



ENERGIJA



r

OBČINA BREŽICE

CESTA PRVIH BORCEV 18

8250 BREŽICE



NAČRT ZA  
OKREVANJE  
IN ODPORNOST



Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU

## Fotonapetostna elektrarna MFE Stadion Brežice

Št. projekta

058/2023

Št. načrta

058/2023-2

Dokumentacija:

**Projekt za izvedbo- PZI**

**Naročnik:**

Občina Brežice

Cesta prvih borcev 18, 8250 Brežice

**Investitor:**

Občina Brežice

Cesta prvih borcev 18, 8250 Brežice

**Projektant:**

JB energija d.o.o.

Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem

**Datum:**

Marec 2024

### 3.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

#### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| naziv gradnje                                                                          | MFE Stadion Brežice                                                                                                                                                                                                                                                     |
| kratek opis gradnje                                                                    | Predmet projekta je postavitve male sončne elektrarne (MFE) na strehi obstoječega objekta Stadion Brežice na parcelni št. 651/7 (k. o. 1283 - ČRNC), na naslovu Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice. MFE bo priključena na NN distribucijsko omrežje po shemi PS.3A. |
| <i>Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| vrste gradnje                                                                          | novogradnja - novozgrajen objekt                                                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Označiti vse ustrezne vrste gradnje</i>                                             | novogradnja - prizidava                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                        | rekonstrukcija                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                        | sprememba namembnosti                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                        | odstranitev                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                        | X investicijska vzdrževalna dela                                                                                                                                                                                                                                        |

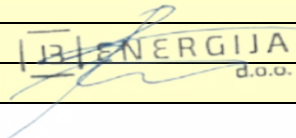
#### PODATKI O PROJEKTNIM DOKUMENTACIJA

|                                             |                                                  |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| vrsta dokumentacije<br>(DPP, DGD, PZI, PID) | PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje) |
| številka projekta                           | 058/2023                                         |

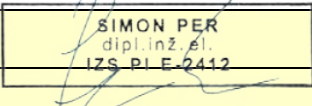
#### PODATKI O NAČRTU

|                           |                                                                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| strokovno področje načrta | 3 - Načrt iz področja elektrotehnike                                                           |
| naziv načrta              | 3/0 - Načrt iz področja elektrotehnike - postavitve male sončne elektrarne MFE Stadion Brežice |
| številka načrta           | 058/2023-2                                                                                     |
| datum izdelave            | marec 2024                                                                                     |
| datum spremembe           |                                                                                                |

#### PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA

|                                              |                                                                                       |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| projektant načrta (naziv družbe)             | JB energija d.o.o.                                                                    |
| naslov                                       | Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem                                                    |
| odgovorna oseba projektanta načrta           | Jernej Božič, direktor                                                                |
| podpis odgovorne osebe<br>projektanta načrta |  |

#### PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

|                                           |                           |                                                                                       |
|-------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ime in priimek pooblaščenega<br>inženirja | Simon Per, dipl. inž. el. |  |
| identifikacijska številka                 | IZS PI E-2412             |                                                                                       |

### 3.2 IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STOKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI

| PROJEKTANT NAČRTA                  |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| projektant načrta (naziv družbe)   | JB energija d.o.o.                 |
| naslov                             | Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem |
| odgovorna oseba projektanta načrta | Jernej Božič, direktor             |

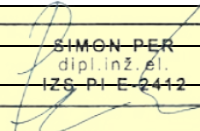
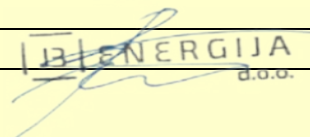
| IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT |                          |
|-------------------------------------------------|--------------------------|
| pooblaščen strokovnjak                          | Simon Per, dip. inž. el. |

#### IZJAVLJA:

da načrt

|                           |                                                                                                |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| vrsta dokumentacije       | PZI (projekt za izvedbo del)                                                                   |
| strokovno področje načrta | 3 – Načrt iz področja elektrotehnike                                                           |
| naziv načrta              | 3/0 – Načrt iz področja elektrotehnike – postavitve male sončne elektrarne MFE Stadion Brežice |
| številka načrta           | 058/2023-2                                                                                     |
| datum izdelave            | marec 2024                                                                                     |

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upošteevane ustrezne bistvene in druge zahteve.

|                                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| pooblaščen strokovnjak                    | Simon Per, dip. inž. el. | <br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">             SIMON PER<br/>             dipl.inž. el.<br/>             IZS PI E-2412           </div> |
| identifikacijska številka                 | IZS PI E-2412            |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| podpis pooblaščenega strokovnjaka         |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| odgovorna oseba projektanta načrta        | Jernej Božič, direktor   | <br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">             JB ENERGIJA<br/>             d.o.o.           </div>                                     |
| podpis odgovorne osebe projektanta načrta |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                           |

### 3.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA

|         |                                                                                   |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1     | NASLOVNA STRAN NAČRTA.....                                                        | 2  |
| 3.2     | IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STOKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI | 3  |
| 3.3     | KAZALO VSEBINE NAČRTA.....                                                        | 4  |
| 3.4     | TEHNIČNO POROČILO .....                                                           | 6  |
| 3.4.1   | Splošni del o obsegu projekta .....                                               | 6  |
| 3.4.2   | Navedba upoštevanih standardov, pravilnikov, predpisov in smernic .....           | 6  |
| 3.4.3   | Splošni pogoji za izvedbo del.....                                                | 8  |
| 3.4.4   | Osnovni tehnični podatki MFE.....                                                 | 9  |
| 3.4.4.1 | Podatki o objektu.....                                                            | 9  |
| 3.4.5   | Splošni podatki MFE .....                                                         | 10 |
| 3.4.6   | Zaščita pred delovanjem strele.....                                               | 16 |
| 3.4.7   | Tehnični izračuni .....                                                           | 17 |
| 3.4.8   | Dimenzioniranje kablov.....                                                       | 17 |
| 3.4.9   | Zaščita pred električnim udarom .....                                             | 22 |
| 3.4.9.1 | Zaščita pred neposrednim dotikom .....                                            | 22 |
| 3.4.9.2 | Zaščita pred posrednim dotikom .....                                              | 23 |
| 3.4.9.3 | Pogoj zaščite.....                                                                | 23 |
| 3.5     | PROJEKTANSKI POPIS S PREDIZMERAMI.....                                            | 25 |
| 3.5.1   | Upravičeni stroški .....                                                          | 25 |
| 3.5.2   | Neupravičeni Stroški.....                                                         | 28 |
| 3.5.3   | Ocena investicije:.....                                                           | 28 |
| 3.6     | GRAFIČNI IN TEHNIČNI PRIKAZI .....                                                | 30 |
| 3.7     | PRILOGE .....                                                                     | 31 |
| 3.7.1   | Tabela dimenzioniranja kablov s skladu s SIST HD 60364-5-52:2011 .....            | 31 |
| 3.7.2   | Soglasje za priključitev.....                                                     | 32 |
| 3.7.3   | PV Sol izračun proizvodnje energije.....                                          | 33 |
| 3.7.4   | K2 Base izračun podkonstrukcije .....                                             | 34 |



## ENERGIJA

### KAZALO SLIK

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Razoreditev FV modulov .....                                    | 10 |
| Slika 2: PS.3A tipska shema po SONDSEE, (Ur, l. RS. št. 7/21) .....      | 14 |
| Slika 3: Nalepka za stikalni blok SB-DC .....                            | 15 |
| Slika 4: Opozorilna nalepka na vsakem PCE, velikost min. 180mmx76mm..... | 15 |

### KAZALO TABEL

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Pozicija in razmestitev PV modulov ter značilnosti postavitve.....                      | 10 |
| Tabela 2: Splošni podatki MFE .....                                                               | 10 |
| Tabela 3: Tehnične lastnosti fotonapetostnega modula Trina Solar TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+ ..... | 11 |
| Tabela 4: Tehnične lastnosti razsmernikov SolarEdge SE16K.....                                    | 12 |
| Tabela 5: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika .....                                                | 22 |

### 3.4 TEHNIČNO POROČILO

#### 3.4.1 Splošni del o obsegu projekta

Investitor Občina Brežice, Cesta prvih borcev 18, 8250 Brežice namerava v javno-zasebnem partnerstvu zgraditi fotonapetostno elektrarno za proizvodnjo električne energije na obstoječem objektu Stadion Brežice na parcelni št. 651/7 (k. o. 1283-ČRNC), na naslovu Cesta bratov Milavcev 18, Brežice. Elektrarna bo priključena po PS.3A shemi za individualno samooskrbo. Na podlagi rešitev, ki izhajajo iz dogovorov in idejnih zasnov se izdela projekt za izvedbo (PZI) iz področja elektrotehnike.

Načrt s področja elektrotehnike obsega naslednje sklope:

- nizkonapetostne inštalacije na DC nizih FE modulov,
- nizkonapetostne inštalacije na AC povezavah in stikalnih sestavih,
- strelovodna inštalacija,
- izenačitev potencialov

Dokumentacija je izdelana v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in normativi.

Predvidena moč fotonapetostne elektrarne bo 12,32 kWp na DC strani in limitirana na 12,75 kW na AC strani. Elektrarno sestavlja generator s fotonapetostnimi moduli, razsmerniki, stikalni blok SB-DC/AC, ter merilna omara PNO.

MFE Stadion Brežice se bo priključila na NN distribucijsko omrežje elektrodistributerja Elektro Celje d. d. preko obstoječega priključno merilnega P2 št. 2005845, v katerem so izvedene direktne meritve. Vključitev nove MFE bo izvedena skladno s tipsko shemo PS.3A preko obstoječega napajalnega kabla NA2XY 4x70mm<sup>2</sup> prikllopljen v transformatorski postaji TP Brežice Prosvetni dom: 396, NN izvod I10: Stadion. Statično presojo nosilnosti strešne konstrukcije je izdelal pooblaščen statik. Po postavitvi fotonapetostne elektrarne na strehi je potrebno izvesti prilagoditev ali rekonstrukcijo lovilnega sistema strelovodne zaščite (LPS) za zaščitni nivo, v katerega sodi objekt. Prilagoditev se naredi skladno z rezultati projektne preverbe (izračun zaščitnih con), na podlagi katere projektant določi obseg dograditve obstoječih lovilnih sistemov z lovilnimi palicami.

Pri izdelavi projekta PZI se upoštevajo zahteve iz predhodno izdanih dokumentov, in sicer:

- Soglasje za priključitev št: 1443029 (priloga k PZI)

#### 3.4.2 Navedba upoštevanih standardov, pravilnikov, predpisov in smernic

Pri projektiranju so bili upoštevani naslednji zakoni, veljavni predpisi, normativi, standardi, smernice ter splošno priznani varstveni ukrepi:

- Gradbeni zakon (GZ-1) (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 - ZZNŠPP),
- Energetski zakon (EZ-1) (Uradni list RS, št. 60/19 - uradno prečiščeno besedilo, 65/20, 158/20 - ZURE, 121/21 - ZSROVE, 172/21 - ZOEE, 204/21 - ZOP in 44/22 - ZOTDS),
- Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 82/13),

- Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 17/11 in 29/23),
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22),
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah ((Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 - GZ-1),
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 - GZ-1),
- Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 41/16),
- Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 39/16),
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16 in 9/20),
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13, 61/17 - GZ in 199/21 - GZ-1),
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 70/22 in 161/22),
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 17/19, 197/20 in 121/21 - ZSROVE) ,
- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16, 46/18 in 121/21 - ZSROVE),
- Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 121/21, 189/21 in 121/22 - ZUOKPOE),
- SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- SIST EN 61140:2016 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- SIST HD 60364-4-41:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije, 4-41. del: Zaščitni ukrepi, zaščita pred električnim udarom,
- SIST HD 60364-4-42:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- SIST HD 60364-4-43:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- SIST IEC 60364-4-44:2009 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi - Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- SIST HD 60364-4-443:2016 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- SIST HD 60364-5-54:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Ozemljitve in zaščitnih vodnikov,
- SIST HD 60364-5-51:2009 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: izbira in namestitvev električne opreme, Splošna pravila,
- SIST HD 60364-5-52:2011/A11:2018 Nizko napetostne električne instalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme, inštalacijski sistemi,
- SIST EN IEC 61439-2:2021 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 2. del: Sestavi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav,

- SIST EN 61439-3:2012 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnaajo nestrokovnjaki (DBO),
- SIST EN 62305-1:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 1. del: Splošna načela,
- SIST EN 62305-2:2012 Zaščita pred delovanjem strele, 2. del: Vodenje tveganja,
- SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele, 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja,
- SIST EN 62305-4:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah.
- SIST EN 50341-1:2013 Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV 1. del: Splošne zahteve – Skupna določila,
- SIST EN 61643-11:2012 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme
- SIST EN IEC 60099-5:2018 Prenapetostni odvodniki - 5. del: Izbira in priporočila za uporabo,
- Tehnična smernica TSG-N-001:2019 - Požarna varnost v stavbah,
- Tehnična smernica TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne električne inštalacije,
- Tehnična smernica TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele,
- Tehnična smernica TSG-1-004:2022 - Učinkovita raba energije,
- IZS, PREGLED ZAKONODAJE, STANDARDOV IN IZRAZOSLOVJA S PODROČJA FOTONAPETOSTNIH SISTEMOV, 2. izdaja, december 2022
- Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (Uradni list RS, št. 7/21 in 41/22)
- NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV IN HRANILNIKOV PRIKLJUČENIH V DISTRIBUCIJSKO ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE (SONDSEE Priloga 5)
- Smernica SZPV 512 Požarna varnost sončnih elektrarn

### 3.4.3 Splošni pogoji za izvedbo del

Izvajalec elektroinštalacijskih del je dolžan vgraditi elektroinštalacijski material po veljavnih tehniških predpisih in standardih. Če se uporabi material, ki ni izdelan po standardih, je potrebno investitorju, nadzornemu organu in inšpekcijskim službam predložiti ustrezne certifikate za vgrajen material. Električne inštalacije morajo biti izvedene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih topil ali električnih vplivov ne bo ogrožena varnost ljudi, predmetov ali obratovanja. Izvajalec elektroinštalacij je dolžan projekt detajlno preučiti in morebitne pripombe nemudoma posredovati projektantu, izvajalcu, investitorju in nadzornemu organu.

Za vse alternative in spremembe projektno predvidenih rešitev ali tipa opreme, ki je predvidena s popisom, mora izvajalec predhodno predložiti investitorju in projektantu v potrditev pisni predlog izdelan s strani projektanta z licenco po IZS, dokazila o enakovrednosti in vzorec za potrditev. Izvajalec je dolžan na svoje stroške odpraviti morebitne poškodbe na drugih inštalacijah, ki so nastale med izvedbo.

Pred predajo objekta je potrebno izvesti meritve o neprekinjenosti zaščitnih vodnikov, meritve izolacijske upornosti, meritve o impedanci okvarnih zank, meritve tokov in nastavitve tokovnih vrednosti zaščitnih stikal, ter meritve padca napetosti oziroma vse meritve, ki so zahtevane za tovrstnih objektov. Vse meritve morajo biti izvedene v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in

standardi ter s strani pooblaščenega izvajalca, ki ima pridobljeno nacionalno poklicno kvalifikacijo za pregledovanje električnih inštalacij v skladu z Zakonom o nacionalnih poklicnih kvalifikacijah. Pooblaščen preglednik, ki opravlja meritve izda sledeče izjave:

- Izjava v kateri izvajalec potrjuje, da so elektroinštalacije na objektu izvedene po priloženi projektni dokumentaciji in skladno z veljavnimi standardi in pravilniki;
- Izjava o kontroli zaščite pred prevelikimi toki;
- Izjava o merjenju impedance okvarnih zank električnih tokokrogov;
- Izjava o merjenju upornosti ozemljila;
- Izjava o merjenju električne upornosti galvanskih povezav glavne izenačitve potenciala in dodatne izenačitve potenciala;
- Izjava o funkcionalnem preizkusu električnih naprav;
- Izjava o preverjanju s pregledom;
- Izjava o kontroli neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačevanje potenciala.

O pregledih, meritvah, kontrolah in servisnih posegih je potrebno voditi pisno dokumentacijo, skladno s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. List RS št. 140/21) in tehnično smernico (TSG-N-002, 2021).

Investitor pripravi varnostni načrt pred pričetkom izvedbe ter z izvajalcem sprejme dogovor o skupnih varstvenih ukrepih. Pri montaži in obratovanju tehnološke opreme je potrebno dosledno upoštevati navodila proizvajalce opreme. Po izdanem uporabnem dovoljenju mora lastnik stavbe zagotavljati pravočasno in pravilno izvedbo vseh dejanj, potrebnih za varno uporabo in s tem povezano vzdrževanje vgrajenih električnih inštalacij, kakor je določena v Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah. Lastnik stavbe mora v program vzdrževanja stavbe v skladu s predpisi, ki urejajo vzdrževanje stavb, vnesti tudi pravila za uporabo in vzdrževanje električnih inštalacij, na podlagi katerih je omogočeno le-te v skladu z zahtevami pravilnika.

Redni pregled električnih inštalacij v stavbah, ki obsega pregled, preizkuse in meritve električnih inštalacij, je potrebno izvesti v roku, ki ni daljši od 8 let. Izredni pregled se opravi po poškodbah, popravilih oziroma posegih, vključno z obnovitvijo električnih inštalacij, ki lahko vplivajo na njihovo varnost.

### **3.4.4 Osnovni tehnični podatki MFE**

#### **3.4.4.1 Podatki o objektu**

Objekt na katerem bo nameščena fotonapetostna elektrarna se nahaja na parcelni št. 651/7, (k.o. 1283-ČRNC), na naslovu Cesta bratov Milavcev 18, Brežice Na obravnavanem objektu je predvidena namestitev sončne elektrarne moči 12,32 kWp. Fotonapetostni moduli bodo nameščeni na aluminijasti podkonstrukciji, katera bo pritrjena na strehi z naklonom, orientacije J (Tabela 1).

Tabela 1: Pozicija in razmestitev PV modulov ter značilnosti postavitve

| Streha | Niz in število modulov           | Orientacija | Postavitev                                              |
|--------|----------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|
| A      | G1.1.1-1 – G1.1.1-14, 14 modulov | J           | Neposredno na streho, streha z naklonom, opečna kritina |

Predvidena je postavitve fotonapetostne elektrarne na način, da se ne bo ogrožalo funkcionalnosti objekta in se bo prilagodila njeni zasnovi. Po izvedeni namestitvi fotonapetostne elektrarne na strehi je potrebno prilagoditi oziroma rekonstruirati lovilni sistem strelovodne zaščite za IV. zaščitni nivo, v katerega se uvršča objekt.

### 3.4.5 Splošni podatki MFE



Slika 1: Razoreditev FV modulov

Tabela 2: Splošni podatki MFE

|                                         |                                                                      |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Naziv MFE</b>                        | MFE Stadion Brežice                                                  |
| <b>Inštalirana moč elektrarne DC/AC</b> | 12,32 kWp/ 12,75 kVA                                                 |
| <b>Lokacija elektrarne</b>              | Na strehi obstoječega objekta                                        |
| <b>Tip fotonapetostnega modula</b>      | Monokristalni modul moči Trina Solar 440 W, dual glass, TSM-NEGR9.28 |
| <b>Število modulov</b>                  | 14                                                                   |
| <b>Tip in število razsmernikov</b>      | SolarEdge SE16K, 400V: 1 kos                                         |

Moduli so namenjeni za namestitev na prostem. Navadno so moduli obdani z okvirjem, ki omogoča enostavno montažo na nosilno konstrukcijo in hkrati mehansko ščiti steklene robove. Okvir je običajno izdelan iz aluminija, redkeje tudi iz nerjavečega jekla in plastike. Predvidena življenjska doba fotonapetostnih sistemov je najmanj 30 let. Fotonapetostni generator kot glavna komponenta mora vzdržati tako dolgo tudi pod ekstremnimi vremenskimi pogoji, kot so npr. ekstremne temperature, nevihte in toča. Vso življenjsko dobo mora biti zagotovljena popolna električna varnost, prav tako mora fotonapetostni generator do konca nominalne življenjske dobe obdržati svojo nominalno moč.

Tabela 3: Tehnične lastnosti fotonapetostnega modula Trina Solar TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+

|                                                       |                         |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Maksimalna moč (Pmax/W)</b>                        | 440 Wp                  |
| <b>Temperaturni koeficient (Isc)</b>                  | +0,04 %/° C             |
| <b>Temperaturni koeficient (Uoc)</b>                  | -0,24 %/° C             |
| <b>Napetost pri maksimalni moči (Ump<sub>p</sub>)</b> | 41,0 V                  |
| <b>Tok pri maksimalni moči (Im<sub>pp</sub>)</b>      | 10,67 A                 |
| <b>Napetost odprtih sponk (Uoc)</b>                   | 52,2 V                  |
| <b>Kratkostični tok (Isc)</b>                         | 10,67 A                 |
| <b>Maksimalna sistemska napetost</b>                  | DC 1500 V (razred A)    |
| <b>Dimenzija (dolžina x širina x debelina)</b>        | 1762x1134x30 mm         |
| <b>Delovna temperatura</b>                            | -40° C / +85° C         |
| <b>Teža</b>                                           | 21,0 kg                 |
| <b>Požarna odpornost (ANSI/UL61730)</b>               | IEC Class C / UL type 2 |
| <b>Razred zaščite</b>                                 | Class II                |
| <b>Statična obremenitev spredaj/zadaj</b>             | 5400/4000 Pa            |

Omrežni razsmernik pretvarja enosmerno napetost iz PV generatorja v izmenično napetost sinusne oblike, ki je sinhronizirana z napetostjo javnega električnega omrežja. Razsmernik deluje popolnoma samodejno. Zaščitne funkcije so vgrajene v razsmerniku. Ob zadostnem sončnim obsevanjem za vzporedno delovanje z omrežjem, se sproži sinhronizacija z omrežjem (običajno je za pričetek delovanja dovolj že 10-15W moči fotonapetostnega generatorja). Izhodna napetost razsmernika je 400 V, 50 Hz in je primerna za priključitev v nizkonapetostno električno omrežje za oddajanje električne energije.

Razsmernik se avtomatično odklopi od javnega električnega omrežja, ko se pojavi:

- **Previsoka ali prenizka napetost omrežja stopnja 2**

Napetost javnega električnega omrežja mora biti v mejah med 161 V in 264,5 V. V primeru, da napetost pade iz dovoljenega območja, se razsmernik izključi v 0,2 s.

- **Previsoka ali prenizka napetost omrežja stopnja 1**

Napetost javnega električnega omrežja mora biti v mejah med 195,5 V in 255,3 V. V primeru, da napetost pade iz dovoljenega območja, se razsmernik izključi v 2 s.

- **Previsoka ali prenizka omrežna frekvenca**

Nazivna frekvenca omrežja 50 Hz se lahko giba v območju med 47 Hz in 52 Hz. Če frekvenca pade iz tolerančnega območja, se razsmernik avtomatično izključi iz omrežja v 0,2 s.

- **Impedanca omrežja**

Razsmernik ne začne oddajati v električno omrežje, če je impedanca omrežja  $Z_{AC}$  večja od dovoljene. Pri hitrih spremembah impedance za več kot  $1 \Omega$ , se razsmernik ugasne v 5s. Vrednosti impedance so nastavljive.

- **Diferenčni tok**

Razsmernik se avtomatično odklopi v 0,3 s primeru, ko AC ali DC komponenta diferenčnega toka preseže 30 mA.

- **Injiciranje enosmerne komponente toka v omrežje**

Razsmernik se odklopi v času 0,2 s, če v omrežje teče enosmerni tok večji od  $0,5\% I_n(A)$ .

Razsmernik je sposoben proizvajati jalovo energijo po karakteristiki, ki je zahtevana v sistemskih obratovalnih navodilih (J-N3, Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko električno energetska omrežje iz Priloge 5).

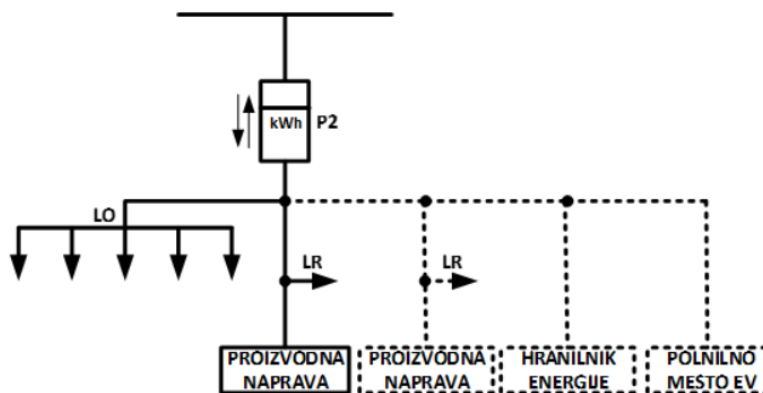
Tabela 4: Tehnične lastnosti razsmernikov SolarEdge SE16K

| Tip razsmernika                            | SE16K      |
|--------------------------------------------|------------|
| <b>Izkoristek:</b>                         |            |
| Max. izkoristek ( $\eta$ max)              | 98%        |
| Evropsko merjeni izkoristek ( $\eta$ euro) | 97,7%      |
| <b>Vhodna stran razsmernika (DC):</b>      |            |
| Nominalna napetost ( $U_{pv}$ , nom)       | 750 V      |
| Max. DC napetost ( $U_{dc}$ , max)         | 900 V      |
| Max. vhodni tok ( $I_{vp}$ , max)          | 23 A       |
| Število MC4 DC vhodov                      | 2 MC4 pari |
| <b>Izhodna stran razsmernika (AC):</b>     |            |
| AC moč, nominalna ( $P_{ac}$ , nom)        | 16 kVA     |
| Max. izhodni tok ( $I_{ac}$ , max)         | 96,5 A     |
| Nominalna AC napetost ( $U_{ac}$ , nom)    | 3 x 400Vac |

|                                                              |                                         |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Nominalna AC frekvenca (fac, nom)                            | 50 Hz                                   |
| Faktor jalove moči                                           | Nastavljiv 0,8 – 0,8 (indukt. , kapac.) |
| <b>Komunikacija:</b>                                         |                                         |
| RS485                                                        | Da                                      |
| Wi-Fi, Ethernet                                              | opcijsko                                |
| Zaslon                                                       | Bluetooth+APP                           |
| <b>Zaščita:</b>                                              |                                         |
| DC zaščita pred reverzno priključitvijo (napačna polariteta) | Da                                      |
| AC kratkostična zaščita                                      | Da                                      |
| DC prenapetostna zaščita                                     | Da                                      |
| DC stikalo/AC stikalo                                        | Da/Ne                                   |
| Monitoring toka na PV vejah (stringih)                       | Da                                      |
| Zaščita pred uhajavimi tokovi                                | Da                                      |
| Prenapetostna zaščita                                        | DC Type II / AC Type II                 |
| Dimenzije (dolžina x širina x debelina)                      | 540 x 315 x 260 mm                      |
| Teža                                                         | 33 kg                                   |
| Stopnja zaščite                                              | IP65                                    |

Oprema ima oznako CE, kar potrjuje z izjavo o skladnosti. Tehnični podatki o fotonapetostnih modulih in razsmernikih so priloženi kot priloga.

Priključitev fotonapetostne elektrarne bo izvedena po tipski PS.3A shemi (SONDSEE Ur. l. RŠ št 7/21), splošna tipska shema za proizvodne naprave. Priklop elektrarne na NN distribucijsko omrežje je predviden s priključitvijo preko obstoječe zidne priključno – merilne PMO, ki je priklopljena preko obstoječega kabla povezanega na NN izvod v transformatorski postaji TP BREŽICE PROSVETNI DOM: 396. Nizkonapetostni izvod bo na strani točke priklopa varovan z varovalko 35 A. Izmenična stran razsmernikov bo limitirana na izhodu na 12,75 kVA AC. Priklopno mesto MFE bo opremljeno skladno s soglasjem za priključitev in pogoji za priključitev elektrodistributerja.



Slika 2: PS.3A tipska shema po SONDSEE, (Ur, l. RS. št. 7/21)

Posebnosti sheme so opisane v 87 členu, in sicer:

Tipična shema PS.3A je namenjena za priključevanje individualne Samooskrbe pri čemer moč naprave za samooskrbo ne sme biti večja od 80% priključne moči na merilnem mestu.

Po strehi objekta in po notranji steni objekta se namestijo hladno cinkane kabelske police širine max. 200mm, vključno s pokrovom, ki ščiti kable pred zunanjimi vplivi. Širina kabelskih polic se prilagaja številu kablov in se z razdaljo zmanjšuje.

Ožičenje solarnih modulov je potrebno izvesti med montažo z originalnimi vodotesnimi kabelskimi priključki (hitro spojne vtične povezave). Polariteta sta razpoznavni s črno in rdečo barvo veznih vodnikov. Ožičenje naj bo izvedeno tako, da sta + in - vodnik čim bližje skupaj, tako da ne naredimo večjih škodljivih induktivnih zank, ki bi škodljivo delovale v primeru pojava strele.

Nizi so podaljšani s solarnim vodnikom tipa H1Z2Z2-K prereza 6mm<sup>2</sup> v zaščitne rebraste Euroflex UV odporne cevi, ki se pritrdijo pod kovinsko nosilno konstrukcijo modulov in so zaključeni neposredno v razsmernike, ki se nahajajo v objektih, kot prikazuje grafični del načrta. Na kabelske police z DC kabli se nalepijo opozorilne oznake »PV-DV« na razdalji 3.5 m.

### Optimizatorji moči

Optimizator moči je element sončne elektrarne, ki uravnava delovanje fotonapetostnega modula in v vsakem trenutku maksimira njegov izkoristek. Optimizator moči je DC / DC pretvornik, ki se pri montaži poveže z vsakim PV modulom. SolarEdge optimizatorji moči S440 povečujejo energetske izplen fotonapetostnih sistemov z nenehnim sledenjem najvišji točki moči (MPPT) za vsak PV modul posebej. To nam omogoča maksimalno izkoriščanje dane površine, saj je v isti niz možno povezati PV module z različnimi orientacijami in nakloni, kakor tudi PV module različnih tipov in moči ter delno senčene PV module.

### Razdelilna omarica – stikalni sestav SB-DC/AC

Električni razdelilnik SB-AC/DC je izveden v nadometni izvedbi, dimenzij 500x500x210 mm (VxŠxG) z IP zaščito IP65 in vgrajeno prenapetostno zaščito PV generatorja. V razdelilni del DC SB-AC/DC

omare bo speljane vse veje fotonapetostnih polj, ki so potem priključene na razsmernik. Stikalni sestav se opremi skladno s priloženimi načrti in označi s spodnjo opozorilno nalepko.



Slika 3: Nalepka za stikalni blok SB-DC

AC izhodi razsmernika na objektu bodo združeni v stikalnem bloku SB-DC/AC AC spojišču. SB-DC/AC se bo nahajal na steni ob razsmernikih z ustreznim razmikom skladno s priporočili proizvajalcev opreme. Povezava od razsmernikov do stikalnega bloka SB-DC/DC pa bo izvedena s kablom FG16OR 5x10 mm<sup>2</sup>.



Slika 4: Opozorilna nalepka na vsakem PCE, velikost min. 180mmx76mm

### Priključno-merilna omarica - PMO

Ločilno mesto se izvede z ločilnim stikalom nameščenim v obstoječi priključno – merilni omari (PMO). Priklop samooskrbne fotonapetostne elektrarne bo izveden preko zaščitnih elementov v obstoječi omari PMO, ki je preko obstoječega napajalnega kabla NA2XY 4x70mm<sup>2</sup> priključen v transformatorski postaji TP BREŽICE PROSVETNI DOM, NN izvod I10: Stadion.

## AC kabli

Povezava med razsmernikom G2 ter stikalnim sestavom SB-DC/AC se izvede s kablom tip FG16OR16 5x10 mm<sup>2</sup>. Ocenjena skupna dolžina NN kabla je 15 m.

Morebitne preboje in kable, ki prehajajo med različnimi požarnimi sektorji je potrebno z ustreznimi protipožarnimi barierami in oblogami zaščititi pred požarom.

*OPOMBA: Pred začetkom izvedbe in naročila NN kabla, se priporoča, da se definira natančna trasa predvidenih NN kablovodov ter preveri točnost zgoraj opravljene ocene dolžine. Po potrebi se dolžina prilagodi dejanskemu stanju.*

V prilogah k tehničnemu poročilu je priložena tabela dimenzioniranja.

## Nadzorni sistem

Nadzor nad delovanjem elektrarne se bo vršil s pomočjo spletne aplikacije oziroma platforme. Razmerniki bodo med seboj povezani s kablom za serijsko komunikacijo RS485. Nadzorni senzorji in oddajniki so vgrajeni v vsak razsmernik. Prenos podatkov poteka preko napajalnih vodov, tako da ni potrebno dodatno ožičenje.

Komunikacijski vmesniki v razsmernikih omogočajo »Gateway in wireless« povezave na omrežni portal. Nadzorni portal omogoča spremljanje delovanja elektrarne preko omrežnega portala na računalniku ali pametnem telefonu. Sistem omogoča:

- spremljanje podatkov o proizvodnji energije,
- spremljanje parametrov delovanja elektrarne,
- detekcijo napak in opozarjanje v primeru napak.

Za povezavo razsmernika z omrežjem se uporabi kabel S/FTP 6a.

## Ozemljitev PV generatorja

PV moduli in povezave morajo biti izvedeni v skladu z II. zaščitnim razredom. Kovinski pritrdilnimi elementi zagotavljajo galvanske povezave vseh kovinskih delov nastavkov in PV modulov na enem polju, kjer je polje zaradi prekinjeno, je predvidena kabelska galvanska povezava. Ozemljitev fotonapetostnega generatorja se izvede na začetku in koncu vsakega segmenta PV polja. Celoten sistem je potrebno povezati na ozemljitveni sistem elektrarne. Potrebne galvanske povezave se izvedejo s finožičnim bakrenim vodnikom s PVC izolacijo v rumeno zeleni barvi H07V-K 1x16mm<sup>2</sup> ali polnim Al vodnikom 50mm<sup>2</sup>. Kot ozemljilni sistem se bo uporabil združeni ozemljilni sistem elektrarne.

### 3.4.6 Zaščita pred delovanjem strele

Po postavitvi fotonapetostne elektrarne na strehi je potrebno izvesti prilagoditev ali rekonstrukcijo lovilnega sistema strelovodne zaščite (LPS) za zaščitni nivo, v katerega sodi objekt. Prilagoditev se naredi skladno z rezultati projektne preverbe (izračun zaščitnih con), na podlagi katere projektant določi obseg dograditve obstoječih lovilnih sistemov z lovilnimi palicami.

### 3.4.7 Tehnični izračuni

#### Konfiguracija PV generatorja

V sledečih točkah navajamo osnovne smernice za oblikovanje PV generatorja:

- zagotoviti je potrebno čim boljše medsebojno ujemanje PV-modulov v PV-generatorju (zaporedna vezava - tokovno ujemanje, vzporedna vezava - napetostno ujemanje),
- izogniti se je treba senčenju PV-generatorja (zlasti delnemu senčenju, ki je bolj škodljivo, saj lahko pride do pregrevanja posameznih senčenih sončnih celic in tokovnega omejevanja celotnega niza),
- napetost PV-generatorja (sklopa) v točki maksimalne moči - (MPP napetost) in temperaturi +70°C naj bo večja od spodnje meje vhodne napetosti razsmernika,
- napetost odprtih sponk PV-generatorja (sklopa) pri temperaturi -10°C naj bo manjša kot maksimalna vhodna napetost razsmernika.

#### 3.4.8 Dimenzioniranje kablov

Vodniki/kabli so dimenzionirani glede na naslednje parametre:

- bremenski tok
- kratkostične razmere
- vrsto vodnika
- način polaganja kablov
- material vodnika
- temperaturo okolice

Vodniki v izmeničnem sistemu (AC) so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zaščiteni z instalacijskimi odklopniki, izbranimi z upoštevanjem obremenitve in selektivnosti. Vodniki za enosmerne (DC) tokokroge so dimenzionirani glede na nazivni tok fotonapetostnih modulov in najvišje pričakovane temperature na izpostavljenih delih (strehi).

Porabniki se napajajo iz nizkonapetostnega omrežja, zato za dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in katerokoli drugo točko uporabljamo vrednosti določenih v tehnični smernici (TSG-N-002:2021, 3.1. člen). Za dopustne padce napetosti med posameznimi elementi fotonapetostnih sistemov veljajo splošna priporočila (Pregled zakonodaje, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov, IZS, 2022, str. 120):

- Priporočen padec napetosti med generatorjem (moduli) in razsmernikom je lahko največ 1%.
- Dopusten padec napetosti med razsmernikom in omrežjem je lahko največ 3%.

#### Dimenzioniranje enosmernih (DC) kablov (povezava moduli – razsmerniki)

Potreben minimalni prerez kabla za doseganje dopustnega padca napetosti v enosmernih tokokrogih določimo z naslednjo enačbo:

$$S_{DCmin} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{MPP}}{u_{DC\%} \cdot U_{nMPP}^2 \cdot \lambda} = 2,16 \text{ mm}^2$$

Kjer je:

$S_{DCmin}$  – minimalni prerez kabla ( $mm^2$ )

$l_v$  – dolžina kabla niza v eni smeri ( $m$ ) – 105 m (največja dolžina kabla)

$P_{MPP}$  – moč niza pri STC ( $W$ ) – 12320 W

$U_{nMPP}$  – napetost vršne moči niza ( $V$ ) – 1461,4 V (28 modulov zaporedno, najneugodnejši primer)

$u_{DC\%}$  - priporočen padec napetosti (%) – 1%

$\lambda$  – specifična prevodnost ( $Sm/mm^2$ ) – 56  $Sm/mm^2$  za Cu, 35  $Sm/mm^2$  za Al

Padec napetosti oziroma izgube v enosmernih tokokrogih se določijo z enačbo:

$$u_{DC\%} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{MPP}}{S_{DCmin} \cdot U_{nMPP}^2 \cdot \lambda}$$

Izračunani minimalni prerez kabla, da zadostimo pogoju priporočenega padca napetosti (1%) znaša 2,16  $mm^2$ .

### **Zaščita pred prevelikimi tokovi**

#### **Kontrola preseka kabla, glede na dopustni trajni tok vodnika**

Kontrolo zaščite pred prevelikimi tokovi izvedemo v skladu s SIST IEC 60363-4-41. Potrebno je izpolniti dva pogoja:

1. **pogoj:** Pri dimenzioniranju vodnikov za enosmerni tok velja še zahteva, da mora vodnik trajno prenašati 1,25 kratni tok kratkega stika generatorja. Minimalni presek kabla določimo z upoštevanjem dopustnega trajnega toka vodnika:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{SC}$$

$$I_b = I_{SC} \cdot 1,25 = 10,67 \cdot 1,25 = 13,33 \text{ A}$$

$$I_b \leq I'_z$$

$$I'_z = I_z \cdot f_k = 58 \cdot 0,87 \cdot 0,65 = 32,799 \text{ A}$$

$$I_b \leq I'_z \Rightarrow 13,3 \text{ A} \leq 32,799 \text{ A}$$

kjer je:

$I_b$  – maksimalni tok vodnika – 13,33 A

$I_z$  - zdržni tok vodnika, 58A za vodnik Cu, 6  $mm^2$

$I'_z$  - korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

$f_k$  – korekcijski faktor (temperatura okolice – 0,87, število tokokrogov/skupinsko polaganje – 0,65)

Za izvedbo povezav med moduli in priklop na razsmernik se uporabijo enožilni kabli s Cu vodnikom preseka **6 mm<sup>2</sup>** in izolacijo odporno na svetlobo in vremenske vplive (oznaka H1Z272-K, skladno s standardom SIST EN 50618:2015).

### Dimenzioniranje kablov izmeničnih tokokrogov

Prerez vodnika izberemo skladno s standardom SIST IEC 60364-5-52, kjer upoštevamo:

- bremenski tok
- vrsto vodnika
- tip električne napeljave
- število obremenjenih vodnikov
- material vodnika
- temperaturo okolice

Kabli so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zavarovani z zaščitnimi elementi, izbranimi z ozirom na obremenitev, selektivnost ter dovoljeno napetost dotika. Podrobno dimenzioniranje je razvidno iz tabele dimenzioniranja. Izračun potrebnega prereza vodnikov med posameznima razsmernikom in razdelilno omaro SB/AC, med razdelilno omaro SB/AC in PMO ter med PMO ter obstoječim stikalnim blokom izvedemo z naslednjo enačbo:

$$S_{ACmin} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot l_{AC} \cdot I_{AC} \cdot \cos\varphi}{u_{AC\%} \cdot U_{AC} \cdot \lambda}$$

$l_{AC}$  - dolžina kabla

$I_{AC}$  - nazivni izhodni tok razsmernika

$\cos\varphi$  - faktor moči, vrednost 1

$u_{AC\%}$  - dovoljen padec napetosti, 3%

$U_{AC}$  - izhodna napetost razsmernika, 400V

$\lambda$  - specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu 56Sm/mm<sup>2</sup>, za Al 35 Sm/mm<sup>2</sup>)

### Zaščita pred prevelikimi tokovi

#### Kontrola preseka kabla, glede na dopustni trajni tok vodnika

Kontrolo zaščite pred prevelikimi tokovi izvedemo v skladu s SIST IEC 60363-4-41. Potrebno je izpolniti dva pogoja:

1. **pogoj:** Minimalni presek kabla določimo z upoštevanjem dopustnega trajnega toka vodnika:

$$I_b \leq I'_z$$

$$I'_z = I_z \cdot f_k$$

kjer je:

$I_b$  – maksimalni tok vodnika

$I_z$  - zdržni tok vodnika

$I'_z$  - korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

$f_k$  – korekcijski faktor (temperatura okolice  $f_t=0,82$  upoštevajoč temperaturo zraka  $50^\circ\text{C}$ , zaradi odstopanje od nazivne vrednosti  $30^\circ\text{C}$ , pri dopustni obratovalni temperaturi kabla  $90^\circ\text{C}$  (Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1kV do 110kV, 2022; Tabela 44), število tokokrogov/skupinsko polaganje)

## 2. pogoj:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z$$

kjer je:

$I'_z$  - korigiran zdržni (trajno dovoljeni) tok vodnika

$I_2$  - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne narave /zgornji preizkusni tok, ki zanesljivo izklopi v 60 min)

$$I_2 = k \cdot I_n$$

Kjer je faktor  $k$  razmerje med preskusnim in nazivnim tokom zaščitne naprave.

**Za kable s preseki  $10 \text{ mm}^2$  ali več, izvajamo kontrole preseka vodnika.** Kontrolo minimalnega preseka kablov izvedemo skladno s standardom SIST IEC 60364-4-43 - Zaščita pred nadtoki z uporabo naslednje enačbe:

$$S_{min} = \frac{1}{k} \cdot I_k \sqrt{t} \Rightarrow \sqrt{t} = \frac{k \cdot S}{I_k}$$

$$I_k = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \frac{1}{\lambda \cdot S_f} + \frac{1}{\lambda \cdot S_0}$$

kjer je:

$S_0 [\text{mm}^2]$  – presek zaščitnega vodnika

$S_f [\text{mm}^2]$  – presek faznega vodnika

$\lambda [\text{Sm}/\text{mm}^2]$  – specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu  $56 \text{ Sm}/\text{mm}^2$ , za Al  $30 \text{ Sm}/\text{mm}^2$ )

$Z [\Omega]$  – impedanca okvarne zanke (kratkostična impedanca, vključujoč vira, vodnika od izvora do mesta okvare in zaščitni vodnik od okvare do vira)

$l [\text{m}]$  – dolžina kabla oziroma vodnika

$U[V]$  – napetost proti zemlji

$I_k[A]$  – pričakovani tok kratkega stika (tok okvare)

$t[s]$  – izklopni čas zaščitne naprave (odčitano iz izklopilne karakteristike proizvajalčeve zaščitne naprave)

$k$  – konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla in znaša

- $k=115$ , Cu+PVC
- $k=141$ , Cu+guma, polietilen
- $k=76$ , Al+PVC
- $k=93$ , Al+guma, polietilen

### Kontrola presekov zaščitnih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potencialov

Kontrola presekov zaščitnih oz. ozemljitvenih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potencialov je izvedena ustrezno standardu SIST IEC 60364-5-54 točka 543, ki določa, da mora biti presek zaščitnega vodnika  $S$  dimenzioniran skladno s tabelo 54.3 (**Error! Reference source not found.**).

V primeru, da zaščitni vodnik ni del kabla ali vodnika, mora imeti najmanjši prerez (SIST IEC 60364-5-54, točka 543.1.3):

- 2,5 mm za Cu ali 16 mm za Al, če je vodnik mehansko zaščiten
- 4 mm za Cu ali 16 mm, če vodnik ni mehansko zaščiten.

Standard določa, da morajo biti preseki vodnikov za povezavo na glavno zbiralko za izenačevanje potencialov (SIST IEC 60364-5-54, točka 543.1.1):

- najmanj 6mm, če je bakren
- najmanj 16mm, če je iz aluminija
- najmanj 50mm, če je jeklen

Dodatni vodnik za izenačevanje potencialov ima ustrezen presek glede na prerez najmanjšega zaščitnega vodnika, vezanega na te prevodne dele.

Tabela 5: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika

| Presek faznega vodnika S<br>(mm <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Minimalni prerez zaščitnega vodnika ( mm <sup>2</sup> ) |                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Zaščitni vodnik je iz istega materiala kot fazni vodnik | Zaščitni vodnik ni iz istega materiala kot fazni vodnik |
| $S \leq 16$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | S                                                       | $\frac{k_1}{k_2} \cdot S$                               |
| $16 < S \leq 35$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 16 <sup>a</sup>                                         | $\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$                              |
| $S > 35$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\frac{S}{2}$                                           | $\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S}{2}$                     |
| <p>kjer je :</p> <p><math>k_1</math> vrednost k za fazni vodnik, izbran iz tabele A.53.1 (SIST IEC 60364-5-54) ali iz tabel v standardu SIST IEC 60364-4-43, glede na material vodnika in izolacije.</p> <p><math>k_2</math> vrednost k za zaščitni vodnik, izbran iz tabel A.54.2 do A.54.6</p> <p><sup>a</sup> za PEN vodnik je redukcija preseka dovoljena samo v soglasju s pravili za dimenzioniranje nevtralnega vodnika SIST IEC 60364-5-52, točka 524)</p> |                                                         |                                                         |

Vir: SIST-HD 60364-5-54:2011, str. 14

### **Zunanji vplivi na električne inštalacije**

Pri projektiranju objekta, izboru in namestitve električne opreme in električnih inštalacij smo upoštevali standard SIST HD 60364-5-51 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-51. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Splošna pravila.

Pri klasifikaciji zunanjih vplivov na električno inštalacijo in električno opremo je razvidno, da je zahteva glede izvedbe tesnosti inštalacije v najneugodnejšem primeru IP 66 razsmerniki, IP 54 električne omare. Zahteve po zgoraj navedeni klasifikaciji bodo torej dosežene z vgradnjo ustrezne električne opreme.

### **3.4.9 Zaščita pred električnim udarom**

Kot zaščitni ukrep pred udarom električnega toka je predviden samodejni odklop napajanja (varovalke v razdelilni omarici) v TN-C sistemu instalacije.

#### ***3.4.9.1 Zaščita pred neposrednim dotikom***

Zaščita pred neposrednim dotikom je predvidena z zaščito delov pod napetostjo z izolacijo ter s pregradami in okrovi. Deli pod napetostjo so popolnoma prekriti z izolacijo, ki jo je mogoče odstraniti samo z uničenjem. Pri tovarniško izdelani opremi ta izolacija ustreza standardom za to vrsto opreme.

Pri drugi opremi je izolacija izdelana tako, da trajno vzdrži mehanske, kemične, električne in toplotne vplive, ki jim je oprema lahko izpostavljena. Barve, laki, emajli in podobni izdelki ne veljajo za zadostno izolacijo.

Deli pod napetostjo morajo biti zaprti ali pregrajeni tako, da zagotavljajo stopnjo zaščite najmanj IP2X. Kjer so potrebne odprtine, večje od odprtin, ki jih določa zaščita IP2X, so predvideni ustrezni ukrepi, da se prepreči naključni dotik delov pod napetostjo. Pregrade ali krovi, pri katerih so zgornje vodoravne ploskve odprte, nudijo stopnjo zaščite najmanj IP4X. Pregrade ali okrovi so zanesljivo pritrjeni, zadosti trdni ali trajni, da obdržijo zahtevano stopnjo zaščite in ustrezen odmik od delov pod napetostjo v pogojih normalnega obratovanja.

V primeru, da je potrebno odstraniti pregrado, odpreti okrov, ali odstraniti dele okrova je to možno samo na enega od naslednjih načinov:

- s ključem ali orodjem,
- po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ki so zaščiteni s temi pregradami in okrovi, s tem, da je njihovo ponovno napajanje možno šele po njihovi ponovni namestitvi, ali
- da se vstavi druga pregrada, ki zagotavlja stopnjo zaščite najmanj IP2X in ki preprečuje vsak dotik delov pod napetostjo, ki pa se da odstraniti samo s ključem ali orodjem.

#### **3.4.9.2 Zaščita pred posrednim dotikom**

Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena s samodejnim odklopom napajanja. Pri tem je uporabljena zaščitna naprava na prekomerni tok v omrežju, ki izpolnjuje pogoje sistema TN-C. 1V primeru okvare v izolaciji ima avtomatični odklop napajanja namen, da prepreči nastanek napetosti dotika takšne vrednosti in s takšnim trajanjem, ki bi mogel pomeniti nevarnost v smislu škodljivega fiziološkega delovanja.

Splošni principi zaščit so:

- Ozemljitev - izpostavljene prevodne dele je potrebno povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Zaščitne vodnike je potrebno v ali blizu pripadajočega transformatorja. Zaščitne vodnike je potrebno ozemljiti na mestu vstopa v objekt.
- Glavno izenačenje potencialov - vodniki za glavno izenačenje potencialov medsebojno povezujejo naslednje prevodne dele: glavni zaščitni vodnik, vodnik PEN, glavni ozemljitveni vodnik ali glavno ozemljitveno sponko, cevi in podobne kovinske konstrukcije, kovinske dele konstrukcij, strelovodne instalacije.

#### **3.4.9.3 Pogoj zaščite**

Zaščitne naprave in impedance tokokrogov bodo izbrane tako, da se v primeru okvare z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli kjerkoli v instalaciji avtomatsko odklopi napajanje v času (skladno s TSG-N-002:2021 in SIST IEC 60364-4-41):

- 0,2s (od 231V do 400V) za končne tokokroge, ki se napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik, ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo.

- 0,4s (od 121V do 230V) za končne tokokroge, ki se napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik, ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo.
- **do 5s za napajalne tokokroge ali za tokokroge, ki napajajo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi iz prejšnje alineje.**

Ta zahteva je izpolnjena s pogojem:

$$Z_s < \frac{U_o}{I_o}$$

kjer je:

$Z_s [\Omega]$  - impedanca okvarne zanke, ali skupna impedanca tokokroga, ki vsebuje izvor, vodnik pod napetostjo, točke okvare in zaščitni vodnik od izvora do točke okvare

$U_o [V]$  - nazivna fazna napetost

$I_o [A]$  - tok delovanja naprave za samodejni izklop v predpisanem času

V TT in IT sistemih je odklopilni čas 1s.

Poleg izračuna je potrebno izvesti preverjanje na inštalaciji. Inštalacija bo izvedena tri vodno za enofazne ter štiri vodno za oziroma pet vodno za trifazne porabnike, kjer je dodatni vodnik zaščitni vodnik. Le-ta bo zvezan na ohišja naprav, zaščitne kontakte vtičnic na eni strani, ter na glavno izenačenje potencialov na drugi strani.

### 3.5 PROJEKTANSKI POPIS S PREDIZMERAMI

#### 3.5.1 Upravičeni stroški

Javni razpis za sofinanciranje izgradnje novih naprav za proizvodnjo električne energije iz sončne energije na javnih stavbah in parkiriščih za obdobje 2024 do 2026 (NOO - SE OVE 2024)

Upravičeni stroški po tem javnem razpisu so:

- nakup in vgradnja naprave za samooskrbo,
- nakup in vgradnja baterijskega hranilnika energije,
- pripadajoča električna inštalacija in oprema, vključno s transformatorsko postajo, če je le-ta zahtevana s strani soglasodajalca za priklop naprave za samooskrbo,
- priprava in izvedba gradbenih, obrtniških in instalacijskih del, ki so potrebni za izvedbo projekta,
- strokovni nadzor v vrednosti 3 % od upravičenih stroškov projekta,
- stroški storitev zunanjih izvajalcev za pripravo dokumentacije za izvedbo projekta.

| 1    | STIKALNI SESTAVI                                                                                                  |     |    |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| 1,01 | Dobava in montaža <b>stikalnega sestava SB-DC/AC</b> , montiran na steni zunanjega objekta z naslednjim sestavom: |     |    |
|      | • nadometna kompaktna omarica iz nerjavečega jekla, dimenzij 500x500x300mm (ŠxVxG)                                | kos | 1  |
|      | • pritrdilni material za montažo omarice na steno                                                                 | kpl | 1  |
|      | • glavno stikalo, proizvajalca ETI:                                                                               |     |    |
|      | ~ CLBS 63 3P                                                                                                      | kos | 1  |
|      | ~ ročica CLBS-DH80/B                                                                                              | kos | 1  |
|      | ~ zaščitno prekritje CLBS-TS80 3P                                                                                 | kos | 2  |
|      | • prenapetostna zaščita Razreda I (C), ProTec T2 4+0 37,5/300                                                     | kos | 1  |
|      | • prenapetostna zaščita za fotovoltariko, I+II, 1100V DC, 12,5kA, ProTec T1-1100 PV, Raycap 59.0285               | kos | 1  |
|      | • instalacijski odklopnik kot npr. Schrack:                                                                       |     |    |
|      | ~ C 40A/3p, kot npr. BMS0                                                                                         | kos | 1  |
|      | • varovalčni ločilnik 10x38mm, 2.pol., 25A, za fotovoltariko, kot npr. ETI PCF 10 DC 2p 1000V; 002550203          | kos | 1  |
|      | • cilindrični vložek za fotovoltariko, gPV 10X38mm, 20A, kot npr. Schrack ISV10020                                | kos | 2  |
|      | • priključna sponka, PT 6, Phoenix Contact                                                                        | kos | 2  |
|      | • zaključna ploščica priključne sponke, D-PT 6, Phoenix Contact                                                   | kos | 3  |
|      | • zaključna sponka, E/NS 35 N, Phoenix Contact                                                                    | kos | 12 |
|      | • spojni, drobni in vezni material, izolacijski materiali, pritrdilni material, označitveni material, uvodnice... | kpl | 1  |
| 1,02 | Dograditev v obstoječi PMO omari                                                                                  |     |    |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|
|          | • glavno stikalo, proizvajalca ETI:                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |      |
|          | ~ CLBS 40 3P                                                                                                                                                                                                                                                                                         | kos            | 1    |
|          | ~ ročica CLBS-DH80/B                                                                                                                                                                                                                                                                                 | kos            | 1    |
|          | ~ zaščitno prekritje CLBS-TS80 3P                                                                                                                                                                                                                                                                    | kos            | 2    |
|          | • spo0nke za dvizne vode (L, N, PE)                                                                                                                                                                                                                                                                  | kos            | 5    |
|          | • predelava obstoječe omare                                                                                                                                                                                                                                                                          | ur             | 6    |
|          | • sponke, uvodnice, kanali, drobni, vijačni in povezovalni material                                                                                                                                                                                                                                  | kos            | 1    |
| <b>2</b> | <b>SOLARNI MODULI, RZSMERNIKI, OPTIMIZATORJI IN PODKONSTRUKCIJA</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                |      |
| 2,01     | Dobava in montaža fotonapetostnega modula, 440 Wp, 1762x1134x30mm kot npr. Trinasolar Vertex S TSM-440 (NEG9R.28)                                                                                                                                                                                    | kos            | 29,0 |
| 2,02     | Dobava in montaža močnostnega optimizatorja, 950W kot npr. Solar Edge P950                                                                                                                                                                                                                           | kos            | 15,0 |
| 2,03     | Dobava in montaža razsmernika trifaznega razsmernika, kot npr. Solar Edge SE16K                                                                                                                                                                                                                      | kos            | 1,0  |
| 2,04     | Dobava in montaža nosilne konstrukcije za stensko pritrditev razsmernikov z zaščitno strehico, iz vroče cinkanega jekla, v kompletu z ustreznim pritrdilnim materialom                                                                                                                               | kpl            | 1,0  |
| 2,05     | Dobava in montaža aluminjaste podkonstrukcije za namestitve PV modulov, po kosovnici v priloženem izračunu K2 systems                                                                                                                                                                                | kpl            | 1,0  |
| <b>3</b> | <b>KABLI, KABELSKE POLICE, ZAŠČITNE CEVI</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |                |      |
| 3,01     | Dobava in montaža hladno cinkane perforirane kabelske police, komplet s pocinkanimi nosilci, koleni 45° in 90°, stranskimi odcepi, odcepnimi elementi, reducirnimi elementi, gibljivimi spojnimi elementi, konzolami za stensko in stropno motažo ter vijačnim, drobnimi in motažnimi materialom.... |                |      |
|          | • kabelska polica 50/32mm                                                                                                                                                                                                                                                                            | m <sup>1</sup> | 14,0 |
|          | • kabelska polica 100/60mm                                                                                                                                                                                                                                                                           | m <sup>1</sup> | 10,0 |
| 3,02     | Dobava in montaža dodatnega pribora za kabelsko polico                                                                                                                                                                                                                                               |                |      |
|          | • pokrov 50mm                                                                                                                                                                                                                                                                                        | m <sup>1</sup> | 14,0 |
|          | • pokrov 100mm                                                                                                                                                                                                                                                                                       | m <sup>1</sup> | 10,0 |
| 3,03     | Dobava in polaganje kabla enonožilnega kabla za fotovoltaiiko - 6mm <sup>2</sup> (črno/rdeč), dvojna izolacija, UV odporen, 1500V DC, položenega na kabelske police, vključno z označevalnimi ploščicami, uvodnicami ter drobnim in spojnim materialom:                                              |                |      |
|          | • H1Z2Z2-K PV1 1x6 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                   | m <sup>1</sup> | 80,0 |
| 3,04     | Dobava in polaganje kabla, (energetski) položenega na police in/ali u vlečen v zaščitne cevi, vključno z označevalnimi ploščicami, razvodnicami ter drobnim in spojnim oz. pritrdilnim materialom za izvedbo povezav med razsmerniki in SB-DC/AC omaro                                               |                |      |
|          | • FG16OR16 5x10 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                      | m <sup>1</sup> | 15,0 |

|          |                                                                                                                                                                                                                       |                |      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|
| 3,05     | Dobava in polaganje kabla, položenega na police in v cevi, vključno z označevalnimi ploščicami ter drobnim in spojnim materialom, za izvedbo povezav med razsmernikom in komunikacijsko omaro                         |                |      |
|          | • R&M Cat. 6A, F/UTP, 4P, 6500 MHz, LSZH izolacija; R305649                                                                                                                                                           | m <sup>1</sup> | 30,0 |
| 3,06     | Dobava in montaža gibljive zaščitne cevi iz umetne mase NYLON odporna na UV žarke.                                                                                                                                    |                |      |
|          | • FPSA16B (16 / 11,8mm)                                                                                                                                                                                               | m <sup>1</sup> | 30,0 |
|          | • FPSA34B (34 / 28,1mm)                                                                                                                                                                                               | m <sup>1</sup> | 15,0 |
| 3,07     | Dobava in montaža kabelskih čevljev in obojestranski priklop AC kablov                                                                                                                                                | kpl            | 1,0  |
| 3,08     | Dobava in montaža konektorja za povezovanje stringov na DC strani razsmernikov, MC4 moški / ženski                                                                                                                    | kpl            | 2,0  |
| 3,09     | Zaključevanje komunikacijskih kablov z konektojem RJ45 (pri razsmerniku in izvornem vozlišču)                                                                                                                         | kpl            | 1,0  |
| 3,10     | Dobava in montaža gravirne tablice dimenzij 50x120mm za označevanje kabelskih polic, UV odporne (montaža na 6m): 400V AC                                                                                              | kos            | 1,0  |
| 3,11     | Dobava in montaža gravirne tablice dimenzij 50x120mm za označevanje kabelskih polic, UV odporne (montaža na 6m): 1000V DC                                                                                             | kos            | 1,0  |
| <b>4</b> | <b>IZENAČITEV POTENCIALOV / OZEMLJITVE</b>                                                                                                                                                                            |                |      |
| 4,01     | Žica H07V-K, Rumeno/zelena :                                                                                                                                                                                          |                |      |
|          | • 1x35mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                 | m <sup>1</sup> | 13,0 |
|          | • 1x16mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                 | m <sup>1</sup> | 60,0 |
| 4,02     | Izdelava stikov na kovinskih mestih z ozemljitvenimi objemkami, kabelskim čevljem, vijaki,... (povezave razsmernika z ZIP zbiralnivo, povezave ZIP zbiralnice in GIP zbiralnice, kabelske police, podkonstrukcija...) | kos            | 8,0  |
| <b>5</b> | <b>STRELOVOD in OZEMLJITVE</b>                                                                                                                                                                                        |                |      |
|          |                                                                                                                                                                                                                       |                |      |
|          | Strelovodna inštalacije je upoštevano v načrtu št. 047/2023-2; MFE Stadion Brežice - PS.3B shema izdelovalca JB energija d.o.o., Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem                                                   |                |      |
| <b>6</b> | <b>PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA</b>                                                                                                                                                                                |                |      |
|          | <b>Navezava na PV elektrarna</b>                                                                                                                                                                                      |                |      |
| 6,01     | Programiranje zaščitnega releja in zaščitnih funkcij, testiranje sistem in zagon                                                                                                                                      | kpl            | 1,0  |
| 6,02     | Zagon in nastavitve razsmernikov                                                                                                                                                                                      | kpl            | 1,0  |
| 6,03     | Strošek najema avtodvigala / transportne ploščadi                                                                                                                                                                     | kpl            | 1,0  |
| 6,04     | Izvedba meritev in funkcionalnega pregleda elektroinstalacij za zahtevane objekte z licenco po NPK z izdelavo zapisnikov in poročil za celoten sistem v sestavi:                                                      |                |      |
|          | • merjenje impedance kratkostične zanke                                                                                                                                                                               |                |      |
|          | • merjenje impedance okvarne zanke                                                                                                                                                                                    |                |      |

|      |                                                                                                                                                                      |     |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|      | • merjenje izolacijske upornosti                                                                                                                                     |     |     |
|      | • merjenje izenačitev potencialov z izdelavo grafičnih načrtov merilnih točk                                                                                         |     |     |
|      | • funkcionalni preizkus                                                                                                                                              |     |     |
| 6,05 | Izvedba meritev in funkcionalnega pregleda strelovodne naprave za zahtevane objekte z licenco po NPK z izdelavo zapisnikov in poročil za celoten sistem v sestavi:   |     |     |
|      | • merjenje ozemljitvene upornosti z izdelavo grafičnih načrtov merilnih točk                                                                                         |     |     |
|      | • meritve in pregled strelovodne naprave z izdelavo grafičnih načrtov merilnih točk                                                                                  |     |     |
| 6,06 | Označitev objekta z obvestilno tablico da se na objektu nahaja sončna elektrarna                                                                                     | kpl | 1,0 |
| 6,07 | Označevanje razsmernikov, kablov, razvodnic z trajnimi nalepkami z imenom razdelilnika in varovalčnega elementa.                                                     | kos | 3,0 |
| 6,08 | Sodelovanje projektanta v času izvedbe del - preverjanje in potrjevanje predlaganih sprememb na predlog izvajalca, dokumeniranje in vnos vseh sprememb v projekt PZI | ur  | 3,0 |
| 6,08 | Izdelava podlog v svinčniku za izdelavo PID dokumentacije                                                                                                            | kpl | 1,0 |
| 6,09 | Izdelava PID dokumentacije na osnovi PZI in posnetka dejansko izvedenega stanja v 2. izvodi, 1xCD                                                                    | kpl | 1,0 |
| 6,10 | Izdelava dokazila o zanesljivosti objekta (izjave o skladnostih in lastnostih vgrajene opreme, tehnični listi in navodila)                                           | kpl | 1,0 |
| 6,11 | Izobraževanje uporabnikov in vprikaz uporabnih funkcij sistema                                                                                                       | kpl | 1,0 |
| 6,12 | Čiščenje objekta zaradi montaže FV elektrarne - med izvedbo in po končanih delih                                                                                     | kpl | 1,0 |

### 3.5.2 Neupravičeni Stroški

Javni razpis za sofinanciranje izgradnje novih naprav za proizvodnjo električne energije iz sončne energije na javnih stavbah in parkiriščih za obdobje 2024 do 2026 (NOO - SE OVE 2024): /

### 3.5.3 Ocena investicije:

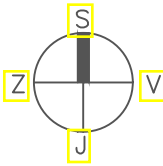
|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
|                     | OCENA INVESTICIJE brez DDV (EUR) |
| MFE Stadion Brežice | 12.112,50                        |



ENERGIJA

### 3.6 GRAFIČNI IN TEHNIČNI PRIKAZI

| Št. | Naziv grafičnega/tehničnega prikaza                                           | Št. strani |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
|     |                                                                               |            |
| 1   | Lokacijski prikaz fotonapetostne elektrarne in lokacija opreme                | 1          |
| 2   | Postavitev fotonapetostnih modulov, potek kabelskih police                    | 2          |
| 3   | Enopolna shema fotonapetostne elektrarne in priklop na distribucijsko omrežje | 4          |
| 4   | Tropolna shema stikalnega sestava SB-DC/AC                                    | 5          |
| 5   | Tropolna shema razsmernika -G1 in DC razvoda                                  | 6          |
| 6   | Vezalna shema monitoringa elektrarne                                          | 7          |
| 7   | Vezalna shema izenačevanja potenciala                                         | 8          |



LEGENDA:

- LMO-SE

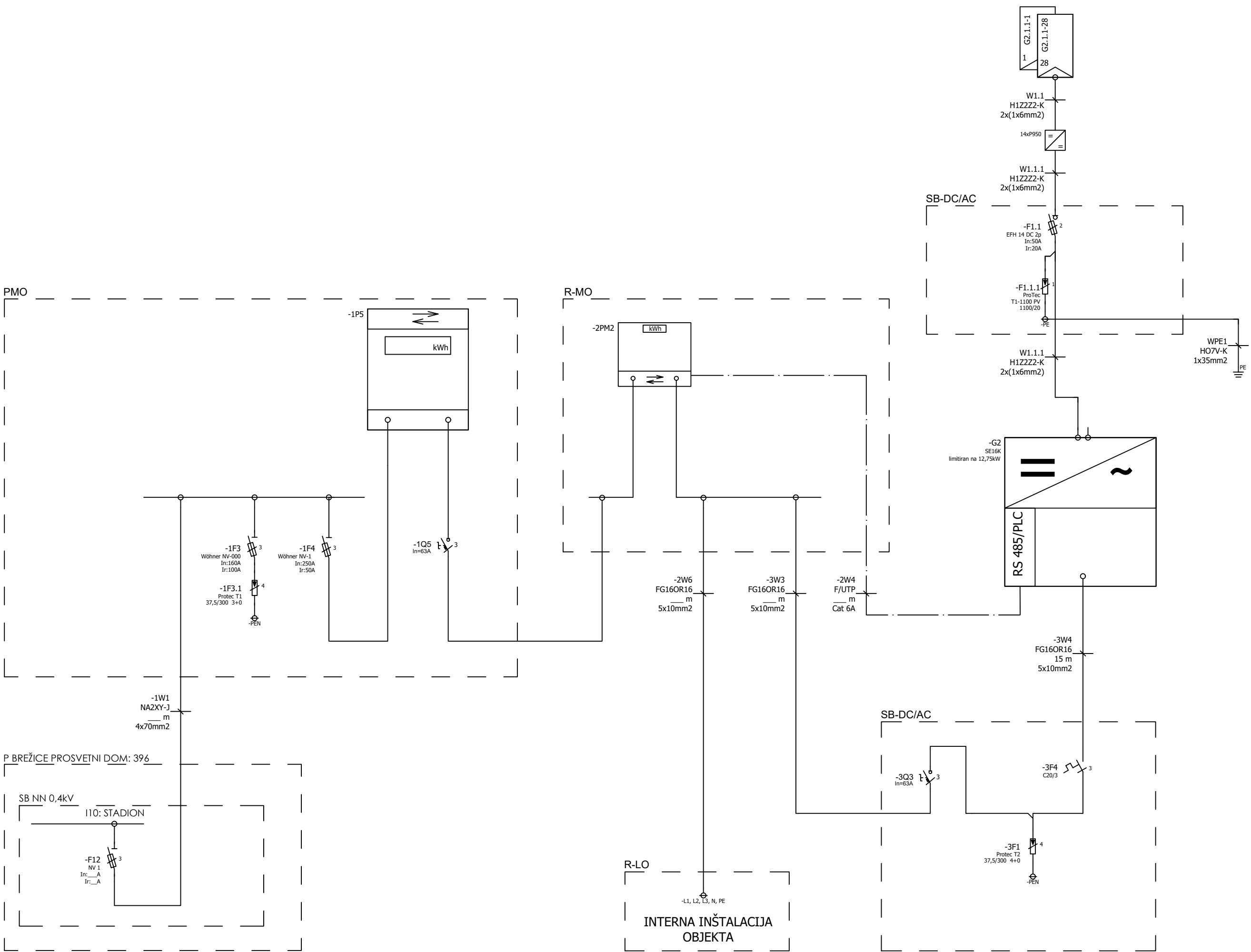
ločilno - merilna omara fotonapetostne elektrarne
- PMO

priključno - merilna omara objekta
- SB-DC/AC

stikalni sestav SB-DC/AC za DC in AC del
- G1

Fotonapetostni razsmernik
- polj PV modulov

|                    |                                                            |                   |         |                                                                                                                                   |                                       |
|--------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                    |                                                            |                   |         |                                                                                                                                   |                                       |
|                    |                                                            |                   |         |                                                                                                                                   |                                       |
| Sprememba:         | Opis spremembe:                                            |                   |         | Datum:                                                                                                                            | Podpis:                               |
| Investitor:        | Občina Brežice<br>Cesta prvih borcev 18<br>8250 Brežice    |                   |         | Objekt lokacija:<br>Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice                                                                        |                                       |
| Projektant:        | JB energija d.o.o.<br>Kobile 2<br>8273 Leskovec pri Krškem |                   |         | Naziv gradnje:<br>Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe MFE Stadion Brežice |                                       |
|                    | Ime:                                                       | Ident. št.:       | Podpis: | Vsebina/naslov risbe:                                                                                                             |                                       |
| Vodja projekta     | Dr. Katerina Božič, mag. inž. el.                          | IZS PI E-2434     |         | LOKACIJSKI PRIKAZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE IN LOKACIJA OPREME                                                                    |                                       |
|                    | Simon Per, dipl.inž.el.                                    | IZS PI E-2412     |         |                                                                                                                                   |                                       |
| Pooblaščen inženir | Simon Per, dipl.inž.el.                                    |                   |         |                                                                                                                                   |                                       |
| Izdela:            |                                                            |                   |         |                                                                                                                                   |                                       |
| Sodelavci:         |                                                            |                   |         | Vrsta proj. dokumen.:                                                                                                             | Projekt za izvedbo PZI                |
| Za gradnjo:        | INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA                             | Merilo: 1:200     | Spr:    | Vrsta načrta:                                                                                                                     | 3/0.NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE   |
| Št. projekta:      | 058/2023                                                   | Datum: marec 2024 |         | Številka načrta: 058/2023-2                                                                                                       | Št. načrta investitorja: Št. risbe: 1 |



|                    |  |                                                            |  |                                                                               |                                            |
|--------------------|--|------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Sprememba:         |  | Opis spremembe:                                            |  | Datum:                                                                        | Podpis:                                    |
| Investitor:        |  | Občina Brežice<br>Cesta prvih borcev 18<br>8250 Brežice    |  | Objekt lokacija:                                                              |                                            |
| Projektant:        |  | JB energija d.o.o.<br>Kobile 2<br>8273 Leskovec pri Krškem |  | Naziv gradnje:                                                                |                                            |
| Vodja projekta     |  | dr. Katerina Božič, mag. inž. el.                          |  | Vsebina/naslov risbe:                                                         |                                            |
| Pooblaščen inženir |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                    |  | ENOPOLNA SHEMA FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE IN PRIKLOP NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE |                                            |
| Izdela:            |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                    |  |                                                                               |                                            |
| Sodelavci:         |  |                                                            |  | Vrsta proj. dokumen.:                                                         | Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje |
| Za gradnjo:        |  | INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA                             |  | Vrsta načrta:                                                                 | 3/0. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE       |
| Št. projekta:      |  | 058/2023                                                   |  | Številka načrta:                                                              | Št. risbe:                                 |
|                    |  | marec 2024                                                 |  | 058/2023-2                                                                    | 3                                          |

# STIKALNI SESTAV PMO, R-MO & SB-AC/DC

|                    |  |                                                            |                  |                                                                                                                                      |                                                |
|--------------------|--|------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Sprememba:         |  | Opis spremembe:                                            |                  | Datum                                                                                                                                | Podpis:                                        |
| Investitor:        |  | Občina Brežice<br>Cesta prvih borcev 18<br>8250 Brežice    |                  | Objekt lokacija:<br>Brežice, Cesta bratov Milavcev 18, Brežice                                                                       |                                                |
| Projektant:        |  | JB energija d.o.o.<br>Kobile 2<br>8273 Leskovec pri Krškem |                  | Naziv gradnje:<br>Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe<br>MFE Stadion Brežice |                                                |
| Vodja projekta     |  | Ime:                                                       | Ident. št.:      | Vsebina/naslov risbe:                                                                                                                |                                                |
| Pooblaščen inženir |  | dr. Katerina Božič, mag. inž. el.                          | IZS PI E-2434    | TROPOLNA SHEMA                                                                                                                       |                                                |
| Izdela:            |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                    | IZS PI E-2412    | PRIKLJUČNO - MERILNA OMARA PMO, R-MO in STIKALNI SESTAV SB/AC                                                                        |                                                |
| Sodelavci:         |  |                                                            |                  | Vrsta proj. dokumen.:                                                                                                                | Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje PZI |
| Za gradnjo:        |  | INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA                             | Merilo:<br>1:100 | Vrsta načrta:                                                                                                                        | 3/0.NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE            |
| Št. projekta:      |  | Datum:                                                     |                  | Številka načrta:                                                                                                                     | Št. risbe:                                     |
| 058/2023           |  | marec 2024                                                 |                  | 058/2023-2                                                                                                                           | 4                                              |



## JB energija d.o.o.

Kobile 2, Leskovec pri Krškem  
8273, Leskovec pri Krškem  
Phone +386 7 292 7028

|                    |                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| Naročnik:          | Občina Brežice                                        |
| Opis projekta:     | Postavitev male sončne elektrarne MFE Stadion Brežice |
| Številka projekta: | 058/2023-2                                            |

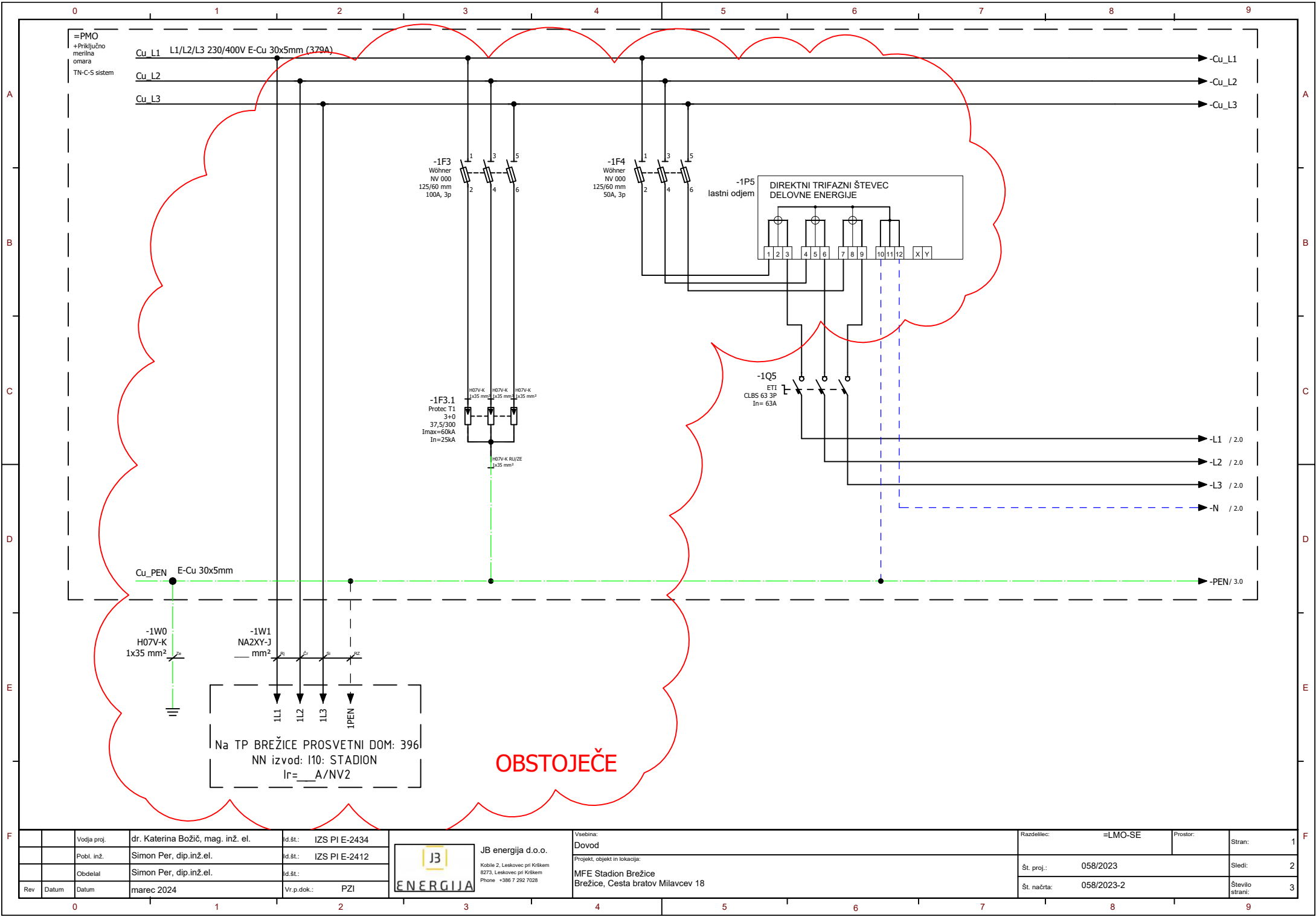
|                           |                                   |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Izdelal:                  | JB energija d.o.o.                |
| Ime projekta:             | MFE Stadion Brežice               |
| Lokacija:                 | Brežice, Cesta bratov Milavcev 18 |
| Odgovorna oseba projekta: | Simon Per                         |
| Tip projekta:             | Projekt za izvedbo (PZI)          |

Ustvarjeno: marec 2024

Datum zadnje spremembe: .

Spreminjal: .

Število strani 3



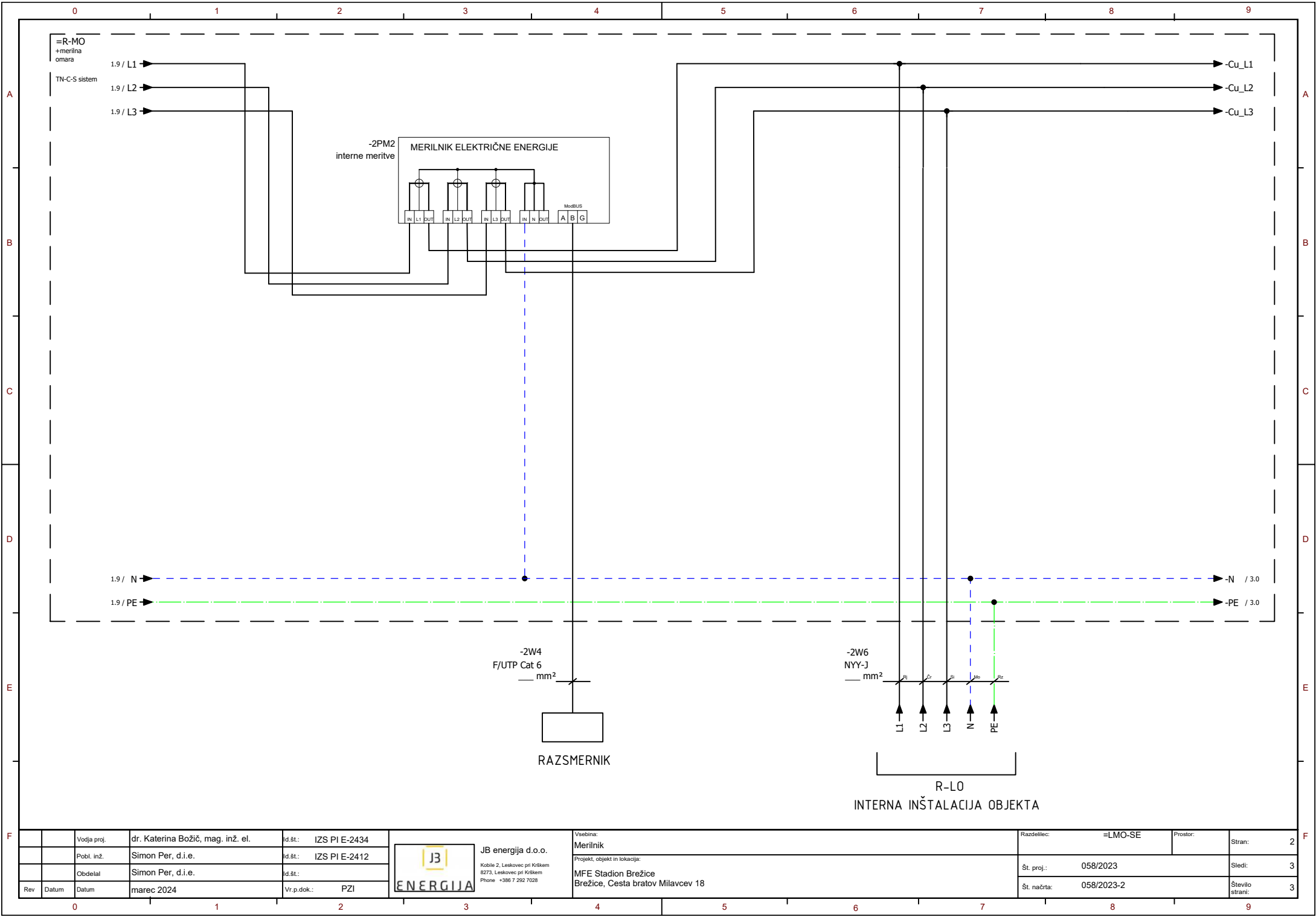
|             |                                   |            |               |
|-------------|-----------------------------------|------------|---------------|
| Vodja proj. | dr. Katerina Božič, mag. inž. el. | Id.št.:    | IZS PI E-2434 |
| Pobl. inž.  | Simon Per, dip.inž.el.            | Id.št.:    | IZS PI E-2412 |
| Obdelal     | Simon Per, dip.inž.el.            | Id.št.:    |               |
| Rev         | Datum                             | Datum      | marec 2024    |
|             |                                   | Vr.p.dok.: | PZI           |



JB energija d.o.o.  
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem  
8273, Leskovec pri Krškem  
Phone: +386 7 292 7028

|                              |                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Vsečina:                     | Dovod                                                    |
| Projekt, objekt in lokacija: | MFE Stadion Brežice<br>Brežice, Cesta bratov Milavcev 18 |

|             |            |                 |        |   |
|-------------|------------|-----------------|--------|---|
| Razdelilec: | =LMO-SE    | Prostor:        | Stran: | 1 |
| Št. proj.:  | 058/2023   | Sledi:          |        | 2 |
| Št. načrta: | 058/2023-2 | Število strani: |        | 3 |



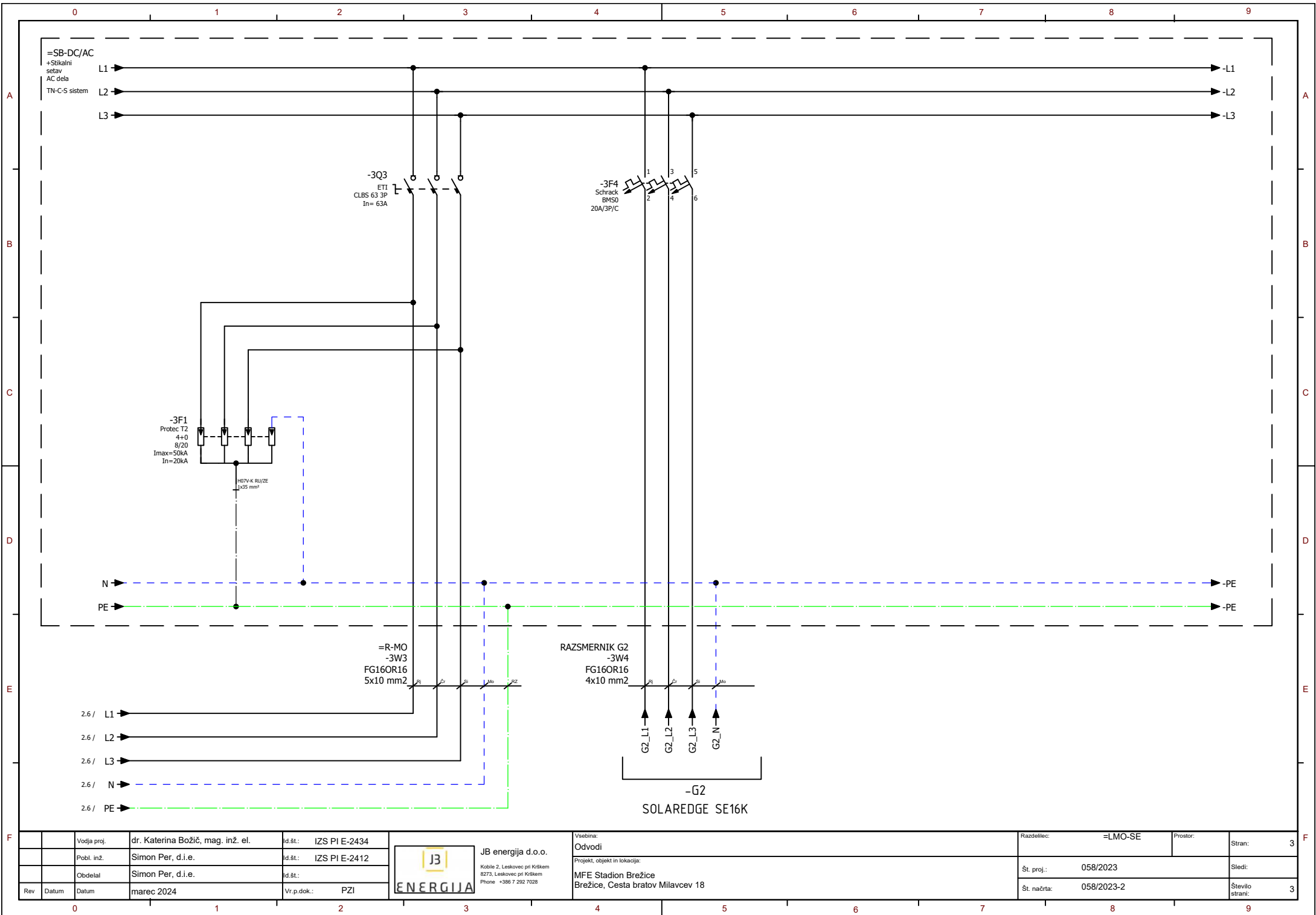
|     |             |                                   |            |               |
|-----|-------------|-----------------------------------|------------|---------------|
|     | Vodja proj. | dr. Katerina Božič, mag. inž. el. | Id.št.:    | IZS PI E-2434 |
|     | Pobl. inž.  | Simon Per, d.i.e.                 | Id.št.:    | IZS PI E-2412 |
|     | Obdelal     | Simon Per, d.i.e.                 | Id.št.:    |               |
| Rev | Datum       | Datum                             | Vr.p.dok.: | PZI           |
|     |             | marec 2024                        |            |               |



JB energija d.o.o.  
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem  
8273, Leskovec pri Krškem  
Phone +386 7 292 7028

|                              |                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Vsečina:                     | Merilnik                                                 |
| Projekt, objekt in lokacija: | MFE Stadion Brežice<br>Brežice, Cesta bratov Milavcev 18 |

|             |            |                 |        |   |
|-------------|------------|-----------------|--------|---|
| Razdelilec: | =LMO-SE    | Prostor:        | Stran: | 2 |
| Št. proj.:  | 058/2023   | Sledi:          |        | 3 |
| Št. načrta: | 058/2023-2 | Število strani: |        | 3 |



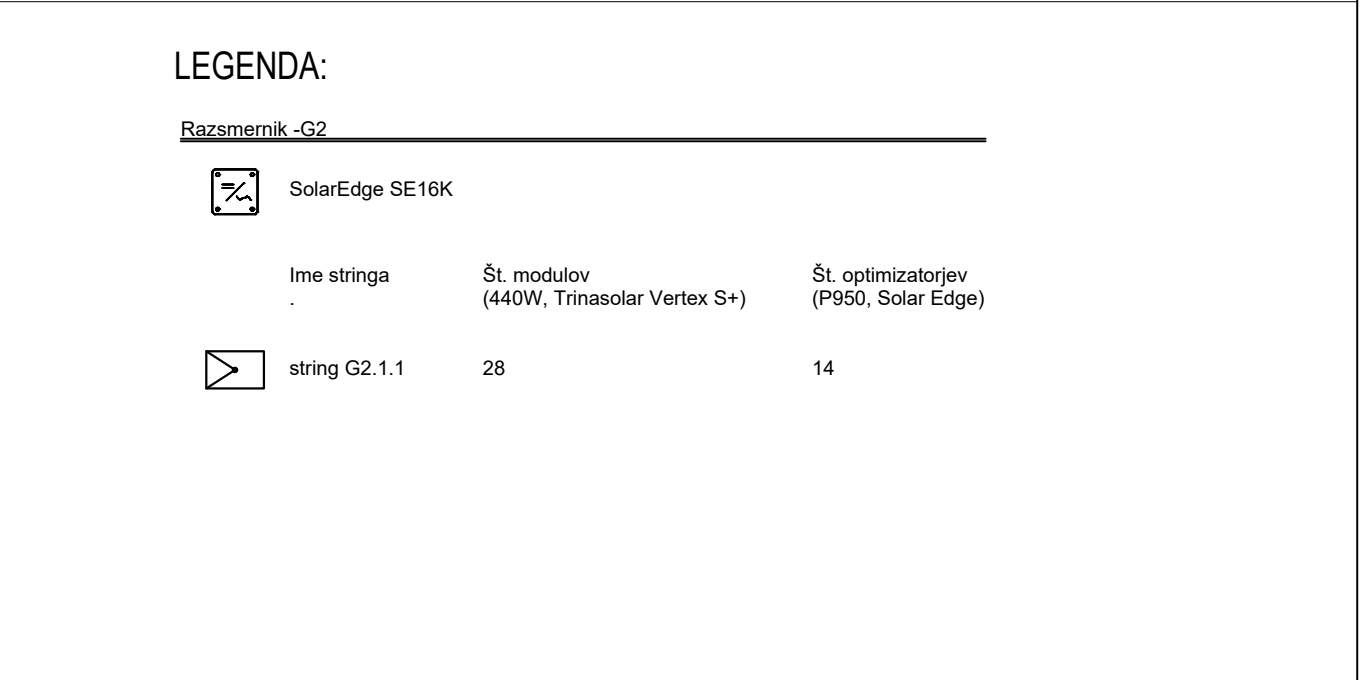
|             |                                   |            |               |
|-------------|-----------------------------------|------------|---------------|
| Vodja proj. | dr. Katerina Božič, mag. inž. el. | Id.št.:    | IZS PI E-2434 |
| Pobl. inž.  | Simon Per, d.i.e.                 | Id.št.:    | IZS PI E-2412 |
| Obdelal     | Simon Per, d.i.e.                 | Id.št.:    |               |
| Rev         | Datum                             | Datum      | marec 2024    |
|             |                                   | Vr.p.dok.: | PZI           |

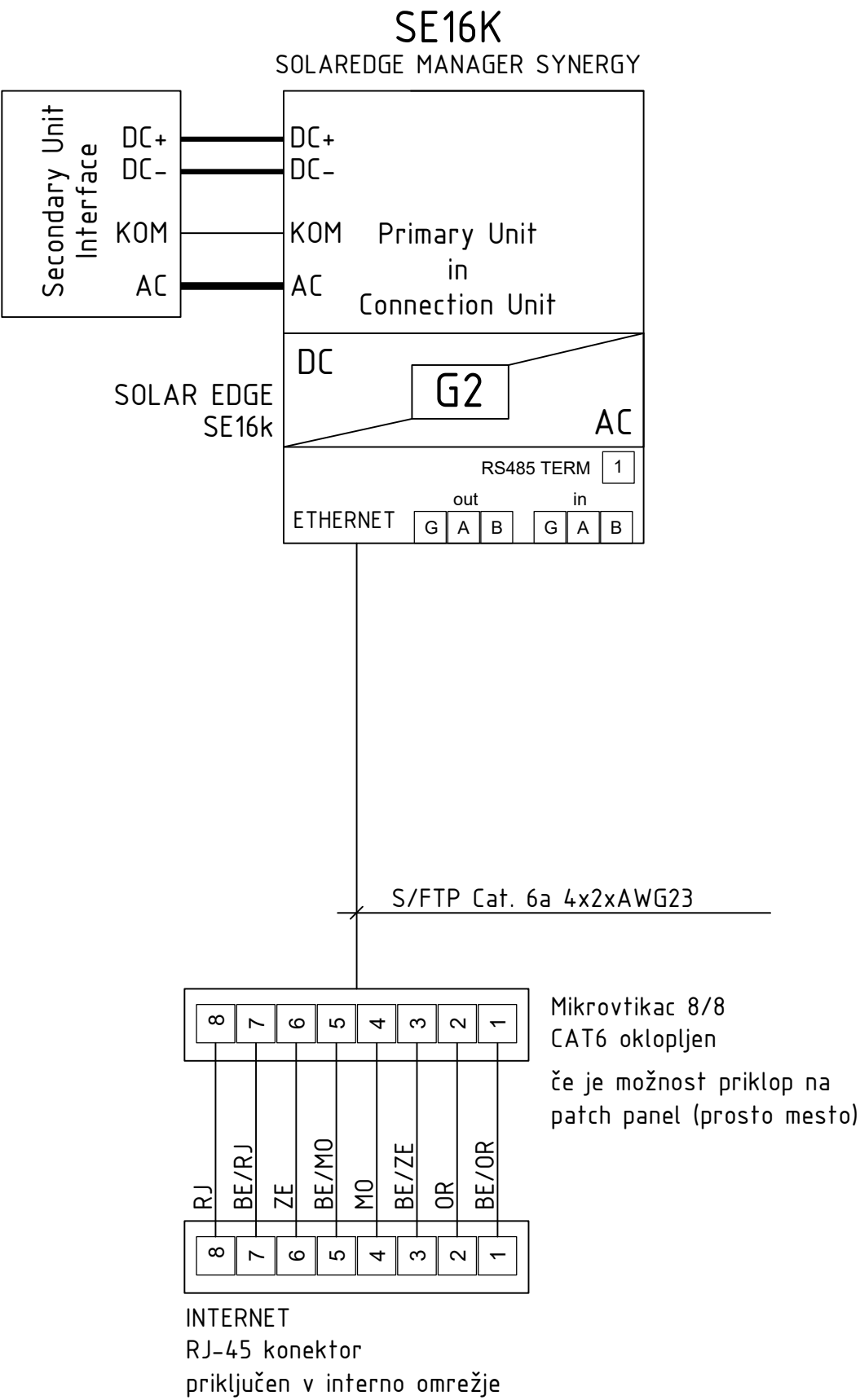


JB energija d.o.o.  
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem  
8273, Leskovec pri Krškem  
Phone +386 7 292 7028

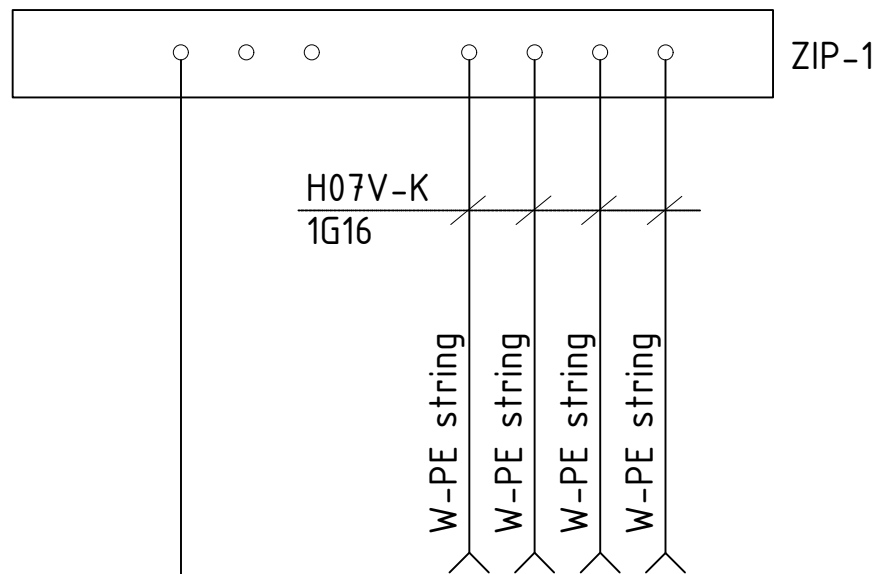
Vsečina:  
Odvodi  
Projekt, objekt in lokacija:  
MFE Stadion Brežice  
Brežice, Cesta bratov Milavcev 18

|             |            |                 |   |        |   |
|-------------|------------|-----------------|---|--------|---|
| Razdelilec: | =LMO-SE    | Prostor:        |   | Stran: | 3 |
| Št. proj.:  | 058/2023   | Sledi:          |   |        |   |
| Št. načrta: | 058/2023-2 | Število strani: | 3 |        |   |

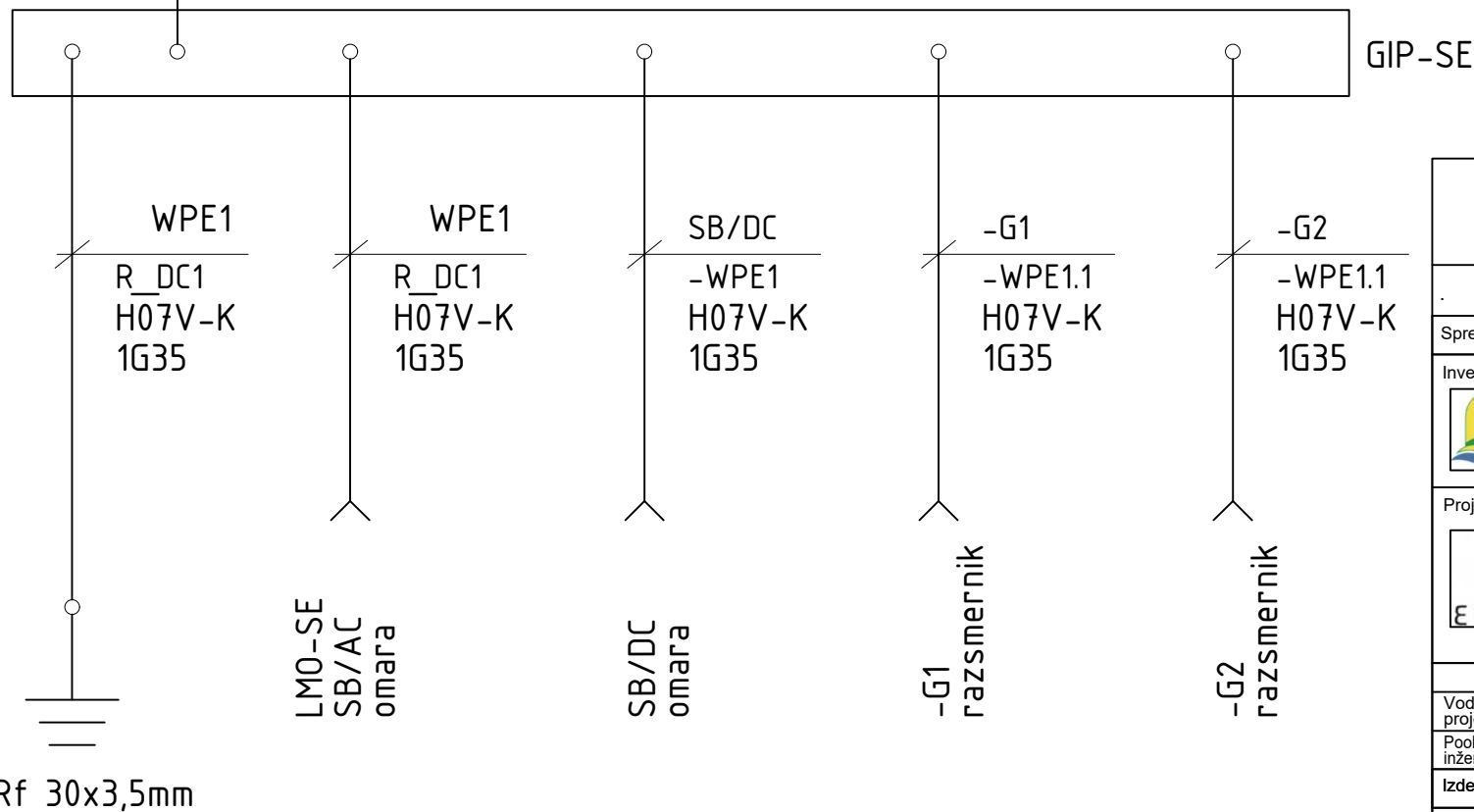
5



|                          |  |  |  |                                                                                             |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                          |  |  |  |                                                                                             |  |  |  |
|                          |  |  |  |                                                                                             |  |  |  |
| Sprememba:               |  |  |  | Opis spremembe:                                                                             |  |  |  |
|                          |  |  |  | Datum                                                                                       |  |  |  |
|                          |  |  |  | Podpis:                                                                                     |  |  |  |
| Investitor:              |  |  |  | Občina Brežice                                                                              |  |  |  |
|                          |  |  |  | Cesta prvih borcev 18                                                                       |  |  |  |
|                          |  |  |  | 8250 Brežice                                                                                |  |  |  |
| Projektant:              |  |  |  | JB energija d.o.o.                                                                          |  |  |  |
|                          |  |  |  | Kobile 2                                                                                    |  |  |  |
|                          |  |  |  | 8273 Leskovec pri Krškem                                                                    |  |  |  |
| Naziv gradnje:           |  |  |  | Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe |  |  |  |
|                          |  |  |  | MFE Stadion Brežice                                                                         |  |  |  |
| Vsebina/naslov risbe:    |  |  |  | VEZAVA SHEMA MONITORINGA ELEKTRARNE                                                         |  |  |  |
| Vodja projekta           |  |  |  | dr. Katerina Božič, mag. inž. el.                                                           |  |  |  |
| Pooblaščen inženir       |  |  |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                                                     |  |  |  |
| Izdela:                  |  |  |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                                                     |  |  |  |
| Sodelavci:               |  |  |  |                                                                                             |  |  |  |
| Za gradnjo:              |  |  |  | INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA                                                              |  |  |  |
| Št. projekta:            |  |  |  | 058/2023                                                                                    |  |  |  |
| Datum:                   |  |  |  | marec 2024                                                                                  |  |  |  |
| Vrsta proj. dokumen.:    |  |  |  | Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje                                                  |  |  |  |
| Vrsta načrta:            |  |  |  | 3/0.NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE                                                         |  |  |  |
| Številka načrta:         |  |  |  | 058/2023-2                                                                                  |  |  |  |
| Št. načrta investitorja: |  |  |  |                                                                                             |  |  |  |
| Št. risbe:               |  |  |  | 7                                                                                           |  |  |  |



H07V-K  
1G35



|                    |  |                                                            |  |                   |                                                                                                                                   |                                                                      |         |
|--------------------|--|------------------------------------------------------------|--|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------|
|                    |  |                                                            |  |                   |                                                                                                                                   |                                                                      |         |
| Sprememba:         |  | Opis spremembe:                                            |  |                   | Datum                                                                                                                             |                                                                      | Podpis: |
| Investitor:        |  | Občina Brežice<br>Cesta prvih borcev 18<br>8250 Brežice    |  |                   | Objekt lokacija:<br>Brežice, Cesta bratov Milavcev 18                                                                             |                                                                      |         |
| Projektant:        |  | JB energija d.o.o.<br>Kobile 2<br>8273 Leskovec pri Krškem |  |                   | Naziv gradnje:<br>Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe MFE Stadion Brežice |                                                                      |         |
| Vodja projekta     |  | Ime:                                                       |  | Ident. št.:       |                                                                                                                                   | Podpis:                                                              |         |
| Pooblaščen inženir |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                    |  | IZS PI E-2412     |                                                                                                                                   | Vsečina/naslov risbe:                                                |         |
| Izdela:            |  | Simon Per, dipl.inž.el.                                    |  |                   |                                                                                                                                   | VEZALNA SHEMA IZENAČEVANJA POTENCIALA                                |         |
| Sodelavci:         |  |                                                            |  |                   |                                                                                                                                   | Vrsta proj. dokumen.: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje PZI |         |
| Za gradnjo:        |  | INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA                             |  | Merilo: 1:XX      |                                                                                                                                   | Spr:                                                                 |         |
| Št. projekta:      |  | 058/2023                                                   |  | Datum: marec 2024 |                                                                                                                                   | Številka načrta: 058/2023-2                                          |         |
|                    |  |                                                            |  |                   |                                                                                                                                   | Št. risbe: 8                                                         |         |

### 3.7 PRILOGE

#### 3.7.1 Tabela dimenzioniranja kablov s skladu s SIST HD 60364-5-52:2011

| PARAMETRI<br>DIMENZIONIRANJA                                                                    | Oznaka       | Enota                 |                                                     |                                 |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| <b>STIKALNI BLOK - točka<br/>priključitve</b>                                                   |              |                       | Tipška shema<br>priklopa:<br>PS.3A TP -<br>NN izvod | <b>PMO</b>                      | Glavni stikalni<br>blok: <b>SB/AC</b> |
| <b>Porabnik</b>                                                                                 |              |                       | <b>PMO</b>                                          | <b>SB-DC/AC</b>                 | <b>Razsmernik<br/>+G2</b>             |
| Tip kabla                                                                                       |              |                       | NA2XY<br>4x70mm <sup>2</sup>                        | FG16OR16<br>5x10mm <sup>2</sup> | FG16OR16<br>4x10mm <sup>2</sup>       |
| tip razvoda - način polaganja                                                                   |              |                       | <b>D</b>                                            | <b>D</b>                        | <b>C</b>                              |
| Nazivna napetost                                                                                | <b>Un</b>    | <b>V</b>              | 400                                                 | 400                             | 400                                   |
| Konična moč porabnika                                                                           | <b>Pk</b>    | <b>kW</b>             | 13,6                                                | 13,6                            | 13,6                                  |
| Faktor delavnosti                                                                               | <b>cosfi</b> |                       | 1                                                   | 1                               | 1                                     |
| Izkoristek                                                                                      | <b>eta</b>   |                       | 1                                                   | 1                               | 1                                     |
| Nazivni tok porabnika                                                                           | <b>Ib</b>    | <b>A</b>              | 19,63                                               | 19,63                           | 19,63                                 |
| Presek faznega vodnika                                                                          | <b>Sf</b>    | <b>mm<sup>2</sup></b> | 70                                                  | 10                              | 10                                    |
| Presek nevtralnega vodnika                                                                      | <b>So</b>    | <b>mm<sup>2</sup></b> | 70                                                  | 10                              | 10                                    |
| Zdržni tok kabla iz tabele                                                                      | <b>Izt</b>   | <b>A</b>              | 202                                                 | 60                              | 60                                    |
| Korekcijski faktor temperature                                                                  | <b>Ft</b>    |                       | 0,96                                                | 0,96                            | 0,82                                  |
| Korekcijski faktor za polaganje                                                                 | <b>Fp</b>    |                       | 1                                                   | 1                               | 1                                     |
| Trajni zdržni tok                                                                               | <b>Iz</b>    | <b>A</b>              | 193,92                                              | 57,60                           | 49,20                                 |
| Konstanta vodnika (Cu=115, Al=74)                                                               | <b>K</b>     |                       | 74                                                  | 74                              | 115                                   |
| Nazivni tok zaščitne naprave                                                                    | <b>In</b>    | <b>A</b>              | <b>35</b>                                           | <b>50</b>                       | <b>20</b>                             |
| Faktor zaščitne naprave                                                                         | <b>k</b>     |                       | 1,6                                                 | 1,6                             | 1,45                                  |
| Tok delovanja zaščitne naprave<br>(I <sub>2</sub> =kxIn)                                        | <b>I2</b>    | <b>A</b>              | 56                                                  | 80                              | 29                                    |
| 1,45*I <sub>z</sub>                                                                             |              | <b>A</b>              | 281,18                                              | 83,52                           | 71,34                                 |
| Dolžina kabla (tokokroga)                                                                       | <b>Lt</b>    | <b>km</b>             | 0,46                                                | 0,014                           | 0,015                                 |
| Impedanca kratkostične znake od<br>TP do porabnika pri 3polnem<br>kratkem stiku                 | <b>Zk</b>    | <b>Ω</b>              | 0,407                                               | 0,447                           | 0,434                                 |
| Vrednost impedance okvarne zanke<br>vodnika                                                     | <b>Zo</b>    | <b>Ω</b>              | 0,376                                               | 0,080                           | 0,054                                 |
| Impedanca okvarne zanke od TP<br>do porabnika                                                   | <b>Zsk</b>   | <b>Ω</b>              | 0,814                                               | 0,894                           | 0,867                                 |
| Tok kratkega stika pri tripolnem<br>kratkem stiku                                               | <b>Ik3p</b>  | <b>A</b>              | 624,47                                              | 568,56                          | 585,89                                |
| <b>Kontrola minimalnega preseka vodnika S<sub>min</sub>&lt;S (v odvisnosti od časa odklopa)</b> |              |                       |                                                     |                                 |                                       |

|                                            |                        |                       |              |              |              |
|--------------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Izpolnjen pogoj $S_{min} < S$              | <b>S<sub>min</sub></b> | <b>mm<sup>2</sup></b> | 2,67         | 2,43         | 0,32         |
| <b>Kontrola termične obremenitve</b>       |                        |                       |              |              |              |
| Izpolnjen pogoj: $I_b \leq I_n$            |                        |                       | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    |
| Izpolnjen pogoj: $I_n \leq I_z$            |                        |                       | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    |
| Izpolnjen pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ |                        |                       | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    | <b>DA</b>    |
| <b>Kontrola padcev napetosti</b>           |                        |                       |              |              |              |
| Padec napetosti na tokokrogu               | <b>dU</b>              | <b>%</b>              | 0,997        | 0,213        | 0,228        |
| Padec napetosti na dovodnem kablu          | <b>u0</b>              | <b>%</b>              | x            | 0,372        | 0,600        |
| Skupni padec napetosti                     | <b>usk</b>             | <b>%</b>              | <b>0,997</b> | <b>0,585</b> | <b>0,827</b> |

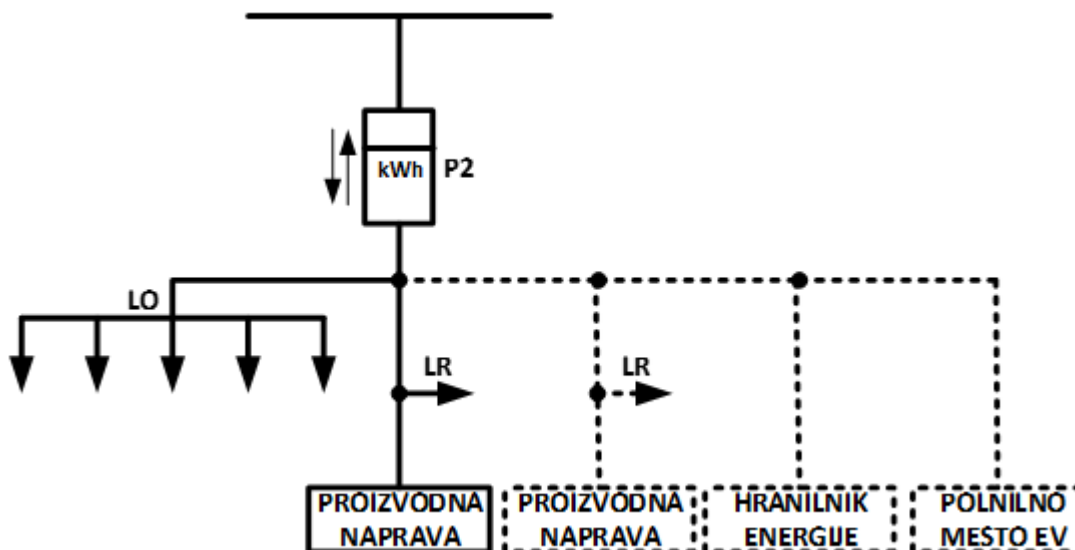
### 3.7.2 Soglasje za priključitev

SODO d.o.o. na podlagi izdanega pooblastila osebama MAKS BREZOVNIK in mag. TOMISLAV KRAMARŠEK, zaposlenima pri ELEKTRO CELJE, d.d., in na osnovi 139. člena Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. in 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) ter na osnovi vloge za objekt ŠPORTNO IGRIŠČE S SAMOOSKRBO, MFE STADION BREŽICE, ki jo je v imenu imetnika soglasja OBČINA BREŽICE, CESTA PRVIH BORCEV 18, 8250 BREŽICE podal pooblaščenec JB ENERGIJA, OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE IN STORITVE, D.O.O., KOBILE 2, 8273 LESKOVEC PRI KRŠKEM, izdaja naslednje

## SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1443029 za individualno samooskrbo

Imetniku soglasja OBČINA BREŽICE, CESTA PRVIH BORCEV 18, 8250 BREŽICE se izda soglasje za priključitev za objekt ŠPORTNO IGRIŠČE S SAMOOSKRBO, MFE STADION BREŽICE za potrebe individualne samooskrbe, sestavljene iz kombinacije elektroenergijskih modulov, na parceli št. 651/7 (k.o. 1283 - ČRNC), v kraju BREŽICE pod navedenimi pogoji.

| Oznaka merilno-krmilne naprave | Številka merilnega mesta | GSRN MM            |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------|
| P2                             | 2005845                  | 383111580023290293 |



### I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

#### A.) PROIZVODNJA

1. Številka merilnega mesta: 2005845
2. GSRN MM: 383111580023290293
3. Tipska priključna shema: PS.3A
4. **Priključna moč oddaje v distribucijski sistem: 12,75 kW**
5. Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 50$  A
6. Način obratovanja: M - paralelno z DS - mešani (za svoje potrebe in oddajo)

**PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA**

1. Delovna moč fotonapetostnih modulov: 12,75 kW
2. Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu
3. Podatki o elektroenergijskem modulu:
  - Primarni vir energije: Sonce
  - Opis razsmernikov:

| Število razsmernikov | Vrsta razsmernika | Naznačena navidezna moč (kVA) | Naznačena napetost (V) |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------|
| 1                    | Trifazni          | 17                            | 400                    |

**B.) LASTNI ODJEM**

1. Številka merilnega mesta: 2005845
2. GSRN MM: 383111580023290293
3. Številka obstoječega soglasja za priključitev: 1211424-O
4. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN brez merjene moči
5. **Priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 35 kW**
6. Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 50$  A
7. Jalova energija mora biti kompenzirana na  $\cos\varphi = 0,95$
8. Jakost omejevalca toka NN izvoda: 125 A

**II. TEHNIČNI POGOJI****A.) PROIZVODNJA****1. Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)**

Mesto vključitve priključka v distribucijski sistem je navedeno v poglavju B.) LASTNI ODJEM.

**2. Tehnični pogoji za elektroenergijske module (naprave za samooskrbo)****2.1. Proizvodnja električne energije iz energije sonca**

| Določba                                                  | Vrednost parametra |
|----------------------------------------------------------|--------------------|
| Tip elektroenergijskega modula (naprave za samooskrbo)   | A                  |
| Vrsta elektroenergijskega modula (naprave za samooskrbo) | MPP                |
| Število faz priključka                                   | TRIFAZNI           |
| Karakteristika delovne moči                              | D-1                |

- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) tipa A mora biti opremljen z logičnim vmesnikom (vhodom), da se zagotavljanje izhodne delovne moči preneha v 5 sekundah po prejemu navodila na vhodu. Operativna uporaba vhoda se bo začela izvajati po vzpostavitvi sistema pri distribucijskem operaterju oziroma njegovem pooblaščenem izvajalcu naloge obratovanja distribucijskega sistema in izpolnitvi spodaj navedenih komunikacijskih zahtev.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede stabilnosti obratovanja, v odvisnosti od hitrosti spreminjanja frekvence (RoCoF), skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve glede dopustnega zmanjšanja delovne moči iz največje izhodne delovne moči glede na padajočo frekvenco, skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.6, Priloge 5, SONDSEE.

- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja morala glede na tip izpolniti komunikacijske zahteve, skladno s poglavjem XIII.1-5, Priloge 5, SONDSEE. Distribucijski operater bo obvestil imetnika soglasja o obvezi za izpolnitev navedenih zahtev po izgradnji svojega sistema za izmenjavo obratovalnih podatkov o proizvodni napravi najmanj 3 mesece pred začetkom izmenjave teh podatkov.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolniti zahteve glede delovanja sistemov posluževanja in prejema ukrepov na daljavo, skladno s poglavjem XIV.1-2, priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) se lahko glede na tip ponovno vključi na sistem po nenamernem izklopu, ki je posledica motnje v omrežju (sistemu) in vgradnje sistemov za avtomatski ponovni vklop, če izpolni pogoje, določene v poglavju XV.1, Priloge 5, SONDSEE.

### 3. Ločilno mesto

- Lokacija: NN priključno merilna omarica, katera je locirana na stalno dostopnem mestu
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Ločilno mesto mora smiselno ustrezati vsem zahtevam iz poglavja VIII, Priloga 5, SONDSEE. Nahajati se mora med prevzemno predajnim mestom in napravo za samooskrbo oziroma posameznimi elektroenergijskimi moduli ter hranilnikom električne energije. Merjenje parametrov omrežja (napetost, frekvenca napetosti, tok) se mora izvajati med prevzemno predajnim mestom (za števcem) in ločilnim mestom.
- Ločilno mesto mora biti opremljeno s preklopko in stikalom blokade ponovnega vklopa ločilnega mesta, s katerima lahko manipulira samo distribucijski operater. Zagotovljen mora biti ročni izklop stikala na ločilnem mestu in blokada ponovnega vklopa.
- Pri večjem številu elektroenergijskih modulov naprave za samooskrbo, skupne delovne moči do vključno 30 kW, je dovoljena izvedba popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta. Če je skupna moč vseh elektroenergijskih modulov naprave za samooskrbo večja od 30 kW, je treba vgraditi dodatno (neporazdeljeno) zaščito na ločilno mesto, ki v primeru delovanja izključi vse elektroenergijske module te proizvodne naprave.
- Porazdeljenost ločilnega mesta glede na stikalo na katero delujejo zaščite: NE

| Lokacija                | Zahtevane zaščite                                | Shema Uf zaščit |
|-------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| Stikalo ločilnega mesta | Pretokovna, Kratkostična, Napetostna, Frekvenčna | UF-B            |

- Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo glede izvedbe posameznih zaščit izpolnjevati zahteve iz poglavij VIII.1.1 do VIII.4., Priloga 5, SONDSEE.
- Spremembe nastavitve zaščitnih naprav na ločilnem mestu lahko odobri samo pooblaščen oseba distribucijskega operaterja.
- Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo ustrezati zahtevam delovanja hitrega avtomatskega ponovnega vklopa v distribucijskem sistemu.
- Vsak izpad napetosti v javnem omrežju EES mora povzročiti zanesljiv izklop stikala na ločilnem mestu.
- Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli se lahko po lastnem izklopu ponovno avtomatsko vključita v omrežje pod pogoji, določenimi v poglavju VIII.6, SONDSEE.
- Zaščita na ločilnem mestu in generatorska zaščita ne smeta omejevati vgradnje oziroma delovanja shunt stikala, ki ob zemeljskem stiku v SN omrežju za trenutek v RTP ozemlji fazo, na kateri je zemeljski stik.

**Ostale zahteve za ločilno mesto:**

- Če je na ločilnem mestu priključenih v omrežje več enofaznih naprav za samooskrbo hkrati, morajo biti čim bolj enakomerno razporejene po fazah. V nobenem primeru ne sme fazno neravnotežje v obratovanju presegati 3,7 kW (največja razlika delovne moči med posameznimi linijskimi vodniki). Moč enofaznega naprave za samooskrbo ne sme presegati 3,7 kW.
- To je predvsem treba upoštevati pri priključevanju vseh naprav za samooskrbo, ki uporabljajo enofazne razsmernike za povezavo z omrežjem. Največja dovoljena skupna delovna moč naprave za samooskrbo, ki vsebuje enofazne naprave za samooskrbo, ne sme presegati 11,1 kW.

**B.) LASTNI ODJEM****1. Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)**

- Lokacija oz. mesto priključitve:

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| Mesto priključitve | NIZKONAPETOSTNO OMREŽJE       |
| NN izvod           | I10: STADION                  |
| TP                 | TP BREŽICE PROSVETNI DOM: 396 |

- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Vrsta priključka: Trifazni
- Priključek je obstoječ.
- Impedanca: 0,23 ohmov
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem ozemljitve.
- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| TP       | TP BREŽICE PROSVETNI DOM: 396 |
| SN izvod | J25: KB BREŽICE               |
| RTP      | RTP BREŽICE: 110/20KV         |

- Kratkostična moč tripolnega kratkega stika na 20 kV v RTP BREŽICE: 110/20KV znaša 500 MVA.
- Enopolni tok zemeljskega stika iz strani distribucijskega sistema: 150 A
- Avtomatski ponovni vklop - prva stopnja: 0,3 s
- Avtomatski ponovni vklop - druga stopnja: 60 s

**2. Prezemno predajno mesto (mesto sprejema električne energije iz distribucijskega sistema) - pogoji za imetnika soglasja**

- Lokacija: NN priključno merilna omarica, katera je locirana na stalno dostopnem mestu
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Merilne naprave:
  - Direktni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z notranjo uro razreda točnosti A za delovno energijo in 2 za jalovo energijo, z integrirano smerno zaščito in 2G/4G komunikacijskim vmesnikom
  - V priključno merilno omaro (merilni del) je treba v skladu s tipizacijo merilnih mest (Priloga 2, SONDSEE) vgraditi odklopnik (kontaktor), ki se mora nahajati med števcem električne energije in električno inštalacijo objekta s priključeno napravo za samooskrbo.
  - V primeru, da je priključno merilna omarica dotrajana ali da ni prostora za vgradnjo dodatnih elementov, je treba le to zamenjati z omarico ustrezne velikosti, ki mora izpolnjevati zahteve iz Priloge 2 (Tipizacija merilnih mest), SONDSEE.
  - Priključno merilna omarica mora glede konstrukcije in tehničnih karakteristik, minimalnih dimenzij, uporabe in lokacije namestitve ustrezati zahtevam poglavja 6, Priloge 4 (Tipizacija omrežnih priključkov uporabnikov sistema in nizkonapetostnih priključnih omaric), SONDSEE. Pri tem mora biti za nizkonapetostne priključke v njo vgrajeno varovalčno podnožje, ustrezno izbrano glede na vrsto in presek priključka.
  - Prenapetostna zaščita merilnih naprav: Razred 2 po IEC

- Namestitvev in ožičenje merilne in komunikacijske opreme izvede distributer. Stroške plača imetnik soglasja distribucijskemu operaterju SODO d.o.o. in so določeni v Ceniku drugih storitev, ki jih SODO d.o.o. zaračunava uporabnikom sistema in se nahaja na spletni strani [www.sodo.si](http://www.sodo.si)

## **OSTALI POGOJI**

- Vgrajena naprava za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli morajo izpolnjevati zahteve iz Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 17/19, 197/20) ali nove Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 43/22) in Pravilnika o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz OVE (Ur.l. RS, št. 1/16 in 46/18).
- Uporabnik se bo v sistem samooskrbe vključil oziroma se bo registriral kot končni odjemalec s samooskrbo na podlagi 315.a člena Energetskega zakona EZ-1 (Ur.l. RS, št. 60/19 - UPB, 65/20, 158/20 - ZURE, 121/21 - ZSROVE, 172/21 - ZOEE in 204/21 - ZOP) in Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 17/19 in 197/20), skladno s prvim odstavkom 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 121/21 in 189/21) (letni obračun).
- Kakovost električne energije, ki jo naprava za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli oddajajo v omrežje EES mora biti v skladu s SONDSEE, tako da obratovanje ostalih odjemalcev ali proizvajalcev na tem omrežju v nobenem primeru ni moteno, v nasprotnem primeru lahko distribucijski operater predpiše dodatne pogoje.
- V primeru, da namerava uporabnik v svojo interno električno inštalacijo priključeno napravo za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli uporabljati za otočno obratovanje, mora o tem obvestiti distribucijskega operaterja in podati vlogo za izdajo novega soglasja za priključitev, v katerem bo distribucijski operater predpisal dodatne zahteve.
- Imetnik soglasja za priključitev mora po dokončnosti tega soglasja in pred priključitvijo poravnati stroške omrežnine za priključno moč (OPM), neposredne stroške priključevanja (NSP) in stroške namestitve merilnih naprav. Ti stroški bodo določeni na podlagi cenikov distribucijskega operaterja družbe SODO d.o.o., dosegljivih na spletni strani [www.sodo.si/ceniki](http://www.sodo.si/ceniki), ki bodo veljavni na dan sklenitve pogodbe o uporabi sistema, in pogojev iz tega soglasja za priključitev. Za določitev višine OPM se upošteva skupina končnih odjemalcev in priključna moč odjema iz distribucijskega omrežja oziroma jakost omejevalca toka. Za določitev višine NSP se upošteva vrsta priključka in nazivna napetost. Za določitev višine stroškov namestitve merilnih naprav se upošteva obseg merilnih naprav skladno s Prilogo 2 - Tipizacijo merilnih mest SONDSEE. Dokončna višina teh stroškov bo določena v predračunu, ki bo imetniku soglasja za priključitev posredovan po prejemu popolne vloge za priključitev in uporabo sistema in z izdajo pogodbe o uporabi sistema.
- Imetnik soglasja za priključitev mora pred začetkom odjema električne energije z izbranim dobaviteljem električne energije skleniti pogodbo o dobavi električne energije in z distribucijskim operaterjem pogodbo o uporabi distribucijskega sistema. Izbranega dobavitelja lahko po priključitvi uporabnik zamenja v skladu s predpisi za menjavo dobavitelja. Seznam dobaviteljev je objavljen na spletni strani SODO d.o.o.. Primerjava stroškov dobave električne energije je mogoča na spletni strani Agencije za energijo. Uporabnik sistema, ki nima dostopa do spleta, lahko za uresničevanje pravic in obveznosti iz naslova sprememb na merilnem mestu, izbire dobavitelja elektrike s pomočjo seznama dobaviteljev elektrike, cenika omrežnine in prispevkov ter drugih storitev, izvajanje zasilne in nujne oskrbe ter v ostalih zadevah, pridobi informacije in si naroči vsebine ter dokumente, objavljene na spletu, po redni pošti na svoj naslov, in sicer tako, da kontaktira klicni center, ELEKTRO CELJE, d.d. na telefonsko številko (03) 42 01 180 ali SODO d.o.o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.
- Pred začetkom obratovanja mora imetnik soglasja skladno s Prilogo 5, SONDSEE in tipom naprave za samooskrbo pridobiti končno obvestilo o odobritvi obratovanja.
- Pred priključitvijo objekta mora biti s strani upravljavca distribucijskega sistema izvršen pregled priključka glede izpolnjevanja tehničnih ter drugih pogojev, določenih v soglasju za priključitev.
- Sestavni del zaprosila za priključitev so tudi obratovalna navodila za obratovanje naprave za samooskrbo v slovenskem jeziku, skladno z 21. členom SONDSEE.

- Za vsako spremembo elektroenergetskih ali tehničnih pogojev tega soglasja za priključitev mora investitor vložiti vlogo za spremembo soglasja za priključitev in k vlogi priložiti potrebno dokumentacijo.
- V primeru, ko distribucijski operater ugotovi, da uporabnik s svojo proizvodnjo električne energije povzroča motnje (nemiren odjem električne energije) ostalim uporabnikom električne energije, si upravljavec pridržuje pravico naknadno predpisati dodatne pogoje, v katerih od uporabnika zahteva odpravo teh motenj.
- V primeru, da investitor gradi stanovanjsko hišo v lastni režiji in da tehnični pogoji tega soglasja za priključitev ustrezajo tudi začasemu priklopu gradbišča, je ob priklopu dodatno potrebno upoštevati določila veljavnih predpisov in standardov, ki veljajo za priključitev gradbiščnih priključnih omaric. V tem primeru investitor plačuje porabljeno električno energijo in uporabo distribucijskega sistema v skladu z veljavno zakonodajo, kar pomeni, da se za čas gradbiščnega priključka uvrsti v odjemno skupino NN brez merjenja moči.
- To soglasje za priključitev preneha veljati, če imetnik soglasja v dveh letih ne izpolni vseh zahtev iz tega soglasja. Na predlog imetnika soglasja, ki mora biti vložen najkasneje 30 dni pred potekom veljavnosti soglasja, se veljavnost tega soglasja za priključitev lahko podaljša največ dvakrat, vendar vsakič največ za eno leto.
- Na uporabnikove elektroenergetske naprave ni dovoljeno brez soglasja upravljalca priključevati elektroenergetske naprave drugih uporabnikov.
- Zaradi priključitve uporabnikovega objekta na distribucijski sistem ne smejo biti prizadete pravice in pravne koristi tretjih oseb. Škodo, ki bi nastala zaradi kršitev pravic in pravnih koristi teh oseb, nosi uporabnik.
- S pravnomočnostjo in izpolnitvijo pogojev tega soglasja za priključitev preneha veljati soglasje za priključitev št. 1211424-O, za merilno mesto št. 2005845 (GSRN MM: 383111580023290293).
- V postopku izdaje tega soglasja posebni stroški niso nastali.

### **O b r a z l o ž i t e v**

Pooblaščenec JB ENERGIJA, OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE IN STORITVE, D.O.O., KOBILE 2, 8273 LESKOVEC PRI KRŠKEM je v imenu imetnika soglasja OBČINA BREŽICE, CESTA PRVIH BORCEV 18, 8250 BREŽICE dne 11. 9. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod zaporedno št. 1443029 zaprosil SODO d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe individualne samooskrbe z elektroenergijskimi moduli za objekt ŠPORTNO IGRIŠČE S SAMOOSKRBO, na parceli št. 651/7 (k.o. 1283 - ČRNC), v kraju BREŽICE.

SODO d.o.o. ugotavlja, da je vložnik vlogi za izdajo soglasja za priključitev priložil vso potrebno dokumentacijo in dokazila, ki so pogoj za izdajo soglasja za priključitev.

Skladno z 2. odstavkom 42. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE), (Uradni list RS, št. 121/21 z dne 23.7.2021, zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE-A), uradni list RS, št. 189/21 z dne 3.12.2021) se predmetni sklep vroči v elektronski predal naslovnika, ki je bil naveden v enotni vlogi, ne glede na to ali ustreza varnostnim in tehničnim zahtevam, ki jih mora izpolnjevati varni elektronski predal po 86. členu Zakona o splošnem upravnem postopku (Uradni list RS, št. 24/06 – uradno prečiščeno besedilo, 105/06 – ZUS-1, 126/07, 65/08, 8/10, 82/13 in 175/20 – ZIUOPDVE). Vročitev velja za opravljeno peti dan od dneva odpreme.

SODO d.o.o. je na podlagi dejstev, ugotovljenih v postopku, in v skladu s 139. členom Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. in 72. členom Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21, 189/21), Sistemskimi obratovalnimi navodili za distribucijski sistem električne energije (Ur.l. RS, št. 7/21, 41/22) ter Zakonom o splošnem upravnem postopku (Ur.l. RS št. 24/06 - uradno prečiščeno besedilo, 105/06, 126/07, 65/08, 08/10, 82/13, 175/20 in 3/22 - ZDeb) **odločil, kot je navedeno v izreku tega soglasja.**

**POUK O PRAVNEM SREDSTVU:**

Zoper to odločbo je dovoljena pritožba v 15 dneh od dneva vročitve na Agencijo za energijo, Strossmayerjeva ulica 30, 2000 Maribor. Pritožbo je potrebno vložiti na ELEKTRO CELJE, d.d., Vrnčeva ulica 2a, p.p. 460, 3000 Celje, pisno ali ustno na zapisnik oziroma poslati priporočeno po pošti.

Datum izdaje: 12. 10. 2023

Datum vročitve: 17. 10. 2023

**Postopek vodil/-a:**

MAKS BREZOVNIK

 **Elektro  
Celje, d.d.**  
Vrnčeva 2a, 3000 Celje **2****Direktor SODO d.o.o.:**

mag. Stanislav Vojsk

**po pooblastilu:**

mag. TOMISLAV KRAMARŠEK

Vročiti po elektronski pošti:

[dokumentacija@jb-energija.com](mailto:dokumentacija@jb-energija.com)

Vročiti:

- Arhiv (nadzornišтво Brežice)



### **3.7.3 PV Sol izračun proizvodnje energije**



# ENERGIJA

**JB Energija d.o.o.**  
Kobile 2  
8273 Leskovec pri Krškem

**Contact person:**  
Daniel Pavlovski  
E-Mail: [asistent.projektiva2@jb-energija.com](mailto:asistent.projektiva2@jb-energija.com)

**Project Name:** mFE Stadion Brežice

10. 04. 2024

## Your PV system from JB Energija d.o.o.

Address of Installation

---



## Project Overview



Figure: Overview Image, 3D Design

## Production Forecast

### Production Forecast

|                                                          |                  |
|----------------------------------------------------------|------------------|
| PV Generator Output                                      | 12,32 kWp        |
| Spec. Annual Yield                                       | 1.241,70 kWh/kWp |
| Performance Ratio (PR)                                   | 93,49 %          |
| Yield Reduction due to Shading                           | Not calculated   |
| Grid Export                                              | 15.306 kWh/Year  |
| Grid Export in the first year (incl. module degradation) | 15.306 kWh/Year  |
| Standby Consumption (Inverter)                           | 9 kWh/Year       |
| CO <sub>2</sub> Emissions avoided                        | 7.190 kg / year  |

The results have been calculated with a mathematical model calculation from Valentin Software GmbH (PV\*SOL algorithms). The actual yields from the solar power system may differ as a result of weather variations, the efficiency of the modules and inverter, and other factors.

# Set-up of the System

## Overview

|                                             |                              |
|---------------------------------------------|------------------------------|
| System Data                                 |                              |
| Type of System                              | 3D, Grid-connected PV System |
| Climate Data                                |                              |
| Location                                    | Krško, SVN (1996 - 2015)     |
| Values source                               | Meteonorm 8.1(i)             |
| Resolution of the data                      | 1 h                          |
| Simulation models used:                     |                              |
| - Diffuse Irradiation onto Horizontal Plane | Hofmann                      |
| - Irradiance onto tilted surface            | Hay & Davies                 |

## Module Areas

### 1. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 02

|                                                                      |                                           |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| PV Generator, 1. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 02 |                                           |
| Name                                                                 | Block 01-Sketched mounting surface 02     |
| PV Modules                                                           | 28 x TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+ 2023 (v1) |
| Manufacturer                                                         | Trina Solar                               |
| Inclination                                                          | 30 °                                      |
| Orientation                                                          | South 180 °                               |
| Installation Type                                                    | Roof parallel                             |
| PV Generator Surface                                                 | 55,9 m²                                   |



Figure: 1. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 02

Horizon Line, 3D Design

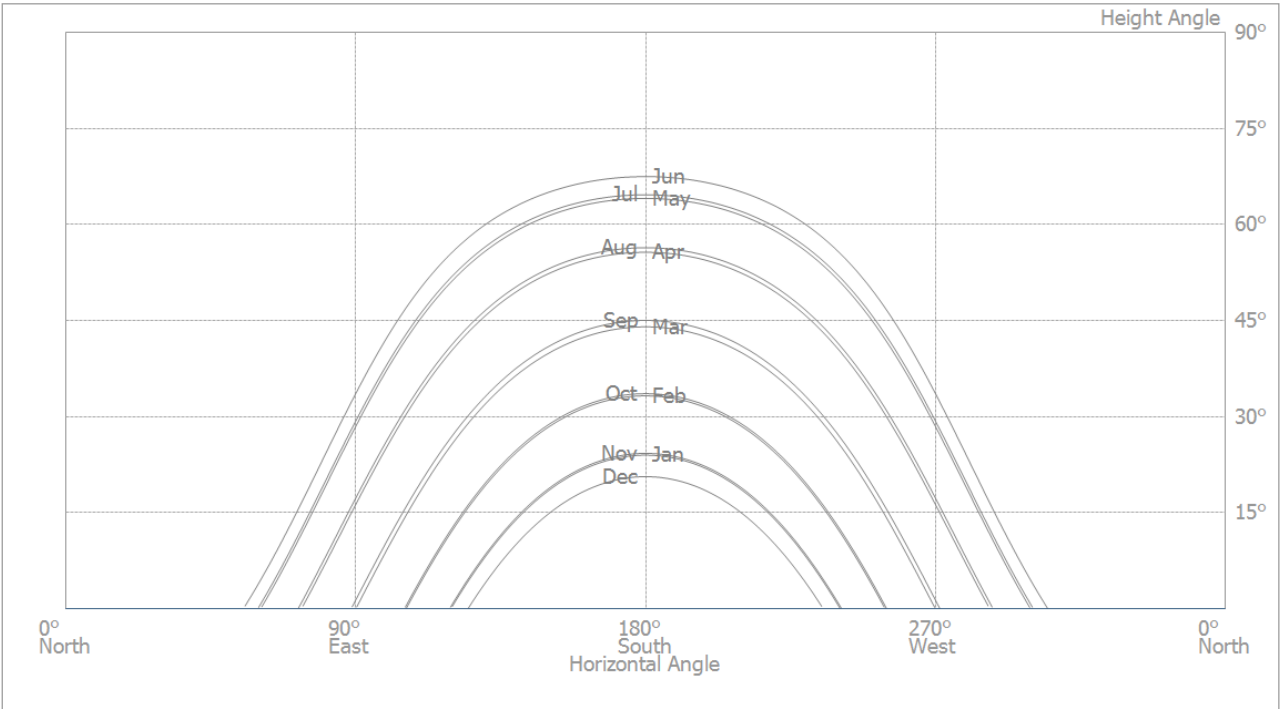


Figure: Horizon (3D Design)

AC Mains

|                                         |       |
|-----------------------------------------|-------|
| AC Mains                                |       |
| Number of Phases                        | 3     |
| Mains voltage between phase and neutral | 230 V |
| Displacement Power Factor (cos phi)     | +/- 1 |

# Simulation Results

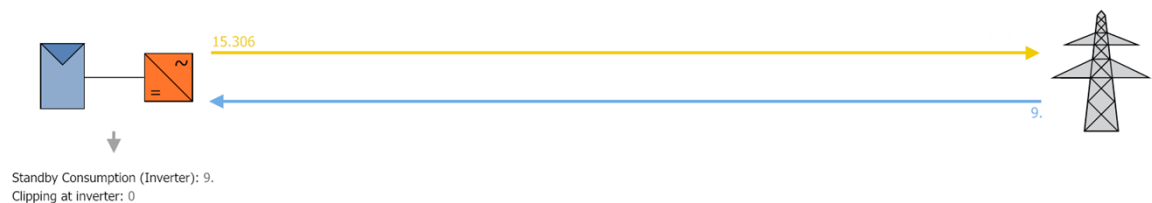
## Results Total System

### PV System

|                                                          |                  |
|----------------------------------------------------------|------------------|
| PV Generator Output                                      | 12,32 kWp        |
| Spec. Annual Yield                                       | 1.241,70 kWh/kWp |
| Performance Ratio (PR)                                   | 93,49 %          |
| Yield Reduction due to Shading                           | Not calculated   |
| Grid Export                                              | 15.306 kWh/Year  |
| Grid Export in the first year (incl. module degradation) | 15.306 kWh/Year  |
| Standby Consumption (Inverter)                           | 9 kWh/Year       |
| CO <sub>2</sub> Emissions avoided                        | 7.190 kg / year  |

### Energy Flow Graph

Project: mFE Stadion Brežice



All values in kWh  
Small deviations in the totals can occur due to rounding  
created with PV\*SOL

Figure: Energy flow

# Plans and parts list

## Overview plan

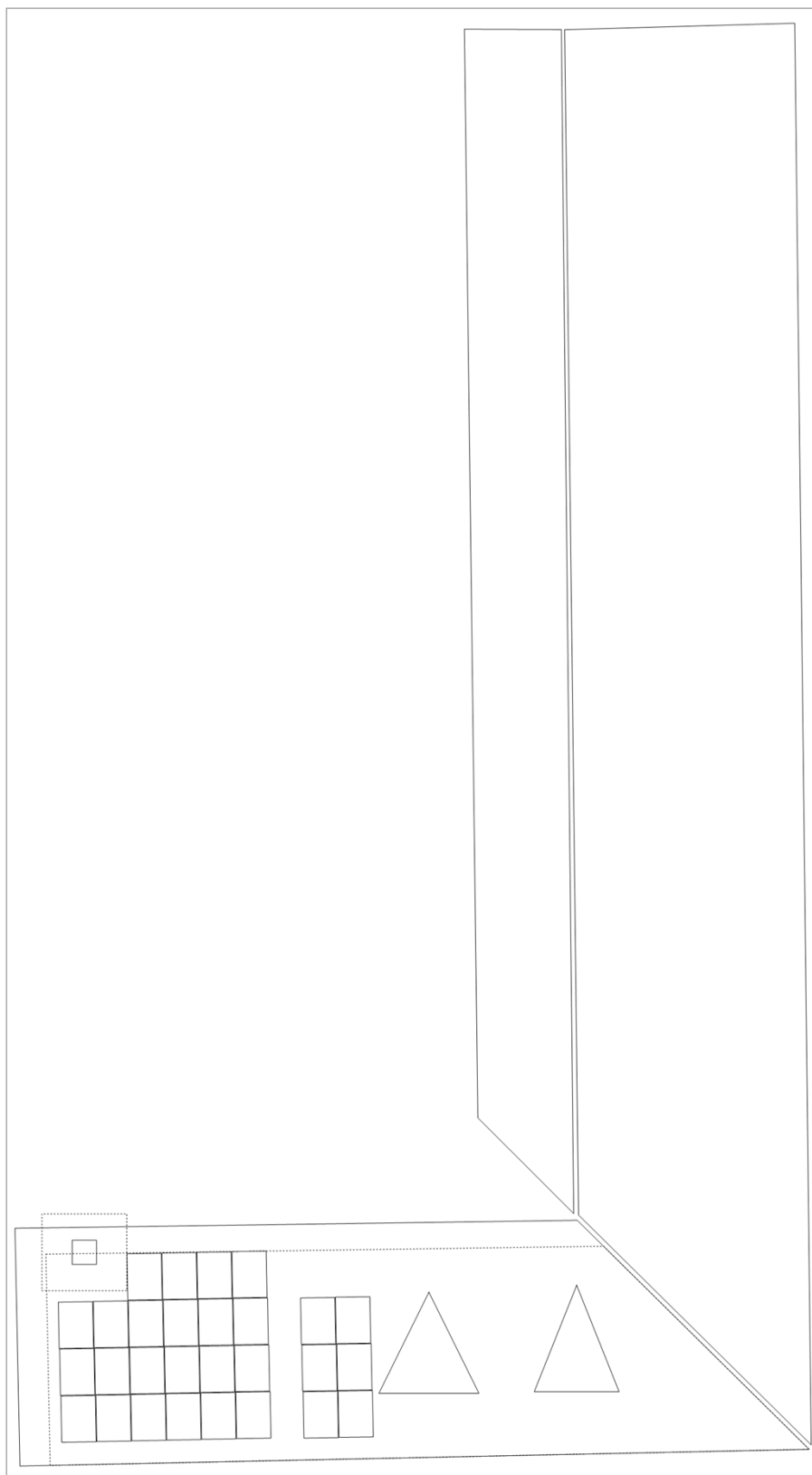


Figure: Overview plan

## Screenshots, 3D Design

### Module Areas



Figure: Screenshot02



#### **3.7.4 K2 Base izračun podkonstrukcije**



# | Connecting Strength

## K2 Base poročilo

# JB Energija- MFE STADION BREŽICE PS3a

---

Naslov projekta

Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice

Podjetje

Marchiol d.o.o.

Obdelal(-a)

David Kociper

Datum izdaje in različica

2024/04/01 | K2 Base Različica 3.1.121.2



## Vsebina

|                    |          |
|--------------------|----------|
| Pregled projekta   | 4        |
| <b>Roof 1</b>      | <b>6</b> |
| Načrt vgradnje     | 8        |
| Rezultati          | 12       |
| Poročilo o statiki | 15       |
| Kosovnica          | 20       |

## 0 nas

### K2 Systems. Inovativen sistem pritrditve iz močne ekipe.

Od leta 2004 razvijamo pionirske in zelo funkcionalne rešitve montažnih sistemov za fotovoltaične instalacije po vsem svetu. Naši sistemi so zasnovani v lastnem oddelku za razvoj izdelkov, kjer nenehno optimiziramo in prilagajamo montažne sisteme nenehno spreminjajočemu se trgu.

#### Strokovna in prijazna ekipa

Tako kot alpinistična ekipa tudi K2 Systems temelji na medsebojnem zaupanju. To velja tako za naše storitve za stranke kot tudi za samo podjetje, saj verjamemo, da zaupljivo partnerstvo vodi do uspešnih fotovoltaičnih projektov.

Naši zaposleni se v celoti osredotočajo na potrebe in želje strank. To velja za vse oddelke podjetja.

#### 10 lokacij in svetovna prodajna mreža

V naši mednarodni ekipi vsi delajo skupaj, da bi strankam zagotovili kompetentne, celovite in popolnoma prilagojene storitve.

To še posebej velja za nenehna izobraževanja naših zaposlenih na področju optimizacije izdelkov, zagotavljanja kakovosti ali novosti v tehnikah gradnje.

#### Upravljanje kakovosti in certifikati

K2 Systems pomeni varne spoje, najvišjo kakovost ter natančno izdelane in prilagojene komponente. Naše stranke in poslovni partnerji vse to zelo cenijo. Trije neodvisni organi so preizkusili, potrdili in certificirali naše spretnosti in komponente. Zunanji organi niso edini, ki so preizkusili sistem K2 Systems. Naš notranji nadzor kakovosti zagotavlja, da so vsi naši izdelki podvrženi stalnemu procesu pregledovanja.

Vsi ti ukrepi zagotavljajo izjemne standarde kakovosti izrednih izdelkov iz K2 Systems, ki jih vzdržujemo z večinoma ekskluzivnimi praksami 'Made in Germany' ali 'Made in Europe'. Naše stranke se lahko zanesejo na našo visoko kakovost in cenijo dejstvo, da nudimo 12-letno garancijo za vse naše komponente.



#### Garancija na izdelek

K2 Systems nudi 12-letno garancijo za vse izdelke v svoji integrirani ponudbi. Uporaba visokokakovostnih materialov in tristopenjski nadzor kakovosti zagotavljata te standarde.

#### Na kratko

Kot specialisti za strehe ponujamo učinkovite in ekonomične rešitve za strehe po vsem svetu ter zagotavljamo strokovno, hitro in zanesljivo podporo našim strankam v solarni industriji.

Statično poročilo ne vključuje preverjanja modulov in zgradb.

## Pregled projekta

### Strehe

| Streha                                                                                                       | Sistem            | Modul                                                      | Višina | Število kosov | Splošno uspešnost |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|--------|---------------|-------------------|
| <u>Roof 1</u><br> Strešniki | <u>SingleRail</u> | TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+)<br>1,762×1,134×30 mm<br>440 Wp | 8.00 m | 29            | 12.76 kWp         |
| Vsota                                                                                                        |                   |                                                            |        | 29            | 12.76 kWp         |

### Informacije o projektu

|             |                                        |
|-------------|----------------------------------------|
| Naslov      | Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice |
| Obdelal(-a) | David Kociper                          |

### Naloži nastavitve

|                            |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| Dimenzioniranje            | SIST EN                                |
| Razred posledic ob škodi   | CC1                                    |
| Trajanje uporabe           | 25 let                                 |
| Kategorija terena          | II - Ravno polje s posameznimi ovirami |
| Okolica                    | Običajen teren                         |
| Območje vetrne obremenitve | 1                                      |
| Območje snežne obremenitve | A1                                     |
| Talna snežna obremenitev   | 1.20 kN/m <sup>2</sup>                 |

### Materialne vrednosti

#### Aluminij EM-AW 6063 (EP, ET, ER/B) T66

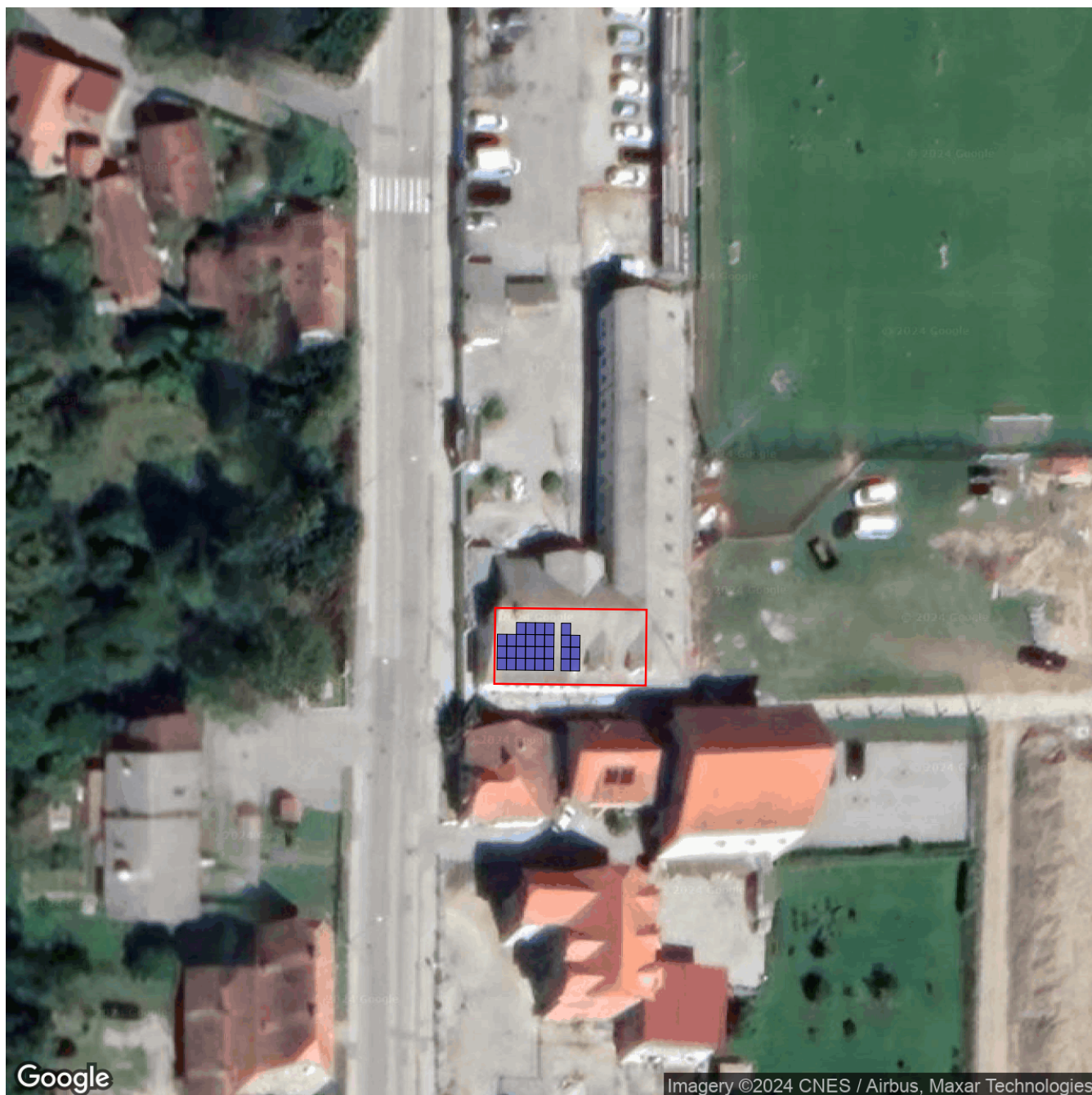
|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| Elastični modul     | $E = 70.000 \text{ N/mm}^2$    |
| Strižni modul       | $G = 26.923 \text{ N/mm}^2$    |
| Gostota             | $g = 2.700 \text{ kg/m}^3$     |
| Toplotni koeficient | $\alpha_T = 2.3e^{-5}$         |
| Popustna trdnost    | $f_{o,k} = 200 \text{ N/mm}^2$ |
| Končna moč          | $f_{u,k} = 245 \text{ N/mm}^2$ |



#### PROJEKT JE VERIFICIRAN.

Izbrani vgradni sistem je mogoče zgraditi skladno z načrtom. Zahvaljujemo se vam za izbiro montažnega sistema K2.

## JB Energija- MFE STADION BREŽICE PS3a



### Informacije o projektu

Naslov

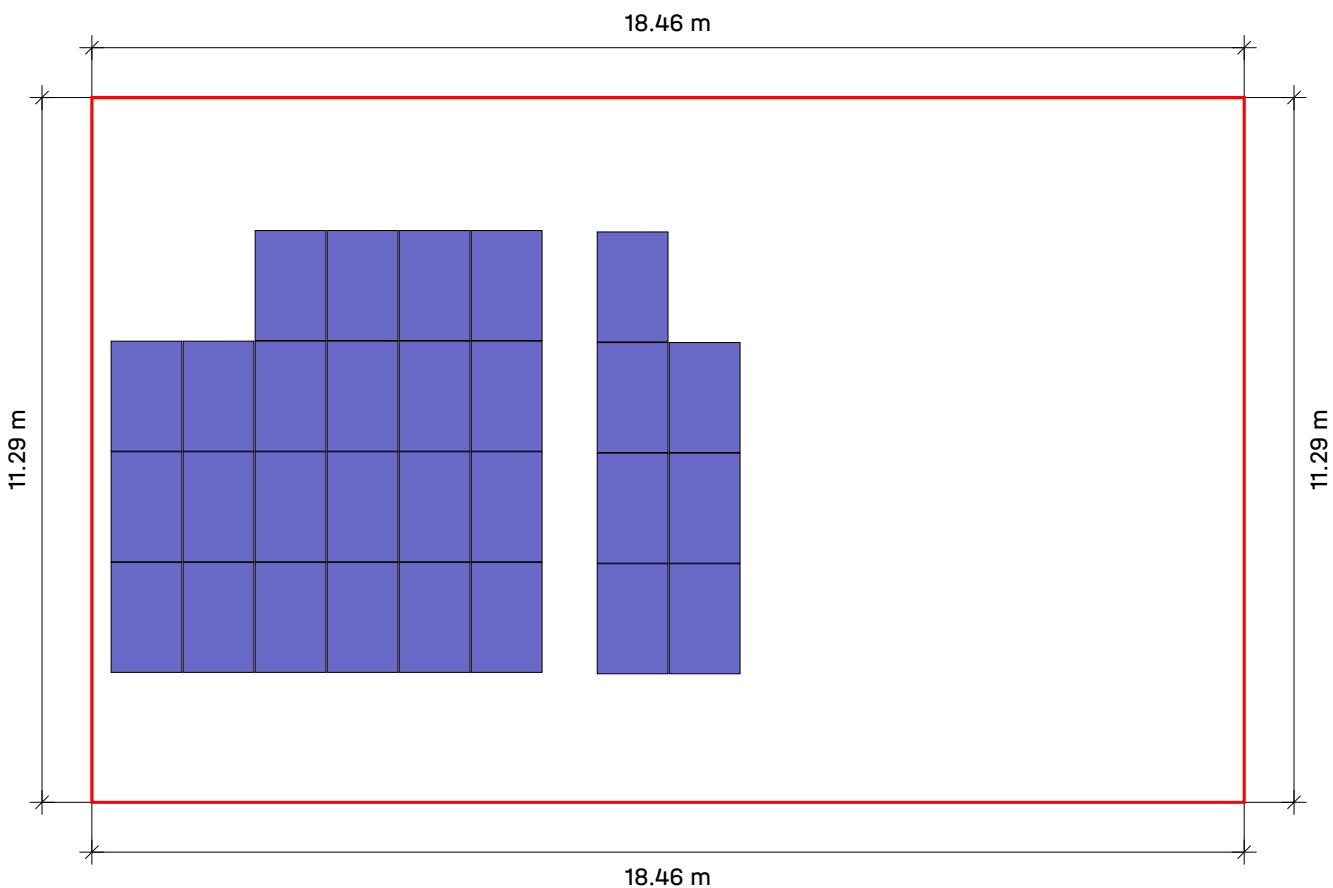
Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice

Obdelal(-a)

David Kociper



# Strehe | Roof 1



| Streha                                                                                        | Sistem                     | Modul                       | Višina | Število kosov | Splošno uspešnost |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------|---------------|-------------------|
| <a href="#">Roof 1</a>                                                                        | <a href="#">SingleRail</a> | TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) | 8.00 m | 29            | 12.76 kWp         |
|  Strešniki |                            | 1,762×1,134×30 mm<br>440 Wp |        |               |                   |



## Strehe | Roof 1 | Načrt vgradnje

### Osnovno vodilo

| Tip | Cela vodila    |                | Rezanje vodil |                |              |
|-----|----------------|----------------|---------------|----------------|--------------|
|     | Skupna dolžina | Število 3.65 m | Del vodila    | Dolžina        | Ostanek      |
| 6*A | 2.388          |                | 3.650         | 2.388 od 3.650 | <u>1.252</u> |
| 2*B | 1.234          |                | <u>1.252</u>  | 1.234 od 1.252 | 0.008        |
| 4*C | 7.300          | 2*3.65 m       | 1.252         | 0.700 od 1.252 | 0.542        |
| 1*D | 4.914          | 1*3.65 m       | 3.650         | 1.264 od 3.650 | <u>2.376</u> |
| 1*E | 4.914          | 1*3.65 m       | <u>2.376</u>  | 1.264 od 2.376 | <u>1.103</u> |
| 1*F | 7.300          | 2*3.65 m       | <u>1.103</u>  | 0.700 od 1.103 | 0.393        |
| 1*G | 7.300          | 2*3.65 m       | 3.650         | 0.700 od 3.650 | 2.940        |

1 cm velja za 'izgubljenega' za vsak rez

Rdeče številke so ostanki tirnic, ki jih ne boste več uporabljali

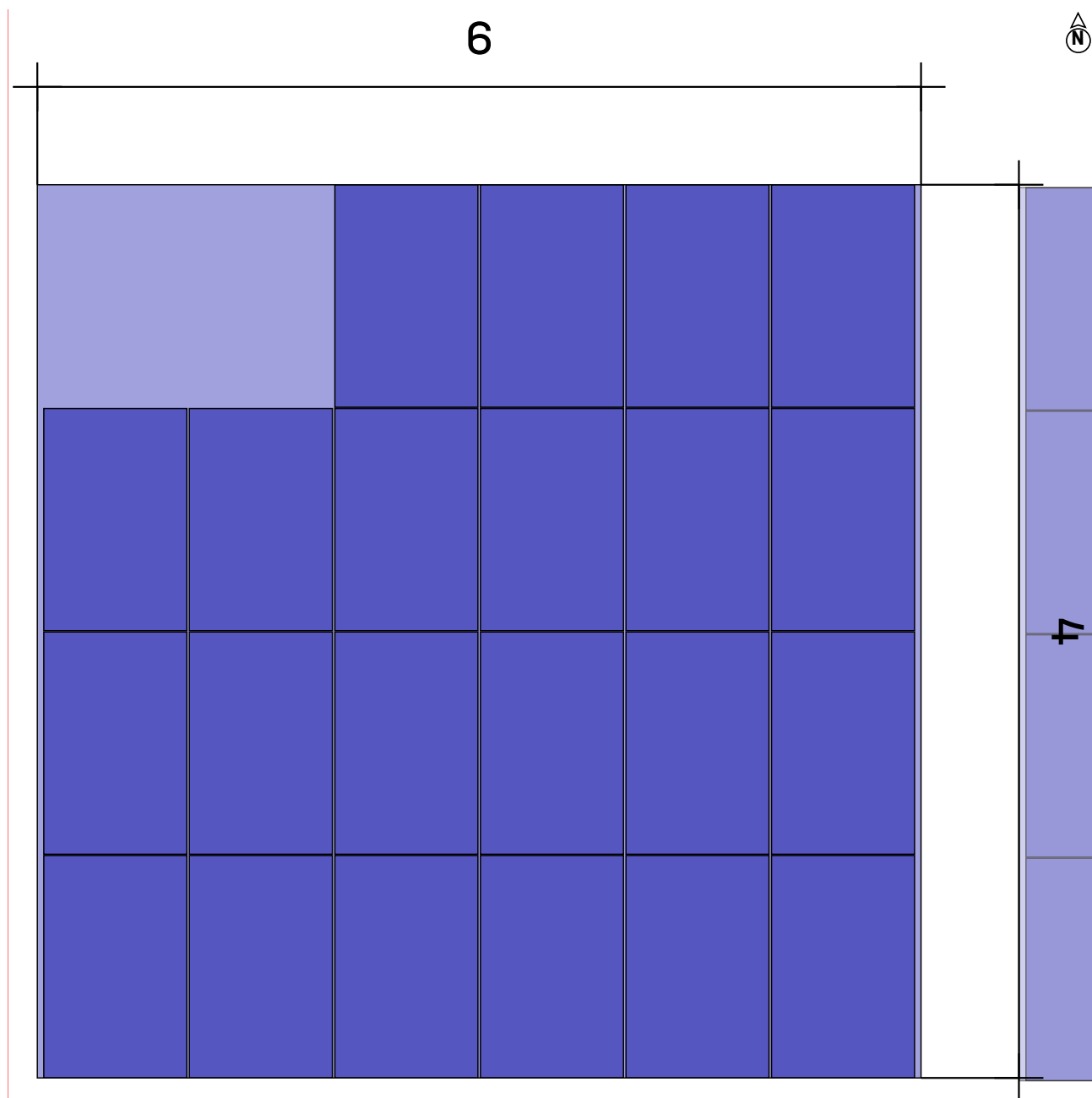
### Razdalja med pritrditvami

| Modul | Območje                | Razdalja | Maksimalna dolžina<br>nosilne roke | Maksimalna<br>razdalja med<br>pritrditvami |
|-------|------------------------|----------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1     | Območje polja          | 0.90 m   | 0.545                              | 1.532                                      |
| 1     | Napušč                 | 0.90 m   | 0.545                              | 1.532                                      |
| 1     | Kotno območje<br>(kap) | 0.90 m   | 0.533                              | 1.405                                      |
| 2     | Območje polja          | 0.90 m   | 0.545                              | 1.532                                      |

### Napaka modula

| Polje modulov | Širina[m] | Dolžina[m] | Širina v modulih | Dolžina v modulih |
|---------------|-----------|------------|------------------|-------------------|
| 1             | 6.90      | 7.08       | 6                | 4                 |
| 2             | 2.29      | 7.08       | 2                | 4                 |

# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1



## Streha ① Polje modulov ①

Vgradni sistem

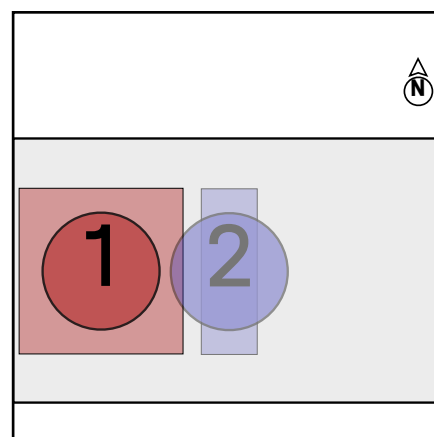
Modul

Razdalja med vrstami

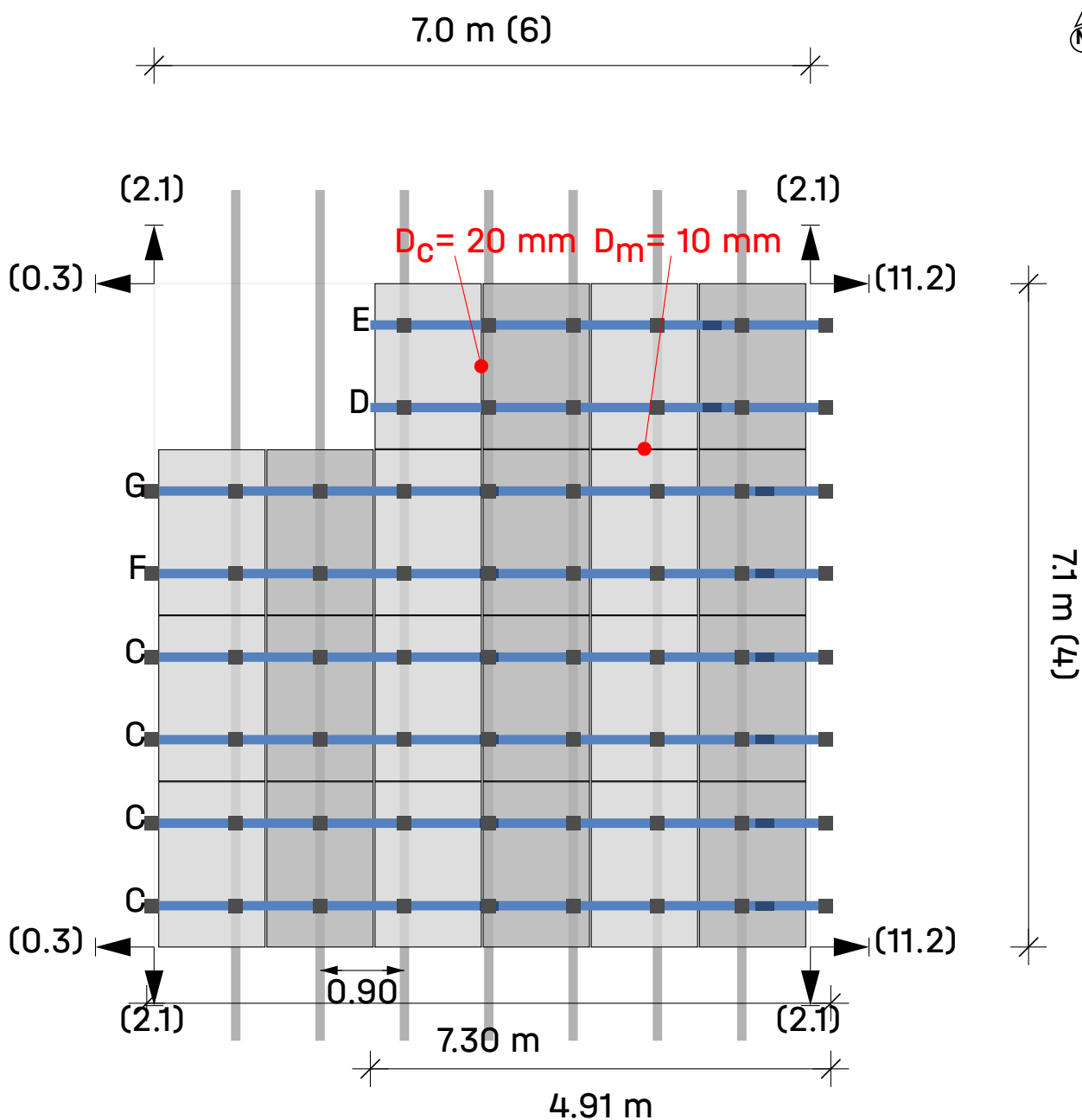
[SingleRail](#)

22(9.68 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

1.77 m



# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

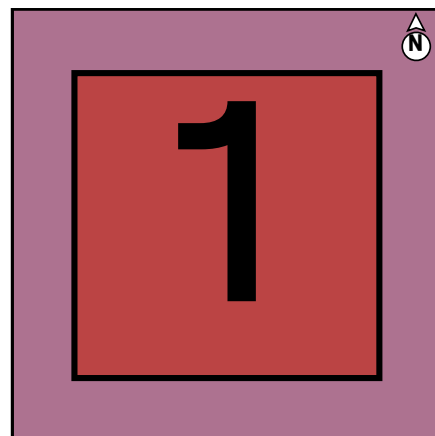


Streha ① Polje modulov ① Blok modulov 1

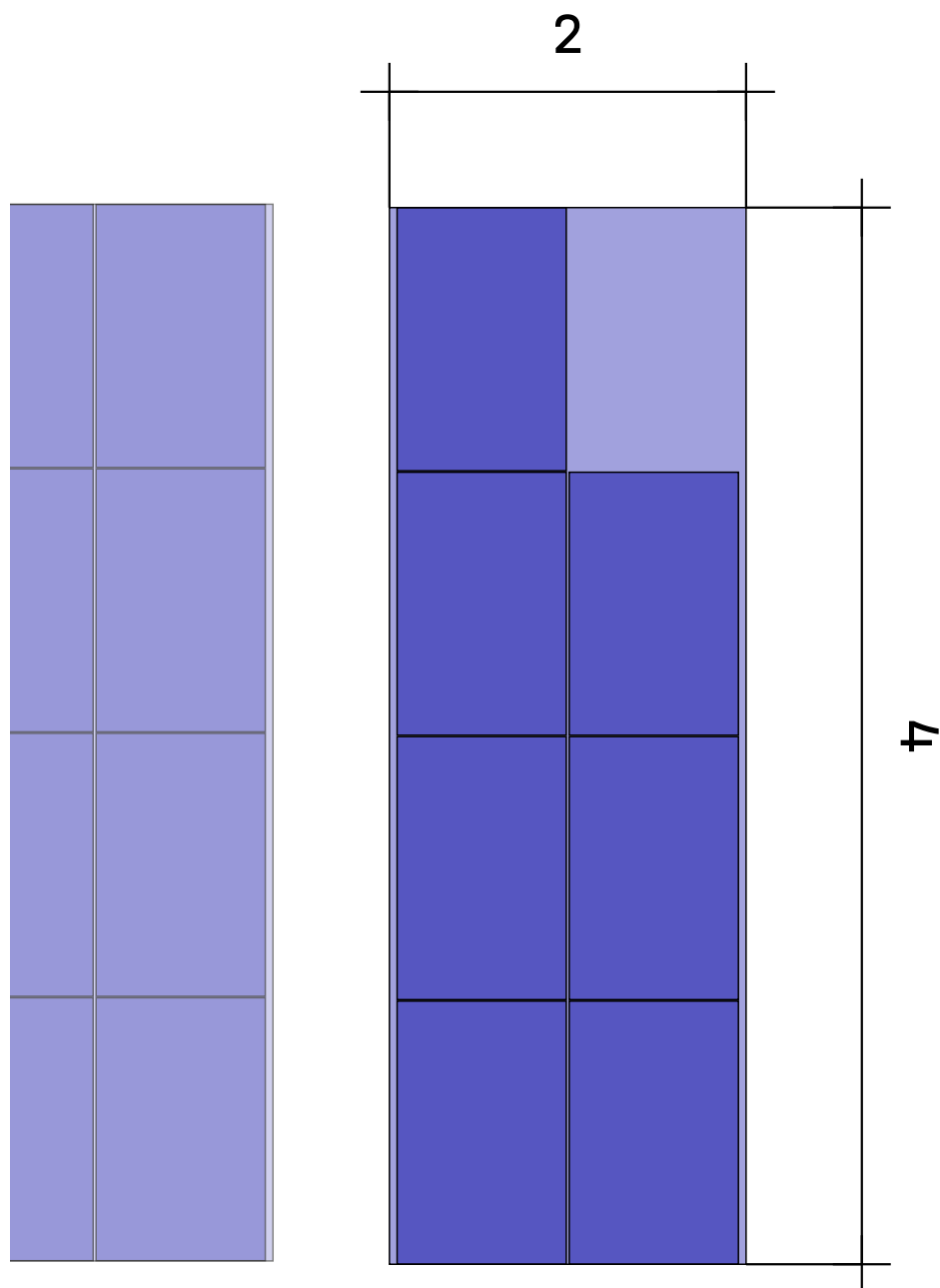
Moduli (6 × 4) - 2 = 22

Legenda

- Pritrditev
- Montažna tirnica: K2 SingleRail 36
- ➡ Razdalja do roba strehe [m]
- D<sub>c</sub> Razdalja za vpenjanje med moduli
- D<sub>m</sub> Razdalja med moduli



# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 2



Streha ① Polje modulov ②

Vgradni sistem

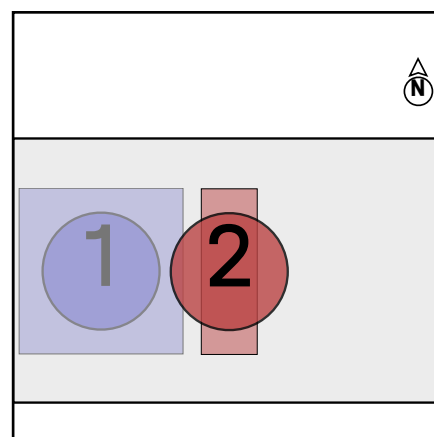
Modul

Razdalja med vrstami

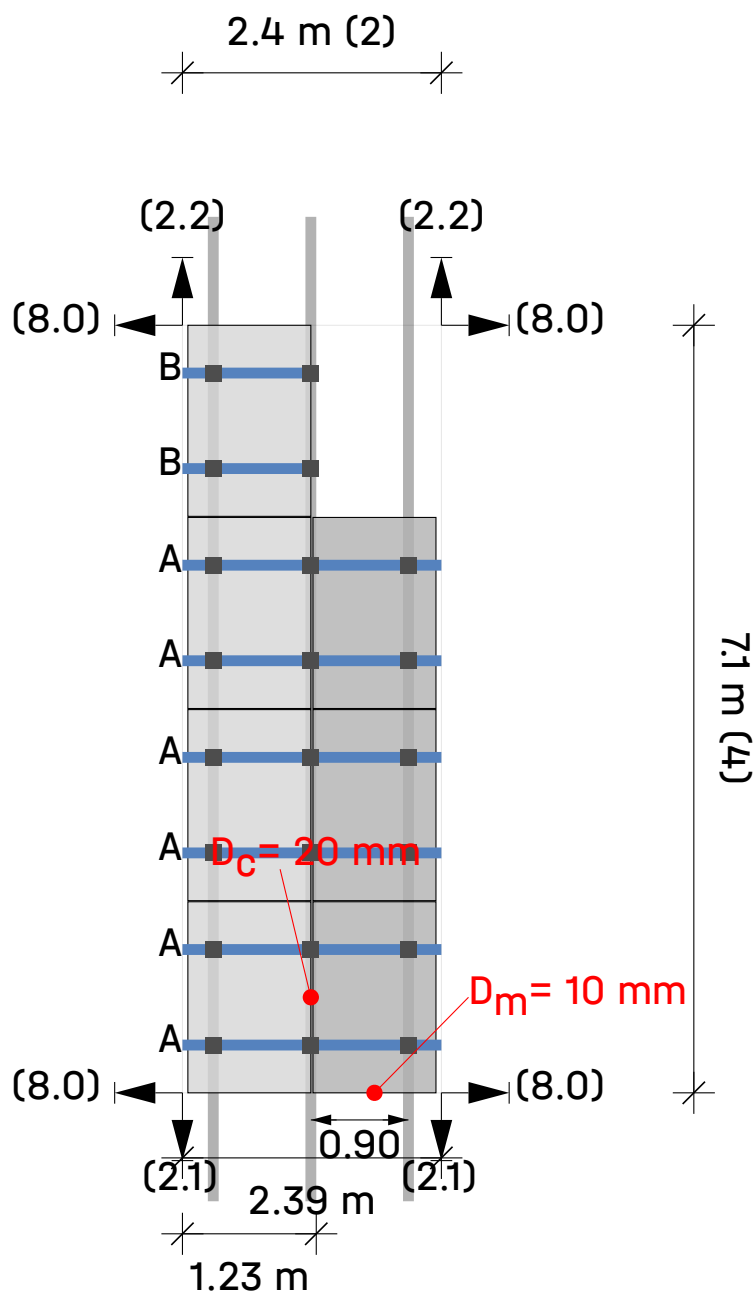
[SingleRail](#)

7(3.08 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

1.77 m



# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

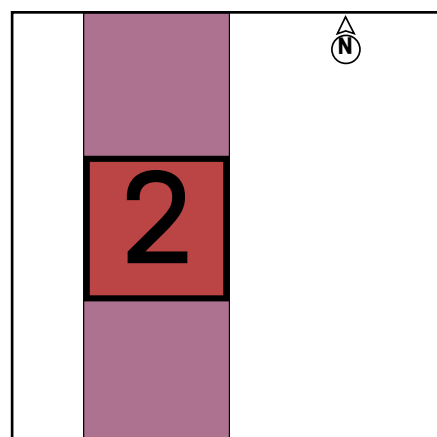


Streha ① Polje modulov ② Blok modulov 2

Moduli (2 × 4) - 1 = 7

Legenda

- Pritrditev
- Montažna tirnica: K2 SingleRail 36
- ➔ Razdalja do roba strehe [m]
- D<sub>c</sub> Razdalja za vpenjanje med moduli
- D<sub>m</sub> Razdalja med moduli



## Rezultati | Roof 1

| Streha                                                                                                       | Sistem            | Modul                                                      | Višina | Število kosov | Splošno uspešnost |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|--------|---------------|-------------------|
| <u>Roof 1</u><br> Strešniki | <u>SingleRail</u> | TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+)<br>1,762×1,134×30 mm<br>440 Wp | 8.00 m | 29            | 12.76 kWp         |

### Modul

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| Ime          | TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) |
| Proizvajalec | Trina Solar Energy          |
| Uspešnost    | 440 Wp                      |
| Mere         | 1,762×1,134×30 mm           |
| Masa         | 21.0 kg                     |

### Deli

|                |                  |
|----------------|------------------|
| Pritrditev     | SingleHook 4S    |
| Osnovna vodila | K2 SingleRail 36 |

### Obremenitve modulov (dimenzioniranje modula)

| Območje             | A-TrA [m²] | Dokazilo o nosilnosti [Pa] |       |          |      | Dokazilo o primernosti za uporabo [Pa] |       |        |      |
|---------------------|------------|----------------------------|-------|----------|------|----------------------------------------|-------|--------|------|
|                     |            | Tlak ⊥                     | Tlak  | Dvig ⊥   | Dvig | Tlak ⊥                                 | Tlak  | Dvig ⊥ | Dvig |
| Območje polja       | 2.00       | 932.5                      | 525.6 | -613.3   | 66.2 | 735.8                                  | 415.3 | -460.6 | 66.2 |
| Napušč              | 2.00       | 932.5                      | 525.6 | -1,087.3 | 66.2 | 735.8                                  | 415.3 | -832.4 | 66.2 |
| Kotno območje (kap) | 2.00       | 1,023.4                    | 525.6 | -801.6   | 66.2 | 807.1                                  | 415.3 | -608.3 | 66.2 |
| Območje polja       | 2.00       | 932.5                      | 525.6 | -613.3   | 66.2 | 735.8                                  | 415.3 | -460.6 | 66.2 |

### Rezultat za delež dovoljene obremenitve

| Št. | Območja strehe      | Nosilnost |      |      | Uporabnost | Razdalje |     | Maksimalne vrednosti |                          |
|-----|---------------------|-----------|------|------|------------|----------|-----|----------------------|--------------------------|
|     |                     | Pr        | CL   | Fst  |            | Fst      | BR  | CL                   | Fst                      |
|     |                     | σ[%]      | σ[%] | F[%] |            | f[%]     |     | L <sub>max</sub> [m] | Fst D <sub>max</sub> [m] |
| 1   | Območje polja       | 23.8      | 19.4 | 58.7 | 12.1       | 0.900    | --- | 0.545                | 1.532                    |
| 1   | Napušč              | 23.8      | 0.0  | 58.7 | 12.1       | 0.900    | --- | 0.545                | 1.532                    |
| 1   | Kotno območje (kap) | 25.4      | 0.0  | 64.1 | 13.2       | 0.900    | --- | 0.533                | 1.405                    |
| 2   | Območje polja       | 23.8      | 13.5 | 58.7 | 12.1       | 0.900    | --- | 0.545                | 1.532                    |

|    |        |                      |                                      |
|----|--------|----------------------|--------------------------------------|
| Pr | Profil | Fst D <sub>max</sub> | Maksimalna razdalja med pritrditvami |
|----|--------|----------------------|--------------------------------------|



## Rezultati | Roof 1

|                     |                                 |       |                       |
|---------------------|---------------------------------|-------|-----------------------|
| Fst                 | Pritrditev                      | BR    | Osnovno vodilo        |
| $\sigma$            | Napetost                        | Usab. | Primernost za uporabo |
| f                   | Upogib                          | CL    | Nosilna roka          |
| F                   | Sila                            |       |                       |
| CL/L <sub>max</sub> | Maksimalna dolžina nosilne roke |       |                       |

## Rezultati | Roof 1

### Beleške

- Dimenzioniranje vijakov za lesene konstrukcije ni del te konstrukcijske analize. Dimenzioniranje in namestitve vijakov za lesene konstrukcije, ki jih je treba uporabiti, je treba izvesti v skladu z ustreznimi veljavnimi pravili ravnanja.
- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo  $f_W$  je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo,  $f_S$ , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Podatke in rezultate morate preveriti glede na krajevne posebnosti ter jih mora potrditi ustrezno strokovno usposobljena oseba. Upoštevajte naše na naslovu <http://k2-systems.com/de/base-anb> dostopne splošne pogoje uporabe, zlasti 2. člen (»Tehnični in strokovni pogoji za stranko«), 7. člen (»Omejitev jamstva«) in 8. člen (»Omejitev odgovornosti«).



# Poročilo o statiki | Roof 1

## Splošne informacije

|                |                                       |
|----------------|---------------------------------------|
| Ime            | JB Energija- MFE STADION BREŽICE PS3a |
| Vgradni sistem | SingleRail                            |
| Obdelal(-a)    | David Kociper                         |

## Informacije o lokaciji

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| Naslov        | Cesta bratov Milavcev 18, 8250 Brežice |
| Višina terena | 164.23 m                               |

## Informacije o strehi

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Višina zgradbe              | 8.00 m     |
| Vrsta strehe                | Dvokapnica |
| Naklon strehe               | 35°        |
| Kritina                     | Strešniki  |
| Minimalna robna razdalja    | 0.00 m     |
| Razdalja med špirovci       | 0.900 m    |
| Nastavi robne špirovce levo | Ne         |
| Razmik med špirovci levo    | 230.0 mm   |
| Razmik špirovcev desno      | Ne         |
| Razdalja med špirovci       | 230.0 mm   |
| Razdalja med latami         | 340.0 mm   |

## Obremenitve

|                          |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| Dimenzioniranje          | SIST EN                                |
| Razred posledic ob škodi | CC1                                    |
| Trajanje uporabe         | 25 let                                 |
| Kategorija terena        | II - Ravno polje s posameznimi ovirami |

## Vetrna obremenitev

|                                         |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Območje vetrne obremenitve              | 1                                 |
| Tlak hitrosti, 50                       | $q_{p,50} = 0.553 \text{ kN/m}^2$ |
| Faktor prilagoditve za trajanje uporabe | $f_w = 0.921$                     |
| Hitrost tlaka, 25                       | $q_{p,25} = 0.509 \text{ kN/m}^2$ |



## Poročilo o statiki | Roof 1

### Območja strehe

| Območje             | Obremenitvi izpostavljena površina [m <sup>2</sup> ] | maxCpe <sub>0</sub> | minCpe <sub>0</sub> | Tlak vetra [kN/m <sup>2</sup> ] | Sesalna sila vetra [kN/m <sup>2</sup> ] |
|---------------------|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Območje polja       | 10.00                                                | 0.467               | -0.833              | 0.238                           | -0.424                                  |
| Napušč              | 10.00                                                | 0.467               | -1.400              | 0.238                           | -0.713                                  |
| Kotno območje (kap) | 10.00                                                | 0.700               | -1.100              | 0.357                           | -0.560                                  |
| Območje polja       | 10.00                                                | 0.467               | -0.833              | 0.238                           | -0.424                                  |

### Snežna obremenitev

|                                         |                                             |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| Območje snežne obremenitve              | A1                                          |
| Okolica                                 | Običajen teren                              |
| Lovilna mreža za sneg                   | Ne                                          |
| Talna snežna obremenitev                | s <sub>k</sub> = 1.200 kN/m <sup>2</sup>    |
| Oblikovni varnostni faktor za sneg      | μ <sub>i</sub> = 0.667                      |
| Faktor za naklon strehe                 | d <sub>i</sub> = 0.819                      |
| Snežna obremenitev strehe, 50           | s <sub>i,50</sub> = 0.655 kN/m <sup>2</sup> |
| Faktor prilagoditve za trajanje uporabe | f <sub>s</sub> = 0.929                      |
| Snežna obremenitev strehe, 25           | s <sub>i,25</sub> = 0.609 kN/m <sup>2</sup> |

### Lastna obremenitev

|                                                                 |                                      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Teža modula                                                     | G <sub>M</sub> = 21.0 kg             |
| Teža montažnega sistema na modul                                | = 2.5 kg                             |
| Površina modula                                                 | A <sub>M</sub> = 2.00 m <sup>2</sup> |
| Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>                             | = 10.51 kg/m <sup>2</sup>            |
| Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>                 | = 1.25 kg/m <sup>2</sup>             |
| Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup> | = 0.12 kN/m <sup>2</sup>             |



## Poročilo o statiki | Roof 1

### Kombinacije obremenitev

#### Nosilnost

|                                                                      |                          |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Delni varnostni faktor za stalno neugodno obremenitev (STR)          | $\gamma_{G,sup} = 1.35$  |
| Delni varnostni faktor za stalno ugodno obremenitev (STR)            | $\gamma_{G,inf} = 1.00$  |
| Delni varnostni faktor za stalno destabilizacijsko obremenitev (EQU) | $\gamma_{G,dst} = 1.10$  |
| Delni varnostni faktor za stalno stabilizacijsko obremenitev (STR)   | $\gamma_{G,stab} = 0.90$ |
| Delni varnostni faktor za n spremenljivih obremenitev                | $\gamma_Q = 1.50$        |
| Kombinirani faktor za veter                                          | $\psi_{0,W} = 0.60$      |
| Kombinirani faktor za veter (daljši spremenljivi učinki)             | $\psi_{1,W} = 0.20$      |
| Kombinirani faktor za sneg                                           | $\psi_{0,S} = 0.50$      |
| Stalen faktor pomembnosti                                            | $k_{Fl,G} = 0.90$        |
| Spremenljiv faktor pomembnosti                                       | $k_{Fl,Q} = 0.85$        |
| Značilna mrtva teža                                                  | $G_k$                    |
| Značilna snežna obremenitev na strehi                                | $S_{i,n}$                |
| Značilna obremenitev vetra                                           | $W_k$                    |

|       |                                                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K0 01 | $LCC\ 01_{uls} = \gamma_{G,sup} * k_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Fl,Q} * S_{i,n}$                                 |
| K0 02 | $LCC\ 02_{uls} = \gamma_{G,sup} * k_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$                          |
| K0 03 | $LCC\ 03_{uls} = \gamma_{G,sup} * k_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$ |
| K0 04 | $LCC\ 04_{uls} = \gamma_{G,sup} * k_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$ |
| K0 06 | $LCC\ 06_{uls} = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * k_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$                                      |

#### Primernost za uporabo

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Kombinirani faktor za veter | $\psi_{0,W} = 0.60$ |
| Kombinirani faktor za sneg  | $\psi_{0,S} = 0.50$ |

|       |                                                               |
|-------|---------------------------------------------------------------|
| K0 01 | $LCC\ 01_{sls} = G_k + S_{i,n}$                               |
| K0 02 | $LCC\ 02_{sls} = G_k + W_{k,Pressure}$                        |
| K0 03 | $LCC\ 03_{sls} = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$ |
| K0 04 | $LCC\ 04_{sls} = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$ |
| K0 06 | $LCC\ 06_{sls} = G_k + W_{k,Suction}$                         |

## Poročilo o statiki | Roof 1

### Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

| Območje             | A-TrA [m <sup>2</sup> ] | Dokazilo o nosilnosti [kN/m <sup>2</sup> ] |         |        |         | Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m <sup>2</sup> ] |         |        |         |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------|--------|---------|--------------------------------------------------------|---------|--------|---------|
|                     |                         | Tlak ⊥                                     | Tlak II | Dvig ⊥ | Dvig II | Tlak ⊥                                                 | Tlak II | Dvig ⊥ | Dvig II |
| Območje polja       | 10.00                   | 0.932                                      | 0.526   | -0.447 | 0.066   | 0.736                                                  | 0.415   | -0.330 | 0.066   |
| Napušč              | 10.00                   | 0.932                                      | 0.526   | -0.815 | 0.066   | 0.736                                                  | 0.415   | -0.619 | 0.066   |
| Kotno območje (kap) | 10.00                   | 1.023                                      | 0.526   | -0.620 | 0.066   | 0.807                                                  | 0.415   | -0.466 | 0.066   |
| Območje polja       | 10.00                   | 0.932                                      | 0.526   | -0.447 | 0.066   | 0.736                                                  | 0.415   | -0.330 | 0.066   |

### Maksimalni učinki na pritrditev

| Območje             | A-TrA [m <sup>2</sup> ] | Dokazilo o nosilnosti [kN] |         |        |         | Dokazilo o primernosti za uporabo [kN] |         |        |         |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|---------|--------|---------|----------------------------------------|---------|--------|---------|
|                     |                         | Tlak ⊥                     | Tlak II | Dvig ⊥ | Dvig II | Tlak ⊥                                 | Tlak II | Dvig ⊥ | Dvig II |
| Območje polja       | 10.00                   | 0.813                      | 0.458   | -0.390 | 0.058   | 0.642                                  | 0.362   | -0.288 | 0.058   |
| Napušč              | 10.00                   | 0.813                      | 0.458   | -0.711 | 0.058   | 0.642                                  | 0.362   | -0.540 | 0.058   |
| Kotno območje (kap) | 10.00                   | 0.893                      | 0.458   | -0.541 | 0.058   | 0.704                                  | 0.362   | -0.406 | 0.058   |
| Območje polja       | 10.00                   | 0.813                      | 0.458   | -0.390 | 0.058   | 0.642                                  | 0.362   | -0.288 | 0.058   |

### Moduli elastičnosti delov

#### Osnovno vodilo

| Osnovno vodilo   | A [cm <sup>2</sup> ] | I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] | I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ] | W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] | W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ] |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| K2 SingleRail 36 | 2.850                | 4.02                              | 6.37                              | 2.14                              | 3.09                              |

#### Pritrditev

| Pritrditev    | R <sub>D, dvig, pravokotno</sub> [kN] | R <sub>D, Tlak, Pravokotno</sub> [kN] | R <sub>D, Tlak, Vzporedno</sub> [kN] |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| SingleHook 4S | 1.90                                  | 1.64                                  | 2.03                                 |



# Poročilo o statiki | Roof 1

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

| Št.            | Območja strehe                  | Nosilnost    |              |      | Uporabnost     |                                      | Razdalje |                | Maksimalne vrednosti |  |
|----------------|---------------------------------|--------------|--------------|------|----------------|--------------------------------------|----------|----------------|----------------------|--|
|                |                                 | Pr           | CL           | Fst  | Pr             | Fst                                  | BR       | CL             | Fst                  |  |
|                |                                 | $\sigma$ [%] | $\sigma$ [%] | F[%] | f[%]           | [m]                                  | [m]      | $L_{\max}$ [m] | Fst $D_{\max}$ [m]   |  |
| Polje modulov  |                                 |              |              |      |                |                                      |          |                |                      |  |
| 1              | Območje polja                   | 23.8         | 19.4         | 58.7 | 12.1           | 0.900                                | ---      | 0.545          | 1.532                |  |
| 1              | Napušč                          | 23.8         | 0.0          | 58.7 | 12.1           | 0.900                                | ---      | 0.545          | 1.532                |  |
| 1              | Kotno območje (kap)             | 25.4         | 0.0          | 64.1 | 13.2           | 0.900                                | ---      | 0.533          | 1.405                |  |
| 2              | Območje polja                   | 23.8         | 13.5         | 58.7 | 12.1           | 0.900                                | ---      | 0.545          | 1.532                |  |
| Pr             | Profil                          |              |              |      | Fst $D_{\max}$ | Maksimalna razdalja med pritrditvami |          |                |                      |  |
| Fst            | Pritrditev                      |              |              |      | BR             | Osnovno vodilo                       |          |                |                      |  |
| $\sigma$       | Napetost                        |              |              |      | Usab.          | Primernost za uporabo                |          |                |                      |  |
| f              | Upogib                          |              |              |      | CL             | Nosilna roka                         |          |                |                      |  |
| F              | Sila                            |              |              |      |                |                                      |          |                |                      |  |
| CL/ $L_{\max}$ | Maksimalna dolžina nosilne roke |              |              |      |                |                                      |          |                |                      |  |



## Kosovnica

| Položaj      | Št. artikla | Artikel                         | Število | Masa            |
|--------------|-------------|---------------------------------|---------|-----------------|
| 1            | 2003144     | SingleHook 4S                   | 88      | 48.7 kg         |
| 2            | 2004112     | Wood screw 8×100                | 176     | 4.8 kg          |
| 3            | 2002589     | OneEnd Black Set 30-42          | 32      | 2.8 kg          |
| 4            | 2003072     | OneMid Black Set 30-42          | 42      | 3.3 kg          |
| 5            | 1004767     | SingleRail 36 End Cap           | 32      | 0.2 kg          |
| 6            | 2003523     | BlackCover SingleRail 36        | 32      | 0.8 kg          |
| 7            | 2002870     | K2 Solar Cable Manager          | 29      | 0.1 kg          |
| 8            | 2004258     | SingleRail 36; 3.65 m           | 22      | 61.8 kg         |
| 9            | 2001976     | SingleRail 36 RailConnector Set | 14      | 5.3 kg          |
| <b>Vsota</b> |             |                                 |         | <b>127.7 kg</b> |



## Zahvaljujemo se vam za izbiro montažnega sistema K2.

Sisteme podjetja K2 Systems je mogoče hitro in enostavno namestiti. Upamo, da so vam ta navodila pomagala. Obrnite se na nas s kakršnimi koli vprašanji ali predlogi za izboljšave.

Naši kontaktni podatki:

[k2-systems.com/en/contact](https://k2-systems.com/en/contact)

Veljajo naši splošni pogoji poslovanja. Prosimo, glejte [k2-systems.com](https://k2-systems.com)

**K2 Systems GmbH**

Industriestraße 18

71272 Renningen

Germany

+49 (0)7159 42059-0

+49 (0)7159 42059-177

[info@k2-systems.com](mailto:info@k2-systems.com)

[www.k2-systems.com](https://www.k2-systems.com)