

### 3/1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

*Načrt in številčna  
oznaka načrta:*

**3/1 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ  
IN ELEKTRIČNE OPREME  
SONČNA ELEKTRARNA  
SE DSO GROSUPLJE 2**

*Investitor:*

**DSO Grosuplje  
Ob Grosupeljščici 28  
1290 Grosuplje**

*Objekt:*

**SE DSO GROSUPLJE 2  
Ob Grosupeljščici 28  
1290 Grosuplje  
št.parc.: 636/6  
K.O. 1783 GROSUPLJE-NASELJE**

*Vrsta projektne dokumentacije  
in njena številka:*

**PZI  
23-171**

*Za gradnjo:*

**NOVA GRADNJA SONČNE ELEKTRARNE**

*Projektant:*

**PLAN – NET d.o.o.  
Kamnik pod Krimom 8b  
SI – 1352 Preserje  
Direktor: mag. Marko Femc**

*Odgovorni projektant:  
Identifikacijska številka:*

**MILE ŠULESKI, u.d.i.e.  
IZS-E - 1451**

*Žig in podpis:*

*Odgovorni vodja projekta:  
Identifikacijska številka:*

*Žig in podpis:*

*Številka načrta:*

**SE-23-171**

*Kraj in datum izdelave načrta:*

**Preserje, november 2023**

*št. Izvoda:*

**1 2 3 A**

### **3/1.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

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

### **3/1.3 PROJEKTNA NALOGA**

Izdelati je potrebno PZI načrt male sončne elektrarne predvidene moči 232,96 kWp, ki naj obsega namestitve in povezave fotonapetostnih modulov, nameščenih na nosilcih ki so pritrjeni oz. položeni na strehi, postavitev razsmernikov in ustreznega ožičenja ter spojišč z priključkom na elektro distribucijsko omrežje.

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

Vsi načrti morajo biti izdelani v skladu z veljavnimi predpisi, standardi in projektnimi pogoji SODO.

Sistem se izvede za oddajanje in paralelno obratovanje z internim omrežjem porabnika (PS.2) in z javnim omrežjem.

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

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

### 3/1.4 TEHNIČNO POROČILO

Kazalo tehničnega poročila:

1. UVOD
2. IZGRADNJA FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE
3. OPIS POSAMEZNIH KOMONENT ELEKTRARNE
  - 3.1 Risen Energy Co. Ltd., RSM144-7-455M
  - 3.2 Razsmernik, optimizator in nadzor
  - 3.3 Baterijski komplet BC100DM-KAC50DP
4. PRIKLOP ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKMO OMREŽJE
5. DIMENZIONIRANJE KABLOV
  - 5.1 Osnovni vhodni podatki generatorja proizvodne naprave
  - 5.2 Dimenzioniranje DC solarnega kabla
  - 5.3 Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka razsmernika
  - 5.4 Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka AC stikalnega bloka za R-SE
  - 5.5 Zaščita pred kratkostičnim tokom
6. ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM V "TN SISTEMU" INSTALACIJ
  - 6.1 Zaščita pred električnim udarom
  - 6.2 Zaščita pred strelami
    - 6.2.1 Splošno
    - 6.2.2 Vrednotenje rizikov
    - 6.2.3 Izvedba strelovodne napeljave

## 1. UVOD

Investitor DSO Grosuplje, Ob Grosupeljščici 28, 1290 Grosuplježeli na objektu na lokaciji Ob Grosupeljščici 28, 1290 Grosuplje (objekt na parc. št.: 636/6; k.o. 1783 GROSUPLJE-NASELJE) postaviti malo sončno elektrarno.



Slika 1: Mikrolokacija gradnje SE DSO GROSUPLJE 2

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



Slika 2: Razporeditev modulov SE DSO GROSUPLJE 2

Projekt obravnava idejni projekt za izvedbo male sončne elektrarne na objektu.

**Sistem je izdelan za oddajanje in paralelno obratovanje z internim omrežjem porabnika (PS.2) in z javnim omrežjem.**

Efektivna površina strehe omogoča postavitev male fotonapetostne elektrarne maksimalne moči 232,96 kWp.

Elektro omara LMO1 za sončno elektrarno se izvede v skladu z izdanim soglasjem za priključitev na omrežje.

Statični izračun fotonapetostnega generatorja ni predmet tega načrta.

## 2. IZGRADNJA FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE

Glede na orientacijo azimut (odklon od južne strani neba) streh je primeren nalezni način postavitve . Moduli se sestavijo v panele pritrjene na ostrešje. Paneli so dimenzionirani glede na razpoložljivo velikost streh in dimenzije izbranega modula tip: Risen Energy Co. Ltd., RSM144-7-455M, proizvajalca Risen Energy Co. Ltd.. Pozicija panelov in razmestitev modulov je razvidna iz risbe 1.

Osnovni podatki PV generatorja:

- Maksimalna moč PV generatorja	232,96 kWp
- Število PV modulov	512 kos
- Moč posameznega PV modula	455 Wp
- Tip PV modula	Risen Energy Co. Ltd., RSM144-7-455M
- Maksimalna moč DC/AC pretvornikov (pri $\cos\phi = 1$ )	233,2 kVA
- Tip razsmernika	1x SolarEdge SE100k 2x SolarEdge SE66,6k
- Optimizatorji	259 x P950

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

Letna proizvodna na posameznih strehah oz. PV PANELIH je razvidna v solaredge designerju.

Predvidena letna proizvodnja elektrarne znaša **233,24 MWh**.

V izračunu predvidene letne proizvodnje so upoštevane izgube moči zaradi odbojev in prahu na modulih, izgube na ožičenju in razsmernikih - ocena 19,87%.

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

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

Moč posameznega PV modula je 455 Wp, število modulov je 512 kos, skupna DC moč pa 232,96 kWp. Fotonapetostna elektrarna je na omrežje priključena preko enega trifaznega razsmernika tip: 1 x SE100k, 2 x SE66,6k.

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

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

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

### 3. OPIS POSAMEZNIH KOMPONENT ELEKTRARNE

#### 3.1. FOTONAPETOSTNI MODULI RISEN ENERGY CO. LTD., RSM144-7-455M

PV moduli RSM144-7-455M (455 Wp) proizvajalca Risen Energy Co. Ltd., so izdelani iz monokristalnega silicija, ki omogočajo optimalno proizvodnjo električne energije iz sončne v vseh sevalnih pogojih. PV moduli so posebej načrtovani za fotonapetostne sisteme, ki delujejo vzporedno z javnim električnim omrežjem.

Modul je sestavljen iz 144 zaporedno povezanih celic. Največja izhodna moč PV modula je 455 Wp pri izhodni napetosti 49,80 V (po STC).

Visoko prepustno kaljeno steklo debeline 3,2 mm omogoča močno odpornost na mehanske udarce, tudi točo in visoko prepustnost svetlobe, čimer se povečuje izkoristek delovanja sončnih celic.

Mikro fotonapetostna elektrarna bo sestavljena iz 552 PV modulov. PV moduli bodo nameščeni naležno na streho ter S-dom.

Sestavimo jih v panel. Število in razpored pritrditev določi statik glede na predpisane obremenitve na lokaciji objekta. Podkonstrukcija in tip pritrditev panela ni predmet tega projekta.

Električne in mehanske značilnosti modula so razvidne v prilogi 1.

#### 3.2. RAZSMERNIK, OPTIMIZATOR IN NADZOR

Izbrani so SolarEdge razsmerniki – SolarEdge SE100k, 66,6k (priloga 2).

##### **Solaredge optimizator energije:** (priloga 3)

Solaredge optimizator energije je integriran v vsak FV modul, ki predstavlja zamenjavo za klasično vezno škatlico ali pa je priklopljen zunanje na modul. Optimizator energije optimira proizvedeno energijo z izvajanjem MMPT na vsakem FV modulu posebej in omogoča nadzor nad vsakim modulom. Nadalje, vsak optimiziran niz, samodejno vzdržuje fiksno napetost kar omogoča inštalaterjem možnost fleksibilnega načrtovanja elektrarne.



### **Solaredge razsmernik:**

Solaredge razsmernik je visoko zanesljiv. Ker je MMPT in napetostno upravljanje kontrolirano za vsak FV modul posebej, je razsmernik odgovoren samo za DC v AC konverzijo. Posledično je bolj enostavna in zanesljiva naprava. Fiksna napetost v nizu zagotavlja delovanje pri največji efektivni ves čas, neodvisno od dolžine ali temperature niza.

### **Solaredge nadzor:**

Spletna aplikacija, ki zagotavlja nadzor na nivoju modula, na nivoju niza in celostne zmogljivosti elektrarne. Aplikacija avtomatsko zagotavlja alarme na širokem področju, ki zadevajo proizvodnjo energije in varnost, ter bi lahko ostalo nedetektirano. Aplikacija polsamodejno vodi skozi proces ugotavljanja napak in lahko določa lokacijo slabo delujočega modula na skici FV elektrarne.



SolarEdge produkti omogočajo optimizacijo izvedbe in izkoristka SE z

- integracijo v obstoječe komponente SE,
- ali nadgradnjo obstoječih komponent;

SolarEdge optimizacija omogoča:

- Povečanje izplen energije (do 25%) z uvedbo MPPT na nivo modula. Različna osvetlitev, moč, senčenje, staranje, umazanost in orientacija posameznih modulov ne znižujejo več učinkovitosti celotnega pv panela.
- Lažje načrtovanje SE, ker v niz lahko kombiniramo različno orientirane module, kot module različnih tipov in moči. Nizi priključeni na isti DC/AC pretvornik so lahko daljši (do 50 modulov) in različnih dolžin.
- Večjo varnost s »SafeDC« izklopom napetosti na sponkah posameznega modula. DC ožičenje je pod napetostjo le ko pretvornik (DC/AC razsmernik) deluje, omogočen izklop v sili (požar, vzdrževanje) in avtomatski odklop ob napakah.
- Natančnejši monitoring s spremljanjem izkoristka posameznega modula in pretvornikov preko www portala in/ali iPhona v realnem času z grafično predstavitevijo.
- Avtomatsko alarmiranje ob posebnih dogodkih.

Glavne komponente SolarEdge:

- Power Optimizer-ji: integrirani ali kot nadgradnja modula s funkcijo »IndOP« (independent optimization technology) izboljšujejo izkoristek modula, spremljajo parametre njegovega delovanja in ga ob nevarnosti izključijo.
- SolarEdge Inverterji so specializirani za delovanje s Power Optimizerji. Odlikujejo se z visoko učinkovitostjo (98%), kompaktnim dizajnom in Ethernet komunikacijo.
- Monitoring Portal omogoča spremljanje delovanja elektrarne preko www portala in/ali iPhona.
- Safety & Monitoring Interface omogoča priklop drugih razsmernikov na SE Power Optimizerje.
- Komunikacijski vmesniki omogočajo »Gateway in wireless« povezave na www portal.

Konfiguracija PV nizov je razvidna iz blok sheme (risba 2) ter preverjena s orodjem Solar Edge Site Designer, priloga 6.

### 3.3. BATERIJSKI KOMPLET BC100DM-KAC50DP

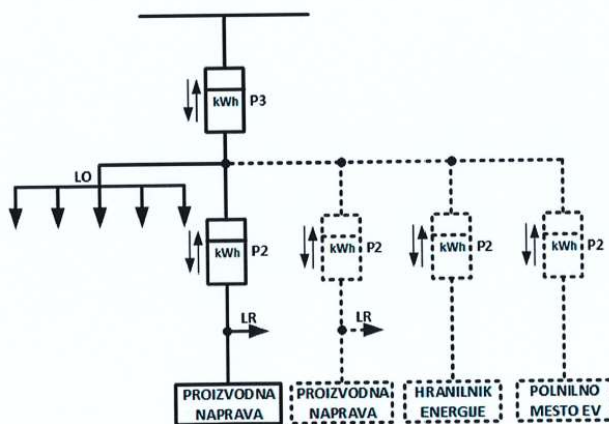
Izbrani hranilnik energije BC100DM-KAC50DP obsega baterijski sklop BC100DM in razsmernik KAC50DP.

Baterijski del je sestavljen iz dveh delov (1+1) kar omogoča v primeru okvare enega dela da baterija še vedno deluje. LFP baterijske celice omogočajo do 10.000 ciklov, kar zagotavlja dolgo življenjsko dobo baterije. Integrirani 7-inčni ekran omogoča enostavno uporabo. Dvojni požarni sistem, pri baterijskih helicah in v kabinetu omogočata varno delovanje v primeru požara. Vgrajena klimatska naprava omogoča delovanje baterij na optimalni temperaturi.

## 4. PRIKLOP ELEKTRARNE NA DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE

Priključna merilna omarica se vključi v obstoječo interno NN instalacijo objekta investitorja za obstoječim odjemnim prevzemno-predajnim mestom odjema po tipski shemi PS.2.

Shema PS.2 prikazuje način vključitve elektrarne v interno distribucijsko omrežje.



Ločilno mesto obravnavanega objekta bo bolj natančno obravnavano v načrtu št. NN-23-171, po pridobljenem soglasju za priključitev.

Kot ločilno mesto bo uporabljen odklopnik, na katerega vklop/izklop vpliva zaščitni rele z ustrezno nastavljenimi parametri ( $U_{\Delta}$ ,  $f_{\Delta}$ ) ter SODO preklopka. Meritve napetosti in frekvence se izvajajo na mrežni strani ločilnega mesta.

Elektro omara se izvede v skladu z izdanim soglasjem za priključitev na distribucijsko omrežje lokalnega Elektro distributerja.

## 5. DIMENZIONIRANJE KABLOV

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

Osnovni podatki PV generatorja:

-	Maksimalna moč PV generatorja	232,96 kWp
-	Število PV modulov	512 kos
-	Moč posameznega PV modula	455 Wp
-	Tip PV modula	Risen Energy Co. Ltd., RSM144-7-455M
-	Maksimalna moč DC/AC pretvornikov (pri $\cos\phi = 1$ )	233,2 kVA
-	Tip razsmernika	1x SolarEdge SE100k 2x SolarEdge SE66,6k
-	Optimizatorji	259 x P950

### 5.2. DIMENZIONIRANJE DC SOLARNEGA KABLA

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

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

kjer je:

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

Vodniki, ki povezujejo PV generator z razsmernikom T1, morajo biti odporni na spremenljive vremenske razmere in nihanje temperature okolice med  $-40$  in  $+80$  °C. Zato morajo imeti ovoj iz toplotno in UV zaščitnih materialov. Za zunanjo položitev kablov mora biti uporabljen kabel **solarni kabel z oznako enako H1Z272-K** (standard SIST EN 50618:2015)

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

Pozitivni in negativni pol fotonapetostnih vej s panelov se podaljšata s solarnim kablom preseka **1x6 mm<sup>2</sup>** direktno R-SE DC omarice.

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

V R-SE -DC omarici je kabel iz razsmernikov priključen na spončno letev, prenapetostni odvodnik in varovalčno stikalo. Omarica je nameščena poleg razsmernikov.

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

razsmernik		G	n	P(W)	I(A)	2l(m)	U(V)	Smin (mm <sup>2</sup> )	S (mm <sup>2</sup> )	Δu (%)
T1	SolarEdge SE100k	G1.1	36	16380	21,84	80	750	4,15	6	0,69
		G1.2	28	12740	16,99	80	750	3,23	6	0,54
		G1.3	37	16835	22,45	80	750	4,26	6	0,71
		G1.4	36	16380	21,84	80	750	4,15	6	0,69
		G1.5	34	15470	20,63	80	750	3,92	6	0,65
		G1.6	34	15470	20,63	80	750	3,92	6	0,65
T2	SolarEdge SE66,6k	G2.1	36	16380	21,84	80	750	4,15	6	0,69
		G2.2	29	13195	17,59	80	750	3,34	6	0,56
		G2.3	28	12740	16,99	80	750	3,23	6	0,54
		G2.4	39	17745	23,66	80	750	4,49	6	0,75
		G2.5	36	16380	21,84	80	750	4,15	6	0,69
T3	SolarEdge SE66,6k	G3.1	27	12285	16,38	80	750	3,11	6	0,52
		G3.2	27	12285	16,38	80	750	3,11	6	0,52
		G3.3	27	12285	16,38	80	750	3,11	6	0,52
		G3.4	30	13650	18,20	80	750	3,46	6	0,58
		G3.5	28	12740	16,99	80	750	3,23	6	0,54

### 5.3. IZRAČUN INŠTALIRANE IN KONIČNE MOČI TER KONIČNEGA TOKA RAZSMERNIKOV

Osnovni vhodni podatki inštalacijskega voda:

- vrsta polaganja: perforirane kovinske kabelske police

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

$$P_{kon} = f_i \cdot P_i$$

$$I_{kon} = \frac{P_{kon}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_n}{n} = 1$$

$$\cos\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \cos\varphi_n}{n}$$

Kjer pomenijo:

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

RAZSM.	$n$	$P_n [W]$	$P_{kon} [W]$	$P_{kon} [VA]$	$I_{kon} [A] \leq I_n [A] \leq I_z [A]$				$1,4 \cdot I_n [A] \leq 1,45 \cdot I_z [A]$		
T1	215	455	97825	100000	151,93	160	180,42	✓	224	261,61	✓
T2	168	455	76440	66600	96,13	100	144,15	✓	140	209,02	✓
T3	139	455	63245	66600	96,13	100	144,15	✓	140	209,02	✓
BAT 1	/	/	50000	55000	80,00	100	144,15	✓	140	209,02	✓
BAT 2	/	/	50000	55000	80,00	100	144,15	✓	140	209,02	✓

#### Nazivna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>v</sub>): T1

Glede na izračunan koničnega toka razsmernika T1 izberemo NN kabel tipa FG16OR16 4x70 mm<sup>2</sup>, za katerega nazivna tokovna obremenitev v zraku znaša I<sub>v</sub>=194 A.

#### Dopustna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>z</sub>): T1

$$I_z = C \cdot I_v = (f_1 \cdot f_2 \cdot f_3) \cdot I_v = (1 \cdot 1 \cdot 0,93) \cdot 195 = 144,15 A$$

$$C = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

#### Nazivna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>v</sub>): T2 in T3

Glede na izračunan koničnega toka razsmernika T2 izberemo NN kabel tipa FG16OR16 4x50 mm<sup>2</sup>, za katerega nazivna tokovna obremenitev v zraku znaša I<sub>v</sub>=155 A.

#### Dopustna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>z</sub>): T2 in T3

$$I_z = C \cdot I_v = (f_1 \cdot f_2 \cdot f_3) \cdot I_v = (1 \cdot 1 \cdot 0,93) \cdot 155 = 144,15 A$$

$$C = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

#### Nazivna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>v</sub>): BAT 1 in BAT 2

Glede na izračunan koničnega toka razsmernika T2 izberemo NN kabel tipa FG16OR16 4x50 mm<sup>2</sup>, za katerega nazivna tokovna obremenitev v zraku znaša I<sub>v</sub>=155 A.

#### Dopustna tokovna obremenitev vodnika (I<sub>z</sub>): T2 in T3

$$I_z = C \cdot I_v = (f_1 \cdot f_2 \cdot f_3) \cdot I_v = (1 \cdot 1 \cdot 0,93) \cdot 155 = 144,15 A$$

$$C = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

$C$	produkt korekcijskih faktorjev
$f_1$	faktor odvisen od tipa inštalacije
$f_2$	faktor odvisen od števila paralelnih vodnikov
$f_3$	faktor odvisen od specifične toplotne upornosti in temperature okolice

[3] EIMV; Ref. št.: 1260: Navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35

#### Zaščita pred prevelikimi toki

Delovna karakteristika naprave, ki ščiti vodnik pred preobremenitvijo, mora izpolniti dva pogoja:

- Nazivni tok zaščitne naprave (varovalčni ločilnik) mora biti večji od toka za katerega je tokokrog predviden in manjši od trajno dovoljenega toka kabla (varovanje kabla).
- Tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave mora biti enak dopustnemu toku obremenitve vodnika oziroma manjši od 1,45 kratne vrednosti tega toka.

Kjer pomenijo:

$I_2$	(A)	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje naprave
$I_n$	(A)	nazivni tok zaščitne naprave
$P_n$	(W)	nazivna moč porabnika (proizvodne naprave)
$k$		faktor zaščitne naprave

**Kontrola dopustnega padca napetosti (u):**

$$u = \frac{100 \cdot P_n \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$$

kjer pomenijo:

$u$	(%)	padec napetosti
$P_n$	(W)	nazivna moč porabnika (proizvodne naprave)
$l$	(m)	dolžina vodnika
$S$	(mm <sup>2</sup> )	preseka vodnika
$\lambda$	(Sm/mm <sup>2</sup> )	specifična prevodnost vodnikove kovine

$\lambda$ (S/m)	Kovina vodnika
56	Baker (Cu)
37	Aluminij (Al)

RAZSM.	n	P <sub>n</sub> [W]	P <sub>kon</sub> [Wp]	P <sub>kon</sub> [VA]	l [m]	S[mm <sup>2</sup> ]	u (%)
T1	215	455	97825	100000	40	<b>70</b>	0,62
T2	168	455	76440	66600	40	<b>50</b>	0,68
T3	139	455	63245	66600	100	<b>50</b>	1,41
BAT 1	/	/	50000	50000	40	<b>50</b>	0,45
BAT 2	/	/	50000	50000	40	<b>50</b>	0,45

Dopustni padec napetosti za obravnavan inštalacijski tokokrog je 3 %, v zgornjem izračunu pa smo izračunali največji padec napetosti 1,41 %, kar se prišteje k skupnemu padcu na AC strani notranje inštalacije.

#### 5.4. IZRAČUN INŠTALIRANE IN KONIČNE MOČI TER KONIČNEGA TOKA R-SE AC STIKALNEGA BLOKA

Osnovni vhodni podatki inštalacijskega voda:

- vrsta polaganja: perforirane kovinske kabelske police in kabelska kanalizacija

$$P_i = \sum_{i=1}^n P_n[W] = P_{gen} = 1 \cdot 100\text{kVA} + 2 \cdot 66,6\text{kVA} + 2 \cdot 50\text{kVA} = 333,2\text{kVA}$$

$$I_{kon} = 145\text{A} (SE 100k) + 2 \cdot (96,5\text{A} (SE 66,6k)) + 2 \cdot (80\text{A}) = 498\text{A}$$

**Izbira varovalnega elementa (In), ki varuje obravnavan vodnik:**

Glede na izračunan maksimalni konični tok stikalnega bloka R-SE ( $I_b=498\text{ A}$ ) v omarici predvidimo odklopnik MC3 500A, nastavljen na 500A za varovanje priključnega kabla do LMO.

### Nazivna tokovna obremenitev vodnika ( $I_v$ ):

Glede na izračunan konični tok sončne elektrarne ( $I_b=338$  A) izberemo NN kabel tipa 2x FG16OR16 4x120 mm<sup>2</sup>, za katerega nazivna tokovna obremenitev v zraku znaša  $I_v=290,16$  A.

### Dopustna tokovna obremenitev vodnika ( $I_z$ ):

$$I_z = C \cdot I_v = (f_1 \cdot f_2 \cdot f_3) \cdot I_v = (1 \cdot 1 \cdot 0,93) \cdot 312 = 290,16 \text{ A}$$

$$C = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

$C$	produkt korekcijskih faktorjev
$f_1$	faktor odvisen od tipa inštalacije
$f_2$	faktor odvisen od števila paralelnih vodnikov
$f_3$	faktor odvisen od specifične toplotne upornosti in temperature okolice

[3] EIMV; Ref. št.: 1260: Navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35

### Zaščita pred prevelikimi toki

Delovna karakteristika naprave, ki ščiti vodnik pred preobremenitvijo, mora izpolniti dva pogoja:

- Nazivni tok zaščitne naprave (talilna varovalka) mora biti večji od toka za katerega je tokokrog predviden in manjši od trajno dovoljenega toka kabla (varovanje kabla).
- Tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave mora biti enak dopustnemu toku obremenitve vodnika oziroma manjši od 1,45 kratne vrednosti tega toka.

## 5.5. ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM

### Kontrola učinkovitosti zaščitnega ukrepa

$$Z_v = \frac{2 \cdot l}{\lambda \cdot S}$$

$$Z_k = Z_m + Z_v$$

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U_f}{Z_k}$$

kjer pomenijo:

$Z_K$  - skupna impedanca okvarne zanke (W),

$Z_M$  - impedanca mreže (W),

$Z_V$  - impedanca okvarne zanke vodnika (W),

$I_K$  - najmanjši tok enopolnega kratkega stika,

$U_f$  - nazivna fazna napetost (V),

0,95 - faktor, ki upošteva vpliv zanemarjenih impedanc (zbiralk, sponk, varovalk, stikal...)

Odjemna varovalka na dovodu SE je NV 200 A in bo izklopila tok k.s. v manj kot 0,2 s.

Časi izklopa varovalnega elementa so določeni na podlagi karakteristik varovalnih elementov iz proizvodnega programa ELEKTROELEMENT IZLAKE.

Termična kontrola vodnika pri enofaznem kratkem stiku in času izklopa varovalnega elementa daljšem od 0,1 sek:

$$t \leq \left( k \cdot \frac{S}{I_k} \right)^2$$

kjer je:

t - najdaljši dovoljeni čas kratkega stika (sek)

S - presek vodnika (mm<sup>2</sup>)

I<sub>k</sub> - tok kratkega stika

k – 115 za Cu vodnike s PVC izolacijo in 135 za Cu vodnike s PE izolacijo

k – 74 za AL vodnike s PVC izolacijo in 87 za AL vodnike z PE izolacijo

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

### Splošno

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

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

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

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

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

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

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

kjer je:

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

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

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

### Izklopni časi

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

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

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

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

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

kjer pomenijo:

$R_{PE}$  - upornost zaščitnega vodnika (W) med razdelilnikom in glavnim izenačevanjem potenciala

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke (W)

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

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

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

## 6.1. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

### Zaščita pred električnim udarom na strani solarnega generatorja

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

Instalacija mora prav tako ustrezati pogojem zaščitne ločitve.

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

Izolacijsko upornost je treba občasno kontrolirati.

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

## Izenačenje potenciala

Izenačenje potenciala služi zaščiti pred električnim udarom na omrežni strani in prenapetostni zaščiti uporabljenih električnih naprav.

Zbiralnica je povezana z glavno zbiralnico za izenačenje potenciala (GIP), ki je povezana s strelovodno ozemljitvijo. Dodatno priključimo kovinsko ohišje razsmernika in PE sponke spojišča.

## 6.2. PRESOJA O ZAŠČITI PRED STRELAMI

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

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

### 6.2.2 IZVEDBA STRELOVODNE NAPELJAVE

#### • LOVILNI SISTEM

Na strehi je obstoječ lovilni sistem se nadgradi z namestitvijo paličnih lovilcev.

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

**Metoda kotaleče krogle** temelji na prej omenjenem dejstvu, da se udar strele iz oblaka proti zemlji na razdalji nekaj 10 m spoji s protiudarom, ki nastane na površini zemlje. To pomeni, da lahko ta udar teoretično nastane iz vseh točk, ki so oddaljene od strele prej omenjenih nekaj 10 m. Te točke tako definirajo ravno površino krogle, katere polmer je razdalja, na kateri se udar strele spoji s protiudarom. Polmeri krogel so definirani v standardu, in sicer glede na 4 zaščitne nivoje:

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

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

Lovilni sistem zunanje strelovodne zaščite se izvede neizolirano, paličnimi lovilci, ki se namestijo na robu strehe ter na sredini. Višina lovilcev na strehi je 1,5 m ali več. Vsi zunanji deli objekta so tako v zaščitni coni  $0_B$ , preverjeni s kroglo polmera 45 m.

#### • ODVODNI SISTEM

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

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

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

Na objektu za odvod sistema LPS uporabimo obstoječ odvodni sistem.

Na vseh odvodih morajo biti na višino 1,8m od tal nameščena ločilna mesta, katerih osnovni namen je ločitev ozemljilnega sistema od lovilnega sistema. S tem je omogočena izvedba meritev in preizkušanje strelovodnega sistema. Odvode je potrebno do višine merilnega mesta zaščititi, da je onemogočen dotik odvodov LPS.

#### • OZEMLJITVENI SISTEM

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

Za ozemljila so predvidena ozemljila v obliki:

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

Za naš objekt je ozemljitev obstoječa.

Notranji sistem strelovodne zaščite obsega izenačevanje potencialov prevodnih delov naprav, vodov in večjih konstrukcij, ki normalno niso pod napetostjo z nizko impedančnimi galvanskimi povezavami na ozemljitveni sistem. Deli pod napetostjo enosmernega sistema G1.PVx in G2.PVx so pred prenapetostjo zaščiteni z ustreznimi prenapetostnimi odvodniki.

## • PREPREČITEV ISKRENJ IN PREBOJEV

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

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

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

- Izenačitvijo potencialov
- Električno izolacijo

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

## • LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS

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

## • ZAŠČITA PRED NAPETOSTJO DOTIKA

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

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

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

- Izolirati odvode LPS
- Namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjšanje možnosti dotika LPS

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

## • ZAŠČITA PRED NAPETOSTJO KORAKA

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

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

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

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

## • PREGLED, PREIZKUS IN MERITVE LPS

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

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

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

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

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

### 3/1.5 PROJEKTANTSKI POPIS DEL IN MATERIALA

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

#### 3.5.1. Fotonapetostni generator, razsmerniki ter konstrukcija

1	Fotonapetostni modul Risen Energy Co. Ltd., RSM144-7-455M	kos	512	0,00	0,00
2	Konstrukcija za sončno elektrarno Cinkano železo (Fe-Zn) Aluminijasti profili z montažno opremo (Al, Fe-Zn) Pritrdilna oprema (glej K" izračun konstrukcije)	kpl	1	0	0
3	Omrežni razsmernik SE100k-RW00IBNC4, Solaredge Synergy	kpl	1	0	0
4	Omrežni razsmernik SE66,6k-RW00IBNC4, Solaredge Synergy	kpl	2	0	0
5	Optimizator P950	kos	259	0	0
6	Drobni vezni in pritrdilni material, MC4 MOŠKI konektorji za 6 mm <sup>2</sup>	kos	40	0	0
7	Drobni vezni in pritrdilni material, MC4 ŽENSKI konektorji za 6 mm <sup>2</sup>	kos	40	0	0

#### 3.5.2. R-SE DC 1 omarica

1	Omara, poliester, enokrilna, 800x1000x312mm	kos	1	0,00	0,00
2	Kovinska montažna plošča 800x1000mm	kos	1	0,00	0,00
3	Nosilci za zidno pritrditev omar - serije PO	kos	4	0,00	0,00
4	Predal za načrte	kos	1	0,00	0,00
5	Zračnik fi 45 mm oz. rešetke na vratih	kos	2	0,00	0,00
6	PV varovalke 2p, NOARK 101767, vložki PV/25A,1000V	kos	11	0,00	0,00
7	Prenapetostna zaščita DC, ProTec T1-1100 PV, Raycap 59.0285	kos	11	0,00	0,00
8	Zbiralnica PE Cu 30x5	kg	1	0,00	0,00
9	Nosilec zbiralk PE/N, 12-20-30x5-10mm	kos	2	0,00	0,00
10	Priključna sponka za vodnike, za zbiralke 5 mm, 1,5-16 mm <sup>2</sup> ; SI012840--	kos	9	0,00	0,00
11	Priključna sponka za vodnike, za zbiralke 5 mm, 4-35 mm <sup>2</sup> ; SI012850--	kos	3	0,00	0,00
12	Uvodnice PG9	kos	44	0,00	0,00
13	Uvodnice PG13,5	kos	3	0,00	0,00
14	Drobni,vezni in označitveni material, uvodnice	kpl	1	0,00	0,00
15	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00

### 3.5.3. R-SE DC 2 omarica

1	Omara, poliester, enokrilna, 600x800x312mm	kos	1	0,00	0,00
2	Kovinska montažna plošča 600x800mm	kos	1	0,00	0,00
3	Nosilci za zidno pritrditev omar - serije PO	kos	4	0,00	0,00
4	Predal za načrte	kos	1	0,00	0,00
5	Zračnik fi 45 mm oz. rešetke na vratih	kos	2	0,00	0,00
6	PV varovalke 2p, NOARK 101767, vložki PV/25A,1000V	kos	5	0,00	0,00
7	Prenapetostna zaščita DC, ProTec T1-1100 PV, Raycap 59.0285	kos	5	0,00	0,00
8	Zbiralnica PE Cu 30x5	kg	1	0,00	0,00
9	Nosilec zbiralk PE/N, 12-20-30x5-10mm	kos	2	0,00	0,00
10	Priključna sponka za vodnike, za zbiralke 5 mm, 1,5-16 mm; SI012840--	kos	9	0,00	0,00
11	Priključna sponka za vodnike, za zbiralke 5 mm, 4-35 mm <sup>2</sup> ; SI012850--	kos	3	0,00	0,00
12	Uvodnice PG9	kos	20	0,00	0,00
13	Uvodnice PG13,5	kos	3	0,00	0,00
14	Drobni,vezni in označitveni material, uvodnice	kpl	1	0,00	0,00
15	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00

### 3.5.4. R-SE AC omarica

1	Omara, poliester, enokrilna, 800x1000x312mm	kos	1	0,00	0,00
2	Kovinska montažna plošča 800x1000mm	kos	1	0,00	0,00
3	Nosilci za zidno pritrditev omar - serije PO	kos	4	0,00	0,00
4	Predal za načrte	kos	1	0,00	0,00
5	Zračnik fi 45 mm oz. rešetke na vratih	kos	2	0,00	0,00
6	Varovalčni ločilnik 160A, 3p / 60 mm	kos	6	0,00	0,00
7	Talilni vložki 160/160A	kos	3	0,00	0,00
8	Talilni vložki 100/160A	kos	15	0,00	0,00
9	Ločilno stikalo MC363034, 630A	kos	1	0,00	0,00
10	Adapter za 60 mm sestav, 3-polni; MC391700/60mm	kos	1	0,00	0,00
11	Tunelska sponka MC391461	kos	3	0,00	0,00
12	Zaščita pred dotikom za sponko MC390045, 3 polni	kos	1	0,00	0,00
13	prenapetostni odvodniki PROTEC 37,5/320 3+0	kos	1	0,00	0,00
14	Nosilec zbiralk z zunanjo pritrditvijo, za 60 mm sestav	kos	3	0,00	0,00
15	Nosilec zbiralk PE/N, 12-20-30x5-10mm	kos	2	0,00	0,00
16	Prekritje končno za nosilec zbiralk SI015000	kos	3	0,00	0,00
17	Cu 30x5mm L1,L2,L3	kg	5	0,00	0,00
18	Cu 30x5mm N / PE	kg	1	0,00	0,00
19	Kabelska uvodnica, set, velikost II - 2x60mm	kpl	1	0,00	0,00
20	Kabelska uvodnica PGF21	kpl	2	0,00	0,00
21	Kabelska uvodnica PG16	kpl	1	0,00	0,00
22	Kabelska uvodnica PG13,5	kpl	2	0,00	0,00
23	Drobni,vezni in označitveni material, uvodnice	kpl	1	0,00	0,00

24	Sestava in vezava omarice	kpl	1	0,00	0,00
----	---------------------------	-----	---	------	------

### 3.5.4. Elektroinštalacije

Dobava in montaža, z drobnim in pritrdilnim materialom

1	Elektroinštalacije DC (solarni kabel rdeč) - tip: solarni kabel H1Z272-K 6 mm <sup>2</sup>	m	800	0,00	0,00
2	Elektroinštalacije DC (solarni kabel črn) - tip: solarni kabel H1Z272-K 6 mm <sup>2</sup>	m	800	0,00	0,00
3	Elektroinštalacije: omrežni razsmerniki T1 – R-SE spojišče - tip: FG16OR16 4G70 mm <sup>2</sup>	m	10	0,00	0,00
4	Elektroinštalacije: omrežni razsmerniki T2 – R-SE spojišče - tip: FG16OR16 4G50 mm <sup>2</sup>	m	10	0,00	0,00
5	Elektroinštalacije: omrežni razsmerniki T3 – R-SE spojišče - tip: FG16OR16 4G50 mm <sup>2</sup>	m	10	0,00	0,00
6	Elektroinštalacije: baterija B1 in B2 – R-SE spojišče - tip: FG16OR16 4G50 mm <sup>2</sup>	m	40	0,00	0,00
7	Elektroinštalacije R-SE AC spojišče – LMO - tip: FG16OR16 4x1x120 mm <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	m	80	0,00	0,00
8	Elektroinštalacije: PK police - PE zbiralnica - tip: H07V-K 1x10 mm <sup>2</sup>	m	30	0,00	0,00
9	Elektroinštalacije: razsmerniki - PE zbiralnica - tip: H07V-K 1x35 mm <sup>2</sup>	m	20	0,00	0,00
10	Elektroinštalacije: R-SE - PE zbiralnica - tip: H07V-K 1x70 mm <sup>2</sup>	m	5	0,00	0,00
11	Elektroinštalacije: PE zbiralnica - ozemljitev - tip: H07V-K 1x70 mm <sup>2</sup>	m	30	0,00	0,00
12	Zbiralka GIP zunanja L=500mm	kpl	2	0,00	0,00
13	Cev EUROFLEX D= 8mm	m	40	0,00	0,00
14	Cev EUROFLEX D=30mm	m	50	0,00	0,00
15	Pokrov PPK 100/60 2,5 m Zn	m	200	0,00	0,00
16	Polica PK 100/60 2,5 M Zn z pritrdilnim materialom oz. konzolami	m	200	0,00	0,00

### 3.5.5. STRELOVODNE INSTALACIJE

1	Okrogli vodnik iz Al dimenzije fi 8 mm	m	100	0,00	0,00
2	Sponka križna 50x50 O/O	kos	58	0,00	0,00
3	Podpora univerzalna SF 66-25/KLIK INOX	kos	172	0,00	0,00
4	Nosilec za lovilno palico	kos	6	0,00	0,00
5	Palica lovilna Al fi.10, H=2500	kos	6	0,00	0,00
6	prestavitev obstoječega strelovoda na strehi	kpl	1	0,00	0,00
7	meritve ponikalne upornosti, pregled strelovodne instalacije, atest, merilni protokol, 10 letna garancija	kpl	1	0,00	0,00

### 3.5.6. KOMUNIKACIJA

1	Mikrovtikač 2 CO 070 8/8 kovinski	kos	10	0,00	0,00
2	Dobava, razvijanje in polaganje komunikacijskega kabla FTP CAT.6E LSOH 650 MHz, 4 x 2 x 0,55 mm <sup>2</sup> z montažo RJ 45 konektorji	m	100	0,00	0,00

### 3.5.7. Hranilnik energije

1	Omrežni razsmernik KAC50DP	kpl	2	0,00	0,00
2	Baterija BC100D	kpl	2	0,00	0,00
3	Komunikator EMS01D	Kpl	1	0,00	0,00
4	Power smart meter YDS60-80	Kpl	1	0,00	0,00
5	Komplet vodnikov za povezovanje	Kpl	2	0,00	0,00

### 3.5.8. STORITVE

1	Montaža - transport - dvig opreme - montaža nosilne konstrukcije - montaža fotonapetostnih modulov - elektro montažna dela na strehi - sodelovanje pri tehničnem pregledu - funkcionalni preizkusi - zagon	kpl	1	0,00	0,00
2	Projektna dokumentacija - pridobivanje elektro – projektnih pogojev - idejna zasnova izgradnje FN elektrarne (IDZ) - pridobivanje elektro – soglasja za priključitev - projekt za izvedbo (PZI) - pridobivanje soglasja k projektnim rešitvam - projekt izvedenih del (PID) - obratovalna navodila - izjave (zanesljivost objekta / skladnost s projektno dokumentacijo) - zagon proizvodne naprave - organizacija prevzema prevzemno-predajnega mesta - pridobivanje deklaracije - pridobivanje podpore	kpl	1	0,00	0,00

3.5.	REKAPITULACIJA SKUPAJ:				0,00
------	------------------------	--	--	--	------

### 3/1.6 RISBE

Št. risbe: Vsebina risbe:

1. Situacija
2. Blok shema SE DSO GROSUPLJE 2 in povezave na DO
3. Enopolna shema enosmernega razvoda za G1
4. Enopolna shema enosmernega razvoda za G2
5. Enopolna shema enosmernega razvoda za G3
6. Stikalni blok R-SE-DC 1 - izgled in oprema
7. Stikalni blok R-SE-DC 2 - izgled in oprema
8. Stikalni blok R-SE-AC - vezalna shema izmeničnega razvoda
9. Stikalni blok R-SE-AC – izgled in oprema
10. Komunikacija - povezava na internet
11. Lokacija opreme in točke priključitve v interno omrežje
12. PV generator in razporeditev modulov na strehi objekta
13. Ozemljitve in strelovod sončne elektrarne na strehi objekta

### **3/1.7 NAVEDBA VIROV:**

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

### **3/1.8 PRILOGE:**

1. Tehniški list Tehniški list RISEN-RSM144-7-455M
2. Solaredge inverter SE100k
3. Solaredge inverter SE66,6k
4. Tehniški list SolarEdge optimizator P950
5. Tehniški list BC100DM-KAC50DP
6. SE DSO Grosuplje 2 SED Solaredge designer