



**OHM PROJEKT, projektiranje in nadzor d.o.o.**  
Vučja vas 48, 9242 Križevci pri Ljutomeru ohmbiro@gmail.com GSM: +386 (0)51 360 425

### **3 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

**Naročnik:** UNIVERZA V MARIBORU ŠTUDENTSKI DOMOVI  
Gospodsvetska cesta 83  
2000 Maribor

**Naziv gradnje:** **MSE DEPANDANSA moči 80,99 kW**

**Vrsta gradnje:** INVESTICIJSKO VZDRŽEVALNA DELA

**Vrsta dokumentacije:** Projektna dokumentacija za izvedbo del (PZI)

**Številka projekta:** 068/2024

**Številka načrta:** 068/PZI-E/2024

**Datum izdelave:** julij 2024

**Izvajalec načrta:** Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.

id. št. IZS: E-0573

**VLADO ŠIŠKO**  
univ. dipl. inž. el.  
**IZS E-0573**

**Projektant:** OHM PROJEKT d.o.o.  
Vučja vas 48  
9242 Križevci pri Ljutomeru

**Odgovorna oseba projektanta:** Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.

 **OHM PROJEKT,**  
projektiranje in nadzor d.o.o.  
Vučja vas 48, 9242 Križevci pri Ljutomeru

**Vodja projekta:** Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.

id. št. IZS: E-0573

**VLADO ŠIŠKO**  
univ. dipl. inž. el.  
**IZS E-0573**



## PRILOGA 1C

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

<b>PODATKI O GRADNJI</b>	
naziv gradnje	FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA DEPANDANSA - 80,99 kW
kratak opis gradnje	FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA DEPANDANSA - 80,99 kW
VRSTE GRADNJE	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	<input type="checkbox"/> REKONSTRUKCIJA
	<input type="checkbox"/> SPREMEMBA NAMEMBNOSTI
	<input type="checkbox"/> ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	<input type="checkbox"/> LEGALIZACIJA
	<input checked="" type="checkbox"/> MANJŠA REKONSTRUKCIJA / INVESTICIJSKO VZDRŽEVANJE
<b>PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI</b>	
vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo)
številka projekta	068/2024
<b>PODATKI O NAČRTU</b>	
strokovno področje načrta	načrt s področja elektrotehnike
naziv načrta	3 Načrt s področja elektrotehnike
številka načrta	068/PZI-E/2024
datum izdelave	1.07.2024
datum spremembe	
<b>PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA</b>	
projektant načrta (naziv družbe)	OHM PROJEKT d.o.o.
naslov	Vučja vas 48
odgovorna oseba projektanta načrta	Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	
<b>PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA</b>	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.
identifikacijska številka	E-0573
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	



## PRILOGA 2C

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

### PROJEKTANT NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	OHM PROJEKT d.o.o.
naslov	Vučja vas 48, 9242 križevci pri Ljutomeru
odgovorna oseba projektanta načrta	Vlado Šiško, univ. dipl. inž. el.

### IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	Vlado Šiško, univ. dipl. inž. el.
------------------------	-----------------------------------

### IZJAVLJAVA:

**da načrt**


vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo)
strokovno področje načrta	načrt s področja elektrotehnike
naziv načrta	3 Načrt s področja elektrotehnike
številka načrta	068/PZI-E/2024
datum izdelave	jul.24

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

pooblaščen strokovnjak	Vlado Šiško, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-0573
podpis pooblaščenega strokovnjaka	

**VLADO ŠIŠKO**  
univ. dipl. inž. el.  
**IZS E-0573**

odgovorna oseba projektanta načrta	Vlado Šiško, univ. dipl. inž. el.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

 **OHM PROJEKT,**  
projektiranje in nadzor d.o.o.  
Vučja vas 48, 9242 Križevci pri Ljutomeru



# TEHNIČNO POROČILO

## 1. TEHNIČNI OPIS

### 1.1. Splošno

Predmet načrta je montaža fotonapetostne elektrarne na območju občine Maribor, na parcelni številki 881 / k.o. 657 Maribor Grad, ki je predvidena na strehi obstoječega objekta študentskega doma in telovadnice.

Predhodno izdelana dokumentacija:

1. Elektro Maribor Vetrinjska 2, Maribor, Soglasje za priključitev fotonapetostne elektrarne na distribucijsko omrežje št. 1488916 (3805-12180/2023-2). Številka novo predvidenega merilnega mesta 8106740.

Fotonapetostne celice pretvarjajo sončno svetlobo v električno energijo na osnovi fotonapetostnega efekta.

Elektrarna bo proizvajala električno energijo, priključena bo po tipski shemi PS.3B. Elektrarna bo proizvajala električno energijo, priključena je na elektrodistribucijsko omrežje, vso proizvedeno energijo bo oddajala v omrežje.

Za novo predvideno elektrarno, bo potrebno zgraditi novi nizkonapetostni kabelski priključek od NNRODJ V-PMO T0200 pred MM 4-210134, ki je priključena na 10kV omrežje v transformatorski postaji T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U., do predvidene nove NN priključno merilne omarice nove sončne elektrarne.

V prilogi je prikazana simulacija predvidene proizvodnje MSE Depandansa s programskim paketom SolarEdge:

---





Osnovni podatki elektrarne:

1. Maksimalna moč elektrarne: 80,99 kW
2. Napetost elektrarne: 3 x 230 V AC
3. Način obratovanja: vzporedno z EES omrežjem
4. Merjenje energije: dvosmerni števec v kabelski priključni merilni omari
5. Razsmernik: 1x SolarEDGE SE66,6K
6. Lastna poraba razsmernika  
dnevni čas/nočni čas < 10 / 1W



#### Opomba:

Ker gre za skupinsko samooskrbo s pridobljenim soglasjem za priključitev v letu 2023, je potrebno malo sončno elektrarno vključiti v NN omrežje distributerja najkasneje do 31.12.2024. V primeru, da obnova objekta Depandansa in telovadnica tega ne bo omogočala, se izvede elektrarna na neobnovljeni strehi, se za čas obnove objekta demontira in ponovno montira. Za ta primer so dela razdeljena na 3 faze:

- **Montaža in zagon elektrarne,**
- **Začasna demontaža elektrarne razen merilnega mesta na fasadi,**
- **Ponovna montaža demontiranih elementov in ponovni zagon elektrarne.**

Sončni moduli bodo povezani v sončne generatorje, preko optimizirerjev, le ti pa bodo montirani na nosilni konstrukciji na obstoječem objektu študentskega doma Depandansa in telovadnice. Vgrajenih bo 6 sončnih generatorjev, 1x moči 14.685W, 1x moči 13.795W, 3x moči 13.350W in 1x moči 12.460W.

Stično mesto med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo izvedeno na 0,4 kV napetostnem nivoju v PMO omarici pred merilnim mestom 4-210134, ki je priključena na obstoječi TP T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U.

Ločilno mesto z ročnim izklopom med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo na 0,4 kV napetostnem nivoju lociran v novi predvideni NN priključni merilni omarici za potrebe elektrarne. Če se je odklopnik ločilnega mesta izključil zaradi delovanja zaščitnih naprav na ločilnem mestu, mora ostati izključen, dokler niso izpolnjeni vsi pogoji za ponovni vklop. Dovoljenje za ponovni vklop priklop lahko izda samo Elektro Maribor d.d. Ločilno mesto z ročnim izklopom mora biti opremljeno s ključavnico Elektro Maribor d.d.

Ločilno mesto z avtomatskim izklopom med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo na 0,4 kV napetostnem nivoju lociran v glavni omarici R-AC, kot je prikazano v priloženi tripolni shemi z oznako –Q1. Umerjanje, nastavitve in preskuse delovanja zaščitnih naprav ločilnega mesta lahko izvede upravitelj ali za ta dela registrirana organizacija, vendar vedno samo ob prisotnosti predstavnika Elektra Maribor d.d. Merilni protokoli preizkusov zaščitnih naprav morajo biti dostavljeni Elektru Maribor d.d.

Na ločilnem mestu so vgrajene naslednje zaščite:

- Podnapetostni rele: trifazni, nastavljen od  $U_n -15\%$  do  $U_n -30\%$ ;  $t = 1,5 - 0,2$  s
  - Prenapetostni rele: trifazni, nastavljen od  $U_n +11\%$  do  $+15\%$ ;  $t = 1,5 - 0,2$  s
  - Nadfrekvenčna zaščita:  $-51$  Hz ;  $t = 0,2$  s
  - Podfrekvenčna zaščita :  $-47$  Hz;  $t = 0,2$  s
-



- Nadtokovna zaščita  $I_{LMKS}$  od  $0,8 \cdot \frac{Skso}{Un \cdot \sqrt{3}}$  do  $2 \cdot \frac{Skse}{Un \cdot \sqrt{3}}$  ;  $t_{LMKS}$  = brez zakasnitve, nadtokovna zaščita je potrebna v primeru relejnega avtomatskega izklopa namesto varovalk
- Zaščita proti preobremenitvi:  $I_{LMP} \cdot \frac{Sn}{Un \cdot \sqrt{3}}$  (  $1 \pm 0,05$  ),  $t_{LMP}$  = 2-5 s

$Un$  = nazivna medfazna napetost omrežja (400V)

$I_{LMKS}$  = nastavitev nadtokovne zaščite ločilnega mesta

$I_{LMP}$  = nastavitev zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

$Sn$  = nazivna moč ločilnega mesta

$Skse$  = kratkostična moč v točki ločilnega mesta pripevek iz elektrarne

$Skso$  = kratkostična moč v točki ločilnega mesta prispevek iz omrežja

$t_{LMKS}$  = zakasnilni čas nadtokovne zaščite ločilnega mesta

$t_{LMP}$  = zakasnilni čas zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

Obdelane so naslednje vrste instalacij za obravnavani del objekta:

1. sončni moduli
  2. sončni generatorji
  3. razsmerniki
  4. priključna merilna omara
  5. kabelske povezave napetosti DC in AC
  6. strelovodna napeljava – preureditev obstoječega
-



## 1.2. Opis sistema

Fotonapetostna elektrarna je priključena na nizkonapetostno električno omrežje 3x230 V AC. Sestavljajo jo naslednji podsistemi :

1. sončni modul bo pretvarjal svetlobo v električno energijo, izbrani so moduli JINKO SOLAR JKM-445N moči 445W.
  2. sončno elektrarno bo sestavljalo 6 sončnih generatorjev, 1x moči 14.685W, 1x moči 13.795W, 3x moči 13.350W in 1x moči 12.460W, vgrajeni bodo na nosilni konstrukciji.
  3. kabelske povezave DC od sončnega generatorja do razsmernika, bodo izvedene s kablom Olflex solar 1x6mm<sup>2</sup>, nadometne izvedbe.
  4. razsmernik DC/AC, izbrani je razsmernik SolarEDGE SE66.6kW, vgrajen bo na steni obstoječega objekta pri obstoječi merilni omari, na višini.
  5. kabelske povezave AC od razsmernika do stikalnega bloka R-AC, bodo izvedene s kabli tipa FG16OR 5x35mm<sup>2</sup>, nadometne izvedbe.
  6. stikalni blok R-AC bo izveden v nadometni izvedbi, montiran bo na steni obstoječega objekta, zraven nove in obstoječe merilne omare.
  7. kabelska povezava od stikalnega bloka R-AC do priključne merilne omare, se izvede s kablom tipa N2XY-J 4x70mm<sup>2</sup>, nadometne izvedbe.
  8. priključna merilna omara PMO, bo nadometne stenske izvedbe z vgrajenimi napravami za dvosmerno merjenje električne energije, merjenjem lastne rabe elektrarne, tarifnimi varovalkami in zaščitnim relejem, vse skladno s soglasjem za priključitev.
  9. NN priključek fotonapetostne elektrarne, bo izveden iz novo predvidene priključne merilne omare PMO.
  10. strelovodna naprava je obstoječa in izvedena, katera se bo, zaradi namestitve fotonapetostne elektrarne, preuredila in uporabila za ozemljitve fotonapetostne elektrarne.
-



## 2. IZRAČUN OSNOVNIH PARAMETROV

### 2.1.. Osnovni podatki za izračun

#### 2.1.1. Sončni modul JINKO SOLAR tip JKM-445N moči 445W

Tehnični podatki

$P_{max}$	Največja moč	445Wp
$I_{mp}$	Nazivni tok	13,48 A
$U_{mp}$	Napetost v točki največje moči	33,02 V
$I_{sc}$	Kratkostični tok	13,93 A
$U_{oc}$	Napetost odprtih sponk	39,59 V

#### 2.1.2. Sončni generator

Tehnični podatki z 28 moduli

$P_n$	Nazivna moč 28 x 445 W	12.460 W
$U_n$	Nazivna napetost 28 x 33,02 V	924,56 V
$U_{max}$	Napetost odprtih sponk 28 x 39,59 V	1.108,52 V
$I_n$	Nazivni tok	13,48 A
$I_{sc}$	Kratkostični tok	13,93 A

Tehnični podatki s 30 moduli

$P_n$	Nazivna moč 30 x 445 W	13.350 W
$U_n$	Nazivna napetost 30 x 33,02 V	990,60 V
$U_{max}$	Napetost odprtih sponk 30 x 39,59 V	1.187,70 V
$I_n$	Nazivni tok	13,48 A
$I_{sc}$	Kratkostični tok	13,93 A

---



#### Tehnični podatki z 31 moduli

$P_n$	Nazivna moč 31 x 445 W	13.795 W
$U_n$	Nazivna napetost 31 x 33,02 V	1.023,62 V
$U_{max}$	Napetost odprtih sponk 31 x 39,59 V	1.227,29 V
$I_n$	Nazivni tok	13,48 A
$I_{sc}$	Kratkostični tok	13,93 A

#### Tehnični podatki s 33 moduli

$P_n$	Nazivna moč 33 x 445 W	14.685 W
$U_n$	Nazivna napetost 33 x 33,02 V	1.089,66 V
$U_{max}$	Napetost odprtih sponk 33 x 39,59 V	1.306,47 V
$I_n$	Nazivni tok	13,48 A
$I_{sc}$	Kratkostični tok	13,93 A

### 2.1.3. Razsmernik SolarEDGE SE66,6K

#### Tehnični podatki

DC VHOD		
Najvišja dopustna vhodna napetost praznega teka	$U_{pv0}$	1000 V
Vhodna napetost	$U_{pv}$	680 V..1000 V
Najvišji dopustni vhodni tok	$I_{pvmax}$	2x40A
Najvišja vhodna moč	$P_{dc}$	2x45000 W
Prenapetostna zaščita		termični varistor
Zaščita pred napetostjo		kontrola izolacije (Riso>1 M Ohm)



AC IZHOD		
Izhodna moč	PACNenn	66000 W
Izhodni tok	IACNenn	80 A
Izhodna napetost	UAC	400 V
Izhodna frekvenca	fACNen	50 Hz
Delovna frekvenca	fAC	50 Hz
Kratkostična trdnost		Regulacija toka
Faktor cos fi		0.8

#### 2.1.5. Podatki NN distribucijskega omrežja

Nazivna napetost omrežja $U_1/U_2$ :	kV	20/04
Nazivna frekvenca:	Hz	50
Nazivna moč transformatorja:		
Kratkostična moč tripolnega kratkega stika na 20 kV:	MVA	313,3
Kratkostični tok tripolnega kratkega stika na 20 kV:	kA	18,1
Tok enopolnega zemeljskega kratkega stika:	A	300

#### 2.2. Dimenzioniranje vodnikov

Dimenzioniranje vodnikov zajema predvsem izbiro prereza vodnika glede na padec napetosti in dopustne tokovne obremenitve.

Dopustne tokovne obremenitve določimo po standardu SIST HD 60364-5-52 za način polaganja kablov

< izolirani vodnik v instalacijskem kanalu na steni >, tabela 2

- referenčna električna napeljava B

- B1 opis ostalih električnih napeljav, ki imajo enaki dovoljeni tok kot referenčna.



V spodnjih enačbah posamezne oznake pomenijo:

S - prerez vodnika [mm<sup>2</sup>]

I - tok skozi vodnik [ A ]

U - napetost sistema [ V ]

P - moč sistema [ W ]

l - dolžina kabla [ m ]

Δ<sub>U</sub>- padec napetosti [ V ]

u - procentualni padec napetosti

λ - specifična upornost bakrenega vodnika Ω m/m

### 2.2.1. Dimenzioniranje kabla od PV generatorja do spojne točke DC/AC razsmernika

Pri dimenzioniranju kabla upoštevamo tehnične podatke iz tabele 2.1.2

Padec napetosti zaradi izgub naj ne presega vrednosti 1 %.

**Minimalni prerez vodnika z 33 moduli:**

$$S = \frac{2 * l * P}{\lambda * \Delta u * U} = \frac{2 * 100m * 14.685W}{57\Omega m/mm^2 * 10,08V * 1.089,66V} = 4,69mm^2$$

Izberemo kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{2 * l * P}{\lambda * S * U} = \frac{2 * 100m * 14.685W}{57\Omega m/mm^2 * 6mm^2 * 1.089,66V} = 7,88V$$

$$u = \frac{\Delta u * 100}{U} = \frac{7,88V * 100}{1.089,66V} = 0,72\%$$

---



Izbran kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dopustni tok za kabel Olflex solar tip XL 1 x 6 mm<sup>2</sup> znaša 43 A

$I_{dop} > I_{dej} \rightarrow 43 \text{ A} > 13,48 \text{ A}$

**Minimalni prerez vodnika z 31 moduli:**

$$S = \frac{2 * l * P}{\lambda * \Delta u * U} = \frac{2 * 100m * 13.795W}{57\Omega m/mm^2 * 10,02V * 1.023,62V} = 4,72mm^2$$

Izberemo kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{2 * l * P}{\lambda * S * U} = \frac{2 * 100m * 13.795W}{57\Omega m/mm^2 * 6mm^2 * 1.023,62V} = 7,88V$$

$$u = \frac{\Delta u * 100}{U} = \frac{7,88V * 100}{1.023,62V} = 0,77\%$$

Izbran kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dopustni tok za kabel Olflex solar tip XL 1 x 6 mm<sup>2</sup> znaša 43 A

$I_{dop} > I_{dej} \rightarrow 43 \text{ A} > 13,48 \text{ A}$

**Minimalni prerez vodnika z 30 moduli:**

$$S = \frac{2 * l * P}{\lambda * \Delta u * U} = \frac{2 * 80m * 13.350W}{57\Omega m/mm^2 * 9,90V * 990,60V} = 3,82mm^2$$

Izberemo kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

---



Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{2 * l * P}{\lambda * S * U} = \frac{2 * 80m * 13.350W}{57\Omega m/mm^2 * 6mm^2 * 990,60V} = 6,3V$$

$$u = \frac{\Delta u * 100}{U} = \frac{6,3V * 100}{990,60V} = 0,64\%$$

Izbran kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dopustni tok za kabel Olflex solar tip XL 1 x 6 mm<sup>2</sup> znaša 43 A

Idop > I dej → 43 A > 13,48 A

**Minimalni prerez vodnika z 28 moduli:**

$$S = \frac{2 * l * P}{\lambda * \Delta u * U} = \frac{2 * 80m * 12.460W}{57\Omega m/mm^2 * 9,24V * 924,56V} = 4,09mm^2$$

Izberemo kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{2 * l * P}{\lambda * S * U} = \frac{2 * 80m * 12.460W}{57\Omega m/mm^2 * 6mm^2 * 924,56V} = 6,3V$$

$$u = \frac{\Delta u * 100}{U} = \frac{6,3V * 100}{924,56V} = 0,68\%$$

Izbran kabel Olflex solar XL 1 x 6 mm<sup>2</sup>

Dopustni tok za kabel Olflex solar tip XL 1 x 6 mm<sup>2</sup> znaša 43 A

Idop > I dej → 43 A > 13,48 A

---



## 2.2.2. Dimenzioniranje kabla od DC/AC razsmernika do stikalnega bloka R-AC

Dimenzioniranje vodnikov zajema predvsem izbiro prereza vodnika glede na padec napetosti in dopustne tokovne obremenitve.

Dopustne tokovne obremenitve določimo po standardu SIST HD 60364-5-52 za način polaganja kablov

< izolirani vodnik v instalacijskem kanalu na steni >, tabela 2

- referenčna električna napeljava B

- B1 opis ostalih električnih napeljav, ki imajo enaki dovoljeni tok kot referenčna.

**Pri dimenzioniranju kabla upoštevamo tehnične podatke iz tabel 2.1.3.**

1. Pri izračunu upoštevamo maksimalna izhodna moč razsmernika 66.600 W in napetost 400 V AC.

$$\text{Konični tok} \quad I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{66600W}{1,73 \cdot 400V} = 96,24A$$

Minimalni prerez vodnika:

$$S = \frac{l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \cdot U} = \frac{5m \cdot 66.600W}{57\Omega m/mm^2 \cdot 4V \cdot 400V} = 3,65mm^2$$

Izberemo kabel FG16OR 5 x 35 mm<sup>2</sup>

Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{l \cdot P}{\lambda \cdot S \cdot U} = \frac{5m \cdot 66.600W}{57\Omega m/mm^2 \cdot 35mm^2 \cdot 400V} = 0,42V$$

$$u = \frac{\Delta u \cdot 100}{U} = \frac{0,42V \cdot 100}{400V} = 0,11\%$$

Dopustni tok za kabel tip FG16OR 5 x 35 mm<sup>2</sup> znaša 130A

$I_{dop} > I_{dej} \rightarrow 130 A > 96,24 A$

---



### 2.2.3. Dimenzioniranje kabla od stikalnega bloka R-AC do nove priključne merilne omare PMO

Dimenzioniranje vodnikov zajema predvsem izbiro prereza vodnika glede na padec napetosti in dopustne tokovne obremenitve.

Dopustne tokovne obremenitve določimo po standardu SIST HD 60364-5-52 za način polaganja kablov

< enožilni ali večžilni kabel neposredno zakopan v zemljo>, tabela 2

- referenčna električna napeljava D

- D1 opis ostalih električnih napeljav, ki imajo enaki dovoljeni tok kot referenčna.

Upoštevana skupna priključna moč fotonapetostne elektrarne, katera znaša 80,99 kW.

$$\text{Konični tok} \quad I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{80990 \text{ W}}{1,73 \cdot 400 \text{ V}} = 117,04 \text{ A}$$

Minimalni prerez vodnika:

$$S = \frac{l \cdot P}{\lambda \cdot \Delta u \cdot U} = \frac{5 \text{ m} \cdot 80.990 \text{ W}}{57 \Omega \text{ m/mm}^2 \cdot 4 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 4,44 \text{ mm}^2$$

Izberemo kabel FG16OR 4 x 50 mm<sup>2</sup>

Dejanski padec napetosti:

$$\Delta u = \frac{l \cdot P}{\lambda \cdot S \cdot U} = \frac{5 \text{ m} \cdot 80.990 \text{ W}}{57 \Omega \text{ m/mm}^2 \cdot 50 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ V}} = 0,36 \text{ V}$$

$$u = \frac{\Delta u \cdot 100}{U} = \frac{0,36 \text{ V} \cdot 100}{400 \text{ V}} = 0,09 \%$$

Dopustni tok za kabel tip FG16OR 4 x 50 mm<sup>2</sup> znaša 155 A

$I_{\text{dop}} > I_{\text{dej}} \rightarrow 155 \text{ A} > 117,04 \text{ A}$

---



#### 2.2.4. Kontrola delovanja zaščite pred preobremenitvenim tokom

Pri zaščiti pred preobremenitvenimi tokovi smo izvedli uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo skladno z zahtevami standarda SIST HD 60364-5-52- trajno dovoljeni tok.

Pri tem morata smo upoštevali dva pogoja:

1. pogoj  $I_B \leq I_n \leq I_z$

2. pogoj  $I_2 \leq 1.45 \times I_z$

kjer pomeni:

$I_B$	-	tok, za katerega je tokokrog priveden
$I_z$	-	trajni zdržni tok vodnika ali kabla
$I_n$	-	nazivni tok zaščitne naprave
$I_2$	-	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zašč. naprave
k	-	1,1 - za zaščitna stikala
k	-	1,45 - za instalacijske odklopnike
k	-	za talilne varovalke po tabeli

TABELA – nizkonapetostne varovalke

$I_n$		A	k
2	in	4	2,1
6	in	10	1,0
$16 < I_n <$		63	1,6
$160 < I_n <$		400	1,6



1. pogoj  $I_B \leq I_n \leq I_z$

2. pogoj  $I_2 \leq 1.45 \times I_z$

$$I_2 = k \times I_n$$

$$k \times I_n \leq 1.45 \times I_z$$

Skupna moč fotonapetostne elektrarne..... 80,99 kW

Glavne varovalke..... 3x125A

Dovodni kabel..... 4x50mm<sup>2</sup> Cu

## 2.2.5. Zaščita pred kratkostičnim tokom

Vsak kratkostični tok mora biti prekinjen v času v katerem se vodniki segrejejo do dopustne meje temp. To preverimo po formuli:

$$t = (k \times s / I)^2$$

kjer je: t ..... trajanje v (s)

s ..... prerez v (mm<sup>2</sup>)

I ..... efektivna vrednost kratkostičnega toka v A

k ..... konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla

k= 115 Cu + PVC

k= 135 Cu + guma, polietilen

k= 74 Al + PVC

k= 87 Al + guma, polietilen

V tem času  $I_k$  segreje vodnike do najvišje temp. nadtokovna zaščita odklopi kratkostični tok v času, ki je mnogo manjši od časa v katerem se vodnik segreje do dopustne mejne temperature.



### 2.2.7. Zaščita pred posrednim dotikom v TN omrežjih

Za zaščitni ukrep pred posrednim dotikom se uporabi zaščita s samodejnim odklopom napajanja.

Naveden način zaščite je usklajen s pogoji sistema omrežja.

Zaščitne naprave morajo ob napaki v določenem času samodejno odklopiti tiste dele instalacije, ki jih ščitijo.

Za stalno nameščene porabnike velja, da mora zaščita s samodejnim odklopom napajanja delovati v času 5 s v kolikor se pojavi napetost dotika 50 V, za prenosne porabnike pa v času 0,4 s.

Najdaljši dovoljeni časi trajanja napetosti dotika v odvisnosti od najvišje pričakovane napetosti dotika so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1

Najdaljši dovoljeni odklopni čas (s)	Najvišje pričakovana izmerj. napetosti dotika (V)
---	--

---

00	50
5	50
1	75
0,5	90
0,2	110
0,1	150
0,05	220

Prikazana tabela velja za instalacije v prostorih z normalnimi pogoji obratovanja.

---



V TN omrežjih lahko uporabimo kot naprave za samodejni odklop zaščitne naprave pred prevelikim tokom (varovalke, instalacijske odklopnike, zaščitna stikala) in zaščitne naprave na diferenčni tok (tokovna zaščitna stekla).

V primeru, da služi nevtralni vodnik tudi kot zaščitni vodnik (PEN), zagotavljamo zaščito predvsem z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom.

Če pa uporabimo za zaščitne naprave na diferenčni tok, povežemo dostopne kovinske dele porabnikov z zaščitnim vodnikom za zaščitno napravo na diferenčni tok.

Najmanjši prerezi zaščitnih in ozemljitvenih vodnikov so usklajeni s SIST HD 60364-5-54.

#### 2.2.8. Kontrola delovanja odklopa napajanja

Je izvedena za vse dovodne kable do razdelilnikov in za vse tokokroge najneugodnejšega razdelilnika.

Zaščita pred prevelikim tokom mora delovati v 0,4 s za prenosne porabnike in v 5 s za fiksne porabnike, določena v SIST HD 60364-4-41.

V primeru okvare bo stekel tok

$$I_k = \frac{230V}{Z}$$

$I_k$  - tok okvare

Z - impedanca zanke od transformatorja do potrošnika

$Z = Z_{\text{mreže}} + Z_{\text{kabla}} + Z_{\text{kontaktnega mesta}}$

$$Z = 0.066 + \sqrt{(2r)^2 + X^2} + \sqrt{(2r)^2 + X^2}$$

kabla

kontaktnega mesta

---



podatek, ki ga je izračunal projektant NN razvoda

$$I_a < I_k$$

$I_a$  - izklopilni tok zaščitne naprave

$$I_k$$

$$F = \frac{I_a}{I_k}$$

$$I_a$$

Pogoj je izpolnjen, če je faktor  $F > 1$

Iz tabele je razvidno, da je okvarni tok bistveno večji od toka, ki izklopi potrošnik v 0,4 oz. 5s, torej čas odklopa bo mnogo krajši in zaščitni ukrep bo zanesljivo deloval.

#### 2.2.8. Pogoji delovanja zaščite s samodejnim odklopom napajanja

Za uspešno delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja morajo biti izpolnjeni naslednje pogoji in zahteve:

- Na zaščitni vodnik morajo biti povezani vsi izpostavljeni prevodni deli porabnikov, ki so priključeni na napetost višjo od 50 V
  - Vsi hkrati dostopni prevodni deli porabnikov morajo biti vezani na isto ozemljitev
  - Ničelni in zaščitni vodniki morajo biti po svoji celi dolžini enakovredno izolirani in enako skrbno položeni kot fazni vodniki
  - Ničelni in zaščitni vodniki ne smejo biti varovani
  - V projektu je sistem zaščite s posebnim zaščitnim vodnikom rumeno-zelene barve, ki je eden izmed vodnikov večžilnega voda
-



- V primeru TN-S sistema z uporabo zaščitne naprave pred prevelikimi tokovi (ZTP) morajo ničelno zbiralko razdelilca povezati z zaščitno zbiralko tega razdelilca.
- V primeru TN-S sistema z uporabo zaščitne naprave na diferenčni tok (ZNDT) ničelna in zaščitna zbiralka ne smeta biti povezani. Kovinski deli naprav morajo biti povezani na zaščitni vodnik za ZNDT. V primeru TN-S sistema je možno uporabiti kot samostojno (dodatno) zaščito ZNDT, če priključimo ZNDT na PEN vodnik za ZPT.
- Pred pričetkom obratovanja smo vso instalacijo dali pod napetost in preizkusiti, če ustreza pogojem zaščite, oz. če so vsi ukrepi izbranega sistema zaščite izpolnjeni.

#### 2.2.9. Zaščita z električno ločitvijo

DC vhodna napetost

Instalacija mora ustrezati pogojem zaščitne ločitve. Zaščitno ločitev dosežemo z naslednjimi ukrepi :

- Vodnika DC napetosti (+ in - ) morata imati dvojno izolacijo in bosta položena ločeno
  - V spojišču sončnih generatorjev morata biti + in – ločena
  - Vodniki med sončnimi moduli bodo mehansko zaščiteni
  - Zaradi varnosti uporabnikov in požarne varnosti bodo instalacijski vodniki med seboj in proti zemlji zadostno izolacijsko upornost, katero bo potrebno občasno kontrolirati ali namestiti stalni kontrolnik izolacije ki bo deloval na izklop razsmernika
  - Predvideni razsmernik SolarEDGE SE66,6K ima vgrajeno kontrolo izolacije.
-



### 3. TEHNIČNI OPIS DEL

#### 3.1. Priključek na NN energetska omrežje

Za novo predvideno elektrarno, bo potrebno zgraditi novi nizkonapetostni kabelski priključek od NNRODJ V-PMO T0200 pred m.m. 4-210134, ki je priključena na 10kV omrežje v transformatorski postaji T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U., do predvidene nove NN priključno merilne omarice nove sončne elektrarne.

Vključitev elektrarne na NN omrežje je 3 x 230 V 50 Hz.

Stično mesto med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo izvedeno na 0,4 kV napetostnem nivoju v PMO omarici pred merilnim mestom 4-210134, ki je priključena na obstoječi TP T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U.

Ločilno mesto z ročnim izklopom med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo na 0,4 kV napetostnem nivoju lociran v novi predvideni NN priključni merilni omari za potrebe elektrarne. Če se je odklopnik ločilnega mesta izključil zaradi delovanja zaščitnih naprav na ločilnem mestu, mora ostati izključen, dokler niso izpolnjeni vsi pogoji za ponovni vklop. Dovoljenje za ponovni vklop priklop lahko izda samo Elektro Maribor d.d.. Ločilno mesto z ročnim izklopom mora biti opremljeno s ključavnico Elektro Maribor d.d..

Ločilno mesto z avtomatskim izklopom med uporabnikovimi napravami in javnim omrežjem EES bo na 0,4 kV napetostnem nivoju lociran v glavni omari R-AC, kot je prikazano v priloženi tripolni shemi z oznako –Q1. Umerjanje, nastavitve in preskuse delovanja zaščitnih naprav ločilnega mesta lahko izvede upravljalec ali za ta dela registrirana organizacija, vendar vedno samo ob prisotnosti predstavnika Elektra Maribor d.d. Merilni protokoli preizkusov zaščitnih naprav morajo biti dostavljeni Elektru Maribor d.d.

---



### 3.2. Priključna merilna omara

Priključna merilna omara bo nova, z vgrajeno opremo po priloženi shemi, zaprta je s tipsko ključavnico Elektro Maribor. Vgrajena bo na dostopnem mestu ob objektu.

#### 3.2.1. Merjenje električne energije

Za merjenje prevzete električne energije iz distribucijskega omrežja in proizvedene električne energije, ki bo oddana v distribucijsko omrežje po merilnem mestu št. 8106740 bo izvedena nova merilna oprema, nameščena na napetostnem nivoju 0,4 kV v priključno merilni omarici na stalno dostopnem mestu z dvosmernim števcem delovne energije. Dovod bo izveden iz obstoječe PMO omare na fasadi pred obstoječim prevzemno-predajnim mestom objekta Depandansa.

Meritve bodo nameščene tako, da bo zagotovljen stalen dostop in omogočeno nemoteno odčitavanje števcov, odklop po potrebi ter je pod ključem Elektro Maribor d.d.

#### 3.2.2. Ločilno mesto

Ločilno mesto je po definiciji določeno kot mesto ločitve elektrarne od EES omrežja v primeru delovanja zaščit ali ročno. Na ločilnem mestu za avtomatsko ločitev elektrarne od omrežja, bo lociran v omarici elektrarne R-AC, odklopnik z izklopno tuljavo, ki bo vključen v izklopni tokokrog zaščitnih naprav na ločilnem mestu. Vsak izpad napetosti, tudi izpad posamezne faze v javnem omrežju EES povzroči mehansko ločitev kontaktov napajalne faze. Če se odklopnik ločilnega mesta izključi zaradi delovanja zaščitnih naprav na ločilnem mestu, ostane izključen, dokler niso izpolnjeni vsi pogoji za ponovni vklop. Dovoljenje za ponovni vklop poda Elektro Maribor d.d.. Ločilno mesto z ročnim izklopom je opremljeno s ključavnico Elektra Maribor d.d..

Umerjanje, nastavitev in preskuse delovanja zaščitnih naprav ločilnega mesta izvede upravljalec oz. za ta dela registrirana organizacija, ob prisotnosti predstavnika Elektra Maribor d.d.. Merilni protokoli preizkusov zaščitnih naprav so dostavljeni Elektru Maribor d.d..

Ročni izklop elektrarne od omrežja je izveden z odklopnikom Q1.

Prvi priklop elektrarne na distribucijsko omrežje je možen na osnovi pozitivne strokovne ocene o sposobnosti elektrarne za varen začetek obratovanja v sodelovanju s pooblaščenim predstavnikom podjetja za distribucijo električne energije.

---



### 3.2.3. Omejevanje toka

Predtokovna in kratkostična zaščita med EES omrežjem in elektrarno bo izvedena na stičnem mestu med EES omrežjem in elektrarno z varovalkami NV 125A.

### 3.2.4 Prenapetostna zaščita

Prenapetostna zaščita izmeničnih tokokrogov je izvedena s prenapetostnimi odvodniki, Protec B 60/320 – 8 kA.

Ozemljitev prenapetostnih odvodnikov je izvedena z vodnikom rumeno/zelene barve H07V-K 1x16 mm<sup>2</sup>.

## 3.3. Stikalni blok R-AC

Stikalni blok bo tipske nadometne izvedbe razreda II z vgrajeno opremo po priloženi shemi. V stikalnem bloku je vgrajena oprema za varovanje kablov in priključkov napetosti 3 x 230/400 V AC.

V stikalnem bloku bo v skladu s soglasja za priključitev vgrajen rele za kontrolo prisotnosti faz NN omrežja, kateri izklopi elektrarno v primeru izpada ene ali več faz. Nadzorni rele bo krmilil močnostni motorni pogon Q1.

Vsaka sprememba napetosti od nastavljene ali izpad napetosti javnega NN omrežja v katerega bo vključena fotonapetostna elektrarna mora povzročiti izklop stikala na ločilnem mestu. Stikalo bo ostalo izključeno, dokler ne bodo izpolnjeni pogoji za ponovni vklop.

Glavno stikalo stikalnega bloka bo vgrajeno v notranjosti stikalnega bloka R-AC.

Vsi stikalni bloki morajo biti izdelani v skladu z SIST EN 60439-1. Upoštevati je potrebno naslednje:

- Elektro oprema bo vijačena na nosilne plošče, smiselno razporejena in označena z oznakami iz shem.
- Oznake bodo trajne in dobro vidne.
- Oprema bo ožičena s finožičnimi vodniki, zaključenimi s kabelskimi končnicami in označenimi z oznako priključnega mesta.
- Vodniki bodo položeni v perforirane PVC kanale.
- Deli pod napetostjo morajo biti zaščiteni z izolacijskimi okrovi.

Po izdelavi bo potrebno izvesti vse preizkuse in priložiti pripadajoče zapisnike. V predal na vratih bo potrebno vstaviti sheme izvedenega stanja.

---



### 3.4. Omrežni razsmernik

Omrežni razsmernik bo vgrajeni na zidu objekta, izdelan v stopnji zaščite IP 65. Tehnični podatki so razvidni iz tabele 2.1.3.

Za montažo in obratovanje razsmernikov je potrebno upoštevati priložena tehnična navodila.

Prostor, na katerem je vgrajen razsmernik je dovolj prezračevan.

Vhodni DC priključki na razsmernik bodo izvedeni s kablom Olflex Solar XL 1x6 mm<sup>2</sup> in konektorji.

Priključitev izhodnih tokokrogov do stikalnega bloka R-AC bo izvedena s kabli FG16 OR 4x50mm<sup>2</sup>.

V razsmerniku so vgrajene naslednje vrste zaščit za delovanje in sicer:

- Podnapetostna zaščita
  - Prenapetostna zaščita
  - Podfrekvenčna zaščita
  - Nadfrekvenčna zaščita
  - Predtokovna zaščita
  - Zaščita pred prenapetostjo
- 
- Vsaka sprememba napetosti in frekvence od nastavljene ali izpad napetosti javnega NN omrežja v katerega je vključena fotonapetostna elektrarna bo povzročila izklop stikala v razsmerniku. Stikalo bo ostalo izključeno, dokler ne bodo izpolnjeni pogoji za ponovni vklop.
  - Nastavitve, umerjanje in preizkus zaščitnih naprav na ločilnem mestu lahko opravi za to pooblaščen organizacija v sodelovanju s pooblaščenim predstavnikom podjetja za distribucijo električne energije.
  - Po preizkušanju in nastavitvah predstavnik distribucije električne energije zaščitne naprave zaklene in zaplombira.
  - Umerjanje in funkcionalno preizkušanje zaščitnih naprav bo potrebno izvajati enkrat letno.
  - Zaščite oziroma notranja napaka v napravi je izvedla avtomatsko mehansko ločitev razsmernika od EES omrežja. Razsmernik bo po delovanju zaščite ostal izključen, dokler ne bodo izpolnjeni pogoji za ponovni vklop.
-



Razsmernik bo pretvarjal enosmerno napetost sončnega generatorja v izmenično napetost sinusne oblike, katera bo sinhronizirana z napetostjo javnega električnega omrežja.

Razsmernik bo napajal tri faze električnega omrežja. Razsmernik bo deloval popolnoma avtomatizirano. Ko bo vhodna moč dovolj velika, bo kontrolna enota sprožila sinhronizacijo z omrežjem in pošljala energijo vanj. Razsmernik bo med delovanjem stalno sledil točki največje moči sončnega generatorja (MPPT). Ko ne bo dovolj vhodne moči, se bo razsmernik avtomatično odklopil od omrežja in se ugasnil.

Med delovanjem in vzdrževanjem bo razsmernik zagotavljal največjo možno stopnjo zaščite pred nevarno napetostjo električnega toka.

### **3.5. Kabelske povezave**

Kabli, ki so bili izbrani za enosmerno in izmenično napetost so položeni na kabelske police vgrajene na zidu objekta. Kabelske police za AC in DC sistem so ločene.

Število kabelskih žil in preseki za posamezne izvode so razvidni iz pripadajočih shem.

Za polaganje instalacije so izvedeni naslednji tipi kablov:

1. NAYY-J
2. FG16 OR
3. Olflex solar XL

### **3.6. Zaščita fotonapetostnega generatorja pred reverznim tokom**

V fotonapetostnih generatorjih z več paralelnimi vejami se lahko v primeru okvare pojavi reverzni tok, ki je lahko nekajkrat večji od normalnega maksimalnega toka posamezne veje. Reverzni tok se lahko pojavi samo v primeru napake v fotonapetostnem generatorju. Ta napaka je lahko npr. kratek stik v enem ali več zaporedno vezanih moduli, ki ima posledico zmanjšanje napetosti na odprtih sponk. Notranja diodna struktura sončnih celic povzroči, da teče reverzni tok skozi okvarjeno vejo. Ta je odvisen od števila paralelno povezanih vej in v odvisnosti od jakosti lahko povzroči pregrevanje ali celo uničenje

---



modulov v tej veji. Napake, ki lahko povzročijo zmanjšanje napetosti v določeni veji in posledično reverzni tok, so:

- Kratek stik v enem ali več modulih
- Kratek stik v eni ali več celicah v modulih
- Dvojna napaka proti zemlji na modulu ali na kabelskih povezavah

V tem projektu je uporabljena zaščita pred reverznim tokom z vgradnjo varovalk, ki pri prevelikem reverznem toku prekinejo tokokrog. Varovalke so vgrajene v priključne omare enosmerne napetosti R-DC.

### **3.7. Priključna omara sončnih generatorjev R-DC**

Iz fotonapetostnih generatorjev so vodniki speljani v priključne omare enosmerne napetosti R-DC, kjer je nameščena tokovna in prenapetostna zaščita posameznih sklopov fotonapetostnega generatorja.

Priključne omare sončnih generatorjev so vgrajene na zidu zraven razsmernikov.

V omare so vgrajeni varovalčni ločilniki za cilindrične talilne vložke 16A DC, in odvodniki prenapetosti (točka 3.7.1.).

#### **3.8.1 Prenapetostna zaščita**

Enosmerni tokokrogi

Prenapetostna zaščita enosmernih tokokrogov je izvedena v priključnih omarah DC s prenapetostnimi odvodniki tip DS 60 PV – 1000.

Ozemljitve prenapetostnih odvodnikov je izvedena z vodnikom rumeno zelene barve H07V-K 1x16 mm<sup>2</sup>, razsmernikov in ostale opreme je izvedena z vodnikom rumeno zelene barve H07V-K 1x6 mm<sup>2</sup>.

---



### **3.8. Sončni generator**

Sončne generatorje sestavljajo fotomoduli JINKO SOLAR tip JKM-445N z osnovnimi podatki iz tabele 2.1.1. Fotomoduli so montirani na osnovno konstrukcijo in medsebojno povezani s kablom Olflex Solar XL 1x6 mm<sup>2</sup>.

### **3.9. Strelovodna instalacija, izenačitve potencialov**

#### **3.9.1 Strelovodna instalacija**

Strelovodna naprava je obstoječa, katera se je zaradi montaže, oz. namestitve fotonapetostne elektrarne na streho obstoječega objekta, preuredila. Lovilni sistem je povezan z aluminijasto žico  $\varnothing$  8 mm.

#### **Splošno**

Bistvo izvedenih ukrepov je zagotoviti varnost pri uporabi in varnost pred požarom, ki bi lahko bila ogrožena zaradi delovanja strele.

Pri izbiri ukrepov in določanju minimalnega rizika v načrtu naprave za zaščito objekta pred delovanjem strele, so upoštevane:

Tehniške smernice TSG-N-003; 2021 (zaščita pred delovanjem strele).

Vsi kovinski deli strelovodne instalacije so med seboj električno in mehansko dobro spojeni. Na spojih se lahko valjanec prekriva najmanj 10 cm. Vsa instalacija je zaščiten pred korozijo, še posebno stiki in uvodi v zemljo.

Pregled strelovodne instalacije bo potrebno izvesti:

- Po končani montaži
- Po vsakem udaru strele v objekt ali napeljavo
- V rednih periodičnih presledkih

Strelovodna instalacija je izvedena v skladu s Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS št. 28, datum 10.4.2009) in pripadajočimi tehničnimi smernicami. Objekt je ščiten s IV. Stopnjo zaščite pred delovanjem strele.

---



Strelovodno napeljavo sestavljajo:

- Lovilni vodi
- Odvodi
- Merilni spoji
- Ozemljilni uvodi
- Ozemljitev

#### Lovilni vodi

Lovilni sistem je namenjen, da prestreže morebitni udar strele in jo bo po najkrajši poti in brez posledic odvedel v zemljo. Lovilni del strelovodne instalacije predstavlja legirani Al vodnik  $\varnothing$  8 mm, položen po slemenskih in strešnih nosilcih in žlebovih. Zaradi montaže sončne elektrarne se bodo na lovilnem delu dogradile lovilne palice LOP01 (1m) in LOP02 (2m)

Lovilni sistem je povezav z aluminijasto žico  $\varnothing$  8 mm.

#### Odvodi

Odvodi tvorijo povezavo med lovilnimi vodi in merilnimi spoji. Za odvode je uporabljena legirana Al žica  $\varnothing$  8, pritrjena na ustrezne zidne nosilce na fasadi objekta in odtočne žlebove, do merilne sponke na višini 1,5 m od tal.

#### Merilni spoji

Merilni spoji omogočajo ločitev ozemljitve od nadzemne instalacije. S tem bo omogočena kontrola ozemljitve strelovodne naprave. Merilni odvodi so spajali odvode in ozemljilne uvode, izvedeni so na fasadi. Merilni spoji so izvedeni s križno sponko 58x58 mm.

#### Ozemljilni uvodi

Ozemljilni uvodi predstavljajo povezavo med merilnim spojem in ozemljitvijo in so izvedeni z valjancem FeZn 25x4 mm. Od merilnega spoja do vhoda v zemljo so zaščiteni s kovinskimi vertikalnimi zaščitami. Uvodi so zaščiteni z vertikalno zaščito 1500 x 50 x1.

#### Ozemljitev

Za ozemljilo je uporabljeno obstoječe temeljno ozemljilo. Na ozemljilo so vezane vse kovinske mase, kovinska nosilna konstrukcija za module, kovinsko okvir modulov. Vsi spoji so dobro mehansko in galvansko spojeni.

---



### 3.9.2 Izenačitve potencialov

Izvedena izenačitev potencialov v smislu SIST HD 60364-4-41 z glavno zbiralko GIP pod stikalnim blokom. Na sistem izenačitve potencialov so povezane vse večje kovinske mase.

Vučja vas, julij 2024



**POPIS DEL****MALA SONČNA ELEKTRARNA MSE DEPANDNSA moči 80,99kW**

<b>Z. št</b>	<b>Opis</b>	<b>Enota</b>	<b>Količina</b>	<b>Cena na enoto</b>	<b>Cena</b>
1	Dobava sončnih panelov 182 kos kot na primer: Jinko Solar tip Tiger Neo N-type 54HL4-V 445W, 1x razsmernika kot na primer: Solaredge SE66,6K in optimizatorjev kot na primer: Solaredge P950, upoštevati prevoz in vnos v skladišče naročnika. Oprema mora biti skladna s specifikacijo naročnika.	kpl	1		0,00 €
2	Montaža sončne elektrarne moči 80,99kW na streho Depandanse in telovadnice vključno z vsem potrebnim drobnim in veznim materialom, vključno z dograditvijo strelovodne naprve na nivoju strehe (odvodi in ozemlilo pripravljeno). Pri montaži upoštevati dvig opreme na steho z avtodvigalom, vse prevoze iz skladišča vključno z nakladanjem in razkladanjem, vso zaščitno opremo, po potrebi upoštevati delo s košaro (obvezen ogled objekta). Dela se izvedejo skladno s PZI dokumentacijo naročnika.	kpl	1		0,00 €
3	Dobava, montaža in priklop AC in DC razdelilca in izvedba merilnega mesta, montaža in priklop sončne elektrarne na omrežje SODO, meritve električnih inštalacij elektrarne in strelovoda. Statično presojo, požarno presojo električnih inštalacij je zagotovil naročnik.	kpl	1		0,00 €
4	Začasna demontaža solarnih panelov zaradi obnove strehe. Pri začasni demontaži upoštevati spust opreme na tla z avtodvigalom, vse prevoze na skladišče vključno z nakladanjem in razkladanjem, vso zaščitno opremo, po potrebi upoštevati delo s košaro (obvezen ogled objekta).	kpl	1		0,00 €



5	Ponovna montaža demontiranega dela solarnih panelov in priklop. Pri montaži upoštevati dvig opreme na steho z avtodvigalom, vse prevoze iz skladišča vključno z nakladanjem in razkladanjem. V tem času bo na objektu zagotovljen zaščitni oder (obnova objekta), ostalo varnostno opremo zagtovi izvajalec. Dela se izvedejo skladno s PZI dokumentacijo naročnika.	kpl	1		0,00 €
6	Predaja dokumentacije naročniku: DZO z vsemi potrebnimi prilogami (izjave o lastnostih za uporabljene materiale, meritve,...)	kpl	1		0,00 €
<b>Skupaj:</b>					<b>0,00 €</b>



## TEHNIČNE SPECIFIKACIJE MATERIALA

### MALA SONČNA ELEKTRARNA MSE DEPANDNSA moči 80,99kW

#### 1. Sončna elektrarna

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	razsmernik z izhodno močjo 66,6kVA, šestimi DC vhodi, pretokovno in prenapetostno zaščito razreda II na DC in AC strani, RS485, Ethernet, dim.: 940 x 315 x 260 mm + 540 x 315 x 260 mm, IP65	kot na primer: Solaredge SE66,6K	kos	1
2	optimizator za priklop dveh fotonapetostnih panelov, DC vhodna moč: 850W, max. vhodna napetost: 125V, max. izhodni tok: 18A max. izkoristek 99,5%, dim.: 129x162x59mm (v primeru uporabe drugačnih modulov je potrebno tip optimizatorjev prilagoditi moči modulov)	kot na primer: Solaredge P950	kos	92
3	Dobava, montaža in priklop solarnih panelov tip kot na primer: Jinko Solar tip Tiger Neo N-type 54HL4-V moči 445 W, z linearno garancijo vsaj 87,4% v času 30 let. Možno je uporabiti tudi drug tip solarnih panelov moči 405 do 475W, pri čemer mora biti zagotovljena skupna moč MSE, moduli morajo biti postavljeni skladno s požarno presojo (upoštevani vsi odmiki), proizvodnja pa mora biti vsaj enaka kot z moduli po PZI, kar se dokaže s simulacijo proizvodnje.	kot na primer: Jinko Solar tip Tiger Neo N-type 54HL4-V 445W	kos	182
4	uvod novega kabla v obstoječo V-PMO omaro in priklop za meritvami. Dela izvesti pod nadzorom elektro distributerja		kpl	1
5	izvedba povezave med moduli in razsmernikom s solarnimi kabli ter zaključevanjem na MC4 konektorje (M+Ž), kabel	Olflex solar tip XL 1 x 6 mm <sup>2</sup>	m	820
6	zaščitni vodnik, skupaj s priborom za izvedbo ozemljitev (trajni vijачeni spoji z zareznimi maticami...)	H07VV-F 35mm <sup>2</sup>	m	30
7	zaščitni vodnik, skupaj s priborom za izvedbo ozemljitev (trajni vijачeni spoji z zareznimi maticami...)	H07VV-F 16mm <sup>2</sup>	m	180



8	zbiralka za izenačitev potencialov za nadom,etno montažo		kos	3
9	izvedba spoja za izenačitev potencialov		kos	63
10	izhodni modul sistema AJP za izklop elektarne v primeru požara		kos	1
11	vklučitev izhodnega modula v požarno zanko vključno s programiranjem		kpl	1
12	kabelska polica iz INOX materiala, kompletno s spojnim, pritrdilnim in ostalim drobnim materialom ter s pokrovom, širine 100mm, z eno pregrado. Pritrdijo se na nosilne		m	100
13	kabelska polica iz INOX materiala, kompletno s spojnim, pritrdilnim in ostalim drobnim materialom ter s pokrovom, širine 100mm, brez pregrade. Pritrdijo se na nosilne podstavke (podložna guma+betonski tlakovec		m	10
14	dobava in montaža tipke za izklop v sili nadometne izvedbe(ročni javljalec požara z napisom izklop sončne elektrarne) ob merilni omari na višino 1,8. Lokacijo določiti skupaj z upravljalcem objekta.		kos	1
15	Dobava in položitev UV odporne cevi fi11mm		m	50
16	Dobava in položitev UV odporne cevi fi35mm		m	10
17	Dobava in montaža podkonstrukcije za montažo razdelilca R-AC MSE, R-DC in razsmernika na fasado.		kpl	1
18	drobni in vezni material		komp.	1
19	DC meritve ter priprava merilnega		kos	1
<b>Skupaj:</b>				

## 2. Vključitev sončne elektrarne

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	energetski kabel, razred odziva na ogenj Cca s1 d2 a1	npr:FG16O R 4x50 mm2	m	10
2	energetski kabel, finožični	npr:FG16O R 5x35 mm2	m	9
3	energetski kabel s finožičnimi vodniki in jeklenim opletom	N2XH-J 7x1,5 mm	m	9
4	telekomunikacijski kabel, razred odziva na ogenj Cca s1 d2 a1	FTP cat 6	m	50
5	Dobava in položitev vodnika za sistem avtomatskega javljanja požara (rdeč), položen po objektu v času rekonstrukcije v zaščitni cevi fi11mm, vključno s cevjo	NPR: JE-H(St)H 2x2x0,8mm-Bd (rdeč)	m	40



6	zbiralka za izenačitev potenciala z 10 priključki Cu 10xM10mm	kot na primer:	kos	1
7	meritve električne inštalacije ter izdelava merilnega protokola		kos	1
8	drobni, inštalacijski material		komp.	1
9	Dobava in montaža razdelilca <b>R-AC MSE</b> vgrajenega prostostoječe ob objektu in z vgrajeno naslednjo opremo:		kpl	1
-	Prostostoječe ohišje stikalnega bloka iz ojačanega poliestra, dimenzij cca 750x750x400mm, IP54, komplet z osnovno ploščo, nosilci, kanali, pokrovi, tritočkovnim zapiralom s ključavnico, komplet z osnovno ploščo, nosilci, kanali, pokrovi, tritočkovnim zapiralom s ključavnico in ostalim drobnim materialom		kos	1
-	Odklopnik MC2 200 A Schrack ali podoben/enakovreden, vključno z motornim pogonom	npr: MC216341	kos	1
-	Podnapetostna tuljava 230VAC	npr: MC4961	kos	1
-	Tripolna varovalna letev 160 A za zbiralni sistem		kos	2
-	Varovalni vložki NV 160/125A		kos	6
-	Cu zbiralnice 20x5mm		m	3
-	odvodniki prenapetosti Protec B, In=25kA/p, Iimp=25kA/p, Imax=100kA/p, sistem TN-S	kot na primer: Protec B	kos	1
-	Zaščitni rele za podnapetostno, prenapetostno, frekvenčno,... zaščito	kot na primer: URNA 0345-	kos	1
-	Pleksi zaščita za priklop na gl. stikalu in prostem delu zbiralnic		kpl	1
-	Avtomatski odklopnik 400V, 4 do 16A, 3p, C karakteristike		kos	1
-	Avtomatski odklopnik 230V, 4 do 16A, 1p, C karakteristike		kos	2
-	Avtomatski odklopnik 400V, 4 do 16A, 3p, B karakteristike		kos	1
-	Avtomatski odklopnik 230V, 4 do 16A, 1p, B karakteristike		kos	1
-	Inštalacijski kontaktor		kos	2
-	Signalna svetilka (barva skladna z enopolno shemo)		kos	6
-	Stikalo 10A, 2p (1x delovni, 1x mirni)		kos	1
-	Stikalo 10A, 3p (1x delovni, 2x mirni)		kos	1
-	vezni in drugi drobni material, pregled, meritve, poročilo o preizkusu		komp.	1



<b>10</b>	Dobava in montaža razdelilca <b>R-DC</b> vgrajenega na fsadi objekta na ustrezni podkonstrukciji iz caddy profilov in z vgrajeno naslednjo opremo:		<b>kpl</b>	<b>1</b>
-	nadgradno ohišje stikalnega bloka iz dvakrat dekapirane pločevine, protirjavenju zaščitene pločevine, dimenzij, 600x400x300mm, IP54, komplet z osnovno ploščo, nosilci, kanali, pokrovi, tritočkovnim zapiralom s ključavnico in ostalim drobnim		kos	1
-	Ploščica, zaključna, za vrstne sponke CBC 2,5-10mm <sup>2</sup> , siva IK110210--		kos	2
-	Sponka, ozemljitvena, TEC.6 zeleno-rumena, 6mm <sup>2</sup> IK122006-A		kos	24
-	Varovalčni ločilnik dvopolni 1000V DC 32, za varovalke 10x38mm 485151DF		kos	6
-	Cilindrični vložek taljiv 1000V/20A 491635DF (WEIDMUELLER)		kos	12
-	Odvodnik prenapetosti, nizka napetost, z daljinskim kontaktom VPU PV II 3 R 1000, kat. št. 2530180000WM		kos	6
-	Predal za načrte, A4, samolepilni, G=30mm, sive barve, kat. št ASDRA400--		kos	1
-	DV900333--Polcilindrična ključavnica s ključem 333 za mrežne omare DS		kos	1
-	FPA16-M20B UVODNICA NYLON IP66 ČRNA, kat. št. FPA16-M20BFL		kos	12
-	PE-sponka za 7 odvodov, montaža na DIN letev, izolirana IK021037I-		kos	2
-	Ožičenje razdelilca, drobni vezni in spojni vezni material (ožičenje, kanali za		kpl	1
<b>11</b>	<b>PS-PMO</b>		<b>kpl</b>	<b>1</b>
-	Prostostoječe ohišje stikalnega bloka iz ojačanega poliestra, dimenzij cca 450x750x250mm, IP54, komplet z osnovno ploščo, nosilci, kanali, pokrovi, tritočkovnim zapiralom s ključavnico, prozornim okencem in ostalim drobnim materialom ter podsavkom za omaro in gradbenimi deli potrebnimi za postavitve		kos	1
-	sponke za merilno garnituro s prenapetostno zaščito	kot na primer:	kos	1



-	polindirektna, merilna garnitura z merjenjem 15min. konične moči, kompletno z GSM, komunikacijskim vmesnikom (oz. v skladu s soglajem za	npr: Iskraemeco MT880 - T1A42R56	kos	1
-	komunikator	npr: CM-U-3	kos	1
-	varovalno podnožje PK250/3		kos	1
-	varovalno podnožje PK160/3		kos	1
-	Varovalni vložki NV 250/125A		kos	3
-	Varovalni vložki NV 160/125A		kos	3
-	merilni tokovni transformatorji 150/5 A (2,5VA, 5VA, 10VA,), žigosani		kos	3
-	odvodniki prenapetosti naprimer Schrack Protec 3+0 PTNC B+C I+II 275/25+H 25kA 10/350, IS211330-A		kpl	1
-	Stikalo 10A, 0-1, 2p (1x delovni, 1x mirni kontakt) z možnostjo zalklepanja v izklopljenem položaju		kos	1
-	tipska ključavnica distributerja		kos	1
	vezni in drugi drobni material, označevanje, pregled, meritve, poročilo o preizkusu		komp.	1
<b>Skupaj:</b>				

### 3. Strelovod

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	aluminijast vodnik Al8mm		m	80
2	križna sponka		kos	15
3	kontaktna sponka Al žica podkonstrukcija		kos	78
4	lovilna palica višine 1,0m, kompletno z montažnim materialom za pritrditev na trapezno, pločevinasto kritino		kos	11
5	lovilna palica višine 2,0m, kompletno z montažnim materialom za pritrditev na trapezno, pločevinasto kritino		kos	9
6	izoliran strelovodni vodnik:			
	- dolžine 10m		kpl	1
	- dolžine 20m		kpl	1
7	drobni material		komp.	1
8	meritve strelovodne inštalacije in ponikalne upornosti ozemljila, ter izdelava merilnega protokola		kos	1
<b>Skupaj:</b>				



#### 4. Podkonstrukcija

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
	<b>Podkonstrukcija tip kot na primer podkonstrukcija po sistemu K2 ali enakovredno, obračuna se kot komplet 1, možno je uporabiti tudi podkonstrukcijo drugega dobavitelja, pri čemer je potrebno predati nov statični izračun podkonstrukcije</b>			
1	OneEnd Black Set 30-42	kot na primer:	kos	236
2	Thread-forming metal screw 6.0x25	kot na primer:	kos	1968
3	OneMid Black Set 30-42	kot na primer:	kos	256
4	MultiRail 25	kot na primer:	kos	492
				<b>kpl</b>

#### 5. Demontaža obstoječih panelov

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	Demontaža obstoječih panelov, razsmernikov in inštalacij na strehi objekta (obseg se definira na ogledu)		kpl	1
4	Demontaža podkonstrukcije za montažo razdelilca R-DC in razsmernika na fasadi in na skladišču naročnika hramba do ponovne montaže		kpl	1
<b>Skupaj:</b>				

#### 6. Ponovna montaža obstoječih panelov

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	Ponovna montaža obstoječih demontiranih panelov, razsmernikov in inštalacij na strehi objekta (obseg se definira na ogledu)		kpl	1
2	Ponovna montaža podkonstrukcije za montažo razdelilca R-DC in razsmernika na fasadi		kos	1
6	Ponovne meritve električnih inštalacij AC, DC dela in trelovodne naprave.		kpl	1
<b>Skupaj:</b>				



## 7. Pripravljalna in zaključna dela

Z. št	Opis	Proizvod	Enota	Količina
1	stikalne manipulacije s strani elektro Maribor in nadzor nad izvedbo del s strani distributerja		kpl	1
2	vnašanje sprememb med gradnjo in izdelava projekta izvedenih del (PID)		kos	1
4	izdelava navodil za obratovanje in vzdrževanje sončne elektrarne		kos	1
5	izdelava izjav za elektrarne večje od 30kW (presoje in posledično podpise požarca, statika in projektanta EI zagotovi naročnik)		kos	1
6	gasilnik CO2 - 5, vključno z rdečo luminiscentno oznako		komp.	2
7	izdelava in namestitvev označevalnih in opozorilnih tablic (4x tablica za označevanje, da je na strehi sončna elektrarna, rumena oznaka PV/DC (ena oznaka na meter) za kabelske trase		komp.	1
8	zagon, nastavitve razsmernika in preiskus delovanja		kos	1
9	konfiguriranje aplikacije za spremljanje delovanja sončne elektrarne ter poučitev predstavnika naročnika		kos	1
10	pridobitev mnenja za priključitev		kos	1
<b>Skupaj:</b>				

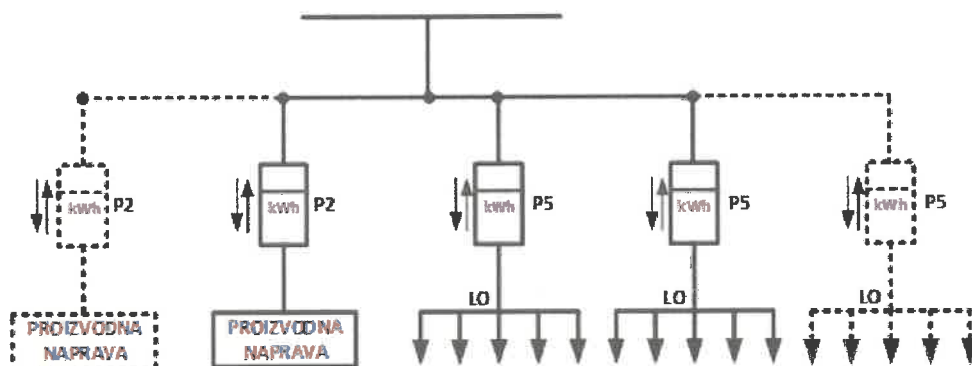


ELES, d.o.o. na podlagi izdanega pooblastila osebama Tilen DOVNIK el. teh. in Damjan BERGHAUS MAJNIK, univ. dipl. inž. el., zaposlenima pri ELEKTRO MARIBOR, d.d., in na osnovi 139. člena Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. in 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) ter na osnovi vloge za objekt **ŠTUDENTSKI DOM DEPENDANSA S SKUPNOSTNO SAMOOSKRBO**, MSE ŠTUDENTSKI DOMOVI DEPENDANSA, ki jo je podal imetnik soglasja UNIVERZA V MARIBORU, SLOMŠKOV TRG 15, 2000 MARIBOR v postopku izdaje soglasja za priključitev na distribucijski sistem naprave za skupnostno samooskrbo, izdaja naslednje

## SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1488916 (3805-12180/2023-2) naprave za skupnostno samooskrbo

Imetniku soglasja **UNIVERZA V MARIBORU, SLOMŠKOV TRG 15, 2000 MARIBOR** se izda soglasje za priključitev naprave skupnostne samooskrbe MSE ŠTUDENTSKI DOMOVI DEPENDANSA, na parceli št. 881 (k.o. 657 - MARIBOR-GRAD), na naslovu PRI PARKU 5 v kraju MARIBOR pod navedenimi pogoji.

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	8106740	383111580018866137



### I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

#### A.) PROIZVODNJA

- Številka merilnega mesta: 8106740
- GSRN MM: 383111580018866137
- Tipška priključna shema: PS.3B
- Priključna moč oddaje v omrežje: 80,99 kW**
- Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 125$  A
- Način obratovanja: Paralelno z distribucijskim sistemom
- Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Ni podatka

#### PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

- Delovna moč fotonapetostnih modulov: 80,99 kW
- Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu
- Podatki o elektroenergijskem modulu:
  - Primarni vir energije: Sonce
  - Opis razsmernikov:

Število razsmernikov	Vrsta razsmernika	Naznačena moč (kVA)	Naznačena napetost (V)
1	Trifazni	100	400



## B.) ODJEM (LASTNA RABA)

1. Številka merilnega mesta: 8106740
2. GSRN MM: 383111580018866137
3. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN z merjeno močjo
4. **Nova priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 14 kW**
5. Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 20$  A
6. Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Ni podatka

## II. TEHNIČNI POGOJI

### A.) PROIZVODNJA

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

- Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	NNRODJ V-PMO T0200 pred m.m. 4-210134
NN izvod	I-17 KUHINJA POZ.
TP	T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U.

- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Vrsta priključka: Trifazni
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TT sistem ozemljitve.
- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	T-200 ŠTUD.DOM TYRŠ.U.
SN izvod	K29 KV 10 KV TP 424
RTP	RTP-06 MELJE 110/35/10 KV

- Kratkostična moč: 313,3 MVA
- Tripolni kratkostični tok s strani distribucijskega sistema: 18,1 kA
- Enopolni tok zemeljskega stika iz strani distribucijskega sistema: 300 A
- Avtomatski ponovni vklop - prva stopnja: /
- Avtomatski ponovni vklop - druga stopnja: /
- Ostali tehnični pogoji:
  - Tehnični pogoji na osnovi izvedene presoje vplivov motenj naprav na distribucijski sistem po 95. členu SONDSEE.

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

##### 2.1. Proizvodnja električne energije iz energije sonca

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

- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) tipa A mora biti opremljen z logičnim vmesnikom (vhodom), da se zagotavljanje izhodne delovne moči preneha v 5 sekundah po prejemu navodila na vhodu. Operativna uporaba vhoda se bo začela izvajati po vzpostavitvi sistema pri distribucijskem operaterju oziroma njegovem pooblaščenem izvajalcu naloge obratovanja distribucijskega sistema in izpolnitvi spodaj navedenih komunikacijskih zahtev.



- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede stabilnosti obratovanja, v odvisnosti od hitrosti spreminjanja frekvence (RoCoF), skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve glede dopustnega zmanjšanja delovne moči iz največje izhodne delovne moči glede na padajočo frekvenco, skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.6, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja morala glede na tip izpolniti komunikacijske zahteve, skladno s poglavjem XIII.1-5, Priloge 5, SONDSEE. Distribucijski operater bo obvestil imetnika soglasja o obvezi za izpolnitev navedenih zahtev po izgradnji svojega sistema za izmenjavo obratovalnih podatkov o proizvodni napravi najmanj 3 mesece pred začetkom izmenjave teh podatkov.
- Elektroenergijski modul (naprava za 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: Omarica izmenične napetosti proizvodne naprave
- 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, Pred povratno delovno močjo, 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: V omarici na fasadi objekta
- 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 150/5
  - 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.

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

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

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

#### **III. OSTALI POGOJI**

1. Vgrajene naprave v proizvodni napravi skupnostne samooskrbe morajo izpolnjevati pogoje smernic elektromagnetne združljivosti (EMC), za kar morajo imeti ustrezne certifikate.
2. Uporabnik se bo v sistem skupnostne samooskrbe vključil na podlagi 315.a člena Energetskega zakona EZ-1 (Ur.l. RS, št. 60/19 - UPB, 65/20, 158/20 - ZURE, 121/21 - ZSROVE, 172/21 - ZOEE in 204/21 - ZOP) in Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 17/19 in 197/20), skladno s prvim odstavkom 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 121/21 in 189/21) (letni obračun).
3. 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.



4. 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.
5. Pred začetkom obratovanja mora imetnik soglasja skladno s Prilogo 5, SONDSEE in tipom proizvodne naprave pridobiti končno obvestilo o odobritvi obratovanja.
6. 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 MARIBOR, d.d. na brezplačno telefonsko številko 080 2101 ali ELES, d.o.o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.
7. Imetnik soglasja za priključitev mora po dokončnosti tega soglasja in pred priključitvijo poravnati stroške omrežnine za priključno moč (OPM), neposredne stroške priključevanja (NSP) in stroške namestitve merilnih naprav. Ti stroški bodo določeni na podlagi cenikov distribucijskega operaterja družbe ELES, d.o.o., dosegljivih na spletni strani [www.eles.si/ceniki](http://www.eles.si/ceniki), ki bodo veljavni na dan sklenitve pogodbe o uporabi sistema, in pogojev iz tega soglasja za priključitev. Za določitev višine OPM se upošteva skupina končnih odjemalcev in priključna moč odjema iz distribucijskega omrežja oziroma jakost omejevalca toka. Za določitev višine NSP se upošteva vrsta priključka in nazivna napetost. Za določitev višine stroškov namestitve merilnih naprav se upošteva obseg merilnih naprav skladno s Prilogo 2 - Tipizacijo merilnih mest SONDSEE. Dokončna višina teh stroškov bo določena v predračunu, ki bo imetniku soglasja za priključitev posredovan po prejemu polne vloge za priključitev in uporabo sistema in z izdajo pogodbe o uporabi sistema.
8. 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.
9. Sestavni del zaprosila za priključitev so tudi obratovalna navodila sestavljena skladno s SONDSEE.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Na uporabnikove elektroenergetske naprave ni dovoljeno brez soglasja upravljalca priključevati elektroenergetske naprave drugih uporabnikov.
14. 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.
15. V postopku izdaje tega soglasja posebni stroški niso nastali.





## Obrazložitev

Imetnik soglasja **UNIVERZA V MARIBORU, SLOMŠKOV TRG 15, 2000 MARIBOR** je dne 22. 12. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod zaporedno št. **1488916 (V01533037)** zaprosil ELES, d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe skupnostne samooskrbe MSE ŠTUDENTSKI DOMOVI DEPANDANSA z elektroenergijskimi moduli za objekt ŠTUDENTSKI DOM DEPANDANSA S SKUPNOSTNO SAMOOSKRBO, MSE ŠTUDENTSKI DOMOVI DEPANDANSA, na parceli št. 881 (k.o. 657 - MARIBOR-GRAD), na naslovu PRI PARKU 5 v kraju MARIBOR.

V postopku je bilo ugotovljeno, da je za priključitev elektrarne **MSE ŠTUDENTSKI DOMOVI DEPANDANSA, na parceli št. 881 (k.o. 657 - MARIBOR-GRAD), na naslovu PRI PARKU 5 v kraju MARIBOR** s priključno močjo oddaje v omrežje omejeno na **80.99 kW** potrebno v obstoječi priključno merilni omarici (katero jo je potrebno nadomestiti, če le ta ni ustrezna) izvesti meritve električne energije v skladu s Tipizacijo merilnih mest, urediti priključno in ločilno mesto za SE, ter urediti ustrezno zaščito ločilnega mesta v skladu SONDSEE.

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

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

Posebni stroški v postopku niso nastali.

### 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 MARIBOR, d.d., Vetrinjska ulica 2, p.p. 1244, 2000 Maribor, pisno ali ustno na zapisnik oziroma poslati priporočeno po pošti.

Dokument je ustvarjen in podpisan v elektronski obliki v informacijskem sistemu ELEKTRO MARIBOR d.d. V skladu z navedbami 65.b člena Uredbe o upravnem poslovanju lahko stranka zahteva izvirnik dokumenta na svoj elektronski naslov ali potrditev skladnosti kopije z izvirnikom. Pri tem uveljavljanje zahteve ne vpliva na pravni položaj oziroma tek roka, ki je začel teči z vročitvijo kopije.

Datum izdaje: **16.5. 2024**

Postopek vodil:

Tilen DOVNIK el. teh.

Dokument je elektronsko podpisan:



Direktor ELES d.o.o.:

mag. Aleksander MERVAR

po pooblastilu:

Damjan BERGHAUS MAJNIK, univ. dipl. inž. el.

Dokument je elektronsko podpisan:

REFERENT ZA SOGLASJA  
Podpisnik: TILLEN DOVNIK  
Čas podpisa: 16.05.2024 14:53  
Izdajatelj: SIGEN-CA G2  
Veljaven do: 05.12.2027 09:21  
ID: 4654E8990000000572594AE  
Št. Dokumenta: 3805-12180/2023-2

POMOČNIK DIREKTORJA PODROČJADISTRIBUCIJE (mž),  
Podpisnik: ANDREJ ROŠKAR  
Čas podpisa: 24.05.2024 14:17  
Izdajatelj: SIGEN-CA G2  
Veljaven do: 07.04.2026 07:44  
ID: 00C37EAB8500000005725F440  
Št. Dokumenta: 3805-12180/2023-2

Vročiti osebno po ZUP:

- UNIVERZA V MARIBORU, SLOMŠKOV TRG 15, 2000 MARIBOR















Jinko Solar JKM-445N-54HL4R-B Tiger  
moči 455W  
optimizatorji P950

- string 1:  
31 MODULOV  
16 optimizatrojev
- string 2:  
30 MODULOV  
15 optimizatrojev
- string 3:  
33 MODULOV  
17 optimizatrojev
- string 4:  
28 MODULOV  
14 optimizatrojev
- string 5:  
30 MODULOV  
15 optimizatrojev
- string 6:  
30 MODULOV  
15 optimizatrojev

182 modulov  
92 optimizatorjev  
SolarEdge SE66.6K  
80.99kW

-F1  
PK160  
125A  
FG160R  
5X35MM2

F1.1  
3F/6A  
B

H1-3

izklop v sili

F00  
3F/100A

-U1  
Pren. zaščita

prenapetostna zaščita

F02  
3F/6A  
B

F03  
3F/6A  
B

F04

F05  
3F/4A  
B

F06  
6A  
B

H4-6

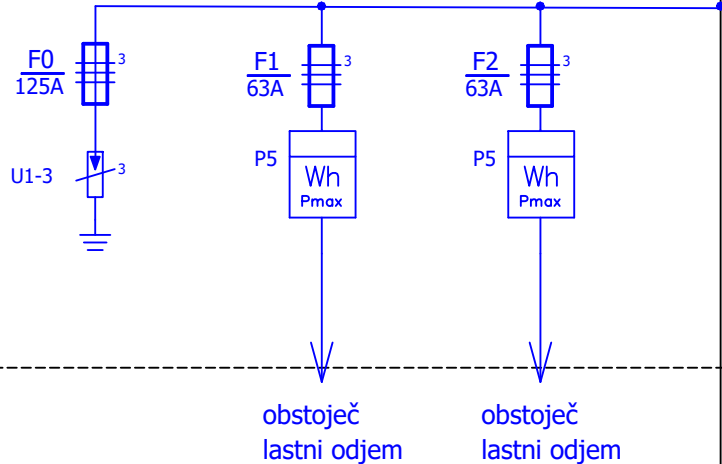
LED LUČ

LASTNA RABA

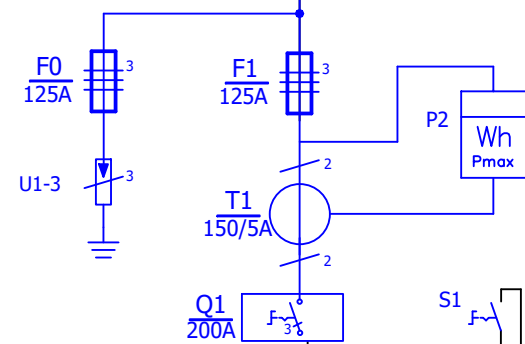
URNA 0345-B

DOLD URNA

-PMO (depandansa)

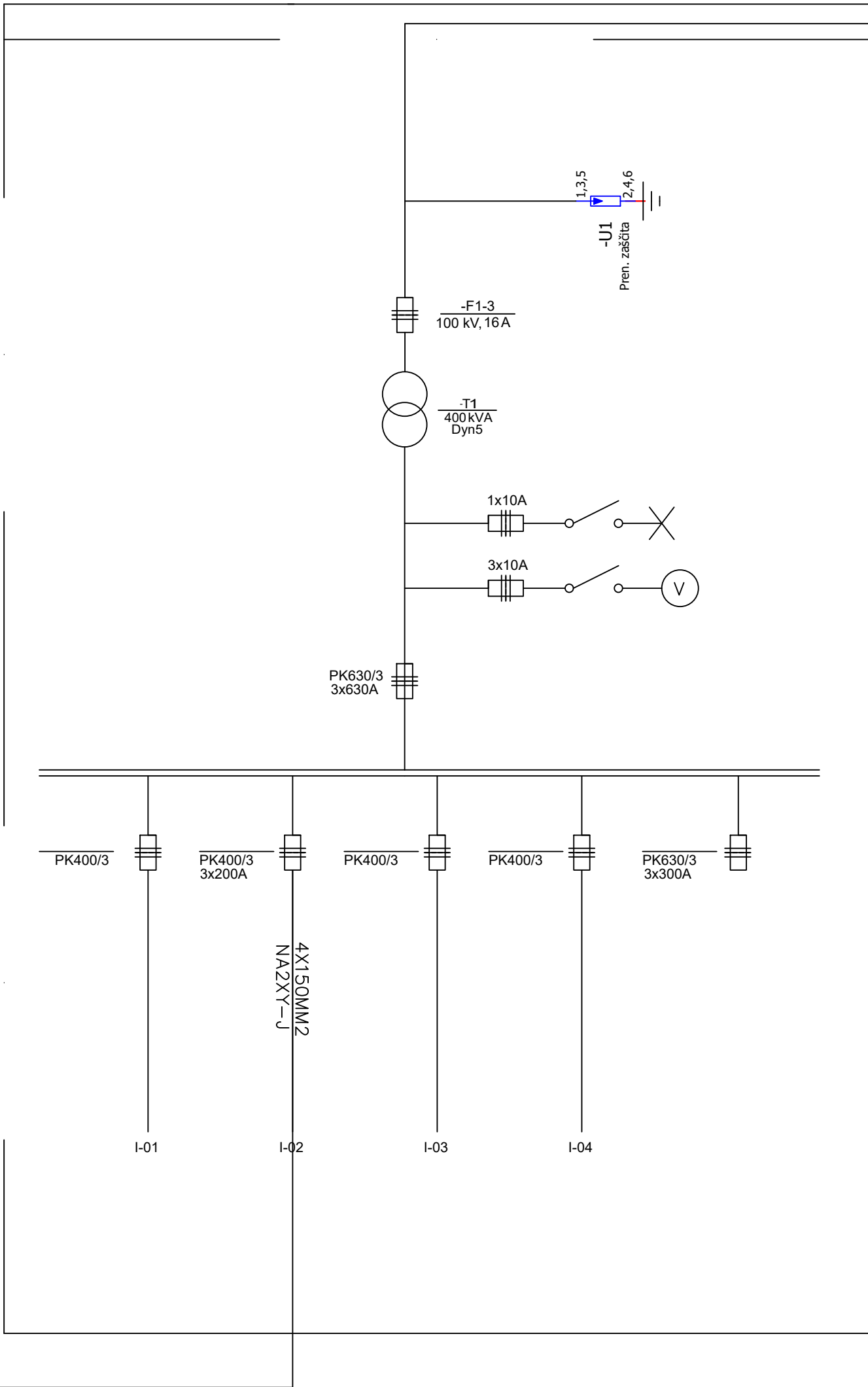


-PMO MSE DEPANDANSA 80,99kW



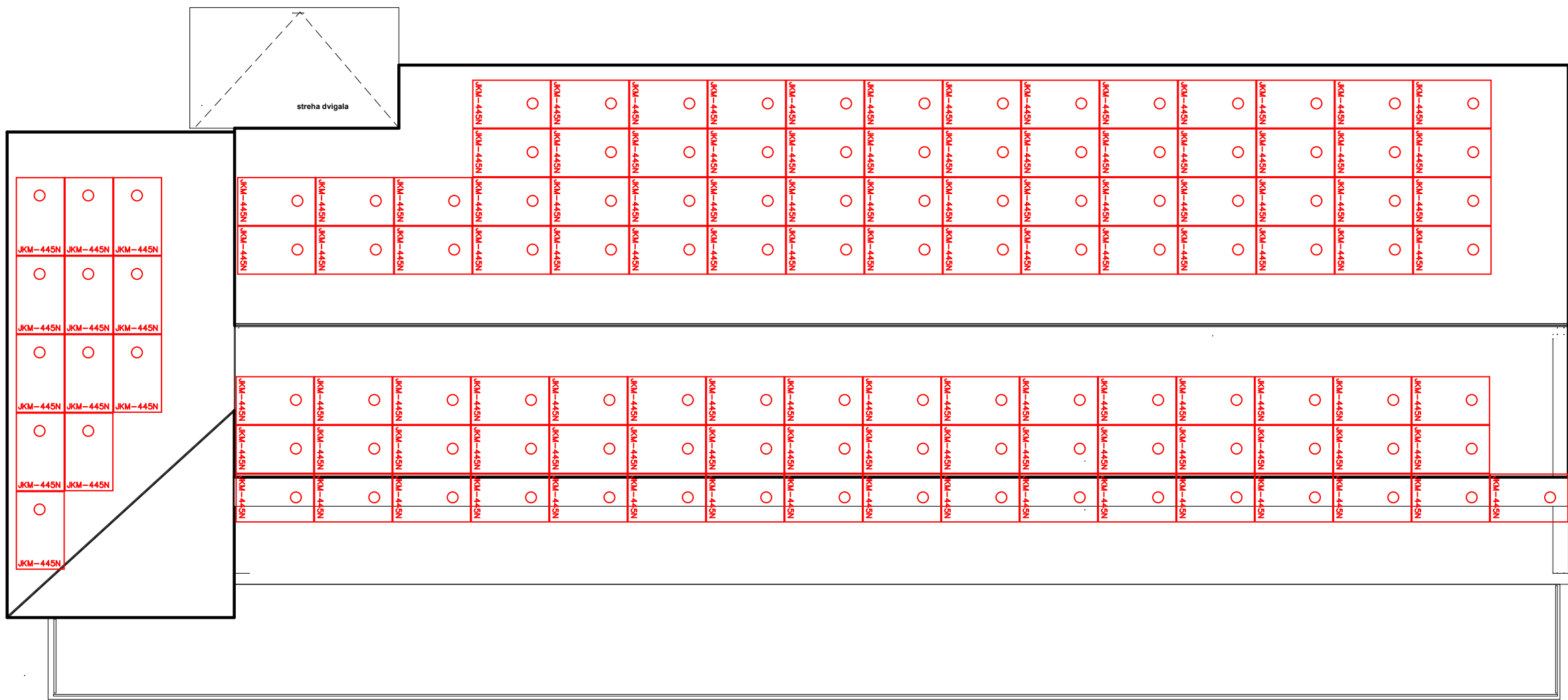
4X70MM<sup>2</sup>  
N2XY-J

OBSTOJEČA TP last distributerja ELEKTRO MARIBOR d.d.

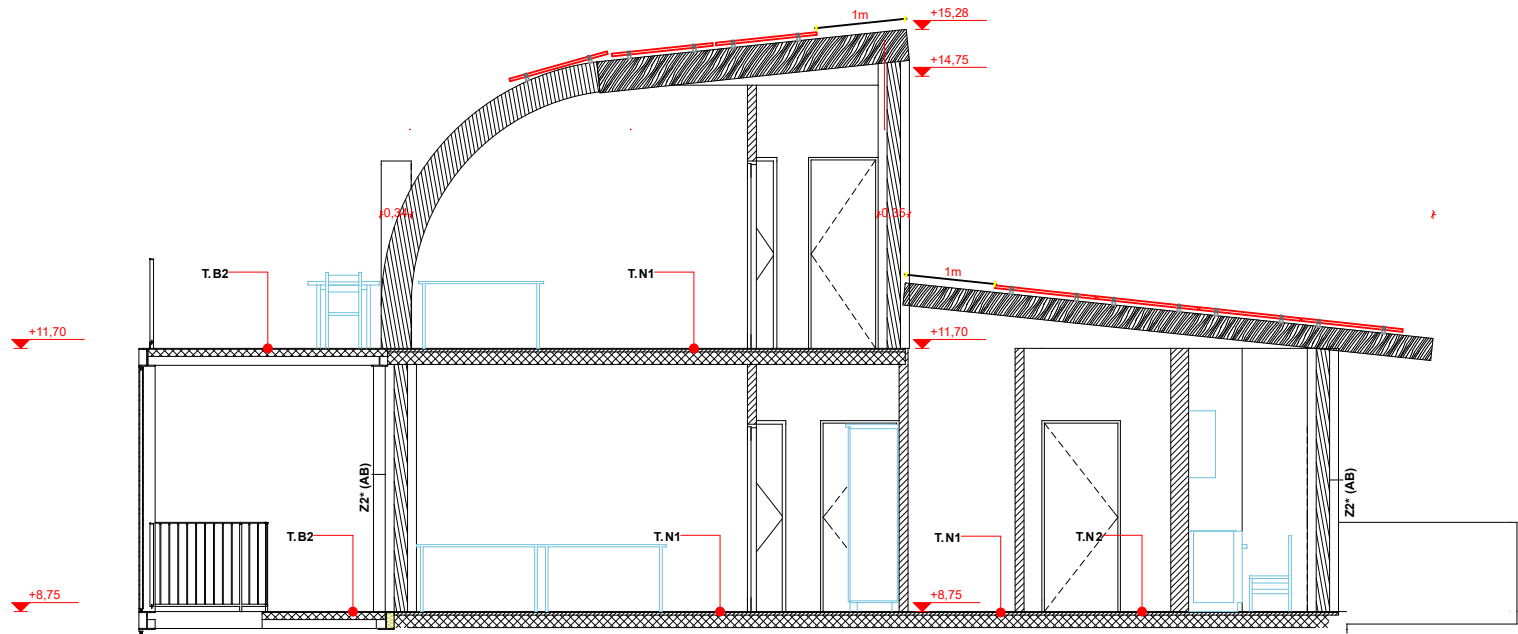
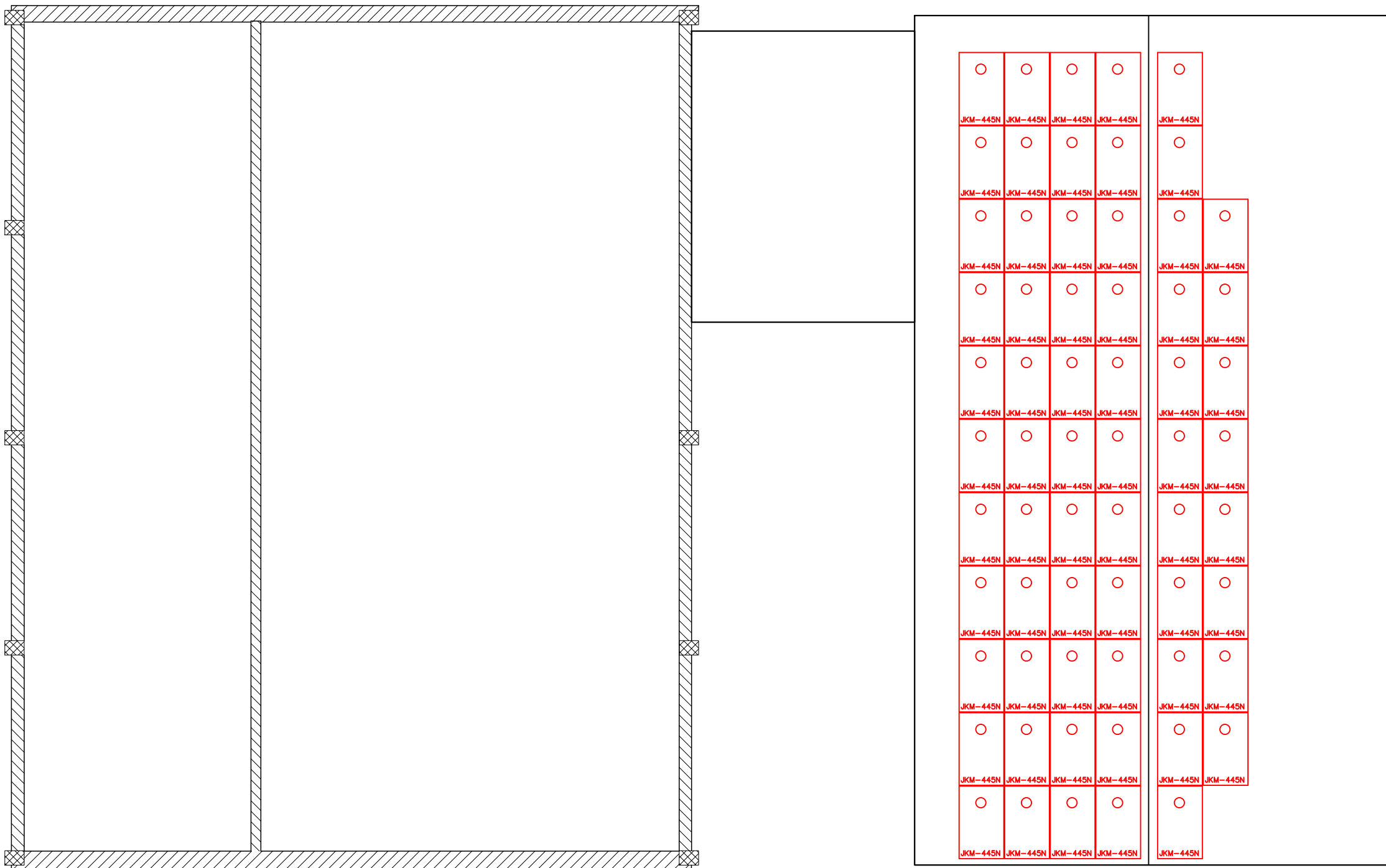



izvajalec: <b>OHM PROJEKT,</b> projektiranje in nadzor d.o.o. Vojška vna 48, 9242 Križevci pri Ljutomeru ohm@ohmprojekt.si 0544 4384 4384 051 340 423		vrsta načrta: <b>NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME</b>	
investitor: <b>UM ŠTUDENTSKI DOMOVI Gospodarska cesta 83 2000 Maribor</b>	načrtovnik: <b>UM ŠTUDENTSKI DOMOVI Gospodarska cesta 83 2000 Maribor</b>		objekt: <b>MSE DEPANDANSA moči 80,99kW</b>
odgovorni vodja projekta: <b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	ID št.: <b>E-0573</b>	rišba: <b>HEMA MSE DEPANDANSA 80,99kW</b>	
odgovorni projektant: <b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	E-0573	št. projekta: <b>068/2024</b>	datum: <b>junij 2024</b>
projektant:		št. načrta: <b>068/PZI-E/2024</b>	faza: <b>PZI</b>
kontroliral:	podpis	merilo: <b>- : -</b>	št. risbe: <b>3</b>



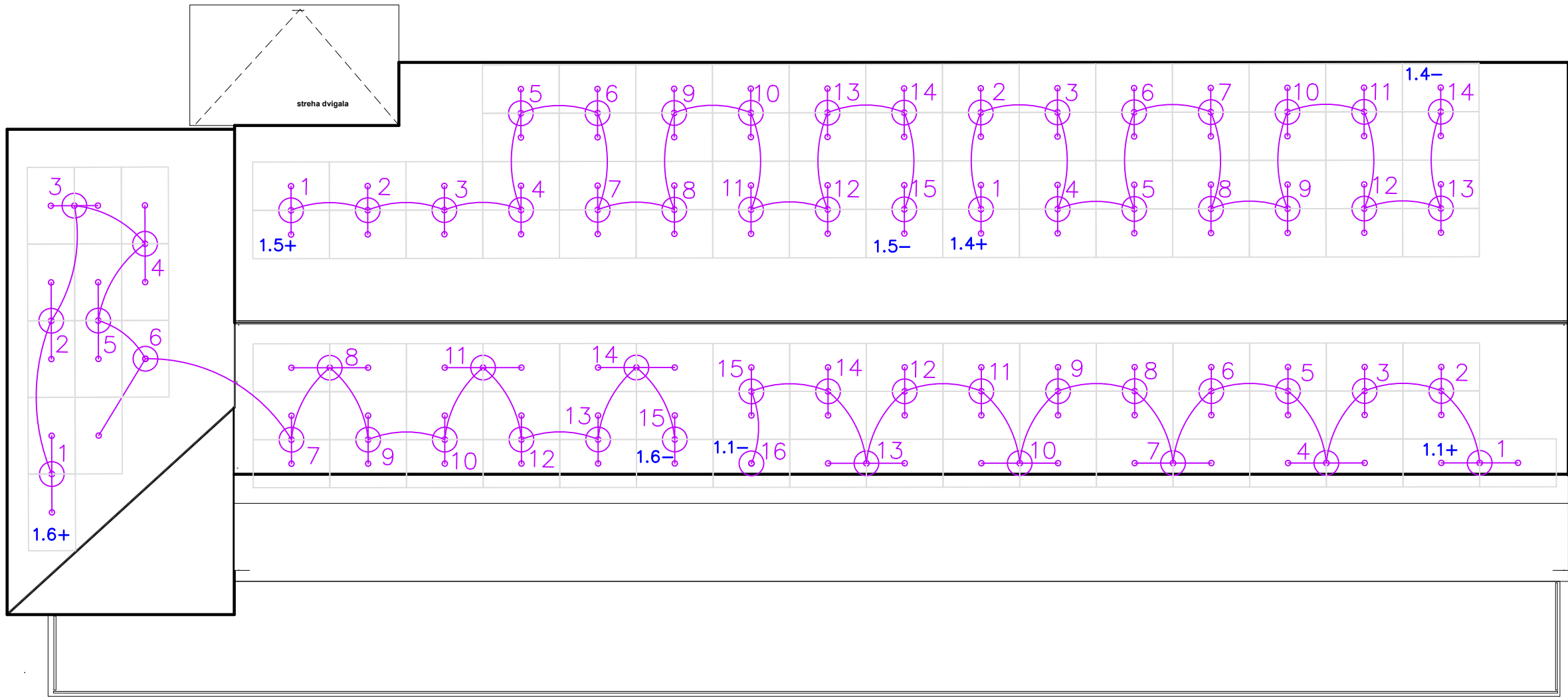


TLORIS STREHE

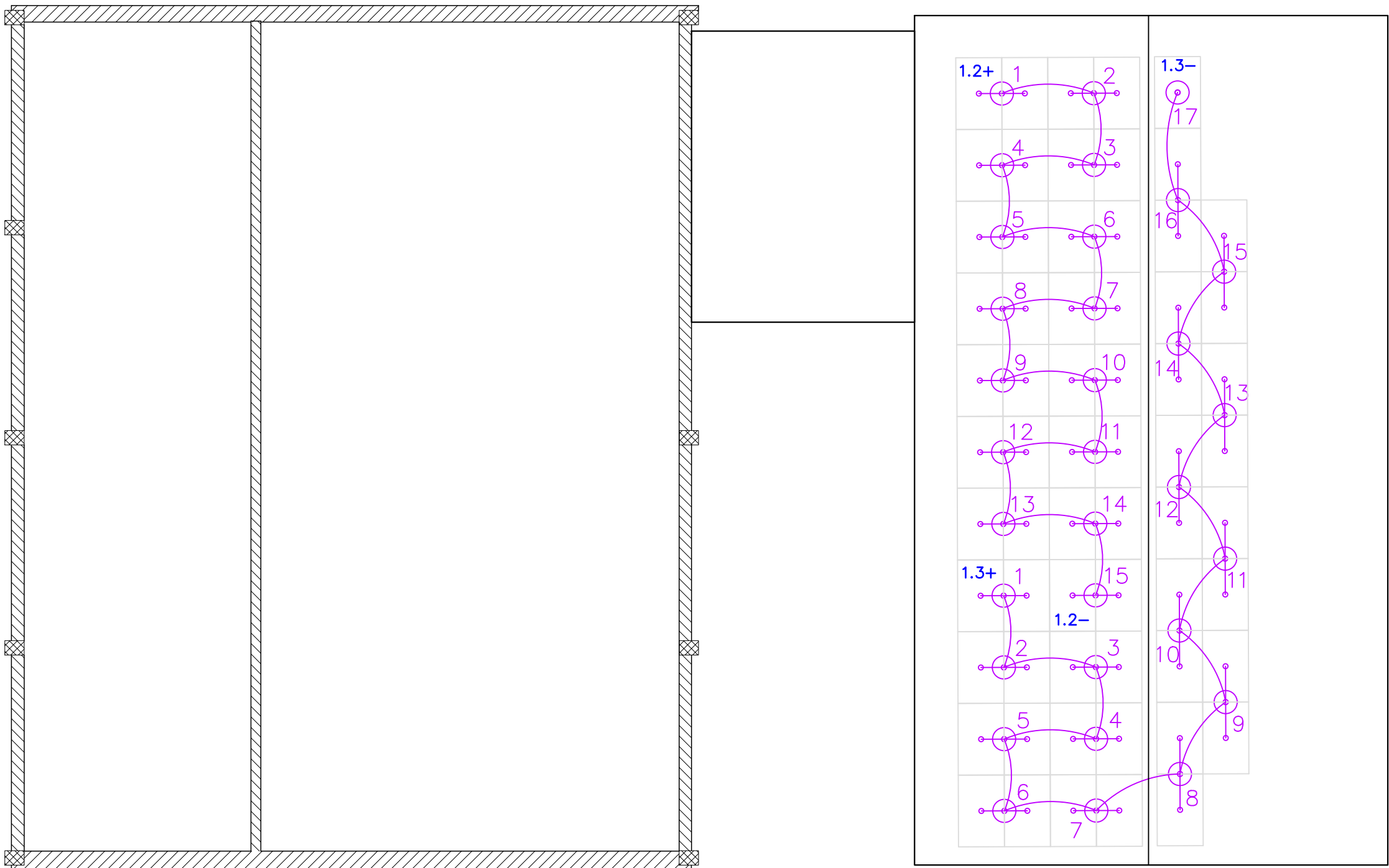


izvajalec:  <b>OHM PROJEKT,</b> projektiranje in nadzor d.o.o. Vulča vas 48, 9242 Križevci pri Ljutomeru ohmbiro@gmail.com GSM: +386 (0)51 560 425			
investitor: <b>UM ŠTUDENTSKI DOMOVI</b> Gospodarska cesta 83 2000 Maribor		vrsta načrta: <b>NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME</b>	
naročnik:		objekt: <b>MSE DEPENDANSA moči 80,99kW</b>	
	ime in priimek	ID št.	risba: <b>POSTAVITEV MODULOV</b>
odgovorni vodja projekta:	<b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	<b>E-0573</b>	
odgovorni projektant:	<b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	<b>E-0573</b>	
projektant:			
kontroliral:	podpis	št. projekta: <b>068/2024</b>	datum: <b>junij 2024</b>
		št. načrta: <b>068/PZI-E/2024</b>	faza: <b>PZI</b>
		merilo: <b>- : -</b>	št. risbe: <b>4</b>





TLORIS STREHE



DEPANDANSA  
STRING DESIGN REPORT  
Address: Pri parku 5, Maribor, 2000,  
Slovenia | Jun 6, 2024

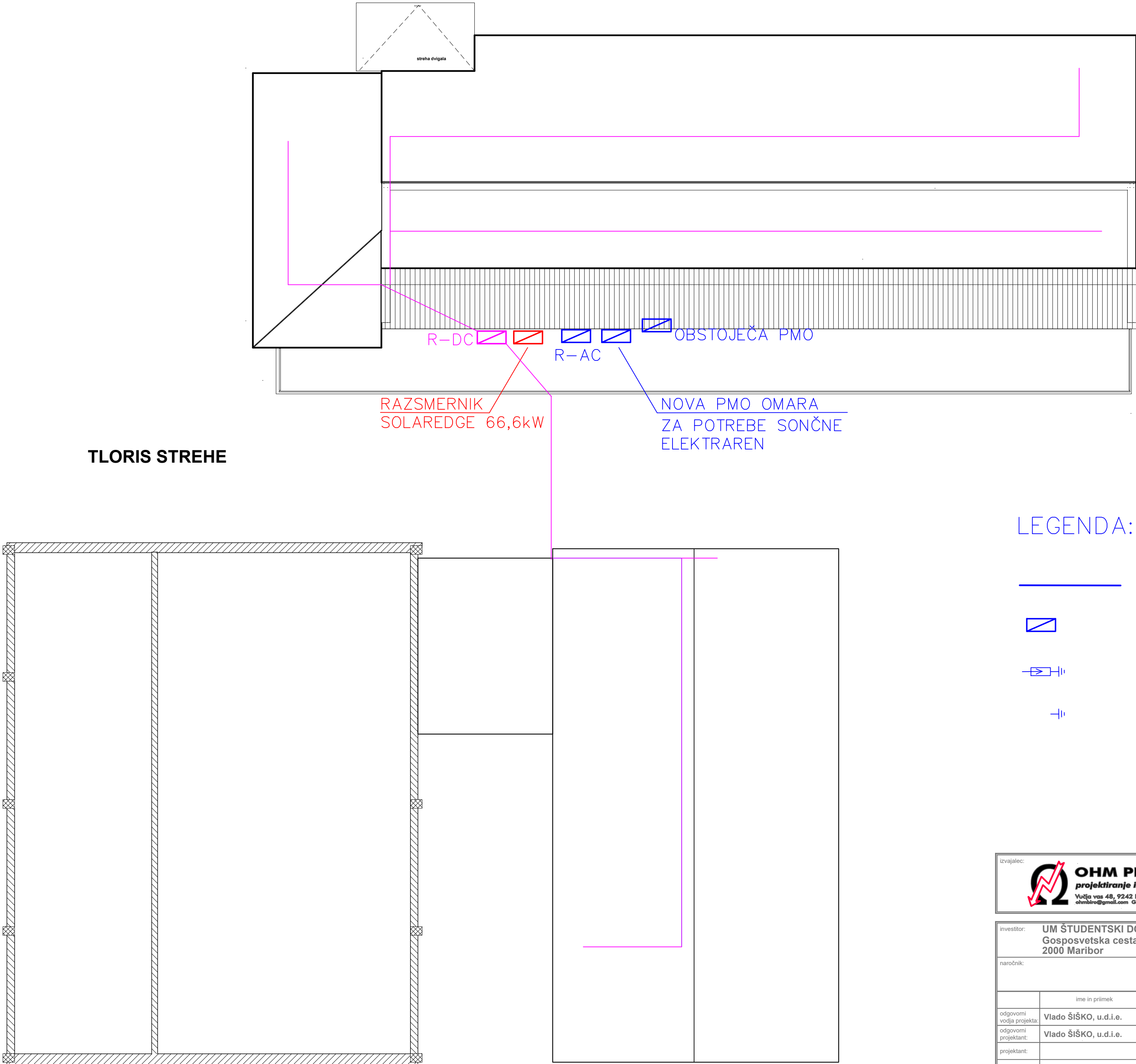
- 1 ☒ SE66.6K Synergy Manager 111%
- Center:
- 16 x P950 31xJHK445W
  - 15 x P950 30xJHK445W
  - 17 x P950 33xJHK445W
- Left:
- 14 x P950 28xJHK445W
  - 15 x P950 30xJHK445W
  - 16 x P950 30xJHK445W



investitor: UM ŠTUDENTSKI DOMOVI Gospodsvetska cesta 83 2000 Maribor		vrsta načrta: NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME	
naročnik:		objekt: MSE DEPANDANSA moči 80,99kW	
odgovorni vodja projekta: Vlado ŠišKO, u.d.i.e.		ID št. E-0573	risba: STRINGI IN OPTIMIZERJI
odgovorni projektant: Vlado ŠišKO, u.d.i.e.		E-0573	
projektant:		št. projekta: 068/2024	datum: junij 2024
kontroliral:		št. načrta: 068/PZI-E/2024	faza: PZI
podpis		merilo: - : -	št. risbe: 5



TLORIS STREHE

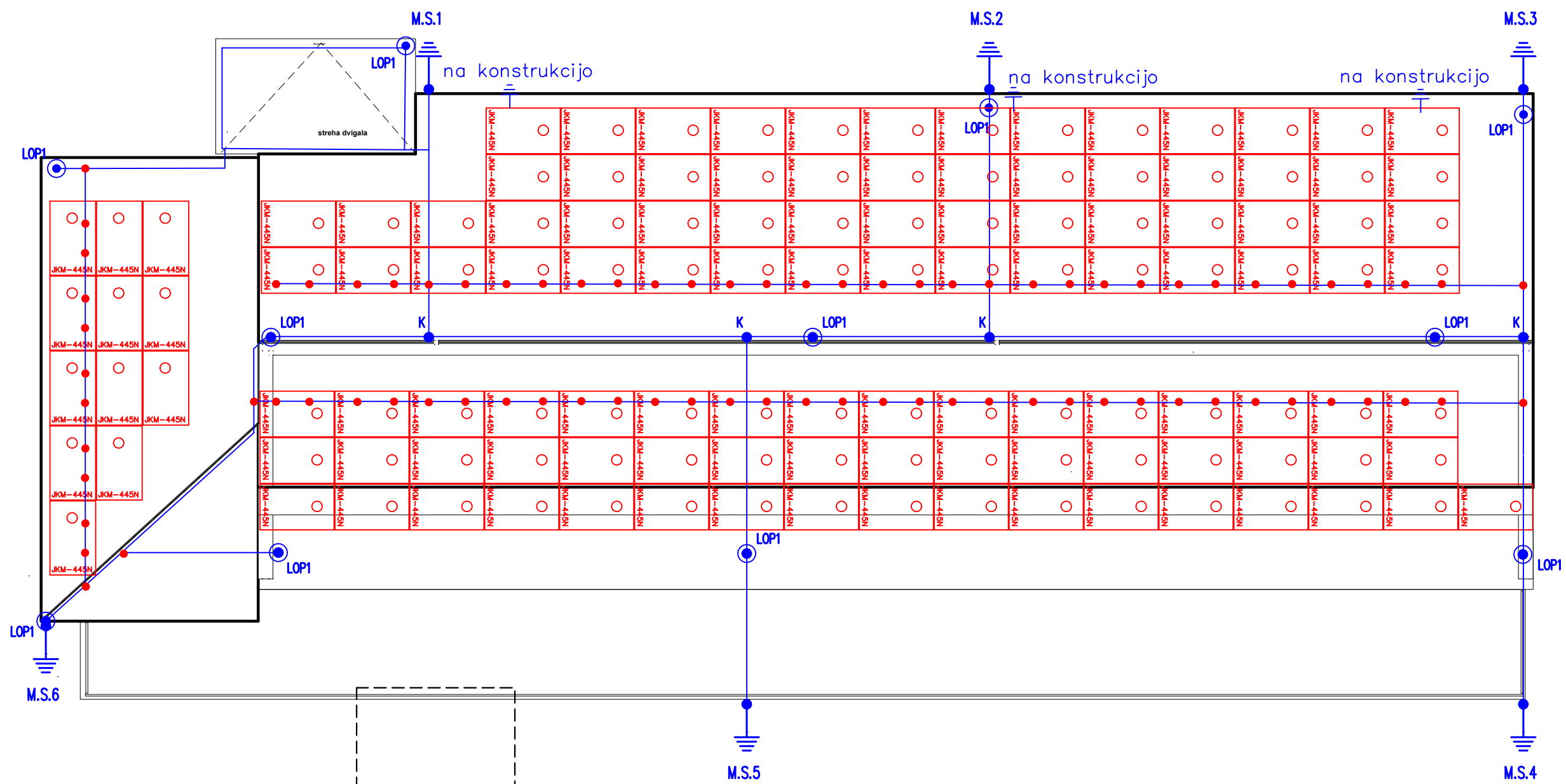


LEGENDA:

- NN kablovod — predvideno
- ▢ razdelilnik
- ⊞— prenapetostna zaščita
- ⊞— ozemljitev

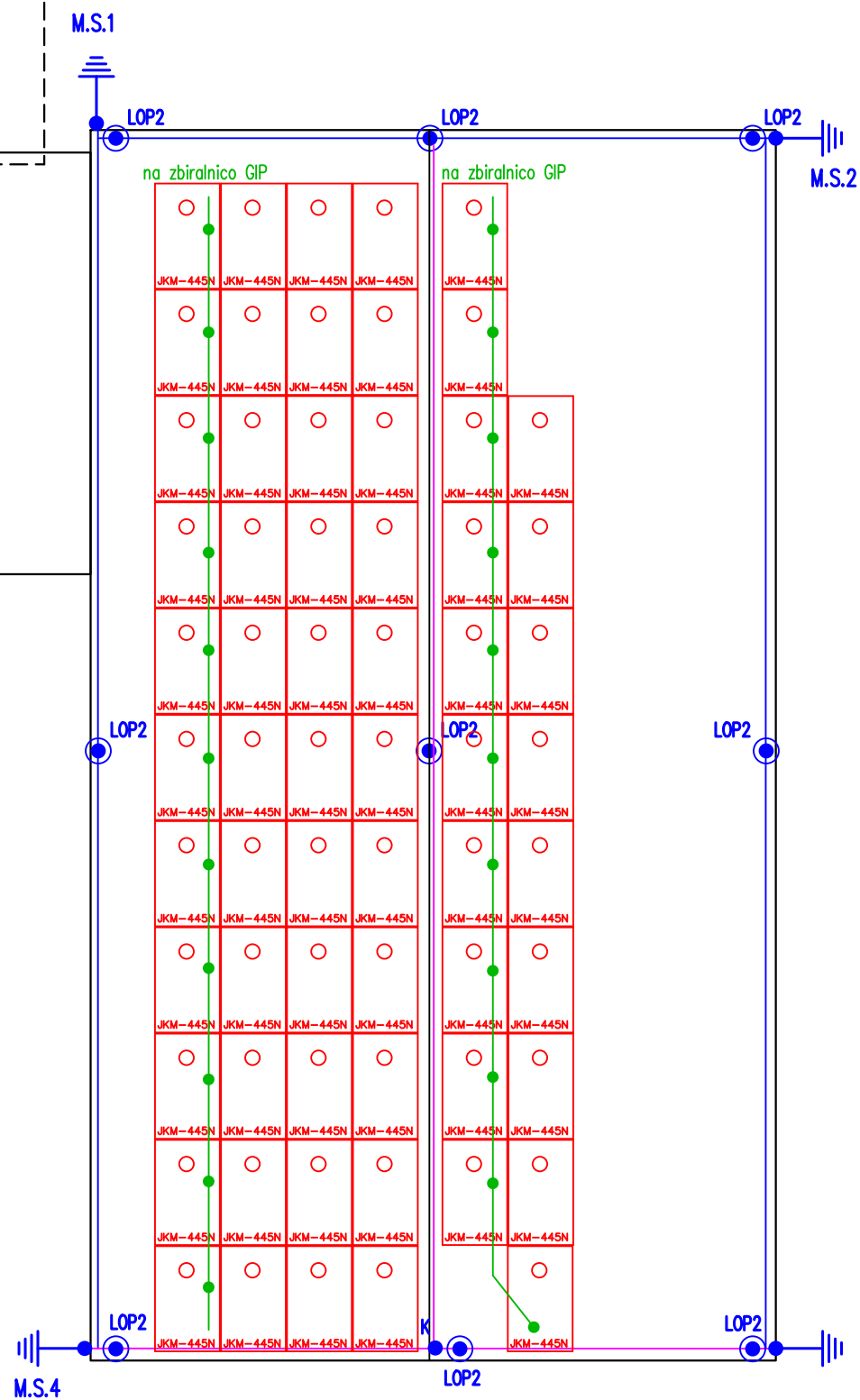
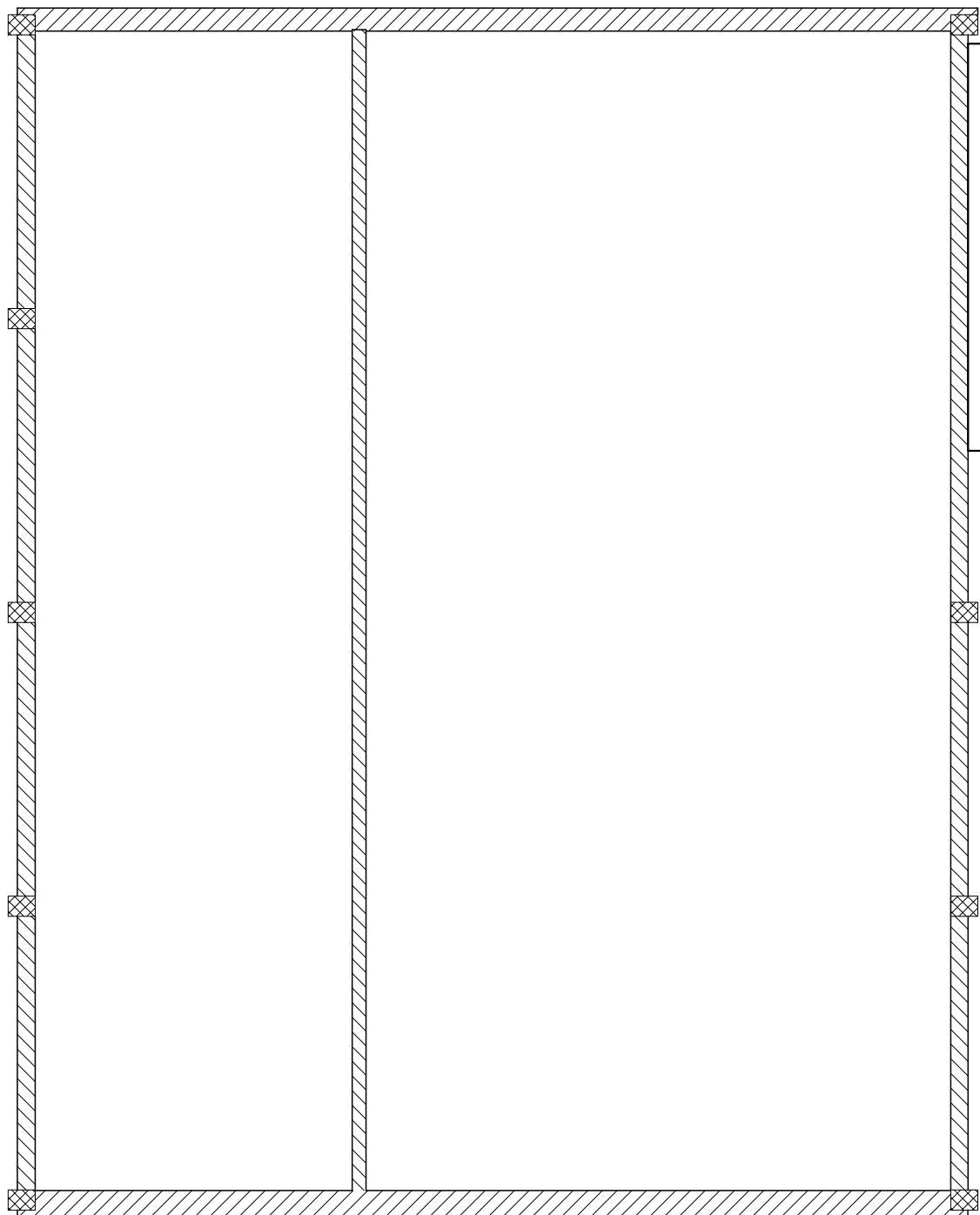
izvajalec:  <b>OHM PROJEKT,</b> projektiranje in nadzor d.o.o. <small>Vučiha vas 48, 9242 Krževci pri Ljutomeru ohm@ohm.si, ohm.si, GSM: +386 (0)51 340 423</small>			
investitor: <b>UM ŠTUDENTSKI DOMOVI</b> Gospodarska cesta 83 2000 Maribor		vrsta načrta: <b>NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME</b>	
naročnik:		objekt: <b>MSE DEPANDANSA moči 80,99kW</b>	
	ime in priimek	ID št.	
odgovorni vodja projekta:	<b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	<b>E-0573</b>	risba:
odgovorni projektant:	<b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>	<b>E-0573</b>	<b>SITUACIJA - ELEKTRO OMAR IN OPREME</b>
projektant:			št. projekta: <b>068/2024</b>
			datum: <b>junij 2024</b>
			št. načrta: <b>068/PZI-E/2024</b>
			faza: <b>PZI</b>
kontroliral:	podpis	merilo: <b>- : -</b>	št. risbe: <b>6</b>





TLORIS STREHE

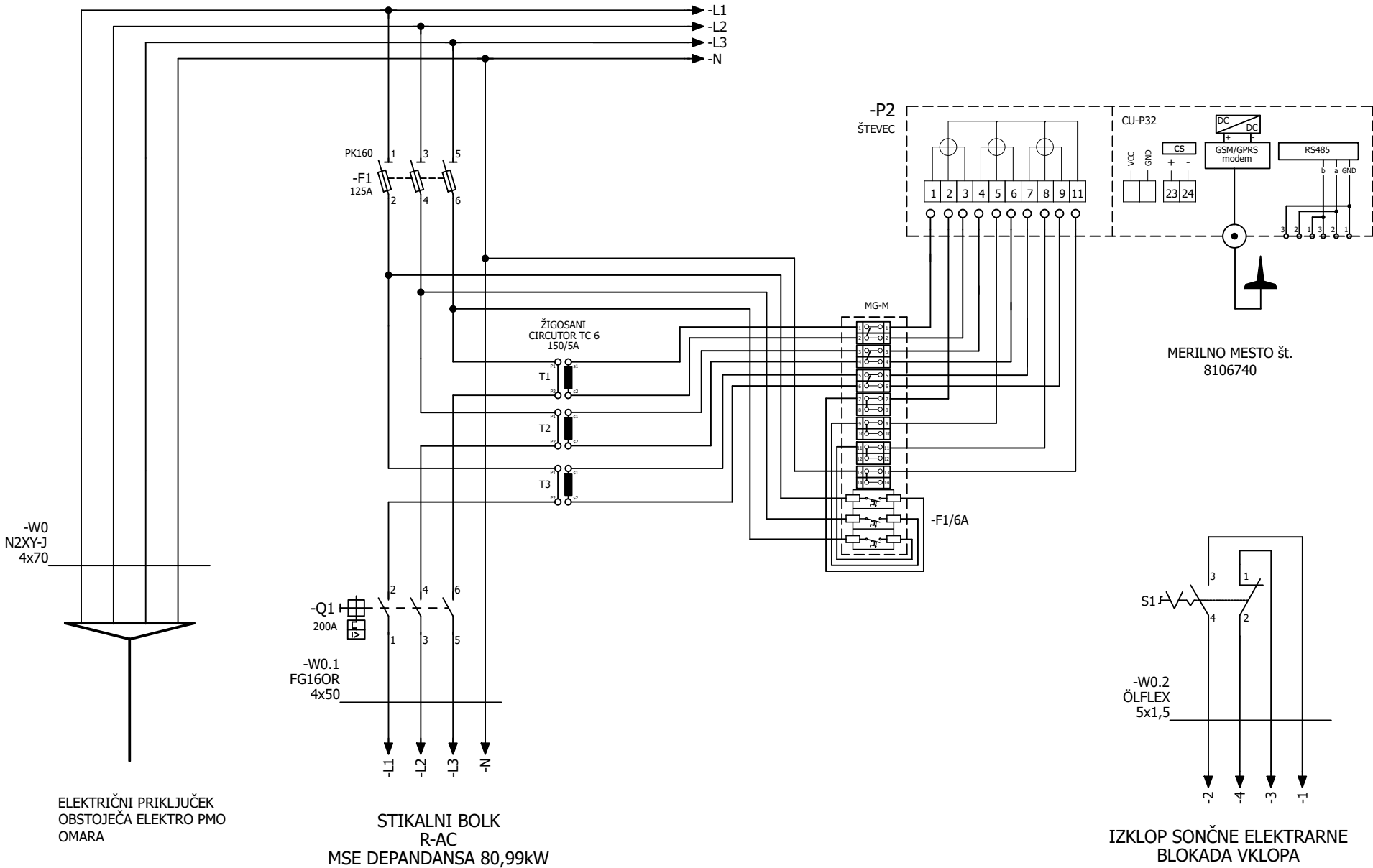
LEGENDA:



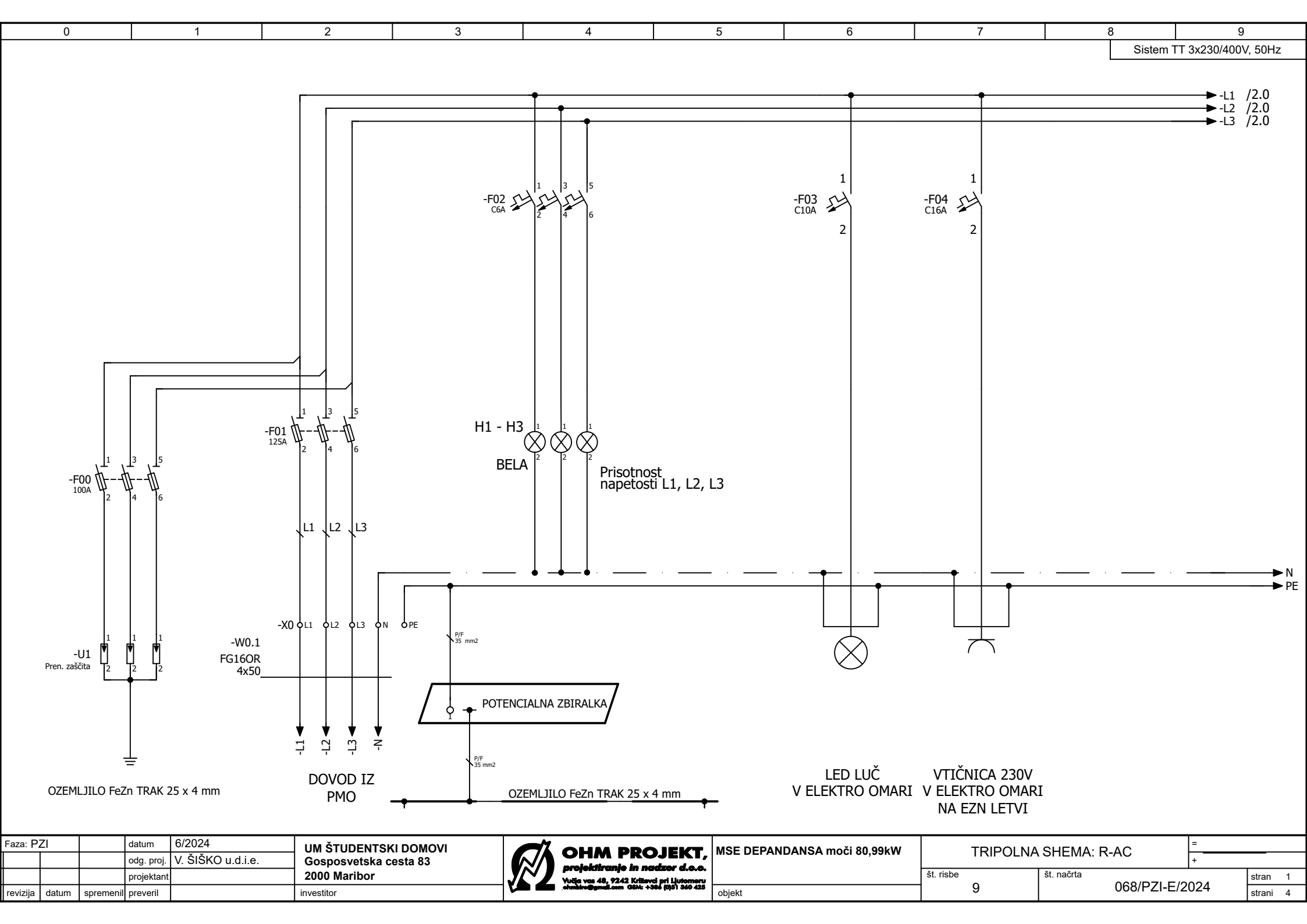
Izvajalec:  <b>OHM PROJEKT,</b> projektiranje in nadzor d.o.o. Vulja vas 48, 9242 Krševci pri Ljutomeru ohmpro@proje.si GSM: +386 (0)51 540 425			
Investitor: <b>UM ŠTUDENTSKI DOMOVI</b> Gospodarska cesta 83 2000 Maribor		vrsta načrta: <b>NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME</b>	
naročnik:		objekt: <b>MSE DEPANDANSA moči 80,99kW</b>	
odgovorni vodja projekta: <b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>		ID št. <b>E-0573</b>	risba: <b>STRELOVOD</b>
odgovorni projektant: <b>Vlado ŠIŠKO, u.d.i.e.</b>		E-0573	
projektant:		št. projekta: <b>068/2024</b>	datum: <b>junij 2024</b>
kontroliral:		št. načrta: <b>068/PZI-E/2024</b>	faza: <b>PZI</b>
podpis		merilo: <b>- : -</b>	št. risbe: <b>7</b>



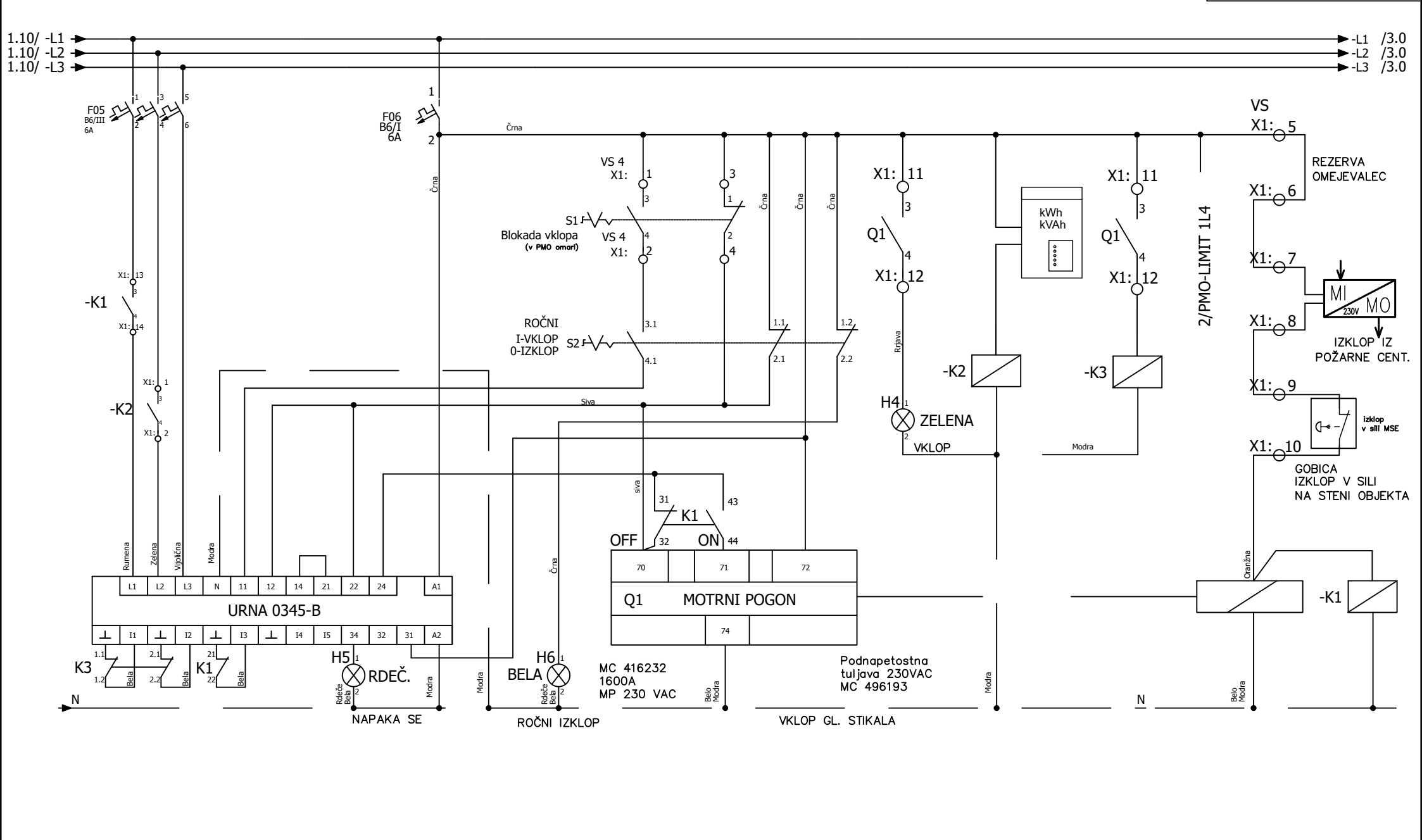
STIKALNI BOLK - PMO







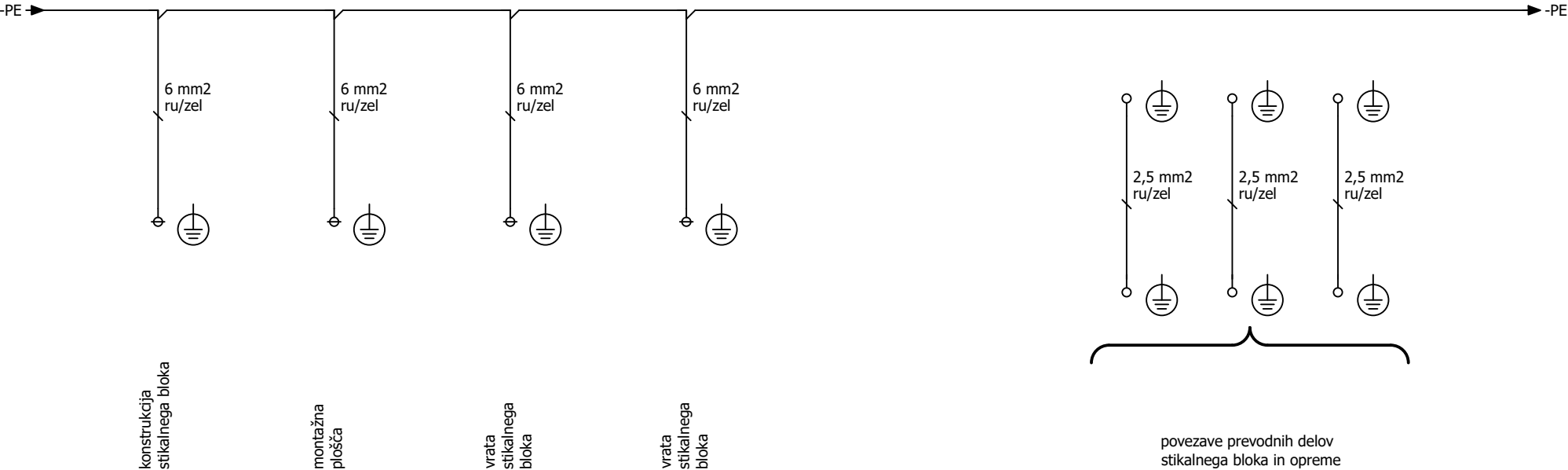
















# | Connecting Strength

K2 Base poročilo

Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB

---

Naslov projekta

Pri parku 5, 2000 Maribor

Podjetje

Marchiol d.o.o.

Obdelal(-a)

David Kociper

Datum izdaje in različica

2024/07/25 | K2 Base Različica 3.1.133.5



## Vsebina

Pregled projekta	4
<b>Roof 1</b>	<b>7</b>
Načrt vgradnje	9
Rezultati	11
Poročilo o statiki	14
Kosovnica	19
<b>Roof 1 (1)</b>	<b>20</b>
Načrt vgradnje	22
Rezultati	24
Poročilo o statiki	27
Kosovnica	32
<b>Roof 3</b>	<b>33</b>
Načrt vgradnje	35
Rezultati	37
Poročilo o statiki	40
Kosovnica	45
<b>Roof 4</b>	<b>46</b>
Načrt vgradnje	48
Rezultati	52
Poročilo o statiki	55
Kosovnica	60
Kosovnica	61



## 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
<a href="#">Roof 1</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	48	21.6 kWp
<a href="#">Roof 1 (1)</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	64	28.8 kWp
<a href="#">Roof 3</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	12	5.4 kWp
<a href="#">Roof 4</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	63	28.35 kWp
Vsota				187	84.15 kWp

## Informacije o projektu

Naslov

Pri parku 5, 2000 Maribor

Obdelal(-a)

David Kociper

## 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

1.48 kN/m²



# Pregled projekta

## Materialne vrednosti

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

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

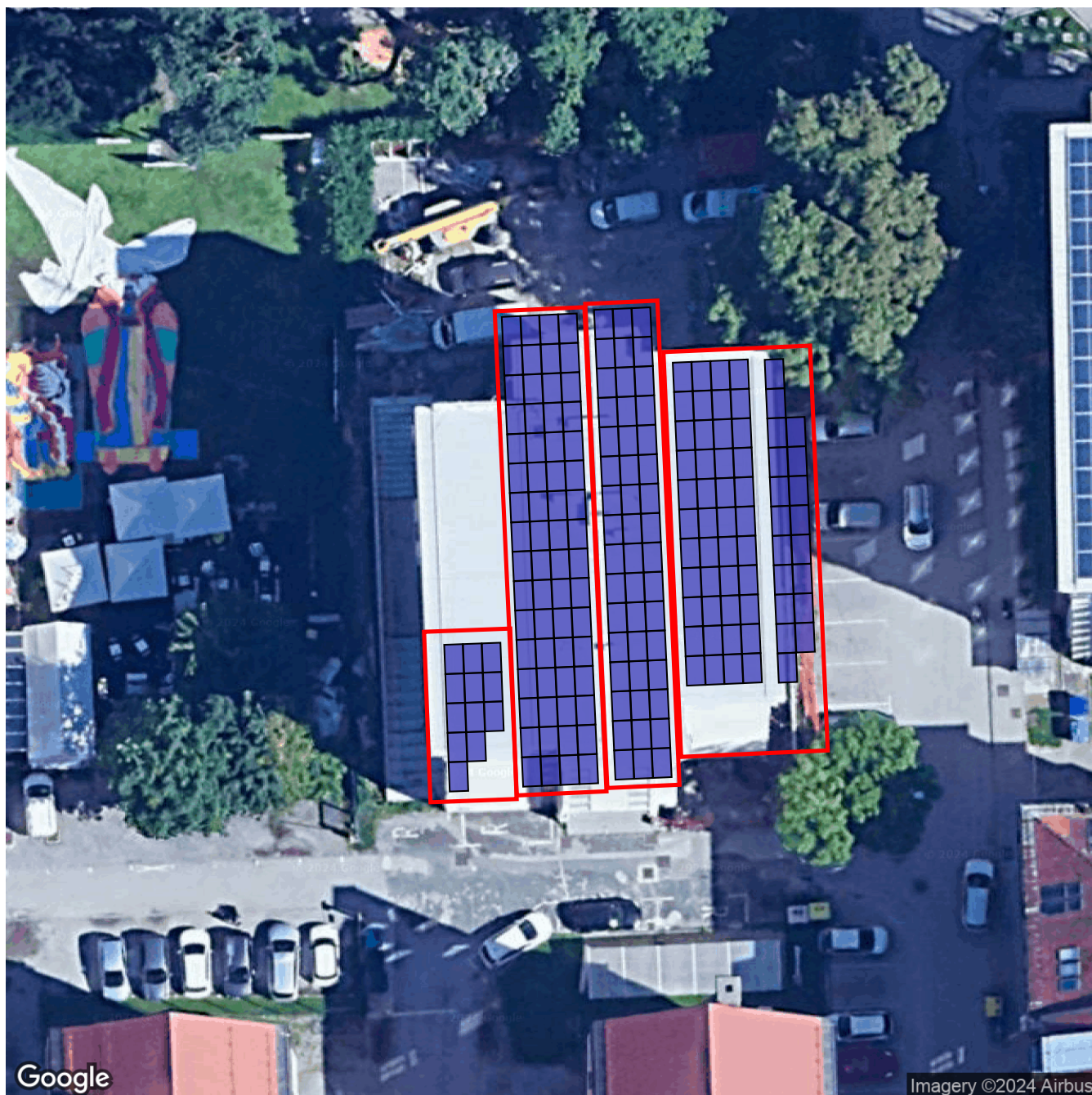


### PROJEKT JE VERIFICIRAN.

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



## Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB



### Informacije o projektu

Naslov

Pri parku 5, 2000 Maribor

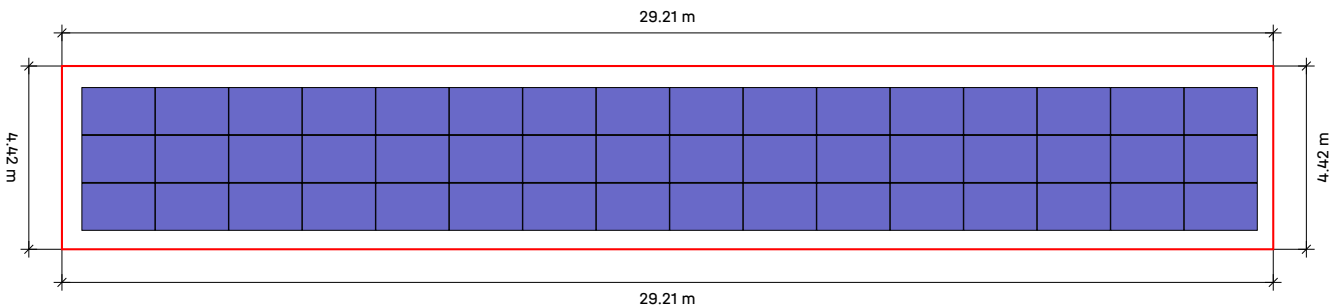
Obdelal(-a)


David Kociper





# Strehe | Roof 1



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 1</u>  Trapezna pločevina	<u>MultiRail</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	48	21.6 kWp





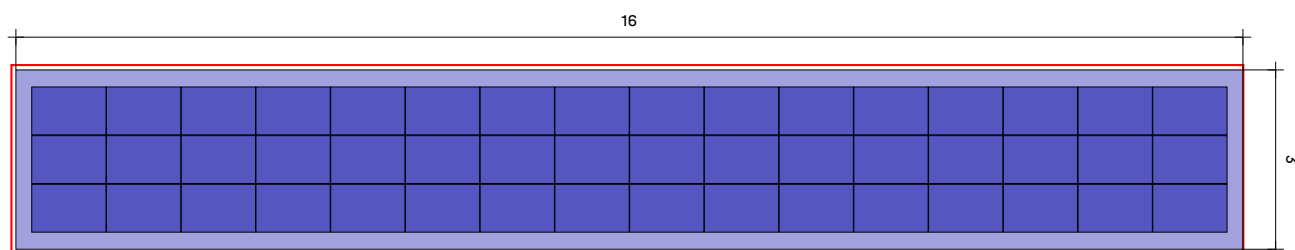
## Strehe | Roof 1

### Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	28.34	3.44	16	3



# Strehe | Roof 1 | Polje modulov 1



## Streha ① Polje modulov ①

Vgradni sistem

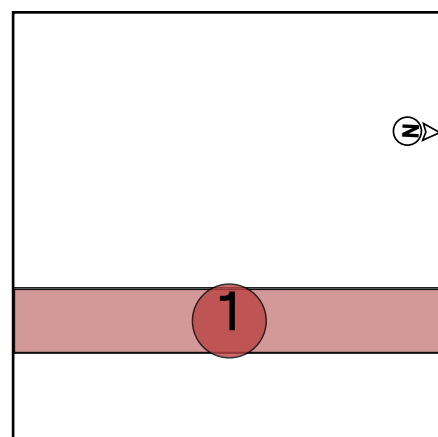
[MultiRail](#)

Modul

48(21.6 kWp) x  
TSM-450NEG9R.28 (Vertex  
S+)

Razdalja med vrstami

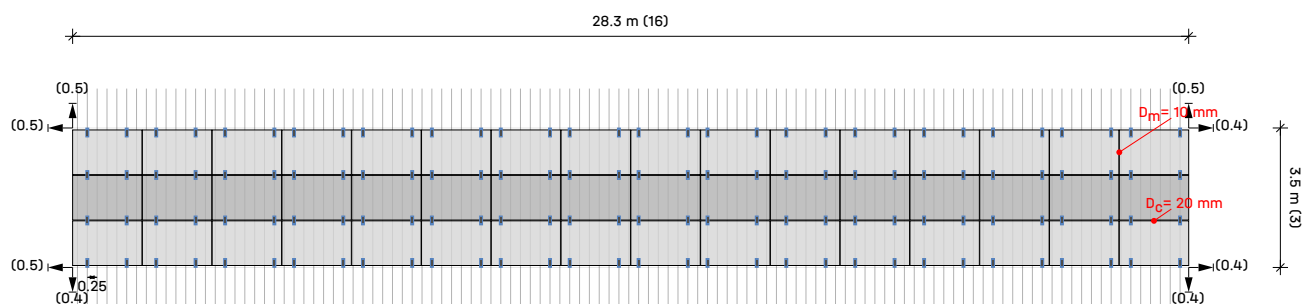
1.77 m







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

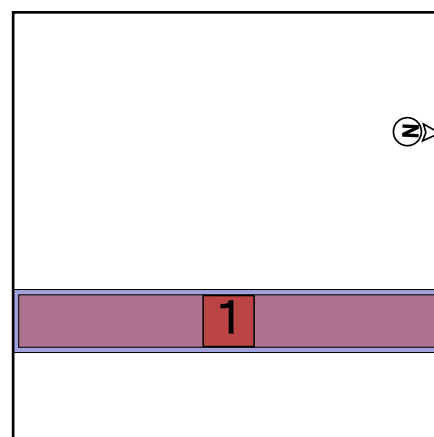


Streha ① Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli  $16 \times 3 = 48$

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
<b>Roof 1</b>  Trapezna pločevina	<b>MultiRail</b>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	48	21.6 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 (dimensioniranje 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	1,521.1	261.6	-541.7	18.6	1,198.0	206.0	-402.1	18.6
Rob slemena	2.00	1,521.1	261.6	-541.7	18.6	1,198.0	206.0	-402.1	18.6
Napušč	2.00	1,521.1	261.6	-1,013.8	18.6	1,198.0	206.0	-772.4	18.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,521.1	261.6	-1,123.1	18.6	1,198.0	206.0	-858.2	18.6
Rob kapa	2.00	1,521.1	261.6	-848.0	18.6	1,198.0	206.0	-642.4	18.6





# Rezultati | Roof 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	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Napušč	2 x 250/4	25.1	39.5	2 x 250/4	20.1	39.5	16.6
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	25.1	43.6	2 x 250/4	22.2	43.6	18.4
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	33.1	2 x 250/4	17.0	33.1	13.9





## Rezultati | Roof 1

### Beleške

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





# Poročilo o statiki | Roof 1

## Splošne informacije

Ime	Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

## Informacije o lokaciji

Naslov	Pri parku 5, 2000 Maribor
Višina terena	273.14 m

## Informacije o strehi

Višina zgradbe	7.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	10°
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
Tlak hitrosti, 50	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$





# Poročilo o statiki | Roof 1

## Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m <sup>2</sup> ]	maxCpe <sub>2</sub>	minCpe <sub>2</sub>	Tlak vetra [kN/m <sup>2</sup> ]	Sesalna sila vetra [kN/m <sup>2</sup> ]
Območje polja	2.00	0.100	-1.035	0.049	-0.507
Rob slemena	2.00	0.100	-1.035	0.049	-0.507
Napušč	2.00	0.100	-1.790	0.049	-0.878
Kotno območje (kap)	2.00	0.100	-1.964	0.049	-0.964
Rob kapa	2.00	0.100	-1.525	0.049	-0.748

## Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s <sub>k</sub> = 1.475 kN/m <sup>2</sup>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ <sub>i</sub> = 0.800
Faktor za naklon strehe	d <sub>i</sub> = 0.985
Snežna obremenitev strehe, 50	s <sub>i,50</sub> = 1.162 kN/m <sup>2</sup>
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f <sub>s</sub> = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25	s <sub>i,25</sub> = 1.080 kN/m <sup>2</sup>

## Lastna obremenitev

Teža modula	G <sub>M</sub> = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.8 kg
Površina modula	A <sub>M</sub> = 2.00 m <sup>2</sup>
Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>	= 10.51 kg/m <sup>2</sup>
Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>	= 0.40 kg/m <sup>2</sup>
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup>	= 0.11 kN/m <sup>2</sup>





## Poročilo o statiki | Roof 1

### Kombinacije obremenitev

#### Nosilnost

Delni varnostni faktor za stalno neugodno obremenitev (STR)	$\gamma_{G,sup} = 1.35$
Delni varnostni faktor za stalno ugodno obremenitev (STR)	$\gamma_{G,inf} = 1.00$
Delni varnostni faktor za stalno destabilizacijsko obremenitev (EQU)	$\gamma_{G,dst} = 1.10$
Delni varnostni faktor za stalno stabilizacijsko obremenitev (STR)	$\gamma_{G,stb} = 0.90$
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 [m²]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m²]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m²]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.521	0.262	-0.542	0.019	1.198	0.206	-0.402	0.019
Rob slemena	2.00	1.521	0.262	-0.542	0.019	1.198	0.206	-0.402	0.019
Napušč	2.00	1.521	0.262	-1.014	0.019	1.198	0.206	-0.772	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.521	0.262	-1.123	0.019	1.198	0.206	-0.858	0.019
Rob kapa	2.00	1.521	0.262	-0.848	0.019	1.198	0.206	-0.642	0.019

### Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m²]	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	1.520	0.261	-0.541	0.019	1.197	0.206	-0.402	0.019
Rob slemena	2.00	1.520	0.261	-0.541	0.019	1.197	0.206	-0.402	0.019
Napušč	2.00	1.520	0.261	-1.013	0.019	1.197	0.206	-0.772	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.520	0.261	-1.122	0.019	1.197	0.206	-0.857	0.019
Rob kapa	2.00	1.520	0.261	-0.847	0.019	1.197	0.206	-0.642	0.019

### Moduli elastičnosti delov

#### Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm²]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm³]	W <sub>z</sub> [cm³]	F <sub>p,Rd</sub> [KN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F<sub>p,Rd</sub> Upor proti vlečenju

#### Spona za modul

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

#### Pritrditev





## Poročilo o statiki | Roof 1

Pritrditev

$R_{D, \text{dvig, pravokotno}}$  [kN]

$R_{D, \text{Tlak, Pravokotno}}$  [kN]

$R_{D, \text{Tlak, Vzporedno}}$  [kN]

Thread-forming metal screw 6.0×25

0.65

-

0.62

### Rezultat za delež dovoljene obremenitve

Območje	Srednja spona			Končna spona			
	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve	Delež dovoljene obremenitve	Tip MultiRail	Delež dovoljene obremenitve	Delež dovoljene obremenitve	Delež dovoljene obremenitve
		Spona za modul[%]	Vijak[%]		Spona za modul[%]	Vijak[%]	Pull Through[%]
Območje polja	2 x 250/4	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Rob slemana	2 x 250/4	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Napušč	2 x 250/4	25.1	39.5	2 x 250/4	20.1	39.5	16.6
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	25.1	43.6	2 x 250/4	22.2	43.6	18.4
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	33.1	2 x 250/4	17.0	33.1	13.9





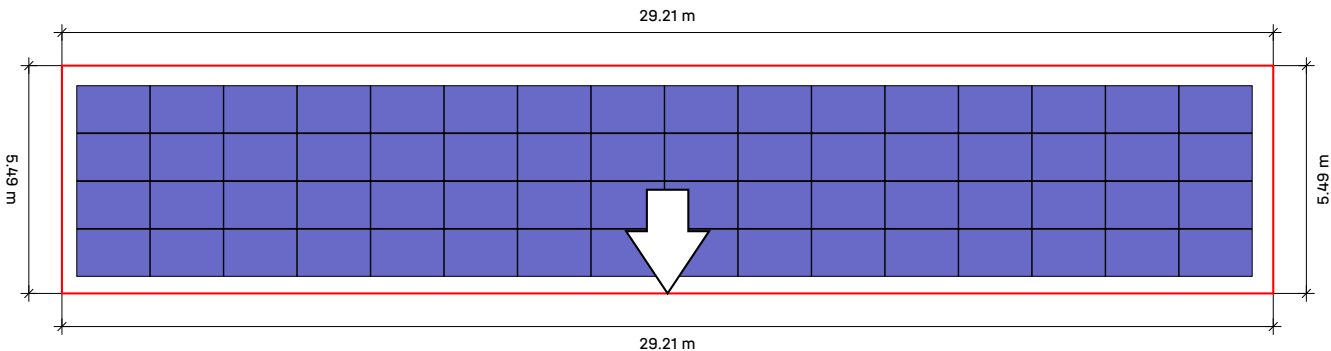
## Strehe | Roof 1 | Kosovnica


Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	64	5.6 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	512	3.1 kg
3	2003072	OneMid Black Set 30-42	64	5.1 kg
4	2002793	MultiRail 25	128	18.9 kg
Vsota				32.6 kg





# Strehe | Roof 1 (1)



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<a href="#">Roof 1 (1)</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	64	28.8 kWp





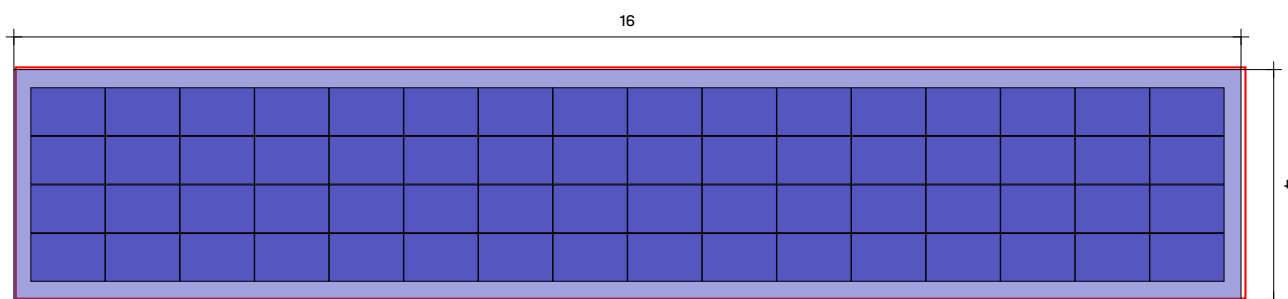
## Strehe | Roof 1 (1)

### Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	28.34	4.60	16	4



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



### Streha ② Polje modulov ①

Vgradni sistem

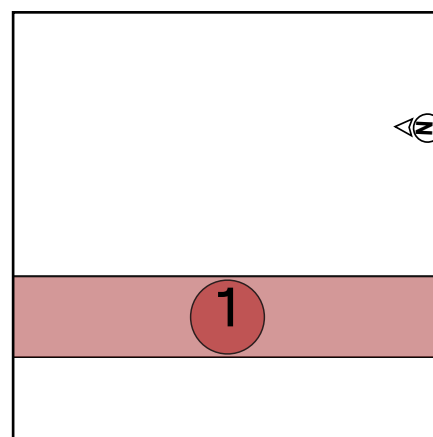
[MultiRail](#)

Modul

64(28.8 kWp) x  
TSM-450NEG9R.28 (Vertex  
S+)

Razdalja med vrstami

1.77 m










## Rezultati | Roof 1 (1)

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<a href="#">Roof 1 (1)</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	7.00 m	64	28.8 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	Dvig ⊥	Dvig	Tlak ⊥	Tlak	Dvig ⊥	Dvig
Območje polja	2.00	1,521.1	261.6	-541.7	18.6	1,198.0	206.0	-402.1	18.6
Rob slemena	2.00	1,521.1	261.6	-541.7	18.6	1,198.0	206.0	-402.1	18.6
Napušč	2.00	1,521.1	261.6	-1,013.8	18.6	1,198.0	206.0	-772.4	18.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,521.1	261.6	-1,123.1	18.6	1,198.0	206.0	-858.2	18.6
Rob kapa	2.00	1,521.1	261.6	-848.0	18.6	1,198.0	206.0	-642.4	18.6





# Rezultati | Roof 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	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Napušč	2 x 250/4	25.1	39.5	2 x 250/4	20.1	39.5	16.6
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	25.1	43.6	2 x 250/4	22.2	43.6	18.4
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	33.1	2 x 250/4	17.0	33.1	13.9





## Rezultati | Roof 1 (1)

### Beleške

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





## Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

### Splošne informacije

Ime	Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

### Informacije o lokaciji

Naslov	Pri parku 5, 2000 Maribor
Višina terena	273.14 m

### Informacije o strehi

Višina zgradbe	7.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	10°
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
Tlak hitrosti, 50	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$





## Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

### Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m <sup>2</sup> ]	maxCpe <sub>2</sub>	minCpe <sub>2</sub>	Tlak vetra [kN/m <sup>2</sup> ]	Sesalna sila vetra [kN/m <sup>2</sup> ]
Območje polja	2.00	0.100	-1.035	0.049	-0.507
Rob slemena	2.00	0.100	-1.035	0.049	-0.507
Napušč	2.00	0.100	-1.790	0.049	-0.878
Kotno območje (kap)	2.00	0.100	-1.964	0.049	-0.964
Rob kapa	2.00	0.100	-1.525	0.049	-0.748

### Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s <sub>k</sub> = 1.475 kN/m <sup>2</sup>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ <sub>i</sub> = 0.800
Faktor za naklon strehe	d <sub>i</sub> = 0.985
Snežna obremenitev strehe, 50	s <sub>i,50</sub> = 1.162 kN/m <sup>2</sup>
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f <sub>s</sub> = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25	s <sub>i,25</sub> = 1.080 kN/m <sup>2</sup>

### Lastna obremenitev

Teža modula	G <sub>M</sub> = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.8 kg
Površina modula	A <sub>M</sub> = 2.00 m <sup>2</sup>
Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>	= 10.51 kg/m <sup>2</sup>
Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>	= 0.40 kg/m <sup>2</sup>
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup>	= 0.11 kN/m <sup>2</sup>





## 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	$W_k$

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 1 (1)

### Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m <sup>2</sup> ]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m <sup>2</sup> ]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.521	0.262	-0.542	0.019	1.198	0.206	-0.402	0.019
Rob slemena	2.00	1.521	0.262	-0.542	0.019	1.198	0.206	-0.402	0.019
Napušč	2.00	1.521	0.262	-1.014	0.019	1.198	0.206	-0.772	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.521	0.262	-1.123	0.019	1.198	0.206	-0.858	0.019
Rob kapa	2.00	1.521	0.262	-0.848	0.019	1.198	0.206	-0.642	0.019

### Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.520	0.261	-0.541	0.019	1.197	0.206	-0.402	0.019
Rob slemena	2.00	1.520	0.261	-0.541	0.019	1.197	0.206	-0.402	0.019
Napušč	2.00	1.520	0.261	-1.013	0.019	1.197	0.206	-0.772	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.520	0.261	-1.122	0.019	1.197	0.206	-0.857	0.019
Rob kapa	2.00	1.520	0.261	-0.847	0.019	1.197	0.206	-0.642	0.019

### Moduli elastičnosti delov

#### Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	F <sub>p,Rd</sub> [kN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F<sub>p,Rd</sub> Upor proti vlečenju

#### Spona za modul

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

#### Pritrditev





## Poročilo o statiki | Roof 1 (1)

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

### 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	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	21.4	2 x 250/4	11.3	21.4	8.9
Napušč	2 x 250/4	25.1	39.5	2 x 250/4	20.1	39.5	16.6
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	25.1	43.6	2 x 250/4	22.2	43.6	18.4
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	33.1	2 x 250/4	17.0	33.1	13.9



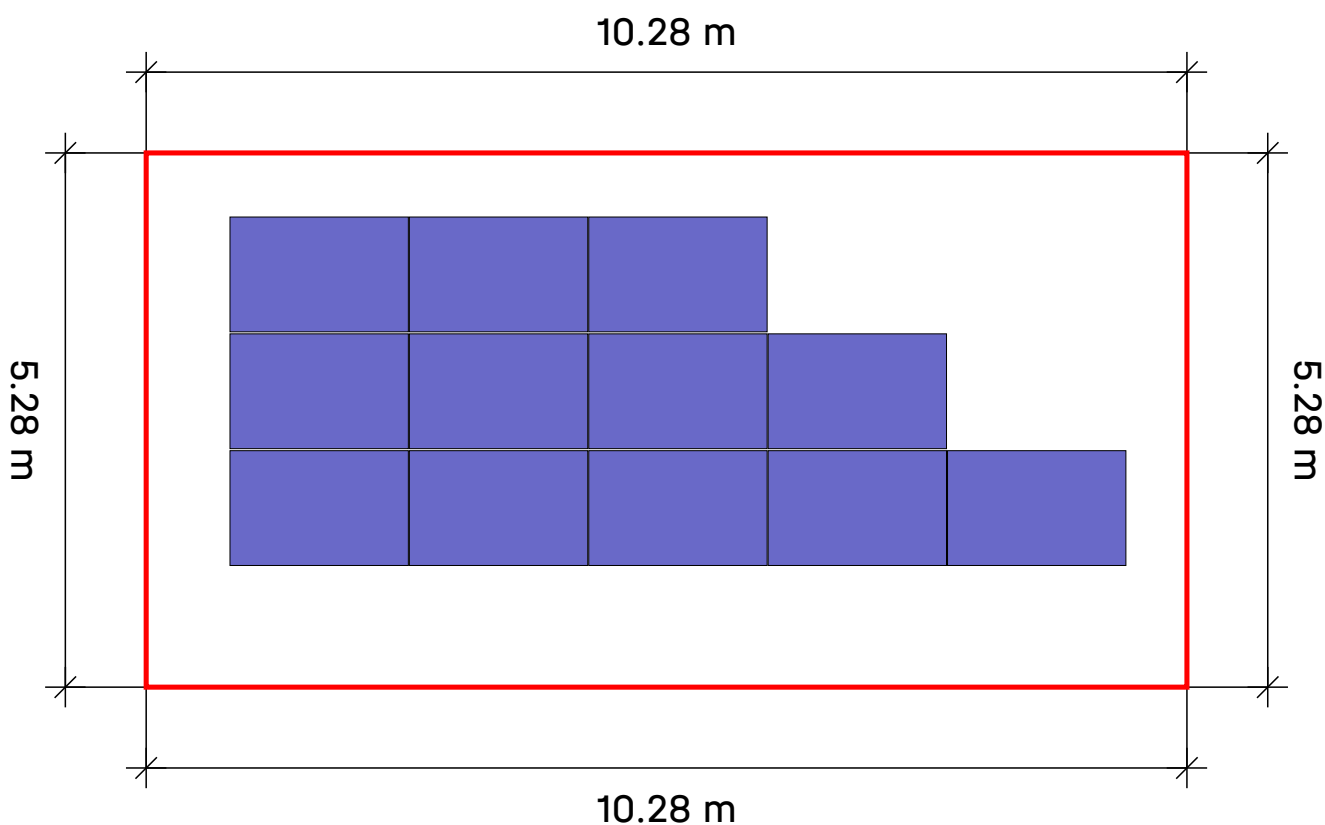



## Strehe | Roof 1 (1) | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	64	5.6 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	640	3.8 kg
3	2003072	OneMid Black Set 30-42	96	7.6 kg
4	2002793	MultiRail 25	160	23.7 kg
Vsota				40.7 kg



# Strehe | Roof 3



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<a href="#">Roof 3</a>  Trapezna pločevina	<a href="#">MultiRail</a>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	12	5.4 kWp





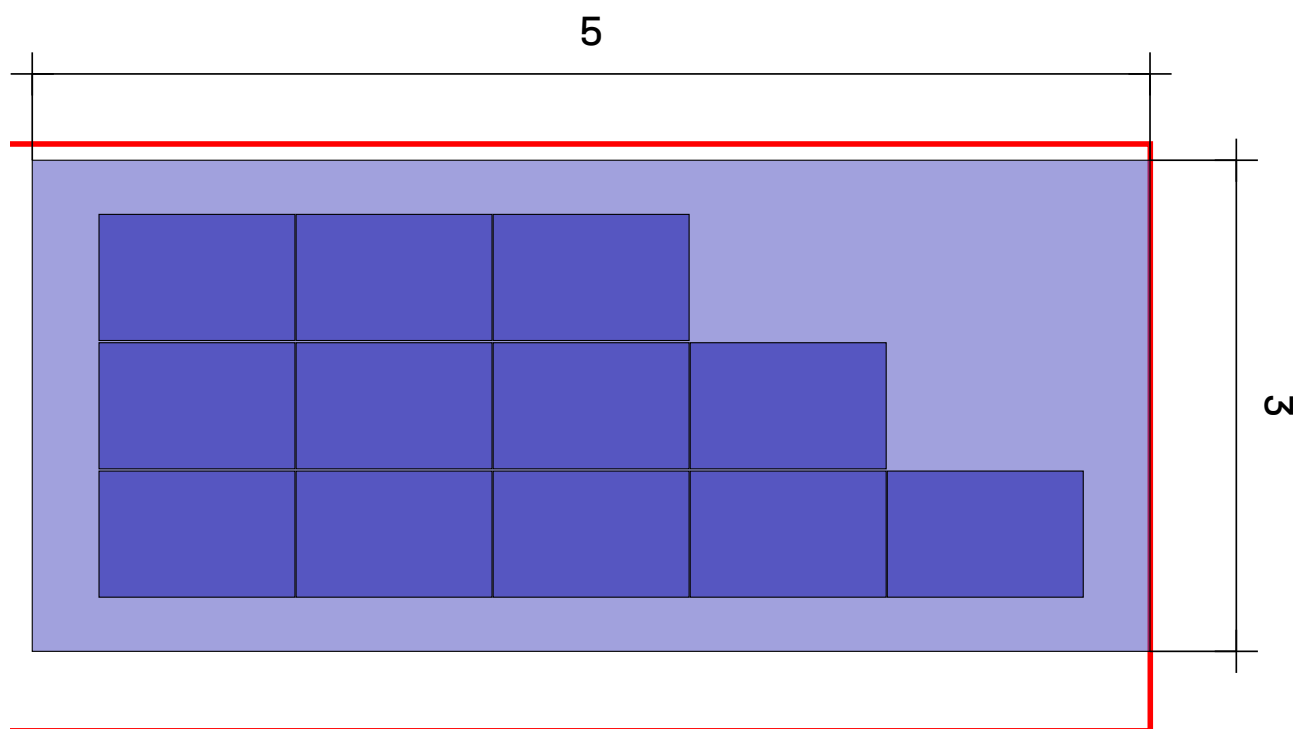
## Strehe | Roof 3

### Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	8.85	3.44	5	3



# Strehe | Roof 3 | Polje modulov 1



## Streha ③ Polje modulov ①

Vgradni sistem

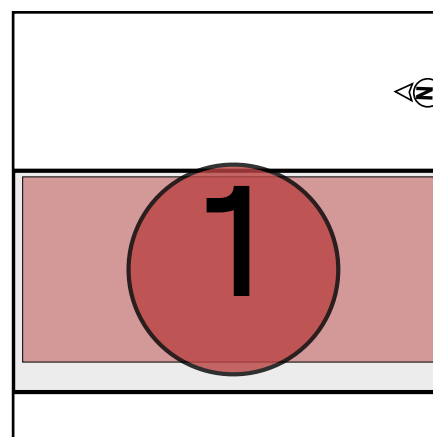
[MultiRail](#)

Modul

12(5.4 kWp) x  
TSM-450NEG9R.28 (Vertex  
S+)

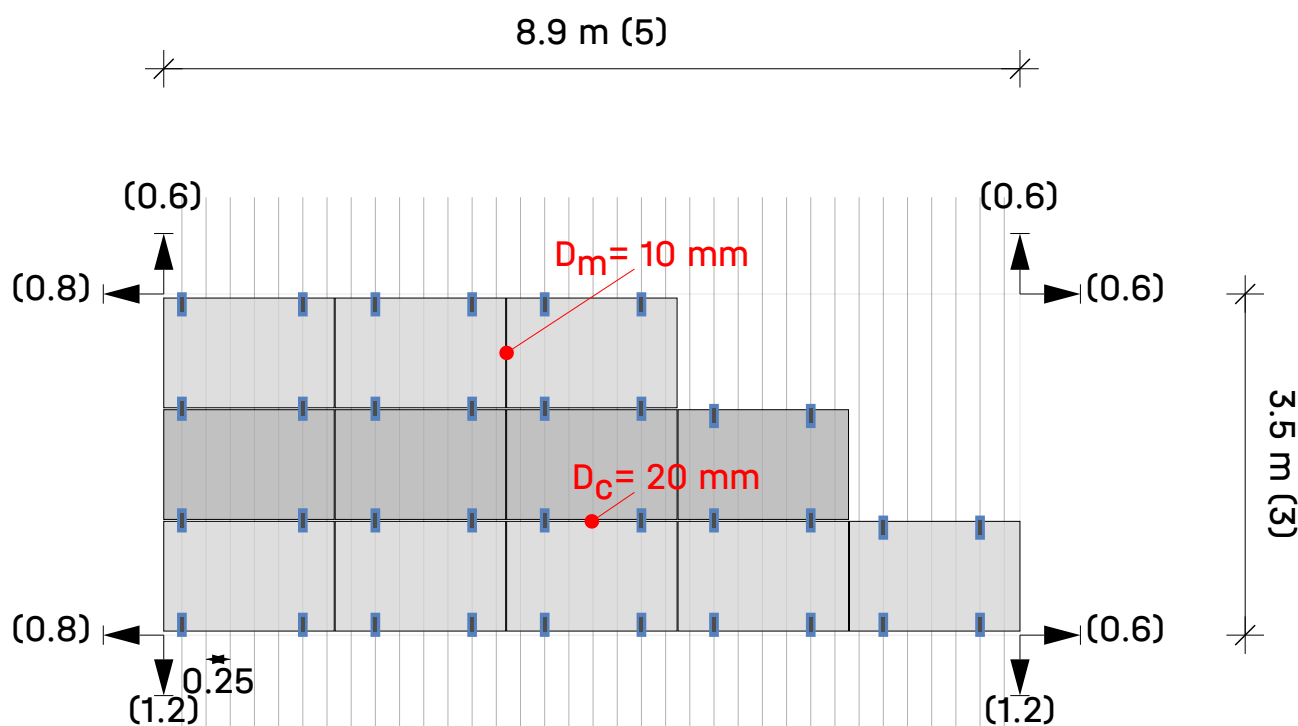
Razdalja med vrstami

1.77 m





# Strehe | Roof 3 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

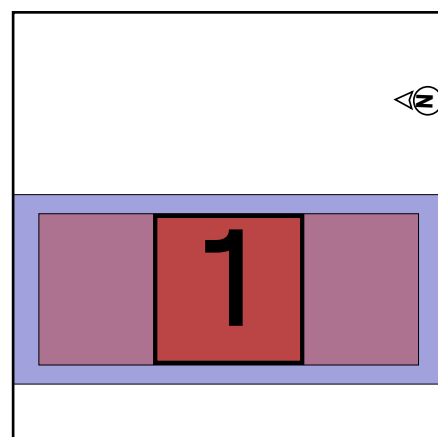


Streha ③ Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli (5 × 3) - 3 = 12

Legenda


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







# Rezultati | Roof 3

Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<div>Roof 3</div> <div>  <div>Trapezna pločevina</div> </div>	MultiRail	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	12	5.4 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

## 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	Dvig ⊥	Dvig	Tlak ⊥	Tlak	Dvig ⊥	Dvig
Območje polja	2.00	1,525.0	261.6	-609.1	18.6	1,201.0	206.0	-455.0	18.6
Rob slemena	2.00	1,525.0	261.6	-609.1	18.6	1,201.0	206.0	-455.0	18.6
Napušč	2.00	1,525.0	261.6	-1,130.4	18.6	1,201.0	206.0	-863.9	18.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,525.0	261.6	-1,251.1	18.6	1,201.0	206.0	-958.6	18.6





# Rezultati | Roof 3

## 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	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč	2 x 250/4	25.1	43.9	2 x 250/4	22.4	43.9	18.5
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	26.8	48.5	2 x 250/4	24.7	48.5	20.5





## Rezultati | Roof 3

### Beleške

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



## Poročilo o statiki | Roof 3

### Splošne informacije

Ime	Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

### Informacije o lokaciji

Naslov	Pri parku 5, 2000 Maribor
Višina terena	273.14 m

### Informacije o strehi

Višina zgradbe	10.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	10°
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
Tlak hitrosti, 50	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$





## Poročilo o statiki | Roof 3

### Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m <sup>2</sup> ]	maxCpe <sub>2</sub>	minCpe <sub>2</sub>	Tlak vetra [kN/m <sup>2</sup> ]	Sesalna sila vetra [kN/m <sup>2</sup> ]
Območje polja	2.00	0.100	-1.035	0.054	-0.560
Rob slemena	2.00	0.100	-1.035	0.054	-0.560
Napušč	2.00	0.100	-1.790	0.054	-0.969
Kotno območje (kap)	2.00	0.100	-1.964	0.054	-1.064

### Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s <sub>k</sub> = 1.475 kN/m <sup>2</sup>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ <sub>i</sub> = 0.800
Faktor za naklon strehe	d <sub>i</sub> = 0.985
Snežna obremenitev strehe, 50	s <sub>i,50</sub> = 1.162 kN/m <sup>2</sup>
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f <sub>s</sub> = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25	s <sub>i,25</sub> = 1.080 kN/m <sup>2</sup>

### Lastna obremenitev

Teža modula	G <sub>M</sub> = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.8 kg
Površina modula	A <sub>M</sub> = 2.00 m <sup>2</sup>
Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>	= 10.51 kg/m <sup>2</sup>
Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>	= 0.40 kg/m <sup>2</sup>
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup>	= 0.11 kN/m <sup>2</sup>





## Poročilo o statiki | Roof 3

### 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	$W_k$

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 3

### Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m <sup>2</sup> ]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m <sup>2</sup> ]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.525	0.262	-0.609	0.019	1.201	0.206	-0.455	0.019
Rob slemena	2.00	1.525	0.262	-0.609	0.019	1.201	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.525	0.262	-1.130	0.019	1.201	0.206	-0.864	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.525	0.262	-1.251	0.019	1.201	0.206	-0.959	0.019

### Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.524	0.261	-0.609	0.019	1.200	0.206	-0.455	0.019
Rob slemena	2.00	1.524	0.261	-0.609	0.019	1.200	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.524	0.261	-1.129	0.019	1.200	0.206	-0.863	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.524	0.261	-1.250	0.019	1.200	0.206	-0.958	0.019

### Moduli elastičnosti delov

#### Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	F <sub>p,Rd</sub> [kN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F<sub>p,Rd</sub> Upor proti vlečenju

#### Spona za modul

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

#### Pritrditev

Pritrditev	R <sub>D, dvig, pravokotno</sub> [kN]	R <sub>D, Tlak, Pravokotno</sub> [kN]	R <sub>D, Tlak, Vzporedno</sub> [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	-	0.62





## Poročilo o statiki | Roof 3

### 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	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč	2 x 250/4	25.1	43.9	2 x 250/4	22.4	43.9	18.5
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	26.8	48.5	2 x 250/4	24.7	48.5	20.5





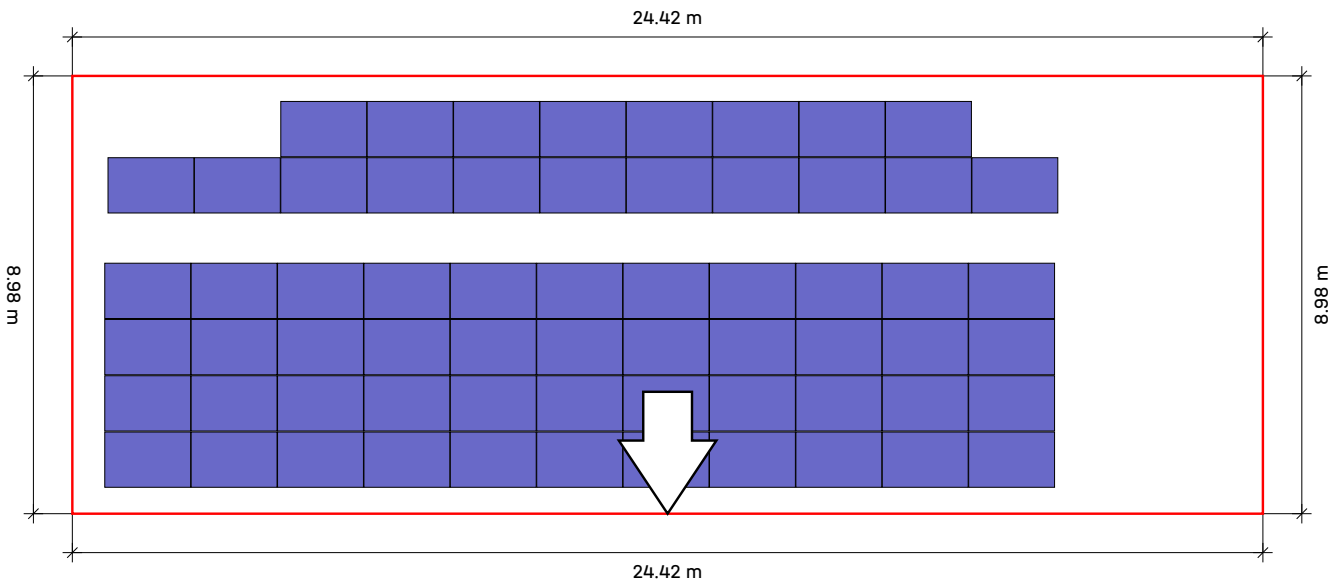
## Strehe | Roof 3 | Kosovnica


Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	20	1.7 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	136	0.8 kg
3	2003072	OneMid Black Set 30-42	14	1.1 kg
4	2002793	MultiRail 25	34	5.0 kg
Vsota				8.7 kg





# Strehe | Roof 4



Streha	Sistem	Modul	Višina	Število kosov	Splošno uspešnost
<u>Roof 4</u>  Trapezna pločevina	<u>MultiRail</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	63	28.35 kWp





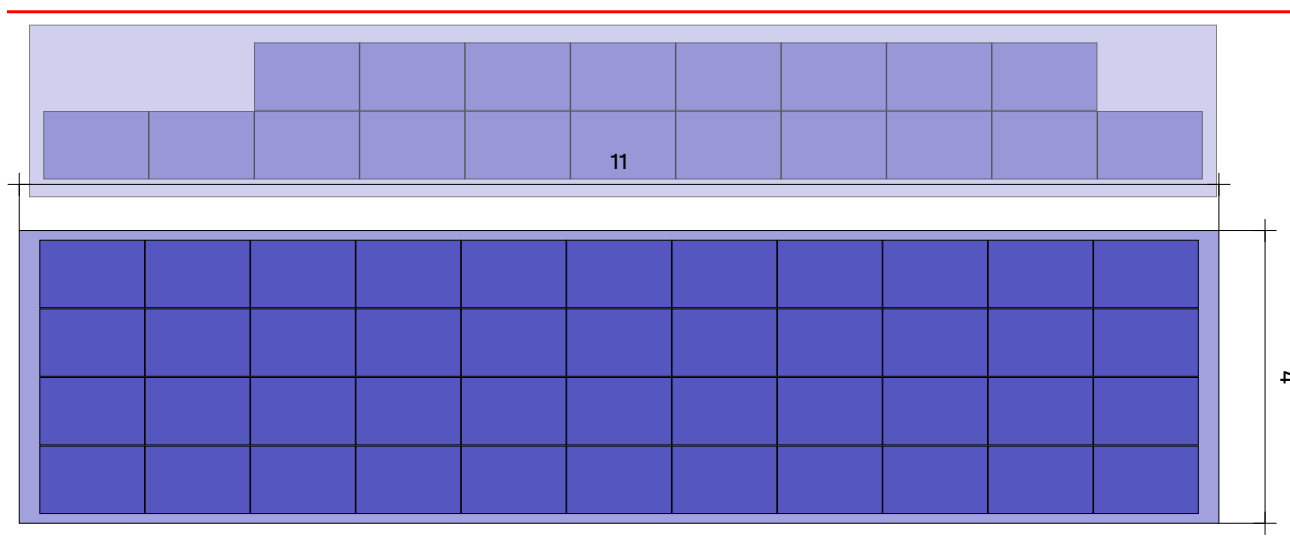
## Strehe | Roof 4

### Napaka modula

Polje modulov	Širina[m]	Dolžina[m]	Širina v modulih	Dolžina v modulih
1	19.48	4.60	11	4
2	19.48	2.29	11	2



# Strehe | Roof 4 | Polje modulov 1



## Streha ④ Polje modulov ①

Vgradni sistem

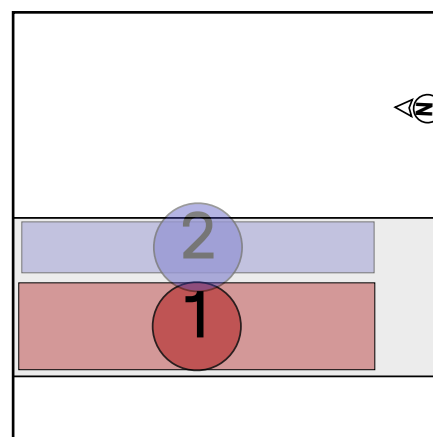
[MultiRail](#)

Modul

44(19.8 kWp) x  
TSM-450NEG9R.28 (Vertex  
S+)

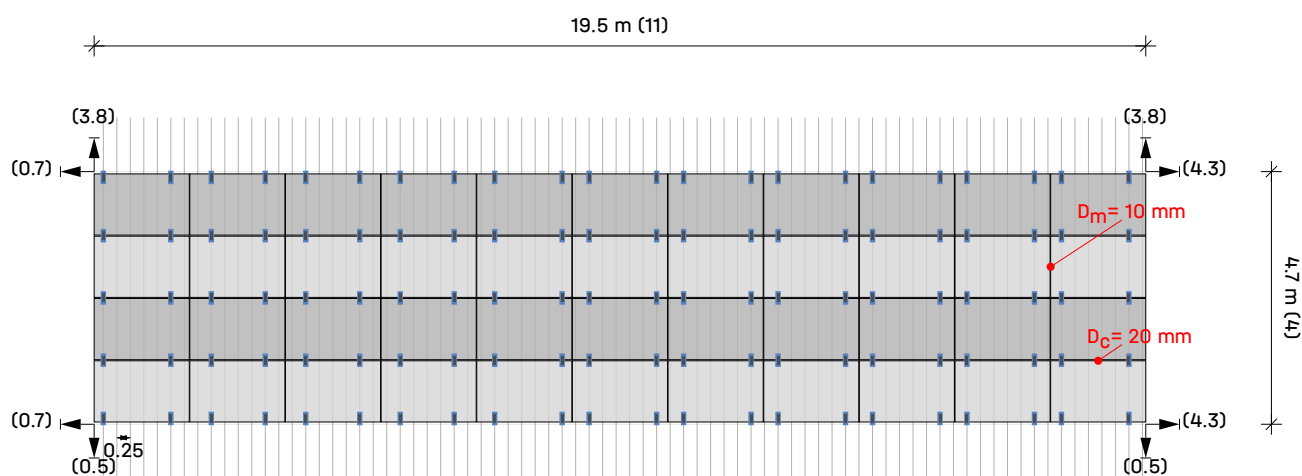
Razdalja med vrstami

1.77 m





# Strehe | Roof 4 | Polje modulov 1 | Bloki modulov

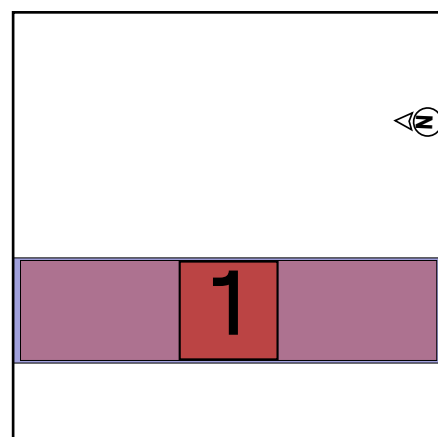


Streha ④ Polje modulov ① Blok modulov 1

Moduli 11 × 4 = 44

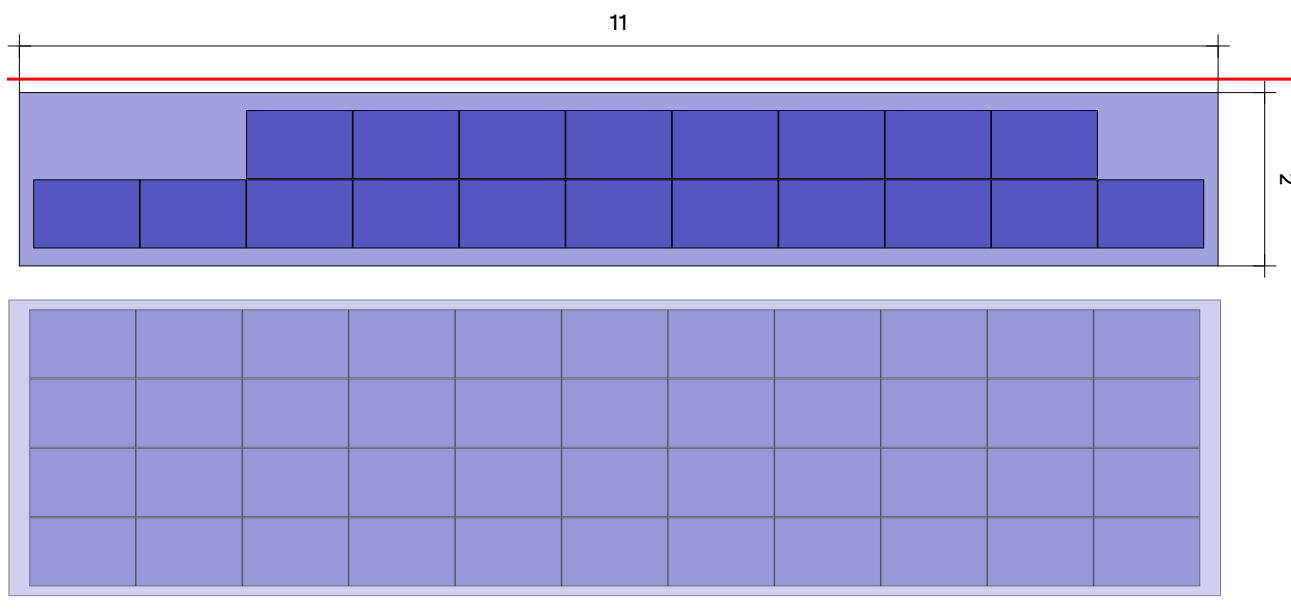
Legenda

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





# Strehe | Roof 4 | Polje modulov 2



## Streha ④ Polje modulov ②

Vgradni sistem

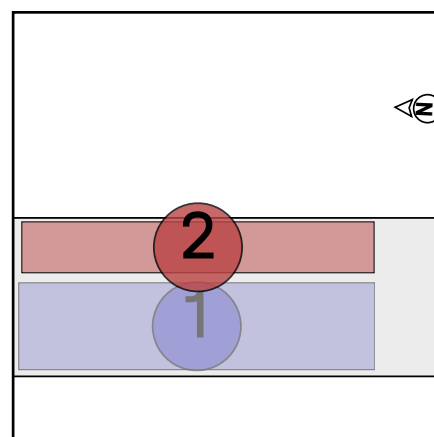
MultiRail

Modul

19(8.55 kWp) x  
TSM-450NEG9R.28 (Vertex  
S+)

Razdalja med vrstami

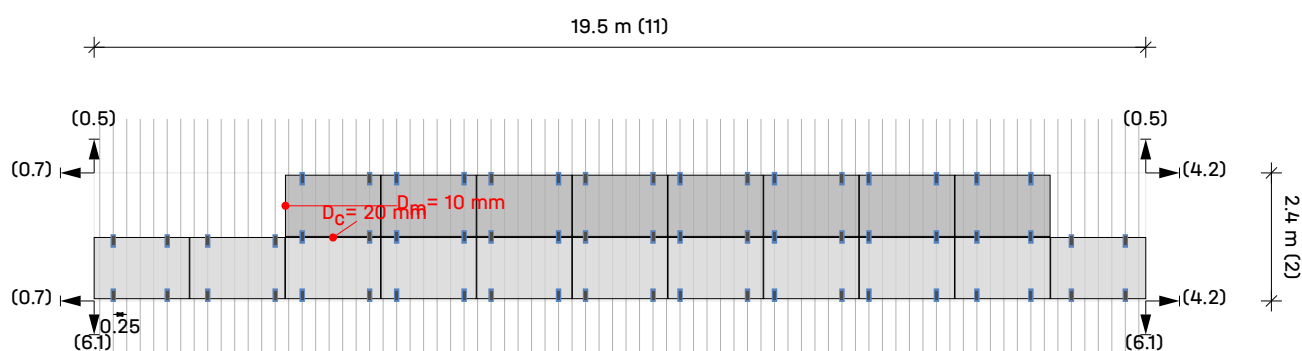
1.77 m







## Strehe | Roof 4 | Polje modulov 2 | Bloki modulov

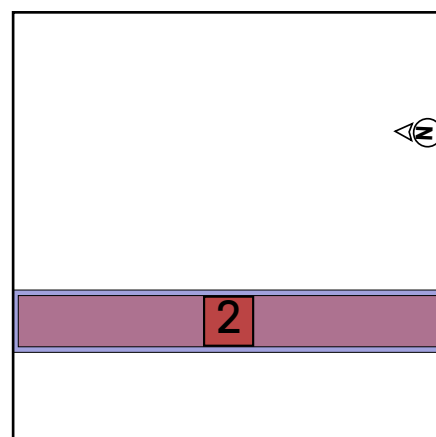


Streha ④ Polje modulov ② Blok modulov 2

Moduli  $(11 \times 2) - 3 = 19$ 


Legenda

- Pritrditev
- Razdalja do roba strehe [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>MultiRail</u>	TSM-450NEG9R.28 (Vertex S+) 1,762×1,134×30 mm 450 Wp	10.00 m	63	28.35 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 MultiRail

## 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	1,525.0	261.6	-609.1	18.6	1,201.0	206.0	-455.0	18.6
Napušč	2.00	1,525.0	261.6	-1,130.4	18.6	1,201.0	206.0	-863.9	18.6
Kotno območje (kap)	2.00	1,525.0	261.6	-1,251.1	18.6	1,201.0	206.0	-958.6	18.6
Rob kapa	2.00	1,525.0	261.6	-947.4	18.6	1,201.0	206.0	-720.3	18.6
Območje polja	2.00	1,525.0	261.6	-609.1	18.6	1,201.0	206.0	-455.0	18.6
Rob slemena	2.00	1,525.0	261.6	-609.1	18.6	1,201.0	206.0	-455.0	18.6
Napušč	2.00	1,525.0	261.6	-1,130.4	18.6	1,201.0	206.0	-863.9	18.6





## Rezultati | Roof 4

### 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	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč	2 x 250/4	25.1	43.9	2 x 250/4	22.4	43.9	18.5
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	26.8	48.5	2 x 250/4	24.7	48.5	20.5
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	36.9	2 x 250/4	18.9	36.9	15.5
Območje polja	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Rob stementa	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč				2 x 250/4	22.4	43.9	18.5



## Rezultati | Roof 4

### Beleške

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



## Poročilo o statiki | Roof 4

### Splošne informacije

Ime	Teo- ten - SE ŠD pri parku 5 MB
Vgradni sistem	MultiRail
Obdelal(-a)	David Kociper

### Informacije o lokaciji

Naslov	Pri parku 5, 2000 Maribor
Višina terena	273.14 m

### Informacije o strehi

Višina zgradbe	10.00 m
Vrsta strehe	Dvokapnica
Naklon strehe	10°
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
Tlak hitrosti, 50	$q_{p,50} = 0.533 \text{ kN/m}^2$
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	$f_w = 0.921$
Hitrost tlaka, 25	$q_{p,25} = 0.490 \text{ kN/m}^2$





# Poročilo o statiki | Roof 4

## Območja strehe

Območje	Obremenitvi izpostavljena površina [m <sup>2</sup> ]	maxCpe <sub>2</sub>	minCpe <sub>2</sub>	Tlak vetra [kN/m <sup>2</sup> ]	Sesalna sila vetra [kN/m <sup>2</sup> ]
Območje polja	2.00	0.100	-1.035	0.054	-0.560
Napušč	2.00	0.100	-1.790	0.054	-0.969
Kotno območje (kap)	2.00	0.100	-1.964	0.054	-1.064
Rob kapa	2.00	0.100	-1.525	0.054	-0.826
Območje polja	2.00	0.100	-1.035	0.054	-0.560
Rob slemena	2.00	0.100	-1.035	0.054	-0.560
Napušč	2.00	0.100	-1.790	0.054	-0.969

## Snežna obremenitev

Območje snežne obremenitve	A2
Okolica	Običajen teren
Lovilna mreža za sneg	Ne
Talna snežna obremenitev	s <sub>k</sub> = 1.475 kN/m <sup>2</sup>
Oblikovni varnostni faktor za sneg	μ <sub>i</sub> = 0.800
Faktor za naklon strehe	d <sub>i</sub> = 0.985
Snežna obremenitev strehe, 50	s <sub>i,50</sub> = 1.162 kN/m <sup>2</sup>
Faktor prilagoditve za trajanje uporabe	f <sub>s</sub> = 0.929
Snežna obremenitev strehe, 25	s <sub>i,25</sub> = 1.080 kN/m <sup>2</sup>

## Lastna obremenitev

Teža modula	G <sub>M</sub> = 21.0 kg
Teža montažnega sistema na modul	= 0.8 kg
Površina modula	A <sub>M</sub> = 2.00 m <sup>2</sup>
Mrtva teža modula na m <sup>2</sup>	= 10.51 kg/m <sup>2</sup>
Mrtva teža montažnega sistema na m <sup>2</sup>	= 0.40 kg/m <sup>2</sup>
Skupna mrtva obremenitev (brez balastne mase) na m <sup>2</sup>	= 0.11 kN/m <sup>2</sup>





## Poročilo o statiki | Roof 4

### 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 4

### Največja obremenitev modulov (dimenzioniranje montažnega sistema)

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN/m <sup>2</sup> ]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN/m <sup>2</sup> ]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.525	0.262	-0.609	0.019	1.201	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.525	0.262	-1.130	0.019	1.201	0.206	-0.864	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.525	0.262	-1.251	0.019	1.201	0.206	-0.959	0.019
Rob kapa	2.00	1.525	0.262	-0.947	0.019	1.201	0.206	-0.720	0.019
Območje polja	2.00	1.525	0.262	-0.609	0.019	1.201	0.206	-0.455	0.019
Rob slemena	2.00	1.525	0.262	-0.609	0.019	1.201	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.525	0.262	-1.130	0.019	1.201	0.206	-0.864	0.019

### Maksimalni učinki na pritrditev

Območje	A-TrA [m <sup>2</sup> ]	Dokazilo o nosilnosti [kN]				Dokazilo o primernosti za uporabo [kN]			
		Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II	Tlak ⊥	Tlak II	Dvig ⊥	Dvig II
Območje polja	2.00	1.524	0.261	-0.609	0.019	1.200	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.524	0.261	-1.129	0.019	1.200	0.206	-0.863	0.019
Kotno območje (kap)	2.00	1.524	0.261	-1.250	0.019	1.200	0.206	-0.958	0.019
Rob kapa	2.00	1.524	0.261	-0.946	0.019	1.200	0.206	-0.720	0.019
Območje polja	2.00	1.524	0.261	-0.609	0.019	1.200	0.206	-0.455	0.019
Rob slemena	2.00	1.524	0.261	-0.609	0.019	1.200	0.206	-0.455	0.019
Napušč	2.00	1.524	0.261	-1.129	0.019	1.200	0.206	-0.863	0.019

### Moduli elastičnosti delov

#### Osnovno vodilo

Osnovno vodilo	A [cm <sup>2</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ]	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ]	W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ]	F <sub>p,Rd</sub> [kN]
K2 MultiRail	2.160	2.66	4.74	1.65	2.43	1.53

F<sub>p,Rd</sub> Upor proti vlečenju





# Poročilo o statiki | Roof 4

## Spona za modul

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

## Pritrditev

Pritrditev	R <sub>D</sub> , dvig, pravokotno [kN]	R <sub>D</sub> , Tlak, Pravokotno [kN]	R <sub>D</sub> , Tlak, Vzporedno [kN]
Thread-forming metal screw 6.0×25	0.65	-	0.62

## 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	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč	2 x 250/4	25.1	43.9	2 x 250/4	22.4	43.9	18.5
Kotno območje (kap)	2 x 250/4	26.8	48.5	2 x 250/4	24.7	48.5	20.5
Rob kapa	2 x 250/4	25.1	36.9	2 x 250/4	18.9	36.9	15.5
Območje polja	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Rob slemena	2 x 250/4	25.1	24.0	2 x 250/4	12.4	24.0	10.0
Napušč				2 x 250/4	22.4	43.9	18.5





## Strehe | Roof 4 | Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	88	7.7 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	680	4.1 kg
3	2003072	OneMid Black Set 30-42	82	6.5 kg
4	2002793	MultiRail 25	170	25.2 kg
Vsota				43.4 kg





## Kosovnica

Položaj	Št. artikla	Artikel	Število	Masa
1	2002589	OneEnd Black Set 30-42	236	20.5 kg
2	1005207	Thread-forming metal screw 6.0×25	1,968	11.8 kg
3	2003072	OneMid Black Set 30-42	256	20.2 kg
4	2002793	MultiRail 25	492	72.8 kg
Vsota				125.4 kg





## Zahvaljujemo se vam za izbiro montažnega sistema K2.

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

Naši kontaktni podatki:

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

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

**K2 Systems GmbH**

Haldenstraße 1  
71272 Renningen  
Germany

+49 (0)7159 42059-0

+49 (0)7159 42059-177

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

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