



MESTNA OBČINA KRŠKO

CESTA KRŠKIH ŽRTEV 14

8270 KRŠKO



NAČRT ZA
OKREVANJE
IN ODPOORNOST



Financira
Evropska unija
NextGenerationEU

Fotonapetostna elektrarna MFE Osnovna šola Brestanica

Št. projekta

028/2025

Št. načrta

028/2025-2

Dokumentacija:

Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje - PZI

Naročnik:

Mestna občina Krško

Cesta krških žrtev 14, 8270 Krško

Investitor:

Mestna občina Krško

Cesta krških žrtev 14, 8270 Krško

Projektant:

JB energija d.o.o.

Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem

Datum:

januar 2025

3.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	MFE Osnovna šola Brestanica
kratek opis gradnje	Predmet projekta je postavitve male sončne elektrarne (mFE) na strehi objekta na parcelni št. 308/2, (k.o. BRESTANICA), na naslovu Šolska cesta 29, Brestanica. MFE bo priključena na NN distribucijsko omrežje po shemi PS.3B, preko nove prostostoječe priključno – merilne omarice.

Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.

vrste gradnje	novogradnja - novozgrajen objekt
<i>Označiti vse ustrezne vrste gradnje</i>	novogradnja - prizidava
	rekonstrukcija
	sprememba namembnosti
	odstranitev
	☒ investicijska vzdrževalna dela

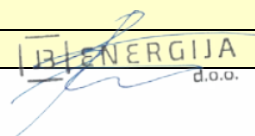
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije (DPP, DGD, PZI, PID)	PZI (projektne dokumentacije za izvedbo gradnje)
številka projekta	028/2025

PODATKI O NAČRTU

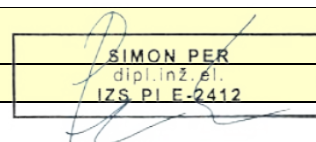
strokovno področje načrta	3 – Načrt iz področja elektrotehnike
naziv načrta	3/0 – Načrt iz področja elektrotehnike – postavitve male sončne elektrarne MFE Osnovna šola Brestanica
številka načrta	028/2025-2
datum izdelave	januar 2025
datum spremembe	

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, dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS PI E-2412



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

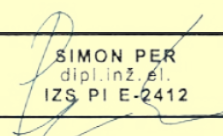
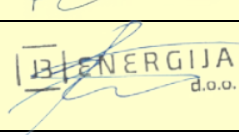
PROJEKTANT NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	JB energija, d.o.o.
naslov	Kobile 2, 8273 Leskovec pri Krškem
odgovorna oseba projektanta načrta	Jernej Božič, direktor
IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščen strokovnjak	Simon Per, dipl. inž. el.

IZJAVLJA:

da načrt

vrsta dokumentacije	PZI (projektne dokumentacija za izvedbo gradnje)
strokovno področje načrta	3 – Načrt iz področja elektrotehnike
naziv načrta	3/0 – Načrt iz področja elektrotehnike – postavitve male sončne elektrarne MFE Osnovna šola Brestanica
številka načrta	028/2025-2
datum izdelave	januar 2025

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

pooblaščen strokovnjak	Simon Per, dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS PI E-2412
podpis pooblaščenega strokovnjaka	 SIMON PER dipl. inž. el. IZS PI E-2412
odgovorna oseba projektanta načrta	Jernej Božič, direktor
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	 JB ENERGIJA d.o.o.

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.....	7
3.4.3	Splošni pogoji za izvedbo del.....	9
3.4.4	Osnovni tehnični podatki MFE.....	10
3.4.4.1	Podatki o objektu	10
3.4.5	Splošni podatki MFE	11
3.4.5.1	Shema priključitve MFE	14
3.4.5.2	Kabelske trase	15
3.4.5.3	Optimizatorji moči.....	16
3.4.5.4	Mesto priključitve.....	16
3.4.5.5	Ločilno merilno mesto.....	17
3.4.5.6	Ločilno merilna omara sončne elektrarne LMO-SE.....	18
3.4.5.7	Stikalni sestav SB-AC.....	19
3.4.5.8	Razdelilna omarica – stikalni sestav SB-DC	19
3.4.5.9	AC kabli	20
3.4.5.10	Opis kabelske trase za izvedbo NN 0,4kV priključka	21
3.4.5.11	Križanja in približevanja.....	21
3.4.5.12	Nadzorni sistem	22
3.4.5.13	Ozemljitev PV generatorja.....	22
3.4.6	Zaščita pred delovanjem strele.....	23
3.4.7	Tehnični izračuni	29
3.4.8	Dimenzioniranje kablov.....	29
3.4.9	Zaščita pred električnim udarom	35
3.4.9.1	Zaščita pred neposrednim dotikom	35
3.4.9.2	Zaščita pred posrednim dotikom	35

3.4.10	Priloge k tehničnemu poročilu	36
3.4.10.1	Izračun DC kablov	36
3.4.10.2	Tabela dimenzioniranja kablov s skladu s SIST HD 60364-5-52:2011.....	37
3.4.10.3	Projektanstski popis s predizmerami.....	39
3.4.10.4	Soglasje za priključitev	40
3.4.10.5	Poročilo tehničnega izrisa MFE v programski opremi SolarEdge designer 2024..	41
3.4.10.6	K2 Base izračun podkonstrukcije.....	42
3.5	Grafični in tehnični prikazi	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Razporeditev FV modulov	11
Slika 2: PS.3B tipska shema po SONDSEE, (Ur. l. RS. št. 7/21)	15
Slika 3: Ožičenje solanih modulov	16
Slika 4: Opozorilna nalepka na vsakem PCE, velikost min. 180mmx76mm.....	19
Slika 5: Nalepka za stikalni blok SB-DC	20
Slika 6: Karta največjih vrednosti gostote strel, Priloga 2 (Vir: Ur.l RS140/2021, str. 8230)	24

KAZALO TABEL

Tabela 1: Splošni podatki MFE.	11
Tabela 2: Tehnične lastnosti razsmernika SolarEdge SE 100k, SolarEdge SE 25k.	12
Tabela 3: Tehnične lastnosti PV modula Trina Solar TSM-450-NEG9R.28 VERTEX S+.	13
Tabela 4: Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-B.....	17
Tabela 5: Izvedba strelovodne napeljave	25
Tabela 6: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta ki	26
Tabela 7: Izolacija zunanjega LPS – vrednost koeficienta kc	26
Tabela 8: izolacija zunanjega LPS – vrednosti koeficienta km	26
Tabela 9: Prenapetostna zaščita FE.....	28
Tabela 10: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika	34

3.4 TEHNIČNO POROČILO

3.4.1 Splošni del o obsegu projekta

Investitor: Mestna občina Krško, Cesta krških žrtev 14, 8270 Krško

Namen projekta: izgradnja fotonapetostne elektrarne za proizvodnjo električne energije na obstoječi strešni površini Osnovne šole Brestanica.

Poimenovanje elektrarne: MFE Osnovna šola Brestanica.

Lokacija:

- Parcelna številka: 308/2
- Katastrska občina: 1357 - Brestanica

Tehnične podrobnosti priključitve:

- shema priključitve: PS.3B za skupnostno samooskrbo,
- soglasje za priključitev: 15085065
- mesto priključitve: transformatorska postaja TP BRESTANICA ŠOLA: 450
 - Moč: 400 kVA
 - Napetostni nivo: 20/0,4 kV,
 - NN izvod: št. IOX. MFE OŠ BRESTANICA

Predvidena moč fotonapetostne elektrarne:

- DC stran: 247,95 kWp,
- AC stran: 208,96 kW.

Na podlagi dogovorov in terenskega ogleda se je pripravila projektna dokumentacija za izvedbo gradnje s področja elektrotehnike. Dokumentacija je izdelana v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in normativi.

Elektrarno bo sestavljal generator s fotonapetostnimi moduli, razsmerniki, stikalni sestavi SB-DC, SB-AC, ločilno merilno omaro LMO-SE ter razdelilno omaro PS-RO.

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.

MFE OŠ Brestanica bo priključena preko nove priključno merilne omare za potrebne fotonapetostne elektrarne, ki se jo postavi v prostostoječi izvedbi ob transformatorski postaji TP BRESTANICA ŠOLA

na parcelni št. 655 k.o. 1357 – Brestanica. Vključitev nove skupnostne MFE je predvidena po shemi PS.3B.

Statično presojno nosilnosti strešne konstrukcije izdelava pooblaščen statik v fazi izdelave PZI. Po postavitvi fotonapetostne elektrarne na strehi je potrebno izvesti lovilni sistem strelovodne zaščite (LPS) za zaščitni nivo, v katerega sodi objekt. Izvede se 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 podlag, in sicer:

- Poročilo tehničnega izrisa MFE v programski opremi SolarEdge designer 2024 ,

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, 105/22 - ZZNŠPP, 133/23 in 85/24 - ZAID-A),
- 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 in 38/24 - EZ-2),
- Energetski zakon (EZ-2) (Uradni list RS, št. 38/24),
- 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, 161/22, 129/23 in 103/24),
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 43/22),
- Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 121/21, 189/21, 121/22 - ZUOKPOE in 102/2024),

- SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- SIST EN 61140:2016 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- SIST HD 60364-4-41:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije, 4-41. del: Zaščitni ukrepi, zaščita pred električnim udarom,
- SIST HD 60364-4-42:2017 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- SIST HD 60364-4-43:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- SIST IEC 60364-4-44:2009 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi - Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- SIST HD 60364-4-443:2016 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- SIST HD 60364-5-54:2011 Nizkonapetostne električne inštalacije zgradb, 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Ozemljitve in zaščitnih vodnikov,
- SIST HD 60364-5-51:2009 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: izbira in namestitvev električne opreme, Splošna pravila,
- SIST HD 60364-5-52:2011/A11:2018 Nizko napetostne električne instalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme, inštalacijski sistemi,
- SIST EN IEC 61439-2:2021 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 2. del: Sestavi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav,
- SIST EN 61439-3:2012 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnaajo nestrokovnjaki (DBO),
- SIST EN 62305-1:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 1. del: Splošna načela,
- SIST EN 62305-2:2012 Zaščita pred delovanjem strele, 2. del: Vodenje tveganja,
- SIST EN 62305-3:2011 Zaščita pred delovanjem strele, 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja,
- SIST EN 62305-4:2011/AC:2016 Zaščita pred delovanjem strele, 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah.
- SIST EN 50341-1:2013 Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV 1. del: Splošne zahteve – Skupna določila,
- SIST EN 61643-11:2012 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme
- SIST EN IEC 60099-5:2018 Prenapetostni odvodniki - 5. del: Izbira in priporočila za uporabo,
- Tehnična smernica TSG-N-001:2019 - Požarna varnost v stavbah,
- Tehnična smernica TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne električne inštalacije,
- Tehnična smernica TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele,
- Tehnična smernica TSG-1-004:2022 - Učinkovita raba energije,
- IZS, pregled zakonodaje, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov, 2. izdaja, december 2022

- Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (Uradni list RS, št. 7/21, 41/22 in 77/24)
- ELES T-3 Enožilni energetske kabli 12/20/24 kV
- ELES T-10 NN omrežni prenapetostni odvodniki
- ELES T-4 Trižilni energetske kabli 12/20/24 kV
- GIZ-TS-4 Pribor za kable 12/20/24 kV
- GIZ-TS-5 Kabelski čevlji in tulci
- GIZ-TS-6 Tehnični podatki distribucijskega elektroenergetskega omrežja
- GIZ-TS-7 Smernice za gradnjo nadzemnih vodov
- GIZ-TS-9 Pojemovnik s področja obratovanja in vzdrževanju -DEES
- ELES T-5 Univerzalni energetske kabli 12/20/24 kV
- GIZ TS-11 Prezem in polaganje kablov od 1 kV do 110 kV
- GIZ TS-12 Usmeritve za gradnjo TP 20 (10)/0.4 kV
- 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 Osnovna šola Brestanica, na kateri bo nameščena fotonapetostna elektrarna, se nahaja na parcelni številki 308/2 v k.o. 1357– Brestanica. Na strešni površini obstoječega objekta je predvidena namestitev sončne elektrarne z močjo 247,95 kWp na DC strani in 250 kW na AC strani. Fotonapetostni moduli bodo nameščeni na aluminijasto podkonstrukcijo, ki bo pritrjena na streho z naklonom.

Postavitev fotonapetostne elektrarne bo izvedena tako, da ne bo ogrožala funkcionalnosti objekta ter bo prilagojena njegovi zasnovi. Po namestitvi fotonapetostne elektrarne na streho bo potrebno prilagoditi oziroma rekonstruirati lovilni sistem strelovodne zaščite na IV. zaščitni nivo, ki ustreza zahtevam objekta.

3.4.5 Splošni podatki MFE



Slika 1: Razporeditev FV modulov

Tabela 1: Splošni podatki MFE.

Naziv MFE	MFE Osnovna šola Brestanica
Inštalirana moč elektrarne DC/AC	247,95 kWp/250 kVA
Lokacija elektrarne	Na strehi obstoječega objekta
Tip fotonapetostnega modula	Monokristalni modul moči Trina Solar 450 W, dual glass, TSM-NEGR9.28
Število modulov	551
Tip in število razsmernikov	SolarEdge SE25K, 400V: 2 kos SolarEdge SE100K, 400V: 2 kos

Tabela 2: Tehnične lastnosti razsmernika SolarEdge SE 100k, SolarEdge SE 25k.

Izkoristek:		
Max. izkoristek (η max)	98,3%	98,3%
Evropsko merjeni izkoristek (η euro)	98%	98%
Vhodna stran razsmernika (DC):		
Nominalna napetost (U_{pv} , nom)	680 - 1000 V	750 - 900 V
Max. DC napetost (U_{dc} , max)	1000 V	900 V
Max. vhodni tok (I_{vp} , max)	3 x 48.25 A	2 x 48,25 A
Število MPP vhodov	3x4	3
Število MPP vhodov iz PV	12	3
Izhodna stran razsmernika (AC):		
AC moč, nominalna (P_{ac} , nom)	100 kVA	25 kVA
Max. izhodni tok (I_{ac} , max)	145 A	38 A
Nominalna AC napetost (U_{ac} , nom)	3 x 400Vac	3 x 400Vac
Nominalna AC frekvenca (f_{ac} , nom)	50/60 Hz	50/60 Hz
Faktor jalove moči	Nastavljiv +/-0.2 - 1 (indukt. , kapac.)	Nastavljiv +/-0.2 - 1 (indukt. , kapac.)
Komunikacija:		
RS485	Da	Da
Wi-Fi, Ethernet	Opcijsko , Da	Opcijsko , Da
Zaslon	Bluetooth+APP	Bluetooth+APP
Zaščita:		
DC zaščita pred reverzno priključitvijo (napačna polariteta)	Da	Da
AC kratkostična zaščita	Da	Da
DC prenapetostna zaščita	Opcijsko	Opcijsko
DC stikalo/AC stikalo	Opcijsko	Opcijsko
Monitoring toka na PV vejah (stringih)	Da	Da
Zaščita pred uhajavimi tokovi	Da	Da
Prenapetostna zaščita	DC Type II	DC Type II
Dimenzije (dolžina x širina x debelina)	3x(558x328x273) + 360x560x295 mm	775 x 315 x 260 mm
Teža	114 kg	45 kg
Stopnja zaščite	IP65	IP65

Moduli so namenjeni za namestitev na prostem. Običajno so obdani z okvirjem, ki omogoča enostavno montažo na nosilno konstrukcijo ter mehansko zaščito steklenih robov. Okvir je najpogosteje izdelan iz aluminija, redkeje iz nerjavečega jekla ali plastike. Predvidena življenjska doba fotonapetostnih sistemov je najmanj 30 let. Fotonapetostni generator kot glavna komponenta mora vzdržati delovanje tudi pod ekstremnimi vremenskimi pogoji, kot so ekstremne temperature, nevihte in toča. Celotno življenjsko dobo mora biti zagotovljena popolna električna varnost, prav tako mora fotonapetostni generator do konca nominalne življenjske dobe ohraniti svojo nazivno moč.

Tabela 3: Tehnične lastnosti PV modula Trina Solar TSM-450-NEG9R.28 VERTEX S+.

Maksimalna moč (Pmax/W)	450 Wp
Temperaturni koeficient (Isc)	+0,04 %/°C
Temperaturni koeficient (Uoc)	-0,24 %/°C
Napetost pri maksimalni moči (Umpp)	44,60 V
Tok pri maksimalni moči (Impp)	10,09 A
Napetost odprtih sponk (Uoc)	52,90 V
Kratkostični tok (Isc)	10,74 A
Maksimalna sistemska napetost	DC 1500 V (razred A)
Dimenzija (dolžina x širina x debelina)	1762x1134x30 mm
Delovna temperatura	-40° C / +85° C
Teža	21,0 kg
Požarna odpornost (ANSI/UL61730)	IEC Class C / UL type 2
Razred zaščite	Class II
Statična obremenitev spredaj/zadaj	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, pri čemer so zaščitne funkcije že vgrajene v razsmerniku. Ko je sončno obsevanje dovolj močno za vzporedno delovanje z omrežjem, se sproži sinhronizacija z omrežjem (za pričetek delovanja zadostuje že 10-15 W moči fotonapetostnega generatorja). Izhodna napetost razsmernika znaša 400 V pri frekvenci 50 Hz, kar je primerno 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 1Ω , 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 $0,5\% I_n(A)$.

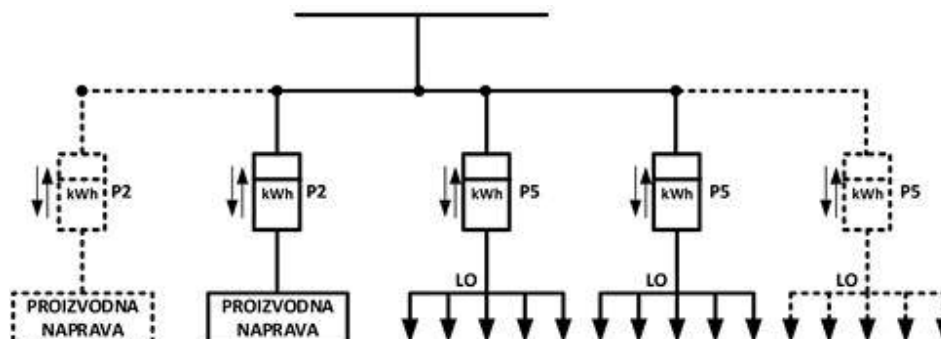
Razsmernik je sposoben proizvajati jalovo energijo po karakteristiki, ki je zahtevana v sistemskih obratovalnih navodilih (J-N3, Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko električno energetska omrežje iz [Priloge 5](#)).

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

3.4.5.1 Shema priključitve MFE

Priključitev fotonapetostne elektrarne bo izvedena v skladu s shemo PS.3B (SONDSEE, Ur. l. RS, št. 77/24), ki predstavlja splošno tipsko shemo za proizvodne naprave. MFE OŠ Brestanica bo priključena preko nove prostostoječe razdelilne omare ob transformatorski postaji TP Brestanica – Šola na parceli št. 655, k.o. 1357 – Brestanica. V novi razdelilni omari ob transformatorski postaji bodo vgrajene varovalčne letve z nadzorom varovalk za odcep na ločilno merilno omaro sončne elektrarne.

V sklopu stikalnih sestavov ob fasadi objekta bo v prostostoječi izvedbi izvedena ločilno merilna omara LMO-SE. V novi omari bo izvedena meritev sončne elektrarne, pri čemer bo vgrajeno merilno mesto (P2). Izmenična stran razsmernikov bo priključena v stikalnem bloku SB-AC in bo postavljen poleg omare LMO-SE.



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

Posebnosti sheme so opisane v 90. členu, in sicer:

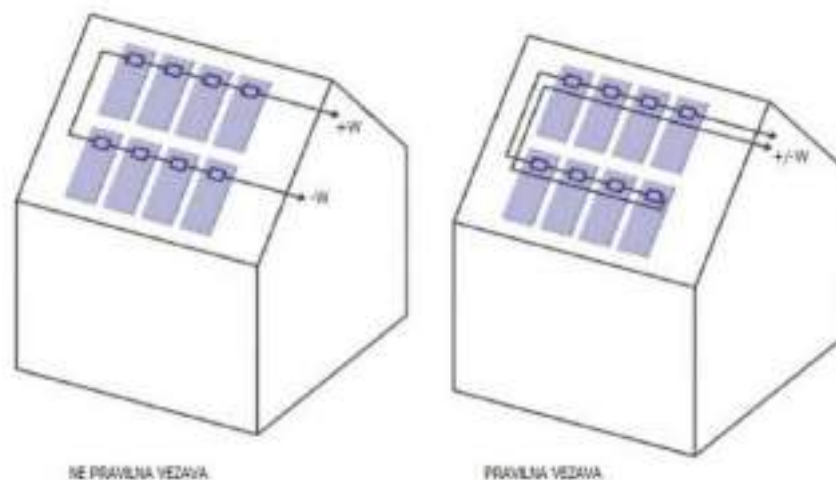
Tipska shema PS.3B se za proizvodne naprave uporablja za priključevanje skupnostne samooskrbe z najmanj eno proizvodno napravo in najmanj dvema končnima odjemalcema.

3.4.5.2 Kabelske trase

Na strehi objekta in po notranjih stenah se namestijo vroče cinkane kabelske police širine max. 200 mm, 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, da se preprečijo večje škodljive induktivne zanke, ki bi lahko škodljivo delovale v primeru udara strele.

PV nizi (ang. PV string) so podaljšani s solarnim vodnikom tipa H1Z2Z2-K prereza 6 mm² in 10 mm² v zaščitnih rebrastih UV odpornih cevih, ki se pritrdijo pod kovinsko nosilno konstrukcijo modulov in bodo zaključeni neposredno v razsmernike, ki so predvideni na fasadi objekta, kot prikazuje grafični del načrta. Na kabelskih policah z DC kabli se nalepijo opozorilne oznake "PV-DV" na medsebojni razdalji 6 m.



Slika 3: Ožičenje solanih modulov

3.4.5.3 Optimizatorji moči

Optimizator moči je sestavni del sončne elektrarne, ki uravnava delovanje fotonapetostnega modula in v vsakem trenutku maksimizira njegov izkoristek. Gre za DC/DC pretvornik, ki se ob montaži poveže z vsakim PV modulom.

Uporabljena je nova S serija optimizatorjev Solaredge, ki omogoča nadzor nad temperaturo konektorjev. V načrtu je predvidena montaža optimizatorjev moči SolarEdge S500 na nizih za priklop enega modula ter SolarEdge S1000 na nizih, kjer bosta na en optimizator priključena dva modula.

Optimizatorji povečujejo energetske izpene fotonapetostnih sistemov z nenehnim sledenjem najvišji točki moči (MPPT) za vsak PV modul posebej. To omogoča maksimalno izrabo razpoložljive površine, saj je v isti niz mogoče povezati PV module z različnimi orientacijami in nakloni, module različnih tipov in moči ter delno senčene module.

3.4.5.4 Mesto priključitve

Priključitev novega priključka bo izvedena s podaljšanjem nizkonapetostnih zbiralnic v transformatorski postaji TP Brestanica – Šola. Podaljšanje bo izvedeno s kablom tipa 3x3x FG16OR16 1x240 mm² (L1, L2, L3) + 2x FG16OR16 1x240 mm² (PEN), ki bo služil kot podaljšek zbiralnic v NN bloku transformatorske postaje.

Nova prostostoječa razdelilna omara bo nameščena neposredno ob transformatorski postaji, kjer bo omogočala varno in pregledno distribucijo električne energije. Od te razdelilne omare se do ločilno merilne omare sončne elektrarne LMO-SE izvede nov priključek z dvema kabloma tipa NA2XY-J 4x240 mm², ki bosta zagotovila ustrezno zmogljivost in zanesljivost napajanja objekta.

Opomba! Kljub temu, da je v soglasju naveden presek kabla $4 \times 150 \text{ mm}^2$, so izračuni pokazali, da ta presek za priključitev ni zadosten. Zato se presek kabla poveča na standardni dobavljivi presek $4 \times 240 \text{ mm}^2$.

3.4.5.5 Ločilno merilno mesto

Za potrebe ločilnega mesta bo ob objektu postavljena prostostoječa omara. Vanjo bosta pripeljana dva kabl tipa NA2XY-J $4 \times 240 \text{ mm}^2$ iz smeri transformatorske postaje. Za ločilnim mestom bo priključena omara SB-AC, na katero bodo povezani razsmerniki.

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 distribucijskem omrežju (ni zahtevana v Szp).
- Kratkostična zaščita ločilnega mesta (varovanje v novi LMO-SE omari).
- Zaščita pred preobremenitvijo ločilnega mesta (varovanje v novi LMO-SE omari).
- Mesto za lokalni ali daljinski izklop proizvodne naprave (odklopnik v LMO-SE in SB-AC omari).
- Zemljskostična zaščita ločilnega mesta (ni zahtevana v Szp).
- Napetostne in frekvenčne zaščite ločilnega mesta (nadzorni rele v ločilni omari LMO-SE, ki krmili izklop kontaktorja).

Napetostno frekvenčne zaščite ločilnega mesta morajo biti nastavljene po shemi zaščit Z-Uf-B. Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave (v nadaljnjem besedilu: PN) se uporabljajo za PN tip A do vključno 150kW, ki so priključeni v NN omrežje in tehnološko lahko izpolnjujejo te zahteve, in tip B moči od 150 kW do 5 MW, za PN ki so priključene v NN ali SN omrežje. Merilni tokokrog 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 4: Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-B.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n - 15 \%$

Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un – 30 %
Nadfrekvenčna ^a	0,2	52 Hz
Podfrekvenčna ^a	0,2	47 Hz
Izpad omrežja ^b	0,5	5 Hz/s
Ponovni vklop LM na omrežje	60s po vzpostavitvi normalnega stanja omrežja	
Kratkostična zaščita LM	Izvedena z varovalkami	400 A
Pretokovna zaščita LM	Izvedena z varovalkami	
a) Frekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit. a) Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt, sprememba impedance omrežja) ni potrebna. Če jo želi lastnik PN-ja vseeno nastaviti, jo je treba nastaviti na navedeno vrednost.		

Vir: SONDSEE, Uradni list RS, št. 77/24 z dne 12.9.2024)

Priloga 5 – navodilaza priključevanje in obratovanje naprav, str. 40

3.4.5.6 Ločilno merilna omara sončne elektrarne LMO-SE

Za priključitev obravnavane sončne elektrarne (MFE) se ob fasadi objekta postavi prostostoječa omara, izdelana iz nerjaveče pločevine iz dveh polj, kjer bo polje ločilnega dela dimenzij 1100x1200x500mm s podstavkom 1100x600x500mm, polje merilnega dela pa dimenzij 600x1200x500mm s podstavkom 600x600x500mm.

V omari bodo nameščeni:

- Zbiralni sistem 60mm,
- varovalčni ločilniki,
- tokovniki 400/5A,
- števec električne energije z merilno spončno garnituro,
- zaščitni rele URNA 0345-D (Schrack),
- omejevalec toka na nizkonapetostnem izvodu, izveden z ustreznimi talilnimi vložki
- odklopno stikalo z motornim pogonom, opremljeno z zaščitno tehniko in blokado vklopa odklopnika, ki bo omogočala varno ločitev elektrarne od omrežja,
- stikalo za upravljanje ločilnega mesta ter signalizacija stanja ločilnega mesta,
- prenapetostna zaščita.

Na varovalčne ločilnike bosta priključena dva paralelna kabla $4 \times 240 \text{ mm}^2$, pri čemer se vsak kabel posebej varuje z ustreznim talilnim vložkom. Varovalčni ločilniki so opremljeni z elektronskim nadzorom pregoretega varovalke. V primeru pregoretega ene izmed varovalk bo sistem avtomatsko odklopil odklopnik, s čimer bo na obeh kablilih vzpostavljeno breznapetostno stanje, kar zagotavlja dodatno varnost in zaščito sistema.

Levi del omare bo namenjen ločilnemu delu in bo zaklenjen s ključem podjetja za distribucijo električne energije Elektro Celje d.d. Desni del omare bo namenjen uporabniškemu priklopu.

3.4.5.7 Stikalni sestav SB-AC

Za priključitev obravnavane MFE je predvidena montaža stikalnega sestava SB-AC za priklop razsmernikov. V sklopu stikalnih sestavov, desno od LMO-SE se postavi prostostoječa omara, izdelana iz nerjaveče pločevine dimenzij $1000 \times 1200 \times 500 \text{ mm}$ s podstavkom $1000 \times 600 \times 500 \text{ mm}$.

V omari bodo nameščeni:

- Glavno stikalo za izklop celotne elektrarne med izvajanjem servisnih posegov,
- ustrezni varovalčni ločilniki za potrebe priklopa razsmernikov,
- dodatno stikalo za izklop ločilnega mesta,
- zbiralni sistem, širine 60 mm.

Stikalni sestav se opremi skladno s priloženimi načrti in označi z opozorilno nalepko.



Slika 4: Opozorilna nalepka na vsakem PCE, velikost min. $180 \text{ mm} \times 76 \text{ mm}$

3.4.5.8 Razdelilna omarica – stikalni sestav SB-DC

Stikalni sestav SB-DC je izdelan v nadometni izvedbi z dimenzijami $1000 \times 1000 \times 300 \text{ mm}$ ($V \times Š \times G$). Omara ima zaščito IP65 in bo nameščena na steni ob razsmernikih, pri čemer bo upoštevan ustrezen razmik v skladu s priporočili proizvajalcev opreme ter veljavnimi varnostnimi standardi.

V razdelilnem delu so nameščeni elementi za prenapetostno zaščito fotonapetostnega (PV) generatorja in varovanje DC-nizov. Vanj so speljane vse veje fotonapetostnih polj, ki se nato priključijo na razsmernik.

Stikalni sestav je izdelan in opremljen skladno s priloženimi načrti ter ustrezno označen z opozorilno nalepko v skladu s predpisi o varnosti in označevanju električnih instalacij.



Slika 5: Nalepka za stikalni blok SB-DC

3.4.5.9 AC kabli

Za postavitev fotonapetostne elektrarne bodo potrebne naslednje kabelske povezave:

- Povezava med razsmernikom G1 in stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kablom tipa FG16OR16 5×120 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 30 m,
- povezava med razsmernikom G2 in stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kablom tipa FG16OR16 5×120 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 30 m,
- povezava med razsmernikom G3 in stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kablom tipa FG16OR16 5×16 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 30 m,
- povezava med razsmernikom G4 in stikalnim sestavom SB-AC se izvede s kablom tipa FG16OR16 5×16 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 30 m,
- povezava med omaro SB-AC in stikalnim sestavom LMO-SE se izvede s kablom tipa 4x FG16OR16 1×240 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 3 m,

- dovodna povezava oziroma podaljšanje zbiralnic do razdelilne omare PS-RO se izvede s žicami tipa 3x3x FG16OR 1x240 mm² + 2x FG16OR 1x240 mm². Ocenjena skupna dolžina je 5 m.
- povezava med omaro PS-RO in LMO-SE se izvede s kablom tipa 2x NA2XY-J 4x240 mm². Ocenjena skupna dolžina kabla je 110 m.

Opomba! Kljub temu, da je v soglasju naveden presek kabla **4 × 150 mm²**, so izračuni pokazali, da ta presek za priključitev ni zadosten.

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.

3.4.5.10 Opis kabelske trase za izvedbo NN 0,4kV priključka

Nova kabelska povezava med prostostoječo razdelilno omaro PS-RO in ločilno merilno omaro sončne elektrarne LMO-SE bo potekala od obstoječe transformatorske postaje TP Brestanica Šola: 450, postavljene na parc. št. 655, k.o. 1357 – Brestanica, preko ceste parc. št. 572/3 do ločilne omare LMO-SE, ki bo nameščena ob fasadi objekta Osnovne šole Brestanica, na parc. št. 308/2, k.o. 1357 – Brestanica.

Kabel bo položen prosto v zemljo, pri čemer bo zagotovljena minimalna globina vgradnje 1,0 m, skladno s predpisi za nizkonapetostne elektroenergetske vode. Pri prečkanju cestišča bo izveden vodoravni preboj, skozi katerega bo nameščena zaščitna cev Ø160 mm, ki bo omogočala dodatno mehansko zaščito kabla pred poškodbami in obremenitvami zaradi prometa.

Po celotni trasi bo nad kablom položen ozemljitveni trak Rf 30 × 3,5 mm ter opozorilni trak na višini približno 30 cm nad kablom, kar bo omogočalo hitro prepoznavnost pri morebitnih kasnejših gradbenih delih. Po položitvi kabla se jarek zasuje s peskom (10 cm nad kablom) in nato z materialom izkopa, pri čemer se večji kosi kamenja odstranijo, da ne pride do mehanskih poškodb kabla.

3.4.5.11 Križanja in približevanja

Pred začetkom del je treba izvesti odkaz vseh obstoječih komunalnih vodov (električne in telefonske napeljave, vodovod, kanalizacija itd.).

Med izvajanjem izkopov mora investitor oziroma izvajalec gradbenih del preprečiti dostop kamionov in gradbenih strojev nad mehansko nezaščitene dele komunalnih vodov ter preprečiti trajno odlaganje ali odstranjevanje materiala nad njimi.

Pri približevanju drugim objektom mora biti kabel od temeljev oddaljen vsaj 60 cm.

Pri križanju novega NN kabla s SN kabli ali NN kabli zunanje razsvetljave se kabel položi nad obstoječimi kabli, pri čemer se ohrani zadostna zaščitna razdalja. Če zaradi križanja ni mogoče doseči ustrezne globine, se kabel obbetonira s slojem suhega betona debeline približno 5 cm.

Pri približevanju napajalnih kablov telekomunikacijskim kablom je dovoljena minimalna vodoravna oddaljenost 50 cm. Če te razdalje ni mogoče zagotoviti, se na kritičnih mestih energetske kabli dodatno zaščitijo z betonskim ovojem, telekomunikacijski pa s termoplastičnimi cevmi ali drugimi ustreznimi zaščitnimi ukrepi. Cevi morajo segati vsaj 1 m na vsako stran od točke križanja, kot križanja pa ne sme biti manjši od 30°.

Pri približevanju napajalnih kablov vodovodnim cevem in meteorni kanalizaciji je dovoljena minimalna vodoravna oddaljenost 150 cm za transportne in primarne vode ter 50 cm za sekundarne vode in priključke. Če te oddaljenosti ni mogoče zagotoviti, se kabel na kritičnih mestih dodatno zaščiti, pri križanju pa se položi na vertikalni razdalji vsaj 50 cm od transportnih in primarnih vodov ter 30 cm od sekundarnih vodov. V teh primerih se kabel zaščiti s slojem suhega betona debeline približno 5 cm.

Vsa križanja je treba izvesti v skladu s soglasji upravljalcev posameznih komunalnih vodov.

3.4.5.12 Nadzorni sistem

Nadzor nad delovanjem elektrarne se bo vršil s pomočjo spletne aplikacije oziroma platforme. Razsmerniki bodo med seboj povezani s kablom za serijsko komunikacijo RS485. Nadzorni senzorji in oddajniki bodo vgrajeni v vsak razsmernik.

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.

3.4.5.13 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 1x16mm² ali polnim Al vodnikom 50mm². Kot ozemljilni sistem se bo uporabil združen ozemljilni sistem elektrarne.

3.4.6 Zaščita pred delovanjem strele

Osnovna naloga strelovodne instalacije je ščitenja objekta in s tem posredno tudi ščitenje ljudi pred atmosferskim razelektritvami. Pogoj za prenapetostno zaščito objekta je ustrezna izvedba strelovodne 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 namestitvev 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 strelovodnih inštalacij na strehi objekta za ločilno razdaljo. Investitorju se priporoča ustrezno prestavitev oziroma rekonstrukcijo obstoječega lovilnega sistema strelovodne 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.

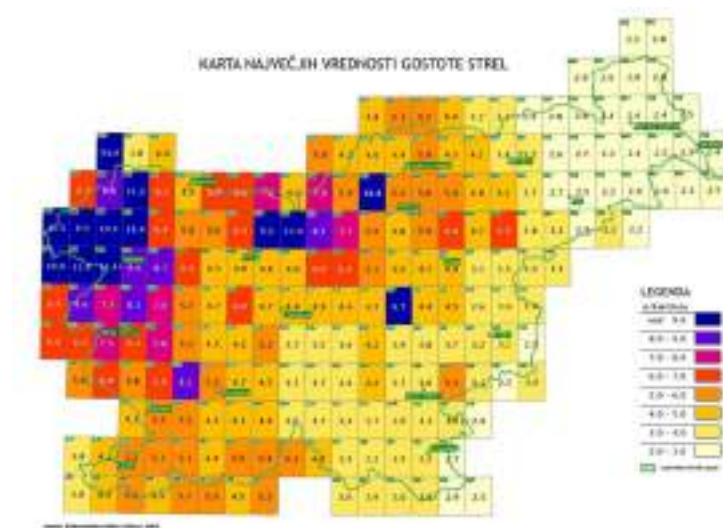
Med strelovodno instalacijo in kovinskim ohišjem sončne elektrarne je potrebno zagotoviti varnostno razdaljo, v kolikor je ta izvedena z izoliranim sistemom. V primeru, da je sistem zaščite pred delovanjem strele neizoliran, pa je potrebno izvesti izenačitev potencialov kovinske nosilne konstrukcije modulov s strelovodno ozemljitvijo. Po končani montaži strelovodne 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 6: Karta največjih vrednosti gostote strel, Priloga 2 (Vir: Ur.l RS140/2021, str. 8230)

Izvedba strelovodne napeljave

Ker na nekaterih mestih zahtevane ločilne razdalje ni mogoče doseči, je treba vse kovinske mase galvanjsko povezati v enoten in skupen ozemljitveni sistem.

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 $r=60\text{m}$ (nivo zaščite IV) 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 galvanjsko 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 čim bolj direktne, kjer se linija lomi, se upošteva minimalni radij krivljenja.

Tabela 5: 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 vzpostavitev 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: 17m

Torej vdorna globina znaša $p = 0,61\text{m}$

Zunanji sistem zaščite pred strelo torej bo sestavljalo:

- Nov lovilni sistem in dodatne lovilne palice dolžine $l=1,0\text{m}$ (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 6: 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 7: 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 8: izolacija zunanjega LPS – vrednosti koeficienta k_m

Material	k_m
Zrak	1

Beton, opeka, les	0,5
-------------------	-----

Za konkreten primer je torej varnostna razdalja:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,04 \cdot \frac{0,44}{1} \cdot 22 = 0,38m$$

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 instalacije, 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 $l=1,0$ m
- Al povezave trda žica $\varnothing 8\text{mm}$
- Galvanske povezave za izenačevanje potenciala Cu H07V-K vodnik preseka 16mm^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 iskenja v primeru udara strele in pravilnega delovanja določenih funkcij razsmernika. Za ta namen je potrebno opraviti sledeče:

- Aluminijasta podkonstrukcija in PV moduli, ki so mehansko pritrjeni nanjo, se galvansko povežejo na strel vodno aluminijasto trdo žico na eni točki prečkanja podkonstrukcije s posamezno vzdolžno povezavo. Tako je en izmed dveh prečnih aluminijastih 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 16mm², se na aluminijasto trdo žico pritrdijo s KON04 sponko, na aluminijasti 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 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 9: Prenapetostna zaščita FE

Prenapetostni odvodniki na DC strani razsmernika	V razsmerniku tip T2, v SB-AC/DC tip T12
Prenapetostni odvodniki na AC strani razsmernika	V razsmerniku tip T2

Prenapetostni odvodniki na AC strani v spojišču SB/AC-DC	Combtec TN-C T2 $U_{\max}=275 \text{ VAC}$ $I_{\text{imp}}=25 \text{ kA}$
Prenapetostni odvodniki na AC strani v merilni omarici PMO	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°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:

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

Kjer je:

S_{DCmin} – minimalni prerez kabla (mm²)

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

P_{MPP} – moč niza pri STC (W)

U_{nMPP} – napetost vršne moči niza (V) – 750 V (750V na optimizatorjih, najneugodnejši primer)

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

λ – specifična prevodnost (Sm/mm²) – 56 Sm/mm² za Cu, 35 Sm/mm² za Al

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

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

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:

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

$$I_b = I_{SC} \cdot 1,25 = 18 \cdot 1,25 = 22,5 \text{ A}$$

$$I_b \leq I'_z$$

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

$$I_b \leq I'_z \Rightarrow 22,5 \text{ A} \leq 32,799 \text{ A}$$

kjer je:

I_b – maksimalni tok vodnika – 22,5 A

I_z – zdržni tok vodnika, 58A za vodnik Cu, 6 mm²

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 mm² 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-DC/AC, med razdelilno omaro LMO-SE, ter med V-RO 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

λ - specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu 56Sm/mm², za Al 35 Sm/mm²)

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 mm² 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:

$S_0[mm^2]$ – presek zaščitnega vodnika

$S_f[mm^2]$ – presek faznega vodnika

$\lambda[Sm/mm^2]$ – specifična prevodnost vodnikove kovine (za Cu 56Sm/mm², za Al 30 s/mm²)

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

$l[m]$ – dolžina kabla oziroma vodnika

$U[V]$ – napetost proti zemlji

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

$t[s]$ – izklopni čas zaščitne naprave (odčitani 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 10: 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 10: Dimenzioniranje zaščitnega vodnika

Presek faznega vodnika S (mm ²)	Minimalni prerez zaščitnega vodnika (mm ²)	
	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 ^a	$\frac{k_1}{k_2} \cdot 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{S}{2}$
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 ^a 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 namestitev 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 sistemu inštalacije.

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 okrovi, pri katerih so zgornje vodoravne ploskve odprte, nudijo stopnjo zaščite najmanj IP4X. Pregrade ali okrovi so zanesljivo pritrjeni, dovolj 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 bo izvedena s samodejnim odklopom napajanja. Pri tem je predvidena zaščitna naprava na prekomerni tok v omrežju, ki izpolnjuje pogoje sistema TN-C. V 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.

3.4.10 Priloge k tehničnemu poročilu

3.4.10.1 Izračun DC kablov

razširitev		Vhod	String	Modul (V/V)	n modulov	P(kW)	I _{sc} (A)	I _{sc} (pri temperat. 25°C)	U _{linijep} (V)	ρ	S _{min} (mm ²)	S (mm ²)	ΔP (kW)	ΔU (%)	
G1	Solar Edge SE100K	1.1	G1.1.1	0.45	33	14.85	18.00	40	1%	750	56	5.43	6	0.084857143	0.57
		1.2	G1.1.2	0.45	29	13.05	18.00	90	1%	750	56	5.14	6	0.111857143	0.88
		1.3	G1.1.3	0.45	31	14.85	18.00	70	1%	750	56	6.09	6	0.144500000	1.00
		1.4	G1.1.4	0.45	30	16.2	18.00	88	1%	750	56	5.83	6	0.157371429	0.97
		1.5	G1.1.5	0.45	33	14.85	18.00	71	1%	750	56	6.09	6	0.159821429	1.01
		1.6	G1.1.6	0.45	29	13.05	18.00	49	1%	750	56	3.94	6	0.085757143	0.88
		1.7	G1.1.7	0.45	31	13.05	18.00	57	1%	750	56	4.89	6	0.113582857	0.81
G2	Solar Edge SE100K	2.1	G2.2.1	0.45	32	14.4	18.00	83	1%	750	56	5.43	6	0.129800000	0.90
		2.2	G2.2.2	0.45	30	15.5	18.00	83	1%	750	56	5.43	6	0.121500000	0.80
		2.3	G2.2.3	0.45	31	14.85	18.00	25	1%	750	56	2.14	6	0.053035714	0.38
		2.4	G2.2.4	0.45	34	15.3	18.00	28	1%	750	56	2.40	6	0.061200000	0.43
		2.5	G2.2.5	0.45	36	16.2	18.00	50	1%	750	56	4.28	6	0.115714286	0.71
		2.6	G2.2.6	0.45	28	12.6	18.00	38	1%	750	56	3.28	6	0.084400000	0.54
		2.7	G2.2.7	0.45	28	12.6	18.00	38	1%	750	56	3.28	6	0.084400000	0.54
G3	Solar Edge SE25K	3.1	G3.3.1	0.45	36	16.2	18.00	87	1%	750	56	5.74	6	0.155057143	0.98
		3.2	G3.3.2	0.45	18	8.1	18.00	51	1%	750	56	4.37	6	0.059014286	0.73
G4	Solar Edge SE25K	4.1	G4.4.1	0.45	36	16.2	18.00	57	1%	750	56	4.89	6	0.131914286	0.81
		4.2	G4.4.2	0.45	18	7.2	18.00	51	1%	750	56	4.37	6	0.052457143	0.73
				$\sum$ moduli	$\sum P$ (kW)	$\sum I_{sc}$ (A)									
SKUPAJ				561	247.95	943									
								$\sum \Delta P$ (kW)					$\sum \Delta U$ (V)		
								1.888850000					0.87		

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

PARAMETRI DIMENZIONIRAN JA	Ozna ka	Eno ta							
STIKALNI BLOK - točka priključitve			Tipska shema priklop a: PS.3b TP - NN izvod	PS-RO	LMO-SE	Glavni stikalni blok: SB/AC	Glavni stikalni blok: SB/AC	Glavni stikalni blok: SB/AC	Glavni stikalni blok: SB/AC
Porabnik			PS-RO	LMO- SE	SB/AC	Razsme rnik +G1	Razsme rnik +G2	Razsme rnik +G3	Razsme rnik +G4
Tip kabla			3x3x FG16O R16 1x240 mm ² + 2x FG16O R16 1x240 mm ²	2xNA2 XY 4x240 mm ²	FG16R16 4x(1x240 mm ²)	FG16OR 16 4x95mm ²	FG16OR 16 4x95mm ²	FG16OR 16 5x16mm ²	FG16OR 16 5x16mm ²
tip razvoda - način polaganja			D	D	F	E	E	E	E
Nazivna napetost	Un	V	400	400	400	400	400	400	400
Konična moč porabnika	Pk	kW	250	250	250	100	100	25	25
Faktor delavnosti	cosfi		1	1	1	1	1	1	1
Izkoristek	eta		1	1	1	1	1	1	1
Nazivni tok porabnika	Ib	A	360,84	360,84	360,84	144,34	144,34	36,08	36,08
Presek faznega vodnika	Sf	mm²	720	480	240	95	95	16	16
Presek nevtralnega vodnika	So	mm²	480	480	240	95	95	16	16
Zdržni tok kabla iz tabele	Izt	A	1053	616	490	235	235	80	80
Korekcijski faktor temperature	Ft		0,93	0,93	0,93	0,82	0,82	0,82	0,82
Korekcijski faktor za polaganje	Fp		0,85	0,85	1	0,95	0,95	0,95	0,95
Trajnidržni tok	Iz	A	832,40	486,95	455,70	183,07	183,07	62,32	62,32
Konstanta vodnika (Cu=115, Al=74)	K		74	74	115	115	115	115	115

Nazivni tok zaščitne naprave	In	A	400	400	400	160	160	40	40
Faktor zaščitne naprave	k		1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Tok delovanja zaščitne naprave (I2=kxIn)	I2	A	640	640	640	256	256	64	64
1,45*Iz		A	1206,9 7	706,07	660,77	265,44	265,44	90,36	90,36
Dolžina kabla (tokokroga)	Lt	km	0,055	0,11	0,003	0,028	0,028	0,028	0,028
Impedanca kratkostične znake od TP do porabnika pri 3polnem kratkem stiku	Zk	Ω	0,005	0,011	0,005	0,010	0,010	0,041	0,041
Vrednost impedance okvarne zanke vodnika	Zo	Ω	0,004	0,013	0,000	0,011	0,011	0,063	0,063
Impedanca okvarne zanke od TP do porabnika	Zsk	Ω	0,009	0,023	0,010	0,020	0,020	0,082	0,083
Tok kratkega stika pri tripolnem kratkem stiku	Ik3p	A	53720,22	22527,84	51298,78	25423,77	24868,23	6159,60	6126,44
Kontrola minimalnega preseka vodnika Smin<S (v odvisnosti od časa odklopa)									
Izpolnjen pogoj Smin<S	Smin	mm 2	229,57	96,27	141,06	13,98	13,68	3,39	3,37
Kontrola termične obremenitve									
Izpolnjen pogoj: Ib<=In			DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: In<=Iz			DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
Izpolnjen pogoj: I2<=1,45*Iz			DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
Kontrola padcev napetosti									
Padec napetosti na tokokrogu	dU	%	0,341	0,639	0,035	0,329	0,329	0,488	0,488
Padec napetosti na dovodnem kablu	u0	%	x	0,341	0,341	0,376	0,705	0,705	0,705
Skupni padec napetosti	usk	%	0,341	0,980	0,376	0,705	1,034	1,193	1,193

3.4.10.3 Projektanstski popis s predizmerami

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

Ocena investicije

	SKUPAJ OCENA upravičenih stroškov brez DDV (EUR)	SKUPAJ OCENA ueupravičenih stroškov brez DDV (EUR)
MFE Osnovna šola Brestanica	231.512,89 €	

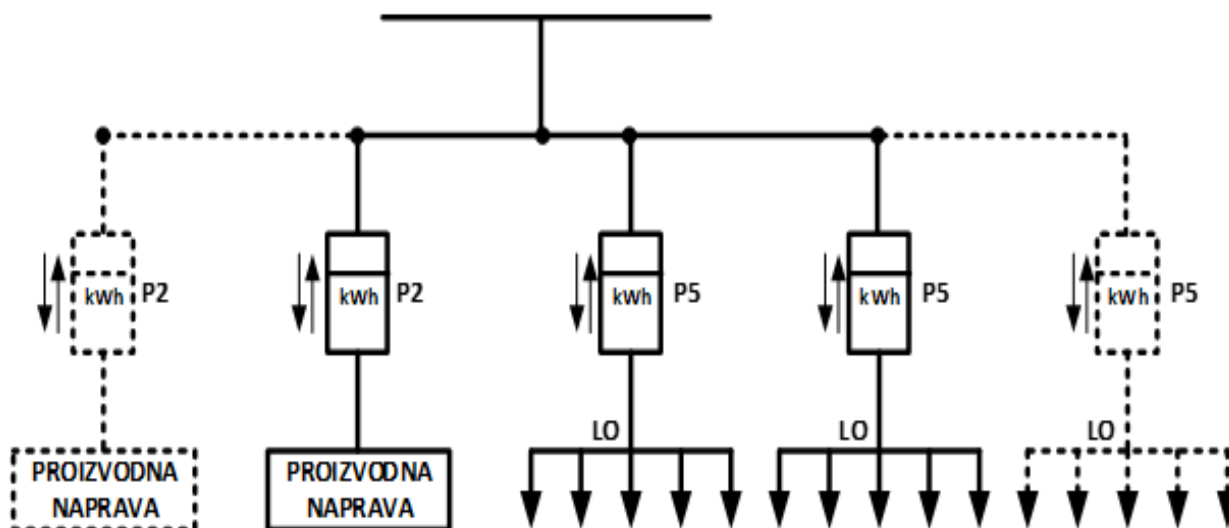
3.4.10.4 *Soglasje za priključitev*

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 OŠ BRESTANICA, ki jo je v imenu imetnika soglasja MESTNA OBČINA KRŠKO, CESTA KRŠKIH ŽRTEV 14, 8270 KRŠKO 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.: 1508065 naprave za skupnostno samooskrbo

Imetniku soglasja MESTNA OBČINA KRŠKO, CESTA KRŠKIH ŽRTEV 14, 8270 KRŠKO se izda soglasje za priključitev naprave MFE OŠ BRESTANICA skupnostne samooskrbe OŠ BRESTANICA, na parceli št. 308/2 (k.o. 1357 - BRESTANICA), pod navedenimi pogoji.

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	8111334	383111580029240568



I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

A.) PROIZVODNJA

- Številka merilnega mesta: 8111334
- GSRN MM: 383111580029240568
- Tipška priključna shema: PS.3B
- Priključna moč oddaje v omrežje: 250 kW**
- Jakost omejevalca toka: $1 \times 3 \times 400$ A
- Način obratovanja: Paralelno z distribucijskim sistemom
- Ostali EE pogoji:
-Za priključitev predmetne MFE na distribucijsko električno omrežje je potrebno izvesti nov nizkonapetostni električni priključek z mestom priključitve na nizkonapetostne zbiralnice v transformatorski postaji TP BRESTANICA ŠOLA: 450.

- Priključitev novega priključka se izvede s podaljšanjem nizkonapetostnih zbiralnic, ki se podaljšajo s kablom tipa in preseka 4x1x240 mm² FG16R16. Nova prostostoječa razdelilna omara se namesti neposredno ob transformatorski postaji. Prej naveden kabel bo imel značaj podaljšanih zbiralnic transformatorske postaje. Od nove prostostoječe razdelilne omare do objekta pa se izvede nov priključek z dvema kabloma tipa in preseka NAY2Y-J 4x150 mm². Prav tako se v novo razdelilno omaro vgradi bremensko stikalo ustrezne moči ter omejevalci toka in merilna garnitura po tem soglasju. Vse prej navedeno je potrebno upoštevati pri izdelavi projekta NN priključka.
- Za nov nizkonapetostni električni priključek in za priključitev predmetne MFE je potrebno izdelati projekt za izvedbo- PZI. Projekt mora biti izdelan v skladu z veljavnim Pravilnikom o projektni dokumentaciji, tipizacijo omrežnih priključkov ter tipizacijo merilnih mest in nabora merilne opreme Elektro Celje, d. d..
- Na projekt si mora investitor od Elektro Celje, d. d., pridobiti mnenje, kar je pogoj za izgradnjo MFE in tudi za izdajo pogodbe o priključitvi na distribucijsko omrežje.
- Vsi stroški izgradnje novega priključka bremenijo lastnika tega soglasja.
- Najmanj 90 dni pred priključitvijo predmetne MFE je potrebno o tem obvestiti Elektro Celje d.d., zaradi zamenjave transformatorja v transformatorski postaji TP BRESTANICA ŠOLA: 450 (transformator se zamenja iz 250 na 400 kVA).

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

1. Delovna moč fotonapetostnih modulov: 251,68 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)
2	Trifazni	100	400
1	Trifazni	50	400

B.) ODJEM (LASTNA RABA)

1. Številka merilnega mesta: 8111334
2. GSRN MM: 383111580029240568
3. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN z merjeno močjo
4. **Priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 14 kW**
5. Jakost omejevalca toka: 1 × 3 × 20 A
6. Jalova energija mora biti kompenzirana na cosφ = 0,95
7. Jakost omejevalca toka NN izvoda: 430 A

II. TEHNIČNI POGOJI

A.) PROIZVODNJA

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

- Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	NN ZBIRALNICE
NN izvod	IOX: MFE OŠ BRESTANICA
TP	TP BRESTANICA ŠOLA: 450

- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Vrsta priključka: Trifazni

Izvedba priključka	Dolžina priključka	Prerez priključka
podzemni vod	po projektu	NAY2Y-J 2x4x150 mm ²

- Impedanca_{TR}: 0,024 ohmov
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem ozemljitve.

- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	TP BRESTANICA ŠOLA: 450
SN izvod	J21: BRESTANICA IND.CONA
RTP	RTP BRESTANICA: 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)	B
Vrsta elektroenergijskega modula (naprave za skupnostno samooskrbo)	MPP
Število faz priključka	TRIFAZNI
Karakteristika delovne moči	D-1
Karakteristika jalove moči	J-N3

- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora biti za namen regulacije izhodne delovne moči opremljen z vmesnikom (vhodom), da se po prejemu navodila na vhodu zmanjša izhodna delovna moč. 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) tipov B, C in D, ki je sinhrono povezan z distribucijskim sistemom (vrste SPEM), mora glede kotne stabilnosti v obratovanju (FRT karakteristika) izpolnjevati zahteve poglavja X.1, Priloge 5, SONDSEE, Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) tipov B, C in D v proizvodnem polju (vrste MPP) pa zahteve iz poglavja X.2, 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	Kratkostična, Frekvenčna, Napetostna, Pretokovna	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 oseba distribucijskega operaterja.
- 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 omejevati vgradnje oziroma delovanja shunt stikala, ki ob zemeljskem stiku v SN omrežju za trenutek v RTP ozemlji fazo, na kateri je zemeljski stik.

Ostale zahteve za ločilno mesto:

- Če je na ločilnem mestu priključenih v omrežje več enofaznih naprav 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:
 - Polindirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom - za odjemalce in proizvajalce
 - Tokovni transformator r. 0,5 za vgradnjo v omrežje nazivne napetosti 230/400 V s prestavnim razmerjem 400/5
 - 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

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, 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 upravljalca priključevati elektroenergetske naprave drugih uporabnikov.
- Zaradi priključitve uporabnikovega objekta na distribucijski sistem ne smejo biti prizadete pravice in pravne koristi tretjih oseb. Škodo, ki bi nastala zaradi kršitev pravic in pravnih koristi teh oseb, nosi uporabnik.
- 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 MESTNA OBČINA KRŠKO, CESTA KRŠKIH ŽRTEV 14, 8270 KRŠKO dne 29. 12. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod št. 1508065 in je bila popolna z dnem 14. 8. 2024, zaprosil ELES, d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe skupnostne samooskrbe OŠ BRESTANICA z elektroenergijskimi moduli za objekt JAVNI OBJEKT, MFE OŠ BRESTANICA, na parceli št. 308/2 (k.o. 1357 - BRESTANICA).

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: 10. 9. 2024

Datum vročitve: 16. 9. 2024

Postopek vodil/-a:

TILEN NATEK, dipl. inž. energ.



Direktor ELES, d.o.o.:

mag. Aleksander Mervar

po pooblastilu:

mag. TOMISLAV KRAMARŠEK

Vročiti po elektronski pošti:

- dokumentacija@jb-energija.com

Vročiti:

- Arhiv (nadzorništvo Krško okolica)



3.4.10.5 Poročilo tehničnega izrisa MFE v programski opremi SolarEdge designer 2024

OŠ BRESTANICA

Šolska cesta 29, Brestanica, 8280, Slovenia | 29 Jan 2025



SYSTEM OVERVIEW



551 PV modules



4 Inverters



296 Optimizers

SIMULATION RESULTS



Installed DC Power

247.95 kWp



Max Achieved AC Power

208.96 kW



Annual Solar Energy
Production

261.62 MWh



Annual CO2 Emission Saved

66.45 t



Annual Equivalent Trees
Planted

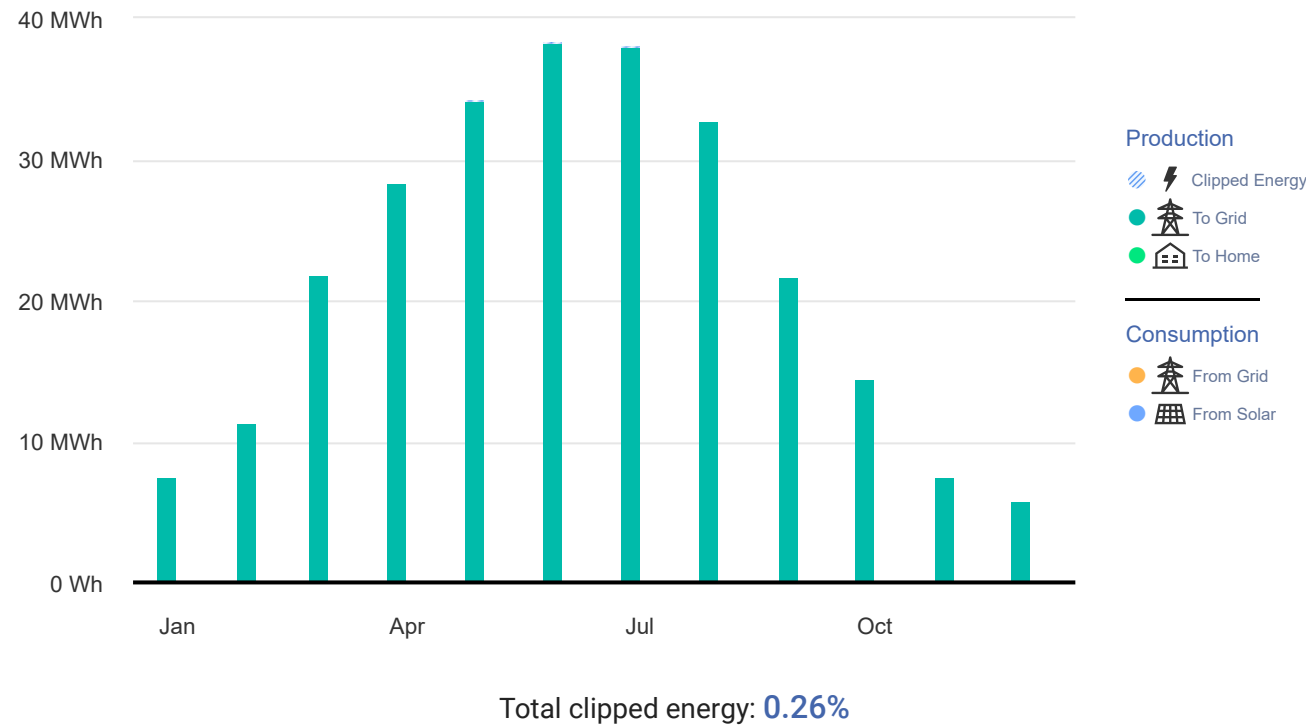
3,052

OŠ BRESTANICA

Šolska cesta 29, Brestanica, 8280, Slovenia | 29 Jan 2025



ESTIMATED MONTHLY ENERGY



PV MODULES

# Module	Model	Peak power	Racking type	Orientation	Azimuth	Tilt
102	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	45.9 kWp			179°	11°
36	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	16.2 kWp			89°	6°
53	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	23.9 kWp			90°	18°
7	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	3.2 kWp			90°	18°
103	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	46.4 kWp			359°	14°

OŠ BRESTANICA

Šolska cesta 29, Brestanica, 8280, Slovenia | 29 Jan 2025



PV MODULES (CONTINUED)

# Module	Model	Peak power	Racking type	Orientation	Azimuth	Tilt
36	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	16.2 kWp			89°	6°
55	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	24.8 kWp			270°	18°
7	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	3.2 kWp			270°	18°
74	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	33.3 kWp			89°	10°
78	Trina Solar Energy, TSM-450 (user-defined)	35.1 kWp			269°	10°
Total:	551	248 kWp				

BILL OF MATERIALS (BOM)

Items	Part Number	Quantity	Price (€)	Total (€)
 SE25K		2		
 SE100K Synergy Manager		2		
 S1000		262		
 S500		34		
 TSM-450		551		

OŠ BRESTANICA

Šolska cesta 29, Brestanica, 8280, Slovenia | 29 Jan 2025



ELECTRICAL DESIGN

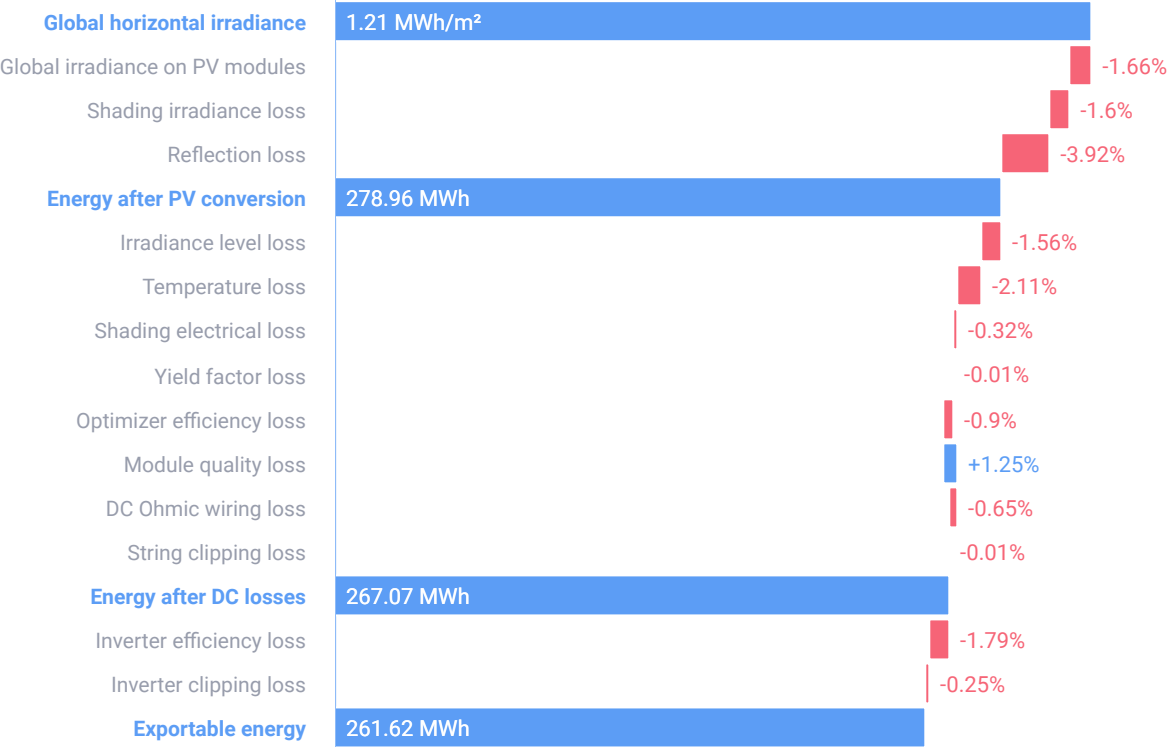
Inverters & Storage	Strings per inverter	Optimizers per string	PV modules per string
1 xSE100K Synergy Manager Center Unit 94.15kW 94% Oversizing	1 x string	16 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	33
	1 x string	14 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	29
	Left Unit		
	1 x string	18 x S1000 (2:1)	36
	2 x strings	16 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	33
	Right Unit		
	1 x string	15 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	31
	1 x string	14 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	29
1 xSE100K Synergy Manager Center Unit 87.42kW 88% Oversizing	1 x string	16 x S1000 (2:1)	32
	1 x string	15 x S1000 (2:1)	30
	Left Unit		
	1 x string	17 x S1000 (2:1)	34
	1 x string	18 x S1000 (2:1)	36
	1 x string	16 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	33
	Right Unit		
	2 x strings	14 x S1000 (2:1)	28
1 xSE25K 22.52kW 90% Oversizing	1 x string	18 x S1000 (2:1)	36
	1 x string	18 x S500	18
1 xSE25K 21.95kW 88% Oversizing	1 x string	18 x S1000 (2:1)	36
	1 x string	16 x S500	16

OŠ BRESTANICA

Šolska cesta 29, Brestanica, 8280, Slovenia | 29 Jan 2025



SYSTEM LOSS DIAGRAM



SIMULATION PARAMETERS



LOCATION & GRID

Time zone	CET (Ljubljana)
Weather station	Lisca (16.48 km away)
Station altitude	941 m
Station data source	Meteonorm 8.2
Grid	400V L-L, 230V L-N



LOSS FACTORS

Near shading	Enabled
Albedo	0.20
Bi-Facial Albedo	0.30
Soiling/Snow	0%
Incidence angle modifier (IAM), ASHRAE b0 param.	0.05
Thermal loss factor Uc (const) Flush mount	20
Thermal loss factor Uc (const) Tilted	29
LID loss factor	0%
System unavailability	0%

3.4.10.6 K2 Base izračun podkonstrukcije



| Connecting Strength

K2 Base poročilo

JB Energija - OŠ Brestanica

Naslov projekta

Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Podjetje

Marchiol d.o.o.

Obdelal(-a)

David Kociper

Datum izdaje in različica

2025/01/29 | K2 Base Različica 3.2.24.2

Vsebina

Pregled projekta	5
Roof 1	9
Načrt vgradnje	10
Rezultati	12
Poročilo o statiki	14
Kosovnica	19
Roof 1 (1)	21
Načrt vgradnje	22
Rezultati	24
Poročilo o statiki	26
Kosovnica	31
Roof 3	32
Načrt vgradnje	35
Rezultati	44
Poročilo o statiki	47
Kosovnica	52
Roof 4	54
Načrt vgradnje	55
Rezultati	61
Poročilo o statiki	64
Kosovnica	69
Roof 5	71
Načrt vgradnje	72
Rezultati	74
Poročilo o statiki	76
Kosovnica	81
Roof 5 (1)	83
Načrt vgradnje	84
Rezultati	86
Poročilo o statiki	88
Kosovnica	93
Roof 5 (1) (1)	95
Načrt vgradnje	97



Vsebina

Rezultati	99
Poročilo o statiki	101
Kosovnica	106
Roof 5 (1) (1) (1)	108
Načrt vgradnje	110
Rezultati	112
Poročilo o statiki	114
Kosovnica	119
Roof 9	121
Načrt vgradnje	122
Rezultati	128
Poročilo o statiki	131
Kosovnica	136
Kosovnica	137

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
Roof 1  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp
Roof 1 (1)  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp
Roof 3  Stanovanje	D-Dome 6.10 Classic	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	6.00 m	152	68.4 kWp
Roof 4  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	103	46.35 kWp
Roof 5  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp
Roof 5 (1)  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp
Roof 5 (1) (1)  Trapezna pločevina	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp
Roof 5 (1) (1) (1)  Trapezna pločevina	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp
Roof 9  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	102	45.9 kWp
Vsota				553	248.85 kWp

Informacije o projektu

Naslov Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
 Obdelal(-a) David Kociper



Pregled projekta

Naloži nastavitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami
Okolica	Običajen teren
Območje vetrne obremenitve	1
Območje snežne obremenitve	A2
Talna snežna obremenitev	1.38 kN/m ²

Materialne vrednosti

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

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



PROJEKT JE VERIFICIRAN.

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

JB Energija - OŠ Brestanica



Informacije o projektu

Naslov

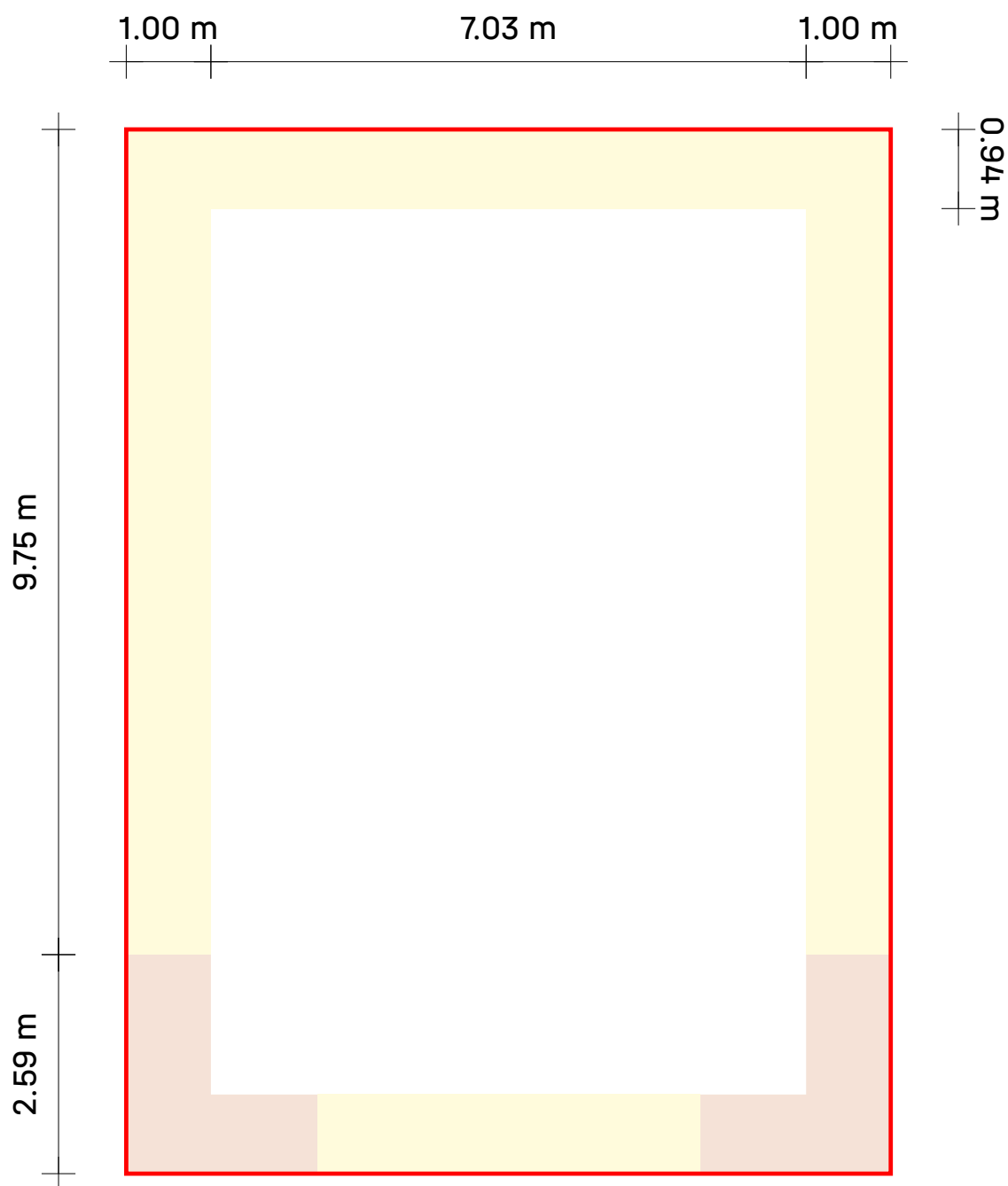
Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Obdelal(-a)

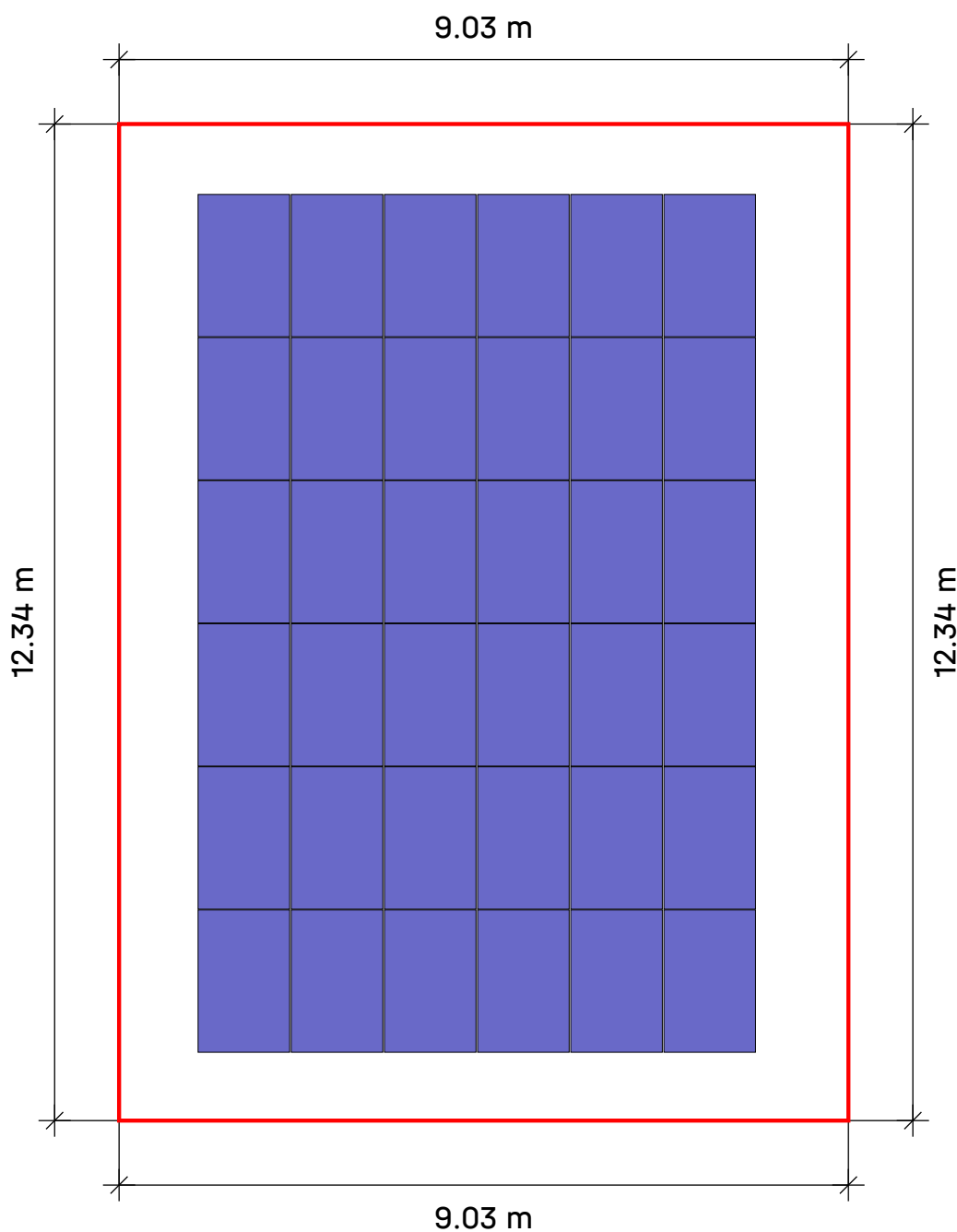
David Kociper



Strehe | Roof 1

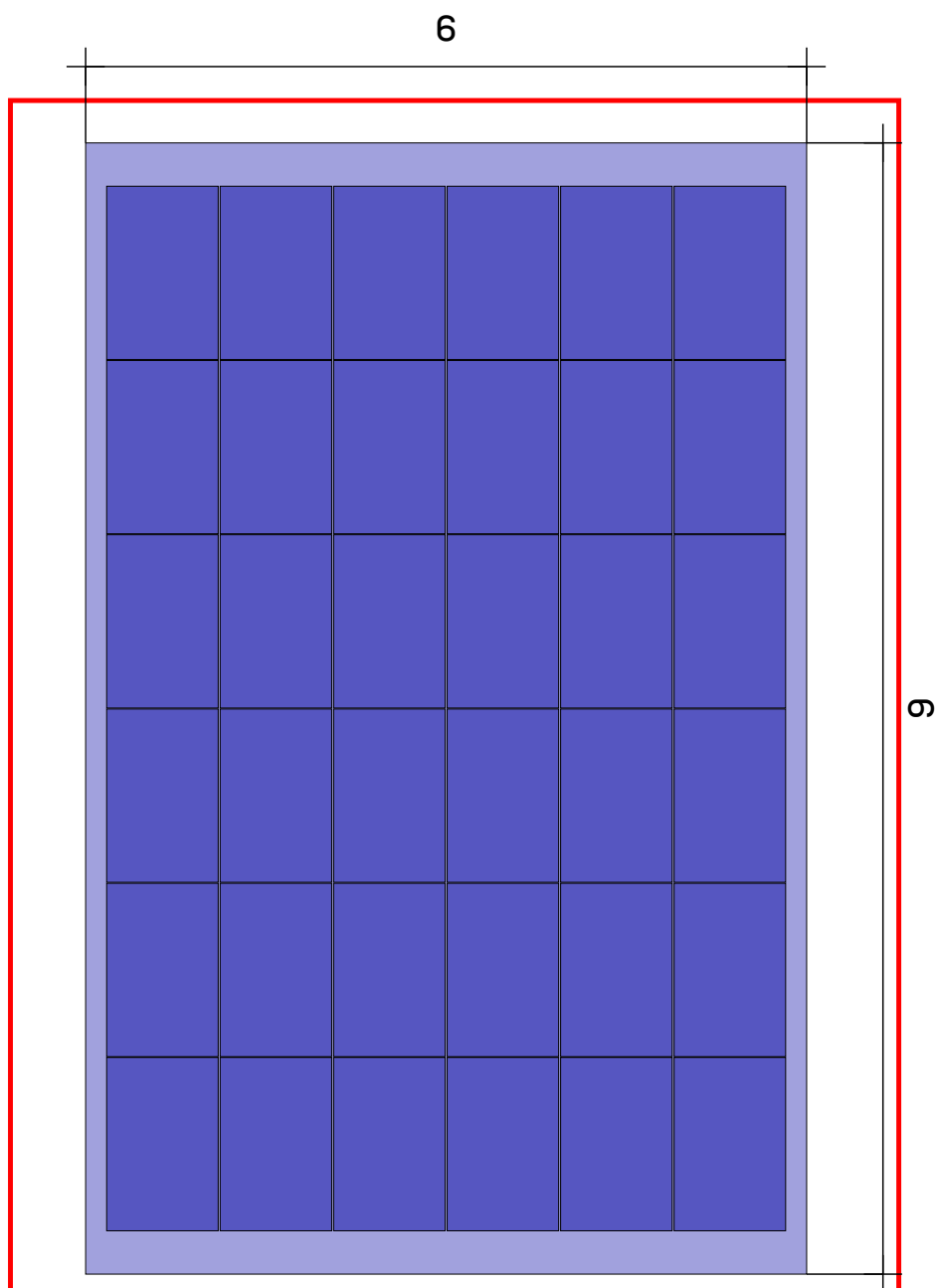


Strehe | Roof 1



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 1 Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp

Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1



Streha ① Polje modulov ①

Vgradni sistem

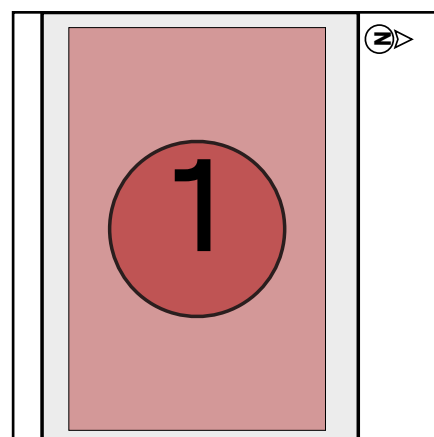
Modul

Razdalja med vrstami

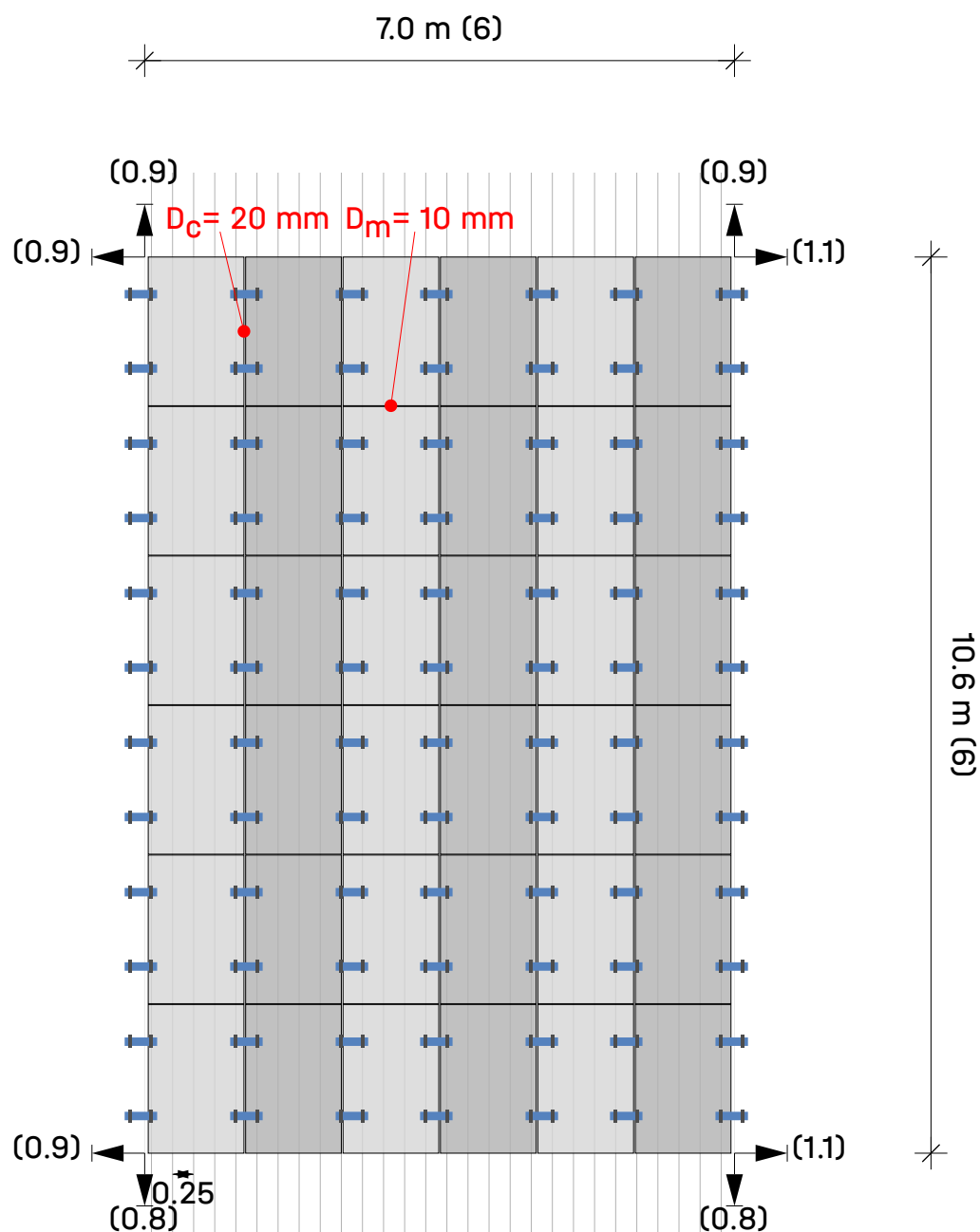
[MiniRail MK2](#)

36(16.2 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

1.77 m



Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

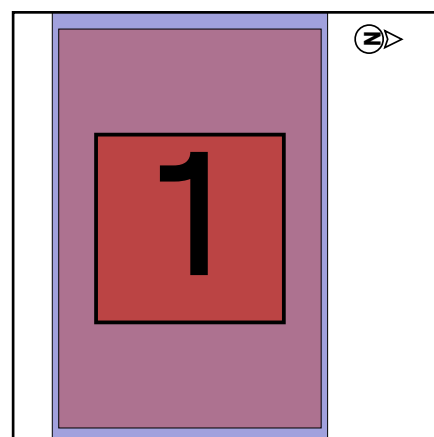


Streha ① Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli 6 × 6 = 36

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c** Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m** Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 1

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 1</u>  Trapezna pločevina	<u>MiniRail MK2</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Rob kapa	2.00	1,413.1	360.4	-626.6	27.8	1,113.2	284.0	-469.0	27.8

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4



Rezultati | Roof 1

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	5.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$



Poročilo o statiki | Roof 1

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s _k = 1.379 kN/m ²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ _i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d _i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s _{i,50} = 1.065 kN/m ²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f _s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s _{i,25} = 0.990 kN/m ²

Lastna obremenitev

Teža modula	G _M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A _M = 2.00 m ²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m ²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m ²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 1

Kombinacije obremenitev

Nosilnost

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

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

Primernost za uporabo

Kombinirani faktor za veter	$\psi_{0,W} = 0.60$
Kombinirani faktor za sneg	$\psi_{0,S} = 0.50$
K0 01	$LCC\ 01_{sls} = G_k + S_{i,n}$
K0 02	$LCC\ 02_{sls} = G_k + W_{k,Pressure}$
K0 03	$LCC\ 03_{sls} = G_k + W_{k,Pressure} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$
K0 04	$LCC\ 04_{sls} = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Pressure}$
K0 06	$LCC\ 06_{sls} = G_k + W_{k,Suction}$

Poročilo o statiki | Roof 1

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.413	0.360	-0.627	0.028	1.113	0.284	-0.469	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 1

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4

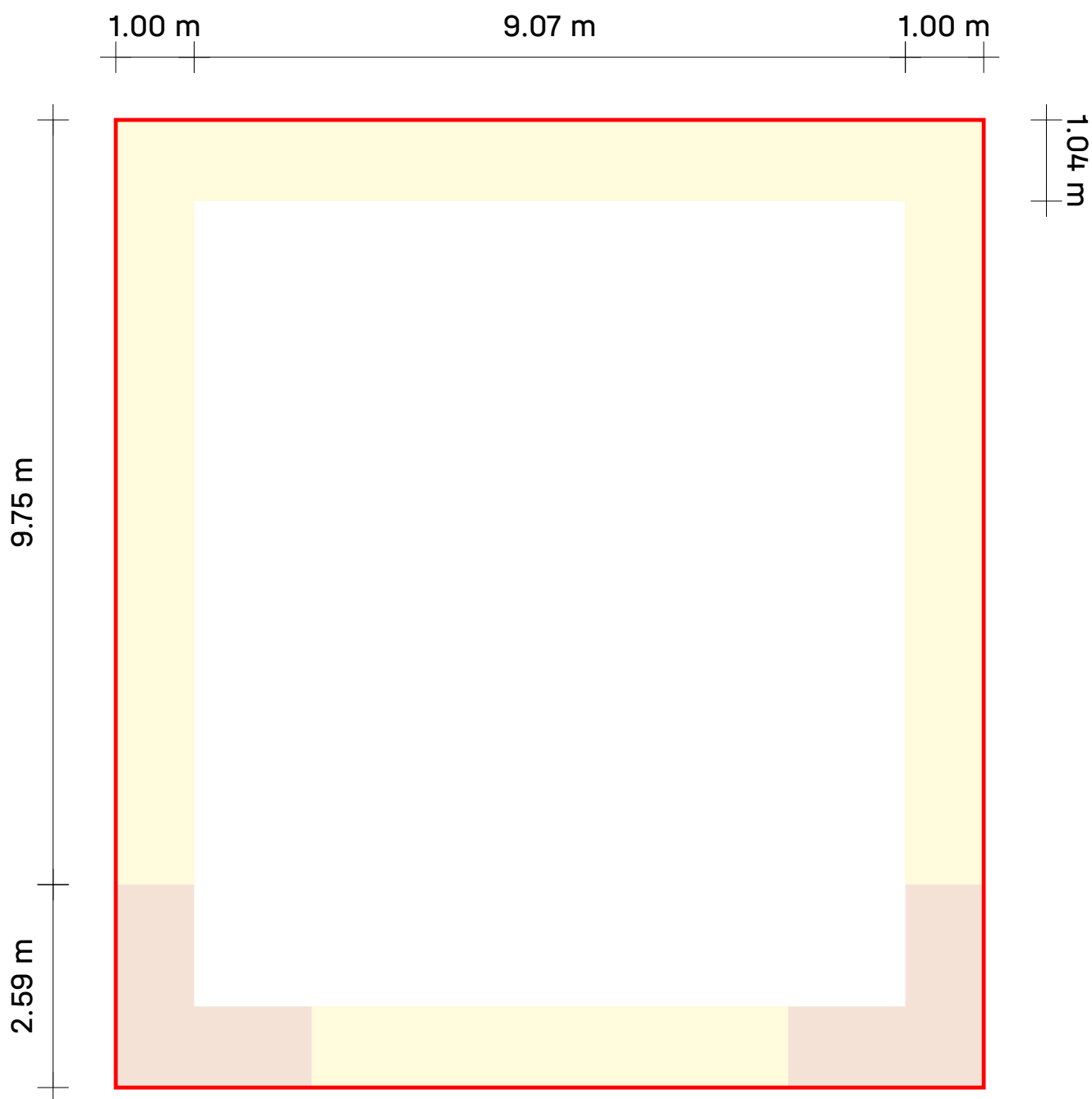


Strehe | Roof 1 | Kosovnica

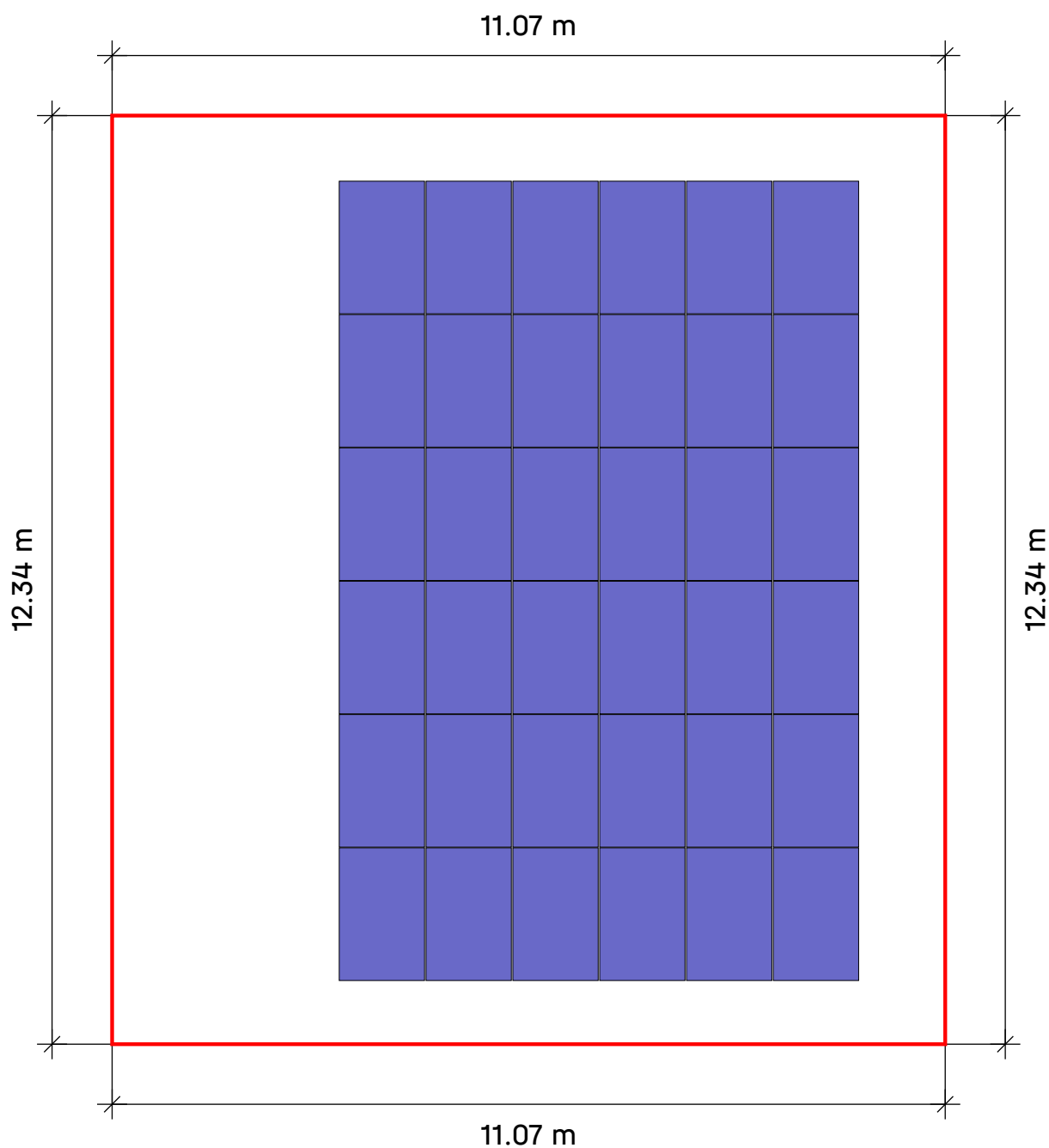
Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	24	2.1 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	60	4.7 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	84	27.0 kg
Vsota				33.9 kg



Strehe | Roof 1 (1)

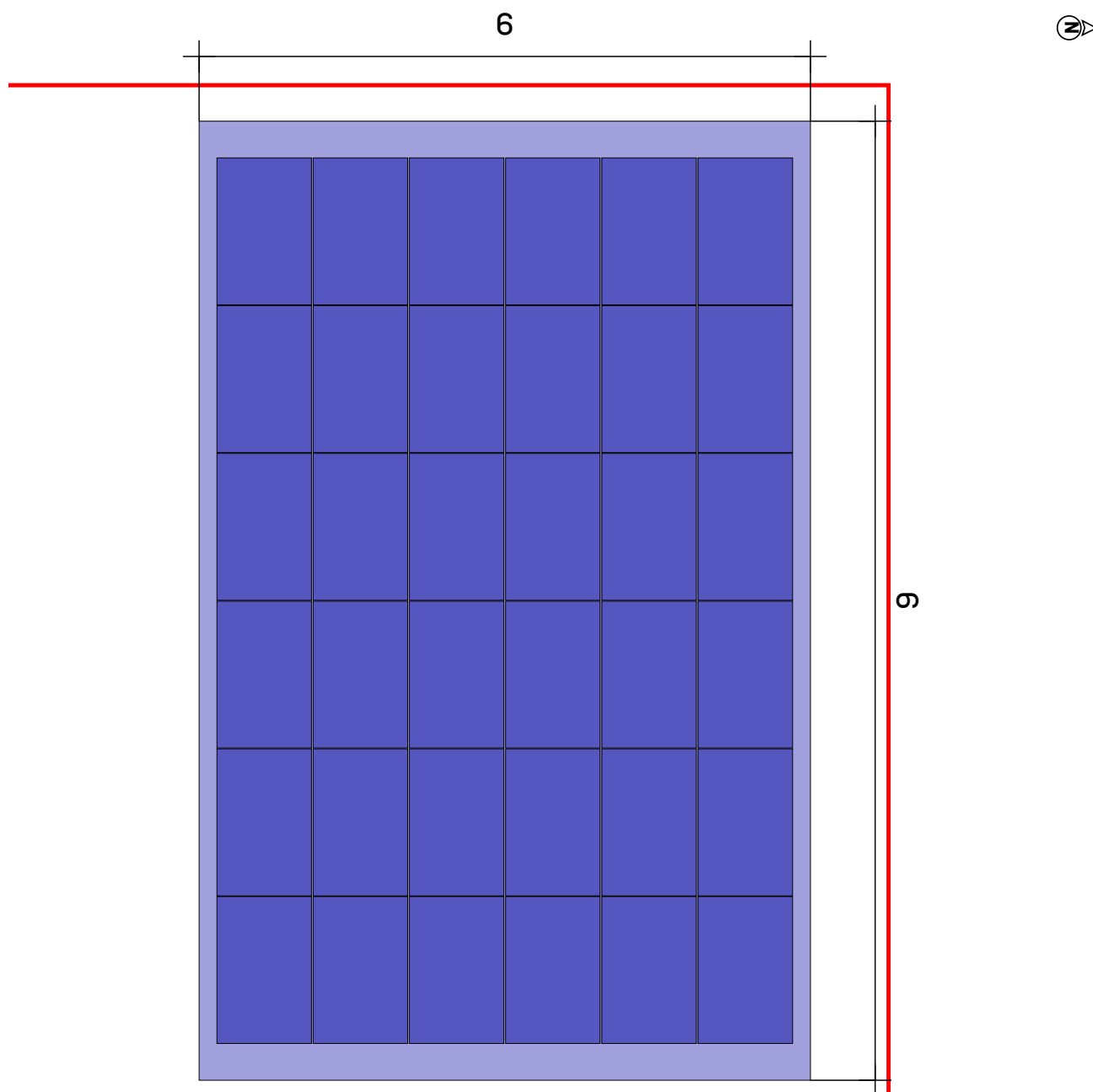


Strehe | Roof 1 (1)



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 1 (1) Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp

Strehe | Roof 1 (1) | Polje modulov 1



Streha ② Polje modulov ①

Vgradni sistem

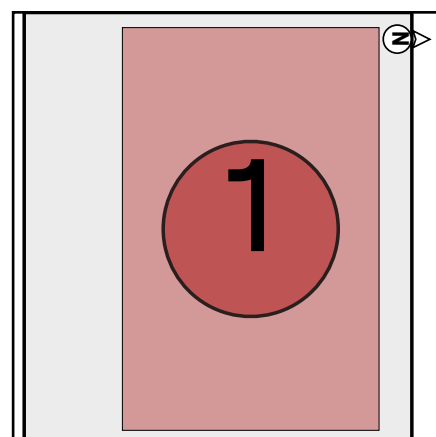
[MiniRail MK2](#)

Modul

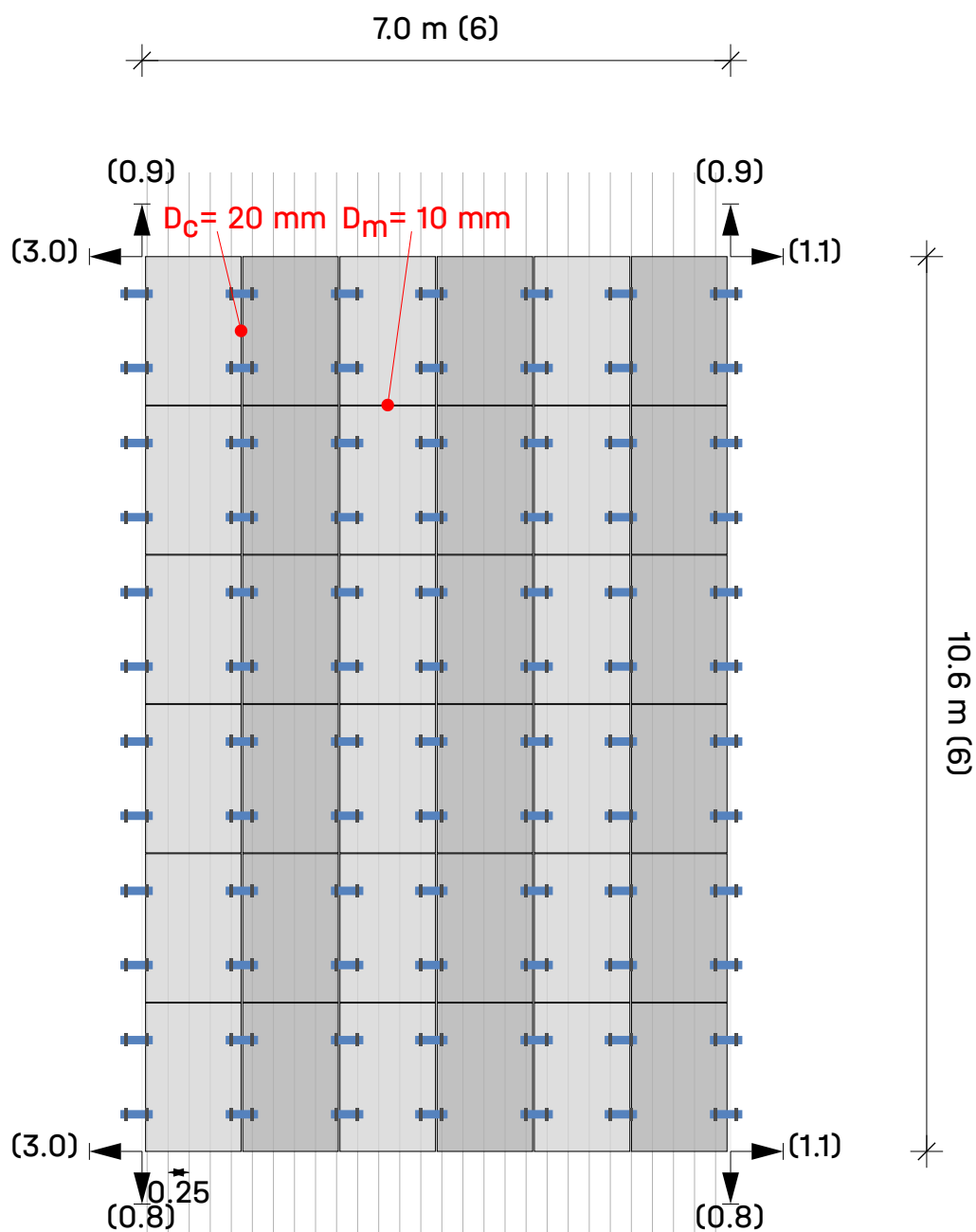
36(16.2 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 1 (1) | Polje modulov 1 | Bloki modulov

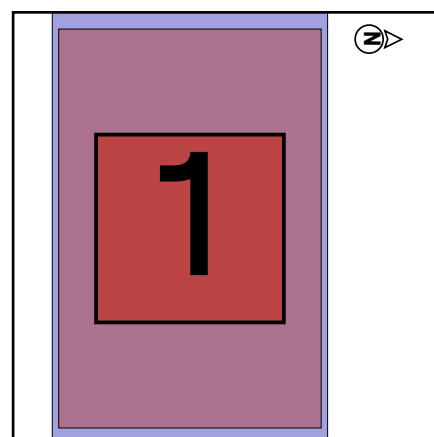


Streha ② Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli $6 \times 6 = 36$

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 1 (1)

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 1 (1)</u>  Trapezna pločevina	<u>MiniRail MK2</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	5.00 m	36	16.2 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Rob kapa	2.00	1,413.1	360.4	-626.6	27.8	1,113.2	284.0	-469.0	27.8

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4

Rezultati | Roof 1 (1)

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 (1)

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	5.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s _k = 1.379 kN/m ²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ _i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d _i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s _{i,50} = 1.065 kN/m ²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f _s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s _{i,25} = 0.990 kN/m ²

Lastna obremenitev

Teža modula	G _M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A _M = 2.00 m ²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m ²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m ²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

Kombinacije obremenitev

Nosilnost

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

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

Primernost za uporabo

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

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



Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.413	0.360	-0.627	0.028	1.113	0.284	-0.469	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4

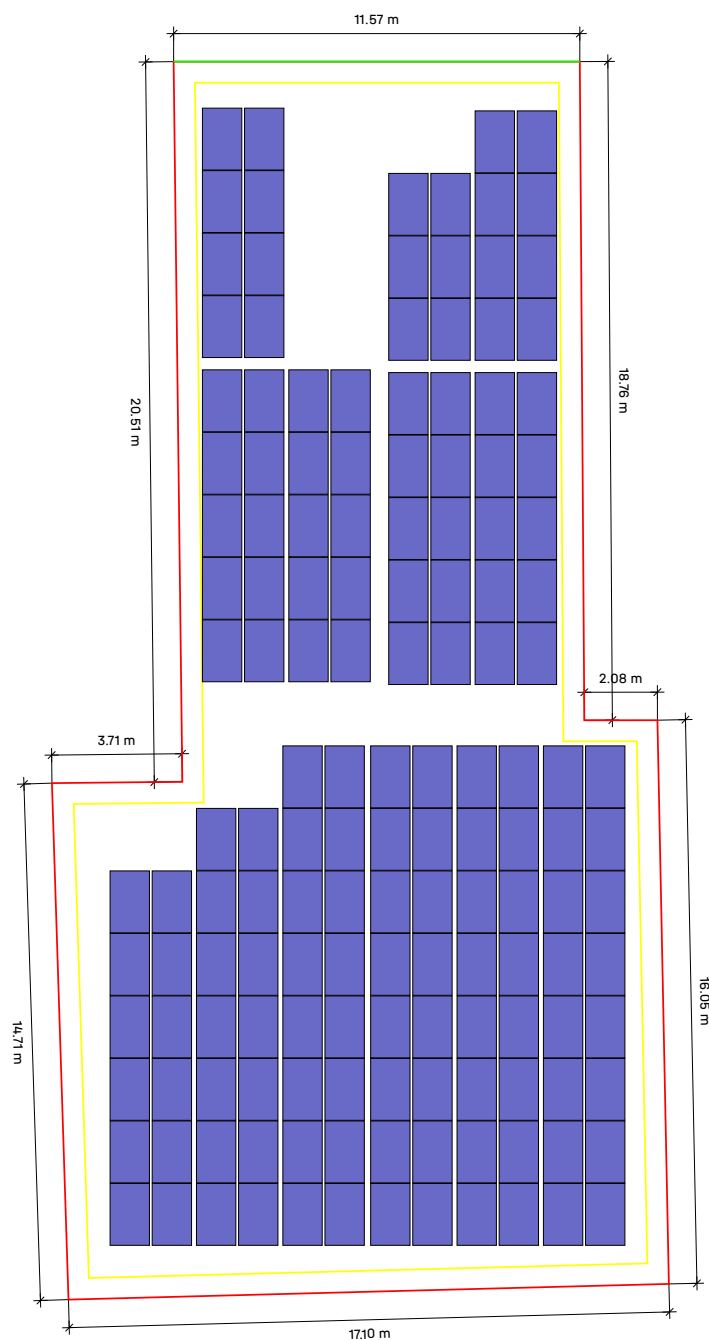


Strehe | Roof 1 (1) | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	24	2.1 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	60	4.7 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	84	27.0 kg
Vsota				33.9 kg

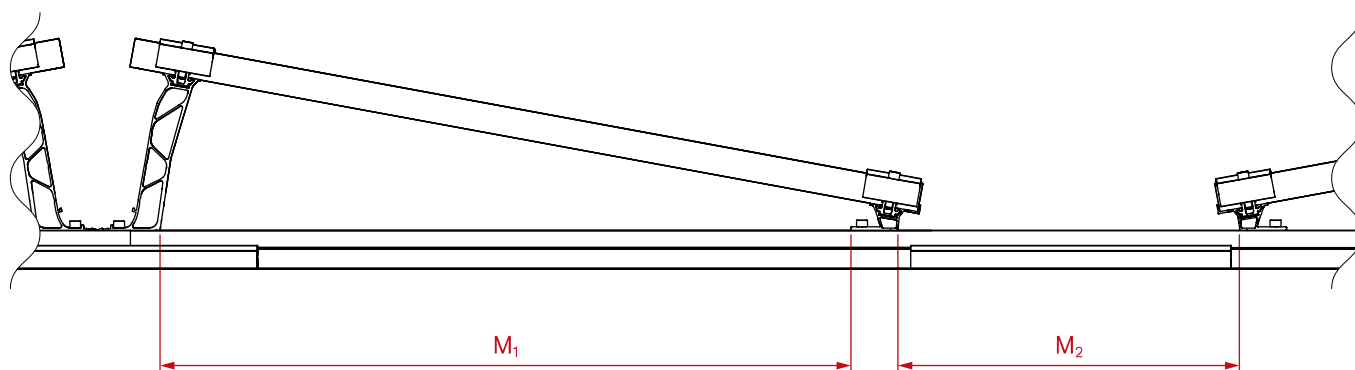


Strehe | Roof 3



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 3  Stanovanje	D-Dome 6.10 Classic	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	6.00 m	152	68.4 kWp

Strehe | Roof 3 | Navodila za predsestavljanje/sestavljanje



Polje modulov 1, 2, 3

M1 1,005.96 mm

M2 187.60 mm



Strehe | Roof 3 | Načrt vgradnje

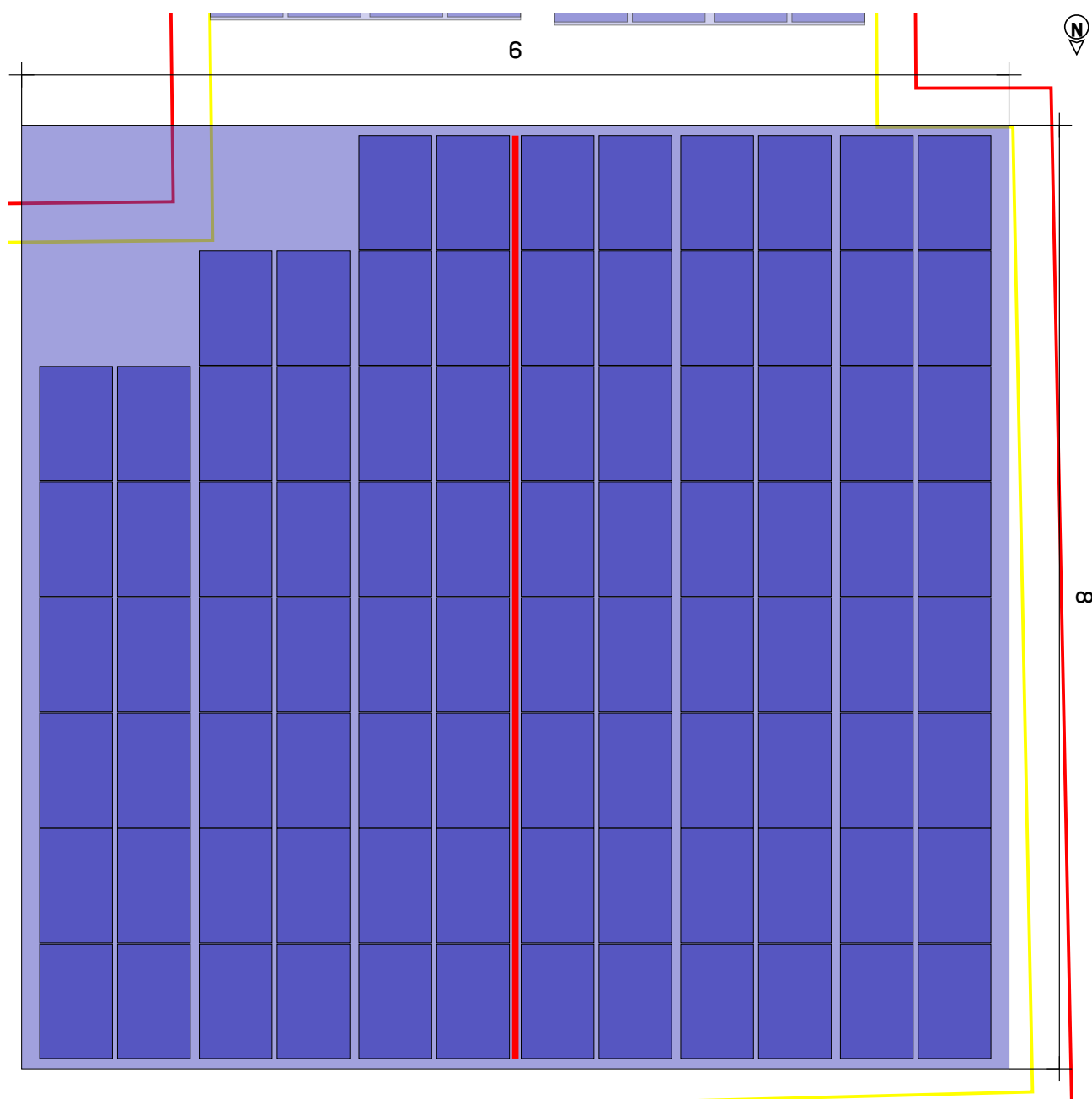
Osnovno vodilo

Tip	Cela vodila		Rezanje vodil		
	Skupna dolžina	Število 4.80 m	Del železnice / ostalo	Dolžina	Ostanek
17*A	4.780 m		4.800	4.780 od 4.800	0.010
16*B	7.241 m	1*4.80 m	4.800	2.441 od 4.800	<u>2.349</u>
7*C	2.320 m		<u>2.349</u>	2.320 od 2.349	0.019

1 cm velja za 'izgubljenega' za vsak rez

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

Strehe | Roof 3 | Polje modulov 1



Streha ③ Polje modulov ①

Vgradni sistem

Modul

[D-Dome 6.10 Classic](#)

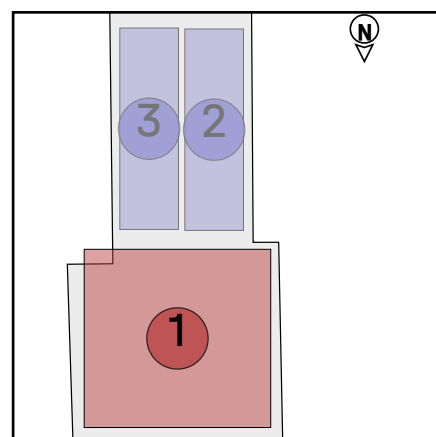
90(40.5 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

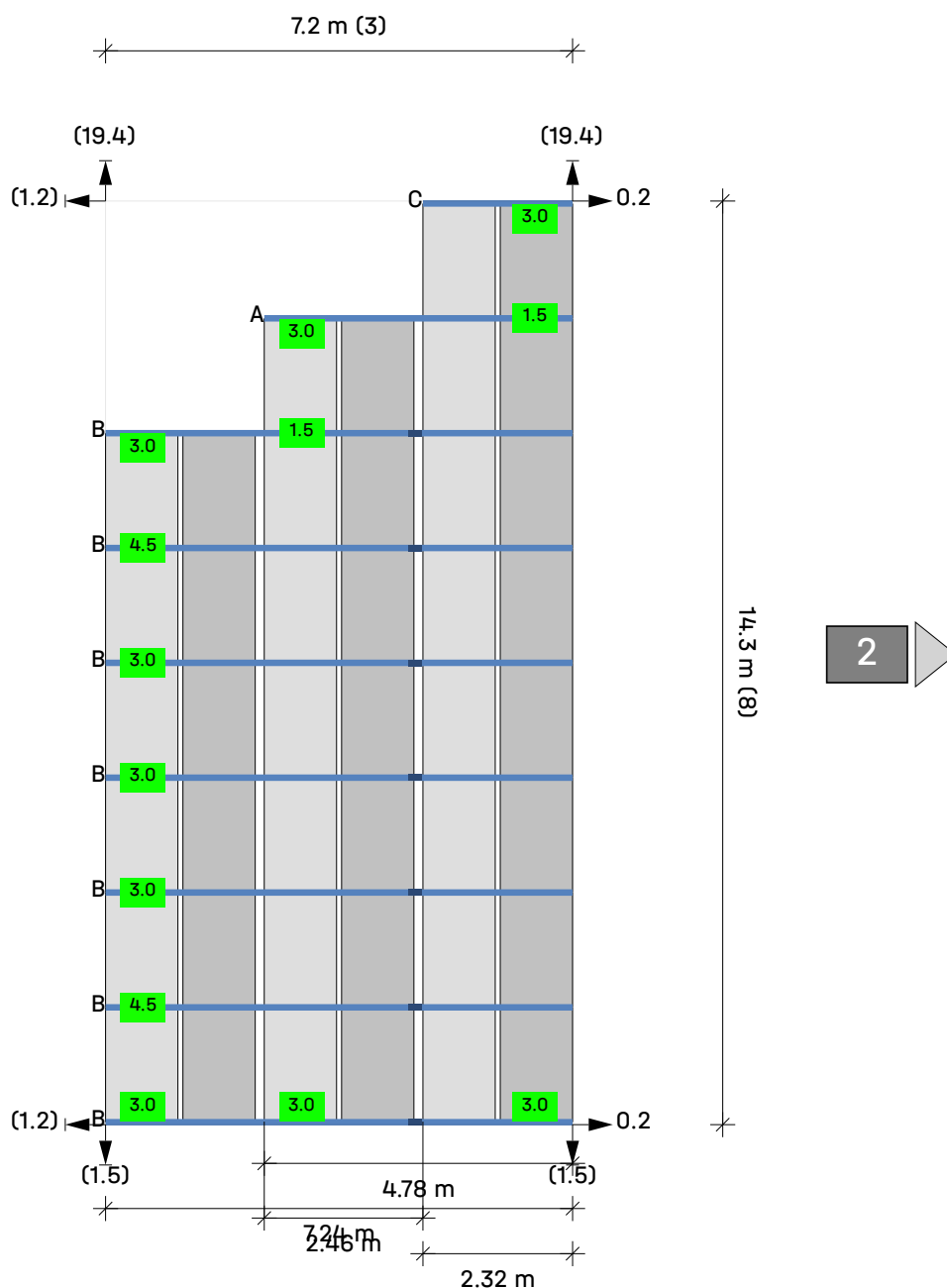
2.46 m

Vzdrževalni prehod

0.14 m



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

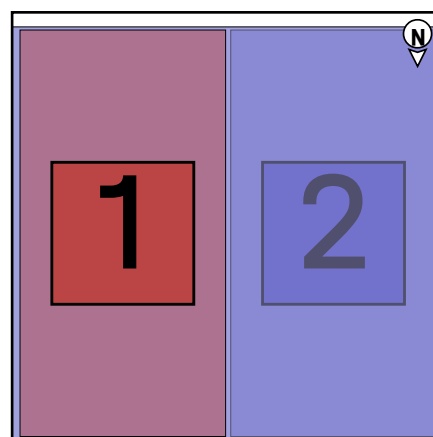


Streha ③ Polje modulov ① Blok modulov 1

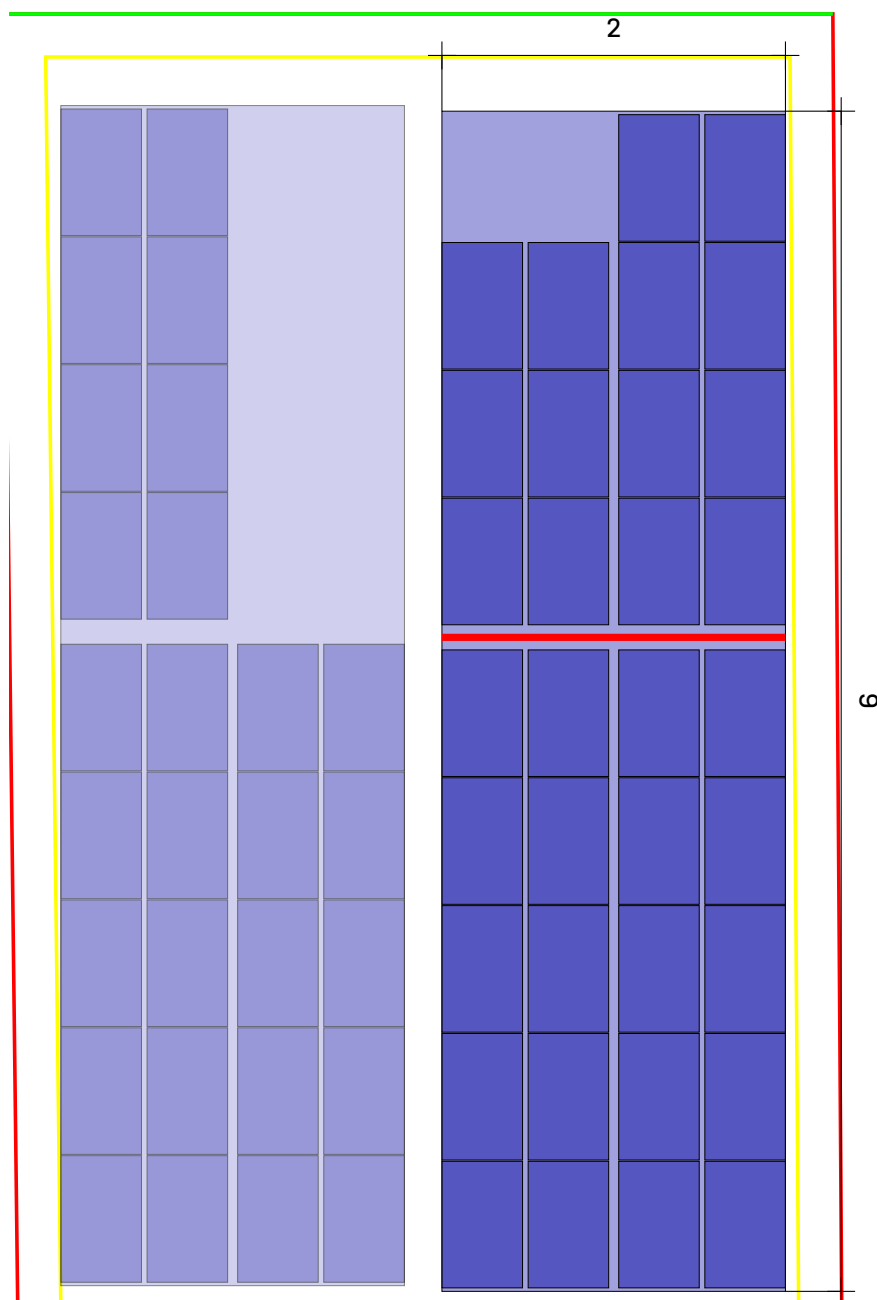
Moduli (3 × 8) - 3 = 21

Legenda

- Indikator naslednjega bloka
- Montažna tirnica
- Razdalja med vrstami [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- Balast v kilogramih (kg)
- Porter Balast



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 2



Streha ③ Polje modulov ②

Vgradni sistem

Modul

Razdalja med vrstami

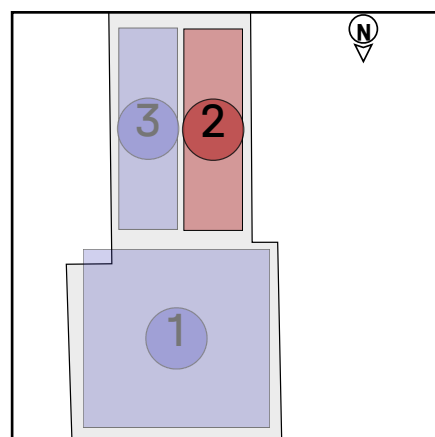
Vzdrževalni prehod

[D-Dome 6.10 Classic](#)

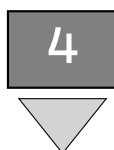
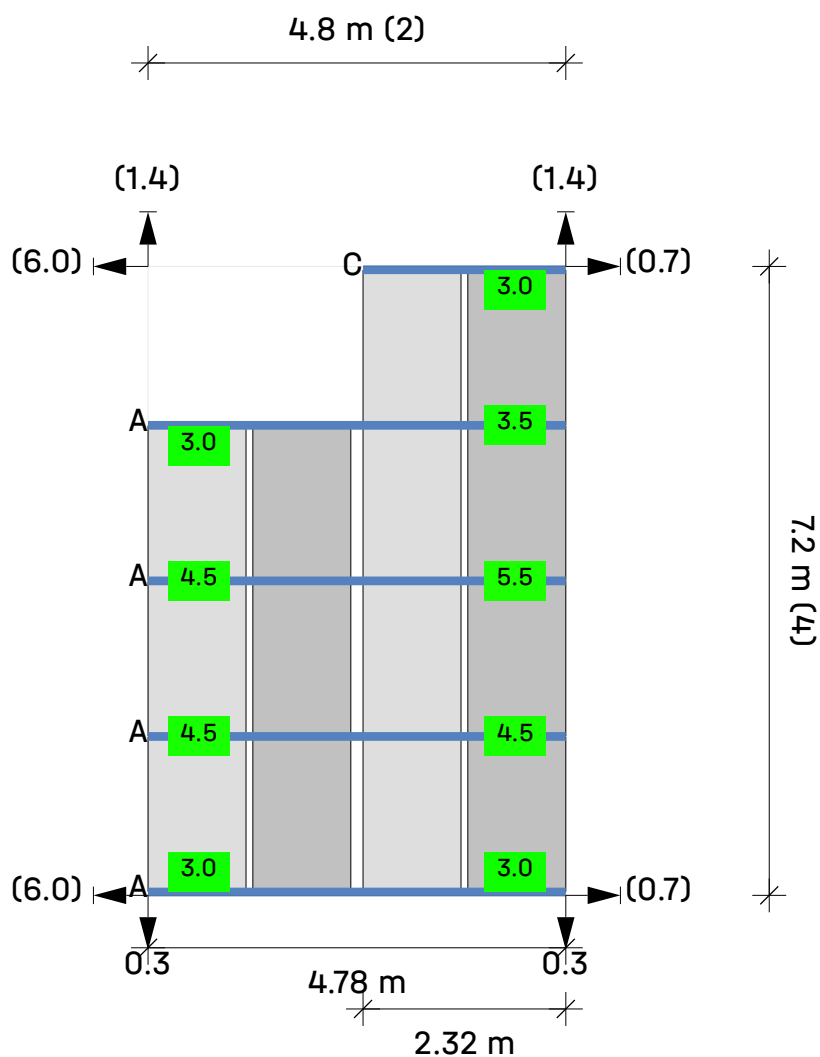
34(15.3 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

2.46 m

0.14 m



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

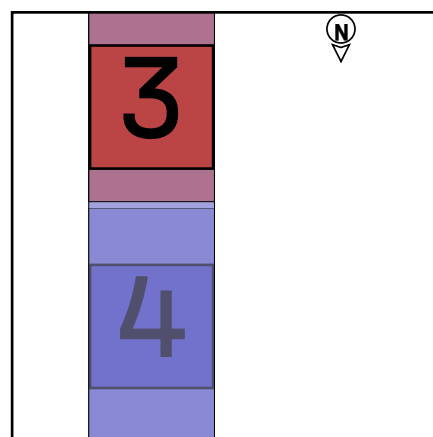


Streha ③ Polje modulov ② Blok modulov 3

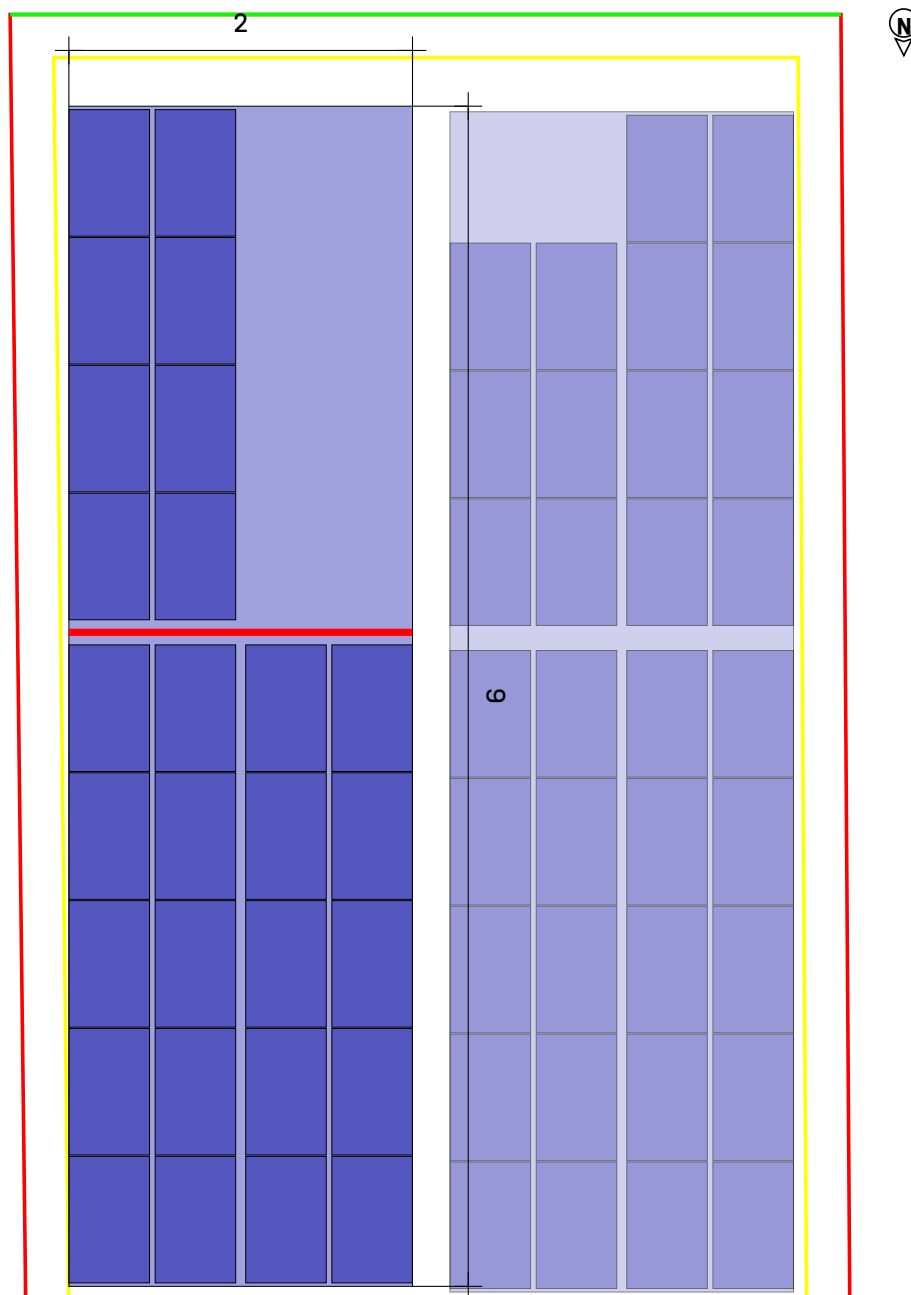
Moduli (2 × 4) - 1 = 7

Legenda

- Indikator naslednjega bloka
- Montažna tirnica
- Razdalja med vrstami [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- Balast v kilogramih (kg)
- Porter Balast



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 3



Streha ③ Polje modulov ③

Vgradni sistem

Modul

Razdalja med vrstami

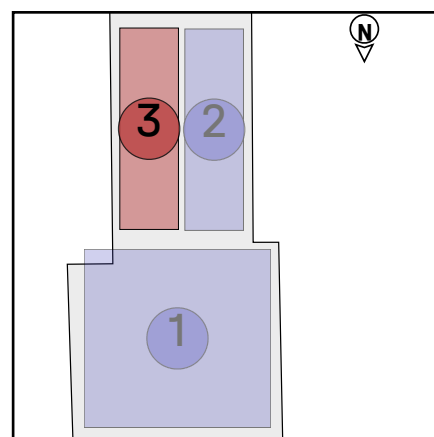
Vzdrževalni prehod

[D-Dome 6.10 Classic](#)

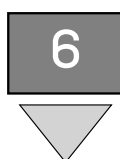
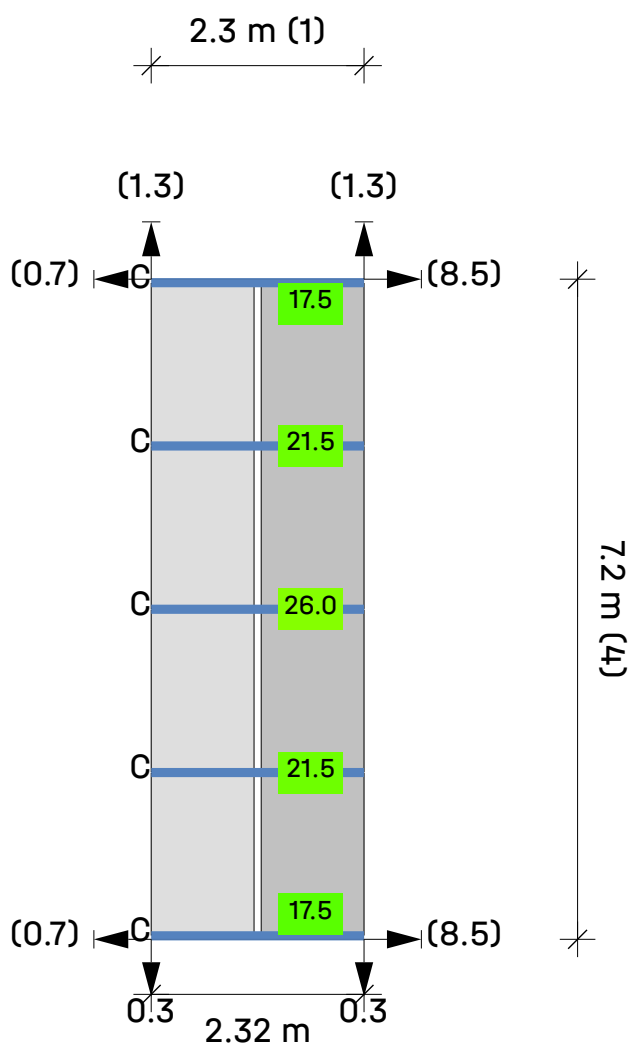
28(12.6 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

2.46 m

0.14 m



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 3 | Bloki modulov

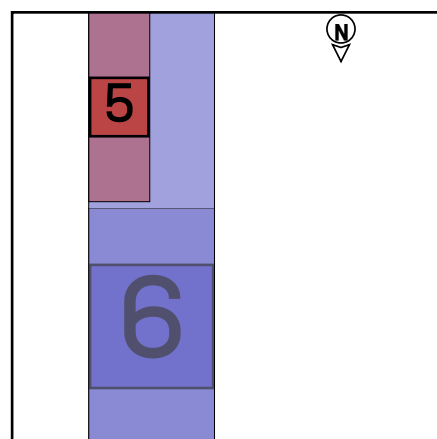


Streha ③ Polje modulov ③ Blok modulov 5

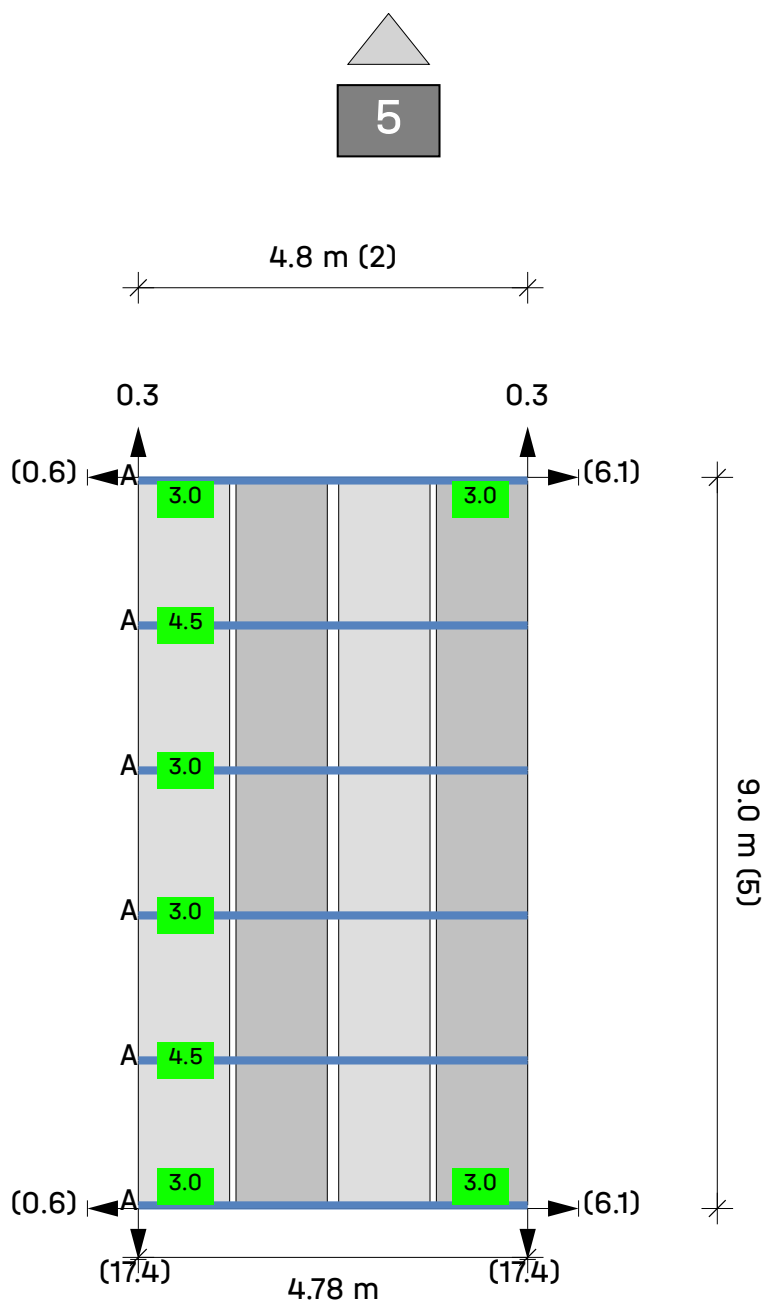
Moduli 1 × 4 = 4

Legenda

- Indikator naslednjega bloka
- Montažna tirnica
- Razdalja med vrstami [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- 25 Balast v kilogramih (kg)
- Porter Balast



Strehe | Roof 3 | Polje modulov 3 | Bloki modulov

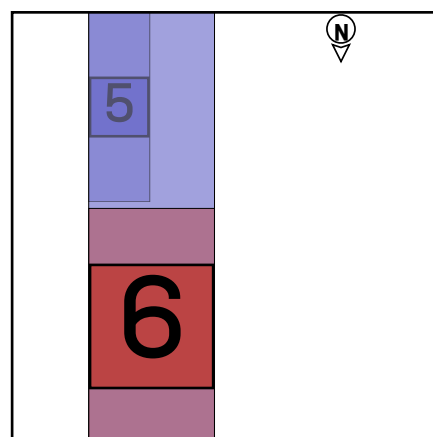


Streha ③ Polje modulov ③ Blok modulov 6

Moduli 2 × 5 = 10

Legenda

- ◀▶ Indikator naslednjega bloka
- Montažna tirnica
- ▭ Razdalja med vrstami [m]
- Razdalja do roba strehe [m]
- Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- 25 Balast v kilogramih (kg)
- Porter Balast



Rezultati | Roof 3

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 3  Stanovanje	D-Dome 6.10 Classic	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	6.00 m	152	68.4 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg
Nagib plošče	8.6 °

Objemke za module

Spona za modul	DomeClamp Black MC Set 30-50
Končna spona	DomeClamp Black EC Set 30-50

Kapaciteta za balast

Speed Porter	40.0 kg
Porter	108.0 kg

Delež dovoljene obremenitve sistema

Izvedba	Tlak	Vlek
Delež dovoljene obremenitve sistema	41.36%	26.63%
Obremenitve modulov (Dokazilo o nosilnosti)	1.82 kN/m ²	-0.52 kN/m ²
Obremenitve modulov (Dokazilo o primernosti za uporabo)	1.36 kN/m ²	-0.36 kN/m ²



Rezultati | Roof 3

Specifične obremenitve

Blok modulov	Število modulov	Balast [kg]	Lastna masa [kg]	Območje bloka modula [m²] (vklj. servisni hodnik)	Lastna obremenitev [kN/m²]	Lastna obremenitev (površina strehe) [kN/m²]
Blok 1	42	39.0	1,053.30	90.51 m²	0.11	
Blok 2	48	42.0	1,201.20	103.65 m²	0.11	
Blok 3	14	34.5	372.60	30.02 m²	0.12	
Blok 4	20	24.0	507.00	42.91 m²	0.12	
Blok 5	8	104.0	297.20	16.70 m²	0.17	
Blok 6	20	27.0	510.00	42.91 m²	0.12	
Vsota	152	270.5	3,941.30			0.08

Rezultati | Roof 3

Pomembne informacije

- Dokaz statičnega ravnovesja in nosilnosti sistema se izvede s preverjanjem dvigovanja in drsenja zaradi vetra v skladu z izkušnjami iz vetrovnika inštituta IFI
- Povzetek ocene v vetrovniku in certifikat o drugih statičnih izračunih lahko najdete na naši domači strani.
- 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.
- Vse vrednosti upornosti komponent so določene iz zunanjega urada za statični inženiring.
- 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“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 3

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	D-Dome 6.10 Classic
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	6.00 m
Vrsta strehe	Ravna streha
Naklon strehe	0°
Metoda pritrdjevanja	z balastom
Kritina	Stanovanje
Minimalna robna razdalja	0.60 m
Višina atike	0.30 m
Material	Folija
Koeficient trenja	0.4

Tu navedeni koeficient trenja je treba preveriti na kraju vgradnje. Če ugotovite manjšo vrednost, jo morate obvezno navesti tukaj za izračun balasta!

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$



Poročilo o statiki | Roof 3

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	$s_k = 1.379 \text{ kN/m}^2$
Oblikovni varnostni faktor za sneg	$\mu_i = 0.800$
Faktor za naklon strehe	$d_i = 0.966$
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	$s_{i,50} = 1.065 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_s = 0.929$
Snežna obremenitev strehe, 25 let	$s_{i,25} = 0.990 \text{ kN/m}^2$

Lastna obremenitev

Teža modula	$G_M = 21.0 \text{ kg}$
Teža montažnega sistema na modul	$= 3.2 \text{ kg}$
Površina modula	$A_M = 2.00 \text{ m}^2$
Mrtva teža modula na m^2	$= 10.51 \text{ kg/m}^2$
Mrtva teža montažnega sistema na m^2	$= 1.58 \text{ kg/m}^2$
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m^2	$= 0.12 \text{ kN/m}^2$

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	$\kappa_{FI,G} = 0.90$
Spremenljiv faktor pomembnosti	$\kappa_{FI,Q} = 0.85$
Značilna mrtva teža	G_k
Značilna snežna obremenitev na strehi	$S_{i,n}$
Značilna obremenitev vetra	W_k
KO 01	$LCC\ 01_{uls} = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * S_{i,n}$
KO 02	$LCC\ 02_{uls} = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Pressure}$



Poročilo o statiki | Roof 3

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

Varnost položaja

Dokazilo za dvig	$LCC\ up = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Uplift}$
Dokazilo o premiku	$LCC\ displ = \gamma_{G,stab} * G_k + \gamma_Q * K_{Fl,Q} * W_{k,n,Displacement}$

Primernost za uporabo

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

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

Maksimalni pritisk na izolacijo

Splošne informacije

Lastna obremenitev sistema	$g_{System} = 0.12\ kN/m^2$
Aerodinamični faktor	$C_{p,Pressure} = 0.20$

Porazdelitev obremenitve pod zaščitno preprogo stavbe pod vrhom (45°)

Mere	$380.0 \times 75.3 \times 27.6\ mm$
	$A_{eff} = 28,614.00\ mm^2$
	$A_{load\ range\ area} = 2.00\ m^2$
Maksimalni balast	$G_{ballast\ required} = 17.2\ kg$

Porazdelitev obremenitve pod gradbeno zaščitno preprogo pod SD (45°)

Mere	$380.0 \times 75.3 \times 27.6\ mm$
	$A_{eff} = 28,614.00\ mm^2$
	$A_{load\ range\ area} = 2.00\ m^2$
Maksimalni balast	$G_{ballast\ required} = 4.4\ kg$

Poročilo o statiki | Roof 3

Kombinacije obremenitev

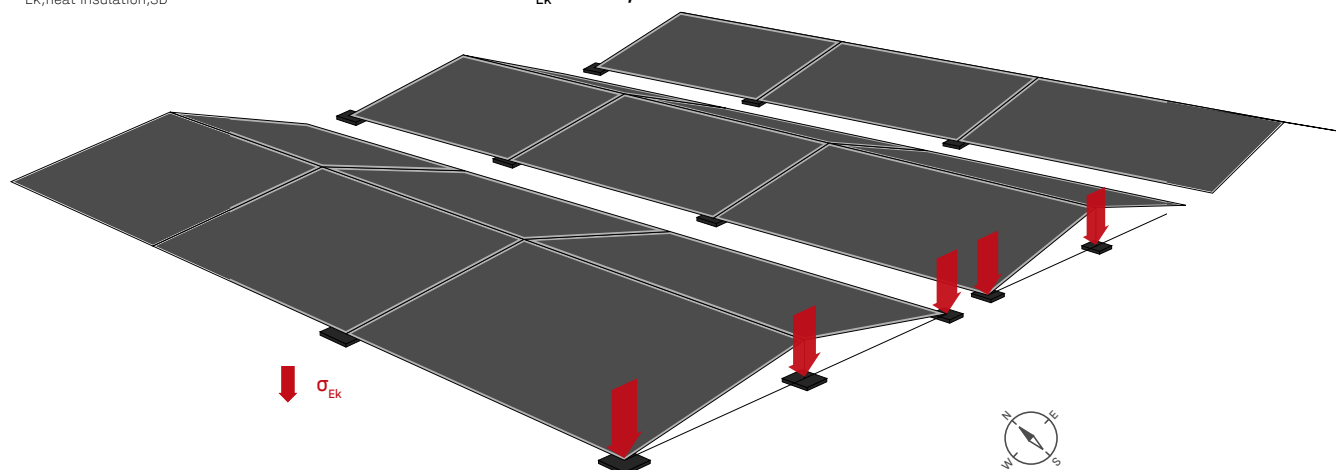
	$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, D6_10Eco}} [\text{Pa}]$	$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}} [\text{Pa}]$
KO 00	14,158	9,792
KO 01	84,900	80,534

Učinki na lastne obremenitve (PV-sistem + balast)

$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, D6_10Eco}}$	$\sigma_{Ek} = 14,158 \text{ Pa}$
$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$	$\sigma_{Ek} = 9,792 \text{ Pa}$

Največje obremenitve (vsota lastnih obremenitev in snega)

$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, D6_10Eco}}$	$\max \sigma_{Ek} = 84,900 \text{ Pa}$
$\sigma_{Ek, \text{heat insulation, SD}}$	$\max \sigma_{Ek} = 80,534 \text{ Pa}$



HV-obremenitve

Po oceni odpornosti na veter I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik GmbH

Splošne informacije

Skupno število modulov	152	
Z moduli pokrita strešna površina	A	= ca. 326.70 m ²
Lastna obremenitev	$g_{k, \text{System incl. ballast}}$	= 0.12 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 3

Aerodinamični faktorji

Popravek odmika od roba
Atika – koeficient popravka
Faktor višine stavbe

$C_{p,Pressure}$	= po DIN EN 1991-1-4
$C_{F,x,average}$	= -0.03
$C_{F,y,averaged}$	= 0.01
$k_{s,xy}$	= 0.50
k_p	= 0.53
	= 1.00

Vodoravna obremenitev

$$W_{k,F,x} = -0.010 \text{ kN/m}^2$$

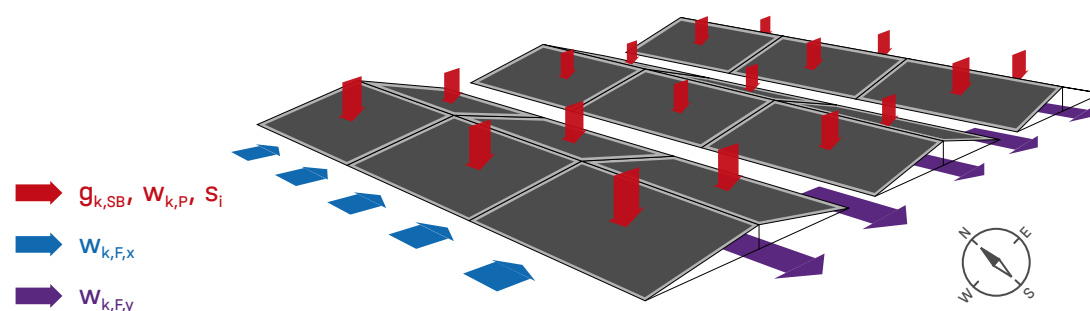
$$W_{k,F,y} = 0.002 \text{ kN/m}^2$$

Navpična obremenitev

$$g_{k,System \text{ incl. ballast}} = 0.12 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{k,Pressure} \text{ - po DIN EN 1991-1-4}$$

$$S_i \text{ - po DIN EN 1991-1-3}$$



Opomba:

Navpične vetrne obremenitve ploske strehe v glavnem izhajajo iz učinka vzgona in zato ostanejo nespremenjene tudi pri vgradnji ploskega PV-sistema. Za dimenzioniranje ploskih streh priporočamo aerodinamične faktorje po DIN EN 1991-1-4.



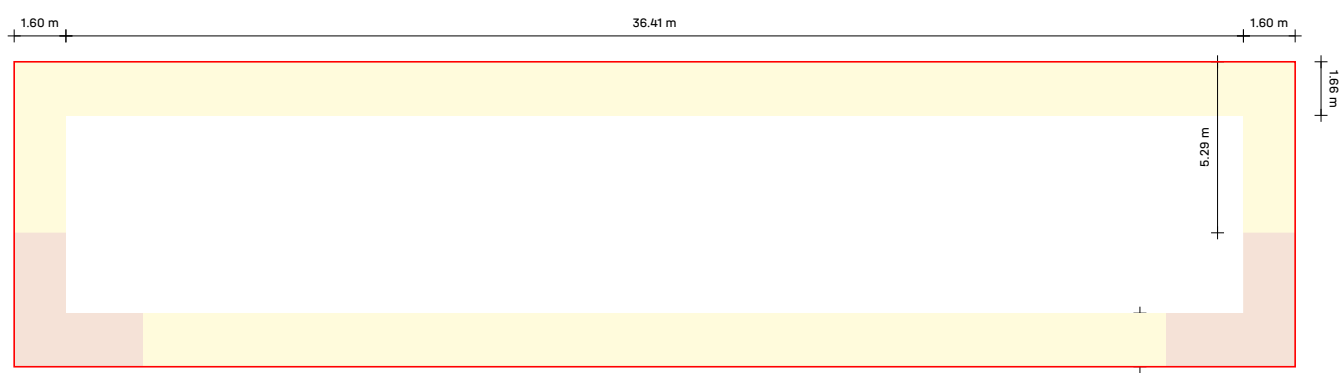
Strehe | Roof 3 | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2004125	Dome 6.10 Peak	178	53.4 kg
2	1001643	MK2	356	6.2 kg
3	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	356	4.6 kg
4	2003243	Dome 6.10 SD	178	53.9 kg
5	2003126	Dome Mat S 380	218	80.2 kg
6	2004278	K2 BasicRail 22; 4.80 m	49	155.8 kg
7	1006039	Dome FlatConnector Set	16	3.1 kg
8	2002870	K2 Solar Cable Manager	152	0.4 kg
9	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	252	14.6 kg
10	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	104	6.9 kg
11	2002300	Dome SpeedPorter	110	8.4 kg
12	2003249	S-Dome 6.10 Windbreaker short	10	18.0 kg
Vsota				405.6 kg

Barvno označene celice seznama artiklov so bile urejene naknadno. Podjetje K2 ne prevzema odgovornosti za tako nastale nepopolnosti vgradnega sistema.

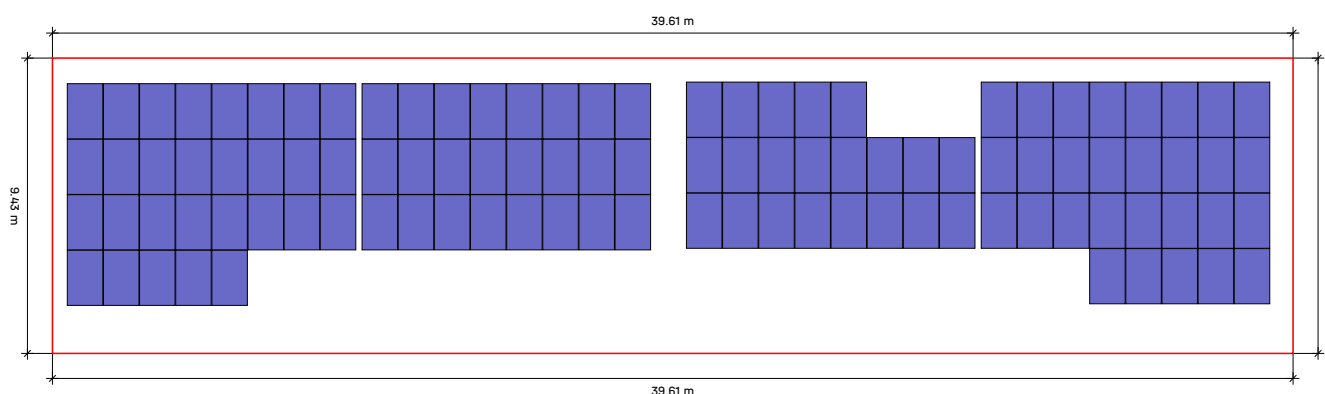


Strehe | Roof 4



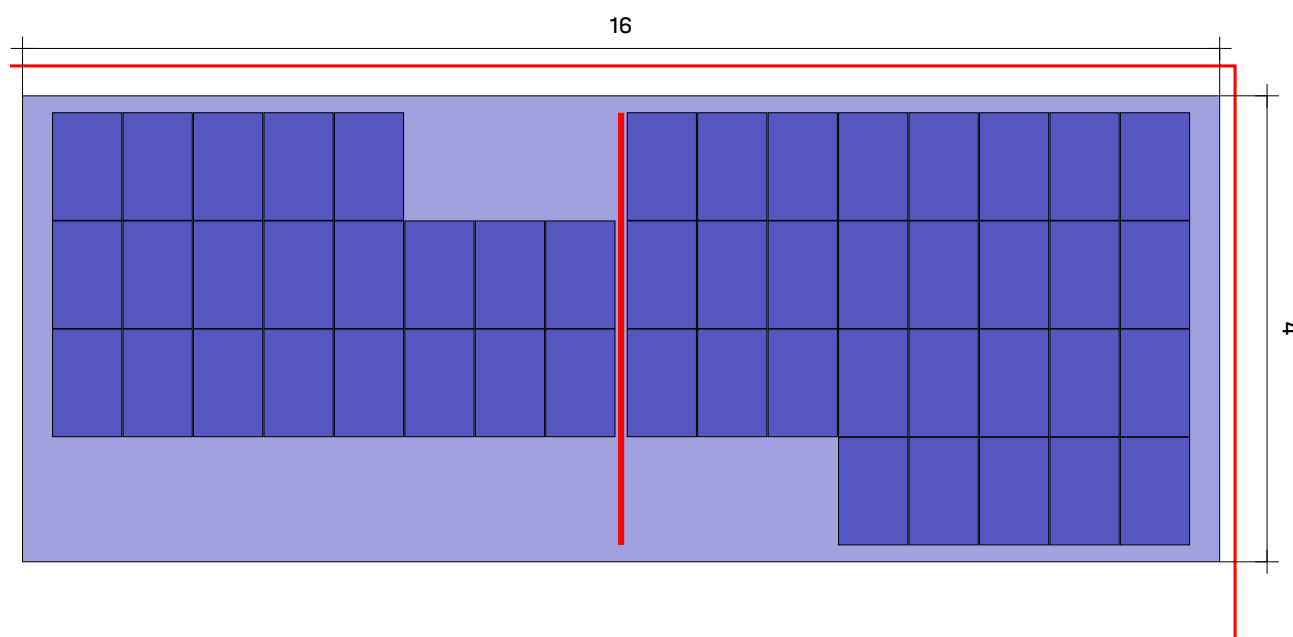


Strehe | Roof 4



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 4 Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	103	46.35 kWp

Strehe | Roof 4 | Polje modulov 1



Streha ④ Polje modulov ①

Vgradni sistem

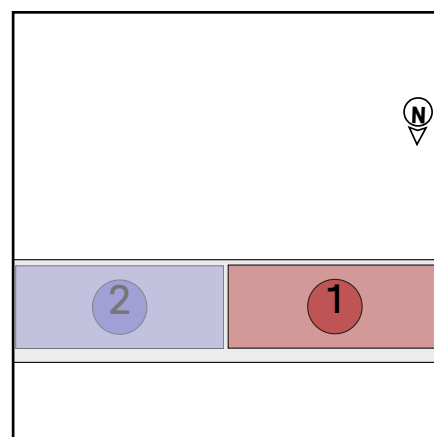
[MiniRail MK2](#)

Modul

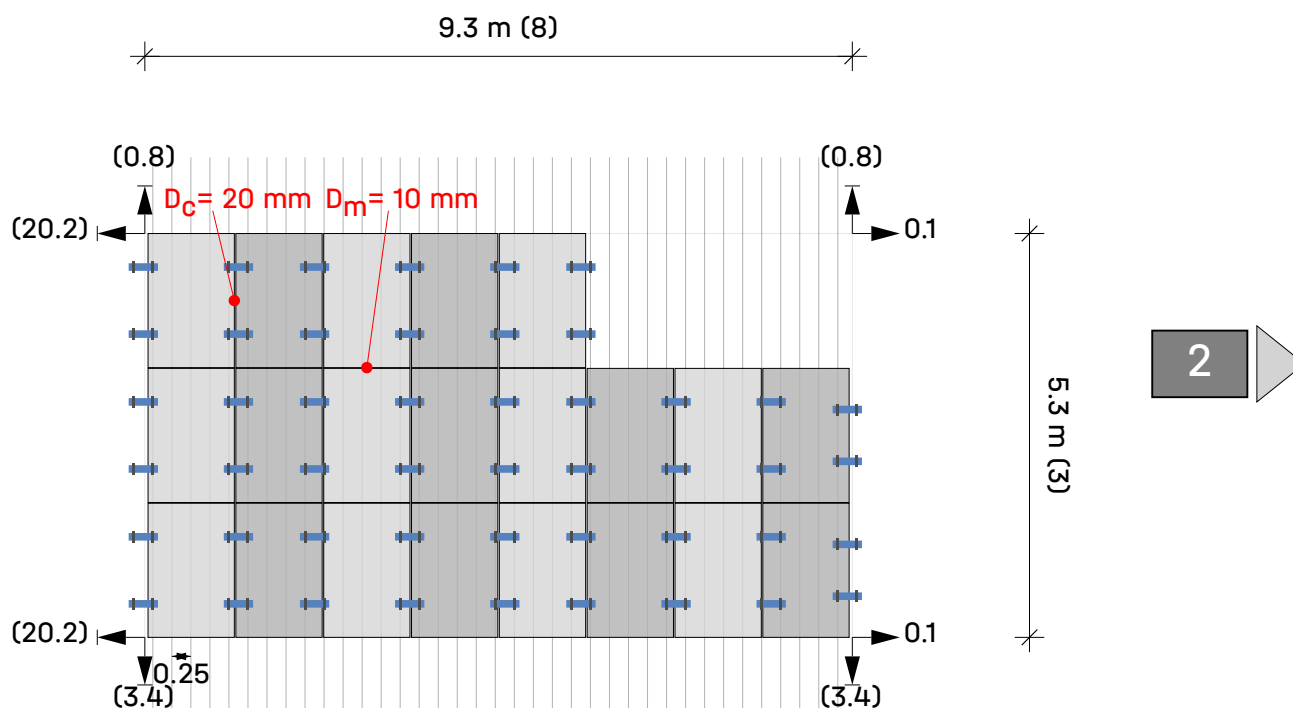
50(22.5 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 4 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

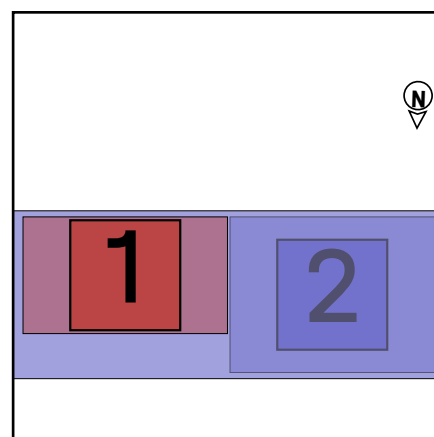


Streha ④ Polje modulov ① Blok modulov 1

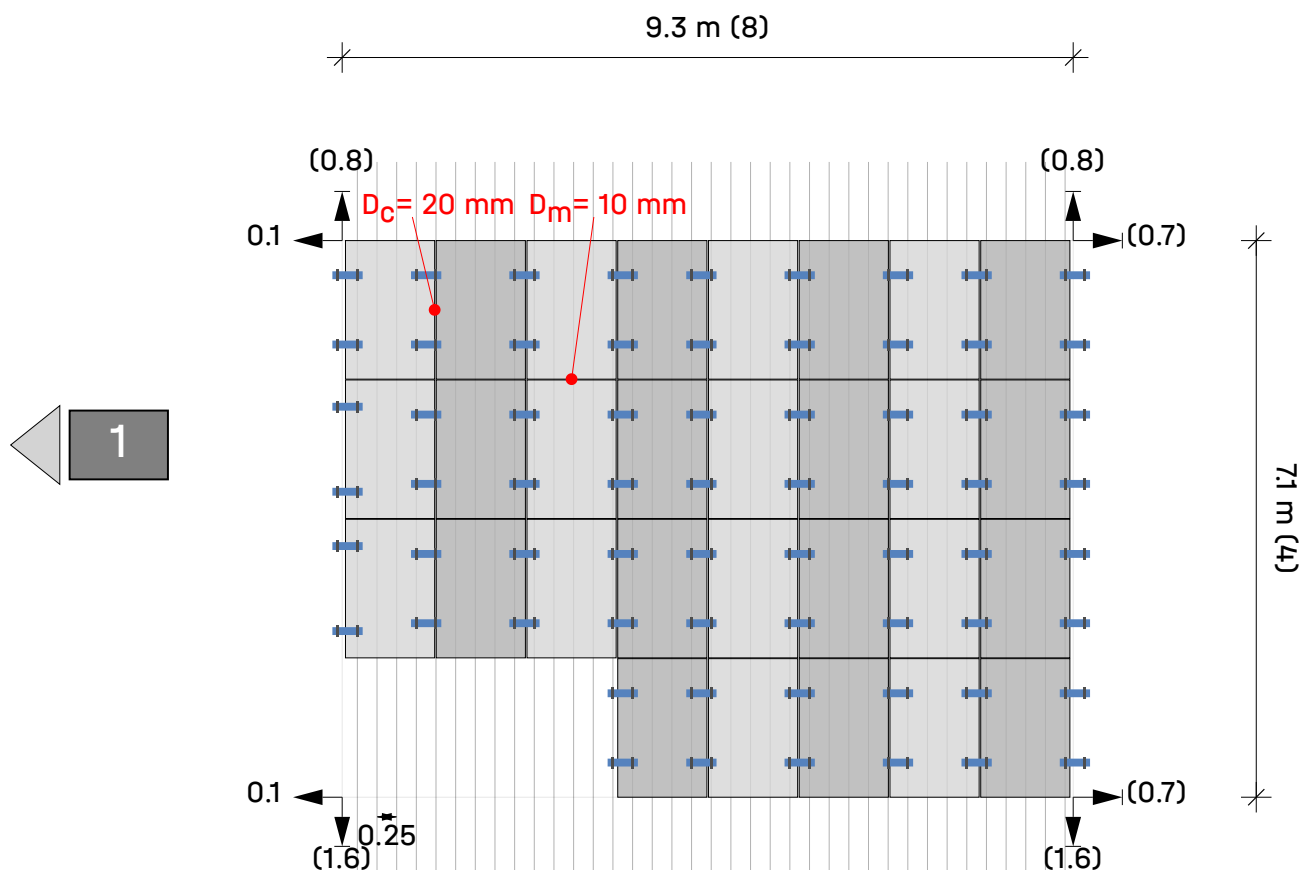
Moduli $(8 \times 3) - 3 = 21$

Legenda

- ◀◀ Indikator naslednjega bloka
- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- ➔ Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli



Strehe | Roof 4 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

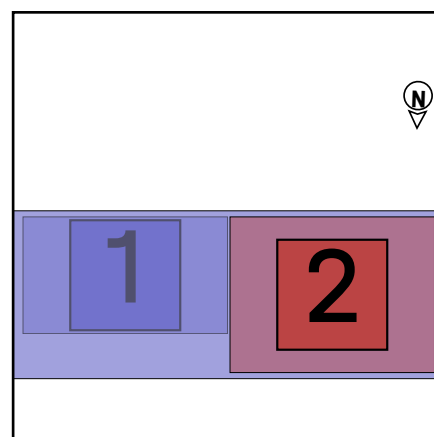


Streha ④ Polje modulov ① Blok modulov 2

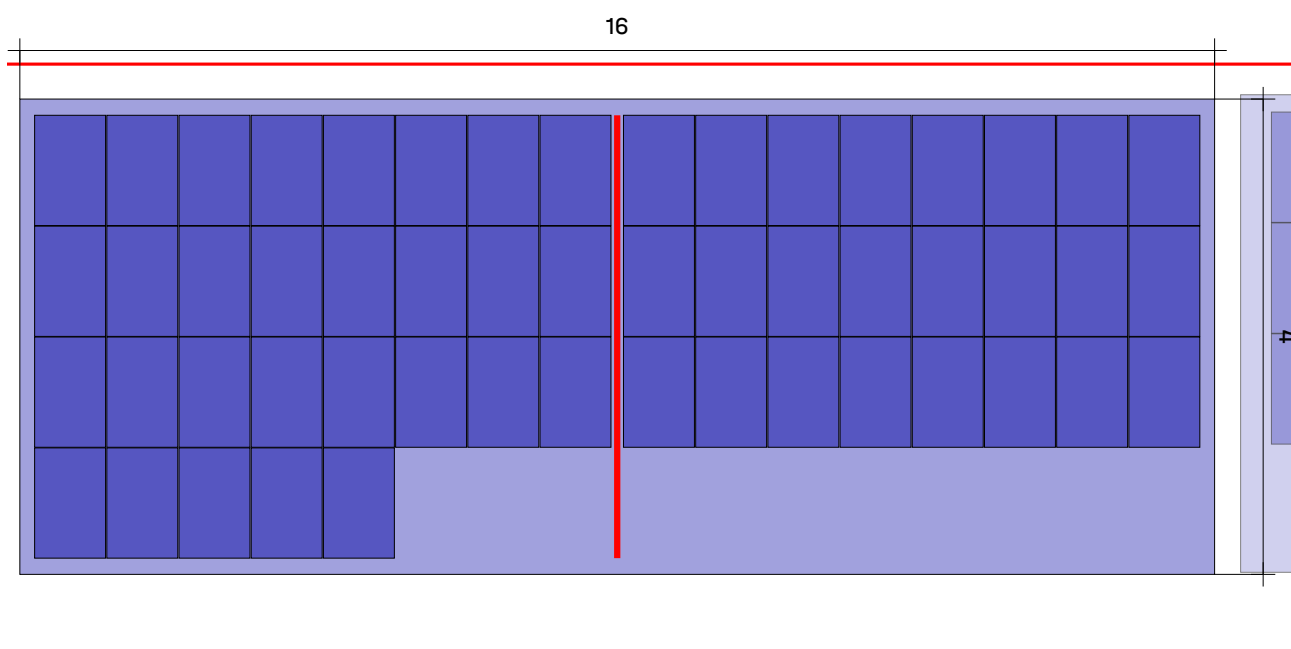
Moduli (8 × 4) - 3 = 29

Legenda

- ◀ 1 Indikator naslednjega bloka
- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli



Strehe | Roof 4 | Polje modulov 2



Streha ④ Polje modulov ②

Vgradni sistem

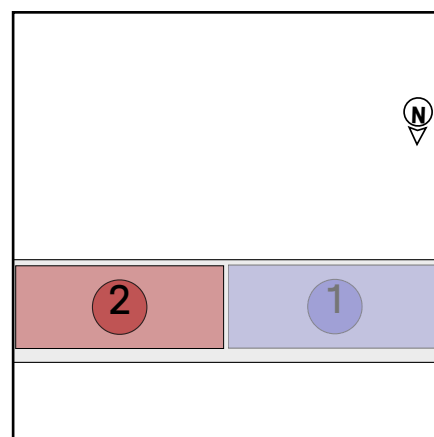
[MiniRail MK2](#)

Modul

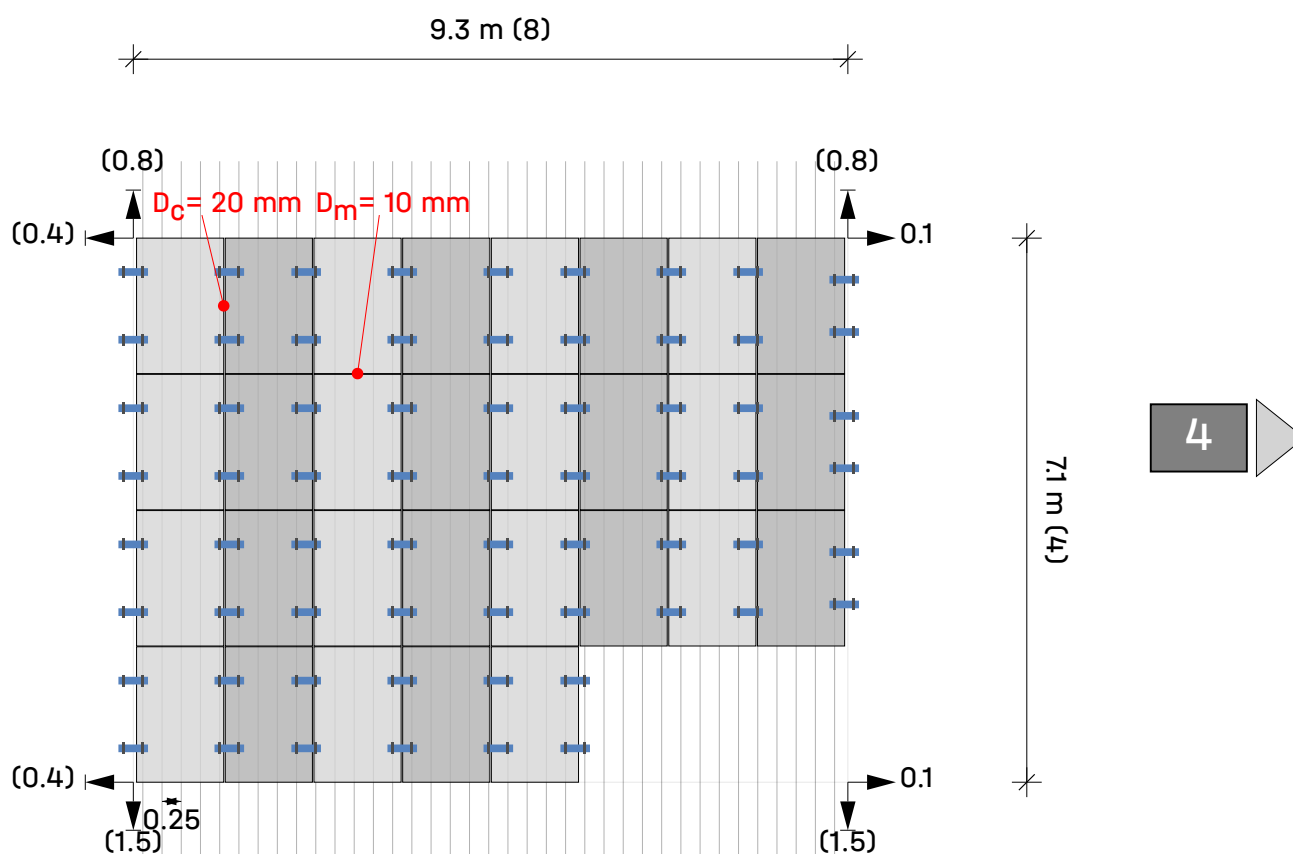
53(23.85 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 4 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

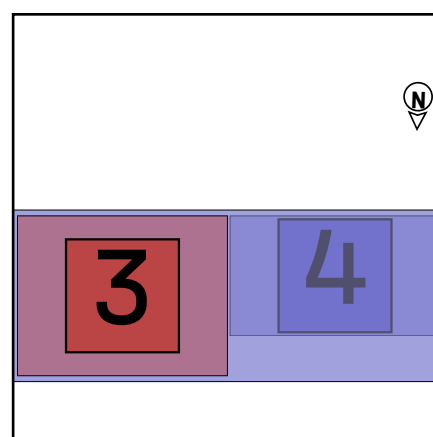


Streha ④ Polje modulov ② Blok modulov 3

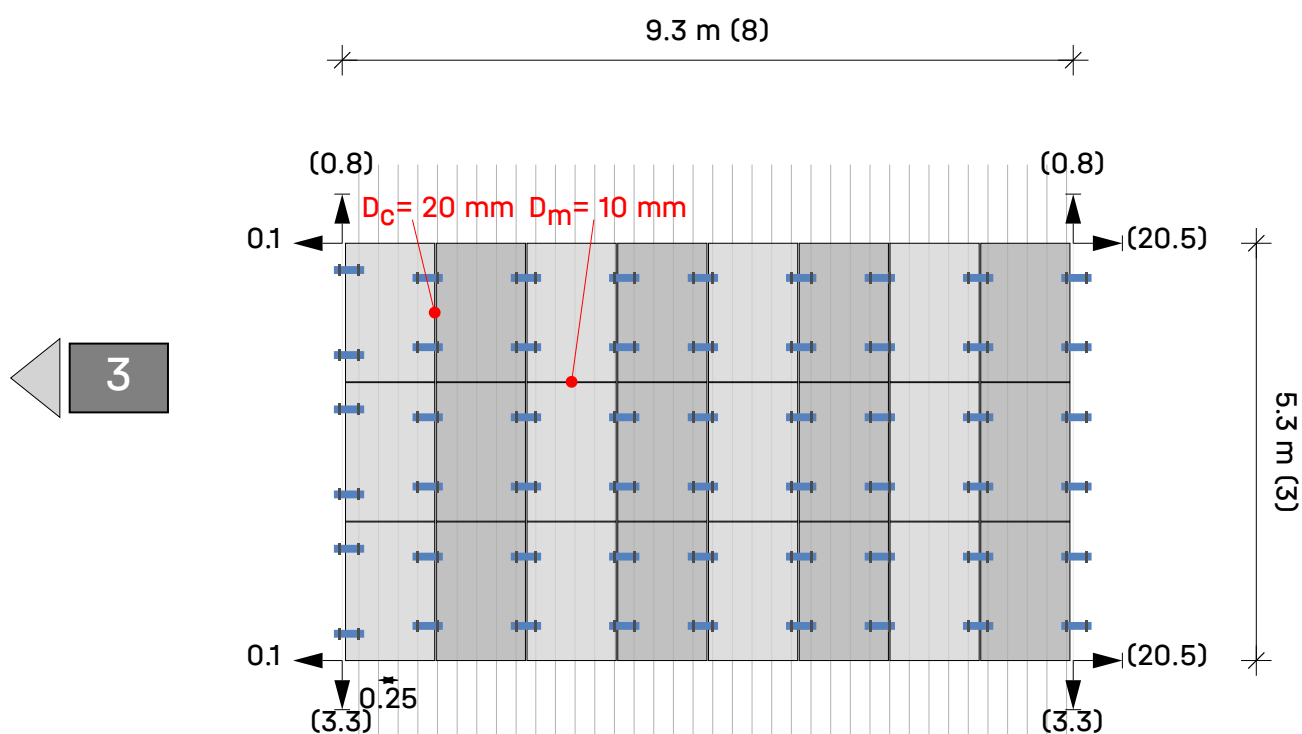
Moduli (8 × 4) - 3 = 29

Legenda

- Indikator naslednjega bloka
- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- ➔ Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli



Strehe | Roof 4 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

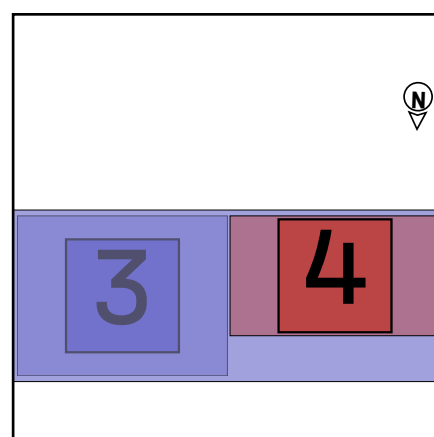


Streha ④ Polje modulov ② Blok modulov 4

Moduli 8 × 3 = 24

Legenda

- ◀ 1 Indikator naslednjega bloka
- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- ➔ Razst. na blok/matriko sosednjega modula [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 4

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 4</u>  Trapezna pločevina	<u>MiniRail MK2</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	103	46.35 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Rob kapa	2.00	1,413.1	360.4	-626.6	27.8	1,113.2	284.0	-469.0	27.8
Območje polja	2.00	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Rob kapa	2.00	1,413.1	360.4	-626.6	27.8	1,113.2	284.0	-469.0	27.8

Rezultati | Roof 4

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4
2	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
2	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
2	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4

Rezultati | Roof 4

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 4

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	8.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 4

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s_k = 1.379 kN/m²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ_i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d_i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s_{i,50} = 1.065 kN/m²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f_s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s_{i,25} = 0.990 kN/m²

Lastna obremenitev

Teža modula	G_M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A_M = 2.00 m²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m²

Kombinacije obremenitev

Poročilo o statiki | Roof 4

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)	$V_{G,stab} = 0.90$
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 4

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.413	0.360	-0.627	0.028	1.113	0.284	-0.469	0.028
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.413	0.360	-0.627	0.028	1.113	0.284	-0.469	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 4

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

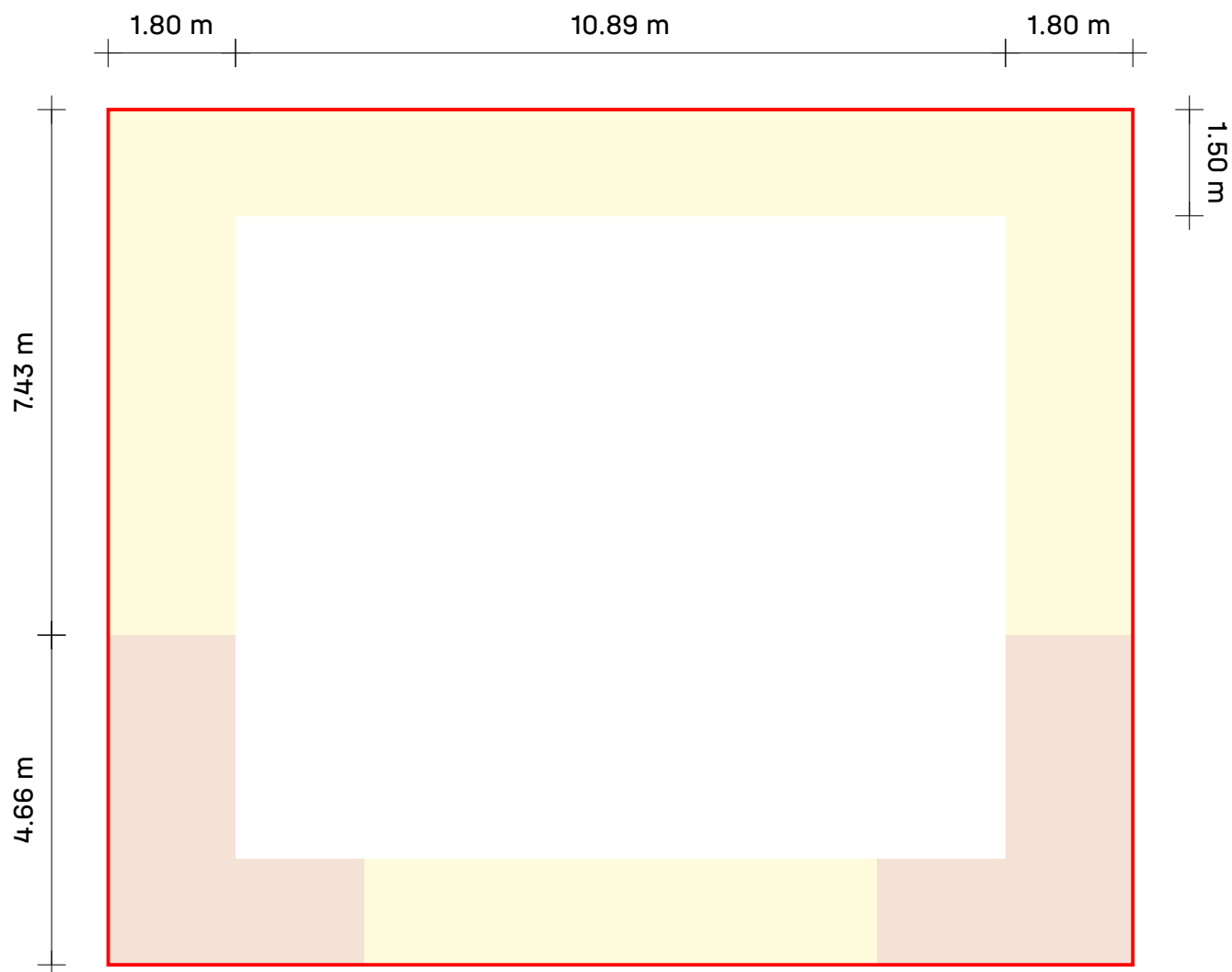
Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4
2	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
2	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
2	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Rob kapa	34.6	15.5	37.0	35.1	15.4



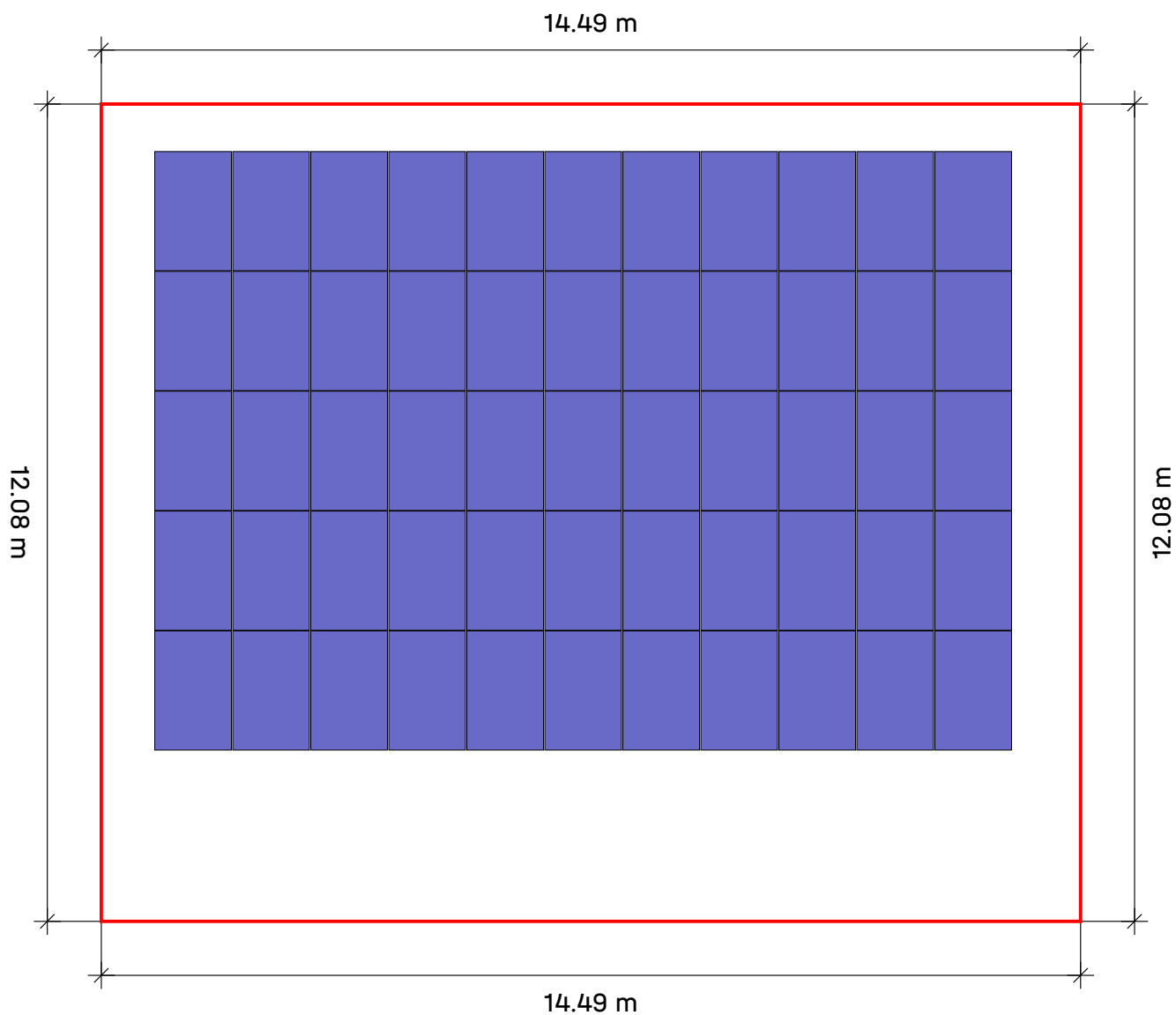
Strehe | Roof 4 | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	56	4.9 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	178	14.1 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	234	75.3 kg
Vsota				94.3 kg

Strehe | Roof 5

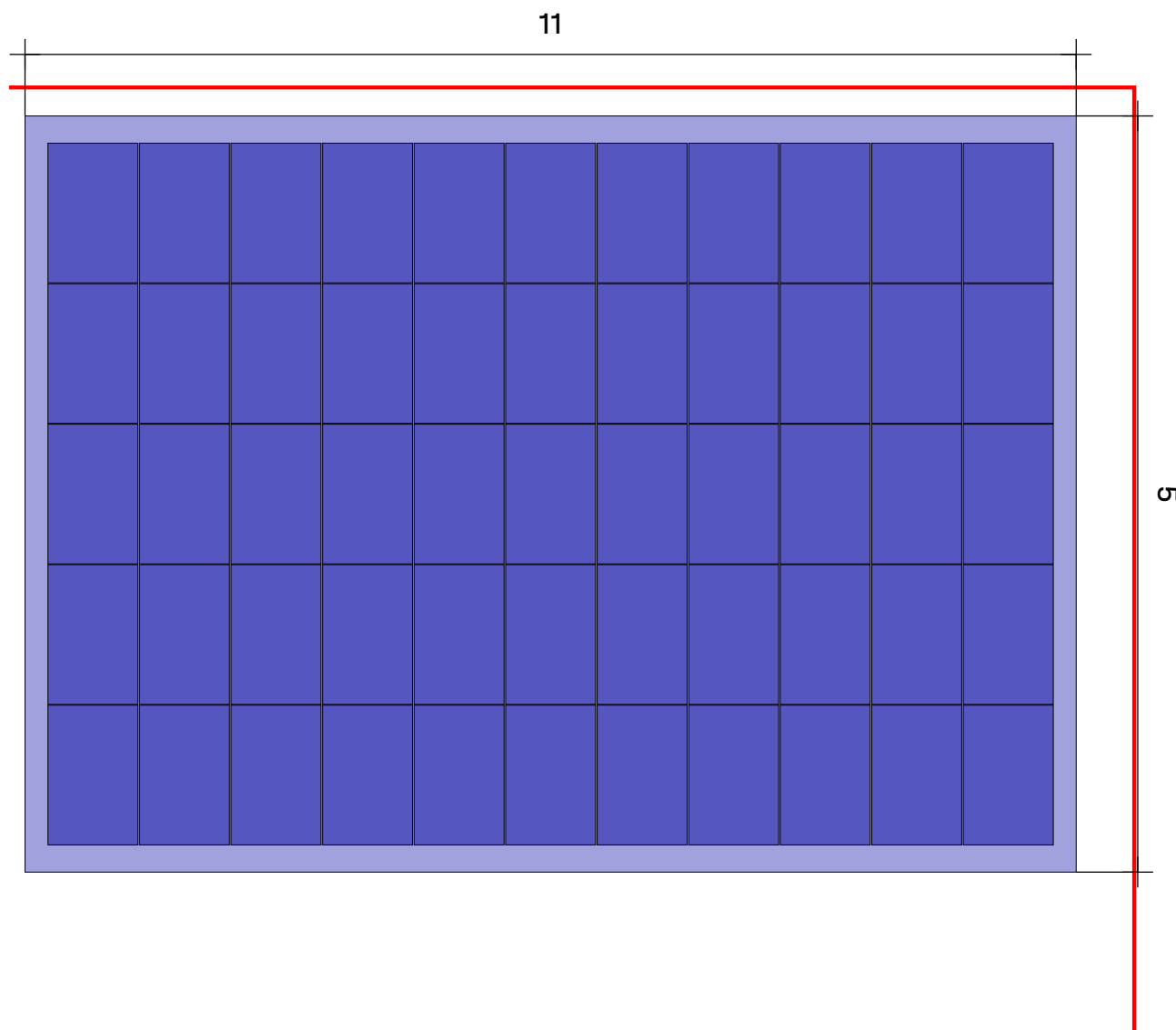


Strehe | Roof 5



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp

Strehe | Roof 5 | Polje modulov 1



Streha ⑤ Polje modulov ①

Vgradni sistem

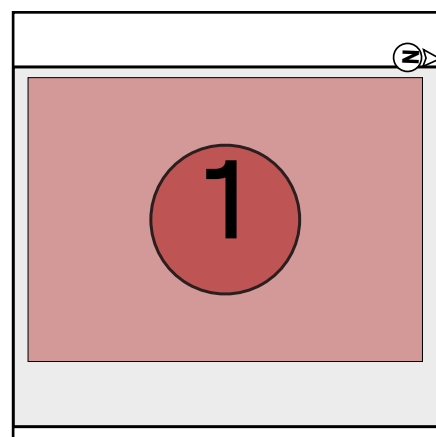
[MiniRail MK2](#)

Modul

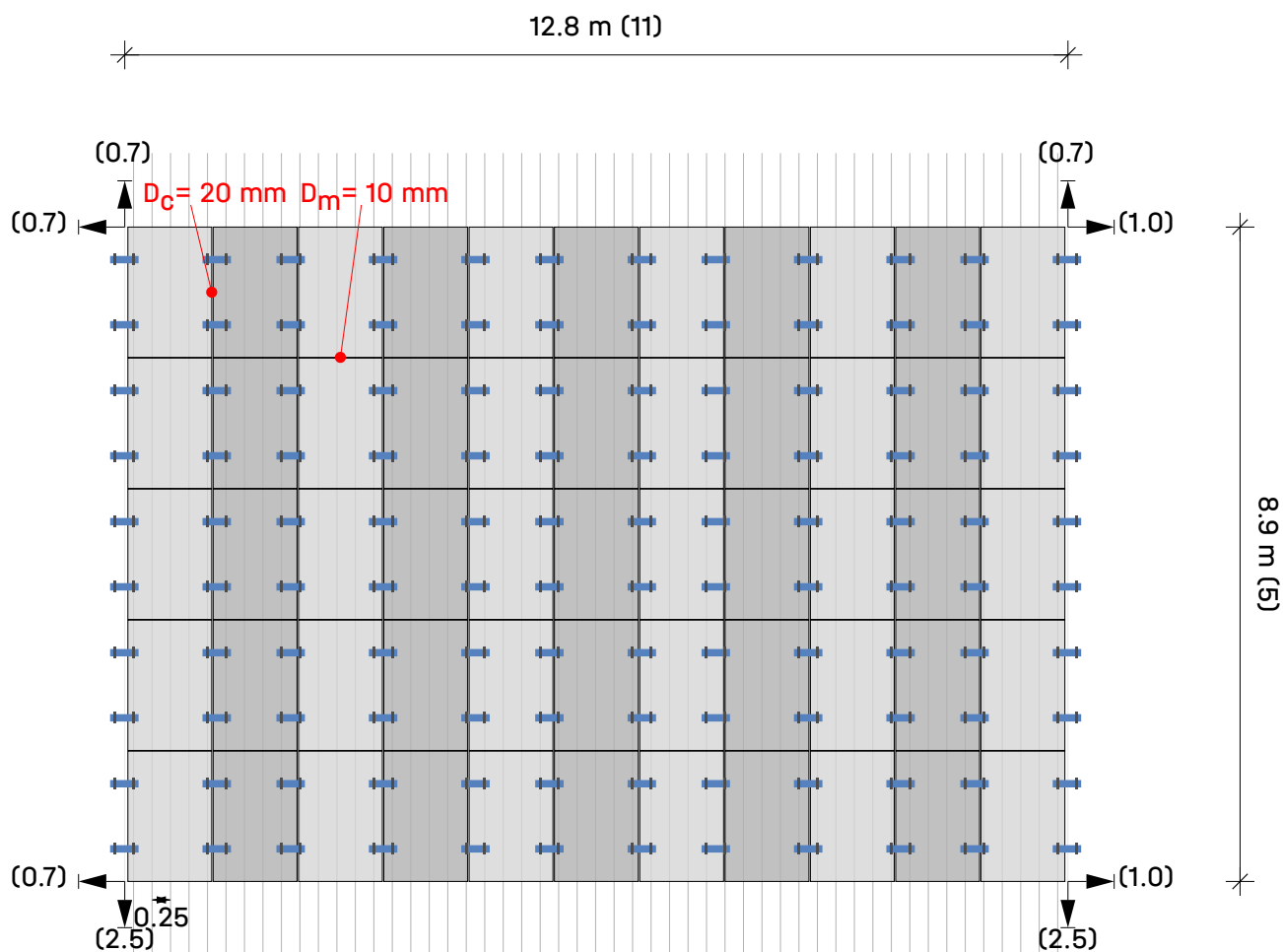
55(24.75 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 5 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

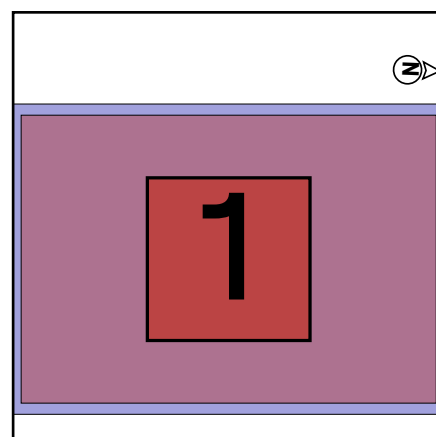


Streha ⑤ Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli 11 × 5 = 55

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 5

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3

Rezultati | Roof 5

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 5

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	9.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 5

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s _k = 1.379 kN/m ²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ _i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d _i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s _{i,50} = 1.065 kN/m ²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f _s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s _{i,25} = 0.990 kN/m ²

Lastna obremenitev

Teža modula	G _M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A _M = 2.00 m ²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m ²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m ²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 5

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)	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
Delni varnostni faktor za n spremenljivih obremenitev	$\gamma_Q = 1.50$
Kombinirani faktor za veter	$\psi_{0,W} = 0.60$
Kombinirani faktor za veter (daljši spremenljivi učinki)	$\psi_{1,W} = 0.20$
Kombinirani faktor za sneg	$\psi_{0,S} = 0.50$
Stalen faktor pomembnosti	$K_{Fl,G} = 0.90$
Spremenljiv faktor pomembnosti	$K_{Fl,Q} = 0.85$
Značilna mrtva teža	G_k
Značilna snežna obremenitev na strehi	$S_{i,n}$
Značilna obremenitev vetra	W_k

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

Primernost za uporabo

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

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



Poročilo o statiki | Roof 5

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 5

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3

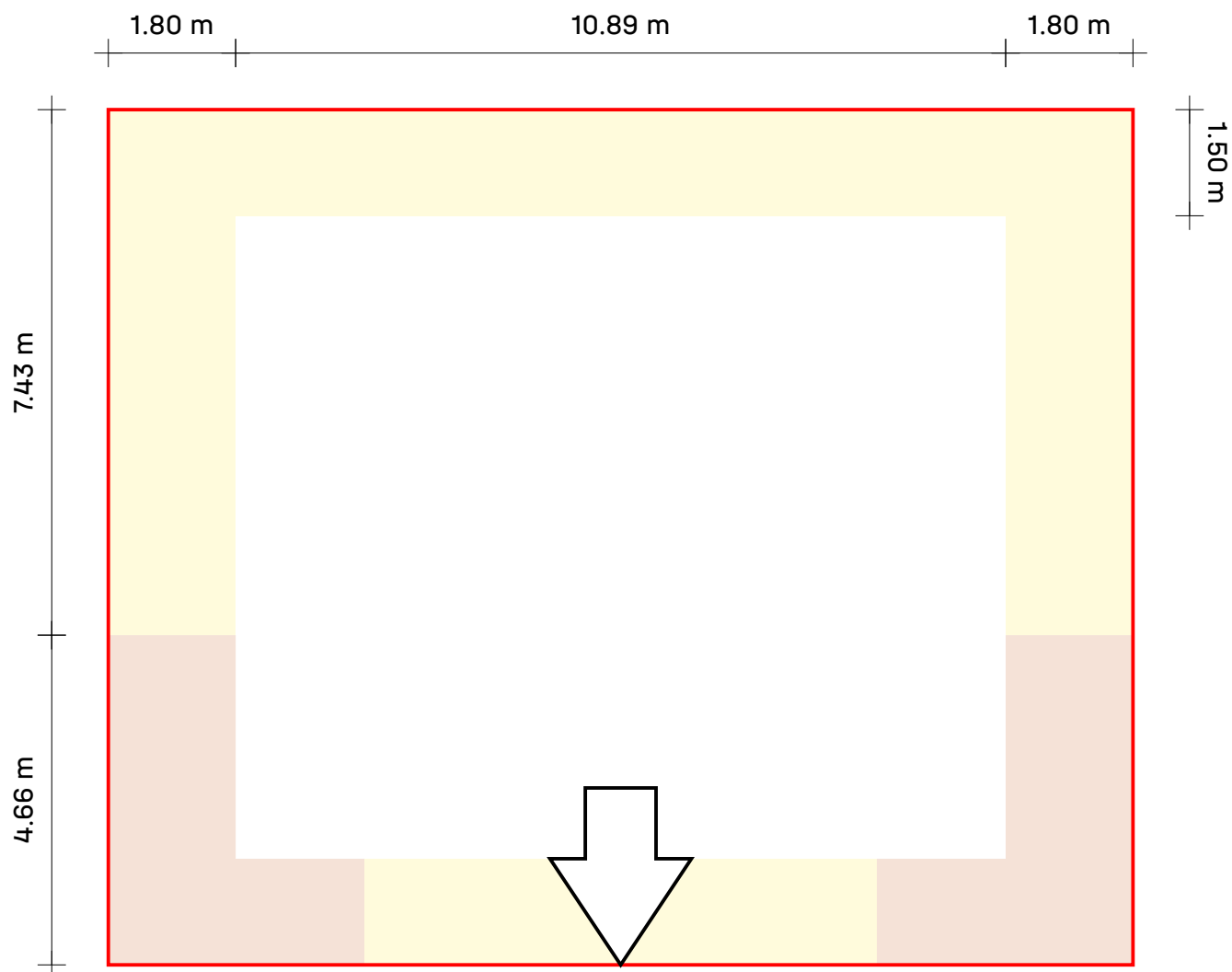


Strehe | Roof 5 | Kosovnica

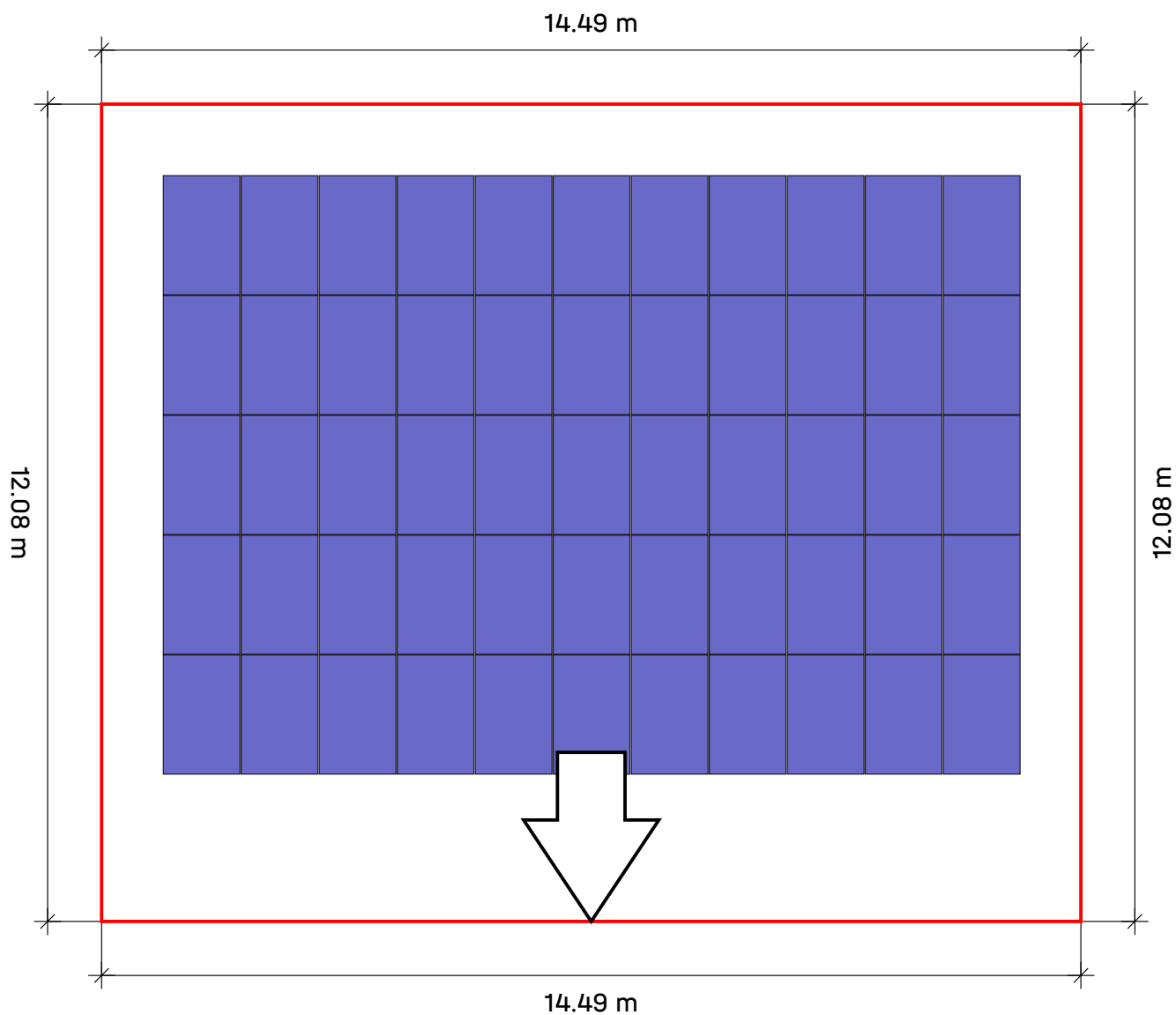
Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	20	1.7 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	100	7.9 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	120	38.6 kg
Vsota				48.3 kg



Strehe | Roof 5 (1)

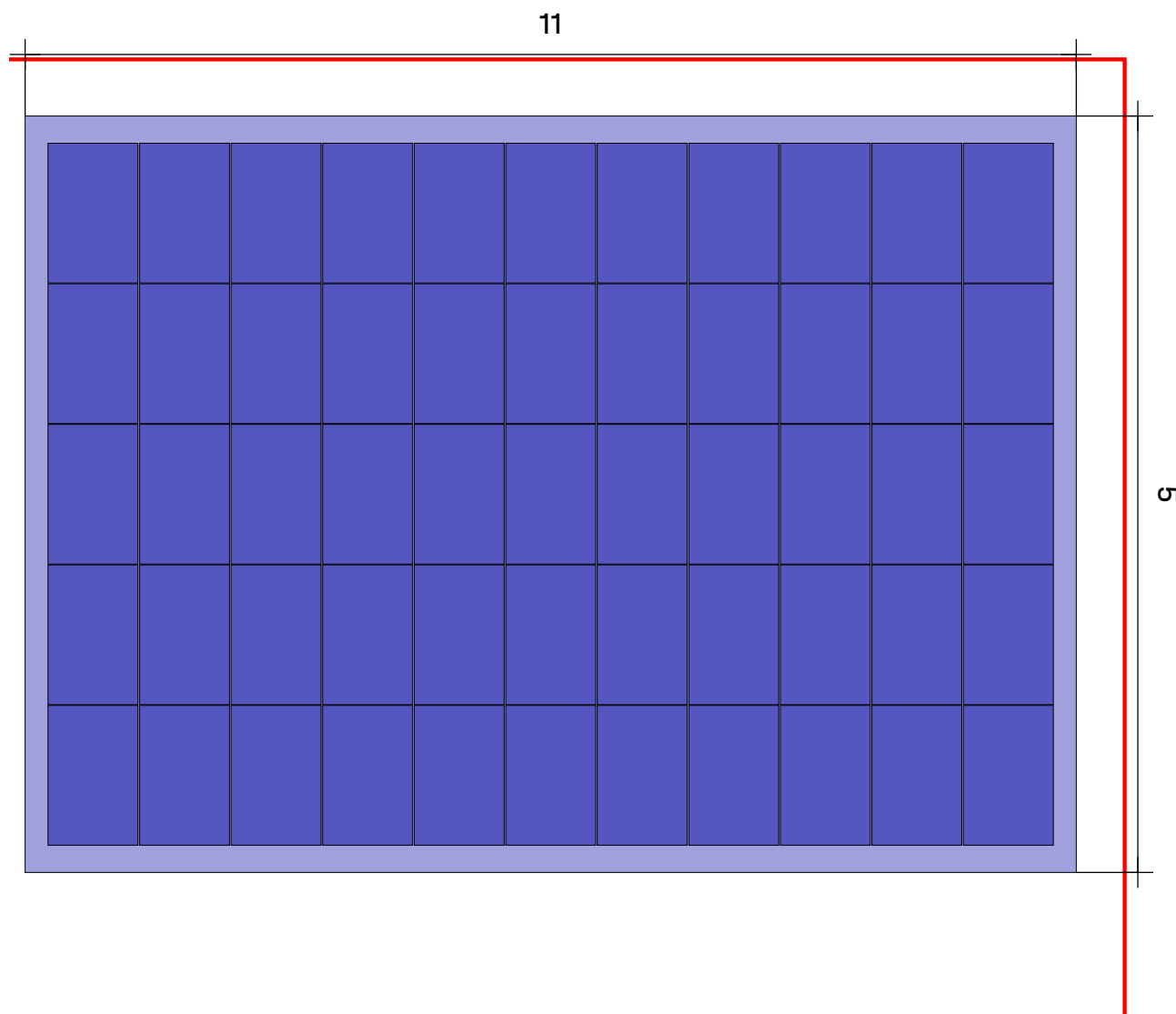


Strehe | Roof 5 (1)



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 (1) Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp

Strehe | Roof 5 (1) | Polje modulov 1



Streha ⑥ Polje modulov ①

Vgradni sistem

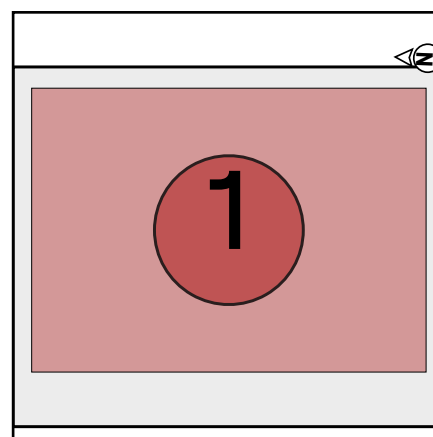
[MiniRail MK2](#)

Modul

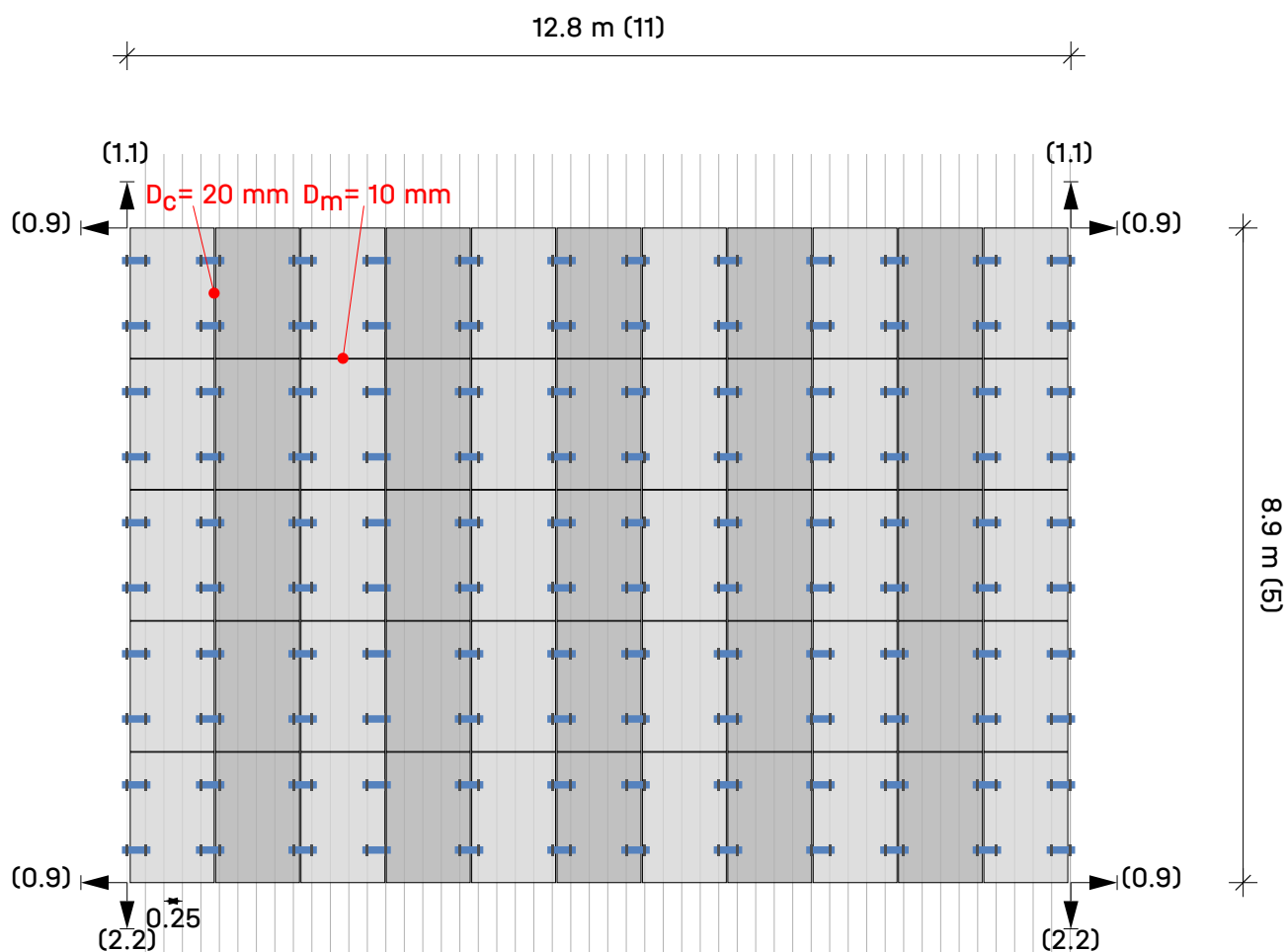
55(24.75 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 5 (1) | Polje modulov 1 | Bloki modulov

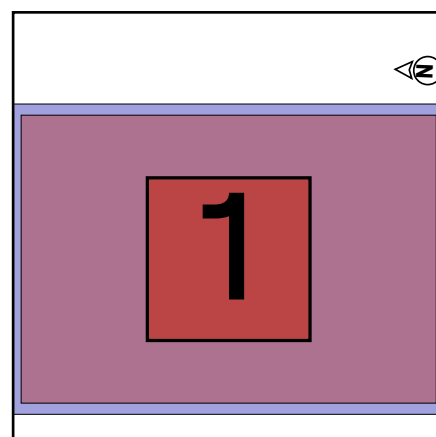


Streha ⑥ Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli 11 × 5 = 55

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 5 (1)

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 (1)  Trapezna pločevina	MiniRail MK2	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	55	24.75 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3

Rezultati | Roof 5 (1)

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 5 (1)

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	9.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 5 (1)

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s _k = 1.379 kN/m ²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ _i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d _i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s _{i,50} = 1.065 kN/m ²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f _s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s _{i,25} = 0.990 kN/m ²

Lastna obremenitev

Teža modula	G _M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A _M = 2.00 m ²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m ²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m ²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 5 (1)

Kombinacije obremenitev

Nosilnost

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

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 5 (1)

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 5 (1)

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

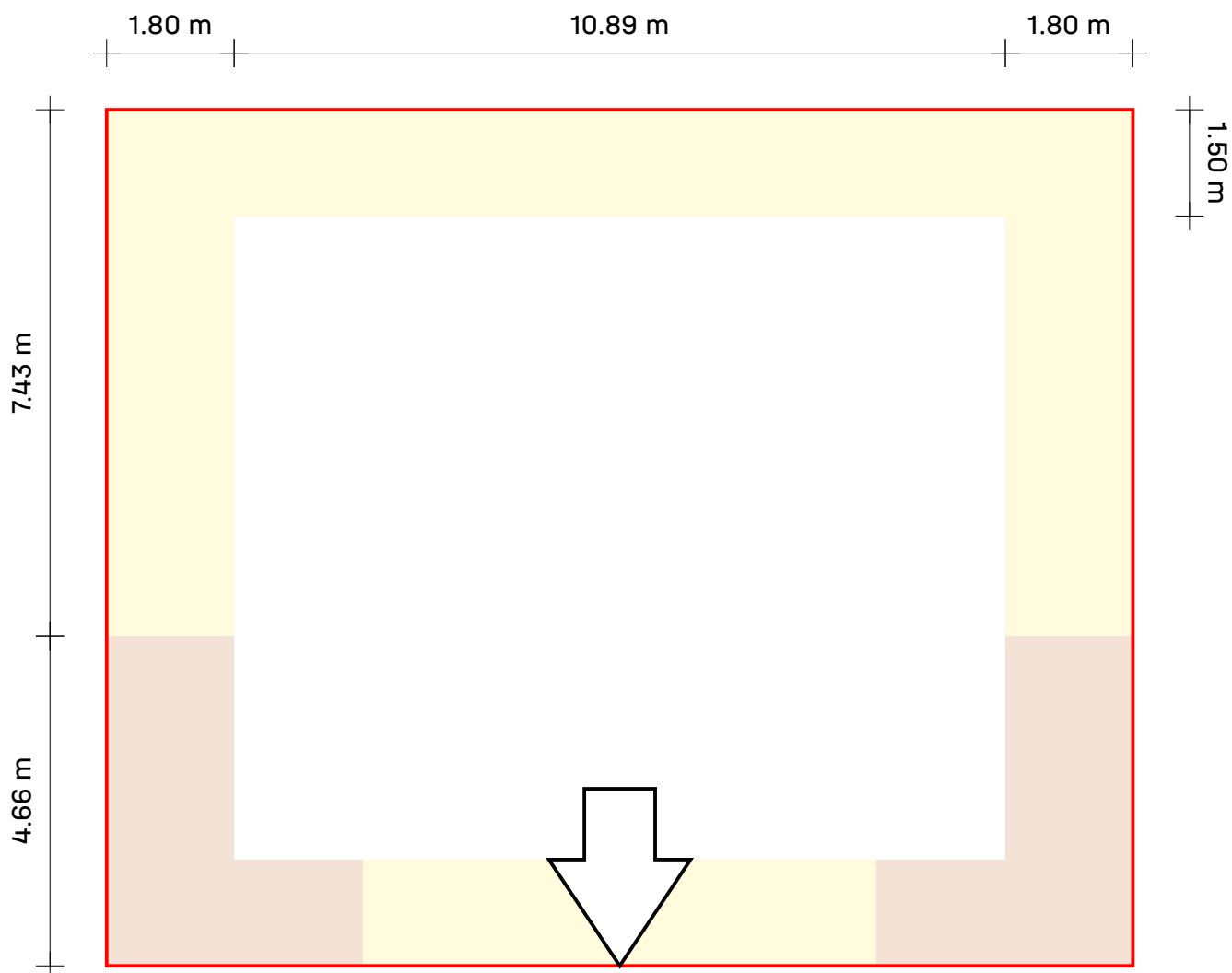
Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3



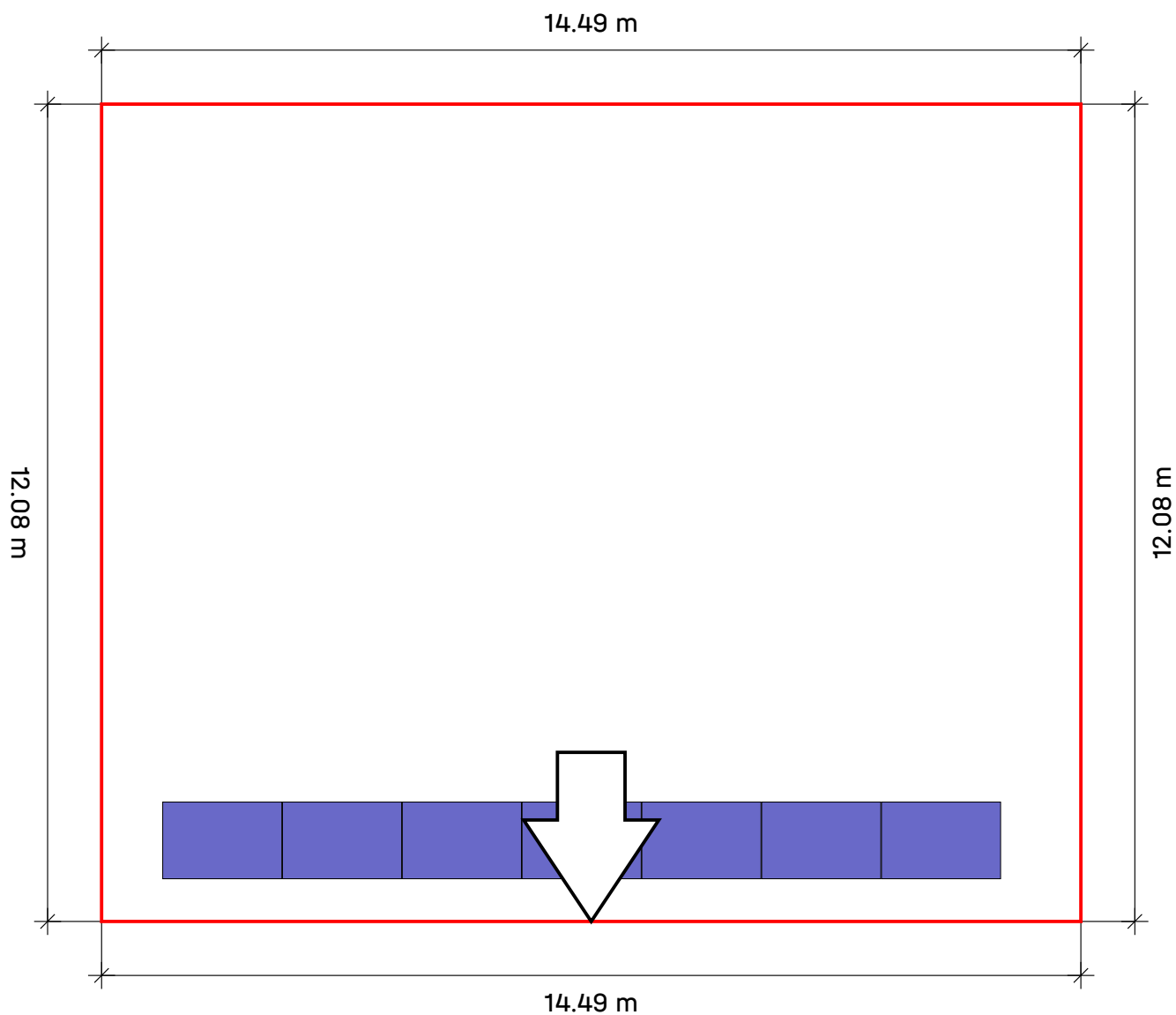
Strehe | Roof 5 (1) | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	20	1.7 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	100	7.9 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	120	38.6 kg
Vsota				48.3 kg

Strehe | Roof 5 (1) (1)



Strehe | Roof 5 (1) (1)



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 (1) (1) Trapezna pločevina	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp

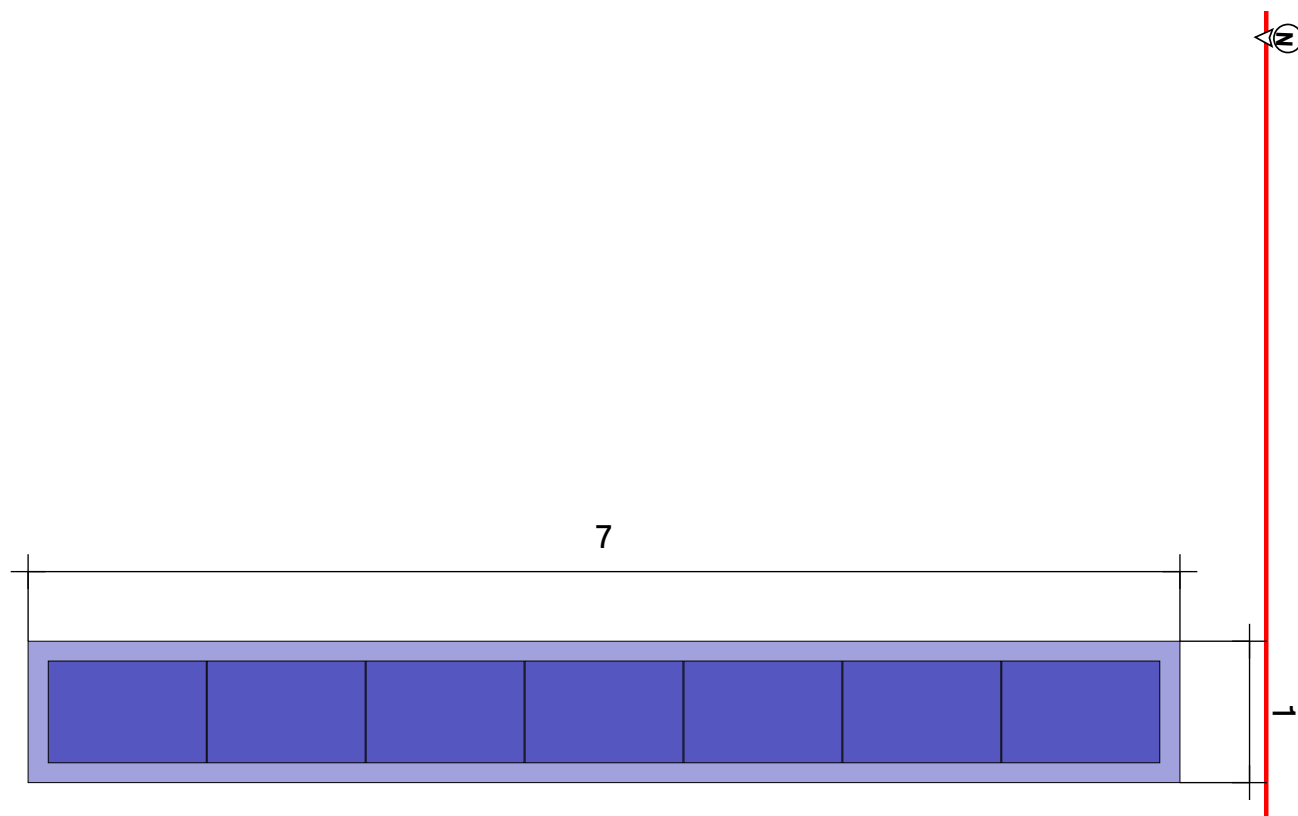


Strehe | Roof 5 (1) (1)

Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	12.39	1.13	7	1

Strehe | Roof 5 (1) (1) | Polje modulov 1



Streha ⑦ Polje modulov ①

Vgradni sistem

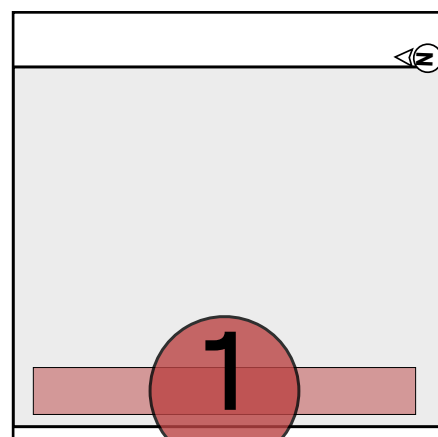
[MultiRail](#)

Modul

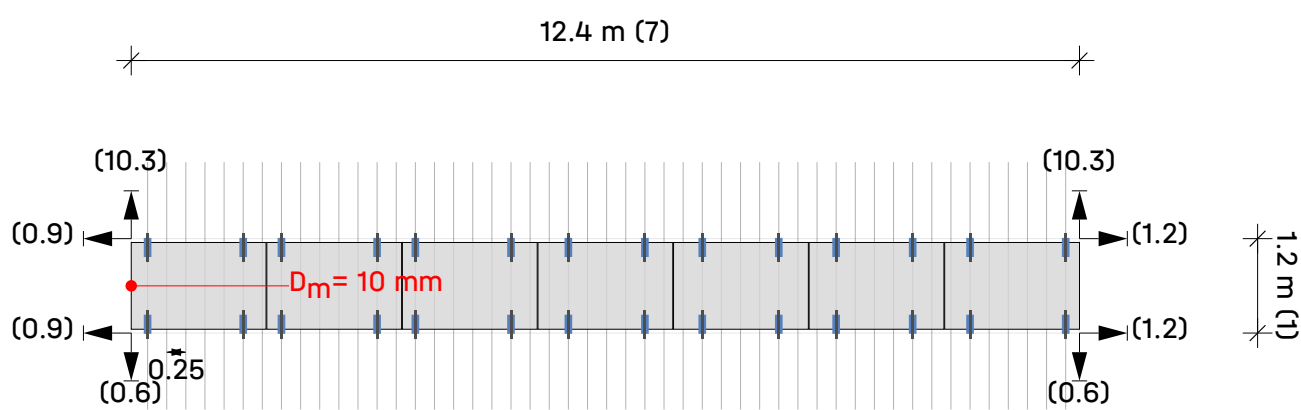
7(3.15 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 5 (1) (1) | Polje modulov 1 | Bloki modulov

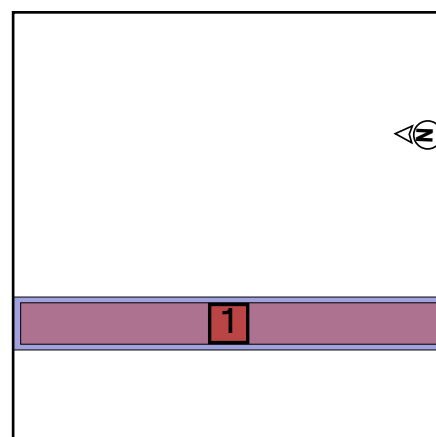


Streha (7) Polje modulov (1) Blok modulov 1

Moduli $7 \times 1 = 7$

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli



Rezultati | Roof 5 (1) (1)

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 5 (1) (1)</u> Trapezna pločevina	<u>MultiRail</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MultiRail

Obremenitve modulov (dimenzioniranje modula)

Območje	A-TrA [m²]	Dokazilo o nosilnosti [Pa]				Dokazilo o primernosti za uporabo [Pa]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1,412.0	360.1	-474.6	27.6	1,112.3	283.7	-350.1	27.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,412.0	360.1	-910.7	27.6	1,112.3	283.7	-692.1	27.6
Rob kapa	2.00	1,412.0	360.1	-627.5	27.6	1,112.3	283.7	-470.0	27.6

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Območje	Srednja spona			Končna spona			Delež dovoljene obremenitve Pull Through[%]
	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	
Območje polja				2 x 250/4	15.5	19.2	7.8
Kotno območje (kap)				2 x 250/4	18.6	35.9	14.9
Rob kapa				2 x 250/4	15.5	25.1	10.3

Rezultati | Roof 5 (1) (1)

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 5 (1) (1)

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	9.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$



Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1)

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	$s_k = 1.379 \text{ kN/m}^2$
Oblikovni varnostni faktor za sneg	$\mu_i = 0.800$
Faktor za naklon strehe	$d_i = 0.966$
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	$s_{i,50} = 1.065 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_s = 0.929$
Snežna obremenitev strehe, 25 let	$s_{i,25} = 0.990 \text{ kN/m}^2$

Lastna obremenitev

Teža modula	$G_M = 21.0 \text{ kg}$
Teža montažnega sistema na modul	$= 0.7 \text{ kg}$
Površina modula	$A_M = 2.00 \text{ m}^2$
Mrtva teža modula na m ²	$= 10.51 \text{ kg/m}^2$
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	$= 0.35 \text{ kg/m}^2$
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	$= 0.11 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1)

Kombinacije obremenitev

Nosilnost

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

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

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 5 (1) (1)

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.412	0.360	-0.475	0.028	1.112	0.284	-0.350	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.412	0.360	-0.911	0.028	1.112	0.284	-0.692	0.028
Rob kapa	2.00	1.412	0.360	-0.628	0.028	1.112	0.284	-0.470	0.028

Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.411	0.360	-0.474	0.028	1.111	0.283	-0.350	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.411	0.360	-0.910	0.028	1.111	0.283	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.411	0.360	-0.627	0.028	1.111	0.283	-0.470	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _D , dvig, pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Pravokotno [kN]	R _D , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	-	0.62



Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1)

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Območje	Srednja spona			Končna spona			Delež dovoljene obremenitve Pull Through[%]
	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	
Območje polja				2 x 250/4	15.5	19.2	7.8
Kotno območje (kap)				2 x 250/4	18.6	35.9	14.9
Rob kapa				2 x 250/4	15.5	25.1	10.3

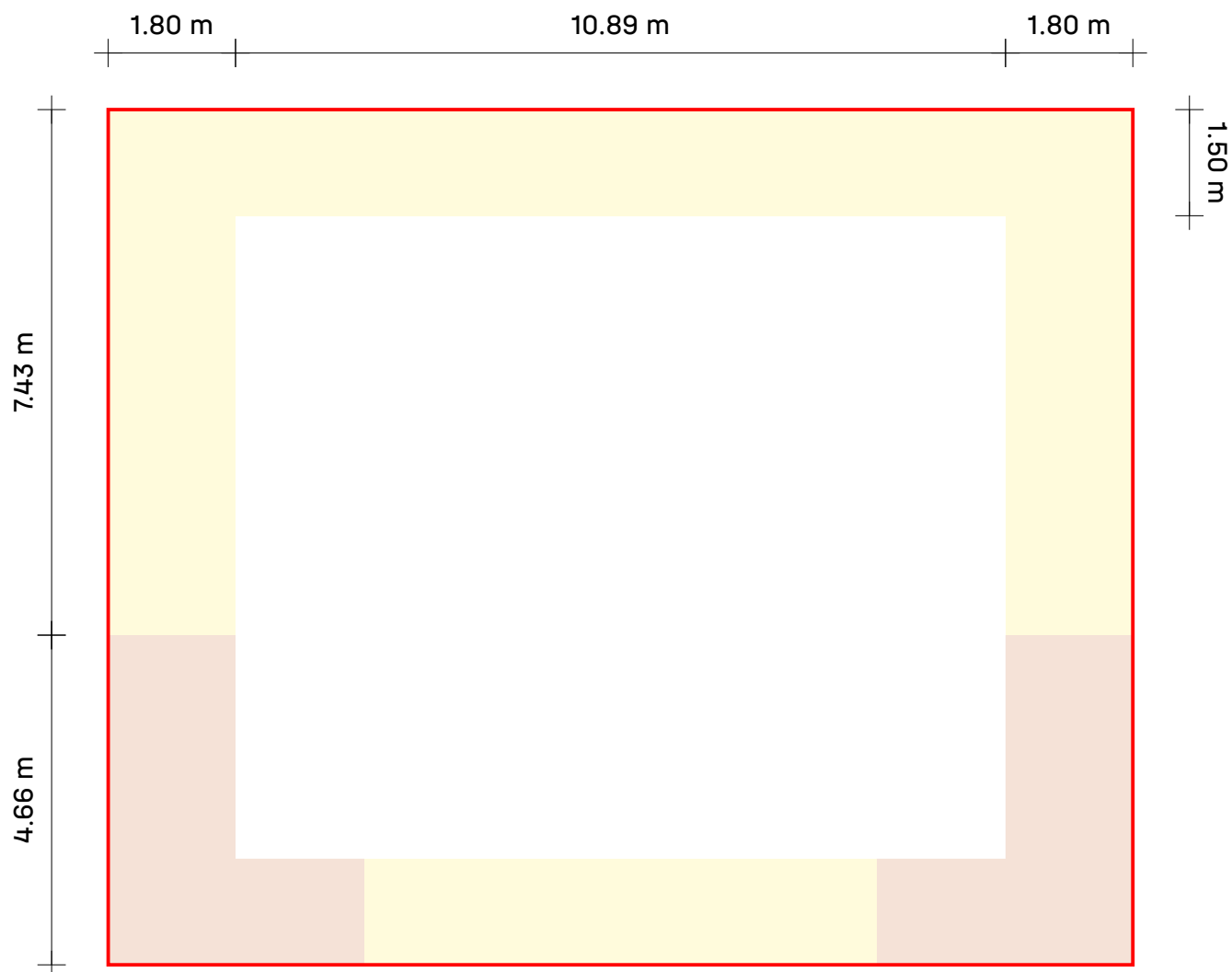


Strehe | Roof 5 (1) (1) | Kosovnica

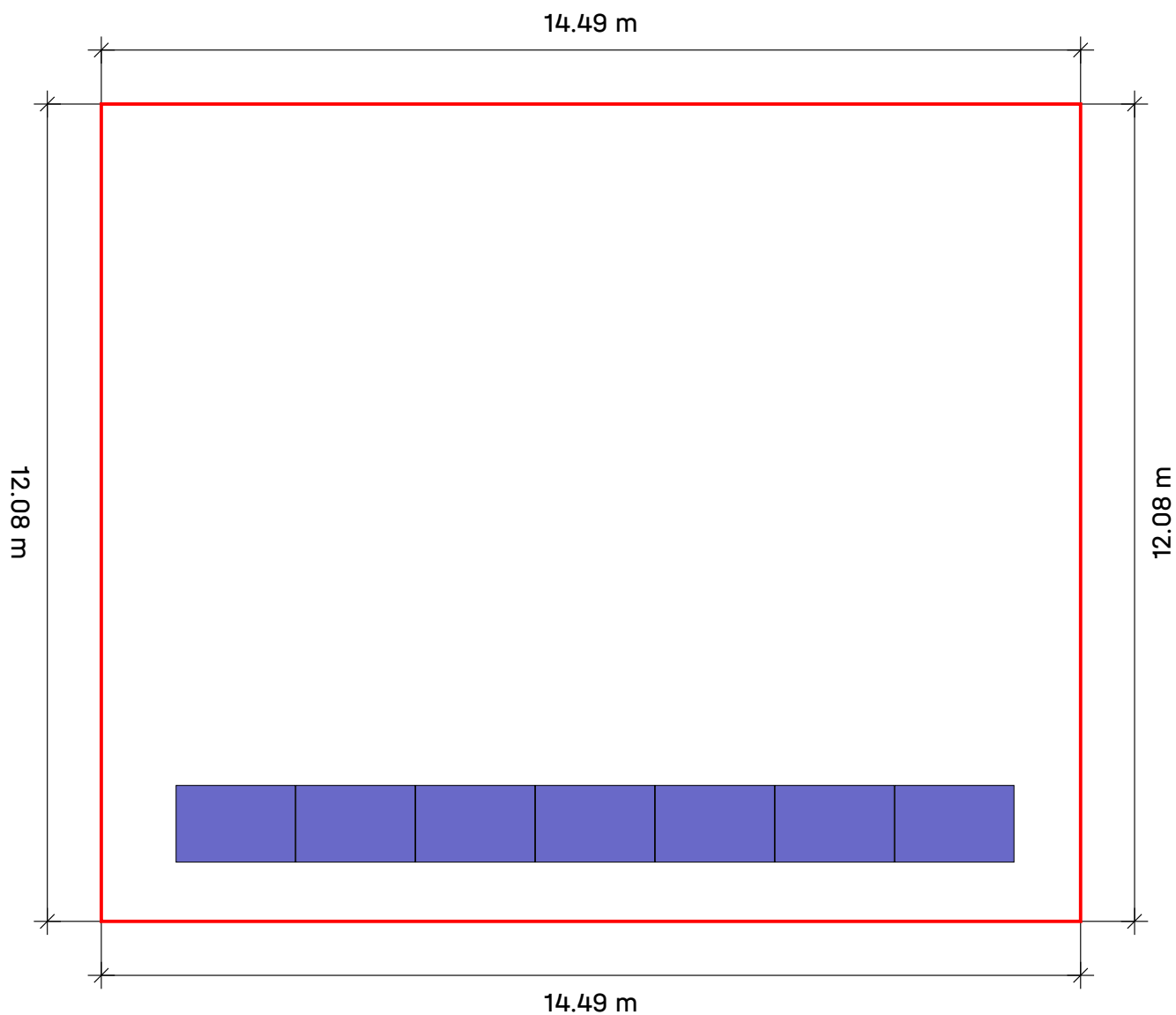
Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	28	2.4 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	112	0.7 kg
3	2002793	MultiRail 25	28	4.1 kg
Vsota				7.3 kg



Strehe | Roof 5 (1) (1) (1)



Strehe | Roof 5 (1) (1) (1)



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 (1) (1) (1) Trapezna pločevina	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp

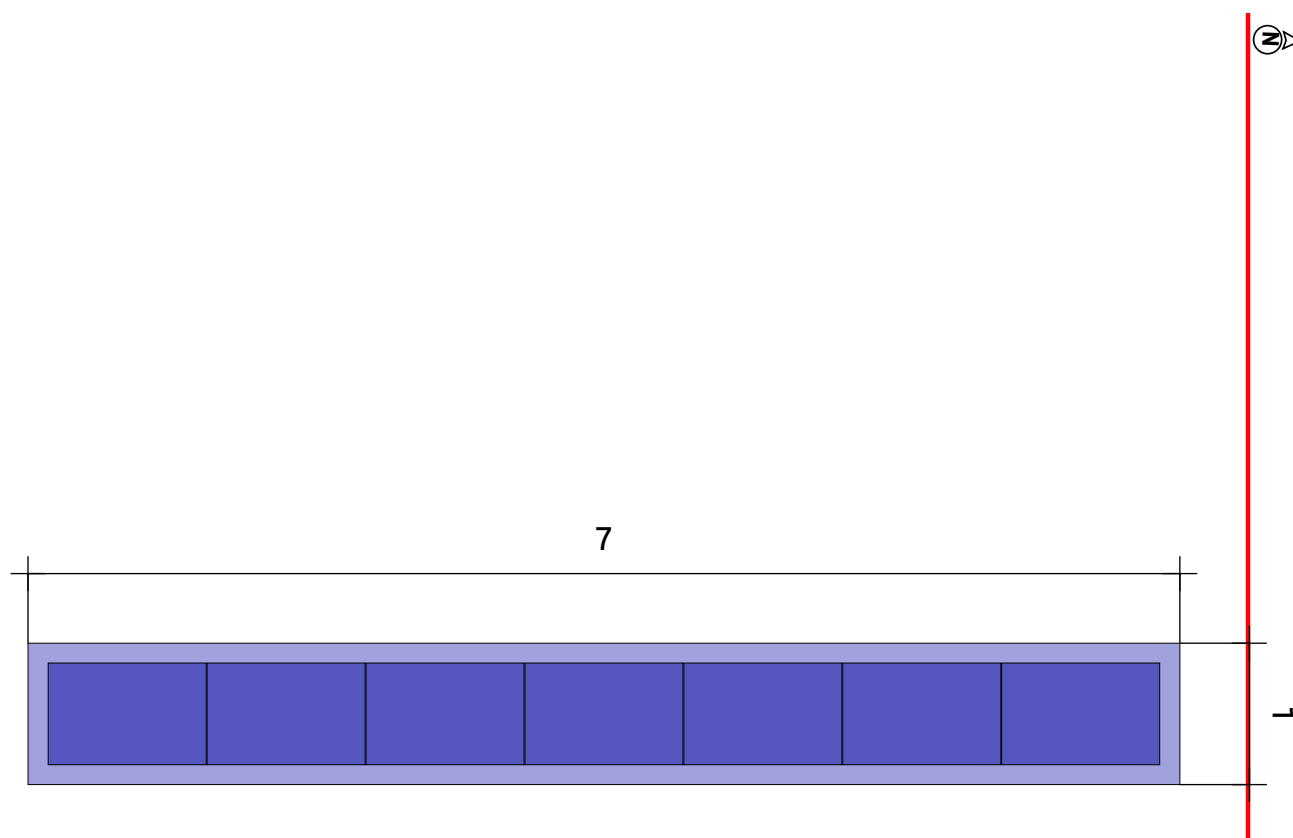


Strehe | Roof 5 (1) (1) (1)

Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	12.39	1.13	7	1

Strehe | Roof 5 (1) (1) (1) | Polje modulov 1



Streha ⑧ Polje modulov ①

Vgradni sistem

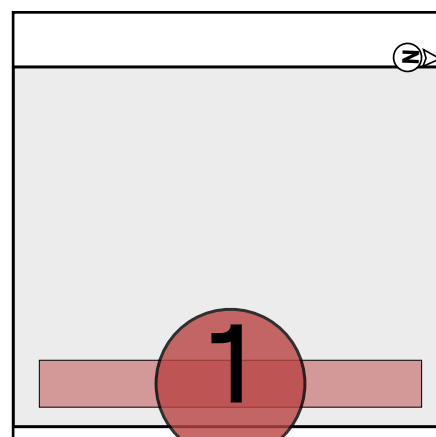
[MultiRail](#)

Modul

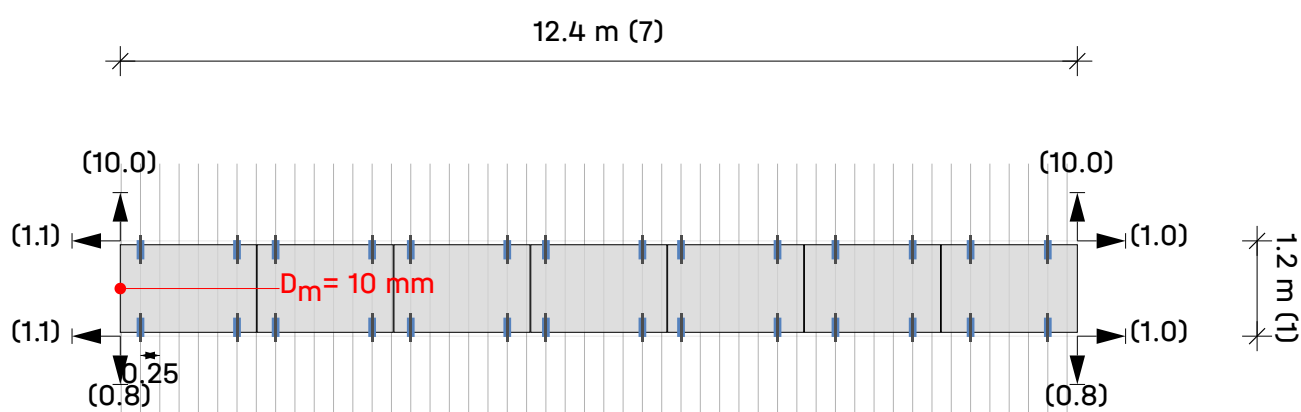
7(3.15 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 5 (1) (1) (1) | Polje modulov 1 | Bloki modulov

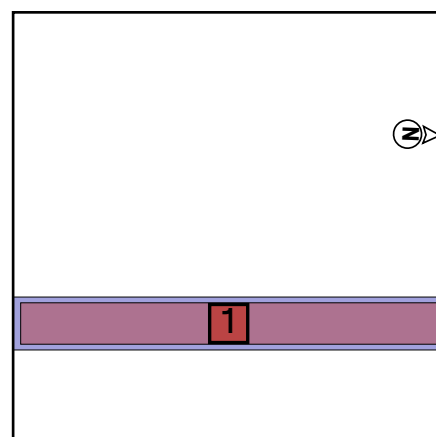


Streha (8) Polje modulov (1) Blok modulov 1

Moduli 7 x 1 = 7

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- Dc Razdalja za vpenjanje med moduli
- Dm Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 5 (1) (1) (1)

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
Roof 5 (1) (1) (1)  Trapezna pločevina	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	9.00 m	7	3.15 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MultiRail

Obremenitve modulov (dimenzioniranje modula)

Območje	A-TrA [m²]	Dokazilo o nosilnosti [Pa]				Dokazilo o primernosti za uporabo [Pa]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1,412.0	360.1	-474.6	27.6	1,112.3	283.7	-350.1	27.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,412.0	360.1	-910.7	27.6	1,112.3	283.7	-692.1	27.6
Rob kapa	2.00	1,412.0	360.1	-627.5	27.6	1,112.3	283.7	-470.0	27.6

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Območje	Srednja spona			Končna spona			
	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	Delež dovoljene obremenitve Pull Through[%]
Območje polja				2 x 250/4	15.5	19.2	7.8
Kotno območje (kap)				2 x 250/4	18.6	35.9	14.9
Rob kapa				2 x 250/4	15.5	25.1	10.3

Rezultati | Roof 5 (1) (1) (1)

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 5 (1) (1) (1)

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	9.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$



Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1) (1)

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Rob kapa	2.00	0.200	-1.290	0.089	-0.573

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s _k = 1.379 kN/m ²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ _i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d _i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s _{i,50} = 1.065 kN/m ²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f _s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s _{i,25} = 0.990 kN/m ²

Lastna obremenitev

Teža modula	G _M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.7 kg
Površina modula	A _M = 2.00 m ²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m ²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.35 kg/m ²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m ²

Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1) (1)

Kombinacije obremenitev

Nosilnost

Delni varnostni faktor za stalno neugodno obremenitev (STR)	$\gamma_{G,sup} = 1.35$
Delni varnostni faktor za stalno ugodno obremenitev (STR)	$\gamma_{G,inf} = 1.00$
Delni varnostni faktor za stalno destabilizacijsko obremenitev (EQU)	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Delni varnostni faktor za stalno stabilizacijsko obremenitev (STR)	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
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	$\kappa_{Fl,G} = 0.90$
Spremenljiv faktor pomembnosti	$\kappa_{Fl,Q} = 0.85$
Značilna mrtva teža	G_k
Značilna snežna obremenitev na strehi	$S_{i,n}$
Značilna obremenitev vetra	W_k

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

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 5 (1) (1) (1)

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.412	0.360	-0.475	0.028	1.112	0.284	-0.350	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.412	0.360	-0.911	0.028	1.112	0.284	-0.692	0.028
Rob kapa	2.00	1.412	0.360	-0.628	0.028	1.112	0.284	-0.470	0.028

Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.411	0.360	-0.474	0.028	1.111	0.283	-0.350	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.411	0.360	-0.910	0.028	1.111	0.283	-0.691	0.028
Rob kapa	2.00	1.411	0.360	-0.627	0.028	1.111	0.283	-0.470	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	-	0.62



Poročilo o statiki | Roof 5 (1) (1) (1)

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Območje	Srednja spona			Končna spona			Delež dovoljene obremenitve Pull Through[%]
	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve Spona za modul[%]	Delež dovoljene obremenitve Vijak[%]	
Območje polja				2 x 250/4	15.5	19.2	7.8
Kotno območje (kap)				2 x 250/4	18.6	35.9	14.9
Rob kapa				2 x 250/4	15.5	25.1	10.3

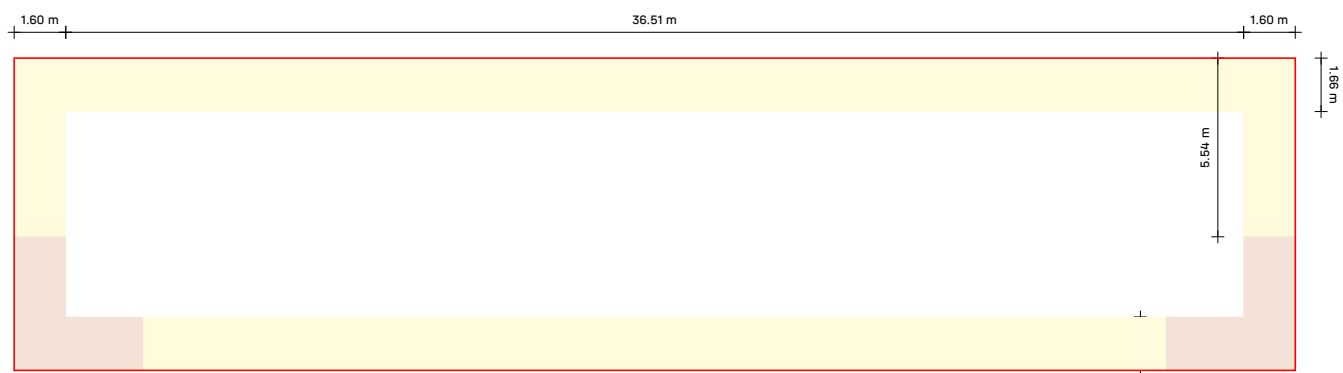


Strehe | Roof 5 (1) (1) (1) | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	28	2.4 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	112	0.7 kg
3	2002793	MultiRail 25	28	4.1 kg
Vsota				7.3 kg

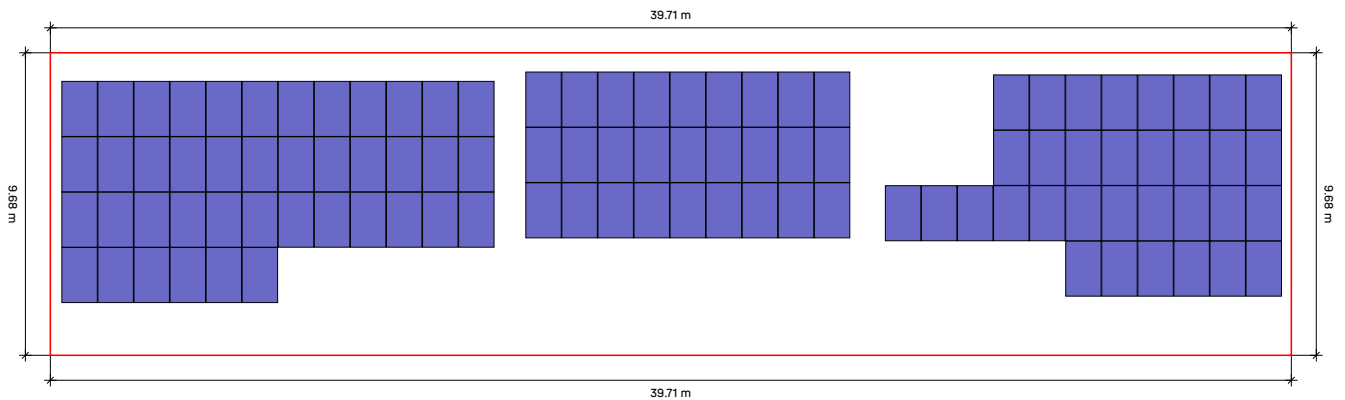


Strehe | Roof 9



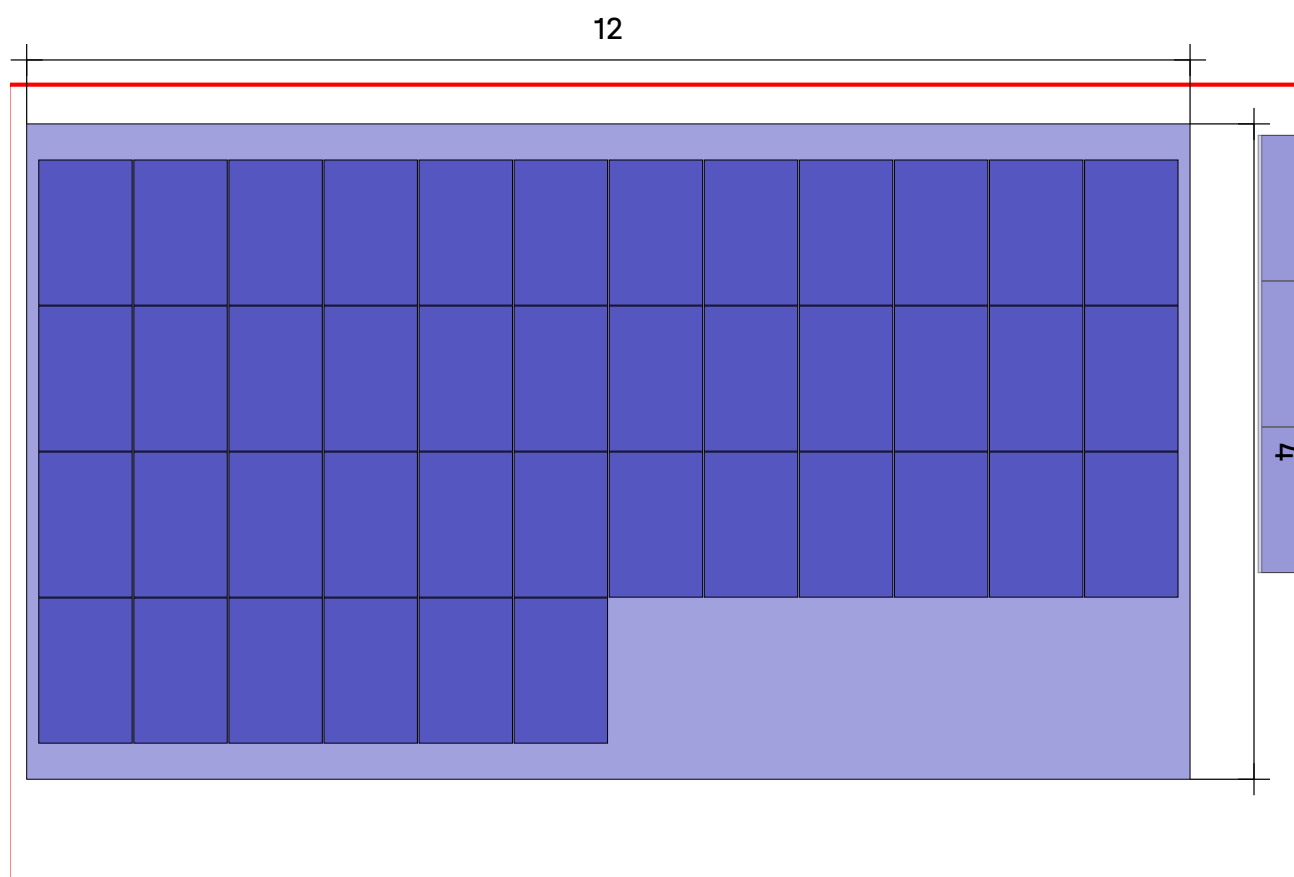


Strehe | Roof 9



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 9</u>  Trapezna pločevina	<u>MiniRail MK2</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	102	45.9 kWp

Strehe | Roof 9 | Polje modulov 1



Streha ⑨ Polje modulov ①

Vgradni sistem

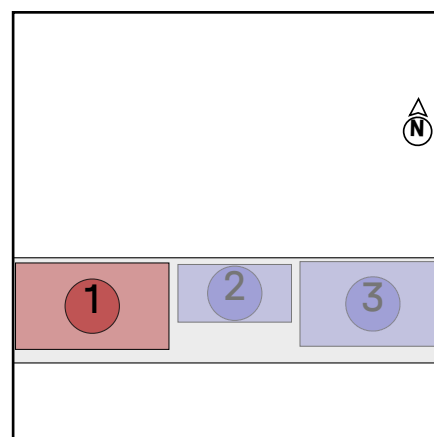
Modul

Razdalja med vrstami

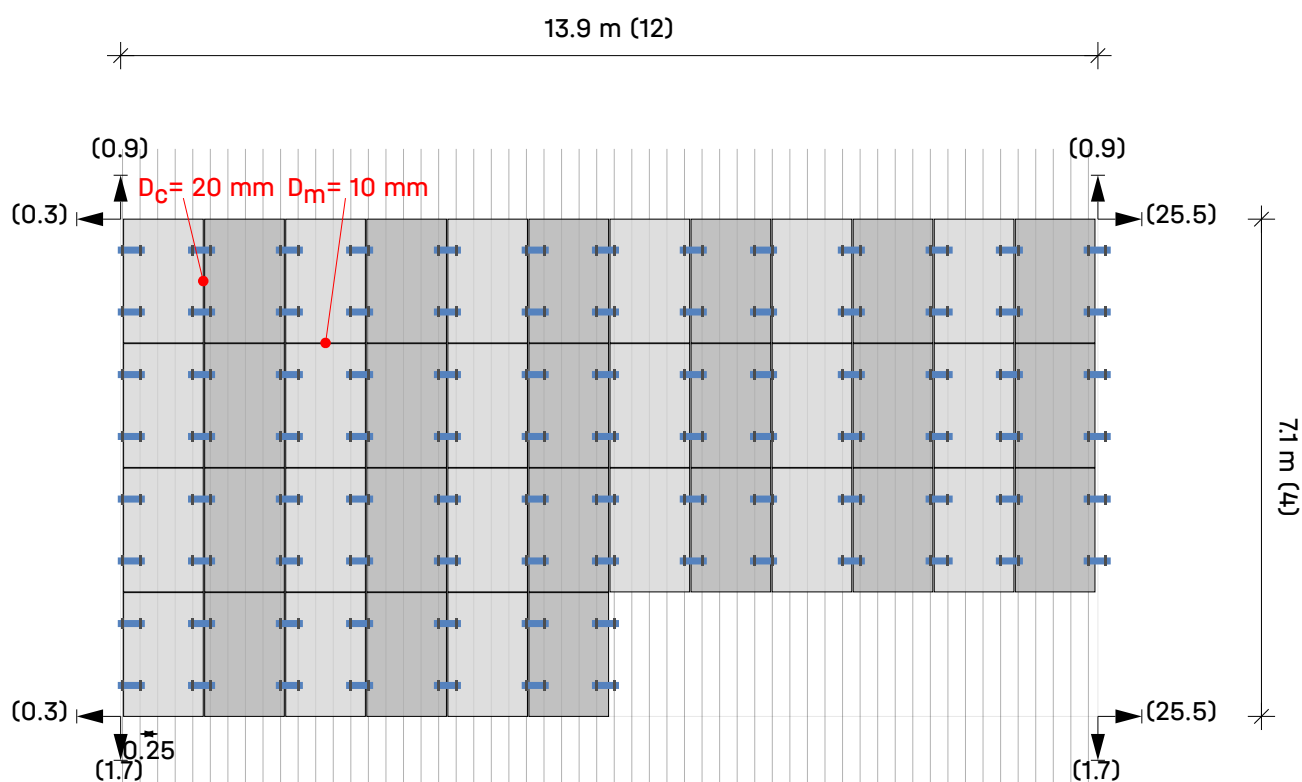
[MiniRail MK2](#)

42(18.9 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

1.77 m



Strehe | Roof 9 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

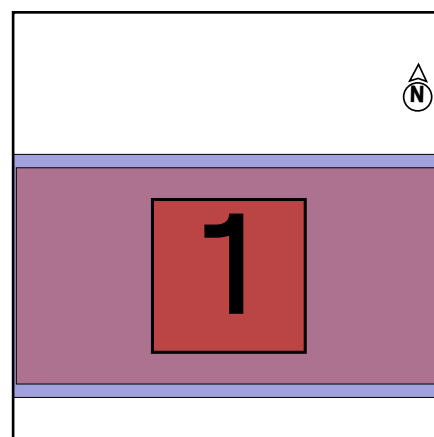


Streha ⑨ Polje modulov ① Blok modulov 1

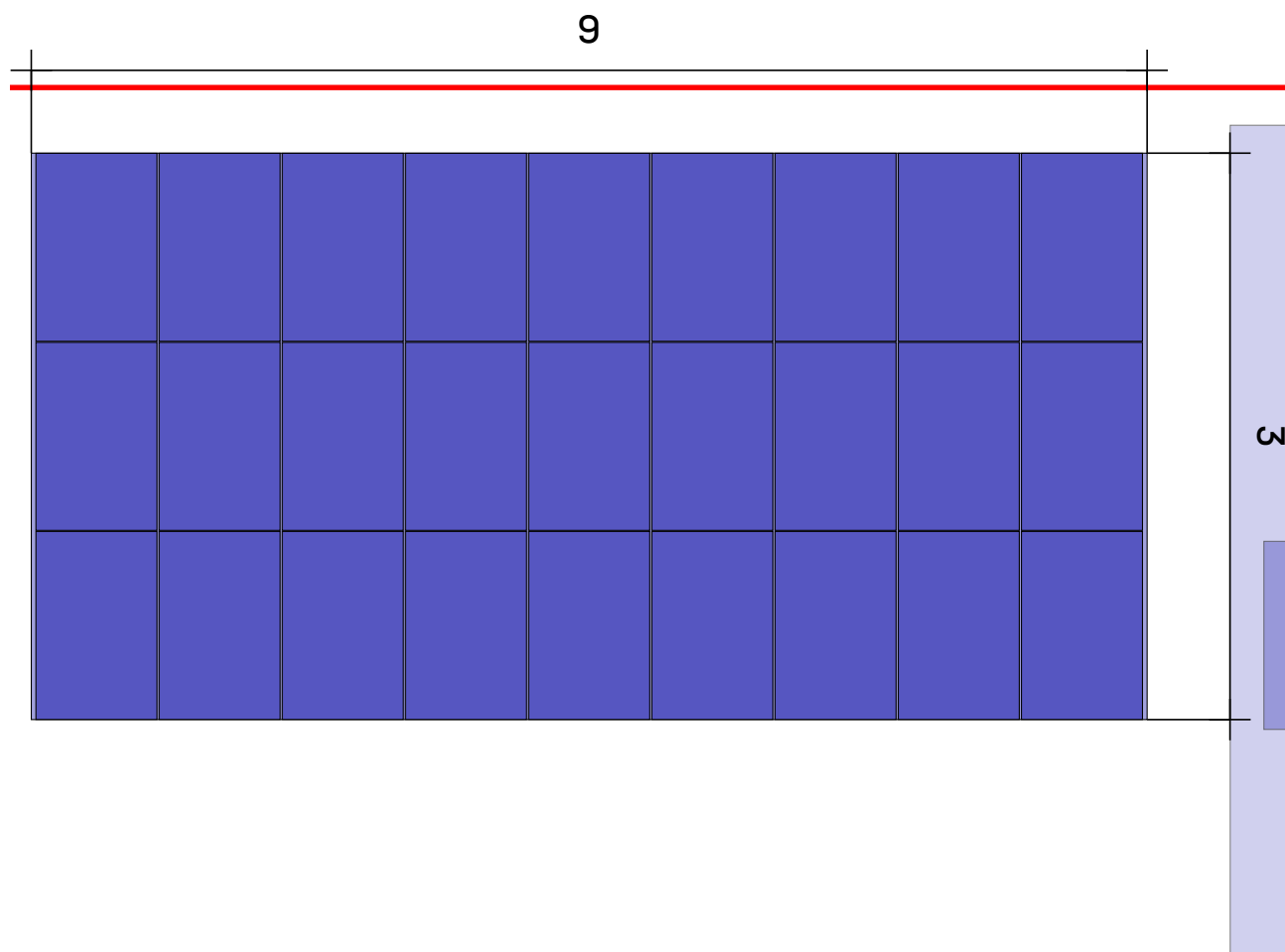
Moduli (12 × 4) - 6 = 42

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- Dc** Razdalja za vpenjanje med moduli
- Dm** Razdalja med moduli



Strehe | Roof 9 | Polje modulov 2



Streha ⑨ Polje modulov ②

Vgradni sistem

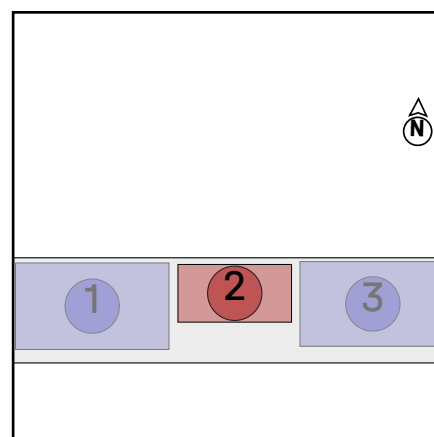
[MiniRail MK2](#)

Modul

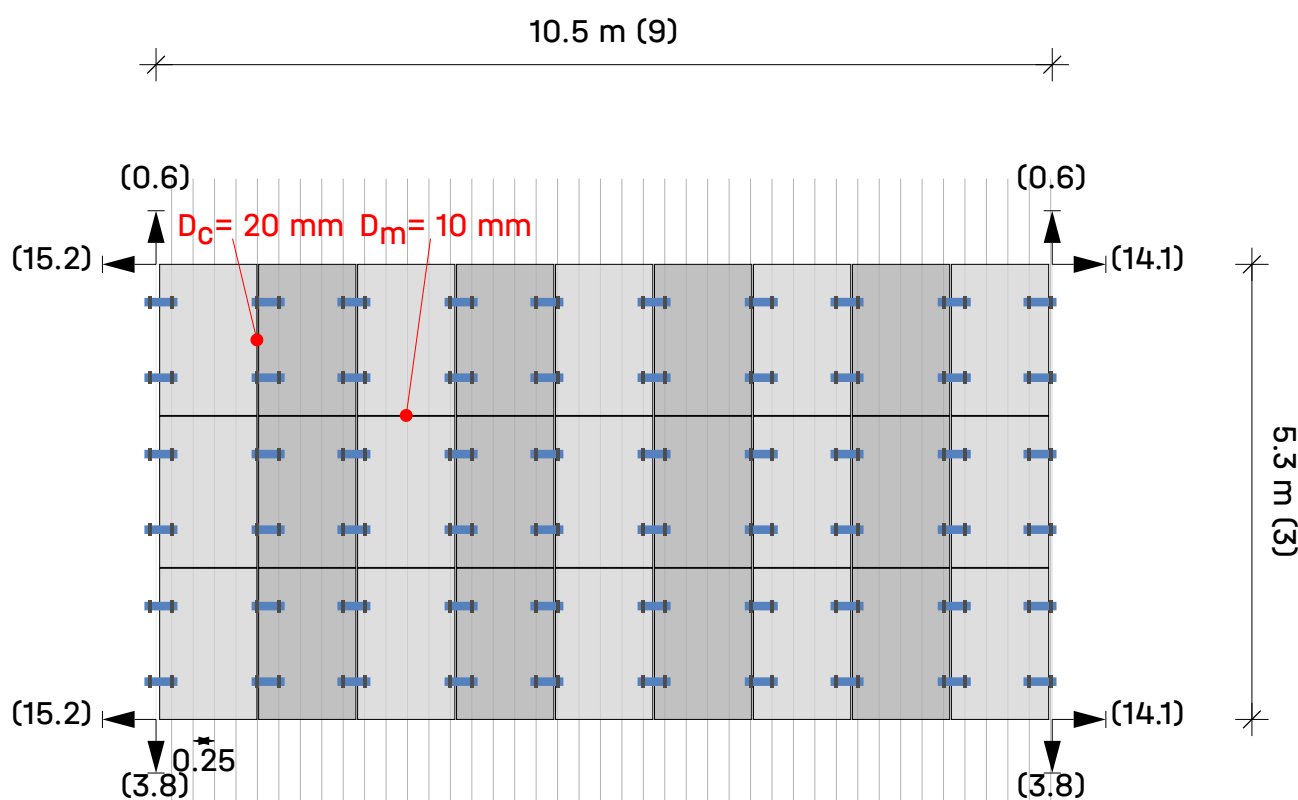
27(12.15 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 9 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

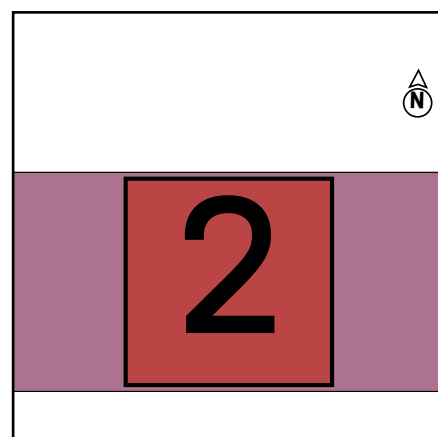


Streha ⑨ Polje modulov ② Blok modulov 2

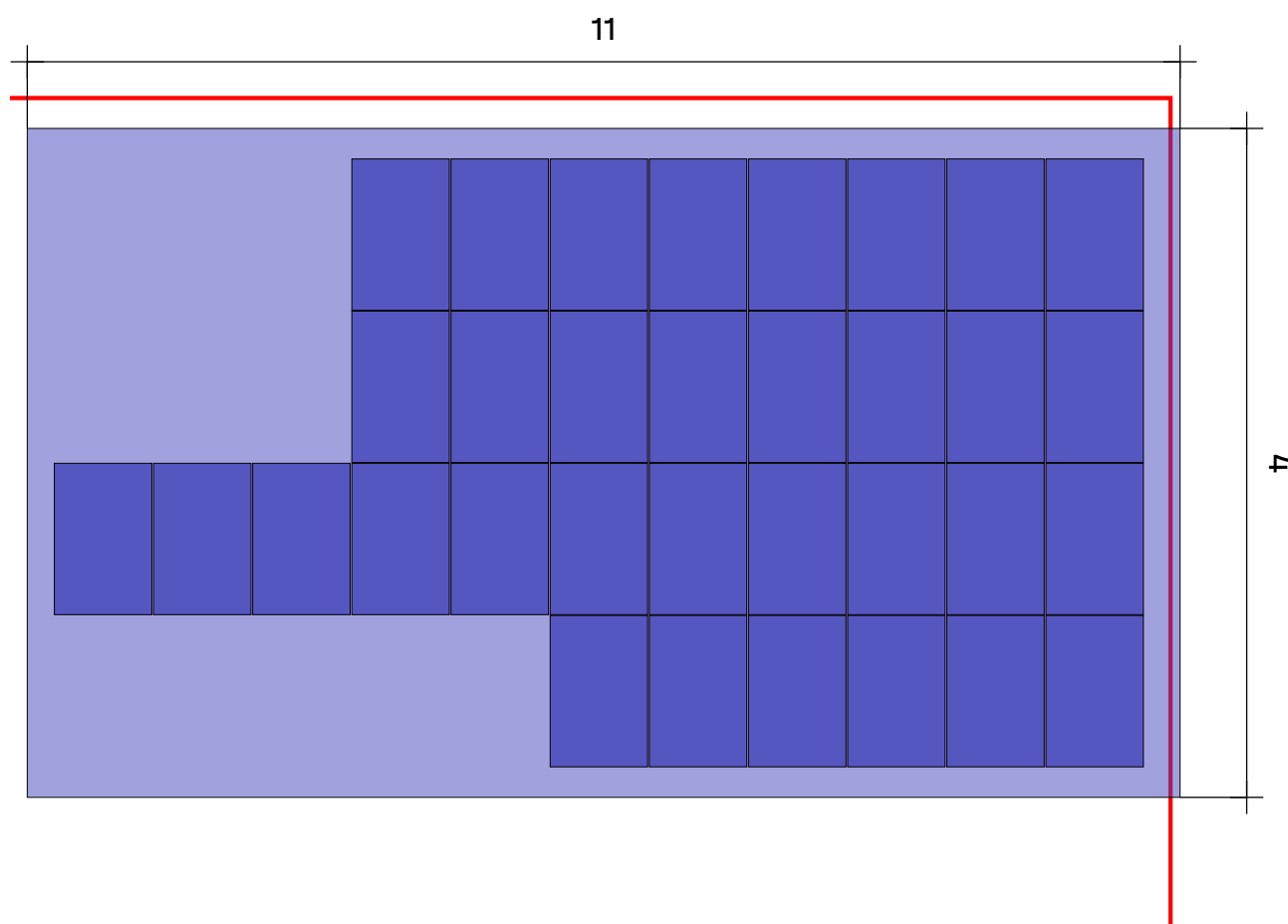
Moduli $9 \times 3 = 27$

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli



Strehe | Roof 9 | Polje modulov 3



Streha ⑨ Polje modulov ③

Vgradni sistem

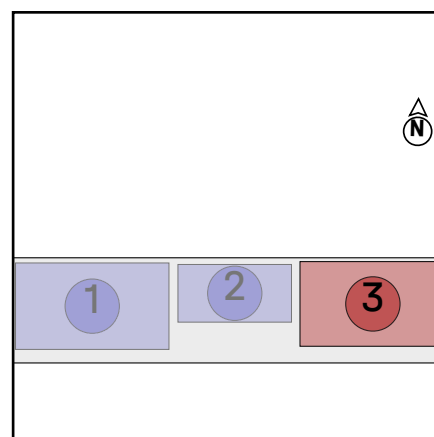
[MiniRail MK2](#)

Modul

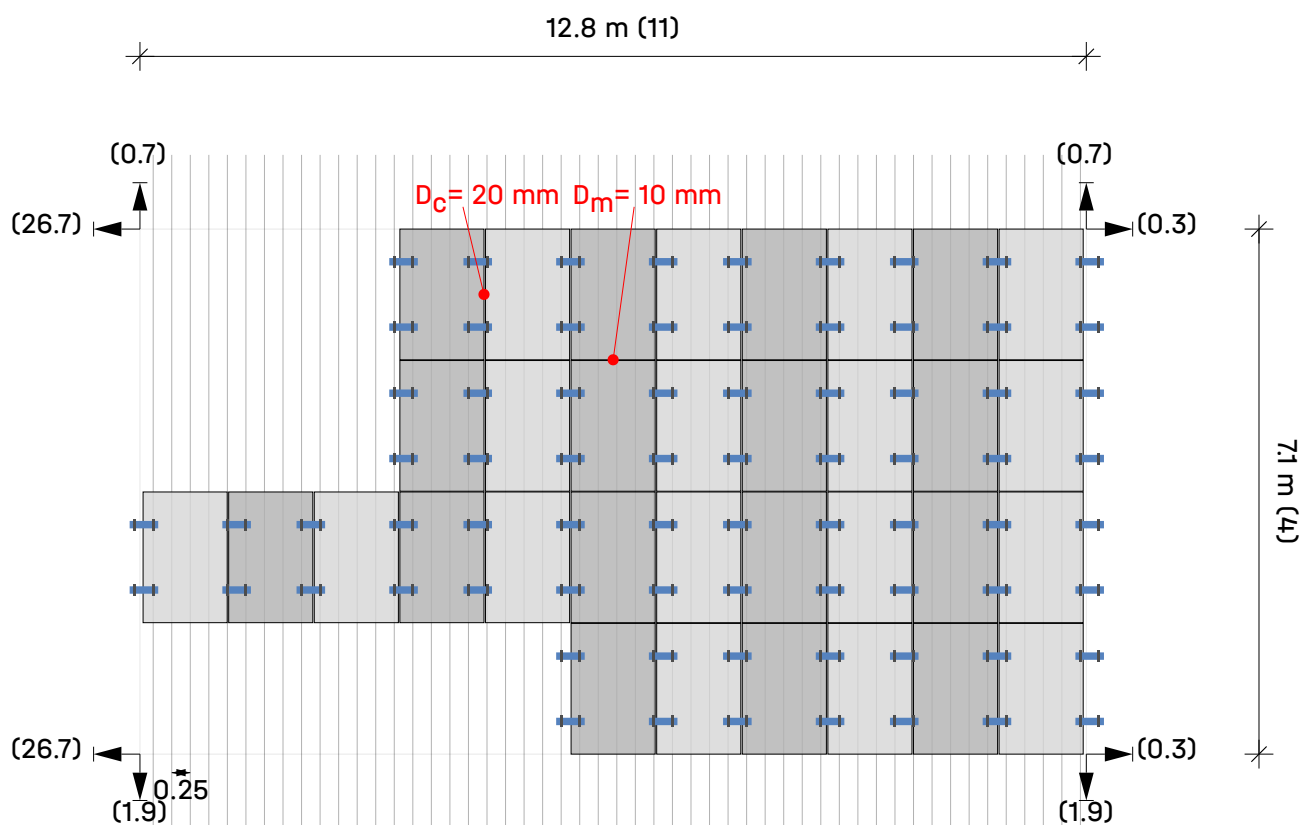
33(14.85 kWp) x
TSM-450NEG9R.28 (Vertex
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m



Strehe | Roof 9 | Polje modulov 3 | Bloki modulov

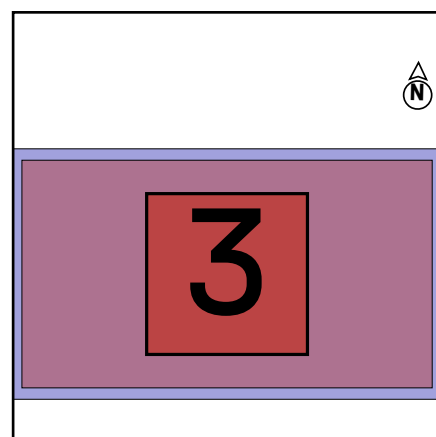


Streha ⑨ Polje modulov ③ Blok modulov 3

Moduli (11 × 4) - 11 = 33

Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [m]
- D_c Razdalja za vpenjanje med moduli
- D_m Razdalja med moduli





Rezultati | Roof 9

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 9</u>  Trapezna pločevina	<u>MiniRail MK2</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	8.00 m	102	45.9 kWp

Modul

Ime	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+)
Proizvajalec	Trina Solar Energy
Uspešnost	450 Wp
Mere	1,762×1,134×30 mm
Masa	21.0 kg

Deli

Pritrditev	Thread-forming metal screw 6.0×25
Osnovna vodila	K2 MiniRail MK2

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	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Območje polja	2.00	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Območje polja	2.00	1,413.1	360.4	-473.7	27.8	1,113.2	284.0	-349.1	27.8
Rob slemena	2.00	1,413.1	360.4	-660.6	27.8	1,113.2	284.0	-495.7	27.8
Napušč	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8
Kotno območje (kap)	2.00	1,413.1	360.4	-909.7	27.8	1,113.2	284.0	-691.1	27.8

Rezultati | Roof 9

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
2	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
3	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
3	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
3	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
3	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3

Rezultati | Roof 9

Pomembne informacije

- Konstrukcija je bila statično preverjena v skladu z Evrokodom 9: Projektiranje aluminijastih konstrukcij (prEN 1999-1-1:2021) in nudi zadostno nosilnost in stabilnost za obremenitve, navedene v poglavju »Maksimalni vplivi na komponente«.
- Prilagoditveni faktor za obremenitev vetra glede na življenjsko dobo f_W je v skladu z DIN EN 1991-1-4/NA, NDP za 4,2 (2P) opomba 5, tabela 3
- Prilagoditveni faktor za snežno obremenitev glede na življenjsko dobo, f_S , je v skladu z DIN EN 1991-1-3/ priloga D, tabela 4.
- Načrtovanje nosilne konstrukcije je skladno s standardom SIST EN 1990:2004/A1:2006/A101:2009 – osnove načrtovanja nosilne konstrukcije.
- Določitev vetrnih obremenitev je opravljena po standardu SIST EN 1991-1-4:2005/A101:2008 – vetrne obremenitve.
- Določitev snežnih obremenitev je opravljena po SIST EN 1991-1-3:2004/A101:2008 – snežne obremenitve.
- Življenjska doba je priznana v skladu z „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcije, snežne obremenitve“ in „Eurocode EN 1991 - Ukrepi na konstrukcijah, Vetrna dejanja“. V skladu z gradbenimi predpisi in iz varnostnih razlogov je treba namestitev po koncu življenjske dobe razstaviti.
- Razred posledic okvare se obravnava v skladu z „Eurocode EN 1990 - Osnove konstrukcijske zasnove“.
- Oseba, ki je odgovorna za izvedbo del, mora preveriti predpostavke o obremenitvi glede na razmere na kraju samem. Če se ugotovijo odstopanja, se je treba takoj posvetovati z osebo, ki je pripravila statični izračun. 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 9

Splošne informacije

Ime	JB Energija - OŠ Brestanica
Vgradni sistem	MiniRail MK2
Obdelal(-a)	David Kociper

Informacije o lokaciji

Naslov	Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Višina terena	187.53 m

Informacije o strehi

Višina zgradbe	8.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	15°
Kritina	Trapezna pločevina
Minimalna robna razdalja	0.00 m
Razdalja med rebri	250.0 mm
Širina rebra	27.0 mm
Višina grebena	40.0 mm
Material	Nerjavno jeklo
Kakovost pločevine	320GD
Debelina pločevine	0.500 mm

Obremenitve

Dimenzioniranje	SIST EN
Razred posledic ob škodi	CC1
Trajanje uporabe	25 let
Kategorija terena	II - Ravna polja z občasnimi ovirami

Vetrna obremenitev

Območje vetrne obremenitve	1
Hitrostni tlak, 50 let	$q_{p,50} = 0.482 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrostni tlak, 25 let	$q_{p,25} = 0.444 \text{ kN/m}^2$

Poročilo o statiki | Roof 9

Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m ²]	maxCpe ₂	minCpe ₂	Tlak vetra [kN/m ²]	Sesalna sila vetra [kN/m ²]
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Območje polja	2.00	0.200	-1.020	0.089	-0.453
Rob slemena	2.00	0.200	-1.350	0.089	-0.600
Napušč	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795
Kotno območje (kap)	2.00	0.200	-1.790	0.089	-0.795

Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s_k = 1.379 kN/m²
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ_i = 0.800
Faktor za naklon strehe	d_i = 0.966
Obremenitev strehe s snegom, 50 let	s_{i,50} = 1.065 kN/m²
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f_s = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25 let	s_{i,25} = 0.990 kN/m²

Lastna obremenitev

Teža modula	G_M = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.9 kg
Površina modula	A_M = 2.00 m²
Mrtva teža modula na m ²	= 10.51 kg/m²
Mrtva teža montažnega sistema na m ²	= 0.45 kg/m²
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m ²	= 0.11 kN/m²

Kombinacije obremenitev

Poročilo o statiki | Roof 9

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)	$V_{G,stab} = 0.90$
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 9

Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m ²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m ²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m ²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Območje polja	2.00	1.413	0.360	-0.474	0.028	1.113	0.284	-0.349	0.028
Rob slemena	2.00	1.413	0.360	-0.661	0.028	1.113	0.284	-0.496	0.028
Napušč	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028
Kotno območje (kap)	2.00	1.413	0.360	-0.910	0.028	1.113	0.284	-0.691	0.028

Moduli elastičnosti delov

Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm ³]	W _z [cm ³]	F _{p,Rd} [kN]
K2 MiniRail MK2	2.710	2.15	9.27	1.37	2.17	1.42

F_{p,Rd} Upor proti vlečenju

Spona za modul

Spona za modul	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
OneMid Black Set 30-42	5.00	-	1.04
OneEnd Black Set 30-42	2.62	-	1.16

Pritrditev

Pritrditev	R _{D, dvig, pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Pravokotno} [kN]	R _{D, Tlak, Vzporedno} [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	0.00	0.62

Poročilo o statiki | Roof 9

Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Št.	Območja strehe	Srednja spona	Končna spona	Nosilnost	Nosilnost	Pull Through
Polje modulov		Delež dovoljene obremenitve [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]	Vodilo [%]	Vijak [%]	Delež dovoljene obremenitve [%]
1	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
1	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
1	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
1	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
2	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
2	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
3	Območje polja	34.6	15.5	37.0	26.9	11.6
3	Rob slemena	34.6	15.5	37.0	36.9	16.2
3	Napušč	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3
3	Kotno območje (kap)	34.6	17.3	37.0	50.2	22.3



Strehe | Roof 9 | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	44	3.8 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	182	14.4 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	226	72.8 kg
Vsota				91.0 kg



Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	244	21.2 kg
2	2003072	OneMid Black Set 30-42	680	53.7 kg
3	2004211	MiniRail MK2 Set	868	279.5 kg
4	2004125	Dome 6.10 Peak	178	53.4 kg
5	1001643	MK2	356	6.2 kg
6	2001729	Socket Head Bolt serrated M8×20	356	4.6 kg
7	2003243	Dome 6.10 SD	178	53.9 kg
8	2003126	Dome Mat S 380	218	80.2 kg
9	2004278	K2 BasicRail 22; 4.80 m	49	155.8 kg
10	1006039	Dome FlatConnector Set	16	3.1 kg
11	2002870	K2 Solar Cable Manager	152	0.4 kg
12	2002609	DomeClamp Black MC Set 30-50	252	14.6 kg
13	2002610	DomeClamp Black EC Set 30-50	104	6.9 kg
14	2002300	Dome SpeedPorter	110	8.4 kg
15	2003249	S-Dome 6.10 Windbreaker short	10	18.0 kg
16	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	224	1.3 kg
17	2002793	MultiRail 25	56	8.3 kg
Vsota				769.6 kg

Barvno označene celice seznama artiklov so bile urejene naknadno. Podjetje K2 ne prevzema odgovornosti za tako nastale nepopolnosti vgradnega sistema.



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

Veljajo naši splošni pogoji poslovanja. Prosimo, glejte k2-systems.com

K2 Systems GmbH

Haldenstraße 1
71272 Renningen
Germany

+49 (0)7159 42059-0

+49 (0)7159 42059-177

info@k2-systems.com

www.k2-systems.com

3.5 Grafični in tehnični prikazi

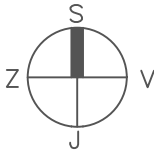
Št.	Naziv grafičnega/tehničnega prikaza
1	Situacija - lokacijski prikaz fotonapetostne elektrarne
2	Tloris strehe - postavitev fotonapetostnih modulov in generatorjev na strehi objekta
3	Tloris strehe – strelovodna inštalacija
4	Izgled namestitve fotonapetostnih generatorjev in opreme
5	Izgled namestitve namestitve PS-RO omare
6	Izgled namestitve namestitve LMO-SE in SB-AC omare
7	Enopolna shema fotonapetostne elektrarne in priklop na distribucijsko omrežje
8	Tripolna shema prostostoječe razdelilne omare – PS-RO
9	Tripolna shema ločilno merilne omare – LMO-SE in stikalnega sestava SB-AC
10	Tripolna shema stikalnega sestava DC dela – SB-DC
11	Vežalna shema monitoringa elektrarne
12	Blokovna shema izenačevanja potenciala
13	Karakteristični prečni prerez kableske trase za NN 0,4kV priključek
14	Karakteristični prečni prerez kableske kanalizacije 2x Ø110mm + 2x Ø75mm



LEGENDA:

- PS-RO Prostostoječa razdelilna omara
- LMO-SE Ločilna merilna omara sončne elektrarne
- SB-AC Stikalni sestav SB-AC za zaščito AC dela
- SB-DC Stikalni sestav SB-DC za zaščito DC dela
- GIP-SE Glavna zbiralka izenačitve potenciala sončne elektrarne
- Fotona Fotonapetostni razsmernik -G1, -G2, G3, G4
- PV Polje PV modulov - MFE OŠ Brestanica
- AC NN 0,4kV AC kabelska trasa

Naziv MFE: **MFE OŠ BRESTANICA**
Inštalirana moč PV elektrarne: 247,95 kWp DC / 250 kW AC
PV modul: Trina Solar, moč: 450Wp, 551 kos;
P_{NAZIVNA}: 247,95 kVA (cos φ=1)
Shema priklopa: PS.3B



Sprememba:	Opis spremembe:		Datum	Podpis:	
Investitor:	Mestna občina Krško Cesta krških žrtev 14 8270 Krško	Objekt in lokacija:	Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica		
Projektant:	JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem	Naziv gradnje:	Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti Mestne občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica		
Vodja projekta:	Simon Per, dipl.inž.el.	Ident. št.:	IZS PI E-2412	Vsebina/naslov risbe:	
Problematični inženir:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412		LOKACIJSKI PRIKAZ FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE IN POSTAVITEV 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:	PZI
Št. projekta:	028/2025	Datum:	januar 2025	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
				Številka načrta:	Št. načrta investitorja:
				Št. risbe:	1



LEGENDA:

Razsmernik G1 - SE100K Synergy Manager (95%)			
Ime stringa	Št. modulov (450W, Trinasolar Vertex S+)	Št. optimizatorjev (S1000, Solar Edge)	DC kabl 2x H1ZZZ2-K
Center:			
 string G1.1.1	33	17	6mm2
 string G1.1.2	29	15	6mm2
Left:			
 string G1.1.3	33	17	6mm2
 string G1.1.4	36	18	6mm2
 string G1.1.5	33	17	6mm2
Right:			
 string G1.1.6	31	16	6mm2
 string G1.1.7	29	15	6mm2
Razsmernik G2 - SE100K Synergy Manager (88%)			
Ime stringa	Št. modulov (450W, Trinasolar Vertex S+)	Št. optimizatorjev (S1000, Solar Edge)	DC kabl 2x H1ZZZ2-K
Center:			
 string G2.2.1	32	16	6mm2
 string G2.2.2	30	15	6mm2
Left:			
 string G2.2.3	33	17	6mm2
 string G2.2.4	34	17	6mm2
 string G2.2.5	36	18	6mm2
Right:			
 string G2.2.6	28	14	6mm2
 string G2.2.7	28	14	6mm2
Razsmernik G3 - SE25K (90%)			
Ime stringa	Št. modulov (450W, Trinasolar Vertex S+)	Št. optimizatorjev (S1000/S500, Solar Edge)	DC kabl 2x H1ZZZ2-K
 string G3.3.1	36	18	6mm2
 string G3.3.2	18	16(S500)	6mm2
Razsmernik G4 - SE25K (88%)			
Ime stringa	Št. modulov (450W, Trinasolar Vertex S+)	Št. optimizatorjev (S1000/S500, Solar Edge)	DC kabl 2x H1ZZZ2-K
 string G4.4.1	36	18	6mm2
 string G4.4.2	16	16(S500)	6mm2
 200mm	Kabelska polica širine 200mm in višine 60mm		
 100mm	Kabelska polica širine 100mm in višine 60mm		
 50mm	Kabelska polica širine 50mm in višine 60mm		
	Kabelska polica DC 1000V		
	Kabelska polica AC 400V		
 	Zbiralica izenačevanja potencialov		

V primerih kjer ne dosega ločilnih razdalj moramo izvesti izenačitev potencialov.
Kabel za izenačitev potencialov mora biti najmanj Cu H07V-K 1x16mm2.

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum:		Podpis:	
Investitor:		Mestna občina Krško Cesta krških žrtev 14 8270 Krško		Objekt in lokacija:		Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:		JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem		Naziv gradnje:		Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti Mestne občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
Vojta projektant:		Simon Per, dipl.inž.el.		Ident. št.:		Vsebinski nadzor:	
Projektant skrbnik:		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412		TLORIS STREHE	
Izdajal:		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412		POSTAVITEV PV MODULOV IN RAZSMERNIKOV	
Sodelavec:						Vrsta proj. dokumen.:	
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Merilo:		Vrsta načrta:	
Št. projekta:		028/2025		Datum:		3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
				Januar 2025		Št. načrta investitorja:	
						Št. rabe:	



OBSTOJEČE

NOVO

LEGENDA:

MS1

obstoječi merilni spoj med ozemljilom in odvodnim vodnikom

MS1

obstoječi strelvodni vodnik

MS1

obstoječi strelvodni vodnik Al Ø8mm

LOP1,0

lovilna palica 1,0m Al Ø16/10 mm
+ pritrditveni komplet

OPOMBA:

Izračunana ločilne razdalje za objekt znaša 0,38m

Ker na nekaterih mestih zahtevane ločilne razdalje ni mogoče doseči,
je treba vse kovinske mase galvanско povezati v enoten in skupen
ozemljitveni sistem.

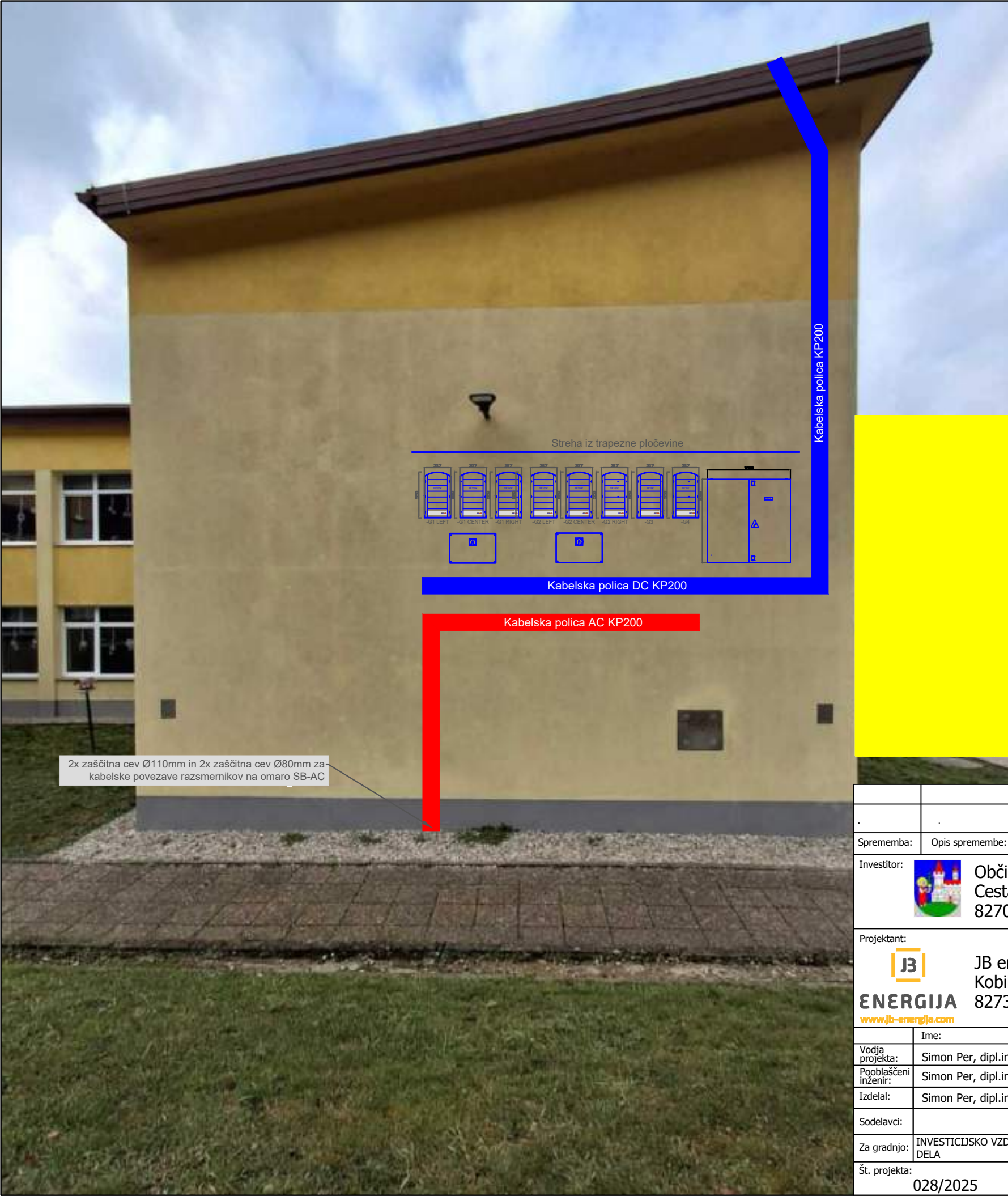
Zaščitni nivo: IV, vrsta LPS: IV

S

V

Z

J

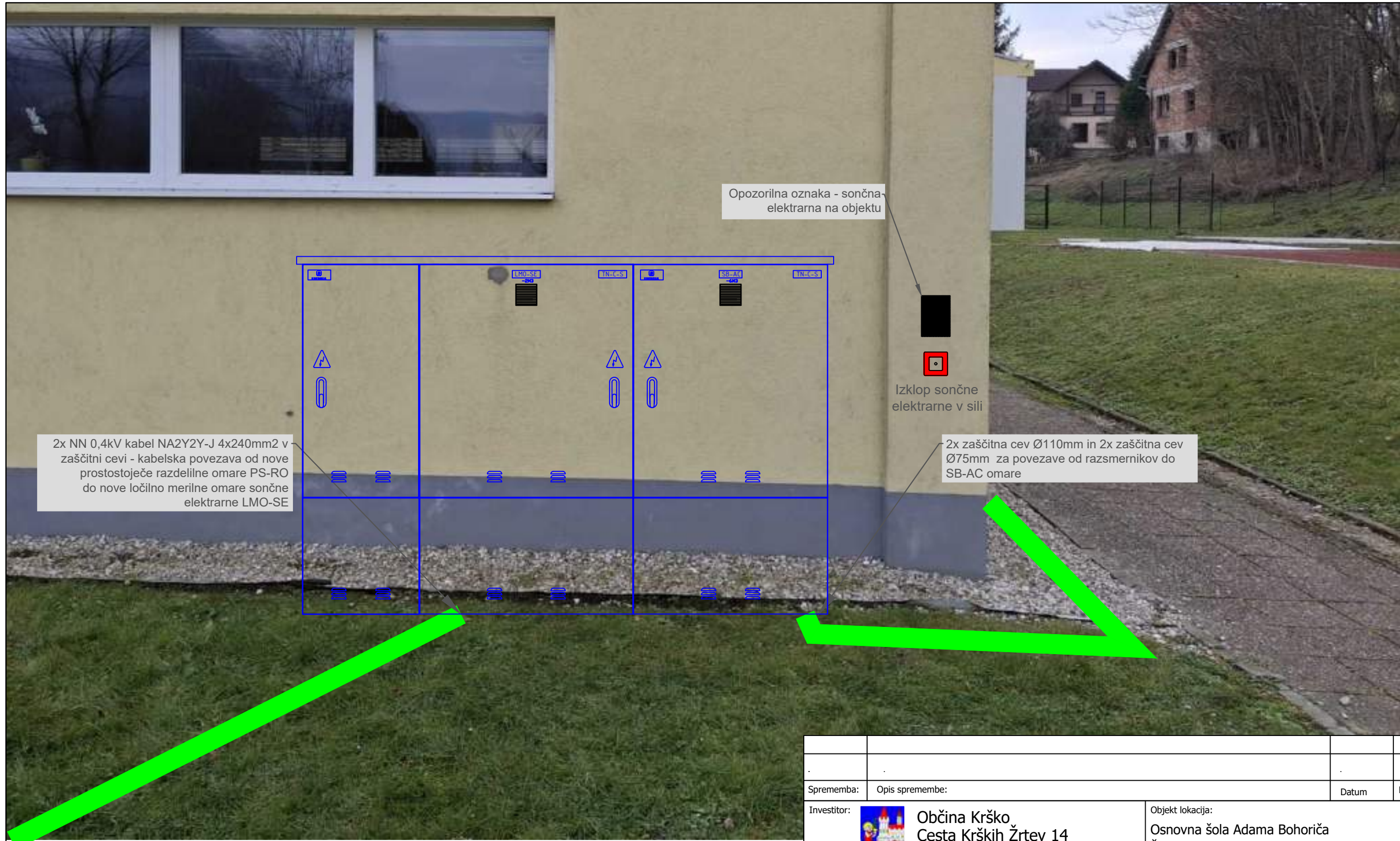


Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:		Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško		Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:		JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com		Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
Vodja projekta:		Ime:	Ident. št.:	Vsebina/naslov risbe: IZGLED NAMESTITVE RAZSMERNIKOV IN =SB-DC	
Pooblaščen inženir:		Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412		
Izdelal:		Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412		
Sodelavci:				Vrsta proj. dokumen.:	Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Vrsta načrta:	PZI
Št. projekta:		Merilo: 1:50		3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
		Datum: januar 2025		Številka načrta:	Št. risbe:
		028/2025		028/2025-2	4

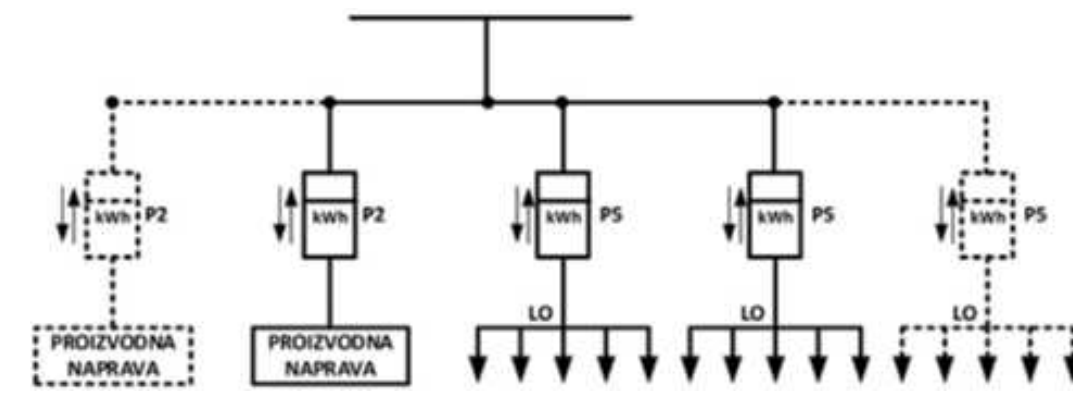
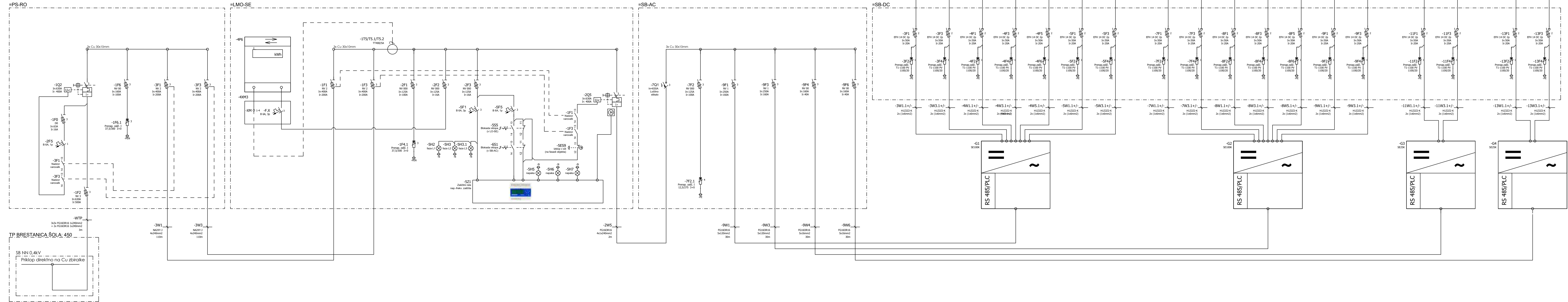


2x zaščitna cev Ø160mm kableska povezava od nove prostostoječe razdelilne omareljučno merie PS-RO do nove priključne omare PMO-SE

Sprememba:	Opis spremembe:	Datum	Podpis:
Investitor:	 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško	Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:	 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem ENERGIJA www.jb-energija.com	Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
	Ime:	Ident. št.:	Podpis:
Vodja projekta:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412	
Pooblaščen inženir:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412	
Izdela:	Simon Per, dipl.inž.el.		
Vsebina/naslov risbe:			
IZGLED NAMESTITVE =PS-RO			
Sodelavci:			
Vrsta proj. dokumen.:		Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje	PZI
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo: 1:10	Spr: .
Vrsta načrta:		3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
Št. projekta:	028/2025	Datum: januar 2025	Številka načrta: 028/2025-2
		Št. načrta investitorja: .	Št. risbe: 5



Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	
Investitor:		Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško		Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:		JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem		Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
Vodja projekta:		Ime:	Ident. št.:	Vsebinski naslov risbe:	
Pooblaščen inženir:		Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412	IZGLED NAMESTITVE =LMO-SE IN =SB-AC	
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: 1:20	Vrsta načrta: 3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
Št. projekta:		028/2025	Datum: januar 2025	Št. risbe: 6	



Tipična shema PS.3B po SONDEE, (Ur, I. RS. št. 77/24)

Naziv MFE: **MFE OŠ BREŠTANICA**
Instalirana moč PV elektrarne: 247,95 kWp DC / 250 kW AC
PV modul: Trina Solar, moč: 450Wp, 551 kos;
PNAZIVNA: 247,95 kVA (cos fi=1)
Shema priklopa: PS.3B

Sprememba:		Opis spremembe:				Datum		Podpis:	
Investitor:		 Mestna občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško				Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica			
Projektant:		 JB Energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem				Naziv gradnje: Postavitve fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica			
Vodja projekta:		Ime:		Ident. št.:		Podpis:		Vsebina/naslov risbe: ENOPOLNA shema FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE IN PRIKLOP NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE	
Pogodbeni inženir:		Simon Per, dipl.inž.el.		IZS PI E-2412		IZS PI E-2412			
Izdal:		Simon Per, dipl.inž.el.							
Sodelavci:									
Za gradnjo:		INVESTICIJSKO VZDRŽEVANJE DELA		Merilo:		Spr:		Vrsta načrta:	
Št. projekta:		028/2025		Datum:		januar 2025		Številka načrta:	
								3/0 NAČRT ZA PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
								Št. načrta investitorja:	
								Št. risbe:	
								7	

STIKALNI SESTAV =PS-RO

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:	
Investitor:	Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško			Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica		
Projektant:	 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com			Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica		
Vodja projekta:	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe: TROPOLNA SHEMA STIKALNEGA SESTAVA =PS-RO		
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:	Spr:	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	
Št. projekta:	028/2025	Datum:	januar 2025	Številka načrta:	Št. načrta investitorja:	Št. risbe:
				028/2025-2		8



ENERGIJA
www.jb-energija.com

JB energija, d.o.o.

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

STIKALNI SESTAV =PS-RO

Naročnik: Občina Krško, Cesta Krških Žrtev 14, 8270 Krško
Opis projekta: Postavitev fotonapetostne elektrarne na obstoječi strehi Osnovne Šole Adama Bohoriča Brestanica
Številka projekta: 028/2025
Številka načrta: 028/2025-2

Izdelal: JB energija, d.o.o.
Ime projekta: MFE OŠ Brestanica
Lokacija: Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Odgovorna oseba projekta: Simon Per, dipl. inž. el.
Tip projekta: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI)

Ustvarjeno: januar 2025

Datum zadnje spremembe: .

Spreminjal: .

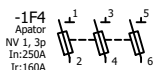
Število strani 3

		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	 ENERGIJA www.jb-energija.com Kobile 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Naslovna stran	Razdelilec: =PS-RO	Prostor:	Stran: 0
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:	Št. projekta: 028/2025		Sledi: 0.1
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:		MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. načrta: 028/2025-2		Število strani: 3
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI					

Presek vodnikov (če ni drugače določeno)		
Fazni vodnik	min 1,5mm ²	črna
Nevtralni vodnik N	min 1,5mm ²	svetlo modra
Zaščitni vodnik	min 1,5mm ²	rumeno / zelena
Zunanja napetost	min 1,5mm ²	ornažna

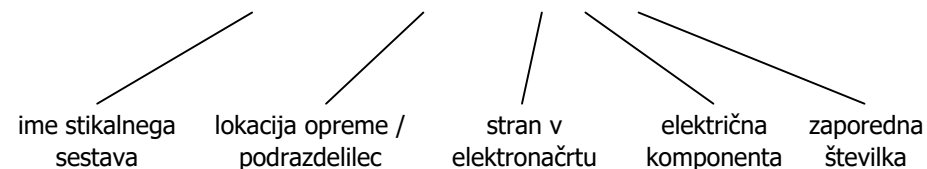
Krmilni vodi		
+24V DC	0,75mm ²	temno modra
0V DC	0,75mm ²	temno modra/bela
+24V AC	0,75mm ²	rjava
0V AC	0,75mm ²	rjava
merilni signal	0,75mm ²	bela
230V AC krmilni signal	0,75mm ²	rdeča

Besedilo simbola	
oz. elek. elementa	-1F4
generično ime	Apator
velikost var. ločilnika	NV1,3p
tokovna zdržnost	In:250A
velikost zaš. elementa	Ir:160A



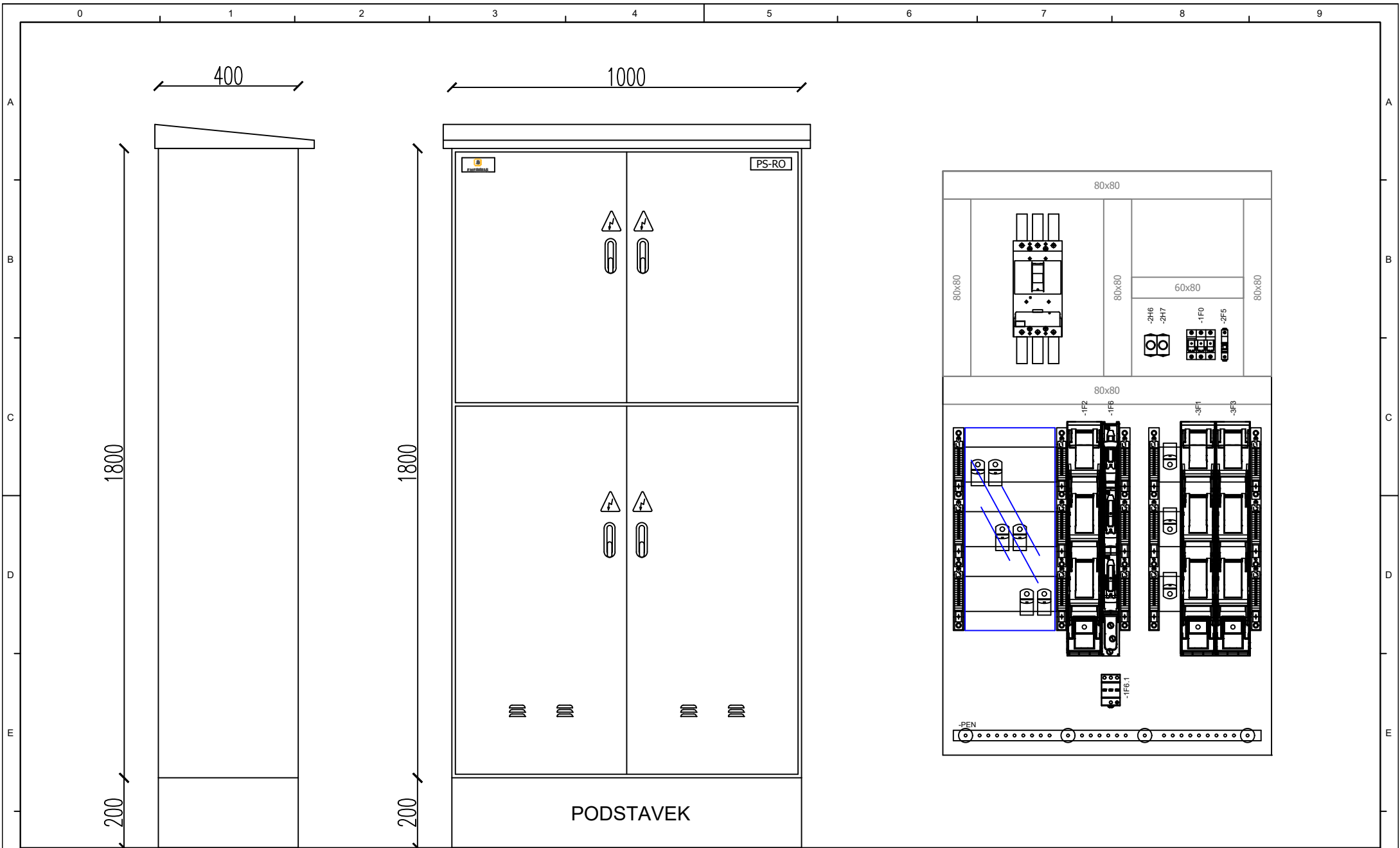
Legenda oznak električnih elementov

=R-LMO +RD1 -1F4

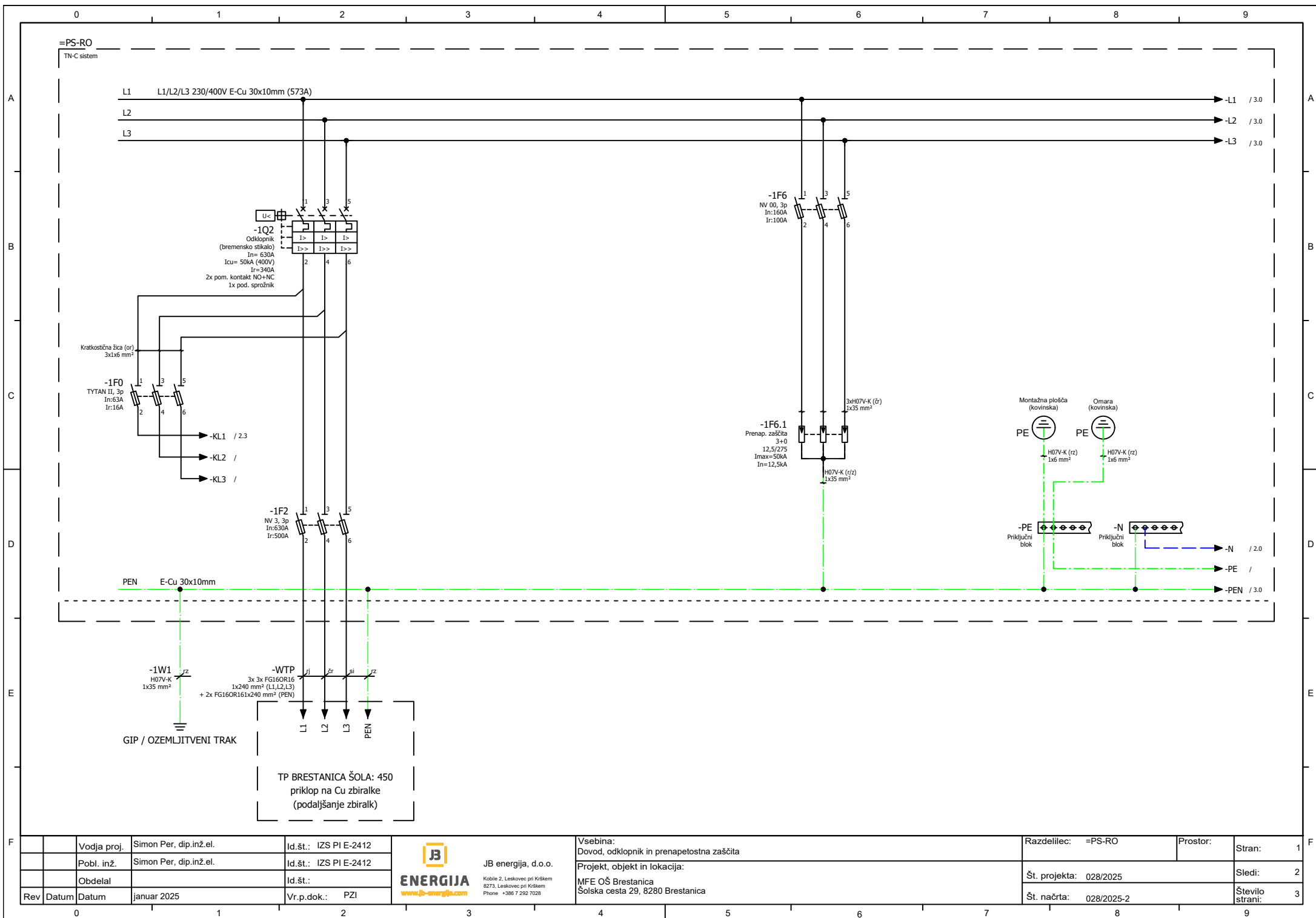


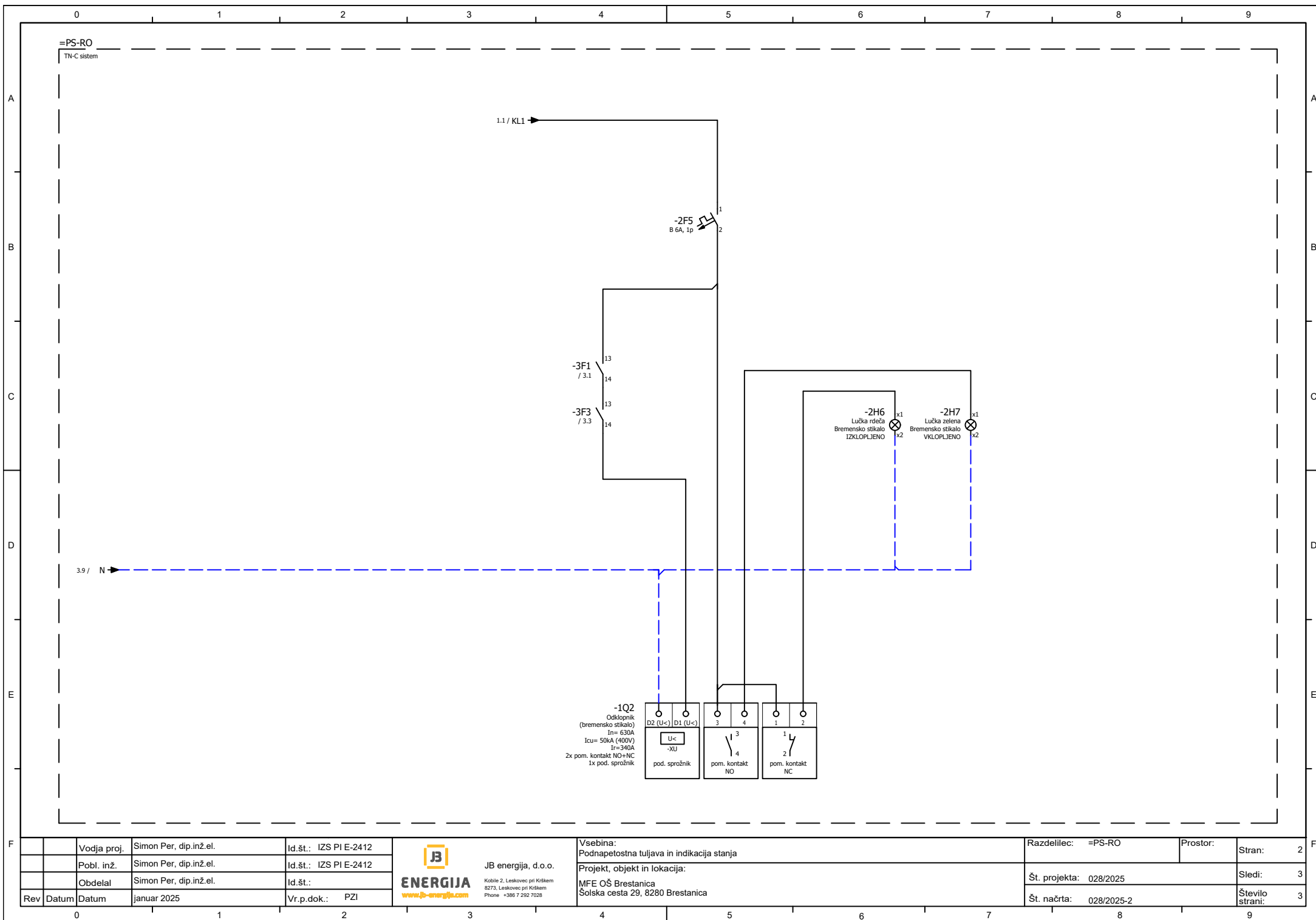
Vrste linij	
žična povezava	_____
zbiralka	_____
nevtralni vodnik	-----
zaščitni vodnik	-----
strukturno območje	□□□□□□

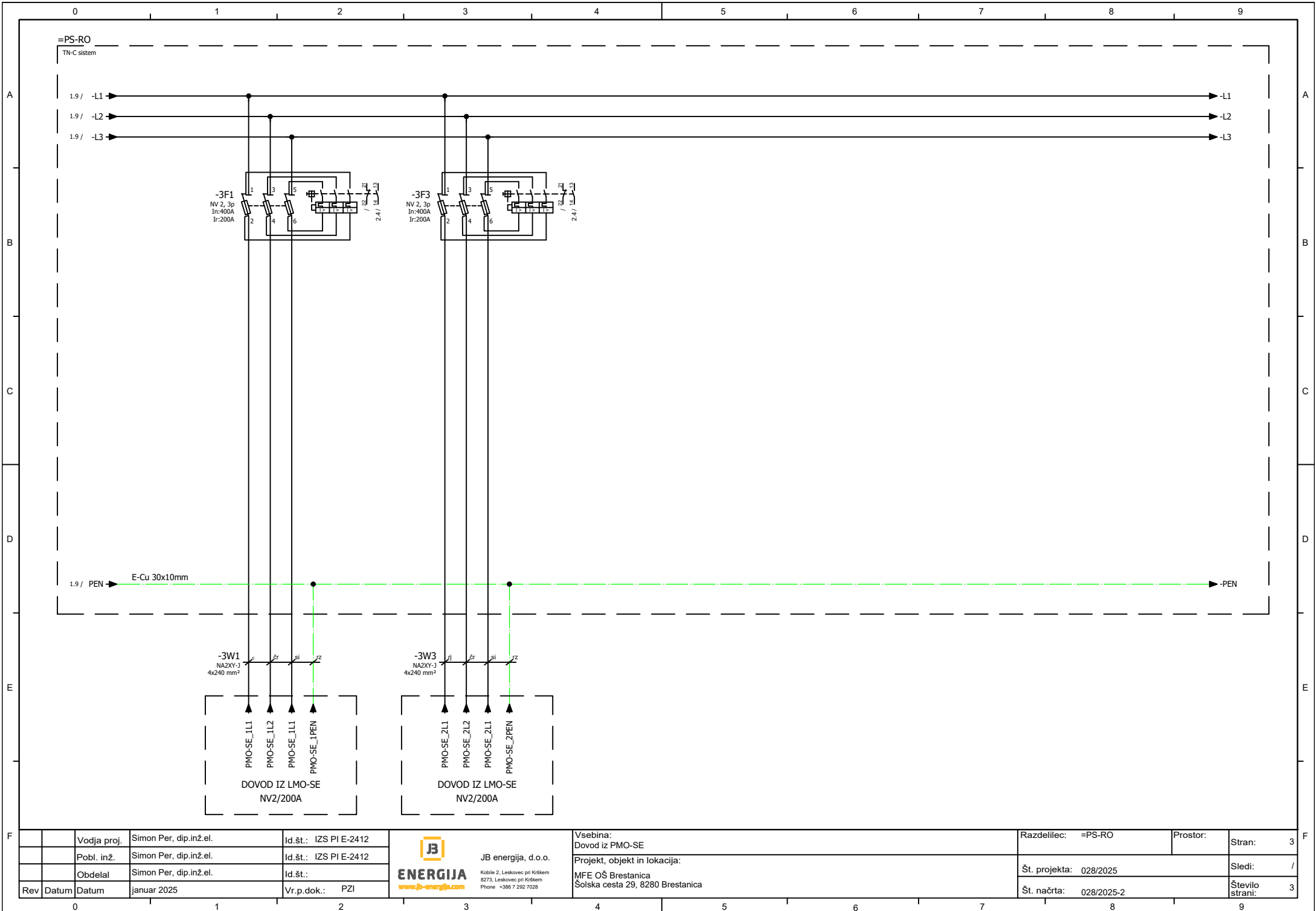
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI	 JB energija, d.o.o. Kobilje 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Legenda	Razdelilec: =PS-RO	Prostor:	Stran: 0.1
	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412			Projekt, objekt in lokacija:			
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412			MFE OŠ Brestanica	Št. projekta: 028/2025		Sledi: 0.2
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:			Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. načrta: 028/2025-2		Število strani: 3



		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	J JB energija, d.o.o. ENERGIJA www.jb-energija.com Koble 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Izgled stikalnega sestava			Razdelilec: =PS-RO		Prostor:	Stran: 0.2							
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:			Št. projekta: 028/2025		Sledi: 1								
		Obdelal		Id.št.:		MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica			Št. načrta: 028/2025-2		Število strani: 3								
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI															
0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	







STIKALNI SESTAV =LMO-SE in =SB-AC

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:	 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško			Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:	 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com			Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
Vodja projekta:	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe: TROPOLNA SHEMA STIKALNEGA SESTAVA =LMO-SE IN SB-AC	
Poglašeni 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
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo:	Spr:	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
Št. projekta:	028/2025	Datum:	januar 2025	Številka načrta:	028/2025-2
				Št. načrta investitorja:	Št. risbe:
					9



ENERGIJA
www.jb-energija.com

JB energija, d.o.o.

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

STIKALNI SESTAV =LMO-SE in =SB-AC

Naročnik: Občina Krško, Cesta Krških Žrtev 14, 8270 Krško
Opis projekta: Postavitev fotonapetostne elektrarne na obstoječi strehi Osnovne Šole Adama Bohoriča Brestanica
Številka projekta: 028/2025
Številka načrta: 028/2025-2

Izdela: JB energija, d.o.o.
Ime projekta: MFE OŠ Brestanica
Lokacija: Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Odgovorna oseba projekta: Simon Per, dipl. inž. el.
Tip projekta: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI)

Ustvarjeno: januar 2025

Datum zadnje spremembe: .

Spreminjal: .

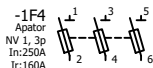
Število strani 12

	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	 ENERGIJA www.jb-energija.com Kobile 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Naslovna stran	Razdelilec: =LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran: 0
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:	Št. projekta: 028/2025		Sledi: 0.1
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:		MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. načrta: 028/2025-2		Število strani: 13
Rev	Datum	Datum	januar 2025		Vr.p.dok.: PZI			

Presek vodnikov (če ni drugače določeno)		
Fazni vodnik	min 1,5mm ²	črna
Nevtralni vodnik N	min 1,5mm ²	svetlo modra
Zaščitni vodnik	min 1,5mm ²	rumeno / zelena
Zunanja napetost	min 1,5mm ²	ornažna

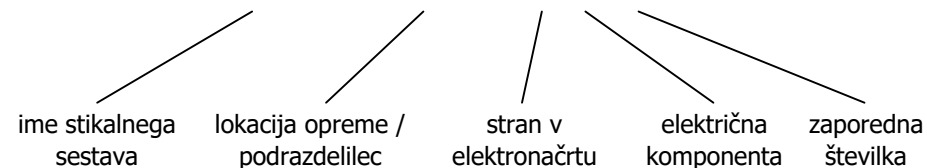
Krmilni vodi		
+24V DC	0,75mm ²	temno modra
0V DC	0,75mm ²	temno modra/bela
+24V AC	0,75mm ²	rjava
0V AC	0,75mm ²	rjava
merilni signal	0,75mm ²	bela
230V AC krmilni signal	0,75mm ²	rdeča

Besedilo simbola	
oz. elek. elementa	-1F4
generično ime	Apator
velikost var. ločilnika	NV1,3p
tokovna zdržnost	In:250A
velikost zaš. elementa	Ir:160A



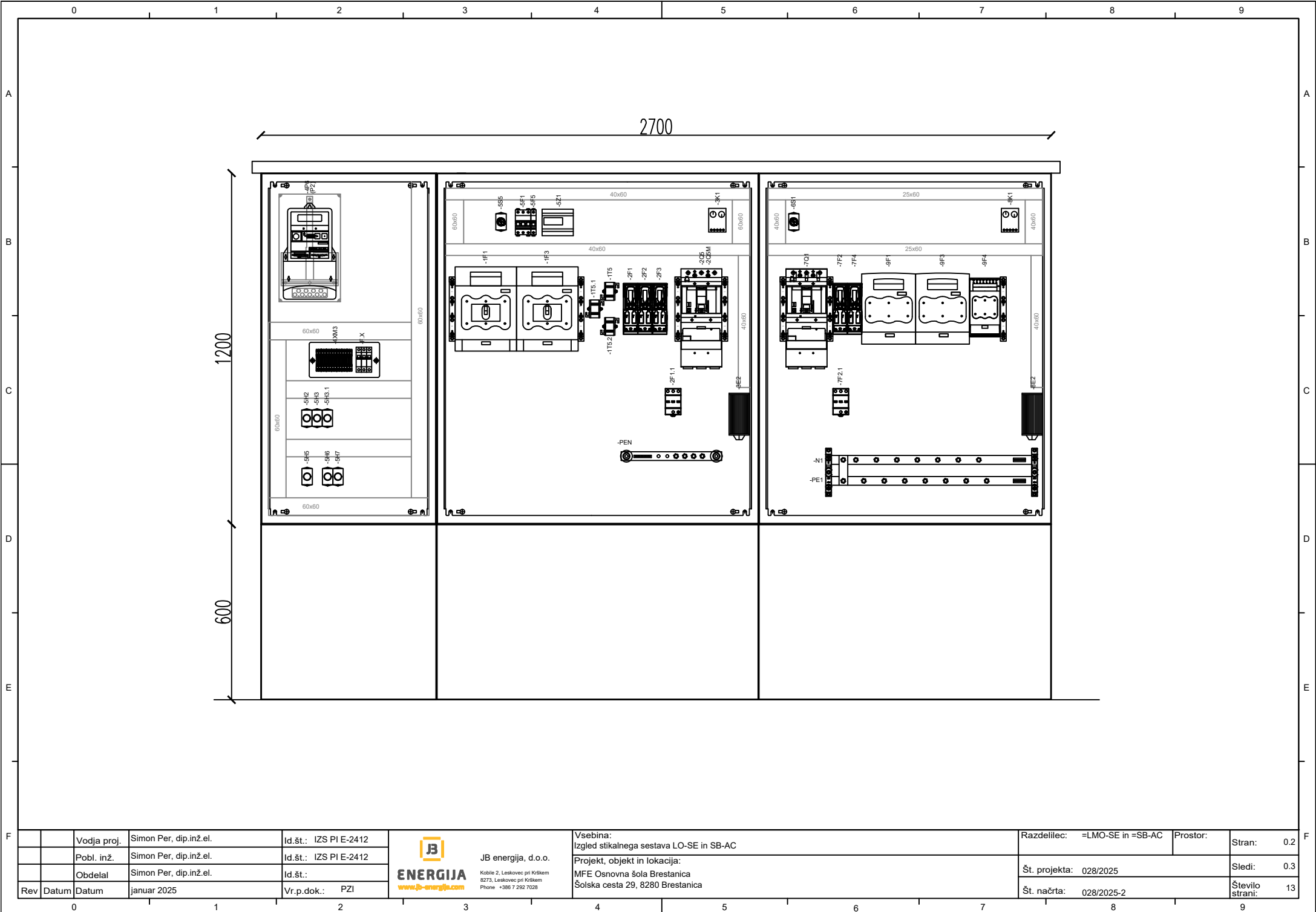
Legenda oznak električnih elementov

=R-LMO +RD1 -1F4



Vrste linij	
žična povezava	_____
zbiralka	_____
nevtralni vodnik	-----
zaščitni vodnik	-----
strukturno območje	□□□□□□

Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI	 JB energija, d.o.o. Kobler 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Legenda	Razdelilec: =LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran: 0.1
	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412			Projekt, objekt in lokacija:			
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412			MFE Osnovna šola Brestanica	Št. projekta: 028/2025		Sledi: 0.2
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:			Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. načrta: 028/2025-2		Število strani: 13



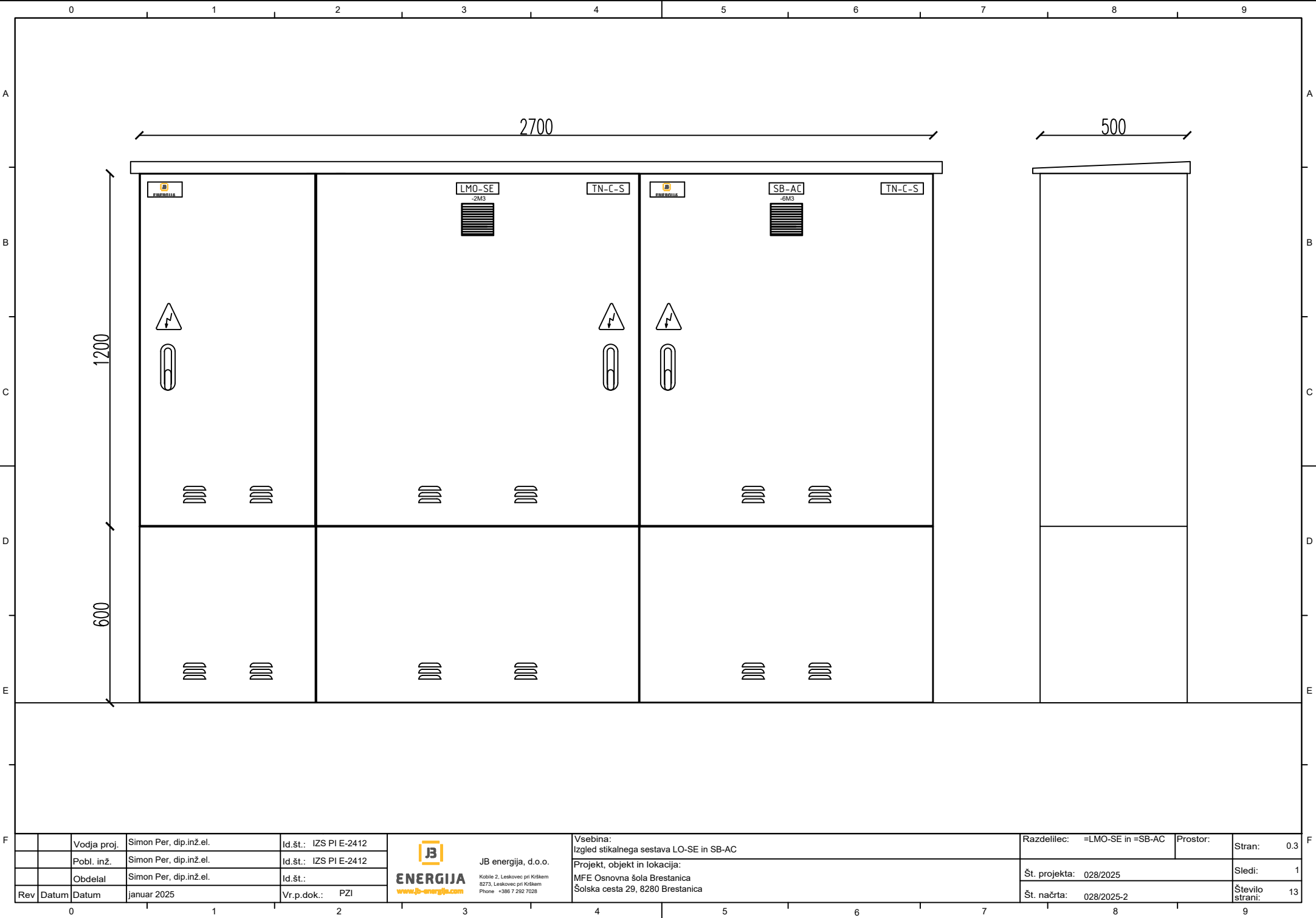
		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI



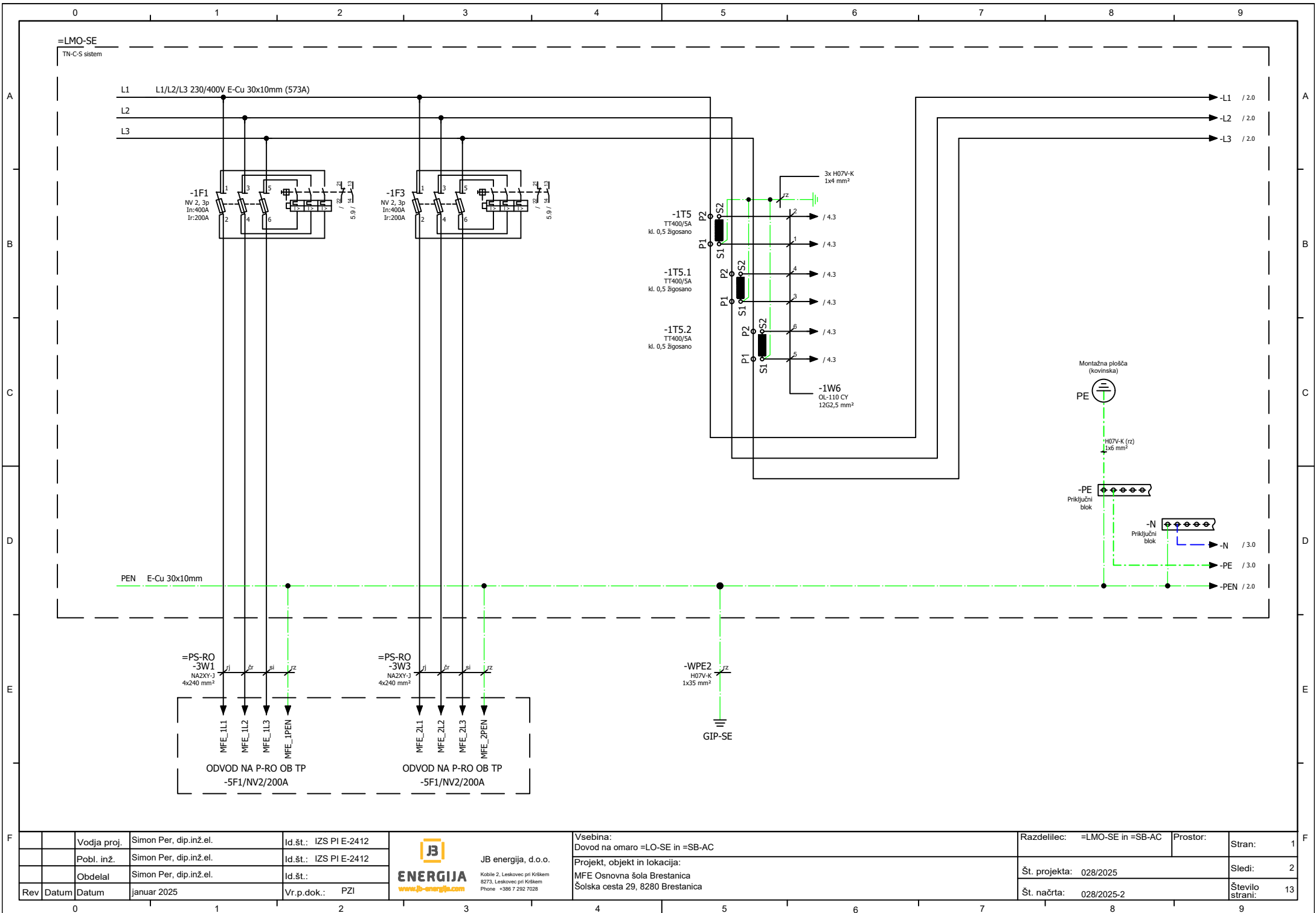
JB energija, d.o.o.
Kobla 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

Vsebina:
Izgled stikalnega sestava LO-SE in SB-AC
Projekt, objekt in lokacija:
MFE Osnovna šola Brestanica
Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran:	0.2
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		0.3
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		13



		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	JB JB energija, d.o.o. ENERGIJA Kobilje 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028 www.jb-energija.com	Vsebina: Izgled stikalnega sestava LO-SE in SB-AC	Razdelilec: =LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran:	0.3
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:	Št. projekta: 028/2025	Št. načrta: 028/2025-2	Sledi:	1
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:		MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica			Število strani:	13
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI						



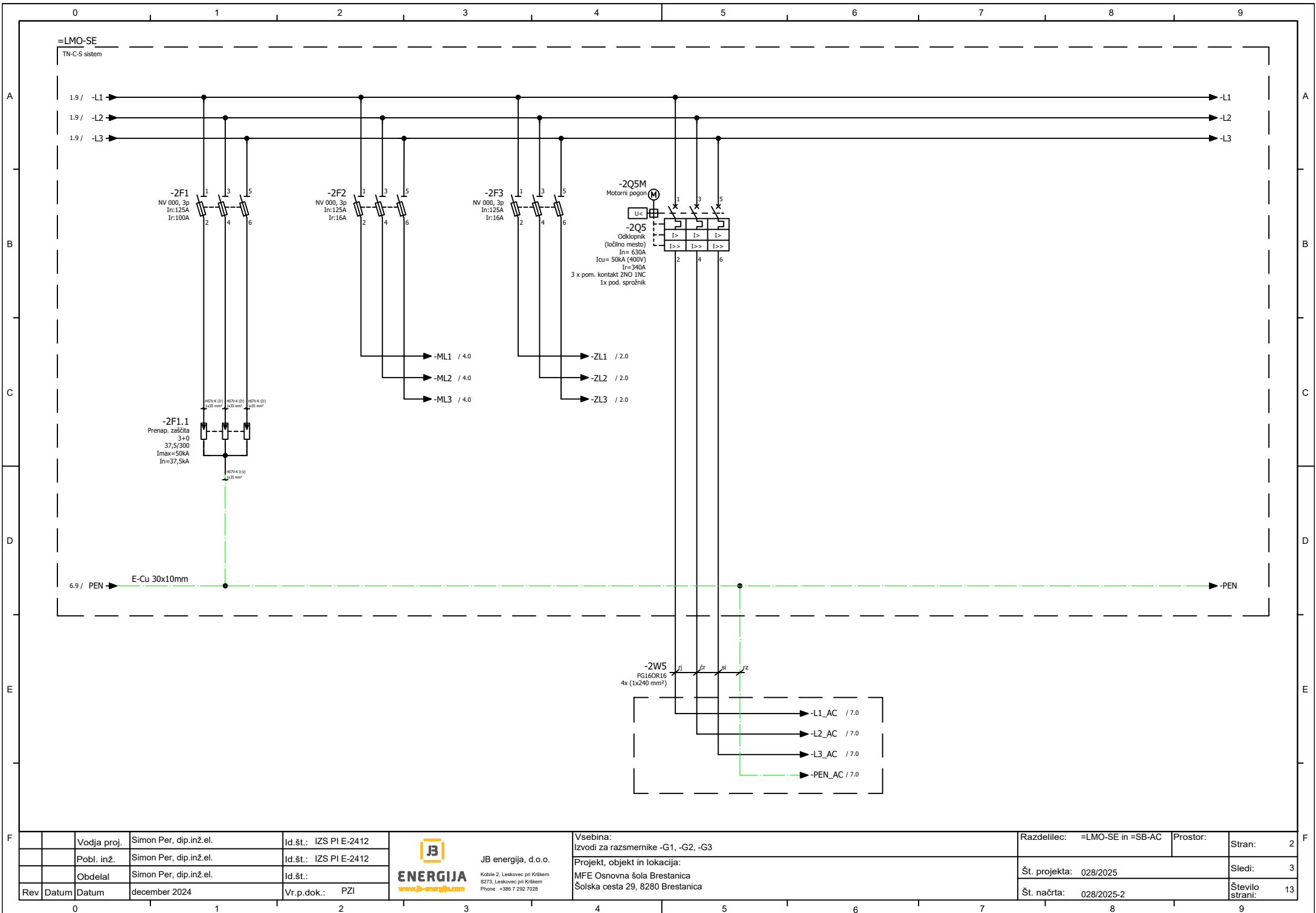
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI
		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:

**JB**
ENERGIJA
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

JB energija, d.o.o.

Vsebina:	Dovod na omaro =LO-SE in =SB-AC
Projekt, objekt in lokacija:	MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran:	1
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		2
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		13



Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	Datum
	december 2024	
		Vr.p.dok.: PZI



JB energija, d.o.o.

ENERGIJA

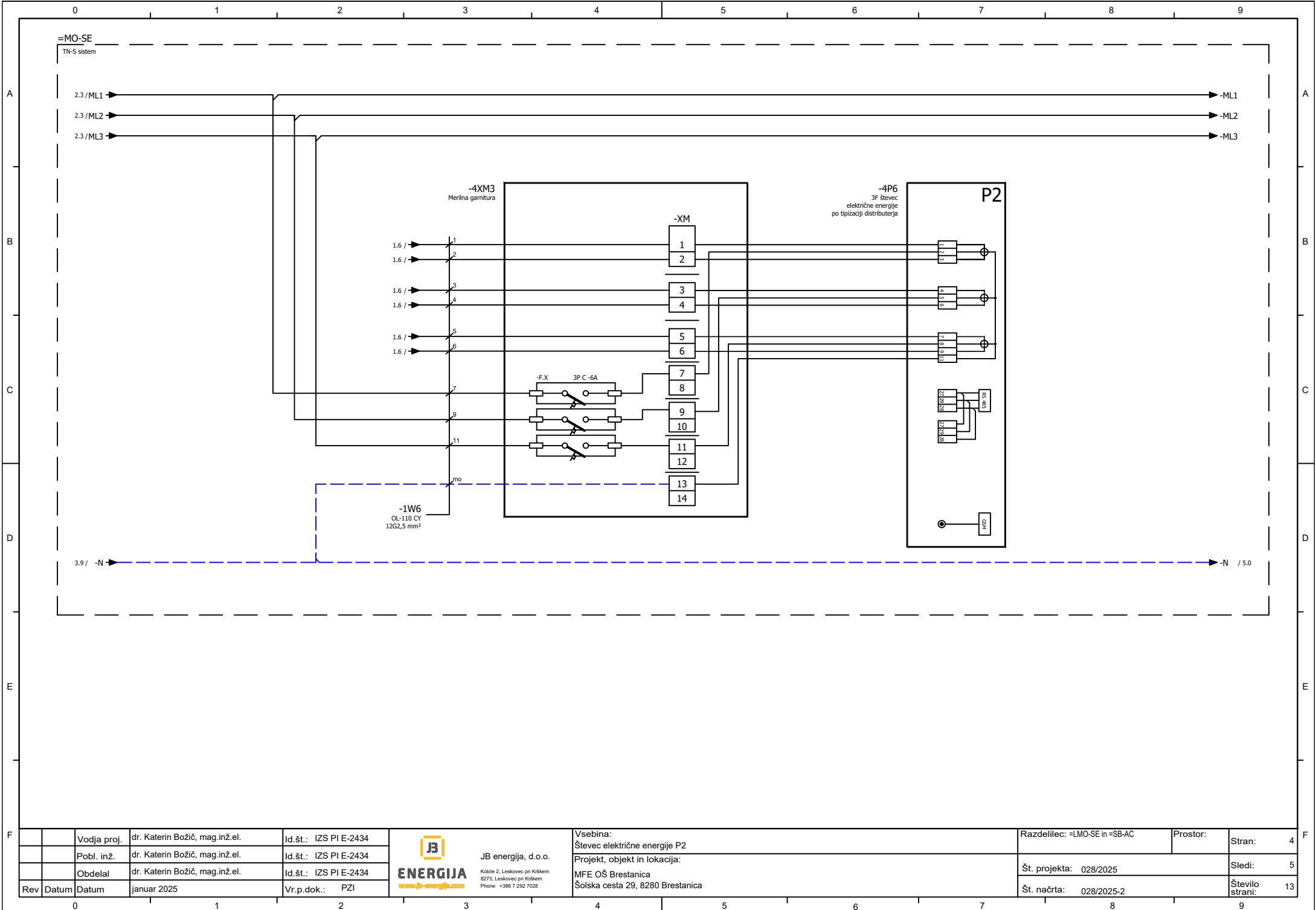
www.jb-energija.com

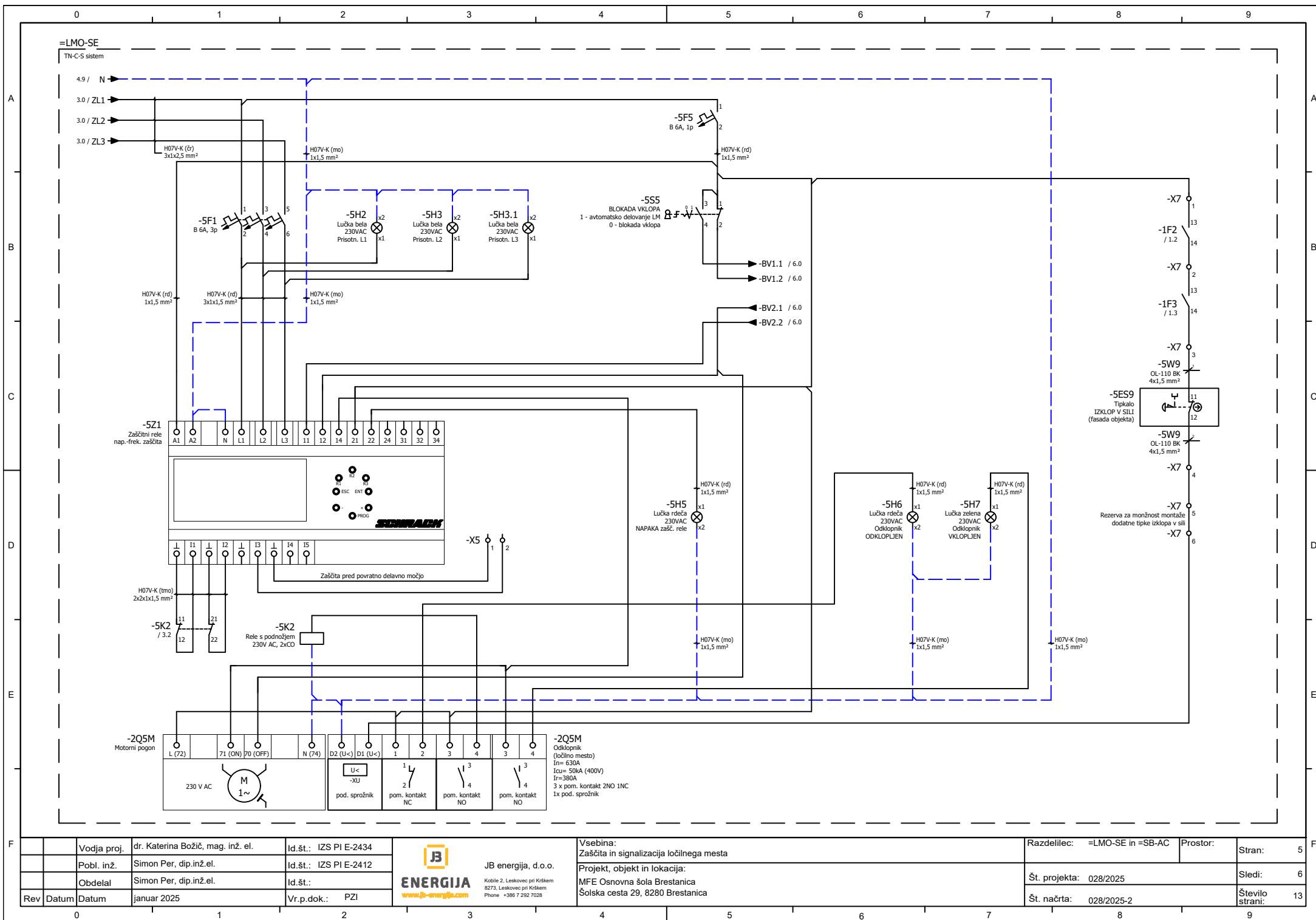
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

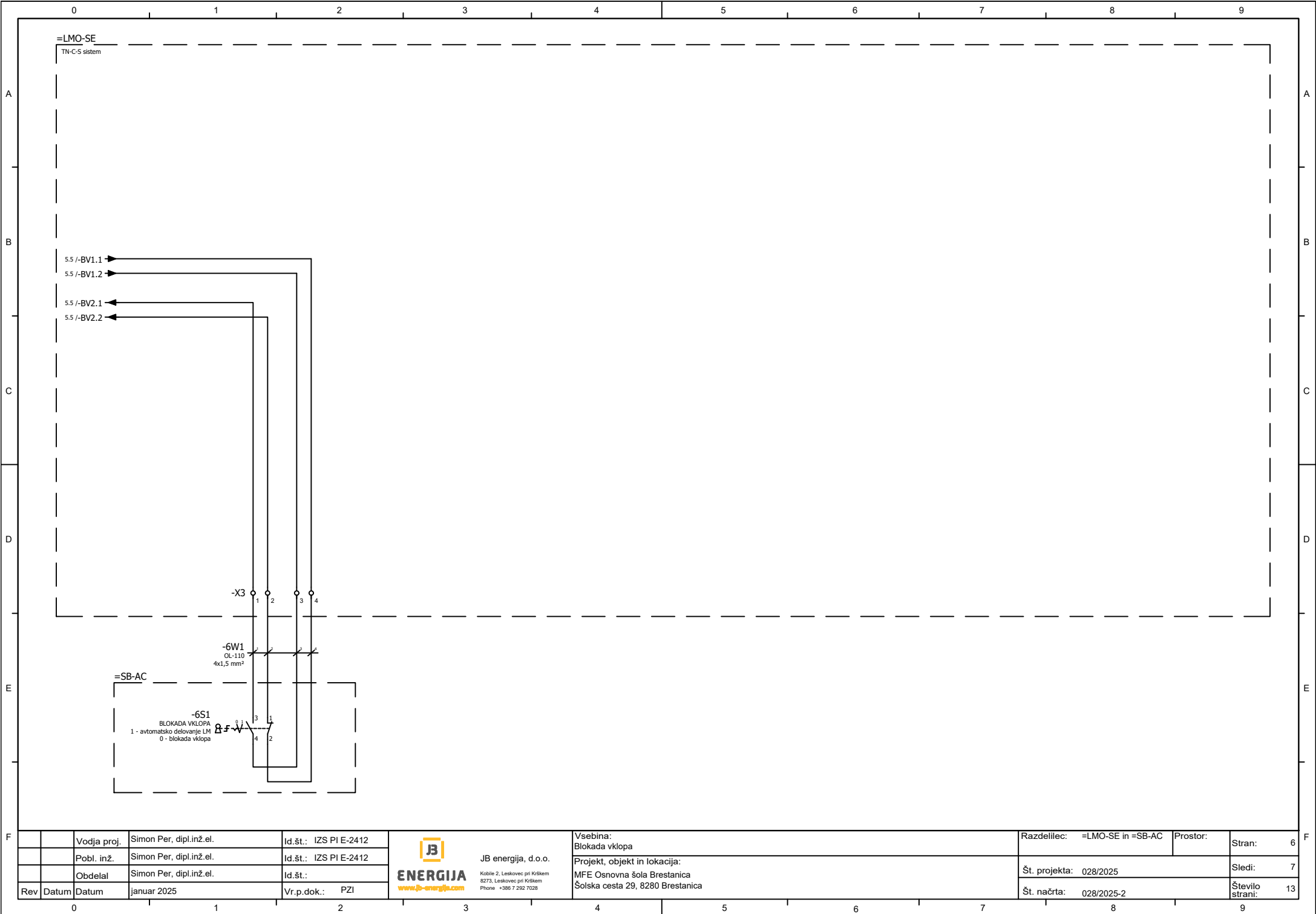
Vsebina:
Izvodi za razsmernike -G1, -G2, -G3

Projekt, objekt in lokacija:
MFE Osnovna šola Brestanica
Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran:	2
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		3
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		13







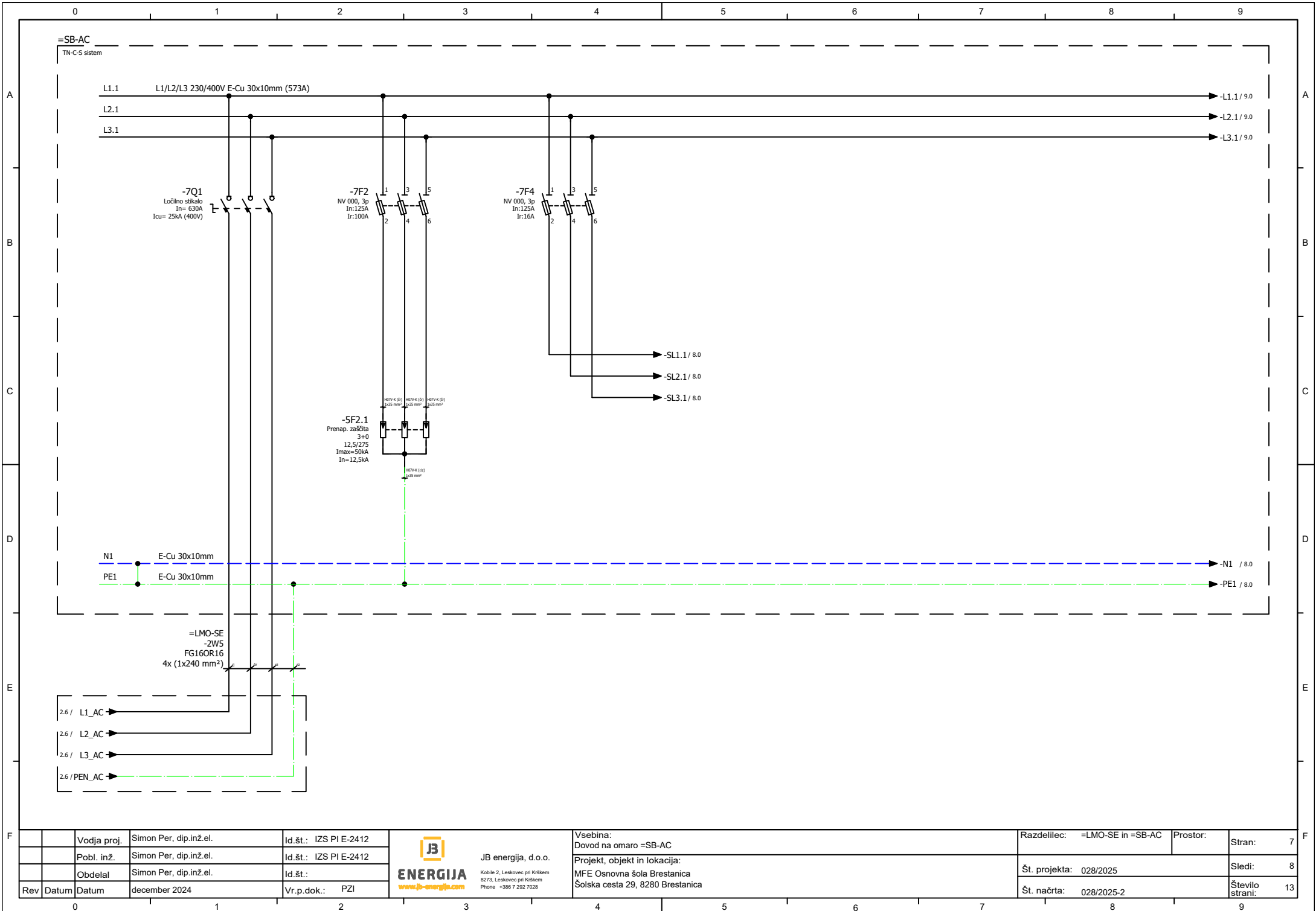
		Vodja proj.	Simon Per, dipl.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dipl.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dipl.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

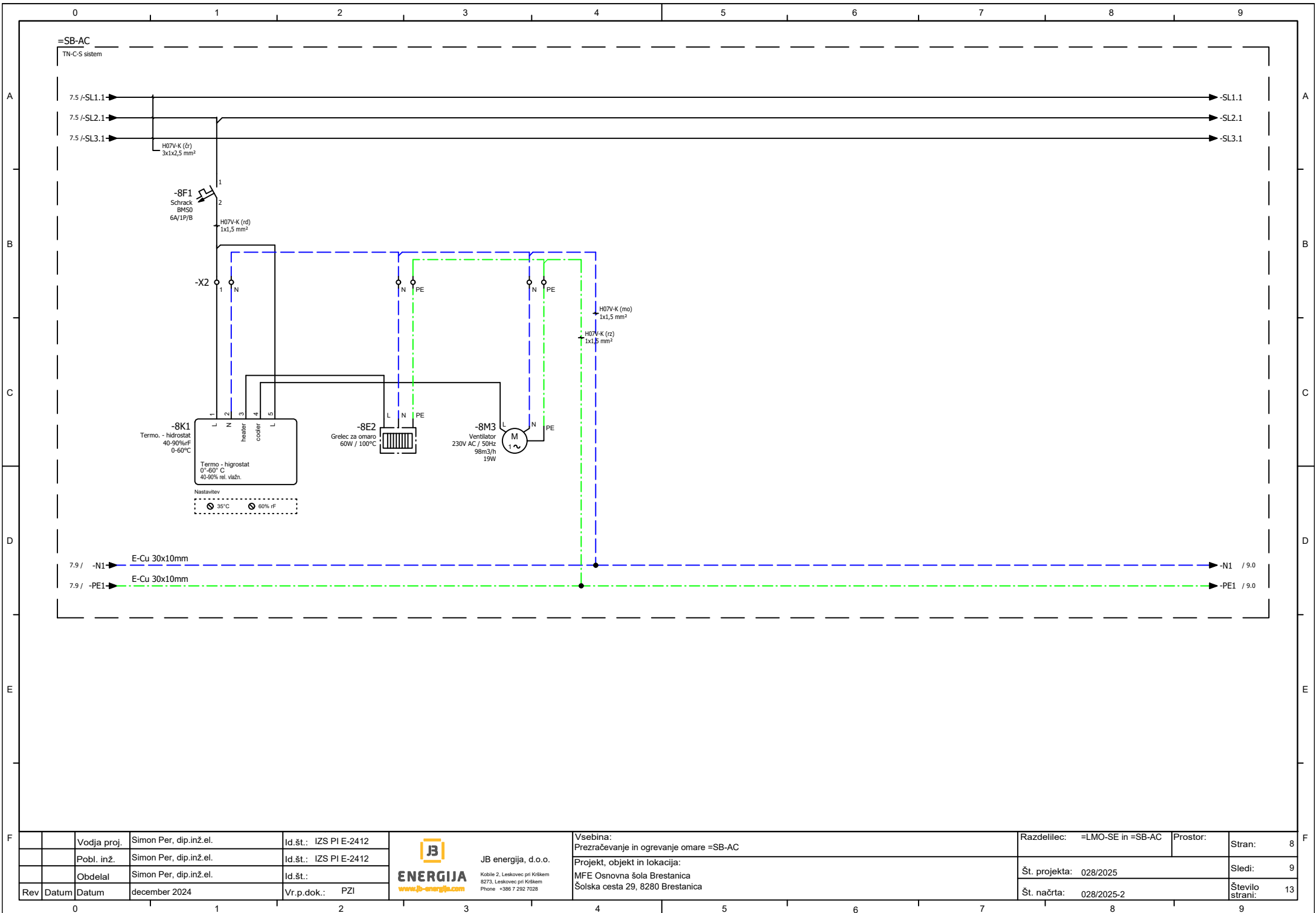


JB energija, d.o.o.
Koble 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

Vsebina:	Blokada vklopa
Projekt, objekt in lokacija:	MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=LMO-SE in =SB-AC	Prostor:		Stran:	6
Št. projekta:	028/2025	Sledi:			7
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:			13





Rev	Datum	Datum	deceMBER 2024	Vr.p.dok.: PZI
	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	

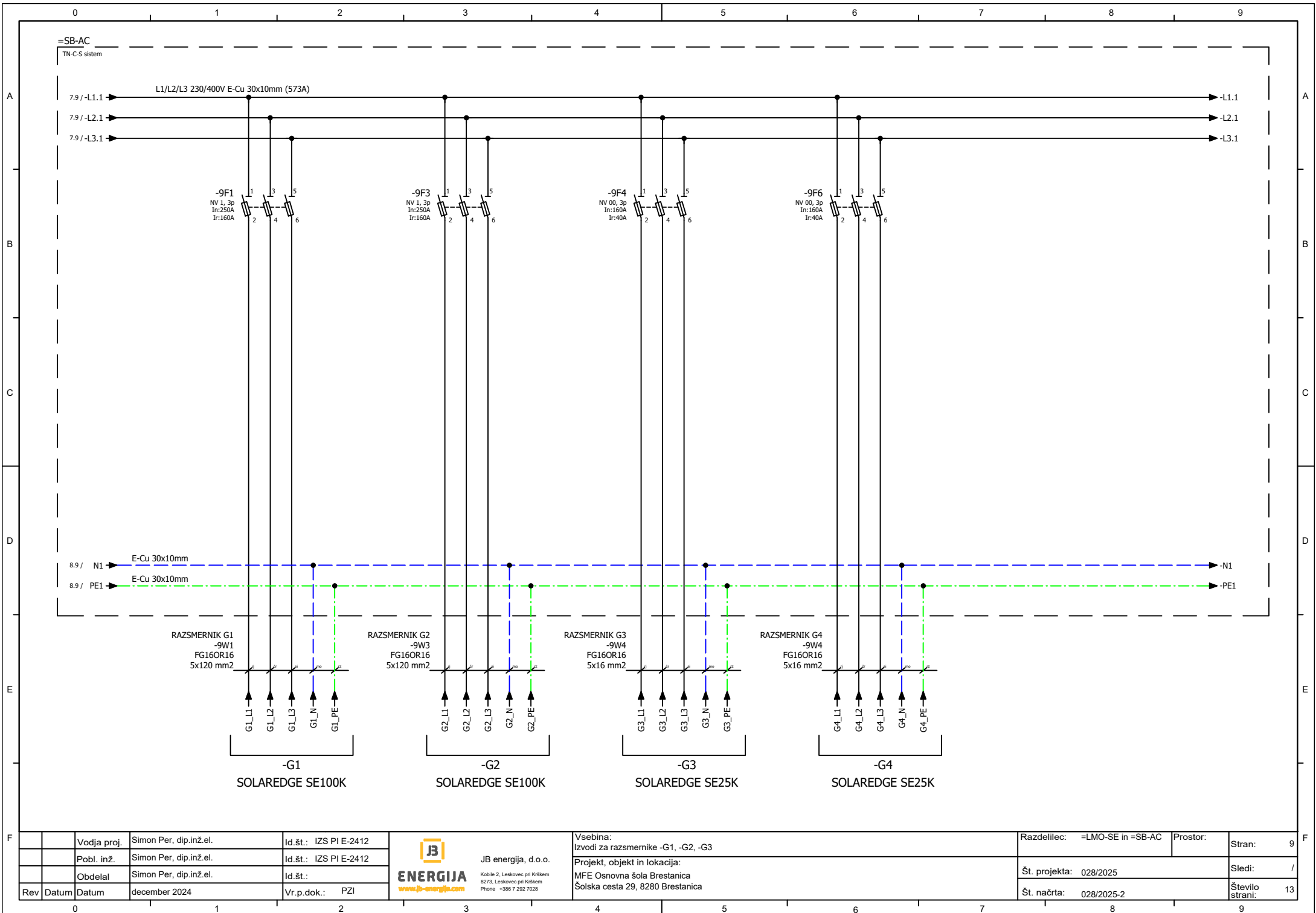
JB

ENERGIJA

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

JB energija, d.o.o.

Vsebina: Prezračevanje in ogrevanje omare =SB-AC	Razdelilec: =LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran: 8
Projekt, objekt in lokacija: MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. projekta: 028/2025	Sledi:	9
	Št. načrta: 028/2025-2	Število strani:	13



	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	december 2024	Vr.p.dok.: PZI



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



Vsebina: Izvodi za razsmernike -G1, -G2, -G3
Projekt, objekt in lokacija: MFE Osnovna šola Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec: =LMO-SE in =SB-AC	Prostor:	Stran: 9
Št. projekta: 028/2025	Sledi: /	
Št. načrta: 028/2025-2	Število strani: 13	

STIKALNI SESTAV =SB-DC

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:	 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško			Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:	 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com			Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
Vodja projekta:	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe: TRIPOLNA SHEMA STIKALNEGA SESTAVA =SB-DC	
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
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo: 1:x	Spr:	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
Št. projekta:	028/2025	Datum:	januar 2025	Številka načrta:	028/2025-2
				Št. načrta investitorja:	Št. risbe: 10



ENERGIJA
www.jb-energija.com

JB energija, d.o.o.

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

STIKALNI SESTAV =SB-DC

Naročnik: Občina Krško, Cesta Krških Žrtev 14, 8270 Krško
Opis projekta: Postavitev fotonapetostne elektrarne na obstoječi strehi Osnovne šole Adama Bohoriča Brestanica
Številka projekta: 028/2025
Številka načrta: 028/2025-2

Izdela: JB energija, d.o.o.
Ime projekta: MFE OŠ Brestanica
Lokacija: Šolska cesta 29, 8280 Brestanica
Odgovorna oseba projekta: Simon Per, dipl. inž. el.
Tip projekta: Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI)

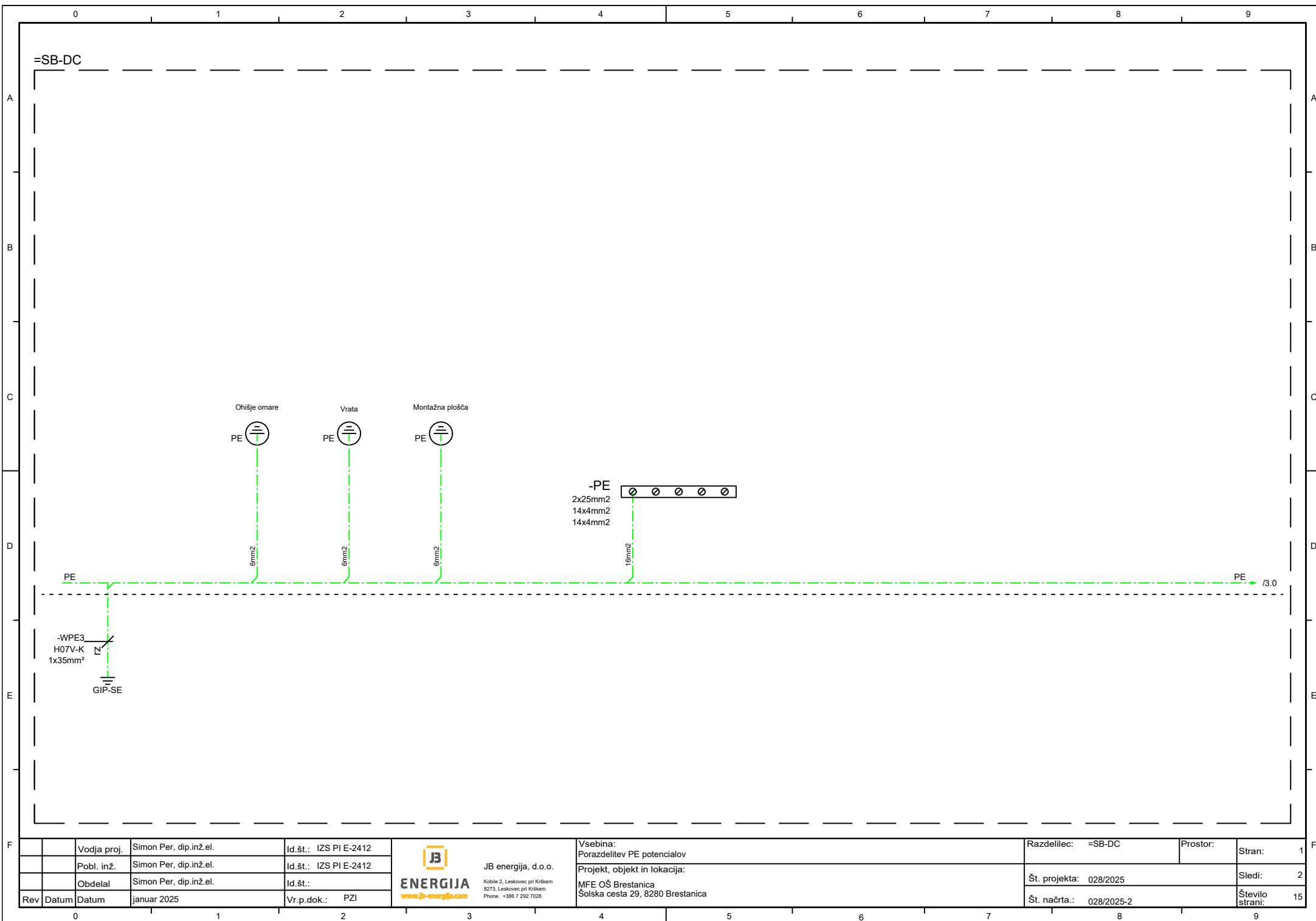
Ustvarjeno: januar 2025

Datum zadnje spremembe: .

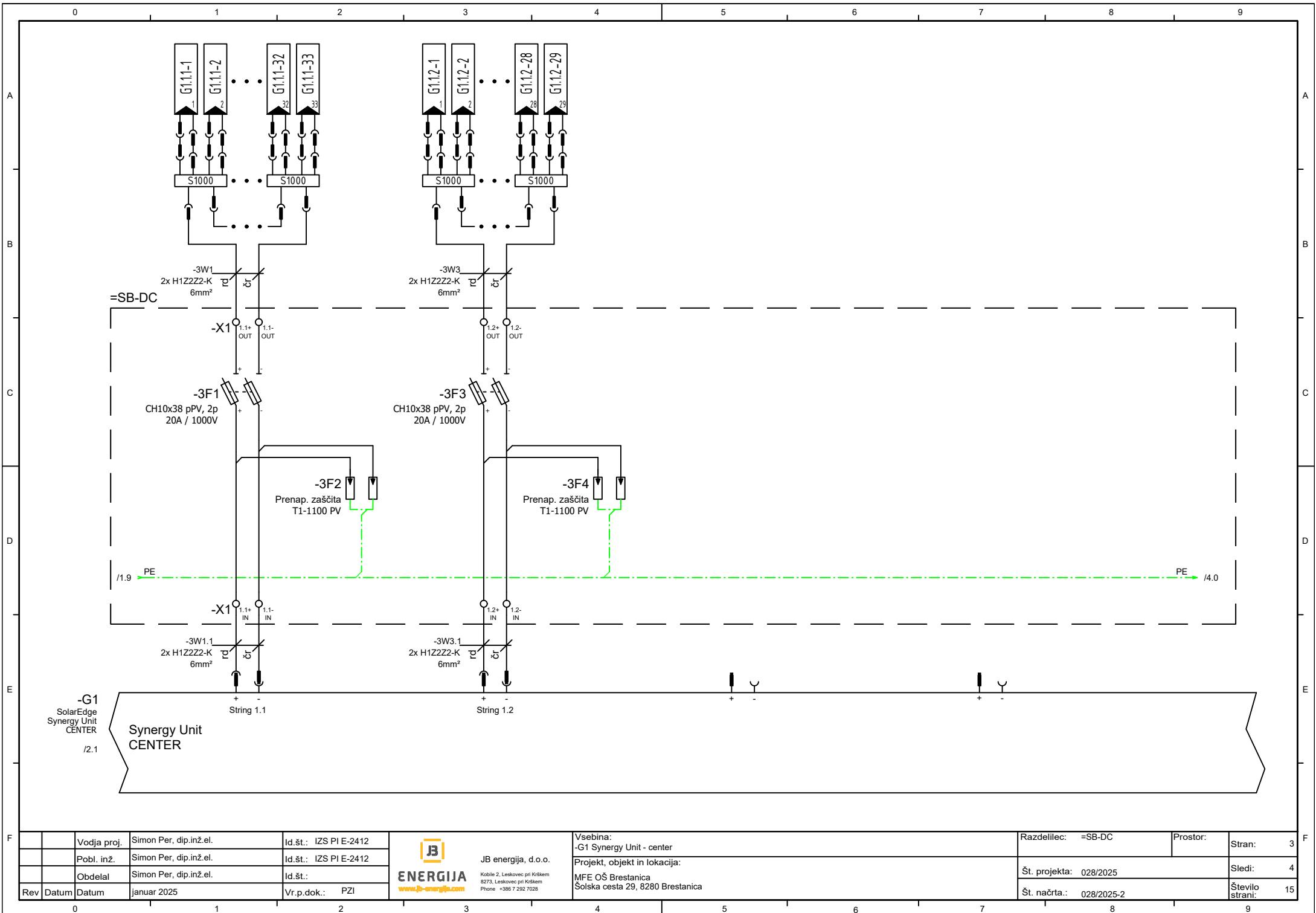
Spreminjal: .

Število strani 15

	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412	 ENERGIJA www.jb-energija.com Kobile 2, Leskovec pri Krškem 8273, Leskovec pri Krškem Phone +386 7 292 7028	Vsebina: Naslovna stran	Razdelilec: =SB-DC	Prostor:	Stran: 0
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		Projekt, objekt in lokacija:	Št. projekta: 028/2025		Sledi: 0.1
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412		MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. načrta.: 028/2025-2		Število strani: 15
Rev	Datum	Datum	januar 2025		Vr.p.dok.: PZI			



F



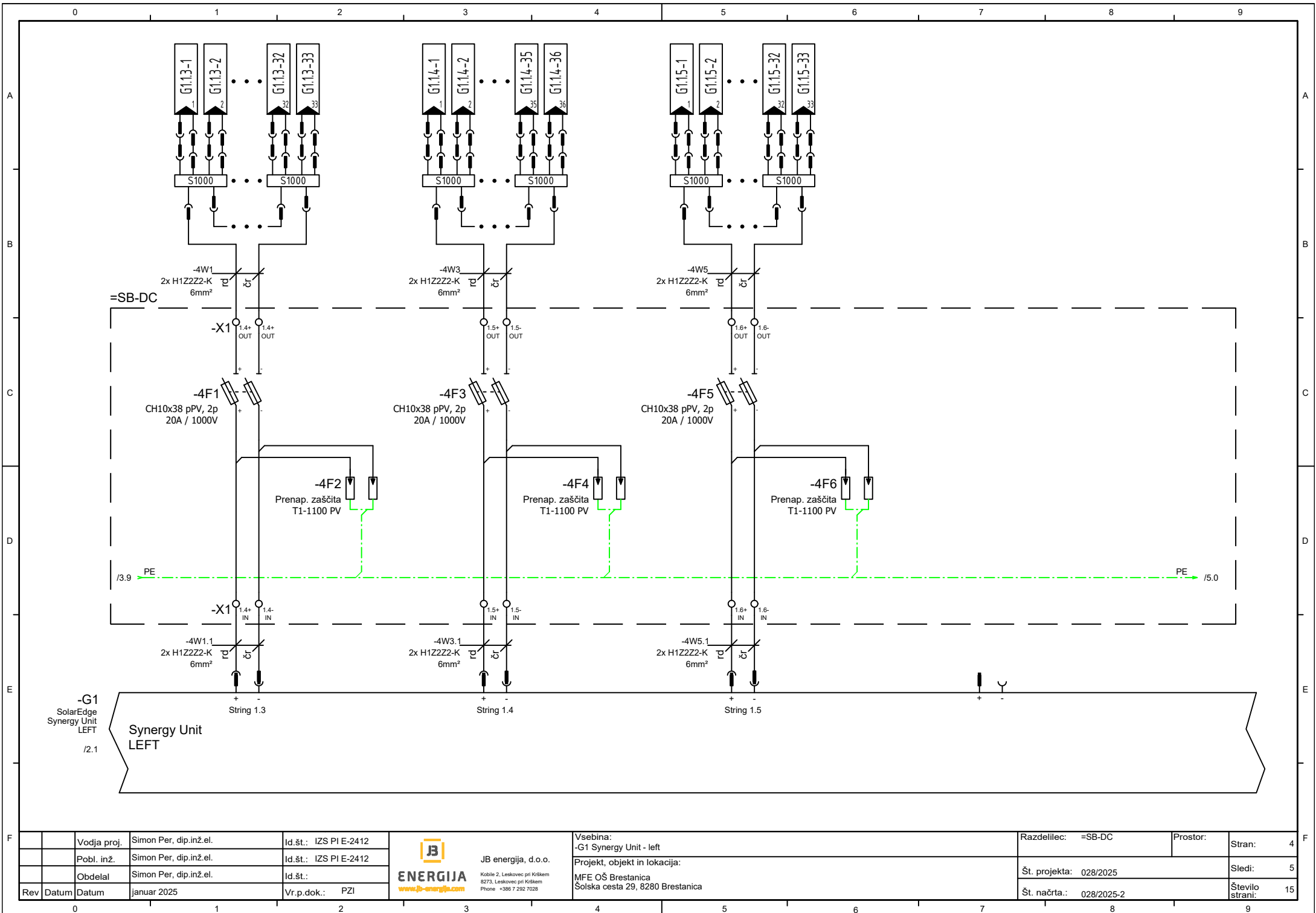
Rev	Datum	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	
		Datum	januar 2025	Vr.p.dok.:	PZI

**ENERGIJA**
Kobilje 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

JB energija, d.o.o.

Vsebina:	-G1 Synergy Unit - center
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	3
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		4
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		15



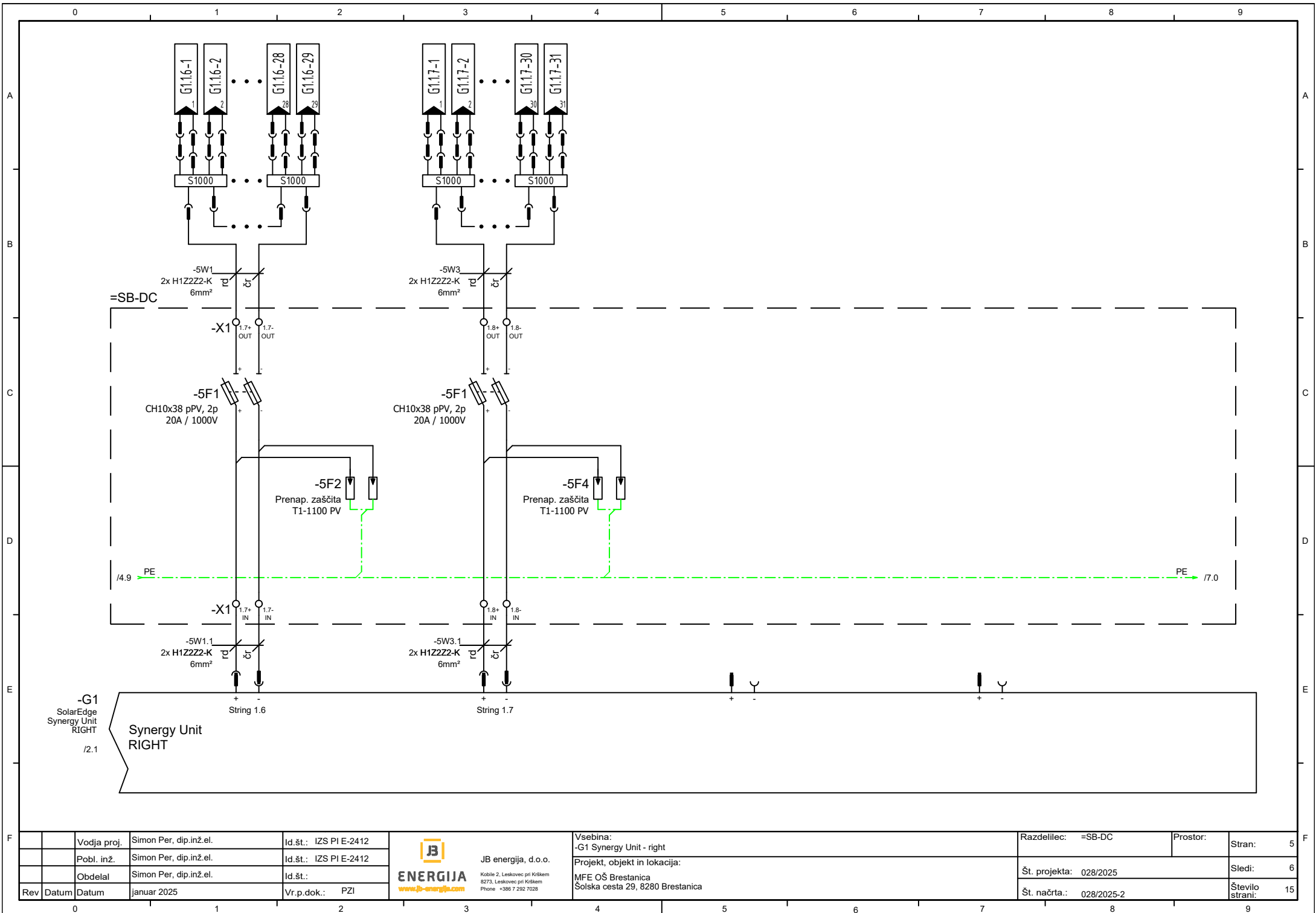
Rev	Datum	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	
		Datum	januar 2025	Vr.p.dok.:	PZI

**ENERGIJA**
www.jb-energija.com

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

Vsebina:	-G1 Synergy Unit - left
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	4
Št. projekta:	028/2025	Sledi:	5	
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:	15	

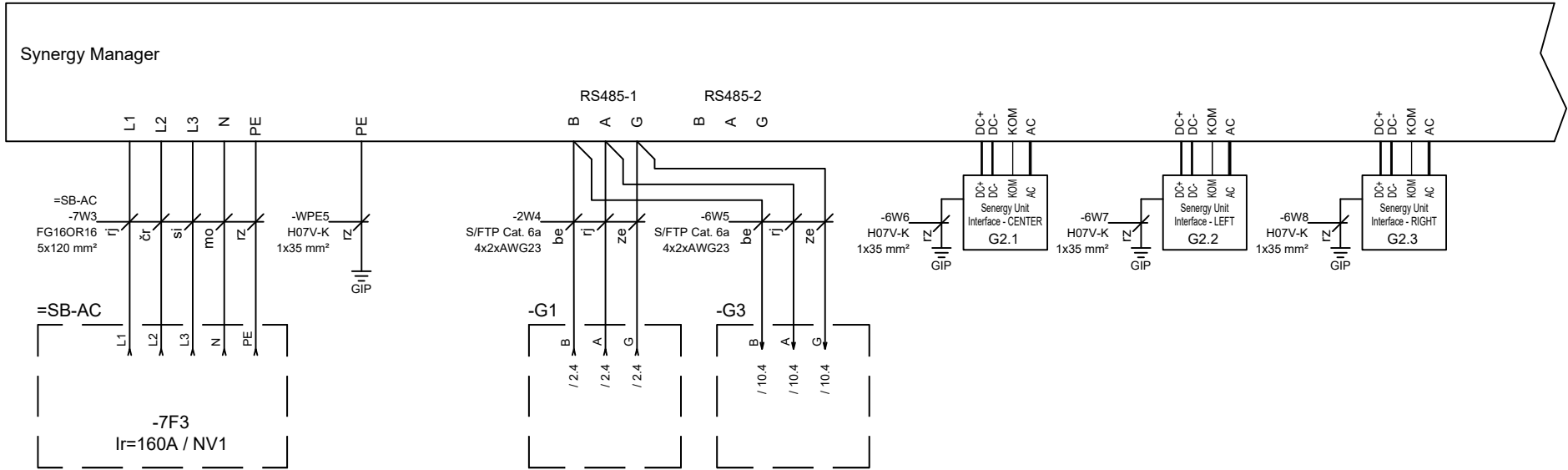


Rev	Datum	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
		Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

**ENERGIJA**
www.jb-energija.com

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

Vsebina: -G1 Synergy Unit - right	Razdelilec: =SB-DC	Prostor:	Stran: 5
Projekt, objekt in lokacija: MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	Št. projekta: 028/2025	Sledi:	6
	Št. načrta: 028/2025-2	Število strani:	15



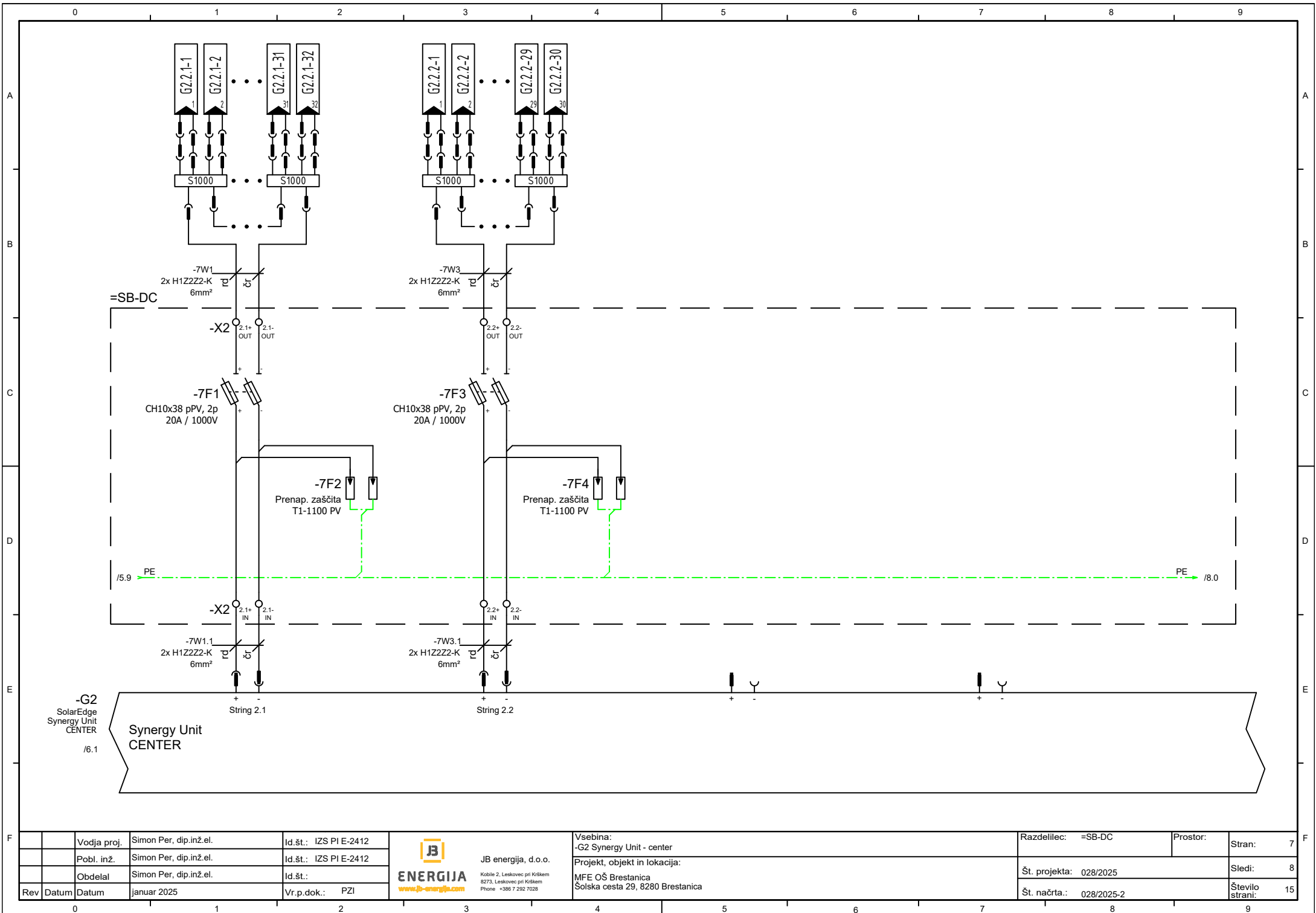
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI
		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:



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

Vsebina:
Razsmernik G2 - Dovod
Projekt, objekt in lokacija:
MFE OŠ Brestanica
Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	+G2	Prostor:	Stran:	6
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		7
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		15



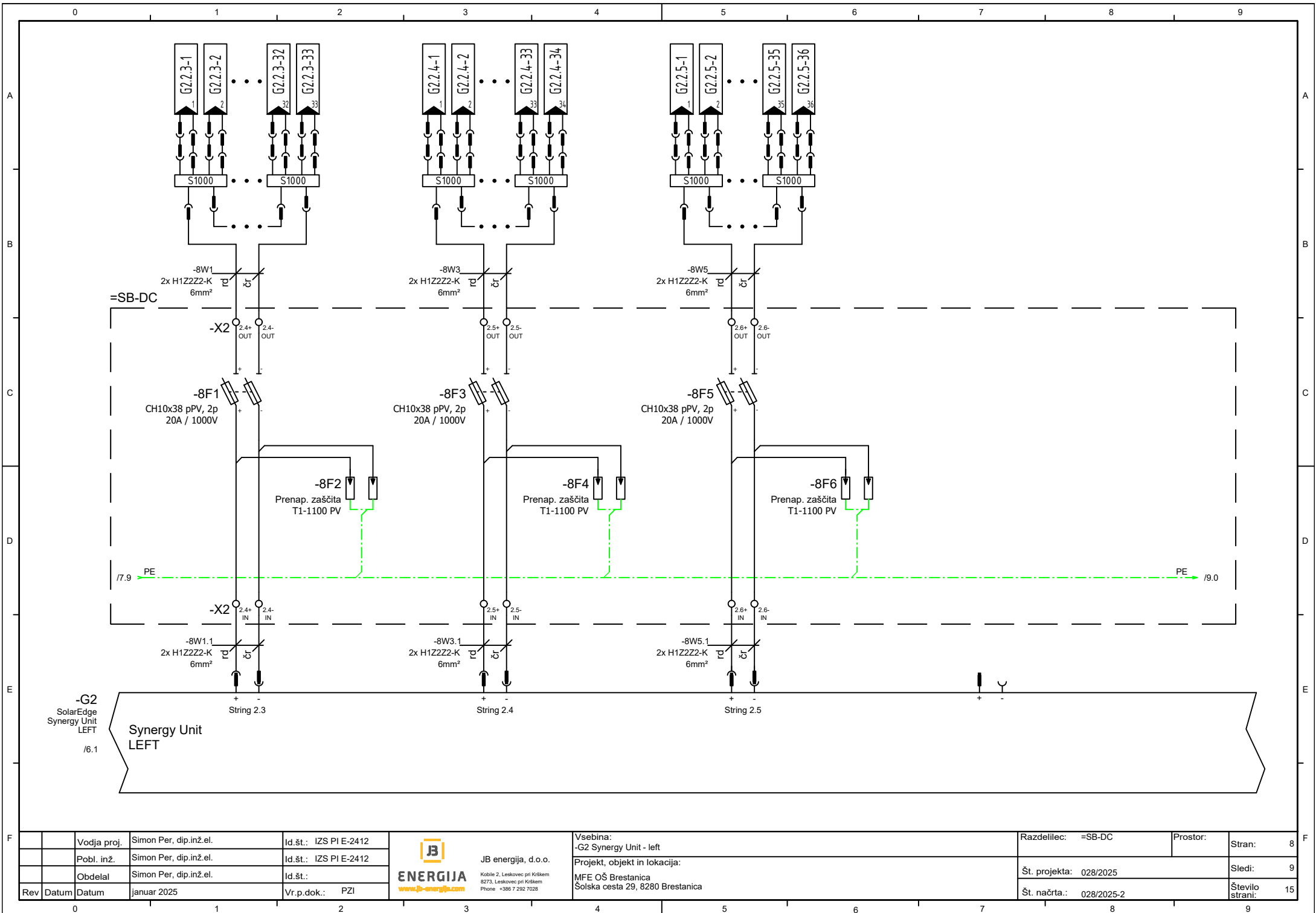
Rev	Datum	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
		Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

**ENERGIJA**
www.jb-energija.com

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

Vsebina:	-G2 Synergy Unit - center
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	7
Št. projekta:	028/2025	Sledi:	8	
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:	15	



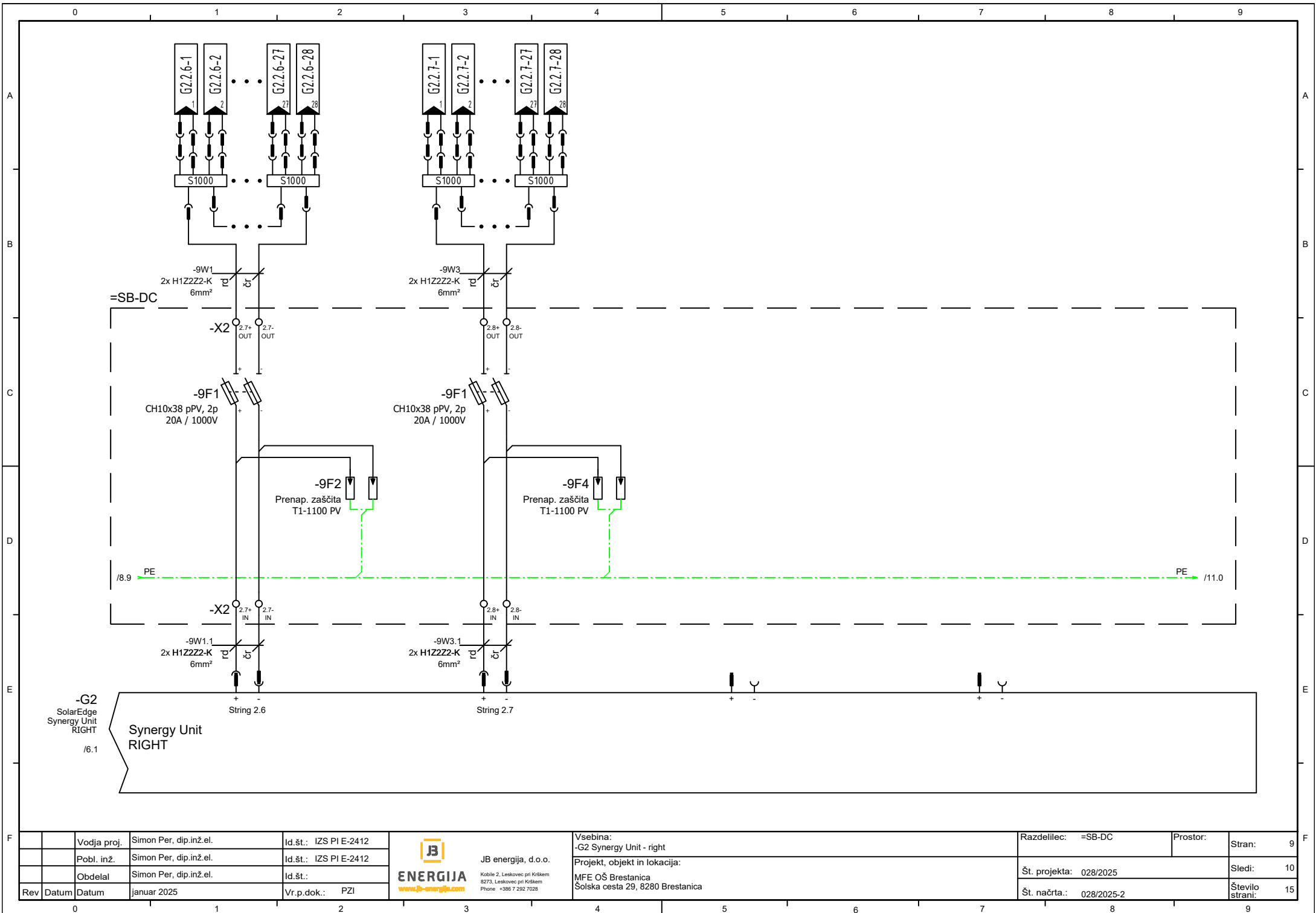
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.:	PZI
		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:	

**ENERGIJA**
www.jp-energija.com

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

Vsebina:	-G2 Synergy Unit - left
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:		Stran:	8
Št. projekta:	028/2025	Sledi:			9
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:			15



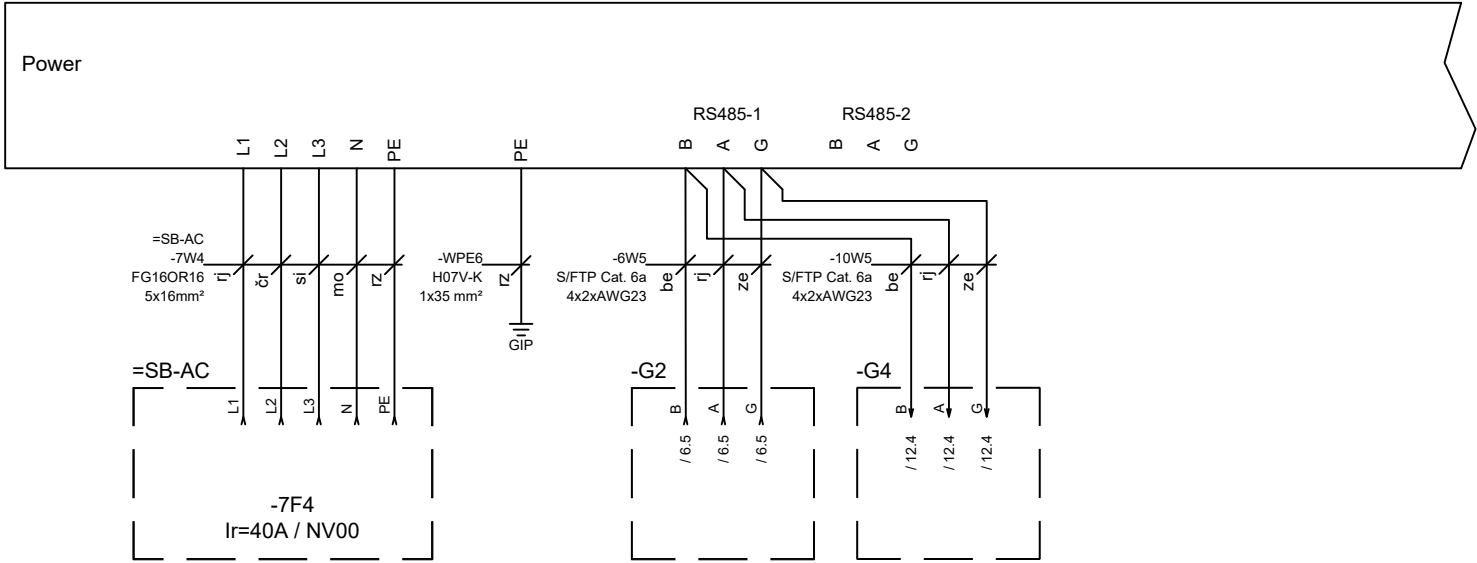
Rev	Datum	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
		Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

**ENERGIJA**
www.jb-energija.com

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

Vsebina:	-G2 Synergy Unit - right
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	9
Št. projekta:	028/2025	Sledi:	10	
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:	15	



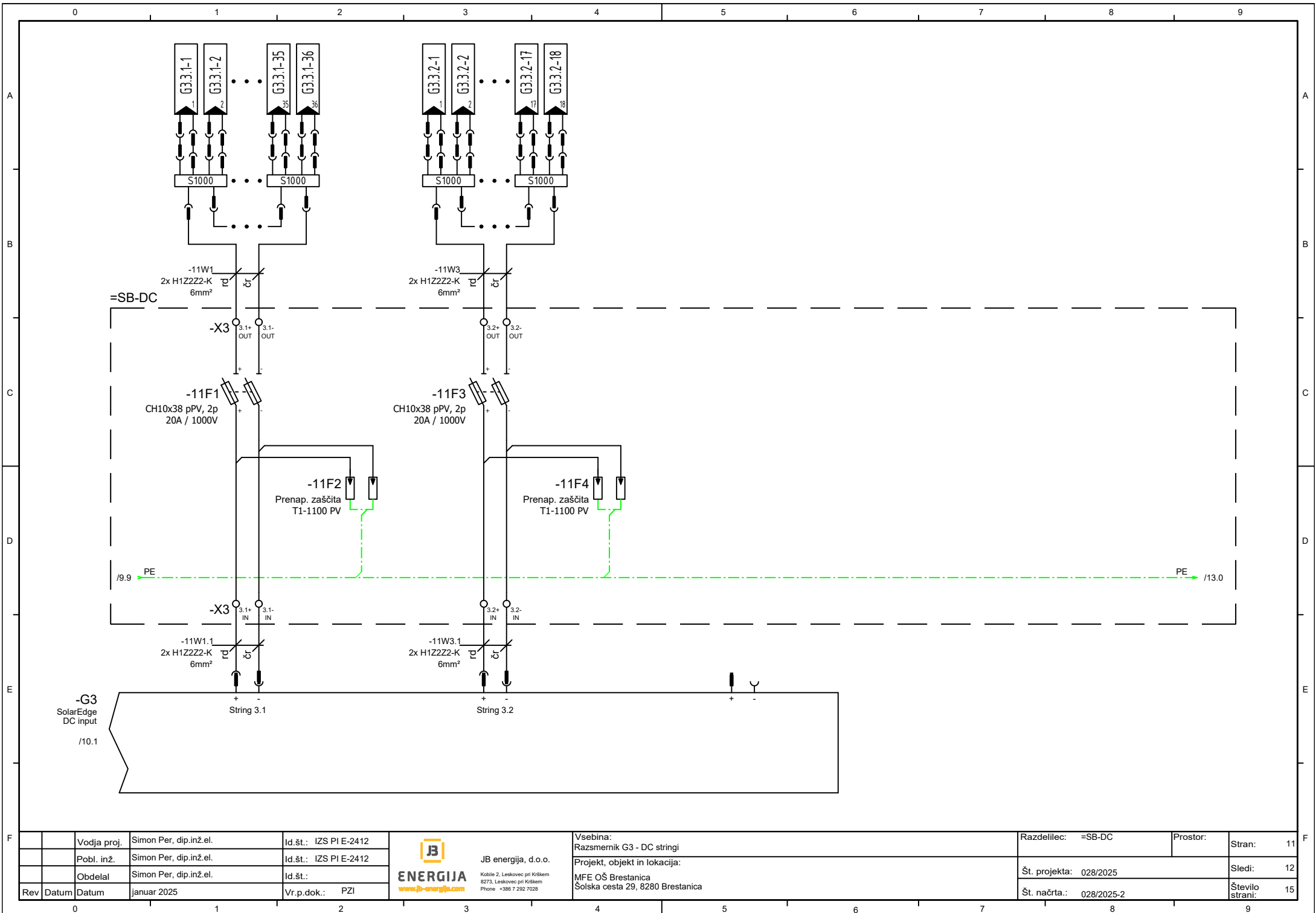
	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI



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

Vsebina: Razsmernik G3 - Dovod
Projekt, objekt in lokacija: MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec: +G3	Prostor:	Stran: 10
Št. projekta: 028/2025		Sledi: 11
Št. načrta.: 028/2025-2		Število strani: 15



	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

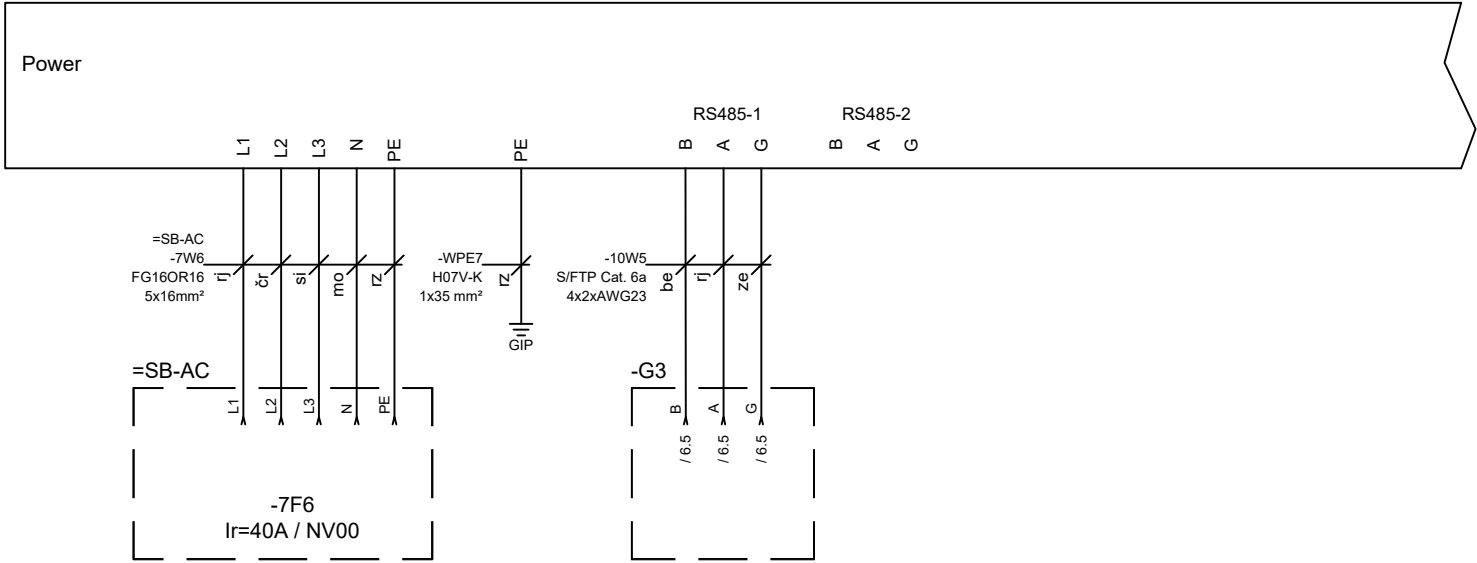
**ENERGIJA**

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

JB energija, d.o.o.

Vsebina:	Razsmernik G3 - DC stringi
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	11
Št. projekta:	028/2025	Sledi:		12
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:		15



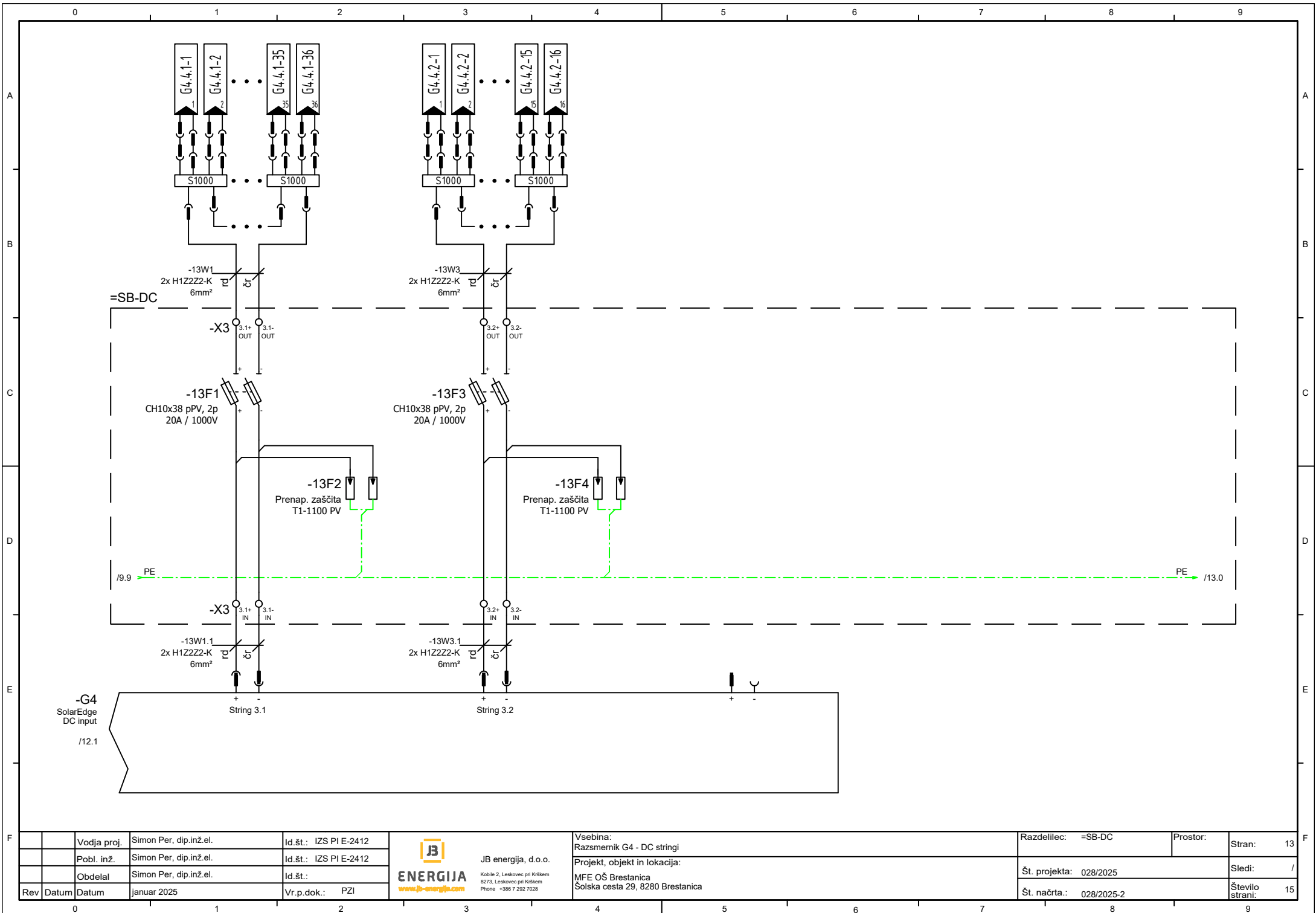
		Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
		Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI



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

Vsebina: Razsmernik G3 - Dovod
Projekt, objekt in lokacija: MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec: +G3	Prostor:	Stran: 12
Št. projekta: 028/2025		Sledi: 13
Št. načrta.: 028/2025-2		Število strani: 15



	Vodja proj.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Pobl. inž.	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.: IZS PI E-2412
	Obdelal	Simon Per, dip.inž.el.	Id.št.:
Rev	Datum	januar 2025	Vr.p.dok.: PZI

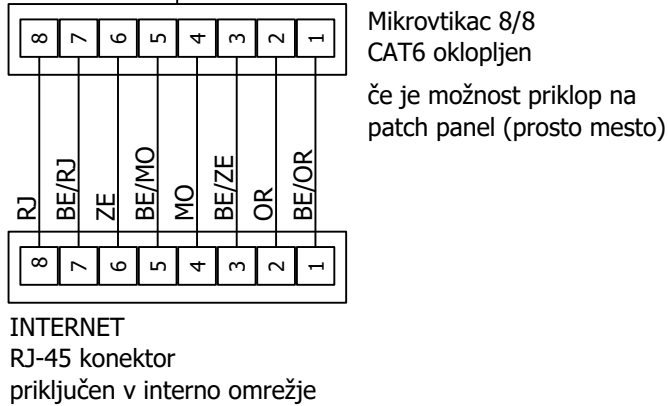
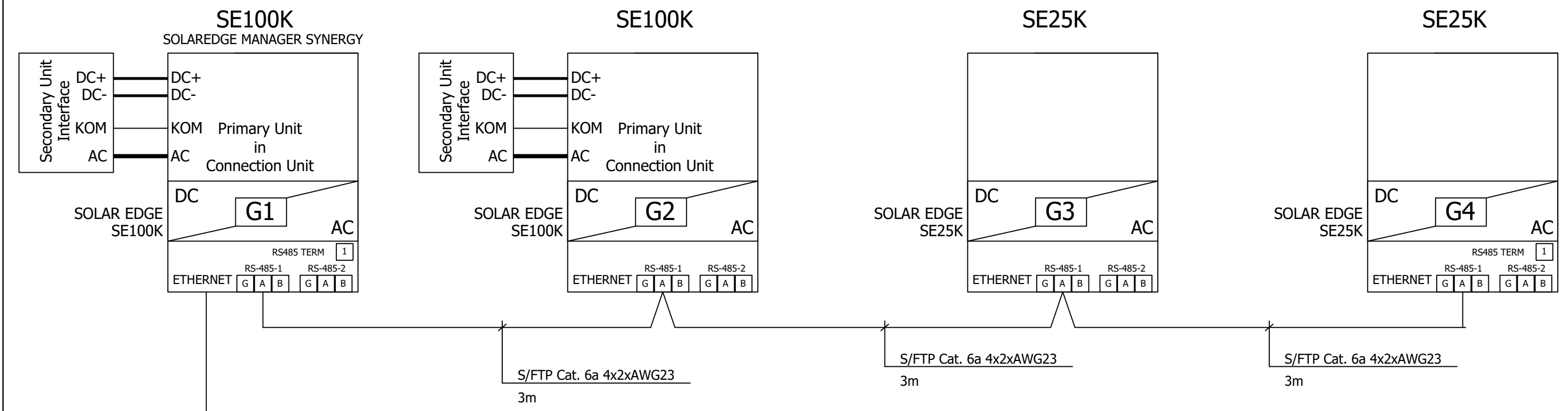
**ENERGIJA**

JB energija, d.o.o.

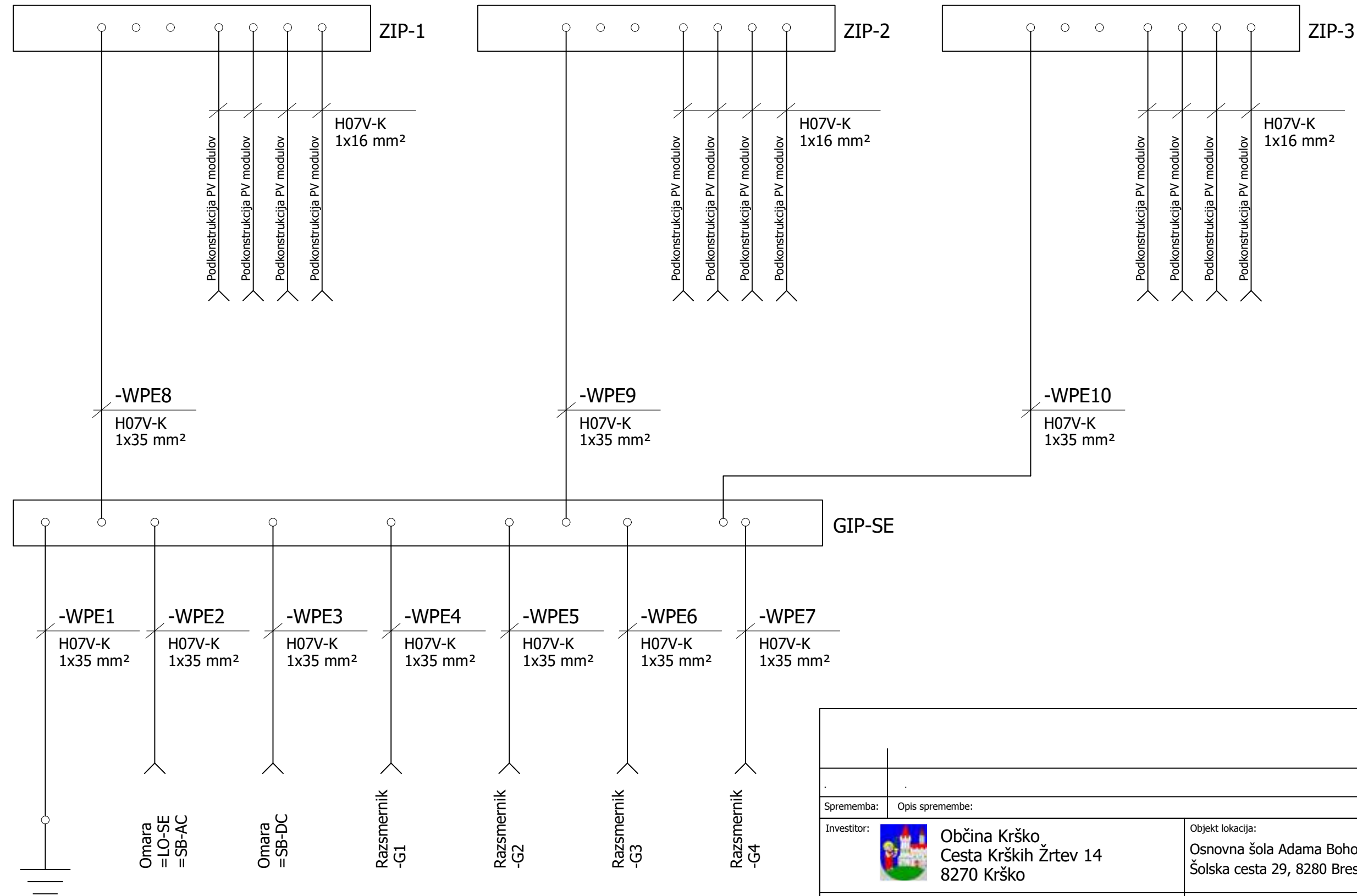
Koble 2, Leskovec pri Krškem
8273, Leskovec pri Krškem
Phone +386 7 292 7028

Vsebina:	Razsmernik G4 - DC stringi
Projekt, objekt in lokacija:	MFE OŠ Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica

Razdelilec:	=SB-DC	Prostor:	Stran:	13
Št. projekta:	028/2025	Sledi:	/	
Št. načrta:	028/2025-2	Število strani:	15	



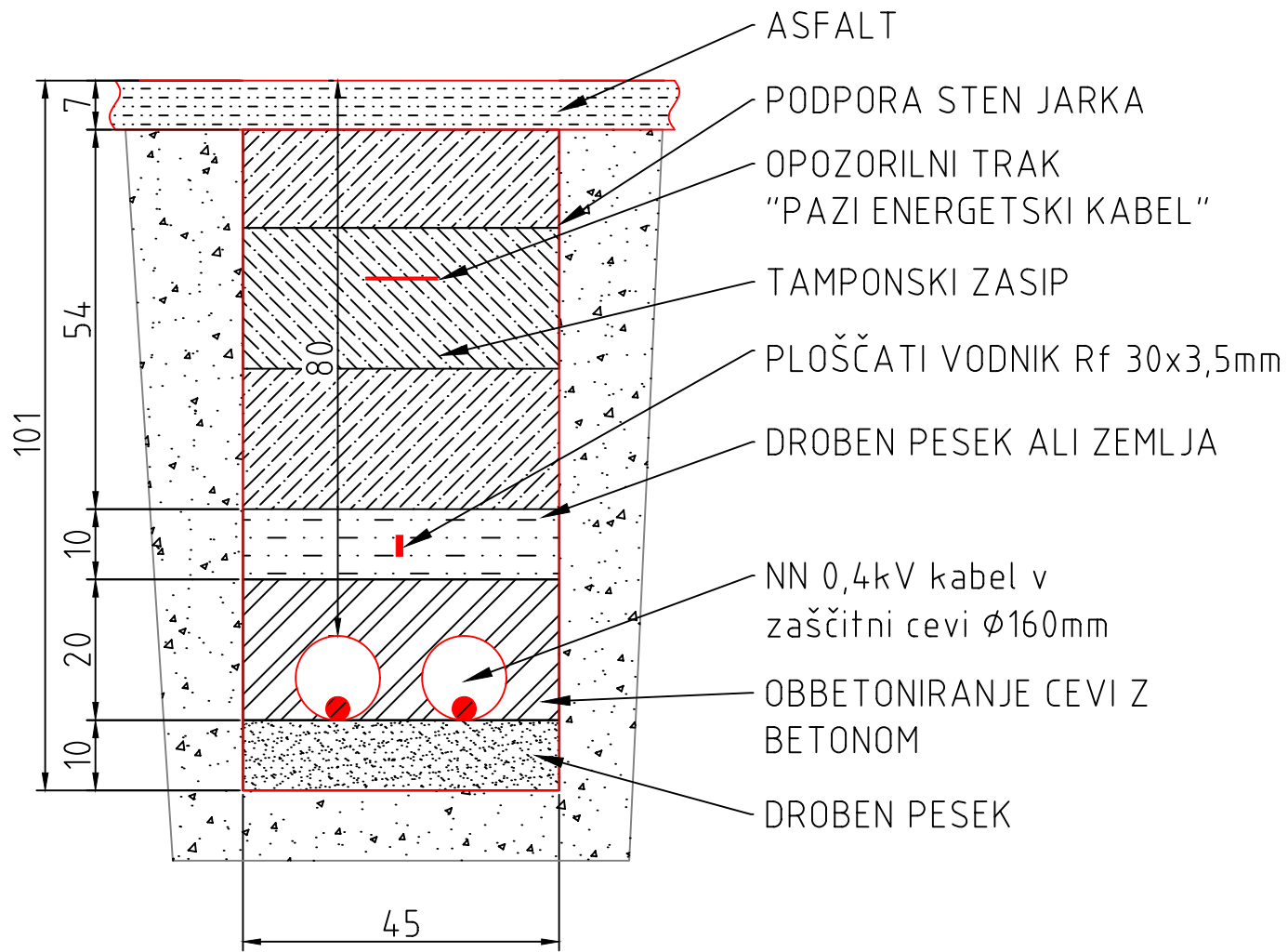
Sprememba:				Opis spremembe:			
				Datum			
Investitor:				Objekt lokacija:			
 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško				Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica			
Projektant:				Naziv gradnje:			
 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com				Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica			
				Vsebina/naslov risbe:			
Vodja projekta:				BLOKOVNA SHEMA			
Pooblaščen inženir:				KOMUNIKACIJSKIH POVEZAV			
Izdela:							
Sodelavci:				Vrsta proj. dokumen.:			
Za gradnjo:				Vrsta načrta:			
Št. projekta:				Št. risbe:			
028/2025				11			



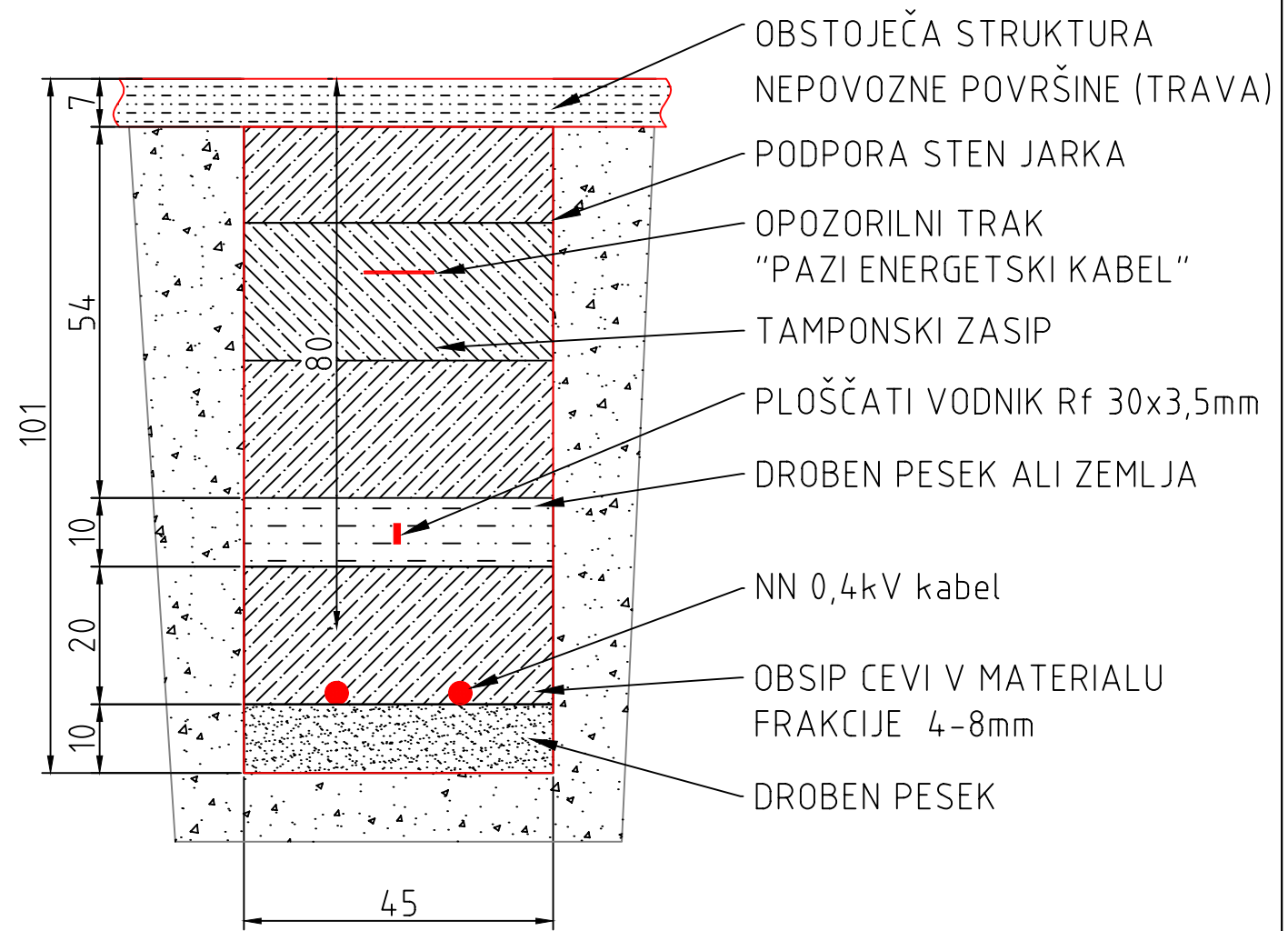
Obstoječe ozemljilo

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum	Podpis:
Investitor:	 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško			Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Brestanica Šolska cesta 29, 8280 Brestanica	
Projektant:	 JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com			Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Brestanica	
	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe: BLOKOVNA SHEMA IZENAČITVE POTENCIALA	
Vodja projekta:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412			
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
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA		Merilo: 1:xx	Spr:	Vrsta načrta: 3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE
Št. projekta:	028/2025		Datum: januar 2025		Številka načrta: 028/2025-2
			Št. načrta investitorja:		Št. risbe: 12

PREREZ KABELSKEGA JARKA - 2 PVC cev Ø160mm POD POVOZNO POVRŠINO

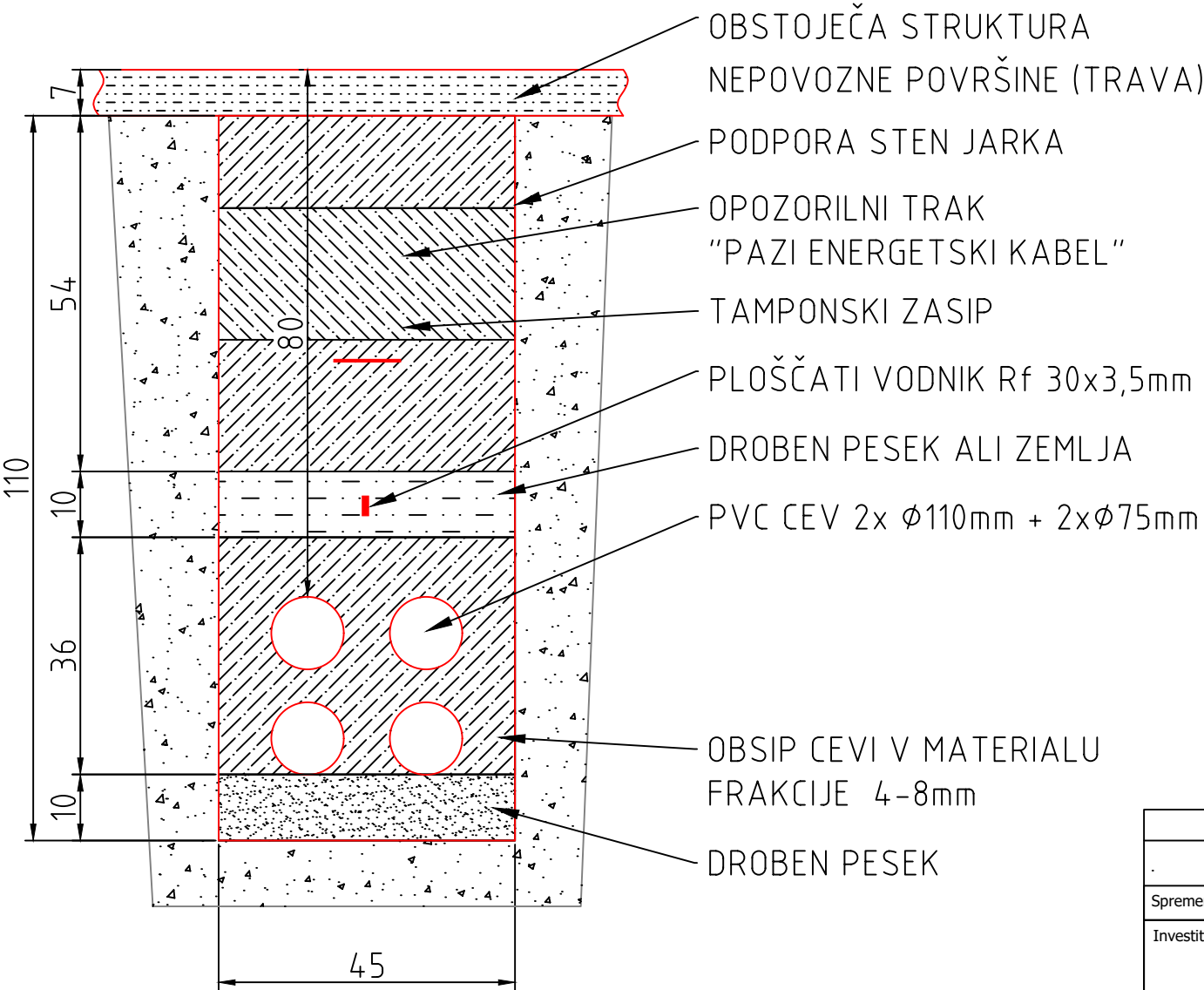


PREREZ KABELSKEGA JARKA - POD NEPOVOZNO POTRVŠINO



Sprememba:		Opis spremembe:			Datum		Podpis:
Investitor:		 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško			Objekt lokacija: Osnovna šola Leskovec pri Krškem Pionirska cesta 4, 8273 Leskovec pri Krškem		
Projektant:		 JB energija, d.o.o. Kobile 2 ENERGIJA 8273 Leskovec pri Krškem www.jb-energija.com			Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Leskovec		
	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe: KARAKTERISTIČNI PREČNI PREREZ KABELSKE TRASE ZA KABEL 2x NAY2Y-J 4x240mm2			
Vodja projekta:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412					
Pooblaščen inženir:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412					
Izdela:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412					
Sodelavci:				Vrsta proj. dokumen.:	Projektna dokumentacija za izvedbo gradnje	PZI	
Za gradnjo:	INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA	Merilo: 1:10	Spr:	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE		
Št. projekta:		Datum:		Številka načrta:	Št. načrta investitorja:	Št. risbe:	
029/2025		januar 2025		029/2025-2	.	13	

PREREZ KABELSKEGA JARKA -
POD NEPOVOZNO POTRVŠINO



Sprememba:		Opis spremembe:				Datum		Podpis:	
Investitor:		 Občina Krško Cesta Krških Žrtev 14 8270 Krško				Objekt lokacija: Osnovna šola Adama Bohoriča Šolska cesta 29, 8280 Brestanica			
Projektant:		JB ENERGIJA www.jb-energija.com JB energija, d.o.o. Kobile 2 8273 Leskovec pri Krškem				Naziv gradnje: Postavitev fotonapetostnih elektrarn na stavbah v lasti občine Krško z namenom samooskrbe MFE OŠ Leskovec			
	Ime:	Ident. št.:	Podpis:	Vsebina/naslov risbe:					
Vodja projekta:	Simon Per, dipl.inž.el.	IZS PI E-2412		KARAKTERISTIČNI PREČNI PREREZ KABELSKE KANALIZACIJE 2x Ø110mm + 2x Ø75mm					
Poblaščen 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		Merilo: 1:10	Spr:	Vrsta načrta:	3/0 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE			
Št. projekta:		Datum:		Številka načrta:		Št. načrta investitorja:		Št. risbe:	
028/2025		januar 2025		028/2025-2				14	