godine za građevine javne namjene, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- četiri godine za električne instalacije za sigurnosne svrhe, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- petnaest godina za građevine odnosno dijelove građevina stambene namjene,
- **četiri godine za sve ostale građevine odnosno njihove dijelove.**

Način obavljanja redovitih pregleda električne instalacije određuje se projektom građevine, a uključuje najmanje:

a) pregled u koji je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi električne instalacije u ispravnom stanju,

b) mjerenje radi utvrđivanja da li električna instalacija u cjelini ispunjava zahtjeve određene projektom građevine što uključuje ispitivanje električne instalacije primjenom norme HRN HD 60364-6, normama na koje ta norma upućuje, te odredbama Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 05/2010), osim ispitivanja otpora izolacije ako stanje električne instalacije ne ukazuje na potrebu ispitivanja, a rezultati pregleda i utvrđenog stanja dijelova električne instalacije upisuju se u zapisnik.

Izvanredni pregled električne instalacije provodi se nakon svake promjene na istoj, nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva električne instalacije ili izaziva sumnju u uporabljivost električne instalacije te po zahtjevu iz inspeksijskog nadzora.

O provedenom redovitom pregledu i izvanrednom pregledu te o ispitivanju električne instalacije sastavlja se zapisnik koji mora sadržavati podatke sukladno zahtjevima norme HRN HD 60364-6.

Dokumentaciju o pregledima električnih instalacija, te ugradnji dijelova električne instalacije kao i drugu dokumentaciju o održavanju električne instalacije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Tijekom pregleda električnih instalacija građevine treba obratiti pažnju na:

- glavni razvodni ormar,
- provjeriti ispravnost (mjerenja) petlji uzemljenja i izjednačenje potencijala,
- stanja uzemljenja razdjelnika, metalnih trasa te eventualno uzemljenje opreme,
- prepoznavanje i stanje neutralnog i zaštitnog vodiča,
- stanje i opremljenost shemama, tablicama i oznakama,

- stanje i opremljenost oznakama razdjelnika, strujnih krugova, trošila i slično,
- solidnost spajanja kabela i vodiča,
- pristupačnost i prostor za rad.

Dobiveni rezultati ispitivanja i mjerenja moraju zadovoljavati slijedeće uvjete:

- između vodiča ne postoji dodir,
- vodiči kabela nisu u prekidu,
- otpor petlje odgovara otporu upotrijebljenih vodiča-kabela,
- otpor izolacije između vodiča istog kabela ili različitog kabela ne smije biti manji od 20 M $\Omega$ , a otpor između bilo kojeg vodiča i zemlje ne smije biti manji od 10 M $\Omega$ ,
- otpor uzemljenja ne smije biti veći od 5  $\Omega$ .

Atesti, mjerenja i ispitivanja koje je potrebno priložiti uz zahtjev za tehnički pregled i uporabnu dozvolu

- atesti ugrađene opreme i kabela,
- atesti o izvršenom mjerenju otpora izolacije, otpora petlje i otpora uzemljenja,
- atesti o ispitivanju zaštite od indirektnog napona dodira,
- atesti o ispitivanju sustava izjednačenja potencijala i neprekidnosti zaštitnog vodiča,
- atesti o izvršenom podešavanju strujne zaštite,
- ispitne listove razvodnih ormara,
- atesti o izvršenom funkcionalnom ispitivanju ugrađenih uređaja,
- atesti o ispitivanju sustava zaštite od munje.

#### **1.10.2.2. Fotonaponski sustav**

Pregled i održavanje fotonaponskog sustava obavljaju se prema normama i odredbama. Učestalost pregleda prikazana je u tablici.

Tablica 6 – Rokovi redovitih pregleda i ispitivanja sunčanog sustava

	Pregled	Ispitivanje
Razdoblje	svake 2 godine	svake 4 godine

Redoviti pregled uključuje:

- a) pregled općih podataka o građevini i osloncu na normativne dokumente,
- b) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi vanjskog sustava u ispravnom stanju (fotonaponski moduli, solarni kolektori, montažna oprema, kabela oprema, PE vodiči),
- c) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi unutarnjeg sustava u ispravnom stanju (osigurači, prekidači, spojevi, izmjenjivač),
- d) pregled u kojem se mjere naponi i struja elektrane kako bi se ustanovilo eventualno odstupanje od integriranog brojila.

Redovito ispitivanje uključuje:

- a) pregled općih podataka o građevini i osloncu na normativne dokumente,

- b) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi vanjskog sustava u ispravnom stanju (fotonaponski moduli, solarni kolektori, montažna oprema, PE vodiči),
- c) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi unutarnjeg sustava u ispravnom stanju (osigurači, prekidači, spojevi, zaštitni vodič, izmjenjivač),
- d) mjerenje i ispitivanje radi utvrđivanja ispunjava li sustav u cjelini zahtjeve određene projektom građevine (mjerenje otpora izolacije kabela, mjerenje impedancije petlje kvara, mjerenje otpora uzemljenja, mjerenje neprekinutosti PE zaštitnih vodiča, ispitivanje funkcionalnosti zaštite, mjerenje snage, napona, struje i po potrebi ostalih parametara sunčane elektrane).

Redovito ispitivanje provodi se dva put godišnje, u zimskom i ljetnom periodu za dio mjerenja snage, napona i struje te drugih potrebnih parametara sunčane elektrane.

Izvanredni pregled sustava provodi se:

- a) nakon svake promjene na sustavu,
- b) nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva sustava (npr. udari munje ili neki drugi događaji) ili izaziva sumnju u uporabljivost sustava,
- c) te po inspekcijskom nadzoru.

Izvanrednim pregledom provodi se cjelokupan program ispitivanja.

### 1.10.2.3. Sustav zaštite od udara munje

Održavanje sustava se obavlja prema normama i odredbama. Učestalost pregleda prikazana je u tablici, a odnosi se na sustav zaštite od udara munje (LPS).

Tablica 7 – Rokovi redovitih pregleda i ispitivanja sustava zaštite od munje

Razina zaštite	Razdoblje između pregleda	Razdoblje između ispitivanja i mjerenja	Razdoblje između pregleda kritičnih dijelova
I	1 godina	2 godine	1 godina
II	1 godina	4 godine	2 godine
<b>III, IV</b>	<b>2 godine</b>	<b>6 godina</b>	<b>3 godine</b>

**Redoviti pregled** uključuje:

- a) pregled općih podataka o građevini i osloncu na normativne dokumente
- b) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi vanjskog sustava u ispravnom stanju
- c) pregled u kojem je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi unutarnjeg sustava u ispravnom stanju

Tijekom redovitih pregleda posebno je važno provjeriti dotrajalost i hrđanje dijelova hvataljka, vodiča i spojeva, hrđanje uzemljivača, otpor uzemljenja sustava uzemljivača, stanje spojeva i učvršćenost.

**Redovito ispitivanje** uključuje:

- a) pregled općih podataka o građevini i osloncu na normativne dokumente

- b) mjerenje i ispitivanje radi utvrđivanja da li sustav u cjelini ispunjava zahtjeve određene projektom građevine što uključuje ispitivanje sustava primjenom norma iz tog priloga, normama na koje te norme upućuju, te odredbama tog priloga

**Izvanredni pregled** sustava provodi se:

- a) nakon svake promjene na sustavu
- b) nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva sustava (npr. udari munje ili neki drugi događaji) ili izaziva sumnju u uporabljivost sustava
- c) te po inspekcijskom nadzoru.

Projektant:

Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.



MARINO DRANDIĆ  
mag.ing.el.  
E 2849 Ovlašten inženjer  
ELEKTROTEHNIKE

## **2. TEHNIČKI PRORAČUN**

## 2.1. IZBOR I DIMENZIONIRANJE SUNČANE ELEKTRANE

### 2.1.1. Fotonaponski sustav

Ugraditi će se 108 fotonaponskih modula instalirane snage od po 450 W, ukupno 48,60 kW DC snage. Moduli će biti spojeni serijski prema nacrtnoj dokumentaciji, a svaka serija biti će spojena na izmjenjivač.

Tablica 8 – Parametri fotonaponskih modula

Tehnički parametri fotonaponskih modula 450 W pri standardnim testnim uvjetima

Vršna snaga $P_{MPP}$	450 W
Dozvoljeno odstupanje	-0/+5 W
Struja kratkog spoja $I_{KS}$	11,35 A
Napon praznog hoda $U_{PH}$	48,98 V
Nazivna struja $I_{MPP}$	10,90 A
Nazivni napon $U_{MPP}$	41,28 V
Dozvoljeno odstupanje napona i struje	$\pm 3 \%$
	Radni uvjeti
Temperaturno područje	-40 - +85 °C
Maksimalni napon sustava	1500 V
Najveća dopuštena reverzna struja	15 A
Maksimalno opterećenje	Do 5400 Pa
	Temperaturna svojstva
Temperaturni koeficijent snage $P_{MPP}$	-0,42 %/°C
Temperaturni koeficijent struje $I_{KS}$	0,05 %/°C
Temperaturni koeficijent napona $U_{PH}$	-0,33 %/°C
	Učinkovitost
Učinkovitost	20,70 %
	Mehanički podaci
Dimenzije (VxŠxD)	2094x1038x35 mm
Masa	25 kg
Broj i vrsta ćelija	144 polućelija, monokristalični Si, 166x83 mm +/- 1 mm
Staklo	3,2 mm kaljeno sunčano staklo
Pozadina	Višeslojna poliesterska folija
Okvir	Crni anodizirani aluminij s dvostrukom stijenkom i otvorima za drenažu
Priključna kutija	IP67 s 3 bypass diodama
Priključni kablovi	Kabel 4mm <sup>2</sup> , dužine $\geq 1000$ mm

### 2.1.2. Izmjenjivač

Ugraditi će se jedan trofazna izmjenjivača snage na izmjeničnoj strani 50 kW. Izmjenjivač će biti spojen u razdjelnik sunčane elektrane ROSE. Na izmjenjivač se spaja određen broj serija fotonaponskih modula.

Tablica 9 – Parametri izmjenjivača 50 kW

Tehnički DC parametri	
Maksimalna priključna DC snaga	50000 W
Maksimalni ulazni napon	1100 V
Naponske granice UMPP / Nazivni napon	200-1000 V
Minimalni napon U <sub>min</sub> / Startni napon	200 V
Maksimalna struja I izlaza A / B	30 A (MPPT) / 20 A (ulaz)
Broj nezavisnih izlaza / serija po izlazu	4/8
Tehnički AC parametri	
Maksimalna snaga	50000 W
Maksimalna prividna snaga S	55000 VA
Broj faza, nazivni napon	3 faze, N, PE, 230 V / 400 V
Frekvencija	50 Hz / 230 V
Maksimalna struja I izlaza	79,8 A
THD	≤ 3%
	Učinkovitost
Učinkovitost	98,0 %
	Zaštitni uređaji
DC prekidni uređaji	DA
Praćenje kvara/mreže	DA / DA
DC odvodnici prenapona	DA
Zaštita od krivog DC polariteta / Zaštita od kratkog spoja na AC strani	DA / DA
Osjetljivost na rezidualnu struju	DA
	Opći podaci
Dimenzije (VxŠxD)	640x530x270 mm
Masa	49 kg
Radna temperatura	-25 – +60 °C
Samo potrošnja	5,5 W
Vrsta / hlađenje	Prirodno hlađenje zrakom
IP zaštita	IP66
DC priključak / AC priključak	3 x DC priključci / 5-polne stezaljke
Display	LED indikatori, integrirani WLAN + aplikacija
RS485	DA

### 2.1.3. Proračun fotonaponskog sustava

$$P_{DC} = N_{PV} \cdot P_{MPP} = 18 \cdot 450 = \mathbf{8.100 \text{ W}}$$

#### 18 panela:

$$U_{DC \text{ MAX}} = N_{PV} \cdot U_{PH} \cdot (1 + \Delta T \cdot K) = 18 \cdot 48,98 \cdot [1 + (-35) \cdot (-0,33/100)] = \mathbf{983,47 \text{ V}}$$

$$\Delta T = T_{-10^{\circ}\text{C}} - T_{STC}$$

$$U_{DC \text{ MIN}} = N_{PV} \cdot U_{MPP} \cdot (1 + \Delta T \cdot K) = 18 \cdot 41,28 \cdot [1 + (+35) \cdot (-0,42/100)] = \mathbf{633,81 \text{ V}}$$

$$\Delta T = T_{+60^{\circ}\text{C}} - T_{STC}$$

Tablica 10 – Proračun fotonaponskog sustava za izmjenjivač

Tehničke veličine	$P_{DC}$ [kW]	$U_{DC \text{ MAX}}$ [V]	$U_{DC \text{ MPP}}$ [V]	$U_{DC \text{ MIN}}$ [V]	$I_{DC \text{ MPP}}$ [A]	
Izmjenjivač	<b>50</b>	<b>1100</b>	<b>600</b>	<b>200</b>	<b>30</b>	
Serije fotonaponskih modula	A1	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	A2	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	B1	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	B2	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	C1	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	C2	8,1	983,47	743,04	633,81	10,90
	D1	/	/	/	/	10,90
	D2	/	/	/	/	10,90
	Ukupno	<b>48,6</b>	<b>983,47</b>	<b>743,04</b>	<b>633,81</b>	<b>10,90</b>
	Status	<b>Zadovoljava</b>	<b>Zadovoljava</b>	<b>Zadovoljava</b>	<b>Zadovoljava</b>	<b>Zadovoljava</b>

## 2.2. ODABIR I DIMENZIONIRANJE KABELA

### 2.2.1. Provjera napojnog kabela na strujno opterećenje

Struja opterećenja dotičnog kabela ne smije prijeći granicu dopuštene struje definirane prema normi HRN N.B2.743. Struja opterećenja se računa iz sljedećih izraza:

$$I = (P \times i) / (U_f \times \cos\varphi) \quad \text{za jednofazni strujni krug}$$

$$I = (P \times i) / (1,73 \times U \times \cos\varphi) \quad \text{za trofazni strujni krug}$$

Uporabljeni simboli imaju sljedeća značenja :

- I.....struja opterećenja
- P.....planirano maksimalno opterećenje
- i.....faktor istovremenosti
- $U_f$ ..... fazni napon = 230 V
- U.....linijski napon = 400 V
- n.....broj fotonaponskih modula

**PROVJERA NAPOJNOG KABELA (GRO – ROSE) FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup>**

instalirana snaga	$P_i = 48,60 \text{ kW}$
nazivni napon	$U_n = 400 \text{ V}$
faktor snage	$\cos \varphi = 0,95$
faktor polaganja kabela	$f_p = 0,95$

$$I_b = \frac{P_i}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

Struja proizvođača:  **$I_b = 73,84 \text{ A}$** Postavljeni kabel: **FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup>**Strujno opterećenje kabela:  **$I_z = 0,95 \cdot 105 \text{ A} = 99,75 \text{ A}$** Nazivna struja osigurača-prekidača:  **$I_n = 80 \text{ A}$** 

Zaključak: Uvjet  $I_b \leq I_n \leq I_z$  biti će ispunjen ako je nazivna struja osigurača/prekidača odabrana prema gore navedenim vrijednostima.

Vidljivo je da postavljeni kabel drži trajnu struju veću od potrebne pri vršnoj snazi.

**PROVJERA NAPOJNOG KABELA (A1 – Izmjenjivač) FG21M21 2x1x6 mm<sup>2</sup>**

broj fotonaponskih modula	$n = 18$
instalirana snaga modula	$P_m = 450 \text{ W}$
instalirana snaga	$P_i = n \cdot P_m = 8,10 \text{ kW}$
nazivni napon	$U_n = 41,28 \text{ V}$

$$I_b = \frac{P_i}{U_n \cdot n}$$

Struja proizvođača:  **$I_b = 10,90 \text{ A}$** Postavljeni kabel: **FG21M21 2x1x6 mm<sup>2</sup>**Strujno opterećenje kabela:  **$I_z = 0,95 \cdot 70 \text{ A} = 66,5 \text{ A}$** Nazivna struja osigurača-prekidača:  **$I_n = 16 \text{ A}$** 

Zaključak: Uvjet  $I_b \leq I_n \leq I_z$  biti će ispunjen ako je nazivna struja osigurača/prekidača odabrana prema gore navedenim vrijednostima. Prekidač će biti integriran u izmjenjivač

Vidljivo je da postavljeni kabel drži trajnu struju veću od potrebne pri vršnoj snazi.

### 2.2.2. Provjera na dopušteni pad napona kabela

Prema Tehničkim propisima o NN električnim instalacijama dopušteni pad napona između napojne točke električne instalacije i bilo koje druge točke ne smije biti veći od sljedećih vrijednosti:

- (a) za strujni krug rasvjete 3%, a za strujni krug ostalih trošila 5%, ako se električna instalacija napaja iz niskonaponske mreže;
- (b) za strujni krug rasvjete 5%, a za strujni krug ostalih trošila 8%, ako se električna instalacija napaja neposredno iz trafostanice, koja je priključena na visoki napon.

Za elektroinstalacije čija je duljina veća od 100 metara, dopušteni se pad napona povećava za 0,005% po svakom metru tekućem poslije stotog metra, s time da ukupno ne bude više od 0,5%.

Pad napona se računa iz sljedećih izraza :

$$U \% = (200 * P * L) / (U_f^2 * S * \lambda) \quad \text{za jednofazni strujni krug}$$

$$U \% = (100 * P * L) / (U^2 * S * \lambda) \quad \text{za trofazni strujni krug}$$

Uporabljivi simboli imaju sljedeća značenja :

U %	postotni pad napona
P	najveća snaga potrošača [ W ] uz faktor istovremenosti 0,6
L	duljina voda [ m ]
S	presjek vodiča [ mm <sup>2</sup> ]
$\lambda$	specifična provodljivost vodiča [ Sm/mm <sup>2</sup> ]
U <sub>f</sub>	fazni napon = 230 V
U	linijski napon = 400 V
n	broj fotonaponskih modula

#### 2.2.2.1. Provjera pada napona u AC dovodnom vodu od izmjenjivača do razdjelnika ROSE

Kabel FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup>

P = 50000 W (uzeta maksimalna snaga izmjenjivača)

U = 400 V

cosφ = 1

i = 1

L = 2 m

S = 25 mm<sup>2</sup>

$\lambda = 56 \text{ Sm/mm}^2$

$$U \% = (100 * P * L) / (U^2 * S * \lambda)$$

$$U \% = (100 * 50000 * 2) / (400^2 * 25 * 56)$$

$$U \% = 0,04 \%$$

### 2.2.2.2. Provjera pada napona u AC dovodnom vodu od GRO 2 do razdjelnika ROSE

Kabel FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup>

P = 50000 W

U = 400 V

cosφ = 1

i = 1

L = 5 m

S = 25 mm<sup>2</sup>

λ = 56 Sm/mm<sup>2</sup>

$U \% = (100 \times P \times L) / (U^2 \times S \times \lambda)$

$U \% = (100 \times 50000 \times 5) / (400^2 \times 25 \times 56)$

U % = 0,11 %

Ukupan pad napona: **U % = 0,04 + 0,11 = 0,15 %** što je manje od dopuštenog pada napona koji iznosi 5 %. Iz izračunatih podataka o padovima napona vidljivo je da odabrani

### 2.2.2.3. Provjera pada napona u DC vodu od serije fotonaponskih modula do izmjenjivača

Kabel FG21M21 2x6 mm<sup>2</sup>

P = 5400 - 9000 W

U<sub>1</sub> = 41,28 V

n = 12 - 20

cosφ = 1

i = 1

L = 15 - 40 m

S = 6 mm<sup>2</sup>

λ = 56 Sm/mm<sup>2</sup>

$U \% = (200 \times P \times L) / ((U_1 \times n)^2 \times S \times \lambda)$

Tablica 11 – Provjera pada napona u DC vodu od serija fotonaponskih modula do izmjenjivača

Seriya	L [m]	S [mm <sup>2</sup> ]	U% [%]
Izmjenjivač – A1	35	6	<b>0,2944</b>
Izmjenjivač – A2	40	6	<b>0,3312</b>
Izmjenjivač – B1	45	6	<b>0,3680</b>
Izmjenjivač – B2	50	6	<b>0,4048</b>
Izmjenjivač – C1	55	6	<b>0,4416</b>
Izmjenjivač – C2	60	6	<b>0,4784</b>

Maksimalan pad napona iznosi **0,48 %** što je manje od dopuštenog pada napona koji iznosi 1 % prema VDE 0100 dio 712 za DC kabele. Iz izračunatih podataka o padovima napona vidljivo je da odabrani presjeci vodiča udovoljavaju postavljenim normativima.

## 2.3. ODABIR I DIMENZIONIRANJE ZAŠTITE

### 2.3.1. Odabir nadstrujne i kratkospojne zaštite

Uporabljivi simboli imaju sljedeća značenja :

$I_b$  .....struja opterećenja

$I_d$  .....dopuštena trajna struja opterećenja

$I_n$  .....nazivna struja osigurača/prekidača

Iz prethodnog proračuna vidljivo je da je  $I_b = 73,84$  A.

Iz kataloga proizvođača kabela vidljivo je da je za kabel FG16OR16 5x25 mm<sup>2</sup> dopuštena trajna struja opterećenja u zemlji  $I_d = 105$  A.

Kako bi kabel bio šticećen mora biti zadovoljen uvjet  $I_b \leq I_n \leq I_d$  što znači da  $I_n$ -nazivna struja osigurača/prekidača mora biti odabrana prema gore navedenim vrijednostima.

Odabire se zaštita nazivne struje od 80 A koja djeluje trenutno s obzirom na struju kratkog spoja. Odabrani osigurači s termičkom zaštitom jamče da se vodovi koje oni štite ne mogu opasno pregrijati pri čemu je zadovoljena i selektivnost djelovanja zaštite.

Za odvajanje izmjenjivača od AC ormarića ugraditi će se rastalni osigurači 80 A, tip gG i automatski instalacijski osigurač 80A tip C.

### 2.3.2. Odabir diferencijalne zaštite

Automatski prekidač 100 A / 300 mA, tip A služi za zaštitu od strujnih poremećaja prilikom kvara u proizvodnji i zaštitu od napona dodira, te kratkospojnik koji služi za vidljivo odvajanje elektrane od mreže.

U cilju pravilnog djelovanja zaštitnih sklopki diferencijalne struje, moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

1.  $R_p < U_d / I_d$
2.  $R_i > U / I_d$

Uporabljivi simboli imaju sljedeća značenja:

$U_d$  dodirni napon (50 V)

$U$  fazni napon (230 V)

$R_i$  otpor izolacije strujnog kruga

$I_d$  diferencijalna struja greške

$R_p$  otpor strujnog kruga greške

Za strujnu zaštitnu sklopku  $I_d = 0,3$  A, mora biti:

1.  $R_p < 50 \text{ V} / 0,3 \text{ A}$  tj.  $R_p < 166,66 \Omega$
2.  $R_i > 230 \text{ V} / 0,3 \text{ A}$  tj.  $R_i > 766,66 \Omega$

Iz prakse je poznato da na lokalnom području distributivna niskonaponska mreža i instalacije ispunjavaju tražene uvjete za ispravno djelovanje zaštitne sklopke diferencijalne struje, ali se konkretni podaci moraju provjeriti na licu mjesta odgovarajućim mjerenjem.

### 2.3.3. Odabir prenaponske zaštite

Zaštita od prenapona provodi se sukladno normi HRN EN 61 643.

- Nužno je sustav osigurati AC i DC odvodnicima prenapona u skladu s IEC 1312-1 i EN 62 305 za izjednačenje potencijala pozitivnih i negativnih sabirnica fotonaponskih sustava i uklanjanje prolaznog prenapona koji nastaje tijekom atmosferskih pražnjenja ili procesa izmjene.

## 2.4. PRORAČUN ENERGETSKE BILANCE

U ovom dijelu projekta prikazati će se proračun prosječne planirane godišnje proizvodnje fotonaponske elektrane s energetsom bilancom u svim smjerovima kojima energija može teći (potrošnja, proizvodnja, predaja, kupovina).

Zbog specifičnosti proizvodnog pogona uzima se iznos od 70% za proizvedenu električnu energiju iz fotonaponske elektrane koja se troši na objektu dok se iznos od 30% predaje u mrežu.

Ukoliko se uzme predviđena potrošnja električne energije poslovnog objekta u godini dana u iznosu od 61.624 kWh u dnevnoj tarifi te predviđena godišnja proizvodnja električne energije iz sunčane elektrane od 58.253 kWh, s obzirom na u nastavku proveden proračun, električna energija koja će se trošiti na lokaciji iznosi 40.777,1 kWh, a električna energija koja se predaje u mrežu iznosi 17.475,9 kWh.

Tablica 12 – Energetska bilanca – predviđena potrošnja, proizvodnja, predaja, kupovina električne energije

Mjesec	Potrošnja u dnevnoj tarifi [kWh]	Potrošnja u noćnoj tarifi [kWh]	Proizvodnja iz SE [kWh]	Potrošnja u pogonu iz SE [kWh] 70%	Predaja u mrežu iz SE [kWh] 30%	Kupovina iz mreže u dnevnoj tarifi [kWh]
1.	2255	1123	2.112	1.478,4	633,6	777
2.	3154	1354	2.951	2.065,7	885,3	1.088
3.	5112	1511	4.837	3.385,9	1.451,1	1.726
4.	6451	1466	6.087	4.260,9	1.826,1	2.190
5.	7401	1475	7.061	4.942,7	2.118,3	2.458
6.	7955	1358	7.593	5.315,1	2.277,9	2.640
7.	8302	1364	7.887	5.520,9	2.366,1	2.781
8.	7235	1466	6.886	4.820,2	2.065,8	2.415
9.	5522	1401	5.225	3.657,5	1.567,5	1.865
10.	3964	1423	3.698	2.588,6	1.109,4	1.375
11.	2351	1503	2.121	1.484,7	636,3	866
12.	1922	1506	1.795	1.256,5	538,5	666
Ukupno	61.624	16.950	58.253	40.777,1	17.475,9	20.847

### 2.4.1.1. Potrošnja električne energije bez elektrane

S obzirom na predviđenu potrošnju Investitor je dostavio podatke o planiranoj potrošnji električne energije na objektu kako slijedi.

Tablica 13 – Predviđena potrošnja električne energije

Mjesec	Potrošnja u dnevnoj tarifi [kWh]	Potrošnja u noćnoj tarifi [kWh]	Ukupna potrošnja [kWh]
1.	2255	1123	3378
2.	3154	1354	4508
3.	5112	1511	6623
4.	6451	1466	7917
5.	7401	1475	8876
6.	7955	1358	9313
7.	8302	1364	9666
8.	7235	1466	8701
9.	5522	1401	6923
10.	3964	1423	5387
11.	2351	1503	3854
12.	1922	1506	3428
Ukupno:	61.624	16.950	78.574

Ukupna preuzeta električna energija bez elektrane iznosi 78.574 kWh.

### 2.4.1.2. Potrošnja električne energije s elektranom

S obzirom na ukupnu predviđenu godišnju potrošnju te na uvjete HEP ODS d.o.o. planirana je ugradnja opreme sunčane elektrane koja prema proračunu dostupnog alata PVGIS predviđa godišnju proizvodnju u iznosu od 58.253 kWh godišnje u prosječnim meteorološkim uvjetima na lokaciji. Procjenjuje se da će 70% proizvedene električne energije iz sunčane elektrane biti trenutno potrošeno na lokaciji dok će se 30% predavati u mrežu.

Tablica 14 – Predviđena prosječna proizvodnja električne energije iz sunčane elektrane

Mjesec	Proizvodnja [kWh]
1.	2.112
2.	2.951
3.	4.837
4.	6.087
5.	7.061
6.	7.593
7.	7.887
8.	6.886

9.	5.225
10.	3.698
11.	2.121
12.	1.795
Ukupno:	58.253

Količina isporučene električne energije nakon provedbe mjere u dnevnoj tarifi iznositi će  $(61.624 \text{ kWh} - 40.777,1 \text{ kWh}) = 20.846,9 \text{ kWh}$ .

Smanjenje isporučene energije je razlika isporučene energije prije i nakon provedbe mjere i ono iznosi  $(78.574 \text{ kWh} - 37.796,9 \text{ kWh}) = 40.777,1 \text{ kWh}$ .

Udio obnovljive energije u bruto konačnoj potrošnji energije iznosi  $40.777,1 \text{ kWh}$ .

Redukcija stakleničkih plinova ( $t_{CO_2}$ ) jest umnožak ukupnih ostvarenih ušteda isporučene energije i emisijskih faktora, u ovom slučaju emisijskih faktora za energent električnu energiju koji iznosi  $0,330 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$ . Redukcija stakleničkih plinova odnosno razlika između ukupne količine emisija  $CO_2$  prije i nakon ugradnje sunčane elektrane iznosi  $(58.253 \text{ kWh} \cdot 0,330 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}) = 19.223,49 \text{ kg CO}_2$ .

Ukupna količina emisija  $CO_2$  prije provedbe mjere iznosi  $(78.574 \text{ kWh} \cdot 0,330 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}) = 25.929,42 \text{ kg CO}_2$ .

Ukupna količina emisija  $CO_2$  nakon provedbe mjere iznosi  $(37.796,9 \text{ kWh} \cdot 0,330 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}) = 12.472,98 \text{ kg CO}_2$ .

Projektant:

Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.



E 2849

MARINO DRANDIĆ  
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

### **3. TROŠKOVNIK**

R.br.	Opis radova i materijala	Jedinična mjera	Količina	Jedinična cijena	Ukupna cijena
<b><u>FOTONAPONSKI SUSTAV</u></b>					
<b><u>1 FOTONAPONSKI MODULI</u></b>					
1.	Dobava i ugradnja fotonaponskih monokristalnih modula, vršne snage minimalno 450 W, maksimalnog napona praznog hoda Uph 50 V, maksimalne struje kratkog spoja Iks 20 A, maksimalnog maksimalnog napona Umpp 50 V, maksimalne maksimalne struje Imp 20 A, učinkovitost modula minimalno 20 % te ostalim tehničkim parametrima prema prema projektnoj dokumentaciji.	kom	108		0,00 €
<b>UKUPNO FOTONAPONSKI MODULI</b>		<b>kompl</b>	<b>1</b>		<b>0,00 €</b>
<b><u>2 IZMJENJIVAČ</u></b>					
1.	Dobava i ugradnja izmjenjivača snage minimalno 50 kW, 3~NPE 400/230 V, učinkovitosti minimalno 98 %, minimalno 8 DC ulaza, s DC sklopom, 4 x MPPT, IP66 zaštita, s pripadajućim sklopnim uređajima i DC i AC SPD zaštitom, Wifi dodatak te ostalim tehničkim parametrima prema prema projektnoj dokumentaciji.	kom	1		0,00 €
<b>UKUPNO IZMJENJIVAČ</b>		<b>kompl</b>	<b>1</b>		<b>0,00 €</b>
<b><u>3 MONTAŽNA KONSTRUKCIJA</u></b>					
1.	Dobava i ugradnja potkonstrukcije za fotonaponske module, komplet sa spojnim priborom za krov:				
1.	Al profil 41x20mm, dužine minimalno 150mm, s dvije rupe, vijcima i pripadajućom gumenom brtvom	kom	244		0,00 €
1.	Al pred-montirani element za prihvat FN modula (srednji)	kom	188		0,00 €
1.	Al pred-montirani element za prihvat FN modula (krajnji)	kom	56		0,00 €
<b>UKUPNO MONTAŽNA KONSTRUKCIJA</b>		<b>kompl</b>	<b>1</b>		<b>0,00 €</b>

#### **4 RAZDJELNIK**

1. Dobava i ugradnja opreme u ormar ROSE. Uračunati sav potreban pričvrtni i spojni materijal, građevinske radove, te spajanje na el. instalaciju. Ormar sadrži:			
1. Ormar minimalno 20 modula, minimalno IP65, nadgradni	kom	1	
1. RCD zaštita, 100 A, 300 mA, 4p.	kom	1	
2. MX naponski okidač, priključenje na automatski prekidač.	kom	1	
1. Automatski prekidač, 4p, prekidanje faze i nule, 80 A, 400V, C.	kom	1	
1. Rastavna osigurač sklopka, 1p+1p+1p+1p, 80 A s pripadajućim osiguračima te prihvatima do 25 mm <sup>2</sup>	kom	4	
1. Set odvodnika prenapona II, Up=1,5 kV, 4p, 25 kA.	kom	4	
1. Tipkalo gljivasto zakretno 60 tipkalo za isključenje elektrane u nuždi sa sigurnosnim zaštitama.	kompl	1	
1. Redne stezaljke do 25 mm <sup>2</sup>	kom	1	
8.	kompl	1	0,00 €
<b>UKUPNO RAZDJELNIK</b>			<b>0,00 €</b>

#### **5 ELEKTRO MATERIJAL**

1. Dobava i ugradnja elektroenergetskog kabela FG16OR16 5x25 mm <sup>2</sup> od izmjenjivača do razdjelnika ROSE i od ROSE do GRO-2.	m	10	0,00 €
2. Dobava i ugradnja elektroenergetskog kabela FG21M21 1 x 6mm <sup>2</sup> Crni. Polaganje u PNT cijev.	m	300	0,00 €
3. Dobava i ugradnja elektroenergetskog kabela FG21M21 1 x 6mm <sup>2</sup> Crveni. Polaganje u PNT cijev.	m	300	0,00 €
4. Dobava i ugradnja MC4 konektora, muški.	kom	24	0,00 €
5. Dobava i ugradnja MC4 konektora, ženski.	kom	24	0,00 €
6. Dobava i ugradnja elektroenergetskog kabela FG16OR16 3x1,5 mm <sup>2</sup> za daljinski isklup, isklup u slučaju nužde. Polaganje u PVC cijev.	m	2	0,00 €
7. Dobava i ugradnja PNT cijevi ili guaine φ25-32, pripadajući prihvatni, produžni i spojni materijal. Polaganje nadgradno na zidove i stropove.	m	10	0,00 €

8.	Dobava i ugradnja prefabricirane kabelaške police dimenzija 100x50mm s poklopcima, pripadajući prihvatni, produžni i spojni materijal. Polaganje nadgradno na pod, zidove i stropove.	m	50	0,00 €
9.	Usluge autodizalice.	kompl	1	0,00 €
10.	Odvoz i deponiranje građevinskog otpada nastalog tijekom gradnje.	kompl	1	0,00 €
<b>UKUPNO ELEKTRO MATERIJAL I SITNI MATERIJAL</b>		<b>kompl</b>	<b>1</b>	<b>0,00 €</b>

### **6 ISPITIVANJA I PUŠTANJE U POGON**

1.	Mjerenje otpora izolacije vodiča	kompl	1	0,00 €
2.	Mjerenje impedancije petlje kvara	kompl	1	0,00 €
3.	Mjerenje otpora uzemljenja	kompl	1	0,00 €
4.	Mjerenje neprekinutosti PE zaštitnih vodiča	kompl	1	0,00 €
5.	Ispitivanje funkcionalnosti razdjelnika	kompl	1	0,00 €
6.	Ispitivanje funkcionalnosti i parametriranje izmjenjivača	kompl	1	0,00 €
7.	Obuka korisnika	kompl	1	0,00 €
8.	Izrada projekta izvedenog stanja	kompl	1	0,00 €
9.	Priprema dokumentacije za tehnički pregled	kompl	1	0,00 €
<b>UKUPNO ISPITIVANJA I PUŠTANJE U POGON</b>		<b>kompl</b>	<b>1</b>	<b>0,00 €</b>

### **NAPOMENA**

U jediničnu cijenu stavke uključeno je: dobava i ugradnja, certifikati o stalnosti svojstava, izjava o svojstvima, uređenje gradilišta sukladno propisima, vođenje građevinskog dnevnika i knjiga, svi pomoćni radovi i materijal (štemanje, žbukanje, ličenje, zavarivanje, stopice, ožičenje razdjelnika, pomoćni elementi razdjelnika, montažne elemente razdjelnika, izolir traka i sl.), praćenje pogona i otklanjanje nedostataka u garantnom roku, obuka korisnika. Izvođač je dužan prije početka rada na licu mjesta provjeriti izvedbe instalacije prema projektu, usporediti sve mjere predviđene projektom te u izvedenim nacrtima izvršiti eventualne potrebne izmjene, ali uz obveznu suglasnost projektanta. Izvođač je dužan tokom montaže voditi na objektu građevinski dnevnik, u koji upisuje početak radova. Svakodnevno upisuje monersko osoblje na radu i posao koji je obavljen. U građevinsku knjigu upisuje nadzorni organ i investitor sve primjedbe na izvedenu instalaciju, te sve eventualne promjene u odnosu na projekt.

**REKAPITULACIJA**

<b>FOTONAPONSKI SUSTAV</b>			
1	UKUPNO FOTONAPONSKI MODULI	kompl	1 - €
2	UKUPNO IZMJENJIVAČ	kompl	1 - €
3	UKUPNO MONTAŽNA KONSTRUKCIJA	kompl	1 - €
4	UKUPNO RAZDJELNIK	kompl	1 - €
5	UKUPNO ELEKTRO MATERIJAL I SITNI MATERIJAL	kompl	1 - €
6	UKUPNO ISPITIVANJA I PUŠTANJE U POGON	kompl	1 - €
	UKUPNO FOTONAPONSKI SUSTAV	kompl	1 - €
	PDV (0%)	kompl	1 - €
	SVEUKUPNO	kompl	1 - €

Projektant:

Marino Drandić, mag. ing. el. techn. inf.

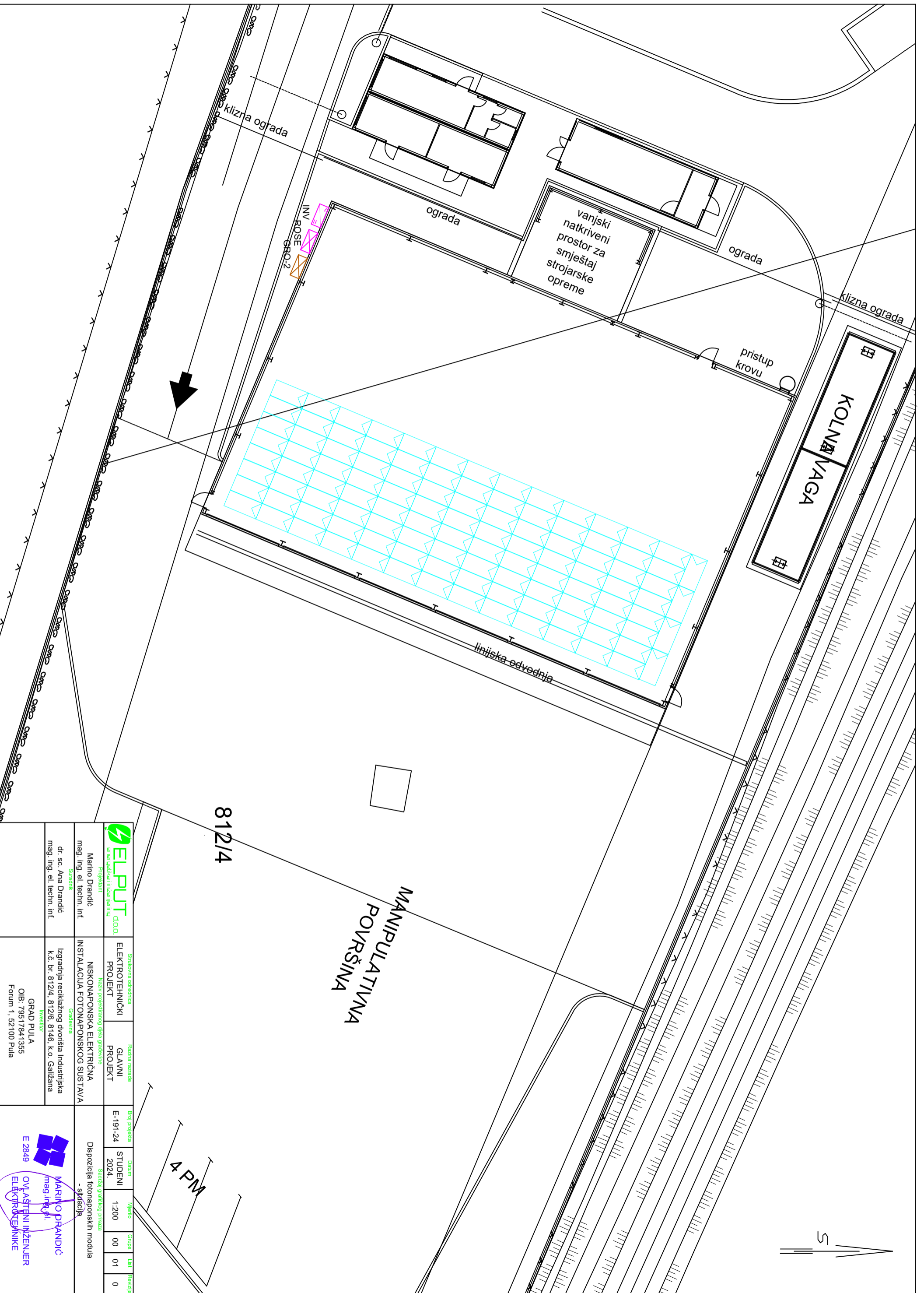


E 2849

MARINO DRANDIĆ  
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 4. GRAFIČKI PRIKAZI



Projektant  
 mag. ing. el. techn. inf.  
 Marina Drandić

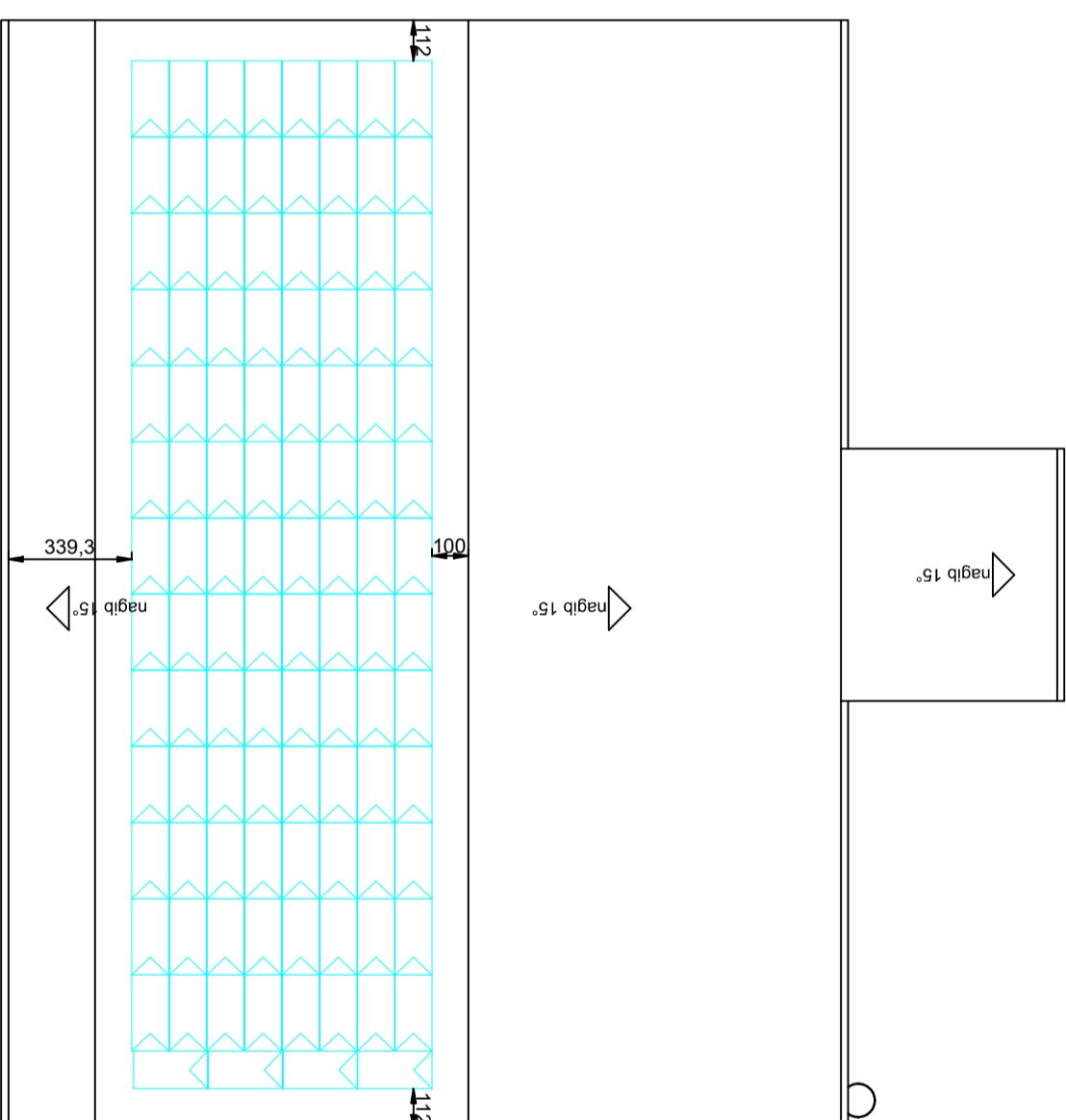
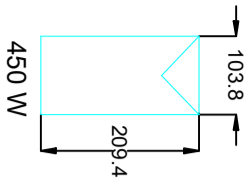
Strukovna odobrenja  
 ELEKTROTEHNIČKI  
 PROJEKT  
 Niskonaponska električna  
 instalacija fotonaponskog sustava


Radna nazivka  
 GLAVNI  
 PROJEKT  
 Datum  
 STUĐENI  
 2024.  
 Mjerilo  
 1:200  
 Skupina I  
 List  
 00  
 01  
 0  
 Sadržaj grafičkog prikaza  
 Dispozicija fotonaponskih modula  
 - sildacija

Gradovnik  
 Izgradnja reaktivnog dvorišta Industrijska  
 k.č. br. 81214, 81216, 8146, k.o. Galžana

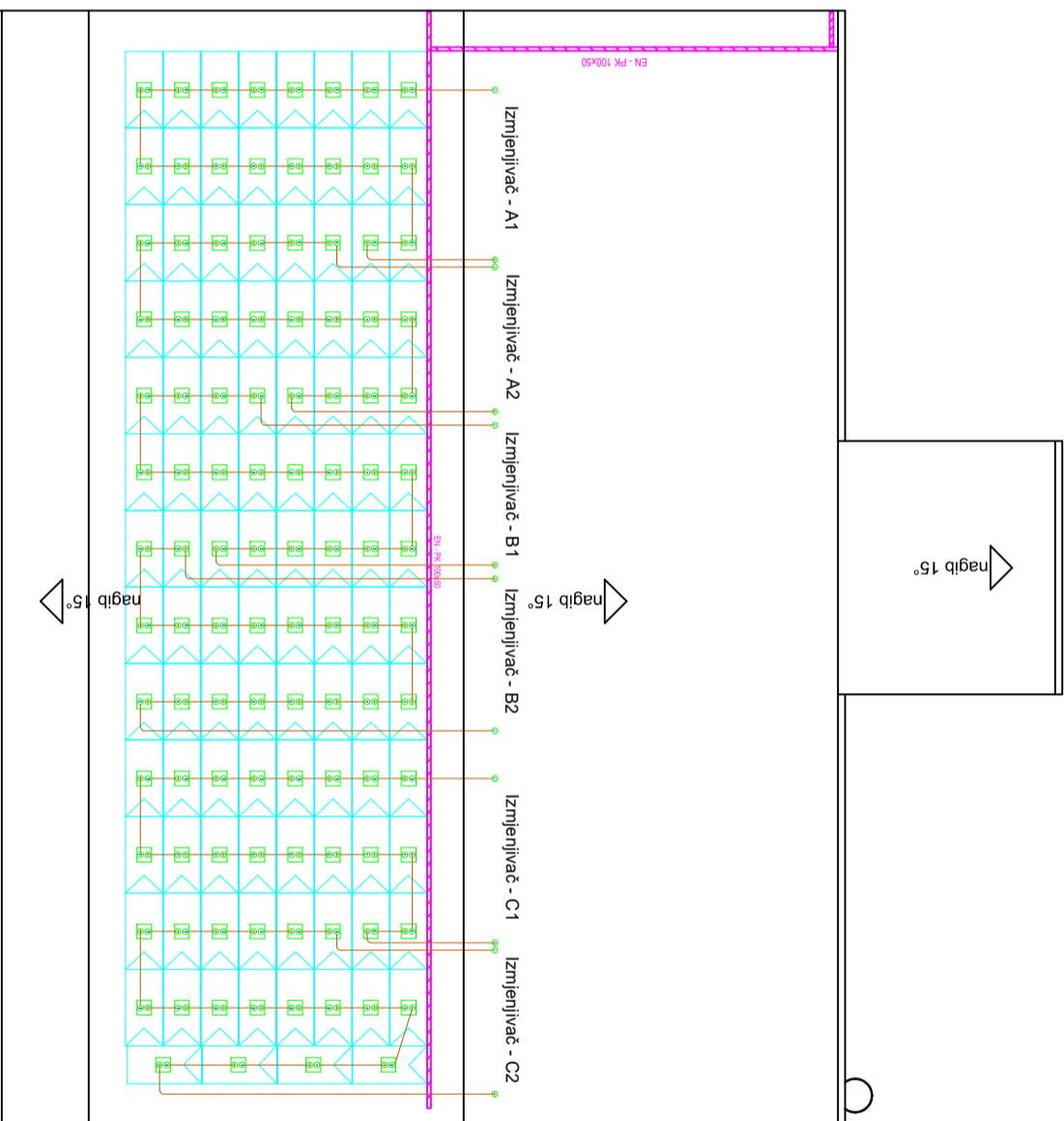
Investitor  
 GRAD PULA  
 OIB: 79517841355  
 Forum 1, 52100 Pula


**MARINO DRANDIĆ**  
 mag. ing. el.  
 OVAŠTINI INŽENJER  
 ELEKTROTEHNIKE  
 E 2849



 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetska inženjering	Projekatni <b>Martino Drandić</b> mag. ing. el. techn. inf.	Strukturna odrednica <b>ELEKTROTEHNIČKI</b> PROJEKT	Fazna nazivna <b>GLAVNI</b> PROJEKT	Broj projekta <b>E-191-24</b>	Datum <b>STUDENI</b> 2024.	Mjerilo <b>1:200</b>	Grupa I <b>01</b>	List <b>01</b>	Revizija <b>0</b>
	Sudionik dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Gradovnik <b>INSTALACIJA FOTONAPONSKEG SUS TAVA</b>	Naziv projektnog glavnog gradovnika <b>NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA</b>	Izgradnja reaktivnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 814/6, k.o. Galžana	Dispozicija fotonaponskih modula - lioprt krova				


  
**MARTINO DRANDIĆ**  
 mag. ing. el.  
**OVAŠTINI INŽENJER**  
**ELEKTROTEHNIKE**  
 E 2849

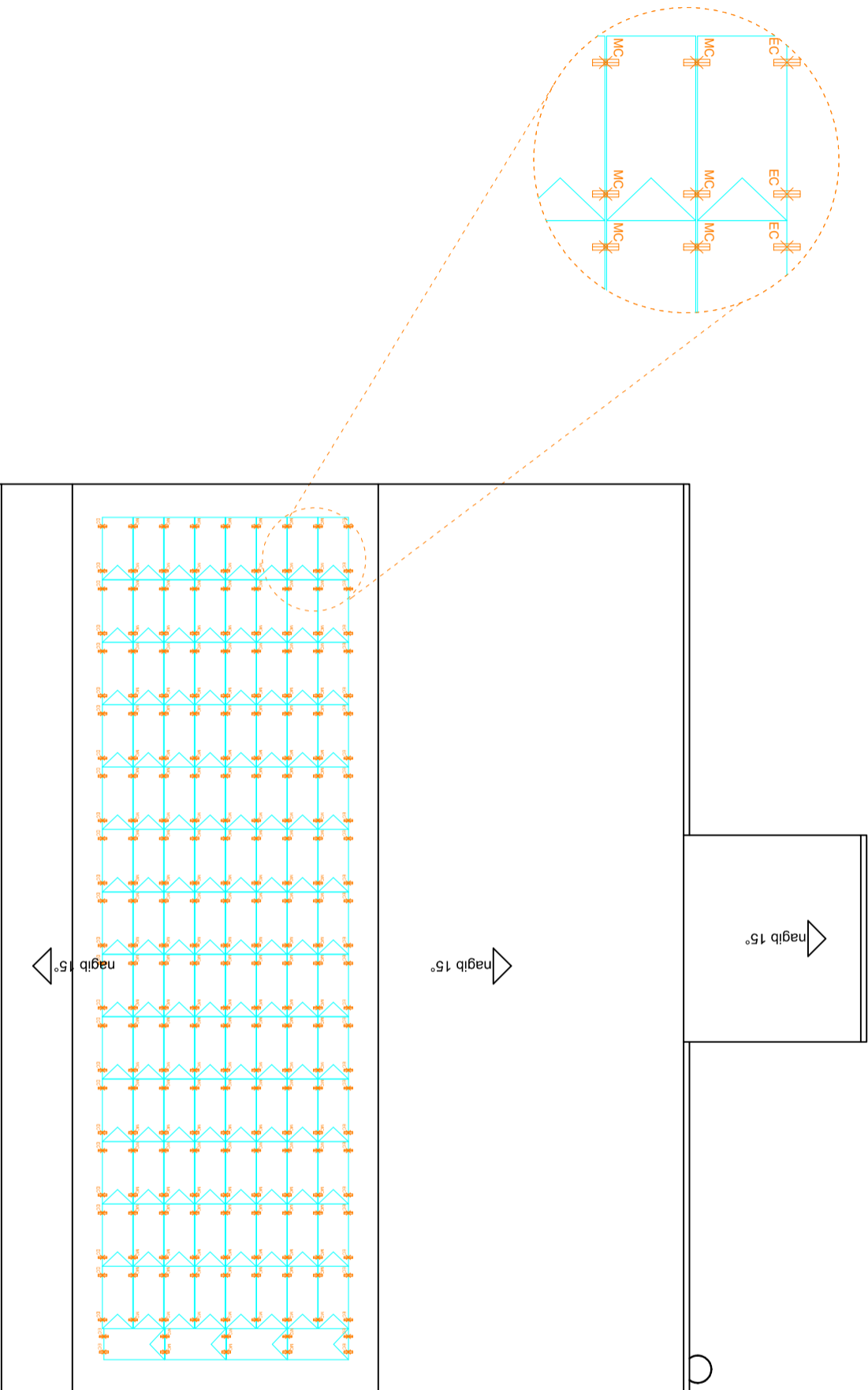


 ELPUT d.o.o. energetički inženjering	Projektant	Martino Drandić mag. ing. el. techn. inf.
	Strojovna odrednica	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
Gradovnik	Razina razrade	GLAVNI PROJEKT
	Naziv projektnog dijela gradovine	NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUS TAVA
Gradovnik	Objekt	E-191-24
Gradovnik	Datum	STUĐENI 2024.
	Mjerilo	1:200
Gradovnik	Grupa I	01
	Grupa II	02
Gradovnik	Grupa III	0
	Grupa IV	0
Prilaz istosmjernog dijela fotonaponskog sustava - lioprt krova		



dr. sc. Ana Drandić  
mag. ing. el. techn. inf.

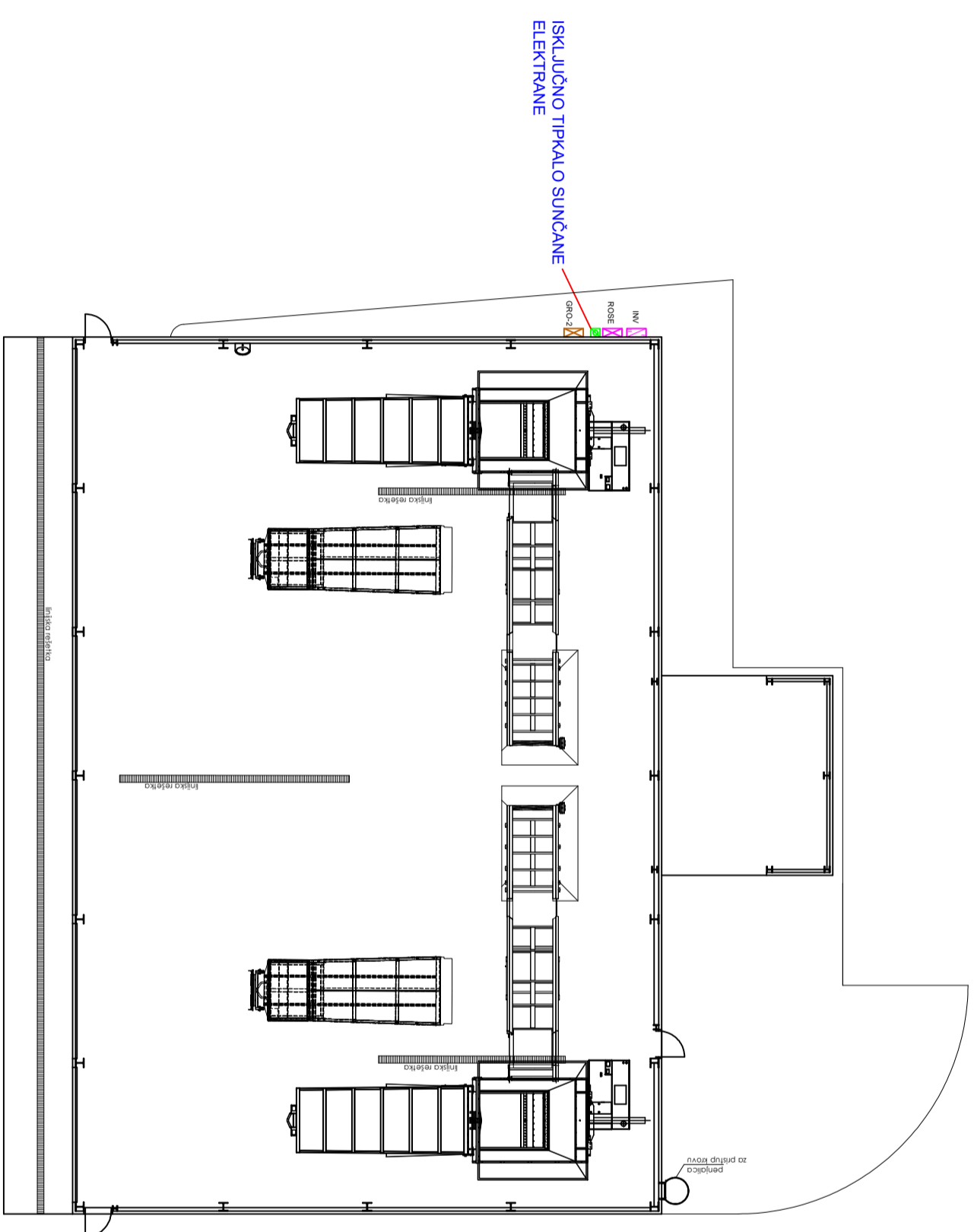
GRAD PULA  
OIB: 79517841355  
Forum 1, 52100 Pula

MARTINO DRANDIĆ  
mag. ing. el.  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE



- Al šina
- End clamp, krajnji prihvratni element
- Middle clamp, srednji prihvratni element

 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetički inženjering	Projekant	Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.
Strojovna odrednica	Elektrotehnički projekt	Niskonaponska električna instalacija fotonaponskog sustava
Fazna oznaka	Glavni projekt	
Broj projekta	E-191-24	
Datum	STUDENI 2024.	
Mjerno	1:200	
Grupa I	01	
Lista	03	
Revizija	0	
Sadržaj grafičkog paketa Potkonstrukcija fotonaponskih modula - liopt krova		
 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag. ing. el. OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE E 2849		
Gradovnik Izgradnja reaktivnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 814/6, k.o. Galžana		
Gradovnik GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula		

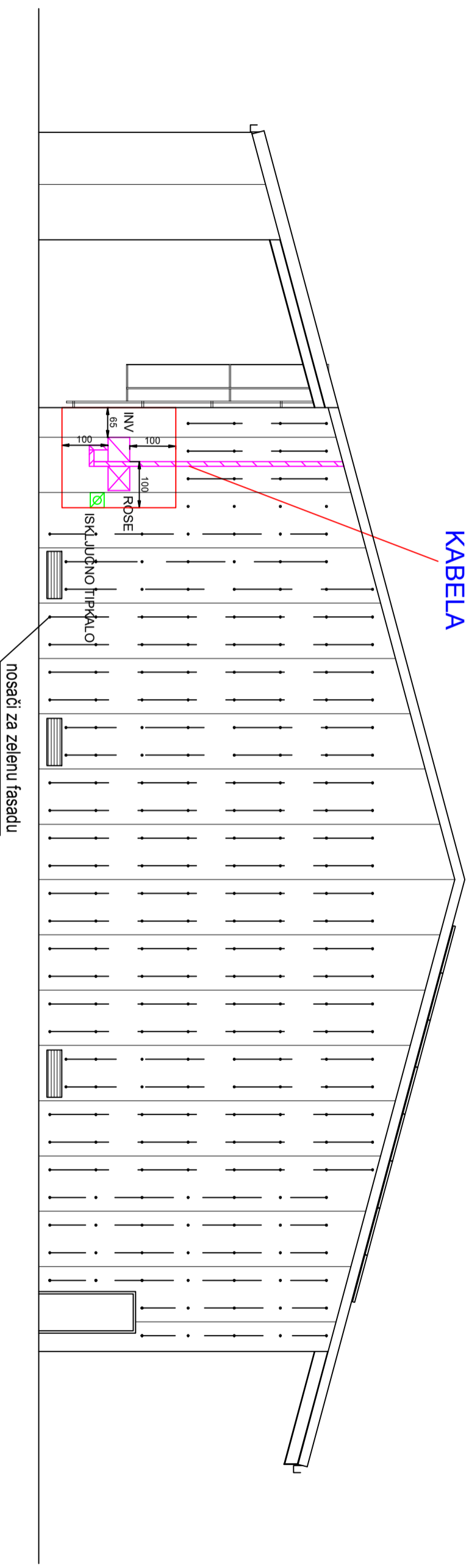




 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetički inženjering	Strojovna odrednica	Fazina razrada	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	LIST	Revizija
Projektant Mag. ing. el. techn. inf. Marino Drandić	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUĐENI 2024.	1:200	01	04	0
Stavnik Mag. ing. el. techn. inf. dr. sc. Ana Drandić	Naziv projekta NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUS TAVA	Gradovnik Izgradnja reaktivnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 814/6, k.o. Galžana	Smještaj razvodnog ormara sunčane elektrane i invertera - II. doct. prizemlja					

**GRAD PULA**  
OIB: 79517841355  
Forum 1, 52100 Pula

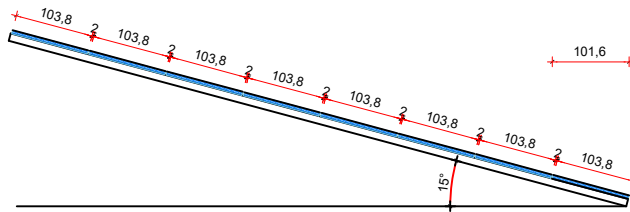
**MARINO DRANDIĆ**  
mag. ing. el.  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE  
E 2849




METALNE KANALICE KOJE  
PREDSTAVLJAJU TRASU DC  
KABELA



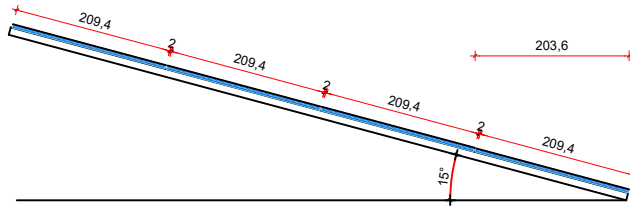
 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
Projektant Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf. Suradnik	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	1:200	01	05	0
Naziv projektiranog djela građevine NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA Građevina	Smještaj razvodnog ormara sunčane elektrane i invertera te kabelska trasa- južno pročelje							
Investitor GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el. Ovlašten inženjer ELEKTROTEHNIKE E 2849							


## Presjek dijela krova



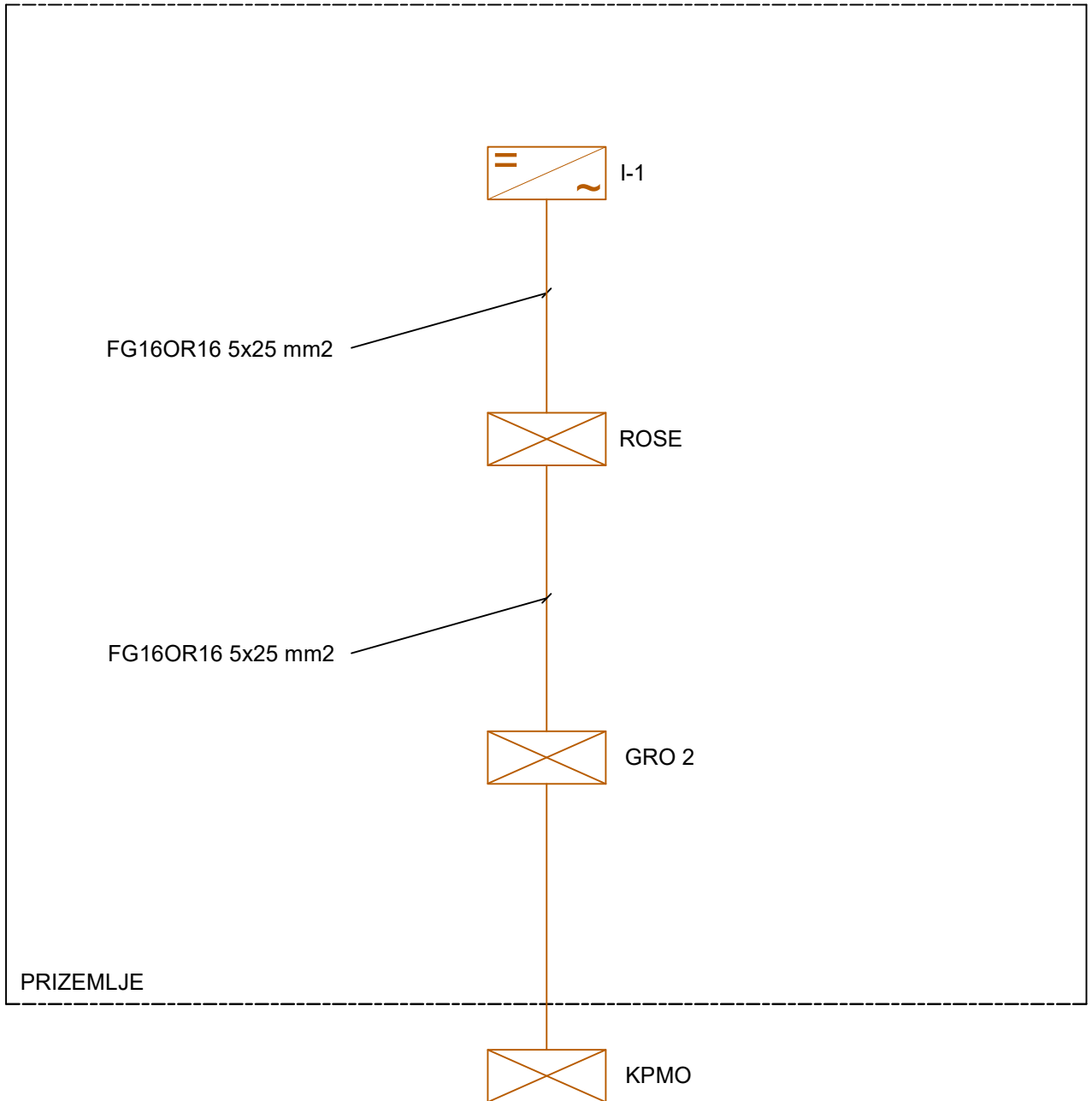
Projekant	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	1:100	02	01	0
Projektant Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Naziv projektiranog djela građevine NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA	Sadržaj grafičkog prikaza Potkonstrukcija fotonaponskih modula na kosom krovu						
Suradnik dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Gradjevina Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el.   <b>OVLAŠTENI INŽENJER</b> ELEKTROTEHNIKE						
	Investitor GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula							




## Presjek dijela krova

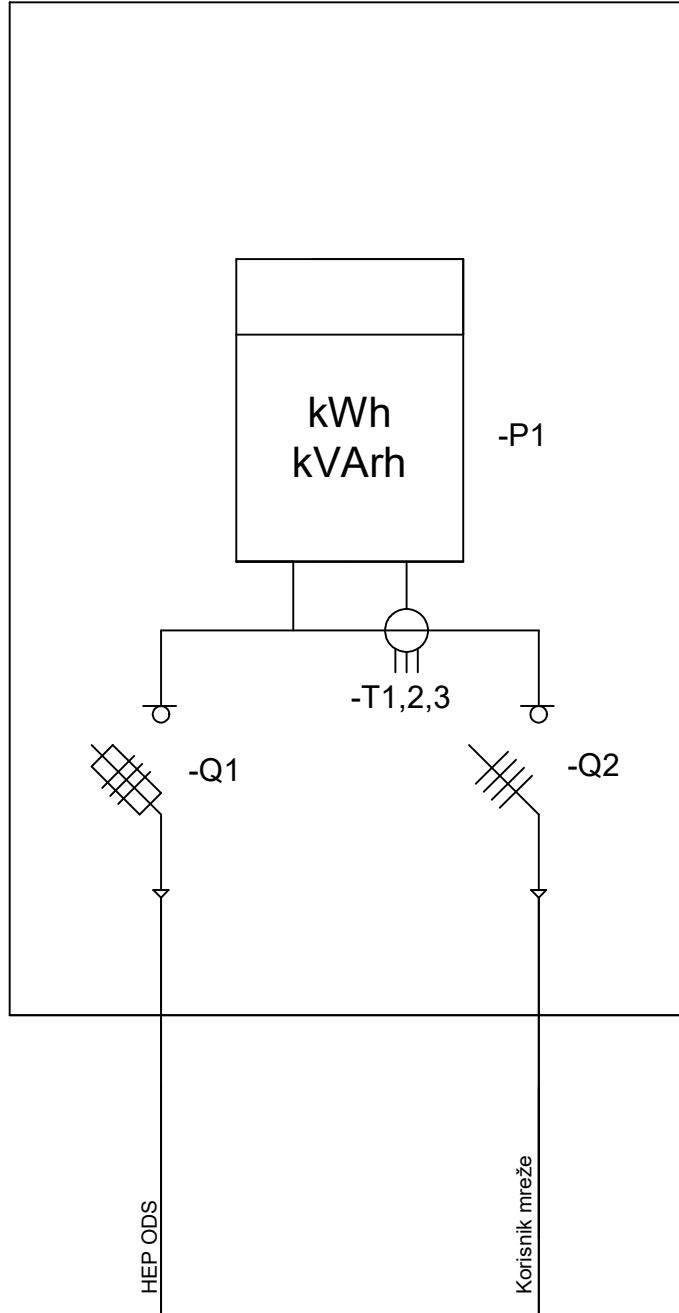





Projekant	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
<b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	1:100	02	02	0
Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.	NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA	Potkonstrukcija fotonaponskih modula na kosom krovu						
dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el. OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE						
	GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula							

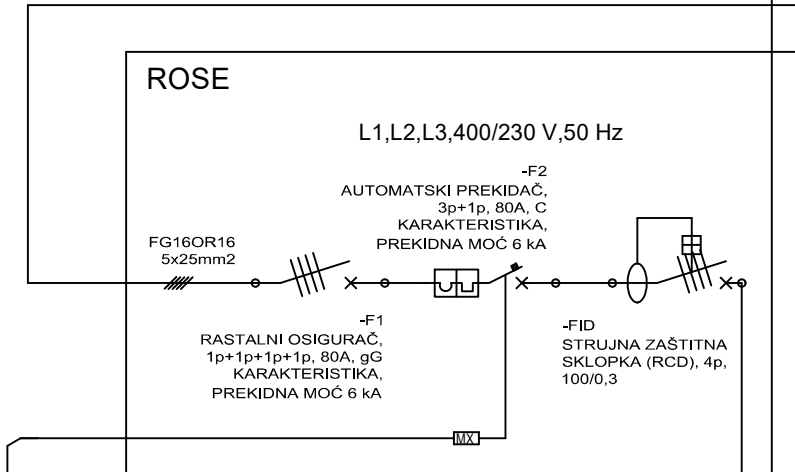
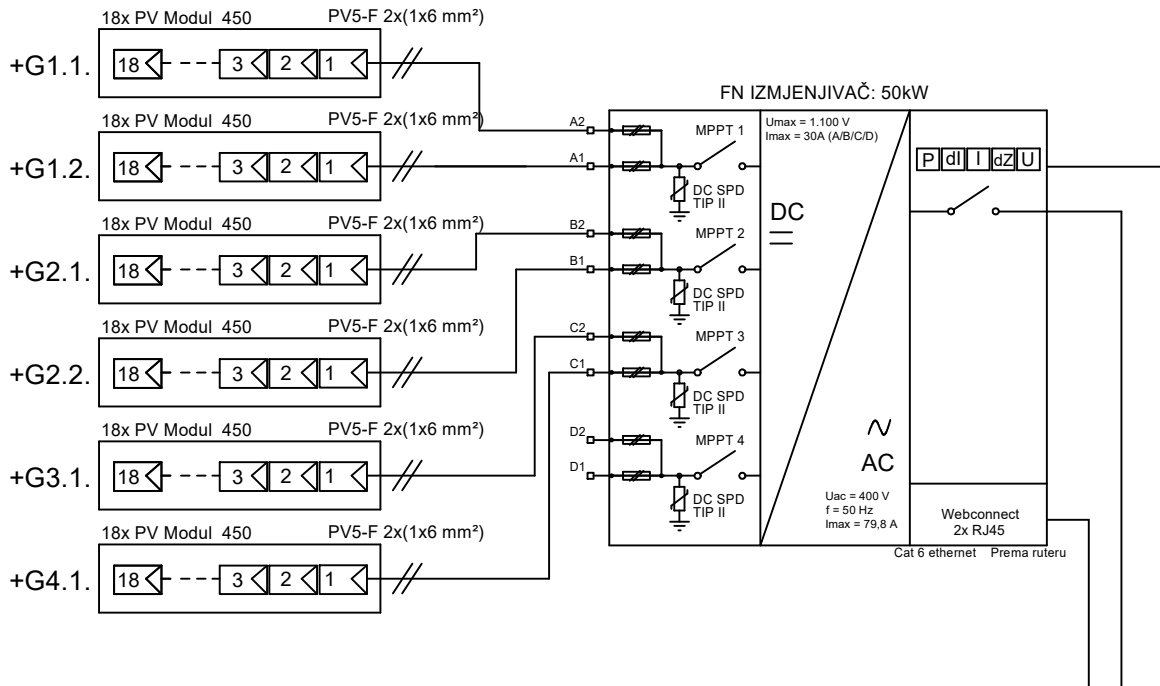
# GLAVNI ELEKTROENERGETSKI RAZVOD



Projekant	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	NEMA	03	01	0
Projektant Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Naziv projektiranog djela građevine NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA	Sadržaj grafičkog prikaza Glavni elektroenergetski razvod - jednofazna shema						
Suradnik dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Grādevina Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el.  <b>OVLAŠTENI INŽENJER</b> ELEKTROTEHNIKE						
	Investitor GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula							





Projekant	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
 <b>ELPUT</b> energetika i inženjering	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	NEMA	03	02	0
Projektant Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Naziv projektiranog djela građevine NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA	Sadržaj grafičkog prikaza Kućni priključno mjerni ormar KPMO - jednofazna shema						
Suradnik dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Gradjevina Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el.  <b>OVLAŠTENI INŽENJER</b> ELEKTROTEHNIKE						
	Investitor GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula							



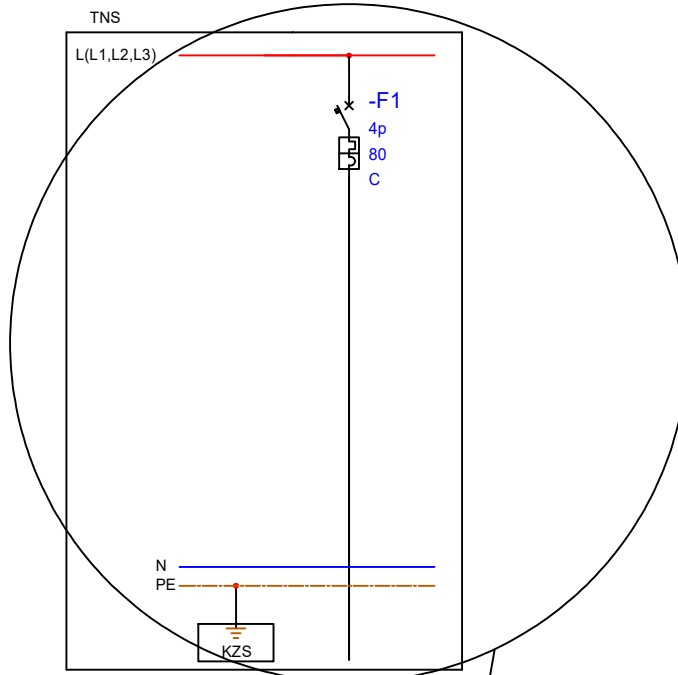
SMART METER  
SA FUNKCIJOM LIMITIRANJA  
PREDAJE SNAGE NA 49,90 kW

PREMA  
POTROŠAČIMA  
NA GRO

NA LIMITATOR  
DISTRIBUTERA



Projekant	Strukovna odrednica	Razina razrade	Broj projekta	Datum	Mjerilo	Grupa	List	Revizija
<b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	GLAVNI PROJEKT	E-191-24	STUDENI 2024.	NEMA	03	03	0
Projekant Marino Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Naziv projektiranog djela građevine NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA	Grđevina	Sadržaj grafičkog prikaza Jednopolna shema fotonaponskog sustava					
Suradnik dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	Investitor	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el.  <b>OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE</b>					
	GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula		E 2849					

## RAZDJELNIK GRO



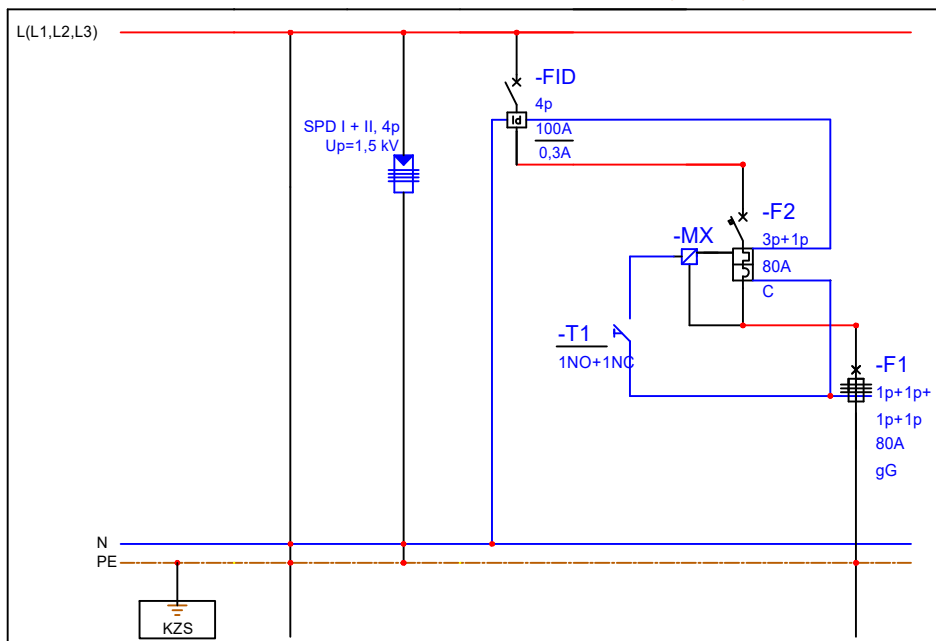
TROŠILO	DOPUNSKO IZJEDNAČENJE POTENCIJALA	DOVOD ZA ELEKTRANU
STRUJA (A)		80
NAPON (V)		400
VODIČ		5x25
L(L1,L2,L3)		L (L1,L2,L3)
STRUJNI KRUG		1

Sklopni uređaji za elektranu ugraditi u postojeći GRO


 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering <small>Projektant</small>	<small>Strukovna odrednica</small> <b>ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT</b>	<small>Razina razrade</small> <b>GLAVNI PROJEKT</b>	<small>Broj projekta</small> E-191-24	<small>Datum</small> STUDENI 2024.	<small>Mjerilo</small> NEMA	<small>Grupa</small> 04	<small>List</small> 01	<small>Revizija</small> 0
	<small>Naziv projektiranog djela građevine</small> <b>NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA</b>	<small>Sadržaj grafičkog prikaza</small> <b>Glavni elektroenergetski razdjelnik GRO - jednopolna shema</b>						
<small>Suradnik</small> dr. sc. Ana Drandić mag. ing. el. techn. inf.	<small>Grādevina</small> Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana	<small>Investitor</small> GRAD PULA OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula	 <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el. OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE			E 2849		

TNS

## RAZDJELNIK SUNČANE ELEKTRANE (ROSE)



TROŠILO	DOPUNSKO IZJEDNAČENJE POTENCIJALA	DOVOD ZA ELEKTRANU IZ GRO	ODVODNIK PRENAPONA SPD II	NAPAJANJE ELEKTRANE	ISKLUČENJE ELEKTRANE U NUŽDI	ELEKTRANA	ELEKTRANA IZMJENJIVAČ
STRUJA (A)						80	80
NAPON (V)		400	400	400	230	400	400
VODIČ		5x25	5x25	5x25	2x2,5	5x25	5x25
L(L1,L2,L3)		L (L1,L2,L3)	L (L1,L2,L3)	L (L1,L2,L3)	L	L (L1, L2, L3)	L (L1, L2, L3)
STRUJNI KRUG		0	1	3	4	5	6

 <b>ELPUT</b> d.o.o. energetika i inženjering Projektant	Strukovna odrednica <b>ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT</b>	Razina razrade <b>GLAVNI PROJEKT</b>	Broj projekta E-191-24	Datum <b>STUDENI 2024.</b>	Mjerilo <b>NEMA</b>	Grupa 04	List 02	Revizija 0
	Naziv projektiranog djela građevine <b>NISKONAPONSKA ELEKTRIČNA INSTALACIJA FOTONAPONSKOG SUSTAVA</b>	Sadržaj grafičkog prikaza <b>Elektroenergetski razdjelnik izmjenjivača ROSE - jednofazna shema</b>	Projektant <b>Marino Drandić</b> mag. ing. el. techn. inf.	Naziv projektiranog djela građevine <b>Izgradnja reciklažnog dvorišta Industrijska k.č. br. 812/4, 812/6, 8146, k.o. Galižana</b>	Investitor <b>GRAD PULA</b> OIB: 79517841355 Forum 1, 52100 Pula	Sadržaj grafičkog prikaza <b>MARINO DRANDIĆ</b> mag.ing.el. <b>OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE</b>	E 2849	