



## **"ELEKTROSISTEM VR " -VRANJE**

Radnja za izvođenje elektro radova, postavljanje solarnih elektrana, projektovanje, merenje i iznajmljivanje građevinskih mašina

Pere Cvetanovića br. 44, Vranje

Phone/Fax:

017/ 427275

062/289333

### **SEPARAT IZMENE IDEJNOG REŠENJA**

**Za potrebe izmene izdatih Lokacijskih uslova za izgradnju male solarne elektrane MSE, "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu, na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.**

Investitor: "ELEKTRA AC-DC" d.o.o., Bresnica b.b., Vranje

– maj 2026 –

## **4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA**



#### 4.1. – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: "ELEKTRA AC-DC" d.o.o., Bresnica b.b., Vranje

Objekat: Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu, na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.

Vrsta tehničke dokumentacije: Separat izmene IDR – Separat izmene Idejnog rešenja

Naziv i oznaka dela projekta: 4 - projekat elektroenergetskih instalacija

Za građenje / izvođenje radova: nova gradnja

Projektant: ELEKTROSISTEM" VR Vranje  
Pere Cvetanovića br.44  
17500 Vranje

Pečat i potpis:



Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:

Dušan Stošić d.i.e. 350 7035 04

Broj tehničke dokumentacije:

10.1./2024.

Mesto i datum:

Vranje, maj 2026.

## 4.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

|      |                                                                                                                                  |                                                                 |         |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| 4.1. | Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija                                                                          |                                                                 |         |
| 4.2. | Sadržaj projekta elektroenergetskih instalacija                                                                                  |                                                                 |         |
| 4.3. | Rešenje o određivanju odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija                                             |                                                                 |         |
| 4.4. | Izjava odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija                                                            |                                                                 |         |
| 4.5. | Izjava investitora i odgovornog projektanta o usaglašenosti priložene dokumentacije sa merama i uslovima zaštite životne sredine |                                                                 |         |
| 4.6. | Tekstualna dokumentacija                                                                                                         |                                                                 |         |
|      | 4.6.1.                                                                                                                           | Tehnički opis                                                   |         |
| 4.7. | Numerička dokumentacija                                                                                                          |                                                                 |         |
|      | 4.7.1.                                                                                                                           | Proračuni                                                       |         |
|      | 4.7.2.                                                                                                                           | Predmer i predračun radova                                      |         |
|      | PRILOG                                                                                                                           |                                                                 |         |
| 4.8  | Grafička dokumentacija                                                                                                           |                                                                 | Razmera |
|      | 4.8.1.                                                                                                                           | Katastarsko topografski plan                                    | 1:1000  |
|      | 4.8.2.                                                                                                                           | Situacioni plan na KTP sa panelima i gromobranskom instalacijom | 1:250   |
|      | 4.8.3.                                                                                                                           | Tropolna šema GRO-MSE                                           | 1:100   |
|      | 4.8.4.                                                                                                                           | Detalji noseće konstrukcije panela                              | 1:100   |
|      | 4.8.5.                                                                                                                           | Detalji ograde MSE                                              | 1:100   |
|      |                                                                                                                                  |                                                                 |         |

### 4.3. REŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS, br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021, 62/2023 i 91/2025) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku i načina vršenja tehničke kontrole prema klasi i nameni objekta, („Službeni glasnik RS“, br. 96/2023) kao:

#### ODGOVORNI PROJEKTANT

**za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Separata izmene Idejnog rešenja**  
urađenog za potrebe izmene izdatih Lokacijskih uslova za novu gradnju objekta:

Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu,  
na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.

određuje se

Dušan Stošić, d.i.e ..... 350 7035 04

Projektant:

"ELEKTROSISTEM" VR  
VranjePere Cvetanovića  
br.44  
17500 Vranje

Odgovorno lice/zastupnik:  
dipl.ekon.Pečat:

Stanković Siniša  
Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

10.1./2024.

Mesto i datum:

Vranje, Maj 2026. god.

# 1. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

**Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo  
Separata izmene Idejnog rešenja urađenog za potrebe izmene izdatih  
Lokacijskih uslova za novu gradnju objekta:**

Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu,  
na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV

Dušan Stošić d.i.a.

## IZJAVLJUJEM

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

Odgovorni projektant :

Dušan Stošić, d.i.e.

Broj licence:

350 7035 04

Pečat:

Potpis:



Broj dela projekta:

10.1./2024.

Mesto i datum:

Vranje, maj 2026.god.

#### 4.4. IZJAVA INVESTITORA I ODGOVORNOG PROJEKTANTA O USAGLAŠENOSTI PRILOŽENE DOKUMENTACIJE SA MERAMA I USLOVIMA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Na osnovu čl. 135. i 145. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS”, br. 72/09, 81/09– ispravka, 64/10 – US, 24/11, 121/12, 42/13 – US, 50/13 – US, 98/13 – US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 – dr. zakon, 9/20, 52/21 i 62/23) i čl. 49. i 57. Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata

### IZJAVLJUJEM

da je Separat izmene idejnog rešenja, izvod iz projekta, glavna sveska i projektna dokumentacija za izgradnju male solarne elektrane snage 159 kW „Elektra AC-DC“ na katastarskoj parceli br.1308 KO Bresnica, usaglašena sa merama i uslovima zaštite životne sredine iz Rešenja kojim se utvrđuje da nije potrebna procena uticaja na životnu sredinu, broj 003315814 2024 08033 004 030 380 001 od 18.12.2024 godine.

Investitor:  
Potpis:



Dragan Miladinović, Bresnica

Odgovorni projektant elektroenergetskih instalacija:  
Broj licence:  
Potpis:

Dušan Stošić, dipl.inž.el.  
350 7035 04



Mesto i datum: Vranje, Maj 2026.



## **SPISAK PRIMENJENIH STANDARDI I PRAVILNIKA**

### **ZAKONI I PRAVILNICI**

1. *Zakona o planiranju i izgradnji* ("Službeni glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021, 62/2023 i 91/2025)
2. *Zakon o energetici* ("Sl.glasnikRS",br.145/2014,95/2018-dr.zakoni40/2021),
3. *Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije* ("Sl.glasnikRS",br.40/2021),
4. *Uredba o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača* ("Sl.glasnikRS",br. 83/2021),
5. *Pravilnik o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekta*("Sl.glasnik RS",br. 96/2023),
6. *Zakon o zaštiti od požara* („SL. glasnik RS“, br. 111/2009 i 20/2015),
7. *Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu Republike Srbije* (Sl. glasnik R. Srbije, br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 i 35/2023 – dr.zakon),
8. *Pravila o radu elektrtodistributivnog sistema*, 2017god.
  - Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl.list SFRJ, br.53/1988 i 54/1988 - ispr. i Sl. list SRJ, br.28/95),
  - Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekta od atmosferskog pražnjenja (Sl.list SRJ, br.11/96).

### **STANDARDI**

SRPS HD 193 S2 (2011) - Opsezi napona za električne instalacije u zgradama,

SRPS HD 60364-4-41 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 4-41; Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od električnog udara ,

SRPS HD 60364-4-43 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 4-43; Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od prekomerne struje,

SRPS HD 60364-5-51 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-51; Izbor i postavljanje električne opreme - Opšta pravila,

SRPS HD 60364-5-52 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 5-52; Izbor i postavljanje električne opreme - Električni razvod,

SRPS HD 60364-5-54 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-54; Izbor i postavljanje električne opreme - Uzemljenje i zaštitni provodnici,

SRPS HD 60364-5-56 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-56; Izbor i postavljanje električne opreme - Sigurnosni sistemi,

SRPS HD 60364-6 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 6; Verifikacija,

SRPS HD 60364-7-701 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-701; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Lokacije koje sadrže kade i tuševe,

SRPS HD 60364-7-702 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-702; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Bazeni za plivanje i fontane,

SRPS HD 60364-4-443:2012 - Električne instalacije u zgradama - Deo 4-44: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od naponskih smetnji i elektromagnetskih smetnji - Tačka 443: Zaštita od prenapona atmosferskog porekla ili usled rasklapanja,

SRPS HD 60364-7-704 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-704; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Instalacije na gradilištima i mestima rušenja,

SRPS IEC 60781 (1996) - Uputstvo za proračun struja kratkog spoja u niskonaponskim radijalnim sistemima,

SRPS HD384.4.45 SL:2012 - Električne instalacije u zgradama - Deo 4: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Poglavlje 45: Zaštita od podnapona,

RPS HD 60364-7-712:2012 - Električne instalacije u zgradama - Deo 7-712: Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Solarni fotonaponski (PV) sistemi za napajanje,

SRPS EN 60529 (2011) - Stepeni zaštite električne opreme ostvareni pomoću zaštitnih kućišta(IP kod),

SRPS EN 62305-1 (2013) - Zaštita od atmosferskog pražnjenja - Deo 1: Opšti principi,

SRPS N.B.4.803 (1996) - Gromobranske instalacije. Određivanje nivoa zaštite. Izoker. karta RS,

SRPS N.B.4.810 (1996) - Gromobranske instalacije. Štapne hvataljke sa uređajem za rano startovanjem,

SRPS EN 62305-3 (2013) - Zaštita od atmosferskog pražnjenja - Deo 3: Fizičko oštećenje objekata i opasnost po život,

SRPS EN 50164-2 (2011) - Komponente za zaštitu od atmosferskog pražnjenja (LPC) - Deo 2: Zahtevi za provodnike i uzemljivače,

SRPS EN 60909-0 (2011) - Struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje- Deo 0: Proračun struja,

SRPS IEC 60909-1 (1996) - Proračun struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje- Deo 1: Faktori za proračun struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje,

SRPS IEC 60909-2 (1996) - Električna oprema - Podaci za proračun struje kratkog spoja,

SRPS EN 60099-1 (2009) - Odvodnici prenapona; Deo 1; Odvodnici sa nelinearnim otporom za mreže naizmenične struje,

SRPS EN 60099-5 (2009) - Odvodnici prenapona; Deo 5; Preporuke za izbor i primenu.

## 4.6.1.TEHNIČKI OPIS

### OPIS IZMENA U ODNOSU NA PROJEKAT NA OSNOVU KOGA SU IZDATI LOKACIJSKI USLOVI

U toku izgradnje predmetnog objekta javile su se izmene koje direktno utiču na bitne elemente date u Lokacijskim uslovima i to: gabarit, površina, građevinske linije, broj postavljenih panela i indeks zauzetosti i izgrađenosti. S tim uvezi da bi se izvršila izmena izdate građevinske dozvole potrebno je izmeniti predhodno izdate lokacijske uslove. Ovaj Separat izmene Idejnog rešenja upravo je urađen u cilju izmena izdatih Lokacijskih uslova.

U okviru separata Idejnog rešenja, date su izmene u odnosu na izdatu građevinsku dozvolu, a koje su vidljive u grafičkom prilogu: Situacioni plan (crtež br. 2). Ostali grafički prilozi ostaju nepromenjeni.

Ova Separat idejnog rešenja je urađen zbog promena, (u toku gradnje) nastalih na tržištu solarnih panela kao i zbog poštovanja mera zaštite od požara, (Pravilnik o tehničkim normativima za pristupne puteve, okretnice i uređene platoe za vatrogasna vozila u blizini objekata povećanog rizika od požara).

- Predviđeno udaljenje linije građenja od susednih parcela, (u projektu PGD), dato sa 2,5m, povećano je na 3,5m.

- Sa situacionog plana su obrisana dva reda panela, koja su, zbog previda, ostala na crtežu, a nisu predmet ove projektne dokumentacije.

- Izmenjen je raspored i dimenzije redova panela, unutar linije građenja,

- Smanjen je broj panela, pri čemu je snaga elektrane ostala u okvirima odobrene (sa 394 na 387)

- Smanjena je bruto površina fotonaponskih panela, sa 784m<sup>2</sup> na 746,25m<sup>2</sup>.

- Neznatno je smanjen ostvareni indeks zauzetosti (sa 26,2% smanjen na 24,9%)

- Neznatno je smanjen stepen izgrađenosti (sa 0,26 smanjen na 0,249)

Projekat elektroenergetskih instalacija na osnovu koga će biti izdata izmenjena građevinska dozvola biće urađen prema zahtevu investitora, tehničkim uslovima i novim (izmenjenim) lokacijskim uslovima, a u skladu sa važećim tehničkim propisima koji regulišu ovu vrstu projektovanja i standardima za EE objekte ovakve vrste. Pri izradi projekta biće primenjen evropski trendovi vezani za zaštitu životne sredine i primenu obnovljivih izvora energije, a sve u skladu sa Odlukom Vlade Republike Srbije, kojom je prihvaćena obaveza donošenja i realizacije Plana primene direktive 2001/77/EC o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije na svojoj teritoriji. Takođe biće poštovane i odgovarajuće zakonske regulative i propisi Ministarstva za urbanizam, prostorno planiranje, rudarstvo i energetiku, kojima se reguliše instaliranje, izgradnja i priključenje obnovljivih izvora energije na elektroenergetsku mrežu Srbije, kao i Odluka o subvencionisanoj ceni proizvedene električne energije (tzv. „feed-in-tariff“) za korisnike/proizvođače koji se odluče da postave (instaliraju) svoje fotonaponske sisteme i na taj način rasterete energetske sistem, pri čemu stiču pravo dobijanja statusa povlašćenog proizvođača.

Izgradnja instalacija prema projektu spada u kategoriju obnovljivih izvora energije, čije cene isporučene energije definiše Vlada Republike Srbije.

Projektom za građevinsku dozvolu biće predviđeno da se MSE izgradi pomoću monokristalnih solarnih panela jedinične snage 405W, nominalnog jednosmernog DC napona 39,4V nominalne jednosmernestruje 10,28A dimenzija (2020 x 1016 x 40) mm, težine ne veće od 24 kg, montiranih na površini slobodnog terena na jugoistočnoj strani i predviđeno je kada se paneli iscrpe ili oštete, otpad od solarnih ćelija (nereciklabilan i toksičan) biće adekvatno deponovan na mestu koje odredi nadležna komunalna služba u narednom budućem periodu kada se javi potreba za skladištenje na najbližoj lokaciji, u cilju očuvanja biodiverziteta i zaštite životne sredine.

Ukupno će biti montirano 387 panela po izmenjenoj građevinskoj dozvoli.

Kablovski vod 0,4 (1kV) za vezu MSE povezuje se sa distributivnim sistemom preko niskonaponskog razvoda iz STS 10/0,4 kV Bresnica, sa stuba na kp.br. 828/1 KO Bresnica.

Pri izradi projekta primenjeni su evropski trendovi vezani za zaštitu životne sredine i primenu obnovljivih izvora energije, a sve u skladu sa Odlukom Vlade Republike Srbije, kojom je prihvaćena obaveza donošenja i realizacije Plana primene direktive 2001/77/EC o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih

izvora energije na svojoj teritoriji. Takođe su poštovane i odgovarajuće zakonske regulative i propisi Ministarstva za urbanizam, prostorno planiranje, rudarstvo i energetiku, kojima se reguliše instaliranje, izgradnja i priključenje obnovljivih izvora energije na elektroenergetsku mrežu Srbije, kao i Odluka o subvencionisanoj ceni proizvedene električne energije (tzv. „feed-in-tariff“) za korisnike/proizvođače koji se odluče da postave (instaliraju) svoje fotonaponske sisteme i na taj način rasterete energetske sistem, pri čemu stiču pravo dobijanja statusa povlašćenog proizvođača.

Izgradnja instalacija prema ovom projektu spada u kategoriju obnovljivih izvora energije, čije cene isporučene energije definiše Vlada Republike Srbije.

Paneli se montiraju na lakoj aluminijumskoj konstrukciji, izgrađenoj od namenskih profila, montiranih u šest redova na rastojanju od jednog centimetra. Razmak između redova je od 3,3- 3,9 metara. Šeme konstrukcije date su u grafičkoj dokumentaciji.(slika 1)

Osnovne karakteristike objekta MSE za proizvodnju električne energije su

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| Lokacija:                     | Bresnica                 |
| Klimatski podaci za:          | Bresnica                 |
| Broj fotonaponskih panela     | 387                      |
| Tip fotonaponskih panela      | Mono MEPV 405-HC         |
| Broj invertora                | 3                        |
| Tip invertora                 | ZCS-3PH-50000-60000TL-V1 |
| Instalirana snaga (AC strana) | 50+50+60=160 kW          |
| Instalirana snaga (DC strana) | 156,73 kWp               |

### *Oprema i električne instalacije u MSE*

Sa slobodnog terena, od panela(od stringova) vode se DC kablovi do invertera. Inverteri će biti smešteni ispod samih panela na konstrukciji od aluminijuma. AC orman solarne elektrane(GRO-MSE) biće smešten u neposrednoj blizini solarnih panela.

U naizmeničnom razvodnom ormaru GRO-MSE ugrađuju se zaštitni uređaji, koji moraju da obezbede sistemsku zaštitu, zaštitu priključnog voda, zaštitu od ostrvskog rada, nadzor i komunikaciju, kao i da obezbedi uključanje MSE na DEES.

Sistemska zaštita se sastoji od:

- 1) Naponske zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivne električne energije, koja se sastoji od nadnaponske i podnaponske zaštite;
- 2) Frekventne zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje aktivne energije, a sastoji se od nadfrekventne i podfrekventne zaštite.

Obe zaštite su realizovane preko kombinovanih naponskih i frekventnih releja u GRO- MSE, koji u sebi sadrži AC kompakt prekidač sa podesivom termičkom i prekostrujnom zaštitom. Sistemska zaštita je izvedena uređajima za nadfrekventnu, podfrekventnu, nadnaponsku i podnaponsku zaštitu, koji vrši monitoring ulaznog napona i frekvencije i koji preko svojih relejnih izlaza upravlja kontaktorima u GRO-MSE. U slučaju da frekvencija, ili napon proizveden u MSE, odstupa od dozvoljenih graničnih vrednosti koje definiše elektrodistribucija prema Pravilima o radu distributivnog sistema, dolazi do isključenja kontaktora kako se nepravilnosti ne bi prenele na DEES, čime se obezbeđuje zaštita DEES. Ponovno uključanje se izvodi lokalno, s tim da vremenski relej sa kašnjenjem pri uključivanju omogućava uključanje tek nakon isteka previđenog vremena(10min.) od pojave naponana mreži DEES.

Prekostrujna zaštita je trofazna maksimalna strujna vremenski nezavisna zaštita koja reaguje:

- 1) sa vremenskom zadržkom pri strujnim opterećenjima koja prelaze vrednosti dozvoljenih strujnih opterećenja voda elektrane,
- 2) trenutno pri bliskim kratkim spojevima,

Zaštita NN voda u elektrani je prekostrujna, preko kratkospojnog i termičkog okidača NNprekidača, kao i preko NV osigurača rastavljača

U MSE je potrebno obezbediti nadzorni sistem sa zahvatom sledećih podataka:

- a. statusi rasklopne opreme prekidača, osigurača
- b. alarmi
- c. merenja struja i napona na izlazu iz invertora
- d. stanje brojila
- e. meteo merenja temperature, vlažnosti i pritiska vazduha.

Solarna elektrana ne sme biti ostrvskog tipa, već mrežna. Za zaštitu od ostrvskog rada opremljen je sam inverter. Zaštita uređaja MSE se ostvaruje dimenzionisanjem i odgovarajućim izborom osigurača i prekidača na naizmeničnoj strani invertorskog razvoda.

Prekidači se isključuju u slučaju kvara na invertorima, dok se osiguračima vrši zaštita opreme od kratkog spoja. Pored navedenog i sam inverteri ima svoj sistem zaštite.

Pored GRO-MSE, predviđena je kutija sa sabirnicom za izjednačenje potencijala, povezana na uzemljivač elektrane.

Za zaštitu od prenapona(od invertera ka mreži DEES i od mreže ka inverteru)predviđeni su odvodnici prenapona, klase II(T2), 20kA/280V i varničar, In=40kA. 280V za nulti provodnik. Za odvodnike je predviđen 3P nosač cilindričnih osigurača od 32A.

Sve metalne mase MSE uzemljiti direktno na kutiju za izjednačenje potencijala KIP, a zatim isto vezati preko mernog mesta na uzemljivač elektrane.

Za zaštitu uređaja MSE od groma upotrebiti hvataljku sa ranim startovanjem, postavljenu na namenskim stubu u prostoru elektrane.

Ožičavanje solarnih panela se vrši prethodno odmerenim kablovima sa ugrađenim konektorima, tako da je samo ožičavanje veoma brzo i bez upotrebe dodatnog alata. Kablovi su urađeni u crvenoj i crnoj boji, tako da se može izvršiti vizuelna provera ožičavanja. Proizvođači preporučuju upotrebu kabla namenskog kabla preseka 4mm<sup>2</sup> za vezu između panela, a za vezu od prvog panela stringa do GRO ide presek 6mm<sup>2</sup>. Provodnike postavljati u PNK regale.

Prostor u kome se nalaze inventori i ormari mora biti fizički zaštićen od mehaničkog udara, kao i od udara električne energije.

Praćenje rada MSE obezbeđeno je preko invertora i WiFi uređaja, uz pomoć aplikacije proizvođača invertera.

Generisana naizmenična električna energija se, u zoni fotonaponskih modula, "prikuplja" na jednom mestu, u AC bloku razvodnog ormara GRO-MSE. Izlaz invertora se sa GRO-om povezuje kablom tipa PP00-A 4x70mm<sup>2</sup>. Od GRO-MSE do MRO koji će biti postavljen na postojećem betonskom stubu na k.p.br.1308 u blizini STS 10/0.4kV Bresnica-reka polaže se kabal u rovu tipa PP00-A 4x240mm<sup>2</sup> u dužini od oko 140m.

Invertor se od prenapona, sa DC strane štiti odvodnicima tipa „2“ koji su ugrađeni u samom inverteru.

Za prekidanje veze sa pojedinim stringovima, na samom inverteru postoje DC prekidači.

### *GROMOBRANSKA INSTALACIJA I ZAŠTITNO UZEMLJENJE SOLARNOG POLJA*

Za zaštitu od atmosferskog pražnjenja je predviđena hvataljka sa ranim startovanjem, postavljena na posebnom stubu, povezanom na uzemljivač elektrane. Nosači solarnih panela su od čelika, a noseća konstrukcija panela oslanja se na metalnim stubovima pobodenim u zemlju, na dubinu oko 1,5m i čine uzemljivač obrazovan od velikog broja vertikalnih uzemljivača, koji gornji deo noseće konstrukcije, galvanski povezuje. Pored navedenog, polaže se bakarno uže, Cu 95mm<sup>2</sup>, u rov, pored nosača i obezbeđuje povezanost vertikalnih uzemljivača i time obezbeđuje efikasnost uzemljivača elektrane.

Za zaštitu elektroenergetskih objekata usvaja se nivo zaštite I, bez proračuna.

Za smanjenje opasnosti od direktnog pražnjenja u panele, predviđa se instalacija posebne zaštite od atmosferskog pražnjenja koju će činiti hvataljka sa ranim startovanjem, sa prednjačenjem od 60μs, montirana na metalnom stubu visine oko 8m, tako da bude minimum 5m iznad najviše tačke elektrane i ima radijus zaštite  $R_p=79m$ . Stub sa hvataljkom je vezan na uzemljivač elektrane (bakarno uže, Cu 95mm<sup>2</sup>) koje je ukopano u rov i povezuje sve grupe stringova. Ovako postavljena hvataljka štiti kompletnu površinu solarne elektrane. U grafičkom prilogu data je tabela proizvođača hvataljke.

### *OPŠTE NAPOMENE*

Pre završetka svih radova na instalaciji, izvršiti ispitivanje kontinuiteta gromobranske instalacije i merenja otpora rasprostiranja uzemljivača saglasno sa tehničkim uslovima za gromobranske instalacije.

Otpornost (postojećeg) uzemljivača će biti utvrđena merenjem pre priključenja gromobranske instalacije na elemente MSE – a. U slučaju da je vrednost izmerene otpornosti uzemljivača veća od 10Ω po jednom uzemljenju, neophodno je preduzeti sve mere da se obezbedi otpornost manja od 10Ω.

Blok dijagram MSE, dat je u grafičkoj dokumentaciji. (slika 2)

Mrežni fotonaponski sistem se sastoji od 3 invertora svaki sa po 7 (jedan ima 9 stringova) strujna kruga solarnih panela (23 stringova) i to:

Prvi inverter: 6 stringa sa po 18 panela i 1 string sa 12 panela.

Drugi inverter: 6 stringa sa po 18 panela i 1 string sa 10 panela.

Treći inverter: 9 stringa sa po 18 panela.

## FOTONAPONSKI MODULI

MSE je povezana sa DC razvodnim ormarom preko „S flex“ kablova, namenskim za solarne sisteme.

Paneli su montirani na kosom slobodnom terenu sa nagibom od 10° vode. Fotonaponski paneli se montiraju pod uglom od oko 20° u odnosu na horizont. Orijentacija panela je jug-jugozapad. Između redova je ostavljen razmak od 3,3m do 3,9m. Rastojanje panela od granice parcele tj. ograde, iznosi minimalno 3,5m.

Svaki solarni panel se sastoji od 144 fotonaponskih ćelija, postavljenih u kućištu od eloksiranog aluminijuma, koji su povezani u kombinaciji serijski i paralelno kako bi se dobio prikladan napon, odnosno snaga. Ove ćelije su testirane u smislu kvaliteta u svim koracima proizvodnje i sa garancijom od min 10 godina. Njihove osnovne karakteristike su dugačak period eksploatacije, veliki stepen efikasnosti, kao i velika otpornost na mehanička i atmosferska dejstva. Najvažniji faktor koji utiče na proizvodnju električne energije svakog modula je njegova snaga. Snaga svakog panela se povećava sa smanjenjem spoljne temperature i obratno, smanjuje se sa povećanjem temperature.



Projektant,  
Dušan Stošić dipl.el.ing.

## TEHNIČKI USLOVI

### 1. OPŠTI USLOVI

1. Ovi uslovi su sastavni deo projekta i kao takvi obavezni su za izvođača i investitora.
2. Radovi se moraju izvesti u svemu prema projektu sa kvalitetnim materijalom i opremom koja odgovara važećim standardima i propisima, kako u električnom tako i u mehaničkom pogledu.
3. Izvođenje radova poveriti stručnoj i kvalifikovanoj radnoj snazi.
4. Stručni predstavnik investitora dužan je da prouči projekat i da eventualne primedbe dostavi projektantu.
5. Izvođač radova je obavezan da pre početka radova detaljno prouči projekat i da eventualne primedbe dostavi nadzornom organu ili projektantu.
6. Ukoliko se u toku gradnje ukaže opravdana potreba za odstupanje od odobrenog projekta i ako to menja stručna rešenja ili koncepciju objekta nadležni su stručni organ investitora i projektant. Sva lica koja učestvuju u realizaciji moraju biti obaveštena o tome, a izmene se moraju uneti u sve primerke projekta.
7. Izvođač radova je dužan da eventualnu štetu, učinjenu na postojećim objektima i instalacijama, materijalno nadoknadi.
8. U toku gradnje investitor i izvođač su dužni da obezbede normalan saobraćaj, postavljanjem za to određenih oznaka i da obezbede radove na mestima gde isti mogu da prouzrokuju nezgode za pešake.
9. Izvođač radova daje garanciju za izvršene radove prema ugovoru sa investitorom, a prema važećim propisima i zakonskim odredbama.
10. Po okončanju radova treba ispitati izvedene instalacije, izvršiti potrebna električna merenja, predati ateste investitoru, započeti probni rad, pripremiti dokumentaciju izvedenog stanja i obaviti tehnički pregled. Po otklanjanju eventualnih primedbi i posle dobijanja upotrebne dozvole objekat se predaje investitoru i korisniku. Uz predaju objekta predaje se i tehnička dokumentacija, uputstva za rad, korisnici se upoznaju sa instalacijama i po potrebi manipulacijom.



## 2. TEHNIČKI USLOVI ZA IZRADU ELEKTROINSTALACIJA

1. Celokupnu instalaciju uraditi u svemu prema Pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ( Sl. list SFRJ 53/88 i 54/88 ) i grafičkoj dokumentaciji. Primenjeni materijali moraju odgovarati važećim standardima, propisima i preporukama.
2. Sečenje i bušenje armirano-betonskih ili gvozdениh greda i stubova ne sme se vršiti bez odobrenja nadzornog organa za tu vrstu radova.
3. U istu instalacionu cev ili kanal mogu se postavljati provodnici samo jednog strujnog kola, osim provodnika upravljačkih i pomoćnih strujnih kola.
4. Ugao ukrštanja energetskih i telekomunikacionih kablova treba da bude najmanje 45° a vertikalno rastojanje energetskih vodova (za napone 250V prema zemlji) od telekomunikacionih mora da iznosi najmanje 30cm.
5. Polaganje energetskih kablova ispod vodovodnih cevi nije dozvoljeno.
6. Horizontalno rastojanje između kablovskih vodova i vodovodnih i kanalizacionih cevi mora da bude najmanje 50cm, a pri ukrštanju se mora obezbediti najmanje rastojanje od 30cm.
7. Provodnici nižeg napona ne smeju se stavljati u istu instalacionu cev ili omotač gde i provodnici višeg napona, osim ako između ta dva razvoda postoji izolaciona pregrada koja izdržava ispitni napon električnog razvoda višeg napona.
8. Na mestima prolaska kroz zidove obezbediti dodatnu mehaničku zaštitu provodnika (čaura, cev i sl.)
9. Najmanji dozvoljeni razmak između električne i neke druge instalacije je 30mm. Razmak između električnog razvoda i neke druge instalacije mora biti takav da omogućava normalan prilaz i održavanje svake od njih.
10. Pri paralelnom polaganju horizontalne vodove jake i slabe struje treba postaviti:
  - vodove jake struje 30cm ispod tavanice
  - vodove slabe struje postaviti 10cm iznad vodova jake struje
  - vodove telefonske instalacije postaviti 20cm iznad vodova jake struje.Razvodne kutije na ovim mestima postavljaju se koso jedna ispod druge pod uglom od 45° a na mestima ukrštanja, koja se izvode pod pravim uglom, rastojanje između vodova mora biti najmanje 10mm.
11. Električni razvod se ne sme postaviti ispod neelektričnih instalacija na kojima je moguća kondenzacija vode ili drugih tečnosti.
12. Prekidači i osigurači stavljaju se samo na fazne provodnike.
13. Kablovi položeni neposredno u malter ili u zid moraju po celoj dužini biti pokriveni malterom debljine najmanje 4mm.
14. Provodnici se po zidovima postavljaju vertikalno ili horizontalno, a koso polaganje je dozvoljeno samo u plafonu. Nije dozvoljeno koso polaganje provodnika po zidovima. Pri horizontalnom polaganju vodovi se polažu na rastojanju od 30cm do 110cm od poda i 200cm od poda do tavanice. Pri vertikalnom polaganju vodova rastojanje od ivica prozora i vrata mora biti najmanje 200cm.
15. Provodnici bez ispune (PP/R) smeju se polagati direktno u zid ispod maltera samo u suvim prostorijama, a ne smeju se voditi u snopu i ne smeju se pričvrstivati za zapaljive površine.
16. U vlažnim i prašnjavim prostorijama instalacioni pribor mora biti zaptiven i stepen zaštite najmanje IP 56.

Projektant, Dušan Stošić dipl.el.ing

### 3. TEHNIČKI USLOVI ZA IZRADU GROMOBRANSKIH INSTALACIJA

Za izradu instalacije gromobrana upotrebiti standardne elemente po SRPS-u N. B4. 900, pocinkovane toplim postupkom. Elementi instalacije na kojima je zaštitni plašt od cinka oštećen, ne smeju se ugraditi. Ako se objekat nalazi unutar energetskog ili industrijskog kompleksa s zajedničkim uzemljivačem koji se dimenzioniše prema drugim elektroenergetskim i sigurnosnim parametrima, materijal za uzemljivač gromobrana će se definisati u skladu sa projektom zajedničkog uzemljenja kompleksa.

Spojevi čelik-bakar smeju se izvoditi samo preko olovnog uložka debljine najmanje 2 mm. Po izradi, spoj se mora zaštititi dvostrukim antikorodivnim premazom.

Svi delovi trake na kojima je izvršeno sečenje ili bušenje radi nastavljanja ili spajanja moraju biti po spajanju zaštićeni antikorodivnim premazom. Sastavi pod zemljom moraju biti zaliveni bitumenom. Na uzemljivač gromobranske instalacije povezati sve metalne delove podzemnih instalacija sa kojima se uzemljivač ukršta ili su od uzemljivača udaljeni manje od 3 m.

Po izvršenoj izradi uzemljivača obavezno izvršiti merenje prelaznog otpora uzemljenja. Ukoliko se ustanove nedozvoljene vrednosti (iznad propisanih) izvršiti poboljšanje uzemljivača u dogovoru sa projektantom.

Ukoliko gromobranski uzemljivač služi istovremeno kao uzemljivač van sistema za zaštitu od previsokog napona dodira, izbor materijala, preseka i konfiguracije uzemljivača mora da zadovolji tehničke uslove svih instalacija - sistema povezanih na uzemljivač

Montaža hvataljke mora se izvesti sa originalnim elementima za pričvršćenje i prema upustvima proizvođača.

Na štapnoj hvataljki sa uredjajem za rano startovanje mora se postaviti natpisna pločica sa vidljivim upozoravajućim natpisom "Opasno visoki napon"

Projektant,  
Dušan Stošić dipl.el.ing



## POSEBAN PRILOG

o primenjenim propisanim merama i normativima zaštite na radu pri projektovanju u smislu Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu Republike Srbije (Sl. glasnik R. Srbije, br. 101/2005, 91/2015, 113/2017, 35/2023)

### POSEBAN PRILOG O PRIMENJENIM PROPISIMA I MERAMA I NORMATIVIMA ZAŠTITE NA RADU

Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri izgradnji i korišćenju elektroenergetske mreže i postrojenja i predviđene mere zaštite:

- • Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri korišćenju električnih instalacija jake i slabe struje
- • Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom
- • Opasnost od preopterećenja
- • Opasnost od struje kratkog spoja
- • Opasnost od električnog udara
- • Opasnost od previsokog napona dodira i napona koraka
- • Opasnost od pogrešnog manipulisanja
- • Opasnost od požara
- • Opasnost od uticaja vode, vlage i prašine, eksplozivnih i zapaljivih materijala i hemijskih uticaja
- • Opasnost od nedozvoljenog pada napona
- • Opasnost od slučajnog mehaničkog oštećenja
- • Opasnost od uticaja struje zemljospoja
- • Opasnost od nestanka napona
- • Opasnost od statičkog elektriciteta
- • Opasnost od uticaja elektromagnetnog polja
- • Opasnost od radioaktivnog zračenja
- • Opasnost od atmosferskog pražnjenja

Predviđene mere za otklanjanje opasnosti i štetnosti kod električnih instalacija jake i slabe struje:  
Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom.

Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom su otklonjene pravilnim izborom električne opreme. Električna oprema je predviđena za ugradnju i nadgradnju na zid, opremljena je zaštitnim kućištima i poklopcima, te je time sprečen slučajni dodir delova pod naponom.

Svi predviđeni napojni vodovi su odgovarajuće konstrukcije i snabdeveni su odgovarajućim izolacijama i zaštitnim plaštovima, a predviđa se i pravilno uvođenje istih u priključne ormane i zaštitna kućišta električne opreme.

Opasnost od preopterećenja

Zaštita od preopterećenja izvedena je pravilnim izborom zaštitnih prekidača i osigurača na strani centralnih uređaja čime su onemogućena preopterećenja svih kablova i uređaja.

Opasnost od struje kratkog spoja

Ova opasnost je otklonjena pravilnim dimenzionisanjem vodova i opreme na kratak spoj te ne postoji opasnost od posledica kratkog spoja. Kod propisno izvedenih instalaterskih i montažnih radova, a prema uputstvima proizvođača pojedinih vrsta opreme, pojava kratkog spoja je onemogućena.

Opasnost od električnog udara (indirektno dodira)

Zaštita od električnog udara predviđena je automatskim isključenjem pri pojavi greške (topljivi osigurači) i malim naponom (48V).

Opasnost od previsokog napona dodira i napona koraka

Zaštita od previsokog napona dodira rešena je sistemom sniženog napona, pravilnim izborom opreme, uzemljenje svih metalnih delova koji ne pripadaju strujnim krugovima i pravilnim izborom uzemljivača.

Opasnost od napona koraka

Otklonjena je izradom zajedničkog uzemljivača objekta na koji se vezuju sve metalne mase u i na objektu.

#### Opasnost od pogrešnog manipulisanja

Izborom opreme ugrađene po standardima i ubacivanjem osoblja gde je to potrebno izbegnuta je opasnost od pogrešnog rukovanja.

#### Opasnost od požara

Zaštita od požara je rešena pravilnim izborom električne opreme koji pri pravilnom izvođenju i propisnom održavanju ne može biti uzrok požara.

#### Opasnost od uticaja vode, vlage i prašine, eksplozivnih i zapaljivih materija i hemijskih uticaja

Zaštita je izvršena pravilnim izborom opreme koja je birana prema nameni i mestu ugradnje uzimajući u obzir uslove rada, što je naznačeno na crtežima i u tekstualnoj dokumentaciji.

#### Opasnost od nedozvoljenog pada napona

Zaštita od nedozvoljenog pada napona predviđena je pravilnim dimenzionisanjem napojnih vodova. Proračun preseka napojnih vodova kao i padovi napona dati su kao sastavni deo projektne dokumentacije.

#### Opasnost od slučajnog mehaničkog opterećenja

Opasnost od slučajnog mehaničkog opterećenja ne postoji pošto je sva oprema u kućištu od metala, a svi kablovi su na mestima gde postoji opasnost od mehaničkih oštećenja položeni u zaštitne cevi. Lociranje opreme je vršeno tako da nije izloženo mehaničkim oštećenjima.

#### Opasnost od uticaja struje zemljospoja

Izvođenjem zajedničkog uzemljivača izbegnuta je opasnost od struje zemljospoja.

#### Opasnost od statičkog elektriciteta

Opasnost od statičkog elektriciteta otklonjena je pravilnim izvođenjem uzemljenja

#### Opasnost od uticaja elektromagnetnog polja

Zaštita je predviđena primenom zaštitnih mera prilikom paralelnog vođenja i ukrštanja sa energetske vodovima kao i izvođenjem uzemljenja armature

#### Zaštita radnika pri polaganju kablova

Pri polaganju kanalizacije postoji opasnost povrede radnika u sledećim slučajevima: a) provera usled dejstva visokog napona

Pri nepažljivom postupku prilikom kopanja rova može se dogoditi da radnik svojim alatom probije armaturu i olovni omotač energetskog kabla i na taj način dođe u dodir sa visokim naponom.

Da bi se to izbeglo potrebno je da šef gradilišta, kod koga se nalaze nacrti projekta, pre početka kopanja obeleži na terenu mesto ukrštanja kablova i na ovom mestu rad izvodi specijalno kvalifikovan radnik.

#### Prilog o primenjenim merama zaštite od požara

Primenom adekvatne zaštite energetskih transformatora i drugih električnih aparata od kratkih spojeva, zemljospojeva i nedozvojenih preopterećenja i pravilnom upotrebom i redovnim održavanjem smanjen je opasnost od požara.

Pravilnim izborom lokacije, pogodnim razmeštajem opreme i primenjenim merama za brzo odvođenje zapaljivih tečnosti (kada za sakupljanje ulja dimenzionisana je tako da može da primi celokupnu količinu ulja koju sadrži energetski transformator), smanjena je opasnost od širenja požara na susedne objekte. Radi sprečavanja razornog dejstva eksplozije usled kratkog spoja ili drugog kvara primenjene su mere za rasterećenje od prekomernog pritiska (postavljanje sigurnosnih membrana), ćelije 10 kV izrađene su od vatrostalnog materijala sa protivpožarnim pregradama između ćelija koje služe da spreče prenošenje luka na ostale ćelije, čime je zadovoljen uslov da sklopka-rastavljač budu međusobno odvojeni. Osim toga sve ćelije su opterećene ekspanzionim poklopcem.

Svi vodovi i oprema dimenzionisani su tako da se, pri nazivnom opterećenju, neće zagrejati iznad dozvoljene temperature za te preseke i opremljeni su odgovarajućom zaštitom.

Zaštita i spasavanje u slučaju požara omogućeno je kratkim putevima za evakuaciju. Vrata postrojenja otporna su prema požaru i otvaraju se sa unutrašnje strane bez upotrebe ključa.

Projektant,

## 4.7. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

### 4.6.1 Tehnički uslovi za povezivanje MSE sa distributivnom mrežom

Tehnički uslovi za priključenje fotonaponske solarne elektrane na javnu elektroenergetsku mrežu, koja je predmet ovog Projekta, definisani su Pravilima o radu distributivnog sistema Elektroprivrede Srbije (u daljem tekstu: Pravila). Pravila detaljno obrađuju uslove za priključenje objekta snage do 1MW i u njima se male elektrane klasifikuju prema instalisanoj snazi, vrsti generatora i načinu rada generatora, kao i prema naponskom nivou generatora i naponskom nivou priključka.

*Prema instalisanoj snazi* male elektrane se dele na 6 grupa, bez obzira na broj ugrađenih generatora. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana čijaje snaga do 1MW.

*Prema vrsti generatora* koji se koriste male elektrane se dele na 4 grupe. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana koja koristi jednosmernigenerator sa naponskim inverterom, jednosmernog napona ili naizmjeničnog pretvarača.

*Prema načinu rada generatora* male elektrane mogu raditi u 4 različita režima rada. Fotonaponska elektrana, koja je predmet ovog projekta, po svom režimu je svrstana u grupu koja predviđa da generator male elektrane može biti u „Paralelnom radu sa distributivnim sistemom sastalnom ili povremenom predajom energije u sistem, koji se odnosi na generatore koji stalno rade paralelno sa distributivnim sistemom, a proizvedenu električnu energiju predaju u distributivni sistem u celini ili delimično upotrebljavaju za sopstvene potrebe, a delimično (višak) predaje sistemu“.

*Prema naponskom nivou generatora* male elektrane se dele u dve grupe. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana sa niskonaponskim generatorom sa nazivnim međufaznim naponom do 1 kV (po pravilu 0,4kV, a za vetrogeneratore po pravilu 0,69kV).

*Prema naponskom nivou priključka* na distributivnu elektroenergetsku mrežu, male elektrane se dele na:

- Elektrane na niskonaponskoj mreži sa nazivnim međufaznim naponom 0,4kV
- Elektrane na srednje naponskoj mreži sa nazivnim međufaznim naponom 10kV, 20kV ili 35kV

Projektom predviđeno je priključenje fotonaponske elektrane na niskonaponsku mrežu sa nazivnim međufaznim naponom do 0,4kV.

Ovim pravilima detaljno je predviđen i način priključenja male elektrane na distributivni elektroenergetski sistem. Proizvođač je dužan da priključenje male solarne elektrane na distributivni elektroenergetski sistem, nezavisno od broja generatora, uključujući i sopstvenu mrežu, izvede u skladu sa opštim šemama koje su date uz pravila.

Najveće dozvoljeno odstupanje napona na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem, u odnosu na nazivne napone generatora u maloj elektrani, iznosi:

|               | max odstupanje napona | max. učestanost odstupanje napona, |
|---------------|-----------------------|------------------------------------|
| jednom u:     |                       |                                    |
| niski napon   | 5%                    | 5min,                              |
| srednji napon | 5%                    | 3min,                              |

Za priključenje i bezbedan paralelan rad male elektrane sa distributivnim elektroenergetskim sistemom, MSE mora da zadovolji 4 osnovna kriterijuma:

- Kriterijum dozvoljene snage MSE
- Kriterijum flikera
- Kriterijum dozvoljene struje viših harmonika
- Kriterijum snage kratkog spoja

### INSTALISANA SNAGA ELEKTRANE

Broj panela iznosi:  **$N = 387$  panela**

Ukupna površina solarnih panela iznosi:  $P_{pv}=387 \times (2,02 \times 1,016) = \mathbf{794,24m^2}$

Maksimalna DC snaga koju mogu da daju solarni paneli, MSE iznosi:

$P_{max} = N \times P_{pmax} = 387 \times 0,405kW = \mathbf{156,73kW}$

Nominalna-stvarna snaga na AC strani elektrane jednaka je zbiru snaga svakog od invertora tj. :

**$P_n = 50 + 50 + 60 = 160kW$ .**

Prema članu 4. Uredbe o kriterijumima, uslovima i načinu obračuna potraživanja i obaveza između kupca – proizvođača i snabdevača, instalisana snaga proizvodnog objekta ne sme biti veća od odobrene snage priključka objekta krajnjeg kupca.

Instalisana snaga proizvodnog objekta sa fotonaponskim panelima je:

- instalisana snaga invertora u kW,  $\cos\varphi=1$ , kada je nazivna snaga invertora manja ili jednaka zbiru instalisanih snaga fotonaponskih panela,
- zbir instalisanih snaga fotonaponskih panela, kada je nazivna snaga invertora, veća od zbira instalisanih snaga fotonaponskih panela,
- instalisana snaga ostalih tipova proizvodnih objekata jednaka je nominalnoj snazi instalisanih generatora.

Kao instalisana snaga elektrane, u ovom slučaju, uzima se instalisana snaga panela:

$$P_i = \mathbf{156,73kW}$$

Odobrena snaga priključka je  $P_o = \mathbf{159kW}$ , čime je ispunjen uslov iz člana 4.

**Kriterijum dozvoljene snage MSE** proverava da li u prelaznom režimu (uključenje i isključenje generatora) promena napona (naponski udar) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem neće prekoračiti vrednost:  $\Delta U_m = 2\%$ .

MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem po kriterijumu dozvoljene snage, ako je ispunjen sledeći uslov:

$$\text{Za SN} \quad S_{ngm} \leq S_{ks}/50 \times k$$

$$\text{Za NN;} \quad S_{ngm} \leq S_{ks}/33,3 \times k, \text{ gde je}$$

$S_{ngm}$  – najveća vrednost jedinične snage generatora u MSE, odnosno ukupna snaga višegeneratora, ako se jednovremeno priključuje na distributivnu elektroenergetsku mrežu

$S_{ks}$  – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem

$k = I_p/I_n$  – koeficijent određen količnikom maksimalne polazne struje  $I_p$  (struje priključenja) inaznačene struje  $I_n$  generatora, koji ima vrednost:

$k = 1$ , za sinhronne generatore i jednosmerne generatore sa invertorom,

$k = 2$ , za asinhronne generatore,  
 $k = 8$ , kada nije poznat podatak o polaznoj struji  $I_p$ .

Kod MSE sa više generatora, priključenje narednog generatora na distributivni sistem smeda izvesti najmanje 2 minuta posle priključenja prethodnog generatora. U suprotnom, ove generatore treba tretirati kao da se priključuju jednovremeno.

MSE ukupne instalisane snage svih generatora  $S_{mel} = \sum S_{ng}$  može da se priključi nadistributivni elektroenergetski sistem bez štetnog delovanja, ako ispunjava sledeći uslov:

$S_{mel} = \sum S_{ng} \leq S_{ks}/50$ , gde je:

$S_{mel}$  – ukupna instalisana snaga MSE  $S_{ng}$  – snaga jednog generatora

$S_{ks}$  – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem.

Kako je:  $S_{ngm} = 160 \text{ kVA} = 0,16 \text{ MVA}$   
 $0,16 < 250/1 \times 50$

pa je kriterijum dozvoljene snage male elektrane zadovoljen.

**Kriterijum flikera** se ocenjuje pomoću faktora smetnji i koeficijenta flikera. Faktor smetnji ( $A_{fs}$ ) male elektrane, izazvani flikerom dugog trajanja (preko 2 sata) se, za MSE sa  $n$  generatora ukupne instalisane snage  $S_{mel} = \sum S_{ng}$ , izračunava primenom sledeće formule:

$$A_{fs} = (C_{f_{mel}} \times S_{mel}/S_{ks})^3 = (C_{f1}/\sqrt{n} \times$$

$S_{mel}/S_{ks})^3$ , gde je:

$n$  – broj generatora u MSE

$C_{f_{mel}}$  – koeficijent flikera MSE sa „ $n$ “ generatorom

$C_{f1}$  – koeficijent flikera MSE sa jednim generatorom

MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem, ako je ispunjen uslov:  $A_{fs} \leq 0,1$ . Koeficijent flikera ( $C_f$ ) označava osobinu MSE da proizvodi flikere. Vrednost koeficijenta flikera ( $C_f$ ) daje proizvođač male elektrane, posebno za svaki generator i elektranu kao celinu, na osnovu atesta o tipskom ispitivanju MSE koja ima iste ili slične karakteristike kao MSE koja se gradi. Nakon završetka gradnje male elektrane i priključenja na distributivni elektroenergetski sistem, distributer mora merenjem da potvrdi koeficijent flikera pojedinačno za svaki generator ( $C_{f1}$ ), kao i za celu malu elektranu ( $C_{f_{mel}}$ ), da ne prelazi vrednost koja je garantovana atestom o ispitivanju tipa generatora koji je ugrađen. Merenje se vrši u normalnim pogonskim uslovima, takoda se ne uzimaju u obzir prelazne pojave. MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem, ako je ispunjen uslov:

$$C_{f_{mel}} \leq 20$$

Kod elektrana na vetar i kod solarnih elektrana koeficijent flikera po pravilu **ne zadovoljava** uslov  $C_{f_{mel}} \leq 20$  (njegova vrednost može da iznosi i do 40). Ovako male elektrane se mogu priključiti na distributivni elektroenergetski sistem ako zadovoljavaju kriterijum faktora smetnji izazvanih flikerom dugog trajanja  $A_{fs} \leq 0,1$ , odnosno dokaz da priključenje ME na DS neće proizvesti štetno delovanje. Kod elektrana na vetar i solarnih elektrana obavezan je atest kojim se dokazuje da elektrana zadovoljava kriterijum flikera.

Za fotonaponsku elektranu koja je predmet ovog projekta potrebno je pribaviti atest kojim se dokazuje da elektrana zadovoljava kriterijum flikera.

### **Kriterijum snage kratkog spoja**

Kriterijumom snage kratkog spoja se proverava ukupna vrednost struje (snage) trofaznog kratkog spoja na mestu priključenja elektrane u pogonu. Vrednost struje (snage) ne sme preći maksimalne dozvoljene vrednosti struja (snaga) kratkog spoja na koje je dimenzionisana oprema u DS. Ako vrednost struje (snage) prelazi maksimalne dozvoljene vrednosti, neophodno je ograničiti struju kratkog spoja koju daje elektrana tako da ovaj kriterijum bude zadovoljen.

Ako se zbog priključenja ME poveća snaga (struja) trofaznog kratkog spoja iznad vrednosti zakonu je dimenzionisana oprema u DS, treba da se primeni jedna ili više sledećih mera:

- ograničenje struja kratkog spoja u ME;
- zamena rasklopnih aparata i/ili druge opreme koja ne ispunjava zahteve s obzirom na snage(struje) kratkog spoja;
- promena mesta priključenja na DS, promena parametara priključnog voda itd.

ME instalisane snage do 1 MVA ne mogu da znatnije povećaju snagu kratkog spoja u DS, pa je provera kriterijuma snage kratkog spoja obavezna samo ako snaga ME prelazi 1 MVA.

**Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika** se proverava pomoću izraza

$$I_{vhdoz} = I_{vhs} \times S_{ks},$$

gde je:

$I_{vhdoz}$  – dozvoljena vrednost struje višeg harmonika na naponskom nivou generatora [A];

$I_{vhs}$  – svedena struja višeg harmonika je vrednost struje višeg harmonika, koja je svedena na snagu trofaznog kratkog spoja na mestu priključka na distributivni sistem. [A/MVA]

$S_{ks}$  – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni sistem. [MVA]

Redni broj višeg harmonika [ v ]

$I_{vhs,v,u}$  [A/MVA]

[A / MVA]

|   | Niski | 10 kV | 20 kV | 35 kV  |
|---|-------|-------|-------|--------|
| 2 | 1,5   | 0,058 | 0,029 | 0,0163 |
| 3 | 4     | /     | /     | /      |
| 4 | 0,47  | 0,019 | 0,009 | 0,005  |



|                     |             |             |              |               |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 5                   | 1,5         | 0,058       | 0,029        | 0,0163        |
| 6                   | 0,58        | 0,023       | 0,012        | 0,007         |
| 7                   | 2           | 0,082       | 0,041        | 0,0231        |
| 8                   | 0,2         | 0,008       | 0,004        | 0,002         |
| 9                   | 0,7         | /           | /            | /             |
| 10                  | 0,36        | 0,014       | 0,007        | 0,004         |
| 11                  | 1,3         | 0,052       | 0,026        | 0,0146        |
| 12                  | 0,27        | 0,011       | 0,005        | 0,002         |
| 13                  | 1           | 0,038       | 0,019        | 0,0111        |
| 14                  | 0,17        | 0,007       | 0,003        | 0,002         |
| 16                  | 0,15        | 0,006       | 0,003        | 0,002         |
| 17                  | 0,55        | 0,022       | 0,011        | 0,0600        |
| 18                  | 0,12        | 0,005       | 0,002        | 0,001         |
| 19                  | 0,45        | 0,018       | 0,009        | 0,0051        |
| 23                  | 0,3         | 0,012       | 0,006        | 0,0034        |
| 25                  | 0,25        | 0,010       | 0,005        | 0,0026        |
| 25 < v < 40*        | 0,25 · 25/v | 0,01 · 25/v | 0,005 · 25/v | 0,0026 · 25/v |
| v = паран<br>18 < v | 1,5/v       | 0,06/v      | 0,03/v       | 0,0171/v      |
| μ < 40              | 1,5/v       | 0,06/μ      | 0,03/μ       | 0,0171/μ      |
| μ > 40**            | 4,5/v       | 0,18/μ      | 0,09/μ       | 0,0514/μ      |

Ako se merenjem utvrdi da struja za neki red višeg harmonika prelazi dozvoljenu vrednost  $I_{vh\text{doz}}$  dobijenu proračunom prema parametrima iz tabele, za taj red višeg harmonika treba proračunati napon višeg harmonika  $U_{vx}$ .

Ako napon višeg harmonika iznosi  $U_{vx} \leq 0,2\% \times U_n$  za peti red i  $U_{vx} \leq 0,1\% \times U_n$  za ostale redove viših harmonika iz tabele, kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika je zadovoljen. U suprotnom, vlasnik MSE mora da obezbedi atest o tipskom ispitivanju generatora, koji ima isti ilislične karakteristike kao generator koji treba da se ugradi u MSE, odnosno da preuzme jednu iliviše mera kojima će obezbediti zadovoljenje postavljenih uslova:

- Ugradnja filtera za odgovarajući red višeg harmonika

Priključenje MSE u tački sa većom vrednošću snage kratkog spoja

- Priključenje na viši naponski nivo i dr.

Za fotonaponsku elektranu, koja je predmet ovog projekta, potrebno je dobiti vrednost podataka  $S_{ks}$  od nadležne elektrodistribucije, pa zatim proveriti ispunjenost ovog uslova.

Ugradnjom odgovarajućih zaštitnih i drugih tehničkih uređaja u MSE, treba obezbediti da priključenje MSE na distributivni elektroenergetski sistem bude izvršeno samo ako je na svim fazama provodnicima prisutan napon distributivne mreže. Za priključenje se koristi spojni prekidač na mestu priključenja male elektrane.

Priključenje MSE sa inverterima na distributivni elektroenergetski sistem dozvoljen je samo kadana ovim uređajima nema napona.

## IZBOR PANELA I PRORAČUN SNAGE MSE

Ovim projektom se predviđa ugradnja MSE na slobodnom terenu. MSE čine monokristalni solarni paneli sa temperovanim prednjim staklom debljine 3,2mm, za montažu direktno na konstrukciju, sledećih karakteristika:

|                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| Pmpp [Wp]         | 405                      |
| Umpp [V]          | 39,4                     |
| Impp [A]          | 10,28                    |
| Uoc [V]           | 48                       |
| Isc [A]           | 10,66                    |
| Stopa efikasnosti | 19,7%                    |
| dimenzija modula  | 2020 mm x 1016 mm x 40mm |
| Težina            | 23,5 kg                  |
| Priključna kutija | IP67 sa 3 Bypass diode   |

Paneli se polažu na slobodnom terenu u 6 redova u nizu, jedan do drugog, vertikalno, sa padom ka jugoistoku i nagibom u odnosu na horizontalnu ravan od 20 stepeni. Broj panela iznosi:

$N_a = 387$  panela

Maksimalna snaga MSE iznosi:

$P_{max} = N_a \times P_{pmax} = 387 \times 0,405 \text{ kW} = 156,73 \text{ kWp}$

## PROVERA KABLOVA NA DC STRANI

### Provera kablova na trajnu struju

Kablovi za povezivanje stringova sa inverterima

Stringovi se sa inverterima povezuju kablovima za jednosmernu struju tipa P/V 1x6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV. Kroz ove kablove protiče struja od 10,28 A, u režimu optimalne snage. Podnosiva struja bakarnog kabla preseka 6mm<sup>2</sup> je preko 40 A, te kablovi zadovoljavaju na trajno opterećenje.

## PROVERA KABLOVA NA AC STRANI

### PRORAČUN NOMINALNE STRUJE

Nominalna snaga invertera 1 i 3 je 50kW. Nominalna snaga invertera 2 je 60kW. Prema podacima proizvođača, maksimalna naizmenična (AC) struja invertora 1 i 3 je 80A a maksimalna naizmenična (AC) struja invertora 2 je 90A.

Nominalna struja invertera 1 i 3 iznosi:  $I_n = 50 / 1,73 \times 0,4 = 72,25 \text{ A}$

Nominalna struja invertera 2 iznosi:  $I_n = 60 / 1,73 \times 0,4 = 86,7 \text{ A}$

Na osnovu maksimalne struje biraju se kablovi za vezu invertora i GRO-MSE tipa i preseka:

Od Inv1 do GRO-MSE, kabl tipa PP00-A 4 x 70 mm<sup>2</sup>, dužine 19 m, koji može trajno da se optereti strujom od 117A (položen u rov).

Od Inv2 do GRO-MSE, kabl tipa PP00-A 4 x 70 mm<sup>2</sup>, dužine 10 m, koji može trajno da se optereti strujom od 117A.

Od Inv3 do GRO-MSE, kabl tipa PP00-A 4 x 70 mm<sup>2</sup>, dužine 12 m, koji može trajno da se optereti strujom od 117A.

Nominalna snaga koja se prenosi od GRO-MSE do mesta priključka (na stubu) iznosi  $P_{uk} = 156 \text{ kW}$  i to kablom tipa PP00-A 4x240 mm<sup>2</sup>, čija nosivost iznosi 230A (kod polaganja u zemlju)

Nominalna struja GRO-MSE iznosi:  $I_n = 156 / 1,73 \times 0,4 = 225,2 \text{ A}$  (Zadovoljava)

## PRORAČUN PADA NAPONA

Pad napona u niskonaponskim trofaznim kolima sa simetričnim opterećenjem uz  $\cos\phi=1$  izračunava se iz sledeće približne vrednosti:

$$u = \frac{Pl\rho}{U^2 A} 10^5$$

gde je :

u - procentualni pad napona (%)

P - opterećenje kola (W)

l - dužina kola (m)

U - linijski napon instalacije (V) A - presek provodnika (mm<sup>2</sup>)

$\rho$  - specif. otpornost provodnika (  $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$  ) za bakar  $\rho = 0.01793 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ .

### Pad napona od invertera do GRO-MSE

Od invertera do GRO-MSE vodi se kabl tipa PP00-A 4x70mm<sup>2</sup>.

Procentualni pad napona u kabl od invertera 1 do AC ormana GRO-MSE(za dužinu od l=19m) iznosi: 0,21%.

Procentualni pad napona u kabl od invertera 2 do AC ormana GRO-MSE(za dužinu od l=10m) iznosi: 0,17%.

Procentualni pad napona u kabl od invertera 3 do AC ormana GRO-MSE(za dužinu od l=12m) iznosi: 0,18%.

Zadovoljava (pad napona je  $u\% < 3\%$ )

### Pad napona od GRO-MSE do mesta priključa na DSEE (na stubu)

Od GRO-MSE do mesta priključka vodi se kabl tipa PP00-A 4x240mm<sup>2</sup>

Procentualni pad napona u kabl od GRO-MSE do mesta priključka (za dužinu od l=140m) iznosi: 1,47%.

Zadovoljava (pad napona je  $u\% < 3\%$ )

## PRORAČUN KRATKOG SPOJA

Za slučaj napajanja sa MSE, struja kratkog spoja je jednaka struji kratkog spoja koja je ograničena samim inverterom i ona iznosi 80A (za invertere snage 50kW) i 95A (za invertere snage 60kW) .

## PRORAČUN ZAŠTITE OD NAPONA DODIRA

Primenjen TT sistem zaštite, pa će on biti iskorišćen i u instalacijama MSE.

### ***PRORAČUN GROMOBRANSKE ZAŠTITE***

Zbog veće vrednosti opreme MSE, za potreban nivo zaštite, usvojen je nivo I (bez proračuna).

Predviđena je hvatljka sa prednjačenjem od  $\Delta T=60\mu\text{s}$ , koja montirana na minimum 5m iznad najviše tačke solarnih panela, ima radijus zaštite  $R_p=79\text{m}$ . Ovako montirana hvatljka štiti kompletno postrojenje MSE.

## PRORAČUN UZEMLJENJA

Sve metalne mase MSE vezuju se na novopostavljeni uzemljivač, s tim da je potrebna provera efikasnosti uzemljivača, merenjem i izdavanjem atesta, pre početka radova. Ukoliko rezultati merenja ne zadovoljavaju, treba izvesti dodatni uzemljivač.

## PRORAČUN PROIZVODNJE MSE

### Paralelni rad sa distributivnim sistemom

Na osnovu pravila o radu distributivnog sistema električne energije (DSEE) predviđeni način rada elektrane je:

Predviđena solarna elektrana proizvodila bi električnu energiju za prodavaće se ovlašćenom snabdevaču električne energije.

U slučaju nestanka električne energije iz mreže, invertori napona se automatski isključuju do ponovne raspoloživosti napona na transformatorskoj stanici.

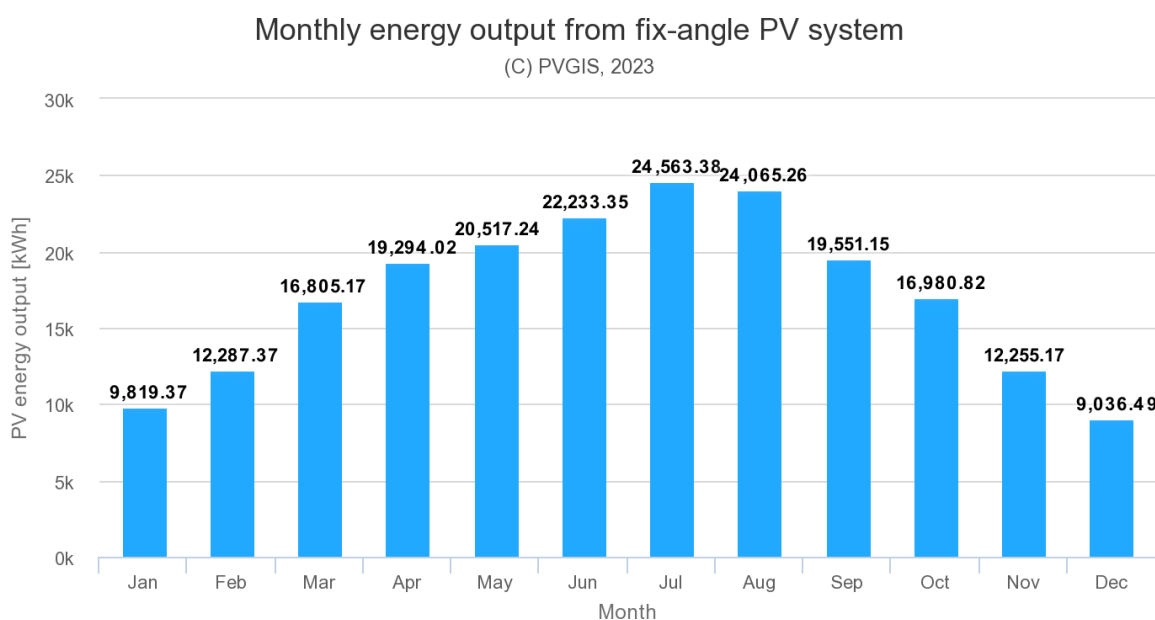
Nakon dobijanja saglasnosti za priključenje solarne elektrane, višak električne energije koja se predaje u mrežu, prodaje se ovlašćenom snabdevaču električne energije.

Maksimalna snaga predviđenih panela na objektima je :  $P_{vpm}=156,73\text{kWp}$

Maksimalna snaga koju mogu da daju inverteri u distributivnu mrežu je:  $156,73\text{kW}$

Nominalna snaga koju može da daje inverter u distributivnu mrežu je:  $P_{max}=160\text{kW}$

Predviđena proizvodnja električna energija za godinu dana rada SE je:  $E_g = 207405,09 \text{ kWh}$ .



Proizvodnja energije po mesecima

## Tabela proizvođača hvataljke sa ranim startovanjem



### Preporučeni poluprečnici zaštite

|      | Preporučeni poluprečnici i zaštite SKYLANCE (m) |      |
|------|-------------------------------------------------|------|
| h(m) | LP1                                             | LP2  |
|      | NB60                                            | NB60 |
| 5    | 79                                              | 86   |
| 6    | 79                                              | 87   |
| 10   | 79                                              | 88   |

# IZBOR NAPOJNIH KABLOVA I PROVERA NA PAD NAPONA

|                  |                                |                         |                                 |                          |                               |                                |             |                        |                        |                          |                                   |                              | UTICAJ INDUKTIVNOSTI |                      |                |                     |                           |                                             |                   |               |
|------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-------------------|---------------|
|                  |                                |                         |                                 |                          |                               |                                |             |                        | Korekc. faktori        |                          |                                   |                              |                      |                      | PODUŽNI OTPOR  |                     | PAD NAPONA                |                                             |                   |               |
| Relacija         | Instalis.<br>snaga<br>Pin (kW) | Faktor<br>jednovr.<br>j | Jednovrem.<br>snaga<br>Pjm (kW) | Faktor<br>snage<br>cos φ | Nominalna<br>struja<br>In (A) | Tip i presek<br>kabla<br>(mm2) | Tip razvoda | Dozvoljena<br>Idoz (A) | Grupna strujna<br>kola | temper.<br>**<br>Okoline | Trajno dozv.<br>struja<br>Itd (A) | Osiguraci u<br>ormanu<br>(A) | Duzina kabla<br>(m)  | Duzina kabla<br>(km) | Napon<br>U(kV) | Aktivni (r)<br>Ω/km | Induktivni<br>(x)<br>Ω/km | u relaciji<br>(induktivn.<br>uticaj)<br>(%) | u relaciji<br>(%) | ukupan<br>(%) |
| Inv1 - GRO-MSE   | 50                             | 1                       | 50.00                           | 0.98                     | 73.62                         | PP00-A 4x70                    | D           | 117                    | 1                      | 1                        | 117                               | 3x80                         | 0                    | 0.019                | 0.4            | 0.443               | 0.082                     | 0.273                                       | -                 | 0.27          |
| Inv2 - GRO-MSE   | 60                             | 1                       | 60.00                           | 0.98                     | 88.35                         | PP00-A 4x70                    | D           | 117                    | 1                      | 1                        | 117                               | 3x80                         | 0                    | 0.010                | 0.4            | 0.443               | 0.082                     | 0.172                                       | -                 | 0.17          |
| Inv3 - GRO-MSE   | 50                             | 1                       | 50.00                           | 0.98                     | 73.62                         | PP00-A 4x70                    | D           | 117                    | 1                      | 1                        | 117                               | 3x80                         | 0                    | 0.012                | 0.4            | 0.443               | 0.082                     | 0.172                                       | -                 | 0.17          |
| GRO-MSE- Brojilo | 156                            | 1                       | 156.00                          | 1.00                     | 225.11                        | PP00-A 4x240                   | D           | 230                    | 1                      | 1                        | 230                               | 3x80                         | 0                    | 0.140                | 0.4            | 0.125               | 0.079                     | 1.706                                       | -                 | 1.71          |

\*\* -uračunata oba koeficijenta

Zadovoljava

Projektant: Dušan Stošić dipl.inž.el.



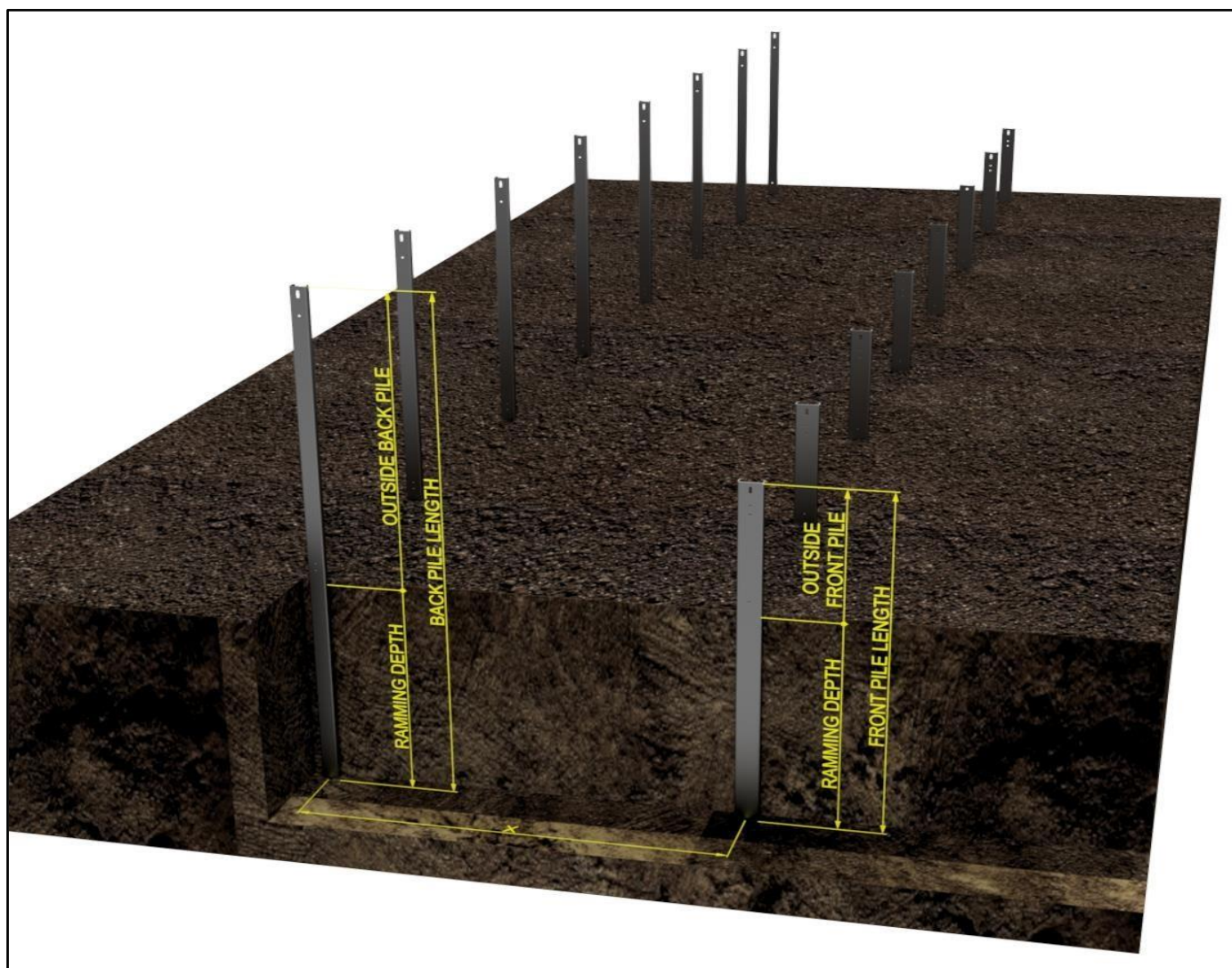

#### 4.7.2 Predmer i predračun radova

| Predmer i predračun MSE - ELEKTRA AC/DC |                                       |          |          |            |                     |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|------------|---------------------|
| R.br.                                   | Naziv pozicije                        | Jed.mere | Količina | Jed.cena   | Ukupna cena         |
| 1                                       | Razvodni ormani AC                    | kom      | 1        | 250.000,00 | 250.000,00          |
| 2                                       | Razvodni ormani DC                    | kom      | 1        | 200.000,00 | 200.000,00          |
| 3                                       | Fotonaponski paneli                   | kom      | 394      | 12.000,00  | 4.644.000,00        |
| 4                                       | Invertori                             | kom      | 3        | 300.000,00 | 900.000,00          |
| 5                                       | Kablovi interne veze                  | m        | 220      | 1.800,00   | 396.000,00          |
| 6                                       | Uzemljenje i gromobranska instalacija | kompl.   | 1        | 80.000,00  | 80.000,00           |
|                                         | <b>Rekapitulacija</b>                 |          |          |            | <b>6.245.000,00</b> |

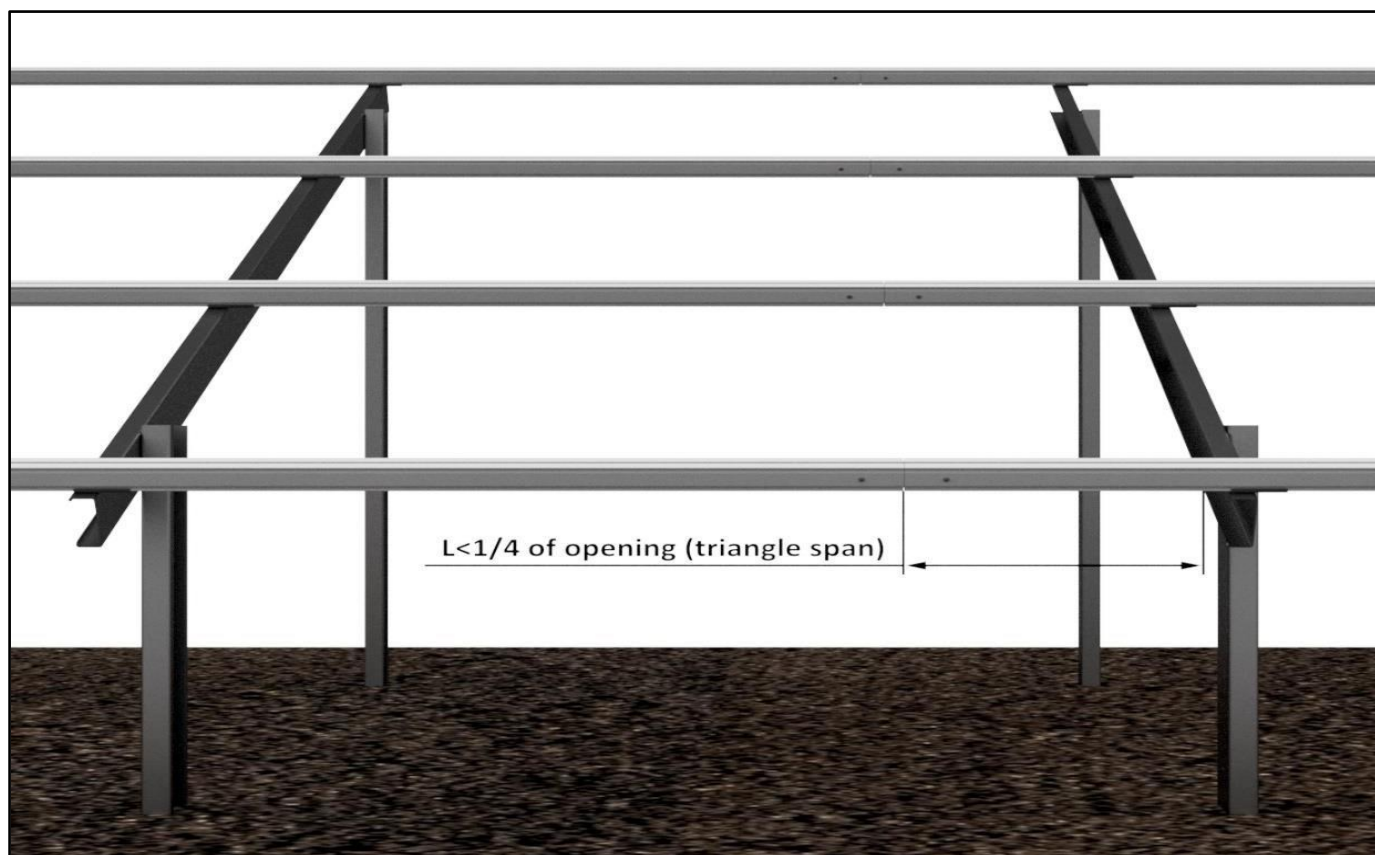
## **PRILOG**

- Konstrukcija za nošenje solarnih panela
- Tehničke karakteristike invertora
- Tehničke karakteristike solarnih panela

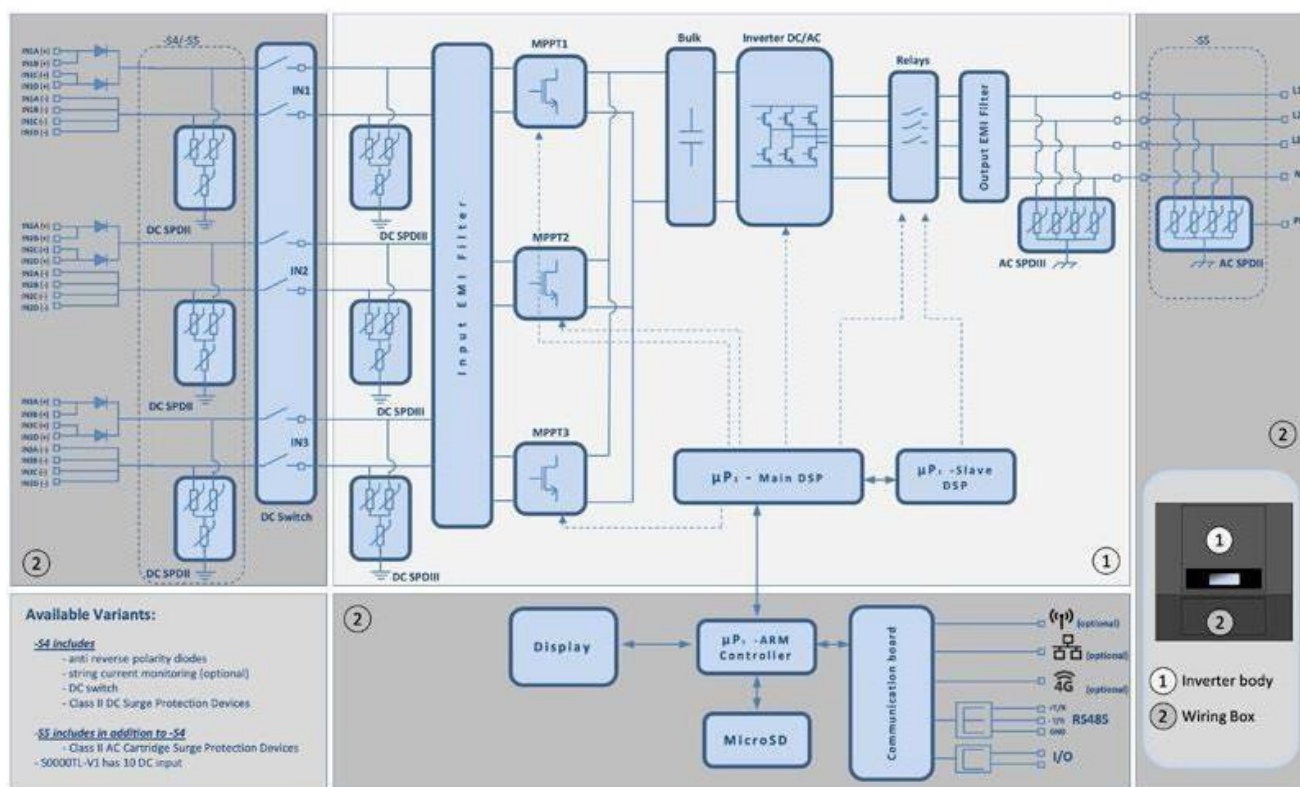




Slika 1: Konstrukcija za postavljanje panela



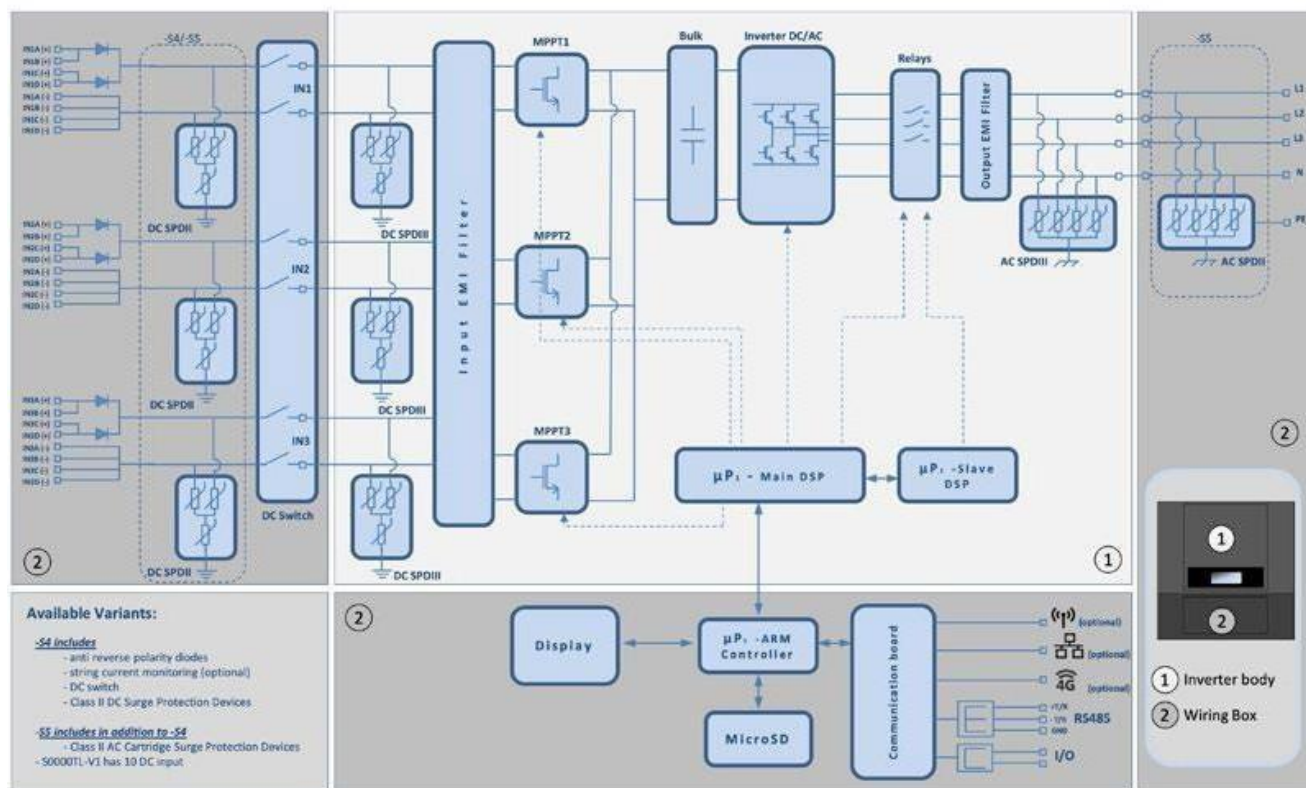
Slika 1.1.: Konstrukcija za postavljanje panela





- » Maximum yield 98.6%
- » Triple input section with independent MPPTs
- » Integrated string combiner with different configuration options
- » SD card for updates and diagnostics
- » Optional Class II surge protection devices
- » 5 or 10 year ZCS warranty
- » “Zero Grid Feed-in” functionality
- » Possibility to manage reactive power
- » Wide operating input range from 250V to 960V also suitable for small-sized string systems

Slika 1.1.: Konstrukcija za postavljanje panela





| TECHNICAL DATA                                     |                                                                                                                 | 3PH 50000TL-V1 | 3PH 60000TL-V1     |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|
| DC Input data                                      |                                                                                                                 |                |                    |
| Typical DC power                                   | 55000 W                                                                                                         |                | 66000 W            |
| Maximum DC power for each MPPT                     | 22000W (500V-800V)                                                                                              |                | 22000W (530V-800V) |
| No. of independent MPPTs / No. of strings per MPPT | 3/(4/3/3)                                                                                                       |                | 3/(4/4/4)          |
| Maximum DC input voltage                           | 1000V                                                                                                           |                |                    |
| Start-up voltage                                   | 350V                                                                                                            |                |                    |
| Nominal DC input voltage                           | 600V                                                                                                            |                |                    |
| MPPT DC voltage range                              | 250V-960V                                                                                                       |                |                    |
| DC voltage range at full load                      | 500V-800V                                                                                                       |                | 530V-800V          |
| Maximum input current for each MPPT                | 40A/30A/30A                                                                                                     |                | 40A/40A/40A        |
| Maximum absolute current for each MPPT             | 48A/36A/36A                                                                                                     |                | 48A/48A/48A        |
| Maximum current per string**                       | 15A                                                                                                             |                |                    |
| AC Output data                                     |                                                                                                                 |                |                    |
| Rated AC power                                     | 50000 W                                                                                                         |                | 60000 W            |
| Maximum AC power                                   | 50000VA                                                                                                         |                | 60000VA            |
| Maximum AC current per phase                       | 80A                                                                                                             |                | 90A                |
| Connection type/Rated grid voltage                 | Three-phase 3PH/N/PE 220V/230V/240V (PH-N); 380V/400V/415V (PH-PH) or Three-phase 3PH/PE 380V/400V/415V (PH-PH) |                |                    |
| Grid voltage range                                 | 184V~276V (PH-N); 320V~480V (PH-PH) (according to the local grid standards)                                     |                |                    |
| Rated grid frequency                               | 50Hz/60Hz                                                                                                       |                |                    |
| Grid frequency range                               | 45Hz~53Hz / 57Hz~63Hz (according to the local grid standards)                                                   |                |                    |
| Total harmonic distortion                          | <3%                                                                                                             |                |                    |
| Power factor                                       | 1 (Programmable +/-0.8)                                                                                         |                |                    |
| Active power adjustment range (settable)           | 0~100%                                                                                                          |                |                    |
| Grid feed-in limit                                 | Feed adjustable from zero to nominal power value*                                                               |                |                    |
| Efficiency                                         |                                                                                                                 |                |                    |
| Maximum efficiency                                 | 98.5%                                                                                                           |                | 98.6%              |
| Weighted efficiency (EURO)                         | 98.3%                                                                                                           |                | 98.4%              |
| MPPT efficiency                                    | >99.9%                                                                                                          |                |                    |
| Consumption at night                               | <1W                                                                                                             |                |                    |
| Protections                                        |                                                                                                                 |                |                    |
| Internal interface protection                      | No                                                                                                              |                |                    |
| Safety protections                                 | Anti-islanding, RCMU, Ground Fault Monitoring                                                                   |                |                    |
| Reverse polarity protection DC                     | Yes                                                                                                             |                |                    |
| DC circuit breaker                                 | Integrated                                                                                                      |                |                    |
| Overheating protection                             | Yes                                                                                                             |                |                    |
| Overvoltage category/Protection class              | Overvoltage Category III / Protection class I                                                                   |                |                    |
| Integrated dischargers                             | Type 3 AC/DC MOV Standard. Type 2 DC Dischargers Standard. Type AC Dischargers optional (only S5 models)        |                |                    |
| Standard                                           |                                                                                                                 |                |                    |
| EMC                                                | EN 61000-6-1/2/3/4,                                                                                             |                |                    |
| Safety standard                                    | IEC 62116, IEC 61727, IEC 61683, IEC 60068-1/2/14/30, IEC 62109-1/2                                             |                |                    |
| Grid connection standard                           | CE, CGC, ZVRT, AS 4777, AS 3100, VDE-AR-N 4105, EN50438, G83/2, G59/3, C10/11, CEI 0-21, CEI 0-16               |                |                    |
| Communication                                      |                                                                                                                 |                |                    |
| Communication interfaces                           | Wi-Fi (Optional), RS485 (proprietary protocol), SD card                                                         |                |                    |
| Additional inputs or connections                   | I/O inputs for connection to anti-reverse power controller                                                      |                |                    |
| Data storage on SD                                 | 25 years                                                                                                        |                |                    |
| General information                                |                                                                                                                 |                |                    |
| Allowable ambient temperature range                | -25°C...+60°C (power limit above 45°C)                                                                          |                |                    |
| Topology                                           | Transformerless                                                                                                 |                |                    |
| Environmental protection class                     | IP65                                                                                                            |                |                    |
| Allowable relative humidity range                  | 0% .. 95% non-condensing                                                                                        |                |                    |
| Maximum operating altitude                         | 2000m                                                                                                           |                |                    |
| Noise level                                        | < 60dB @ 1mt                                                                                                    |                |                    |
| Weight                                             | 68Kg                                                                                                            |                | 70Kg               |
| Cooling                                            | Forced fan convection                                                                                           |                |                    |
| Dimensions (H x W x D)                             | 737mm x 713mm x 297mm                                                                                           |                |                    |
| Display                                            | LCD                                                                                                             |                |                    |
| Warranty                                           | 5 or 10 years                                                                                                   |                |                    |

\* Possible by connecting anti-reverse power controller (ZSM-ZEROINJ)

\*\* models with more than two strings per MPPT have internal protection diodes, higher string currents than those reported may cause diode interruption



## MEPV 400-420W

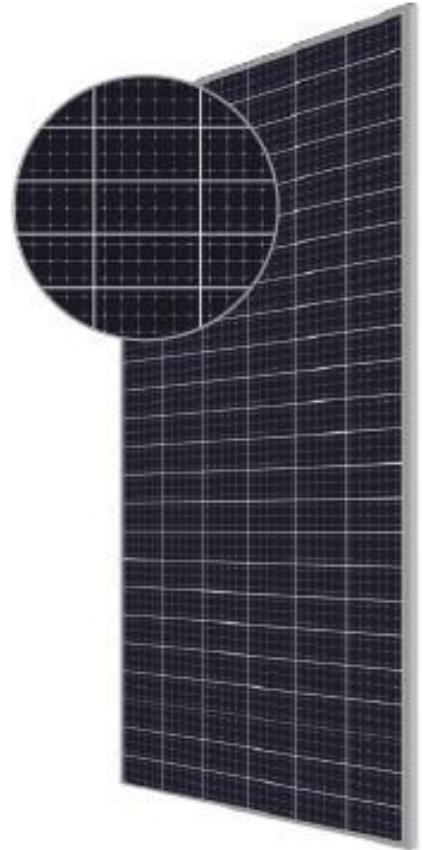
MWT technology | Half-cut | +20% efficiency

### Quality

- / IP68 - 6 diodes
- / Low degradation
- / Submitted to the electroluminescence test
- / Recyclable and environmentally friendly materials
- / Excellent reliability. Minimizes the risk of microcracking
- / No busbars, higher efficiency than conventional modules

### Certificates

- / IEC 61215
- / IEC 61730
- / VKF-AEAL compliance (Switzerland)
- / Class I (under standard UNI 9177)
- / WEEE compliance in Germany
- / ETL Listed Mark (USA-Canada)
- / EE016-20130528-001 (France)
- / Frontal load (snow) 5400 Pa
- / Fire Resistance Certificate
- / Back load (wind) 2400 Pa
- / MCS (UK)
- / SundaHus
- / ETN



15

YEARS PRODUCT WARRANTY

25

YEARS PERFORMANCE WARRANTY

PHOTON Laboratory talks about our modules:

*"Eurener is one of the oldest module manufacturers in Europe: the Spanish company was founded in 1997. It is distinguished by having values that are over the average: the temperature coefficient is quite better than other modules that are in the test field. The curve behavior at different irradiance conditions shows a marked efficiency increase in radiations from medium to high, and a slight drop in efficiency at low irradiance conditions. These factors show that this module could reach higher performance than the average in long-term measurements."*



## MEPV ULTRA HALF-CUT 144

Standard / 400 / 405 / 410 / 415 / 420 W



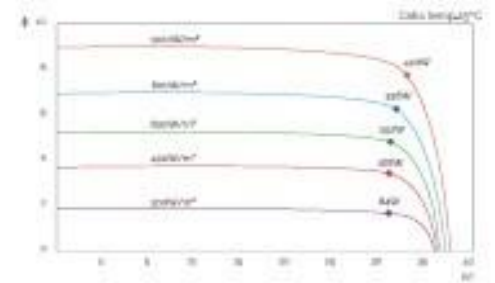
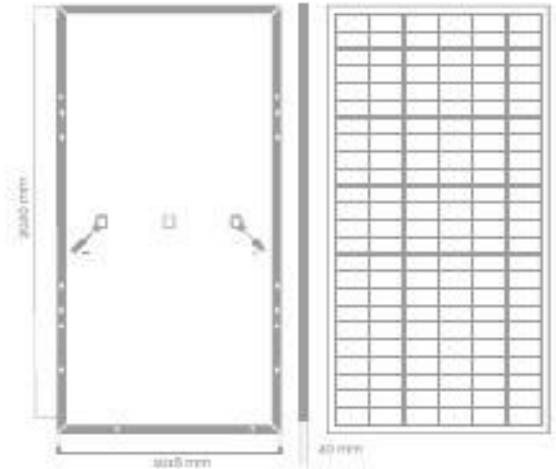
EUROPEAN QUALITY

**eurener**  
energía solar



## Technical features

| Frame                                                   |
|---------------------------------------------------------|
| Silver anodized aluminium 0,015 mm                      |
| Robust and resistant to corrosion                       |
| Built-in plug                                           |
| Connection box                                          |
| Sealed, robust and wide for heat dissipation            |
| IP67/IP68 according to IEC 60529                        |
| Diodes by-pass built-in (3/6)                           |
| for protection of the partial shading                   |
| Connector MC4 or compatible                             |
| Cables 300mm(±0,1m) length and 4mm <sup>2</sup> section |
| Fire Class I approval (UNI 9577)                        |
| Frontal                                                 |
| 3,2 mm thick tempered glass with high strength and ARC  |
| Textured, extra-clear with low iron content             |
| Solar cells                                             |
| 144 cells monocrystalline silicon                       |
| Weight, dimensions and packaging                        |
| 23,50 Kg   2020 x 1016 x 40mm(±/-1%)                    |
| Packaging: 594/638 pcs-truck                            |



## Electric data

| Standard                                | MEPV 400 - HC  | MEPV 405 - HC | MEPV 410 - HC | MEPV 415 - HC | MEPV 420 - HC |
|-----------------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Nominal power: P <sub>mp</sub>          | 400 W          | 405 W         | 410 W         | 415 W         | 420 W         |
| Tolerance: P <sub>mp</sub>              | 0 / +3 W       | 0 / +3 W      | 0 / +3 W      | 0 / +3 W      | ±1 W          |
| Area of the module                      | 2,05           |               |               |               |               |
| Module efficiency                       | 19,50%         | 19,70%        | 20,00%        | 20,20%        | 20,50%        |
| I <sub>sc</sub>                         | 10,62 A        | 10,66 A       | 10,72 A       | 10,78 A       | 10,84 A       |
| V <sub>oc</sub>                         | 47,8 V         | 48,00 V       | 48,20 V       | 48,4 V        | 48,5 V        |
| I <sub>mp</sub>                         | 10,20 A        | 10,28 A       | 10,35 A       | 10,43 A       | 10,50 A       |
| V <sub>mp</sub>                         | 39,2 V         | 39,4 V        | 39,6 V        | 39,8 V        | 40,0 V        |
| Maximum voltage                         | 1500 V         |               |               |               |               |
| ± I <sub>sc</sub>                       | 0,08% / °C     |               |               |               |               |
| ± V <sub>oc</sub>                       | -0,28% / °C    |               |               |               |               |
| ± P <sub>max</sub>                      | -0,36% / °C    |               |               |               |               |
| Temperature range                       | -40°C to +85°C |               |               |               |               |
| NOCT: Normal Operating Cell Temperature | 47°C ± 2°C     |               |               |               |               |

## **4.8. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA**



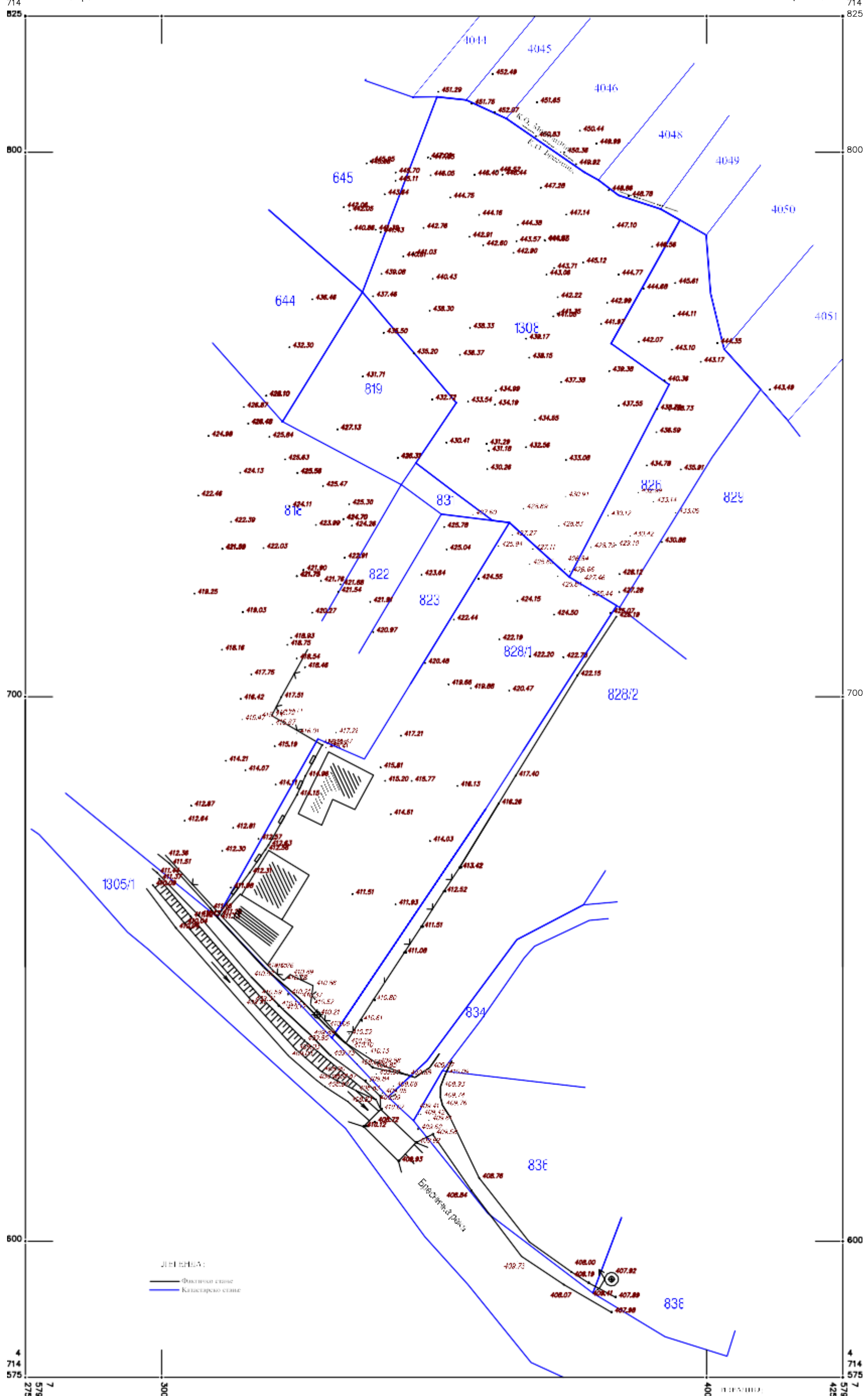
## КАТАСТАРСКО ТОПОГРАФСКИ ПЛАН

на к.п. бр. 1308 КО Бресница

P = 1 : 1000

Р. Србија  
Општина Врање

К.О. Бресница



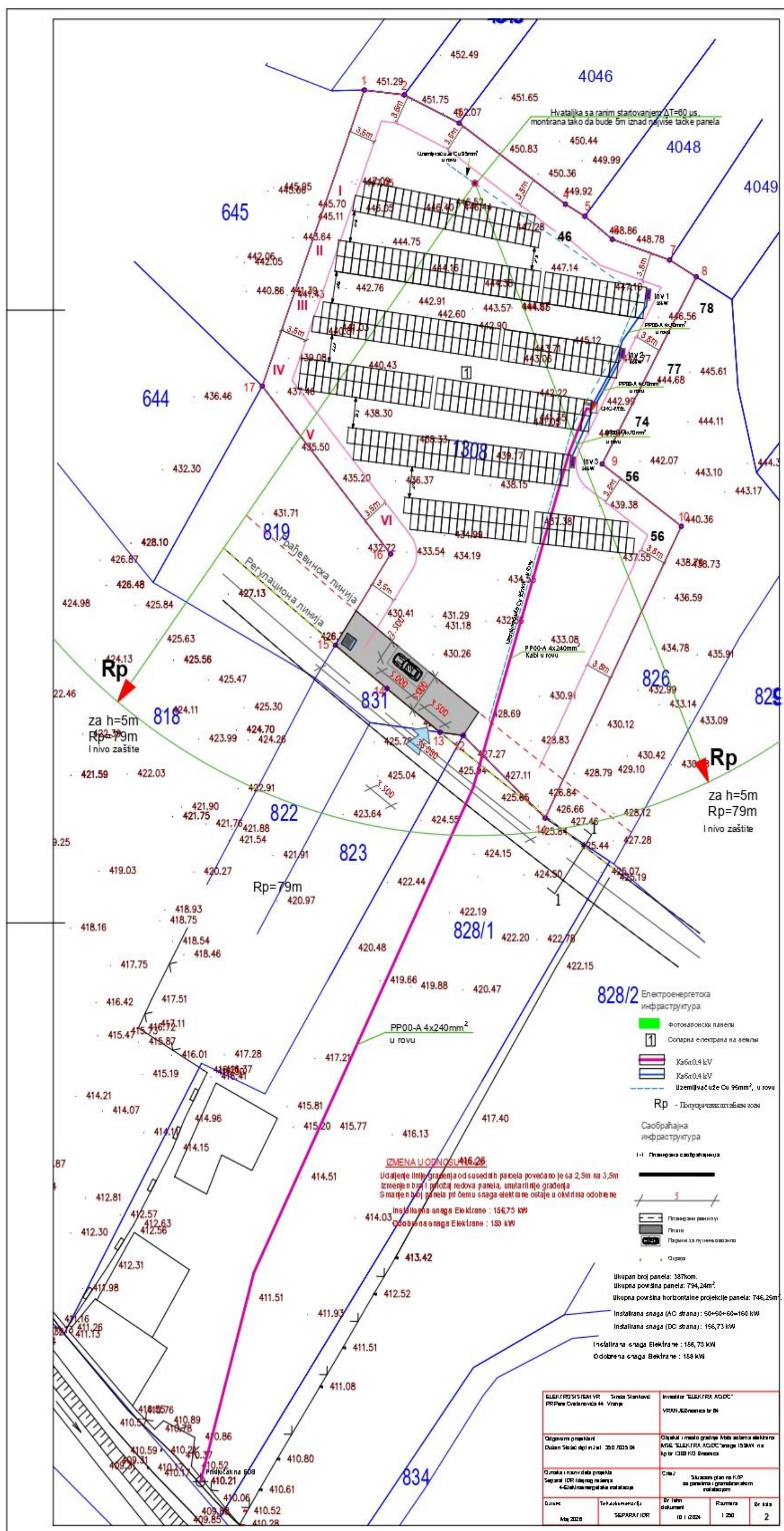
РЕПУБЛИЧКИ ГЕОДЕТСКИ ЗАВОД  
Служба за катастар непокретности Врање  
број: 952-076-17080/2025 од 06.03.2025. год.

ГЕОМАПС  
Геодезијски биро "ГЕОМАПС"  
Партизанска бр.18/Опш. 17500 Врање

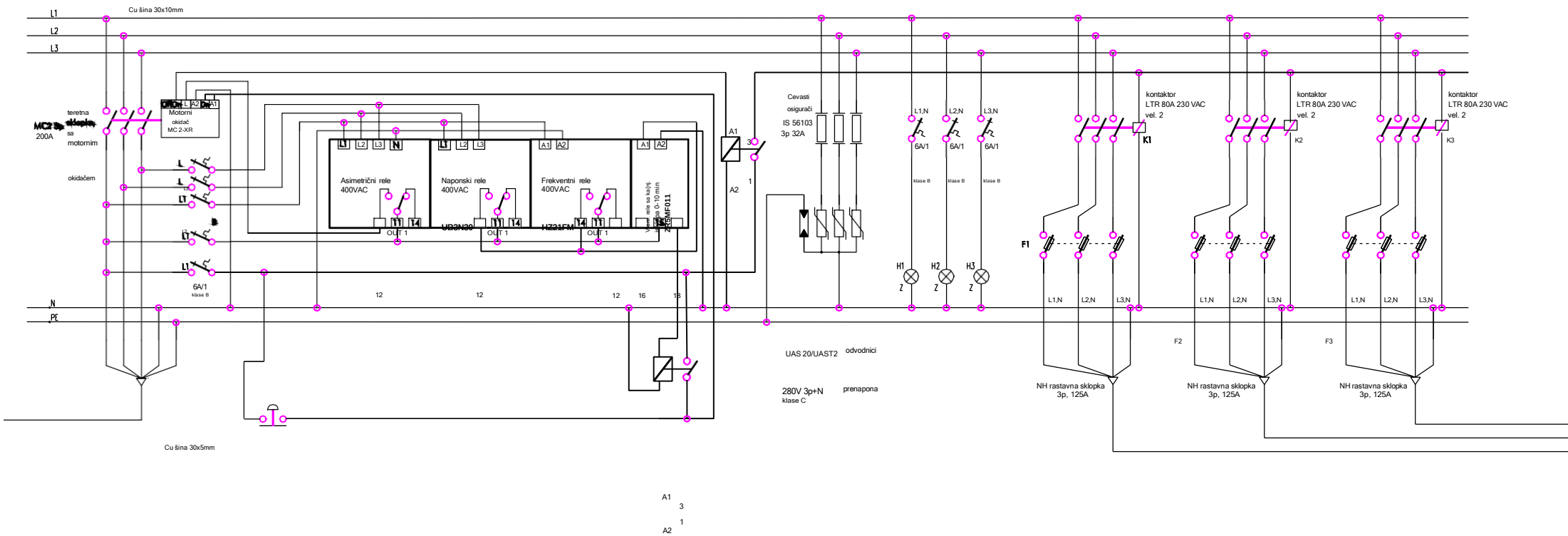
ОБЕРАВА











Kabl PP00-A 4x150mm<sup>2</sup>, 1kV  
GRO MSE 1 do razvodnog ormara

sve-stop  
taster

A1 3  
A2 1

Cevasti osigurači  
IS 56103  
3p 32A

UAS 20/UAST2 odvodnici

280V 3p+N  
klase C prenapona

L1.N L2.N L3.N  
6A/1 6A/1 6A/1  
Klase B

H1 Z H2 Z H3 Z

kontaktor  
LTR 80A 230 VAC  
vel. 2

K1

F1

NH rastavna sklopka  
3p, 125A

kontaktor  
LTR 80A 230 VAC  
vel. 2

K2

F2

NH rastavna sklopka  
3p, 125A

kontaktor  
LTR 80A 230 VAC  
vel. 2

K3

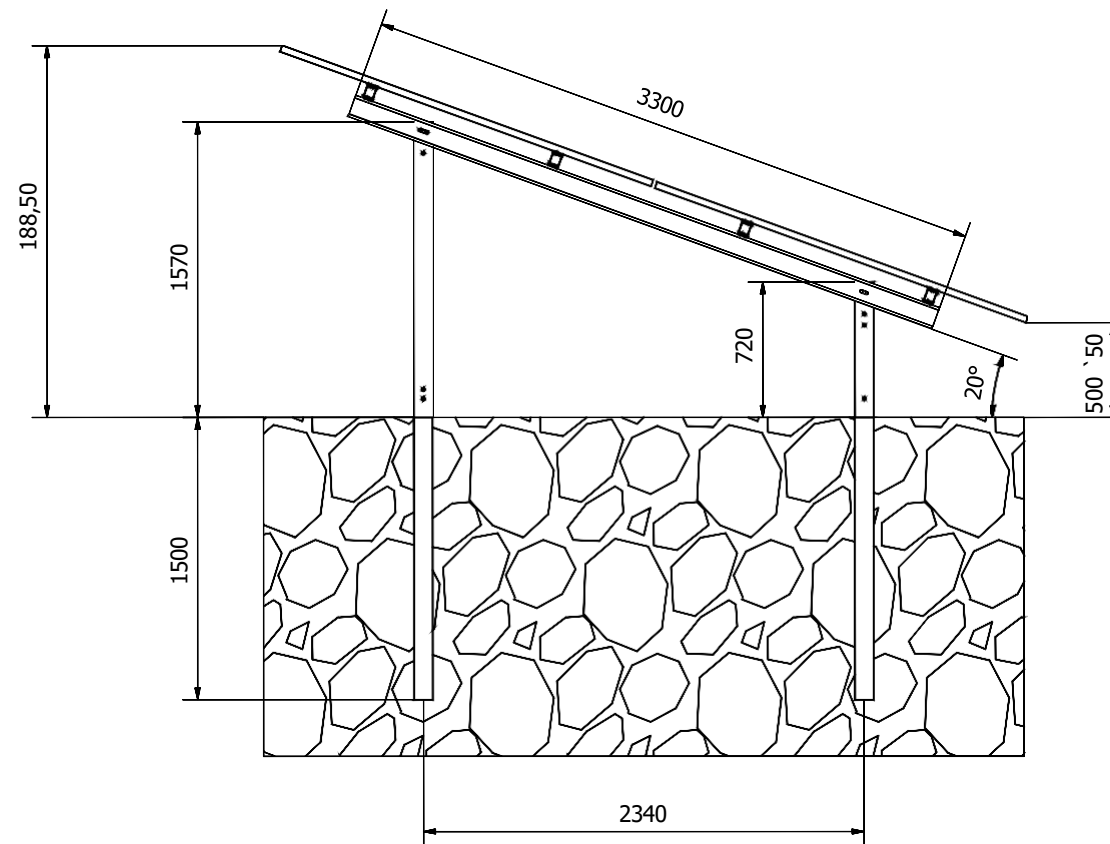
F3

NH rastavna sklopka  
3p, 125A

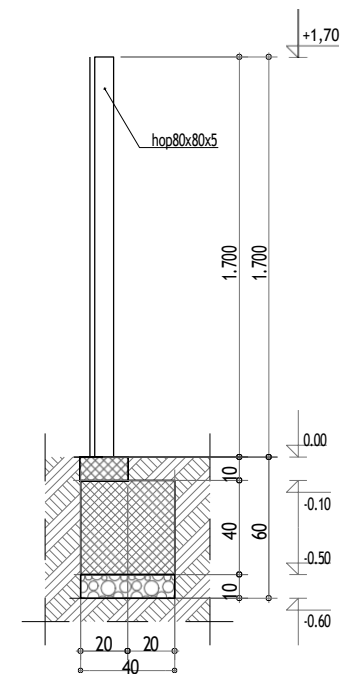
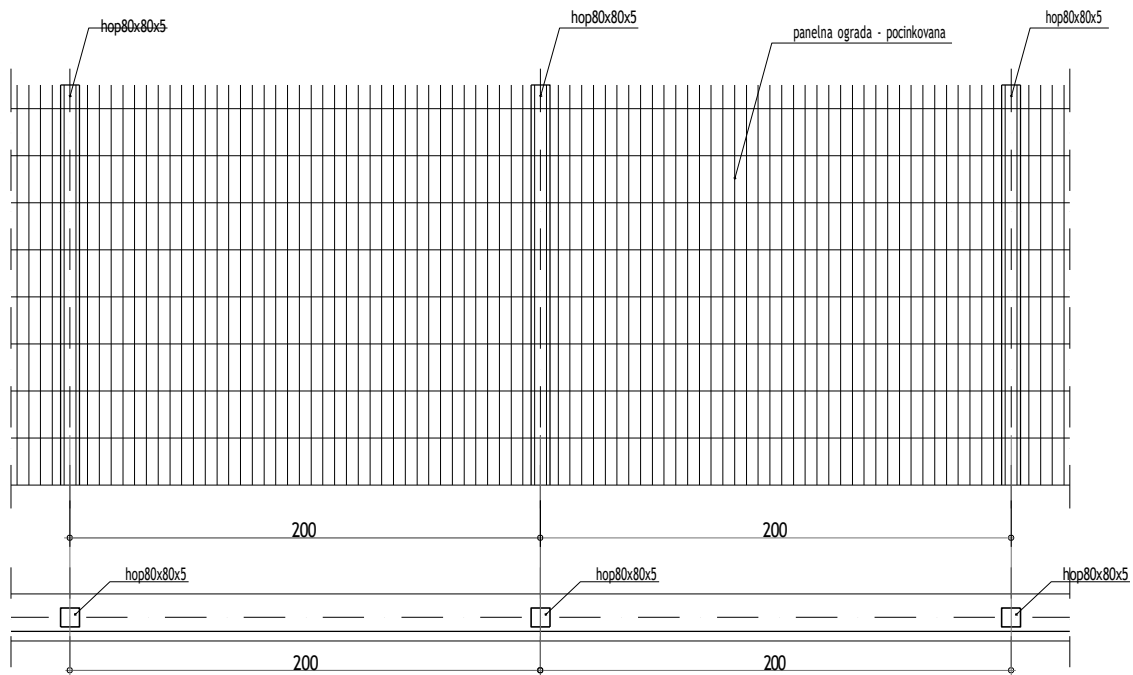
Iz invertora 1- kabl PP00-A 4x35mm  
Iz invertora 2- kabl PP00-Y 4x35mm  
Iz invertora 3- kabl PP00-Y 4x35mm

## Tropolna šema veze GRO MSE 1

|                                                                   |                        |                                                                                                                                         |                   |                 |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|
| IZRAĐIO<br>Siniša Stanković, PR<br>Pera Cvetanovića 44,<br>Vranje |                        | Investitor<br>"ELEKTRA AC/DC" VRANJE<br>Bresnica br.64                                                                                  |                   |                 |
| Odgovorni projektant:                                             |                        | Objekat i mesto gradnje:<br>Mala solarna elektrana MSE<br>"ELEKTRA AC/DC" snage 159kW, na<br>kpl.br. 821, 824, 825 i 827 KO<br>Bresnica |                   |                 |
| Oznaka i naziv dela projekta:                                     |                        | Jednopolna šema RD-DC1, RD-DC2<br>i RD-DC3                                                                                              |                   |                 |
| Datum:                                                            | Tehndokumenta<br>cija: | Br. tehn.<br>dokumenta<br>cije:                                                                                                         | Razmera:<br>1/100 | Br. lista:<br>2 |



|                                                                                                      |                                    |                                                                                                                     |                   |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
| <b>ELEKTROSISTEM VR</b><br>Siniša Stanković PR<br>Pere Cvjetanovića 44,<br>Vranje                    |                                    | Investitor:<br>"ELEKTRA AC/DC" VRANJE<br>Bresnica br.64                                                             |                   |                |
| Odgovorni projektant:<br>Dušan Stokić dipl.inž.el. 350 7035 04                                       |                                    | Objekat i mesto gradnje:<br>Mala solarna elektrana<br>MSE "ELEKTRA AC/DC" snage 150kW,<br>na kp.br.1308 KO Bresnica |                   |                |
| Oznaka i Oznaka i naziv dela projekta:<br>Separat idejnog rešenja<br>4-Elektroenergetske instalacije |                                    | Crtaj:<br>Detalji konstrukcije za panele MSE                                                                        |                   |                |
| Datum: maj 2026.                                                                                     | Teh. dokumentacija:<br>Separat IDR | Br. tehn.<br>dokument                                                                                               | Razmera:<br>1:100 | Br.lista:<br>4 |



DETALJ OGRADE

|                                                                                                               |                     |                                                                                                                     |                |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>ELEKTROSISTEM VR</b><br>Siniša Stanković PR<br>Pere Cvetanovića 44,<br>Vranje                              |                     | Investitor:<br>"ELEKTRA AC/DC" VRANJE<br>Bresnica br.64                                                             |                |             |
| Odgovorni projektant:<br>Dušan Stolić dipl.inž.el. 350 7035 04                                                |                     | Objekat i mesto gradnje:<br>Mala solarna elektrana<br>MSE "ELEKTRA AC/DC" snage 159kW,<br>na kp.br.1308 KO Bresnica |                |             |
| Oznaka i Oznaka i naziv dela projekta:<br>Separat izmene i delnog rešenja 4-<br>Elektroenergetske instalacije |                     | Crtež:<br>Detalji ograde MSE                                                                                        |                |             |
| Datum: maj 2026.                                                                                              | Teh. dokumentacija: | Br. tehn. dokument                                                                                                  | Razmera: 1:100 | Br.lista: 5 |