3. NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	**MFE DD Trbovlje**
kratek opis gradnje	Projekt obravnava izgradnjo sončne elektrarne na objektu **DD Trbovlje, Trg svobode 11a Trbovlje**

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

vrste gradnje	**Investicijsko vzdrževanje**
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐ **novogradnja - prizidava** ☒ **rekonstrukcija** ☐ **sprememba namembnosti** ☐ **odstranitev**

PODATKI O INVESTITORJU	
Ime, priimek, naslov	**Občina Trbovlje**

DOKUMENTACIJA	
vrsta dokumentacije	**PZI**
številka projekta	**P287-3**
	☐ **sprememba dokumentacije**

PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**Načrt s področja elektrotehnike**
številka načrta	**E287-3**
datum izdelave	**april 2024**

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega inženirja	**Stojan Ihanec, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**E-1034**
podpis pooblaščenega inženirja	

PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe) Naslov	**Stojan Ihanec s.p.** **Marnova ulica 22, Zagorje ob Savi**
odgovorna oseba projektanta	**Stojan Ihanec, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**E-1034**
podpis odgovorne osebe projektanta	

3.1 IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA

PROJEKTANT NAČRTA	
projektant (naziv družbe) Naslov	**Stojan Ihanec s.p.** **Marnova ulica 22, Zagorje ob Savi**
identifikacijska številka	**E-1034**
odgovorna oseba projektanta načrta	**Stojan Ihanec**
IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK; KI JE IZDELAL NAČRT	
Pooblaščeni strokovnjak	**Stojan Ihanec, univ. dipl. inž. el.**
IZJAVLJAM DA NAČRT	
vrsta dokumentacije	**PZI**
Strokovno področje načrta:	**Načrt s področja elektrotehnike**
Naziv načrta:	**MFE DD Trbovlje**
številka načrta	**E287-3**
Datum izdelave	**april 2024**
Upošteva relevantne predpise *in druge normativne dokumente ter da so upoštevane ustrezne bistvene in druge zahteve.*	
ime in priimek pooblaščenega inženirja	**Stojan Ihanec, univ. dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**E-1034**
podpis pooblaščenega inženirja	
odgovorna oseba projektanta načrta	**Stojan Ihanec, univ. dipl. inž. el.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

KAZALO VSEBINE NAČRTA, št. E287-3

03	**NASLOVNA STRAN NAČRTA**
	KAZALO VSEBINE NAČRTA

Kazalo vsebine

3.1 IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA..... 2

3.2 Tehnično poročilo..... 4

3.2.1 Opis..... 4

3.2.2 Osnove za izdelavo projekta..... 4

3.2.3 Tehnične rešitve..... 4

3.2.3.1 PV moduli, razsmerniki in DC razvod..... 4

3.2.3.2 Dovod in meritve za obračun..... 4

3.2.3.3 Ločilno mesto in meritve energije..... 4

3.2.3.4 Izbira dovoda..... 5

3.2.3.5 Montaža sončnih panelov na strehi..... 5

3.2.3.6 Izklop v sili, zaščita pred električnim udarom, varovalke..... 5

3.2.3.7 Prenapetostna zaščita in strelovod..... 6

3.3 Izračuni..... 6

3.4 Splošni napotki za izvajalca del..... 8

3.4.1.1 Elektroinštalacije..... 8

3.4.1.2 Dokumentacija in oznake..... 9

3.5 Splošni napotki za lastnika ali upravljalca objekta..... 9

3.6 Grafični in tehnični prikazi in priloge..... 10

3.2 Tehnično poročilo

3.2.1 Opis

Sončna elektrarna MFE DD Trbovlje bo zgrajena na obstoječem objektu DD Trbovlje, na lokaciji Trg svobode 11a, Trbovlje. Na strehi objekta so nameščeni paneli (sončne celice), razsmernik pa je nameščen v elektro prostoru kjer je tudi glavna elektro omara. Oprema ločilnega mesta bo vgrajena v novo omarico. Izvedba je skladna s soglasjem za priključitev.

3.2.2 Osnove za izdelavo projekta

Projekt je izdelan v skladu s soglasjem za priključitev št. 1421724, veljavno slovensko zakonodajo, standardi in predpisi in dobro inženirsko prakso.

3.2.3 Tehnične rešitve

3.2.3.1 PV moduli, razsmerniki in DC razvod

Nameščenih je 100 modulov moči 425 W. Na strehi objekta so moduli nameščeni na aluminjasti podkonstrukciji, katera je pritrjena/vijačena na ostrešje. Za priključitev modulov je uporabljeno 51 optimizatorjev S1000, 1 x razsmernik Solar edge SE 66,6K Synergy Manager. Razsmenik je nameščen na steni. Podrobnosti so razvidne iz izpisa iz programa solar edge v prilogi.

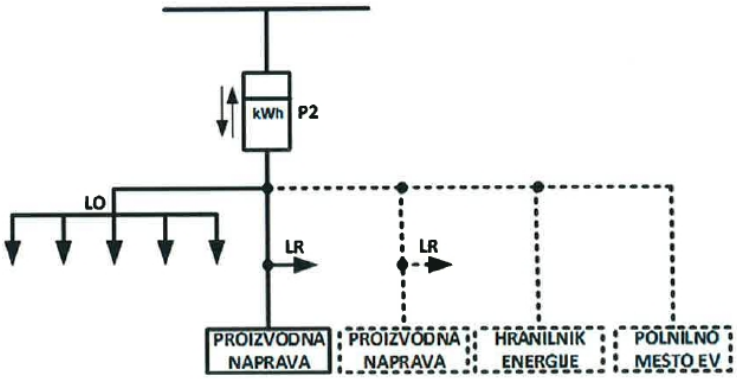
3.2.3.2 Dovod in meritve za obračun

V obstoječi merilni omari MLO bo vgrajen nov direktni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z integrirano smerno zaščito in komunikacijskim vmesnikom, namenjen obračunu (P2 števec). Izvod je varovan s talilnimi varovalkami 63A. Tu bo tudi stikalo, ki omogoča blokado vklopa ločilnega mesta in signalizacija prisotnosti faz in stanja ločilnega mesta. Ostala merilna oprema, ki ni povezana z obračunom energije, je pa potrebna za regulacijo oziroma omejevanje oddane moči, bo vgrajena v omari RLM. V soglasju za priključitev je predpisana največja priključna moč oddaje 34,4 kW.

3.2.3.3 Ločilno mesto in meritve energije

V omari RLM je nameščen kontaktor. Nadzorni rele DOLD 9800 nadzira parametre omrežja in v primeru da so ti ustrezni, vklopi kontaktor in s tem priklopi razsmernik na omrežje. Na vratih je signalizacija prisotnosti faz in stanja stikala ločilnega mesta. V obstoječo merilno priključno omaro, kjer bo nameščen števec P2 za obračun, je vgrajeno dodano stikalo za blokado vklopa ločilnega mesta. Omara je zaklenjena s ključem upravljalca omrežja. Tudi v tej omari je signalizacija prisotnosti faz in stanja stikala ločilnega mesta.

Priklop je izveden po tipski shemi PS.3A.

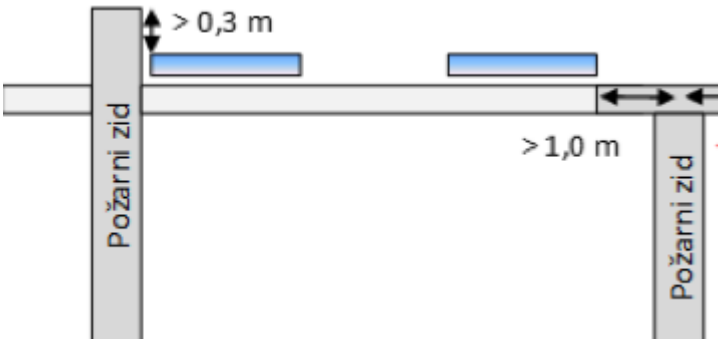


3.2.3.4 Izbira dovoda

Z analizo porabe v preteklem obdobju je bilo ugotovljeno, da priključna moč 43kW večino časa zadostuje, ne pa 100% časa, občasno prihaja do konic porabe zgradbe, ki bi povzročile izklop dovoda. Zato obstoječe merilno mesto, kjer so sedaj vgrajene varovalke 315A, ostane. Varovalke bodo zamenjane za 250A, ker je del priključne moči preneseno na novo merilno mesto. Do omare RLM sta napeljana oba dovoda. V omaro RLM sta vgrajena dva kontaktorja, dva merilnika omrežja in krmilnik, ki zagotavlja preklop na močnejši dovod, ko je to potrebno.

3.2.3.5 Montaža sončnih panelov na strehi

Paneli so montirani na tipsko podkonstrukcijo, vzporedno s streho. Osnovna razporeditev je v izpisu Solar edge designer report. Detajlno pozicioniranje na streho določi izvajalec glede na razpoložljiva mesta za pritrditev podkonstrukcije. Pri tem mora paziti na odmike panelov od odprtin v strehi in od roba strehe (1 m).



3.2.3.6 Izklop v sili, zaščita pred električnim udarom, varovalke

Po dva panela sta vezana v serijo in priključena na en optimizator S1000. V primeru izpada omrežnega napajanja ali izklopa razsmernika iz drugih vzrokov (npr. tipka izklop v sili), prekinitve DC vodnika ali loma panela bo optimizator omejil izhodno napetost na 1V, kar tudi v celotnem stringu zaporedno vezanih modulov z optimizatorji daje v celotni DC instalaciji varnostno malo napetost. Poleg tega imamo na prehodu DC kablov s strehe v skladu z zahtevami tehnične smernice SZPV 512 vgrajena stikala, ki pri izpadu AC napajanja prekinejo DC tokokroge. Ko se AC napajanje vrne, stikala spet sklenejo DC tokokroge.
Ker sta na en MPPT vhod razsmernika priključena največ dva niza, varovalke na DC strani niso potrebne.

3.2.3.7 Prenapetostna zaščita in strelovod

Nosilne konstrukcije panelov je potrebno med sabo povezati vsaj na začetku in na koncu z bakrenim vodnikom 16mm2, ta pa je speljan tudi na glavno izenačitev potenciala. Ker na stavbi nimamo izoliranega strelovoda, ki bi onemogočil direktni udar strele v elemente sončne elektrarne, ne zadostuje v razsmernik vgrajena prenapetostna zaščita tipa II. Zato so za varovanje posameznih stringov dodani prenapetostni odvodniki. Zaščitni (PE) vodnik za povezavo prenapetostnih odvodnikov preseka 16mm2 vodimo skupaj z vodniki stringov.

3.3 Izračuni

Izdelan je izračun kabliranja na AC strani s pomočjo programa SIEMENS SIMARIS design, verzija 11.1. Rezultati so podani v enopolni shemi iz programa Simaris. ZA DC povezave so uporabljeni vodniki H1Z2Z2-K 1x6mm2,ki imajo finožično jedro iz pokositranega bakra, osnovno izolacijo EPR in plašč EBXL-XLPO.

Izračun instaliranih in koničnih moči ter koničnega toka

Upoštevano je trajno obratovanje z nazivno močjo in faktorjem istočasnosti 1.

Izračun kratkega stika

Izračun je izdelan v skladu s standardom SIST EN 60909 s programom Simaris design.

Zaščita kablov pred preobrementivijo

Izračun na AC strani je narejen s programom Simaris v skladu z naslednjimi enačbami:

Dopustna obremenitev kabla:

$Iz = I_t \times f_1 \times f_2$

I_z…. dopustni tok v kablu (trajni zdržni tok) glede na način polaganja in število obremenjenih žic v kablu

I_t..... termični zdržni tok kabla

f_1.... faktor korekcije za paralelno polaganje več kablov

f_2.... faktor korekcije zaradi temperature okolice

Izbrane zaščitne naprave v skladu s standardom SIST EN 364-4-43 ustrezajo pogoju:

1. $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2. $I_2 \leq 1{,}45 \times I_Z$

kjer pomenijo:

$\mathbf{I_B}$ [A]..... nazivni bremenski tok porabnika

$\mathbf{I_N}$ [A]..... nazivni tok zaščitne naprave

$\mathbf{I_Z}$ [A]..... dopustni tok v kablu (trajni zdržni tok)

$\mathbf{I_2}$ [A]..... tok, pri katerem zaščitna naprava zanesljivo izklopi

Za instalacijski odklopnik in talilno varovalko velja: $I_2 = 1{,}45 \times I_N$

Za motorsko zaščitno stikalo velja: $I_2 = 1{,}2 \times I_N$

Na DC strani je upoštevana omejitev toka s karakteristiko vira (sončne celice). Najbolj neugoden način polaganja teh kablov je v cevi. Pri tem je dopustni tok pri temperaturi okolice 30°C v skladu s standardom SIST HD 60364-5-52 enak 51A. Redukcijski faktor za 4 vodnike je 0,75 in za temperaturo 60°C je 0,71. Zdržni tok tega kabla je 27A.

Zaščita kablov pri kratkih stikih

Izračun je narejen s programom Simaris v skladu z naslednjimi enačbami:

Izbrani preseki kablov morajo ustrezati pogoju:

$$A \geq \sqrt{\frac{\overline{I^2 * t}}{k^2}} \ \text{mm}^2 \ ;$$

Pri časih izklopa, krajših od 0,1 s pa mora veljati:

$$k^2 x A^2 \leq I^2 t$$

kjer pomenijo:

A $[\text{mm}]^2$ ….. presek vodnika

$I[A]$ ….. efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka

$U_0[s]$ ….. fazna napetost

$t[s]$ ….. trajanje kratkega stika do prekinitve

$I^2 t$ ….. celotni joulov integral zaščitne naprave

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

k = 115 Cu + PVC

k = 135 Cu + guma, polietilen

k = 74 Al + PVC

k = 87 Al + guma, polietilen

Ozemljitev in zaščitni vodniki

Dovoljeni so naslednji prerezi zaščitnih vodnikov:

Prerez faznega vodnika, S [mm^2]	Najmanjši prerez zaščitnega vodnika, S_P [mm^2]
S < 16	S

16 < S < 35	16
S > 35	S/2

V TN sistemih, če je v trajno položenih inštalacijah zaščitni vodnik s prerezom najmanj 10 mm^2 (bakren) ali 16 mm^2 (aluminijasti), je lahko vloga zaščitnega in nevtralnega vodnika združena s pogojem, da zadevni del inštalacije ni zaščiten z napravo na diferenčni tok.

Izračun padcev (dviga) napetosti

Izračun je izveden po naslednjih formulah:

$$\Delta U = \frac{100 \times l \times I_n}{U} \times \sqrt{r_V^2 + x_V^2} \quad [\%] \text{ za trifazni sistem}$$

$$\Delta U = \frac{200\, x\, l\, x\, I_n}{U_f}\, x \sqrt{r_V^2 + x_V^2} \quad [\%] \text{ za enofazni sistem}$$

kjer pomeni:

U ..... nazivna medfazna napetost [V]

U_f ..... nazivna fazna napetost [V]

r_V ..... specifična ohmska upornost vodnika v kablu [Ω/m]

x_V ..... specifična induktivna upornost vodnika v kablu [Ω/m]

l ..... dolžina kabla [m]

I_n ..... nazivni tok [A]

Posamezni padci napetosti vzdolž trase se seštevajo. Izračun je narejen s programom Simaris

3.4 Splošni napotki za izvajalca del

3.4.1.1 Elektroinštalacije

Vsa elektroinštalacijska dela morajo biti izvedena skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi in pravili stroke. Pred začetkom del mora izvajalec pregledati projekt oz. načrte in vse morebitne pripombe in pomanjkljivosti pravočasno posredovati nadzorniku, ki bo nejasnosti uskladil s projektantom. Morebitne spremembe in odstopanja od projektno predvidenih rešitev je potrebno izvesti v koordinaciji z odgovornim nadzornikom, odobri ali zavrne jih odgovorni projektant. Izvajalec mora voditi gradbeni dnevnik, v katerem je potrebno evidentirati vse nastale spremembe. Prav tako mora izvajalec koordinirati elektroinštalacijska dela z izvajalci drugih del, če ta potekajo na istem delovišču. Izvajalec del mora imeti ustrezno izobrazbo in kvalifikacije.
Dela, pri katerih je možnost poškodb drugih instalacij, kot npr. vrtanje prebojev ali lukenj za pritrjevaje, je potrebno izvajati previdno in jih prekiniti, če se pri tem odkrije neznan vod, nadaljevanje del pa uskladiti z lastnikom tega voda in projektantom.

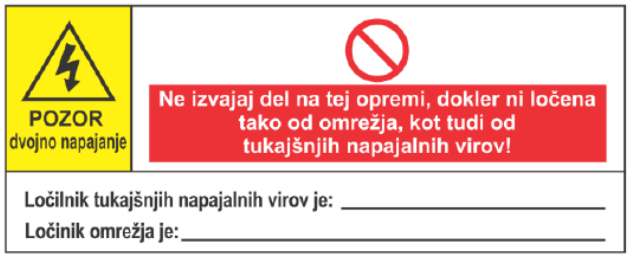
Vse ostre robove, ki bi lahko poškodovali izolacijo kablov, je potrebno prekriti ali zaščititi. DC vodnike je potrebno voditi ločeno za plus in minus vejo, v pokriti kovinski kabelski polici ali pa jih namestiti v UV odporno zaščitno cev. Posebno pozornost je potrebno posvetiti kvalitetni izvedbi spojev, da ne prihaja do pregrevanja.

3.4.1.2 Dokumentacija in oznake

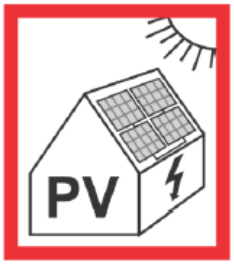
Izvajalec je dolžan zbrati ES izjave o skladnosti (CE declaration of confomity) za vgrajene naprave, izdelati predpisane meritve električnih inštalacij, poročila o pregledih varnostnih sistemov ter navodila o vzdrževanju in upravljanju sistemov ter naprav. Spremembe oz. odstopanja od PZI načrtov nastale tekom del mora izvajalec zabeležiti v projektno dokumentacijo in/oz. gradbeni dnevnik. Vse elektro razdelilce je potrebno opremiti z enopolnimi in vezalnimi shemami, samo omarico in vse vgrajene elemente pa označiti z oznakami identičnimi tistim v načrtih.
Izvajalec mora predati lastniku ali upravljalcu objekta navodila za uporabo in vzdrževanje.
Na vsa dostopna mesta, kjer je možno priti do elementov DC razvoda, kot so omarice, doze, kabli, je potrebno namestiti trajno oznako velikosti najmanj 150x24mm:



Na vsaki opremi za pretvorbo električne energije mora biti nameščena oznaka najmanjše velikosti 180x76mm:



Na vhodna vrata ali v bližino glavnega vhoda je potrebno na dobro vidnem mestu z zunanje strani, na točko napajanja električne inštalacije, na merilno mesto, če je to oddaljeno od točke napajanja in na razdelilnik, kjer je priključena sončna elektrarna je potrebno namestiti oznako najmanjše velikosti 180x136mm:



POZOR!
NEVARNOST ELEKTRIČNEGA UDARA
PRI GAŠENJU Z VODO

3.5 Splošni napotki za lastnika ali upravljalca objekta

Lastnik ali upravljalec objekta mora takoj po priklopu elektrarne v omrežje zagotoviti da se dopolni ali na novo izdela požarni načrt objekta v najmanj dveh izvodih, katerega en izvod je treba predati lokalni gasilski enoti, drugega pa je treba namestiti v omarici za požarni načrt, ki naj bo na vidnem mestu na stavbi.

V skladu z navodili za uporabo in vzdrževanje mora poskrbeti za redno vzdrževanje.
V predpisanih intervalih mora zagotoviti meritve električne varnosti, ki jih lahko izvaja oseba z nacionalno poklicno kvalifikacijo za merilca zahtevnih objektov. Interval je predpisan na merilnem poročilu.
Elektro omarice morajo biti prosto dostopne, odlaganje stvari v njihovo bližino, ki ovirajo dostop, ni dovoljeno.

3.6 Grafični in tehnični prikazi in priloge

- projektantski popis - materialna lista
- sheme
- razporeditev panelov in izpis iz programa Solar edge designer
- dokumentacija opreme

Materialna lista

Specifikacija – projektantski popis

Objekt: **MFE DD Trbovlje**
Načrt: **E287-3**
Max DC moč[W]: **42500**
Vrsta dokumentacije: **PZI**

Verzija: **V1**

Izvedba in uporabljen material mora biti v skladu s tem načrtom. V primeru spremembe je potrebno obvestiti in pridobiti dovoljenje od projektanta in investitorja.

poz.	+mesto	-ref	Naziv	Tip, vsebina	Šifra proizvajalca	Proizvajalec	Količina	EM	Opomba	Cena na enoto brez DDV	Znesek brez DDV
1.	**Skupaj**										
1.1	**MLO Merilna omara, dovodna (obstoječa)**						**1**	**kpl**			
1.1.1	MLO	1P1	Števec MT880			Emeco	1	kos	dobavi upravljalec omrežja		
1.1.2	MLO	1Q1	Varovalke NV 100A s podnožjem ali ločilnikom			ETI	1	kos			
1.1.3	MLO	1Q3	Varovalke NV 63A s podnožjem ali ločilnikom			ETI	1	kos			
1.1.4	MLO	1aQ1	Varovalke NV 250A			ETI	3	kos	zamenjati na obstoječem dovodu		
1.1.5	MLO	1F1	Prenapetostni odvodnik za trifazne TN-C sisteme tip 1+2 (B+C)	ETITEC ML T123 300/12,5 3+0	2440665	ETI	1	kos			
1.1.6	MLO	1P2, 1P3, 1P4	Signalna LED svetilka, bela, 230V fi22mm	LJL22-WE		Tracon	3	kos	montaža na nosilec		
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »L1«, »L2«, »L3«				3	kos			
1.1.8	MLO	1P5	Signalna LED svetilka, zelena, 230V fi22mm	LJL22-GE		Tracon	1	kos	montaža na nosilec		
1.1.9	MLO		+ napisna ploščica »LM VKLOPLJENO«				1	kos			
1.1.10	MLO		+ nosilec lučk, laserski razrez, krivljeno				1	kos			
1.1.11	MLO	2S1	Stikalo z ročico - ohišje, kovinska osnova, 2 poziciji	NYBD21KSTT		Tracon	1	kos			
1.1.12	MLO		Kabelski čevlji, bužirke, drobni material				1	kpl			
1.1.13	MLO		Predelava omare, vgraditev opreme, priklop				1	kpl			
1.2	**RLM omara z ločilnim mestom**						**1**	**kpl**			
1.3.2	RLM		Elektro omara 800x1200x250, kovinska, nadometna	GT 120-80-25	001102152	ETI	1	kos			
1.2.1	RLM	2P1	Merilnik porabe – števec AM550, posebna izvedba s kratkim intervalom meritve, komunikacijska oprema NGEN Flex, komplet	AM550-NGEN		NGEN	1	kos			

poz.	+mesto	-ref	Naziv	Tip, vsebina	Šifra proizvajalca	Proizvajalec	Količina	EM	Opomba	Cena na enoto brez DDV	Znesek brez DDV
1.2.2	RLM	2P2	Merilnik porabe – števec za na DIN letev, modbus	PRO 380 MOD		Inepro	1	kos			
1.2.2	RLM	2P3, 2P4	Analizator omrežja, vgradni, za na čelno ploščo, RS485 modbus	MFM384-C-CU-G		Selec	2	kos			
1.2.2	RLM	2B1, 2B2, 2B3	Tokovni merilni transformator 100/5A	MFM384-C-CU-G	LCTB-5030300100A55	Lumel	3	kos	ali podoben z istim razmerjem toka		
1.2.2	RLM	2B4, 2B5, 2B6	Tokovni merilni transformator 300/5A	MFM384-C-CU-G	LCTB-5030300300A55	Lumel	3	kos	ali podoben z istim razmerjem toka		
1.2.2	RLM	2aA1	Programirljivi krmilnik Simatic S7-1211	6ES7211-1AE40-0XB0		Siemens	1	kos			
1.2.2	RLM	2aA2	Komunikacijski vmesnik RS485	6ES7241-1CH30-1XB0		Siemens	1	kos			
1.2.2	RLM	2aAT1, 2aT3	Transformator 400/230V, 200VA		3801404	Eti	2	kos			
1.2.2	RLM	2aAQ1, 2aQ2	Zaščitno stikalo	MS25-25	4600070	Eti	2	kos			
1.2.2	RLM	2aAT2, 2aT4	Napajalnik 24V 30W	6ES7241-1CH30-1XB0		Mean Well	2	kos			
1.2.2	RLM	2b.K2	Kontaktor	CEM250.22-230V-50/60Hz	4649103	ETI	1	kos			
1.2.2	RLM	2b.K3, 2bK4, 2bK5	Rele 24VDC	CEM250.22-230V-50/60Hz	2473001	ETI	3	kos			
1.2.2	RLM	2b.K3, 2bK4, 2bK5	Podnožje	ERB2-M	2473013	ETI	3	kos			
1.2.2	RLM	2b.K3, 2bK4, 2bK5	LED lučka	ERC-024ACDCL	2473040	ETI	3	kos			
1.1.6	MLO	2bP1, 2bP2, 2bP3, 2bP4,	Signalna LED svetilka, bela, 24V fi22mm	LJL22-WC		Tracon	4	kos	montaža na vrata		
1.1.6	MLO	2bP5	Signalna LED svetilka, rdeča, 24V fi22mm	LJL22-RC		Tracon	1	kos	montaža na vrata		
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »DOVOD 1 POD NAPETOSTJO«				1	kos			
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »DOVOD 1 POD VKLJUČEN«				1	kos			
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »DOVOD 2 POD NAPETOSTJO«				1	kos			
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »DOVOD 1 POD VKLJUČEN«				1	kos			
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »NAPAKA«				1	kos			
1.2.7	RLM	2bS1	Preklopnik - komplet/kompaktni HARMONY 3POZ ČR #1-0-2# 2NO	XB4BD33		Schneider	1	kos			
1.2.3	RLM	3Q1	NV ločilnik 160A vel. 00	KVL-00 3p M8-M8	1690870	ETI	1	kos			
1.2.4	RLM		+varovalke NV, 50A	NH000/I gG 50A/500V	4191211	ETI	3	kos			
1.2.5	RLM	2F1, 3F3	Instalacijski odklopnik C6A 3 pol	ETIMAT P10 3p C6	270631108	ETI	2	kos			
1.2.6	RLM	3F2, 3F4, 4F1	Instalacijski odklopnik C6A 1 pol	ETIMAT P10 1p C6	270601107	ETI	3	kos			
1.2.7	RLM	3S1	Preklopnik - komplet/kompaktni HARMONY 2POZ ČR Ključ #0-1# 1NO	XB4BG41		Schneider	1	kos			
1.2.8	RLM		+ napisna ploščica »VKLOP ELEKTRARNE«				1	kos			

poz.	+mesto	-ref	Naziv	Tip, vsebina	Šifra proizvajalca	Proizvajalec	Količina	EM	Opomba	Cena na enoto brez DDV	Znesek brez DDV
1.2.9	RLM	3K1	Nadzorni rele DOLD	RP9800		DOLD	1	kos			
1.2.11	RLM	2bK1, 3K2	Kontaktor	CEM65.00-230V-50/60Hz	4649103	ETI	2	kos			
1.2.12	RLM		+pomožni kontakt NO	BCXMFE10	4641510		2	kos			
1.2.13	RLM		+RC člen	BAMRCE 9 130-250V/AC	4642707		2	kos			
1.2.14	RLM	3F4	Prenapetostni odvodnik za trifazne TN-S sisteme	ETITEC C T2 275/20 2+0	2440397		1	kos			
1.2.15	RLM	3F5	Prenapetostni odvodnik za trifazne TN-S sisteme	ETITEC C T2 275/20 4+0	2440395		1	kos			
1.1.6	MLO	3P1, 3P2, 3P3	Signalna LED svetilka, bela, 230V fi22mm	LJL22-WE		Tracon	3	kos	montaža na vrata		
1.1.7	MLO		+ napisna ploščica »L1«, »L2«, »L3«				3	kos			
1.1.8	MLO	3P4	Signalna LED svetilka, zelena, 230V fi22mm	LJL22-GE		Tracon	1	kos	montaža na vrata		
1.1.9	MLO		+ napisna ploščica »LM VKLOPLJENO«				1	kos			
1.2.16	RLM	3S2	Tipka izklop v sili v ohišju				1	kos			
1.2.17	RLM	4S1	Prenapetostna zaščita za ethernet		1348590000	Weidmuller	1	kos			
1.2.18	RLM	4A1	Router 4G	RUT 200		Teltonika	1	kos			
1.2.19	RLM	4X1	Vtičnica	t-2P+Z Schuko P	2414020	ETI	1	kos			
1.2.20	RLM		Kanali, letve, pritrdila, žice, uvodnice, drobni material				1	kpl			
1.2.21	RLM		izdelava omare				1	kpl			
1.3	**PV oprema**						**1**	**kpl**			
1.3.1	PV		Sončne celiceJinkoSolar Holding Co. Ltd., JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type (lahko so drugi paneli enakih karakteristik)				100	kos			
1.3.2	PV		Optimizator S1000	S1000		Solar edge	51	kos			
1.3.3	PV		Optimizator S440	S440		Solar edge	0	kos			
1.3.4	PV		Razsmernik z DC stikalom, skupna enota	SE66.6K Synergy Manager	SE66.6K-RW00IBNQ4	Solar edge	1	kos			
1.4.5	PV		Razsmerniška enota	SE66.6K Synergy Manager	SESUK-RW00INNN4	Solar edge	2	kos			
1.3.6	PV		Podkonstrukcija			K2	1	kpl			
1.3.7	PV		DC stikalo za 4 stringe	PFSHP-18-MC4		SANTON	3	kos			
1.3.8	PV		Nadometna kovinska omarica 300x300x150mm	GT 30-30-15	1102102	ETI	1	kos			
1.3.9	PV		Konektorji MC4	MC4			1	kpl			
1.3.10	PV		Prenapetostni odvodnik tip T1,T2 za PV sisteme	ETITEC M T12 PV 1100/12,5 Y	2440511	ETI	3	kos			
1.3.11	PV		Kanali, letve, pritrdila, žice, uvodnice, drobni material (za v omarico)				1	kpl			

poz.	+mesto	-ref	Naziv	Tip, vsebina	Šifra proizvajalca	Proizvajalec	Količina	EM	Opomba	Cena na enoto brez DDV	Znesek brez DDV
1.3.12	PV		Montažna dela na strehi				1	kpl			
1.3.13	PV		Kabelske police, kovinske s pokrovi, pritrdila, montažni material				1	kpl			
1.3.14	PV		Namestitev ostale opreme, priklop,				1	kpl			
1.3.15	PV		Testiranje, zagon				1	kpl			
1.4	**Kabli**						**1**	**kpl**			
1.4.1		PV	Solarni kabel 6mm2	H1Z2Z2-K			820	m			
1.4.2		dovod novo	FG16OR16 5x16mm2				10	m	ugotoviti pravo dolžino glede na lokacijo RLM		
1.4.3		dovod obstoječe	FG16OR16 4x150mm2				5	m	povezava od RLM do napajanja zgradbe, ugotoviti pravo dolžino		
1.4.3		razsmerniki	FG16OR16 5x16mm2				15	m			
1.4.4		tipka, DC stikala	NYY-J 3x1,5				100	m			
1.4.5		signalizacija	YSLY 12G0,75				10	m			
1.4.6		Komunikacija	Ethernet				100	m			
1.4.7			Kabliranje, preboji, priklopi				1	kpl			
1.5	**Dokumentacija, nadzor, ostala dela**						**1**	**kpl**			
1.4.1			Nadzor				1	kpl			
1.4.2			Navodila, šolanje uporabnikov				1	kpl			
1.4.3			meritve				1	kpl			

Električni načrti

0	1	2	3	4	5	6	7	8

Naročnik: Občina Trbovlje

Mesto: Trbovlje

Projekt: Fotonapetostna elektrarna DD Trbovlje

Dopolnjen projekt s preklopom med dovodi

Projektant: Stojan Ihanec s.p.

Instalacija: SE DD Trbovlje

Tehnični podatki: DC: 42,5kWp; AC: 37,46kW 54A 400V

Barve žic:

Napajanje moč AC:	ČRNA
Napajanje moč DC:	RDEČA (+) ČRNA (-)
Krmilna 230V AC:	RDEČA
Krmilna napetost DC (+):	TEMNO MODRA
Krmilna napetost DC (-):	TEMNO MODRA Z BELO ČRTO
Nevtralni vodnik	SVETLO MODRA
Zaščitni vodnik	RUMENO - ZELENA
Analog I/O	BELA
Stalna napetost	ORANŽNA

Nazivni tok:

Zaščita na dovodu: 50 A

	V	Faze	Hz	Izvedba		
Napetost napajanja	400	3	50			
Krmilna napetost 1	230		50	[X] PE	[ ] PE+N	[ ] PEN
Krmilna napetost 2	24		DC			
Krmilna napetost 3						

Preseki vodnikov:

Povezave na krmilnik:	0,5mm2
Krmilne napetosti:	0,5mm2

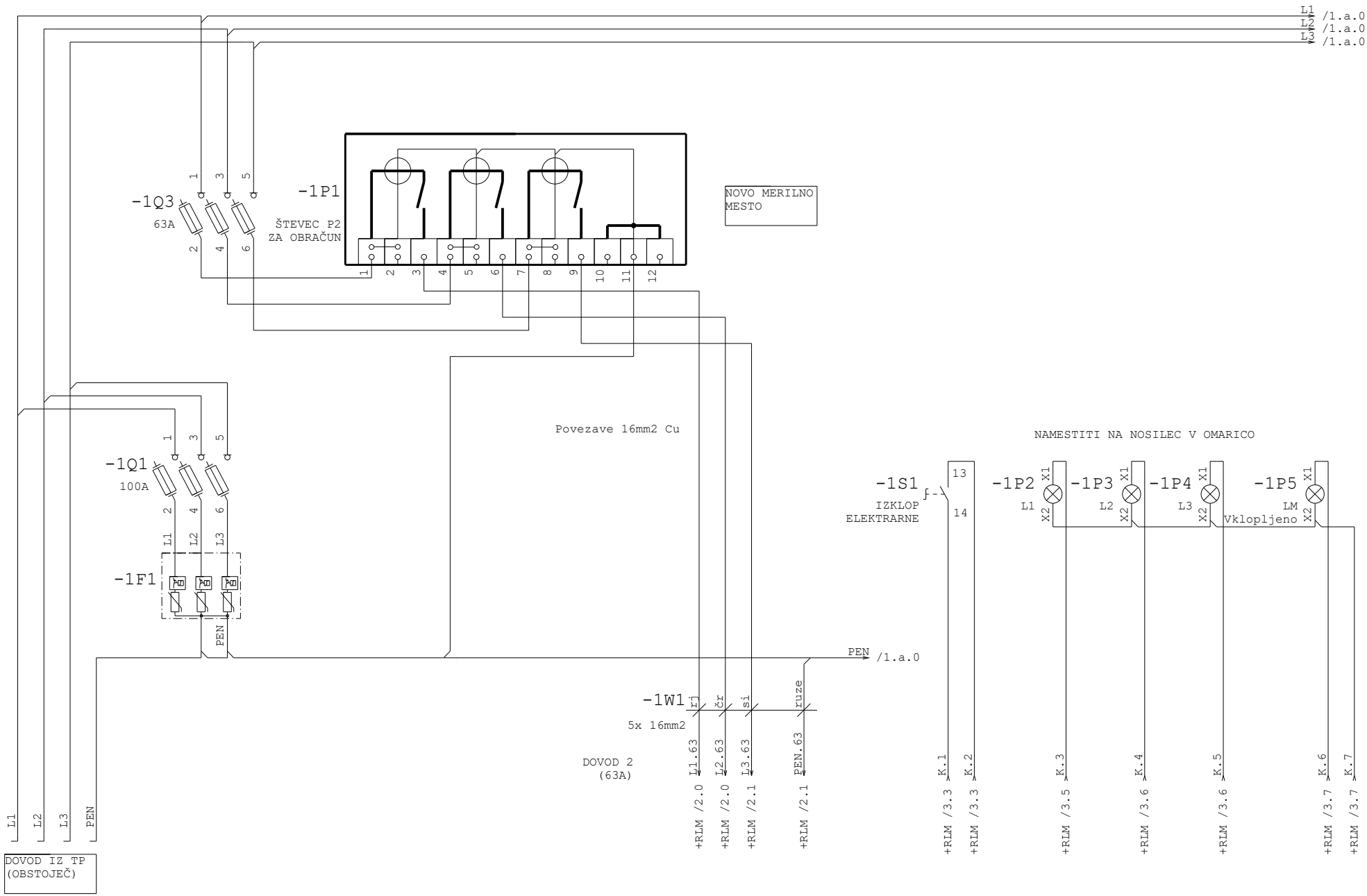
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	Krovni list	Številka projekta	Naprava	=
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list	List 1
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list	Listov 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8

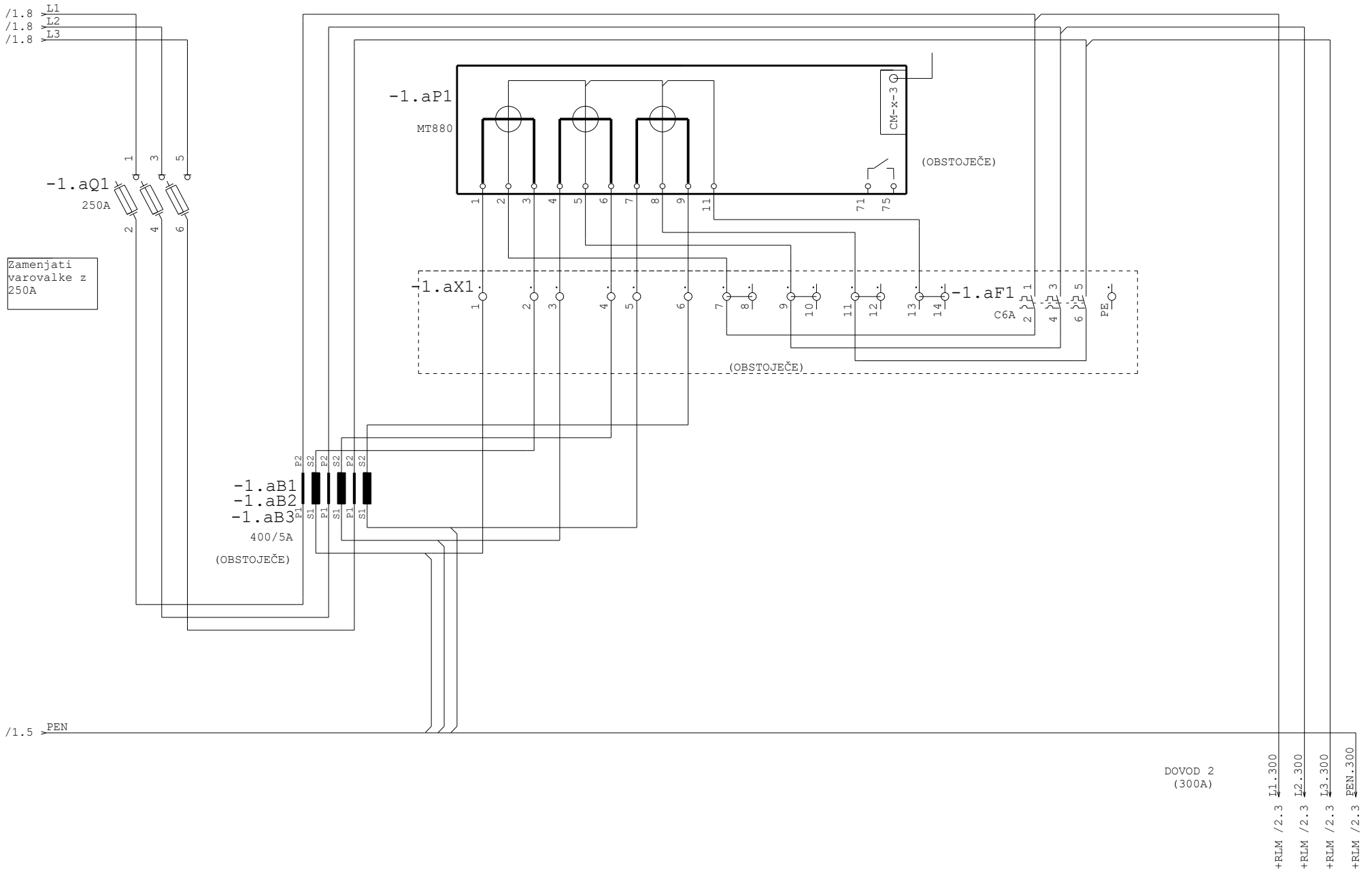
Tabela vsebine: Fotonapetostna elektrarna DD Trbovlje

Št.	Datoteka	Stran	Komentar	Datum
1	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0001.wsE…	3	Merilna omara - dovod, nov odcep 63A	23.07.24
2	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0001_01.…	4	Merilna omara - obstoječi dovod	23.07.24
3	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0002.wsE…	5	AC omara - meritve in preklop dovoda	23.07.24
4	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0002_01.…	6	AC omara krmilne napetosti in krmilnik	23.07.24
5	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0002_02.…	7	AC omara krmiljenje kontaktorjev	23.07.24
6	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0003.wsE…	8	AC omara - ločilno mesto	23.07.24
7	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0004.wsE…	9	AC omara - komunikacije	23.07.24
8	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0005.wsE…	10	Povezave na strehi string 1.1	23.07.24
9	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0006.wsE…	11	Povezave na strehi, string 1.2	13.04.24
10	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0007.wsE…	12	Povezave na strehi, string 1.3	13.04.24
11	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0008.wsE…	13	Izklop DC napetosti v povezavah do razsmernikov	13.04.24
12	P287.3_SE DD Trbovlje_Tropolne sheme.0009.wsE…	14	Razsmernik	13.04.24
13	P287.3_SE DD Trbovlje_CAB.0001.wsCBD	15	Elektro omara RLM - ločilno mesto	23.07.24

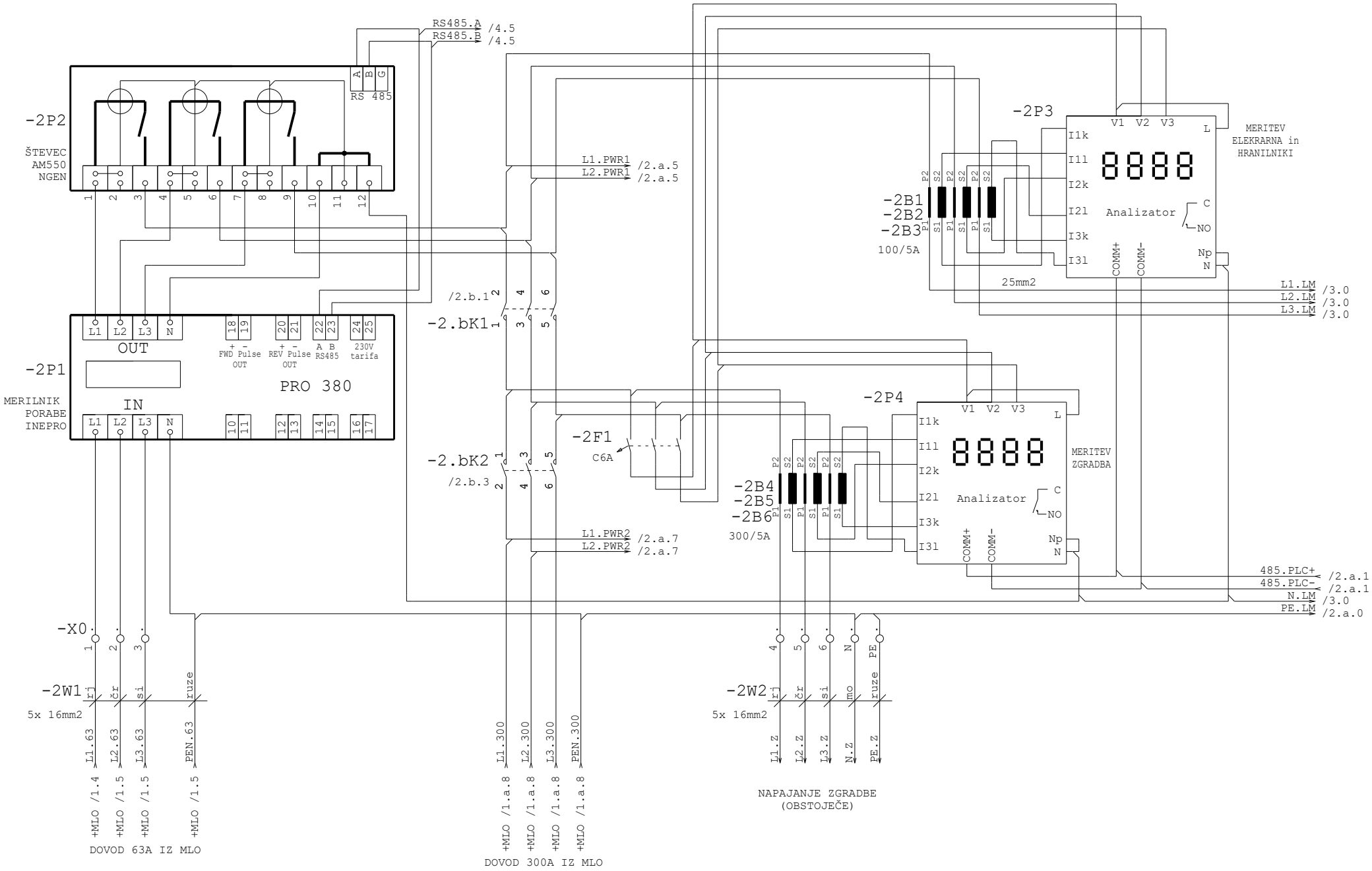
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Kazalo	Številka projekta	Naprava	=
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list	List 1
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list	Listov 1



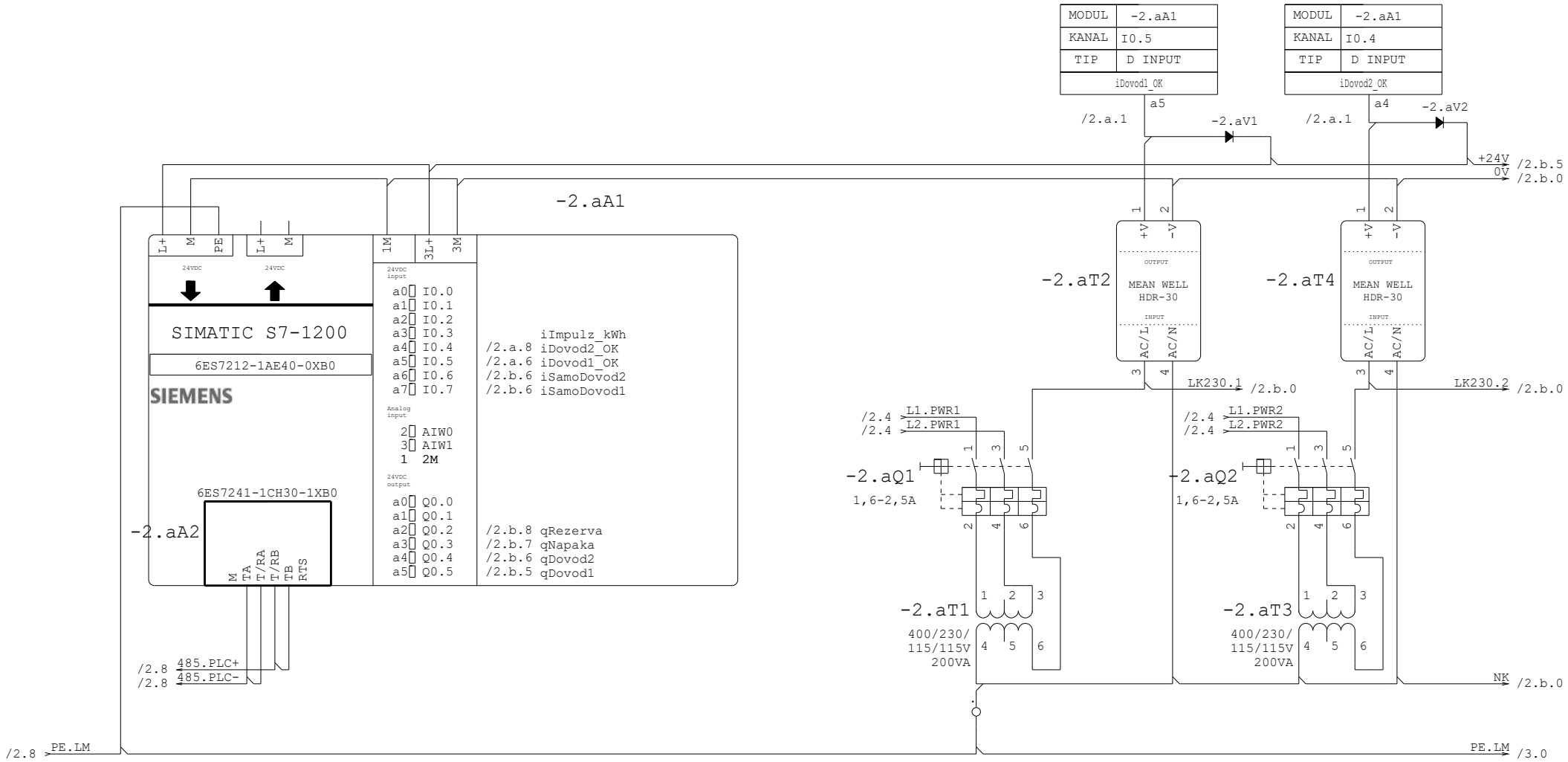
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	Merilna omara - dovod, nov odcep 63A	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+MLO
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list	List 1
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 1.a	Listov 9



Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Merilna omara - obstoječi dovod	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+MLO
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 1	List 1.a
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 2	Listov 9

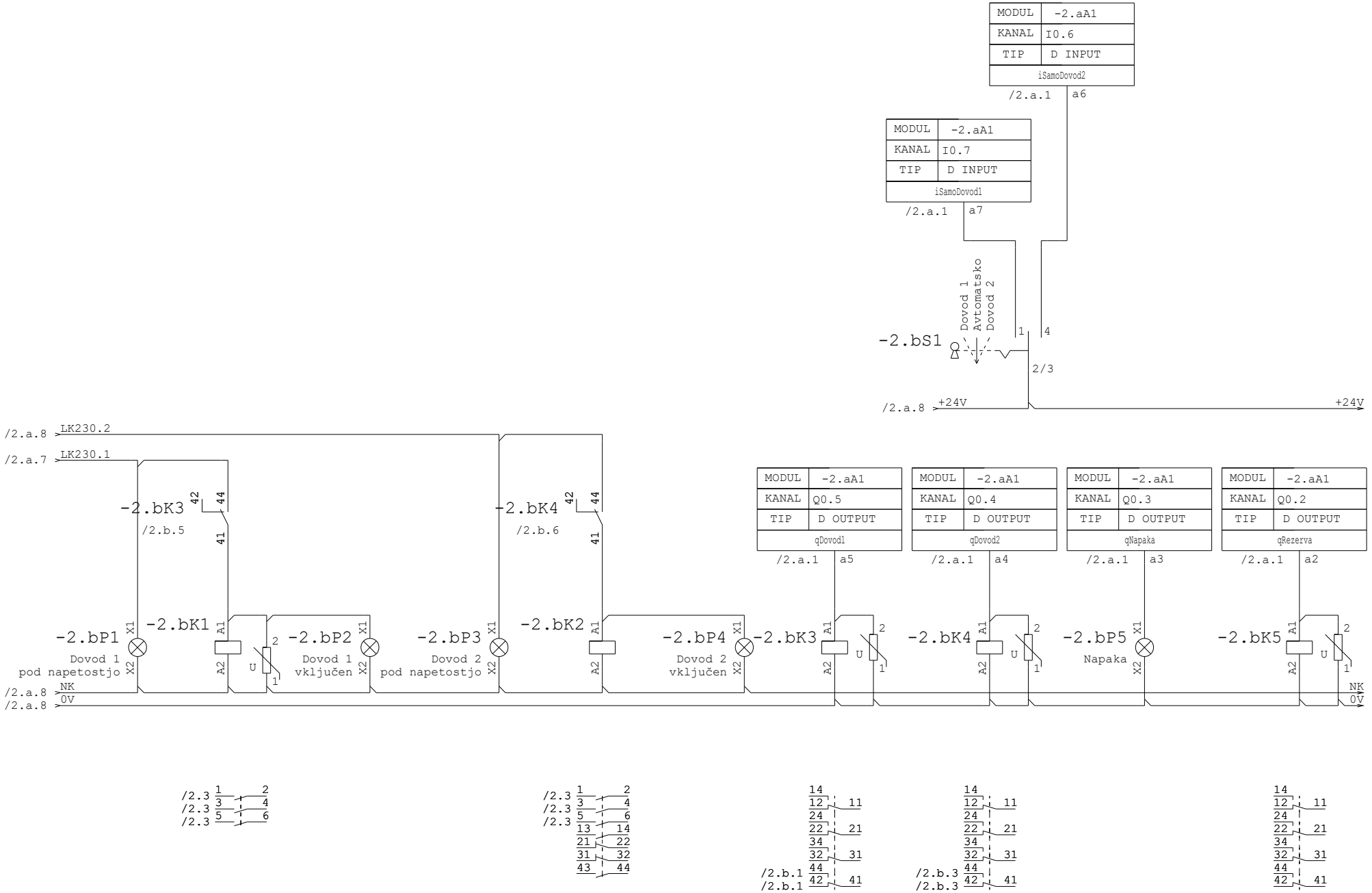


Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	AC omara - meritve in preklop dovoda	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 1.a	List 2
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 2.a	Listov 9

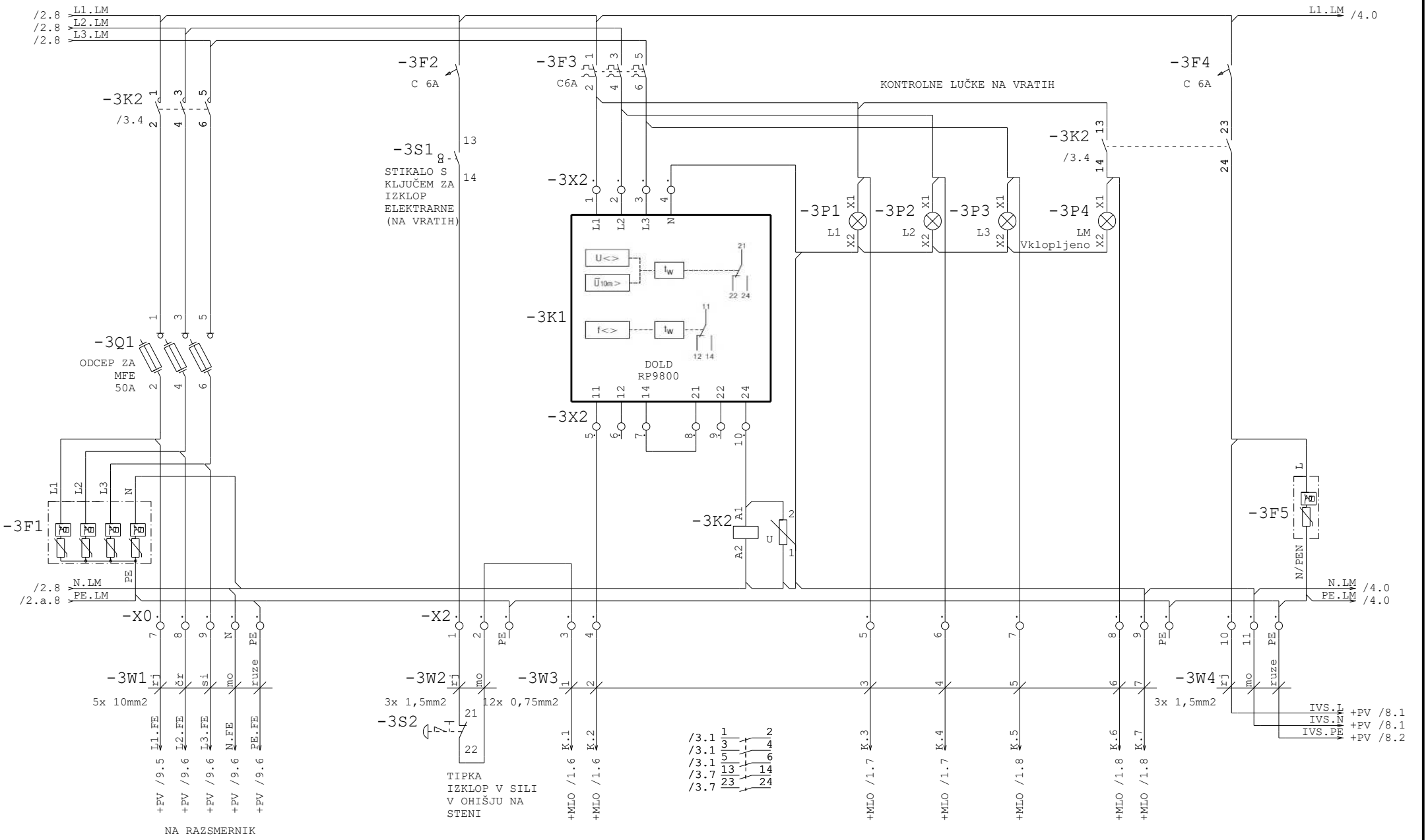


Opis programa:
Krmilnik bere po RS485 po modbus protokolu iz obeh merilnikov napetosti in tokove.
Po vklopu napajanja krmilnik vklopi močnejši dovod 2. Če je 10 s tok zgradbe v vseh fazah manjši kot 63A, krmilnik vklopi šibkejši dovod 1, po eni sekundi pa izklopi močnejši dovod.
Ko tok šibkejšega dovoda v vsaj eni fazi naraste čez 63A za 10s ali pa čez 80A za 50ms, krmilnik preklopi na močnejši dovod.
Preklopi morajo biti brez prekinitve s prekrivanjem za 1s.

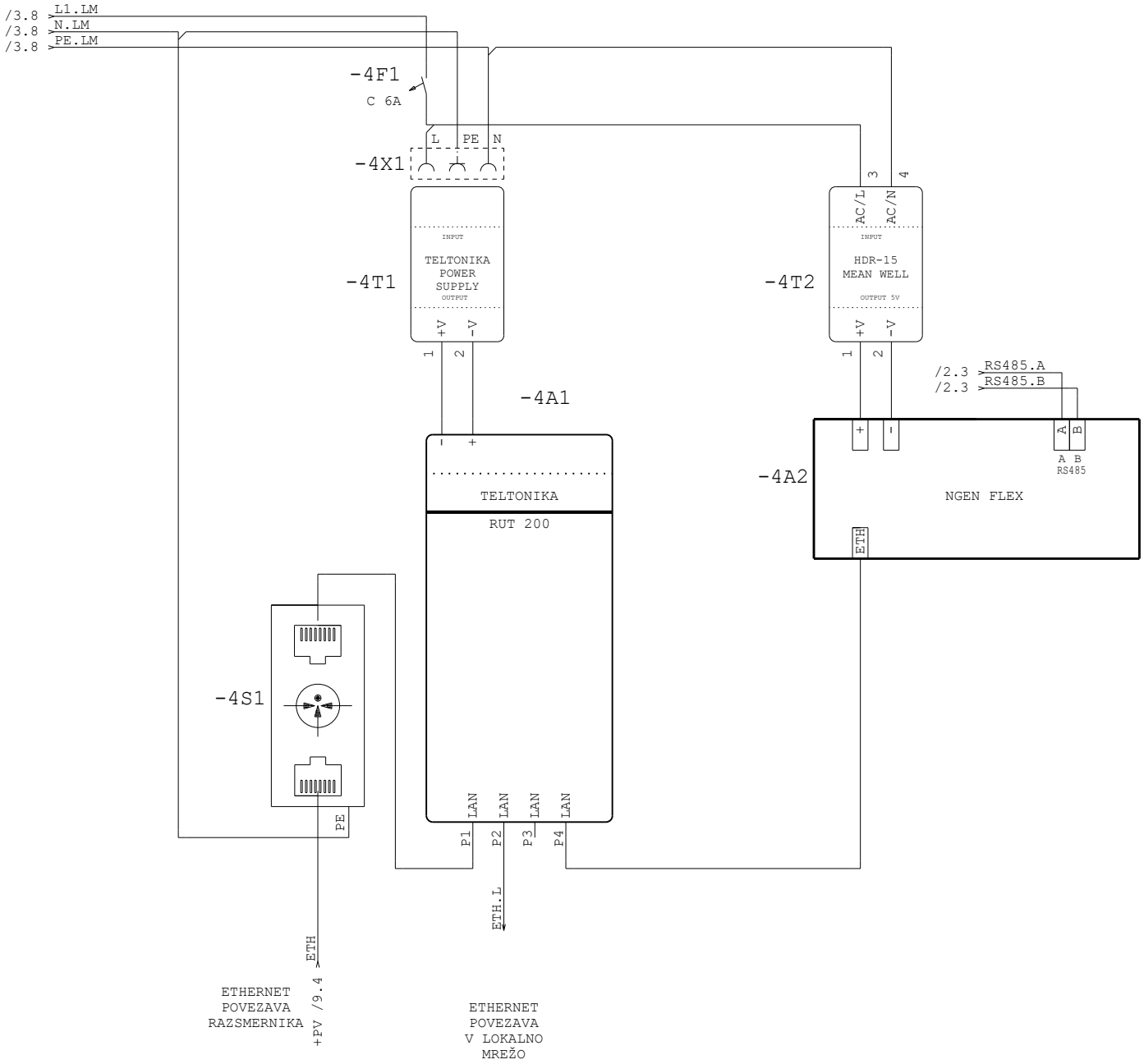
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	AC omara krmilne napetosti in krmilnik	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 2	List 2.a
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 2.b	Listov 9



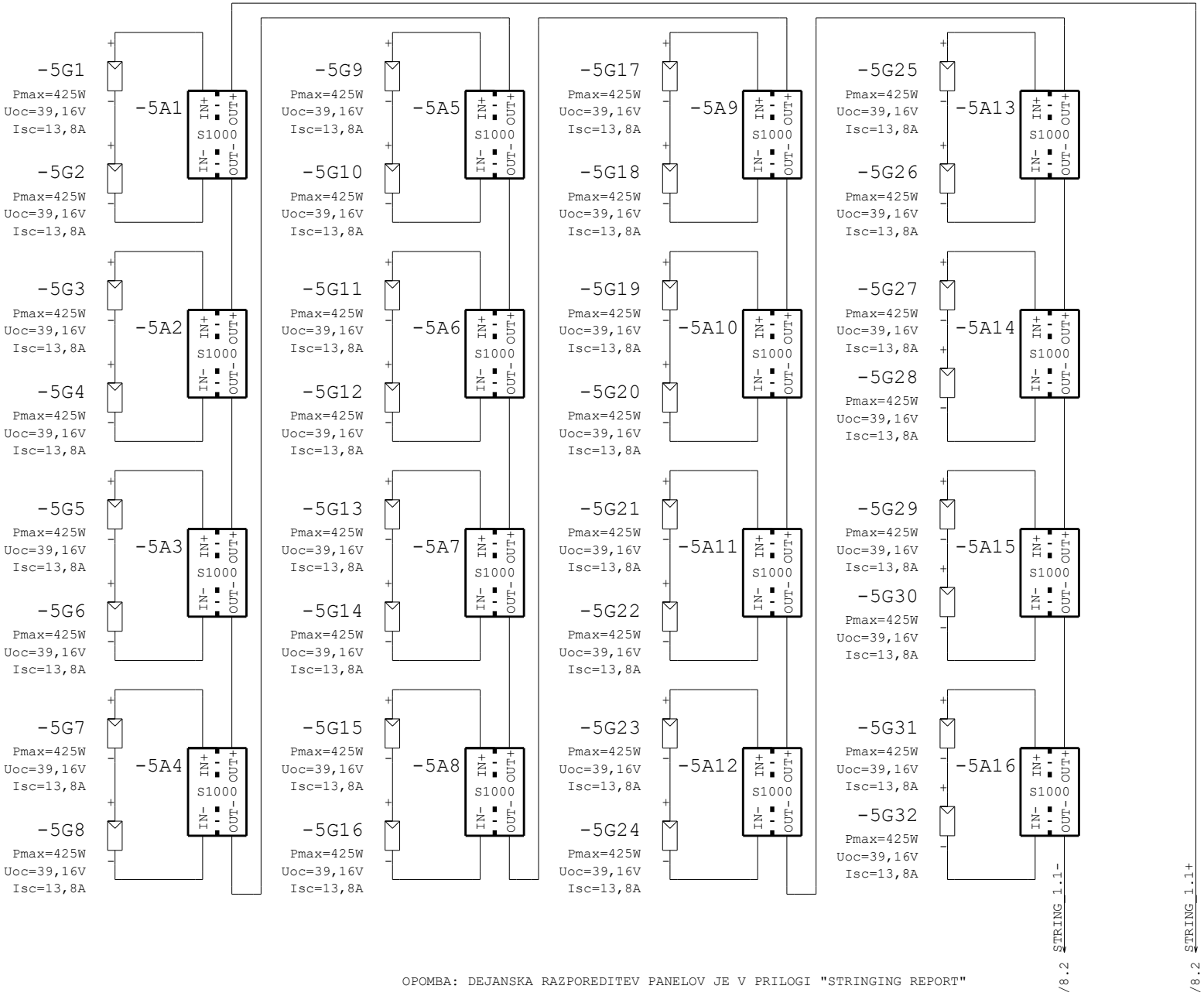
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	AC omara krmiljenje kontaktorjev	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB	
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM	
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 2.a	List 2.b	
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 3	Listov 9	



Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	AC omara - ločilno mesto	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 2.b	List 3
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 4	Listov 9

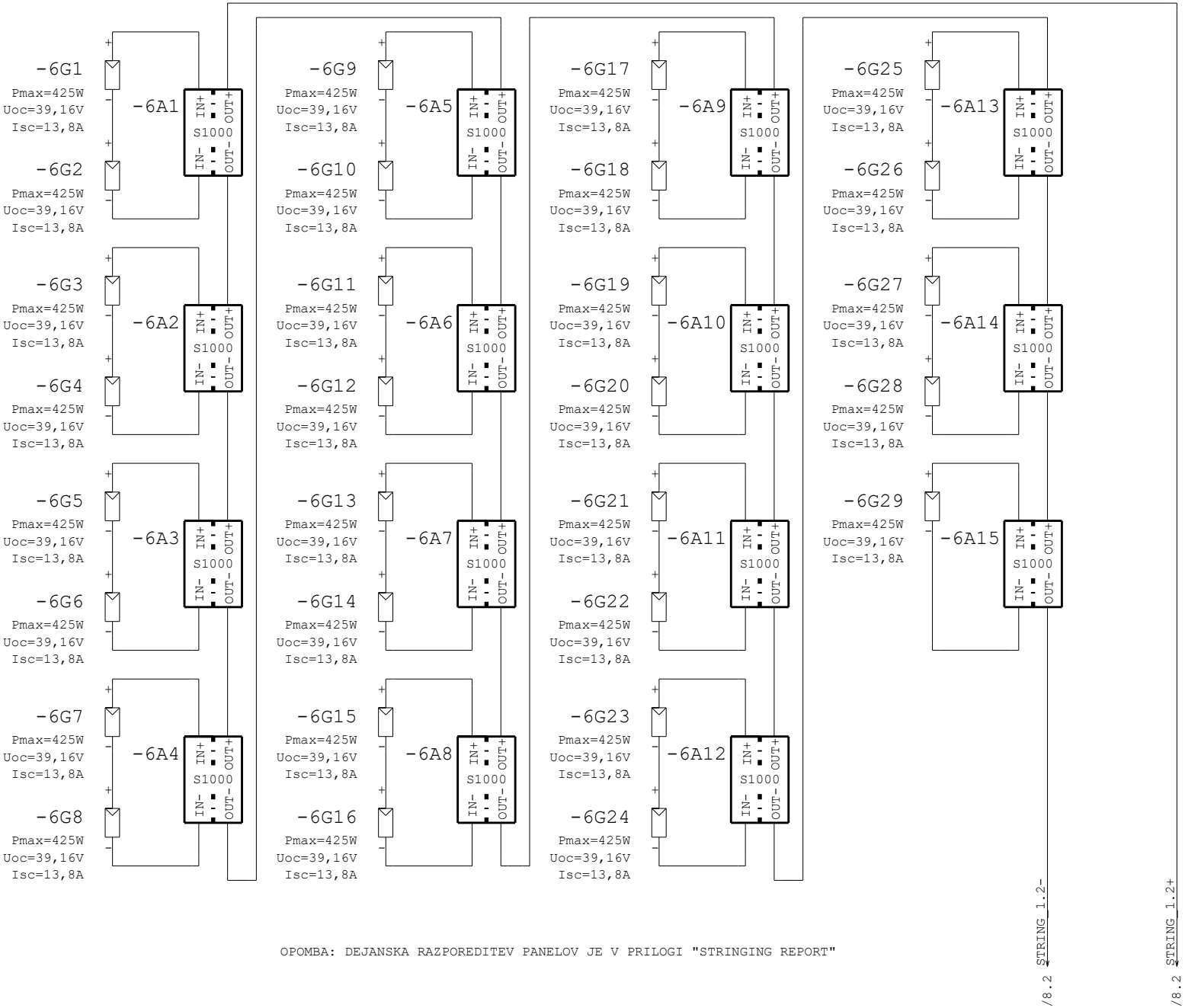


Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	AC omara - komunikacije	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 3	List 4
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 5	Listov 9



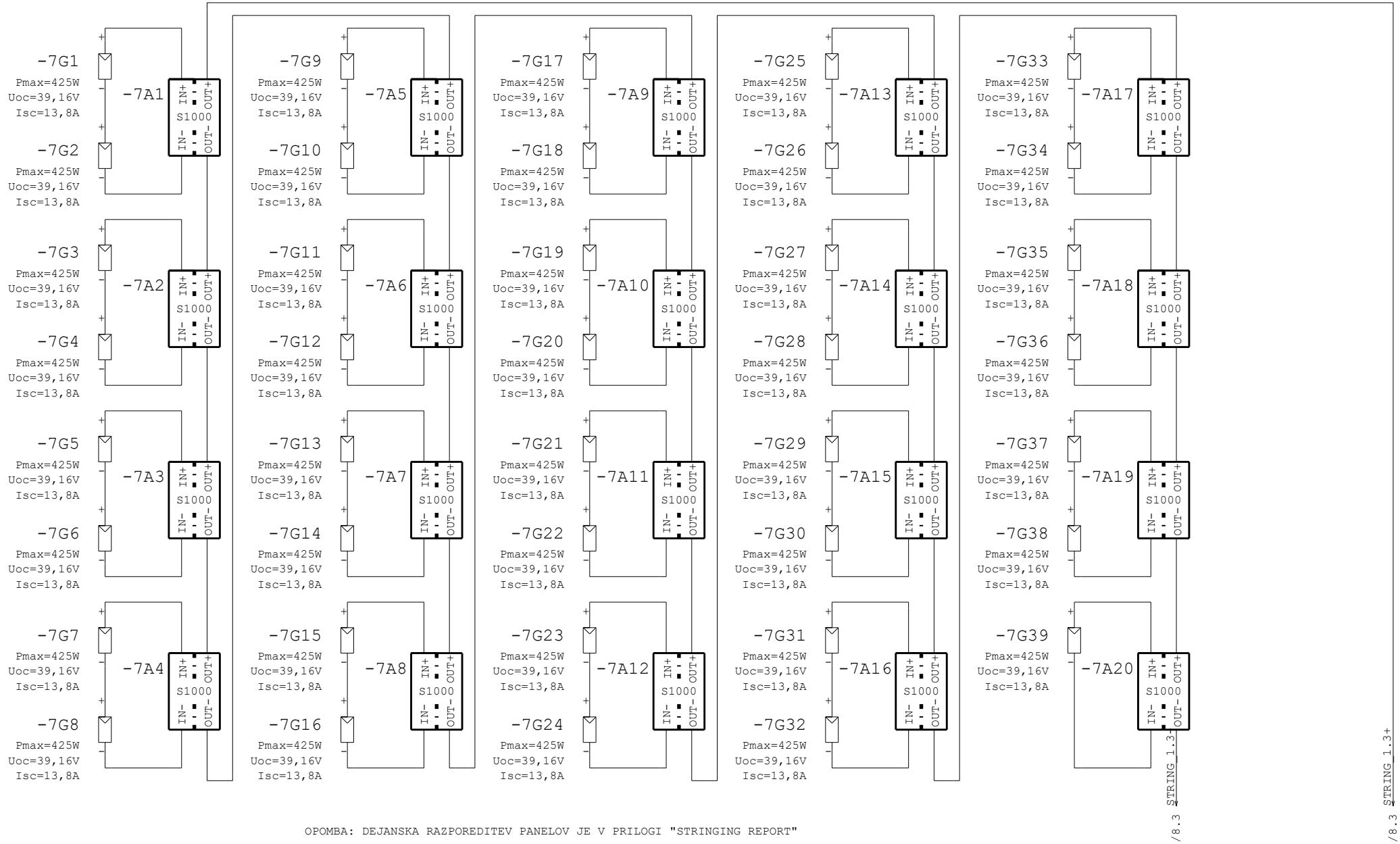
OPOMBA: DEJANSKA RAZPOREDITEV PANELOV JE V PRILOGI "STRINGING REPORT"

Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	Povezave na strehi string 1.1	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+PV
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 4	List 5
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 6	Listov 9



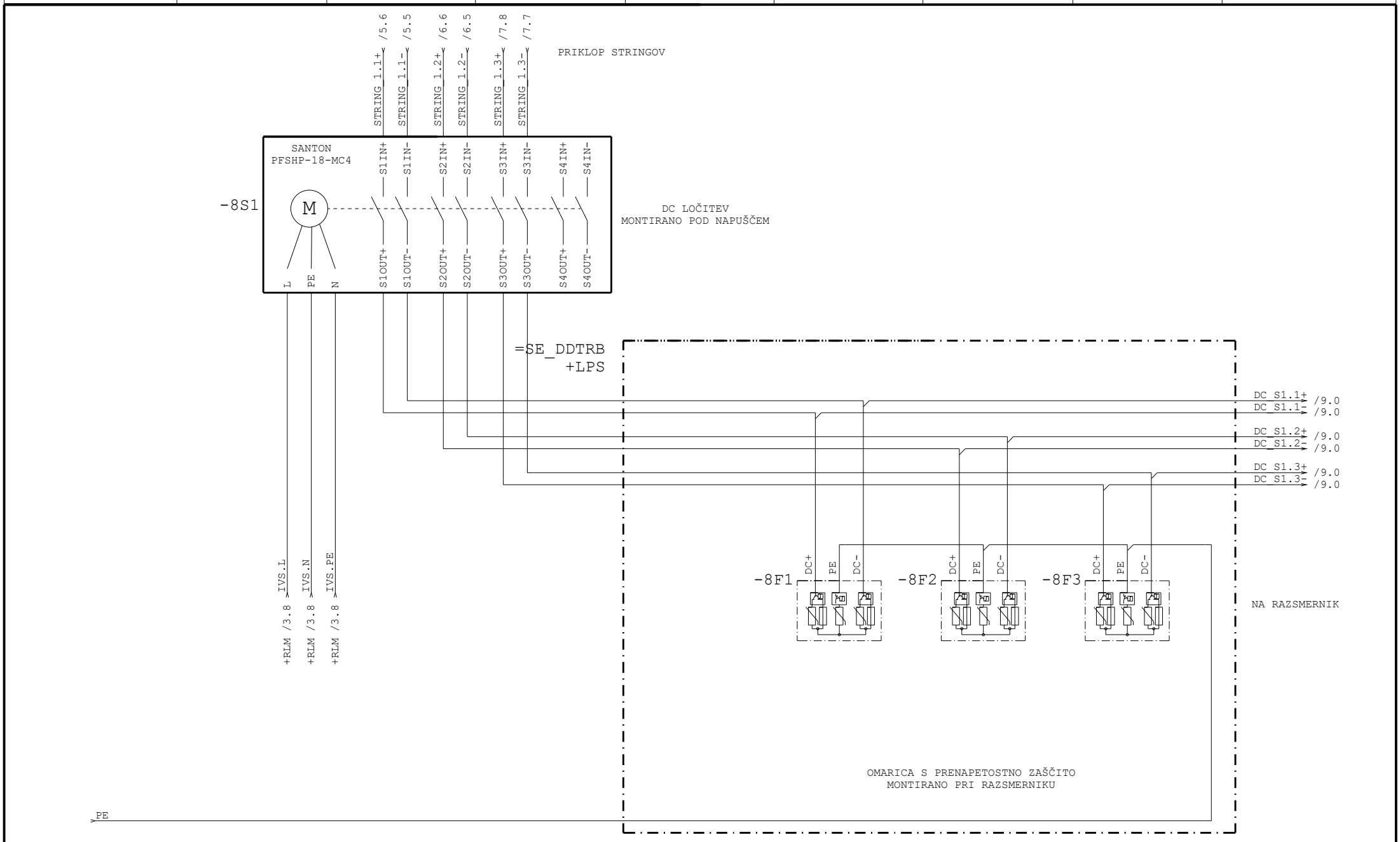
OPOMBA: DEJANSKA RAZPOREDITEV PANELOV JE V PRILOGI "STRINGING REPORT"

Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje	Stojan Ihanec s.p.	Povezave na strehi, string 1.2	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4	Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+PV
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje	Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 5	List 6
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor	Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 7	Listov 9

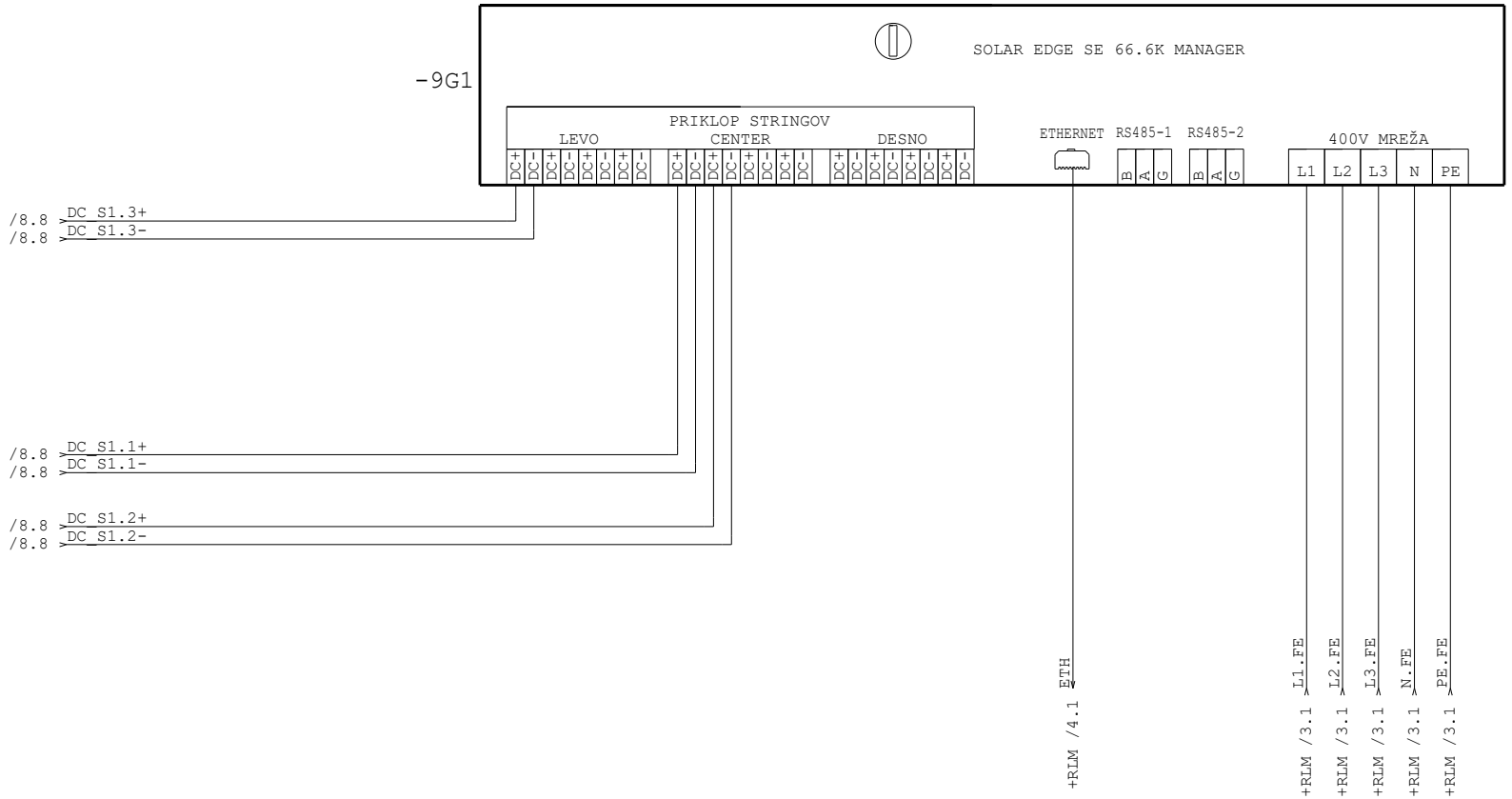


OPOMBA: DEJANSKA RAZPOREDITEV PANELOV JE V PRILOGI "STRINGING REPORT"

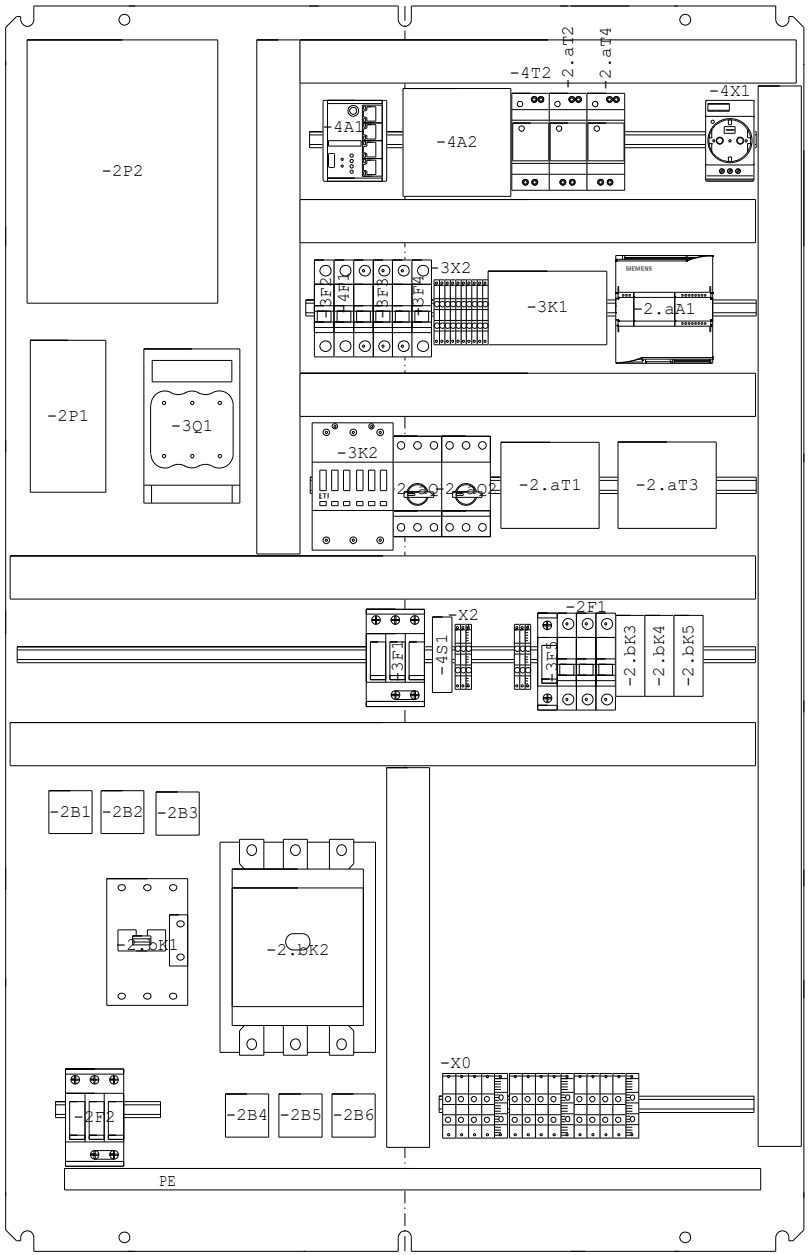
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Povezave na strehi, string 1.3	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+PV
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 6	List 7
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 8	Listov 9

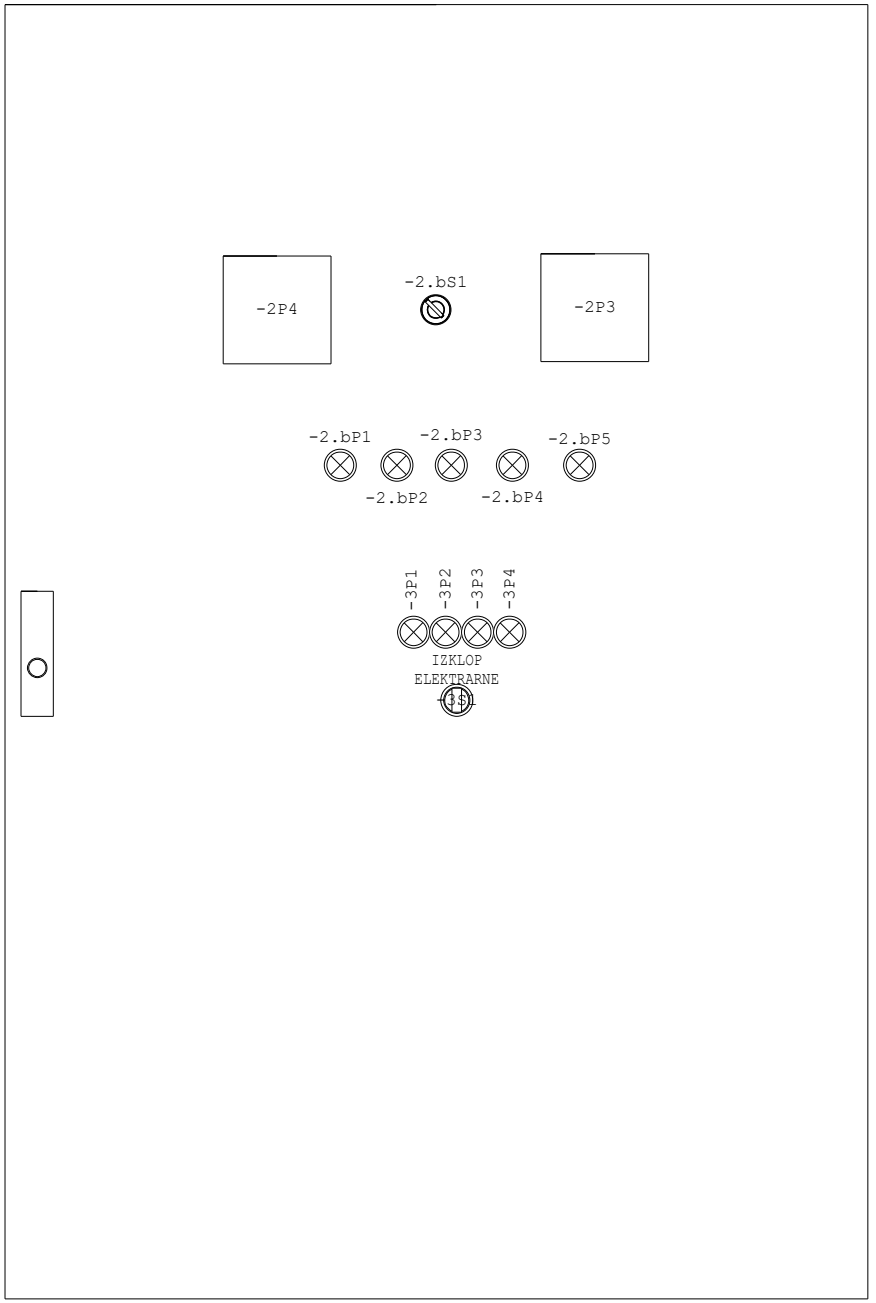


Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Izklop DC napetosti v povezavah do razsmernikov	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+PV
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 7	List 8
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list 9	Listov 9



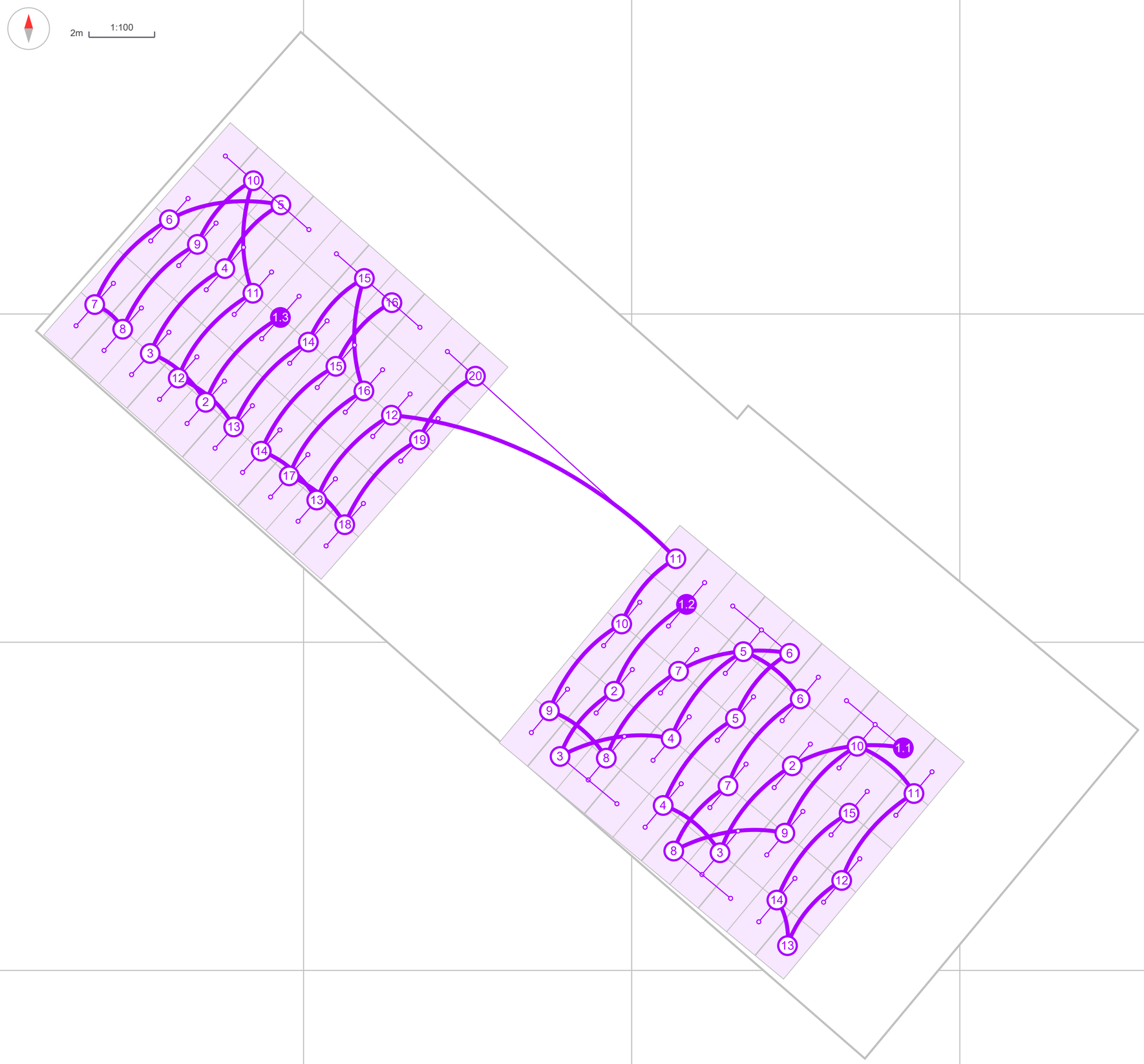
Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Razsmernik	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+PV
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list 8	List 9
Std.	DIN 40719	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list	Listov 9





Datum	23.07.24	Delavski dom Trbovlje	Občina Trbovlje		Stojan Ihanec s.p.	Elektro omara RLM - ločilno mesto	Številka projekta	Naprava	=SE_DDTRB
Risal	Stojan Ihanec	Trg svobode 11a	Mestni trg 4		Marnova 22		P287.3 PZI	Mesto	+RLM
Odg. proj.	Stojan Ihanec, u.d.i.e.	Trbovlje	Trbovlje		Zagorje ob Savi		Številka načrta	Predh.list	List 1
Std.	DIN 81346	Objekt	Investitor		Projektant		P287.3 PZI DD Trbovlje	Nasl. list	Listov 1

Razporeditev panelov



solaredge

DD TRBOVLJE
STRING DESIGN REPORT

Address: Trg svobode 11a, Trbovlje, 1420, Slovenia | Apr 9, 2024

1 SE66.6K Synergy Manager 59%

Center:

1.1 16 x S1000 32

1.2 15 x S1000 29

Left:

1.3 20 x S1000 39

DD TRBOVLJE

Trg svobode 11a, Trbovlje, 1420, Slovenia | 13 Mar 2024



SYSTEM OVERVIEW

110 PV modules | 1 Inverter | 56 Optimizers

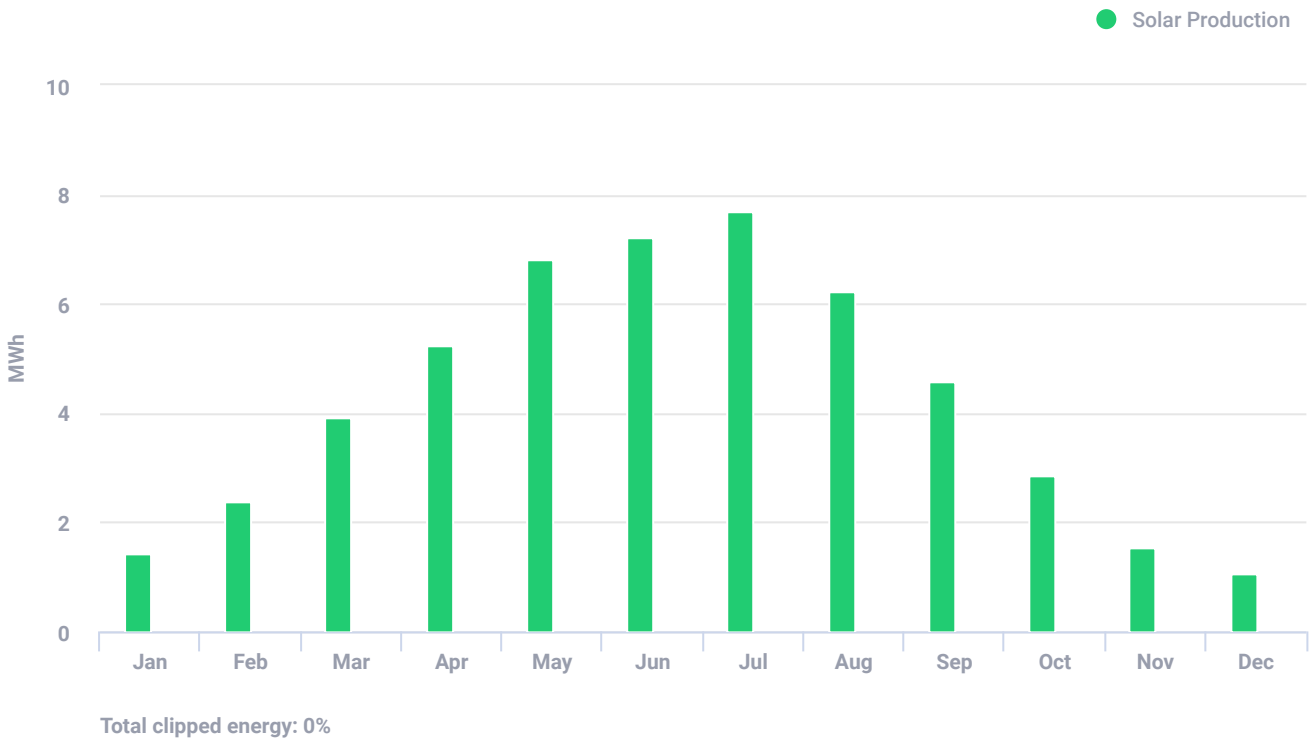
SIMULATION RESULTS

Installed DC Power	Max Achieved AC Power	Annual Energy Production	CO2 Emission Saved (Annually)	Equivalent Trees Planted (Annually)
46.75 kWp	43.62 kW	51.03 MWh	12.96 t	595

DD TRBOVLJE

Trg svobode 11a, Trbovlje, 1420, Slovenia | 13 Mar 2024

ESTIMATED MONTHLY ENERGY



Total clipped energy: 0%

PV MODULES

# Module	Model	Peak power	Racking type	Orientation	Azimuth	Tilt
30	JinkoSolar Holding Co. Ltd., JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type	12.8 kWp			130°	10°
30	JinkoSolar Holding Co. Ltd., JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type	12.8 kWp			310°	10°
25	JinkoSolar Holding Co. Ltd., JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type	10.6 kWp			312°	10°
25	JinkoSolar Holding Co. Ltd., JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type	10.6 kWp			132°	10°
Total: 110		46.8 kWp				

DD TRBOVLJE

Trg svobode 11a, Trbovlje, 1420, Slovenia | 13 Mar 2024

BILL OF MATERIALS (BOM)

Items	Part Number	Quantity	Price (€)	Total (€)
SE66.6K Synergy Manager		1		
S1000		56		
JKM-425N-54HL4-V Tiger Neo N-Type		110		

ELECTRICAL DESIGN

Inverters & Storage	Strings per inverter	Optimizers per string	PV modules per string
1 xSE66.6K Synergy Manager 42.96kW | 65% Oversizing	**Center Unit**		
	1 x string	13 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	27
	1 x string	14 x S1000 (2:1)	28
	Left Unit		
	1 x string	13 x S1000 (2:1), 1 x S1000 (1:1)	27
	1 x string	14 x S1000 (2:1)	28

DD TRBOVLJE

Trg svobode 11a, Trbovlje, 1420, Slovenia | 13 Mar 2024

SYSTEM LOSS DIAGRAM



SIMULATION PARAMETERS

LOCATION & GRID

Time zone	CET (Ljubljana)
Weather station	Ljubljana (43.85 km away)
Station altitude	368 m
Station data source	Meteonorm 7.1
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%