

PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA  
**NAČRTI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE – 3/1**

Sončna elektrarna

**OSNOVNI PODATKI O GRADNJI**

investitor	Občina Tržič, Trg svobode 18, 4290 Tržič
naziv gradnje	Sončna elektrarna SE OŠ PODLJUBELJ, Podljubelj 107, 4290 Tržič Na strehi objekta OŠ PODLJUBELJ, se bo zgradila nova fotonapetostna elektrarna, moči 13,64 kW, priključena na distribucijsko omrežje po PS.3A shemi
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input type="checkbox"/> novogradnja - prizidava
	<input checked="" type="checkbox"/> rekonstrukcija
	<input type="checkbox"/> sprememba namembnosti
	<input type="checkbox"/> odstranitev

**DOKUMENTACIJA**

vrsta dokumentacije (IZP, DGD, PZI, PID)	PZI (projekt za izvedbo del)
številka projekta	24-012
	<input type="checkbox"/> sprememba dokumentacije

**PODATKI O NAČRTU**

strokovno področje načrta	3 – NAČRTI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE – SONČNA ELEKTRARNA
številka načrta	SE-24-012/V1
datum izdelave	junij 2024

**PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA**

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	BOŠTJAN CIBER, d.i.e.
identifikacijska številka	IZS E-2213
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

**PODATKI O PROJEKTANTU**

projektant (naziv družbe)	Boštjan Ciber S.P.
naslov	Matena 63A, 1292 Ig
vodja projekta	
identifikacijska številka	
podpis vodje projekta	

odgovorna oseba projektanta	Boštjan Ciber
podpis odgovorne osebe projektanta	

številka izvoda 1 2 3 A

**Boštjan Ciber S.P.,**  
Matena 63A, 1292 Ig

PRILOGA 2C

**IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA  
IN POOBLAŠČENEGA STROKOVNJAKA,  
KI JE IZDELAL NAČRT PZI IN PID**

**PROJEKTANT NAČRTA**

projektant načrta (naziv družbe)	BOSTJAN CIBER S.P.
naslov	MATENA 63A, 1292 IG
odgovorna oseba projektanta načrta	BOŠTJAN CIBER dipl. inž. el.

**IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT**

Pooblaščen strokovnjak	BOŠTJAN CIBER dipl. inž. el.
------------------------	------------------------------

**IZJAVLJAVA:**

da načrt

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
strokovno področje načrta	3 – NAČRTI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE – SONČNA ELEKTRARNA
naziv načrta	
številka načrta	SE-24-012/V1
datum izdelave	JUNIJ 2024

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

pooblaščen strokovnjak	BOŠTJAN CIBER dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-2213
podpis pooblaščenega strokovnjaka	



odgovorna oseba projektanta načrta	BOŠTJAN CIBER dipl. inž. el.
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

A blue ink signature of the responsible person.

### **3/1.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

3/1.1	Naslovna stran
3/1.2	Kazalo vsebine načrta
3/1.3	Projektna naloga
3/1.4	Tehnično poročilo
3/1.5	Projektantski popis del in materiala
3/1.6	Navedba virov
3/1.7	Priloge
3/1.8	Risbe

### **3/1.3 PROJEKTNNA NALOGA**

Izdelati je potrebno PZI načrt male sončne elektrarne predvidene moči 13,64 kWp, ki naj obsega namestitve in povezave fotonapetostnih modulov, nameščenih na nosilcih ki so pritrjeni oz. položeni na strehi, postavitve razsmernika in ustreznega ožičenja ter spojišč z priključkom na elektro distribucijsko omrežje.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti zaščiti opreme pred posledicami udarov strele.

Vsi načrti morajo biti izdelani v skladu z veljavnimi predpisi, standardi in soglasjem za priključitev SODO.

**Sistem se izvede za oddajanje in paralelno obratovanje z internim omrežjem porabnika in z javnim omrežjem po tipski shemi PS.3A (Net metering)**

Vsa vgrajena oprema in instalacijski material mora imeti ustrezen atest oziroma certifikat. Pred pričetkom del mora izvajalec projekt podrobno pregledati in morebitne pripombe nemudoma posredovati projektantu.

Za vsako spremembo, dopnilo in odstopanje od projektne dokumentacije mora pridobiti izvajalec pismeno soglasje projektanta ter soglasje investitorja in pooblaščenega nadzornega inženirja.

#### **SPREMEMBA PROJEKTA: V1**

Investitor je podal zahtevo po spremembi projektne dokumentacije in sicer, da se za sončno elektrarno namesto razsmernika FOX ESS – T12-G3 uporabi hibridni razsmernik in sicer FOX ESS – H3-12.0-E.

Načrt prikazuje spremembo zamenjave razsmernika.



### **3/1.4 TEHNIČNO POROČILO**

Kazalo tehničnega poročila:

1. UVOD
2. Uporabljeni predpisi, ukrepi, normativi in standardi
3. IZGRADNJA FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE
4. OPIS POSAMEZNIH KOMPONENT ELEKTRARNE
  - 4.1 Fotonapetostni moduli Longi LR4-72HBD-440M
  - 4.2 Hibridni razsmernik FOX ESS – H3-12.0-E
  - 4.3 Tigo optimizator TS4-A-O
  - 4.4 Tigo Access point – TAP
  - 4.5 Tigo komunikator – CCA
  - 4.6 Omarica NGEN
5. DIMENZIONIRANJE KABLOV
  - 5.1 Osnovni vhodni podatki generatorja proizvodne naprave
  - 5.2 Dimenzioniranje DC solarnega kabla
  - 5.3 Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka razsmernika, R-SE in NGEN omarice
6. PRIKLOP ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKMO OMREŽJE
  - 6.1 Trasa NN priključnega kabla
7. ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM V "TN SISTEMU" INSTALACIJ
  - 7.1 Zaščita pred električnim udarom
  - 7.2 Presoja pred strelami
    - 7.2.1 Splošno
    - 7.2.2 Izvedba strelovodne napeljave
8. OZNAČEVANJE KABLA
9. NAVODILA IZVAJALCU
10. ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI

## 1. UVOD

Investitor Občina Tržič, Trg svobode 18, 4290 Tržič namerava na strehi objekta OŠ PODLJUBELJ, Podljubelj 107, 4290 Tržič zgraditi fotonapetostni sistem za paralelno obratovanje z javnim električnim omrežjem po PS.3A shemi, kjer proizvedeno energijo delno porabijo sami, viške pa oddajo v distribucijsko omrežje.

Na podlagi rešitev, ki izhajajo iz dogovorov ter soglasja za priključitev št. 1462016, se izdela projekt za izvedbo (PZI) izgradnje fotonapetostnega sistema SE OŠ PODLJUBELJ z močjo 13,64 kWp oz. 12 kW skupne moči razsmernikov, priključeno na merilno mesto 6004721, z obračunskim števcem (P2) in obračunskim omejevalcem toka 3x32 A. Obstoječa priključna moč se poveča iz 17 kW na 22 kW oz. na 1 x 3 x 32 A.



Slika 1: Mikrolokacija gradnje SE OŠ PODLJUBELJ

Fotonapetostni moduli (nadaljevanju PV moduli), bodo postavljeni na strehi z orientacijo proti:

Streha: PV panel 1 – JV – 12 modulov

- Moduli orientacija: jugovzhod
- azimut odklon od južne strani neba:  $-35^{\circ}$
- naklon:  $40^{\circ}$

Streha: PV panel 2 – JZ – 5 modulov

- Moduli orientacija: jugozahod
- azimut odklon od južne strani neba:  $55^{\circ}$
- naklon:  $40^{\circ}$

Streha: PV panel 3 – SV – 14 modulov

- Moduli orientacija: severovzhod
- azimut odklon od južne strani neba:  $-125^{\circ}$
- naklon:  $40^{\circ}$

Projekt obravnava projekt za izvedbo PZI mikro sončne elektrarne na objektu po sistemu »neto meritev«.

»**Neto merjenje**« je merjenje razlike med oddano in prevzeto električno energijo (kWh) na merilnem mestu stavbe, ki ima na notranjo inštalacijo priključeno napravo za samooskrbo z električno energijo, v obdobju enega koledarskega leta, in se meri z dvosmernim merilnim števcem električne energije (v nadaljevanju: števec).

**Sistem se izvede za oddajanje in paralelno obratovanje z internim omrežjem porabnika in z javnim omrežjem po tipski shemi PS.3A (Net metering)**

Efektivna površina strehe omogoča postavitev male fotonapetostne elektrarne maksimalne moči 13,64 kWp.

Elektro omara PMO se izvede v skladu z izdanim soglasjem za priključitev na omrežje.

Statični izračun fotonapetostnega generatorja ni predmet tega načrta.

## **2. UPORABLJENI PREDPISI, UKREPI, NORMATIVI IN STANDARDI**

- **Pravilnik o zahtevah za NN električne instalacije v stavbah (ur.l. RS št. 14/2021)** v 15. členu zahteva navedbo predpisov, po kateri se projektira objekt. NN instalacije objekta se projektirajo po 8. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo **tehnične smernice TSG-N-002:2021**.
- Upoštevana so tudi določila **Pravilnika o požarni varnosti v stavbah (Ur. l. RS št. 31/2004, Ur. l. RS št. 10/2005, Ur. l. RS št. 83/2005 in Ur. l. RS št. 14/2007)** ter pripadajoče **tehnične smernice TSG-1-001:2019**.
- Upoštevana so tudi določila **Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS št. 140/2021)**, ki v 13. členu zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt. Zaščita pred delovanjem strele se projektira po 6. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo **tehnične smernice TSG-N-003:2021**.

Upoštevana so tudi določila **SZPV 512 Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn**.

## **3. IZGRADNJA FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE**

Glede na orientacijo azimut (odklon od južne strani neba) streh je primeren naležni način postavitve modulov na streho na tipsko podkonstrukcijo. Moduli se sestavijo v panele položene na streho objekta. Paneli so dimenzionirani glede na razpoložljivo velikost streh in dimenzije izbranega modula tip: LR4-72HBD-440M (440 Wp) proizvajalca Longi.

Moč posameznega PV modula je 440 Wp, število modulov je 31 kos, skupna DC moč pa 13,64 kWp. Fotonapetostna elektrarna je na omrežje priključena preko trifaznega razsmernika tip: 1 x H3-12.0-E proizvajalca FOX ESS.

Osnovni podatki PV generatorja:

- |   |   |                                |
|---|---|--------------------------------|
| - | Maksimalna moč PV generatorja                           | 13,64 kWp                      |
| - | Število PV modulov                                      | 31 kos                         |
| - | Moč posameznega PV modula                               | 440 Wp                         |
| - | Tip PV modula   | Longi, LR4-72HBD-440M (440 Wp) |
| - | Maksimalna moč DC/AC pretvornikov (pri $\cos\phi = 1$ ) | 12 kVA                         |
| - | Tip razsmernika   | 1x FOX ESS – H3-12.0-E         |

Omrežni razsmernik pretvori enosmerno napetost in tok v izmenične vrednosti, ter opravi sinhronizacijo z javnim NN električnim omrežjem. Proizvedeno električno energijo preko števca električne energije pošilja v javno električno omrežje.

Izmenična stran razsmernika je priključena na interno NN omrežje za obstoječim merilno – ločilnem mestu. Razsmernik ima na izmenični strani vgrajeno zaščito, ki jo sestavljajo podnapetostna, prenapetostna, podfrekvenčna, nadfrekvenčna in impedančna zaščita. Za zaščito pred električnim udarom je vgrajena zaščita na diferenčni tok. V primeru izpada katere koli faze na dovodni strani razsmernik avtomatično prekine oddajanje električne energije v omrežje.

Na enosmerni strani je v razsmerniku vgrajena prenapetostna zaščita fotonapetostnega generatorja, zemljostična zaščita, tokovni odklopniki posameznih vej in stikalo za ročni izklop fotonapetostnega generatorja.

Lokacija razsmernika je predvidena na SV fasadi objekta na kovinski podkonstrukciji. Razsmernik se preko priključno razdelilne omare R-SE in NGEN omare priključi v interno omrežje objekta.

Fotonapetostni generator je sestavljen iz PV modulov, ki svetlobno energijo sončnega obsevanja s pomočjo fotoefekta neposredno pretvorijo v enosmerno električno napetost in tok.

V merilnem mestu je vgrajena avtomatika za odklop in priklop glede na parametre omrežja ter remontno stikalo za fizično ločitev elektrarne od NN omrežja.

Pri dimenzioniranju bruto moči elektrarne izhajamo iz števila modulov in njihovih STC karakteristik (Standard Test Condition po EN 60904-3). [1]

Letna proizvodna na posameznih strehah oz. PV PANELIH je razvidna v prilogi 6 do 8.

Predvidena letna proizvodnja elektrarne znaša **12.472 kWh**, izračunana z programom PV GIS.

## **4. OPIS POSAMEZNIH KOMPONENT ELEKTRARNE**

### **4.1. FOTONAPETOSTNI MODULI LONGI LR4-72HBD-440M**

PV moduli tip LR4-72HBD-440M (440 Wp) proizvajalca Longi so izdelani iz monokristalnega silicija, ki omogočajo optimalno proizvodnjo električne energije iz sončne v vseh sevalnih pogojih. PV moduli so posebej načrtovani za fotonapetostne sisteme, ki delujejo vzporedno z javnim električnim omrežjem.

Modul je sestavljen iz 144 zaporedno povezanih celic. Največja izhodna moč PV modula je 440 Wp pri izhodni napetosti 38,4 V (po STC).

Visoko prepustno kaljeno steklo debeline 2+2 mm omogoča močno odpornost na mehanske udarce, tudi točo in visoko prepustnost svetlobe, čimer se povečuje izkoristek delovanja sončnih celic.

Mikro fotonapetostna elektrarna bo sestavljena iz 31 PV modulov. PV moduli bodo nameščeni nalezno na streho na tipsko podkonstrukcijo.

Sestavimo jih v panel. Število in razpored pritrditev določi statik glede na predpisane obremenitve na lokaciji objekta. Podkonstrukcijo in tip pritrditev panela določi ponudnik oz. izvajalec.

Električne in mehanske značilnosti modula so razvidne v prilogi 1.

#### **4.2. RAZSMERNIK FOX ESS – H3-10.0-E**

Izbran je FOX ESS hibridni razsmernik – H3-12.0-E (priloga 2).

Omrežni razsmernik pretvarja enosmerno napetost, ki jo proizvedejo solarni moduli v izmenično napetost sinusne oblike, ki je sinhronizirana z napetostjo javnega električnega omrežja.

Razsmernik deluje popolnoma avtomatizirano. Takoj, ko je sončno obsevanje zadostno za paralelno delovanje z omrežjem, kontrolna enota sproži sinhronizacijo z omrežjem in pošiljanje energije vanj. Razsmernik med delovanjem stalno sledi točki največje moči solarnega generatorja (MPPT – Maximum Power Point Tracking). Takoj ko ob mraku ni več zadostne moči iz solarnega generatorja, se razsmernik avtomatično odklopi od omrežja in se ugasne. Ker se kontrolna enota napaja direktno iz solarnega generatorja, se razsmernik ponoči avtomatično ugasne in ne porablja nobene energije za delovanje. Če pride do nevarnosti pregrevanja pri polni obremenitvi razsmernika, razsmernik avtomatično zmanjša izhodno moč, da prepreči pregrevanje naprave.

FOX ESS inverter H3-12.0-E je pameten, učinkovit, varen in zanesljiv komercialni pretvornik. Naprava lahko na primer inteligentno spremlja 3 nize, doseže najvišjo učinkovitost 98,0 % pri 400 Vac (97,3 % v Evropi), ima 2 MPPT in ima različne funkcije, zaradi katerih je varna in zanesljiva.



FOX ESS hibridni inverter H3-10.0-E lahko upravlja z do 3 nize, ki jih je mogoče individualno in inteligentno nadzorovati. Vgrajeno inteligentno diagnostično orodje IV krivulje lahko z enim klikom ustvari popolno avtomatizirano poročilo. To omogoča ljudem, da si ogledajo zmogljivost vsakega niza in morda odkrijejo napake. Zaradi obstoja najmanj 2 MPPT se bo neusklajenost nizov zmanjšala, ker bodo različne orientacije solarnih panelov bolj optimizirane.

#### **4.3. TIGO OPTIMIZATOR TS4-A-O**

Za povečanje požarne varnosti sončne elektrarne in objekta ter optimizacije na ravni panela so na sončni elektrarni predvideni optimizatorji TIGO TS4-A-O.

Tehnične lastnosti optimizatorja:

- Optimizacija na ravni panela, večji izkoristek energije in večja prilagodljivost fotovoltaične elektrarne.
- Optimizator se lahko namesti samo na zasenčene panele, da se doseže največji prihranek.
- Panel za spremljanje proizvodnje električne energije in upravljanje sistema.
- Za solarne kolektorje do 700 W (največji vhodni tok 15 A).
- Dolžina izhodnega kabla 1,2 m.
- Razpon napetosti: 16-80 V.
- Vrsta komunikacije: radijska povezava.
- Večja varnost sistema zaradi hitrega odklopa.
- Priključek MC4, brezžična komunikacija.

##### **OPTIMIZATION** TS4-A-O



Monitoring



Safety



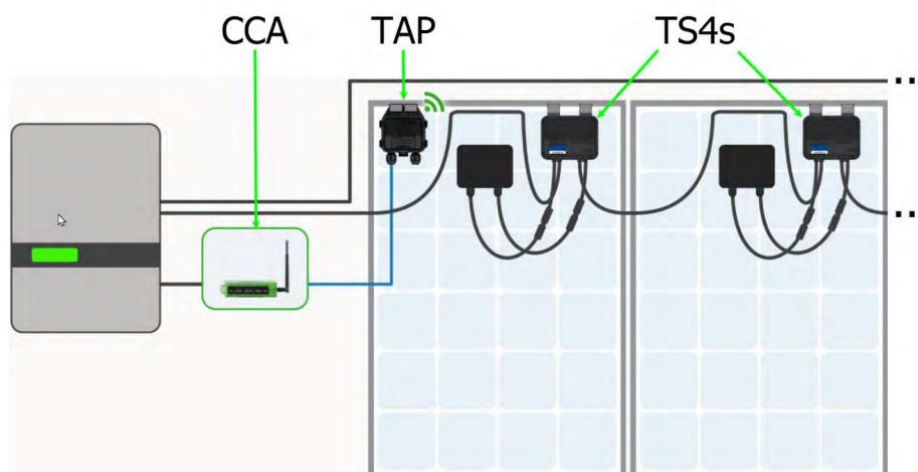
Optimization

- Shade and mismatch tolerance
- Enhanced energy yield
- Greater design flexibility

- Maximized roof usage
- Plus all the benefits of Safety and Monitoring

#### **4.4. TIGO ACCESS POINT (TAP)**

Tigo Access Point (TAP) izboljša upravljanje podatkov vašega solarnega sistema z brezhibno komunikacijo z moduli Tigo Smart in napravami za naknadno vgradnjo. TAP bistveno izboljša raven varnosti pri deaktivaciji na nivoju modula. V kombinaciji z Cloud Connect Advanced (CCA) TAP ponuja neprekinjen vpogled v vaš PV sistem.



Tehnične lastnosti dostopne točke TAP:

- Cloud Connect Advanced (CCA) je eden najmanjših podatkovnih zapisovalnikov sončne energije na svetu, ki zagotavlja dragocene informacije o delovanju modulov.
- Podatke v realnem času in pretekle podatke iz CCA si lahko ogledate na platformi Tigo Energy Intelligence.
- CCA je na voljo kot dodatni komplet ali integriran s pretvorniki.
- Podpirajo ga vsi večji svetovni proizvajalci pretvornikov in modulov z nizkimi napetostmi.
- Lastnosti: univerzalni zapisovalnik podatkov, ki deluje z napravami TAP, TS4-A-O, TS4-A-S in TS4-A-M.
- Omogoča internetno povezljivost prek Ethernet, Wi-Fi ali izbirne mobilne povezave.
- Monterjem omogoča takojšen dostop do sistemskih podatkov.
- Vhod je nameščen na strehi v bližini panelov in sprejema podatke s panelov v radiju 15 m.
- Te podatke prek linije RS485 pošilja v zapisovalnik podatkov Cloud Connect Advanced in na portal Tigo.
- Komplet omogoča prekinitev komunikacije na ravni panela prek povezave s senzorjem.

#### **4.5. TIGO KOMUNIKATOR (CCA)**

Tigo Cloud Connect Advanced (CCA) je komunikator, ki omogoča vpogled v podatke o zmogljivosti oz. proizvodnji na ravni modula.



#### **4.6. OMARICA NGEN**

Za nadzor proizvodnje sončne elektrarne v realnem času je predvidena omara Smart Box, v kateri je nameščen merilnik električne energije s katero lahko upravljamo z proizvedeno električno energijo.



### **5. DIMENZIONIRANJE KABLOV**

#### **5.1. OSNOVNI VHODNI PODATKI PV GENERATORJA PROIZVODNE NAPRAVE:**

Osnovni podatki PV generatorja:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| - Maksimalna moč PV generatorja                    | 13,64 kWp                      |
| - Število PV modulov                               | 31 kos                         |
| - Moč posameznega PV modula                        | 440 Wp                         |
| - Tip PV modula                                    | Longi, LR4-72HBD-440M (440 Wp) |
| - Maksimalna moč DC/AC pretvornikov (pri cosφ = 1) | 12 kVA                         |
| - Tip razsmernika                                  | 1x FOX ESS – H3-12.0-E         |

#### **5.2. DIMENZIONIRANJE DC SOLARNEGA KABLA**

Pri dimenzioniranju vodnikov moramo biti pozorni na njegov presek, katerega minimalno vrednost preverimo z enačbo (1) in tabel za dopustne tokove, ter upoštevamo dopustne padce napetosti:  $\Delta U_{\text{dop}} \leq \Delta u \cdot U$ .

$$S = (I \cdot \rho \cdot 2l) / (\Delta u \cdot U) \text{ (mm)} \quad (1)$$

kjer je:

- $S$  – prerez vodnika [mm<sup>2</sup>]
- $I$  – tok skozi vodnik [A]
- $U$  – napetost sistema [V]
- $\rho$  – specifična upornost
- $2l$  – dolžina kabla (m)
- $\Delta p$  – izgube na relativni padec napetosti
- $\rho_{Al} = 0,028 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- $\rho_{Cu} = 0,0178 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- $\Delta u = 0,01$



Vodniki, ki povezujejo PV generator z razsmernikom G1, morajo biti odporni na spremenljive vremenske razmere in nihanje temperature okolice med  $-40$  in  $+80$  °C. Zato morajo imeti ovoj iz toplotno in UV zaščitnih materialov. Za zunanjo položitev kablov mora biti uporabljen kabel solarni kabel z oznako enako H1Z272-K (standard SIST EN 50618:2015).

Ožičenje solarnih modulov je izvedeno med montažo z obstoječimi originalnimi vodotesnimi kablenskimi priključki (t.i. hitro spojne vtične povezave, ki omogočajo razklenitev tokokroga v primeru servisnih posegov).

Positivni in negativni pol fotonapetostnih vej s panelov se podaljšata s solarnim kablom preseka **1x4 mm<sup>2</sup>** direktno do R-SE omarice in nato naprej do razsmernika.

DC kabli nizov na strehi se vodijo po kablskih kanalih, pritrjenih na spodnji strani panela in v zaščitni cevi do roba strehe in nato v NIK kanalu vertikalno po fasadi do mesta kjer je predviden razsmernik. Vsi vodniki so vodeni v skupnem snopu, deli, ki ne potekajo skupaj so v zaprtem kovinskem kanalu oz. v zaščitni UV odporni cevi.

Spodnja tabela prikazuje izračunane minimalne, ter izbrane preseke in procent padca napetosti posameznega voda glede na izbran presek od modulov do razsmernika G:

## Voc=49,2 V

razsmernik			PANEL 1+2	PANEL 3	P(W)	I(A)	2l(m)	U(V)	Smin (mm²)	S (mm²)	Δu (%)
G1	FOX ESS – H3-12.0-E	G1.1	17		7480	8,94	67	836,40	1,28	4	0,32
		G1.2		14	6160	8,94	53	688,80	1,22	4	0,31
			17	14	13640		120	m			

## Vmpp=41,0 V

razsmernik			PANEL 1+2	PANEL 3	P(W)	I(A)	2l(m)	U(V)	Smin (mm²)	S (mm²)	Δu (%)
G1	FOX ESS – H3-12.0-E	G1.1	17		7480	10,73	67	697,00	1,84	4	0,46
		G1.2		14	6160	10,73	53	574,00	1,76	4	0,44
			17	14	13640		120	m			

### 5.3. IZRAČUN INŠTALIRANE IN KONIČNE MOČI TER KONIČNEGA TOKA RAZSMERNIKA, R-SE IN NGEN OMARICE

Osnovni vhodni podatki inštalacijskega voda:

- vrsta polaganja: NIK kanali

$$P_i = \sum_{i=1}^n P_n [W] = P_{gen} = 1 \cdot 12 kW = 12 kW$$

$$I_{kon} = 1 \times 20 A = 20 A$$

$$P_i = \sum_{i=1}^n P_n [W] = P_{gen} = 13,64 kWp$$

$$I_{kon} = \frac{P_{kon}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 20,72 A$$

Kjer pomenijo:

$P_i$	(W)	inštalirana moč razdelilnika (proizvodnih naprav)
$P_n$	(W)	vsota posameznih inštaliranih moči porabnikov (proizvodnih naprav)
$f_i$		faktor istočasnosti
$P_{kon}$	(W)	konična moč razdelilnika (proizvodnih naprav)
$U$	(V)	medfazna napetost 400V
$I_b$	(A)	konični tok bremena (proizvodnih naprav)
$\cos(\varphi)$		faktor moči razdelilnika (prevzemno predajnega mesta)
$\cos(\varphi_n)$		faktor moči posamezne naprave
$I_b$	(A)	konični tok bremena (proizvodnih naprav)
$I_n$	(A)	nazivni tok zaščitne naprave
$I_z$	(A)	trajni zdržni tok izbranega vodnika

Izračuni so izvedeni po znanih obrazcih za trifazne vode:

Za dimenzioniranje kabla za razsmernika G1 do R-SE smo upoštevali nazivni tok 3 x 20 A inštalacijskega odklopnika v R-SE.

Za dimenzioniranje kabla za R-SE do PMO smo upoštevali nazivni tok 3 x 32 A NV varovalke v PMO.

#### Trajno dovoljeni toki kablovodov

Tok, ki teče skozi katerikoli vodnik med trajnim obratovanjem, ne sme povzročiti višjih temperatur kot je najvišja dovoljena temperatura za kable s PVC izolacijo (90°C). Zahteva je izpolnjena, če tok izoliranih vodnikov ni večji od vrednosti, izbrane iz tabel tega standarda glede na tip električne napeljave in korekcije z ustreznimi korekcijskimi faktorji.

#### Zaščita pred prevelikimi toki (v skladu s standardom VDE 0102):

Pri okvarah (kratkih stikih) na NN vodih pomenijo daljši izklopni časi povečano stopnjo ogroženosti. Na izklopni čas ob izbrani velikosti varovalke vpliva velikost toka kratkega stika. Manjša kot je ta, daljši so izklopni časi. Zaradi navedenega je za nas zanimiv le tok enofaznega kratkega stika, ki je razen v območju NN zbiralnic nižji od toka trifaznega kratkega stika.

Za dimenzioniranje varovalk moramo upoštevati najbolj neugodne primere, ko so kratki stiki na koncu izvodov. Takrat so kratkostični tokovi zaradi velike upornosti kratkostične zanke majhni.

Ti tokovi morajo povzročiti prekinitev zaščitnih varovalk. Da bi varovalka pravočasno pregorela mora biti kratkostični tok za faktor  $k$  večji od nazivnega toka varovalke. V kolikor z varovalko na začetku izvoda ne moremo zadostiti temu pogoju, je potrebno primerne varovalke vstaviti tudi v podveje, tako da je v vsaki veji izpolnjen pogoj:

$$\frac{I_K}{I_V} \geq 2,5 \text{ (veljavni predpis } k = 2,5)$$

$I_K$  – kratkostični tok (tok enofaznega kratkega stika) (A),

$I_V$  – nazivni tok zaščitne naprave (A),

Kabelska mreža bo varovana glede na dopustne obremenitve kablov. V primeru, da se na trasi menja presek kabla, se mora upoštevati selektivnost varovanja na začetku spremembe – menjave prerezov.

### **Zaščita pred preobremenitvenim tokom:**

Skladno s pravilnikom o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj in Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah ter pripadajočo tehnično smernico (TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije) so za zaščito nizkonapetostnega kabelskega voda pred tokovno obremenitvijo in kratkotrajno tokovno obremenitvijo pri kratkem stiku uporabljene taljive varovalke. Za zaščito pred prevelikim tokom je nazivna vrednost varovalke izbrana tako, da je zadoščeno naslednjima pogojema po SIST IEC 60364-4-43:

Kablovod je zaščiten pred preobremenitvijo, če sta izpolnjena naslednja pogoja:

1). Nazivni tok zaščitne naprave (talilne varovalke) mora biti večji od toka za katerega je tokokrog predviden in manjši od trajno dovoljenega toka kabla (varovanje kabla).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$I_B$  – predvideni bremenski tok (A),

$I_n$  – nazivni tok zaščitne naprave (A) (v programu IV),

$I_Z$  – trajno dovoljeni tok za predvideni kabel (A),

2.) Tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave mora biti enak trajnemu vzdržnemu toku vodnika ali kabla oziroma manjši od 1,45x vrednosti tega toka.

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

$I_2$  – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave (A) pri zanj normalnih pogojih delovanja,

$k$  – faktor za izračun zgornjega preizk. toka (za NN taljive varovalke nad 25 A znaša 1,6)

Pri izračunu upoštevamo naslednji parameter, da zadostimo zgornjima pogojema:

$$\frac{I_v}{I_b} \geq 1,1$$

$I_v$  – nazivni tok zaščitne naprave (A),

$I_b$  – predvideni bremenski tok (A),

Preverjanje ustreznosti kablovoda za:

- razsmernik G1 – R-SE = FG16OR16 5x6 mm<sup>2</sup>
- R-SE - PMO = FG16OR16 4x10 mm<sup>2</sup>
- R-SE - NGEN = FG16OR16 4x10 mm<sup>2</sup>

Izračun priključnega kablovoda		G1	R-SE
Dovod:		R-SE	PMO, NGEN
Celotna instalirana moč:	Pi(kW)	13,64 kW	22 kW
Zaščitni element	NZM, NV	odklopnik	NV
Faktor istočasnosti tokokrogov:	fi	1	1
Izkoristek motorjev:	eta	1	1
Faktor obremenitve:	fo	1	1
Faktor prekrivanja napajanih SB:	fp	1	1
Konična moč:	Pk(kW)	13,64 kW	22,00 kW
Faktor moči:	cos fi	1	1
Konični tok:	Ik (A)	19,7 A	31,8 A
Napetost tokokroga (220/380):	U (V)	400 V	400 V
Dolžina kabla:	L (m)	5 m	26 m
Velikost izklopne naprave:	In (A)	20 A	32 A
Tip izklopne naprave:		ST 68: C	NV: gl
Tip el. instalacije:		C	C
Faktor skupine kablov:	fs	1	1
Faktor okolne temperature:	fT	1,12	1,12
Faktor zaščitne naprave :	k	1,45	1,6
Trajno zdržni tok:	Iz (A)	44,80 A	60,48 A
Kabel:		5x6 Cu	4x10 Cu
k x In	(A)	29,0 A	51,2 A
1,45 x Iz	(A)	65,0 A	87,7 A
Ik<=In<=Iz    k x In <= 1,45 x Iz		USTREZA	USTREZA
Upornost tokokroga:	R(ohm)	0,034	0,106
	x(ohm)	0,001	0,005
Celotna upornost KS zanke:	R(ohm)	0,064	0,136
	x(ohm)	0,031	0,035
Celotna impedanca KS zanke:	Zs(ohm)	0,071	0,140
Kratkostični tok:	Iks(A)	3237,23 A	1639,75 A
Dopustni izklopni izklopni čas:	ti(A)	5 s	5 s
Odklopni tok naprave:	Ia(A)	80,0 A	116,1 A
Zs x Ia < Uo		USTREZA	USTREZA
Padec napetosti do priključka:	u%	0,10 %	0,10 %
Padec napetosti tokokroga:	u%	0,13 %	0,64 %
Skupni padec napetosti:	u%	0,23 %	0,74 %
Dopustni čas segrevanja vodnika:	t(s)	-	0,5 s

## **6. PRIKLOP ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE**

Priključitev nove MFE na omrežje mora biti izvedena skladno z »Navodili za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane električne moči do 10 MW« (Uradni list RS 41/2011).

Ločilno mesto je skupek naprav, ki s svojim delovanjem ščiti omrežje pred škodljivimi vplivi elektrarne, elektrarno pa pred škodljivimi vplivi omrežja. Vpliv je definiran kot vpliv na naprave v smislu: skrajšanja življenjske dobe, uničenja, motenj v obratovanju, poslabšanje kvalitete napetosti itd. Ločilno mesto ni varnostni element, ki bi omogočal dovolj varno ločitev za potrebe dela na napravah. V ta namen se je potrebno poslužiti dodatnih varnostnih ukrepov (ozemljevanje elementov, ločitev z ločilniki in podobnimi napravami, ki so namenjene zanesljivi ločitvi). Ločilno mesto je naprava, katere namen je zanesljiva ločitev elektrarne od distribucijskega omrežja predvsem v naslednjih primerih: izpad omrežne napetosti, KS in ZS na izvodu v distribucijskem omrežju, KS in ZS med SE in ločilnim mestom, nezmožnost omrežja, da sprejme energijo, odstopanje višine napetosti in frekvence, vzdrževanja in remontu na distribucijskem omrežju v kombinaciji z dodatnimi ukrepi za varno delo. Izključ se mora vršiti z namenom, da se zaščiti ostale uporabnike distribucijskega omrežja pred vplivi elektrarne in ščiti elektrarno pred škodljivimi vplivi omrežja. Med ločilnim mestom in generatorji, je za varnost, zaščito in parametre napetosti odgovoren lastnik elektrarne.

Zaščitne funkcije, ki jih predpisujejo navodila so obvezne, ni pa nujno da so edine. Investitor se lahko odloči še za dodatne zaščitne ukrepe. Ločilno mesto mora biti obvezno opremljeno s stikalom oz. preklopko ločilnega mesta, s katero manipulira sistemski operater distribucijskega omrežja SODO. Naprave so dimenzionirane tako, da zdržijo pričakovan kratkostični tok. Naprave morajo zadostiti tudi pravilniku o elektromagnetni združljivosti.

Razsmernik priključimo na notranjo električno omrežje v obstoječi priključno merilni omarici PMO na fasadi hiše.

Za regulacijo oddane električne energije v omrežje skrbi števec električne energije, ki omeji izhodno moč razsmernika, da sončna elektrarna v omrežje ne oddaja večjo moč kot 80% velikosti priključne moči.

V PMO se nastavi števec, da izključi sončno elektrarno pri 80 % priključne moči hiše.

### **Ločilno mesto**

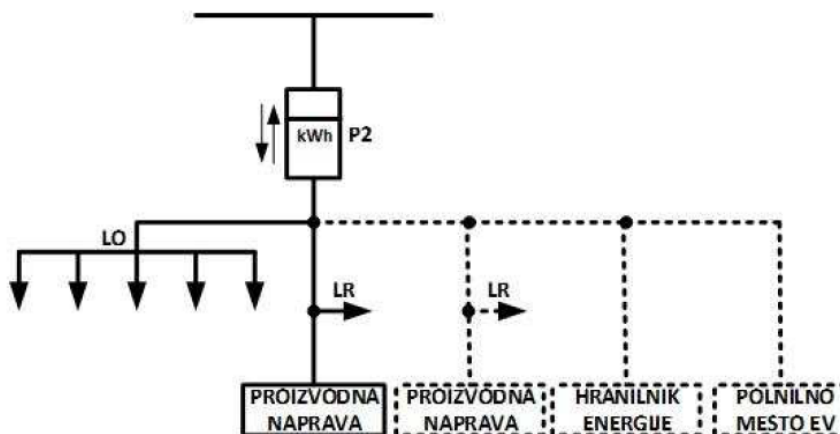
Ločilno mesto zagotavlja zanesljivo ločitev generatorja od javnega omrežja v vseh obratovalnih primerih, ko bi lahko nekontrolirana oddaja energije v javno omrežje povzročila gmotno škodo, ali ogrozila delo na napravah izven elektrarne.

### **Merilno mesto**

Instrument obračunskega mesta bo nameščen v obstoječi PMO omarici, ki je dostopna samo pooblaščenemu SODO operaterju.

Shema priključitve naprave za samooskrbo z električno energijo:

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	6004721	383111580025835485



Shema PS.3A prikazuje način vključitve elektrarne v interno distribucijsko omrežje.

## 6.1 Trasa NN priključnega kabla

Pred pričetkom del na omrežju bo potrebno omrežje odklopiti, preveriti če je odklop pravilno izvršen, mesto odklopa zavarovati pred zmotnim ponovnim priklopom, vod ozemljiti ter vodnike kratko stakniti.

Ozemljitev s kratkostično povezavo vodnikov odklopljenega prostega voda je potrebno narediti tudi na gradbišču.

Razsmernik je predviden na SV strani fasade.

AC kabli od razsmernika potekajo v zaščitni cevi Stigmaflex do PMO.

Vse odprtine okrog kablov je potrebno zatesniti (kamena volna, granulati, uvodnica), saj s tem preprečimo vdor vlage in mrčesa.

### Polaganje in vlečenje kabla

Pri polaganju ter vleki kabla v cevi je potrebno paziti, da ne presežemo maksimalne dopustne vlečne sile, ki je za obravnavani kabel v primeru ko se le ta vleče z ustrezno nogavico manjša od:

Pri polaganju ter vleki kabla v cevi je potrebno paziti, da ne presežemo maksimalne dopustne vlečne sile, ki jo izračunamo z enačbo  $F = \sigma \cdot S$  (GIZ TS-2).

Pri čemer je:  $F$  - vlečna sila [N]

$\sigma$  - dopustna natezna napetost vodnika za ( $\sigma_{Cu} = 50 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_{Al} = 30 \text{ N/mm}^2$ )

$S$  - presek vodnika

$F_{d70} = 30 \times (4 \times 240) = 28,8 \text{ kN}$

Pri lomih trase moramo paziti, da kabla ne krivimo bolj od dopustnega polmera krivljenja, ki znaša:

$R$  - dopustni polmer krivljenja (mm)

$D$  - zunanji premer kabla (mm)

$R_{70} = 12 \times D = 640 \text{ mm}$

Kable je potrebno razvijati s pomočjo valjev, pri tem je potrebno paziti, da se kabli ne vlečejo po tleh.

## 7. ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM V "TN SISTEMU" INSTALACIJ

### Splošno

Zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je izveden s samodejnim odklopom napajanja.

Zaščita s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare v izolaciji onemogoči, da bi na izpostavljenih prevodnih delih naprav nevarna napetost obstajala dalj časa, kot to dovoljujejo predpisi.

Za pravilno delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja je potrebno izpolniti naslednja temeljna načela:

- Vse izpostavljene prevodne dele (ohišja ščitenih naprav, zaščitne kontakte vtičnic, ohišja svetilk, strojev in druge kovinske mase) je potrebno vezati z zaščitnim vodnikom z ozemljitveno točko napajalnega sistema. Ozemljitvena točka je hkrati tudi nevtralna točka sistema. Dostopni izpostavljeni prevodni deli se morajo povezati na isti ozemljitveni sistem.
- V vsaki stavbi je potrebno izvesti glavno izenačitev potenciala.
- Zaščitna naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme, mora v primeru okvare v izolaciji med deli pod napetostjo in izpostavljenimi prevodnimi deli samodejno odklopiti napajanje tokokroga v predpisanem času.

Zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v pripadajoči transformatorski postaji in enakomerno razporejenimi vzdolž NN omrežja zato, da v primeru okvare ostane potencial zaščitnega vodnika čim bližje potencialu zemlje.

Da se izpolni zahteva pod točko "c" mora biti izpolnjen naslednji pogoj:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

kjer je:

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke (W), ki zajema energetske vir, fazni vodnik do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare in energetskim virom

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

$I_a$  - izklopilni tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop naprave v predpisanem času (A),

### Izklopni časi

Najdaljši dovoljeni odklopni čas naprav za samodejni odklop v tokokrogih, ki napajajo vtičnice, ročne aparate razreda I ali aparate, ki se med uporabo premikajo ročno, sme biti največ 0.4 sek pri nazivni napetosti 230 V.

Daljši odklopni čas, ki ne sme preseči 5 sek je dovoljen za:

- napajalne tokokroge,
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik na katerega niso priključeni tokokrogi za katere se zahteva odklopni čas 0.4 sek,
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik na katerega so priključeni tokokrogi za katere se zahteva odklopni čas 0.4 sek s pogojem, da obstaja dodatna izenačitev potenciala na nivoju razdelilnika.

Dodatna izenačitev potenciala se ne zahteva, če je izpolnjen naslednji pogoj:

$$R_{PE} \leq \frac{50 \cdot Z_s}{U_0}$$

kjer pomenijo:

- R<sub>PE</sub> - upornost zaščitnega vodnika (W) med razdelilnikom in glavnim izenačevanjem potenciala  
Z<sub>s</sub> - impedanca okvarne zanke (W)  
U<sub>0</sub> - nazivna napetost proti zemlji (V)

V kolikor se zahtevani odklopni časi z uporabo nadtokovne zaščite ne morejo izpolniti, je potrebno izvesti dodatno izenačevanje potenciala ali diferenčno tokovno zaščito.

**Po končani montaži je potrebno z meritvami preveriti učinkovitost zaščite proti nevarni napetosti dotika in vse ugotovitve zapisniško potrditi.**

## **7.1. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM**

### **Zaščita pred električnim udarom na strani solarnega generatorja**

Solarni moduli so izolirani v skladu z zaščitnim razredom II (1000 VDC).

Instalacija mora prav tako ustrezati pogojem zaščitne ločitve.

Vodnika za plus in minus pol imata dvojno izolacijo. Vodniki med solarnimi moduli morajo biti mehanično zaščiteni pred poškodbami zaradi vetra ali plazenja ledu.

Izolacijsko upornost je treba občasno kontrolirati.

V razsmerniku je vgrajen kontrolnik upornosti izolacije na enosmerni strani, ki v primeru nizke vrednosti loči razsmernik od omrežja.

### **Izenačevanje potencialov**

Izenačevanje potencialov pomeni fizično povezovanje točk z različnimi potenciali v skupno točko, da se odstrani nevarna razlika potencialov. Izenačevanje je namenjeno zaščitni ljudi in živali pa tudi naprav.

Potencialne razlike so lahko posledica:

- toka strele in/ali
- okvarnega toka v inštalacijah.

V objektu se medsebojno in z ozemljilom povežejo vsi izpostavljeni kovinski deli oz. tuji prevodni deli. Izpostavljeni prevodni deli so po definiciji vsi prevodni deli, katerih se je mogoče dotakniti in niso del tokokroga, lahko pa se na njih pojavi napetost v primeru okvare izolacije ali podobno.

Tipični izpostavljeni prevodni deli so kovinska ohišja strojev ali naprav.

S stališča osnovnega koncepta izenačevanja potencialov je potrebno medsebojno povezati vse kovinske dele v objektu. Zbiralnica je povezana z glavno zbiralnico za izenačenje potenciala (GIP), ki je povezana s strelovodno ozemljitvijo. Dodatno priključimo kovinsko ohišje razsmernika in PE sponke spojišča.

### **Dimenzioniranje**

Sistem izenačevanja potencialov se sestoji iz glavne zbiralke (GIP), ki je povezana z ozemljilnim sistemom in iz večjega števila lokalnih zbiralk (ZIP).

Uporabljeni vodniki H07V-K (P/F) s presekom enakim 1 x 6 mm<sup>2</sup> ali večjim, skladno s standardi ne potrebujejo posebnega dimenzioniranja.



Priročnik "Sistemi zaščite pred strelo in pred prenapetostmi", EZS, junij 2010, priporoča za vodnike za izenačevanje potencialov z vidika električnih inštalacij naslednje preseke:

Prerez glavne izenačitvene povezave (mm <sup>2</sup> )		Prerez dodatne izenačitvene povezave (mm <sup>2</sup> )	
Najmanj	6 mm <sup>2</sup>	Z mehansko zaščito	2,5 mm <sup>2</sup>
		Brez mehanske zaščite	4 mm <sup>2</sup>
Normalno	0.5 x PE	Med dvema ohišjema	ne manj od PE
		Med ohišjem in kovinskimi deli	0,5 x PE
Največ	25 mm <sup>2</sup>		

Na splošno je pri izvedbi treba upoštevati minimalne kriterije s stališča električne in strelovodne inštalacije. Upošteva se strožja zahteva.

Na splošno morajo biti ozemljitveni vodniki čim krajši in kolikor je mogoče naravnost. Iz stališča čim manjše impedance pa se izbira večje prereze ali vsaj za eno stopnjo večji prerez, kot je minimum.

## **7.2. PRESOJA O ZAŠČITI PRED STRELAMI**

### **7.2.1 SPLOŠNO**

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPS (Lightning Protection System) je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu.

Za vsak objekt je potrebno najprej izvesti vrednotenje rizika na osnovi katerega se za posamezen objekt določi zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPL (Lightning Protection Level).

LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj.

Vrsta in postavitev LPS morata biti ustrezno izbrana že med projektiranjem novih objektov, da se čimbolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v objekt in okolico.

Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse projektirane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003:2021.

### **7.2.2 IZVEDBA STRELOVODNE NAPELJAVE**

#### **• LOVILNI SISTEM**

Na strehi je obstoječ lovilni sistem, ki ga je potrebno delno prestaviti in nadgraditi z namestitvijo paličnih lovilcev.

Strelovodni nosilci morajo biti izvedeni tako, da je izvedena zaščita po principu kotaleče krogle polmera 45m, kar ustreza III zaščitnemu nivoju.

**Metoda kotaleče krogle** temelji na prej omenjenem dejstvu, da se udar strele iz oblaka proti zemlji na razdalji nekaj 10 m spoji s protiudarom, ki nastane na površini zemlje. To pomeni, da lahko ta udar teoretično nastane iz vseh točk, ki so oddaljene od strele prej omenjenih nekaj 10 m. Te točke tako definirajo ravno površino krogle, katere polmer je razdalja, na kateri se udar strele spoji s protiudarom.

Polmeri krogel so definirani v standardu, in sicer glede na 4 zaščitne nivoje:

Zaščitni nivo	I	II	III	IV
Polmer krogle (m)	20	30	45	60

Če kroglo z ustreznim polmerom kotalimo po objektu in se pri svojem kotaljenju dotakne le lovilnega sistema oz. tal okoli objekta, potem to pomeni, da lahko protiudar začne le iz lovilnega sistema oziroma tal. To pomeni, da lahko pride do udara strele le v lovilni sistem oziroma tla. S tem pa je objekt ustrezno zaščiten.

Lovilni sistem zunanje strelovodne zaščite se izvede nezolirano s paličnimi lovilci. Višina lovilcev na strehi je 1 m. Vsi zunanji deli objekta so tako v zaščitni coni  $0_B$ , preverjeni s kroglo polmera 45 m.

## • ODVODNI SISTEM

Odvodni sistem poskrbi, da lahko tok strele, ki teče po lovilnem sistemu, kot posledica udara, nadaljuje svojo pot proti zemlji. Odvodni sistem sestavljajo povezave med lovilnim sistemom in ozemljilnim sistemom. Naloga odvoda je zagotoviti najkrajšo pot toku strele od lovilnega sistema do ozemljilnega sistema. Pri tem je število potrebnih odvodov odvisno od obsega strešne konstrukcije, ter od izbranega nivoja zaščite. Odvodi morajo biti nameščeni glede na robove objekta kar najbolj enakomerno vzdolž celotnega obsega objekta. Pri tem so lahko razdalje med posameznimi odvodi različne.

Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje in omogočajo:

- Več paralelnih poti
- Minimalno dolžino paralelnih poti
- Izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta

Na objektu za odvod sistema LPS uporabimo obstoječe odvode.

Na vseh odvodih morajo biti nameščena ločilna mesta, katerih osnovni namen je ločitev ozemljilnega sistema od lovilnega sistema. S tem je omogočena izvedba meritev in preizkušanje strelovodnega sistema. Odvode je potrebno do višine merilnega mesta zaščititi, da je onemogočen dotik odvodov LPS.

## • OZEMLJITVENI SISTEM

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost manjša od  $10\Omega$ , najprimernejša. V našem primeru imamo notranji sistem zaščite SPD izveden s prenapetostnimi odvodniki na vseh vstopajočih električnih vodnikih v objekt v skladu s standardom SIST EN 62305-4. Glede na navedeno mora biti ozemljilna upornost  $R_{\Sigma} \leq 5\Omega$ .

Za ozemljila so predvidena ozemljila v obliki:

- Vodoravno položenih žic in trakov (tračna ozemljila)
- Navpičnih cevi ali profilov (palična ozemljila)
- Navpičnih plošč (ploščna ozemljila)
- Kovinske konstrukcije in mreže ter cevi v zemlji, razen tistih za katere obstajajo posebni razlogi za ločenost.

Za naš objekt je ozemljitev obstoječa.

Notranji sistem strelovodne zaščite obsega izenačevanje potencialov prevodnih delov naprav, vodov in večjih konstrukcij, ki normalno niso pod napetostjo z nizko impedančnimi galvanskimi povezavami na ozemljitveni sistem.

#### • **PREPREČITEV ISKRENJ IN PREBOJEV**

Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem lahko pride do nevarnega iskrenja in prebojev med:

- Kovinskimi konstrukcijami
- Notranjimi povezavami raznih napeljav
- Zunanji prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico

Iskrenje je nevarno za nastanek požara in uničenje naprav. Nevarno iskrenje preprečimo z :

- Izenačitvijo potencialov
- Električno izolacijo

V projektiranem objektu je nevarno iskrenje preprečeno, saj je predvideno, da je celotna kovinska konstrukcija galvansko povezana in na več mestih povezana z ozemljilnim sistemom.

#### • **LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS**

V primeru, ko se z montažo elementov LPS lahko doseže ločilna razdalja med LPS in kovinskimi deli objekta (mikro FE) se izvede izolirani sistem LPS, drugače je potrebno izvesti neizoliran sistem in med seboj povezati sistem LPS s kovinskimi deli objekta - podkonstrukcijo MFE.

Ker ne moremo doseči ločilne razdalje je predviden je neizolirani sistem LPS in se podkonstrukcija sončne elektrarne poveže s strelovodom.

#### • **ZAŠČITA PRED NAPETOSTJO DOTIKA**

Pri odvajanju toka strele v zemljo lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika. Te nevarnosti se zmanjšujejo na sprejemljivo raven, če je:

- Verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov zelo majhna
- Naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo.
- Specifična upornost zemlje v oddaljenosti 3m od odvoda najmanj 5kΩm.

Če ni izpolnjena nobena izmed zahtev iz prejšnjega odstavka te točke, je potrebno zaradi zaščite oseb pred previsoko napetostjo dotika:

- izolirati odvode LPS
- namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjšanje možnosti dotika LPS

V tem načrtu je zaščita pred napetostjo dotika dosežena s sistemom kovinskih mas sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo.

- **ZAŠČITA PRED NAPETOSTJO KORAKA**

Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če je:

- Verjetnost gibanja ali zadrževanja ob strelovodnih vodih v razdalji manj kakor 3m zelo majhna
- Specifična upornost zemlje v območju 3m od odvoda vsaj  $5k\Omega m$

Plast izolacijskega materiala, npr. 0,05m asfalta ali 0,15m gramoza načeloma zmanjšuje nevarnost napetosti koraka na sprejemljivo mejo.

V našem načrtu imamo primer, ko je upornost zemlje v območju 3m od odvoda vsaj  $5k\Omega m$  (plast izolacijskega materiala).

- **PREGLED, PREIZKUS IN MERITVE LPS**

Pri uporabi električne energije obstaja velika nevarnost električnega udara, ki se pojavi zaradi napake na električni instalaciji. Do napak prihaja zaradi preobremenitev, mehanskih poškodb, vplivov okolja, nepravilnega rokovanja, obrabe zaradi staranja ipd. Zaščita pred delovanjem električnega toka na človeško telo obsega ukrepe, ki preprečujejo nezgode zaradi električnega udara, elektro-termičnega delovanja (oblok), eksplozije, požara in drugega. Osnovni namen zaščitnih naprav je zmanjšati napetost dotika na dovoljeno vrednost, pravočasno odklopiti napajanje instalacije, pravilnost odklopa kratkostičnih in preobremenitvenih tokov. Z meritvami in preverjanji ugotavljamo poslabšanje pogojev normalnega obratovanja električnih inštalacij in porabnikov. Če kateri od teh pogojev ne ustreza standardom, je potrebno inštalacijo oz. naprave obnoviti ali zamenjati neustrezne dele. Po popravilu je potrebno opraviti ponovne meritve.

Pri obratovanju električnih naprav in inštalacij moramo skupaj v celoti upoštevati veljavni Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavba (UL .RS. Št. 41/2009), Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele ( UL. RS. Št. 28/2009) in Tehnične smernice TSG-N-003:2021 ter TSG-N-002:2021.

Potrebno je narediti redni pregled električnih inštalacij sončne elektrarne in meritve LPS z ustreznimi meritvami. Obseg pregledov in zapisnike moramo imeti za inšpekcijski nadzor inšpektorja pristojnega za varstvo pred požarom, za varnost in zdravje pri delu ter za energetiko.

Po končani montaži ozemljila je potrebno izvesti meritve. O vsakem pregledu ozemljitev in galvanskih povezav je treba sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami, iz njega mora biti razvidno ali je ozemljitev in galvanska povezava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna.

Omenjena zakonodaja predpisuje kdaj, kdo in kako je dolžan vzdrževati energetske objekte, ter kakšna so nujna opravila za normalno varnost obratovanja. Lastnik energetskega objekta mora izvajati redne preglede in voditi ustrezno evidenco pregledov in vzdrževanja.

## **8. OZNAČEVANJE KABLA**

Potrebno je ustrezno označiti NN vod priključni omarici. Vodi morajo biti označeni s predpisano tablico. Za označevanje novo položenih kablov mora poskrbeti izvajalec del. Predpisana tablica za označevanje kablov naj bo iz PVC materiala odporna na zunanje vplive in z vgraviranim napisom. Tablice naj bodo označene z velikimi črkami velikosti vsaj 6mm. Pritrjevanje tablic se naj izvede s PVC vezico.

## **9. NAVODILA IZVAJALCU**

Vsa dela pri polaganju in zaščiti kabla, montaži kabelskih glav in spojk, pri montaži kabelske omarice se morajo izvajati v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi ter z upoštevanjem določil Zakona o varstvu pri delu in Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka.

Pred pričetkom zemeljskih del za polaganje kabla je potrebno označiti vse obstoječe kable in ostale komunalne vode, ki potekajo v bližini.

Potrebno je tudi naročiti nadzor predstavnikov posameznih komunalnih organizacij nad izvajanjem del na območju njihovih inštalacij.

Obstoječi električni kabli se smejo predstavljati samo v primeru če so odklopljeni. Kable lahko predstavljajo samo delavci lokalne distribucije.

Pri montaži kabla v TP ali kabelski omarici bo potrebno vedno vzpostaviti breznapetostno stanje, napraviti preizkus brez napetostnega stanja, izklopljeni del kabla oziroma omrežja pa ozemljiti in kratko stakniti. Na ločilnih mestih bo potrebno namestiti opozorilne tablice.

### **Ostali pogoji:**

Za vso elektroenergetsko infrastrukturo je potrebno skladno z Gradbenim zakonom izpolniti pogoje za začetek gradnje.

V kolikor bo izvajalec del pri izvajanju del opazil neznano elektroenergetsko napravo, mora takoj ustaviti dela ter o tem obvestiti distributerja omrežja.

Priključna merilna omarica mora biti postavljena na stalno dostopnem mestu. Odjemno mesto mora biti opremljeno s števcem z dajalnikom impulzov.

Pred izvedbo priključka mora investitor skleniti pogodbo o priključitvi objekta na elektroenergetsko omrežje ter zagotoviti nadzor nad izvedbo del s strani distributerja elektroenergetskega omrežja.

Soglasje za priključitev preneha veljati, če uporabnik v dveh letih od izdaje ne izpolni vseh zahtev iz tega soglasja.

## **10. ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI**

Varnost je potrebno zagotoviti v vseh življenjskih fazah projekta: pri izdelavi, transportu, montaži, spuščanju v pogon, nastavitvah, uporabi, vzdrževanju ter odstranitvi.

S tem načrtom se zagotavlja električna varnost za inštalacije in opremo objekta. Za tehnološko varnost odgovarjata projektant in dobavitelj tehnologije.

Skladno s Pravilnikom o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Uradni list RS, št. 101/04 in 43/11 – ZVZD-1), Pravilnikom o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92, 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1), Zakonom o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/2011) so v projektu za zagotavljanje varnosti uporabljeni naslednji varnostni ukrepi:

## **Opredelitev nevarnosti in škodljivosti, ki jih lahko povzročajo električne inštalacije**

Pri izdelavi projekta so bili s stališča varstva pri delu upoštevani ukrepi za preprečitev nevarnosti, ki jih lahko povzročijo električne inštalacije, kot tudi nevarnosti, ki niso neposredne posledice električnega toka. Nevarnosti lahko nastanejo:

- pri izdelavi,
- pri transportu,
- pri montaži,
- pri spuščanju v pogon,
- pri nastavitvah,
- pri uporabi:
  - neprimerni kratkostični tokovi,
  - preobremenitve tokokrogov, kablov in opreme,
  - neposredni dotik delov pod napetostjo,
  - posredni dotik delov pod napetostjo,
  - mehanske poškodbe opreme,
  - izpad omrežene napetosti,
  - nedovoljen padec napetosti,
  - pregrevanje stikalnih blokov,
  - neprimerna osvetljenost,
  - atmosferske praznitve in udari strele,
  - prenapetosti,
  - elektrostatični naboj,
  - požar,
- pri vzdrževanju,
- pri odstranitvi.

### **Izdelava elektroopreme**

Nizkonapetostne sestave (NN sestave) lahko izdelujejo za to usposobljeni izvajalci. Izdelati jih je potrebno skladno s projektno dokumentacijo in z upoštevanjem navedenih predpisov in standardov.

### **Transport elektroopreme**

Oprema je predvidena za transport v temperaturnem območju –25C do +55C. Pri tem mora biti zaščitena glede na način in razdaljo transporta (po potrebi ovita v parozaporno folijo in nameščena v lesene zaboje).

Stikalni bloki se dvigajo in premeščajo s pomočjo kljuk, nameščenih na zgornji strani. Manipulacijo pri transportu opravljajo za to usposobljene osebe.

### **Montaža in spuščanje v pogon**

Montažo in spuščanje v pogon lahko izvaja za to usposobljen izvajalec. Izvajalec del mora vsa dela izvršiti po tehnični dokumentaciji, upoštevanjem navedenih predpisov in predpisov za varno delo. Pri delu mora izvajalec svoje aktivnosti koordinirati z ostalimi izvajalci na skupnem delovišču.

### **Zaščita oseb pri montaži**

Pri montaži je potrebno upoštevati zakonske zahteve, ki veljajo za te vrste dela in sicer predpise iz področij:

- varstva pri delu z delovnimi pripravami in napravami;
- varstvu pri gradbenem delu;
- uporabe sredstev za osebno varstvo pri delu in osebni varstveni opremi;
- varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka;

### **Nevarnost zaradi dostopa do delov pod visoko napetostjo**

Vse naprave v tem projektu so na napetostnih nivojih nižjih od 1kV, zato dodatne izolacijske razdalje niso predvidene.

### **Opremljenost postroja z zaščitnimi napravami**

Postroj/stroj je opremljen z ustrezno zaščitno opremo in napravami za preprečitev poškodb ljudi in opreme. Opremljen je tudi z izklopom v sili, ki neposredno deluje na tokokroge. V primeru aktiviranja se vsa nevarna gibanja ustavijo. Za ponovno vzpostavitev funkcije je potrebno kontrolnik izklopa v sili resetirati. Vsa oprema mora biti ustrezno certificirana.

### **Preprečevanje nepričakovanega vklopa**

Krmilje je zasnovano tako, da ob povratku električnega napajanja ne pride do samodejnega vklopa premičnih delov, pač pa jih je potrebno zagnati zavestno. Pred vsakim zagonom po izpadu napajanja ali delovanjem zaščitnih naprav ter izklopa v sili je potrebno tudi resetirati kontrolnik izklopa v sili.

### **Preprečevanje napak v programski opremi**

Napake na programski opremi ne morejo vplivati na varno delovanje stroja, saj so vse važnejše blokade izvedene tudi trajno ožičeno.

### **Neprimerni kratkostični tokovi**

Zaščita je izvedena z izbiro ustreznih varovalnih elementov na posameznih odcepih, z izbiro ustreznega preseka kablov in z izbiro take opreme, ki prenese kratkostične tokove, pričakovane na mestu vgradnje.

### **Preobremenitve tokokrogov, kablov in opreme**

Preseki tokokrogov so izbrani tako, da z ozirom na tip zaščitne opreme, način polaganja ter vpliva okolice prenesejo trajne tokove, na katere je dimenzionirana pripadajoča zaščitna oprema. Bremenski tokovi so manjši od tokov, ki jih trajno prenesejo vodniki.

### **Neposredni dotik delov pod napetostjo**

Vsa elektro oprema, ki prihaja v stik s človekom je prekrita z zaščitno izolacijo, ki zdrži mehanske, kemične, električne in toplotne vplive, katerim more biti oprema izpostavljena med obratovanem ali pa je vgrajena v ustrezne oklopljene omare, tako, da je zagotovljena stopnja zaščite najmanj IP 2x. Dostop nepoučenim osebam je prepovedan in preprečen z nujno uporabo posebnega ključa ali orodja za dostop do opreme. Na stikalnih blokih so ustrezne označbe.

### **Posredni dotik delov pod napetostjo**

Uporabljen sistem inštalacije je TN-C. Sistem zaščite pa je samodejni odklop napajanja. Vsi izpostavljeni prevodni deli so povezani z zaščitnim vodnikom z zbiralko za izenačitev potenciala. Zbiralka je povezana na zaščitno zbiralko električnega razdelilnika.

### **Mehanske poškodbe opreme**

Elektro oprema je v ohišjih, ki preprečujejo mehanske poškodbe. Kabli so do višine 2 m uvlečeni v zaščitne cevi oziroma pokriti z ustreznimi kablenskimi policami. Pri montaži je potrebno zagotoviti stopnjo IP zaščite, kot jo predvideva projektna dokumentacija. Posebno pozornost je potrebno posvetiti montaži kablskih uvodnic.

### **Izpad omrežne napetosti**

Izpad omrežne napetosti ne predstavlja nevarnosti za ljudi in objekt. V načrtu so upoštevana načela preprečevanja nepričakovanega ponovnega vklopa naprav.

### **Nedovoljen padec napetosti**

Vsi padci napetosti pri nazivni obremenitvi tokokrogov, ter pri zagonu ob pravilnem dimenzioniranju presekov tokokrogov so v mejah, ki jih predpisujejo ustrezni tehnični predpisi.

### **Pregrevanje nizkonapetostnih sestavov**

V NN sestavih se nahaja oprema, ki pri svojem delu sprošča toplotno energijo. Za nemoteno delovanje te opreme je potrebno v NN sestavih vzdrževati dovolj nizko temperaturo: v močnostnih sestavih največ 40°C in v krmilnih sestavih največ 35°C.

Upoštevana je temperatura okolice max. 25°C, ki jo je treba po potrebi zagotoviti z dodatnimi ukrepi (klimatizacija).

Odvečno toploto, ki se ne uspe odvesti preko sten NN sestava bloka, po potrebi odvajamo z ventilatorji.

### **Neprimerna osvetljenost**

Neprimerno osvetljenje je preprečeno pravilnim izborom in postavitvijo svetlobnih teles. Svetlobne tehnične karakteristike so zagotovljene samo z ustrezno vzdrževano razsvetljavo (čiščenje...). Pri fotometričnem izračunu so upoštevani ustrezni standardi in tehnična priporočila.

### **Atmosferske praznitve in udari strele**

Objekt ima predvideno strelvodno napeljavo. V sistem lovilcev in odvodov so povezane vse kovinske mase, ki so locirane znotraj preskočnih razdalj. Ozemljilo objekta je združeno in je spojeno z glavno zbiralko za izenačitev potenciala na celotnem objektu.

### **Prenapetosti**

Prenapetostna zaščita varuje ljudi in opremo pred direktnimi udari strele, posledicami elektromagnetnih polj zaradi udara strele in stikalnih manipulacij. Zaščita je izvedena z elementi prenapetostne zaščite na različnih napetostnih in energetskih nivojih, pri tem pa so upoštevani kriteriji selektivnosti. Vsa uporabljena oprema in vodniki imajo ustrezno izolacijsko trdnost.

### **Elektrostatični naboj**

Problem elektrostatičnega naboja je odpravljen z uporabo ustreznih materialov in izenačitvijo potenciala vseh izpostavljenih kovinskih delov.

### **Požar**

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilnim dimenzioniranjem inštalacij in naprav, s pravilno izbiro materialov in opreme, ki ob pravilni izvedbi in vzdrževanju v času uporabe ne more biti vzrok požara.



## 3/1.5 PROJEKTANTSKI POPIS DEL IN MATERIALA

zap.št.	Naziv in opis	enota	količina	cena		enota	količina	cena	
---------	---------------	-------	----------	------	--	-------	----------	------	--

**A Pripravljalna dela**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Izvedba stikalnih manipulacij, preizkus breznapetostnega stanja in zagotovitev varnega dela	Kpl	1	0,00	0,00	Kpl	1	0,00	0,00
2	Pripravljalna dela	Kpl	1	0,00	0,00	Kpl	1	0,00	0,00
3	Zavarovanje gradbišča	Kpl	1	0,00	0,00	Kpl	1	0,00	0,00

**B Fotonapetostni generator, razsmerniki in konstrukcija**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Dobava fotovoltaičnega modula kot npr. Longi, tip LR4-72HBD-440M, moči 440 Wp (STC), z 144 zaporedno vezanimi kombiniranimi monokristalno-amorfnimi celicami, garancija 20 let na moč 80%. Moduli imajo vse najpomembnejše certifikate IEC 61215, CE certifikat, največjo možno obremenitev 6000 N/m <sup>2</sup> , TUV certifikat	kos	31	0,00	0,00	kos	31	0,00	0,00
2	Montaža fotovoltaičnih modulov na predpripravljeno strešno kovinsko konstrukcijo	kos	31	0,00	0,00	kos	31	0,00	0,00
3	Dobava, sestava ter montaža kovinske podkonstrukcije za pritrditev PV modulov na strehi objekta, kompletno s spojnimi, vijačnimi in pritrdilnimi materiali OPOMBA: proizvajalca in tip podkonstrukcije določi ponudnik	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
4	Dobava in montaža trifaznega mrežnega hibridnega razsmernika FOX ESS – H3-12.0-E (pretvorba iz enosmerne v izmenično napetost, sinhronizacija z omrežjem)	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
5	WiFi vmesnik za hibridni razsmernik FOX ESS – H3-12.0-E	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**Boštjan Ciber S.P.,**

Matena 63A, 1292 Ig

6	Dobava in izdelava strehe nad razsmerniki in omarami	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
---	--	-----	---	------	------	-----	---	------	------

**C TIGO, nadzor, monitoring**

Dobava in montaža		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Tigo modul za optimizacijo moči, monitoring ter izklop modulov, Tigo TS4-A-O, 700W, 1500V	kos	31	0,00	0,00	kos	31	0,00	0,00
2	Tigo dostopna točka, TAP, brezšični komunikator	kos	3	0,00	0,00	kos	3	0,00	0,00
3	Tigo komunikator CCA - zajeto v R-SE omari	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
4	Izdelava layauta in vnos serijskih števil v program Tigo za nadzor nad sončno elektrarno	kpl	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00

**D Omara za nadzor električne energije, Smart Box**

Dobava in montaža		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Dobava, sestava in postavitve omare, Tracon, 1-krilna IP65 V=500 Š=400 G=175mm, z montažno ploščo TME504018, 2 ključavnici za ključ z dvojno brado	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
2	Predal za načrte	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
3	Števec el. energ. Iskra AM550-TD1, 5-85A	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
4	Stikalo Noark 100876, 63A 3P	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
5	Inštalacijski odklopnik Noark 100004, 6kA B 1P 6A	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
6	Tipkalo za vgradnjo na letov, Schrack BZ1074, 1Z kontakt, 1O kontakt, 16A reset NGEN flex	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
7	Napajalnik MEANWELL, HDR-15-5 15W 5V DC 2,4A	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
8	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , modra, Schrack IK026220	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00

**Boštjan Ciber S.P.,**

Matena 63A, 1292 Ig

9	PATCH kabel, UTP Cat6, 0,5m MODER	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
10	Kabel za P1 PORT	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
11	Synaptic komunikator	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
12	Uvodnica Teaflex, SM polyamide straight male thread fitting IP66 cULus - U6BSM29P29	kos	3	0,00	0,00	kos	3	0,00	0,00
13	Drobni, vezni in označitveni material	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
14	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**E R-SE omarica**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Dobava, sestava in postavitve omare, Schrack, WSA6060300, 1-krilna IP66 V=600 Š=600 G=300mm jeklena ploč., RAL7035, z montažno ploščo, 2 ključavnici za ključ z dvojno brado	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
2	Predal za načrte	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
3	PV varovalke 2p, Noark 101767, Ex9FP 2P 30A, vložki PV/15A, 1000V	kos	2	0,00	0,00	kos	2	0,00	0,00
4	Penapetostni odvodnik ProTec, T1-1100 PV, Raycap 59.0285	kos	2	0,00	0,00	kos	2	0,00	0,00
5	Zaščitno stikalo, RCCB, 40A/4p/30mA, 10 kA , AC Serija BC- serija, Tip AC, Izvedba brez zakasnitve, Standard za izdelek EN 61008, Schrack BC054103	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
6	Inštalacijski odklopnik, karak. C 20A, 3-polni, 6kA, Schrack BM617320	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
7	Inštalacijski odklopnik, karak. C 6A, 1-polni, 6kA, Schrack BM617106	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
8	Prenapetostna zaščita set 4+0 TNS, razred II (C) 255V, In 20kA, Schrack IS111340	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
9	Napajalnik MEANWELL, HDR-15-24 15W 24V DC 0-0,63A	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
10	TIGO CCA komunikator	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**Boštjan Ciber S.P.,**

Matena 63A, 1292 Ig

11	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , modra, Schrack IK026220	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
12	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , RU/ZE, Schrack IK026230	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
13	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , siva, Schrack IK026210	kos	3	0,00	0,00	kos	3	0,00	0,00
14	Sponka, vrstna, CBC.16 siva, 16mm <sup>2</sup> , Schrack IK110016	kos	4	0,00	0,00	kos	4	0,00	0,00
15	Sponka, vrstna, CBC.16 modra, 16mm <sup>2</sup> , Schrack IK111016	kos	4	0,00	0,00	kos	4	0,00	0,00
16	Zaključna ploščica CBC.16 siva, Schrack IK110216	kos	4	0,00	0,00	kos	4	0,00	0,00
17	Končno pritrdilo, Schrack IK123000	kos	3	0,00	0,00	kos	3	0,00	0,00
18	Uvodnica Teaflex, SM polyamide straight male thread fitting IP66 cULus - U6BSM29P29	kos	6	0,00	0,00	kos	6	0,00	0,00
19	Drobni, vezni in označitveni material, uvodnice	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
20	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

#### **F PMO omarica - predelava**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Tipka za ponovni vklop merilnega mesta Eaton 216512 - M22-D-G-X1/K10 nameščena na vratih obstoječe PMO	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
2	Stikalo Noark 100875, 40A 3P	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
3	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , modra, Schrack IK026220	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
4	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , siva, Schrack IK026210	kos	3	0,00	0,00	kos	3	0,00	0,00
5	Sponka za dvizne vode 1-polna, 35mm <sup>2</sup> , RU/ZE, Schrack IK026230	kos	1	0,00	0,00	kos	1	0,00	0,00
6	Drobni, vezni in označitveni material	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
7	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**G Gradbena dela**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Demontaža obstoječih tlakovcev ter ponovna montaža, z peščeno posteljico	m2	13	0,00	0,00	m2	13	0,00	0,00
2	Izkop za polaganje dovodnega kabla, jarek širine 0,3 x 0,5 m	m3	2	0,00	0,00	m3	2	0,00	0,00
3	Preboj v obstoječo PMO, 2x fi 50 mm	Kpl	1	0,00	0,00	Kpl	1	0,00	0,00
4	Zaščita preboja proti glodalcem	Kpl	1	0,00	0,00	Kpl	1	0,00	0,00

**H Elektroinštalacije**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
Dobava in montaža, z drobnim in pritrdilnim materialom									
1	Elektroinštalacije DC (solarni kabel rdeč) - tip: solarni kabel H1Z272-K 4 mm2	m	60	0,00	0,00	m	60	0,00	0,00
2	Elektroinštalacije DC (solarni kabel črn) - tip: solarni kabel H1Z272-K 4 mm2	m	60	0,00	0,00	m	60	0,00	0,00
3	Drobni vezni in pritrdilni material, MC4 MOŠKI konektorji za 4 mm2, 1500 V DC	kos	7	0,00	0,00	kos	7	0,00	0,00
4	Drobni vezni in pritrdilni material, MC4 ŽENSKI konektorji za 4 mm2, 1500 V DC	kos	7	0,00	0,00	kos	7	0,00	0,00
5	Dobava in polaganje kabla v NIK kanal Elektroinstalacije: omrežni razsmerniki – R-SE spojišče - tip: FG16OR16 5G10 mm2	m	5	0,00	0,00	m	5	0,00	0,00
6	Dobava in polaganje kabla v NIK kanal Elektroinstalacije: R-SE spojišče - PMO - tip: FG16OR16 5G10 mm2	m	35	0,00	0,00	m	35	0,00	0,00
7	Dobava in polaganje kabla v NIK kanal Elektroinstalacije: PMO - NGEN - tip: FG16OR16 4G10 mm2	m	35	0,00	0,00	m	35	0,00	0,00

8	Elektroinštalacije: R-SE - PE zbiralnica - tip: H07V-K 1x16 mm <sup>2</sup>	m	5	0,00	0,00	m	5	0,00	0,00
9	Elektroinštalacije: razsmernik - PE zbiralnica - tip: H07V-K 1x35 mm <sup>2</sup>	m	5	0,00	0,00	m	5	0,00	0,00
10	Dobava kablskega končnika za kable FG16R160,6/1kV, 5x10 mm <sup>2</sup> , komplet s kablskimi čevlji	kpl	4	0,00	0,00	kpl	4	0,00	0,00
11	Dobava kablskega končnika za kable FG16R160,6/1kV, 4x10 mm <sup>2</sup> , komplet s kablskimi čevlji	kpl	2	0,00	0,00	kpl	2	0,00	0,00
12	Kabel 4x2x0,75mm <sup>2</sup> , signalni, finožični, barvna oznaka žil, z opletom, UV odporen LiYCY (TP) BK 4x2x0,75	kpl	60	0,00	0,00	kpl	60	0,00	0,00
13	Dobava, razvijanje in polaganje komunikacijskega kabla FTP CAT.6E LSOH 650 MHz, 4 x 2 x 0,55 mm <sup>2</sup> z dobavo in montažo RJ 45 konektorjev	m	30	0,00	0,00	m	30	0,00	0,00
14	Instalacijska cev, UV odporna, črna, 23mm TEAFLEX 23 UV odporna	m	60	0,00	0,00	m	60	0,00	0,00
15	Instalacijska cev, UV odporna, črna, 29mm TEAFLEX 29 UV odporna, SMPF29B	m	2	0,00	0,00	m	2	0,00	0,00
16	Dobava in montaža vročecinkane police PK 100/60 2,5 M Zn z pritrdilnim materialom oz. konzolami, za pritrditev na fasado objekta	m	5	0,00	0,00	m	5	0,00	0,00
17	Zaščitna cev Stigmafleef fi 80 mm	m	60	0,00	0,00	m	60	0,00	0,00
18	Dobava in montaža Kanal NIK 8 80x60 z pritrdili za v fasado	m	20	0,00	0,00	m	20	0,00	0,00
19	Označevanje NN kablskega voda na obeh straneh	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
20	Drobni in vezni material, kablški čevlji, kanali	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**I STRELOVODNE INSTALACIJE (nadgradnja)**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Dobava in montaža okroglega aluminijastega strelovodnega vodnika AH1 Al fi 8mm Proizvajalec HERMI	m	20	0,00	0,00	m	20	0,00	0,00
2	Dobava in montaža sponke KON07 (Rf-V) iz nerjavečega jekla za povezovanje okroglega strelovodnega vodnika na podkonstrukcijo Proizvajalec HERMI	kpl	6	0,00	0,00	kpl	6	0,00	0,00
3	Dobava in montaža ozemljitvene sponke za podkonstrukcijo Lightning protection clamp Alu 8mm - Set (tip pritrdila določi izvajalec, glede na izbrano podkonstrukcijo)	kos	18	0,00	0,00	kos	18	0,00	0,00
4	Dobava in montaža lovilne palice LOP1,0 (Al) višine h=1,0m vključno z ustreznim pritrdilnim elementom za opečno kritino Proizvajalec HERMI	kos	4	0,00	0,00	kos	4	0,00	0,00
5	Dobava in montaža sponke KON07 (Rf-V) iz nerjavečega jekla za povezovanje okroglega strelovodnega vodnika na lovilne palice. Proizvajalec HERMI	kos	4	0,00	0,00	kos	4	0,00	0,00
6	meritve ponikalne upornosti, pregled strelovodne instalacije, atest, merilni protokol, 10 letna garancija	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00

**J STORITVE**

		Upravičeni stroški				Neupravičeni stroški			
1	Montaža - transport - dvig opreme - sodelovanje pri tehničnem pregledu - funkcionalni preizkusi - zagon	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
2	Projektna dokumentacija - pridobivanje elektro – projektnih pogojev - idejna zasnova izgradnje FN elektrarne (IDZ) - pridobivanje elektro – soglasja za priključitev - projekt za izvedbo (PZI) - pridobivanje soglasja k projektnim rešitvam - projekt izvedenih del (PID) - obratovalna navodila - izjave (zanesljivost objekta / skladnost s projektno dokumentacijo) - zagon proizvodne naprave - organizacija prevzema prevzemno-predajnega mesta - pridobivanje deklaracije - pridobivanje podpore	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
3	Meritve galvanskih povezav in izdelava poročila	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
4	Meritve električnih inštalacij in izdelava poročila	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
5	Meritve strellovoda in izdelava poročila	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
6	Izdelava požarne zasnove in pregled	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
7	Statična presoja objekta in izdelava mnenja	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
8	Nadzor na izvedbo del s strani distributerja	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
9	Vnašanje sprememb med gradnjo v risbe faze PZI in priprava tehnične dokumentacije PID	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00



**Boštjan Ciber S.P.,**

Matena 63A, 1292 Ig

---

10	Izdelava PID	kpl	1	0,00	0,00	kpl	1	0,00	0,00
----	--------------	-----	---	------	------	-----	---	------	------

<b>3.5.</b>	<b>REKAPITULACIJA SKUPAJ:</b>				<b>0,00</b>				<b>0,00</b>
-------------	-------------------------------	--	--	--	-------------	--	--	--	-------------

### **3/1.6 NAVEDBA VIROV:**

- [1] JRC Photovoltaic Geographical Information System  
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

### **3/1.7 PRILOGE:**

1. Tehniški list modul Longi LR4-72HBD-440M
2. Tehniški list hibridni inverter FOX ESS – H3-12.0-E
3. Tehniški list Tigo TS4-A-O
4. Tehniški list Tigo TAP
5. Tehniški list Tigo CCA
6. Izračun letne proizvodnje –  
- PANEL 1 - PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_5.28kWp\_11\_40deg\_-35deg
7. Izračun letne proizvodnje –  
- PANEL 2 - PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_2.2kWp\_11\_40deg\_55deg
8. Izračun letne proizvodnje –  
- PANEL 3 - PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_6.16kWp\_11\_40deg\_-125deg
9. Soglasje za priključitev št. 1462016

## **1. Tehniški list modul Longi LR4-72HBD-440M**

# Hi-MO 4

## LR4-72HBD 440~460M

- Suitable for ground power plants and large C&I projects
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
  - M6 Gallium-doped Wafer
  - 9-busbar Half-cut Cell
- Globally validated bifacial energy yield
- High module quality ensures long-term reliability



12-year Warranty for  
Materials and Processing



30-year Warranty for Extra  
Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2015: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2015: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

ISO 45001: 2018: Occupational Health and Safety

# LONGi



**21.2%**  
MAX MODULE  
EFFICIENCY

**0~3%**  
POWER  
TOLERANCE

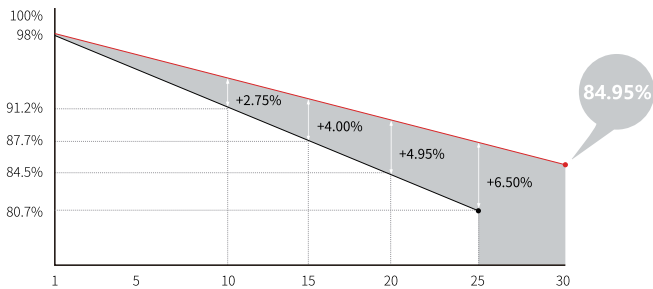
**<2%**  
FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION

**0.45%**  
YEAR 2-30  
POWER DEGRADATION

**HALF-CELL**  
Lower operating temperature

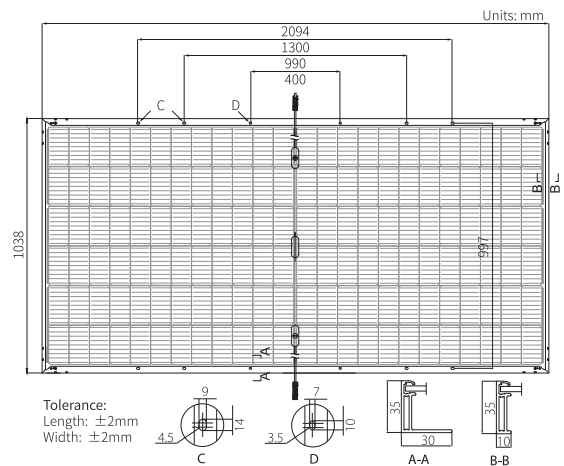
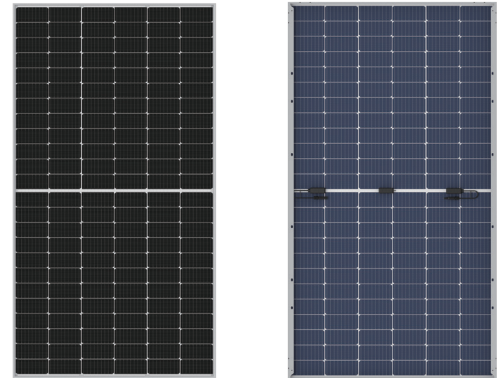
## Additional Value

### 30-Year Power Warranty



## Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.5kg
Dimension	2094×1038×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC



## Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C NOCT : AM1.5 800W/m<sup>2</sup> 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR4-72HBD-440M		LR4-72HBD-445M		LR4-72HBD-450M		LR4-72HBD-455M		LR4-72HBD-460M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	440	329.8	445	333.6	450	337.3	455	341.1	460	344.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.2	46.3	49.4	46.5	49.6	46.6	49.8	46.8	50.0	47.0
Short Circuit Current (Isc/A)	11.45	9.23	11.52	9.28	11.58	9.34	11.65	9.39	11.73	9.45
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.0	38.4	41.2	38.6	41.4	38.8	41.6	38.9	41.8	39.1
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.73	8.60	10.80	8.65	10.87	8.70	10.93	8.76	11.01	8.82
Module Efficiency(%)	20.2		20.5		20.7		20.9		21.2	

## Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Bifaciality	70±5%
Fire Rating	UL type 29 IEC Class C

## Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

## Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

## **2. Tehniški list hibridni inverter FOX ESS – H3-12.0-E**



DATASHEET  
Three-Phase Hybrid/AC Inverter  
H3-5.0-E / 6.0 / 8.0 / 10.0 / 12.0  
AC3-5.0-E / 6.0 / 8.0 / 10.0

# H3&AC3

## HYBRID/AC INVERTER

Harness the power of the sun day and night with the ground-breaking range of Hybrid & AC inverters from Fox ESS.

Full of advanced features and compatible with our very own range of high-voltage batteries, the hybrid range from Fox ESS. It is a new class of Inverter.



Fox ESS storage solutions are available with advanced and intuitive app based remote control and monitoring functionality.



### Easy Installation

Flexible configuration, plug and play set-up, built-in fuse protection.



### High Voltage

Includes high-voltage batteries for maximum round-trip efficiency.



### IP65 Rated

Engineered to last with maximum flexibility. Suitable for outdoor installation.



### Remote Monitoring

Monitor your system remotely via smartphone app or web portal.



up to  
**12kW**  
charge/  
discharge

REFINED – POWERFUL – FLEXIBLE

## BATTERY EXPANSION EASY UPGRADE



Easily expand your system by just add extra batteries.

There are three battery series you can choose, which enables a storage capacity of up to 33.24 kWh. There are Max. 10 storage inverters can be connected in parallel to allow you enlarge the system scale base on different installation requirement.

For more about the Fox ESS range, visit:

[WWW.FOX-ESS.COM](http://WWW.FOX-ESS.COM)





## TECHNICAL SPECIFICATIONS

Model	H3-5.0-E AC3-5.0-E	H3-6.0-E AC3-6.0-E	H3-8.0-E AC3-8.0-E	H3-10.0-E AC3-10.0-E	H3-12.0-E
INPUT PV (only for hybrid)					
Max. Input Power [W]	A:4000 B:4000	A:4000 B:4000	A:8000 B:5000	A:8000 B:5000	A:8000 B:5000
Max. Input Voltage [V]			1000 [1]		
Start-up Input Voltage [V]			160		
Rated Input Voltage [V]			720		
MPPT Operating Voltage Range [V]			160 ~ 950		
Max. Input Current [A]	14/14	14/14	26/14	26/14	26/14
Max. Short-circuit Current [A]	16/16	16/16	32/16	32/16	32/16
No. of Independent MPP Trackers			2		
No. of Strings per MPP Tracker	1/1	1/1	2/1	2/1	2/1
BATTERY CONNECTION					
Battery Type			Lithium Battery (LFP)		
Battery Voltage Range [V]			180 ~ 600 [2]		
Max. Charge/Discharge Current [A]			26.0		
Communication Interface			CAN(Communicate with inverter), RS485 (Upgrade BMS)		
AC INPUT AND OUTPUT (GRID)					
Max. AC Input Power [VA]	10000	12000	16000	16000	16000
Max. AC Input Current (per phase) [A]	15.2	18.2	24.2	24.2	24.2
Rated Output Power [W]	5000	6000	8000	10000	12000
Max. Output Apparent Power [VA]	5500	6600	8800	11000	13200
Rated Output Current (per phase) [A]	7.2	8.7	11.6	14.5	17.4
Max. Output Current (per phase) [A]	8.3	10.0	13.3	16.7	20.0
Rated Grid Voltage [V]			3L/N/PE 380/220; 400/230; 415/240		
Rated Grid Frequency [Hz]			50/60		
Power Factor			1 ( Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging )		
THDI [%]			<3 @Rated Power		
EPS OUTPUT					
Max. Output Apparent Power [VA]	5000	6000	8000	10000	12000
Peak Output Apparent Power (60s) [VA]	10000	12000	14000	15000	15000
Max. Current (per phase) [A]	7.2	8.7	11.6	14.5	17.4
Rated Output Voltage [V]			3L/N/PE 400/230		
Rated Output Frequency [Hz]			50/60		
Power Factor			1 ( Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging )		
THDv ( linear Load) [%]			<3 @Rated Power		
Switch time [ms]			<20		
EFFICIENCY					
Euro Efficiency [%]	97.20	97.20	97.30	97.30	97.30
Max. Efficiency [%]	97.80	97.80	98.00	98.00	98.00
Max. Battery Charge Efficiency (PV to BAT) (@full load) [%]			98.50		
Max. Battery Discharge Efficiency (BAT to AC) (@full load) [%]			97.00		
PROTECTION					
Insulation Monitoring			YES		
Residual Current Monitoring			YES		
DC Reverse Polarity Protection			YES		
Anti-islanding Protection			YES		
AC Short-circuit Protection			YES		
AC Overcurrent/Overvoltage Protection			YES		
DC Switch			YES		
SPD			DC: Type II, /AC: Type II		
AFCI			Optional		
GENERAL DATA					
Dimensions (W*H*D) [mm]			449*519*198		
Weight [kg]			28		
Installation			Wall-Mounted		
Topology			Transformerless		
Cooling Method		Natural		FAN Cooling	
Noise Emission [db]		35		45	
Max. Operating Altitude [m]			2000		
Operating Temperature Range [°C]			-25 ~ 60		
Humidity ( No Condensation ) [%]			0 ~ 100		
Protection Degree			IP65		
Standby Consumption [W]			< 15		
Monitoring Module			WiFi, LAN, 4G, GPRS (Optional)		
Communication			2*RS485, DRM, Ripple Control, USB		
Display			LCD, App, Website		
STANDARD COMPLIANCE (MORE AVAILABLE UPON REQUEST)					
Safety			EN 62109-1, EN 62109-2, EN 62477-1		
EMC			IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-3		
Grid Regulation			EN50549-1, C10/11, VDE-AR-N 4105, G98, CEI 0-21		

\* More technical characteristics are available on demand and customized.

[1] For 1000V system, PV maximum operating voltage is 950V.

[2] Minimum operation battery voltage is 150V.

### **3. Tehniški list Tigo TS4-A-O**



# TS4-A-O

## Module-level optimization, monitoring, and rapid shutdown

The Tigo TS4-A-O improves production, safety, and intelligence in new designs and existing systems. Patented technology delivers top performance with high efficiency for a fast ROI. Easy installation and long-term reliability reduce system downtime and truck rolls, while Tigo's Energy Intelligence platform enables quicker onsite commissioning and comprehensive remote monitoring.

### Features

- Simple, fast installation – snaps to a standard PV module frame or mounts to racking
- Intelligent optimization – delivers the maximum energy from an array
- Module-level monitoring – full visibility into module- and system-level production
- Rapid shutdown – a UL Standards-certified component for photovoltaic rapid shutdown systems (PVRSS) worldwide
- Works with any system – fully compatible with thousands of different inverter models from more than 50 inverter brands
- 25-year warranty
- Monitoring, rapid shutdown, and remote troubleshooting with Tigo Access Point (TAP) and Cloud Connect Advanced (CCA)

### Specifications

#### Electrical

Maximum current ( $I_{MP}/I_{SC}$ )	15 A/20 A
Input voltage range ( $V_{MP}$ )	16 – 80 V
Maximum input voltage	80 V
Maximum system voltage ( $V_{MAX}$ )	1000 V/1500 V*
Maximum output current ( $I_{MAX}$ )	15 A
Maximum output power ( $P_{MAX}$ )	700 W
Maximum fuse rating	25 A
Maximum efficiency	99.6%

#### AS 5033: Operational Output

Maximum output current	$I_{DCU MAX}$
Maximum output voltage	$V_{DCU MAX}$
Maximum output power	$P_{DCU MAX}$

#### Rapid Shutdown

TS4 conductor AWG	12
Rapid shutdown time limit	<30 sec.
PVRSE-controlled conductor limits	$\leq 240 VA, \leq 8 A, \leq 30 V_{DC}$
UL 1741-compliant PVRSE	Yes
Communications	Wireless

#### Connections

Input (from module) cable lengths	0.12/0.62 m
Output (to string) cable lengths	1.2/2 m
Connectors	MC4/EVO2

\* Depending on UL/IEC certification



## Specifications

### Environmental

Operating temperature range	-40 – 70 °C (-40 – 158 °F)
Storage temperature range	-40 – 85 °C (-40 – 185 °F)
Maximum elevation	2000 m (6560 ft.)
Outdoor IP rating	IP68/NEMA 3R

### Mechanical

Dimensions (H/W/D)	139.7 x 138.4 x 22.9 mm (5.4 x 5.5 x 0.9 in.)
Weight	520 g (1.15 lb.)

### General

Standards compliance	FCC 15b, ETSI EN 301 489, CISPR 31, CSA 22.2, IEC 62109, NEC 690.12 UL 1741 PVRSE/PVRSS
Warranty	25 years

## Ordering Information

Part Number	V <sub>MAX</sub> Certifications UL/IEC	Cable Lengths	Connectors
461-00252-20	1500 V/1000 V	1.2/2 m	MC4
461-00252-32	1500 V/1000 V	0.12/1.2 m	MC4
461-00252-62	1500 V/1000 V	0.62/1.2 m	MC4
461-00261-32	1500 V/1500 V	0.12/1.2 m	EVO2
461-00261-62	1500 V/1500 V	0.62/1.2 m	EVO2
462-00252-32	1000 V*	0.12/1.2 m	MC4
462-00252-62	1000 V*	0.62/1.2 m	MC4
462-00261-32	1500 V*	0.12/1.2 m	EVO2
462-00261-62	1500 V*	0.62/1.2 m	EVO2

\* IEC certified only

## More Resources



#### **4. Tehniški list Tigo TAP**



# Tigo Access Point (TAP)

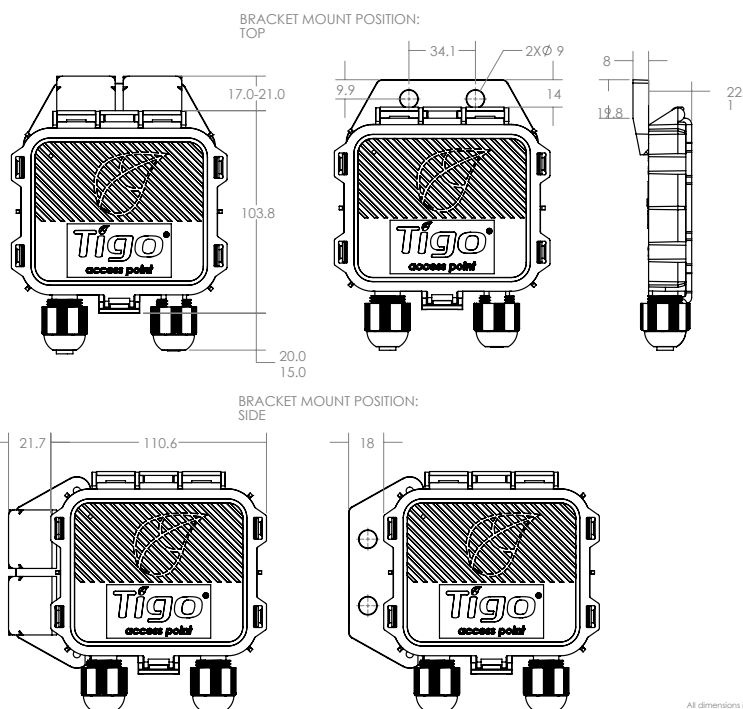
## Wireless mesh communication device

The Tigo Access Point (TAP) improves the data management of your solar array by wirelessly communicating with Tigo smart modules and retrofit devices. TAP also greatly improves safety with module-level deactivation. When paired with a Cloud Connect Advanced (CCA), the TAP provides unparalleled visibility into your solar installation.

## Features

- Wireless communication with Tigo TS4 devices
- Provide grid status to TS4 MLPE for rapid shutdown UL compliance
- Connects to Tigo Cloud Connect Advanced (CCA) via RS485 cable
- For use with TS4-A-O, TS4-A-S, and TS4-A-M

## Dimensions



## Benefits

- Easy installation on the module frame without tools
- Use the Tigo EI App on a mobile device for quick startup
- Enables wireless module level monitoring
- Enables wireless module-level rapid shutdown
- Connects to up to 300 TS4 units\*

## Electrical Specifications

Input voltage range	5V <sub>DC</sub> - 25V <sub>DC</sub>
Consumption	0.5W average, 1W peak
Recommended cable type	RS485, 18-22AWG

## Mechanical Specifications

Dimensions	126.2mm x 130.0mm x 26.8mm (with bracket)
Weight	227g (0.5lbs)
Operating temperature range	-30°C to +70°C (-22°F to +158°F)
Environmental rating	IP68, Type 4R

## Range and Capacity

Maximum distance from TAP to closest TS4	10m (33ft)
Maximum distance from TAP to farthest TS4	35m (115ft)
Total TS4 units supported*	Up to 300

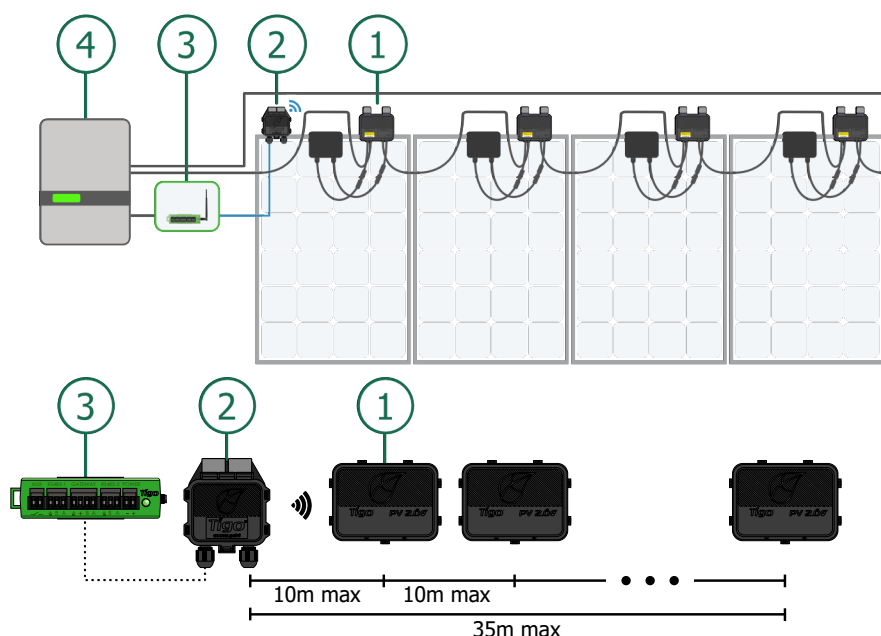
\*environmental conditions can impact the number of units supported

## Ordering Options

Item #	Description
158-00000-02	TAP, standalone

## System Components and Spacing

1. Modules equipped with Tigo MLPE
2. Tigo Access Point (TAP)
3. Tigo Cloud Connect Advanced (CCA)
4. Inverter



## Additional resources



## **5. Tehniški list Tigo CCA**



# Cloud Connect Advanced (CCA)

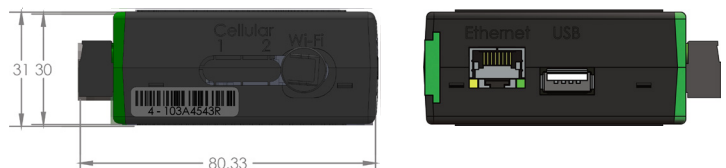
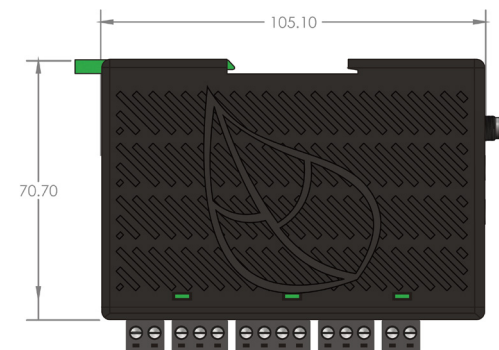
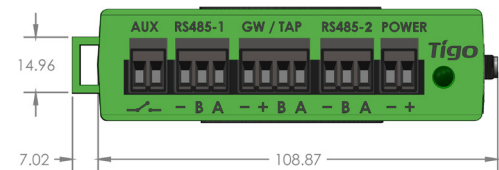
## Data logger/gateway

The CCA is a compact, powerful data logging and communications gateway that powers the monitoring and safety capabilities of Tigo TS4 module level power electronics (MLPE).



## Features

- Enables module-level monitoring through the Tigo cloud platform
- Pairs with the Tigo Access Point (TAP) to enable compliance with NEC 2017, 2020, and 2023 690.12 rapid shutdown requirements
- Collects data from up to 900 TS4s via up to seven TAPs
- Connects to wired and wireless networks
- Includes a multifunction LED status indicator
- Reads data from a wide range of 3rd-party devices including Modbus-equipped inverters, charge controllers, weather stations, and revenue grade meters



## Specifications

<b>Electrical</b>	
Input voltage	10 – 25V <sub>DC</sub>
Power consumption (up to 7 TAPs)	3 – 10 W
<b>Mechanical/Environmental</b>	
Dimensions (W/D/H)	31 x 115.5 x 71.5 mm (1.2 x 4.5 x 2.8 in)
Weight	126g (.28 lbs)
Operating temperature range	-20 – 85°C (-4 – 185°F)
Maximum altitude	3000 m (9840 ft)
Cooling	Natural convection
Includes DIN rail mountable bracket	

## Ordering Information

344-00000-52	CCA Kit with TAP, DIN rail power supply
346-00000-00	CCA standalone
348-00000-52	CCA Kit with TAP, DIN rail power supply, outdoor enclosure

## Additional Resources



**6. Izračun letne proizvodnje - PANEL 1**

**- PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_5.28kWp\_11\_40deg\_-35deg**

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

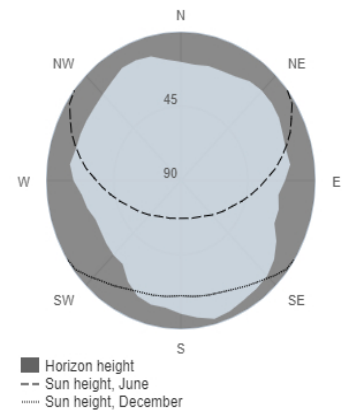
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 46.398,14.287  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-SARAH2  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 5.28 kWp  
System loss: 11 %

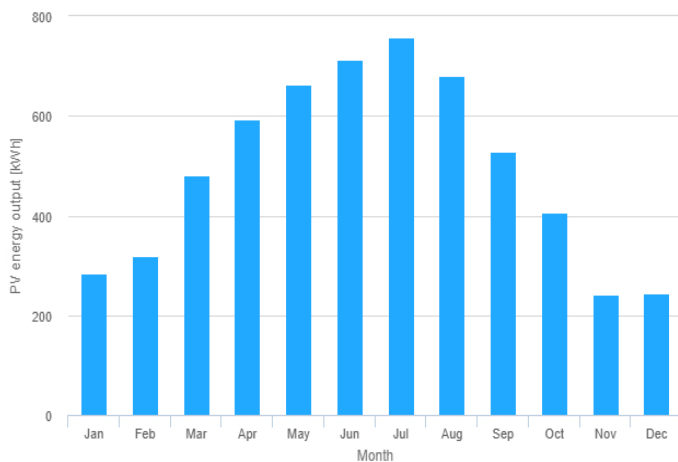
## Simulation outputs

Slope angle: 40 °  
Azimuth angle: -35 °  
Yearly PV energy production: 5915.01 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 1368.45 kWh/m<sup>2</sup>  
Year-to-year variability: 334.12 kWh  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -2.58 %  
Spectral effects: 1.39 %  
Temperature and low irradiance: -6.88 %  
Total loss: -18.14 %

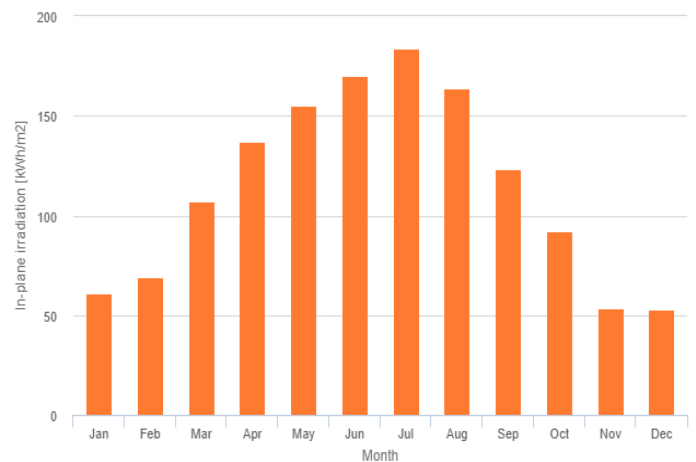
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	285.0	61.1	84.3
February	318.8	69.0	98.9
March	480.9	107.1	88.8
April	593.9	137.0	91.4
May	663.6	154.9	92.5
June	713.0	170.1	66.7
July	758.8	183.5	58.2
August	681.3	163.8	81.3
September	528.7	123.6	85.3
October	406.1	92.0	72.2
November	241.2	53.5	83.0
December	243.8	52.8	71.3

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

**7. Izračun letne proizvodnje – PANEL 2**

**- PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_2.2kWp\_11\_40deg\_55deg**

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

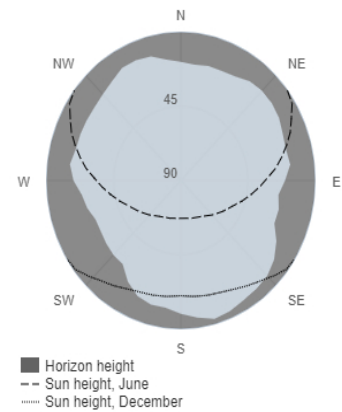
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 46.398,14.287  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-SARAH2  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 2.2 kWp  
System loss: 11 %

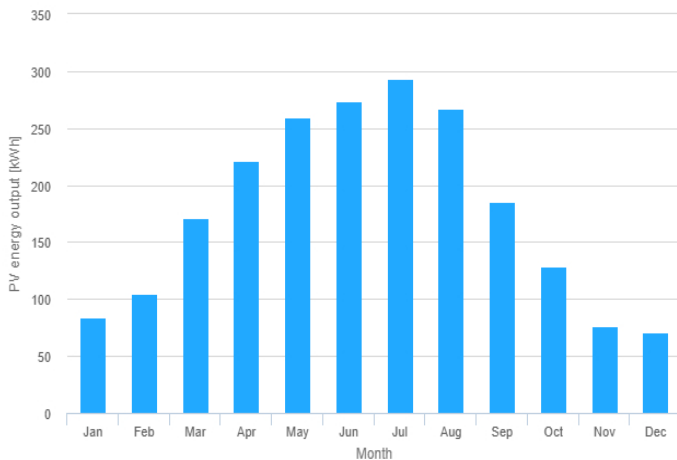
## Simulation outputs

Slope angle: 40 °  
Azimuth angle: 55 °  
Yearly PV energy production: 2134.79 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 1200.56 kWh/m<sup>2</sup>  
Year-to-year variability: 117.82 kWh  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -3.35 %  
Spectral effects: 1.31 %  
Temperature and low irradiance: -7.25 %  
Total loss: -19.17 %

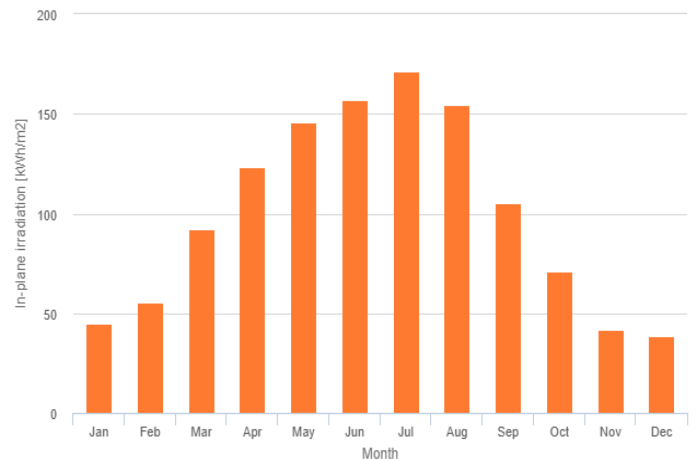
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	83.6	44.8	21.7
February	104.9	55.7	29.1
March	170.7	92.1	28.3
April	221.5	123.1	33.3
May	259.6	145.6	36.9
June	273.4	157.3	25.8
July	293.7	171.1	20.1
August	267.6	154.5	30.8
September	185.2	105.0	27.2
October	128.3	71.2	20.3
November	75.9	41.7	22.7
December	70.6	38.5	18.4

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

**8. Izračun letne proizvodnje – PANEL 3**

**- PVGIS-5\_GridConnectedPV\_46.398\_14.287\_crystSi\_6.16kWp\_11\_40deg\_-125deg**

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

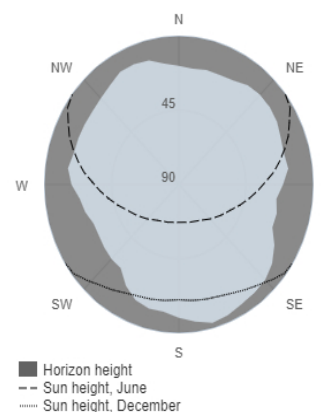
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 46.398,14.287  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-SARAH2  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 6.16 kWp  
System loss: 11 %

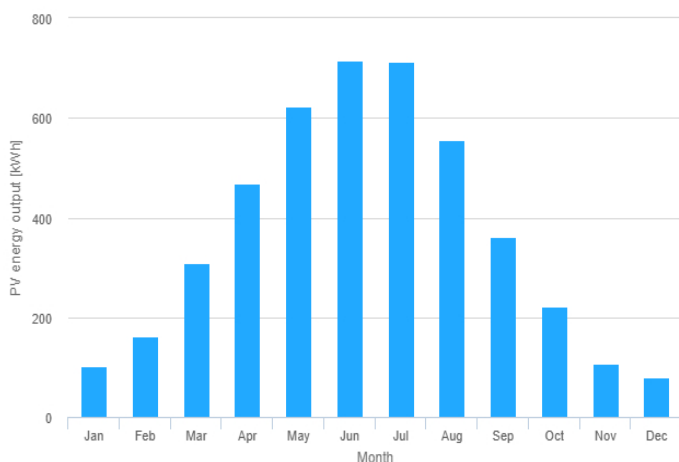
## Simulation outputs

Slope angle: 40 °  
Azimuth angle: -125 °  
Yearly PV energy production: 4421.13 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 905.13 kWh/m<sup>2</sup>  
Year-to-year variability: 99.35 kWh  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -4.96 %  
Spectral effects: 1.15 %  
Temperature and low irradiance: -7.32 %  
Total loss: -20.71 %

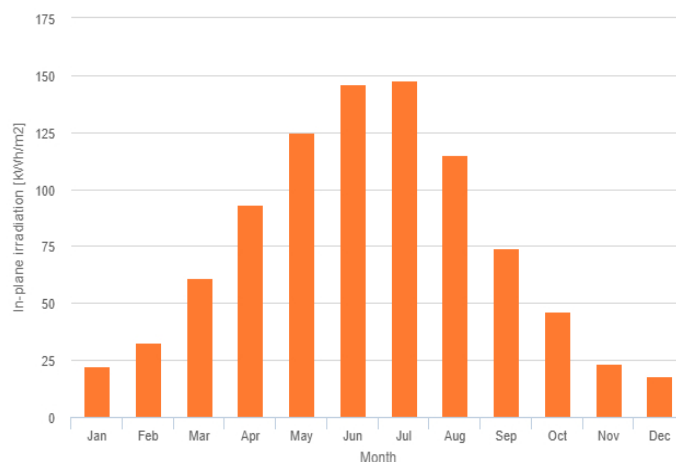
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	102.2	22.4	8.7
February	162.0	32.9	19.8
March	310.2	61.3	27.8
April	468.5	93.3	49.3
May	623.6	124.8	72.6
June	716.4	146.0	59.3
July	713.2	147.8	49.2
August	555.8	115.0	47.9
September	361.5	74.2	38.5
October	222.8	46.3	23.3
November	106.0	23.3	13.1
December	78.8	18.0	7.1

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].



**Boštjan Ciber S.P.,**

Matena 63A, 1292 Ig

---

**9.      Soglasje za priključitev št. 1462016**

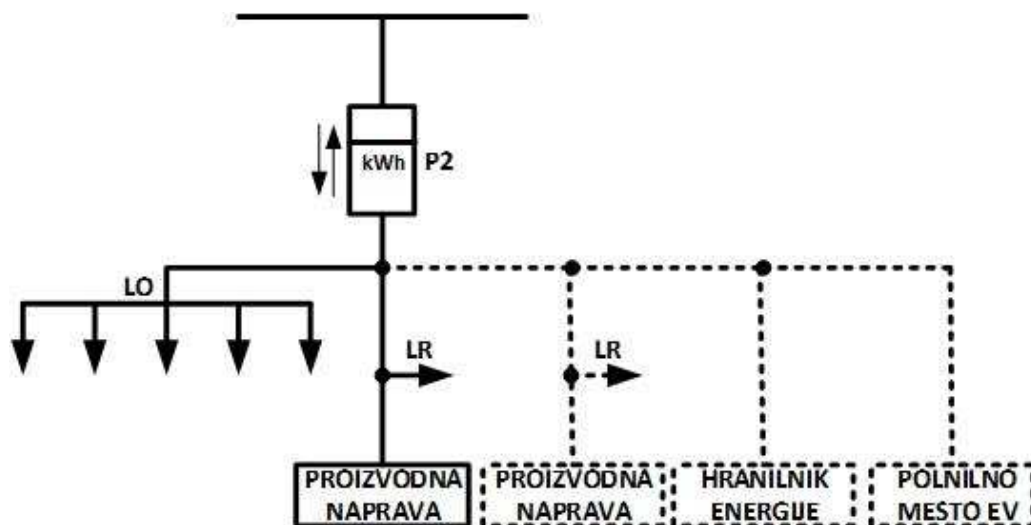
ELES, d.o.o. na podlagi izdanega pooblastila osebama Tomaž Jerala in Franc Trček, inž. el. , zaposlenima pri ELEKTRO GORENJSKA, d.d., in na osnovi 139. člena Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. in 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) ter na osnovi vloge za objekt *SE OŠ Podljubelj*, *SE OŠ Podljubelj*, ki jo je v imenu imetnika soglasja OBČINA TRŽIČ, TRG SVOBODE 18, 4290 TRŽIČ podal pooblaščenec GORENJSKE ELEKTRARNE, proizvodnja elektrike, d.o.o., STARA CESTA 3, 4000 KRANJ, izdaja naslednje

EAD: 3020165

## SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1462016 za individualno samooskrbo

Imetniku soglasja OBČINA TRŽIČ, TRG SVOBODE 18, 4290 TRŽIČ se izda soglasje za priključitev za objekt *SE OŠ Podljubelj*, *SE OŠ Podljubelj* za potrebe individualne samooskrbe, sestavljene iz kombinacije elektroenergijskih modulov, na parceli št. 204/0 (k.o. 2141 - PODLJUBELJ), na naslovu PODLJUBELJ 107 v kraju PODLJUBELJ pod navedenimi pogoji.

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	6004721	383111580025835485



### I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

#### A.) PROIZVODNJA

- Številka merilnega mesta: 6004721
- GSRN MM: 383111580025835485
- Tipska priključna shema: PS.3A
- Priključna moč oddaje v distribucijski sistem: 13,6 kW**
- Način obratovanja: M - paralelno z DS - mešani (za svoje potrebe in oddajo)

## 6. Ostali EE pogoji:

- Za vse informacije pred priključitvijo objekta na distribucijsko omrežje v zvezi s pridobitvijo pogodbe o dobavi električne energije in pogodbe o uporabi sistema, lahko v času uradnih ur za klice (torek, sredo, četrtek med 9.00 in 12.00) pokličete na telefon +386 (0)4 20 83 146 ali napišete sporočilo na e-naslov [info@elektro-gorenjska.si](mailto:info@elektro-gorenjska.si)
- Pri obračunu neposrednih stroškov priključevanja, se skladno s cenikom drugih storitev, ki jih ELES d.o.o. zaračunava uporabnikom (<https://www.sodo.si/ostali-ceniki/cenik-storitev-ki-jih-sodo-zaracunava-direktno-uporabnikom>), zaračunajo stroški 3.d.
- Priključitev se izvede po ustrezni shemi v skladu z »Navodili za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane moči do 10 MW«, (Ur.l. RS št.: 7/21, SONDSEE-priloga 5).
- Ustreznost inštalacijskega dela priključka obstoječi uporabnik dokazuje v postopku priključitve z izjavo, ki jo izda ustrezno registrirana oziroma pooblaščen oseba. V navedenih primerih se upošteva veljavna tipizacija omrežnih priključkov in tipizacija merilnih mest.
- Pri predmetnem MM se upošteva zakupljeno OPM (28 kW - 3x40A - Odjem na NN brez merjenja moči), po soglasju za priključitev 609364.

## PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

1. Delovna moč fotonapetostnih modulov: 13,94 kW
2. Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu
3. Podatki o elektroenergijskem modulu:
  - Primarni vir energije: Sonce
  - Opis razsmernikov:

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

## B.) LASTNI ODJEM

1. Številka merilnega mesta: 6004721
2. GSRN MM: 383111580025835485
3. Številka obstoječega soglasja za priključitev: 609364-O
4. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN brez merjene moči
5. Obstoječa priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 17 kW
6. Povečana za: 5 kW
7. Nova priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 22 kW
8. Jakost omejevalca toka:  $1 \times 3 \times 32 \text{ A}$
9. Jalova energija mora biti kompenzirana na  $\cos\phi = 0,95$

## II. TEHNIČNI POGOJI

### A.) PROIZVODNJA

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

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

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

### 2.1. Proizvodnja električne energije iz energije sonca

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

- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) tipa A mora biti opremljen z logičnim vmesnikom (vhodom), da se zagotavljanje izhodne delovne moči preneha v 5 sekundah po prejemu navodila na vходу. Operativna uporaba vhoda se bo začela izvajati po vzpostavitvi sistema pri distribucijskem operaterju oziroma njegovem pooblaščenem izvajalcu naloge obratovanja distribucijskega sistema in izpolnitvi spodaj navedenih komunikacijskih zahtev.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede stabilnosti obratovanja, v odvisnosti od hitrosti spreminjanja frekvence (RoCoF), skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve glede dopustnega zmanjšanja delovne moči iz največje izhodne delovne moči glede na padajočo frekvenco, skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.6, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja morala glede na tip izpolniti komunikacijske zahteve, skladno s poglavjem XIII.1-5, Priloge 5, SONDSEE. Distribucijski operater bo obvestil imetnika soglasja o obvezi za izpolnitev navedenih zahtev po izgradnji svojega sistema za izmenjavo obratovalnih podatkov o proizvodni napravi najmanj 3 mesece pred začetkom izmenjave teh podatkov.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolniti zahteve glede delovanja sistemov posluževanja in prejema ukrepov na daljavo, skladno s poglavjem XIV.1-2, priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) se lahko glede na tip ponovno vključi na sistem po nenamernem izklopu, ki je posledica motnje v omrežju (sistemu) in vgradnje sistemov za avtomatski ponovni vklop, če izpolni pogoje, določene v poglavju XV.1, Priloge 5, SONDSEE.

### 3. Ločilno mesto

- Lokacija: NN priključno merilna omarica
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Ločilno mesto mora smiselno ustrezati vsem zahtevam iz poglavja VIII, Priloga 5, SONDSEE. Nahajati se mora med prevzemno predajnim mestom in napravo za samooskrbo oziroma posameznimi elektroenergijskimi moduli ter hranilnikom električne energije. Merjenje parametrov omrežja (napetost, frekvenca napetosti, tok) se mora izvajati med prevzemno predajnim mestom (za števcem) in ločilnim mestom.
- Ločilno mesto mora biti opremljeno s preklopko in stikalom blokade ponovnega vklopa ločilnega mesta, s katerima lahko manipulira samo distribucijski operater. Zagotovljen mora biti ročni izklop stikala na ločilnem mestu in blokada ponovnega vklopa.

- Pri večjem številu elektroenergijskih modulov naprave za samooskrbo, skupne delovne moči do vključno 30 kW, je dovoljena izvedba popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta. Če je skupna moč vseh elektroenergijskih modulov naprave za samooskrbo večja od 30 kW, je treba vgraditi dodatno (neporazdeljeno) zaščito na ločilno mesto, ki v primeru delovanja izključi vse elektroenergijske module te proizvodne naprave.
- Porazdeljenost ločilnega mesta glede na stikalo na katero delujejo zaščite: NE

Lokacija	Zahtevane zaščite	Shema Uf zaščit
Stikalo ločilnega mesta	Frekvenčna, Napetostna, Pred povratno delovno močjo, Pretokovna, Zemeljsko stična, Kratkostična	UF-A

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

#### Ostale zahteve za ločilno mesto:

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

## B.) LASTNI ODJEM

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

- Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	Obstoječa VPMO
SN izvod	J07 LJUBELJ
TP	T0183 PODLJUBELJ

- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Vrsta priključka: Trifazni
- Priključek je obstoječ.
- Impedanca: 0,32 ohmov
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem ozemljitve.
- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	T0183 PODLJUBELJ
SN izvod	J07 LJUBELJ
RTP	T0983 RP BALOS

- Kratkostična moč tripolnega kratkega stika na 20 kV v RTP T0983 RP BALOS znaša 204 MVA.
- Enopolni tok zemeljskega stika iz strani distribucijskega sistema: 200 A
- Avtomatski ponovni vklop - prva stopnja: 0,3 s
- Avtomatski ponovni vklop - druga stopnja: 30 s

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

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

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)

### OSTALI POGOJI

- Vgrajena naprava za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli morajo izpolnjevati zahteve iz Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 17/19, 197/20) ali nove Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 43/22) in Pravilnika o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz OVE (Ur.l. RS, št. 1/16 in 46/18).
- Uporabnik se bo v sistem samooskrbe vključil oziroma se bo registriral kot končni odjemalec s samooskrbo na podlagi 315.a člena Energetskega zakona EZ-1 (Ur.l. RS, št. 60/19 - UPB, 65/20, 158/20 - ZURE, 121/21 - ZSROVE, 172/21 - ZOE in 204/21 - ZOP) in Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 17/19 in 197/20), skladno s prvim odstavkom 72. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS št. 121/21 in 189/21) (letni obračun).
- Kakovost električne energije, ki jo naprava za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli oddajajo v omrežje EES mora biti v skladu s SONDSEE, tako da obratovanje ostalih odjemalcev ali proizvajalcev na tem omrežju v nobenem primeru ni moteno, v nasprotnem primeru lahko distribucijski operater predpiše dodatne pogoje.
- V primeru, da namerava uporabnik v svojo interno električno inštalacijo priključeno napravo za samooskrbo z elektroenergijskimi moduli uporabljati za otočno obratovanje, mora o tem obvestiti distribucijskega operaterja in podati vlogo za izdajo novega soglasja za priključitev, v katerem bo distribucijski operater predpisal dodatne zahteve.
- Imetnik soglasja za priključitev mora po dokončnosti tega soglasja in pred priključitvijo poravnati stroške omrežnine za priključno moč (OPM), neposredne stroške priključevanja (NSP) in stroške namestitve merilnih naprav. Ti stroški bodo določeni na podlagi cenikov distribucijskega operaterja družbe ELES, d.o.o., dosegljivih na spletni strani [www.eles.si/ceniki](http://www.eles.si/ceniki), ki bodo veljavni na dan sklenitve pogodbe o uporabi sistema, in pogojev iz tega soglasja za priključitev. Za določitev višine OPM se upošteva skupina končnih odjemalcev in priključna moč odjema iz distribucijskega omrežja oziroma jakost omejevalca toka. Za določitev višine NSP se upošteva vrsta priključka in nazivna napetost. Za določitev višine stroškov namestitve merilnih naprav se upošteva obseg merilnih naprav skladno s Prilogo 2 - Tipizacijo merilnih mest SONDSEE. Dokončna višina teh stroškov bo določena v predračunu, ki bo imetniku soglasja za priključitev posredovan po prejemu popolne vloge za priključitev in uporabo sistema in z izdajo pogodbe o uporabi sistema.



- 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 GORENJSKA, d.d. na brezplačno telefonsko številko 080 30 19 ali ELES, d.o.o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.
- Pred začetkom obratovanja mora imetnik soglasja skladno s Prilogo 5, SONDSEE in tipom naprave za samooskrbo pridobiti končno obvestilo o odobritvi obratovanja.
- Pred priključitvijo objekta mora biti s strani upravljavca distribucijskega sistema izvršen pregled priključka glede izpolnjevanja tehničnih ter drugih pogojev, določenih v soglasju za priključitev.
- Sestavni del zaprosila za priključitev so tudi obratovalna navodila za obratovanje naprave za samooskrbo v slovenskem jeziku, skladno z 21. členom SONDSEE.
- Za vsako spremembo elektroenergetskih ali tehničnih pogojev tega soglasja za priključitev mora investitor vložiti vlogo za spremembo soglasja za priključitev in k vlogi priložiti potrebno dokumentacijo.
- V primeru, ko distribucijski operater ugotovi, da uporabnik s svojo proizvodnjo električne energije povzroča motnje (nemiren odjem električne energije) ostalim uporabnikom električne energije, si upravljavec pridržuje pravico naknadno predpisati dodatne pogoje, v katerih od uporabnika zahteva odpravo teh motenj.
- V primeru, da investitor gradi stanovanjsko hišo v lastni režiji in da tehnični pogoji tega soglasja za priključitev ustrezajo tudi začasemu priklopu gradbišča, je ob priklopu dodatno potrebno upoštevati določila veljavnih predpisov in standardov, ki veljajo za priključitev gradbiščnih priključnih omaric. V tem primeru investitor plačuje porabljeno električno energijo in uporabo distribucijskega sistema v skladu z veljavno zakonodajo, kar pomeni, da se za čas gradbiščnega priključka uvrsti v odjemno skupino NN brez merjenja moči.
- To soglasje za priključitev preneha veljati, če imetnik soglasja v dveh letih ne izpolni vseh zahtev iz tega soglasja. Na predlog imetnika soglasja, ki mora biti vložen najkasneje 30 dni pred potekom veljavnosti soglasja, se veljavnost tega soglasja za priključitev lahko podaljša največ dvakrat, vendar vsakič največ za eno leto.
- Na uporabnikove elektroenergetske naprave ni dovoljeno brez soglasja upravljalca priključevati elektroenergetske naprave drugih uporabnikov.
- Zaradi priključitve uporabnikovega objekta na distribucijski sistem ne smejo biti prizadete pravice in pravne koristi tretjih oseb. Škodo, ki bi nastala zaradi kršitev pravic in pravnih koristi teh oseb, nosi uporabnik.
- S pravnomočnostjo in izpolnitvijo pogojev tega soglasja za priključitev preneha veljati soglasje za priključitev št. 609364-O, za merilno mesto št. 6004721 (GSRN MM: 383111580025835485).
- V postopku izdaje tega soglasja posebni stroški niso nastali.

### Obrazložitev

Pooblaščenec GORENJSKE ELEKTRARNE, proizvodnja elektrike, d.o.o., STARA CESTA 3, 4000 KRANJ je v imenu imetnika soglasja OBČINA TRŽIČ, TRG SVOBODE 18, 4290 TRŽIČ dne 19. 12. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod zaporedno št. 1462016 zaprosil ELES, d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe individualne samooskrbe z elektroenergijskimi moduli za objekt SE OŠ Podljubelj, SE OŠ Podljubelj, na parceli št. 204/0 (k.o. 2141 - PODLJUBELJ), na naslovu PODLJUBELJ 107 v kraju PODLJUBELJ.

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

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.**

#### 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 GORENJSKA, d.d., Ul. Mirka Vadnova 3a, 4000 Kranj, pisno ali ustno na zapisnik oziroma poslati priporočeno po pošti.

Datum izdaje: **3. 4. 2024**

#### Postopek vodil/-a:

Tomaž Jerala



**Direktor ELES, d.o.o.:**  
mag. Aleksander Mervar

**po pooblastilu:**  
Franc Trček, inž. el.



ELEKTRO GORENJSKA, d.d. kot lastnik elektroenergetske infrastrukture, preko katere bo predmetni objekt priključen na distribucijski sistem, se seznaja s pogoji tega soglasja za priključitev.

Datum: **3. 4. 2024**



**Predsednik uprave**  
ELEKTRO GORENJSKA, d.d.:  
dr. Ivan Šmon, MBA

**po pooblastilu:**  
Franc Trček, inž. el.



Vročiti po elektronski pošti:- alenka.mikolic@gek.si

- Arhiv

**Z elektriko povezujemo Gorenjsko.**



Družba je registrirana pri okrožnem sodišču v Kranju  
Osnovni kapital 104,136,615.39 EUR  
Matična številka 5175348000, ID številka za DDV SI20389264.

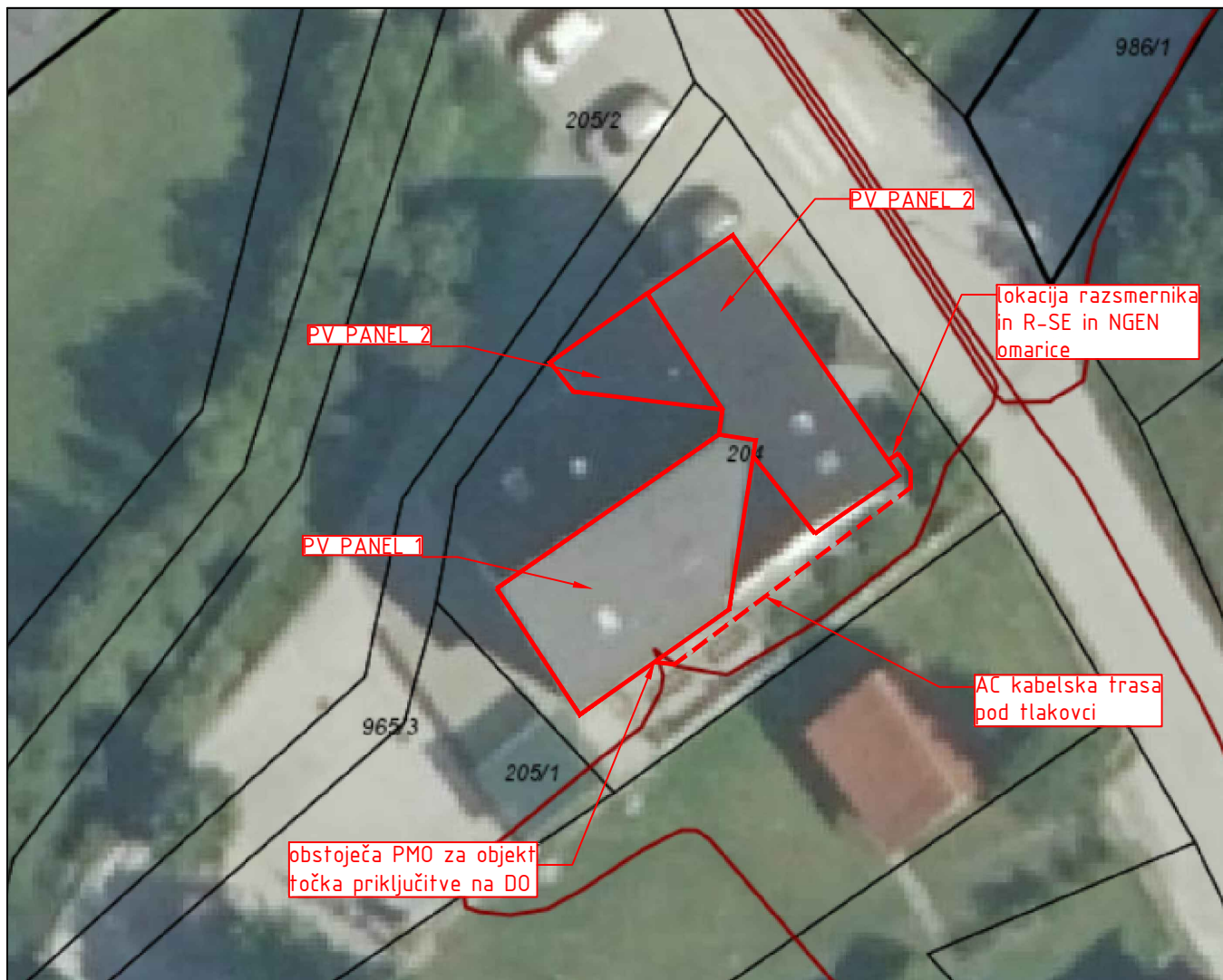




### **3/1.8 RISBE**

Št. risbe: Vsebina risbe:

1. Situacija
2. Blok shema SE OŠ PODLJUBELJ in povezave na DO
3. Enopolna shema SE OŠ PODLJUBELJ
4. Enopolna shema PMO in povezave na DO
5. Stikalni blok R-SE izgled in oprema
6. PV generator in razporeditev modulov na strehi objekta in ozemljitev podkonstrukcije
7. Ozemljitve in strel vod sončne elektrarne na strehi objekta
8. Enopolna shema TIGO komunikacije



SE OŠ PODLJUBELJ

PV PANEL 1 = 12 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

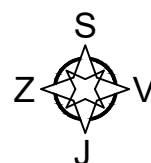
PV PANEL 2 = 5 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

PV PANEL 3 = 14 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

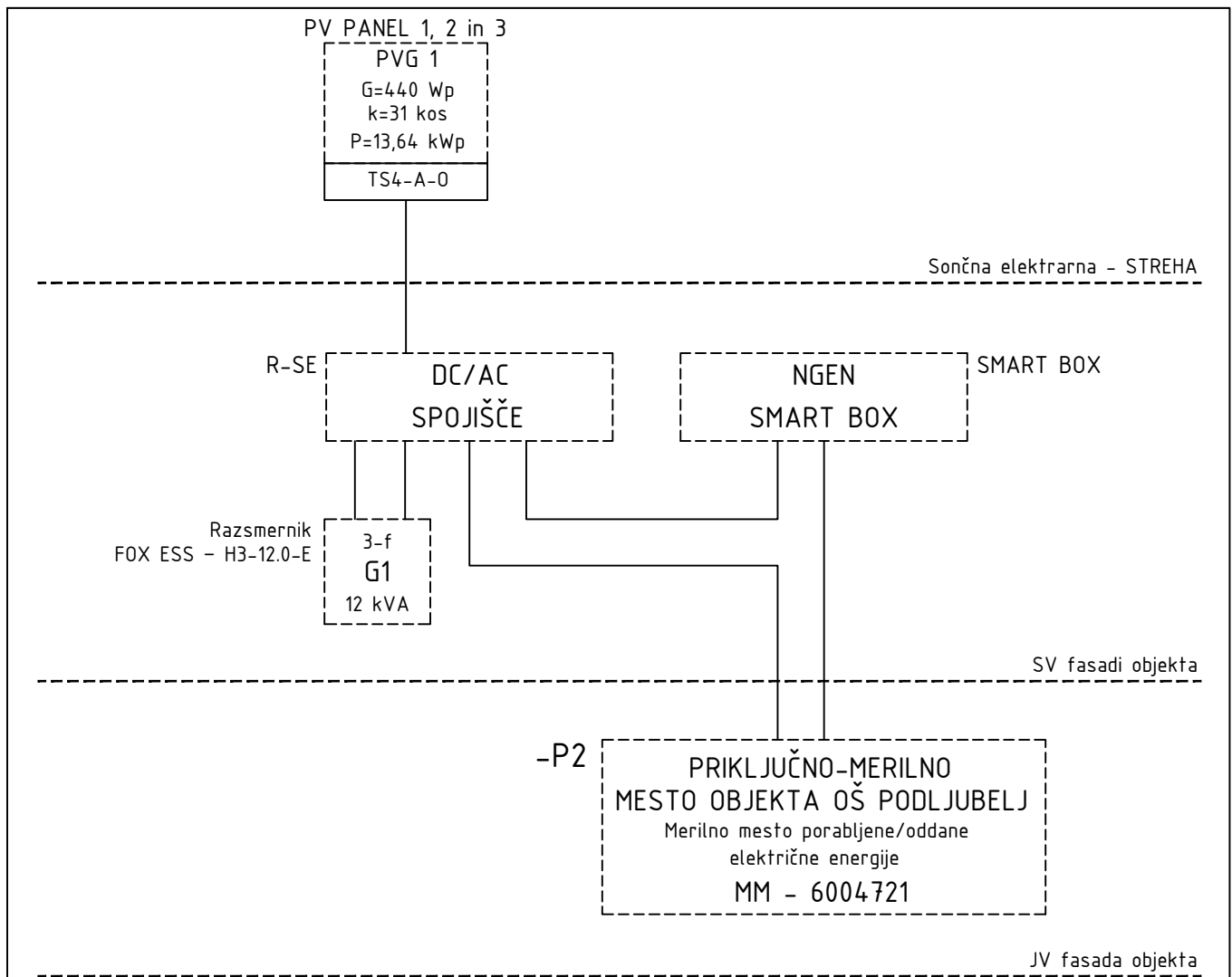
Pwgen = 31 kos x 440 Wp = 13,64 kWp

1x FOX ESS - H3-12.0-E	Pwgen = 13,64 kWp
S = 1x12 kVA	cos φ = 0,95
Pk = 12 kW	Ik = 20,72 A
I <sub>max</sub> = 1x20 A	
I <sub>max</sub> = 20 A	

PV PANEL 1	naklon	40°
12 modulov x 440 Wp	azimut	-35°
PV PANEL 2	naklon	40°
5 modulov x 440 Wp	azimut	55°
PV PANEL 3	naklon	40°
14 modulov x 440 Wp	azimut	-125°



investitor	Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič	objekt	SE OŠ PODLJUBELJ Podljubelj 107 4290 Tržič	parc.	204
				K.O.	2141 Podljubelj
projektant	Boštjan Ciber s.p.	datum izdelave	junij 2024		
odgovorni projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213	številka projekta	24-012		
projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213	številka načrta	SE-24-012/V1		
vrsta načrta	NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME	vrsta	PZI		
naslov risbe	Situacija	merilo	/		
		številka risbe	1		



SE OŠ PODLJUBELJ

PV PANEL 1 = 12 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

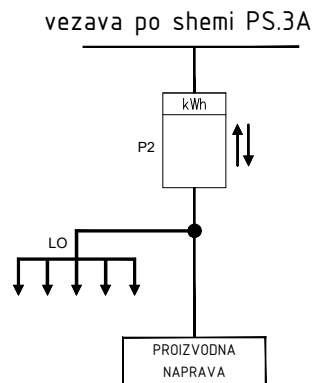
PV PANEL 2 = 5 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

PV PANEL 3 = 14 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

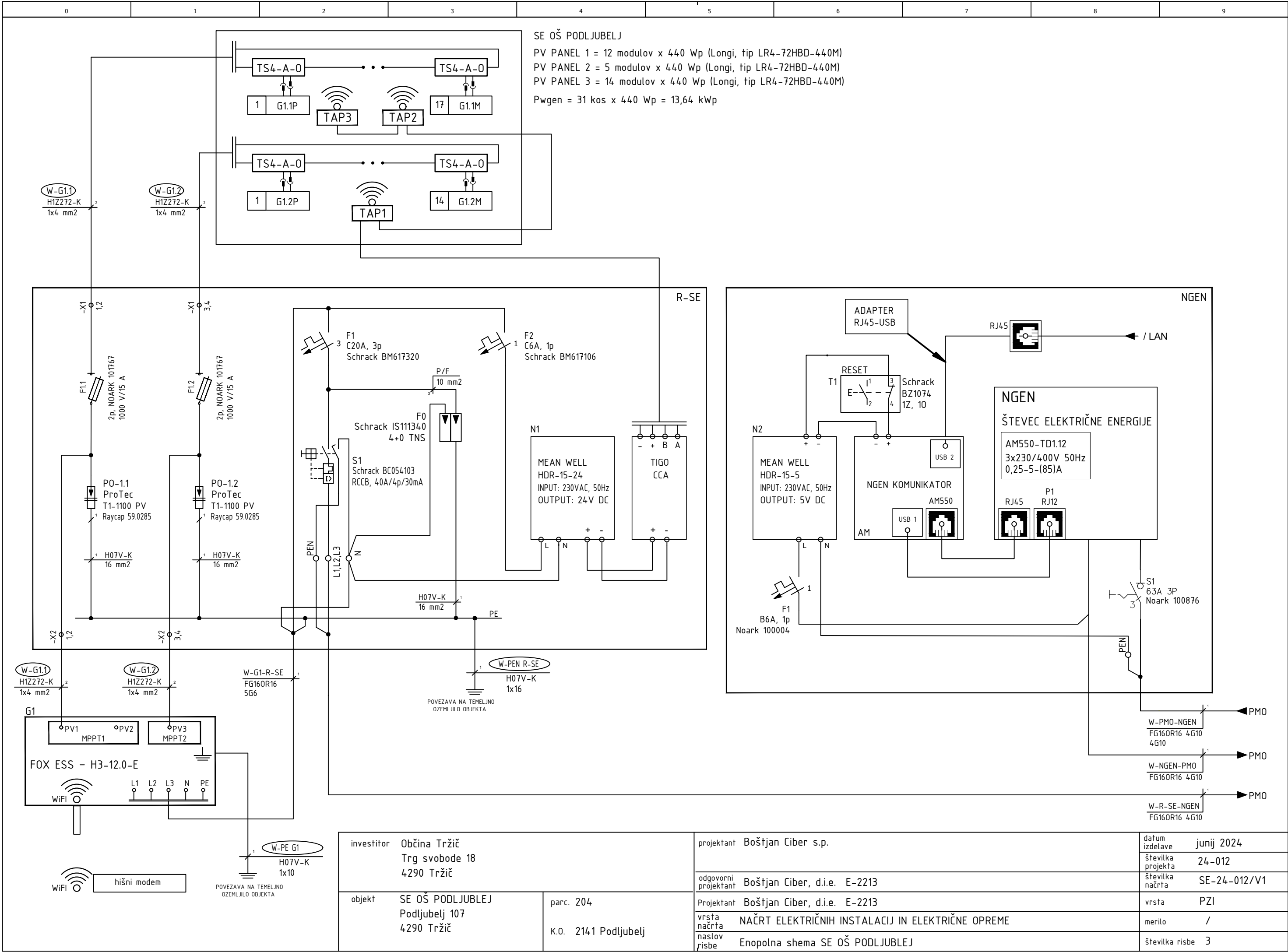
Pwgen = 31 kos x 440 Wp = 13,64 kWp

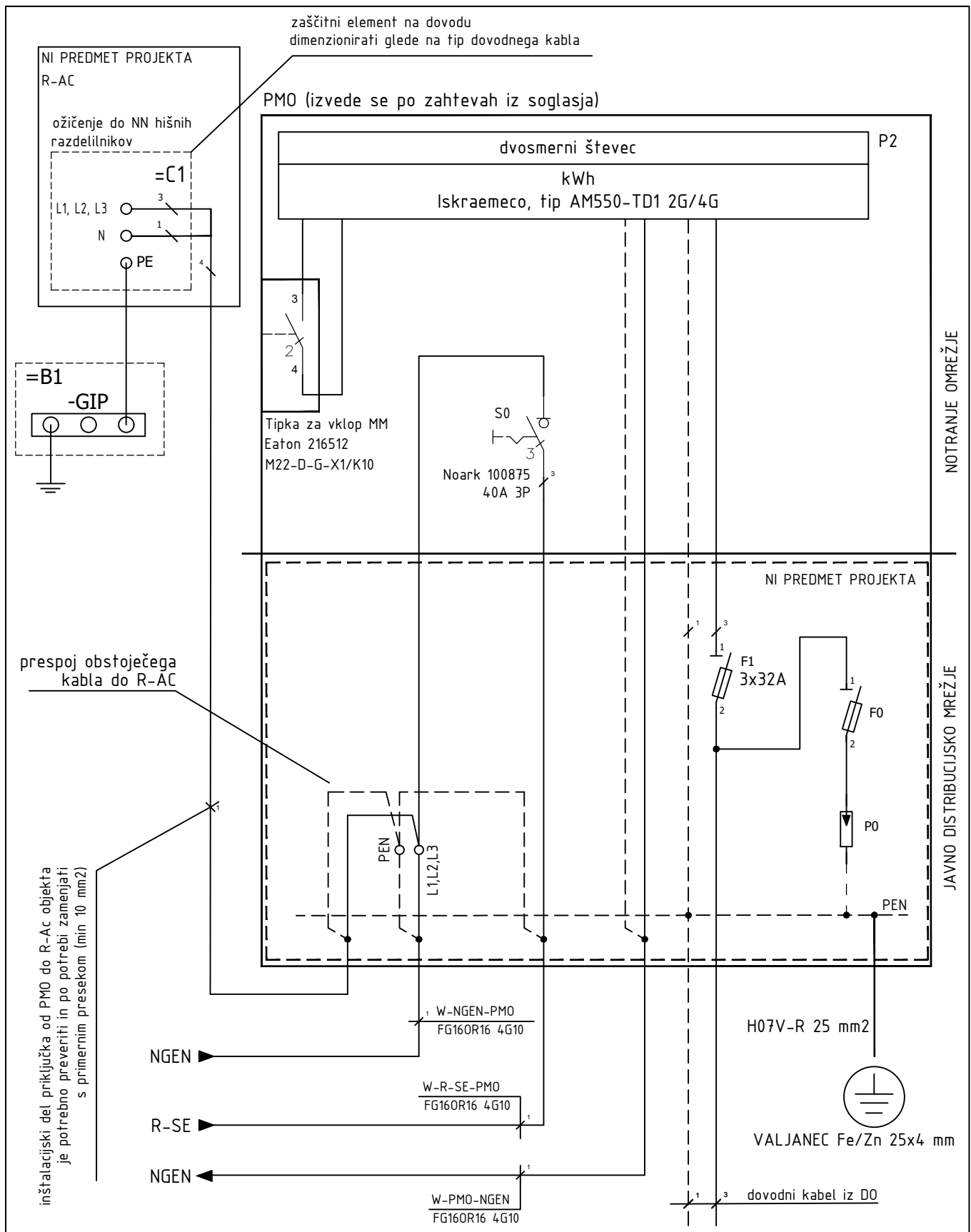
1x FOX ESS - H3-12.0-E S = 1x12 kVA Pk = 12 kW Imax = 1x20 A <u>Imax = 20 A</u>	Pwgen = 13,64 kWp cos φ = 0,95 Ik = 20,72 A
---	---

PV PANEL 1 12 modulov x 440 Wp	naklon 40° azimut -35°
PV PANEL 2 5 modulov x 440 Wp	naklon 40° azimut 55°
PV PANEL 3 14 modulov x 440 Wp	naklon 40° azimut -125°

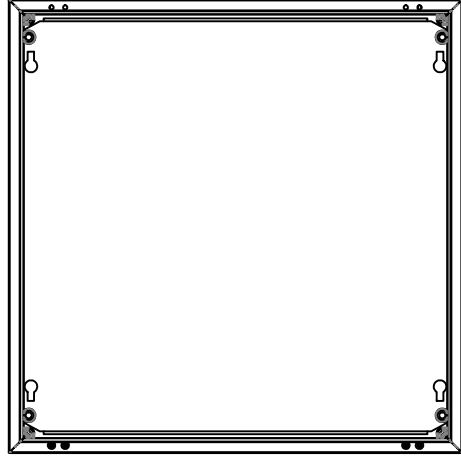


investitor	Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič	objekt	SE OŠ PODLJUBLEJ Podljubelj 107 4290 Tržič	parc.	204
				K.O.	2141 Podljubelj
projektant	Boštjan Ciber s.p.			datum izdelave	junij 2024
odgovorni projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka projekta	24-012
projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka načrta	SE-24-012/V1
vrsta načrta	NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME			vrsta	PZI
				merilo	/
naslov risbe	Blok shema SE OŠ PODLJUBLEJ in povezave na DO			številka risbe	2



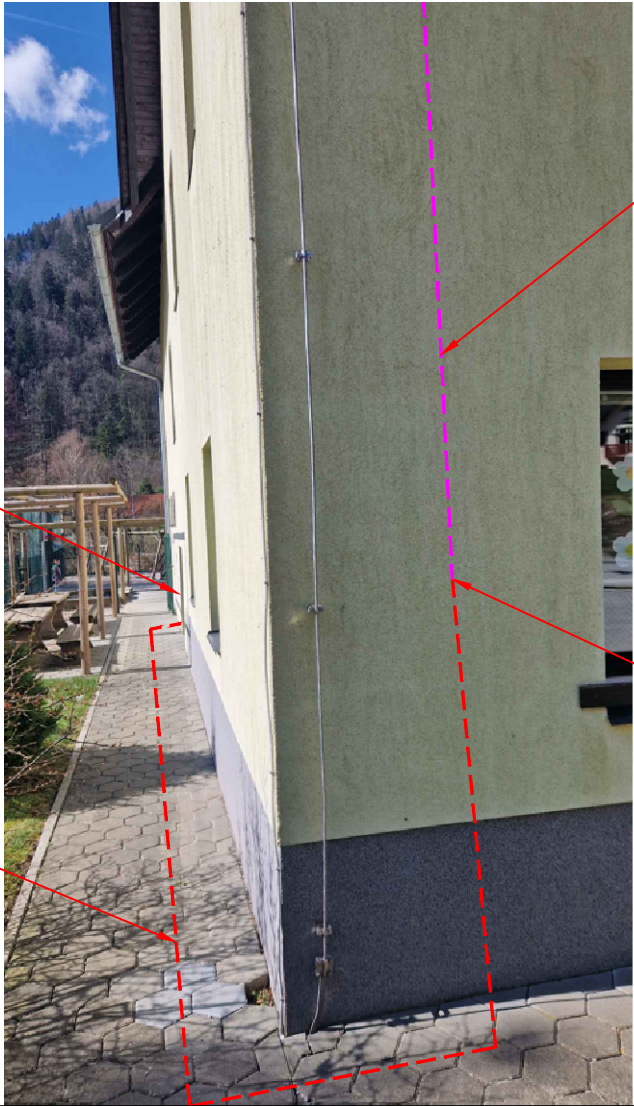
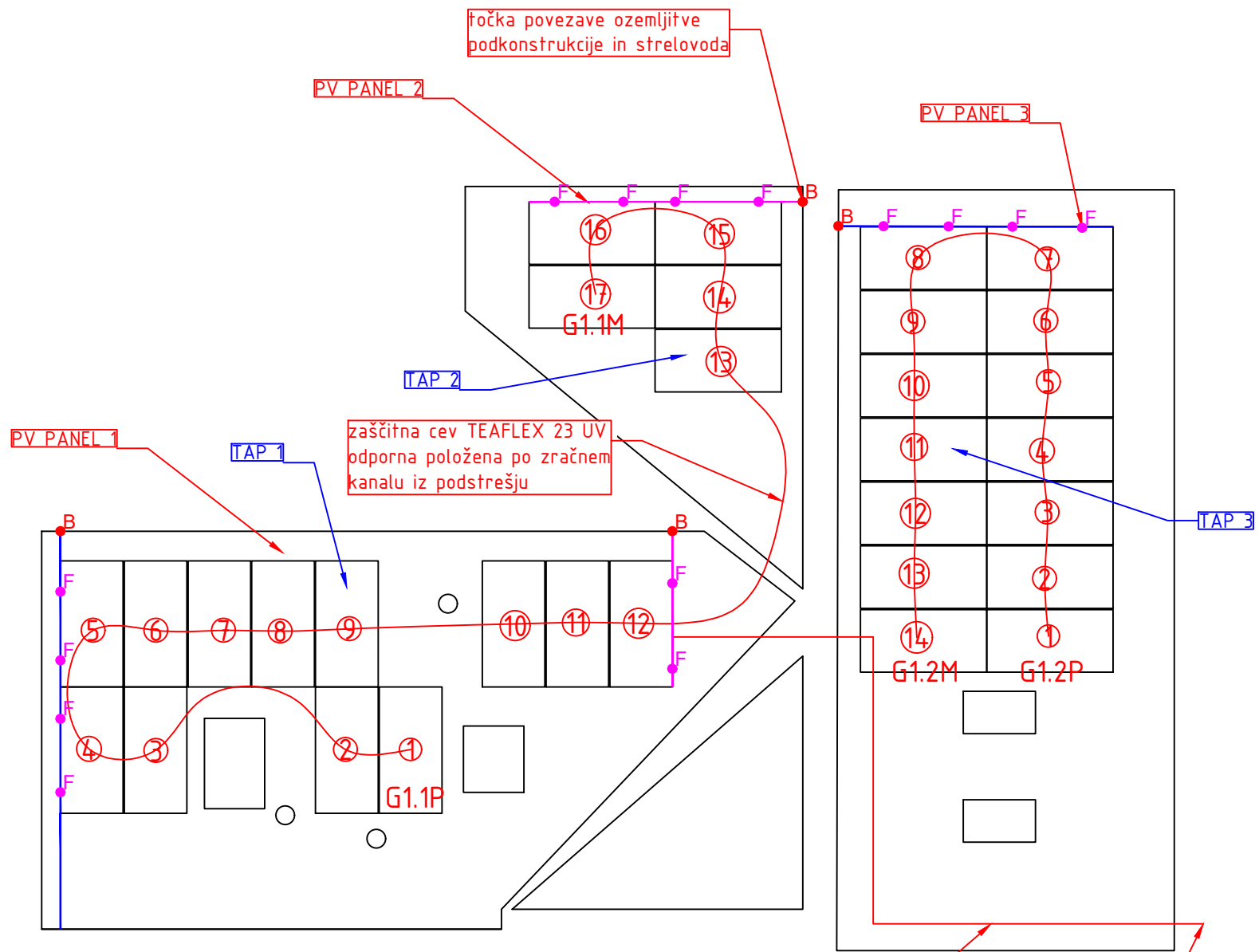


investitor	Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič	objekt	SE OŠ PODLJUBLEJ Podljubelj 107 4290 Tržič	parc.	204
				K.O.	2141 Podljubelj
projektant	Boštjan Ciber s.p.			datum izdelave	junij 2024
odgovorni projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka projekta	24-012
projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka načrta	SE-24-012/V1
vrsta načrta	NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME			vrsta	PZI
naslov risbe	Enopolna shema PM0 in povezave na DO			merilo	/
				številka risbe	4



investitor	Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič	projektant	Boštjan Ciber s.p.	datum izdelave	junij 2024
objekt	SE OŠ PODLJUBELJ Podljubelj 107 4290 Tržič	odgovorni projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213	števila projekta	24-012
		Projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213	števila nacrta	SE-24-012/V1
		vrsta	PZI	merilo	1:10
		vrsta nacrta	NACRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME	naslov risbe	Stikalni blok R-SE izgled in oprema
	parc. 204				
	K.O. 2141 Podljubelj				





obstoječa PMO za objekt  
točka priključitve na DO

AC kabelska trasa  
pod tlakovci  
v zaščitni cevi  
Stigmaflex fi 80

#### SE OŠ PODLJUBELJ

PV PANEL 1 = 12 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)  
PV PANEL 2 = 5 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)  
PV PANEL 3 = 14 modulov x 440 Wp (Longi, tip LR4-72HBD-440M)

Pwgen = 31 kos x 440 Wp = 13,64 kWp

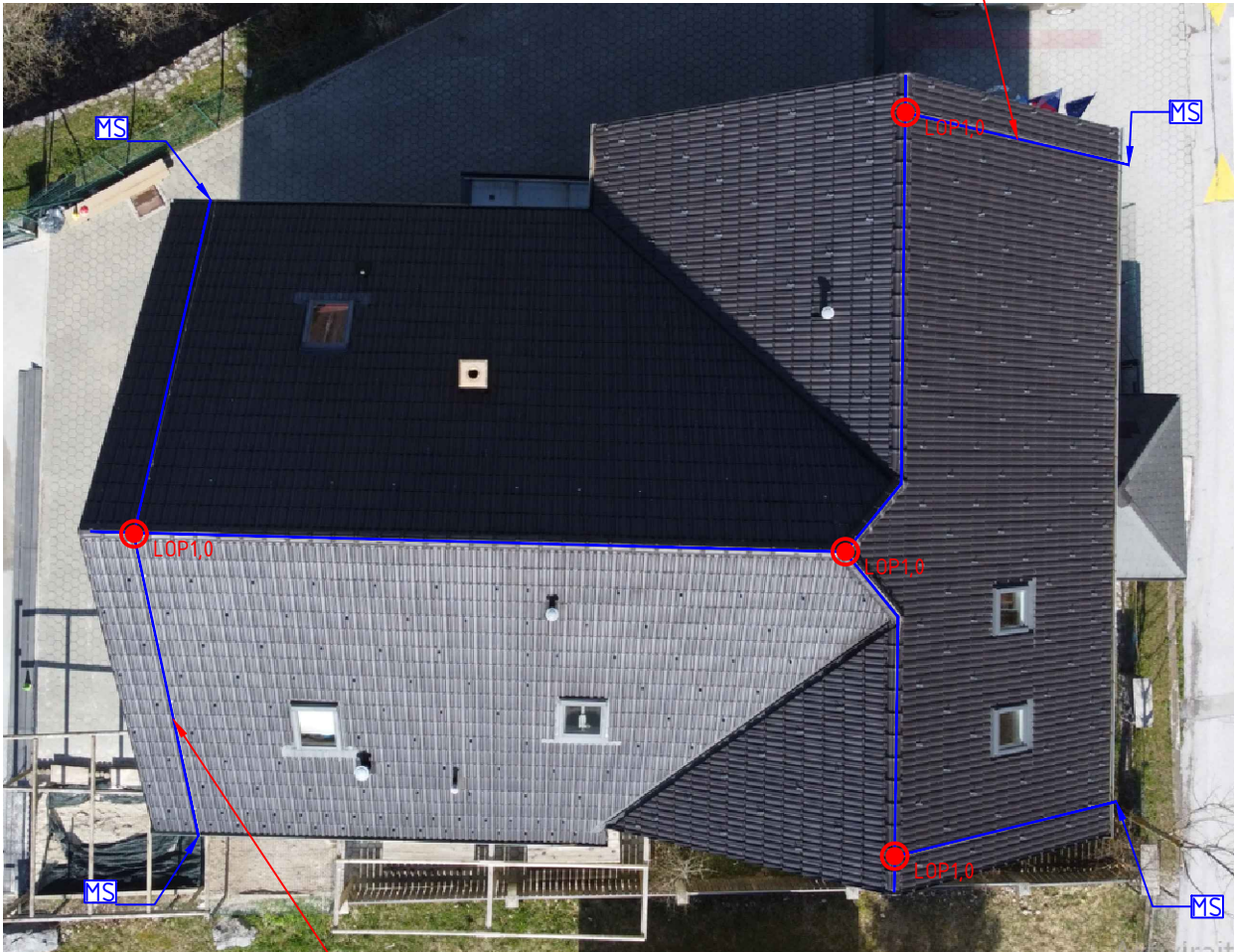
1x FOX ESS - H3-12.0-E	Pwgen = 13,64 kWp
S = 1x12 kVA	cos φ = 0,95
Pk = 12 kW	Ik = 20,72 A
Imax = 1x20 A	
Imax = 20 A	

PV PANEL 1	12 modulov x 440 Wp	naklon	40°
		azimut	-35°
PV PANEL 2	5 modulov x 440 Wp	naklon	40°
		azimut	55°
PV PANEL 3	14 modulov x 440 Wp	naklon	40°
		azimut	-125°

investitor	Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič	objekt	SE OŠ PODLJUBLEJ Podljubelj 107 4290 Tržič	parc.	204
				K.O.	2141 Podljubelj
projektant	Boštjan Ciber s.p.			datum izdelave	junij 2024
odgovorni projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka projekta	24-012
projektant	Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka načrta	SE-24-012/V1
vrsta načrta	NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME			vrsta	PZI
				merilo	1:100
naslov risbe	PV generator in razporeditev modulov na strehi objekta in ozemljitev podkonstrukcije			številka risbe	6



prestavi tev strelovoda na rob  
strehe in na podkonstrukcijo  
sončne elektrarne



prestavi tev strelovoda na rob  
strehe in na podkonstrukcijo  
sončne elektrarne

OPOMBA:

- izveden je neizolirni strelovodni sistem
- vsa podkonstrukcija je galvansko povezana z povezovalnimi profili
- vsi sklopi panelov so na vseh štirih robovih galvansko povezane z najbližjim strelovodom z Al žico

● LOP1,0    lovilna palica višine h=1,0m, LOP1,0

● B    KRIŽNI SPOJ Al zlitina Ø8 mm/Al zlitina Ø8 mm

● F    SPOJ NA KOVINO

— AL ZLITINA Ø 8 mm (obstoječi)

investitor Občina Tržič Trg svobode 18 4290 Tržič		objekt SE OŠ PODLJUBLEJ Podljubelj 107 4290 Tržič	parc. 204  K.O. 2141 Podljubelj
projektant Boštjan Ciber s.p.			datum izdelave junij 2024
odgovorni projektant Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka projekta 24-012
projektant Boštjan Ciber, d.i.e. E-2213			številka načrta SE-24-012/V1
vrsta načrta NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME			vrsta PZI
			merilo /
naslov risbe Ozemljitve in strelovod sončne elektrarne na strehi objekta		številka risbe 7	



