HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 96
1294 Višnja Gora

E: info@helium-energy.eu
W: www.helium-energy.eu

dokumentacija

PZI – PROJEKTNA DOKUMENTACIJA
ZA IZVEDBO GRADNJE

3/0 NAČRT ELEKTROTEHNIKE
FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA

naročnik / investitor

OBČINA TRZIN
Mengeška cesta 22
1236 TRZIN

objekt

FE ŠPORTNA DVORANA TRZIN
Mengeška cesta 22, Trzin

projektant

HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 69
1294 Višnja Gora

št. projekta

56/24

kraj in datum izdelave

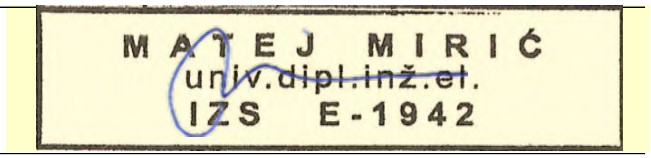
Višnja Gora, februar 2025

PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA

3 Načrt s področja elektrotehnike

3/1 Načrt elektrotehnike - fotonapetostna elektrarna

PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**FE ŠD TRZIN- FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA**
kratek opis gradnje	**Izgradnja nove fotonapetostne elektrarne za skupnostno samooskrbo na obstoječem objektu ŠD TRZIN, Mengeška cesta** 22**, Trzin**
vrsta gradnje	**NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA**
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI	
vrsta dokumentacije	**P**ZI **(projektna dokumentacija** za izvedbo gradnje**)**
številka projekta	56**/24**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**3 Načrt s področja elektrotehnike**
naziv načrta	**3/1 Načrt elektrotehnike - fotonapetostna elektrarna**
številka načrta	56**/24**
datum izdelave	JANUAR **2025**
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	**HELIUM PROJEKTI d.o.o.**
naslov	**Kriška vas 96, 1294 Višnja Gora**
odgovorna oseba projektanta načrta	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**IZS E-1942**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

PRILOGA 2C

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

PROJEKTANT NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	**HELIUM PROJEKTI d.o.o.**
naslov	**Kriška vas 96, 1294 Višnja Gora**
odgovorna oseba projektanta načrta	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**

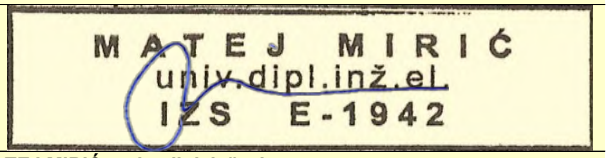
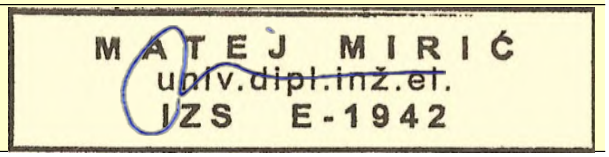
IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščeni strokovnjak	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**

IZJAVLJAVA:

da načrt

vrsta dokumentacije	**PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)**
strokovno področje načrta	**3 - načrt s področja elektrotehnike**
naziv načrta	**3/1 Načrt elektrotehnike - SE Stavba ŠD Trzin**
številka načrta	**2024 - 56**
datum izdelave	**JANUAR 2025**

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

pooblaščeni strokovnjak	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**IZS E-1942**
podpis pooblaščenega strokovnjaka	
odgovorna oseba projektanta načrta	**MATEJ MIRIĆ, univ. dipl. inž. el.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 96
1294 Višnja Gora
E: info@helium-energy.eu
W: www.helium-energy.eu

KAZALO VSEBINE NAČRTA

1. NASLOVNA STRAN NAČRTA

2. KAZALO VSEBINE NAČRTA

3. TEHNIČNO POROČILO

4. RISBE

Tipska priključna shema PS.3B	risba	E-1
Blok shema glavnega razvoda prikopa FE	risba	E-2
Enopolna shema priključno merilne omare PMO2	risba	E-3
Tripolna shema PMO2-PPM	risba	E-4/1
Tripolna shema PMO2-LM	risba	E-4/2
Tripolna shema RAC	risba	E-5
Tripolna shema RDC	risba	E-6/1
Tripolna shema RDC	risba	E-6/2
Tripolna shema RDC	risba	E-6/3
Izgled omare PMO2	risba	E-7/1
Izgled omare PMO2	risba	E-7/2
Izgled omare PMO2	risba	E-7/3
Izgled omare RAC	risba	E-7/4
Izgled omare RAC	risba	E-7/5
Izgled omare RDC	risba	E-7/6
Situacija - NN priklop	risba	T-1
Tloris strehe – postavitev fotonapetosntih modulov	risba	T-2

5. KONFIGURATOR POSTAVITVE

6. PRILOGE

Priloga 1	Tehnične karakteristike FV modul
Priloga 2	Tehnične karakteristike razsmernika

HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 96
1294 Višnja Gora
E: info@helium-energy.eu
W: www.helium-energy.eu

TEHNIČNO POROČILO

KAZALO

1. TEHNIČNI OPIS FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE 2
1.1. Splošno o projektu 2
1.2. Opis fotonapetostne elektrarne 2
1.3. Fotonapetostni generator 4
1.4. Fotonapetostni moduli 4
1.5. Razsmerniki 5
1.6 Optimizatorji 6
1.7. Kabelska povezava FV modulov 8
1.8. Konstrukcija za pričvrstitev modulov 8
2. PRIKLOP FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE NA NN OMREŽJE 10
2.1. Priključno mesto 10
2.2. Priključno merilna omarica PMO2 13
2.3. Kontrolni izračuni 15
3. Strelovodna naprava 20
3.1. Splošno 20
3.2. Izvedba strelovodne Instalacije 20
3.3. Lovilci 20

1. TEHNIČNI OPIS FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE

1.1. Splošno o projektu

Načrt električnih inštalacij in električne opreme (PZI) se nanaša na postavitev fotonapetostne elektrarne FE ŠPORTNA DVORANA TRZIN na parcelnih št. 119/63 (k.o. 1961 TRZIN). Investitor OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 Trzin, namerava fotonapetostno elektrarno postaviti na strehi obstoječega objekta ŠPORTNA DVORANA Trzin, na naslovu Mengeška cesta 22, Trzin.

Fotonapetostna elektrarna bo na javno nizkonapetostno (NN) omrežje priključena preko novega priključno merilnega mesta. Elektrarno bodo sestavljali fotonapetostni moduli in podkostrukcijski elementi, razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, za pretvorbo enosmerne napetosti in sinhronizacijo z omrežjem, zaščitni elementi in odklopniki na enosmerni in izmenični strani, merilno-priključno mesto ter osrednja kontrolna enota. Razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, in AC-stikalni blok bosta nameščena ob fasadi objekta, na prvem nivoju strehe, osrednja kontrolna enota bo nameščena ob objektu, v neposredni bližini omare PMO1.

Fotonapetostni moduli bodo pritrjeni/vijačeni na nosilno konstrukcijo, ki se bo nahajala na strehi objekta.

1.2. Opis fotonapetostne elektrarne

Fotonapetostni generator je sestavljen iz fotonapetostnih modulov, kateri svetlobno energijo sončnega obsevanja s pomočjo fotoefekta direktno pretvorijo v enosmerno električno napetost in tok. Omrežni razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, nato pretvori enosmerno napetost in tok v izmenično. Istočasno opravi še sinhronizacijo z javnim NN električnim omrežjem. Tako proizvedeno električno energijo preko števca električne energije pošiljajo v javno elektroenergetsko omrežje.

Fotonapetostna elektrarna z inštalirano močjo 121,38 kW bo nameščena na delu strehe objekta.

<u>Pri izvedbi strešne elektrarne je potrebno izvajalca še posebej seznaniti z naslednjim:</u>

- Na strehi ali kateri izmed nižjih streh je prepovedano lokalno odlaganje večje količine materiala; bodisi panelov ali obtežitve. Obtežbe definirane v statičnem izračunu ne smejo biti presežene,
- Pri izvedbi del na strehi je posebno pozornost potrebno nameniti varovanju strešne kritine, saj ima lahko preluknjana strešna hidroizolacija katastrofalne posledice v primeru zamakanja, ki lahko povzroči propad lesene konstrukcije. Svetujemo, da se med izvedbo elektrarne izvaja nadzor, po končanih delih pa se izvede pregled,
- Pred izvedbo elektrarne je potrebno v pregled in potrditev ponovno poslati izvedbeni načrt elektrarne.

Razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, ima na izmenični strani vgrajeno zaščito proti otočenju, ki jo sestavljajo:

- podnapetostna
- nadnapetostna
- podfrekvenčna
- nadfrekvenčna in
- impedančna zaščita

Za zaščito pred električnim udarom je vgrajena zaščita na diferenčni tok. Na enosmerni strani je vgrajena prenapetostna zaščita fotonapetostnega generatorja ter zemljostična zaščita.
Izmenična stran razsmernika bo priključena na javno električno omrežje na merilno ločilnem mestu, ki bo opremljeno skladno s soglasjem za priključitev podjetja Elektro Ljubljana, d .d..

1.3. Fotonapetostni generator

Fotonapetostni generator je sestavljen iz vzporednih vej (stringov) zaporedno vezanih fotonapetostnih modulov proizvajalca Trina Solar. Vzporedne veje so povezane na posamezne vhode razsmernika, označeni z Rx.INy, pri čemer je x zaporedna številka razsmernika, y pa zaporedna številka vhodnega stringa. Razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, se nahaja ob fasadi objekta v neposredni bližini AC stikalnega bloka RAC. Povezave in preseki kablov so prikazani v detajlnih vezalnih shemah.

Spodnje tabele prikazujejo izvedbo generatorja po razsmerniku R1.

Razsmernik	DC vhod	Število modulov v stringu	Skupna moč stringa (W)	STC Uoc Stringa (V)
R1	01	31	15.810	1.258,60
	02	31	15.810	1.258,60
	03	28	14.280	1.136,80
	04	0	0	0
	05	32	16.320	1.299,20
	06	32	16.320	1.299,20
	07	0	0	0
	08	0	0	0
	09	28	14.280	1.136,80
	10	28	14.280	1.136,80
	11	28	14.280	1.136,80
	12	0	0	0

Razsmernik	Stringov	Modulov	Pinst
R1	8	238	121,38 kW
SKUPAJ	**8**	**238**	**121,38 kW**

1.4. Fotonapetostni moduli

Osnovna komponenta fotonapetostne elektrarne so moduli iz silicijevih polkristalnih celic kot npr. proizvajalca Trina Solar TSM-510NEG18R.28, katerih osnovna specifikacija je prikazana v spodnji tabeli, podrobnejši tehnični podatki pa v prilogi 1.

Tabela: Specifikacija modula Trina Solar TSM-510NEG18R.28:

Tip sončnih celic	Monokristalne
Maksimalna moč (P_{max})	510 W

Napetost odprtih sponk (Uoc)	40,6 V
Napetost v točki maksimalne moči (U_{mpp})	33,7 V
Tok kratkega stika (Isc)	15,93 A
Tok v točki maksimalne moči (Impp)	15,14 A
Učinkovitost modula	22,90 %
Dolžina x širina x debelina	1961 mm x 1134 mm x 30 mm
Teža	23,5 kg

1.5. Razsmerniki

Omrežni razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, pretvarja enosmerno napetost, katero proizvedejo PV moduli, v izmenično napetost sinusne oblike, katera je sinhronizirana z napetostjo v javnem električnem omrežju. Delovanje razsmernika, kot npr. Solaredge SE100K, je popolnoma avtomatizirano. Takoj, ko PV moduli generirajo dovolj moči za paralelno delovanje z omrežjem, kontrolna enota razsmernika sproži sinhronizacijo z omrežjem in pošiljanje energije vanj. Za začetek obratovanja je običajno dovolj že 10 - 15 W moči PV generatorja.

Razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, med delovanjem stalno sledi točki največje moči PV generatorja (MPPT - Maximum Power Point Tracking). Ko ob mraku ni več zadostne moči PV generatorja, se razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, avtomatično odklopi od omrežja in se ugasne. Kontrolna enota razsmernika, kot npr. Solaredge SE100K, se napaja direktno iz PV generatorja, zato ponoči ne porablja nobene energije za delovanje.

V razsmerniku, kot npr. Solaredge SE100K, so vgrajene zaščitene funkcije za avtomatski odklop od javnega električnega omrežja v primeru:

- previsoke ali prenizke napetosti omrežja
- previsoke ali prenizke frekvence omrežja
- spremembe impedance omrežja
- prevelik diferenčni tok
- injiciranje enosmernega toka v omrežje

Uporabljen bo razsmernik proizvajalca SolarEdge, tip SE100K.

Razsmerniki, kot npr. Solaredge SE100K , so izdelani v skladu z veljavnimi standardi in temu primerno označeni (oznaka CE), spodnje tabele prikazujejo osnovne karakteristike, podrobnejši tehnični podatki pa v prilogi 2 P2_ Razsmernik.pdf.

Tabela: Karakteristika razsmernika Solaredge SE100K:

Vhodna stran (DC)

Največja vhodna moč ($P_{DC, max}$)	175.000 W
Največja vhodna napetost ($U_{DC, max}$)	1000 V
Razpon napetosti sledenja (Umpp)	680 V ~ 1,000 V
Največji vhodni tok ($I_{DC, max}$)	3x48,25 A
Število vhodnih vej	12
Število MPP sledilcev	12
Izhodna stran (AC)	
Nominalna izhodna navidezna moč (S_{AC} nom)	100.000 kVA (415 V @ 50 °C)
Največji izhodni tok	3 x 145,0 A
Faktor moči pri nazivni moči	> 0.99
Nastavljiv faktor moči	0,8 vodilni – 0,8 zaostajajoči
Nominalna izhodna napetost (U_{AC}, nom)	400 – 480 V 3 / N / PE, 400 V
Nazivne frekvenca omrežja	50 Hz
Izkoristek pretvorbe	98,3 %
Izkoristek pretvorbe (Euro ETA)	98,0 %
Zaščite - DC stran	
Nadzor napake niza	da
Integrirana prenapetostna zaščita	da
Zaznavanje izolacijske upornosti	da
Zaščita proti napačni priključitvi	da
Zaščite – AC stran	
Prenapetostna zaščita	da
Zaščita pred kratkim stikom	da

1.6 Optimizatorji

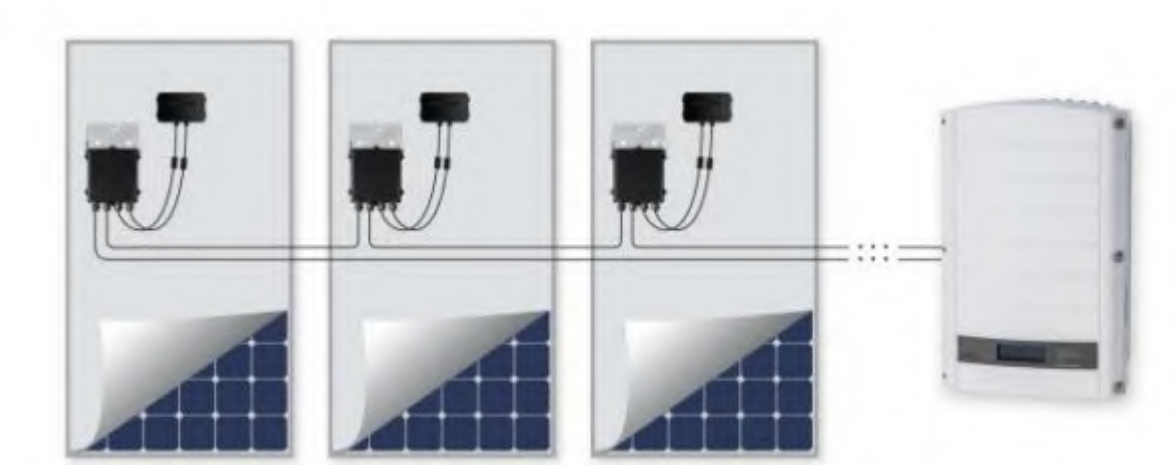
Optimizator je DC/DC pretvornik, namenjen optimizaciji električne energije in ostalih veličin. Naprava uravnava napetost in tok posameznih priklopljenih PV modulov, preden spusti to energijo v vejo – string, zato se zelo dobro obnese tudi v primerih senčenja, saj tako prepreči nedelovanje celotne veje.

Monitoring nam omogoča vmesnik, kateri je vgrajen v razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K. Za oddaljen dostop do meritev uporabimo LAN povezavo.

Poleg izboljšanja učinkovitosti delovanja optimizator deluje tudi kot požarni odklopnik, saj v primeru kakršnekoli okvare na PV modulu prekine povezavo med njima, še vseeno pa omogoči celotni veji, da proizvaja električno energijo. V takem primeru imamo lahko produkcijo, kljub temu da je PV modul v okvari. Optimizatorje S1000 vežemo po sistemu 1 optimizator - 2 modula.



Slika 2: Optimizator SolarEdge S1000



Slika 3: Vezava S1000 optimizatorjev

1.7. Kabelska povezava FV modulov

Povezava fotonapetostnih modulov se izvede s kablom H1Z2Z2-K 1x6,0 mm2. Tehnične karakteristike so podane v prilogi 3 "P3_KBE_Solar.pdf". Vsi DC kabli morajo zadostit pogojem za požarno varnost FG21M21PV20.

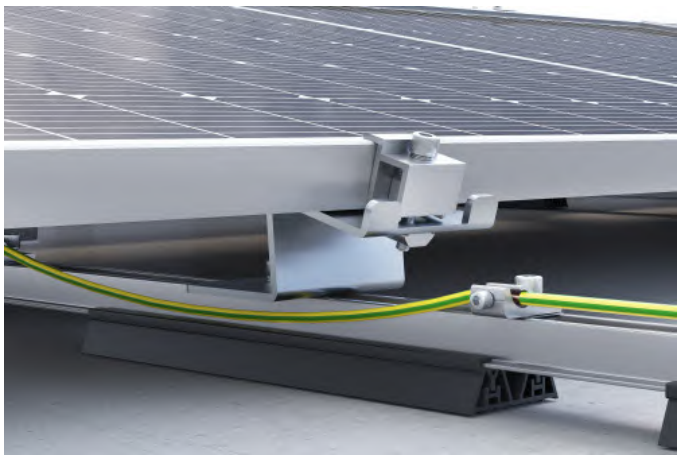
Zaradi gorljive strešne podlage morajo biti solarni kabli nameščeni v ognjevarnih kabelskih policah oziroma v kabelskih policah, ki so od strešne konstrukcije fizično ločene. Fizična ločitev se zagotovi z uporabo balastnih kock ali drugih negorljivih podpornih elementov, ki preprečujejo neposreden stik kabelskih polic s strešno površino.

1.8. Konstrukcija za pričvrstitev modulov

PV module na streho pritrdimo z vijačenjem aluminijaste konstrukcije kot npr. Tehnosol, katera je prilagojena izbrani strehi. Konstrukcija je narejena tako, da v nobenem primeru ne omejuje funkcionalnosti strehe oz. strešne kritine. Vsa podkonstrukcija je iz aluminijastega materiala, vezni elementi so iz nerjavečega jekla (podložke, matice, vijaki ...).

Za izdelavo načrta podkonstrukcije moramo zbrati natančne meritve strehe, pripraviti načrt strehe in nato vnesemo zbrane podatke v orodje, katero nam izračuna optimalno konfiguracijo konstrukcije (v našem primeru smo uporabili orodje Tehnosol calculator). Kalkulator glede na vhodne podatke števila modulov ter polja postavitve modulov (razvidno iz priloge…), oblikuje optimalno postavitev konstrukcije in izpiše vse elemente konstrukcije v obliki kosovnice.

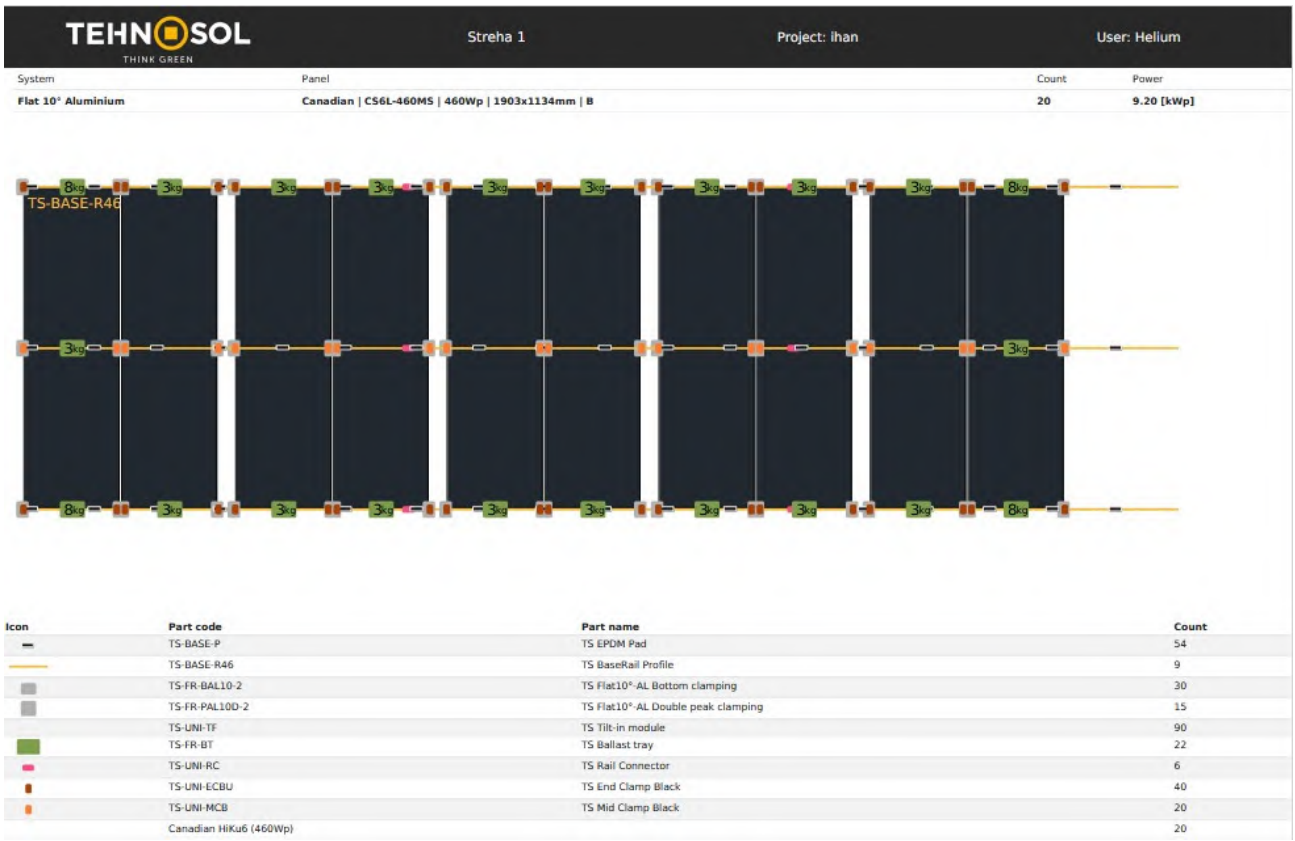
Streha obravnavanega objekta je ravna. Za ta tip kritine smo izbrali podkonstrukcijo proizvajalca Tehnosol BaseRail Flat 10°-AL System. Podkonstrukcijo BaseRail Flat 10°-Al System položimo na ravno streho tako, da pod vsak dvižni element nosilne konstrukcije modulov vstavimo gumijasto podlogo TS EPDM Pad, da je TS Base Rail dvignjen od površine strehe. Na TS Base Rail privijačimo dvižne elemente za pričvrstitev modulov (TS Flat 10°AL Bottom clamping, TS Flat10°AL Double Peak clamping). Module nato s pomočjo sponk (TS End Clamp, TS Mid Clamp), pričvrstimo na privijačene dvižne elemente. TS Base Rail povezujemo z TS Rail Connector, da dobimo željeno dolžino, glede na polje modulov.



Slika 4: Primer dvižni element spodnji + EPDM



Slika 5: Primer TS Base Rail Flat 10°-AL System



Slika 6: Primer nosilnih elementov za ravne strehe

2. PRIKLOP FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE NA NN OMREŽJE

2.1. Priključno mesto

Priključno mesto je mesto, na katerem je interno omrežje odjemalca priključeno na distribucijsko omrežje. Zaščitni ukrep pred električnim udarom mora biti prilagojen TN sistemu napajanja.

Obravnavani objekt je priključen na distribucijsko omrežje preko obstoječega merilnega mesta, ki se nahaja v obstoječi priključno merilni omarici ob objektu(PMO1).

Priklop nove fotonapetostne elektrarne bo izveden z umestitvijo nove priključne omarice PMO2, ki bo priključena na obstoječo priključno merilno omarico PMO1. PMO2 se bo nahajala poleg obstoječe PMO1 omare.

Vodniki, ki bodo potekali po objektu, morajo izpolnjevati zahteve razreda požarne varnosti najmanj Cca-s1,d2,a1 v skladu z veljavno zakonodajo in standardi.

PMO1 DO PMO2:

- NYY-J 4x150,0 mm2, jakost omejevalca toka 3 x 225 A

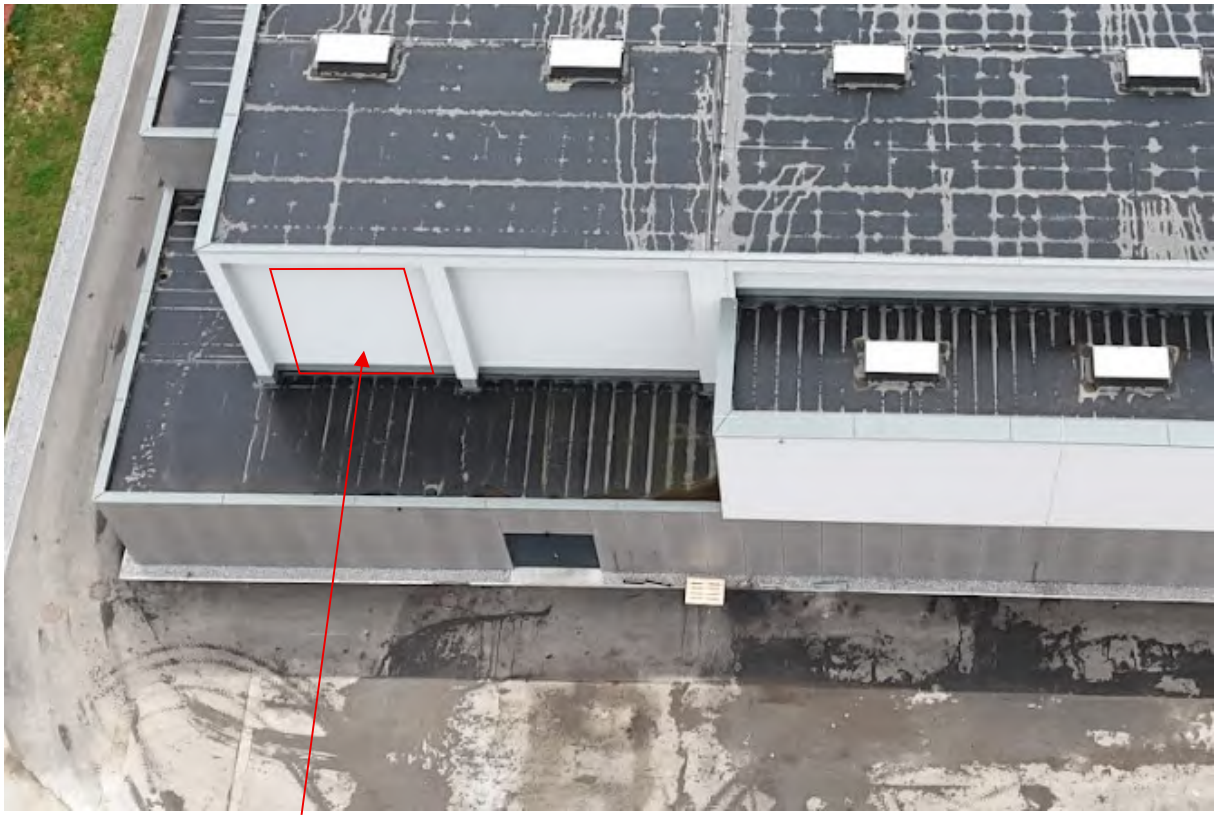
Nova PMO2 bo izvedena po tipski priključni shemi PS.3B in bo nameščena na stalno dostopnem mestu ob objektu.
Razsmernik fotonapetostne elektrarne, kot npr. Solaredge SE100K, bo priključen preko novega AC stikalnega bloka PMO2 na javno električno omrežje.

Razsmerniki, kot npr. Solaredge SE100K, se ne smejo nameščati neposredno na lesene gradbene elemente ali druge gorljive materiale. Med gorljiv material in razsmernik je treba namestiti negorljivo toplotno izolirno ploščo ustrezne debeline, ki naj na vseh straneh sega vsaj 1,0m preko robov razsmernika. Ustrezna je npr. 15mm debela plošča iz kalcijevega silikata ali suho montažna plošča s primerljivo izolativnostjo.

Na fasadi, ki ni ognjeodporna, se vodniki vodijo v zaprtih kabelskih policah, ki preprečujejo širjenje ognja (npr. kot Otto Bettermann PYROLINE® Rapid PLM). Lahko se uporabi kabelska polica, oblečena s fasadnimi ploščami.



Slika 7: Kabelska polica, oblečena z negorljivimi fasadnimi ploščami.



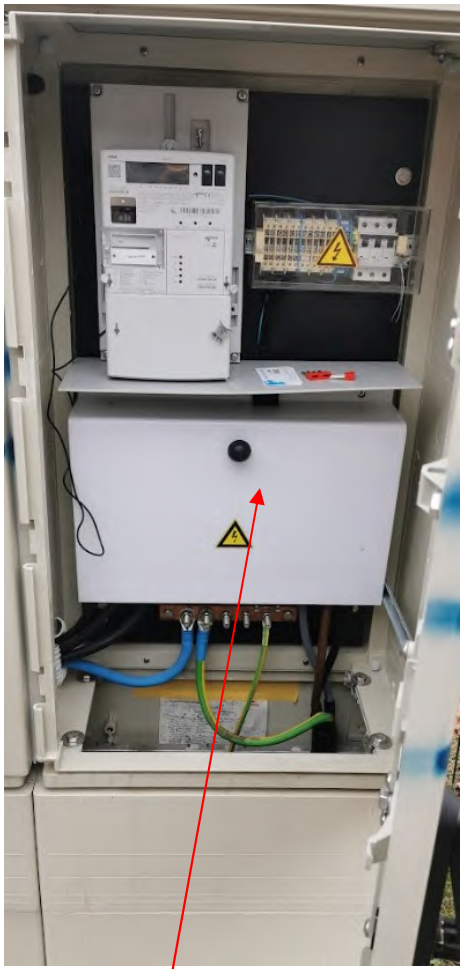
Slika 8: Stojalo z razsmernikom ter RDC in RAC omaro je nameščeno ob severni steni objekta.

Razsmernik, kot npr. Solaredge SE100K, RDC omara in RAC omara bodo nameščeni na kovinskem stojalu, barvanem v barvo fasade objekta. Stojalo bo postavljeno tik ob fasado objekta. Na stiku med fasado in stojalom bo nameščena ognjevarna zaščitna plošča iz kalcijevega silikata debeline 15 mm

(npr.kot Aquafire). Plošča sega najmanj 1,0 m preko robov razsmernika ter RDC in RAC omare na vseh straneh.



Slika 9: Primer stojala za razsmernik, RDC in RAC omaro.



Slika 10: Priključno mesto v PMO1 na obstoječe šine.

2.2. Priključno merilna omarica PMO2

V PMO2 je predvidena avtomatika za delovanje napetostno, frekvenčne in impedančne zaščite. Vezave so razvidne iz enopolnih in tripolnih shem.

V razdelilni omari PMO2 je predviden rezervni prostor za kasnejšo nadgradnjo sistema z baterijskim hranilnikom električne energije (HEE). Na glavnem odklopniku se izvede podaljšanje bakrenih zbiralk, namenjene priklopu dodatnega izvodnega vodnika. V omari so pripravljene tudi dodatne uvodne stigmaflex cevi za razširitev sistema z HEE. Konstrukcija in razporeditev elementov v omari omogočata vgradnjo dodatnih komponent brez posegov v obstoječo instalacijo.

V PMO2 omarici so predvidene zaščitne naprave, ki bodo v primeru izpada omrežne napetosti ali v primeru nepravilnega delovanja sončne elektrarne (SE) izklopile električno napetost iz omrežja. Kontrolnik napetosti ima funkcijo, da v primeru izpada ali zmanjšanja napetosti ene, dveh ali vseh treh faz izključi kontaktor in s tem loči SE od omrežja.

Merilno mesto sestavljajo:

- polindirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo s komunikacijskim vmesnikom - CM-LTE-3 za odjemalce in proizvajalce
- tokovni transformator r. 0,5 za vgradnjo v omrežje nazivne napetosti 230/400 V s prestavnim razmerjem 200/ 5 A
- napetostna zaščita merilnega mesta
- zaščita proti asimetriji

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. Instrumenti obračunskega mesta so nameščeni v omarici, ki je dostopna SODO.

Ločilno mesto zagotavlja zanesljivo ločitev generatorja od javnega omrežja od distribucijskega omrežja v vseh obratovalnih primerih, ko bi lahko nekontrolirana oddaja energije v javno omrežje povzročila gmotno škodo, ali ogrozila delo na napravah izven elektrarne. S tem se ob nekontrolirani oddaji električne energije prepreči morebitno gmotno škodo na distribucijskem omrežju. Ločilno stikalo predstavlja nizkonapetostni kompaktni odklopnik.

Kontrolnik napetosti zaznava prisotnost vseh treh faznih napetosti. V kolikor ena od faz ni več prisotna, kontrolnik reagira in preko kontaktorja loči SE od omrežja. Ta zaščita preprečuje vklop SE v omrežje, ča na omrežju ni prisotna napetost.

Varovalčno podnožje v katerega so vstavljeni varovalčni vložki predstavlja pretokovno zaščito.
Vsak eno-, dvo- ali tripolni upad ali izpad napetosti javnega omrežja, na katerega je elektrarna priključena, povzroči izklop odklopnika na ločilnem mestu. Po vzpostavitvi normalnega stanja na omrežju se odklopnik avtomatsko vključi.

Ločilno mesto sestavljajo:

- tripolni varovalčni ločilnik NV za vzpostavitev breznapetostnega stanja in vidno ločitev elektrarne od omrežja
- kompaktni odklopnik s motorskim pogonom
- napetostni nadzorni rele (L1-L2-L3-N)
- prenapetostni odvodniki razreda I 3+0 440/12,5
- PEN zbiralka PK 630/0,
- tipska distribucijska ključavnica

2.3. Kontrolni izračuni

Sistem napajanja električne instalacije

Za fotonapetostno elektrarno - AC stran je izveden TN-C sistem napajanja glede na ozemljitev električne instalacije, kar pomeni:

- nevtralna točka sistema električnega napajanja je direktno ozemljena v transformatorski postaji. V isti točki so s pomočjo zaščitenih vodnikov PE ali PEN (rumeno zelene barve) ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja električnih naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd.).
- vsi zaščitni vodniki so dodatno ozemljeni pri vhodu električne instalacije v zgradbo (glavno izenačenje potencialov).
- zaščitni vodnik PE poteka ločeno od nevtralnega vodnika N , če je presek vodnikov manjši od 10mm2, sicer pa sta oba vodnika združena v skupni PEN vodnik.

Izračun končnih moči in dovodnih kablov

Pri izračunu končnih moči in končnih tokov razdelilnika upoštevamo vrsto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti, obremenitve ter izkoristka motorjev. Pri napajalnih razdelilnikih pa upoštevamo vsoto končnih moči napajanih razdelilnikov in ocenjeni faktor prekrivanja:

$$Pk = \frac{Pi * f1 * f2}{\eta} \qquad Pk = fp * \sum Pk \qquad Ik = \frac{Pk * 1000}{U * \cos\phi * \sqrt{3}}$$

Pk (kW)….konična (nazivna) moč razdelilnika ali napajalnega razdelilnika
Pi (kW) ….instalirana moč
fi ….faktor istočasnosti
fo ….faktor obremenitve
η ….izkoristek motorjev
fp ….faktor prekrivanja
Ik (A) ….konični tok
cos Φ ….faktor moči
U (V) ….nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom , je določen glede na konični tok in selektivnost varovanja. Presek kabla je določen po IEC 346-523/1983 v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Skladno z TSG-N-002:2021 pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

$Ik \leq In \leq Iz$
in
$I2 \leq Iz * 1.45$
oziroma

$$In \leq \frac{1,45 * Iz}{k}$$

Vrednost za k po standardu IEC 269-2 znašajo:
k = 2, 1 za varovalke 2 in 4 A
k = 1.9 za varovalke 6 in 1 0 A
k = 1.6 za varovalke 16 A in več
k = 1.45 za instalacijske odklopnike

In (A) ….nazivni tok zaščitne naprave
Iz (A) ….trajno zdržni tok kabla
12 (A) ….pogojni stalilni (preizkusni) tok
k ….faktor

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele moči in dovodov.

Pri vodnikih prereza nad 6mm2 preverimo, če je odklopni čas zaščitne naprave manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature vodnika.

Čas v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do dopustne mejne temperature, izračunamo približno po formuli:

$$\sqrt{t} = k * \frac{A}{I}$$

kjer so:

A - prerez v mm2,
t - trajanje v (s),
I - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v (A),
k - 115 za bakrene vodnike s PVC izolacijo

Odklopni časi zaščitnih naprav, pri danem kratkem stiku, so vzeti iz diagramov proizvajalca.

Izračunana časa sta prikazana v tabeli zaščite.

Tabela: Kontrola preseka kabla

PRIKLJUČNO MESTO			**PMO1**	**PMO2**	**RAC**
PORABNIK			**PMO2**	**RAC**	**R1**
NAZIVNA NAPETOST	Un	V	400	400	400
PRIKLJUČNA MOČ	**Pm**	**kW**	**133.20**	**133.20**	**110.00**
cos fi	fi		0.95	0.95	0.95
Izkoristek η	ni		0.98	0.98	0.98
NAZIVNI TOK PORABNIKA	**In**	**A**	**206.51**	**206.51**	**170.54**
NAZIVNI TOK VAROVALKE	**Ibc**	**A**	**225.00**	**225.00**	**200.00**
Dolžina tokokroga	l	m	5.00	70.00	3.00
Material vodnika			Cu	Cu	Cu
Izolacija vodnika			PVC	XLPE	XLPE
Tip napeljave			D	D	B
PRESEK FAZNEGA VODNIKA	**Sf**	**mm2**	**150.00**	**120.00**	**70.00**
Presek nevtralnega vodnika	So	mm2	150.00	120.00	70.00
Nazivna tokovna obremenitev kabla	Iz	A	278.00	287.00	246.00
Korekcijski faktor temperature	f_T		0.95	0.95	0.95
Korekcijski faktor polaganja	f_P		0.90	0.90	0.90
Število kablov			1x	1x	1x
VRSTA KABLA			NYY-J 4x150mm2	FG16OM16-J 4x120mm2	FG16OM16 5x70mm2
TRAJNI ZDRZNI TOK KABLA (napeljave)	**Itz**	**A**	**237.69**	**245.39**	**210.33**
TOK DELOVANJA ZAŠČITE	I2	A	360.00	360.00	320.00
I'z x 1,45		A	344.65	355.81	304.98
IMPEDANCA DO RAZDELILNIKA	Zo	ohm	0.400	1.01	1.01
IMPEDANCA OD R DO PORABNIKA	Z1	ohm	0.001	0.02	0.00
SKUPNA IMPEDANCA	Zsk	ohm	0.401	1.03	1.01
IMPEDANCA KRATKOSTIČNE ZANKE	Zk	ohm	0.201	0.52	0.51
TOK OKVARE	Ia	A	1266.40	492.87	502.28
ODKLOPNI ČAS	t	s	0.10	0.10	0.10
PADEC NAPETOSTI DO R	u1	%	0.05	0.05	0.05
PADEC NAPETOSTI OD R DO PORABNIKA	u2	%	0.05	0.87	0.05
SKUPNI PADEC NAPETOSTI	u	%	0.10	0.92	0.10
KONTROLA PRESEKA	Smin	mm2	0.11	0.04	0.04

Iz tabele vidimo, da velja:	Ib < In	DA	DA	DA
Ib < In < I'z; I2 < I'z x 1,45	In < I'z	DA	DA	DA
kabli so pravilno izbrani	I2 < 1,45 x I'z	DA	DA	DA
	u% < 3%	DA	DA	DA
	Smin < Sf	DA	DA	DA

Zaščita pred električnim udarom in padec napetosti

Za zaščito pred električnim udarom so predvideni sledeči zaščitni ukrepi:
1. zaščita pred neposrednim dotikom
2. zaščita pred posrednim dotikom

Ad.1) Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo elementov električne instalacije v ohišja.
Ad.2) Zaščita pred posrednim dotikom pa obsega sledeče ukrepe:
a) zaščita s samodejnim odklopom napajanja
b) izenačitev potencialov

Ad.2.a) Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi postalo nevarno. Zaščitna naprava (v našem primeru inštalacijski odklopniki in taljive varovalne patrone) mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga naprava ščiti.

Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v instalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu instalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi deli.

Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

$Zs * Ia < Uo$
kjer pomeni:
Zs - impedanca okvarne zanke
Ia - tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele
Uo - nazivna fazna napetost

Tabela najdaljših dovoljenih časov trajanja napetosti dotika:

Uo (V)	t (s)
50	5
120	0,8
230 ali 220	0,4
277	0,4
400 ali 380	0,2
nad 400	0,1

Ad.2b) **<u>Glavno izenačenje potencialov</u>**

Za glavno izenačenje potencialov v zgradbi je predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica, nameščena v bližini glavnega razdelilnika zgradbe (pri vhodu el. instalacije v zgradbo) . Nanjo mora biti vezano naslednje:

- glavni ozemljitveni vod
- glavni PEN ali PE vodnik
- glavni vod niki za izenačenje potenciala, ki povezujejo glavne cevi vodovoda, kanalizacije, centralne kurjave, plina, kanale za prezračevanje in druge večje kovinske mase v zgradbi.

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom zgradbe, ki je predviden kot združena zaščita in strelovodna ozemljitev.

Izračuni padcev napetosti za eno in trifazni tokokrog so izvedeni po obrazcih:

enofazni

$$\Delta u = \frac{200 * P * l}{\lambda * A * U_f^2}$$

trifazni

$$\Delta u = \frac{100 * P * l}{\lambda * A * U^2}$$

Δu (%)	....padec napetosti
P (W)	....priključna moč tokokroga ali konična moč razdelilnika
l (m)	....dolžina vodnika
A (mm^2)	....presek vodnika
Uf (V)	....fazna napetost
U (V)	....medfazna napetost
λ (m/Ωmm2)	....specifična prevodnost (λCu=56, λAl=37)

3. Strelovodna naprava

3.1. Splošno

Strelovodna inštalacija je predvidena na podlagi Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele in tehnične smernice TSG-N-003/2021. Inštalacije morajo biti izvedene skladno navedenim pravilnikom in tehničnimi smernicami. Zaščita pred strelo je predvidena v skladu z zahtevami IV. zaščitnega nivoja po standardu SIST EN 62305.

3.2. Izvedba strelovodne Instalacije

Na objektu je izvedena obstoječa strelovodna naprava. Glede na to da je predviden na strehi večji poseg je potrebno strelovodno instalacijo po montaži fotonapetostne elektrarne spraviti v uporabno stanje. Predvideni so novi lovilni vodi, kateri se priključijo na obstoječe odvodne vode.

3.3. Lovilci

Predviden je izoliran sistem strelovodne naprave z lovilnimi palicami višine 2m. S sistemom izoliranega sistema ščitimo pred strelovodnim udarom objekt in hkrati sončno elektrarno. vse večje kovinske mase na strehi morajo biti povezan z lovilnim sistemom. Konstrukcija sončne elektrarne se ne poveže s strelovodnim sistemom. Konstrukcijo se ozemlji samostojno in se jo priključi na glavo izenačevanje potenciala v objektu.

Izoliran sistem strelovodne zaščite zahteva odmike modulov od strelovoda, kar omogoči varno delovanje elektrarne in zaščito pred udari strele. Varen odmik od strelovoda je pogojen z načinom zaščite (lovilne palice, mreža) , s kategorijo zaščite (I., II., III., IV.), materialom izdelave kritine, materialom, preko katerega teče strelovod in dolžine strelovoda. Vsi navedeni podatki nam omogočajo izračun odmikov po spodaj navedeni formuli:

$$S = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$

$$k_c = \frac{(h + c)}{2 \times h + c}$$

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0{,}1 + 0{,}2 \times \sqrt[3]{\frac{c_s}{h}} \times \sqrt[6]{\frac{c_d}{c_s}}$$

V enačbi nam **S** predstavlja odmik od strelovoda, $\mathbf{k_i}$ je koeficient, ki predstavlja razred LPS zaščite, $\mathbf{k_c}$ je koeficient, kateri opisuje vrsto lovilnega sistema, **n** je število odvodov, $\mathbf{k_m}$ je izolacijski material, **l** je dolžina vodnika od točke udara strele do temeljnega ozemljila in **h** je razdalja od strehe do temeljnega ozemljila. **C** nam opiše razporejenost odvodov.

Uporabili smo naslednje vhodne podatke:

K_i=0,04 (III razred LPS zaščite)

n=12 (število odvodov)

h=12,5 m (višina objekta)

l=29,8 m

c=15m (razdalja med odvodi, III razred LPS zaščite)

k_m=1 (izolacijski material je zrak)

k_c=1/(2*n)+0,1+0,2*$\sqrt[3]{(c/h)}$=0,3542

$S=k_i*k_c*l/k_m$

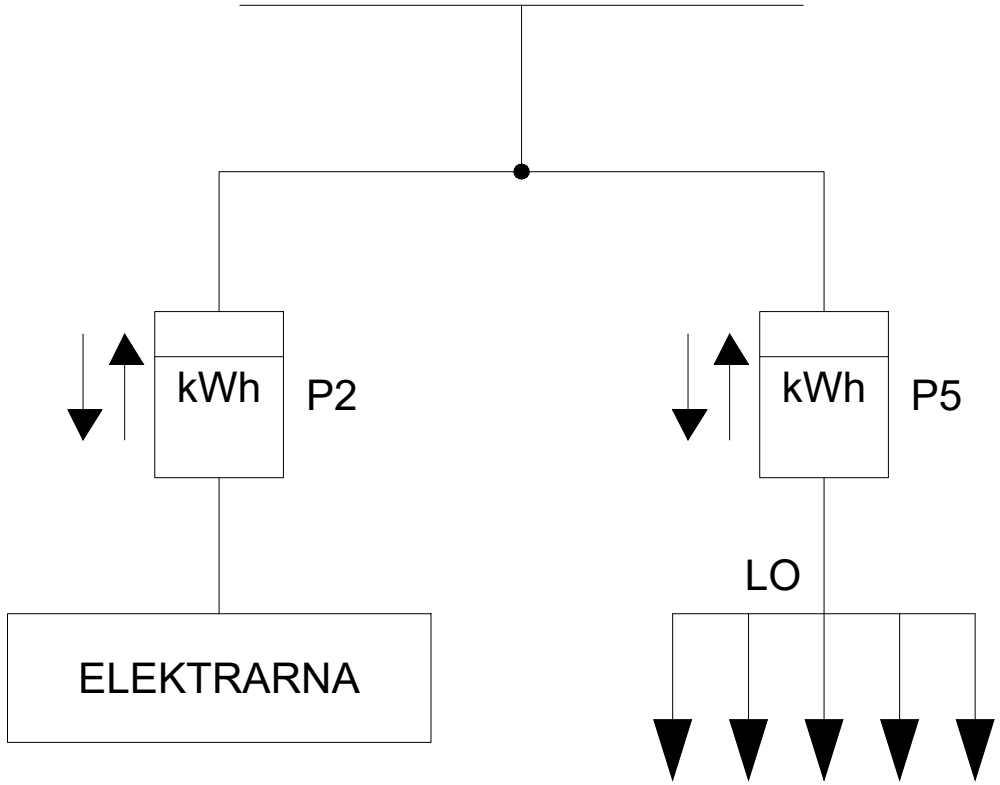
S pomočjo zgornjih formul izračunamo odmik S=0,42 m

HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 96
1294 Višnja Gora
E: info@helium-energy.eu
W: www.helium-energy.eu

5. RISBE

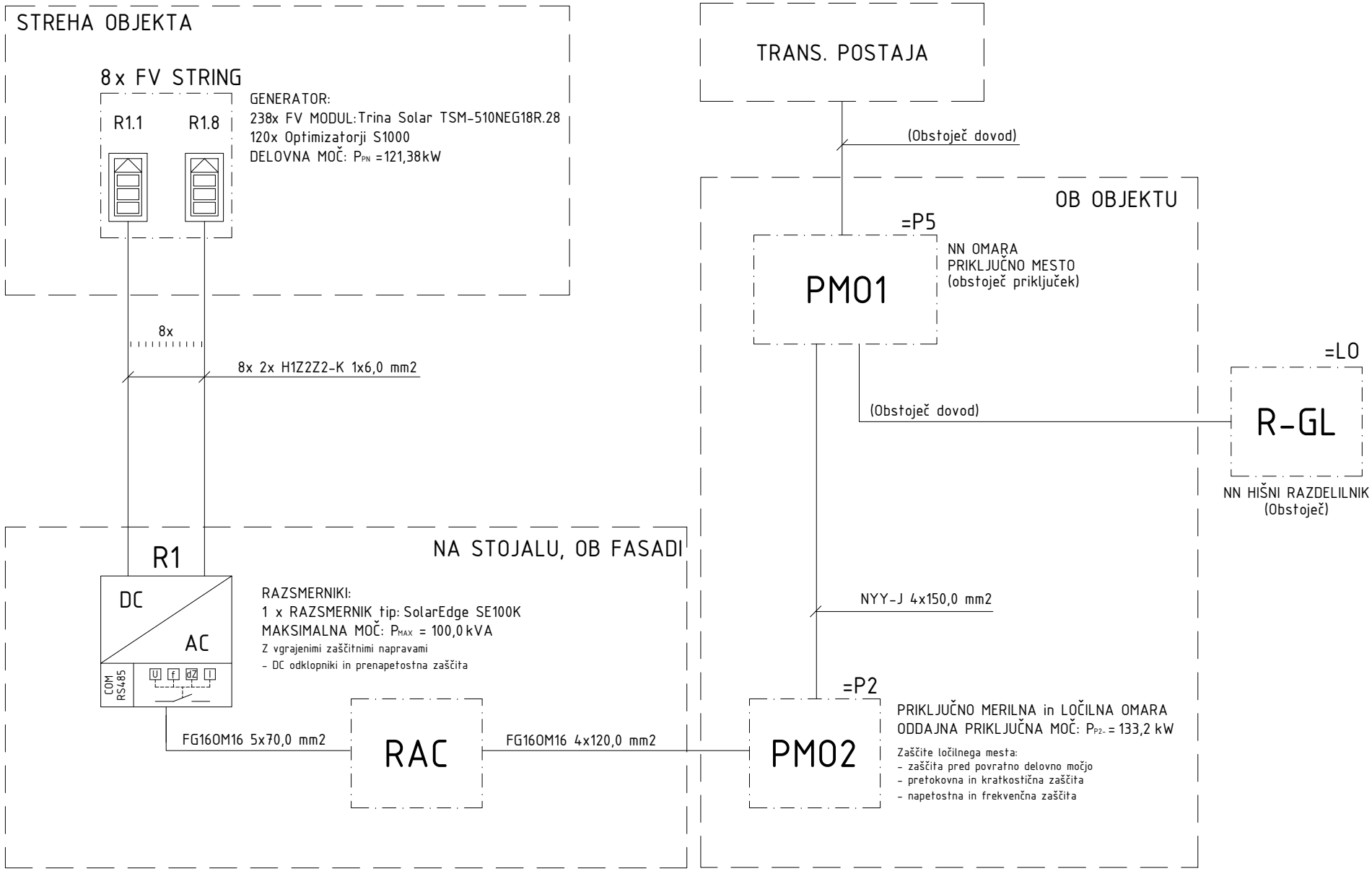
Tipska priključna shema PS.3B	risba	E-1
Blok shema glavnega razvoda prikopa FE	risba	E-2
Enopolna shema priključno merilne omare PMO2	risba	E-3
Tripolna shema PMO2-PPM	risba	E-4/1
Tripolna shema PMO2-LM	risba	E-4/2
Tripolna shema RAC	risba	E-5
Tripolna shema RDC	risba	E-6/1
Tripolna shema RDC	risba	E-6/2
Tripolna shema RDC	risba	E-6/3
Izgled omare PMO2	risba	E-7/1
Izgled omare PMO2	risba	E-7/2
Izgled omare PMO2	risba	E-7/3
Izgled omare RAC	risba	E-7/4
Izgled omare RAC	risba	E-7/5
Izgled omare RDC	risba	E-7/6
Situacija - NN priklop	risba	T-1
Tloris strehe – postavitev fotonapetosntih modulov	risba	T-2

SPLOŠNA TIPSKA SHEMA PS.3B

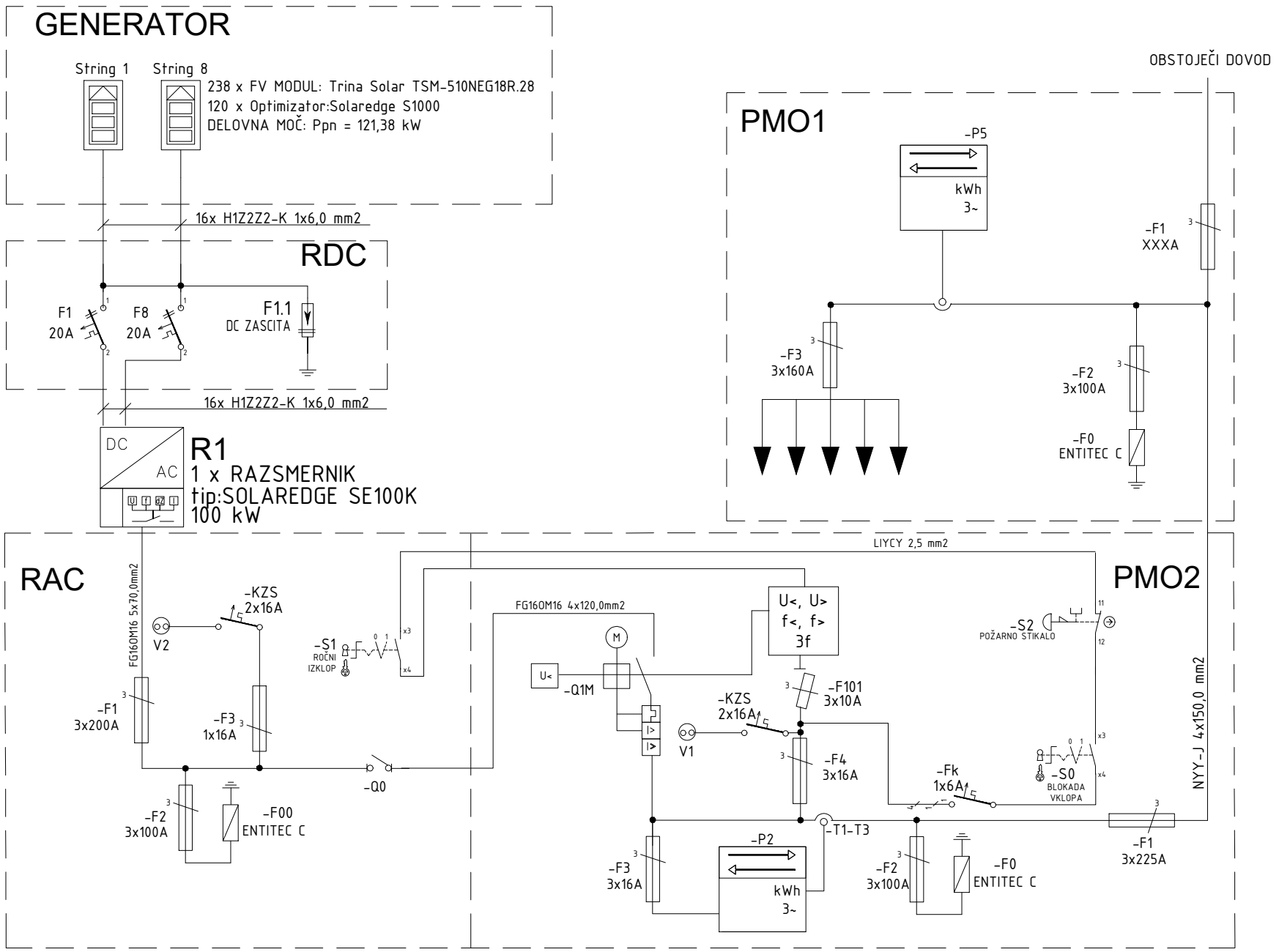


OPOMBA:
Splošna tipska shema **PS.3B** je namenjena za priključevanje skupnostne samooskrbe. Skupna moč elektrarne ne sme biti večja od 80% vsote priključnih moči vseh merilnih mest v skupnostni samooskrbi.

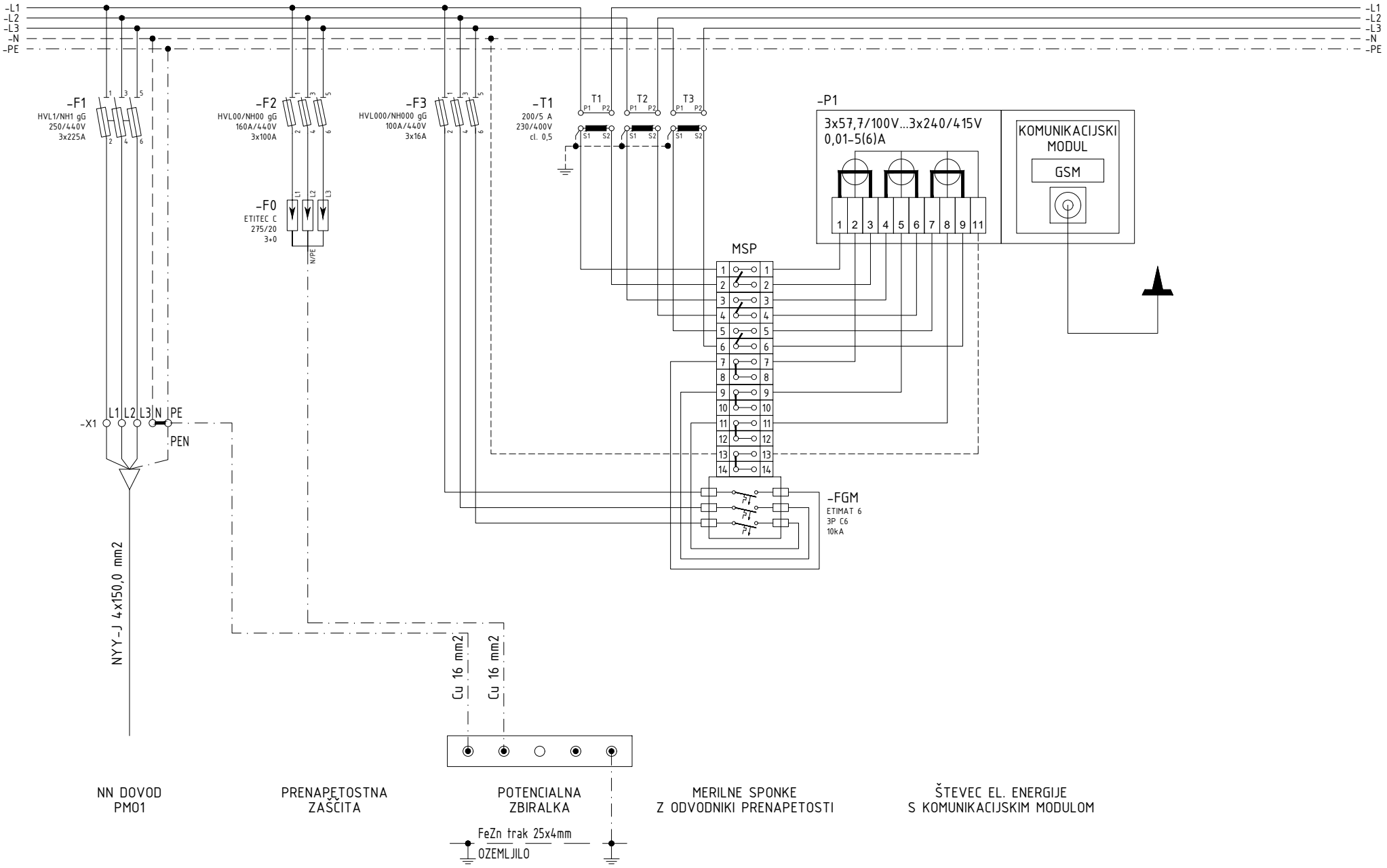
Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TIPSKA PRIKLJUČNA SHEMA PS.3B	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-1	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 1		



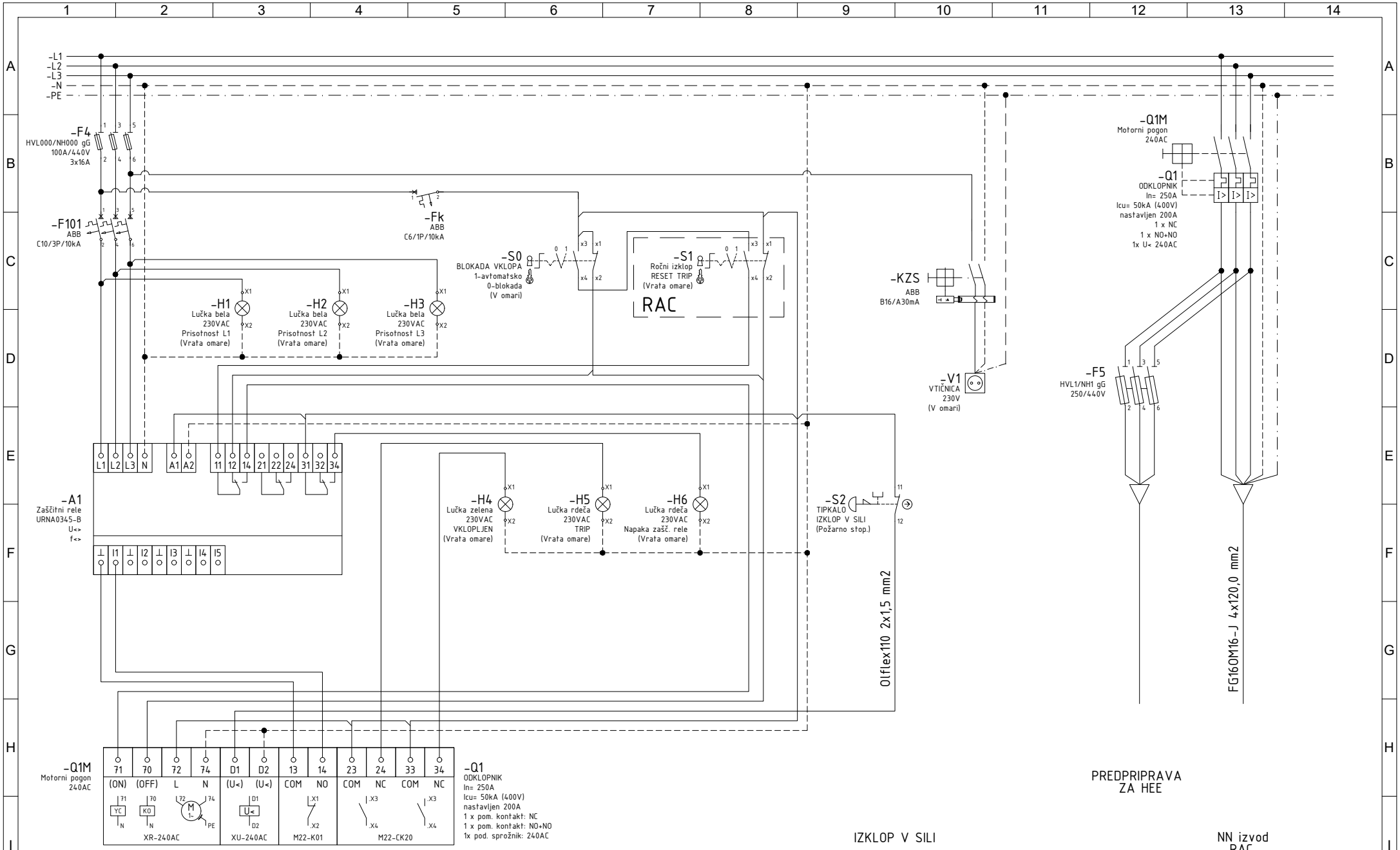
GLIUM	Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56	
			Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56	
	Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: BLOK SHEMA GLAVNI RAZVOD	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-2
			Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 1	



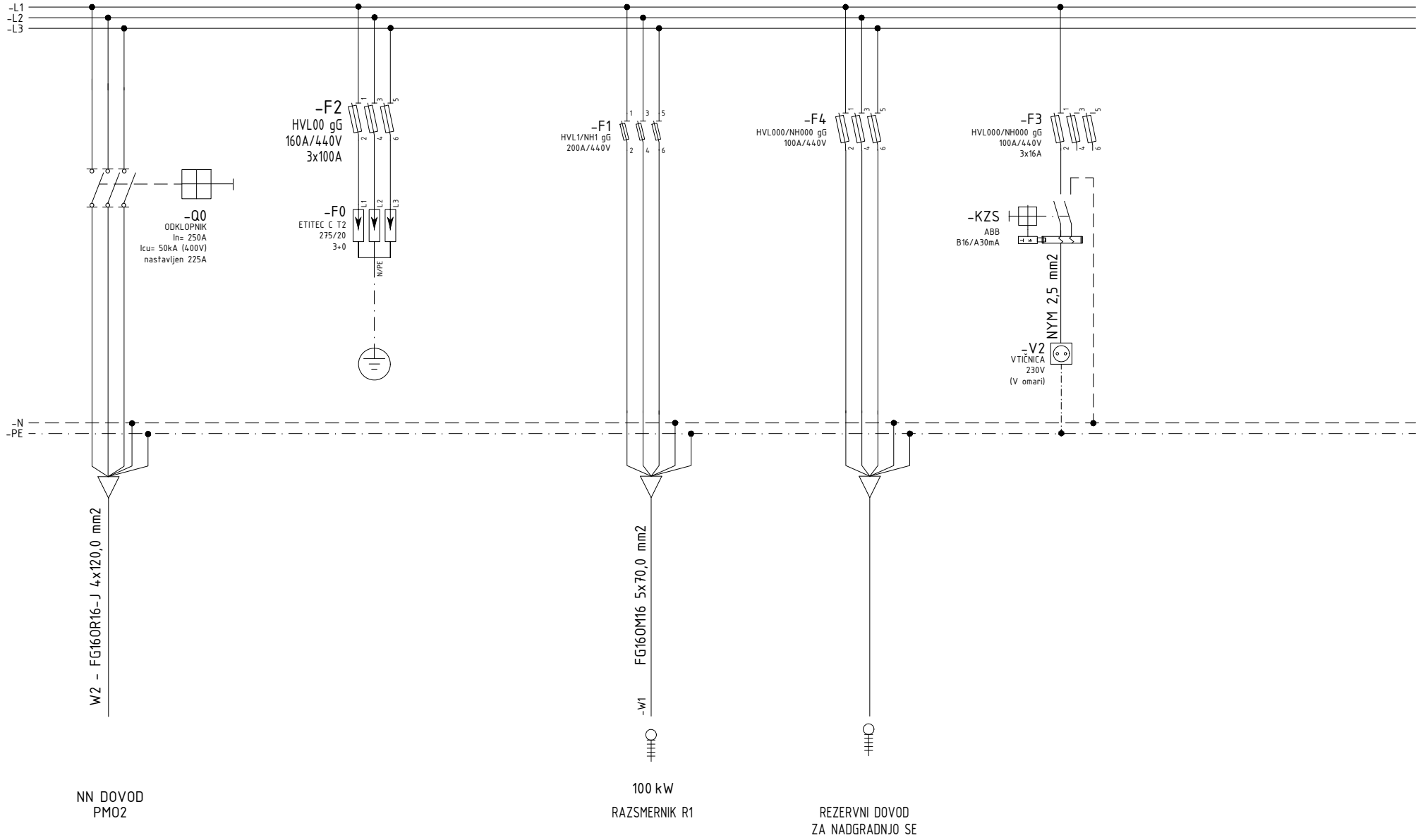
Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TIPSKA ENOPOLNA SHEMA PMO	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-3	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 1		



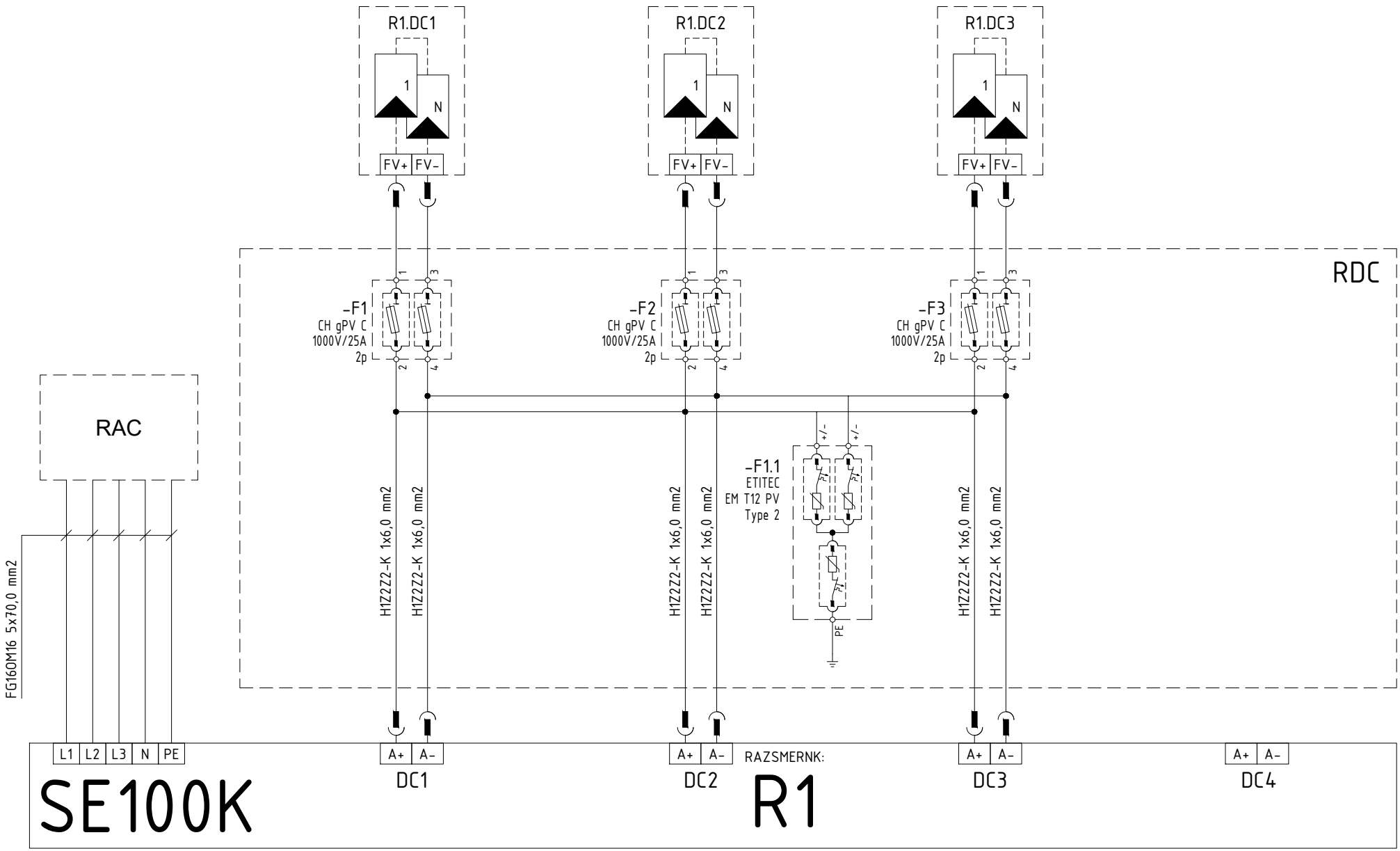
	Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56	
			Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56	
	Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA PMO2 - PPM	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-4
			Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 2	



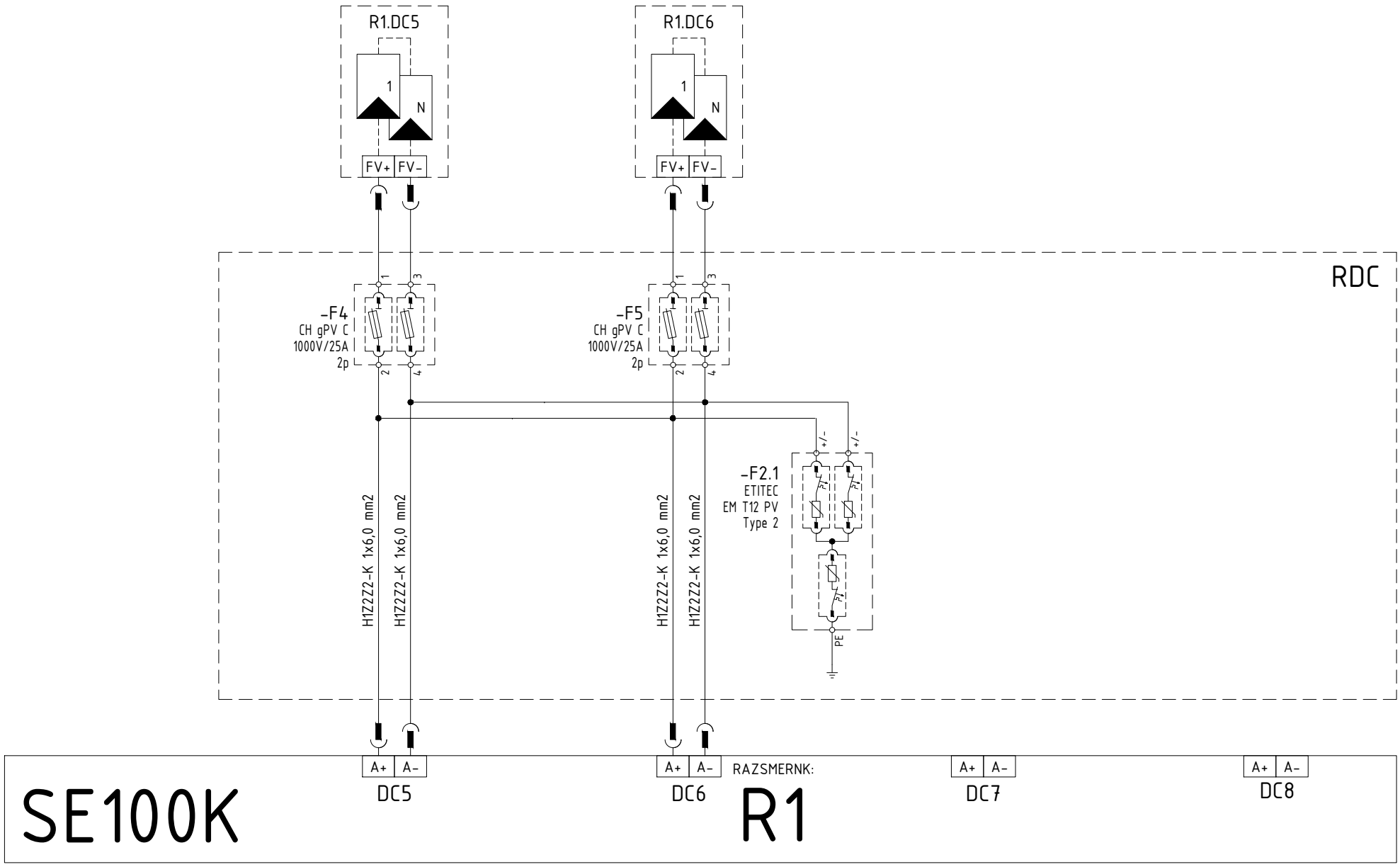
	Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56	
			Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56	
	Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA PMO2 - LM	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-4
			Vrsta projekta: PZI	Strani: 2 / 2	



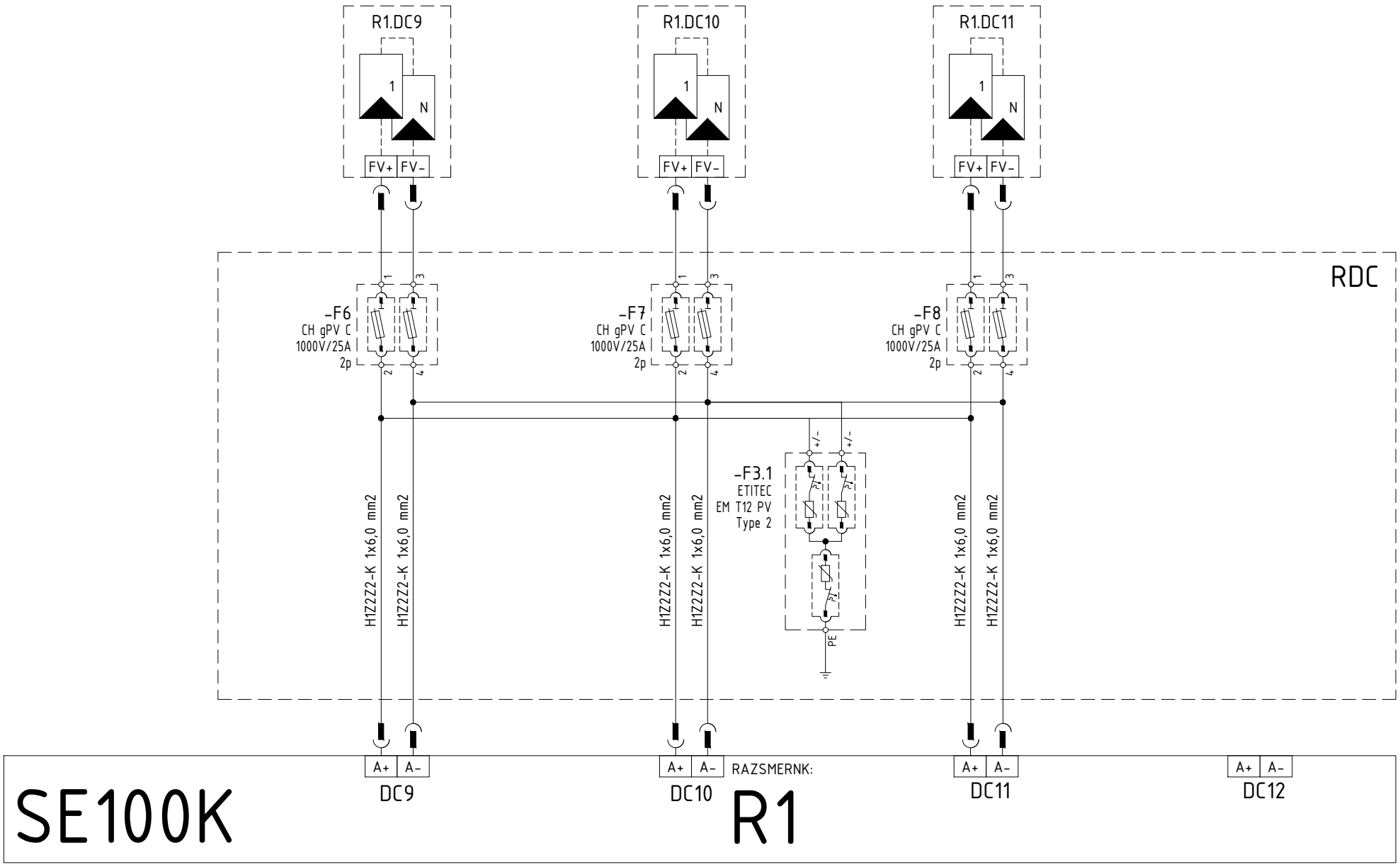
Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA RAC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-5	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 1		



Investitor: OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA RDC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-6	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 3		

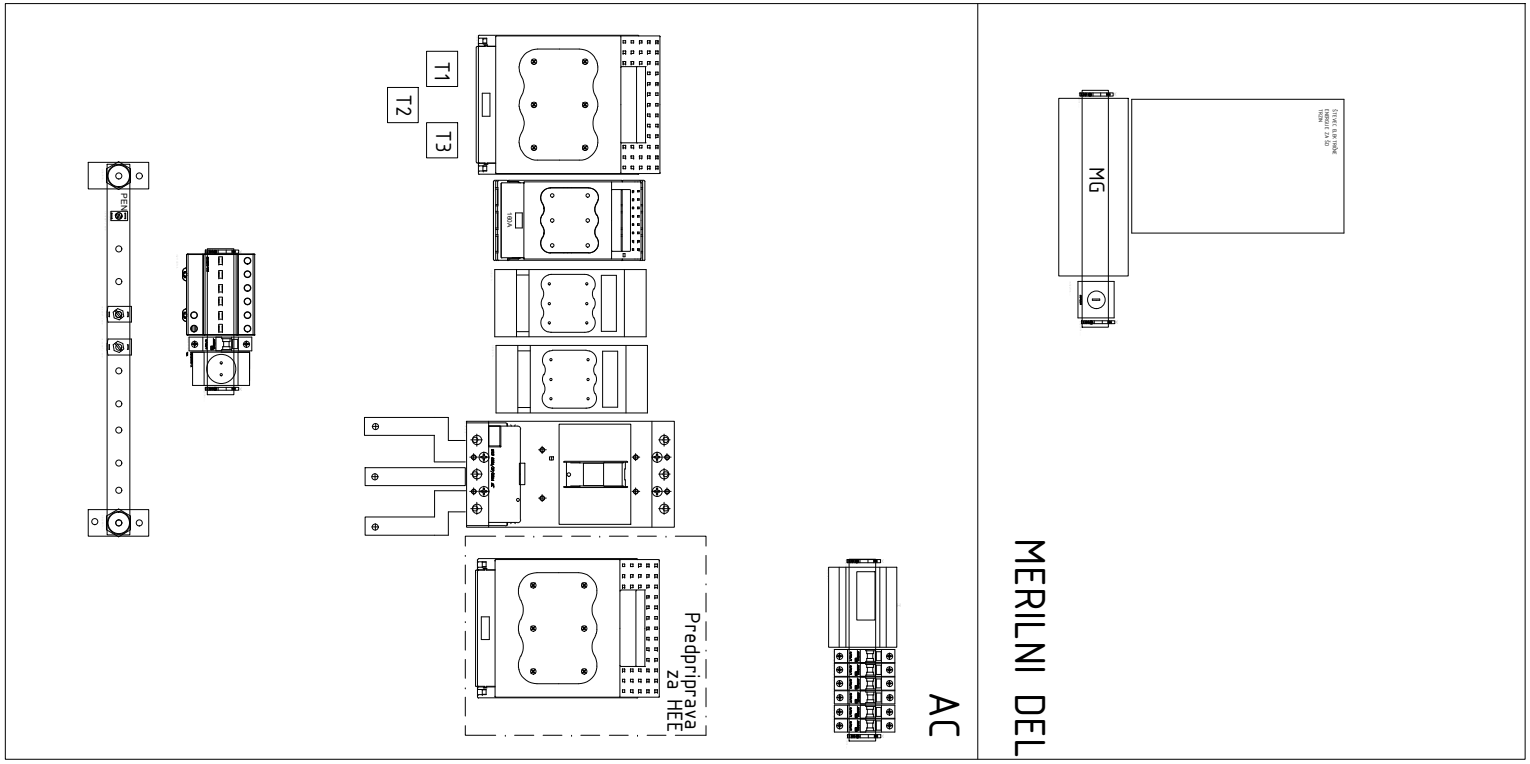


Investitor: OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA RDC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-6	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 2 / 3		

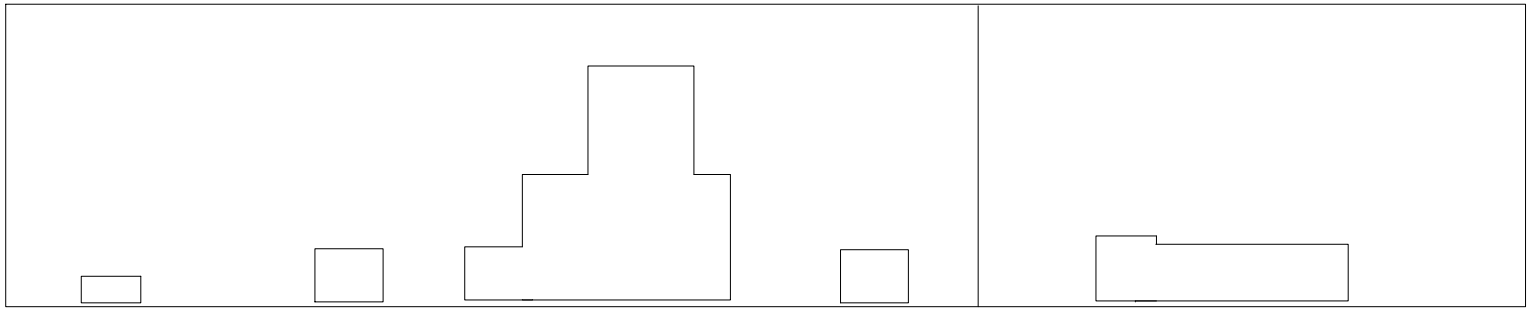


Investitor: OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: TRIPOLNA SHEMA RDC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-6	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 3 / 3		

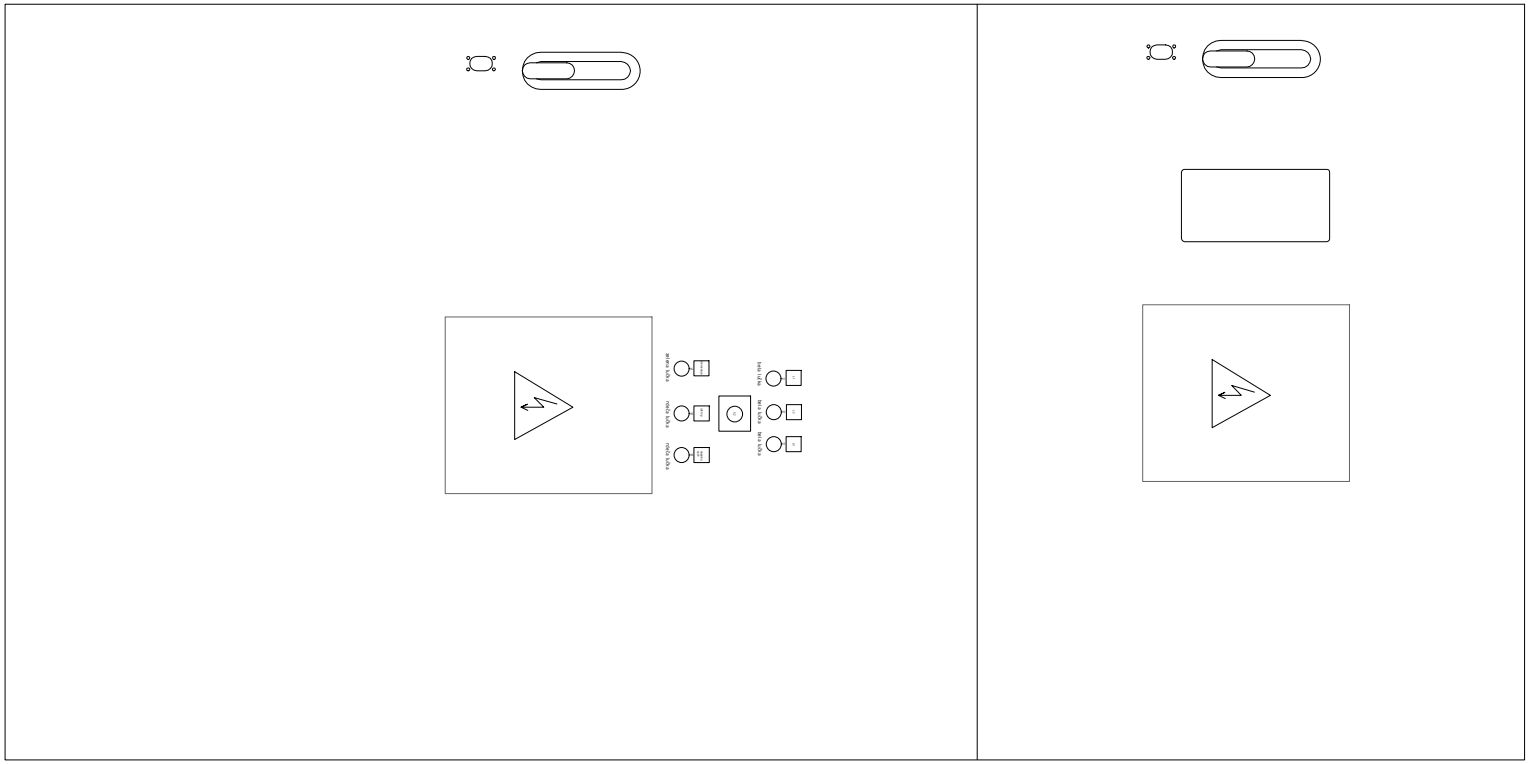
PMO2 prostostoječa na podstavku, nerjaveče jeklo, stopnja zaščite IP55, z vrati na ključ (dim V2000 xŠ1000 xG400)



Investitor: OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE PMO2	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 1 / 6		

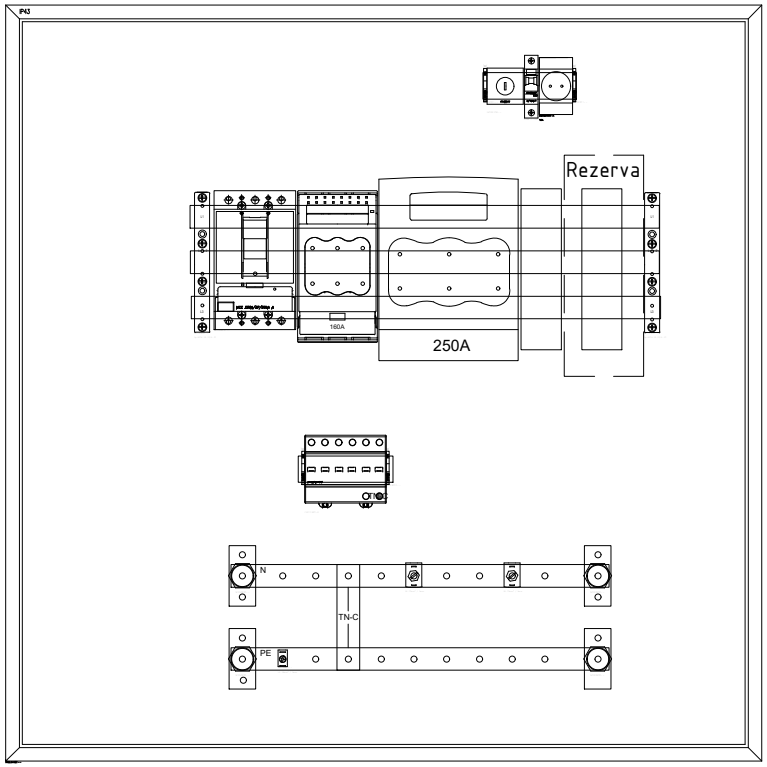


Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE PMO2	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 2 / 6		

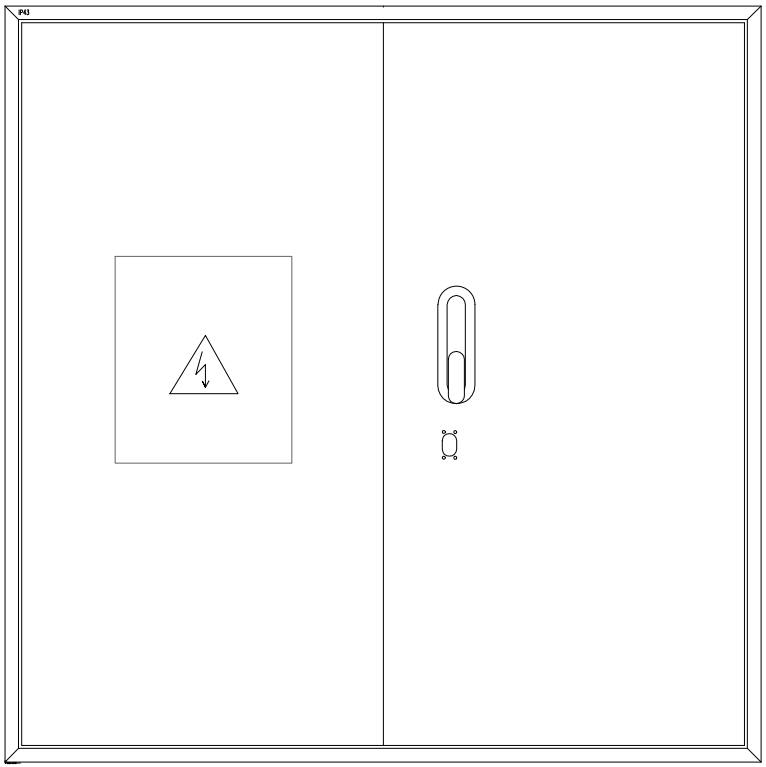


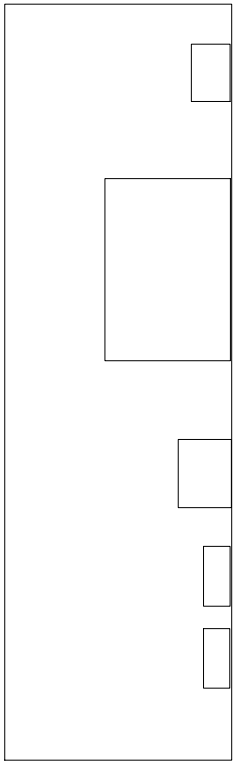
Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE PMO2	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 3 / 6		

RAC omara, MAXIPOL, Schrack
POCC4430, poliester, IP55
(dim V1000xŠ1000xG312)



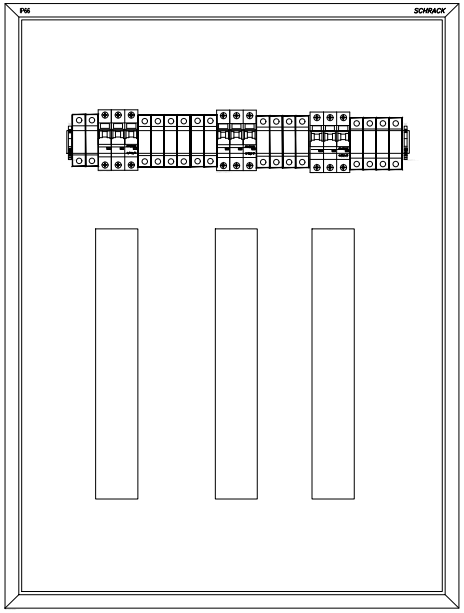
Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE RAC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 4 / 6		

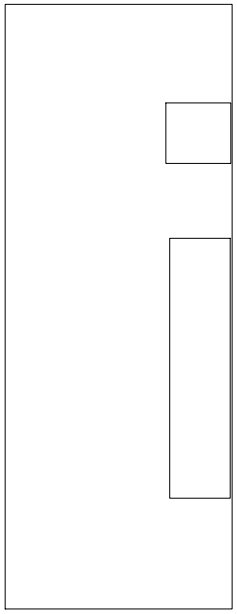


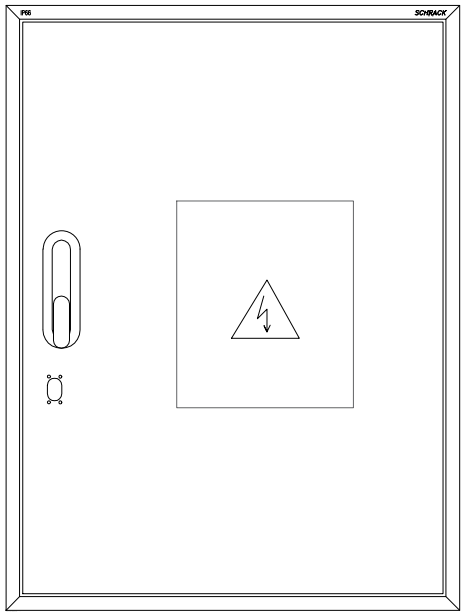


Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE RAC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 5 / 6		

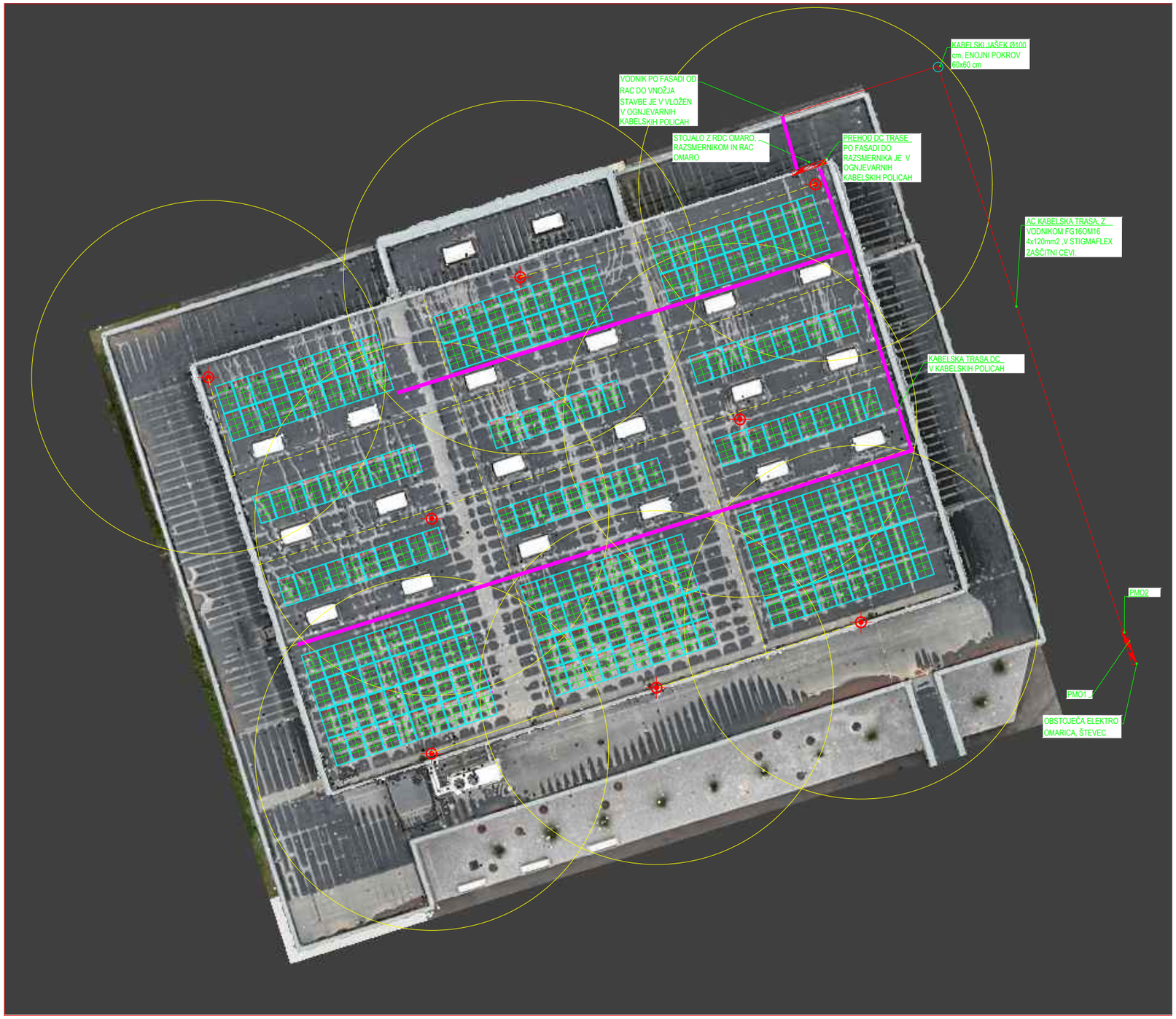
RDC omara zidna, MINIPOL
Schrack IM088886, IP66
(dim V800xŠ600xG300)

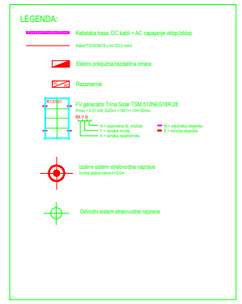


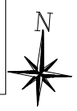




Investitor: OBČINA TRZIN Mengeška cesta 22, 1236 TRZIN	Vrsta načrta: ELEKTRIČNE INŠTALACIJE SONČNA ELEKTRARNA	Odg. vodja proj.: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. projekta: 2024-56		
		Odg. projektant: MATEJ MIRIČ, u.d.i.e. IZS E-1942	Št. načrta: 2024-56		
Objekt: SE ŠPORTNA DVORANA, Mengeška cesta 22, Trzin,par. št. 119/63, (k.o. 1961 - TRZIN)	Vsebina risbe: IZGLED OMARE RDC	Projektant: MIHA KRIŽAJ, u.d.i.e.	Datum: FEB 2025	Št.risbe: E-7	
		Vrsta projekta: PZI	Strani: 6 / 6		







SITUACIJA – NN PRIKLOP M 1:100

INVESTITOR	OBČINA TRŽIN, Mengeška cesta 22, 1236 Trzin		
OBJEKT / AREA	FE ŠPORTNA DVORANA, parcela št. 119/63 (k.o. 1961 TRZIN)		
VRSTA DOKUMENTACIJE	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)	Št. PROJEKTA	56-2024
ODGOVORNI VODJA PROJEKTA	MATEJ MIRČ, univ.dipl.inž.el. IZS E-1942	PODPIS	20.10.2025
ODGOVORNI PROJEKTANT	MATEJ MIRČ, univ.dipl.inž.el. IZS E-1942	PODPIS	20.10.2025
SODEL. PROJEKTANT	MIHA KRŽAL, univ.dipl.inž.el.		
STROKOVNO POMOČJE NAČRTA	NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ – SONČNA ELEKTRARNA	Št. NAČRTA	56-2024
VSEBINA RISBE		MERILO	
DATUM	FEBRUAR 2025	Št. RISBE	

AVTORSKA / AVTORSKO IZ ZDRUŽ. BGL. DRU. DOVOLJENO

solaredge | HELIUM

FE ŠD TRZIN
STRING DESIGN REPORT

Address: Mengeška cesta 22, Trzin, 1236, Slovenia | Oct 20, 2025

1 SE100K Synergy Manager 112%

Center:

- 1.1 16 x S1000 32
- 1.2 16 x S1000 32

Left:

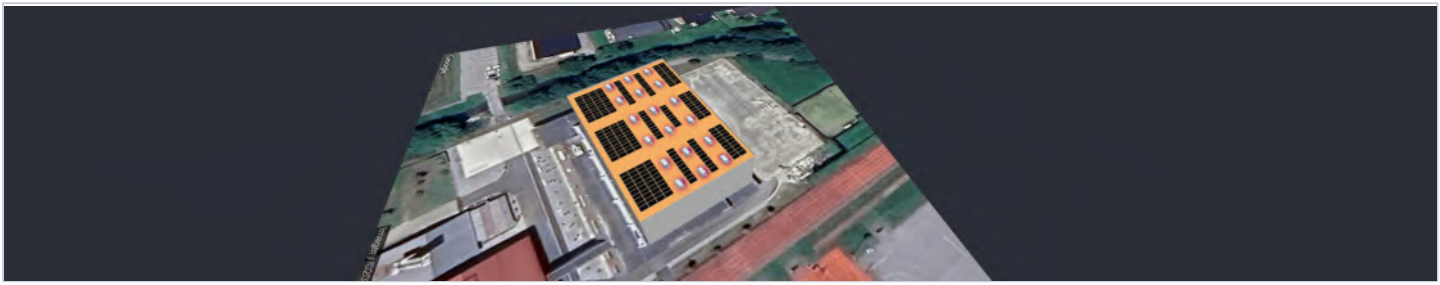
- 1.3 16 x S1000 31
- 1.4 16 x S1000 31
- 1.5 14 x S1000 28

Right:

- 1.6 14 x S1000 28
- 1.7 14 x S1000 28
- 1.8 14 x S1000 28

FE ŠD TRZIN

Mengeška cesta 22, Trzin, 1236, Slovenia | Oct 20, 2025



SYSTEM OVERVIEW

238 PV modules | 1 Inverter | 120 Optimizers

SIMULATION RESULTS

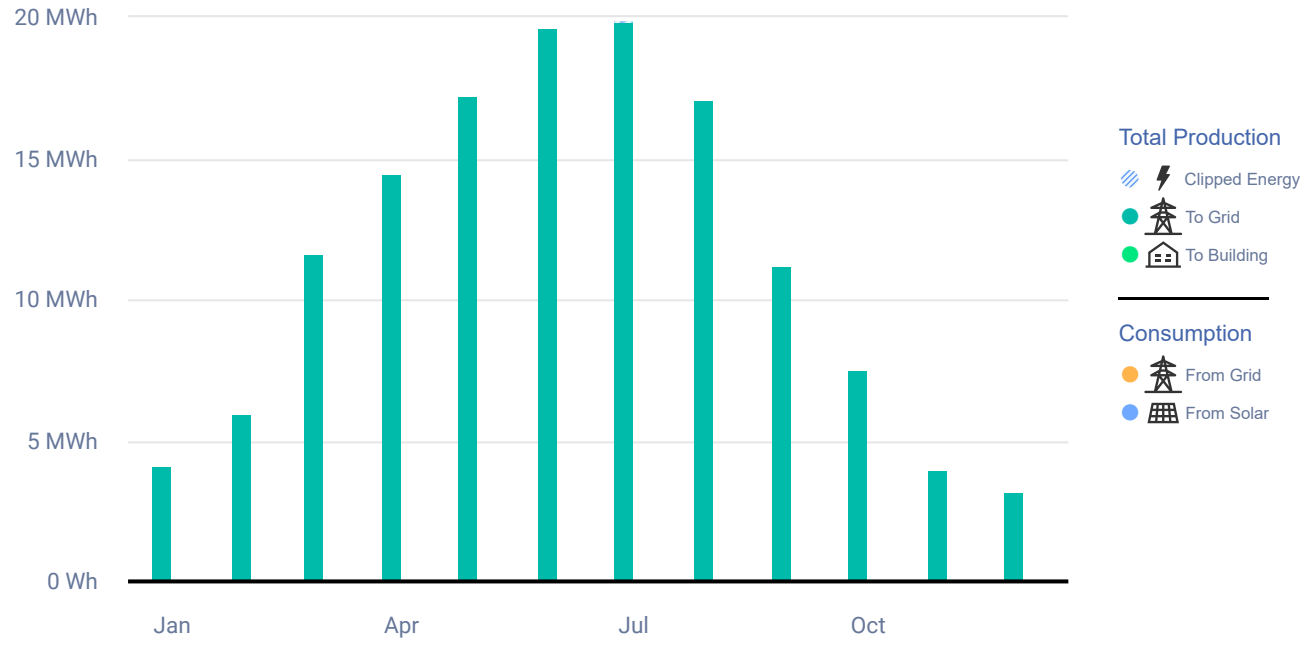
Installed DC Power	Max Achieved AC Power	Annual Usable Solar Production	Annual CO_2 Emission Saved	Annual Equivalent Trees Planted
121.38 kWp	93.60 kW	135.85 MWh	34.5 t	1,585

Max Achieved DC Power	DC/AC Oversizing	Max Active AC Power	Performance Ratio	Annual Specific Production
111.64 kW	112 %	99.90 kW	91 %	1,119 kWh/kWp

FE ŠD TRZIN

Mengeška cesta 22, Trzin, 1236, Slovenia | Oct 20, 2025

ESTIMATED MONTHLY ENERGY



Total clipped energy: 0.07%

PV MODULES

# Module	Model	Peak power	Racking type	Orientation	Azimuth	Tilt
119	Trina Solar Energy, TSM-510NEG18R.28 (Vertex S+) (user-defined)	60.7 kWp			72°	10°
119	Trina Solar Energy, TSM-510NEG18R.28 (Vertex S+) (user-defined)	60.7 kWp			252°	10°
Total: 238		121.4 kWp				

FE ŠD TRZIN

Mengeška cesta 22, Trzin, 1236, Slovenia | Oct 20, 2025

BILL OF MATERIALS (BOM)

Items	Part Number	Quantity	Price (€)	Total (€)
SE100K Synergy Manager		1		
S1000		120	0.00	0.00
TSM-510NEG18R.28 (Vertex S+)		238		

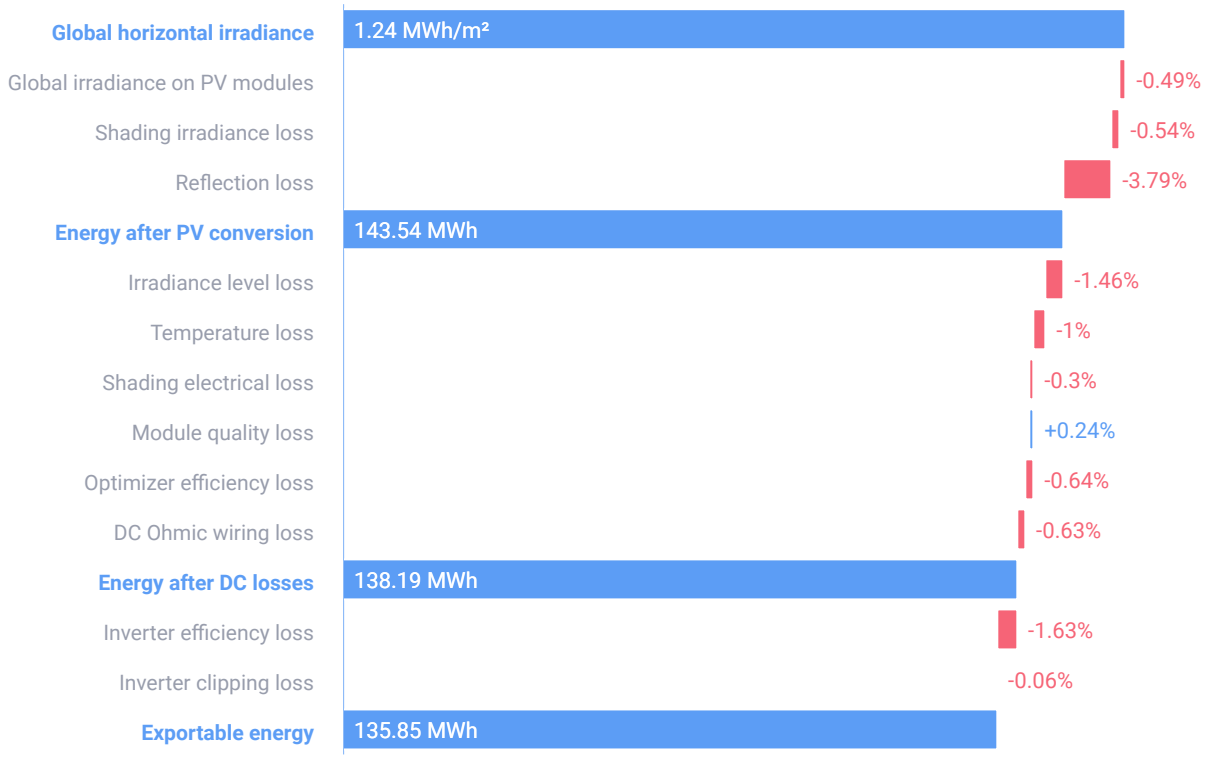
ELECTRICAL DESIGN

Inverters & Storage	Strings per inverter	Optimizers per string	PV modules per string
1 xSE100K Synergy Manager 111.64kW | 112% Oversizing	**Center Unit**		
	2 x strings	16 x S1000 (2:1)	32
	Left Unit		
	2 x strings	15 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	31
	1 x string	14 x S1000 (2:1)	28
	Right Unit		
	3 x strings	14 x S1000 (2:1)	28

FE ŠD TRZIN

Mengeška cesta 22, Trzin, 1236, Slovenia | Oct 20, 2025

SYSTEM LOSS DIAGRAM



SIMULATION PARAMETERS

LOCATION & GRID

Time zone	GMT+2 (Ljubljana)
Weather station	Ljubljana (8 km away)
Station altitude	299 m
Station data source	Meteonorm 8.2
Grid	400V L-L, 230V L-N

LOSS FACTORS

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

HELIUM PROJEKTI d.o.o.
Kriška vas 96
1294 Višnja Gora
E: info@helium-energy.eu
W: www.helium-energy.eu

7. PRILOGE

Priloga 1	Tehnične karakteristike FV modul
Priloga 2	Tehnične karakteristike razsmernika

Vertex S+

DUAL GLASS N type i-TOPCon MODULE

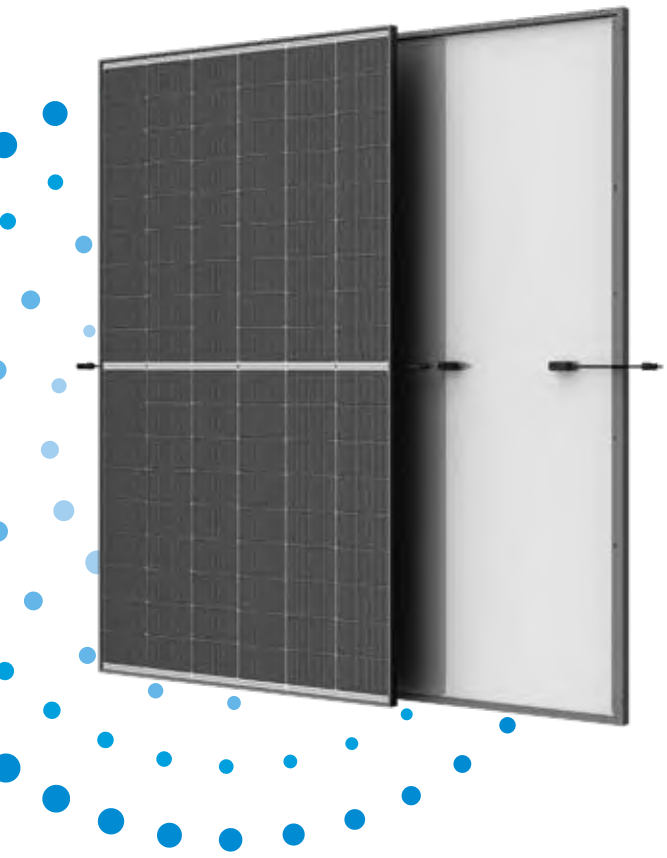
PRODUCT: TSM-NEG18R.28

POWER RANGE: 485-510 W

510 W
MAXIMUM POWER OUTPUT

0/+5 W
POSITIVE POWER TOLERANCE

22.9 %
MAXIMUM EFFICIENCY



Optimal Size for Commercial & Industrial Rooftops

- Compact module design with medium size for lower total system cost and shorter payback time
- Low voltage design for high string power

Lightweight Dual-glass Design, High Reliability

- Excellent fire resistance; durability in harsh environmental conditions and high temperature or high humidity areas
- Up to 5,400 Pa snow load and 2,400 Pa wind load (test loads)
- 25 years product warranty

Maximized Energy Harvest

- High module power: Up to 510 W, 22.9 % module efficiency with n type i-TOPCon technology
- Maximum 1 % first-year degradation and 0.4 % annual degradation
- 30 years power warranty

Universal Solution for Rooftop Systems

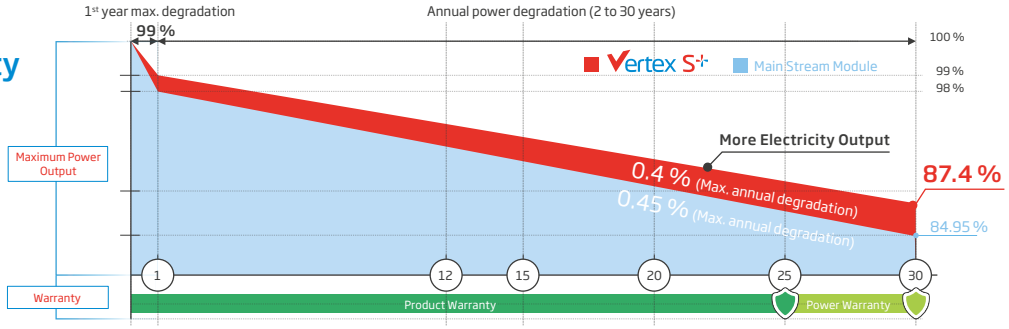
- Designed for compatibility with existing mainstream inverters, optimizers and mounting systems
- Easy to handle (length below 2 meters) and install on roofs with excellent size and light weight
- Flexible installation solutions for system deployment

Extended Vertex S+ Warranty

1 %
1st year max. degradation

0.4 %
Max. annual degradation from year 2 to 30

25 Years
Product Workmanship Warranty



Comprehensive Products and System Certificates

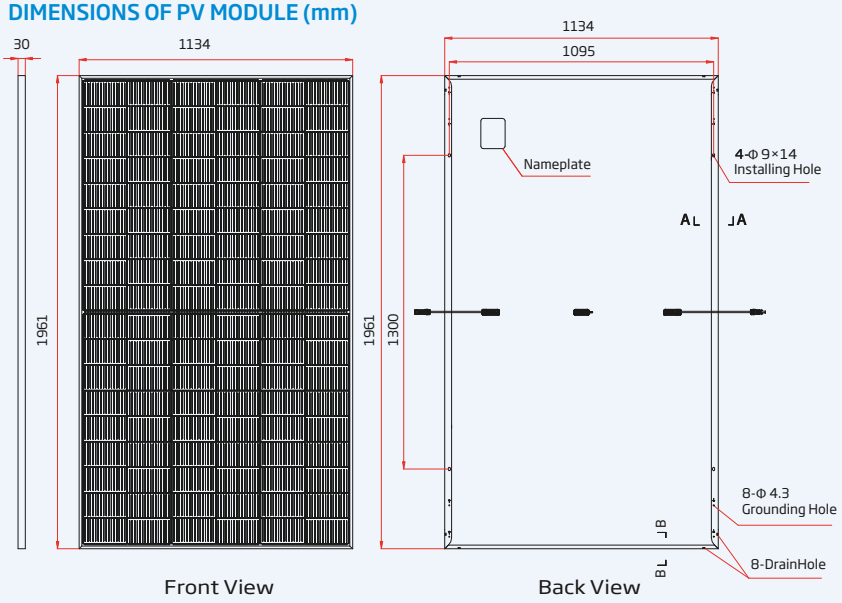
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

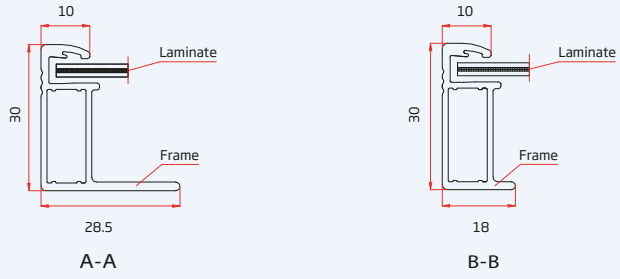
Trinasolar

Vertex S+

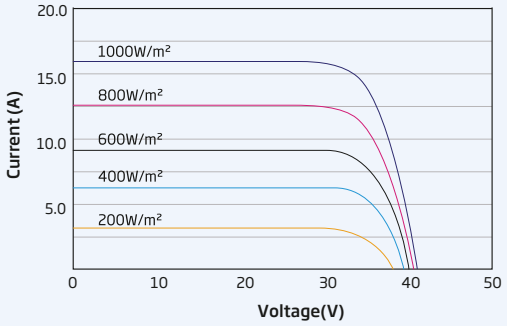
DUAL GLASS N type i-TOPCon MODULE

DIMENSIONS OF PV MODULE (mm)

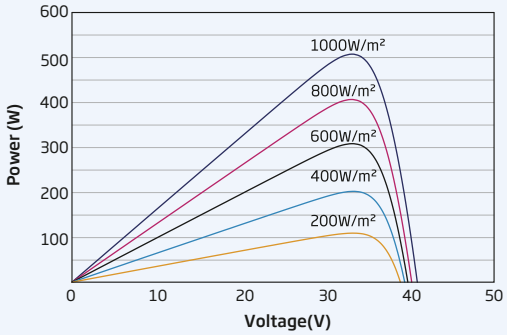




I-V CURVES OF PV MODULE (505 W)



P-V CURVES OF PV MODULE (505 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

	TSM-485 NEG18R.28	TSM-490 NEG18R.28	TSM-495 NEG18R.28	TSM-500 NEG18R.28	TSM-505 NEG18R.28	TSM-510 NEG18R.28
Peak Power Watts-PMAX (Wp)*	485	490	495	500	505	510
Power Selection (W)**			0/+5			
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7
Maximum Power Current-IMPP (A)	14.84	14.91	14.97	15.03	15.09	15.14
Open Circuit Voltage-VOC (V)	39.4	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6
Short Circuit Current-ISC (A)	15.76	15.80	15.83	15.86	15.89	15.93
Module Efficiency η m (%)	21.8	22.0	22.3	22.5	22.7	22.9

STC: Irrdiance 1000 W/m², Cell Temperature 25 °C, Air Mass AM 1.5.
*Measuring tolerance: ±3 %. **Power selection up to: +3%

ELECTRICAL DATA (NOCT)

	TSM-485 NEG18R.28	TSM-490 NEG18R.28	TSM-495 NEG18R.28	TSM-500 NEG18R.28	TSM-505 NEG18R.28	TSM-510 NEG18R.28
Maximum Power-PMAX (Wp)	371	375	378	382	386	390
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	30.8	31.0	31.3	31.5	31.8	31.9
Maximum Power Current-IMPP (A)	12.02	12.06	12.08	12.11	12.15	12.21
Open Circuit Voltage-VOC (V)	37.4	37.6	37.7	38.0	38.3	38.5
Short Circuit Current-ISC (A)	12.70	12.74	12.76	12.78	12.81	12.84

NOCT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20 °C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	108 cells
Module Dimensions	1961×1134×30 mm
Weight	23.5 kg
Front Glass	1.6 mm, High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Back Glass	1.6 mm, Heat Strengthened Glass
Frame	30 mm Anodized Aluminium Alloy, Black
J-Box	IP 68 rated, 3 bypass diodes
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0 mm² Landscape: 1300/1300 mm Portrait: 280/350 mm*
Connector	TS4 / TS4 Plus / MC4 EVO2*

*Special order only.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of PMAX	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of VOC	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of ISC	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 to +85 °C
Maximum System Voltage	1500 V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	30 A

WARRANTY

25 year Product Workmanship Warranty

30 year Power Warranty

1% first year degradation

0.4 % Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box:	36 pieces
Modules per 40' container:	864 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2024 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
The right of final interpretation belongs to Trina Solar Co.,Ltd.

Version number: TSM_EN_2024_C

www.trinasolar.com

Three Phase Inverter with Synergy Technology

For Europe

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K

INVERTERS



Powered by unique pre-commissioning process for rapid system installation

- Pre-commissioning feature for automated system validation and wiring during site installation and prior to grid connection
- Easy two-person installation with lightweight, modular design (each inverter consists of two or three Synergy Units and one Synergy Manager)
- Independent operation of each Synergy Unit enables higher uptime and easy serviceability
- Built-in thermal sensors detect faulty wiring, ensuring enhanced protection and safety
- Designed to automatically reduce high DC voltage to touch-safe levels upon grid/inverter shutdown, with SafeDC™ and optional rapid shutdown
- Built-in arc fault protection
- Built-in PID mitigation for maximized system performance
- Monitored* and field-replaceable surge protection devices to better withstand surges caused by lightning or other events
- Streamlined cabling and lower BoS costs with single DC connection option
- Optional integrated DC safety switch eliminates the need for external DC isolators
- Built-in module-level monitoring with Ethernet or cellular communication for full system visibility

*Applicable only for DC and AC SPDs

solaredge

/ Three Phase Inverter with Synergy Technology

For Europe

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K

Applicable to inverter with part number	SExxK-xxx0Ixxxx				Units
	SE50K[1] For 400V Grid	SE66.6K For 400V Grid	SE90K For 400V Grid	SE100K For 400V Grid	
OUTPUT					
Rated AC Active Output Power	50,000[2]	66,600	90,000	100,000	W
Maximum AC Apparent Output Power	50,000[2]	66,600	90,000[3]	100,000	VA
AC Output Voltage – Line to Line / Line to Neutral (Nominal)	380 / 220; 400 / 230				Vac
AC Output Voltage – Line to Line Range / Line to Neutral Range	304 – 437 / 176 – 253; 320 – 460 / 184 – 264.5				Vac
AC Frequency	50/60 ± 5%				Hz
Maximum Continuous Output Current (per Phase)	72.5	96.5[4]	130.5[5]	145[6]	Aac
AC Output Line Connections	3W + PE, 4W + PE				
Supported Grids	WYE: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT; Delta: IT				
Maximum Residual Current Injection[7]	200		300		mA
Utility Monitoring, Islanding Protection, Configurable Power Factor, Country Configurable Thresholds	Yes				
Total Harmonic Distortion	≤ 3				%
Power Factor Range	± 0.2 to 1				
INPUT					
Maximum DC Power (Module STC) Inverter / Synergy Unit	87,500 / 43,750	116,550 / 58,275	157,500 / 52,500	175,000 / 58,300	W
Transformer-less, Ungrounded	Yes				
Maximum Input Voltage DC+ to DC-	1000				Vdc
Operating Voltage Range	680 – 1000				Vdc
Maximum Input Current	2 x 36.25	2 x 48.25	3 x 43.5	3 x 48.25	Adc
Reverse-Polarity Protection	Yes				
Ground-Fault Isolation Detection	167 kΩ sensitivity per Synergy Unit[8]				
Maximum Inverter Efficiency	98.3				%
European Weighted Efficiency	98				%
Nighttime Power Consumption	< 8		< 12		W
ADDITIONAL FEATURES					
Supported Communication Interfaces[9]	2 x RS485, Ethernet, Wi-Fi (optional), Cellular (optional)				
Smart Energy Management	Export limitation				
Inverter Commissioning	With the SetApp mobile application using built-in Wi-Fi access point for local connection				
Arc Fault Protection	Built-in, user configurable (according to UL 1699B)				
Rapid Shutdown	Optional (automatic upon AC Grid Disconnect)				
PID Rectifier	Nighttime, built-in				
RS485 Surge Protection (ports 1 + 2)	Type II, field replaceable, integrated				
DC Surge Protection	Type II, field replaceable, integrated				
AC Surge Protection	Type II, field replaceable, optional				
DC Fuses (Single Pole)	Optional, 25 A / 30 A				
DC Disconnect Switch	Optional				
Pre-Commissioning	Built-in[10]				
VAR at Night[11]	Yes				
Safety	IEC 63027; IEC 62109-1; IEC 62109-2; AS3100				
Grid Connection Standards[12]	EN 50549-1; EN 50549-2; VDE-AR-N 4105; VDE-AR-N 4110; VDE V 0126-1-1; CEI 0-21, CEI 0-16; TOR Erzeuger Typ A+B; G99 Type A+B; G99 (NI) Type A+B; VFR 2019				
Emissions	IEC 61000-6-2; IEC 61000-6-3 Class A; IEC 61000-3-11; IEC 61000-3-12				
RoHS	Yes				

(1) Not available in all countries. For details about the supported inverters in your country, see Countries Supported by the SolarEdge Inverters.
(2) 49,990 in the UK.
(3) When using country settings that follow VDE-AR-N 4110, the Maximum AC Apparent Output Power is 100,000 VA.
(4) When using country settings that follow VDE-AR-N 4110, the Maximum Continuous Output Current per Phase is 107.4 A.
(5) When using country settings that follow VDE-AR-N 4110, the Maximum Continuous Output Current per Phase is 145 A.
(6) When using country settings that follow VDE-AR-N 4110, the Maximum Continuous Output Current per Phase is 161.1 A.
(7) If an external RCD is required, its trip value must be ≥ 200 mA for SE50K and SE66.6K; ≥ 300 mA for SE90K and SE100K.
(8) Where permitted by local regulations.
(9) For specifications of the optional communication options, visit the Communication page on the SolarEdge website or download the relevant product datasheet from the Knowledge Center.
(10) Not available for P/Ns SExxK-xxxxxBPxx.
(11) For details, see Set Volt Ampere Reactive at Night.
(12) For all standards and certificates download, refer to the Certificates category in the Knowledge Center.

/ Three Phase Inverter with Synergy Technology

For Europe

SE50K / SE66.6K / SE90K / SE100K

Applicable to inverter with part number	SExxK-xxx0Ixxxx				
	SE50K For 400V Grid	SE66.6K For 400V Grid	SE90K For 400V Grid	SE100K For 400V Grid	Units
INSTALLATION SPECIFICATIONS					
Number of Synergy Units per Inverter	2		3		
AC Wire Cross Section and Outer Diameter: Line/PE (Aluminum or Copper)	Cross section up to 120 / 70 mm^2; outer diameter 30-50 / 12-20 mm				
DC Input: Inverter / Synergy Unit[12][13]	8 / 4 MC4 pairs		12 / 4 MC4 pairs		
	Gland, 2 pairs / 1 pair, cross section 25 – 70 mm^2, aluminum or copper Cable outer diameter 12 – 20 mm		Gland, 3 pairs / 1 pair, cross section 25 – 70 mm^2, aluminum or copper Cable outer diameter 12 – 20 mm		
Dimensions (H x W x D)	Synergy Unit: 558 x 328 x 273 Synergy Manager: 360 x 560 x 295				mm
Weight	Synergy Unit: 32 Synergy Manager: 18				kg
Operating Temperature Range	-40 to +60[14]				˚C
Cooling	Fan (user replaceable)				
Noise	< 67				dBA
Protection Rating	IP65 – outdoor and indoor				
Mounting	Brackets provided				

(13) DC input is available with MC4 or Gland connection under the inverter part number. For more information, contact SolarEdge.
(14) Only MC4 connectors manufactured by Staubli are approved for use.
(15) For power de-rating information refer to the Temperature Derating technical note.

Accessories - SPDs (purchased separately)	
Accessory	**P/N**
AC SPD kit for Synergy Manager (5 units per box)	SE-AC-SPD-SM

SolarEdge is a global leader in smart energy technology. By leveraging world-class engineering capabilities and with a relentless focus on innovation, SolarEdge creates smart energy solutions that power our lives and drive future progress.

SolarEdge developed an intelligent inverter solution that changed the way power is harvested and managed in photovoltaic (PV) systems. The SolarEdge DC optimized inverter maximizes power generation while lowering the cost of energy produced by the PV system.

Continuing to advance smart energy, SolarEdge addresses a broad range of energy market segments through its PV, storage, EV charging, UPS, and grid services solutions.

SolarEdge
@SolarEdgePV
@SolarEdgePV
SolarEdgePV
SolarEdge
www.solaredge.com/corporate/contact

solaredge.com

© SolarEdge Technologies, Ltd. All rights reserved. SOLAREDGE, the SolarEdge logo, OPTIMIZED BY SOLAREDGE are trademarks or registered trademarks of SolarEdge Technologies, Inc. All other trademarks mentioned herein are trademarks of their respective owners. Date: February 3, 2025 DS-000008-EU Subject to change without notice.

Cautionary Note Regarding Market Data and Industry Forecasts: This brochure may contain market data and industry forecasts from certain third-party sources. This information is based on industry surveys and the preparer's expertise in the industry and there can be no assurance that any such market data is accurate or that any such industry forecasts will be achieved. Although we have not independently verified the accuracy of such market data and industry forecasts, we believe that the market data is reliable and that the industry forecasts are reasonable.

CE RoHS



solaredge