PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA

PODATKI O GRADNJI		
naziv gradnje		**SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2**
kratek opis gradnje		**Gradnja sončne elektrarne moči 64,4 kWp za investitorja Občina Kočevje, Ljubljanska cesta 26, 1330 Kočevje**
VRSTE GRADNJE	☑	**NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT**
označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐	**NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA**
	☐	**REKONSTRUKCIJA**
	☐	**SPREMEMBA NAMEMBNOSTI**
	☐	**ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA**
	☐	**LEGALIZACIJA**
	☐	**MANJŠA REKONSTRUKCIJA**
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI		
vrsta dokumentacije		**PZI (projekt za izvedbo)**
številka projekta		**72/25**
PODATKI O NAČRTU		
strokovno področje načrta		**3 Načrt s področja elektrotehnike**
naziv načrta		**3.1 Načrt električnih inštalacij in opreme**
številka načrta		**PZI 22/25-PV**
datum izdelave		**februar 2025**
datum spremembe		
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA		
projektant načrta (naziv družbe)		**M-BLISK d.o.o.**
naslov		**Grušce 4a, 3222 DRAMLJE**
odgovorna oseba projektanta načrta		**Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta		M-BLISK d.o.o. tehnično projektiranje Grušce 4a SI-3222 Dramlje
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA		
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		**Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka		**IZS E-2086**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		MATJAŽ BOBNAR univ. dipl. inž. el. IZS E-2086

1 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME ŠT. 3.1 PZI 22/25-PV

NASLOVNA STRAN NAČRTA 1
1 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME ŠT. 3.1 PZI 22/25-PV 2
2 TEHNIČNO POROČILO 4
2.1 Projektna naloga 4
2.2 Izračuni 6
2.2.1 Dimenzioniranje kablov 6
2.2.2 Enosmerni tokokrogi 6
2.2.3 Izmenični tokokrogi 7
2.2.4 Kontrola varovalk NN omrežja 11
3 FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA 13
3.1 Osnovni opis fotonapetostne elektrarne 13
3.2 Strelovod 15
3.3 Pravilniki, standardi in tehnične smernice 17
3.4 Tehnični pogoji 19
3.5 Sistem priključevanja 20
3.6 Fotonapetostni moduli 21
3.7 Konstrukcija, foronapetostni generator 23
3.8 Omara PMO 23
3.9 Omara SB-AC 23
3.10 Ločitev elektrarne od omrežja 23
3.10.1 Ročna ločitev 23
3.10.2 Avtomatska ločitev 23
3.11 Karakteristika jalove moči J-N3 24
4 TEHNIČNE RISBE 26
5 POPISI 27

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

PRILOGA 2C

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

PROJEKTANT NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	**M-blisk d.o.o.**
naslov	**Grušce 4A, 3222 Dramlje**
odgovorna oseba projektanta načrta	**Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.**

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščeni strokovnjak	**Matjaž Bobnar, 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 s področja elektrotehnike**
številka načrta	**PZI 22/25-PV**
datum izdelave	**februar 2025**

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

pooblaščeni strokovnjak	**Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**IZS E-2086**
podpis pooblaščenega strokovnjaka	MATJAŽ BOBNAR univ. dipl. inž. el. IZS E-2086
odgovorna oseba projektanta načrta	**Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	M-BLISK d.o.o. tehnično projektiranje Grušče 4a SI-3222 Dramlje

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

2 TEHNIČNO POROČILO

2.1 Projektna naloga

Za objekt SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2 je potrebno izdelati projekt za izvedbo električnih inštalacij in opreme in sicer za priklop fotonapetostne elektrarne. Pri izdelavi projektne dokumentacije se upošteva soglasje za priključitev distributerja električne energije.

Pri projektiranju električnih inštalacij so bili v celoti uporabljeni ukrepi oziroma rešitve uporabljene v tehniški smernici TSG-N-002:2021 nizkonapetostne električne inštalacije oz. v dokumentih, na katere se le-ta sklicuje.

Načrt je potrebno izdelati v treh (3) mapah, pri čemer investitor prejme dve (2) mapi, tretja pa ostane v arhivu izdelovalca načrta.

Dramlje, februar 2025



Slika 1: Tloris strehe, kjer se namesti sončna elektrarna

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Pri montaži panelov je potrebno upoštevati minimalne potrebne odmike od roba strehe, od kupol ter drugih elementov

Postavitev modulov sončne elektrarne ne sme vplivati na funkcije požarnih ločitev v stavbi. Pri namestitvi se morajo upoštevani ustrezni odmiki od požarnih ločitev.
Pri postavitvi sončne elektrarne na stavbo je treba upoštevati delitev stavbe na požarne sektorje. Module je treba v okolici požarnih zidov namestiti tako, da ne pripomorejo k preskoku požara iz sektorja v sektor, preboji inštalacij pa morajo biti taki, da ne zmanjšujejo požarne varnosti stavbe.

Te zahteve se izpolnijo tako, da:

- na požarnih zidovih ali podobnih požarnih ločitvah na strehi oziroma fasadi stavbe se ne nameščajo moduli ali drugi gorljivi (gradbeni) elementi;
- upoštevati je potrebno, da pokrivanje odprtin ali naprav za odvod dima in toplote in požarno nezaščitenih odprtin z moduli ni dovoljeno;
- omogočiti je potrebno dostop do dimnikov, prezračevalnih naprav, strešnih ventilatorjev ipd., okrog njih pa predvideti prosto površino, skladno z zahtevami vzdrževalcev. Širina proste površine okrog naprav na strehi ne sme biti manjša od 1,0 m;
- predvideti okrog požarno neodpornih površin (okno, kupola, svetlobnik ipd.) najmanj 1,0 m širok pas, v katerem ni modulov in drugih gorljivih inštalacij sončne elektrarne;
- upoštevati je potrebno, da mora biti razdalja med moduli sončne elektrarne in robom požarnega zidu v vsakem primeru 1,0 m, razen kadar požarni zid sega več kot 0,3 m nad zgornjo površino modula.

Dodatne zahteve so navedene v strokovni presoji požarne varnosti št. 063-2025-SPPV (februar 2025), kjer je dodan tudi grafični prikaz.

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

2.2 Izračuni

2.2.1 Dimenzioniranje kablov

Za sisteme povezane z omrežjem (velja pri standardnih preskusnih pogojih):

- Padec napetosti med generatorjem in razsmernikom naj bo do 1,5%,
- Padec napetosti med razsmernikom in omrežjem naj bo do 1,5%,
- Skupni padec napetosti med moduli in NN poljem naj bo do 2,5%.

2.2.2 Enosmerni tokokrogi

Pri določanju prereza kabla upoštevamo zahtevi:
- padec napetosti na kablih enosmernih povezav naj ne preseže 1,5%,
- tok, ki lahko steče po vodniku ne sme preseči dopustnega trajnega toka izbranega vodnika. Za maksimalni tok vodnika vzamemo maksimalni tok PV modulov oz. kratkostični tok I_{sc} modula (I_{sc}=10,61A).

Povezava moduli – razsmernik
Minimalni presek kabla izračunan z ozirom na dopustni padec napetosti:

$$A_{DC} = \frac{2 \cdot l_{DC} \cdot I_b}{\mu_{DC}\% \cdot UN_{mpp} \cdot k}$$

k= električna prevodnost, 56 m/Ω za Cu
l_{DC}= dolžina kabla v veji, 110 m (največja dolžina kabla)
I_{sc}= kratkostični tok 10,61 A
UN_{mpp}= napetost veje, 750 V (fiksna napetost veje)
$\mu_{DC}\%$=dopustni padec, 1%

Izračunani minimalni prerez kabla, da zadostimo pogoju dopustnega padca napetosti znaša 9,4 mm^2 oziroma 10 mm^2.
Minimalni presek kabla določen z ozirom na dopustni trajni tok vodnika:

$$I_b \leq I'$$
$$I' = I \cdot f_k$$

Kjer je:
I_{sc}= kratkostični tok 10.,61 A
I= zdržni tok vodnika je 98 A za Cu vodnik preseka 10 mm^2
f_k= korekcijski faktor (temperatura okolice x več tokokrogov = 0,87 x 0,65 = 0,57)

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

2.2.3 Izmenični tokokrogi

Prerez vodnika izberemo skladno s standardom SIST IEC 60364-5-52, kjer upoštevamo:
- bremenski tok
- vrsto vodnika
- tip električne napeljave
- število obremenjenih vodnikov
- material vodnika
- temperaturo okolice

Kabli so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zavarovani z zaščitnimi elementi, izbranimi z ozirom na obremenitev, selektivnost ter dovoljeno napetost dotika. Podrobno dimenzioniranje je razvidno iz tabel porabnikov. Na osnovi podatkov določimo za izbrani prerez trajni zdržni tok vodnika Iz. Pri izbiri prereza moramo upoštevati še:
- zaščito pred električnim udarom (SIST HD 60364-4-41)
- zaščito pred toplotnimi učinki (SIST HD 384.4.42)
- zaščito pred nadtoki (SIST IEC 60364-4-43)
- dopustne padce napetosti (pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS št. 140/2021).
- mejne temperature priključkov opreme in spojev (zgoraj navedeni pravilnik)
- zunanje vplive (SIST HD 60364-1, SIST IEC 60364-5-51 in SIST IEC 60364-5-52)

Potreben minimalni prerez za dosego dopustnega padca napetosti v izmeničnih
Tokokrogih se določa z enačbo za enofazne tokokroge

$$S_{min} = \frac{200 \cdot l_{AC} \cdot P_{AC}}{u\% \cdot U_{AC}^2 \cdot \lambda}$$

oziroma z enačbo za trifazne tokokroge

$$S_{min} = \frac{100 \cdot l_v \cdot P_{mpp-v}}{u\% \cdot U_{mpp-v}^2 \cdot \lambda}$$

pri čemer izberemo prerez višji od izračunane vrednosti.

Padec napetosti oziroma izgube v izmeničnih tokokrogih se določajo z enačbo za enofazne tokokroge

$$u\% = \frac{200 \cdot l_{AC} \cdot P_{AC}}{S \cdot U_{AC}^2 \cdot \lambda}$$

oziroma z enačbo za trifazne tokokroge

$$\Delta u\% = K \cdot \frac{100 \cdot P_{max} \cdot l}{\lambda \cdot U^2 \cdot S}$$

kjer je:

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Δu% - odstotkovni padec napetosti (%)
K - korekcijski faktor vodnika
P_{max} - maksimalna moč (kW)
l - dolžina vodnika (m)
λ - specifična prevodnost (Sm/mm^2)
U - nazivna napetost (V)
S - prerez vodnika (mm^2)

Podatki o NN omrežju

- moč generatorja	64,4 kW
- napetost v omrežju	U= 400 V
- faktor delavnosti minimalno	cos φ= 0.99
- frekvenca	f= 50 Hz

U - nazivna medfazna napetost	U = 400 V	
f_i - faktor istočasnosti	f_i = 1	$P_{max}=f_i \cdot P_{ins}$ = **64400,0** W
P_{ins} - instalirana moč	P_{inst} = 64400 W	
cos f - faktor delavnosti		
P_{max} - maksimalna moč	cosf = 1	
I_{max} - maksimalni tok		$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$ = **92,95** A

Glede na razdaljo, predvideno obremenitev in tipizacijo kablov je predviden za napajanje razsmernika kabel tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2, 1 kV. Energetski kabel tega tipa lahko po Navodilih za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV obremenimo s tokom 155 A v zraku in 141 A v zemlji (standard HD 384.5.523 S1:1991.

Ob upoštevanju korekcijskih faktorjev, ki upoštevajo različnost od standardnega polaganja kablov, dopustna tokovna obremenitev I_Z (trajni zdržni tok v kablu) ne sme preseči vrednosti :

$I_Z = I_N \cdot f_1 \cdot f_2$ (A), kjer pomeni:

f_1 - korekcijski faktor glede na specifično toplotno upornost tal, temperaturo zemljišča in faktor obremenitve (70°C temperatura kabla, 20°C temperatura zemlje, koeficient obremenitve 0,6, izolacija PVC) – polaganje v AC,

f_2 - korekcijski faktor glede na število vodnikov v istem rovu specifične toplotne upornosti zemljišča in faktorja obremenitve 0,6 (PVC) – paralelno polaganje KB.

I_N =	155	A
f_1 =	0,9	
f_2 =	0,9	

$I_Z = I_N \cdot f_1 \cdot f_2$ = **125,55** A

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Glede na varovalko 3x100A na mestu priključitve v R-G omari, kabel FG160R16 4x50 mm² ustreza.

Kontrola ustreznosti vodnika glede na varovalko

Nazivni tok varovalke določimo po enačbi:

$I_{NV_{max}} \leq \frac{1{,}45 \cdot I_Z}{k}$, kjer pomeni:

I_Z - trajni zdržni tok vodnika oz. kabla (A),
I_{NV} - največji dopustni nazivni tok varovalnega elementa za kabel (A),
k - faktor za varovalke (k=1,6 za varovalke nad 16 A).

I_Z =	125,55	A
k =	1,6	A

$$I_{NV_{max}} \leq \frac{1{,}45 \cdot I_Z}{k} = \quad 113{,}78 \text{ A}$$

Kabel imamo tipa in preseka FG160R16 4x50 mm², ki ga lahko po navodilih proizvajalca obremenimo z tokom 155 A in z upoštevanjem varnostnega faktorja z 113,78 A. To pomeni, da izbrani presek vodnika ustreza.

Zaščita pred prevelikimi tokovi:

Kontrolo izvedemo v skladu z SIST IEC 60364-4-41. Izpolniti je potrebno dva pogoja:
Pogoja sta:

$I_P < I_N < I_Z$

$I_2 \leq k \cdot I_N$

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

k - faktor za inštalacijske odklopnike (1,45)
I_p- tok potrošnika (A),
I_n- nazivni tok varovalk (A),
I_z- trajni zdržni tok kabla (A).
I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave v (A)

Maksimalni tok je manjši od vzdržnega toka varovalke.

Izračun padca napetosti:

Padec napetosti izračunamo po enačbi:

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

$\Delta u\% = K \cdot \frac{100 \cdot P_{max} \cdot l}{\lambda \cdot U^2 \cdot S}$	Δu% - odstotkovni padec napetosti (%) K - korekcijski faktor vodnika P_{max} - maksimalna moč (kW) L - dolžina vodnika (m) λ - specifična prevodnost (Sm/mm^2) U - nazivna napetost (V) S - prerez vodnika (mm^2)

Impedanca voda znaša:

l =	20	m
λ =	56	Sm/mm2
S =	50	mm^2

$$R_V = \frac{\lambda}{\lambda \cdot S} =$$ **0,01 Ω**

r = **0,36** Ω/km

$$X_V = 80\frac{m\Omega}{km} \cdot \lambda =$$ **0,00 Ω**

x = **0,08** Ω/km

$$Z_V = \sqrt{R_V^2 + X_V^2} =$$ **0,01 Ω**

Korekcijski faktor vodnika:

$$K = 1 + \frac{x}{r} \cdot tg\varphi =$$ **1,07**

Procentualni padec napetosti na kablu za obe merilni mesti torej znaša:

P_{max} =	64,4	kW
U =	400	V

$$\Delta u_{\%} = K \cdot \frac{100 \cdot P_{max} \cdot \lambda}{\lambda \cdot U^2 \cdot S} =$$ **0,31 %**

Padec napetosti je v predpisanih mejah (manjši od 5%).

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

2.2.4 Kontrola varovalk NN omrežja

Tok potrošnikov izračunamo

U - nazivna medfazna napetost	U = 400 V	$P_{max}=f_i \cdot P_{ins}$ =	**64400,0** W
f_i - faktor istočasnosti	f_i = 1		
P_{ins} - instalirana moč	P_{inst} = 64400 W		
cos f - faktor delavnosti			
P_{max} - maksimalna moč	cosf = 1		
I_{max} - maksimalni tok		$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$ =	**92,95** A

Tok varovalk

Tok varovalk mora ustrezati naslednjim pogojem :

Ip < In < Iz

Ip tok potrošnika (A)
In nazivni tok varovalk (A)
Iz trajni zdržni tok kabla (A)

92,95 A < 100 A < 125,55A → Pogoj je izpolnjen.

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

VODNIKI ZA POVEZAVE

- **Za priklop elektrarne na NN omrežje (iz R-G) do PMO je predviden kabelski vodnik tipa in preseka FG16OR16 4x50 mm^2.**

- **Za povezavo od PMO do razdelilnika SB-AC je predviden kabelski vodnik tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2.**

- **Za povezave od razsmernika do panelov je izbran solarni kabel preseka 6 mm^2 za razdalje manjše od 100 m ter solarni kabel preseka 10mm^2 za razdalje daljše od 100 m.**

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

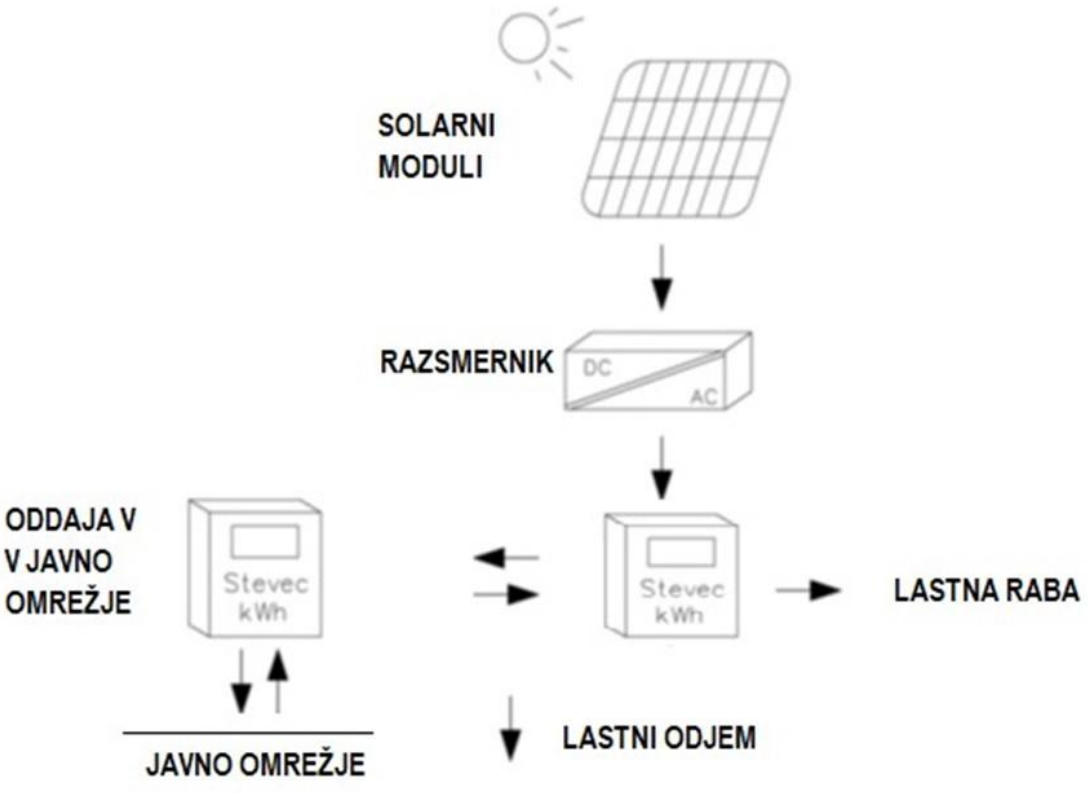
3 FOTONAPETOSTNA ELEKTRARNA

3.1 Osnovni opis fotonapetostne elektrarne

Investitor namerava zgraditi sončno elektrarno (PV). Elektrarna bo konstruirana za paralelno obratovanje z javnim električnim omrežjem, v katero bo oddajala presežek proizvedene energije po PS.2 shemi. Sončna elektrarna SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2 bo sestavljena iz PV generatorja, razsmerniškega dela z vgrajenim in AC stikalnim blokom in merilno ločilnega mesta. Sončna elektrarna bo nameščena na strehi objekta na podkonstrukciji.

Sončno elektrarno bo zgrajena iz naslednjih osnovnih komponent:

- ⇨ PV moduli,
- ⇨ Razsmernik (ima vgrajen DC stikalni blok in prenapetostno zaščito),
- ⇨ AC stikalni blok
- ⇨ merilno ločilno mesto
- ⇨ optimizatorji



Slika 2: Shematski prikaz osnovnih komponent sončne elektrarne, višek se oddaja v omrežje

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Skupno bo nameščenih 112 PV modulov moči 575 W predvidenega tipa ULICA/TOPCon 575W, ki bodo nameščeni na strehi objekta.

Sončna elektrarna se priklopi v glavnem razdelilniku na rezervni ločilnik v katerega se vstavijo varovalke 3x100A. Od omenjenega razdelilnika se z novim kablom tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2 napaja nova PMO omarica v kateri bo števec P2, ločilno mesto z motornim pogonom in ostalo opremo. PMO in SB AC razdelilnik sta prav tako povezana s kablom tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2.



Slika 3: Predvidena lokacija razsmernikov, baterijskih hranilnikov in DC omare

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

3.2 Strelovod

Obstoječi objekt je opremljen z ustrezno dimenzioniranimi in razpostavljenimi strelovodnimi lovilci, ki ustrezajo razredu III zaščite proti delovanju strele. Zaščita pred delovanjem strele je izvedena po veljavnih smernicah TSG-003: 2021. Ali je strelovodna zaščita ustrezna s stališča meritev nimamo podatka, ker nismo prejeli merilnega poročila.

Na strehi, kjer je že izvedena strelovodna instalacija so za varovanje pred neposrednim udarom strele predvideni strelovodni lovilci razpostavljeni v osnovi po metodi mreže. K tej so dodani palični lovilci različne dolžine za zaščito lokalno nameščenih elementov, ki segajo iz površine ravne strehe kot so na primer jeklene konstrukcije dostopnih lestev in podobno.

Konstrukcije s fotonapetostnimi paneli bodo zaradi naklona približno 15% nekaj manj kot 0,5 m dvignjene nad sedanjo površino strehe, na katero so položeni strelovodni vodniki strelovodne mreže. Pri postavitvi je potrebno upoštevati še varnostni odmik od ostalih inštalacij, s čimer bo preprečen preskok obloka med strelovodnim sistemom in konstrukcijami v primeru udara strele. Zato smo predvideli preureditev oz. dopolnitev strelovoda z dodatnimi lovilnimi palicami na strehi. Tam, kjer je bilo potrebno prečne povezave zaradi npr. povezav strelovodnih palic v bližini zračnikov oz. prečkanja pod paneli ali prehoda čez kabelsko polico ohraniti smo predvideli ustrezen izoliran strelovodni vodnik, kot je prikazano na risbi E-9.

Preskočna razdalja / ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v stavbi in LPS. Ločilna razdalja se v splošnem določi s pomočjo naslednje enačbe:

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

$$s = ki \frac{kc}{km}$$

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

kjer so:

k_i – je koeficient odvisen od izbranega zaščitnega nivoja,
k_c – je koeficient razdelitve toka odvisen od toka strele,
k_m – je koeficient odvisen od ločilnega materiala,
$l(m)$ – dolžina vzdolž odvodov, merjena od točke, kjer se ugotavlja bližina, do najbližje točke izenačitve potencialov.

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Zaščitni nivo	Koeficient k_i
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Preglednica 1: Odvisnost koeficienta k_i od izbranega zaščitnega nivoja

Število odvodnih vodnikov	Ozemljilo tipa A	Ozemljilo tipa B
	Koeficient k_c	Koeficient k_c
1	1	1
2	0,66	0,5-1
3 ali več	0,44	0,25-0,5

Preglednica 2: Odvisnost koeficienta k_c od izbrenega zaščitnega nivoja (poenostavljeni sistem)

Material	Koeficient k_m
zrak	1
beton, opeka	0,5

Preglednica 3: Odvisnost koeficienta k_m , ki je odvisen od materiala električne izolacije

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l = 0{,}04 \cdot \frac{0{,}44}{1} \cdot 22\ \text{m} = 0{,}39\ \text{m}$$

Vse naprave fotonapetostne elektrarne morajo biti ustrezno ozemljene in povezane na obstoječi ozemljilni sistem objekta.

Notranji sistem zaščite pred strelo sestavljajo:

- Prenapetostni odvodniki na izmeničnih (AC) tokokrogih na relaciji razsmernik - točka spojišča
  Odvodniki prenapetosti so vsebovani v SB-AC omari
- Prenapetostni odvodniki na enosmernih (DC) tokokrogih na relaciji fotonapetostni modul – razsmernik
  Prenapetostni odvodniki so vsebovani v razsmernikih in DC spojišču

  Stikalni bloki so opremljeni s PEN zbiralkam, ki so z ozemljitvenimi kabli preseka minimalno 16 mm^2 ali polovico preseka faznega vodnika spojene z ozemljilom objekta TP.

Kovinske dele podkonstrukcije je potrebno ozemljiti na vsakem spojišču.

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Kot lovilni del strelovodne instalacije na objektu se predvidi v skladu z SIST EN 50164-2 oz. SIST EN 62305-3. Lovilni vodnik se položi na tipske nosilne elemente ustrezne kritini na strehi. Lovilna strelovodna instalacija se spoji na obstoječe odvodne vodnike. Pod konstrukcijo se izvedejo lovilni vodi.

Na strehi je že izvedena strelovodna instalacija. Zaradi postavitve modulov, je potrebno preurediti obstoječo strelovodno instalacijo. Na strehi je predvidena nova kabelska polica, katera prečka obstoječi strelovod, zato je potrebno, kjer prečkamo obstoječi strelovod urediti križanja z izoliranim strelovodom. Prav tako se izoliran strelovodni vodnik v razdalji 5 m namesti na mestu, kjer je montiran razsmernik in DC omarica.

3.3 Pravilniki, standardi in tehnične smernice

Pri projektiranju morajo biti upoštevani naslednji pravilniki, standardi in tehnične smernice:

Pravilniki

- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 199/21, 105/22 – ZZNŠPP, 133/23 in 85/24 – ZAID-A)
- Energetski zakon (Uradni list RS, št. 60/19)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št 52/10)
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 97/15, 32/18 in 17/19)
- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18)
- Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (Uradni list RS, št. 7/21)

Standardi

- SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- SIST EN 61140 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- SIST IEC 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije, 4-41. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred električnim udarom,
- SIST HD 384-4-42 – Električne inštalacije zgradb, 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- SIST IEC 60364-4-43 Električne inštalacije zgradb, 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- SIST IEC 60364-4-44 Električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- SIST HD 60364-4-443 Električne inštalacije zgradb 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- SIST IEC 60364-5-54 Električne inštalacije zgradb, 5-54. del: Izbira in namestitev električne opreme, Ozemljitve, zaščitni vodniki in izenačitev potencialov inštalacij,

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

- SIST IEC 60364-5-51 Električne inštalacije zgradb, 5-51. del: Izbira in namestitev električne opreme, Splošna pravila,
- SIST EN 60439-1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav, 1. del: Tipsko preskušeni in delno tipsko preskušeni sestavi,

- SIST EN 60439-3 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav, 3. del: Posebne zahteve za sestave nizkonapetostnih stikalnih naprav, predvidene za vgraditev na mestih, do katerih imajo dostop nestrokovne osebe, Razdelilniki,
- SIST IEC 60364-5-52 Električne inštalacije zgradb, 5-52. del: Izbira in namestitev električne opreme, Inštalacijski sistemi,
- SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele, 1. del: Splošna načela.
- SIST EN 62305-2 Zaščita pred delovanjem strele, 2. del: Vodenje tveganja.
- SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele, 3. del: Fizična škoda na objektih in nevarnost za živa bitja.
- SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele, 4. del: Električni in elektronski sistemi v objektih.
- IEC 60364-7-712 Fotovoltaične naprave (PV) – zahteve za specialne električne inštalacije

Standardi uporabljeni v SONDSEE

- SIST EN 50160 Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih
- SIST IEC 60038 Standardne napetosti
- SIST EN 50438 Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem
- SIST EN 61000-4-30 Elektromagnetna združljivost (EMC) - 4-30. del: Preskusne in merilne tehnike - Metode merjenja kakovosti napetosti (IEC 61000-4-30:2015)
- SIST HD 60364-5-551 Nizkonapetostne električne inštalacije-5-551. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema – 551. točka: Nizkonapetostni generatorji
- Družina SIST EN 60255 : Merilni releji in zaščitna oprema…
- Družina SIST EN 61000 : Elektromagnetna združljivost (EMC)…
- Družina SIST EN 61850 : Komunikacijska omrežja in sistemi za avtomatizacijo porabo električne energije…
- Družina SIST EN 60870 : Oprema in sistemi za daljinsko vodenje ….
- SIST EN 50522:Ozemljitve postrojev nad 1 kV izmenične napetosti
- SIST HD 60364-5-52 Nizkonapetostne električne inštalacije, aneks C:Vrednost tokov
- SIST EN 62381: Avtomatizacijski sistemi v procesni industriji - Tovarniški prevzemni presku(FAT), prevzemni preskus pri prevzemniku (SAT) in preskus integracije pri prevzemniku (SIT)(IEC 62381:2012).

Smernice in drugi dokumenti

- Tehnična smernica TSG-N-001:2019 - Požarna varnost v stavbah
- Tehnična smernica TSG-N-002:2021 - Nizkonapetostne električne instalacije
- Tehnična smernica TSG-N-003:2021 - Zaščita pred delovanjem strele
- Tehnična smernica TSG-1-004:2022 - Učinkovita raba energije
- Smernica o požarni varnosti sončnih elektrarn SZPV 512
- GIZ-TS-1-ENOZILNI-ENERGETSKI-KABLI-12-20-24-kV

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

- GIZ-TS-2-NN-Energetski-kabli-1-kV
- GIZ-TS-3-Trizilni-energetski-kabli-12-20-24-kV
- GIZ-TS-4-Pribor-za-kable-12-20-24 kV

- GIZ-TS-5-Kabelski-cevlji-in-tulci
- GIZ-TS-6-Tehnicni-podatki-distribucijskega-elektroenergetskega-omrezja
- GIZ-TS-7-Smernice-za-gradnjo-nadzemnih-vodov
- GIZ-TS-9-Pojmovnik-s-podrocja-obratovanja-DEES
- GIZ-TS-10-SN-Univerzalni-energetski-kabli-12-20-24-kV
- GIZ-TS-11-Prevzem-in-polaganje-kablov-1-do-35-kV

Pri izvajanju se sme uporabiti oprema in materiali, ki je izdelan v skladu z veljavnimi standardi. Električne inštalacije morajo biti izvedene oziroma vgrajene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih topil ali električnih vplivov ne bo ogroža varnost ljudi, predmetov ali obratovanja. Pri projektiranju je bil upoštevan pravilnik o elektromagnetni združljivosti EMC.

Pravilnik o zahtevah za NN električne instalacije v stavbah (ur.l. 41/09) v 13. členu zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt. Objekt se torej projektira po 7. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-002:2021.

Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (ur.l. 28/09, 2/12) v 11. členu zahteva navedbo predpisov po kateri se projektira objekt. Objekt se torej projektira po 5. členu omenjenega pravilnika, to je z uporabo tehnične smernice TSG-N-003:2021.

Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.l.RS št.52/2010) v 5. členu zahteva da se objekt projektira z uporabo tehnične smernice TSG-1-004: 2022 (uporaba pri razsvetljavi).

3.4 Tehnični pogoji

Izvajalec elektro instalacij in ostale opreme sme uporabiti elektro instalacijski material, ki ima ustrezna dokazila o lastnostih. Ta dokazila mora predati skupaj z predpisanimi meritvami investitorju oziroma nadzornemu organu , ta pa jih mora hraniti v času življenjske dobe elektrarne.

Investitor in izvajalec sta dolžna pred začetkom del preveriti usklajenost posameznih projektov. Izvajalec je dolžan pred pričetkom del in pred nabavo opreme preveriti stanje objekta. V kolikor so potrebne spremembe ali pa se ugotovi, da se je spremenila namembnost objekta, mora o tem pismeno obvestiti projektanta in nadzorni organ ter zahtevati pismeno soglasje o potrebni spremembi.

Izvajalec je dolžan, da pred predajo objekta namenu izvede naslednja preverjanja in meritve:

- zaščite pred električnim udarom, vštevši merjenje razmika pri zaščiti z ovirami ali okrovi, s pregradami ali s postavitvijo opreme zunaj dosega,
- ukrepov za zaščito vodnikov pred razširjanjem ognja in termični mi vplivi glede na trajno, dovoljene vrednosti toka in dovoljeni padec napetosti,
- izbire in nastavitve zaščitnih naprav in naprav za nadzor,
- brezhibnosti postavitve ustreznih stikalnih naprav glede ločilne razdalje,
- izbire opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive,

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

- prepoznavanje nevtralnega in zaščitnega vodnika,
- obstoja shem, opozorilnih tablic ali podobnih informacij,

- prepoznavanje tokokrogov, varovalk, stikal, sponk in druge opreme,
- povezave vodnikov,
- dostopnosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,
- neprekinjenosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,
- neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačenje potenciala,
- izolacijska upornost električne instalacije,
- zaščita z električno ločitvijo tokokrogov,
- samodejni odklop napajanja,
- funkcionalnost.

Na NN aparatih je potrebno opravljati periodične preglede in servisiranje v skladu z navodili proizvajalca posameznega aparata.

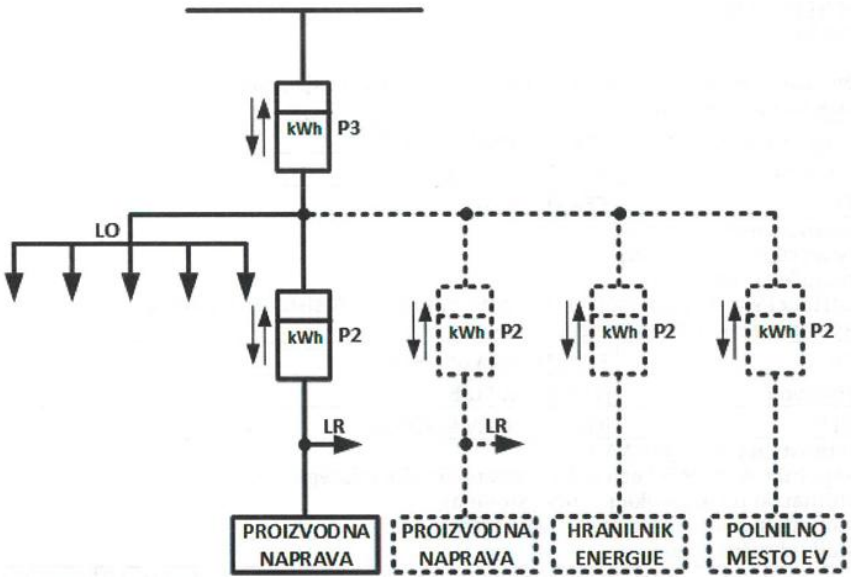
O pregledih, meritvah, kontrolah in servisnih posegih se vodi pismena dokumentacija.

Pregled in preizkus po končani montaži je potrebno izdelati v smislu Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. List RS št. 140/2021; Uradni list RS, št. 140/2021 z dne 3. 9. 2021) in tehnične smernice (TSG-N-002:2021).

Vse meritve sme izvajati samo pooblaščena oseba.

3.5 Sistem priključevanja

Naprava za proizvodnjo električne energije bo priključena v nizkonapetostno distribucijsko omrežje skladno z blokovno shemo – PS.2 (slika 4).



Slika 4: Blokovna shema sončne elektrarne po tipizaciji PS.2

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2 bo priključena po tipski shemi PS.2 (SONDSEE). Elektrarna bo višek električne energije oddala v javno električno omrežje, ostala energija se bo porabila na obstoječem lastnem odjemu.

Elektrarna se bo priključila na javno distribucijsko omrežje v električnem razdelilniku PMO (števec P2). V razdelilniku PMO je predvidena oprema: ločilno mesto, varovalke in ostali zaščitnimi elementi, blokada vklopa za ročni izklop elektrarne, kontaktor in prenapetostna zaščita. V primeru ročnega izklopa je vgrajeno stikalo (blokada ponovnega vklopa).

Elektro distribuciji bo zagotovljen stalni dostop (24 ur/dan) do merilnega mesta oz. daljinsko odčitavanje.

Osnovni elementi sončne elektrarne – SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2:

ELEMENTI	ŠTEVILO	TIP
PV modul	112	ULICA/TOPCon 575W
Razsmernik	2	SUNSYNK 30 kW
Baterijska omara	2	POWERHUB SUNSYNK F60 = 2 x 61,44 kWh

Priključitev sončne elektrarne bo izvedena skladno s pridobljenimi projektnimi pogoji oz. soglasjem za priključitev, ki ga bo izdala elektro distribucija. Potrditev načrta glede na izdano soglasje mora biti izvedena pred montažo (pridobitev pozitivnega mnenja).

3.6 Fotonapetostni moduli

Projektno so izbrani monokristalni, PV paneli moči 575 Wp proizvajalca ULICA/TOPCon. Skupno vseh panelov je predvidenih112, ki ustvarijo konično moč elektrarne 58,96 kWp.



Slika 5: Monokristalni PV modul kot npr. ULICA/TOPCon

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

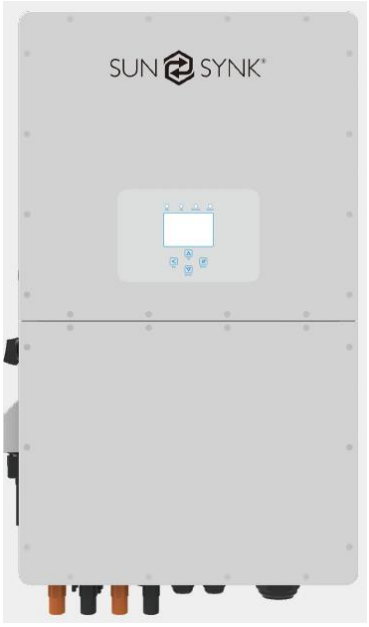
4.7. Razsmerniki

Razsmernik je PV sistemska komponenta za povezavo fotonapetostnega sistema na nizkonapetostno električno omrežje. Montaža razsmernikov mora biti skladna z navodili proizvajalca. Do razsmernikov je potrebno pripeljati tudi ETHERNET povezavo.

Tehnični podatki razsmernikov:

Tehnične karakteristike razsmernika SUNSYNK-30K-SG01HP3-EU-M3

Tip	**SUNSYNK-30K-SG01HP3-EU-BM3**
Nazivna AC moč	30000 VA
Maks. moč PV sistema	39 kWp
Maks. DC napetost	1000 V
Nazivna napetost (MPP)	600 A
Število vhodov (stringov)/MPPT	2+2+2
Max. izkoristek [%]	97,6
Max. izkoristek (eu) [%]	97,0
LCD Prikazovalnik	DA
Teža (kg)	84,9
Zaščita pred zunanjimi vplivi	IP65



slika 6: Razsmernik kot npr. SUNSYNK-30K-SG01HP3-EU-M3

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

3.7 Konstrukcija, foronapetostni generator

Montaža konstrukcije in solarnih modulov je enostavna. S pomočjo avto dvigala oziroma motorne lestve je potrebno na streho dostaviti komponente konstrukcije in solarnih modulov. Sestavljanje konstrukcije in montaža PV modulov se izvaja z vijačenjem. Konstrukcijo od panelov je potrebno ozemljiti na več koncih z vodnikom H07V-K 16 mm^2 uvlečenim v zaščitno cev.

Način montaže konstrukcije PV modulov na streho mora biti usklajena z navodili proizvajalca kritine in dobavitelja osnovne nosilne konstrukcije strehe. Uporabljajo se lahko samo standardizirani tipski elementi z ustreznimi certifikati, da bo zagotovljena ustrezna vgradnja foto napetostnega generatorja na streho.

Razsmernika sta nameščena na ohišju od baterijskega sistema, katera bosta postavljena na vnaprej prepripravljen betonski temelj, kot je prikazano na risbi E-1.

3.8 Omara PMO

Iz obstoječe PMO omarice se izvede povezava v novo PMO omarico s kablom tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2. Kabel se priklopi na varovalčni ločilnik v katerem so varovalke 3 x 80 A. Za ločitev merilnega mesta od distribucijskega omrežja na služi kompaktni odklopnik z motornim pogonom. V omarici je poleg druge opreme nameščen še varnostni rele.

3.9 Omara SB-AC

Povezava nove PMO in SB-AC omarice se izvede s kablom tipa in preseka FG160R16 4x50 mm^2. Omarici bosta postavljeni ena poleg druge. Stikalni blok je opremljen skladno s priloženimi načrti.
V razdelilniku je na dovodu kompaktni odklopnik ter nato so varovalčni ločilniki za zaščito kablov za razsmenike ter omaro R1 za požarna stikala.

3.10 Ločitev elektrarne od omrežja

3.10.1 Ročna ločitev

Ročna ločitev elektrarne se zagotovi z vgradnjo stikala.

3.10.2 Avtomatska ločitev

Avtomatska ločitev se zagotovi s pravilno nastavitvijo zaščite v nastavitvah razsmernika, ki je prednastavljena. Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta PN se uporabljajo za PN tip B moči od vključno 10 kW do 5 MW, ki so priključene v NN ali SN omrežje. Parametri zaščitne naprave na ločilnem mestu so:

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	U_n + 15 %
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2	U_n + 11 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2	U_n – 15 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	U_n – 30 %
Nadfrekvenčna [a]	0,2	52 Hz
Podfrekvenčna [a]	0,2	47 Hz
Izpad omrežja [b]	0,5	5Hz/s

a Frekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.

b Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt, sprememba impedance omrežja) ni potrebna. Če jo želi lastnik PN-ja vseeno nastaviti, jo je treba nastaviti na navedeno vrednost.

Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami.

Dovoljene tolerance zaščit:
Napetost ± 1 %.
Frekvenca ± 0,5 % od nastavitve.
Čas izpada ± 10 % od nastavitve.

Zaščite morajo obvezno meriti vse fazne napetosti (U_{L-N}) za NN omrežje oziroma za SN omrežje odvisno od izvedbe zaščite in meritev: vse fazne napetosti (U_{L-N}) ali vse medfazne napetosti (U_{L-L}) na katere je proizvodna naprava priključena.

Nastavitve oz. preveritev vseh parametrov zaščite izvede izvajalec oziroma upravljalec elektrarne, vendar izključno ob prisotnosti predstavnika, pooblaščenega s strani sistemskega operaterja distribucijskega omrežja (ELES).

Pretokovna in kratkostična zaščita je predvidena z vgradnjo varovalčnih stikal, z nameščenimi talilnimi, varovalnimi vložki takšnih nazivnih tokov, ki odgovarjajo maksimalnim zdržnim tokovom kabelskih povezav, kakor tudi razmeram v primeru kratkega stika v katerem koli delu električne inštalacije.

3.11 Karakteristika jalove moči J-N3

Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika velja za vse PN oziroma EM, ne glede na tip, brez izjem. PN, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni!

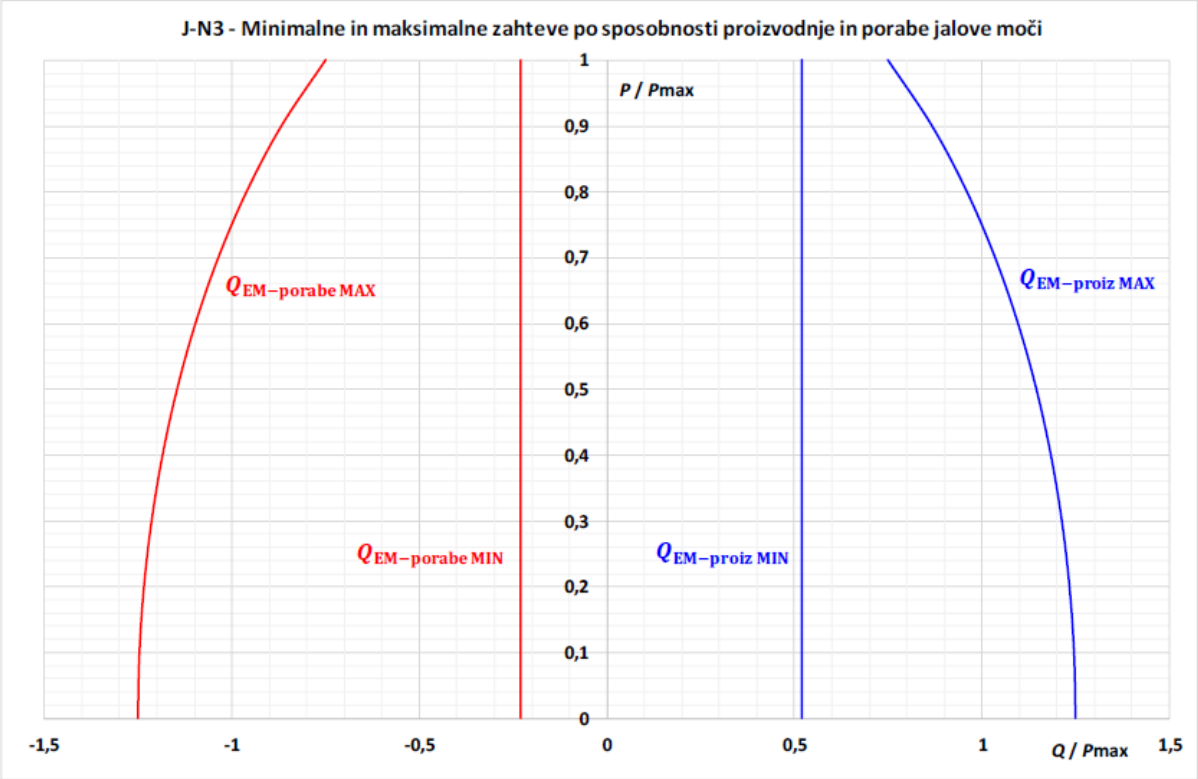
M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

Pri delovni moči $[0{,}1 \cdot P_{MAX} \leq P_{EM} \leq P_{MAX}] \rightarrow \left[0{,}52 \cdot P_{MAX} \leq Q_{EM-proiz} \leq \sqrt{(1{,}25 \cdot P_{MAX})^2 - P_{EM}{}^2}\right]$ (XII.5)

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

Pri delovni moči $[0{,}1 \cdot P_{MAX} \leq P_{EM} \leq P_{MAX}] \rightarrow \left[-0{,}23 \cdot P_{MAX} \geq Q_{EM-porabe} \geq -\sqrt{(1{,}25 \cdot P_{MAX})^2 - P_{EM}{}^2}\right]$ (XII.6)



Slika 7: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N3.

Ožičenje solarnih elementov

Ožičenje solarnih modulov je potrebno izvesti med montažo z originalnimi vodotesnimi kabelskimi priključki (hitro spojne vtične povezave). Polariteti sta razpoznavni s črno in rdečo barvo veznih vodnikov. Ožičenje naj bo izvedeno tako, da sta + in – vodnik čim bližje skupaj, tako da ne naredimo večjih škodljivih induktivnih zank, ki bi škodljivo delovale v primeru pojava strele (slika 8). S kabli tip Radox 6 in 10 mm^2 izvedemo ožičenje do DC dela razsmernika. Kabli se položijo v zaščitni spiralni cevi oz. na kabelske police, ki se pritrdijo pod kovinsko nosilno konstrukcijo PV modulov. Vodniki se ne smejo dotikati strehe na zunanjem območju.

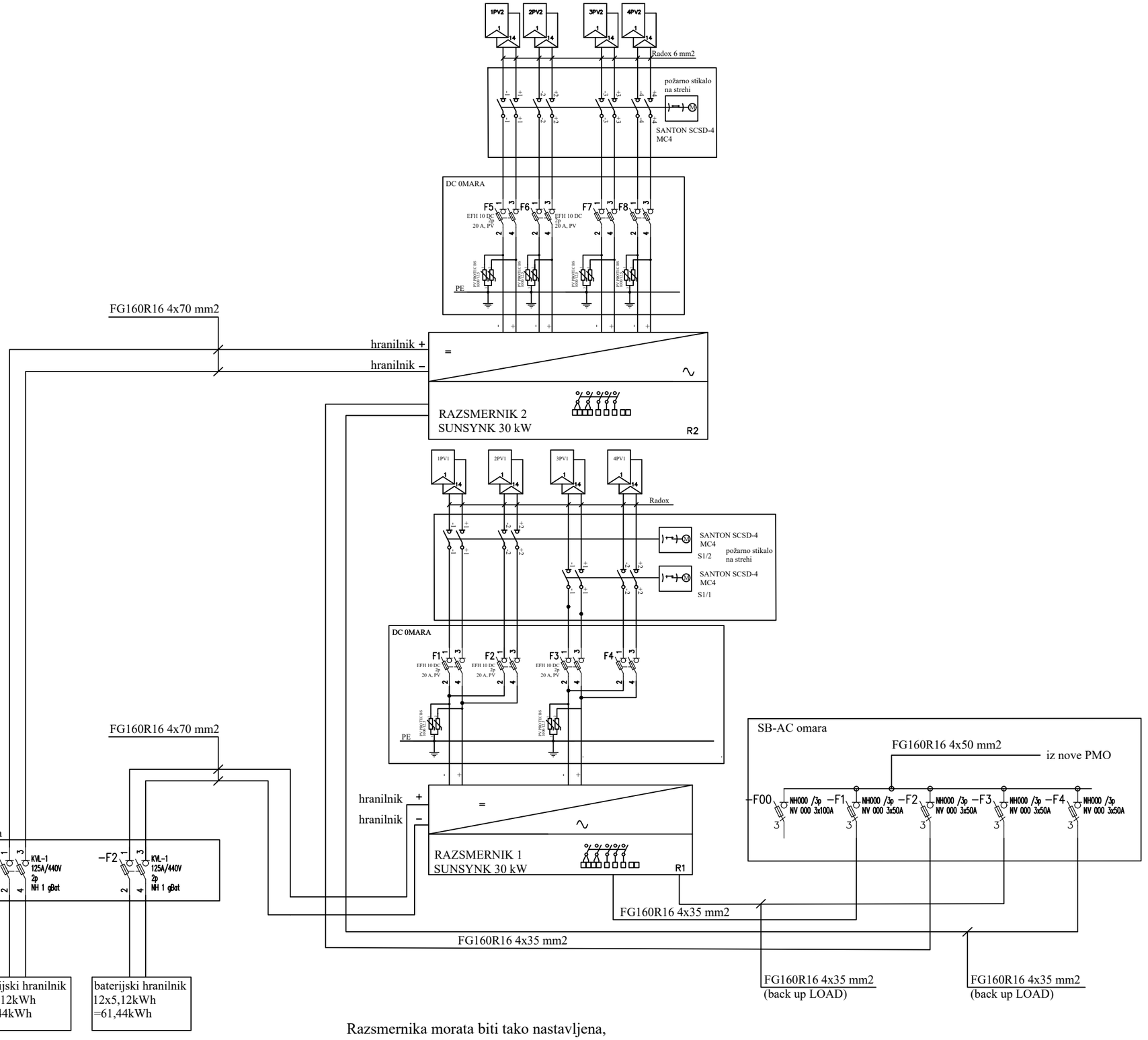
M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

4 TEHNIČNE RISBE

► Situacija ureditve	M 1:X	E1
► Pregledna shema SE	M 1:X	E2
► Izgled PMO omare	M 1:X	E3
► Enopolna shema PMO omare	M 1:X	E4
► Izgled SB-AC omare	M 1:X	E5
► Enopolna shema omare SB-DC	M 1:X	E6
► Krmiljenje varnostnega releja	M 1:X	E7
► Izgled SB-DC omare	M 1:X	E8
► Izgled omare R1 – fireswitch	M 1:X	E9
► Strelovodna instalacija	M 1:X	E10
► Vezava stringov	M 1:X	E11

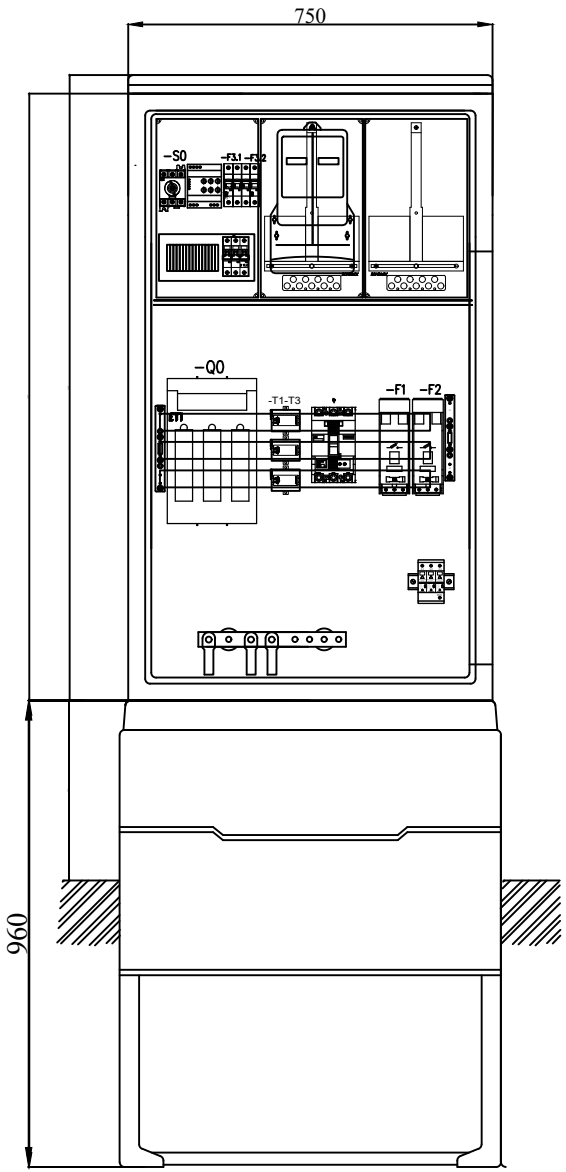


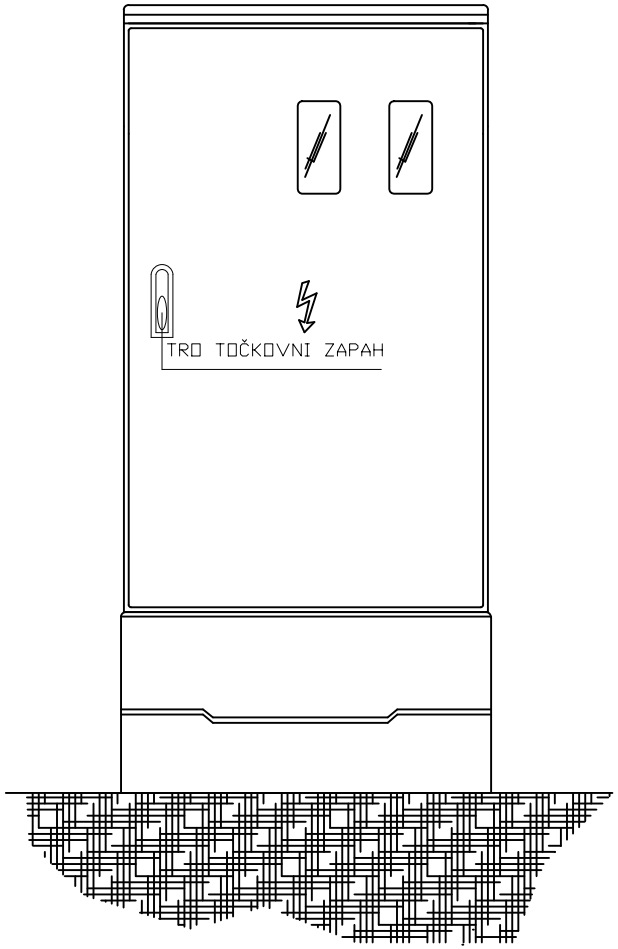
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Situacija ureditve	22/25-PV		E-1
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



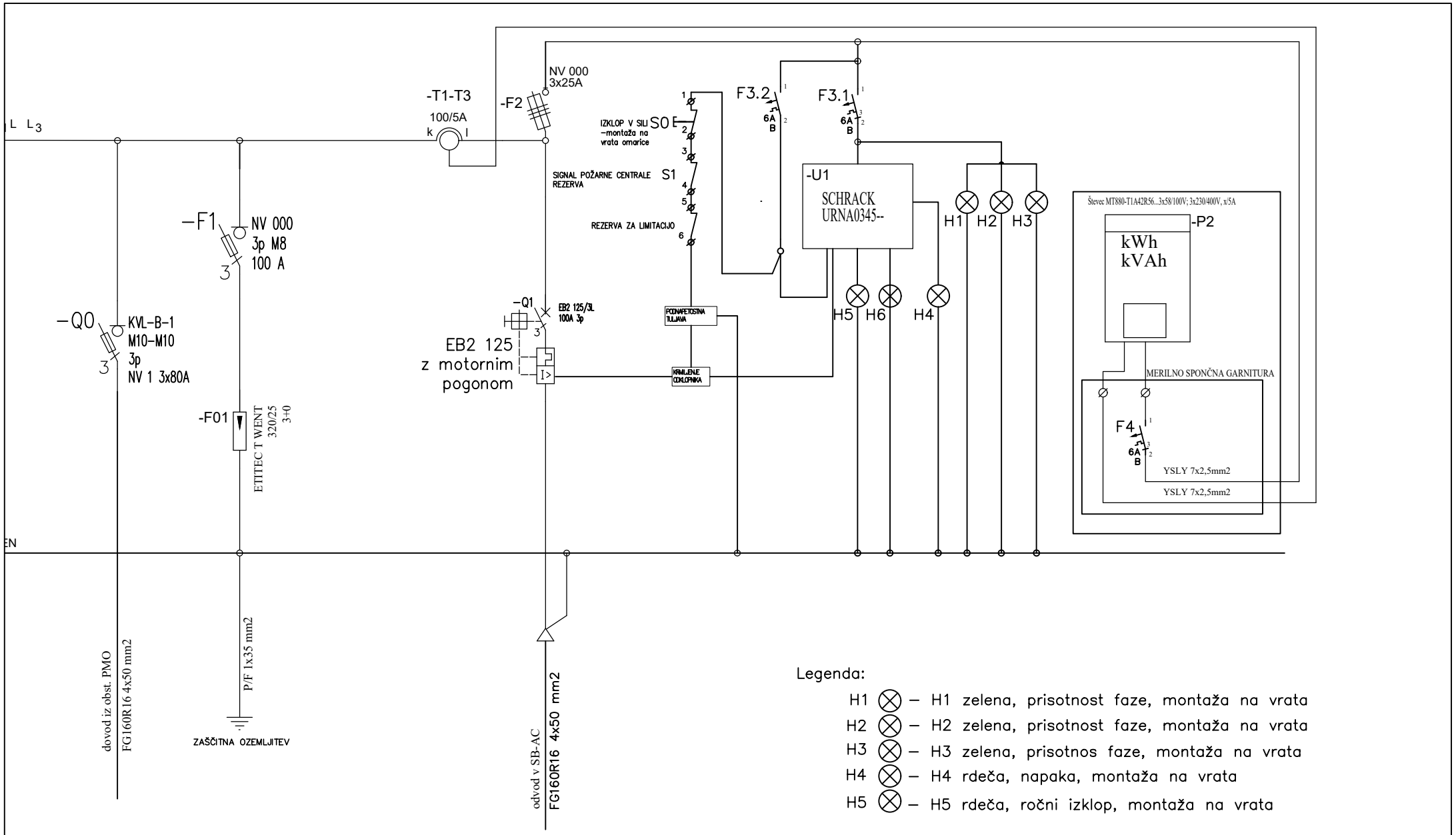
Razsmernika morata biti tako nastavljena, da je moč oddaje v omrežje 42,4 kW!

		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Pregledna shema SE	22/25-PV		E-2
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1





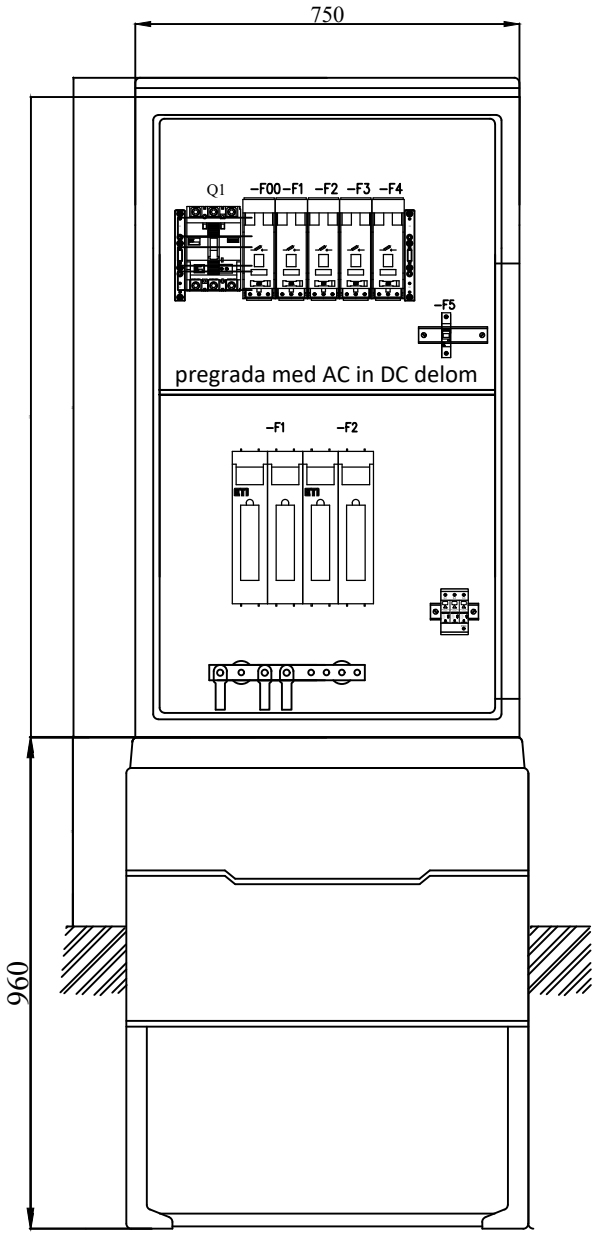
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Izgled omare PMO	22/25-PV		E-3
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1

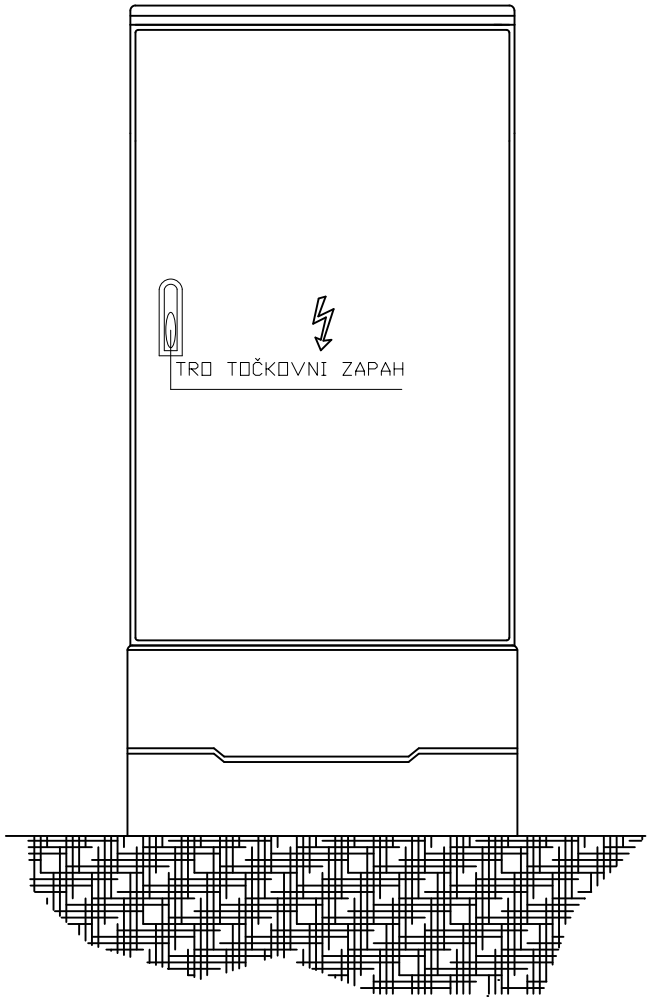


Legenda:

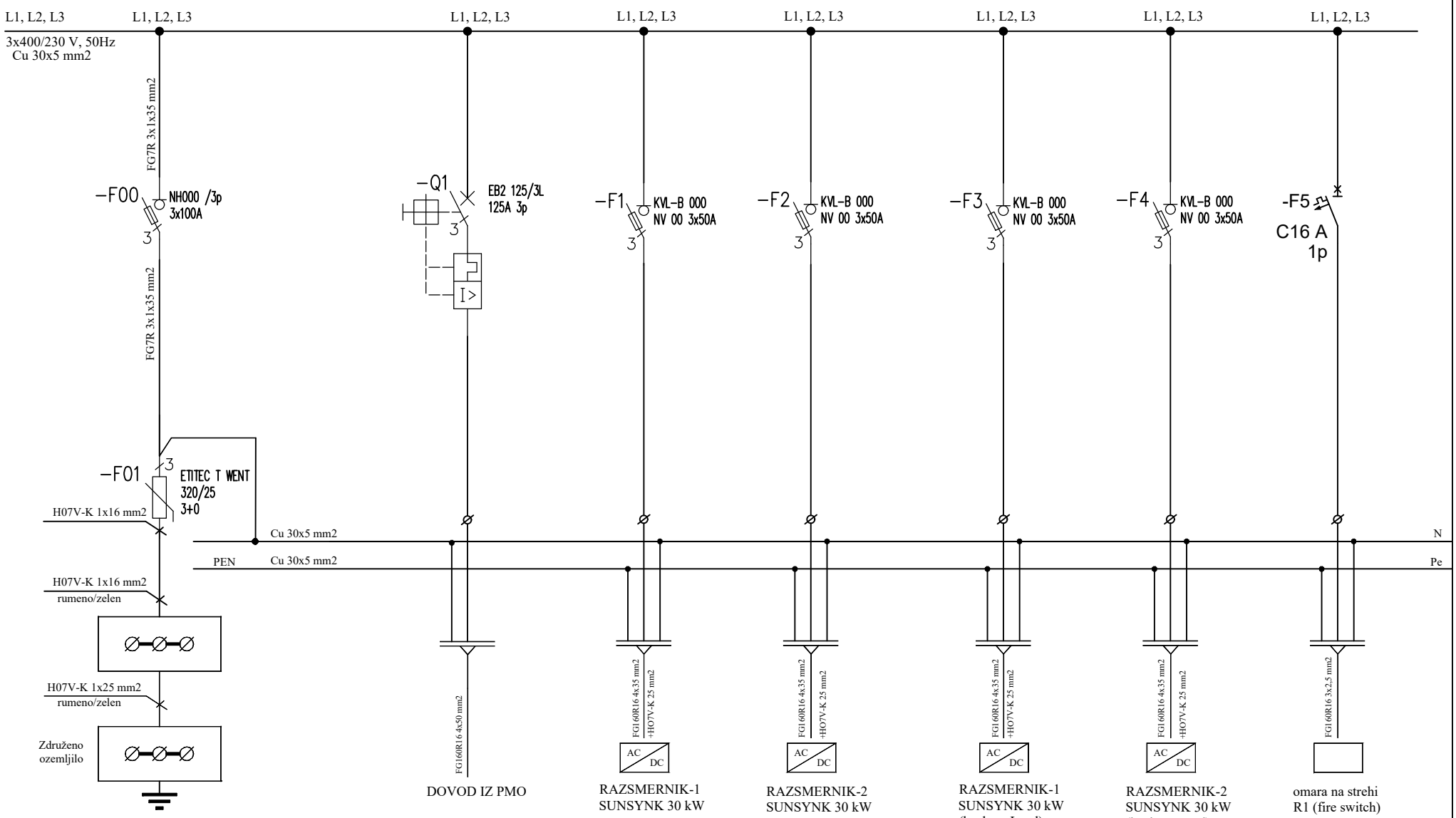
H1 ⊗ – H1 zelena, prisotnost faze, montaža na vrata
H2 ⊗ – H2 zelena, prisotnost faze, montaža na vrata
H3 ⊗ – H3 zelena, prisotnos faze, montaža na vrata
H4 ⊗ – H4 rdeča, napaka, montaža na vrata
H5 ⊗ – H5 rdeča, ročni izklop, montaža na vrata

		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Enopolna shema PMO	22/25-PV		E-4
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1

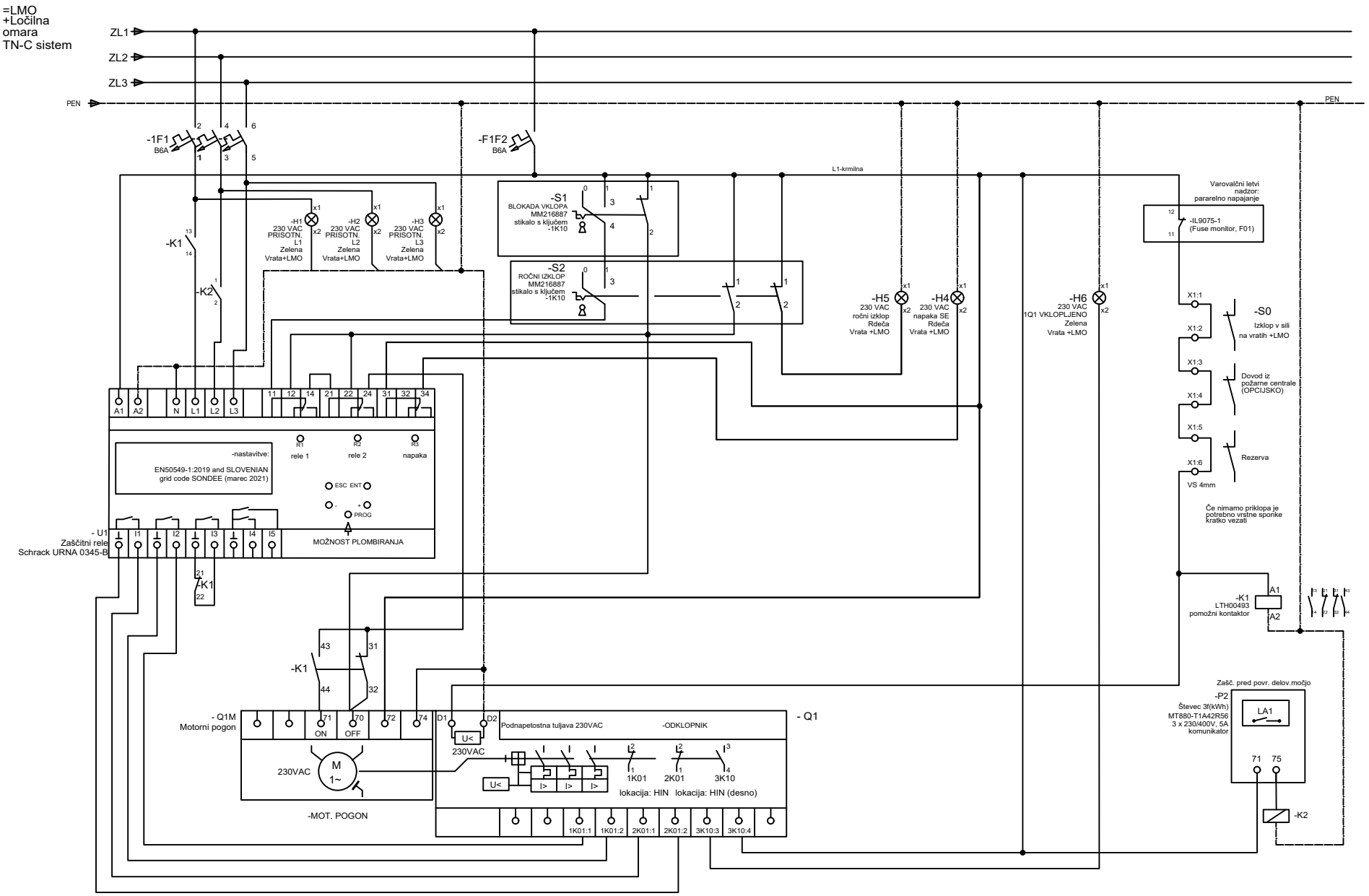




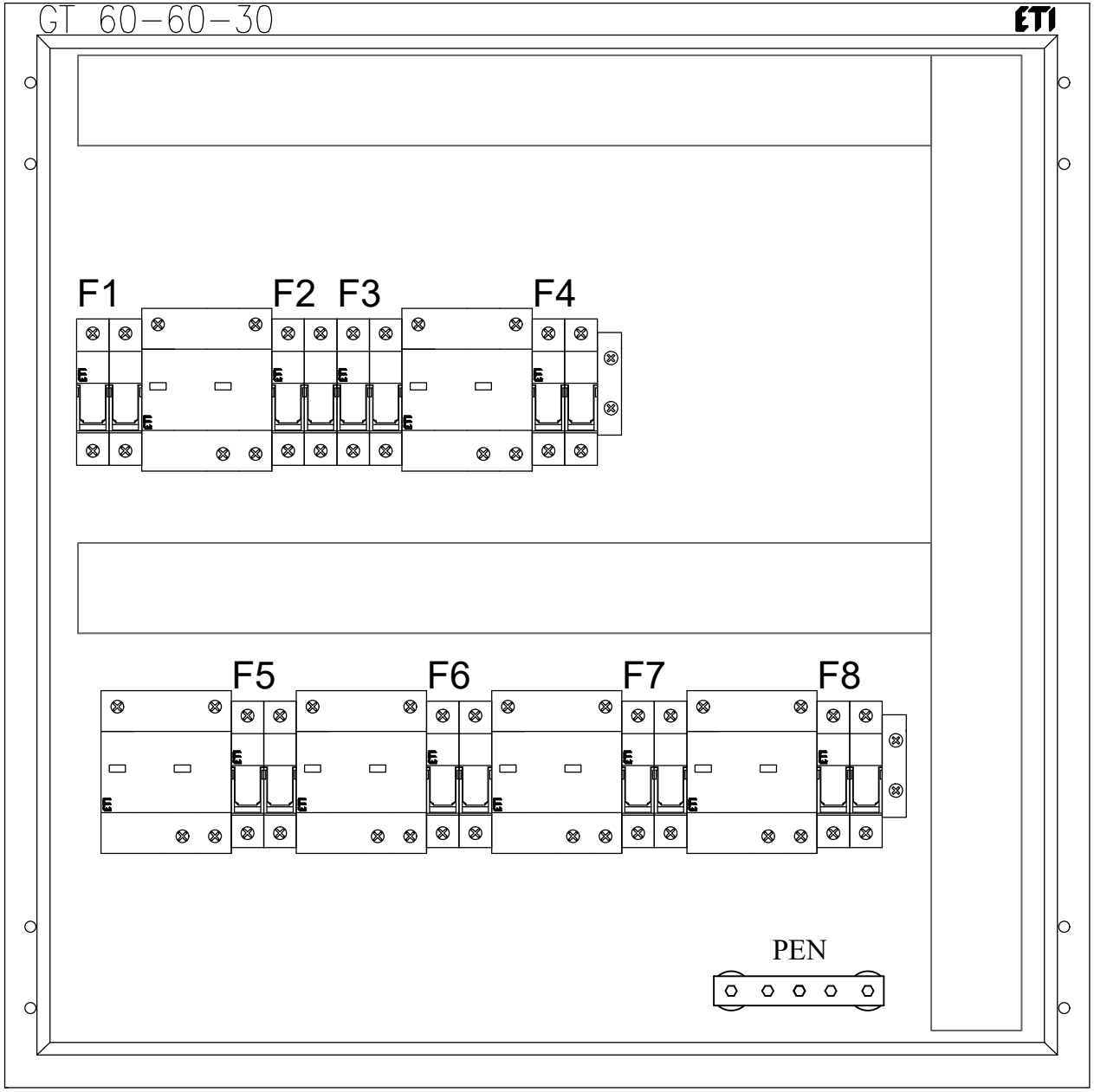
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Izgled SB-AC omare	22/25-PV		E-5
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



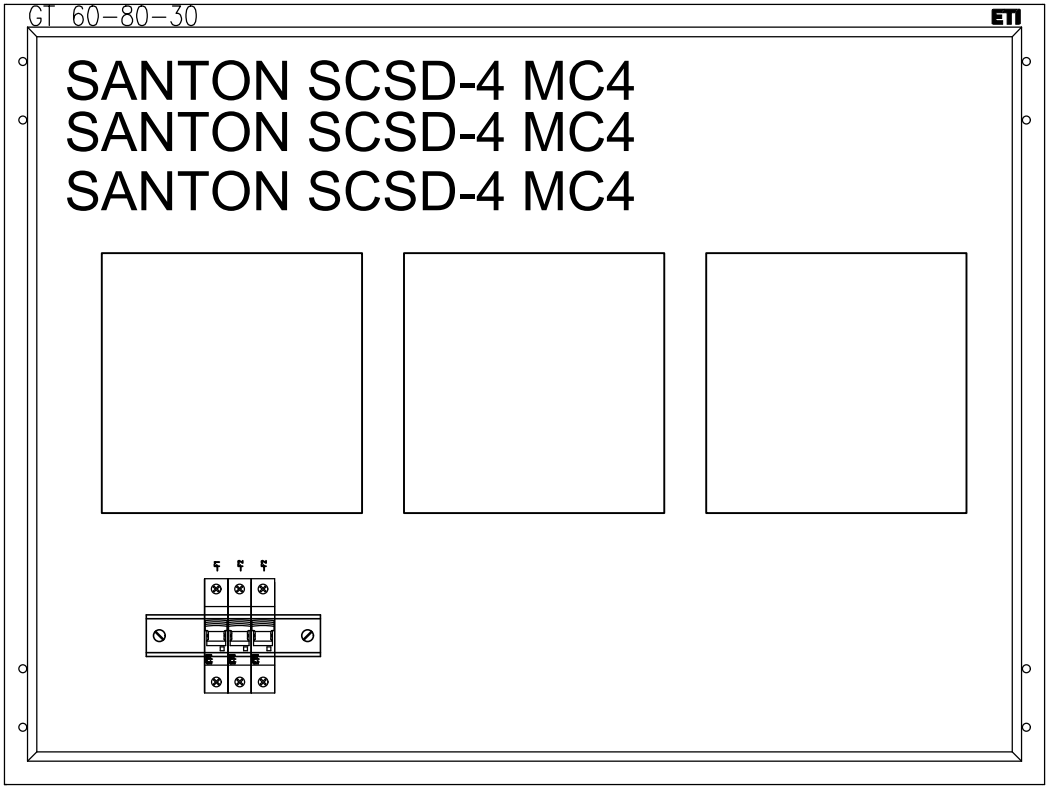
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Enopolna shema SB-AC omare	22/25-PV		E-6
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



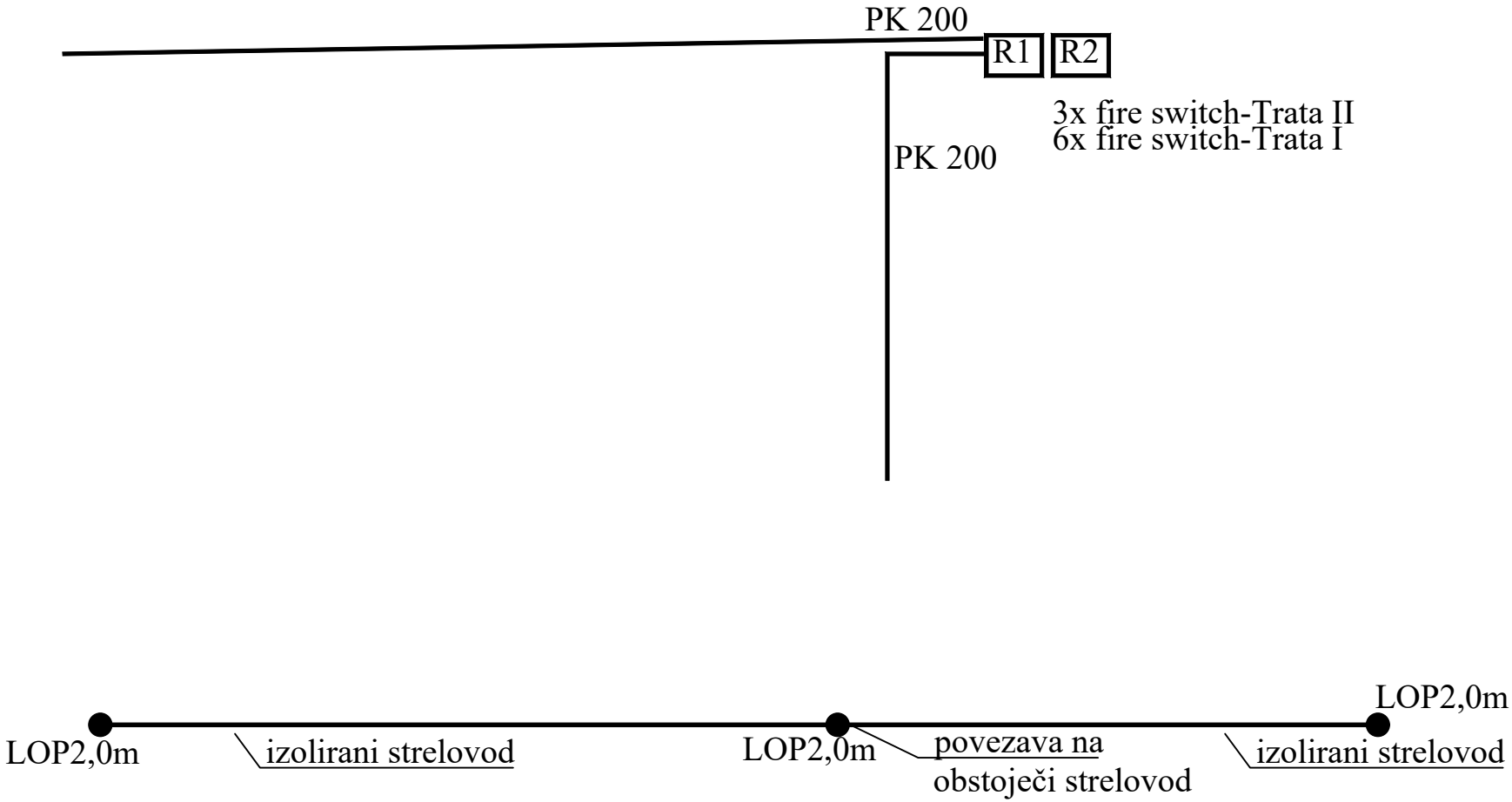
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Krmiljenje varnostnega releja	22/25-PV		E-7
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



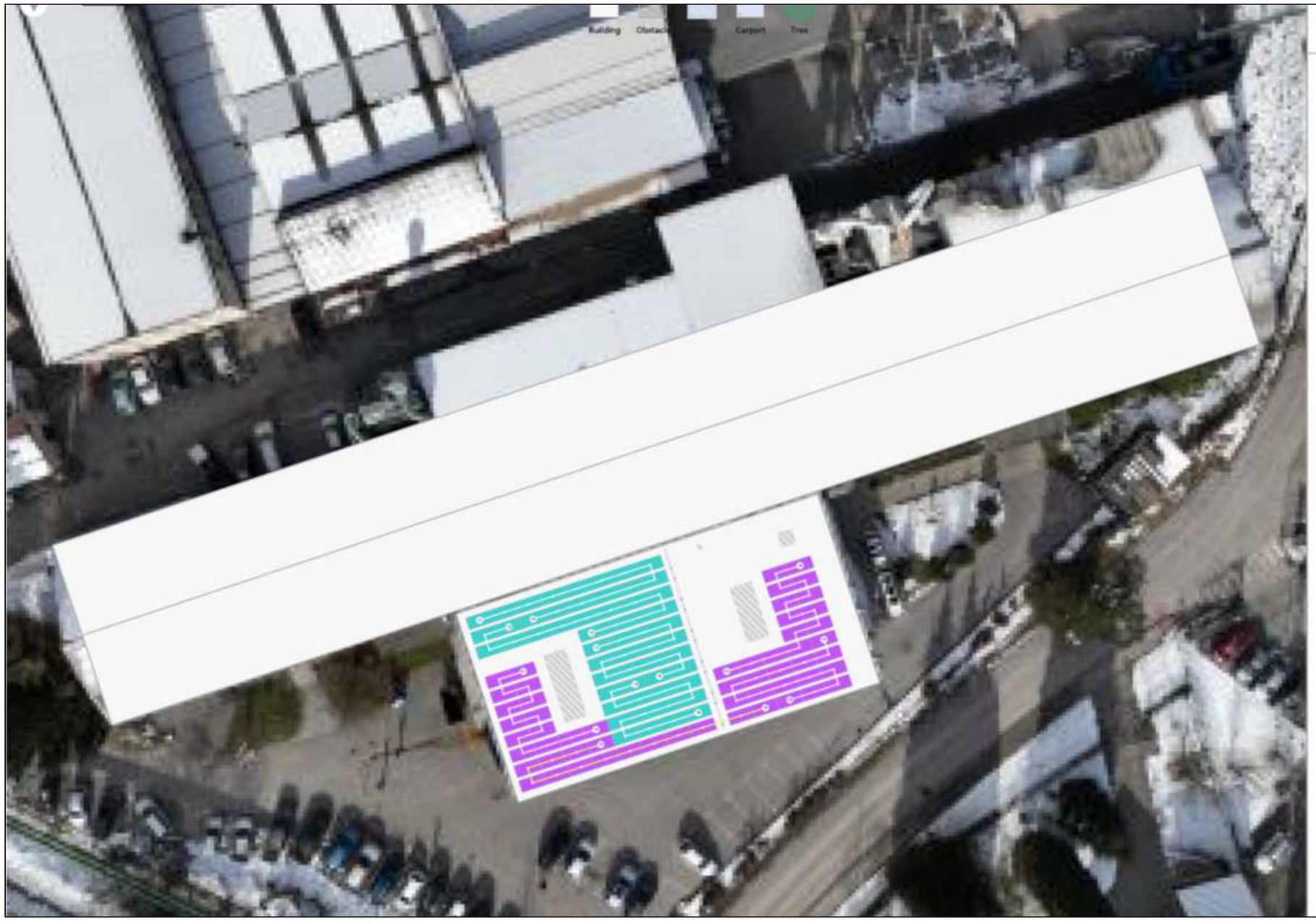
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Izgled SB-DC omare	22/25-PV		E-8
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Izgled omare R1- fireswitch	22/25-PV		E-9
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Strelovodna instalacija	22/25-PV		E-10
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1



FusionSolar | SmartDesign

SE PIK STARI 2

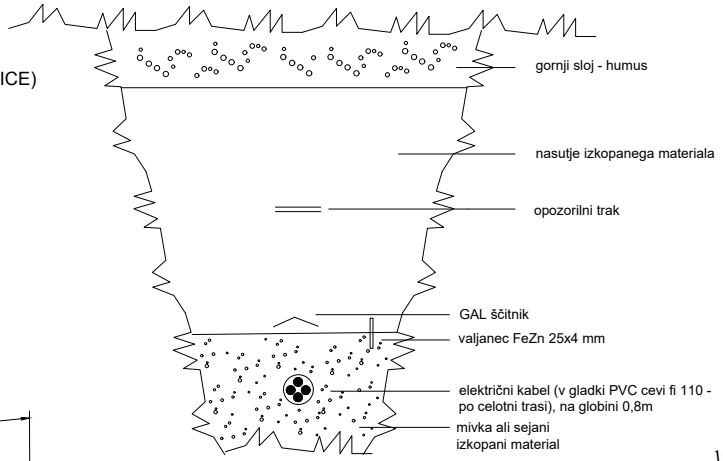
1 SUN2000-20KTL-M5 161%
- 1.1 14
- 1.2 14
- 1.3 14
- 1.4 14

2 SUN2000-30KTL-M3 107.33%
- 2.1 14
- 2.2 Not connected
- 2.3 14
- 2.4 Not connected
- 2.5 14
- 2.6 Not connected
- 2.7 14
- 2.8 Not connected

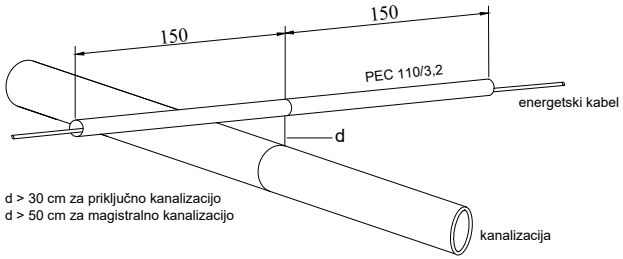
		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Vezava stringov	22/25-PV		E-11
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1

PRIBLIZEVANJE EL. KABLOV DRUGIM KOMUNALNIM VODOM

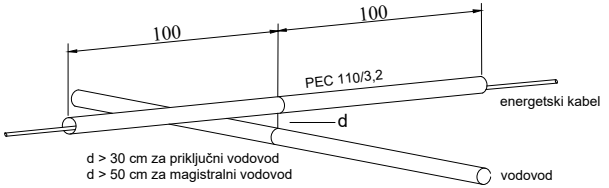
POLAGANJE KABLA POD
NEUTRJENE POVRŠINE (ZELENICE)



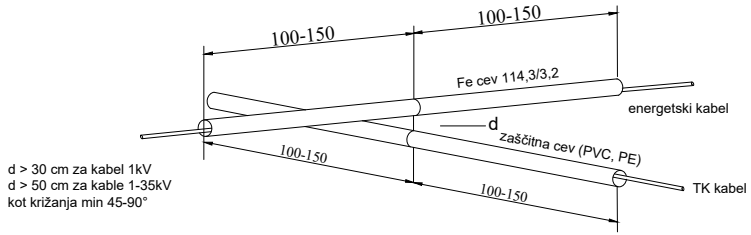
križanje energetskega kabla
s kanalizacijo



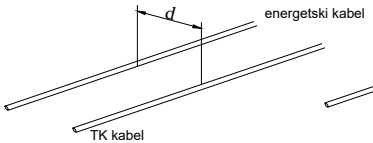
križanje energetskega kabla
z vodovodm



križanje energetskega kabla s TK vodom

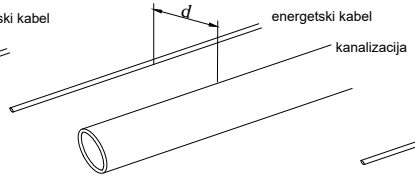


paralelni potek energetskega kabla
in TK voda



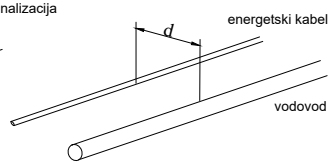
d > 50 cm za kable do 20kV
d > 100 cm za kable nad 20kV

paralelni potek energetskega kabla
in kanalizacije



d > 50 cm za priključno kanalizacijo
d > 150 cm za magistralno kanalizacijo

paralelni potek energetskega kabla
in vodovoda



d > 50 cm za priključni vodovod
d > 150 cm za magistralni vodovod

		Datum:	Datum spr.	Podpis	INVESTITOR	Oznaka risbe	Št. načrta	Faza: PZI	Št. risbe
Pooblaščeni inž.	Matjaž Bobnar	02.2025			**OBČINA KOČEVJE** **Ljubljanska cesta 26,** **1330 Kočevje**	Približevanje kablov drugim komunalnim vodom	22/25-PV		E-12
Obdelovalec	Marko Pučko						Objekt: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2		List 1
Pregledal									od listov 1

M-BLISK
tehnično projektiranje d. o. o.
Grušce 4a, SI-3222 Dramlje
040 165 218
info@mblisk.si
www.mblisk.si

5 POPISI

PROJEKTANTSKI POPIS

OBJEKT: SONČNA ELEKTRARNA, FE HEE TRATA 2

INVESTITOR: OBČINA KOČEVJE, Ljubljanska cesta 26, 1330 Kočevje

Št. načrta: PZI 22/25-PV

Popis izdelal: Matjaž Bobnar, uni. dipl. inž. el.

Datum izdelave: februar 2025

Splošna navodila

Izvajalec mora imeti ustrezna znanja, vključno s poznavanjem vseh standardov, in mora biti strokovno usposobljena oseba za posamezno vrsto instalacije, vključno z opremo, ki jo vgrajuje.

Pred pričetkom del mora izvajalec del pripraviti in predati tehnične predloge ponujene elektro opreme v potrditev, kar zajema vse iz popisa zahtevane tehnične podatke, detajlne risbe montaže in dokazila s potrdili o ustreznosti.

Pri tem morajo biti podani tehnični podatki in risbe povsem usklajeni z zahtevanim obsegom in se morajo povsem nanašati na natančno ponujeni tip in velikost ter ne samo na vrsto opreme (fotokopije iz splošnega kataloga proizvajalcev v namen potrjevanja opreme niso sprejemljive).

Nobeno naročilo ponujene opreme ne more biti sprovedeno, dokler ni s strani investitorja pooblaščen(e)ih oseb(e) izvedena preverba ustreznosti in ta tudi pisno potrjena.

Dobava in postavitev opreme in sistemov se izvede po priloženi dokumentaciji, načrtih in besedilnem delu, ki se dopolnijo s podrobnejšimi risbami posameznih izbranih dobaviteljev opreme.

Izvajalec mora predvidena dela izvesti v zahtevani kakovosti in lahko vgrajuje samo materiale in opremo, ki ima ustrezne ateste in certifikate (potrdila o skladnosti) ter je potrjena tudi s strani predstavnika investitorja.

Prav tako se mora izvajalec držati navodil proizvajalca opreme za postavitev te opreme, in sicer tako, da se po izvedbi zagonov pridobi dogovorjena garancija.

Vgrajena oprema in material morata biti do dobave neuporabljena, nova in opremljena z zahtevano dokazno dokumentacijo.

Izvajalec je dolžan izvesti preizkusni pogon posameznih sistemov po opravljeni izvedbi in pred tem pisno obvestiti investitorja, da je sistem pripravljen za preizkusni pogon.

Preizkusni pogon se izvrši v sodelovanju s predstavniki tehničnih služb, poblaščenim serviserjem vgrajenih naprav, izvajalcem ostalih del, ki ga določa izvajalska pogodba (standard) oziroma jo predstavi investitor.

Podroben tehnični opis opreme in elementov z jasno navedenimi karakteristikami je podan v nadaljevanju. Negativna odstopanja od razpisanih tehničnih zmogljivosti, učinkovitosti in kakovosti elektro opreme, materiala in del niso sprejemljiva, saj se razpisane karakteristike obravnavajo kot najmanjše potrebne.

Vsi tipi izdelkov - trgovska imena in proizvajalci, navedeni v popisu del in materiala, so omenjeni izključno zaradi natančnega definiranja tehničnih karakteristik, standardov in predpisov, po katerih so izdelani, certifikatov ter atestov, ki jih imajo, z namenom natančneje opredeliti tehnične zahteve in postopke izdelave za podobne izdelke, ki jih nudi izvajalec del.

Vsa GOI dela ter ostala povezana dela v smislu predpriprave kot je npr. podkunstrukcija so zajete v ločenem popisu

Vse vrednosti instalacijskih del v ponudbi, četudi ni to posebej označeno ali navedeno v popisu GOI del, morajo upoštevati vsa dela, namenjena prilagajanju trenutnemu stanju na gradbišču. V skupni vrednosti ponudbe morajo biti vključena tudi morebitna nepredvidena dela ter vsa drobna elektro inštalacijska dela in transporti.

ENOTNA CENA MORA VSEBOVATI:

- dobavo in montažo vse navedene opreme in elementov, razen če ni drugače opisano
- vsa potrebna pripravljalna dela in manipulativne stroške
- vse potrebne transporte, notranje in zunanje
- vse potrebno delo
- vsa potrebna pomožna sredstva za vgrajevanje opreme na objektu kot so lestve, odri in podobno

- usklajevanje z osnovnim načrtom in posvetovanje s projektantom, nadzornikom, investitorjem, naročnikom
- terminsko usklajevanje del z ostalimi izvajalci na objektu
- čiščenje prostorov po končanih delih in odvoz odpadnega meteriala na stalno mestno deponijo

- vsa potrebna higiensko tehnična preventivna zaščita delavcev na gradbišču
- izdelavo vseh potrebnih detajlov in dopolnilnih del, katera je potrebno izvesti za dokončanje posameznih del, tudi če potrebni detajli niso podrobno navedeni in opisani v popisu del, in so ta dopolnila nujna za pravilno funkcioniranje posameznih sistemov in elementov objekta.
- merjenje na objektu
- skladiščenje materiala na gradbišču
- preizkus varnostne razsvetljave s strani pooblaščenega izvajalca
- preizkušanje kvalitete za vse materiale, ki se vgrajujejo in dokazovanje kvalitete materialov z atesti

- ves potrebni glavni, pomožni, pritrdilni, tesnilni in vezni material
- popravilo eventuelno povzročene škode ostalim izvajalcem na gradbišču
- vse potrebne zaščitne premaze
- merjenje na objektu, pred pričetkom izdelave posameznih elementov
- popravilo nekvalitetno izvedenih del oziroma zamenjava elementov
- izdelava tehnoloških risb za proizvodnjo s potrebnimi detajli
- vrtanje manjših odprtin (≤ ø100mm) ter manjša gradbena dela za el. inšt. in el. naprave
- izdelava in izrez odprtin za vgradnjo inštalacijskih in drugih elementov
- izdelava vseh izračunov vezanih na izdelavo elementov, potrebnih za doseganje predpisanih zahtev
- priprava podatkov (označene spremembe v enem izvodu PZI) za izdelavo PID dokumentacije
- PRED ODDAJO ZAVEZUJOČE PONUDBE MORA IZVAJALEC DEL NA TERENU OPRAVITI OGLED IN SE PREPRIČATI O DEJANSKEM STANJU!
- Izvajalec del mora izvesti dela na način, da investitorju preda celotno izveden sklop del, ki je funkcionalen in pravilno delujoč ter skladen z vsemi povezanimi standardi in zakoni.

REKAPITULACIJA:	

I. PRIPRAVLJALNA DELA	- €
II. GROBA INŠTALACIJSKA DELA	- €
III. PMO OMARA (obstoječa)	- €
IV. R1 (fire switch omara)	- €
V. PMO OMARA	- €
VI. SB-AC OMARA - PV	- €
VII. SB-DC z vgrajeno naslednjo opremo:	- €
VIII. STRELOVODNA NAPELJAVA	- €
IX. PODKONSTRUKCIJA	- €
X. PANELI, INVERTERJI, BATERIJE	- €
XI. TEHNIČNA IN DRUGA DOKUMENTACIJA	- €

SKUPAJ BREZ DDV:	**- €**

	SKUPAJ Z DDV:	**- €**

I. PRIPRAVLJALNA DELA

1	Prevzem dokumentacije in preučitev PZI projekta, priprava gradbišča, transport materialov in osebja, zavarovanje gradbišča	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

II. GROBA INŠTALACIJSKA DELA

1	Dobava in polaganje kabla FG160R16 4x70 mm²	m	20	- €	- €
2	Dobava in polaganje kabla FG160R16 4x50 mm²	m	25	- €	- €
3	Dobava in polaganje kabla FG160R16 4x35 mm²	m	60	- €	- €
4	Dobava in polaganje kabla FG160R16 3x2,5 mm²	m	80	- €	- €
5	Dobava in polaganje kabla H07V-K 25 mm²	m	60	- €	- €
6	Dobava in polaganje kabla H07V-K 16 mm²	m	250	- €	- €
7	Dobava in polaganje kabla UTP cat. 6	m	100	- €	- €
8	Dobava in polaganje črnega solarnega kabla 6 mm², dvojno izoliran, UV odporen	m	750	- €	- €
9	Dobava in polaganje debelostenske cevi stigmaflex 110 mm , v pesek frakcije 0-8mm, izdelava ležišče in obsip cevi.	m	20	- €	- €
10	Dobava in montaža kabelske police iz galvaniziranega jekla PK 200, komplet z nosilci, pokrovom, vijaki …	m	50	- €	- €
11	Razrez obstoječe betonske klančine v širini 20 cm in globini 30 cm, ter povrnitev v prvotno stanje	m1	3	- €	- €
12	Preboj skozi salonit plošče	kpl.	1	- €	- €
13	Izkop zemljine (predpirava za betoniranje plošče)	m3	8	- €	- €
14	Nasutje in utrditev tal	m2	5	- €	- €
15	Betoniranje temeljene plošče debeline 20cm z armaturo, za namestitev baterijskih hranilnikov	m2	5	- €	- €
16	Dobava, prevoz in vgradnja betona … po opisu - Beton C 8/10, (0 do 16 mm)	m3	4	- €	- €
17	Izkop zemljine in utrditev dna za postavitev podstavka omarice	kpl.	2	- €	- €
18	Ureditev in zatravitev okolice	kpl.	1	- €	- €
19	Odvoz materiala na deponijo	kpl.	1	- €	- €
20	Razni drobni nespecificiran material	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

III. PMO OMARA (obstoječa)

1	Vklop-izklop omare s strani elektrodistributerja	kpl.	1	- €	- €
2	Predelava obstoječe PMO omare	kpl.	1	- €	- €
3	Varovalčni ločilnik KVL-00	kos	1	- €	- €
4	Varovalčni vložki NV 00 100 A	kos	3	- €	- €
5	Razni drobni nespecificiran material (oznake, nalepke, vezice …)	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

IV. R1 (fire switch omara)

1	Prostostoječa kovinska omara 800 x 600 x 300, izrezom, ključavnico	kpl.	1	- €	- €
2	Nabava in montaža SANTON SCSD-4 MC4	kos	3	- €	- €
3	Vezava SANTON SCSD-4 MC4	kpl.	3	- €	- €
4	Instalacijski odklopnik C6/A,1p, 10k	kos	3	- €	- €
5	Oznake, nalepke, ostali drobni material, enopolna shema	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

V. PMO OMARA

1	Poliestraska omara dimenzije 1080x785x320mm s podstavkom z ustrezno IP zaščito, z montažno ploščo, izrezom, ključavnico	kpl.	1	- €	- €
2	KVL-B 1 3p 60 mm velikosti 1 do 250 A	kos	1	- €	- €
3	HVL-B 000 3p 60mm velikosti 000 do 125 A	kos	2	- €	- €
4	Kompaktni odklopnik EB2 125/3LF z motornim pogonom in adapterjem za 60 mm busbar sistem	kos	1	- €	- €
5	Varovalke NV 1 80 A	kos	3	- €	- €
6	Varovalke NV 000 100 A	kos	3	- €	- €
7	Instalacijski odklopnik 6A, B - 3 polni	kos	1	- €	- €
8	Merilna garnitura (instalacijski odklopnik 6A, B - 3 polni, sponke, KZS .)	kpl.	1	- €	- €
9	Nosilec zbiralk 3p za 60 mm	kos	2	- €	- €
10	Zaključno prekritje zbiralk	kos	1	- €	- €
11	Bakrena zbiralnica 30 x 5 mm (PEN)	m	1	- €	- €
12	Bakrena zbiralnica 30 x 5 mm (L1, L2, L3, N)	m	3	- €	- €
13	Prenapetostna zaščita ETITEC T WENT 320/25 3+0	kos	1	- €	- €
14	Nadzorni rele SCHRACK URNA0345 - z indikacijo prisotnosti napetosti	kos	1	- €	- €
15	Kabelski čevlji 25 mm^2	kos	8	- €	- €
16	Kabelski čevlji 50 mm^2	kos	4	- €	- €
17	Polindirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom - za odjemalce in proizvajalce, kot npr. MT880-T1A42R56 + komunikacijski modul CM-LTE-3 *števec dobavi Elektro Ljubljana, d.d.	kos	1	- €	- €
18	Razni drobni nespecificiran material (oznake, nalepke, vezice ...)	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

VI. SB-AC OMARA - PV

1	Poliestrska omara dimenzije 1080x785x320mm s podstavkom z ustrezno IP zaščito, z montažno ploščo, izrezom, ključavnico	kpl	1	- €	- €
2	Varovalčni ločilnik KVL-B 000	kos	5	- €	- €
3	Varovalčni vložki NV 000 100 A	kos	3	- €	- €
4	Varovalčni vložki NV 000 50 A	kos	12	- €	- €
5	KVL-1 2p M10-M10	kos	2	- €	- €
6	Varovalčni vložki NH 1 gBat 125 A/440V DC	kos	4	- €	- €
7	Instalacijski odklopnik 16A, C - 1 polni	kos	1	- €	- €
8	Kompaktni odklopnik EB2 125A, 3p z motornim pogonom	kos	1	- €	- €
9	Nosilec zbiralk 3p	kos	2	- €	- €
10	Zaključno prekritje zbiralk	kos	2	- €	- €
11	Bakrena palica 30x5 mm (L1, L2, L3, PEN)	m	3	- €	- €
12	Prenapetostna zaščita ETITEC T WENT 320/25 3+0	kos	1	- €	- €
13	Kabelski čevlji 25 mm^2	kos	8	- €	- €
14	Kabelski čevlji 35 mm^2	kos	8	- €	- €
15	Kabelski čevlji 70 mm^2	kos	16	- €	- €
16	Vezava SB-AC omare	kpl	1	- €	- €
17	Drobni montažni material	kpl	1	- €	- €
18	Ostala oprema, vtičnice po želji investitorja	kos	1	- €	- €
19	Od nadzora in investitorja odobrena nepredvidena in dodatna dela	%	5	- €	- €
	SKUPAJ SB-AC - PV OMARA				**- €**

VII. SB-DC z vgrajeno naslednjo opremo:

1	Dobava in montaža zidne kovinske elektro omare z montažno ploščo, dimenzije 600x600x300 mm (VxŠxG), opremljene z vsemi potrebnimi nosilci, blendami, vrati, izrezi, ključavnico, z 20% rezervo za kasnejšo dograditev, komplet z naslednjo vgrajeno opremo:	kpl	1	- €	- €
2	Varovalčni ločilnik EFH 2p	kos	8	- €	- €
3	Cilindrične varovalke CH gPV 10x38 20A	kpl	16	- €	- €
4	Prenapetostni odvodniki PV PROTEC BS 1000/12,5	kpl	6	- €	- €
5	Sponke	kpl	1	- €	- €
6	Uvodnice različnih dimenzij	kpl	1	- €	- €
7	Kanali in kabli za ožičeneje različnih dimenzij	kpl	1	- €	- €
	SKUPAJ SB DC OMARA				**- €**

VIII. STRELOVODNA NAPELJAVA

1	Dobava in montaža Izoliranega Strelovodnega Vodnika Hermi **ISVH dolžine l=1,5m** za izvedbo prehodov strelovodne instalacije mimo (elektro in strojnih inštalacij, kabelskih tras, elekričnih in strojnih naprav, ...). ISVH nadomešča ločino razdaljo, kjer le- ta drugače fizično ni izvedljiva.	kos	2	- €	- €
2	Dobava in montaža Izoliranega Strelovodnega Vodnika Hermi **ISVH dolžine l=5m** za izvedbo prehodov strelovodne instalacije mimo (elektro in strojnih inštalacij, kabelskih tras, elekričnih in strojnih naprav, ...). ISVH nadomešča ločino razdaljo, kjer le- ta drugače fizično ni izvedljiva.	kos	3	- €	- €
3	Dobava in montaža lovilne palice **LOP2,0 (Al)** višine h=2,0m z distančnim in ustreznim pritrdilnim elementom na pločevinasti strehi.	kos	3	- €	- €
4	Dobava in montaža sponke **KON04 A SIMPLE (Rf-V)** iz nerjavečega jekla za medsebojno spajanje/podaljševanje okroglih strelovodnih vodnikov.	kos	10	- €	- €
5	Dobava in montaža sponke **KON07 (Rf-V)** iz nerjavečega jekla za povezovanje okroglega strelovodnega vodnika na lovilne palice.	kos	3	- €	- €
6	Dobava in montaža okroglega aluminijastega strelovodnega vodnika **AH1** Al fi 8mm na tipske strelovodne nosilne elemente.	m	30	- €	- €
7	Ureditev in predelava obstoječe strelovodne instalacije	kpl	1	- €	- €
8	Vizuelni pregled, meritve strelovodne napeljave z izdajo merilnega poročila s pripadajočo tehnično dokumentacijo	kpl	1	- €	- €
9	Izdelava projekta izvedenih del	kos	4	- €	- €
10	Drobni in montažni material	%	3	- €	- €
11	Nepredvidena dela z vpisom v gradbeni dnevnik	%	5	- €	- €
	SKUPAJ STRELOVODNA INSTALACIJA				**- €**

IX. PODKONSTRUKCIJA

1	Dobava in montaža podkonstrukcije prilagojene tipu strešne kritine skupaj z balastom	kpl.	1	- €	- €
2	Nadstrešnica nad razsmernikom in DC omaro, baterijsko omaro..	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

X. PANELI, INVERTERJI, BATERIJE

1	Dobava in montaža kot npr. ULICA/TOPCon 575W ali enakovredno oz. boljše	kos	112	- €	- €
2	Baterijski hranilnik kot npr Powerhub SUNSYNK F60 (61,44kWh) ali enakovredno oz. boljše	kpl	2	- €	- €
3	Dobava in montaža razsmernika kot npr SUNSYNK 30 kW ali enakovredno oz. boljše	kos	2	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**

XI. TEHNIČNA IN DRUGA DOKUMENTACIJA

1	Tekoče potrjevanje sprememb in odstopanj od PZI in predaja vseh podatkov projektantu za izdelavo PID po zaključku del	kpl.	1	- €	- €
2	Meritve, preizkusi in spuščanje v pogon posameznih sklopov elektro opreme in izdaja ustreznih merilnih protokolov	kpl.	1	- €	- €
3	Izdelava meritev strelovodne inštalacije in izdaja ustreznega merilnega protokola	kpl.	1	- €	- €
4	Priprava in izdaja "POTRDILA O ZANESLJIVOSTI OBJEKTA" kot ločena mapa za el. instalacije	kpl.	1	- €	- €
5	Izdelava DZO dokumnetacije	kpl.	1	- €	- €
6	Izdelava PID dokumentacije	kpl.	1	- €	- €
	SKUPAJ				**- €**