



ENERGIJA



OBČINA BREŽICE  
CESTA PRVIH BORCEV 18  
8250 BREŽICE



NAČRT ZA  
OKREVANJE  
IN ODPORNOST



Financira  
Evropska unija  
NextGenerationEU

## Fotonapetostna elektrarna MFE Osnovna šola Dobova

Št. projekta

070/2023

Št. načrta

070/2023-2

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 Osnovna šola Dobova
kratek opis gradnje	Predmet projekta je postavitve male sončne elektrarne (MFE) na strehi obstoječega objekta Osnovne šole Dobova na parcelni št. 223/2 (k. o. 1292-GABRJE), na naslovu Kapelska cesta 25, Dobova. MFE bo priključena na NN distribucijsko omrežje po shemi PS.3B, preko nove prostostoječe priključno – merilne omarice.
<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

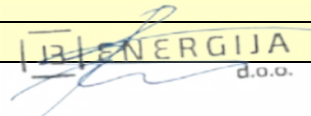
#### PODATKI O PROJEKTNIM DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije (DPP, DGD, PZI, PID)	PZI (projektne dokumentacije za izvedbo gradnje)
številka projekta	070/2023

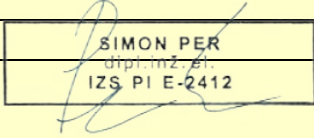
#### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	3 – Načrt iz področja elektrotehnike
naziv načrta	3/0 – Načrt iz področja elektrotehnike – postavitve male sončne elektrarne MFE Osnovna šola Dobova
številka načrta	070/2023-2
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 projektanta načrta	

#### PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega inženirja	Simon Per, dip. inž. el.
identifikacijska številka	IZS PI E-2412
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

### 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

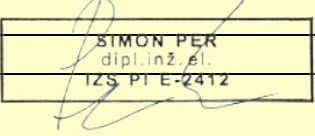
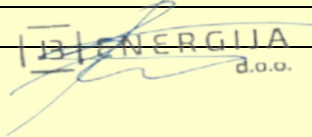
IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščen strokovnjak	Simon Per, dip. inž. el.

#### 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 Osnovna šola Dobova
številka načrta	070/2023-2
datum izdelave	marec 2024

upoštevam relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštewane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	Simon Per, dip. inž. el.	
identifikacijska številka	IZS PI E-2412	
podpis pooblaščenega strokovnjaka		
odgovorna oseba projektanta načrta	Jernej Božič, direktor	
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.....	20
3.4.6.1	Splošni opis .....	20
3.4.7	Tehnični izračuni .....	25
3.4.8	Dimenzioniranje kablov.....	25
3.4.9	Zaščita pred električnim udarom .....	31
3.4.9.1	Zaščita pred neposrednim dotikom .....	31
3.4.9.2	Zaščita pred posrednim dotikom .....	31
3.4.9.3	Pogoj zaščite.....	32
3.5	PROJEKTANTSKI POPIS S PREDIZMERAMI .....	33
3.5.1	<b>Upravičeni stroški</b> .....	33
3.5.2	Neupravičeni Stroški.....	38
3.5.3	Ocena investicije:.....	38
3.6	GRAFIČNI IN TEHNIČNI PRIKAZI .....	39
3.7	PRILOGE .....	40
3.7.1	Tabela dimenzioniranja kablov s skladu s SIST HD 60364-5-52:2011 .....	40
3.7.2	Soglasje za priključitev.....	42
3.7.3	PV Sol izračun proizvodnje energije.....	43
3.7.4	K2 Base izračun podkonstrukcije .....	44



**KAZALO SLIK**

Slika 1: Razporeditev FV modulov .....	10
Slika 2: PS.3B tipska shema po SONDSEE, (Ur, l. RS. št. 7/21) .....	13
Slika 3: Nalepka za stikalni blok SB-DC .....	14
Slika 4: Opozorilna nalepka na vsakem PCE, velikost min. 180mmx76mm.....	15
Slika 5: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N2 .....	16
Slika 6: Grafični prikaz karakteristike jalove moči PN oziroma EM, ki zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3. ....	18
Slika 7: Karta največjih vrednosti gostote strel, Priloga 2 .....	21

**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 razsmernika SolarEdge SE25K.....	12
Tabela 5: Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-B.....	15
Tabela 6: Izvedba strelovodne napeljave .....	22
Tabela 7: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta $k_i$ .....	23
Tabela 8: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta $k_c$ .....	23
Tabela 9: izolacija zunanjega LPS – vrednosti koeficienta $k_m$ .....	23
Tabela 10: Prenapetostna zaščita FE .....	25
Tabela 11: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika .....	30

### 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 OŠ Dobova na parcelni št. 223/2 (k. o. 1292-GABRJE), na naslovu Kapelska cesta 25, Dobova. Elektrarna bo priključena po PS.3B shemi za skupnostno samooskrbo. Na podlagi rešitev, ki izhajajo iz dogovorov in idejnih zasnov se izdelava 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 26,40 kWp na DC strani in 25 kW na AC strani. Elektrarno sestavlja generator s fotonapetostnimi moduli, razsmerniki, stikalni blok SB/DC, stikalni blok SB/AC, ter ločilno – merilna omara LMO-SE.

MFE OŠ Dobova se bo priključila na NN distribucijsko omrežje elektrodistributerja Elektro Celje d. d. preko novega priključka, za kar je potrebno izdelati ločilno – merilno omaro LMO-SE z merilnim mestom P2 št. 8103287, kjer bodo izvedene pol indirektno meritve. Vključitev nove MFE bo izvedena skladno s tipsko shemo PS.3B iz obstoječe transformatorske postaje TP Dobova vrtec: 647 preko obstoječega kabla. Statično presojo nosilnosti strešne konstrukcije je izdelal pooblaščen statik. Po postavitvi fotonapetostne elektrarne na strehi potrebno izvesti rekonstrukcijo ali prilagoditev lovilnega sistema strelovodne zaščite (LPS) za zaščitni nivo.

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: 1467718 (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 namestitev električne opreme, Ozemljitve in zaščitnih vodnikov,
- SIST HD 60364-5-51:2009 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: izbira in namestitev električne opreme, Splošna pravila,
- SIST HD 60364-5-52:2011/A11:2018 Nizko napetostne električne instalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitev 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 ravnajo 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. 223/2 (k. o. 1292-GABRJE), na naslovu Kapelska cesta 25, Dobova. Na obravnavanem objektu je predvidena namestitev sončne elektrarne moči 26,40 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 - G1.1.1-32, 32 modulov, G1.1.2-1 - G1.1.2-28, 28 modulov	J	Neposredno na streho, streha z naklonom

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: Razporeditev FV modulov

Tabela 2: Splošni podatki MFE

<b>Naziv MFE</b>	MFE OŠ Dobova
<b>Inštalirana moč elektrarne DC/AC</b>	26,4 kWp/25 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>	60
<b>Tip in število razsmernikov</b>	SolarEdge SE25K, 400V

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 (P<sub>max</sub>/W)</b>	440 Wp
<b>Temperaturni koeficient (I<sub>sc</sub>)</b>	+0,04 %/° C
<b>Temperaturni koeficient (U<sub>oc</sub>)</b>	-0,24 %/° C
<b>Napetost pri maksimalni moči (U<sub>mpp</sub>)</b>	41,0 V
<b>Tok pri maksimalni moči (I<sub>mpp</sub>)</b>	10,67 A
<b>Napetost odprtih sponk (U<sub>oc</sub>)</b>	52,2 V
<b>Kratkostični tok (I<sub>sc</sub>)</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](#)).

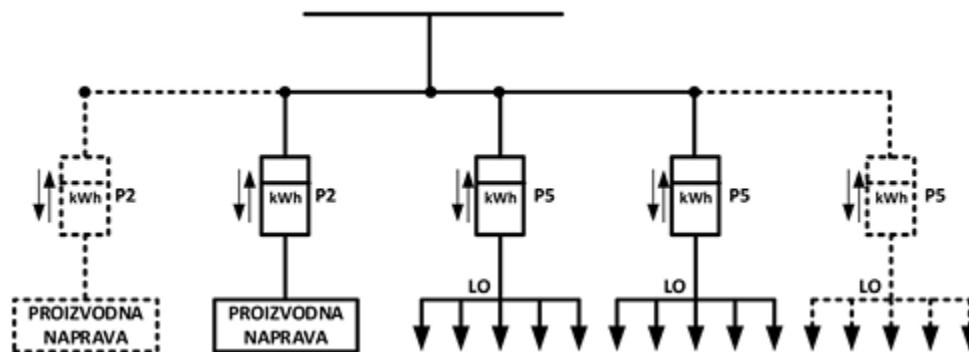
*Tabela 4: Tehnične lastnosti razsmernika SolarEdge SE25K*

Tip razsmernika	SE25K
<b>Izkoristek:</b>	
Max. izkoristek ( $\eta$ max)	98,3%
Evropsko merjeni izkoristek ( $\eta$ euro)	98%
<b>Vhodna stran razsmernika (DC):</b>	
Nominalna napetost ( $U_{pv}$ , nom)	680-1000V
Max. DC napetost ( $U_{dc}$ , max)	1000 V
Max. vhodni tok ( $I_{vp}$ , max)	36,25
Število MC4 DC vhodov	4 MC4 pari
<b>Izhodna stran razsmernika (AC):</b>	
AC moč, nominalna ( $P_{ac}$ , nom)	25 kVA
Max. izhodni tok ( $I_{ac}$ , max)	36,25 A
Nominalna AC napetost ( $U_{ac}$ , nom)	3 x 400Vac
Nominalna AC frekvenca ( $f_{ac}$ , nom)	50 Hz
Faktor jalove moči	Nastavljiv 0,8 – 0,8 (indukt. ,
<b>Komunikacija:</b>	
RS485	Da
Wi-Fi, Ethernet	opsijsko
Zaslona	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)	836x317x300mm
Teža	32
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.3B shemi (SONDSEE Ur. l. RS št 7/21), splošna tipska shema za proizvodne naprave. Priklop elektrarne na NN distribucijsko omrežje je predviden s priključitvijo preko nove prostostoječe ločilno – merilne omare LMO-SE, ki se preko obstoječe poveže na NN izvod v transformatorski postaji TP DOBOVA VRTEC: 647. Izmenična stran razsmernikov bo priključena na ločilno – merilnem mestu, ki bo opremljeno skladno s soglasjem za priključitev in pogoji za priključitev elektrodistributerja.



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

Posebnosti sheme so opisane v 86. in 87. členu, in sicer:

Tipska shema PS.3B se za proizvodne naprave uporablja za priključevanje skupnostne samooskrbe.

Pogoj za uporabo te sheme za priključevanje za skupnostno samooskrbo je ta, da vsota moči vseh naprav za samooskrbo v posamezni skupnostni samooskrbi ne sme biti večja od 80 % vsote priključnih moči vseh merilnih mest v tej skupnostni samooskrbi. Po strehi objekta in po notranji steni objekta se namestijo vroče 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 P950 povečujejo energetski 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

Stikalni sestav SB/DC je izveden v nadometni izvedbi, dimenzij 500x500x210 mm (VxŠ xG) z IP zaščito IP55 in vgrajeno prenapetostno zaščito PV generatorja. V razdelilni del omare bo speljanih vse vej fotonapetostnih polj G1.1 in G1.2, ki so potem priključene na razsmernik. Stikalni sestav se opreми skladno s priloženimi načrti in označi s spodnjo opozorilno nalepko.



Slika 3: Nalepka za stikalni blok SB-DC

### Razdelilna omarica – stikalni sestav SB/AC

Električni razdelilnik SB/AC je izveden v prosto stoječi izvedbi, dimenzij 784x1350x320 mm (VxŠ xG) z IP zaščito IP44 z podstavkom, dimenzij 784x1200x320 mm. SB/AC se bo vgradila poleg omare LMO-SE z ustreznim razmikom skladno s priporočili proizvajalcev opreme. Stikalni sestav se opreми skladno s priloženimi načrti.

AC izhodi posameznih razsmernikov na objektu bodo priklopljeni na ločenih varovalčnih ločilnikih z ustreznim talilni vložki

Povezava med stikalnim sestavom SB/AC in ločilno – merilne omaro LMO-SE bo izvedena z kablom FG16OR16 4x10 mm<sup>2</sup>. V omaro se vgradi ločilno stikalo nazivnega toka 63A.



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

## Ločilna omara

Ločilno mesto predstavlja nabor naprav (stikalnih elementov), ki preprečujejo škodljive vplive proizvodne naprave na NN distribucijsko omrežje, in obratno. Vrstni red stikalnih elementov in njihovih funkcij iz smeri NN distribucijskega omrežja proti proizvodni napravi je naslednji:

- zaščita pred prekomerno delovno močjo v NN distribucijsko omrežje (ni zahtevana v Szp)
- kratkostična zaščita ločilnega mesta (varovanje v PMO)
- zaščita pred preobremenitvijo ločilnega mesta (varovanje v PMO)
- mesto za lokalni ali daljinski izklop proizvodne naprave (kontaktor v PMO)
- zemljskostična zaščita ločilnega mesta (ni zahtevana v Szp)
- napetostne in frekvenčne zaščite ločilnega mesta (nadzorni rele v PMO, ki krmili izklop glavnega odklopnika/kontaktorja)

Pri zaščito ločilnega mesta PN se uporabljajo za PN tip B moli od vključno 10 kW do 5 MW, ki so priključene v NN ali SN omrežje. Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami. Zaščite morajo obvezno meriti vse fazne napetosti za NN omrežje oziroma za SN omrežje odvisno od izvedbe zaščite in meritev; vse fazne napetosti ali vse medfazne napetosti na katere je proizvodna naprava priključena.

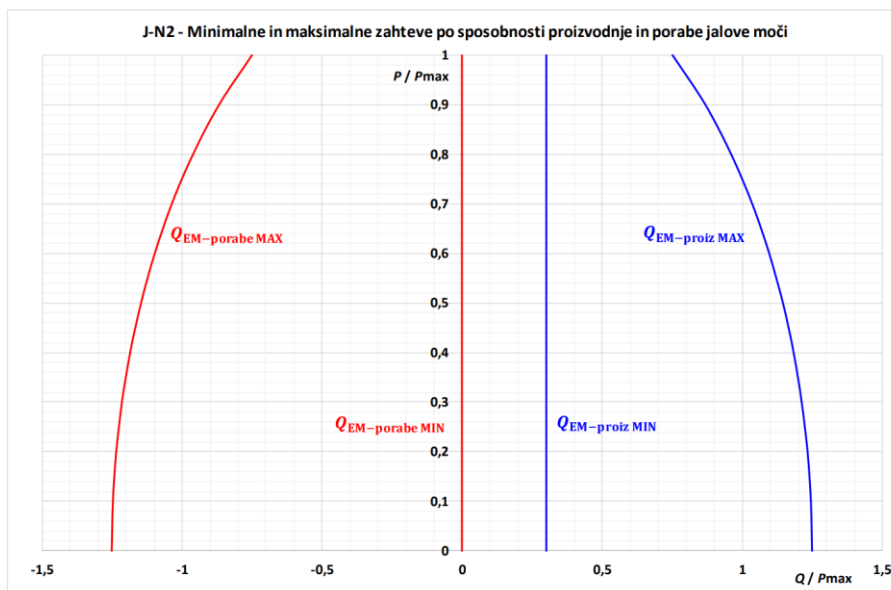
Tabela 5: Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-B

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un + 15 %
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un + 11 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un – 15 %

Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un – 30 %
Nadfrekvenčna <sup>a</sup>	0,2	52 Hz
Podfrekvenčna <sup>a</sup>	0,2	47 Hz
Izpad omrežja <sup>b</sup>	0,5	5 Hz/s
Ponovni vklop LM na omrežje	60s po vzpostavitvi normalnega stanja omrežja	
Kratkostična zaščita LM	Izvedena z varovalkami	1600 A
Pretokovna zaščita LM	Izvedena z varovalkami	1600 A
<p><sup>a</sup> Frekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.</p> <p><sup>b</sup> Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, <math>df/dt</math>, sprememba impedance omrežja) ni potrebna. Če jo želi lastnik PN-ja vseeno nastaviti, jo je treba nastaviti na navedeno vrednost.</p>		

Vir: SONDSEE, Ur. l. RS, 7/2021, Priloga 5 Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, str. 577

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči).



Slika 5: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N2

Vir: SONDSEE, Ur. l. RS, 7/2021, Priloga 5 Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, str. 605

Ob nenadni spremembi napetosti omrežja mora proizvodna naprava po 5 s dosegati:

$$Q_{EM} = (0,75 \cdot P_{MAX}) \cdot \left[ \frac{P_{EM}}{4 \cdot P_{MAX}} + \frac{(U_{CG} - U_D)}{0,1 \cdot U_N} \right] \pm (0,3 \cdot P_{MAX})$$

Ob nenadni spremembi napetosti omrežja mora proizvodna naprava po 15 s dosegati stacionarno stanje:

$$Q_{EM} = (0,75 \cdot P_{MAX}) \cdot \left[ \frac{P_{EM}}{4 \cdot P_{MAX}} + \frac{(U_{CG} - U_D)}{0,1 \cdot U_N} \right] \pm (0,1 \cdot P_{MAX})$$

$Q_{EM}$  trenutna jalova moč PN oziroma EM, ki jo mora vzdrževati,

$P_{EM}$  trenutna delovna moč PN oziroma EM,

$P_{MAX}$  nazivna delovna moč PN oziroma EM,

$U_D$  trenutna dejanska medfazna napetost,

$U_{CG}$  dogovorjena medfazna napetost PN, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),

$U_N$  nazivna napetost ločilnega mesta

$\pm(0,1 \cdot P_{MAX})$  dovoljeno odstopanje od karakteristike v stacionarnem stanju (dovoljen pogrešek).

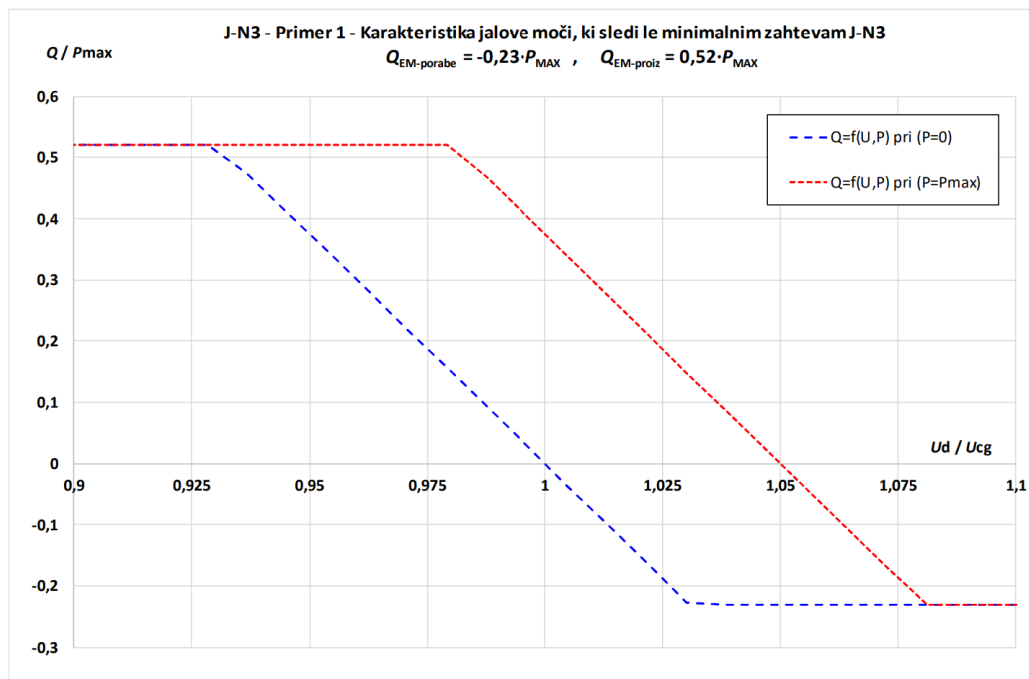
$$Q_{EM-porab} \leq Q_{EM} \leq Q_{EM-proiz}$$

Če je trenutna vrednost

$$P_{PN} \leq 0,1 \cdot P_{MAX}$$

veljajo pravila za jalovo moč za končnega odjemalca skladno z navodili SONDSEE. Vrednosti delovne in jalove moči ( $Q_{EM}, P_{EM}, P_{MAX}$ ) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti ( $U_{CG}$ ) ne glede na dejansko stanje napetosti ( $U_D$ ). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju.

Ob izrednih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih EM dovoljeno in pričakovano, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta. Če je EM zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot 2,5 s je priporočeno omejevati jalovo moč pod največjo zmogljivost proizvodnje jalove moči ali omejevati navidezno moč pod  $(1.25 P_{MAX})$ . Priporoča se, da se omejevanje ne prične pred 2,5 s ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta. Na naslednji sliki je prikaz karakteristike jalove moči PN oziroma EM, ki zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.



Slika 6: Grafični prikaz karakteristike jalove moči PN oziroma EM, ki zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.

**Vir:** SONDSEE, Ur. l. RS, 7/2021, Priloga 5 Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, str. 607

### Ločilno – merilna omara

Za potrebe priključitve obravnavane MFE je predvidena montaža nove ločilno - merilne omare in izvedba NN kabelske povezave z ustreznim kablom do točke priključitve. Priključno mesto bo na NN zbiralkah v NN prostoru transformatorske postaje TP DOBOVA VRTEC: 647. Jakost omejevalca toka na NN izvodu bo izvedena z ustreznim talilni vložki velikosti NV/NH 2 gL/gG, 224A. Na strani stikalnega sestava LMO-SE se dovodni kabel varuje s talilni vložki velikosti NV/NH 1 gL/gG, 160A.

Izvod v merilni omarici za priklop stikalnega sestava SB-AC se varuje z varovalčnim ločilnikom  $I_{na}=40A$ . Za ločilno – merilno omara sta uporabljeni prostostoječi tipski omara 590x1350x320mm.

V ožji omari, na leva stran stikalnega sestava bo nameščena URNA 0345-B (Schrack) zaščitni rele s števcem električne energije, tipko zasilnega izklopa s ključem in merilna oprema za merjenje električne energije s pripadajočim GSM komunikatorjem s merilno spončno garnituro.

V

### AC kabli

Povezava med razsmernikom G1 ter stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kablom tip FG16OR16 4x10 mm<sup>2</sup>. Ocenjena skupna dolžina NN kabla je 15 m.

Dovodna povezava oz. podaljšanje zbiralnic med LMO-SE ter stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kabli tip FG16OR16 5x(1x10mm<sup>2</sup>). Ocenjena skupna dolžina NN vodnikov je 5 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 pritrdilni elementi zagotavljajo galvanske povezave vseh kovinskih delov nastavkov in PV modulov na enem polju, kjer je polje 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

#### 3.4.6.1 Splošni opis

Osnovna naloga strel vodne instalacije je ščitenja objekta in s tem posredno tudi ščitenje ljudi pred atmosferskim razelektritvami. Pogoj za prenapetostno zaščito objekta je ustrezna izvedba strel vodne zaščite in sistem izenačevanja potencialov. **Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele** (Ur. l. RS 140/2021) določa zahteve s katerimi se zagotovi zaščita stavb pred delovanjem strele ves čas njihove življenjske dobe s ciljem omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v stavbi in njeni neposredni okolici. Pri projektiranju objekta se je uporabila **Tehnične smernice (TSG-N-003:2021; Zaščita pred delovanjem strele)** tako, da v celoti veljajo skladnosti z zahtevami iz pravilnika.

**Sistem zaščite pred delovanjem strele** v nadaljevanju **LPS** (angl. *Lightening Protection System*) mora biti izveden tako, da lahko odvede razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj. Vrsta in namestitve LPS morata biti ustrezno izbrana že med načrtovanjem novih objektov, da se čim bolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v objekt in okolico. Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse načrtovane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003:2021. LPS mora po rekonstrukciji izpolnjevati vse tehnične lastnosti, ki jih je imel pred rekonstrukcijo. Glede na položaj v objektih je LPS sestavljen iz zunanjega in notranjega LPS. V posameznih primerih, kadar ni potreben zunanji LPS, je potrebno izdelati samo notranji LPS.

LPS je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu. Za vsak objekt je potrebno najprej izvesti vrednotenje rizika na osnovi katerega se za posamezni objekt **določi nivo zaščite pred delovanjem strele**, v nadaljevanju **LPL** (angl. *Lightening Protection Level*). Zaščitni nivoji so označeni z rimskimi številkami od I do IV. Zaščitni nivo označuje klasifikacijo sistema zaščite pred delovanjem strele glede na učinkovitost. Izbira ustreznega zaščitnega nivoja temelji na oceni učinkovitosti E, ki je odvisna od pričakovane pogostosti strel, ta pa je odvisna od več faktorjev, med katerimi so: vrste in nahajališče objekta, ukrepi za zmanjšanje posledičnih učinkov strele, oceni rizika škode in poškodb ljudi in opreme, vrednosti blaga, ki lahko utrpí škodo in ostalo.

Vsi elementi zaščite proti udaru strele in prenapetosti se povežejo z obstoječim ozemljitvenim sistemom (GIP) ter ločijo od ostalih strel vodnih inštalacij na strehi objekta za ločilno razdaljo. Investitorju se priporoča ustrezno prestavitev oziroma rekonstrukcijo obstoječega lovilnega sistema strel vodne inštalacije ob montaži elektrarne. Ozemljitveni sistem elektrarne za samooskrbo se mora povezati z ozemljilom v priključno merilni omarici. Ozemljitvena upornost objekta mora biti  $\leq 5 \Omega$  pri vgradnji prenapetostnih zaščit. Na objektu se lahko predvidi izdelava zaščite pred udarom strele v skladu z zahtevami standarda SIST EN 62305.

Med strel vodno instalacijo in kovinskim ohišjem sončne elektrarne je potrebno zagotoviti varnostno razdaljo, v kolikor je ta izvedena z izoliranim sistemom. V primeru, da je sistem zaščite pred delovanjem strele neizoliran, pa je potrebno izvesti izenačitev potencialov kovinske nosilne konstrukcije modulov s strel vodno ozemljitvijo. Po končani montaži strel vodne naprave se izvršijo meritve. Če vgrajena ozemljitev ni zadovoljiva, je potrebno zakopati dodatno ozemljitev v obliki

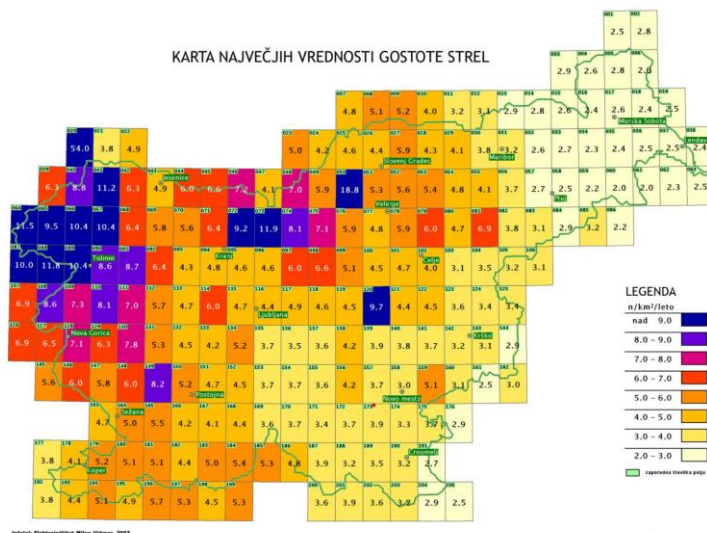
krakov na mestih, kjer so priključeni odvodi na ozemljilo. Pri projektiranju zaščite stavb pred delovanjem strele uporabljamo še maksimalne vrednosti gostote strel.

### Določitev nivo zaščite pred delovanjem strele

Odločitev o izbiri nivo zaščite pred delovanjem strele se izvede v skladu s standardom SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek vrednotenja rizikov in ovrednotenja stroškov izvedbe zaščite poteka v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je potrebno zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst možne škode na objektu in oskrbovalnih povezavah,
- ocenjevanje rizika za vse vrste škode,
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom  $R_T$ ,
- ovrednotenje stroškov izvedbe zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov.

S pomočjo orodja za oceno tveganja, ki ga je razvilo podjetje Hermi d.o.o. smo izvedli analizo tveganja po SIST EN 62305-2. Iz izračunov ugotovimo, da pri izvedbi strelovodne zaščite LPS v zaščitnem razredu III in pri izvedbi prenapetostne zaščite SPD IEC 62305-4 dosežemo, da so izračunani riziki  $R$  po vseh štirih vrstah izgube manjši od tolerančnih rizikov  $R_T$ .



Slika 7: Karta največjih vrednosti gostote strel, Priloga 2

Vir. Ur.l. RS140/2021, str. 8230

### Izvedba strelovodne napeljave

Strelovodno napeljavo sestavljajo ozemljitev, odvodi, merilni spoji in lovilne palice, ki skupaj tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo. **Lovilni sistem je načrtovan po metodi kotaleče krogle** s polmerom  $r=45m$  (nivo zaščite III) in dodatno lovilne mreže, katere širina je za projektirani

nivo do 20m. Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in obstoječimi kovinskimi strešnimi deli. Pri tem pa morajo biti medsebojno dobro galvansko povezani, kar zagotavlja enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju. Lovilni vod se poveže na glavne odvode preko merilnih spojev, ki so izvedeni preko križne spojke, ki povezuje valjanec v zemlji. Lovilce in odvode se izvede iz aluminijaste trde žice  $\Phi=8\text{mm}$ , ki je montirana na ustrezne nosilce. Odvodi naj potekajo tako, da so linije čimbolj direktne, kjer se linija lomi, se upošteva minimalni radij krivljenja.

Tabela 6: Izvedba strelovodne napeljave

VRSTE LPS	RAZDALJE MED ODVODI (m)	Radij kotaleče krogle (r)
I	10	20 m
II	10	30 m
III	15	45 m
IV	20	60 m

Lovilna strelovodna instalacija se spoji na odvodne vodnike. Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli električnih naprav v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja

Vdorna globina krogle  $p$  je:

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Kjer je,

$r$  – polmer krogle; 60 m

$d$  - razdalja med lovilnima palicama: 15m

Torej vdorna globina znaša  $p = 0,47\text{m}$

Zunanji sistem zaščite pred strelo torej bo sestavljalo:

- Nov lovilni sistem in dodatne lovilne palice dolžine  **$l=1,5\text{m}$**  (na ravni in trapezni strehi;
- Nov odvodni vodniki (po načrtu)
- Nov sistem ozemljil (po načrtu)

### Izračun ločilne razdalje $s$

Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskim deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v stavbi in LPS. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje, ki se določi s pomočjo naslednje enačbe:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

Kjer so:

$k_i$  - koeficient odvisen od izbranega razreda LPS

$k_c$  - koeficient odvisen od toka strele, ki teče po lovilniku in odvodu

$k_m$  - koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala

$l$  – dolžina vodnika LPS v m, na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov

Tabela 7: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta  $k_i$

Razred LPS (zaščitni nivo)	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

Vir: Tehnična smernica Zaščita pred delovanjem strele, TSG-N-003:2021, str.24

Tabela 8: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta  $k_c$

Število odvodov $n$	$k_c$
1 (samo pri izoliranem LPS)	1
2	0,66
3 in več	0,44

Tabela 9: izolacija zunanjega LPS – vrednosti koeficienta  $k_m$

Material	$k_m$
Zrak	1
Beton, opeka, les	0,5

Za konkreten primer je torej varnostna razdalja:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,04 \cdot \frac{0,44}{1} \cdot 23 = 0,40m$$

\*V objektih s kontinuirano povezavo kovinskih mas, povezano armaturno mrežo, kovinsko konstrukcijo, ločilne razdalje ni mogoče doseči, kar zahteva galvansko povezavo vseh kovinskih delov v enotni ozemljitveni sistem.

### Tangenca postavitve modulov na obstoječ lovilni sistem (LPS)

Ker zaradi montaže kovinske podkonstrukcije za module MFE, ni tehnično možno zagotoviti ustrezne ločilne razdalje med kovinsko podkonstrukcijo in lovilnim delom LPS (izoliran sistem), se izvedejo

direktne povezane podkonstrukcije fotonapetostnih modulov na lovilni del in odvode strelovodne inštalacije (neizoliran sistem LPS).

### **Pregled, preizkus in meritve LPS**

Pregled, preizkus in meritve LPS se morajo izvajati po končani montaži strelovodne naprave, po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt, po poškodbah in posegih v strelovodno napravo, ob rekonstrukciji strelovodne naprave in v rednih periodičnih presledkih (za zaščitne nivoje I in II, vsake 2 leti, za III in IV vsaka 4 leta). Pregled in preizkušanje strelovodne napeljave je potrebno opravljati skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi in v skladu s standardom SIST EN 62305-3 – Dodatek E7, in sicer po vsaki predelavi strelovodne inštalacije, po udaru strele v strelovodni objekt, potrebno pa je izvajati periodične preglede na vsaka 4 leta za zaščitni nivo III in IV. O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz njega mora biti razvidno ali je strelovodna naprava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna, da projekt izpolni projektno predvidene zahteve.

### **Izvedba strelovodnega sistema**

Na strehi se postavi sistem strelovodne zaščite v sestavi:

- Al lovilne palice  $l=1,5$  m
- Al povezave trda žica  $\varnothing 8\text{mm}$
- Galvanske povezave za izenačevanje potenciala Cu H07V-K vodnik preseka  $16\text{mm}^2$

Lovilna mreža (vzdolžne in prečne povezave) je položena na strešnih nosilcih primernih za opečno kritino.

Galvanske povezave prevodnih elementov na strehi so potrebne zaradi preprečevanja iskrenja v primeru udara strele in pravilnega delovanja določenih funkcij razsmernika. Za ta namen je potrebno opraviti sledeče:

- Aluminijska podkonstrukcija in PV moduli, ki so mehansko pritrjeni nanjo, se galvansko povežejo na strelovodno aluminijsko trdo žico na eni točki prečkanja podkonstrukcije s posamezno vzdolžno povezavo. Tako je en izmed dveh prečnih aluminijskih profilov galvansko povezan na liniji slemenske, vmesne in spodnje vzdolžne povezave (drugi profil na katerem je isti PV panel ne potrebuje galvanske povezave, ker je že mehansko in s tem tudi električno povezan z prvim profilom).
- Tisti profil podkonstrukcije, na katerem je pritrjena lovilna palica, ne potrebuje dodatne galvanske povezave, ker je z mehansko pritrditvijo že ustrezno povezan tudi električno.
- Vse galvanske povezave, ki so izvedene z Cu vodnikom  $16\text{mm}^2$ , se na aluminijsko trdo žico pritrdijo s KON04 sponko, na aluminijski profil podkonstrukcije pa s samo vrtalnim vijakom.
- Na strehi je potrebno galvansko povezati tudi vse ostale prevodne elemente, ki niso del sončne elektrarne (žleb, obrobe, požarna lestev itd.) z uporabo namenskih sponk za pritrdjevanje.

### **Prenapetostna zaščita**

Prenapetostna zaščita varuje ljudi in opremo pred:

- direktnimi udari strele,
- posledicami elektromagnetnih polj zaradi udara strele,
- stikalnih manipulacij.

V PMO omari so predvideni odvodniki prenapetosti strele razreda B, ki je ščiten z predvarovalkami z največjo vrednostjo nazivnega toka za izbran odvodnik. V DC tokokrogih razsmernikov je s strani proizvajalca razsmernika že vgrajena prenapetostna zaščita tip 2 (odvod prenapetosti zaradi posrednega udara strele ali pri delovanju sistema).

Tabela 10: Prenapetostna zaščita FE

<b>Prenapetostni odvodniki na DC strani razsmernika</b>	V razsmerniku tip T2, v SB-AC/DC tip T12
<b>Prenapetostni odvodniki na AC strani razsmernika</b>	V razsmerniku tip T2
<b>Prenapetostni odvodniki na AC strani v spojišču SB/AC-DC</b>	Combtec TN-C T2 $U_{\max}=275 \text{ VAC}$ $I_{\text{imp}}=25 \text{ kA}$
<b>Prenapetostni odvodniki na AC strani v merilni omarici PMO</b>	Combtec (I+II), (B+C) $U_{\max}=275 \text{ VAC}$ $I_{\text{imp}}=12,5 \text{ kA}$

### 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  $+70^{\circ}\text{C}$  naj bo večja od spodnje meje vhodne napetosti razsmernika,
- napetost odprtih sponk PV-generatorja (sklopa) pri temperaturi  $-10^{\circ}\text{C}$  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:

$$S_{DCmin} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{MPP}}{u_{DC\%} \cdot U_{nMPP}^2 \cdot \lambda} = 4,94 \text{ mm}^2$$

Kjer je:

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

$l_v$  – dolžina kabla niza v eni smeri ( $m$ ) – 240 m (največja dolžina kabla)

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

$U_{nMPP}$  – napetost vršne moči niza ( $V$ ) – 1461,6V (28 modulov zaporedno, najneugodnejši primer)

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

$\lambda$  – specifična prevodnost ( $\text{Sm/mm}^2$ ) – 56  $\text{Sm/mm}^2$  za Cu, 35  $\text{Sm/mm}^2$  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 4,94  $\text{mm}^2$ .

**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<sup>2</sup>

$I'_z$  – 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 razsmernikoma 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°C, zaradi odstopanje od nazivne vrednosti 30°C, pri dopustni obratovalni temperaturi kabla 90°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

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

$Z [\Omega]$  – 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

$U [\text{V}]$  – napetost proti zemlji

$I_k [\text{A}]$  – pričakovani tok kratkega stika (tok okvare)

$t [\text{s}]$  – 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 (Tabela 11: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika).

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 11: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika

Presek faznega vodnika S (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>	$\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S}{2}$
kjer je : $k_1$ 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. $k_2$ vrednost k za zaščitni vodnik, izbran iz tabel A.54.2 do A.54.6		
<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)		

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 Pogoji 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 odklopni 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 PROJEKTANTSKI 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:

- a. nakup in vgradnja naprave za samooskrbo,
- b. nakup in vgradnja baterijskega hranilnika energije,
- c. pripadajoča električna inštalacija in oprema, vključno s transformatorsko postajo, če je le-ta zahtevana s strani soglasodajalca za priklop naprave za samooskrbo,
- d. priprava in izvedba gradbenih, obrtniških in instalacijskih del, ki so potrebni za izvedbo projekta,
- e. strokovni nadzor v vrednosti 3 % od upravičenih stroškov projekta,
- f. 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	2
	• instalacijski odklopnik kot napr. 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	2
	• cilindrični vložek za fotovoltariko, gPV 10X38mm, 20A, kot npr. Schrack ISV10020	kos	4
	• priključna sponka, PT 6, Phoenix Contact	kos	4

	• zaključna ploščica priključne sponke, D-PT 6, Phoenix Contact	kos	6
	• 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	Dobava in montaža <b>stikalnega sestava LMO-SE</b> , montiran izven objekta na podstavku z naslednjim sestavom:		
	• prostostoječa omara iz poliestra, v mehanski zaščiti IP44, dimenzij 590x1350x324mm (ŠxVxG), kot npr. Elsta Mosorfer tip F4 1350/320	kos	1
	• podstavevk za prostostoječa omara iz poliestra, dimenzij 590x1200x310mm (ŠxVxG), kot npr. Elsta Mosorfer tip S4 1200/320	kos	1
	• polnilo za podstavek EC 50L	kos	3
	• prenapetostna zaščita Razreda I (C), ProTec T1 3+0 37,5/300	kos	1
	• ločilno stikalo, proizvajalca ETI:		
	~ CLBS 63 3P	kos	1
	~ ročica CLBS-DH80/B	kos	1
	~ zaščitno prekritje CLBS-TS80 3P	kos	2
	• števec električne energije	kos	1
	• ključavnica po tipizaciji Elektro Celje	kos	1
	• zaščitno prekritje izdelano iz pleksi plošče, izdelano po merah dejanskega stanja	kos	3
	• spojni, drobni in vezni material, izolacijski materiali, pritrdilni material, označitveni material, uvodnice...	kos	2
1,03	Dograditev v obstoječi PMO omari		
	• varovalčni ločilnik, 3p, velikost 000, 125A, za montažo na 60mm sistem, kot npr. Schrack SI338020	kos	2
	• varovalčni ločilnik, 3p, velikost 1, 120mm <sup>2</sup> , 250A, za montažo na 60mm sistem, kot npr. Schrack SI336010-A	kos	3
	• talilni vložki velikosti NV/NH 1 gL/gG, 40A	kos	3
	• 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	60,0
2,02	Dobava in montaža močnostnega optimizatorja, 950W kot npr. Solar Edge P950	kos	30,0
2,03	Dobava in montaža razsmernika trifaznega razsmernika, kot npr. Solar Edge SE25K	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 kableske police, komplet s pocinkanimi nosilci, koleni 45° in 90°, stranskimi odcepi, odcepnimi elementi, reducirnimi elementi, gibljivimi spojnimi elementi, konzolami za stensko in stropno montažo ter vijačnim, drobnimi in montažnimi materialom....		
	• kableska polica 50/32mm	m <sup>1</sup>	35,0
	• kableska polica 100/60mm	m <sup>1</sup>	6,0
	• kableska polica 200/60mm	m <sup>1</sup>	3,0
3,02	Dobava in montaža dodatnega pribora za kablesko polico		
	• pokrov 50mm	m <sup>1</sup>	35,0
	• pokrov 100mm	m <sup>1</sup>	6,0
	• pokrov 200mm	m <sup>1</sup>	3,0
3,03	Dobava in polaganje kabla enonožilnega kabla za fotovoltaike - 6mm <sup>2</sup> (črno/rdeč), dvojna izolacija, UV odporen, 1500V DC, položenega na kableske police, vključno z označevalnimi ploščicami, uvodnicami ter drobnim in spojnim materialom:		
	• H1Z2Z2-K PV1 1x6 mm <sup>2</sup>	m <sup>1</sup>	440,0
3,04	Dobava in polaganje kabla, (energetski) položenega na police in/ali uvlečen v zaščitne cevi, vključno z označevalnimi ploščicami, razvodnicami ter drobnim in spojnim oz. pritrdilnim materialom za izvedbo povezav med razsmerniki in SB/AC omaro		
	• FG16OR16 5x10 mm <sup>2</sup>	m <sup>1</sup>	20,0
3,05	Dobava in polaganje kabla, (energetski) položenega na police in/ali uvlečen v zaščitne cevi, vključno z označevalnimi ploščicami, razvodnicami ter drobnim in spojnim oz. pritrdilnim materialom za izvedbo povezav med SB/AC in LMO-SE omaro		
	• FG16OR16 5x10 mm <sup>2</sup>	m <sup>1</sup>	7,0
3,06	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
3,07	Dobava in montaža gibljive zaščitne cevi iz umetne mase NYLON odporna na UV žarke.		
	• FPSA16B (16 / 11,8mm)	m <sup>1</sup>	70,0
	• FPSA34B (34 / 28,1mm)	m <sup>1</sup>	30,0
3,08	Dobava in montaža kablskih čevljev in obojestranski priklop AC kablov	kpl	2,0
3,09	Dobava in montaža konektorja za povezovanje stringov na DC strani razsmernikov, MC4 moški / ženski	kpl	4,0
3,10	Zaključevanje komunikacijskih kablov z konektojem RJ45 (pri razsmerniku in izvornem vozlišču)	kpl	1,0
3,11	Dobava in montaža gravirne tablice dimenzij 50x120mm za označevanje kablskih polic, UV odporne (montaža na 6m): 400V AC	kos	2,0
3,12	Dobava in montaža gravirne tablice dimenzij 50x120mm za označevanje kablskih polic, UV odporne montaža na 6m): 1000V DC	kos	4,0
3,13	Izvedba krmiljenja požarnega izklopa, izvedba kablške povezave do tipke na stranici omare SB/AC	kpl	1,0
3,08	Tipka za izklop v sili montirana na stranici omare SB/AC, GEWISS GW42201	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>	60,0
	• 1x16mm <sup>2</sup>	m <sup>1</sup>	180,0
4,02	Zbiralka za glavno izenačitev potenciala s pokrovom v kompletu s pritrdilnim materialom (montaža na kablsko polico ali nosilec razsmernika) - GIP		
	• za 12 priključnih mest 472 239 + 472 299, kot npr. DEHN	kos	1,0
4,02	Zbiralka za izenačitev potenciala s pokrovom v kompletu s pritrdilnim materialom (montaža na kablsko polico ali nosilec razsmernika) - ZIP		
	• za 6 priključnih mest 56 200, kot npr. DEHN	kos	1,0
4,03	Izdelava stikov na kovinskih mestih z ozemljitvenimi objemkami, kablskim čevljem, vijaki,... (povezave razsmernika z ZIP zbiralnivo, povezave ZIP zbiralnice in GIP zbiralnice, kablške police, podkonstrukcija...)	kos	18,0
<b>5</b>	<b>STRELOVOD in OZEMLJITVE</b>		

	<b>Lovilni vodi na strehi objekta</b>		
5,01	Dobava in montaža strešnega nosilca primeren za valovito kritino, Hermi,	kos	8,0
5,02	Dobava in montaža sponke namenjena izvedbi spojev med okroglimi vodniki Ø8-10mm in pločevinastimi deli, kot npr. Hermi, KON04 C SIMPLE Rf	kos	2,0
5,03	Dobava in montaža sponke namenjena izvedbi med okroglimi vodniki Ø8-10mm, kot npr. Hermi, KON04 B, Rf	kos	14,0
5,04	Dobava in montaža okroglega vodnika iz aluminijeve legure dimenzije Ø8mm vodnika, Hermi, AH 1 Al legura	m <sup>1</sup>	15,0
5,05	Dobava in montaža lovilne palice:	kos	12,0
	• lovilna palica 1,5m, Hermi LOP1,5 (Φ=16/Φ=10mm, 1,0+0,5m)		
5,06	Dobava in montaža izolirnega lovilnega sistema strelovodne instalacije ISVH, kot npr. Hermi ISVH 1,0	kos	4,0
<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	10,0

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. izvodih, 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): /

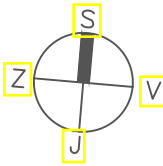
### 3.5.3 Ocena investicije:

	OCENA INVESTICIJE brez DDV (EUR)
MFE OŠ Dobova	25.500,00

### 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	Strelovodna inštalacija	3
4	Enopolna shema fotonapetostne elektrarne in priklop na distribucijsko omrežje	4
5	Tropolna shema ločilnega – merilnega mesta in AC stikalnega sestava	5
6	Tropolna shema razsmernika -G1 in DC razvoda	6
7	Vežalna shema monitoringa elektrarne	7
6	Tropolna shema razsmernika -G1 in DC razvoda	6



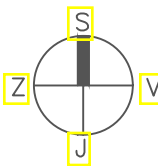


LEGENDA:

- LMO-SE** ločilno - merilna omara fotonapetostne elektrarne
- PMO** priključno - merilna omara objekta
- SB/AC** stikalni sestav SB/AC za AC del
- SB/DC-1** stikalni sestav SB/DC za DC del
- G1** Fotonapetostni razsmernik
- polj PV modulov**

Sprememba:		Opis spremembe:				Datum		Podpis:	
Investitor:		 <div>Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice</div>				Objekt lokacija:			
						Kapelska cesta 25, Dobova			
Projektant:		 <div>JB energija d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem</div>				Naziv gradnje:			
						Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe mFE Osnovna šola Dobova			
		Ime:		Ident. št.:		Podpis:		Vsebina/naslov risbe:	
Vodja projekta:		dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		IZS PI E-2434				LOKACIJSKI PRIKAZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE	
Pooblaščen inženir		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412				IN LOKACIJA OPREME	
Izdela:		Simon Per, dipl.inž.el.							
Sodelavci:						Vrsta proj. dokumen.:		Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje	
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Merilo: 1:200		Spr:		Vrsta načrta:	
Št. projekta:		070/2023		Datum: marec 2024		Številka načrta: 070/2023-2		Št. načrta investitorja:	
								Št. risbe:	
								1	



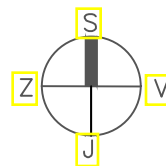


LEGENDA:

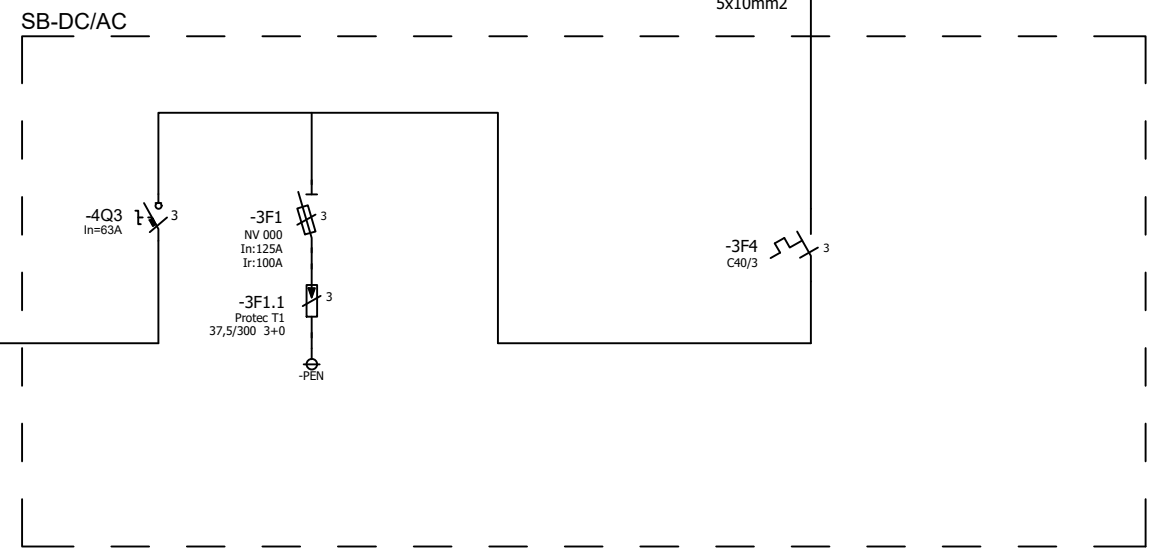
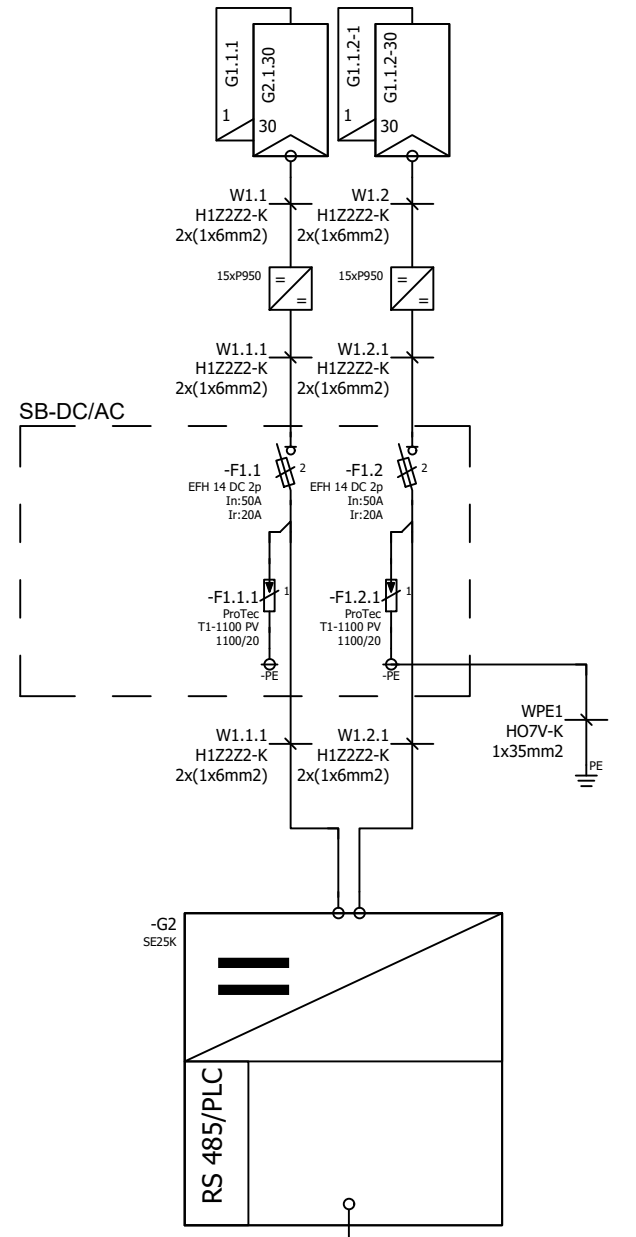
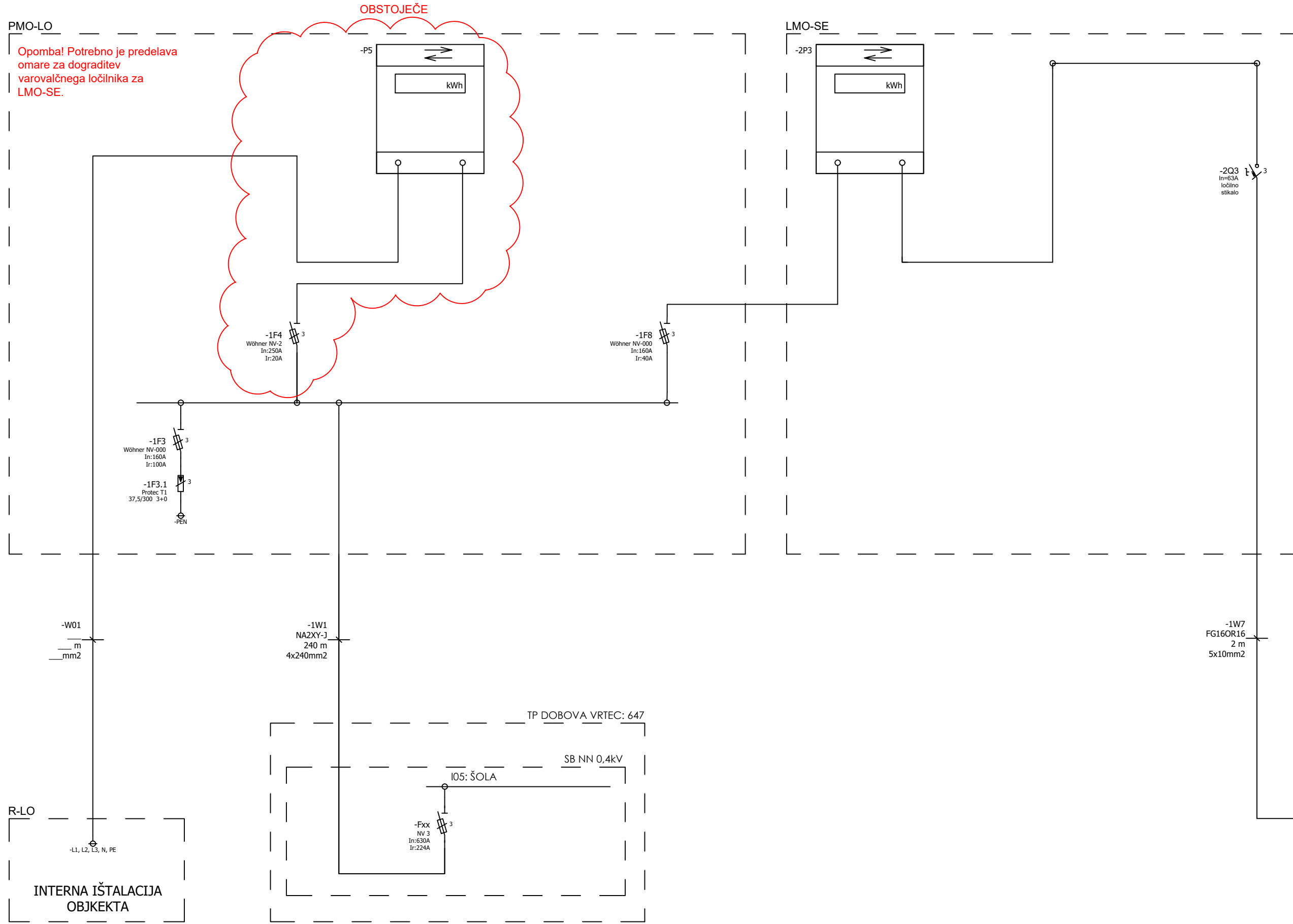
Razsmernik 1 - SE25K Synergy Manager		
Ime stringa	Št. modulov (440W, Trinasolar Vertex S+)	Št. modulov (P950, Solar Edge)
string G1.1.1	32	16
string G1.1.2	28	14
100mm	Kabelska polica širine 200mm in višine 60mm + pokrov	
50mm	Kabelska polica širine 100mm in višine 60mm + pokrov	
	Kabelska polica DC 1000V	
	Kabelska polica AC 400V	
	Zbiralka izenačevanja potencialov	
	stikalni sestav SB/DC za DC del	
	Fotonapetostni razsmernik	

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:		Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice		Objekt lokacija: Kapelska cesta 25, Dobova	
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 Osnovna šola Dobova	
Ime:		Ident. št.:	Podpis:	Vsečina/naslov risbe:	
Vodja projekta dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		IZS PI E-2434		LOKACIJSKI PRIKAZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE IN LOKACIJA OPREME	
Pooblaščen inženir Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412			
Izdela:		Simon Per, dipl.inž.el.			
Sodelavci:				Vrsta proj. dokumen.: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje   PZI	
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Vrsta načrta:	3/0. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
Št. projekta:		Datum: marec 2024		Številka načrta:	Št. načrta investitorja:
070/2023				070/2023-2	Št. risbe:
					1









Naziv MFE: mFE Osnovna šola Dobova  
Inštalirana moč PV elektrarne: 26,4 kWp DC / 25 kW AC  
PV modul: Trina Solar, moč: 440Wp, 60 kos;  
P<sub>NAZIVNA</sub>: 25 kVA (cos φ=1)  
Shema priklopa: PS.3B

Sprememba:	Opis spremembe:	Datum	Podpis:
Investitor:	Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice	Objekt lokacija: Dobova, Kapelska cesta 25	
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 Osnovna šola Dobova	
Vodja projekta	dr. Katerina Božič, mag. inž. el.	Ident. št.:	Podpis:
Pooblaščen inženir	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2434	
Izdela:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412	
Sodelavci:		Vrsta proj. dokumen.:	Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo:	1:XX
Št. projekta:	070/2023	Datum:	marec 2024
		Vrsta načrta:	3/0. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
		Številka načrta:	Št. načrta investitorja:
		Št. risbe:	



# STIKALNI SESTAV LMO-SE & SB/AC

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:		Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice		Objekt lokacija: Dobova, Kapelska cesta 25	
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 Osnovna šola Dobova	
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	LOLČILNO - MERILNE OMARE LMO-SE in STIKALNI SESTAV SB/AC	
Sodelavci:				Vrsta proj. dokumen.:	Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje PZI
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo: 1:100	Vrsta načrta:	3/0.NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
Št. projekta:		Datum:		Številka načrta:	Št. risbe:
070/2023		marec 2024		070/2023-2	5



## 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 Osnovna šola Dobova
Številka projekta:	070/2023-2

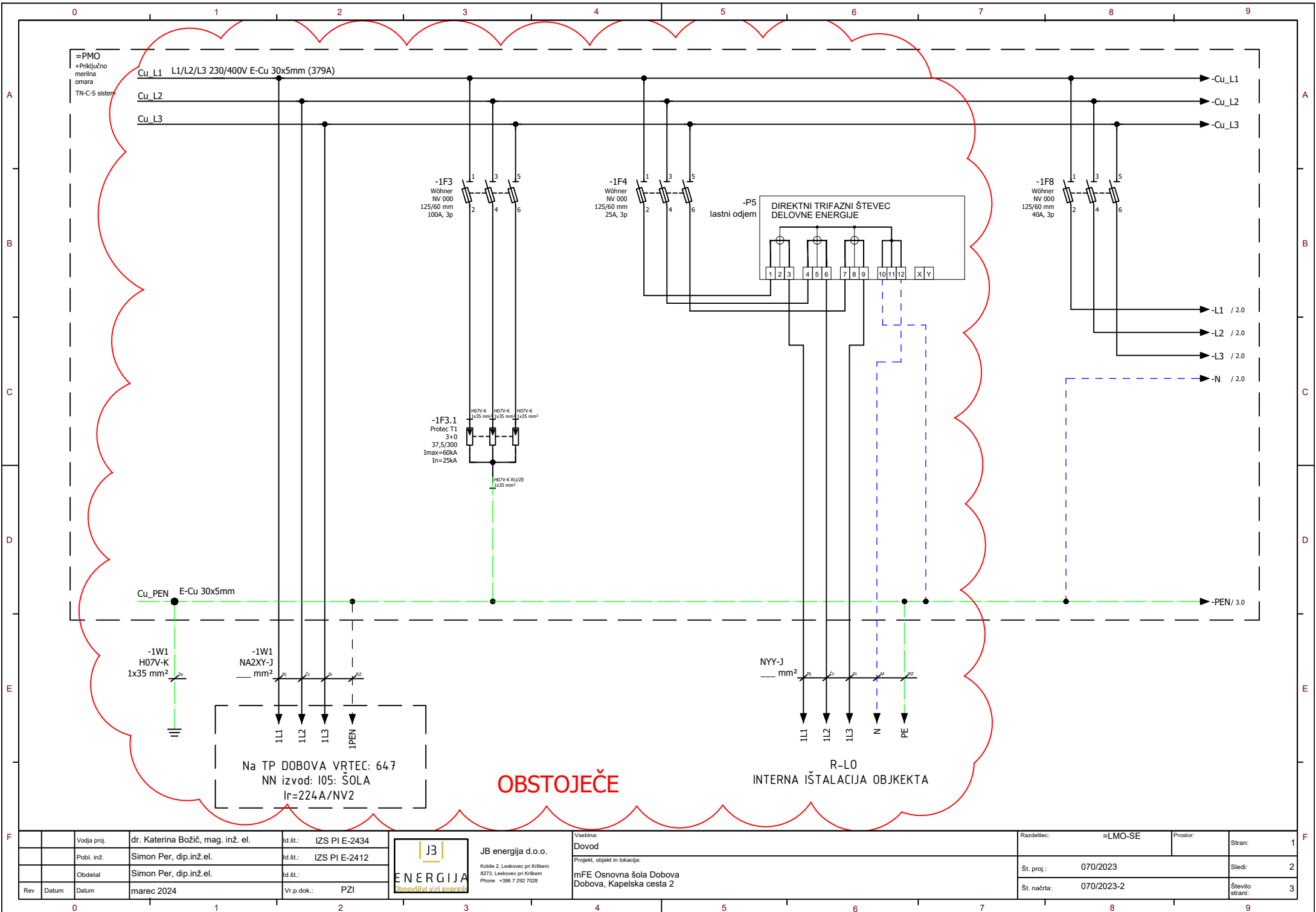
Izdelal:	JB energija d.o.o.
Ime projekta:	mFE Osnovna šola Dobova
Lokacija:	Dobova, Kapelska cesta 2
Odgovorna oseba projekta:	Simon Per
Tip projekta:	Projekt za izvedbo (PZI)

Ustvarjeno: marec 2024

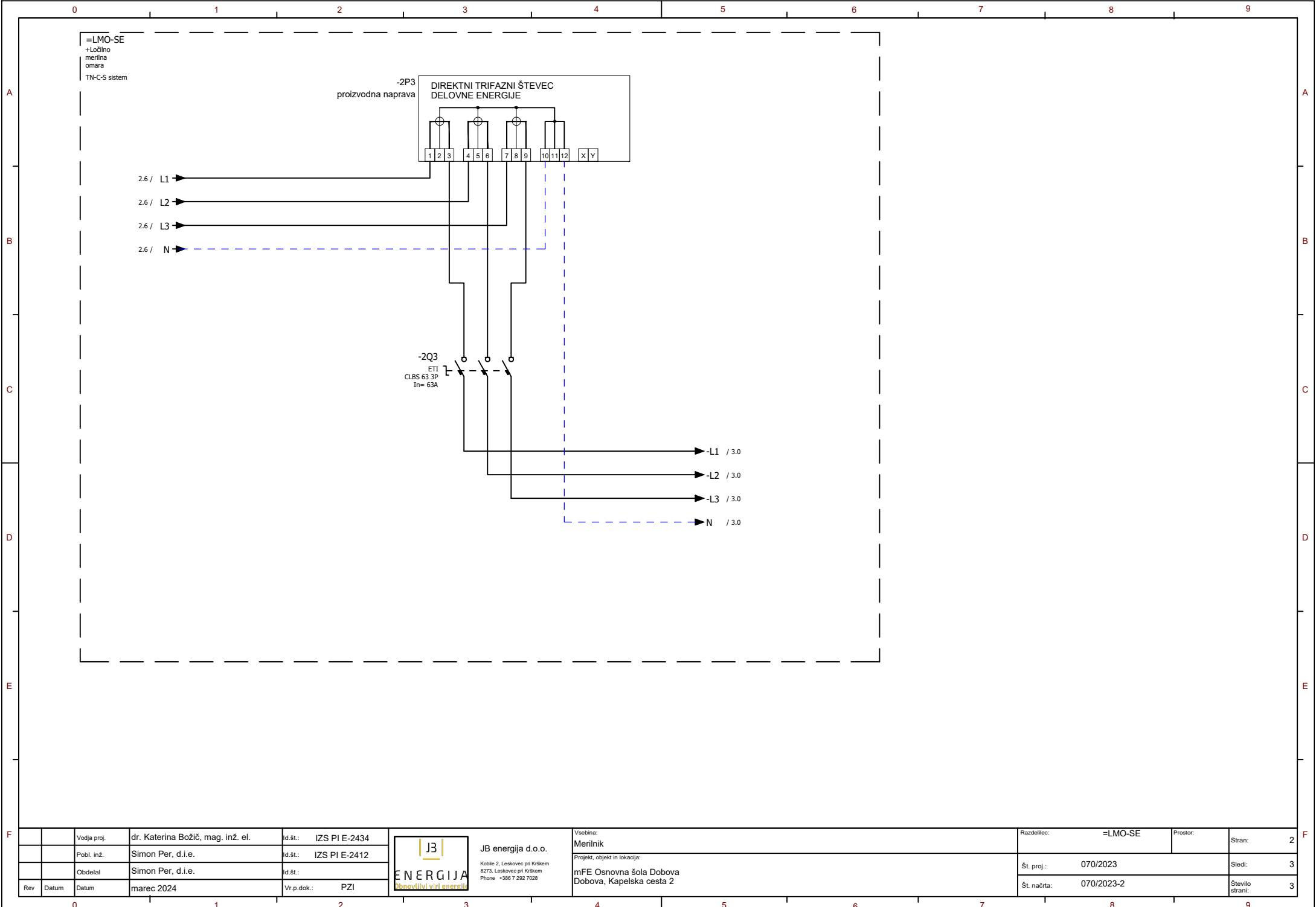
Datum zadnje spremembe: .

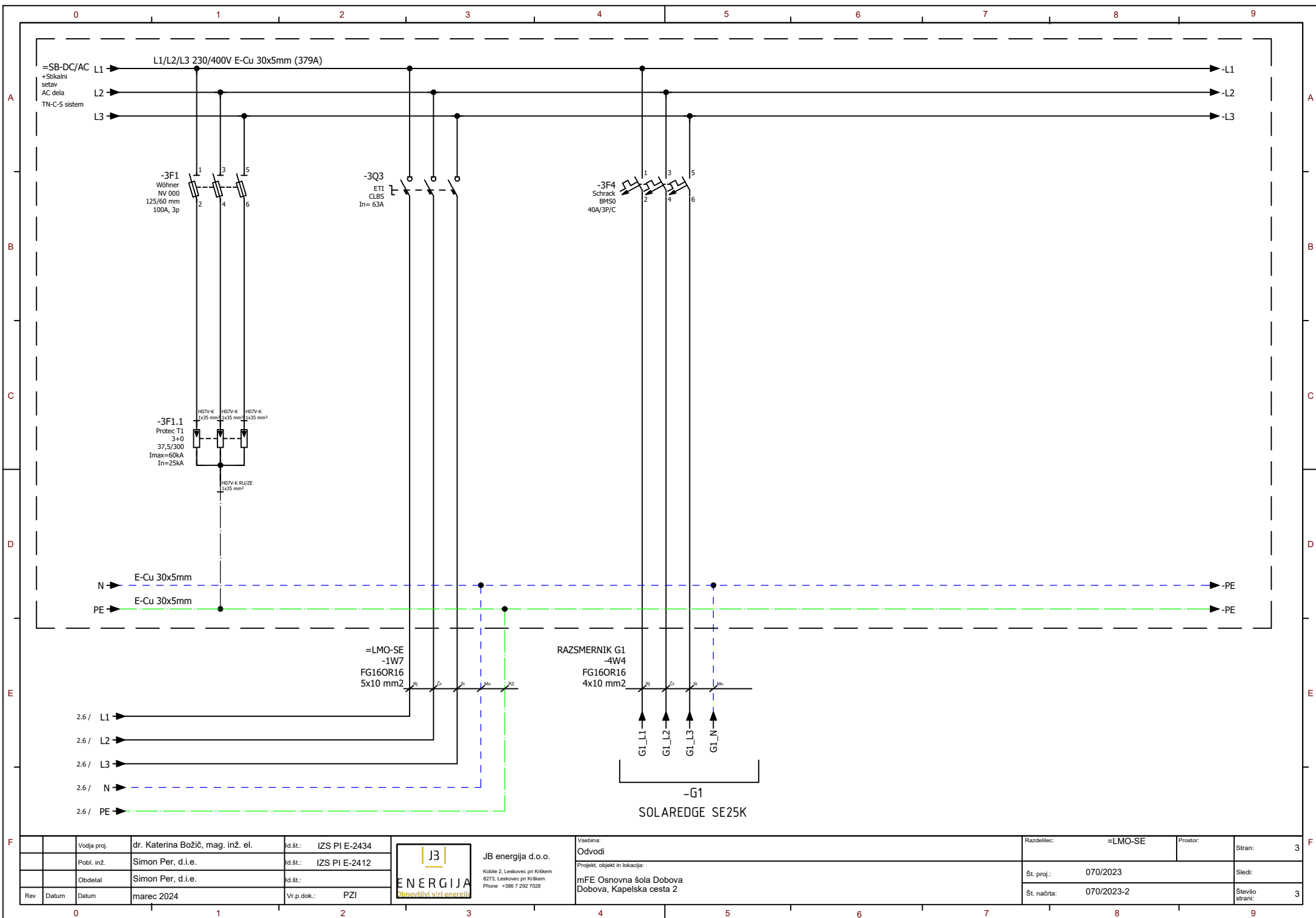
Spreminjal: .

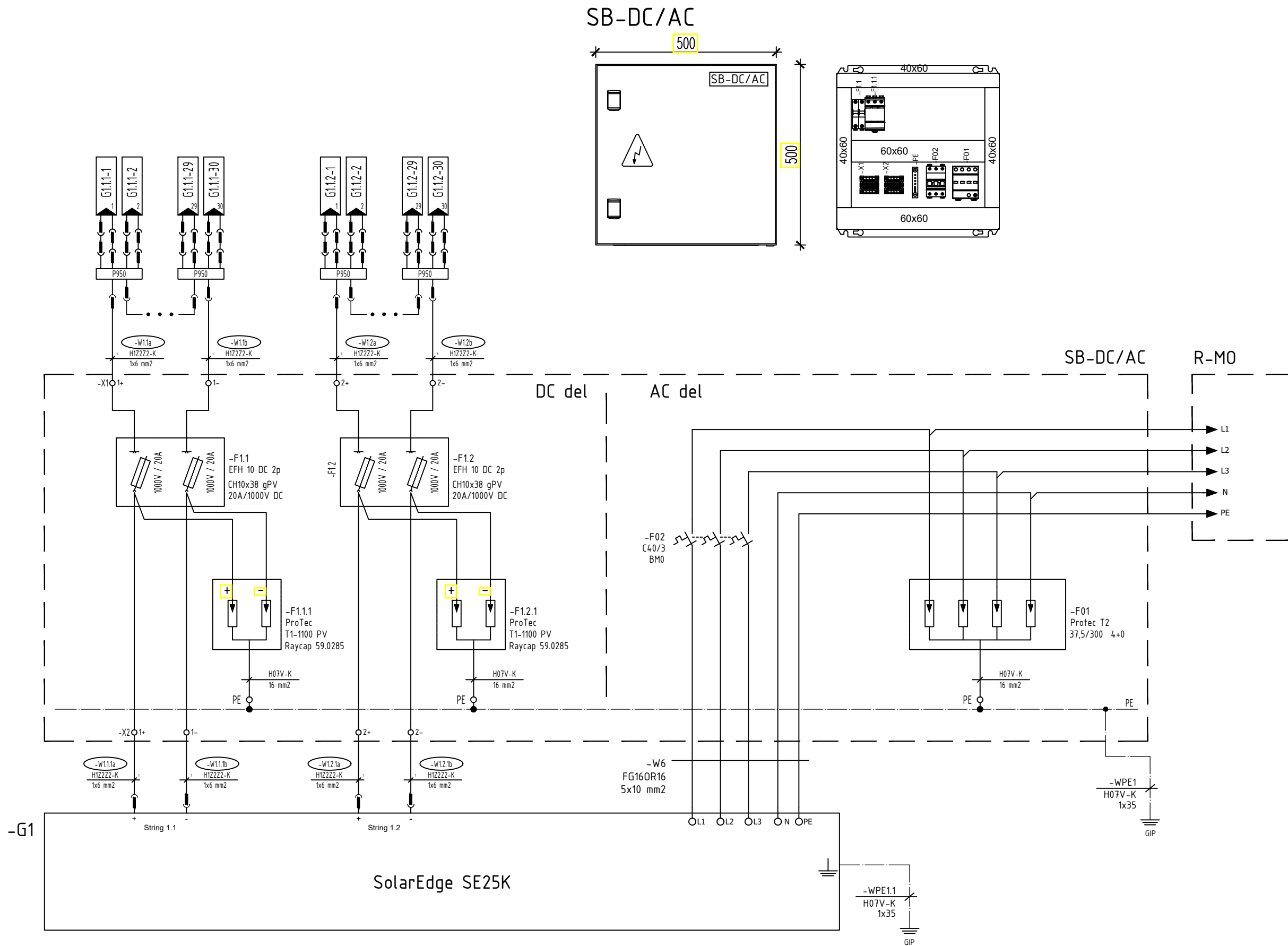
Število strani 3



Vodja proj.		dr. Katerina Božič, mag. inž. el.	Id. št.:	IZS PI E-2434	<div><div>J3</div><div>ENERGIJA</div><div>Obnovljivi viri energije</div></div> <div>JB energija d.o.o. Kobilje 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028</div>	Vsebinska:	Dovod	Razdelilec:	=LMO-SE	Prostor:	Stran:	1		
Pobl. inž.		Simon Per, dip.inž.el.	Id. št.:	IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:		mFE Osnovna šola Dobova Dobova, Kapelska cesta 2		Št. proj.:		070/2023	Sledi:	2
Obdelal		Simon Per, dip.inž.el.	Id. št.:			Št. načrta:		070/2023-2		Številna strani:		3		
Rev	Datum	Datum	marec 2024		Vr.p.dok.:	PZI								







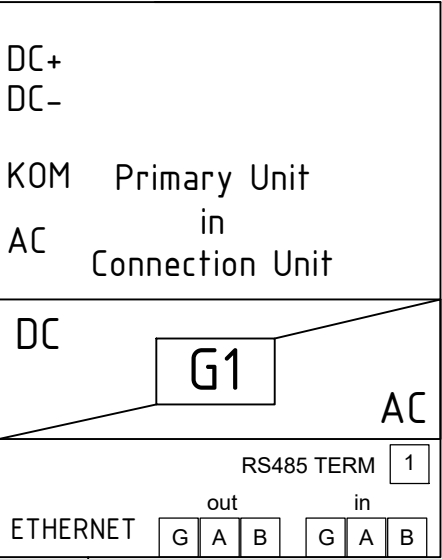
LEGENDA:

Razsmernik 1 - SE25K Synergy Manager

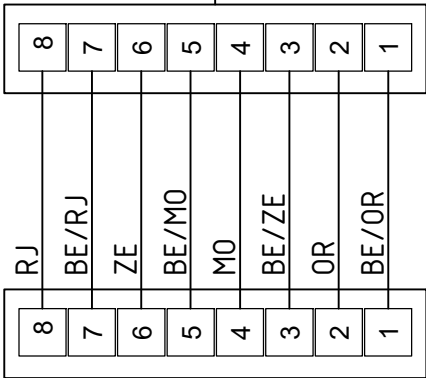
Ime stringa	Št. modulov (440W, Trinasolar Vertex S+)	Št. modulov (P950, Solar Edge)
string G1.1.1	30	15
string G1.1.2	30	15

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		
Vodja projekta				dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		
Pooblaščen inženir				Simon Per, dipl.inž.el.		
Izdela:				Simon Per, dipl.inž.el.		
Sodelavci:				Vsebina/naslov risbe:		
Za gradnjo:				VEZALNA SHEMA ENOSMERNEGA RAZVODA		
Št. projekta:				ZA RAZSMENRIK G1		
Datum:				Vrsta proj. dokumen.:		
070/2023				Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje		
Merilo:				Vrsta načrta:		
1:100				3/0. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE		
Št. risbe:				Št. risbe:		
marec 2024				070/2023-2		
Št. risbe:				6		

SE25K  
SOLAREGE MANAGER SYNERGY



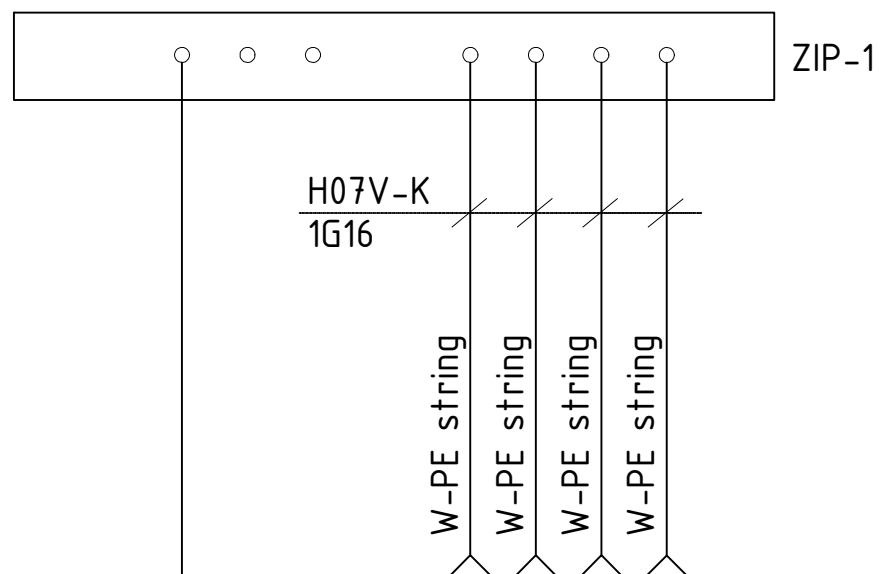
S/FTP Cat. 6a 4x2xAWG23



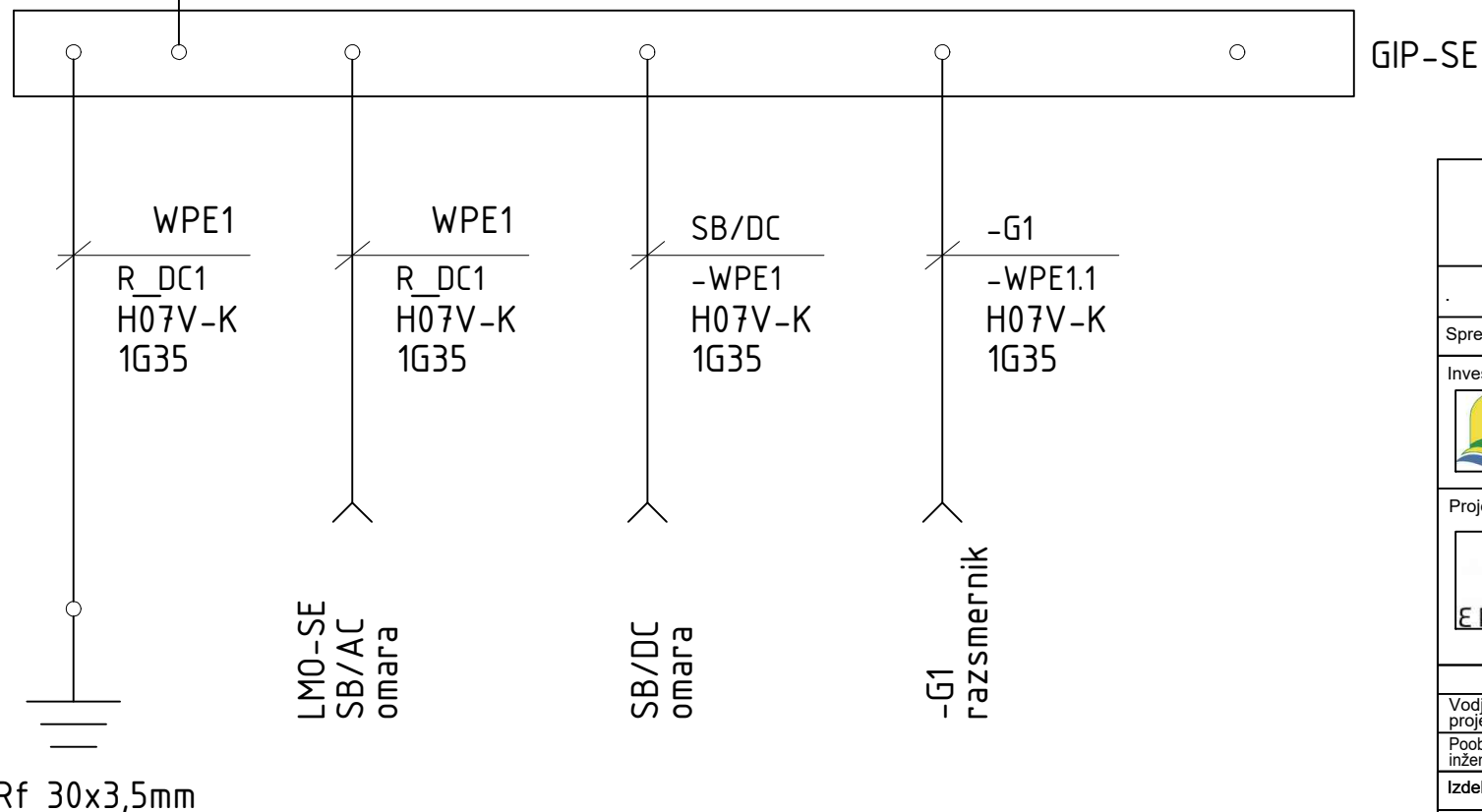
Mikrovrtak 8/8  
CAT6 oklopljen  
če je možnost priklop na  
patch panel (prosto mesto)


INTERNET  
RJ-45 konektor  
priključen v interno omrežje

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	
Investitor:		Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice		Objekt lokacija: Kapelska cesta 25, Dobova	
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 Osnovna šola Dobova	
Vodja projekta		Ime:		Ident. št.:	
Pooblaščen inženir		dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		IZS PI E-2434	
Izdelal:		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412	
Sodelavci:				Vsečina/naslov risbe: VEZAVA SHEMA MONITORINGA ELEKTRARNE	
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Merilo: 1:XX	
Št. projekta:		Datum:		Številka načrta:	
070/2023		marec 2024		070/2023-2	
				Vrsta proj. dokumen.: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje	
				Vrsta načrta: 3/0.NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
				Št. risbe: 7	



H07V-K  
1G35



Sprememba:		Opis spremembe:				Datum		Podpis:			
Investitor:		<div></div> <div>Občina Brežice Cesta prvih borcev 18 8250 Brežice</div>				Objekt lokacija:				Kapelska cesta 25, Dobova	
Projektant:		<div></div> <div>JB energija d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem</div>				Naziv gradnje:				Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Brežice z namenom samooskrbe mFE Osnovna šola Dobova	
	Ime:		Ident. št.:		Podpis:		Vsebina/naslov risbe:  VEZALNA SHEMA IZENAČEVANJA POTENCIALA				
Vodja projekta		dr. Katerina Božič, mag. inž. el.		IZS PI E-2434							
Pooblaščen inženir		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412							
Izdelal:		Simon Per, dipl.inž.el.									
Sodelavci:						Vrsta proj. dokumen.:		Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje		PZI	
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Merilo: 1:xx		Spr:		Vrsta načrta:		3/0. NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
Št. projekta:		070/2023		Datum: marec 2024		Številka načrta:		070/2023-2		Št. risbe: 8	



### 3.7 PRILOGE

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

PARAMETRI DIMENZIONIRANJA	Oznaka	Enota			
<b>STIKALNI BLOK - točka priključitve</b>			Tipska shema priklopa: PS.3b <b>TP - NN izvod</b>	<b>LMO-SE</b>	Glavni stikalni blok: <b>SB/AC</b>
<b>Porabnik</b>			<b>LMO-SE</b>	<b>SB/AC</b>	<b>Razsmernik +G1</b>
Tip kabla			NA2XY 4x240mm <sup>2</sup>	FG16OR16 4x70mm <sup>2</sup>	FG16OR16 4x50mm <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>	66,6	66,6	66,6
Faktor delavnosti	<b>cosfi</b>		1	1	1
Izkoristek	<b>eta</b>		1	1	1
Nazivni tok porabnika	<b>Ib</b>	<b>A</b>	96,13	96,13	96,13
Presek faznega vodnika	<b>Sf</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	240	70	50
Presek nevtralnega vodnika	<b>So</b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	240	70	50
Zdržni tok kabla iz tabele	<b>Izt</b>	<b>A</b>	398	194	155
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>	382,08	186,24	141,00
Konstanta vodnika (Cu=115, Al=74)	<b>K</b>		74	115	115
Nazivni tok zaščitne naprave	<b>In</b>	<b>A</b>	<b>224</b>	<b>130</b>	<b>100</b>
Faktor zaščitne naprave	<b>k</b>		1,45	1,6	1,6
Tok delovanja zaščitne naprave (I <sub>2</sub> =kxI <sub>n</sub> )	<b>I<sub>2</sub></b>	<b>A</b>	324,8	208	160
1,45*I <sub>z</sub>		<b>A</b>	554,02	270,05	204,45
Dolžina kabla (tokokroga)	<b>Lt</b>	<b>km</b>	0,16	0,002	0,015
Impedanca kratkostične znake od TP do porabnika pri 3polnem kratkem stiku	<b>Zk</b>	<b>Ω</b>	0,579	0,561	0,584
Vrednost impedance okvarne zanke vodnika	<b>Zo</b>	<b>Ω</b>	0,038	0,002	0,011
Impedanca okvarne zanke od TP do porabnika	<b>Zsk</b>	<b>Ω</b>	1,158	1,122	1,169
Tok kratkega stika pri tripolnem kratkem stiku	<b>Ik3p</b>	<b>A</b>	438,66	452,91	434,64
<b>Kontrola minimalnega preseka vodnika S<sub>min</sub>&lt;S (v odvisnosti od časa odklopa)</b>					
Izpolnjen pogoj S <sub>min</sub> <S	<b>S<sub>min</sub></b>	<b>mm<sup>2</sup></b>	1,87	1,25	0,24

Kontrola termične obremenitve					
Izpolnjen pogoj: $I_b \leq I_n$			DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: $I_n \leq I_z$			DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$			DA	DA	DA
Kontrola padcev napetosti					
Padec napetosti na tokokrogu	<b>dU</b>	%	x	0,793	0,827
Padec napetosti na dovodnem kablu	<b>u0</b>	%	0,793	0,034	0,223
Skupni padec napetosti	<b>usk</b>	%	<b>0,793</b>	<b>0,827</b>	<b>1,050</b>



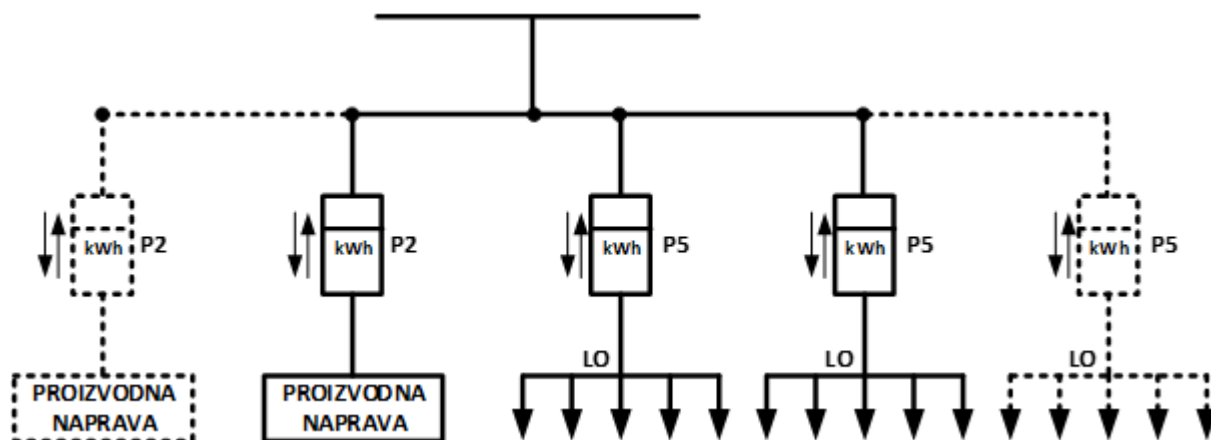
### **3.7.2   Soglasje za priključitev**

ELES, d.o.o. na podlagi izdanega pooblastila osebama TILLEN NATEK, dipl. inž. energ. 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. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) ter na osnovi vloge za objekt JAVNI OBJEKT, MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA, 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 v postopku izdaje soglasja za priključitev na distribucijski sistem naprave za skupnostno samooskrbo, izdaja naslednje

## SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1467718 naprave za skupnostno samooskrbo

Imetniku soglasja OBČINA BREŽICE, CESTA PRVIH BORCEV 18, 8250 BREŽICE se izda soglasje za priključitev naprave MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA skupnostne samooskrbe SKUPNOSTNA SAMOOSKRBA BREŽICE, na parceli št. 223/2 (k.o. 1292 - GABRJE), na naslovu KAPELSKA CESTA v kraju DOBOVA, pod navedenimi pogoji.

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	8103287	383111580012015746



### I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

#### A.) PROIZVODNJA

- Številka merilnega mesta: 8103287
- GSRN MM: 383111580012015746
- Tipška priključna shema: PS.3B
- Priključna moč oddaje v omrežje: 25 kW**
- Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 40$  A
- Način obratovanja: Paralelno z distribucijskim sistemom
- Ostali EE pogoji:
  - V kolikor v obstoječo priključno merilno električno omarico zaradi prostorske omejitve nebi bilo možno vgraditi števca porabe, ki zadeva priključitev na omrežje, je potrebno električno omarico zamenjati z omarico ustreznih dimenzij. Slednje se navezuje na to, da je v obstoječi priključno merilni omarici že nameščeno eno merilno mesto. Vsi stroški v zvezi s prej navedenim so v domeni imetnika tega soglasja.

#### PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

- Delovna moč fotonapetostnih modulov: 25,5 kW

2. Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu

3. Podatki o elektroenergijskem modulu:

- Primarni vir energije: Sonce
- Opis razsmernikov:

Število razsmernikov	Vrsta razsmernika	Naznačena moč (kVA)	Naznačena napetost (V)
1	Trifazni	25	400

## B.) ODJEM (LASTNA RABA)

1. Številka merilnega mesta: 8103287
2. GSRN MM: 383111580012015746
3. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN brez merjene moči
4. **Priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 14 kW**
5. Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 20$  A
6. Jalova energija mora biti kompenzirana na  $\cos\varphi = 0,95$
7. Jakost omejevalca toka NN izvoda: 224 A

## II. TEHNIČNI POGOJI

### A.) PROIZVODNJA

#### 1. Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)

- Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	NIZKONAPETOSTNO OMREŽJE
NN izvod	I05: ŠOLA
TP	TP DOBOVA VRTEC: 647

- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Vrsta priključka: Trifazni
- Priključek je obstoječ
- Impedanca: 0,13 ohmov
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem ozemljitve
- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	TP DOBOVA VRTEC: 647
SN izvod	J12: DV DOBOVA 1
RTP	RTP BREŽICE: 110/20KV

- Kratkostična moč: 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
- Ostali tehnični pogoji:
  - Tehnični pogoji na osnovi izvedene presoje vplivov motenj naprav na distribucijski sistem po 95. členu SONDSEE.

## 2. Tehnični pogoji za elektroenergijske module (naprave za skupnostno samooskrbo)

### 2.1. Proizvodnja električne energije iz energije sonca

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

- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno 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 skupnostno samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno 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 skupnostno 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 skupnostno 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 skupnostno samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja moral 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 skupnostno 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 skupnostno 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 skupnostno 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 skupnostno samooskrbo, skupne delovne moči do vključno 30 kW, je dovoljena izvedba popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta. Če je skupna moč vseh elektroenergijskih modulov naprave za skupnostno 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 za skupnostno samooskrbo.
- Porazdeljenost ločilnega mesta glede na stikalo na katero delujejo zaščite: NE

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

- Naprava za skupnostno 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 oseb distributorja.
- Naprava za skupnostno 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 skupnostno 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 omejevat 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 skupnostne samooskrbe hkrati, morajo biti čim bolj enakomerno razporejene po fazah. V nobenem primeru ne sme fazno neravnotežje v obratovanju presežati 3,7 kW (največja razlika delovne moči med posameznimi linijskimi vodniki). Moč enofaznega naprav skupnostne samooskrbe ne sme presežati 3,7 kW.
- To je predvsem treba upoštevati pri priključevanju vseh naprav skupnostne samooskrbe, ki uporabljajo enofazne razsmernike za povezavo z omrežjem. Največja dovoljena skupna delovna moč naprav skupnostne samooskrbe, ki vsebuje enofazne naprave skupnostne samooskrbe, ne sme presežati 11,1 kW.

#### 4. Prevzemno predajno mesto (mesto oddaje električne energije v distribucijski sistem) - pogoji za vložnika

- Lokacija: NN priključno merilna omarica, katera je locirana na stalno dostopnem mestu
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Merilne naprave:
  - Direktne trifazne 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
  - 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.
  - Stroške nakupa in namestitve zahtevane merilne in komunikacijske opreme ob prvi namestitvi na merilnem mestu in ob vsaki zamenjavi, ki je posledica zahteve imetnika soglasja, na podlagi katere obstoječa merilna oprema ne izpolnjuje več meroslovnih ali ostalih zahtev, plača imetnik soglasja distribucijskemu operaterju in so določeni v Ceniku drugih storitev, ki jih ELES, d.o.o. zaračunava uporabnikom sistema.



- Prenapetostna zaščita merilnih naprav: Razred 2 po IEC
- Prenapetostna zaščita komunikacijskega modula: Ni potrebno

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

## **B.) ODJEM (LASTNA RABA)**

Mesto vključitve priključka lastne rabe v distribucijski sistem ter prevzemno predajno mesto sta isti kot za proizvodnjo, navedeno v poglavju II. TEHNIČNI POGOJI A.) PROIZVODNJA.

## **OSTALI POGOJI**

- Vgrajene naprave v proizvodni napravi skupnostne samooskrbe morajo izpolnjevati pogoje smernic elektromagnetne združljivosti (EMC), za kar morajo imeti ustrezne certifikate.
- Uporabnik se bo v sistem skupnostne samooskrbe vključil na podlagi Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) (mesečni obračun).
- Kakovost električne energije, ki jo proizvodna naprava skupnostne samooskrbe oddaja 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.
- Imetnik soglasja mora po dokončnosti tega soglasja z upravljavcem distribucijskega sistema skleniti pogodbo o priključitvi, v kateri bodo urejeni odnosi v zvezi s priključkom, plačilom omrežnine za priključno moč in izvedbe pregleda za priključitev na omrežje.
- Pred začetkom obratovanja mora imetnik soglasja skladno s Prilogo 5, SONDSEE in tipom proizvodne naprave pridobiti končno obvestilo o odobritvi obratovanja.
- 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 ELES, 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 ELES, d.o.o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.
- 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 ELES, d.o.o., dosegljivih na spletni strani [www.eles.si/ceniki](http://www.eles.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.



- Pred priključitvijo naprave skupnostne samooskrbe mora biti s strani upravljavca distribucijskega sistema izvršen pregled priključka glede izpolnjevanja tehničnih ter drugih pogojev, določenih v soglasju za priključitev in predložen merilni protokol preizkusov zaščitnih naprav.
- Sestavni del zaprosila za priključitev so tudi obratovalna navodila sestavljena skladno s SONDSEE.
- Za vsako spremembo elektroenergetskih ali tehničnih pogojev tega soglasja za priključitev mora imetnik soglasja 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 distribucijski operater pridržuje pravico naknadno predpisati dodatne pogoje, v katerih od uporabnika zahteva odpravo teh motenj.
- 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 upravljavca priključevati elektroenergetskih naprav 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.
- V postopku izdaje tega soglasja posebni stroški niso nastali.

### **Obrazložitev**

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 16. 11. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod zaporedno št. 1467718 zaprosil ELES, d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe skupnostne samooskrbe SKUPNOSTNA SAMOOSKRBA BREŽICE z elektroenergijskimi moduli za objekt JAVNI OBJEKT, MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA, na parceli št. 223/2 (k.o. 1292 - GABRJE), na naslovu KAPELSKA CESTA v kraju DOBOVA.

ELES, 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.

ELES, 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. 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: **26. 1. 2024**

Datum vročitve: **31. 1. 2024**

**Postopek vodil/-a:**

TILEN NATEK, dipl. inž. energ.



**Direktor ELES, d.o.o.:**

mag. Aleksander Mervar

**po pooblastilu:**

mag. TOMISLAV KRAMARŠEK

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'TKRAMAR', with a long horizontal stroke at the end.

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 Zdravstveni dom Brežice

8. 04. 2024

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

Address of Installation

---



# Project Overview



Figure: Overview Image, 3D Design

## PV System

### 3D, Grid-connected PV System

Climate Data	Krško, SVN (1996 - 2015)
Values source	Meteonorm 8.1(i)
PV Generator Output	26,4 kWp
PV Generator Surface	119,9 m²
Number of PV Modules	60

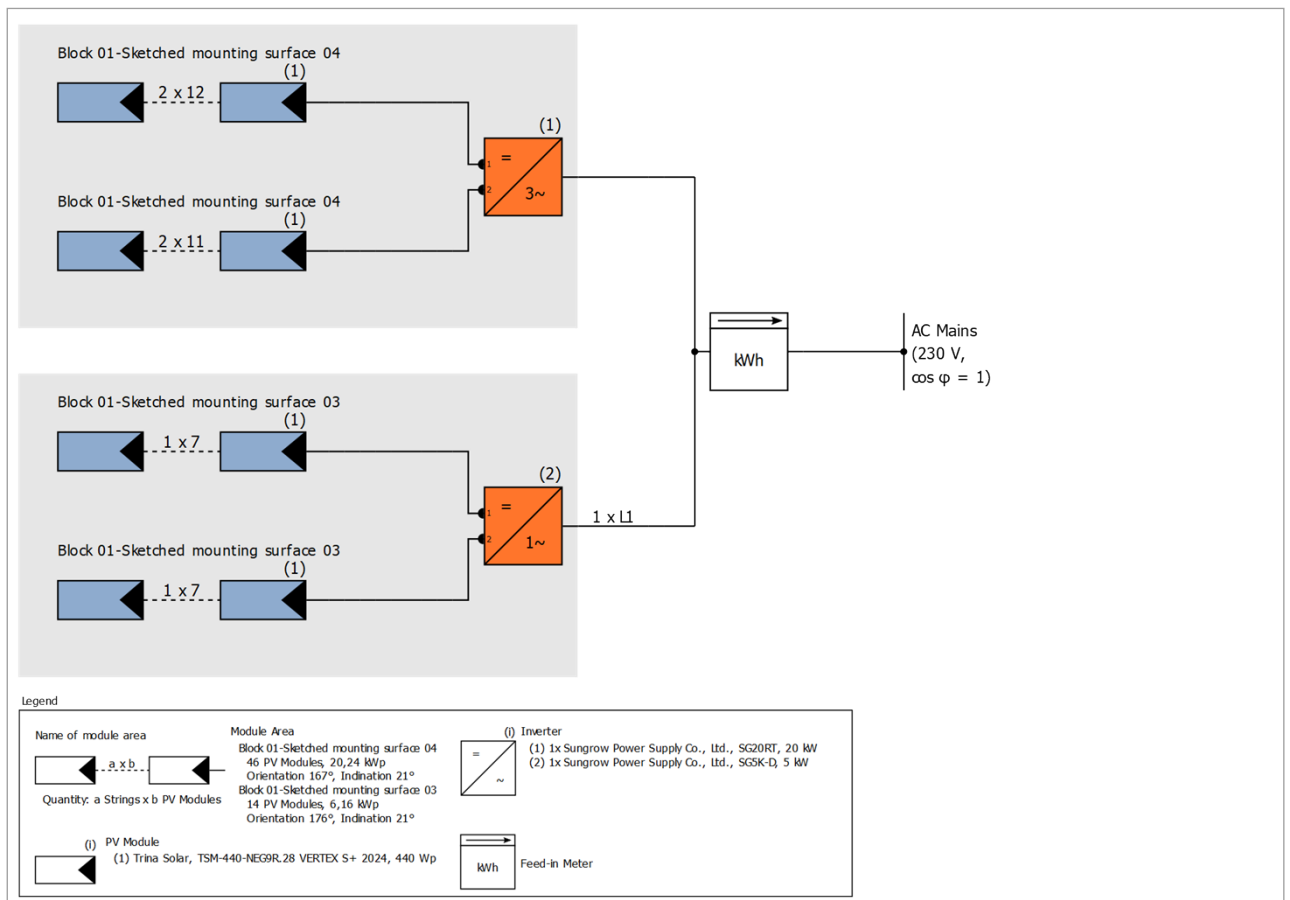


Figure: Schematic diagram

## Production Forecast

### Production Forecast

PV Generator Output	26,40 kWp
Spec. Annual Yield	1.229,75 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	93,99 %
Yield Reduction due to Shading	Not calculated
Grid Export	32.474 kWh/Year
Grid Export in the first year (incl. module degradation)	32.474 kWh/Year
Standby Consumption (Inverter)	9 kWh/Year
CO <sub>2</sub> Emissions avoided	15.259 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 04

PV Generator, 1. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 04	
Name	Block 01-Sketched mounting surface 04
PV Modules	46 x TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+ 2024 (v2)
Manufacturer	Trina Solar
Inclination	21 °
Orientation	South 167 °
Installation Type	Roof parallel
PV Generator Surface	91,9 m²



Figure: 1. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 04

2. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 03

PV Generator, 2. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 03

Name	Block 01-Sketched mounting surface 03
PV Modules	14 x TSM-440-NEG9R.28 VERTEX S+ 2024 (v2)
Manufacturer	Trina Solar
Inclination	21 °
Orientation	South 176 °
Installation Type	Roof parallel
PV Generator Surface	28,0 m²



Figure: 2. Module Area - Block 01-Sketched mounting surface 03



## Horizon Line, 3D Design

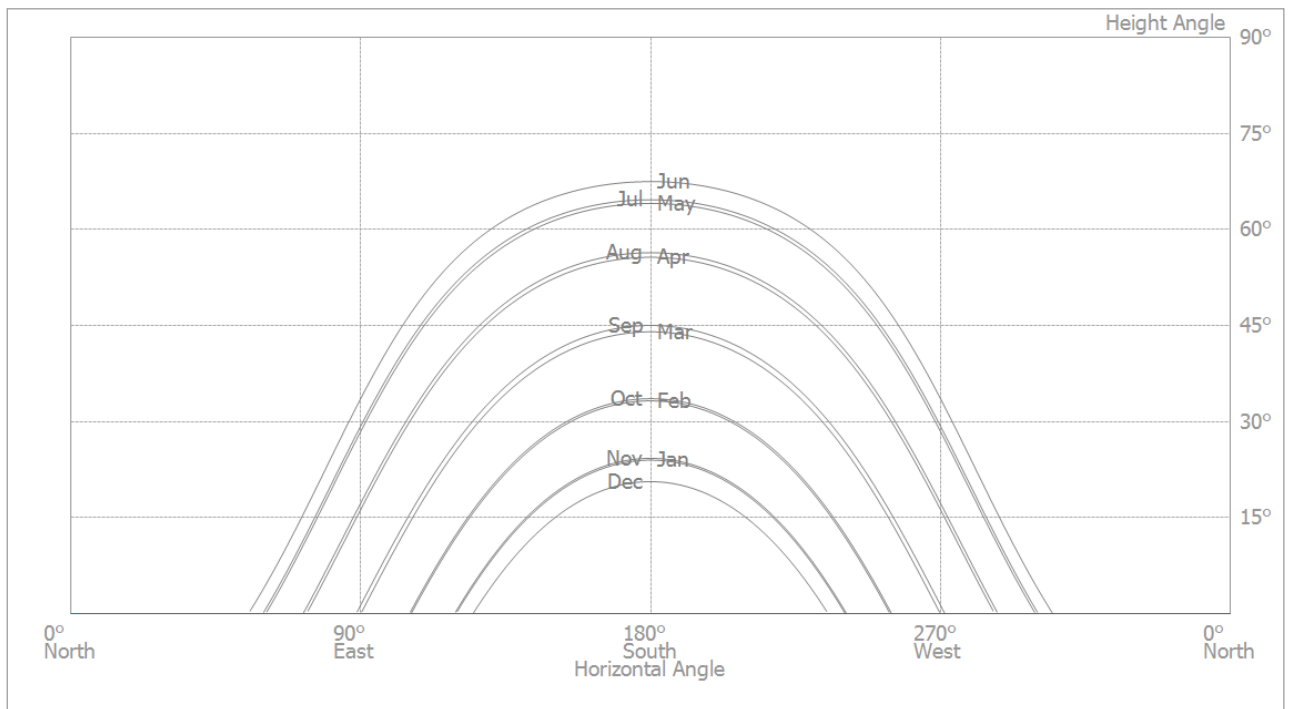


Figure: Horizon (3D Design)

## Inverter configuration

### Configuration 1

Module Area	Block 01-Sketched mounting surface 04
Inverter 1	
Model	SG20RT (v1)
Manufacturer	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantity	1
Sizing Factor	101,2 %
Configuration	MPP 1: 2 x 12 MPP 2: 2 x 11

### Configuration 2

Module Area	Block 01-Sketched mounting surface 03
Inverter 1	
Model	SG5K-D (v2)
Manufacturer	Sungrow Power Supply Co., Ltd.
Quantity	1
Sizing Factor	123,2 %
Configuration	MPP 1: 1 x 7 MPP 2: 1 x 7

## AC Mains

### AC Mains

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

# Simulation Results

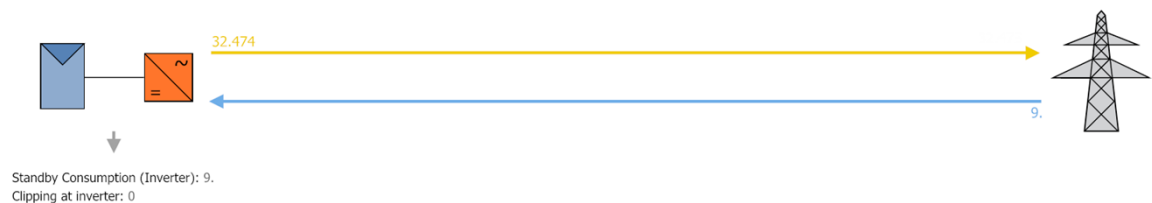
## Results Total System

### PV System

PV Generator Output	26,40 kWp
Spec. Annual Yield	1.229,75 kWh/kWp
Performance Ratio (PR)	93,99 %
Yield Reduction due to Shading	Not calculated
Grid Export	32.474 kWh/Year
Grid Export in the first year (incl. module degradation)	32.474 kWh/Year
Standby Consumption (Inverter)	9 kWh/Year
CO <sub>2</sub> Emissions avoided	15.259 kg / year

### Energy Flow Graph

Project: mFE Zdravstveni dom 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

Circuit Diagram

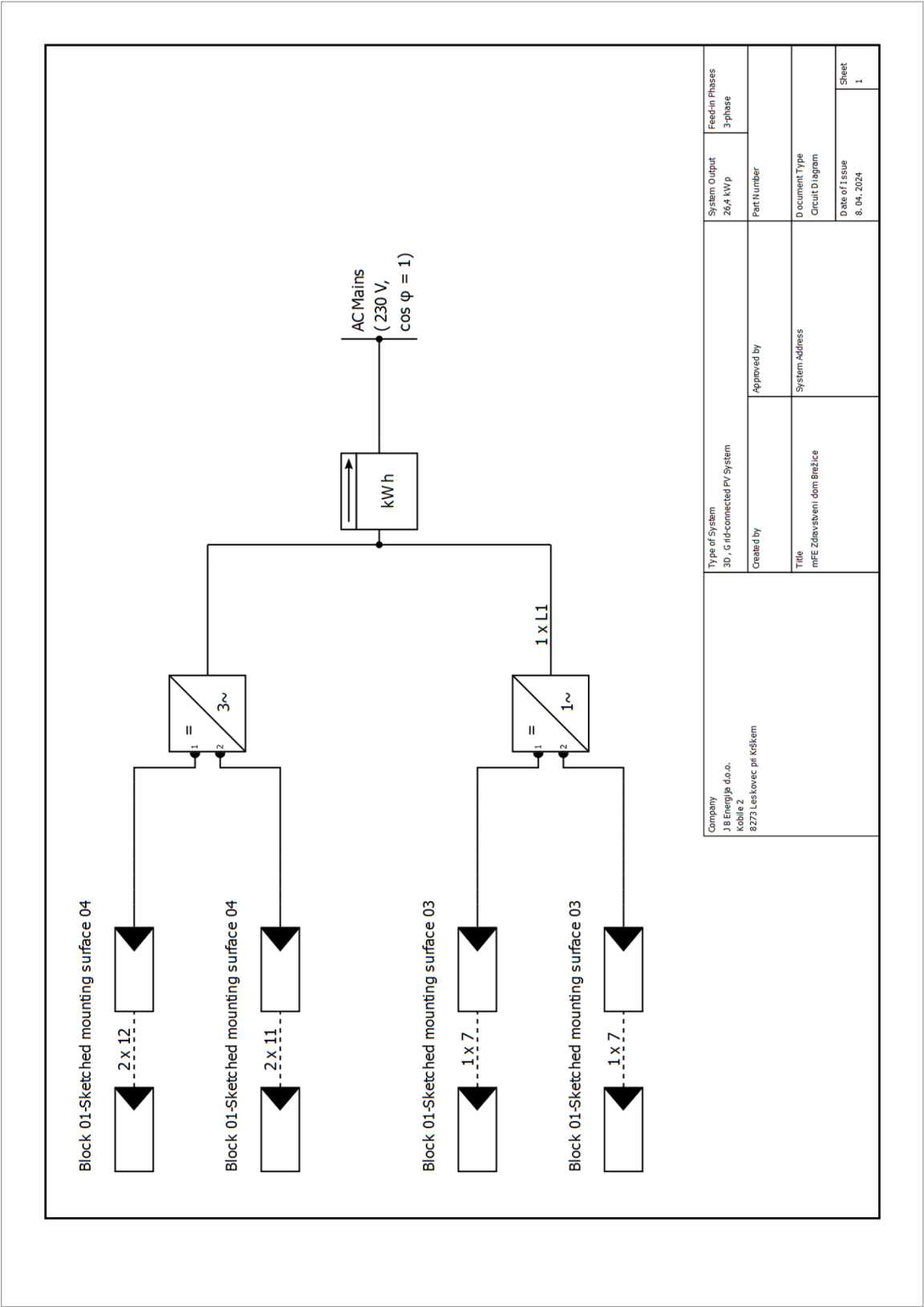


Figure: Circuit Diagram

## Overview plan

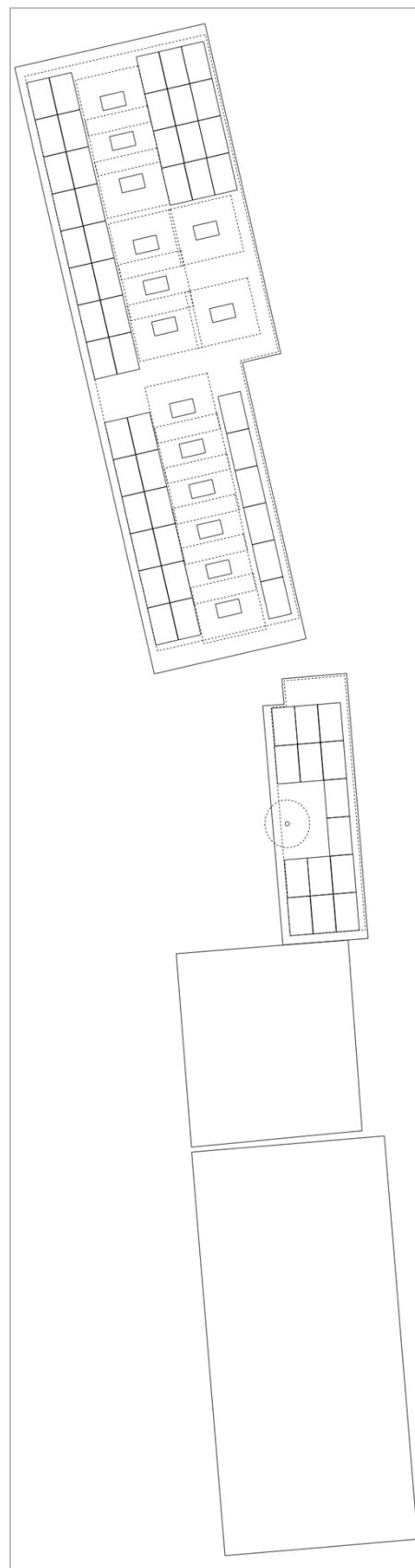


Figure: Overview plan

# Screenshots, 3D Design

## Module Areas



Figure: Screenshot02



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



# | Connecting Strength

## K2 Base poročilo

# JB Energija - MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA PS3B

---

Naslov projekta

Kapelska cesta 25, 8257 Dobova

Podjetje

Marchiol d.o.o.

Obdelal(-a)

David Kociper

Datum izdaje in različica

2024/04/08 | K2 Base Različica 3.1.122.1



## Vsebina

Pregled projekta	4
<b>Roof 1</b>	<b>6</b>
Načrt vgradnje	8
Rezultati	16
Poročilo o statiki	20
Kosovnica	26
<b>Roof 2</b>	<b>27</b>
Načrt vgradnje	29
Rezultati	31
Poročilo o statiki	34
Kosovnica	39
Kosovnica	40



## 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>  Valovitka	<u>SingleRail</u>	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	46	20.24 kWp
<u>Roof 2</u>  Valovitka	<u>SingleRail</u>	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	14	6.16 kWp
<b>Vsota</b>				<b>60</b>	<b>26.40 kWp</b>

### Informacije o projektu

Naslov	Kapelska cesta 25, 8257 Dobova
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	A2
Talna snežna obremenitev	1.35 kN/m <sup>2</sup>

### Materialne vrednosti

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

Elastični modul	E = 70.000 N/mm <sup>2</sup>
Strižni modul	G = 26.923 N/mm <sup>2</sup>
Gostota	g = 2.700 kg/m <sup>3</sup>
Toplotni koeficient	α <sub>r</sub> = 2.3e <sup>-5</sup>
Popustna trdnost	f <sub>o,k</sub> = 200 N/mm <sup>2</sup>
Končna moč	f <sub>u,k</sub> = 245 N/mm <sup>2</sup>



#### PROJEKT JE VERIFICIRAN.

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

## JB Energija - MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA PS3B



### Informacije o projektu

Naslov

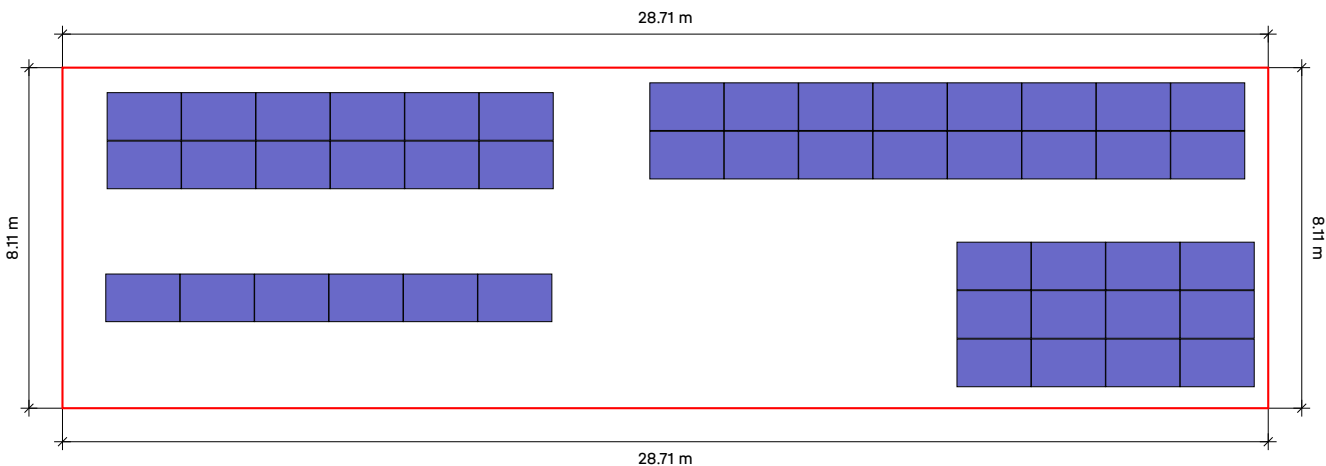
Kapelska cesta 25, 8257 Dobova


Obdelal(-a)

David Kociper



# Strehe | Roof 1



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<a href="#">Roof 1</a>  Valovitka	<a href="#">SingleRail</a>	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	46	20.24 kWp



# Strehe | Roof 1 | Načrt vgradnje

## Osnovno vodilo

Tip	Cela vodila		Del vodila	Rezanje vodil	
	Skupna dolžina	Število 3.65 m		Dolžina	Ostanek
2*A	14.501	3*3.65 m	3.650	3.551 od 3.650	0.089
2*B	10.155	2*3.65 m	3.650	2.855 od 3.650	0.785
2*C	10.123	2*3.65 m	3.650	2.823 od 3.650	0.817
1*D	7.300	2*3.65 m	3.650	1.000 od 3.650	<u>2.640</u>
1*E	7.300	2*3.65 m	<u>2.640</u>	1.000 od 2.640	<u>1.630</u>
1*F	7.300	2*3.65 m	<u>1.630</u>	1.000 od 1.630	0.620

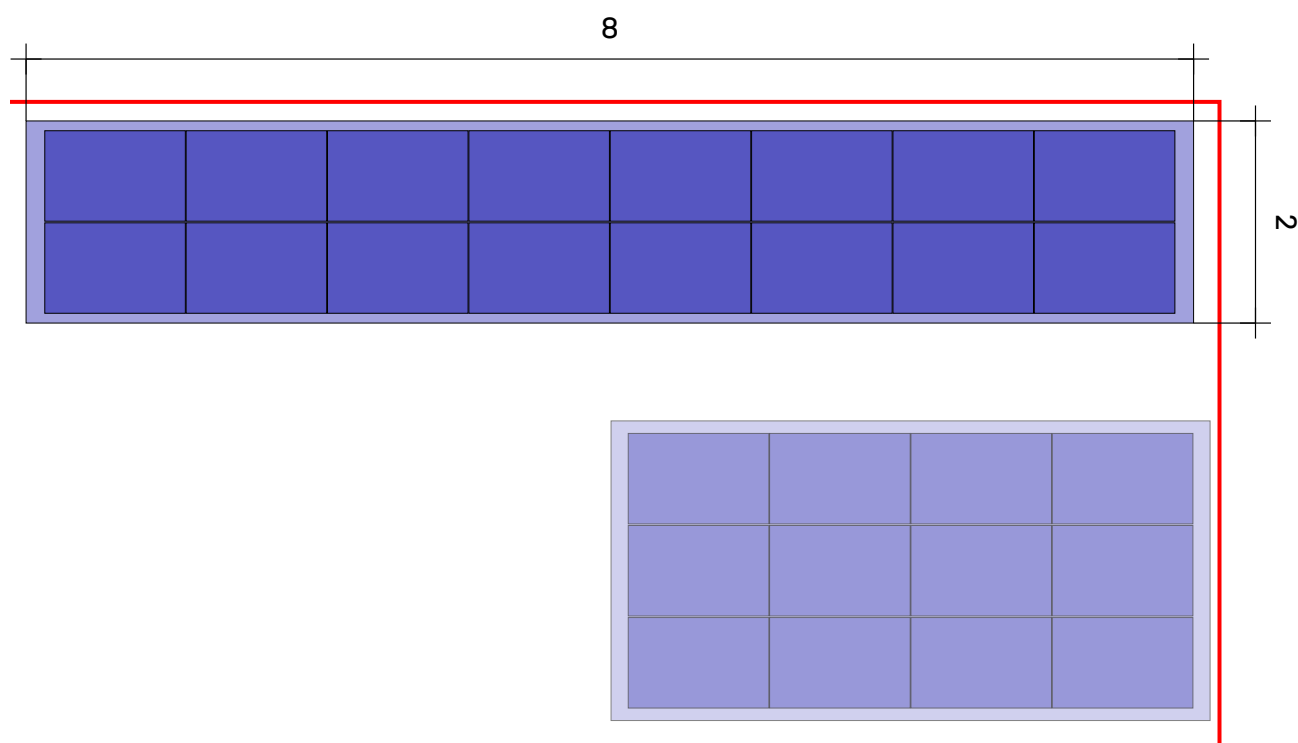
1 cm velja za 'izgubljenega' za vsak rez

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

## Zgornje vodilo

Tip	Cela vodila		Del vodila	Rezanje vodil	
	Skupna dolžina	Število 3.65 m		Dolžina	Ostanek
8*A	3.562		3.650	3.562 od 3.650	0.078
28*B	2.408		3.650	2.408 od 3.650	1.232
6*C	1.254		3.650	1.254 od 3.650	<u>2.386</u>
6*D	1.254		<u>2.386</u>	1.254 od 2.386	1.122

# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1



## Streha ① Polje modulov ①

Vgradni sistem

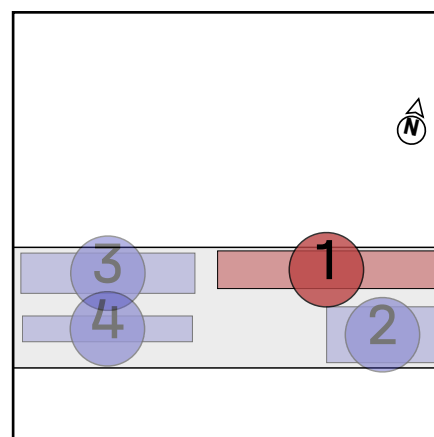
[SingleRail](#)

Modul

16(7.04 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

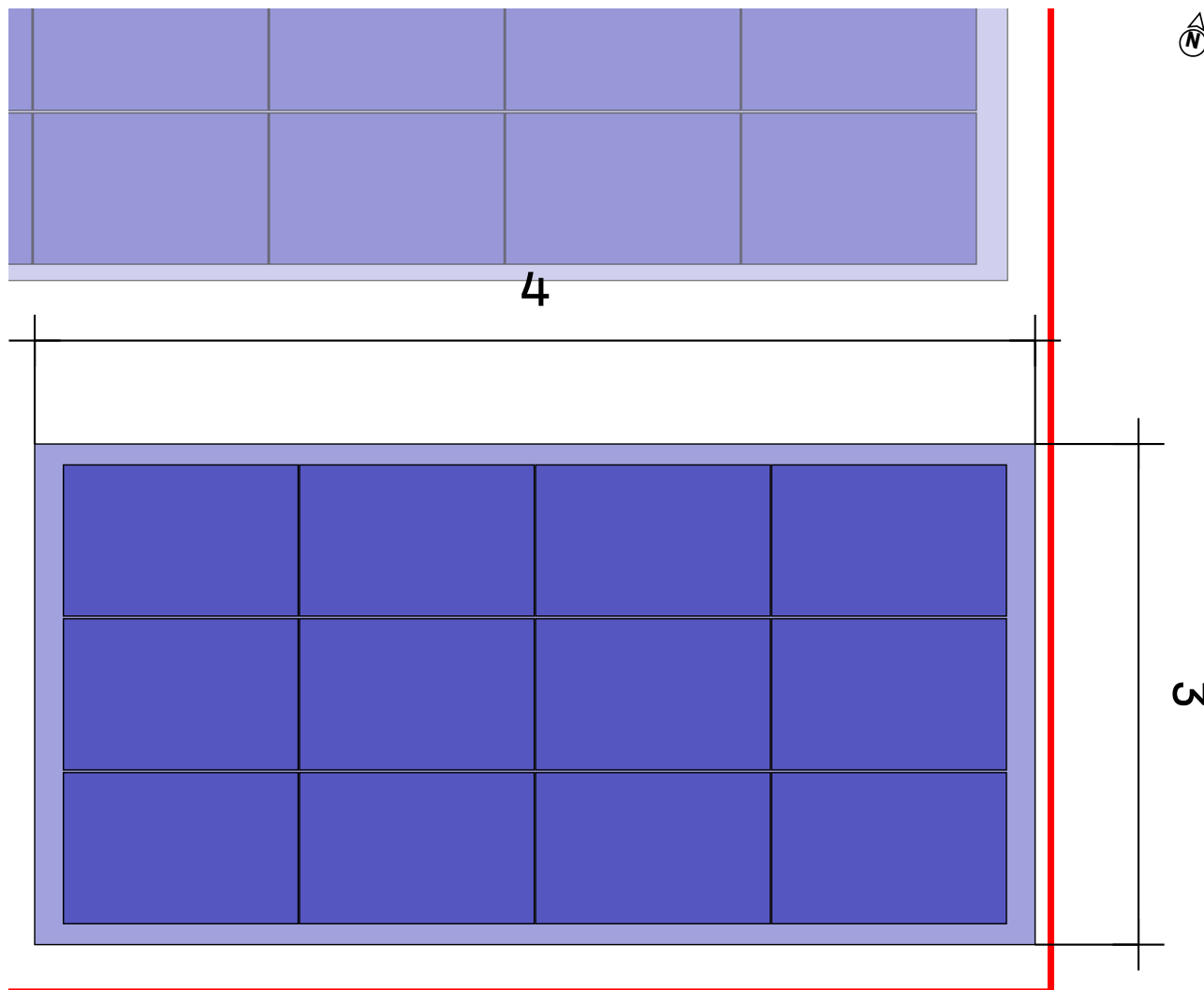
Razdalja med vrstami

1.77 m





## Strehe | Roof 1 | Polje modulov 2



### Streha ① Polje modulov ②

Vgradni sistem

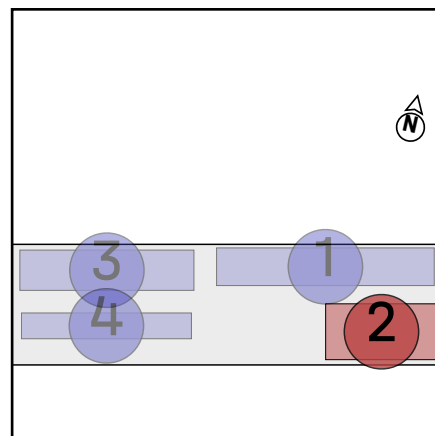
Modul

Razdalja med vrstami

[SingleRail](#)

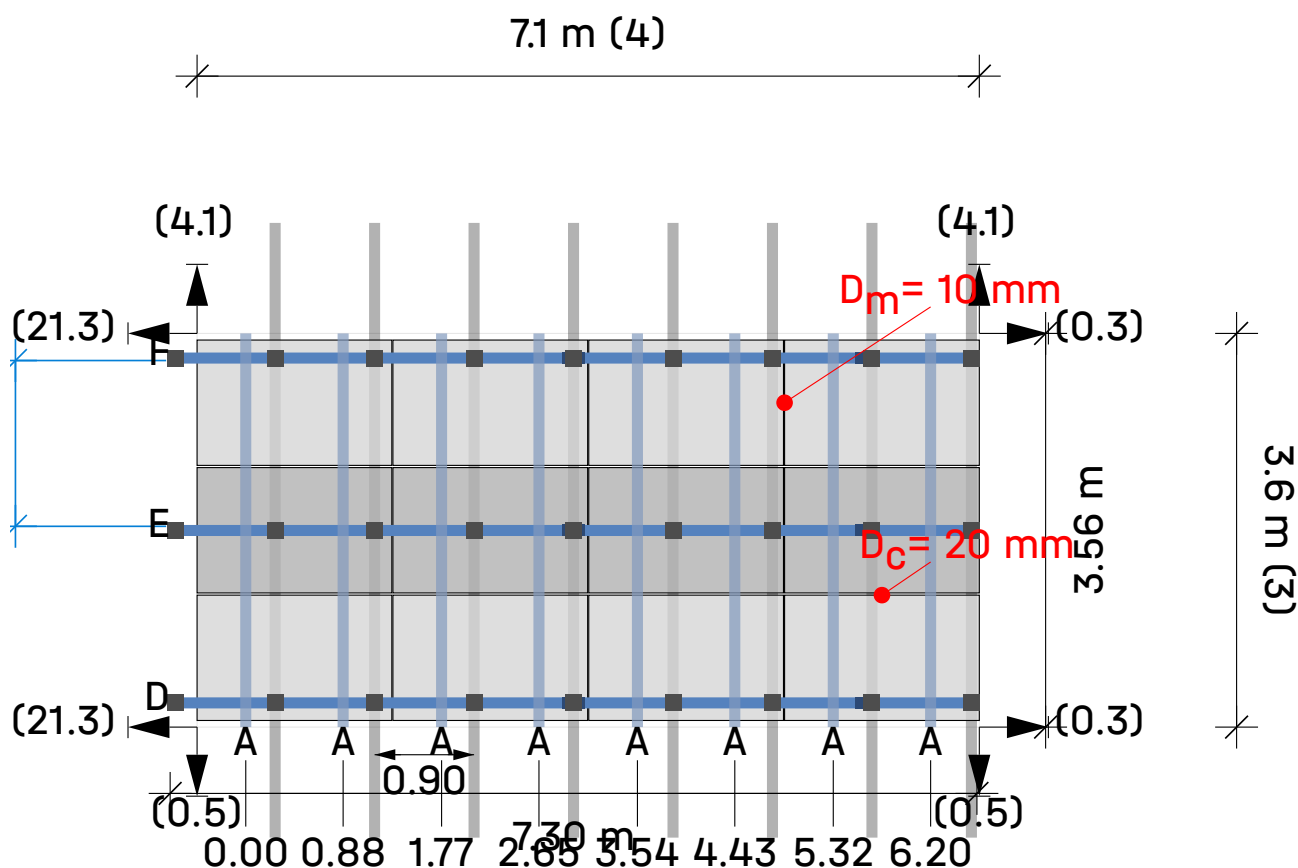
12(5.28 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

1.77 m





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

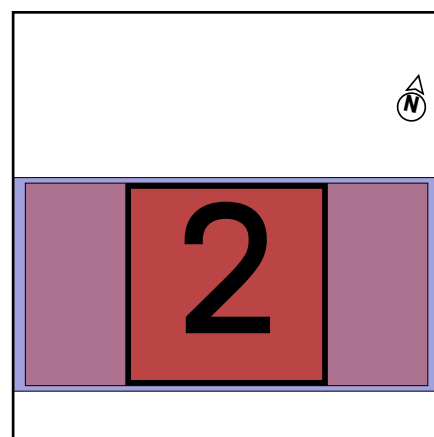


Streha ① Polje modulov ② Blok modulov 2

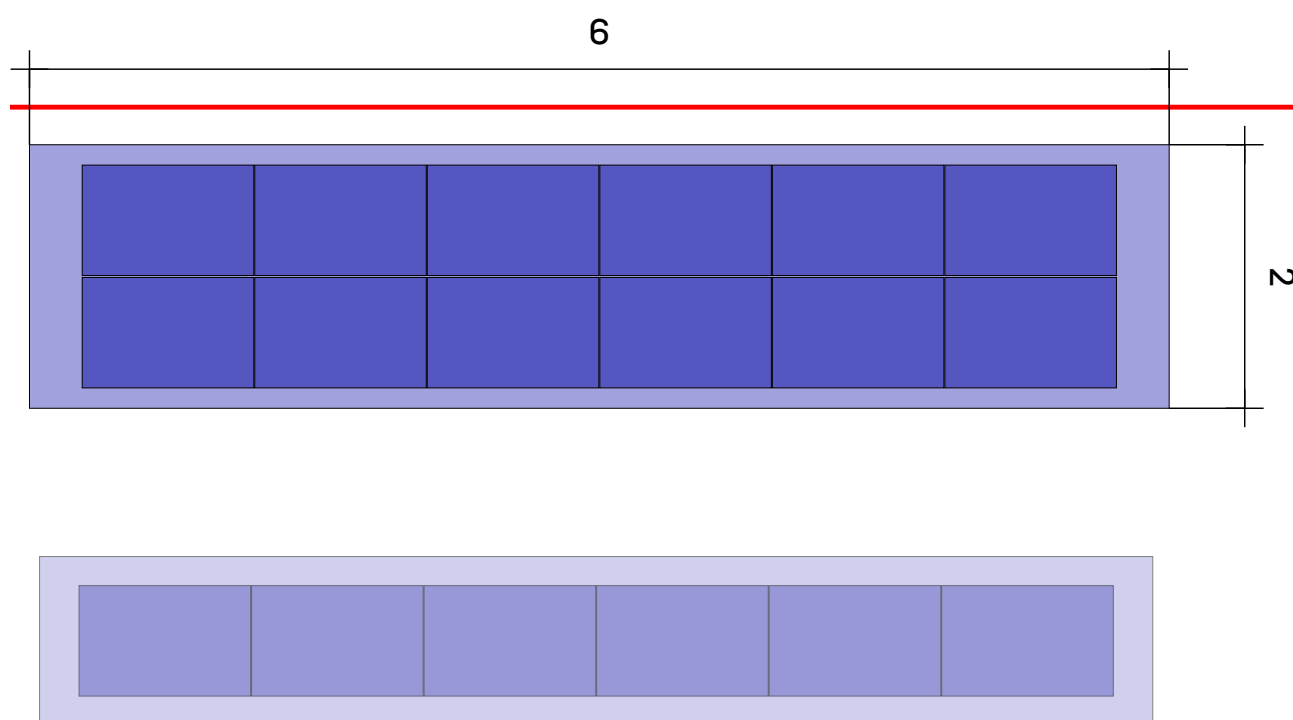
Moduli  $4 \times 3 = 12$

Legenda

- Pritrditev
- Montažna tirnica: K2 SingleRail 36
- Montažna letev (zgornja): K2 SingleRail 36
- Razdalja med vodili [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- $D_c$  Razdalja za vpenjanje med moduli
- $D_m$  Razdalja med moduli



# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 3



## Streha ① Polje modulov ③

Vgradni sistem

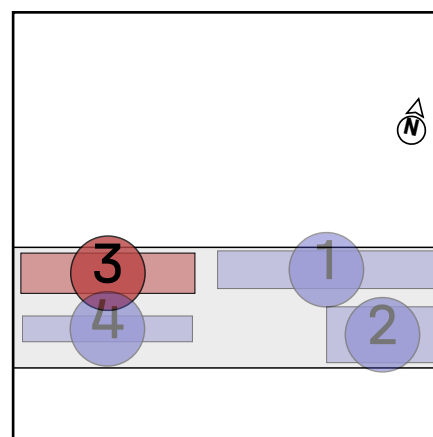
Modul

Razdalja med vrstami

[SingleRail](#)

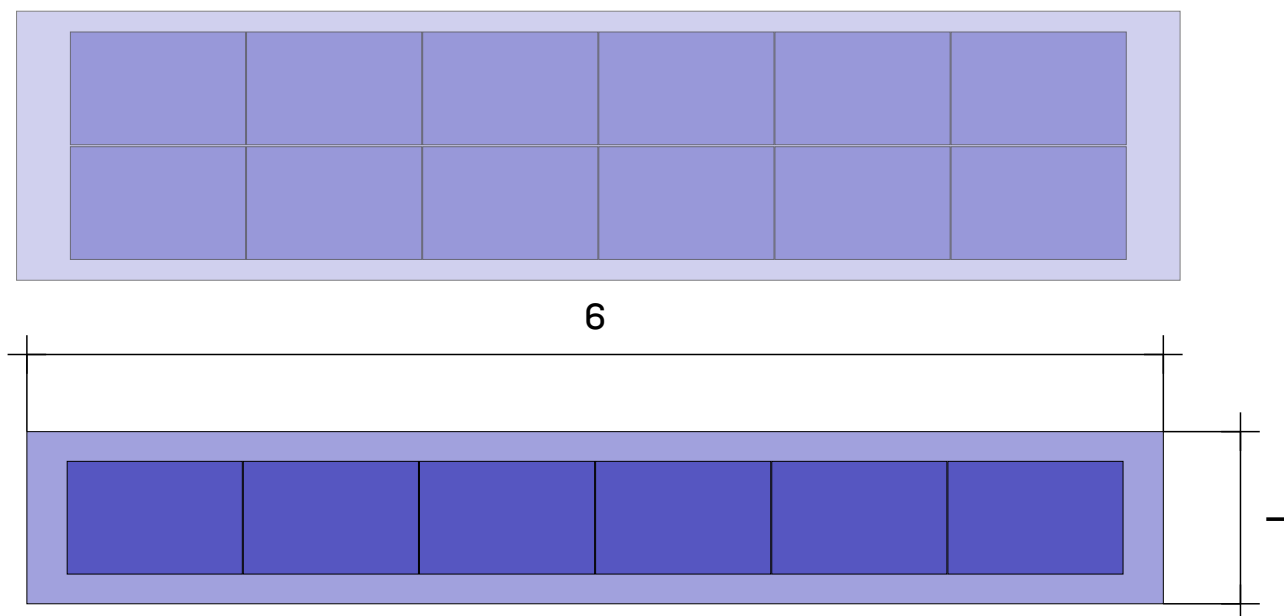
12(5.28 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

1.77 m





# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 4



## Streha ① Polje modulov ④

Vgradni sistem

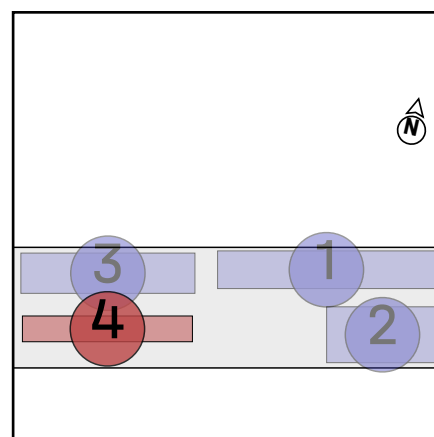
Modul

Razdalja med vrstami

[SingleRail](#)

6(2.64 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)


1.77 m







## Rezultati | Roof 1

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 1</u>  Valovitka	<u>SingleRail</u>	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	46	20.24 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	HangerBolt Climber Set M10×250
Osnovna vodila	K2 SingleRail 36
Zgornje vodilo	K2 SingleRail 36
Globina privijanja	50.00 mm
L2 (višina prilagodilne pločevine)	28.00 mm
Tip prilagodilnika za vodila	Climber
Smer prilagodilne pločevine	navzgor

### 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	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Rob slemena	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Napušč	2.00	1,487.6	123.6	-997.9	10.6	1,172.4	97.4	-756.5	10.6
Območje polja	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Napušč	2.00	1,487.6	123.6	-997.9	10.6	1,172.4	97.4	-756.5	10.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,487.6	123.6	-1,291.8	10.6	1,172.4	97.4	-987.0	10.6
Rob kapa	2.00	1,487.6	123.6	-979.1	10.6	1,172.4	97.4	-741.8	10.6
Območje polja	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Rob slemena	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Napušč	2.00	1,487.6	123.6	-997.9	10.6	1,172.4	97.4	-756.5	10.6
Območje polja	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,487.6	123.6	-1,291.8	10.6	1,172.4	97.4	-987.0	10.6



## Rezultati | Roof 1

### Osnovno vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	BR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob slemena	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Rob kapa	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Območje polja	56.2	14.6	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Rob slemena	56.2	14.6	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
4	Območje polja	56.2	10.3	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
4	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926

### Zgornje vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	UR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	82.3	29.9	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob slemena	82.3	30.8	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Napušč	82.3	30.8	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Območje polja	82.3	8.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Napušč	82.3	8.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Kotno območje (kap)	82.3	8.1	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Rob kapa	82.3	8.1	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Območje polja	82.3	30.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Rob slemena	82.3	30.3	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Napušč	82.3	0.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566



# Rezultati | Roof 1

4	Območje polja	82.3	0.6	---	98.6	1.560	---	0.435	1.566
4	Kotno območje (kap)	82.3	0.0	---	98.6	1.560	---	0.435	1.566

Pr	Profil	Fst D <sub>max</sub>	Maksimalna razdalja med pritrditvami
Fst	Pritrditev	BR	Osnovno vodilo
σ	Napetost	UR	Zgornje vodilo
f	Upogib	Usab.	Primernost za uporabo
F	Sila	CL	Nosilna roka
CL/L <sub>max</sub>	Maksimalna dolžina nosilne roke		



## Rezultati | Roof 1

### Beleške

- 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.
- Lesne vijake in solarne pritrditve morate postaviti nad ali pod prečne late, ne smejo biti privite skozi late.
- Navedena razdalja med lesnimi vijaki upošteva razdaljo med žlebovi oz. valovi, ne pa tudi položaj škarnikov glede na žlebove oz. valove.
- Pazite, da je na pritrdilnih točkah na voljo zadosten material škarnikov (škarnike po potrebi s primernimi ukrepi razširite).
- Lesne vijake ali solarne pritrditve je dovoljeno vgraditi samo na položajih visokih žlebov oz. vrhov valov. Ni jih dovoljeno vgraditi v stranice žlebov/valov ali v nizke žlebove/dna valov.
- Za zagotovitev tesnjenja je nujno treba upoštevati navodila za vgradnjo.
- 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 OSNOVNA ŠOLA DOBOVA PS3B
Vgradni sistem	SingleRail
Obdelal(-a)	David Kociper

### Informacije o lokaciji

Naslov	Kapelska cesta 25, 8257 Dobova
Višina terena	146.59 m

### Informacije o strehi

Višina zgradbe	7.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	5°
Kritina	Valovitka
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med valovi	100.0 mm
Višina vala	51.0 mm
material špirovca	Les
Višina škarnika	50.0 mm
Razdalja med špirovci	0.90 m
Nastavi robne špirovce levo	Ne
Razmik med špirovci levo	405.0 mm
Nastavi robne špirovce desno	Ne
Razmik špirovcev desno	405.0 mm
Razdalja med latami	500.0 mm
Višina late	50.0 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	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$



## 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	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Rob slemena	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Napušč	10.00	0.200	-1.300	0.098	-0.638
Območje polja	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Napušč	10.00	0.200	-1.300	0.098	-0.638
Kotno območje (kap)	10.00	0.200	-1.700	0.098	-0.834
Rob kapa	10.00	0.200	-1.200	0.098	-0.589
Območje polja	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Rob slemena	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Napušč	10.00	0.200	-1.300	0.098	-0.638
Območje polja	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Kotno območje (kap)	10.00	0.200	-1.700	0.098	-0.834

### Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s <sub>k</sub> = 1.345 kN/m <sup>2</sup>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ <sub>i</sub> = 0.800
Faktor za naklon strehe	d <sub>i</sub> = 0.996
Snežna obremenitev strehe, 50	s <sub>i,50</sub> = 1.072 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> = 0.996 kN/m <sup>2</sup>

### Lastna obremenitev

Teža modula	G <sub>M</sub> = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 3.8 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>	= 1.90 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)	$V_{G,sup} = 1.35$
Delni varnostni faktor za stalno ugodno obremenitev (STR)	$V_{G,inf} = 1.00$
Delni varnostni faktor za stalno destabilizacijsko obremenitev (EQU)	$V_{G,dst} = 1.10$
Delni varnostni faktor za stalno stabilizacijsko obremenitev (STR)	$V_{G,stb} = 0.90$
Delni varnostni faktor za n spremenljivih obremenitev	$V_Q = 1.50$
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	$W_k$

KO 01	$LCC\ 01_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * S_{i,n}$
KO 02	$LCC\ 02_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
KO 03	$LCC\ 03_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,s} * S_{i,n})$
KO 04	$LCC\ 04_{uls} = V_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,w} * W_{k,Pressure})$
KO 06	$LCC\ 06_{uls} = V_{G,inf} * G_k + V_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Suction}$

#### Primernost za uporabo

Kombinirani faktor za veter	$\psi_{0,w} = 0.60$
Kombinirani faktor za sneg	$\psi_{0,s} = 0.50$

KO 01	$LCC\ 01_{sls} = G_k + S_{i,n}$
KO 02	$LCC\ 02_{sls} = G_k + W_{k,Pressure}$
KO 03	$LCC\ 03_{sls} = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,s} * S_{i,n}$
KO 04	$LCC\ 04_{sls} = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,w} * W_{k,Pressure}$
KO 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	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Rob slemena	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Napušč	10.00	1.488	0.124	-0.692	0.011	1.172	0.097	-0.516	0.011
Območje polja	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Napušč	10.00	1.488	0.124	-0.692	0.011	1.172	0.097	-0.516	0.011
Kotno območje (kap)	10.00	1.488	0.124	-0.942	0.011	1.172	0.097	-0.713	0.011
Rob kapa	10.00	1.488	0.124	-0.629	0.011	1.172	0.097	-0.467	0.011
Območje polja	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Rob slemena	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Napušč	10.00	1.488	0.124	-0.692	0.011	1.172	0.097	-0.516	0.011
Območje polja	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Kotno območje (kap)	10.00	1.488	0.124	-0.942	0.011	1.172	0.097	-0.713	0.011

### 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	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Rob slemena	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Napušč	10.00	2.193	0.182	-1.020	0.016	1.728	0.144	-0.761	0.016
Območje polja	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Napušč	10.00	2.193	0.182	-1.020	0.016	1.728	0.144	-0.761	0.016
Kotno območje (kap)	10.00	2.193	0.182	-1.389	0.016	1.728	0.144	-1.050	0.016
Rob kapa	10.00	2.193	0.182	-0.928	0.016	1.728	0.144	-0.689	0.016
Območje polja	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Rob slemena	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Napušč	10.00	2.193	0.182	-1.020	0.016	1.728	0.144	-0.761	0.016
Območje polja	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Kotno območje (kap)	10.00	2.193	0.182	-1.389	0.016	1.728	0.144	-1.050	0.016

### Moduli elastičnosti delov



## Poročilo o statiki | Roof 1

### 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

### Zgornje vodilo

Zgornje 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</sub> , dvig, pravokotno [kN]	R <sub>D</sub> , Tlak, Pravokotno [kN]	R <sub>D</sub> , Tlak, Vzporedno [kN]
HangerBolt Climber Set M10×250	2.90	2.26	0.34

### Osnovno vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	BR	CL	Fst
	Polje modulov	σ[%]	σ[%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	L <sub>max</sub> [m]	Fst D <sub>max</sub> [m]
1	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob slemena	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
2	Rob kapa	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Območje polja	56.2	14.6	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Rob slemena	56.2	14.6	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
3	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
4	Območje polja	56.2	10.3	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
4	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926



# Poročilo o statiki | Roof 1

## Zgornje vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	UR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	82.3	29.9	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob slemena	82.3	30.8	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Napušč	82.3	30.8	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Območje polja	82.3	8.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Napušč	82.3	8.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Kotno območje (kap)	82.3	8.1	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
2	Rob kapa	82.3	8.1	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Območje polja	82.3	30.4	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Rob slemena	82.3	30.3	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
3	Napušč	82.3	0.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
4	Območje polja	82.3	0.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
4	Kotno območje (kap)	82.3	0.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566

Pr	Profil	Fst $D_{max}$	Maksimalna razdalja med pritrditvami
Fst	Pritrditev	BR	Osnovno vodilo
$\sigma$	Napetost	UR	Zgornje vodilo
f	Upogib	Usab.	Primernost za uporabo
F	Sila	CL	Nosilna roka
$CL/L_{max}$	Maksimalna dolžina nosilne roke		



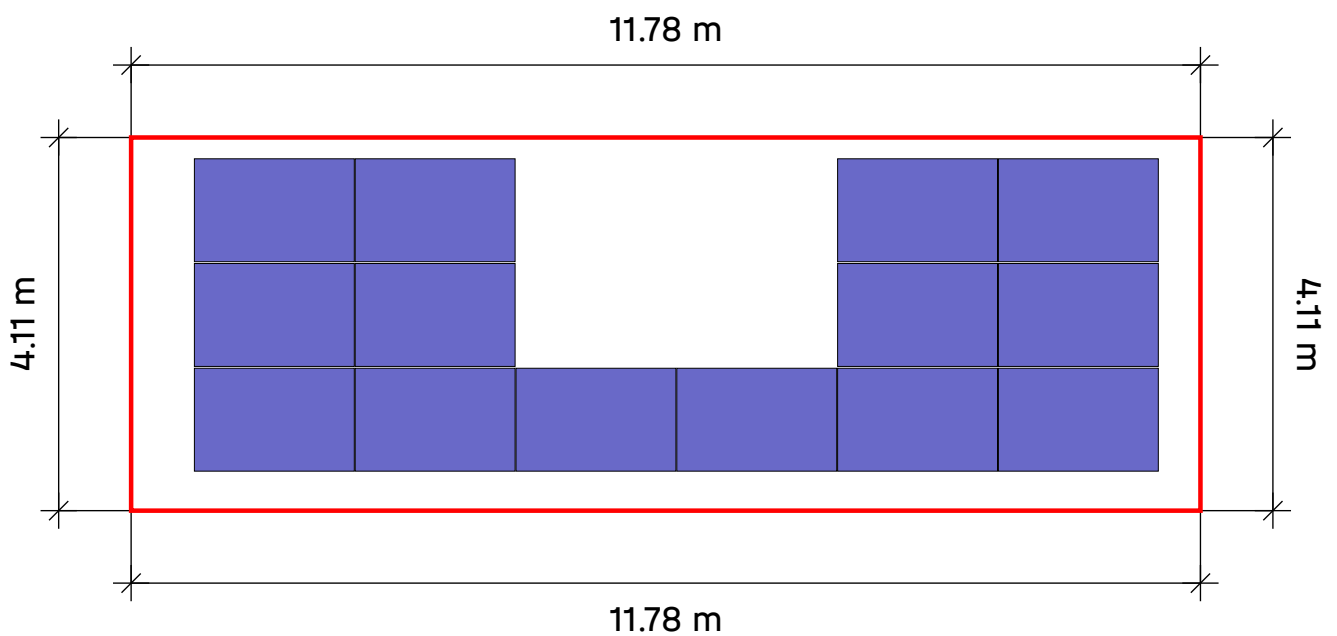
## Strehe | Roof 1 | Kosovnica


Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2003274	HangerBolt Climber Set M10×250	109	27.8 kg
2	1004767	SingleRail 36 End Cap	114	0.8 kg
3	2003523	BlackCover SingleRail 36	114	3.0 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	46	0.1 kg
5	2004258	SingleRail 36; 3.65 m	69	193.9 kg
6	2001976	SingleRail 36 RailConnector Set	20	7.5 kg
7	2003145	SingleRail Climber Set 36/50	104	7.0 kg
8	2003072	OneMid Black Set 30-42	44	3.5 kg
9	2002589	OneEnd Black Set 30-42	96	8.4 kg
Vsota				251.9 kg





## Strehe | Roof 2



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<a href="#">Roof 2</a>  Valovitka	<a href="#">SingleRail</a>	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	14	6.16 kWp



## Strehe | Roof 2 | Načrt vgradnje

### Osnovno vodilo

Tip	Cela vodila		Rezanje vodil		
	Skupna dolžina	Število 3.65 m	Del vodila	Dolžina	Ostanek
1*A	10.904	2*3.65 m	3.650	3.604 od 3.650	0.036
2*B	3.701	1*3.65 m	3.650	1.000 od 3.650	2.640
2*C	3.701	1*3.65 m	2.640	1.000 od 2.640	1.630
1*D	3.701	1*3.65 m	1.630	1.000 od 1.630	0.620

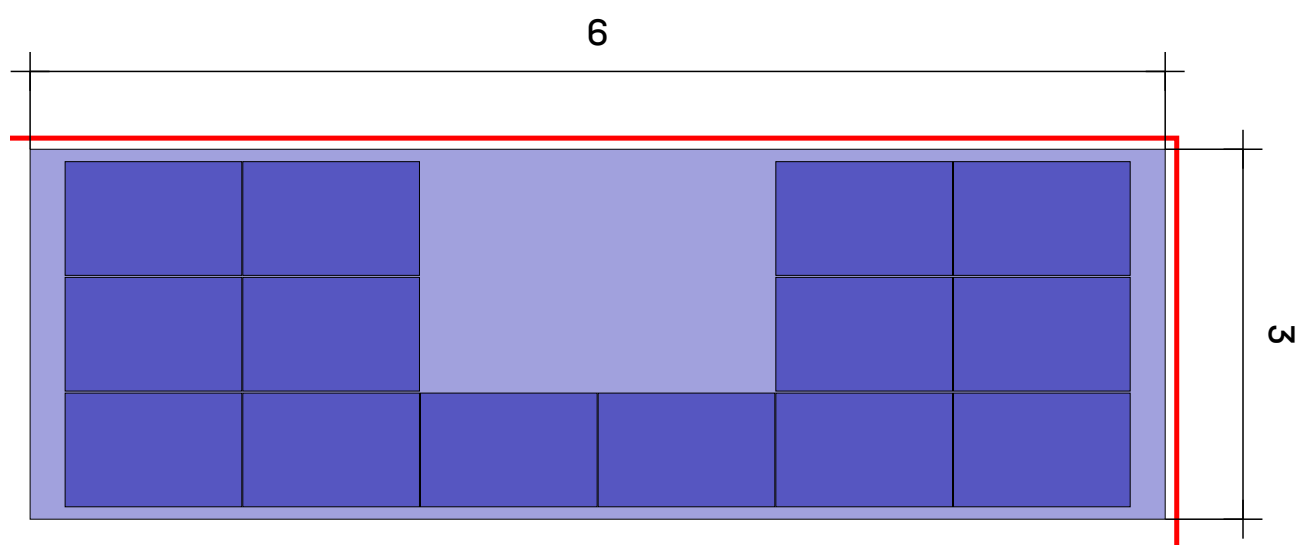
1 cm velja za 'izgubljenega' za vsak rez

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

### Zgornje vodilo

Tip	Cela vodila		Rezanje vodil		
	Skupna dolžina	Število 3.65 m	Del vodila	Dolžina	Ostanek
8*A	3.562		3.650	3.562 od 3.650	0.078
2*B	1.254		3.650	1.254 od 3.650	2.386
2*C	1.254		2.386	1.254 od 2.386	1.122

# Strehe | Roof 2 | Polje modulov 1



## Streha ② Polje modulov ①

Vgradni sistem

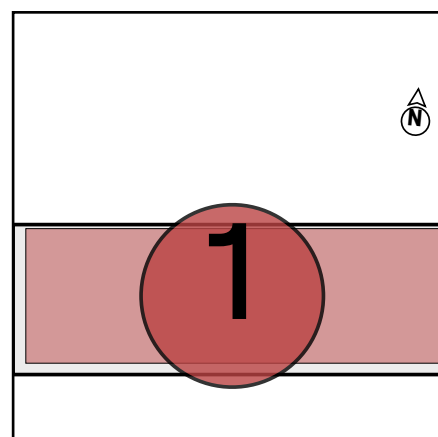
Modul

Razdalja med vrstami

[SingleRail](#)

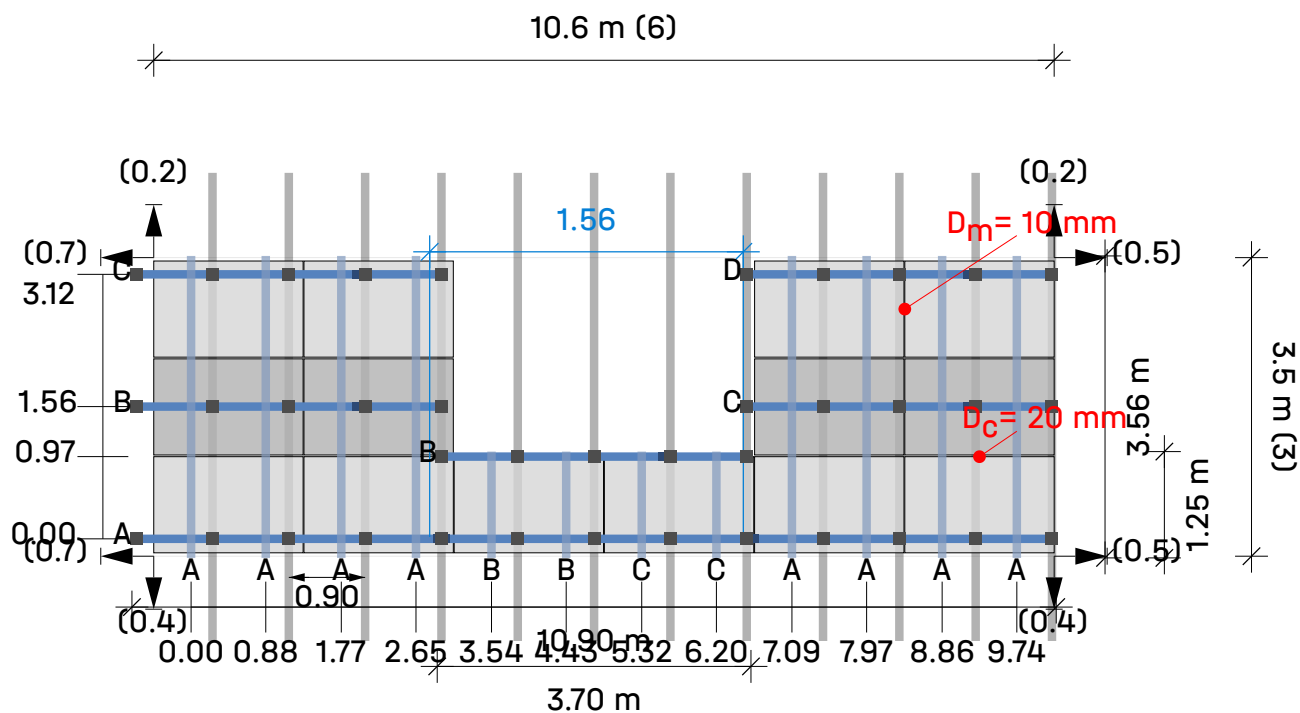
14(6.16 kWp) x  
TSM-440NEG9R.28 (Vertex  
S+)

1.77 m





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

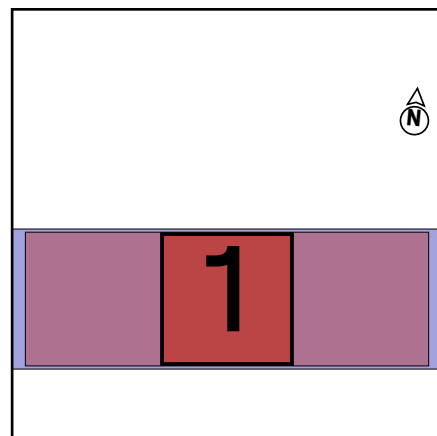


Streha ② Polje modulov ① Blok modulov 1


Moduli  $(6 \times 3) - 4 = 14$ 

Legenda

- Pritrditev
- Montažna tirnica: K2 SingleRail 36
- Montažna letev (zgornja): K2 SingleRail 36
- Razdalja med vodili [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- $D_c$  Razdalja za vpenjanje med moduli
- $D_m$  Razdalja med moduli



## Rezultati | Roof 2

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<div>Roof 2</div> <div>                      Valovitka                 </div>	SingleRail	TSM-440NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 440 Wp	7.00 m	14	6.16 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	HangerBolt Climber Set M10×250
Osnovna vodila	K2 SingleRail 36
Zgornje vodilo	K2 SingleRail 36
Globina privijanja	50.00 mm
L2 (višina prilagodilne pločevine)	28.00 mm
Tip prilagodilnika za vodila	Climber
Smer prilagodilne pločevine	navzgor

### 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	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Rob slemena	2.00	1,487.6	123.6	-535.2	10.6	1,172.4	97.4	-393.6	10.6
Napušč	2.00	1,487.6	123.6	-997.9	10.6	1,172.4	97.4	-756.5	10.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,487.6	123.6	-1,291.8	10.6	1,172.4	97.4	-987.0	10.6
Rob kapa	2.00	1,487.6	123.6	-979.1	10.6	1,172.4	97.4	-741.8	10.6



## Rezultati | Roof 2

### Osnovno vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	BR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob slemena	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob kapa	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926

### Zgornje vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	UR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	82.3	0.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob slemena	82.3	8.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Napušč	82.3	0.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Kotno območje (kap)	82.3	8.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob kapa	82.3	8.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566

Pr	Profil	Fst $D_{max}$	Maksimalna razdalja med pritrditvami
Fst	Pritrditev	BR	Osnovno vodilo
$\sigma$	Napetost	UR	Zgornje vodilo
f	Upogib	Usab.	Primernost za uporabo
F	Sila	CL	Nosilna roka
CL/ $L_{max}$	Maksimalna dolžina nosilne roke		

## Rezultati | Roof 2

### Beleške

- 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.
- Lesne vijake in solarne pritrditve morate postaviti nad ali pod prečne late, ne smejo biti privite skozi late.
- Navedena razdalja med lesnimi vijaki upošteva razdaljo med žlebovi oz. valovi, ne pa tudi položaj škarnikov glede na žlebove oz. valove.
- Pazite, da je na pritrdilnih točkah na voljo zadosten material škarnikov (škarnike po potrebi s primernimi ukrepi razširite).
- Lesne vijake ali solarne pritrditve je dovoljeno vgraditi samo na položajih visokih žlebov oz. vrhov valov. Ni jih dovoljeno vgraditi v stranice žlebov/valov ali v nizke žlebove/dna valov.
- Za zagotovitev tesnjenja je nujno treba upoštevati navodila za vgradnjo.
- 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 2

### Splošne informacije

Ime	JB Energija - MFE OSNOVNA ŠOLA DOBOVA PS3B
Vgradni sistem	SingleRail
Obdelal(-a)	David Kociper

### Informacije o lokaciji

Naslov	Kapelska cesta 25, 8257 Dobova
Višina terena	146.59 m

### Informacije o strehi

Višina zgradbe	7.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	5°
Kritina	Valovitka
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med valovi	100.0 mm
Višina vala	51.0 mm
material špirovca	Les
Višina škarnika	50.0 mm
Razdalja med špirovci	0.90 m
Nastavi robne špirovce levo	Ne
Razmik med špirovci levo	490.0 mm
Nastavi robne špirovce desno	Ne
Razmik špirovcev desno	490.0 mm
Razdalja med latami	500.0 mm
Višina late	50.0 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	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$





## Poročilo o statiki | Roof 2

### 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	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Rob slemena	10.00	0.200	-0.700	0.098	-0.343
Napušč	10.00	0.200	-1.300	0.098	-0.638
Kotno območje (kap)	10.00	0.200	-1.700	0.098	-0.834
Rob kapa	10.00	0.200	-1.200	0.098	-0.589

### Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	<b>A2</b>
Okolica	<b>Običajen teren</b>
Lovilna mreža za sneg	<b>Ne</b>
Talna snežna obremenitev	<b>s<sub>k</sub> = 1.345 kN/m<sup>2</sup></b>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	<b>μ<sub>i</sub> = 0.800</b>
Faktor za naklon strehe	<b>d<sub>i</sub> = 0.996</b>
Snežna obremenitev strehe, 50	<b>s<sub>i,50</sub> = 1.072 kN/m<sup>2</sup></b>
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	<b>f<sub>s</sub> = 0.929</b>
Snežna obremenitev strehe, 25	<b>s<sub>i,25</sub> = 0.996 kN/m<sup>2</sup></b>

### Lastna obremenitev

Teža modula	<b>G<sub>M</sub> = 21.0 kg</b>
Teža montažnega sistema na modul	<b>= 3.8 kg</b>
Površina modula	<b>A<sub>M</sub> = 2.00 m<sup>2</sup></b>
Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>	<b>= 10.51 kg/m<sup>2</sup></b>
Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>	<b>= 1.90 kg/m<sup>2</sup></b>
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup>	<b>= 0.12 kN/m<sup>2</sup></b>



## Poročilo o statiki | Roof 2

### 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	$W_k$

KO 01	$LCC\ 01_{uls} = \gamma_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * S_{i,n}$
KO 02	$LCC\ 02_{uls} = \gamma_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,Pressure}$
KO 03	$LCC\ 03_{uls} = \gamma_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * (W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
KO 04	$LCC\ 04_{uls} = \gamma_{G,sup} * K_{Fl,G} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure})$
KO 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	$\psi_{0,S} = 0.50$

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



## Poročilo o statiki | Roof 2

### 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	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Rob slemena	10.00	1.488	0.124	-0.317	0.011	1.172	0.097	-0.222	0.011
Napušč	10.00	1.488	0.124	-0.692	0.011	1.172	0.097	-0.516	0.011
Kotno območje (kap)	10.00	1.488	0.124	-0.942	0.011	1.172	0.097	-0.713	0.011
Rob kapa	10.00	1.488	0.124	-0.629	0.011	1.172	0.097	-0.467	0.011

### 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	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Rob slemena	10.00	2.193	0.182	-0.467	0.016	1.728	0.144	-0.327	0.016
Napušč	10.00	2.193	0.182	-1.020	0.016	1.728	0.144	-0.761	0.016
Kotno območje (kap)	10.00	2.193	0.182	-1.389	0.016	1.728	0.144	-1.050	0.016
Rob kapa	10.00	2.193	0.182	-0.928	0.016	1.728	0.144	-0.689	0.016

### 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

#### Zgornje vodilo

Zgornje 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]
HangerBolt Climber Set M10×250	2.90	2.26	0.34



## Poročilo o statiki | Roof 2

### Osnovno vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	BR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob slemena	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Napušč	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Kotno območje (kap)	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926
1	Rob kapa	56.2	0.0	97.2	35.5		0.900	1.560	0.406	0.926

### Zgornje vodilo - Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Nosilnost			Uporabnost		Razdalje		Maksimalne vrednosti	
		Pr	CL	Fst	Pr		Fst	UR	CL	Fst
	Polje modulov	$\sigma$ [%]	$\sigma$ [%]	F[%]	f[%]		[m]	[m]	$L_{max}$ [m]	Fst $D_{max}$ [m]
1	Območje polja	82.3	0.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob slemena	82.3	8.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Napušč	82.3	0.0	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Kotno območje (kap)	82.3	8.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566
1	Rob kapa	82.3	8.6	---	98.6		1.560	---	0.435	1.566

Pr	Profil	Fst $D_{max}$	Maksimalna razdalja med pritrditvami
Fst	Pritrditev	BR	Osnovno vodilo
$\sigma$	Napetost	UR	Zgornje vodilo
f	Upogib	Usab.	Primernost za uporabo
F	Sila	CL	Nosilna roka
CL/ $L_{max}$	Maksimalna dolžina nosilne roke		



## Strehe | Roof 2 | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2003274	HangerBolt Climber Set M10×250	38	9.7 kg
2	1004767	SingleRail 36 End Cap	36	0.3 kg
3	2003523	BlackCover SingleRail 36	36	0.9 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	14	0.0 kg
5	2004258	SingleRail 36; 3.65 m	20	56.2 kg
6	2001976	SingleRail 36 RailConnector Set	7	2.6 kg
7	2003145	SingleRail Climber Set 36/50	32	2.1 kg
8	2003072	OneMid Black Set 30-42	16	1.3 kg
9	2002589	OneEnd Black Set 30-42	24	2.1 kg
Vsota				75.2 kg



## Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2003274	HangerBolt Climber Set M10×250	147	37.5 kg
2	1004767	SingleRail 36 End Cap	150	1.1 kg
3	2003523	BlackCover SingleRail 36	150	3.9 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	60	0.2 kg
5	2004258	SingleRail 36; 3.65 m	89	250.1 kg
6	2001976	SingleRail 36 RailConnector Set	27	10.2 kg
7	2003145	SingleRail Climber Set 36/50	136	9.1 kg
8	2003072	OneMid Black Set 30-42	60	4.7 kg
9	2002589	OneEnd Black Set 30-42	120	10.4 kg
Vsota				327.1 kg



## 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)