

NASLOVNA STRAN NAČRTA

3 Načrt s področja elektrotehnike

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI	
naziv gradnje	SE Cankarjev dom Vrhnika 1
kratek opis gradnje	Izvedba sončne elektrarne za samooskrbo SE Cankarjev dom Vrhnika 1. Moč elektrarne je 34,4 kWp (80 FN modulov x 430 Wp =34.400 Wp). Fiksna postavitve FN modulov vzporedno s strehami objekta pod različnimi nakloni . En trifazni razsmerniki moči 30 kVA.
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
vrste gradnje	novogradnja - novozgrajen objekt
Označiti vse ustrezne vrste gradnje	novogradnja - prizidava
	rekonstrukcija
	sprememba namembnosti
	odstranitev
	• investicijsko vzdrževalna dela
DOKUMENTACIJA	
vrsta dokumentacije	PZI
(IZP, DGD, PZI, PID)	
številka projekta	HZCD1-89/2024
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	Načrt s področja elektrotehnike
številka načrta	HZCD1-7E/01
datum izdelave	17.08.2024
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Izidor MERKAČ, univ.dipl.inž.el.
identifikacijska številka	E-1890
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	<div>IZIDOR MERKAČ univ.dipl.inž.el. IZS PI E-1890</div>
PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe)	HTZ Velenje, I.P., d.o.o.
naslov	Partizanska 78, SI-3320 Velenje
vodja projekta	Izidor MERKAČ, univ.dipl.inž.el.
identifikacijska številka	E-1890
podpis vodje projekta	<div>IZIDOR MERKAČ univ.dipl.inž.el. IZS PI E-1890</div>
odgovorna oseba projektanta	mag. Damijan Kanduti, Generalni direktor
podpis odgovorne osebe projektanta	

3.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA
-----	-----------------------

Vrsta načrta dokumentacije: 3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

Investitor: Občina Vrhnika
Tržaška 1
1360 Vrhnika

Objekt: SE Cankarjev dom Vrhnika 1

Številka projekta: HZCD1-89/2024

Vrsta projekta/faze: PZI – PROJEKT ZA IZVEDBO

Številka načrta: HZCD1-7E/01

Oznaka CD/DVD

Št.		Naziv dokumenta:	Id oznaka:	Klas. oznaka:	Str:
	Št. mape: HZCD1-7X/M01				
3.1		NASLOVNA STRAN NAČRTA			
3.2		KAZALO VSEBINE NAČRTA			
3.3		KAZALO VSEBINE PROJEKTA			
3.4		TEHNIČNO POROČILO			
	3.4.1	Tehnično poročilo	HZCD1-7E1001		25
	3.4.2	Popis kablov in opreme	HZCD1-7E2030		4
	3.4.3	Tabela nizov	HZCD1-7E4031		3
3.5		RISBE			
	3.5.1	Situacija opreme (Tloris objekta na strehi)	HZCD1-7E4001		1
	3.5.2	Enočrtna shema	HZCD1-7E9001		2
	3.5.3	Vezalna shema	HZCD1-7E2001		3
	3.5.4	Izgled stikalnega bloka SBAC1 in SBDC1	HZCD1-7E2002		1
	3.5.5	Izgled stikalnega bloka PMO1	HZCD1-7E2003		1
	3.5.6	Izgled stikalnega bloka PO1	HZCD1-7E2004		1
	3.5.7	Stringi	HZCD1-7E2005		1
	3.5.8	Namestitvev razsmernikov	HZCD1-7E2006		1
	3.5.9	Prerez kabelske kanalizacije	HZCD1-7E2007		1

3.3	KAZALO VSEBINE PROJEKTA
-----	-------------------------

Investitor: Občina Vrhnika
Tržaška 1
1360 Vrhnika

Objekt: SE Cankarjev dom Vrhnika 1

Del objekta:

Številka projekta: HZCD1-89/2024

Vrsta projekta/faze: PZI – Projekt za izvedbo

Št.	Vrsta načrta/dokumentacije:	Št. načrta:	Št. mape:
0	VODILNI NAČRT		
1	NAČRT S PODROČJA ARHITEKTURE		
2	NAČRT S PODROČJA GRADBENIŠTVA		
3	NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE	HZCD1-7E/01	HZCD1-7X/M01
4	NAČRT S PODROČJA STROJNIŠTVA		
5	NAČRT S PODROČJA TEHNOLOGIJE		
6	NAČRT S PODROČJA POŽARNE VARNOSTI		
7	NAČRT S PODROČJA GEOTEHNOLOGIJE IN RUDARSTVA		
8	NAČRT S PODROČJA GEODEZIJE		
9	NAČRT S PODROČJA PROMETNEGA INŽENIRSTVA		
10	NAČRT S PODROČJA KRAJINSKE ARHITEKTURE		

3.4	TEHNIČNO POROČILO
------------	--------------------------

Vrsta načrta dokumentacije: **3** **NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE**

Objekt: **SE Cankarjev dom Vrhnika 1**

Del objekta:

Številka projekta: **HZCD1-89/2024**

Vrsta projekta/faze: **PZI – Projekt za izvedbo**

Številka načrta: **HZCD1-7E/01**

Oznaka CD/DVD

3.5	RISBE
------------	--------------

Vrsta načrta dokumentacije: **3** **NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE**

Objekt: **SE Cankarjev dom Vrhnika 1**

Del objekta:

Številka projekta: **HZCD1-89/2024**

Vrsta projekta/faze: **PZI – Projekt za izvedbo**

Številka načrta: **HCDE1-7E/01**

Oznaka CD/DVD

Sprememba:		Opis spremembe:					Datum spremembe:				Podpis:													
Investitor:		Občina Vrhnika Tržaška 1, 1360 Vrhnika					Objekt: SE Cankarjev dom Vrhnika 1																	
Projektant:		HTZ Velenje I.P. d.o.o., Partizanska cesta 78 3320 Velenje					Del objekta/sistem:																	
Podizvajalec:		Vrsta načrta/prikaza: 3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE																						
	Ime in priimek:			Ident. št.		Vrsta načrta/prikaza																		
Vodja projekta		Izidor Merkač u.d.i.e.			E-1890		TEHNIČNO POROČILO																	
Pooblaščen inženir		Izidor Merkač u.d.i.e.			E-1890																			
Sodelavec projektant		Jure Cehner u.d.i.e. Dominik Pritržnik u.d.i.s.					Vrsta projekta		PZI				Številka projekta		HZCD1-89/2024									
Sodelavec projektant		Zoran Dobovičnik u.d.i.e.					Klasif. oznaka		C	D	-	-	-	-	-	-	-	Stran/strani		1/25				
Datum izdelave		Avgust 2024		Merilo:				Ident. oznaka		H	Z	C	D	1	-	-	7	E	1	0	0	1	Spr.	

Kazalo vsebine

SEZNAM SIMBOLOV – KRATIC	4
1 SPLOŠNO	5
2 PRIKLJUČITEV SONČNE ELEKTRARNE V JAVNO DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE	5
2.1 ENERGETSKI POGOJI	6
2.1.1 PROIZVODNJA – Oddaja električne energije v distribucijsko omrežje	6
2.1.1.1 PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA	6
2.1.2 LASTNI ODJEM	6
2.2 TEHNIČNI POGOJI	6
2.2.1 PROIZVODNJA	6
2.2.1.1 Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)	6
2.2.1.2 Tehnični pogoji za energijske module (naprave za samooskrbo)	6
2.2.1.3 Ločilno mesto	7
2.2.2 LASTNI ODJEM	8
2.2.2.1 Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)	8
2.2.2.2 Prezemno predajno mesto (mesto sprejema električne energije iz distribucijskega sistema) – Pogoji za imetnika soglasja	8
3 RAZSMERNIKI	9
3.1 Mrežna zaščita v razsmernikih	9
3.2 Tehnični podatki razsmernikov	9
4 FOTONAPETOSTNI GENERATOR	11
4.2 Optimizatorji	13
4.3 Prilagoditev razsmernika in foto napetostnega generatorja	13
4.4 Nosilna podkonstrukcija FN generatorja	15
4.5 Ozemljitev FN generatorja	15
4.6 Zajemanje in prenos podatkov	16
5 IZVEDBA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	16
5.1 SBAC1 AC spojišče sončne elektrarne	16
5.2 PMO_SE priključno merilna omarica sončne elektrarne	16
5.3 SBDC1 DC omarice	17
5.4 AC kabelske trase	17
5.5 Ožičenje FN modulov	17
5.6 DC kabelske trase	17
5.7 Dimenzioniranje kablov in varovalk	17
5.7.1 Dimenzioniranje AC kablov in varovalk	19
5.7.2 Dimenzioniranje DC kablov	19
5.8 Izenačitev potencialov:	19
6 STRELOVOD	20
6.1 Splošno	20
6.2 Izvedba strelovoda	20
6.2.1 Lovilni sistem	20
6.2.2 Odvodni sistem	20
6.2.3 Ozemljilni sistem	20
6.2.4 Preprečitev iskrenj in prebojev	21
6.2.5 Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS	21
6.2.6 Pregled, preskus in meritve LPS	21
7 ELABORAT O VARSTVU PRI DELU - ELEKTRO	22
7.1 Splošno	22
7.2 Nevarnosti in škodljivi vplivi, ki se lahko pojavijo ob uporabi električnih instalacij takega toka in strelovoda	22
7.3 Predvideni ukrepi za zmanjšanje nevarnosti in škodljivih vplivov ob uporabi električnih instalacij	22
7.3.1 Zaščita pred kratkostičnimi tokovi	22
7.3.2 Zaščita pred preobremenitvenim tokom	22
7.3.3 Zaščita pred električnim udarom s posrednim dotikom	22
7.3.4 Zaščita pred električnim udarom z neposrednim dotikom	23
7.3.5 Vlaga, prah, mehanske poškodbe, eksplozivne in vnetljive snovi ter kemični vplivi	23

7.3.6 Statična elektrika	23
7.3.7 Nenaden izpad omrežne napetosti	23
7.3.8 Požar	23
7.3.9 Nedovoljen padec napetosti	23
7.3.10 Atmosferske praznitve in udari strele	23
7.3.11 Prenapetosti v omrežju	24
7.3.12 Električna razsvetljava	24
7.4 Splošna opozorila in obveznosti	24
7.5 Posebne varnostne mere	24

SEZNAM SIMBOLOV – KRATIC

SODO	Sistemiški operater distribucijskega omrežja
EE omrežje	Elektro energetska omrežje
EES	Elektro energetski sistem
AN OVE	Akcijski načrt za obnovljive vire energije
FN generator	Foto napetostni generatorja
FN modul	Foto napetostni modul
SE	Sončna elektrarna
PV generator	Foto napetostni (Photo Voltaic) generator
PV modul	Foto napetostni modul (nameščenih več foto napetostnih celic vezanih zaporedno/vzporedno nameščenih na ploščo in prekritih s steklom v Al okvirju.)
PV celica	Foto napetostna celica (monokristalna ali polikristalna celica iz silicija)
PV elektrarna	Foto napetostna elektrarna (SE)
STC	Standard Test Conditions (standardni pogoji pri testiranju FN modulov, osončenje 1000 W/m², spekter AM 1.5, temperatura celice 25°C)
NMOT	Nominal Module Operating Temperature (testiranje pri nominalni delovni temperaturi FN modulov, osončenje 800W/m², spekter AM 1.5, temperatura okolice 20°C, hitrost vetra 1 m/s)

1 SPLOŠNO

Investitor Mestna občina Vrhnika, Tržaška cesta 1, 1360 Vrhnika namerava na objektu Cankarjevega doma Vrhnika, Tržaška cest 25, 1360 Vrhnika na parcelni številki 2826/26, k.o. 2002 Vrhnika, postaviti sončno elektrarno moči **34,4 kWp**. V ta namen bodo uporabili razpoložljive površine streh navedenega objekta.

Postavitev FN modulov sončne elektrarne je prikazana v v risbi HZCD1-7E4001 Situacija opreme. Strehe objekta imajo različne naklone naklon. Predvidena je postavitev paralelno s strehami (brez podkonstrukcije z dvignjenim naklonom). Moč elektrarne je določena iz števila PV modulov in njihovih STC karakteristik (Standard Test Condition po EN 60904-3). Predvidena letna proizvodnja elektrarne znaša 38.016 kWh.

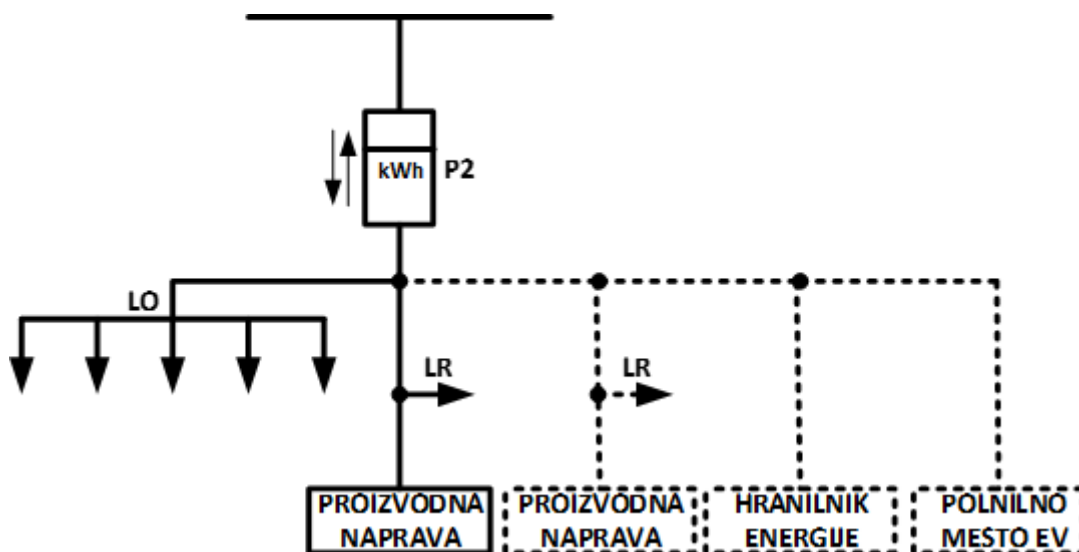
Ves uporabljen material mora biti v skladu s standardi, ki veljajo na območju EU in označen s CE oznako, izvajalec del oz. dobavitelj pa mora investitorju predložiti ustrezne certifikate. Izvajanje montažnih del mora biti usklajeno z ostalo montažo in gradbenimi deli.

Vsa instalacija jakega toka mora biti izvedena po normativih in predpisih, objavljenih v: Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur.list RS št. 140/21) s pripadajočimi tehničnimi smernicami TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije in veljavnimi standardi.

Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21) s pripadajočo tehnično smernico TSG-N-003:2021 – Zaščita pred delovanjem strele in veljavnimi standardi.

2 PRIKLJUČITEV SONČNE ELEKTRARNE V JAVNO DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE

Predvideni je en razsmernik moči 30 kVA, skupna navidezna moč SE znaša 30 kVA. Priključitev SE v javno distribucijsko omrežje je predvideno po splošni priključni shemi PS.3A.



Postavitev SE Cankarjev dom Vrhnika 1 je potrebno izdelati v skladu s **soglasjem za priključitev št. 1499828** z dne 4.7.2024, ki ga je izdalo podjetje za distribucijo električne energije, Elektro Ljubljana d.d..

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	3011754	383111580015940953

2.1 ENERGETSKI POGOJI

2.1.1 PROIZVODNJA – Oddaja električne energije v distribucijsko omrežje

1. Številka merilnega mesta: 3011754
2. GSRN MM: 383111580015940953
3. Tipska priključna shema: PS.3A
4. **Priključna moč oddaje v distribucijski sistem: 34,4 kW**
5. Jakost omejevalca toka: $1 \times 3 \times 50$ A
6. Način obratovanja: M - paralelno z DS - mešani (za svoje potrebe in oddajo)
7. Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Ni podatka

2.1.1.1 PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

1. Delovna moč fotonapetostnih modulov: 34,4 kW
2. Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu
3. Podatki o elektroenergijskem modulu:
Primarni vir energije: Sonce
Opis razsmernikov:

Število razsmernikov	Vrsta razsmernika	Naznačena moč (kVA)	Naznačena napetost (V)
1	Trifazni	30	400

2.1.2 LASTNI ODJEM

1. Številka merilnega mesta: 3011754
2. GSRN MM: 383111580015940953
3. Številka obstoječega soglasja za priključitev. 1013865-O
4. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN brez merjenja moči
5. Obstoječa priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 55 kW
6. **Zmanjšana za 12 kW**
7. **Nova priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema. 43 kW**
8. Jakost omejevalca toka: $1 \times 3 \times 63$ A
9. Jalova energija mora biti kompenzirana na $\cos \varphi = 0,95$
10. Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Ni podatka

2.2 TEHNIČNI POGOJI

2.2.1 PROIZVODNJA

2.2.1.1 Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)

Mesto vključitve priključka v distribucijski sistem je navedeno v poglavju 2.2.2 LASTNI ODJEM

2.2.1.2 Tehnični pogoji za energijske module (naprave za samooskrbo)

Proizvodnja električne energije iz energije sonca:

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

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

Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.

Elektroenergijski modul (proizvodna naprava) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede stabilnosti obratovanja, v odvisnosti od hitrosti spreminjanja frekvence (RoCoF), skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.2, Priloge 5, SONDSEE.

Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve glede dopustnega zmanjšanja delovne moči iz največje izhodne delovne moči glede na padajočo frekvenco, skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.6, Priloge 5, SONDSEE.

Elektroenergijski modul (proizvodna naprava) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.

Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja morala glede na tip izpolniti komunikacijske zahteve, skladno s poglavjem XIII.1-5, Priloge 5, SONDSEE. Distribucijski operater bo obvestil imetnika soglasja o obvezi za izpolnitev navedenih zahtev po izgradnji svojega sistema za izmenjavo obratovalnih podatkov o proizvodni napravi najmanj 3 mesece pred začetkom izmenjave teh podatkov.

Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) mora glede na tip izpolniti zahteve glede delovanja sistemov posluževanja in prejema ukrepov na daljavo, skladno s poglavjem XIV.1-2, priloge 5, SONDSEE.

Elektroenergijski modul (naprava za samooskrbo) se lahko glede na tip ponovno vključi na sistem po nenamernem izklopu, ki je posledica motnje v omrežju (sistemu) in vgradnje sistemov za avtomatski ponovni vklop, če izpolni pogoje, določene v poglavju XV.1, Priloge 5, SONDSEE.

2.2.1.3 Ločilno mesto

Lokacija: NN priključno merilna omarica

Nazivna napetost: 400 V

Ločilno mesto mora smiselno ustrezati vsem zahtevam iz poglavja VIII, Priloga 5, SONDSEE. Nahajati se mora med prevzemno predajnim mestom in napravo za samooskrbo oziroma posameznimi elektroenergijskimi moduli ter hranilnikom električne energije. Merjenje parametrov omrežja (napetost, frekvenca napetosti, tok) se mora izvajati med prevzemno predajnim mestom (za števcem) in ločilnim mestom.

Ločilno mesto mora biti opremljeno s preklopko in stikalom blokade ponovnega vklopa ločilnega mesta, s katerima lahko manipulira samo distribucijski operater. Zagotovljen mora biti ročni izklop stikala na ločilnem mestu in blokada ponovnega vklopa.

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

Porazdeljenost ločilnega mesta glede na stikalo na katero delujejo zaščite: NE

Lokacija	Zahtevane zaščite	Shema Uf zaščit
Stikalo ločilnega mesta	Frekvenčna, Kratkostična, Napetostna, Pretokovna	UF-B

Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo glede izvedbe posameznih zaščit izpolnjevati zahteve iz poglavij VIII.1.1 do VIII.4., Priloga 5, SONDSEE.

Spremembe nastavitve zaščitnih naprav na ločilnem mestu lahko odobri samo pooblaščen oseba distribucijskega operaterja.

Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo ustrezati zahtevam delovanja hitrega avtomatskega ponovnega vklopa v distribucijskem sistemu.

Vsak izpad napetosti v javnem omrežju EES mora povzročiti zanesljiv izklop stikala na ločilnem mestu.

Naprava za samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli se lahko po lastnem izklopu ponovno avtomatsko vključita v omrežje pod pogoji, določenimi v poglavju VIII.6, SONDSEE.

Zaščita na ločilnem mestu in generatorska zaščita ne smeta omejevati vgradnje oziroma delovanja shunt stikala, ki ob zemeljskem stiku v SN omrežju za trenutek v RTP ozemlji fazo, na kateri je zemeljski stik.

2.2.2 LASTNI ODJEM

2.2.2.1 Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)

Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	V omarici na fasadi objekta
NN izvod	5. MLEKARNA
TP	VRHNIKA – KLIS 1978

Nazivna napetost: 400 V

Vrsta priključka: Trifazni priključek

Priključek je obstoječ

Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem zaščite

Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	VRHNIKA – KLIS 1978
SN izvod	J04 KB 20 kV VRHNIKA
RTP	RTP 110/20 kV VRHNIKA

Kratkostična moč tripolnega kratkega stika na 20 kV v RTP 220/20 kV VRHNIKA znaša 500 MVA.

Enopolni tok zemeljskega stika iz strani distribucijskega sistema: 150 A

Avtomatski ponovni vklop - prva stopnja: / s

Avtomatski ponovni vklop - druga stopnja: 60 s

2.2.2.2 Prezemno predajno mesto (mesto sprejema električne energije iz distribucijskega sistema) – Pogoji za imetnika soglasja

Lokacija: V omarici na fasadi objekta

Nazivna napetost: 400 V

Merilne naprave:

Na merilnem mestu ostanejo vgrajene obstoječe merilne naprave

V priključno merilno omaro (merilni del) je treba v skladu s tipizacijo merilnih mest (Priloga 2, SONDSEE) vgraditi odklopnik (kontaktor), ki se mora nahajati med števcem električne energije in električno inštalacijo objekta s priključeno napravo za samooskrbo.

V primeru, da je priključno merilna omarica dotrajana ali da ni prostora za vgradnjo dodatnih elementov, je treba le to zamenjati z omarico ustrezne velikosti, ki mora izpolnjevati zahteve iz Priloge 2 (Tipizacija merilnih mest), SONDSEE. Priloge

Priključno merilna omarica mora glede konstrukcije in tehničnih karakteristik, minimalnih dimenzij, uporabe in lokacije namestitve ustrezati zahtevam poglavja 6, 4 (Tipizacija omrežnih priključkov uporabnikov sistema in nizkonapetostnih priključnih omaric), SONDSEE. Pri tem mora biti za nizkonapetostne priključke v njo vgrajeno varovalčno podnožje, ustrezno izbrano glede na vrsto in presek priključka.

Prenapetostna zaščita merilnih naprav: Razred 1 po IEC

Namestitev in ožičenje merilne in komunikacijske opreme izvede distributer. Stroške plača imetnik soglasja distribucijskemu operaterju ELES, d.o.o. in so določeni v Ceniku drugih storitev, ki jih ELES, d.o.o. zaračunava uporabnikom sistema in se nahaja na spletni strani ww.eles.si

3 RAZSMERNIKI

Razsmernik je sistemska komponenta za povezavo fotonapetostnega sistema na nizkonapetostno električno omrežje. Za delovanje sončne elektrarne moči 34,4 kWp je predviden en razsmernik proizvajalca DEYE tip SUN-30K-G04 s skupno maksimalno izhodno močjo na AC strani 30 kVA .

3.1 Mrežna zaščita v razsmernikih

Na AC strani imajo razsmerniki mrežno zaščito, ki deluje sklado s standardom EN50438:2013. in izpolnjuje vse zahteve glede frekvenčno napetostnih zaščit, kar omogoča izpolnitev zahtev iz SONDSEE navodili Priloga 5 poglavja VIII.1.1 do VIII.1.4. V razsmerniku je potrebno nastaviti »Grid Code« na EN50438 in izvesti nastavitve za Slovenijo, ki so navedene v tabeli spodaj.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja [s]	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un + 15 %
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un + 11 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	Un – 15 %
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	Un – 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		

Razsmerniki so izvedeni tudi v skladu z EN50549 standardom, kar omogoča izpolnitev zahtev iz **soglasja za priključitev št. 1499828** z dne 4.7.2024, ki ga je izdalo podjetje za distribucijo električne energije, Elektro Ljubljana d.d., navedenih pod točko 2. Tehnični pogoji za elektroenergijski modul (proizvodno napravo).

3.2 Tehnični podatki razsmernikov

Tehnični podatki	SUN-30K-G04	
Vhodna DC stran		
Maksimalna vhodna napetost	1000 V	
MPP napetostno območje	200 – 850 V	
DC startna napetost	250 V	
Nazivna vhodna napetost	600 V	
Maksimalni vhodni tok	40 + 40 A	
Maksimalni kratkostični vhodni tok , polje modulov	60v+ 60 A	
Število neodvisnih MPP sledilnikov / število nizov na MPP sledilnik	2 / 3	
Izhodna AC stran		
Nazivna moč pri nazivni napetosti	30 kW	
Maksimalna navidezna AC moč	33 kW	
Nazivna AC napetost	400 V	
Nazivna frekvenca omrežja	50/60 Hz	
Maksimalni izhodni tok	43,5 A	

Območje nastavitve faktorja moči	0.8LG...0.8LD	
Harmonik THD	< 3 %	
Število faz / AC priključitev	3 / 3-PEN	
Učinkovitost		
Maksimalna učinkovitost / Evropska učinkovitost	98,6% / 97,6%	
Zaščitne naprave		
Odklopna naprava na vhodni strani	DA	
Zemljostična nadzorna naprava / naprava za nadzor omrežja / zaščita pred povratnim DC tokom	DA / DA / DA	
Kratkostična zaščita na AC strani	DA	
Naprava za nadzor toka napake v vseh polih	DA	
Nadzorovani prenapetostni odvodniki (tip II) AC / DC	DA / DA	
Stopnja zaščite (v skladu z IEC 62109-1) / kategorija prenapetosti (v skladu z IEC 62109-1)	AC:II; DC:II	
Splošni podatki		
Dimenzije Š / V / G	362x577x215 [mm]	
Teža	25,5 kg	
Delovno temperaturno območje	- 40 °C do + 60 °C	
Topologija	Brez transformatorja	
Stopnja mehanske zaščite (v skladu z IEC 60529)	IP65	
Maksimalna dovoljena relativna vlažnost (brez kondenza)	100 %	
Komunikacija		
Vmesniki	RS485/RS232/WiFi/LAN	
DC konektor	MC4	
Nočna poraba	<1W	

4 FOTONAPETOSTNI GENERATOR

Za fotonapetostni generator je uporabljenih **80** FN modulov proizvajalca Jinko Solar tip JKM-480N. Skupna moč sončne elektrarne je **34,4 kWp**.

4.1 Foto napetostni moduli Jinko Solar tip 54HL4R-B 430

www.jinkosolar.com



Tiger Neo N-type
54HL4R-B
425-445 Watt
ALL-BLACK MODULE

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)
ISO9001:2015: Quality Management System
ISO14001:2015: Environment Management System
ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (4000 Pascal) and snow load (6000 Pascal).

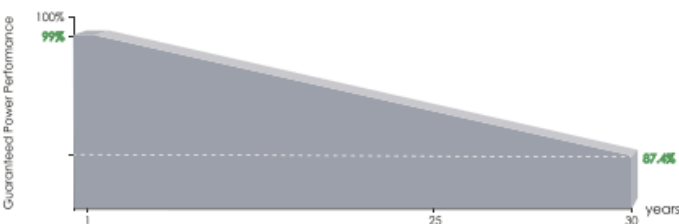


Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

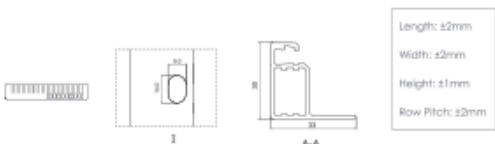
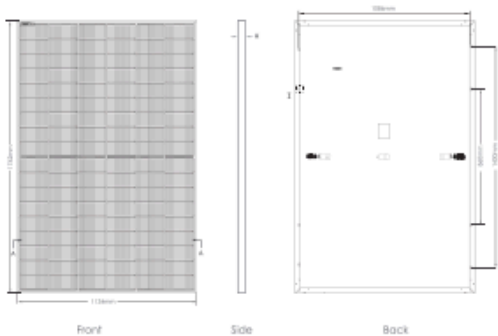


25 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Engineering Drawings

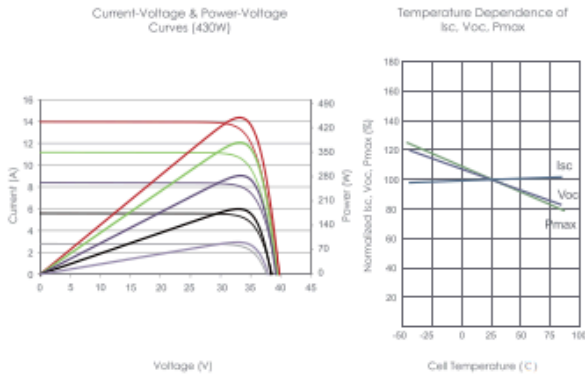


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 936pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	108 (6×18)
Dimensions	1762×1134×30mm (69.36×44.65×1.18 inch)
Weight	22 kg (48.50 lbs)
Front Glass	3.2mm,Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM425N-54HL4R-B		JKM430N-54HL4R-B		JKM435N-54HL4R-B		JKM440N-54HL4R-B		JKM445N-54HL4R-B	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	425Wp	320Wp	430Wp	323Wp	435Wp	327Wp	440Wp	331Wp	445Wp	335Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	32.37V	30.19V	32.58V	30.30V	32.78V	30.50V	32.99V	30.73V	33.19V	30.93V
Maximum Power Current (Imp)	13.13A	10.60A	13.20A	10.66A	13.27V	10.72A	13.34A	10.77A	13.41A	10.83A
Open-circuit Voltage (Voc)	38.95V	37.00V	39.16V	37.20V	39.36V	37.39V	39.57V	37.59V	39.77V	37.78V
Short-circuit Current (Isc)	13.58A	10.96A	13.65A	11.02A	13.72A	11.08A	13.80A	11.14A	13.87A	11.20A
Module Efficiency STC (%)	21.27%		21.52%		21.77%		22.02%		22.27%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5
NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

Tehnični podatki - STC	Jinko Solar tip: 54HL4R-B
Nazivna maksimalna moč (Pmax)	430 W
Napetost maksimalne točke moči (Vmpp)	32,58 V
Tok maksimalne točke moči (Impp)	13,20 A
Napetost odprtih sponk (Uoc)	39,16 V
Tok kratkega stika (Isc)	13,56 A
Tehnični podatki - NMOT	
Nazivna maksimalna moč (Pmax)	323 W
Napetost maksimalne točke moči (Vmpp)	30,3 V
Tok maksimalne točke moči (Impp)	10,66 A
Napetost odprtih sponk (Uoc)	37,20 V
Tok kratkega stika (Isc)	11,02 A
Tehnični podatki	
Maksimalna učinkovitost	21,52 %
Delovno temperaturno območje	-40 °C do +85 °C
Maksimalna sistemska napetost	1500 V (IEC/UL) ali 1000 V (IEC/UL)
Požarna izvedba modula	
Maksimalna serijska varovalka	25 A
Klasifikacija glede uporabe	
Toleranca moči	0 do + 3 %
Mehanični podatki	
Tip celic	Monokristalne
Dimenzije	1762 x 1134 x 30 (mm)
Teža	22 kg
Sprednje steklo	Temperirano steklo 3,2 mm
Okvir	Anodiziran aluminij
Priključna škatlica	IP68
Kabel	4 mm²
Dolžina kabla	(+): 400 mm, (-):200 mm

4.2 Optimizatorji

Za izboljšanje energijske učinkovitosti FN modulov so predvideni optimizatorji proizvajalca TIGO tip TS4-A-O, ki imajo tudi funkcijo »Rapid shutdown«, postavitve modulov v breznapetostno stanje, kar je pomembno pri zagotavljanju požarne varnosti. Optimizatorji so preko enote +TAP1 (Tigi Access Point) povezani v +CCA1 (Cloud Connect Advanced) enoto, ki omogoča nadzor foto napetostnega generatorja +FNG1 in preko stikala -S1 postavitve modulov v breznapetostno stanje (Rapid Shutdown).

4.3 Prilagoditev razsmernika in foto napetostnega generatorja

Na razsmernik proizvajalca DEYE SUN-30K-G04 je priključenih več nizov z največ 20 zaporedno vezanimi moduli Jinko solar tip 54HL4R-V 480N. Uporabljeni so tudi optimizatorji proizvajalca Tigo tip TS4-A-O, na posamezen optimizator lahko priključimo modul do 700W moči. V posameznem nizu imamo 20 optimizatorjev in 20 modulov. Izračuni spodaj so izvedeni za maksimalno 20 modulov oziroma optimizatorjev.

Najvišja napetost odprtih sponk (nastopa pri najnižji temperaturi -20°C) izračunamo po sledeči formuli:

$$U_{OCTmin} = n \cdot \left(U_{OC} + \beta \left(\frac{V}{^{\circ}\text{C}} \right) \cdot (T_{STC} - T_{min}) \right)$$

Kjer je:

$n = 20$	število zaporedno vezanih modulov
$U_{OC} = 42,71$	napetost odprtih sponk pri STC (Standard Test Conditions)
$T_{STC} = 25^{\circ}\text{C}$	temperatura pri standardnih pogojih
$\beta = -0,24 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$	temperaturni koeficient napetosti
$T_{min} = -20^{\circ}\text{C}$	najmanjša temperatura okolice

$$U_{OCTmin} = 20 \cdot (42,71 + 4,27) = 940\text{V}$$

Najvišja vhodna DC napetost razsmernikov je 1000 V, najvišja napetost FN modulov je 1500 V. Izračunana najvišja napetost odprtih sponk pri temperaturi -20°C je znotraj mej tako razsmernika kot tudi FN modulov.

Najnižjo in najvišjo napetost v točki maksimalne moči izračunamo, pri najvišji temperaturi okolice $+40^{\circ}\text{C}$ in najnižji temperaturi okolice -20°C , po sledeči formuli:

$$U_{MPPTmax} = n \cdot \left(U_{MPP} + \beta \left(\frac{V}{^{\circ}\text{C}} \right) \cdot (T_{STC} - T_{max}) \right)$$

Kjer je:

$n = 20$	število zaporedno vezanih modulov
$U_{MPP} = 33,27$	napetost Umpp pri NMOT (Nominal Module Operating Temperature) pogojih
$T_{NMOT} = 20^{\circ}\text{C}$	temperatura pri NMOT pogojih
$\beta = -0,25 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$	temperaturni koeficient napetosti
$T_{max} = 40^{\circ}\text{C}$	najvišja temperatura okolice
$T_{min} = -20^{\circ}\text{C}$	najnižja temperatura okolice

$$U_{MPPTmax} = 20 \cdot (33,27 - 1,66) = 632\text{V}$$

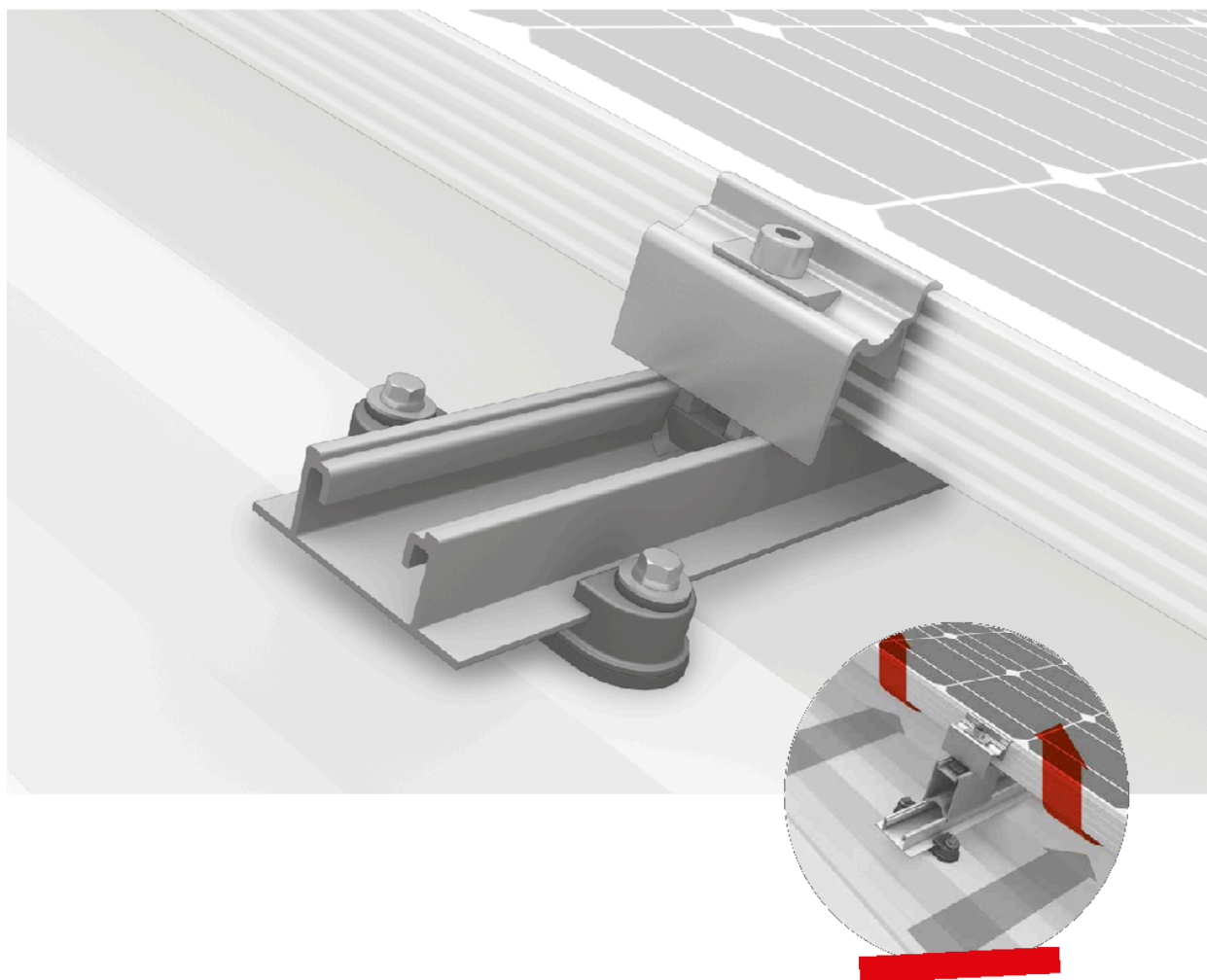
$$U_{MPPTmin} = 20 \cdot (33,27 + 3,33) = 732\text{V}$$

Iz izračunov ugotovimo, da sta najvišja in najnižja napetost maksimalne točke moči pri NMOT pogojih znotraj MPP območja razsmernika (160 V do 800 V).

Največji tok v točki maksimalne moči iz dveh paralelnih nizov FN modulov je 27,14 A, največji vhodni tok razsmernika v točki maksimalne moči 40+40 A. Največji kratkostični tok dveh paralelnih nizov FN modulov je 28,62 A, največji vhodni kratkostični tok razsmernika je 60+60 A. Oba pogoja glede največjih vhodnih tokov sta izpolnjena.

4.4 Nosilna podkonstrukcija FN generatorja

Za namestitev FN generatorja na streho s trapezno Kritino je predvidena podkonstrukcija proizvajalca K2 tip SingleRail s strešnimi kljukami. Način montaže je preprost. V skladu z navodili proizvajalca podkonstrukcije in po shemi razporeditve strešnih kljuk (poz 1) le te z vijaki (poz 2) pritrdimo v strešno konstrukcijo. Na strešne kljuke namestimo vzdolžne profile (poz 3). Vzdolžne profile poljubno spajamo s spojnimi elementi. Na tako pripravljene vrste vzdolžnih profilov pritrdimo module z vmesnimi oziroma končnimi pritrdilnimi elementi. (poz 4). Na koncu namestimo še PVC zaščitne elementa (poz 7, 8, 9).



4.5 Ozemljitev FN generatorja

Fotonapetostni moduli in povezave so izvedeni v skladu z II. zaščitnim razredom, ki zahteva dvojno izolirane in ojačane vode znotraj modulov. Testiranje je izvedeno v skladu z IEC 61215 standardom. Električno prevodni deli, kot so okvir fotonapetostnega modula in konstrukcija na katero so pritrjeni mora biti ozemljena.

Pri delovanju sončne elektrarne se zaradi kapacitivne povezave med celicami in zemljo pojavi majhen tok napake. Maksimalna vrednost tega toka je precej odvisna od načina instalacije modulov in tudi od vremenskih pogojev, kot so dež in sneg. Ta tok napake ne sme biti večji kot 50 mA. Za ugotavljanje izolacijske upornosti FN generatorja proti zemlji se v razsmerniku v izklopljenem stanju izvajajo meritve toka napake s tem pa tudi izolacijske upornosti. V primeru, da ja tok napake prevelik oziroma izolacijska upornost premajhna, razsmernik signalizira napako in ne dovoli zagona razsmernika. Med delovanjem razsmernika, ko sta DC del in AC del galvanško

povezana pa prevzame vlogo ugotavljanja toka napake RCD (Residual Current Detection) naprava v razsmerniku. Zaradi navedenega, mora biti izvedena ozemljitvena povezava FN generatorja na GIP oziroma ozemljitev objekta in sicer s finožičnim bakrenim vodnikom s PVC izolacijo v rumeno zeleni barvi tip P/F 1x 16 mm²

Pri podkonstrukciji za streho s trapezno pločevino se s tem, ko s samoreznimi vijaki pritrdimo nosilec v streho in so FN moduli pritrjeni na nosilce, vzpostavi galvanska povezava med vsemi elementi FN generatorja. Na ta način je cel FN generator na določenem delu strehe galvansko povezan in je dovolj, da ta del FN generatorja z vodnikom P/F 1x16 mm² povežemo na GIP oziroma skupno ozemljitev objekta.

Proizvajalec podkonstrukcije z izjavo jamči, da je tovrstna galvanska povezava FN generatorja na ozemljitev objekta ustrezna glede ugotavljanja toka napake.

Poleg FN generatorja morajo biti na GIP povezani še strelodovod in vsi razsmerniki v katerih je tako na AC kot na DC strani izvedena prenapetostna zaščita. Vse navedene povezave morajo biti izvedene s finožičnim bakrenim vodnikom s PVC izolacijo v rumeno zeleni barvi P/F 1x16 mm².

4.6 Zajemanje in prenos podatkov

Za zajemanje in prenos podatkov v DEYE portal je v razsmerniku –BRU01 predviden vhodni priključek v katerega vstavimo WIFI ključek preko katerega izvedemo podatkovno povezavo v DEYE portal kjer nam je omogočeno daljinsko spremljanje parametrov sončne elektrarne.

Sistem omogoča spremljanje sledečih podatkov:

- Trenutno moč sončne elektrarne (W)
- Dnevno proizvodnjo električne energije (kWh)
- Mesečno proizvodnjo električne energije (kWh)
- Vso dosedanje proizvedeno energijo (kWh)
- Prihranek izpusta CO₂ (kg)
- Zaslužek (€)

5 IZVEDBA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

5.1 SBAC1 AC spojišče sončne elektrarne

AC spojišče z oznako +SBAC1 je izvedeno v zidni kovinski omarici dimenzij 400 x 500 x 260 (mm), katere namestitev je predvidena na steno na podstrešju kulturnega doma. Kabel za AC povezavo razsmernika +BRU1 je FG160R16 5 x 16 mm². Kabel od razsmernika priključimo na avtomatski inštalacijski odklopnik -F1=50A in naprej preko FID stikala -F0=63A, 0,3A. Od FID stikala vodimo kabel tip FG160R16 5x16 mm² na merilno in ločilno mesto sončne elektrarne PMO_SE.

5.2 PMO_SE priključno merilna omarica sončne elektrarne

V priključno merilni omarici +PMO_SE je izvedeno merilno in ločilno mesto sončne elektrarne. Kabel od AC omarice +SBAC1 pripeljemo na kontaktor -K1 v katerega krmilni tokokrog je priključen -U1 napetostno frekvenčni rele tip URNA 0345 s funkcijo avtomatskega ponovnega vklopa, ki v primeru nepravilnosti v omrežju posreduje izklop na ločilnem mestu, ko so doseženi pogoji za vklop v distribucijsko omrežje pa se avtomatsko izvede vklop ločilnega mesta. V krmilni tokokrog -K1 sta povezani še stikalo -S1 za blokado vklopa ločilnega mesta. In stikalo -S2 za ročni izklop ločilnega mesta. Tipanje mreže je izvedeno za ločilnim mestom v smeri AC spojišče proti distribucijskem omrežju. Meritve proizvedene električne energije se izvajajo z direktnim trifaznim števcem -P2.

Varovalčni ločilnik -0F1=63A je priključen na zbiralke na katerih so še varovalčni ločilnik -F101=100A za prenapetostne odvodnike -F102.

Povezave AC spojišča, PMO_SE in TP so prikazane v risbah:

HZCD1-7E9001 Enočrtna shema

HZCD1-7E2001 Vezalni načrt

5.3 SBDC1 DC omarice

+SBDC1 je izvedena v zidni kovinski omarici dimenzij 400 x 500 x 260 (mm), katere namestitev je predvidena na steni ob razsmernikih. V DC omarici so nameščene DC varovalke -1F1 do -1F8 in

prenapetostni odvodniki -1F101 do -1F104 za varovanje DC kablov povezanih na razsmernik +BRU1.

5.4 AC kabelske trase

AC kabli so položeni po kabelskih policah pod razsmerniki in AC spojiščem in po obstoječi kabelski kanalizaciji do priključno merilne omarice +PMO_SE.

5.5 Ožičenje FN modulov

Ožičenje FN modulov je izvedeno med montažo z obstoječimi original vodotesnimi kabelskimi priključki (t.i. hitrospojne vtične povezave). Tako nastali dvožilni priključek posamezne veje (en na začetku veje, drug na koncu veje, (polariteti sta razpoznavni s črno in rdečo barvo veznih vodnikov), je podaljšan z original kabelsko spojnim materialom do DC omarice +SBDC1.

5.6 DC kabelske trase

DC kabelske trase potekajo od FN modulov do DC omarice +SBDC1 in naprej do razsmernika +BRU1, ki je locirani na steni v zadevnem objektu. Povezovalni kabli tip FG21M21 1x6 mm² so položeni v kovinske kabelske kanale, kateri so pritrjeni na konstrukcijo objektov in po objektu do DC omarice.

5.7 Dimenzioniranje kablov in varovalk

Vodnike in kable dimenzioniramo glede na tok, ki lahko preseže nazivno vrednost. Največji trajno dopustni tok (I_z) je tok, ki trajno teče skozi vodnik in ne segreje vodnika preko dovoljene meje. Pri tem razlikujemo preobremenitveni tok, ki nastane, tudi če ni električne okvare in polni kratkostični tok, ki nastane zaradi stika med vodniki pod napetostjo, ki imajo v normalnem stanju različne potenciale.

Odsek trase kabla	AC	DC
Bremenski tok, za katerega je tokokrog predviden [A]	43	14
Nazivni tok varovalke I_n [A]	50	25
Tip kabla	FG160R16 5x6	Radox 1x6
Presek kabla [mm ²]	16	6
Zdržni tok kabla I_z [A]	60	34
Dolžina kabla [m]	10	90

AC Odsek trase kabla od razsmernikov +BRU1 do AC spojišča +SBAC1

DC Odsek trase kabla od FN generatorja do razsmernikov +BRU1 do +SBDC1 in do nizov FN modulov.

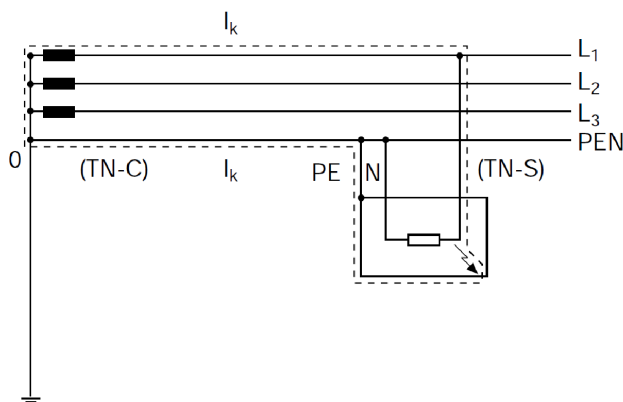
Opomba: V zgornji tabeli je samo primer, vsi odseki so izračunani in podani v tabelah v nadaljevanju.

Faktor k za posamezne nazivne tokove NN taljivih varovalk so določeni s standardom, inštalacijski odklopnik ima $k=1,45$. Za taljive NN varovalke tip gG vzamemo $k=1,6$.

$$I_2 = k \cdot I_n$$

Za zaščito pred preobremenitvijo morata biti izpolnjena pogoja:

- $I_b \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$



Pri stiku faznega vodnika s kovinskim ohišjem imamo okvarno zanko na katero ne vpliva ozemljitev in je v osnovi formirana z zaporedno vezavo faznega in zaščitnega vodnika. Za zagotavljanje zaščite z avtomatskim odklopom tokokroga mora biti izpolnjen sledeči pogoj:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Z_s impedanca okvarne zanke, ki vključuje vir, fazni vodnik do točke napake in zaščitni vodnik med točko napake in virom.

U_0 nominalna fazna napetost proti zemlji.

I_a tok, ki povzroči izklop zaščitne naprave v časih prikazanih v tabeli spodaj, kot funkcija napetosti U_0 . Pri distribucijskih tokokrogih pa odklopni čas ne sme preseči 5s. V primeru, da je zaščita izvedena z napravo na diferenčni tok FID, je I_a določen s tokom same naprave na diferenčni tok $I_{\Delta n}$

Z_k impedanca kabelskih povezav.

$$I_a = \frac{U_0}{Z_s} [A] \quad Z_s = R_p + \sum Z_k [\Omega]$$

Zaščita pred kratkostičnim tokom

Ko izbiramo kratkostične zaščitne naprave, moramo upoštevati naslednje zahteve:

Odklopna zmogljivost ne sme biti manjša od pričakovanega kratkostičnega toka. Kratkostični tok mora biti prekinjen v času, ko se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature 0,1 do

5 s. Za kratke stike, ki trajajo od 0,1 do 5 s, je mogoče čas t , v katerem kratkostični tok segreje vodnik do najvišje dovoljene temperature v normalnem obratovanju, približno izračunati po sledeči

enačbi: $\sqrt{t} = \frac{k \cdot S}{I_k}$

kjer je:

$k=115$ Cu+PVC, $k=135$ Cu+guma, polietilen

$k=74$ Al +PVC, $k=87$ Al +guma, polietilen

t čas trajnega toka kratkega stika do najvišje dovoljene temperature [s]

S prerez vodnika [mm²]

I_k efektivna vrednost kratkostičnega toka [A]

k konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla.

Za izračun krekostičnega toka lahko zanemarimo induktivnost in kapacitivnost vodnikov ter uporabimo naslednjo enačbo:

$$I_k = \frac{U_0}{R_s} [A] \quad \text{Kjer je:} \quad U_0 \text{ fazna napetost [V]}$$

R_s celotna ohmska upornost kratkostične zanke

Pri TN sistemih inštalacije, kar je v našem slučaju, moramo pri uporabi naprav za nadtokovno zaščito, preskusiti odklopni pogoj oziroma kontrolirati upornost kratkostične zanke, da bo velikost kratkostičnega toka zadovoljiva. Upornost kratkostične zanke Z_s lahko izračunamo, pri izvedeni inštalaciji pa jo lahko izmerimo.

$$Z_s = R_p + \sum Z_k [\Omega] \quad I_k = \frac{U_0}{Z_s} [A] \quad t = \left(k \cdot \frac{S}{I_k} \right)^2 [S]$$

Padec napetosti

Preverimo padec napetosti na kablu in pri maksimalni moči sončne elektrarne:

$$\Delta u_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2} [\%]$$

5.7.1 Dimenzioniranje AC kablov in varovalk

SE Cankarjev dom Vrh. BRU1		1. pogoj I _b < I _n < I _z			2. pogoj I ₂ <1.45I _z					Kabel c1 Tip FG160R16 5x16				Izračuni			
Moč [W]	Odsek	I _b [A]	I _n [A]	I _z [A]	I ₂ [A]	1.45xI _z [A]	R _p [Ω]	Cu	Al	I ₁ [m]	S ₁ [mm ²]	X _k [Ω]	Z _k [Ω]	Z _s [Ω]	I _k [A]	t [s]	ΔU [%]
30,000	SBAC1-BRU1	43	50	72	73	104	0.015	1	0	5	16	0.07	0.011	0.026	8,781	0.04	0.10
SE Cankarjev dom Vrh. SBAC1		1. pogoj I _b < I _n < I _z			2. pogoj I ₂ <1.45I _z					Kabel d1 Tip FG160R16 5x16				Izračuni			
Moč [W]	Odsek	I _b [A]	I _n [A]	I _z [A]	I ₂ [A]	1.45xI _z [A]	R _p [Ω]	Cu	Al	I ₁ [m]	S ₁ [mm ²]	X _k [Ω]	Z _k [Ω]	Z _s [Ω]	I _k [A]	t [s]	ΔU [%]
30,000	SBAC1-PMO	43	63	72	91	104	0.015	1	0	30	16	0.07	0.067	0.082	2,799	0.43	0.60

5.7.2 Dimenzioniranje DC kablov

Presek kabla določimo glede na maksimalno dolžino od veje PV modulov do razsmernika, pri tem pa upoštevamo, da izgube na kablu niso večje kot 1%.
Upornost kableske povezave od veje PV modulov do razsmernika:

$$R_k = \frac{2 \cdot l \cdot \rho}{S} = \frac{2 \cdot 113 \cdot 0,0179}{6} = 0,673 \Omega$$
 Upornost DC kabla S = 6 mm² in l = 2 x 113 m.

$$\Delta U = I_{mpp} \cdot R_k = 10 \cdot 0,673 = 6,7V$$
 Padec napetosti na kablu pri toku maks. moči.

$$\Delta u_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{mpp}} \cdot 100\% = \frac{6,7}{717,4} \cdot 100\% = 0,93\%$$
 Procentualni padec pri veji z 17 PV moduli.

Iz izračuna vidimo, da so izgube na DC kablih preseka 6 mm² pri vejah s 17 zaporedno vezanimi moduli in razdalji 113 m, 0,93%.

5.8 Izenačitev potencialov:

Izvedena je izenačitev potencialov kovinske nosilne konstrukcije modulov, z obstoječo ozemljitvijo objekta. Izenačitev potencialov med nosilno konstrukcijo modulov, stikalnimi bloki, razsmerniki in ozemljitvijo je izvedeno z vodnikom P/F 1 x 16 mm² rumeno/zelene barve, kateri so položeni skupaj s solarnimi kabli v kovinski kabelski kanal.

6 STRELOVOD

6.1 Splošno

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPS (Lightening Protection System) je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu. Za vsak objekt je potrebno najprej izvesti vrednotenje rizika na osnovni katerega se za posamezen objekt določi zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPL (Lightening Protection Level). LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in, da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj. Vrsta in mesto postavitve LPS morata biti ustrezno izbrana že med projektiranjem novih objektov, da se čimbolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in, da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v objekt in okolico. Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse projektirane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003: 2021. LPS mora po rekonstrukciji izpolnjevati vse tehnične lastnosti, ki jih je imel pred rekonstrukcijo. Glede na položaj v objektih je LPS sestavljen iz zunanega in notranjega LPS. V posameznih primerih, ko ni potreben zunanji LPS, je treba izdelati samo notranji LPS.

6.2 Izvedba strelovoda

6.2.1 Lovilni sistem

Zadevni objekt ima izveden strelovod v zaščitnem razredu IV, katerega je potrebno po namestitvi FN modulov dopolniti z lovilnimi palicami. Lovilne palice tip LOP 1, (aluminijast vodnik Ø10 mm, dolžine 1 m), Pri tem je potrebno uporabiti nosilce lovilnih palic proizvajalca HERMI tip LOP-P10(Bramac) za strešno kritino »Bramac« oziroma LOP-P16Rf za trapezno pločevino.

Na zadevnem objektu je obstoječi strelovod izveden v skladu s IV zaščitnim razredom. Lovilne palice so postavljene tako, da je po principu kotaleče se krogle dosežen IV zaščitni nivo.

6.2.2 Odvodni sistem

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

- več paralelnih poti,
- minimalno dolžino paralelnih poti,
- izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta.

Razdalje med navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v Tabeli spodaj.:

Vrste LPS	Razdalje med odvodi (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

6.2.3 Ozemljilni sistem

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost manjša od 10 Ω, najprimernejša. V našem primeru imamo notranji sistem zaščite SPD izveden s prenapetostnimi odvodniki na vseh vstopajočih električnih vodnikih v objekt v skladu s standardom SIST EN 62305-4.

Izračun ozemljitvene upornosti:

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} [\Omega]$$

- P Specifična upornost zemlje (200 Ωm)
l Dolžina ozemljila (> 160 m)
d Premer ali ½ širine ozemljitvenega traku (25/2 = 12,5 mm)

Pri izračunu ozemljitvene upornosti z upoštevanjem zgoraj navedenih podatkov dobimo R=4,03 Ω, kar je ustrezno saj je ozemljitvena upornost < kot 5 Ω, kar je v skladu s SIST EN 62305-4.

Navedeni pogoj je bil potrjen z meritvami.

6.2.4 Preprečitev iskrenja in prebojev

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

- kovinskimi konstrukcijami,
- notranjimi povezavami raznih napeljav,
- zunanji prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico.

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

- izenačitvijo potencialov,
- električno izolacijo.

Na strehi zadevnega objekta nevarno iskrenje preprečimo z električno izolacijo med lovilno mrežo in FNG (foto napetostnim generatorjem) in sicer z upoštevanjem ločilne razdalje izračunane v poglavju 6.3.5 (0,136 m).

6.2.5 Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Električna izolacija med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja »s« in sicer:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0.04 \cdot \frac{0.17}{1} \cdot 20 = 0.136m$$
 kjer je:

- k_i koeficient odvisen od izbrane vrste LPS (za III in IV je 0.04)
- k_c koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (od 1 do 1/številom odvodov)
- k_m koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala (zrak=1, beton, opeko=0.5)
- l koeficient dolžine vodnika LPS na katerem je potrebno ločilno razdaljo vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov.

Izračun strelovodne preskočne razdalje za zadevni objekt

vrsta LPS	ki	Število odvodov	kc	izolacijski material	km	I	Preskočna razdalja s [m]
III ali IV	0,04	6	0,17	zrak	1	20	0,136

6.2.6 Pregled, preskus in meritve LPS

Pregled, preskus in meritve LPS je treba izvesti po njegovi končani izvedbi ali po njegovih spremembah, rekonstrukcijah in popravilih ter tudi periodično. Redni periodični pregled sistema zaščite pred strelo je treba izvesti vsaka **4 leta** pri zaščitnih nivojih III in IV. Pregled je treba izvesti skladno z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3. Ob pregledu je treba upoštevati predhodne preglede in ugotovitve prejšnjih poročil ter ugotoviti morebitna odstopanja. Pregled mora potekati skladno z dokumentacijo, ki mora vsebovati osnovne podlage za posamezne rešitve, opis zunanjega in notranjega LPS, razporeditev, uskladitev in nameščanje SPD, tehnične načrte, skupaj z načrti za povezave izenačitve potencialov. O vsakem pregledu je treba sestaviti zapisnik in vanj vnesti ugotovljene izmerjene vrednosti. Iz zapisnika mora biti razvidno, da je vgradnja LPS brezhibna, oziroma katera popravila so potrebna, da bo brezhibna. V zapisniku mora biti skica oštevilčenih odvodov, ki omogoča, da je meritev mogoče kadarkoli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezanost je bila preizkušena. V zapisniku morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zapisnik mora zajemati vse dejavnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatka E7, standarda SIST EN 62305-3 in ga mora izvajalec pregleda podpisati. Podan mora biti tudi rok naslednjega pregleda.

7 ELABORAT O VARSTVU PRI DELU - ELEKTRO

7.1 Splošno

Za izvedbo elektroinštalacij in vgradnjo elektro opreme so v nadaljevanju podani temeljni ukrepi varstva pri delu z električnimi inštalacijami, napravami, opremo in stroji ter vsebuje vse tiste elemente, ki služijo kasnejšemu vzdrževanju varnih delovnih razmer. Ogrožanje zdravja zaradi udara električnega toka je nepredvidljivo, posledice pa so lahko velike tako za ljudi kot za premoženje. V nadaljevanju so opredeljene možne nevarnosti, ki lahko povzročijo zdravstvene

okvare ter ukrepi za odpravo teh nevarnosti oz. omejitev škodljivih vplivov, ki jim bo delavec izpostavljen v načrtovanem delovnem procesu. V tehničnem poročilu pa so obdelane računske kontrole o dimenzioniranju in izbiri materiala.

7.2 Nevarnosti in škodljivi vplivi, ki se lahko pojavijo ob uporabi električnih inštalacij jakega toka in strelovoda

Ob uporabi navedenih električnih inštalacij se lahko pojavijo naslednje nevarnosti:

- Kratkostični tokovi
- Preobremenitve
- Električni udar s posrednim dotikom
- Električni udar z neposrednim dotikom
- Vlaga, prah, mehanske poškodbe, eksplozivne in vnetljive snovi ter kemični vplivi
- Statična elektrika
- Nenaden izpad omrežne napetosti
- Požar
- Nedovoljen padec napetosti
- Atmosferske praznitve in udarci strele
- Prenapetosti v omrežju
- Električna razsvetljava

7.3 Predvideni ukrepi za zmanjšanje nevarnosti in škodljivih vplivov ob uporabi električnih instalacij

7.3.1 Zaščita pred kratkostičnimi tokovi

Zaščita pred kratkostičnimi tokovi je zagotovljena z:

Dimenzioniranjem kablov in vodnikov glede na termično obremenitev pri kratkem stiku

Dimenzioniranjem opreme v stikalnih blokih glede na:

- efektivni tok kratkega stika (varovalke, odklopniki, stikala, kontaktorji)
- udarni tok kratkega stika (zbiralke, izolatorji, merilni tokovniki).

7.3.2 Zaščita pred preobremenitvenim tokom

Zaščita pred preobremenitvijo je zagotovljena s:

- pravilno izbiro preseka vodnikov glede na trajno dovoljeno tokovno obremenitev (z upoštevanjem vseh korekcijskih faktorjev za način polaganja in okolno temperaturo)
- pravilno izbiro zaščitnih naprav pred prevelikim tokom (varovalke, bimetalni releji, pretokovni sprožniki, ipd.)

7.3.3 Zaščita pred električnim udarom s posrednim dotikom

Osnovni namen te zaščite je preprečiti, da bi se v primeru okvare pojavila previsoka napetost ($U > 50V$) na izpostavljenih prevodnih delih (kovinski deli električnih naprav, ki normalno niso pod napetostjo, v primeru okvare pa lahko pridejo pod napetost).

1. TN-C- sistem: v eksplozijsko neogroženih prostorih
2. Predvidena vrsta zaščite: samodejni izklop napajanja z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom
3. Predvidene zaščitne naprave pred prevelikim tokom:
 - varovalka
 - instalacijski odklopnik
 - motorska zaščitna stikala
4. Maksimalno dovoljeni časi zaščitnih naprav pred prevelikim tokom oz. pred previsoko napetostjo dotika:
 - 5s za napajalne in končne tokokroge stalno nameščenih porabnikov, naprav in opreme
 - 0,4s za tokokroge za priključek prenosnih porabnikov
5. Dodatni zaščitni ukrepi:
 - izenačitev potencialov s povezavo vseh izpostavljenih delov električnih naprav in opreme z zaščitno zbiralko (PE) NN stikalnih blokov in sicer preko zaščitnega vodnika (PE - vodnik), ki mora biti rumeno-zelene barve;
 - celoten instalacijski razvod kablov oz. vodnikov preseka do vključno 6mm² (Cu) mora biti izveden tako, da imajo izvodi poleg faznih in nevtralnega vodnika (N), tudi posebni zaščitni

(PE) vodnik rumeno-zelene barve, ki naj bo eden od vodnikov več žilnega kabla (voda) v skupnem plašču. Pri kablji in Cu vodnikih, katerih presek je 10 mm², je dovoljeno združiti zaščitno in nevtralno funkcijo v skupen PEN vodnik (rumeno-zelene barve).

vsi NN stikalni bloki morajo biti poleg nevtralne (N) zbiralke opremljeni tudi z zaščitno (PE) zbiralko. Obe zbiralki (PE in N) morata biti v NN stikalnem bloku galvansko povezani. Tokovno zaščitno stikalo

7.3.4 Zaščita pred električnim udarom z neposrednim dotikom

Predvideni so naslednji ukrepi:

zaščita delov pod napetostjo z izoliranjem

zaščita s pregradami in/ali ovirami

zaščita z namestitvijo zunaj dosega roke.

To vrsto zaščite mora zagotoviti dobavitelj opreme in izvajalec montažnih del s pravilno izdelavo opreme in naprav, s pravilnim polaganjem kablov in vodnikov, z mehansko zaščito le-teh ter s stalno razmestitvijo naprav in opreme, da se preprečijo možne mehanske poškodbe.

7.3.5 Vlaga, prah, mehanske poškodbe, eksplozivne in vnetljive snovi ter kemični vplivi

Vsa oprema je izbrana glede na namen in mesto vgradnje, glede na delovne pogoje, ki nastopajo v objektu, kar je razvidno iz načrtov in tekstualnega dela dokumentacije.

7.3.6 Statična elektrika

Nevarnost zbiranja statične elektrike je preprečena z ozemljitvijo opreme. Na ozemljilo bo povezana vsa oprema (cevi, ohišja elektromotorjev, zaščitne ograje, konstrukcije podestov, kabelske police, ipd.), bodisi z varjenimi spoji ali pocinkanim valjancem Fe-Zn 25x4 mm oz. pletenico Cu 16 mm² minimalno.

7.3.7 Nenaden izpad omrežne napetosti

Nenaden izpad napetosti v danem primeru ne predstavlja nevarnosti za ljudi in objekt.

7.3.8 Požar

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilno izbiro in dimenzioniranjem ustrezne elektro opreme, ki ob pravilni izvedbi električne inštalacije in njenem pravilnem vzdrževanju v času eksploatacije ne more biti vzrok požara.

7.3.9 Nedovoljen padec napetosti

Zaščita je izvedena s pravilnim dimenzioniranjem vodnikov oz. kablov glede na dejansko obremenitev.

7.3.10 Atmosferske praznitve in udari strele

Novo predvidena oprema je na oziroma v zgradbi, ki nima izvedene strelovodne napeljave. Na obstoječe ozemljilo je treba povezati vse kovinske mase (stikalni bloki, kovinske konstrukcije, kovinski cevovodi, ipd.).

Prav tako so izvedene premostitve vseh izoliranih spojev s pletenico Cu, preseka 16 mm².

7.3.11 Prenapetosti v omrežju

Oprema je izbrana glede na ustrezen napetostni in izolacijski nivo.

7.3.12 Električna razsvetljava

Da dosežemo pravilno osvetljenost, pri projektiranju upoštevamo naslednje:

7.4 Splošna opozorila in obveznosti

Vsa elektro oprema in materiali, navedeni v projektu, morajo imeti ustrezne certifikate in morajo ustrezati veljavnim tehničnim predpisom in standardom. Vsi kovinski deli, ki so namenjeni kot zaščita elektro opreme in materialov in lahko pridejo pod vpliv nevarne napetosti dotika, morajo biti ozemljeni. Dovoljena napetost dotika in koraka mora biti manjša ali enaka 50V.

Električne inštalacije morajo biti predpisano vzdrževanje. Okvare je potrebno pravočasno odstranjevati. Če je napaka takega obsega, da lahko povzroči škodo ali je nevarna za okolico, je potrebno del inštalacije ali celotno inštalacijo odklopiti.

Vsaka oseba, ki opazi kakršnokoli okvaro ali pomanjkljivost na električnih napravah ali inštalacijah, je dolžna o tem obvestiti predpostavljeno osebo. Vzdrževanje in posege lahko opravlja samo strokovno usposobljena oseba.

Vsa inštalacija in njeno vzdrževanje mora biti v skladu z obstoječimi predpisi in standardi. V razdelilnikih morajo biti vidno označeni vsi elementi in tokokrogi.

NN stikalni bloki morajo biti opremljeni z enopolno shemo.

Pri vzdrževanju je obvezna uporaba predpisane zaščitne opreme ter orodja.

7.5 Posebne varnostne mere

Temperatura na določenih delih (PV moduli in hladilna telesa razsmernika), lahko v normalnih pogojih obratovanja doseže temperaturo do 60°C – nevarnost opeklin.

V razsmerniku se tudi po odklopu zunanjih virov (AC in DC) nahaja nevarna napetost. Pred odpiranjem pokrova razsmernika zato vedno loči tako AC kot tudi DC stran razsmernika. Pred odpiranjem pokrova počakaj 30 minut (praznjenje kondenzatorja).

Upoštevaj pravilni redosled stikalnih manipulacij pred posegom na napravi (izklop glavnih ločilnih stikal, izklop PV generatorja).

Pri ločevanju konektorskih spojev v DC delu omrežja obstaja nevarnost nastanka obloka (iskrenja), poškodb oseb in nastanka prenapetosti, ki lahko poškodujejo razsmernik. Zato ločitev PV generatorja z izvlekom konektorjev ni dovoljena kot stikalna manipulacija.

Na priključnih sponkah PV modula je prisotna napetost že pri minimalni dnevni svetlobi, ki pri maksimalnem sončnem obsevanju in dveh zaporedno vezanih modulih lahko prekorači nevarno napetost dotika.

Pri menjavi modulov ali kakšnih drugih servisnih posegih (iskanje mesta zemljostika, čiščenje) je potrebno pri izvleku konektorskega priključka modula, takoj uporabiti zaščitne pokrove kontaktov, kot ukrep pred dotikom nevarne napetosti, ali če tehnične možnosti dopuščajo prekrivanje modulov s pokrivalom črne barve.

Delo na višini lahko opravljajo le osebe s predpisanim zdravniškim pregledom in predpisano varovalno opremo. Nehoteni dotik delov pod napetostjo, ki še ni presegla nevarne meje napetosti dotika, lahko povzroči sekundarne posledice – zdrs, padec. Zato niso dovoljena nobena vzdrževalno servisna dela na teh elektro napravah v napetostnem stanju.

Redno izvajanje predpisanih periodičnih meritev ozemljitve in delovanja zaščitnih naprav garantira varno in zanesljivo obratovanje.

Čiščenje solarnih modulov načeloma ni potrebno, razen v primeru večjih zaprašitev v bližnji okolici, ko bi sloj prahu in umazanije občutno zmanjšal izkoristek. Čiščenje izvajati z mehko vlažno krpo.

S ciljem maksimalnega izkoristka je priporočljiva redna letna sečnja zaraslin, dreves in grmovnic v smeri usmerjenosti PV generatorja JUG +/- 30°. Vsaka senca na celicah PV modula občutno zmanjša izkoristek.

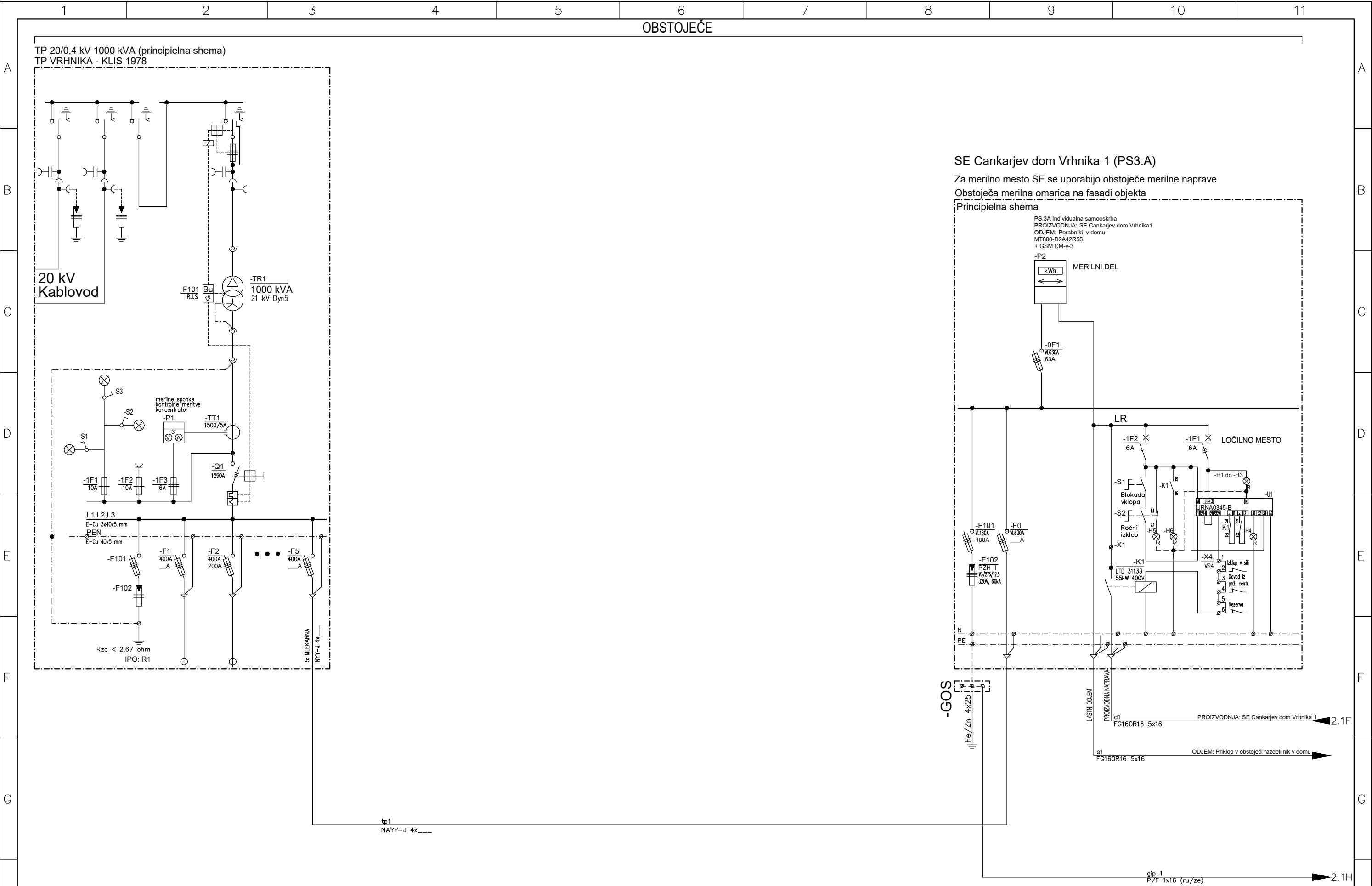
- Opombe:**
- Idejna zasnova sončne elektrarne,
 - Predviden izoliran sistem streljavnice,
 - Pred izvedbo je potrebno preveriti ustreznost kriline in dimenzije objekta,
 - Položaj streljavnice se prilagodi postavitvi PV modulov.



OSNOVNI PODATKI	
Modul	Jimco Solar 54HL4R-B 430
šl.m. modulov	80
Moš. el. [kWp]	34,4 kWp
Kritina	Opečnata kritina/sika

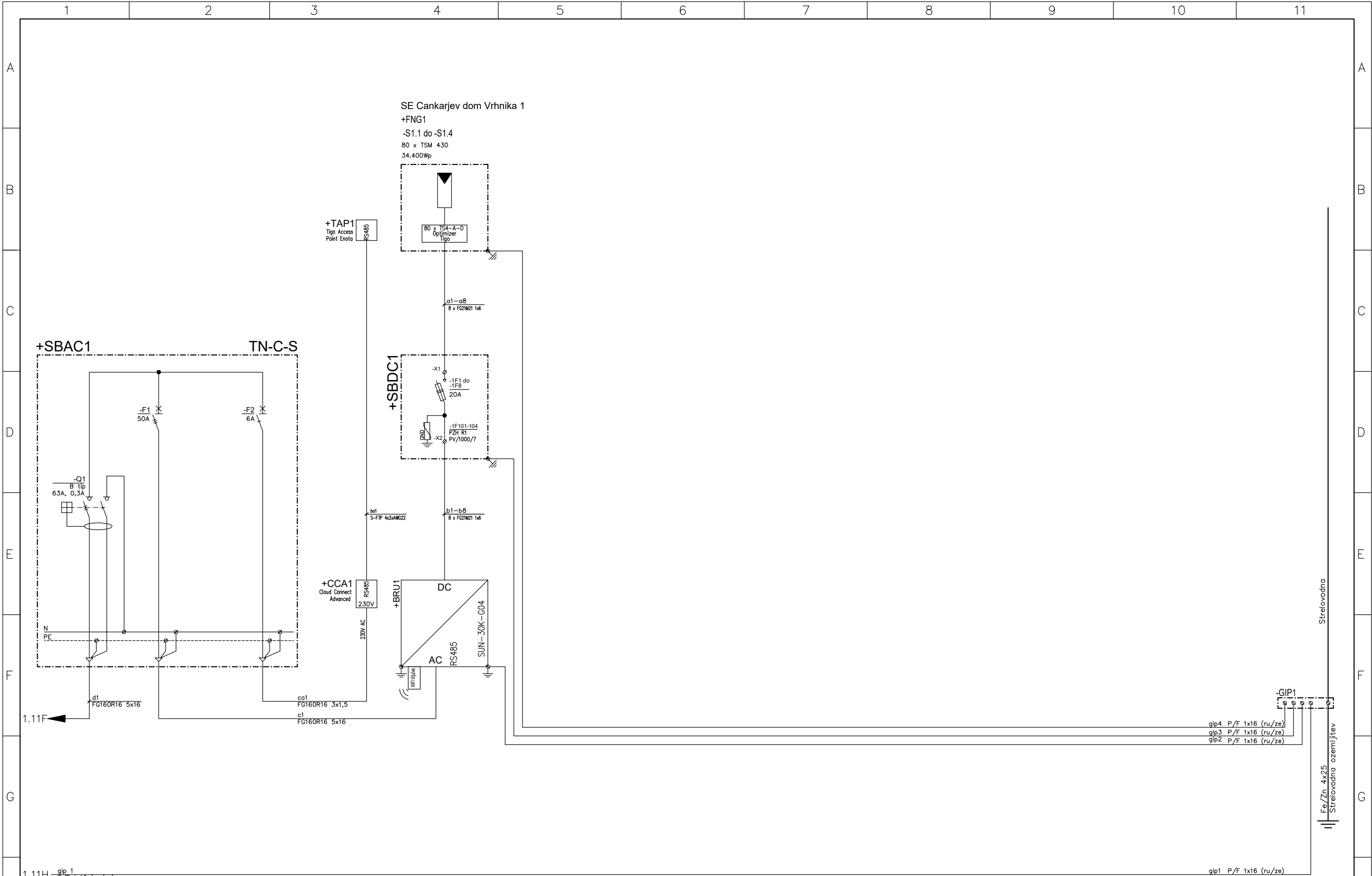
[illegible]

HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.



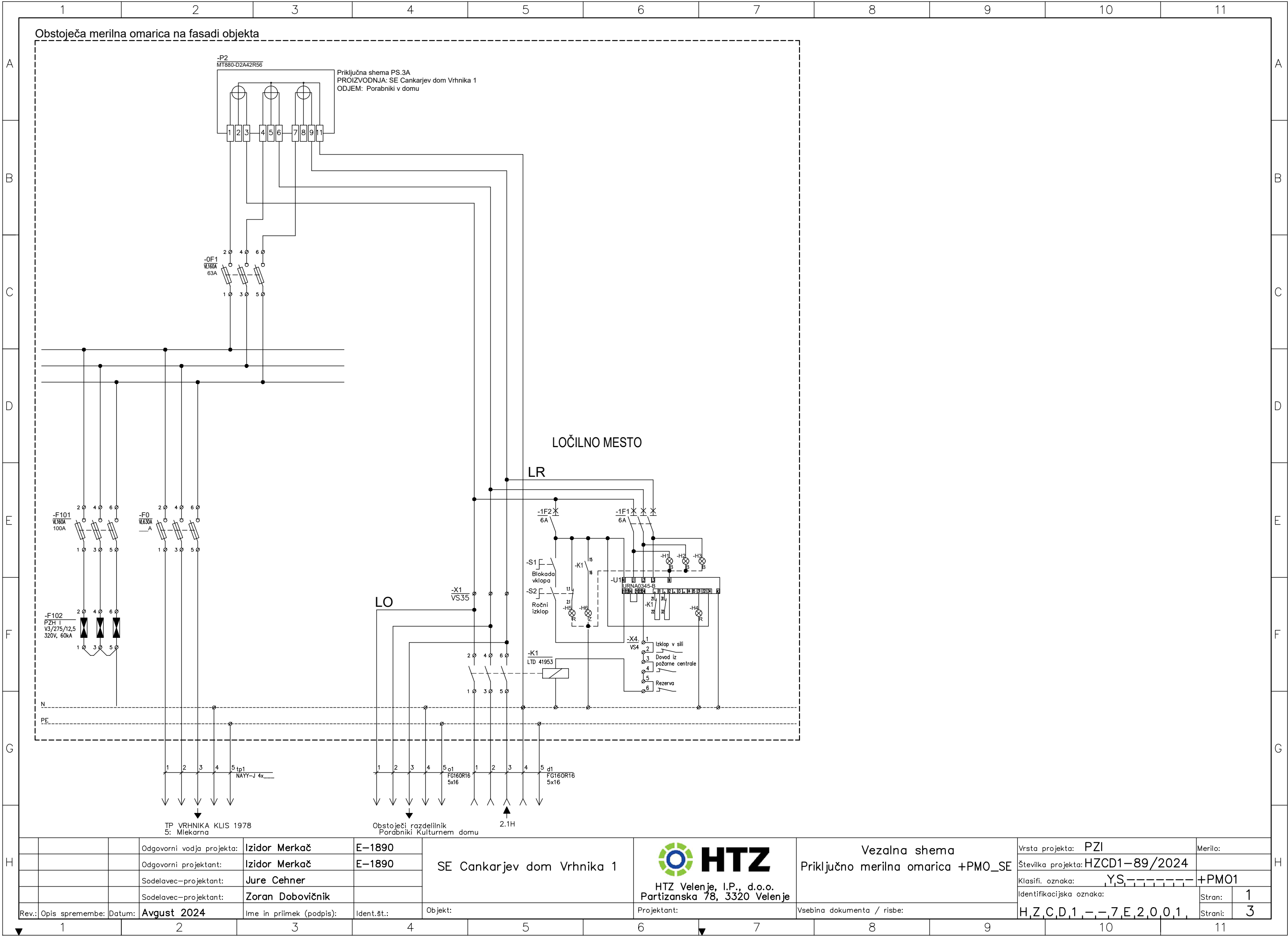
			Odgovorni vodja projekta:	Izidor Merkač	E-1890	SE Cankarjev dom Vrhnik 1	 HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Partizanska 78, 3320 Velenje	Enočrna shema	Vrsta projekta: PZI	Merilo: 1: x
			Odgovorni projektant:	Izidor Merkač	E-1890				Številka projekta: HZCD1-89/2024	
			Sodelavec-projektant:	Jure Cehner					Klasifi. oznaka: YN-----	
			Sodelavec-projektant:	Zoran Dobovičnik					Identifikacijska oznaka:	Stran: 1
Rev.:	Opis spremembe:	Datum:	August 2024	Ime in priimek (podpis):	Ident.st.:	Objekt:	Projektant:	Vsebina dokumenta / risbe:	H.Z.C.D.1--7.E.9.0.0.1	Strani: 2

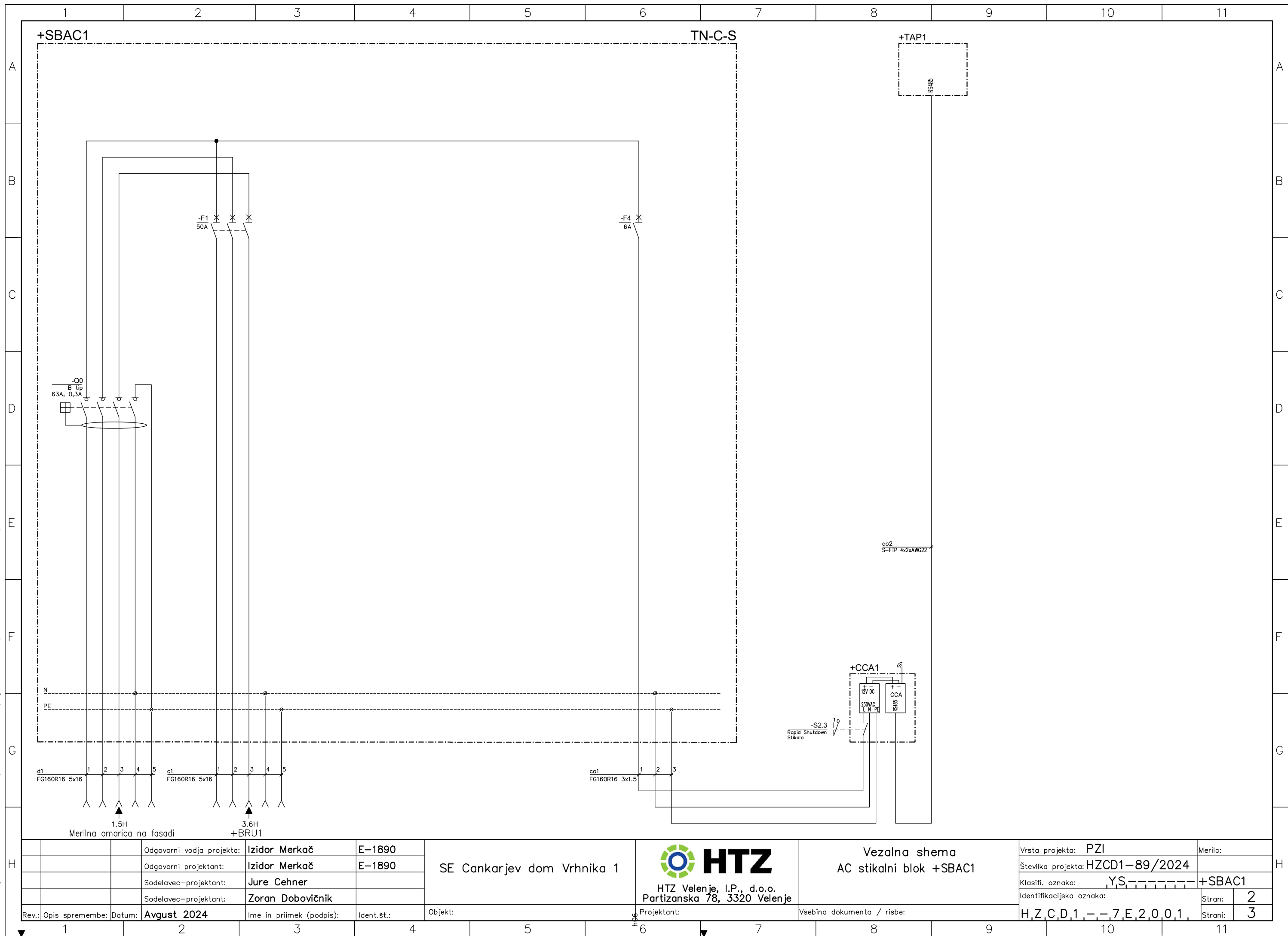
HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.



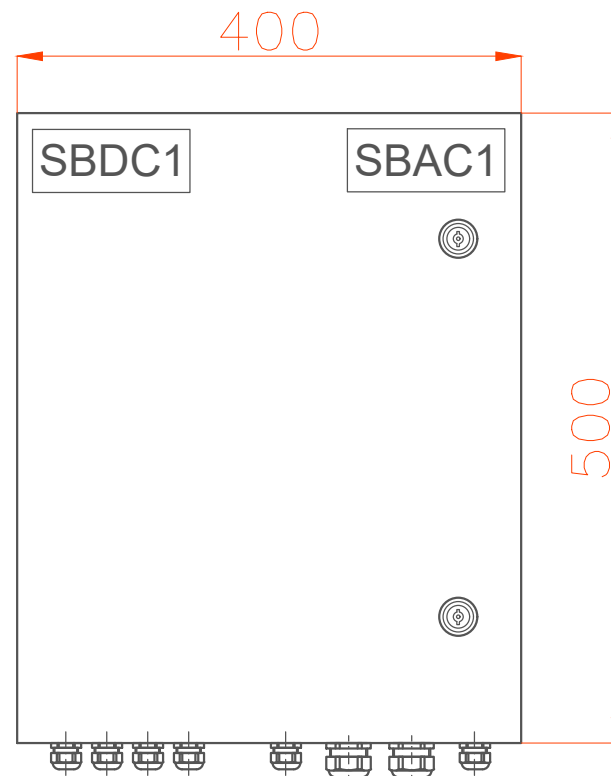
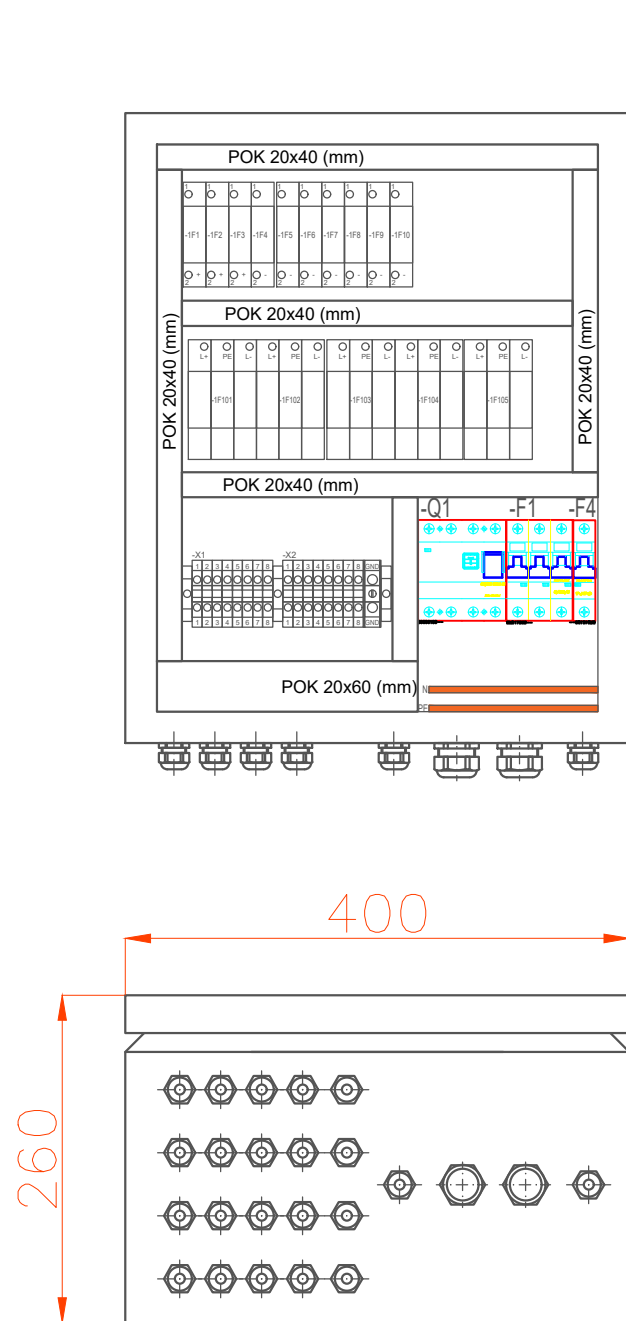
			Odgovorni vodja projekta:	Izidor Merkač	E-1890	SE Cankarjev dom Vrhnik 1	 HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Partizanska 78, 3320 Velenje	Enočrna shema	Vrsta projekta: PZI		Merilo: 1: x	
			Odgovorni projektant:	Izidor Merkač	E-1890				Številka projekta: HZCD1-89/2024			
			Sodelavec-projektant:	Jure Cehner					Klasifi. oznaka: Y,N-----			
			Sodelavec-projektant:	Zoran Dobovičnik					Identifikacijska oznaka:		Stran:	2
Rev.:	Opis spremembe:	Datum:	August 2024	Ime in priimek (podpis):	Ident.št.:	Objekt:	Projektant:	Vsebina dokumenta / risbe:	H,Z,C,D,1,--,7,E,9,0,0,1,		Strani:	2

HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.





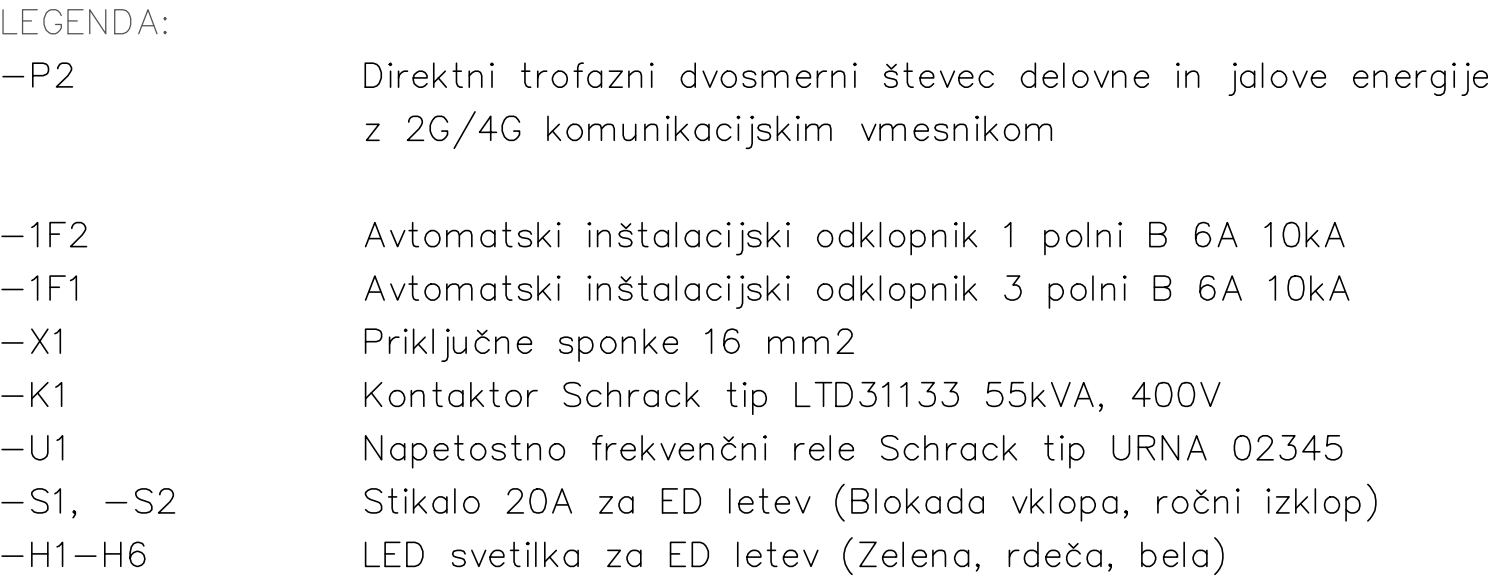
HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.



LEGENDA:

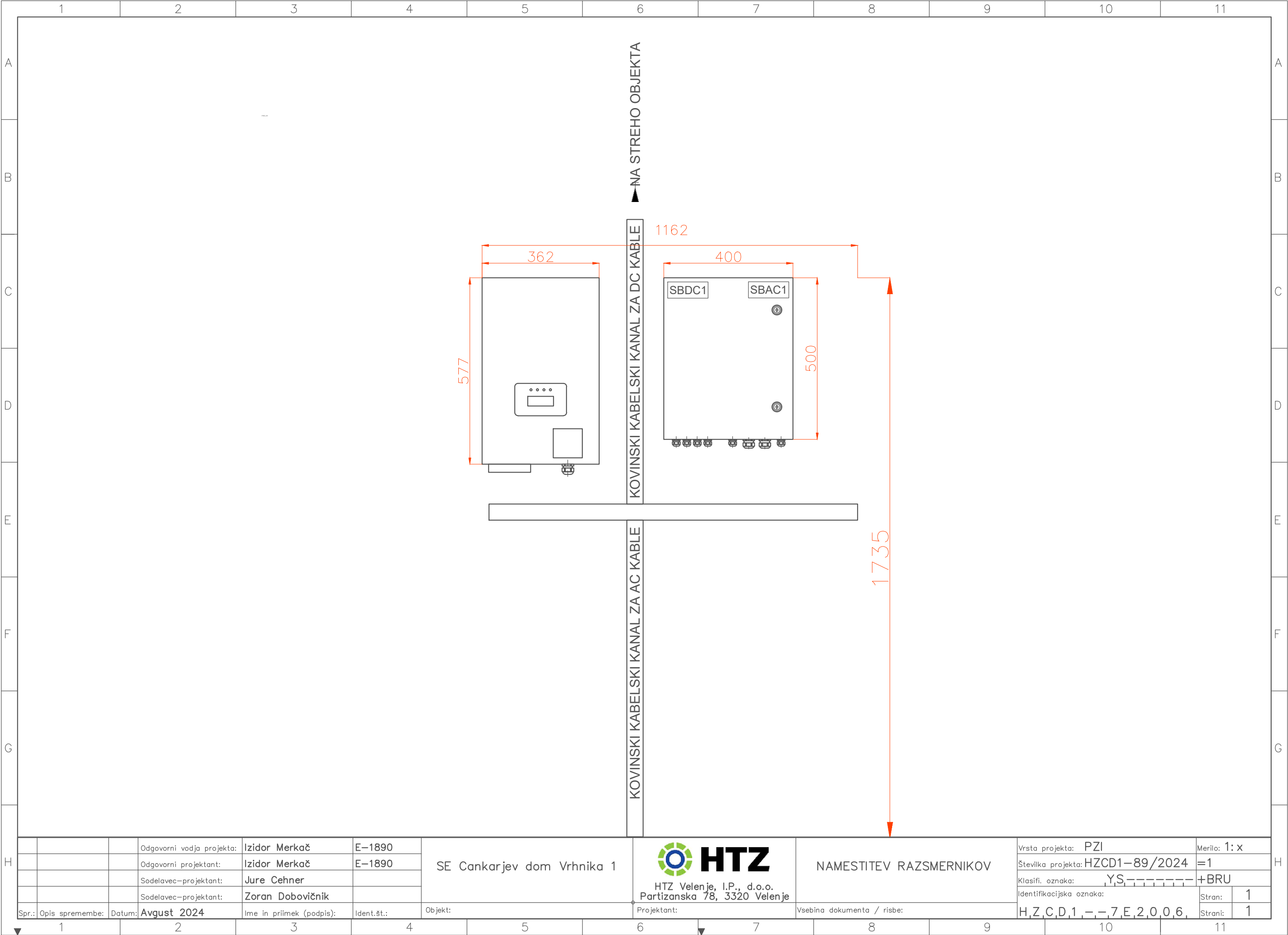
- | | |
|------------------|--|
| -1F1 do -1F8 | DC varovalčni ločilnik PCF10 z gPV varovalkami (38 mm) In = 20 A |
| -1F101 do -1F104 | Prenapetostni odvodnik tip PZH R1 PV/1000/7 |
| -X1, -X2 | Vrstne sponke 6 mm ² |
| GND | Vrstna sponka ozemljitvena 16 mm ² |
| -F1 | Avtomatski inštalacijski odklopnik 3 polni B 50A 10kA |
| -F2 | Avtomatski inštalacijski odklopnik 1 polni B 6A 10kA |
| -Q1 | FID 4 polni B 63A 300mA |
| +SBDC1/+SBAC1 | DC/AC stikalni blok – zidna kovinska omarica 400x500x260 (mm) |

			Odgovorni vodja projekta:	Izidor Merkač	E-1890	SE Cankarjev dom Vrhnika 1	 <div>HTZ</div> <div>HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Partizanska 78, 3320 Velenje</div>	Izgled stikalnih blokov +SBDC1/+SBAC1	Vrsta projekta:	PZI	Merilo:	1: x
		Odgovorni projektant:	Izidor Merkač	E-1890	Številka projekta:				HZCD1-89/2024	=	1	
		Sodelavec-projektant:	Jure Cehner		Klasifi. oznaka:				Y,S- - - - -	+SBDC		
		Sodelavec-projektant:	Zoran Dobovičnik		Identifikacijska oznaka:					Stran:	1	
Spr.:	Opis spremembe:	Datum:	Avgust 2024	Ime in priimek (podpis):	Ident.št.:	Objekt:	Projektant:	Vsebina dokumenta / risbe:	H Z C D 1 - - - 7 E 2 0 0 2	Strani:	1	



		Odgovorni vodja projekta:	Izidor Merkač	E-1890	SE Cankarjev dom Vrhnika 1	 HTZ HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Partizanska 78, 3320 Velenje	Namestitev merilnega mesta SE v obstoječo merilno omaro R-merilna	Vrsta projekta: PZI		Merilo: 1: x		
		Odgovorni projektant:	Izidor Merkač	E-1890				Številka projekta: HZCD1-89/2024		=1		
		Sodelavec-projektant:	Jure Cehner					Klasifi. oznaka: Y,S,-----		+BRU		
		Sodelavec-projektant:	Zoran Dobovičnik					Identifikacijska oznaka:		Stran:	1	
Spr.:	Opis spremembe:	Datum:	Avgust 2024	Ime in priimek (podpis):	Ident.st.:	Objekt:	Projektant:	Vsebina dokumenta / risbe:		H,Z,C,D,1,-,-,7,E,2,0,0,3,	Strani:	1

HTZ Velenje, I.P., d.o.o. Vse avtorske pravice, ki niso s pogodbo izrecno prenešene na naročnika, so pridržane.



			Odgovorni vodja projekta:	Izidor Merkač	E-1890	SE Cankarjev dom Vrhnika 1	 HTZ HTZ Velenje, l.p., d.o.o. Partizanska 78, 3320 Velenje	NAMESTITEV RAZSMERNIKOV	Vrsta projekta:	PZI	Merilo:	1: x
			Odgovorni projektant:	Izidor Merkač	E-1890				Številka projekta:	HZCD1-89/2024	=	1
			Sodelavec-projektant:	Jure Cehner					Klasifi. oznaka:	Y,S,-,-,-,-,-,-	+	BRU
			Sodelavec-projektant:	Zoran Dobovičnik					Identifikacijska oznaka:			Stran:
Spr.:	Opis spremembe:	Datum:	Avgust 2024	Ime in priimek (podpis):	Ident.št.:	Objekt:	Projektant:	Vsebina dokumenta / risbe:	H,Z,C,D,1,-,-,7,E,2,0,0,6,	Strani:	1	

Sprememba:		Opis spremembe:					Datum spremembe:			Podpis:										
Investitor:		Občina Vrhnika Tržaška 1, 1360 Vrhnika				Objekt: SE Cankarjev dom Vrhnika 1														
Projektant:		HTZ Velenje I.P. d.o.o., Partizanska cesta 78 3320 Velenje				Del objekta/sistem:														
Podizvajalec:						Vrsta načrta/prikaza: 3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE														
	Ime in priimek:		Ident. št.		Vrsta načrta/prikaza POPIS KABLOV IN OPREME															
Vodja projekta	Izidor Merkač u.d.i.e.		E-1890																	
Pooblaščen inženir	Izidor Merkač u.d.i.e.		E-1890																	
Sodelavec projektant	Zoran Dobovičnik u.d.i.e.				Vrsta projekta	PZI				Številka projekta		HZCD1-89/2024								
Sodelavec projektant	Jure Cehner u.d.i.e.				Klasif. oznaka	X	Y	-	-	-	-	-	-	Stran/strani		1/4				
Datum izdelave	Avgust 2024	Merilo:			Ident. oznaka	H	Z	C	D	1	-	-	7	E	2	0	3	0	Spr.	

Popis opreme -FNG

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Fotonapetostni modul 440 Wp Dimenzije 1903 x 1134 x 30 [mm]	54HL4R-V	Jinko Solar	-S1.1 do -S1.5	80	kos			
2.	Podkonstrukcija Osnovni nosilec Zgornji nosilec Konektor Vmesna klema Končna klema	Dome 6 D-Dome 6.10 Base Set Dome 6.10 Peak Dome6.10 Connector + Terra Grif PL Mini Clamp MC Mini Clamp EC	K2 K2 K2 K2 K2 K2		1	kpl			

Popis opreme +BRU

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Razsmernik	SUN-30K-G04	DEYE	BRU1	1	kos			
	Komunikacijski vmesnik	USB/WIFI ključek	DEYE		1	kos			

Popis opreme +SBAC1 in +SBDC1

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Kovinska zidna omarica Širina/Višin/Globina 400 x 500 x 260 mm	WSM 4050260	Schrack	+SBAC1	1	kos			
2.	FID stikalo	3p, 63A, 300 mA	Schrack	-F0	1	kos			
3.	Avtomatski inštalacijski odklopnik	3p, 50A	Schrack	-F1,	1	kos			
4.	Avtomatski inštalacijski odklopnik	1p, 6A	Schrack	-F2	1	kos			
5.	ED letev	35 mm	Schrack		1	m			
6.	DC varovalčni ločilnik PCF 10 Varovalke gPV 20A	PCF10, gPV 20A	Eti	-1F1 do -1F10	10	kos			
7.	Prenapetostni odvodnik	PZH R1 PV/1000/7 M	Hermi	-1F101 do -1F105	5	kos			
8.	Vrstne sponke	VS6	Strojkoplast	-X1 do .X2	24	kos			
9.	Vrstna sponka GND	VS GND 16	Strojkoplast	-GND	1	kos			

Popis opreme – OPTIMIZATORJI

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Optimizator	TS4-A-O	Tigo		80	kos			
2.	CCA Kit	CCA Kit	Tigo	CCA1	1	kos			
3.	TAP Tigo Access Point	TAP	Tigo	TAP1	1	kos			
4.	Stikalo – »Rapid Shutdown«	KG10A T203/04E	Schrack	S1	1	kos			

Popis opreme +PMO_SE (PS3.a)

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Kontaktor	LTD26533, 36kW, 400V	Schrack	-K1	1	kos			
2.	Napetostno frekvenčni rele	URNA 0345	Schrack	-K2	1	kos			
3.	Avtomatski inštalacijski odklopnik	1p C 6A	Schrack	-1F2	1	kos			
4.	Avtomatski inštalacijski odklopnik	3p C 6A	Schrack	-1F1	1	kos			
5.	Stikala za ED letev	Series MM 230 V	Schrack	-S1, -S2	2	kos			
6.	Signalna lučka	LED 230V AC	Schrack	-H1 do -H6	6	kos			
7.	Priključne sponke	VS16	Strojkoplast	-X1	24	kos			
8.	ED letev	35 mm	Schrack		1	m			

Popis opreme - kabli in kabelske police

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Kabel DC	FG21M21 1x6	General Cavi	a1,b1 do a8,b8	240	m			
2.	Kabel AC	FG160R16 5x16	General Cavi	o1, d1	80	m			
3.	Kabel AC	FG160R16 3x1.5	General Cavi	co1	15	m			
4.	Kabel AC	P/F 1x16	Kapis	gip1 do gip4	50	m			
5.	Valjanec	Fe/Zn 4x25 mm	Hermi		40	m			
6.	Kabelske police - kovinska	PK50	Echo		20	m			
7.	Konektorji za DC kable - komplet + in -	MC4	Multi Contact		16	kos			

Popis opreme – strelovod

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Nosilec za lovilno palico	LOP-P16RF	Hermi		6	kos			
2.	Lovilna palica 1 m	LOP 1 m	Hermi	LP1-LP6	6	kos			
3.	Križna sponka za lovilno palico LOP1	KON	Hermi		6	kos			
4.	Vodnik za izenačevanje potencialov	P/F 1x16 (ru/ze)	Hermi		20	m			
5.	Sponka za izenačevanje potencialov		Hermi		8	kos			

Opomba: Obstoječi strelovod se dopolni z lovilnimi palicami, število na novo postavljenih lovilnih palic je lahko manjše od predvidenih, ker se lahko uporabijo obstoječe lovilne palice.

Stojalo za razsmernike

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Nosilec za namestitev razsmernika na steno				1	kpl			

Meritve in navodila za obratovanje in vzdrževanje NOV

Poz.	Opis	Tip	Proizvajalec	Oznaka	Količina	m.e.	Cena mat./EM	Cena dela/EM	Cena skupaj
1.	Izvedba vseh potrebnih meritev				1	kpl			
2.	Izdelava navodil za obratovanje in vzdrževanje NOV				1	kpl			

Sprememba:		Opis spremembe:				Datum spremembe:		Podpis:												
Investitor:		Občina Vrhnika Tiržaška 1, 1360 Vrhnika				Objekt: SE Cankarjev dom Vrhnika 1														
Projektant:		HTZ Velenje I.P. d.o.o., Partizanska cesta 78 3320 Velenje				Del objekta/sistem:														
Podizvajalec:						Vrsta načrta/prikaza: 3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE														
	Ime in priimek:		Ident. št.		Vrsta načrta/prikaza															
Vodja projekta	Izidor Merkač u.d.i.e.		E-1890		TABELE NIZOV															
Pooblaščen inženir	Izidor Merkač u.d.i.e.		E-1890																	
Sodelavec projektant	Jure Cehner u.d.i.e.				Vrsta projekta	PZI			Številka projekta	HZCD1-89/2024										
Sodelavec projektant	Zoran Dobovičnik u.d.i.e.				Klasif. oznaka	X	Y	-	-	-	-	-	-	-	-	Stran/strani	1/3			
Datum izdelave	Avgust 2024	Merilo:			Ident. oznaka	H	Z	C	D	1	-	-	7	E	2	0	3	1	Spr.	

BRU1	String	MPP	Število modulov	Moč [Wp]	Moč stringa [Wp]	Umpp stringa [V]	L kabla [m]	Moč skupaj [Wp]	Št. modulov
1. 1		1	16	430	6880	566	20	34.400	80
1. 2		1	16	430	6880	566	20		
1. 3		2	16	430	6880	566	20		
1. 4		2	16	430	6880	566	20		
1. 5		3	16	430	6880	566	20		
1. 6									
1. 7									
1. 8									
1. 9									
1. 10									
1. 11									
1. 12									
1. 13									
1. 15								Σ L kablov [m]	
1. 15									
1. 16								200	

BRU2	String	MPP	Število modulov	Moč [Wp]	Moč stringa [Wp]	Umpp stringa [V]	L kabla [m]	Moč skupaj [Wp]	Št. modulov
2. 1								0	0
2. 2									
2. 3									
2. 4									
2. 5									
2. 6									
2. 7									
2. 8									
2. 9									
2. 10									
2. 11									
2. 12									
2. 13									
2. 14								Σ L kablov [m]	
2. 15									
2. 16								0	

BRU3	String	MPP	Število modulov	Moč [Wp]	Moč stringa [Wp]	Umpp stringa [V]	L kabla [m]	Moč skupaj [Wp]	Št. modulov
3. 1								0	0
3. 2									
3. 3									
3. 4									
3. 5									
3. 6									
3. 7									
3. 8									
3. 9									
3. 10									
3. 11									
3. 12									
3. 13									
3. 14								Σ L kablov [m]	
3. 15									
3. 16								0	

BRU	Štev. modul.
1.	80
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
	80