**OŠ Žirovnica**
Zabreznica 4,
4274 Žirovnica

# MFE OŠ ŽIROVNICA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vsebina: | **3 - NAČRT ELEKTROTEHNIKE** | | |
| Št. projekta: | **Z-2024-1** | | |
| Št. načrta: | **E-Z-2024-1** | | |
| Vrsta: | **PZI** | Mapa: | **1** |
| Datum: | **avgust 2024** | Izvod : | **1** |

Ne tiskaj: Priloge po GZ.

# KAZALO VSEBINE NAČRTA


1 SPLOŠNO O PROJEKTU ..... 5

2 TEHNIČNI POGOJI ..... 7

3 GRADBENI DEL ..... 8

4 SESTAVA SONČNE ELEKTRARNE ..... 10

4.1 SOLARNI MODULI ..... 10

4.2 RAZSMERNIKI ..... 12

4.3 OPTIMIZATORJI ..... 13

4.4 STRELOVODNA ZAŠČITA SONČNE ELEKTRARNE ..... 14

4.5 OZEMLJITEV ..... 15

4.6 ZAŠČITE ..... 16

4.7 POSTAVITEV SOLARNIH PANELOV ..... 18

4.8 SENČENJE ..... 19

4.9 POSTAVITEV FV MODULOV S FIKSNIM NAKLONOM IN ORIENTACIJO ..... 19

5 PRIKLJUČITEV MFE NA ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE ..... 20

6 LOČILNO MESTO ..... 21

7 DIMENZIONIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ ..... 22

7.1 DIMENZIONIRANJE KABLOV ..... 22

7.1.1 Enosmerni tokokrogi 22

7.1.2 Izmenični tokokrogi 23

**7.2 ZAJEMANJE IN PRENOS PODATKOV ..... 24**

**7.2.1 Odstranjevanje odvečnega snega** 24

**8 PROJEKTANTSKI POPIS OPREME IN STORITEV ..... 25**

**9 TEHNIČNI PRIKAZI ..... 25**

**10 IZRAČUNI ..... 25**

## KAZALO SLIK

Slika 1: Shema priključitve ..... 6
Slika 2: Situacija umestitve NN opreme in kabelskih povezav ..... 8
Slika 3: Situacija umestitve sončnih panelov na objekt ..... 9
Slika 4: Dimenzije modula *(Vir: katalog proizvajalca)* ..... 10
Slika 5: *Graf izkoristka (Vir: katalog proizvajalca)* ..... 11
Slika 6 : *Predvideni razsmerniki* ..... 12
Slika 7 : *Optimizatorji* ..... 13
Slika 8 : *Tigo access point (TAP)* ..... 13
Slika 9 : *Tigo komunikator (CCA)* ..... 14
Slika 11 : *Primer strehe za izračun preskočne razdalje* ..... 15
Slika 11: *Kot naklona (a) je kot med vodoravno ravnino in ravnino modula. Azimut (b) nam pove, kako natančno je modul orientiran proti jugu. Graf prikazuje relativno letno proizvodnjo omrežnega PV-sistema v odvisnosti od orientacije (b) in kota naklona (a).* ..... 18

## 1 SPLOŠNO O PROJEKTU

Investitor OBČINA ŽIROVNICA, Breznica 3, 4274 Žirovnica predvideva izgradnjo sončne elektrarne na strehi objekta šole OŠ ŽIROVNICA na parcelni številki 228/1 (k.o. 2181 - ZABREZNICA) na naslovu Zabreznica 4. Streha objekta predstavlja dober potencial za postavitev sončne elektrarne. Montaža sončnih modulov se bo izvedla na ustrezne aluminijaste nosilce oz. konstrukcijo, kateri bodo prilagojeni, tako kotu namestitve in kot tipom kritine. Sončni moduli bodo na konstrukcijo fiksno pritrjeni glede na podlago strehe.

Površina celotne strehe, predvidene za postavitev sončne elektrarne omogoča izgradnjo sončne elektrarne inštalirane moči 59,84 kWp.

**PROIZVODNJA**

| | |
|---|---|
| ***Številka merilnega mesta :*** | 8109958 |
| ***GSRN MM :*** | 383111580014357950 |
| ***Tipska priključna shema:*** | PS.2 |
| ***Priključna moč naprave:*** | 60 kW |
| Moč fotonapetostnih modulov: | 60 kWp |
| ***Jakost omejevalca toka:*** | 1x3x100 A |
| | |
| ***Faktor moči:*** | 0,95 |
| ***Način obratovanja:*** | Paralelno z distribucijskim sistemom |
| ***Način namestitve fotonapetostnih modulov:*** | Na strehi |

***Podatki proizvodne naprave sončne elektrarne:***

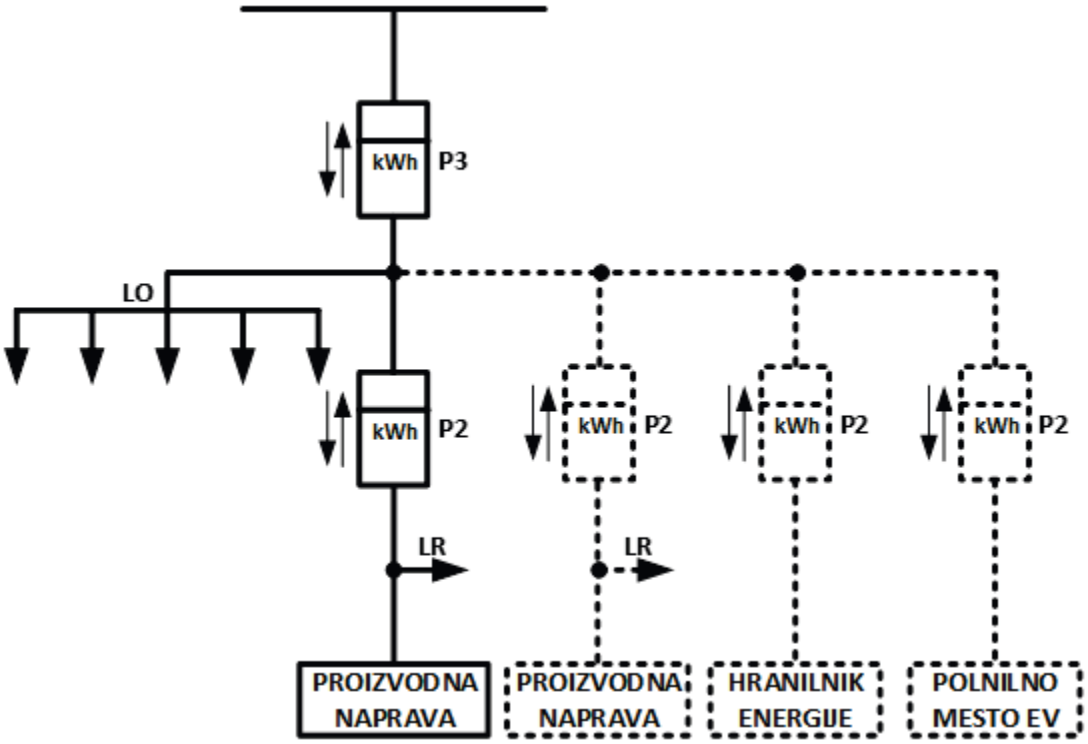
| | |
|---|---|
| ***Število razsmernikov:*** | 2 |
| ***Nazivna napetost razsmernikov:*** | 400 V |
| ***Nazivna frekvenca razsmernikov:*** | 50 Hz |

***Predvidena letna proizvodnja:***

| | |
|---|---|
| ***Skupna proizvodnja:*** | x |
| ***Za lastne potrebe:*** | x |
| ***Za oddajo v omrežje EES:*** | x |

Za potrebe nove sončne elektrarne se vgradi varovalčni ločilnik v obstoječo priključno merilno omarico PMO in izdela nov NN sestav z oznako +R_LM. Razdelilnik +R_LM bo vseboval ločilno mesto sončne elektrarne in bo postavljen na stalno dostopnem mestu zraven obstoječe PMO. Povezan bo preko kabelske povezave FG16OR16 4G50mm$^2$ na PMO. Iz razdelilnika R_LM se bosta napajala inverterja 2 x 30 kW. Za izvedbo električne povezave med R_LM in inverterjema, bo potrebno uporabiti obstoječo kabelsko kanalizacijo in kabelske police znotraj objekta osnovne šole ter delno izvesti nove kabelske trase, tako kot je skicirano na spodnji sliki 2. Ob prehodu iz kabelske kanalizacije na fasado objekta bo potrebno izvesti dovolj velik preboj, da je mogoče položiti kabelsko polico 100x60mm. Preboj je potrebno tudi požarno zatesniti. Vse kabelske police morajo biti s pokrovom.

**Tipska priključna shema: PS.2**




Slika 1: Shema priključitve

## 2 TEHNIČNI POGOJI

Izvajalec električnih inštalacij in ostale opreme je dolžan uporabiti elektro inštalacijski material po veljavnih predpisih. V kolikor se uporabi material, ki ni izdelan po predpisih, je potrebno investitorju, nadzornemu organu ter inšpekcijskim službam predložiti ustrezne certifikate.

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

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

- zaščite pred električnim udarom, vštevši merjenje razmika pri zaščiti z ovirami ali okrovi, s pregradami ali s postavitvijo opreme zunaj dosega,
- ukrepov za zaščito vodnikov pred razširjanjem ognja in termičnimi vplivi glede na trajno dovoljene vrednosti toka in dovoljeni padec napetosti
- izbire in nastavitve zaščitnih naprav in naprav za nadzor
- brezhibnosti postavitve ustreznih stikalnih naprav glede ločilne razdalje
- izbire opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive
- prepoznavanje nevtralnega in zaščitnega vodnika
- obstoja shem, opozorilnih tablic ali podobnih informacij
- prepoznavanje tokokrogov, varovalk, stikal, sponk in druge opreme
- povezave vodnikov
- dostopnosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje
- neprekinjenosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje
- neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačenje potencialov
- izolacijska upornost električne inštalacije
- zaščita z električno ločitvijo tokokrogov
- samodejni odklop napajanja
- funkcionalnost.

Na NN aparatih je potrebno opravljati periodične preglede in servisiranje v skladu z navodili proizvajalca posameznega aparata.
O pregledih, meritvah, kontrolah in servisnih posegih se vodi pismena dokumentacija.

Pregled in preizkus po končani montaži je potrebno izdelati v smislu Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. List RS št. 41/2009) in tehnične smernice (TSG-N-002, 2013).
Vse meritve sme izvajati samo pooblaščena oseba.

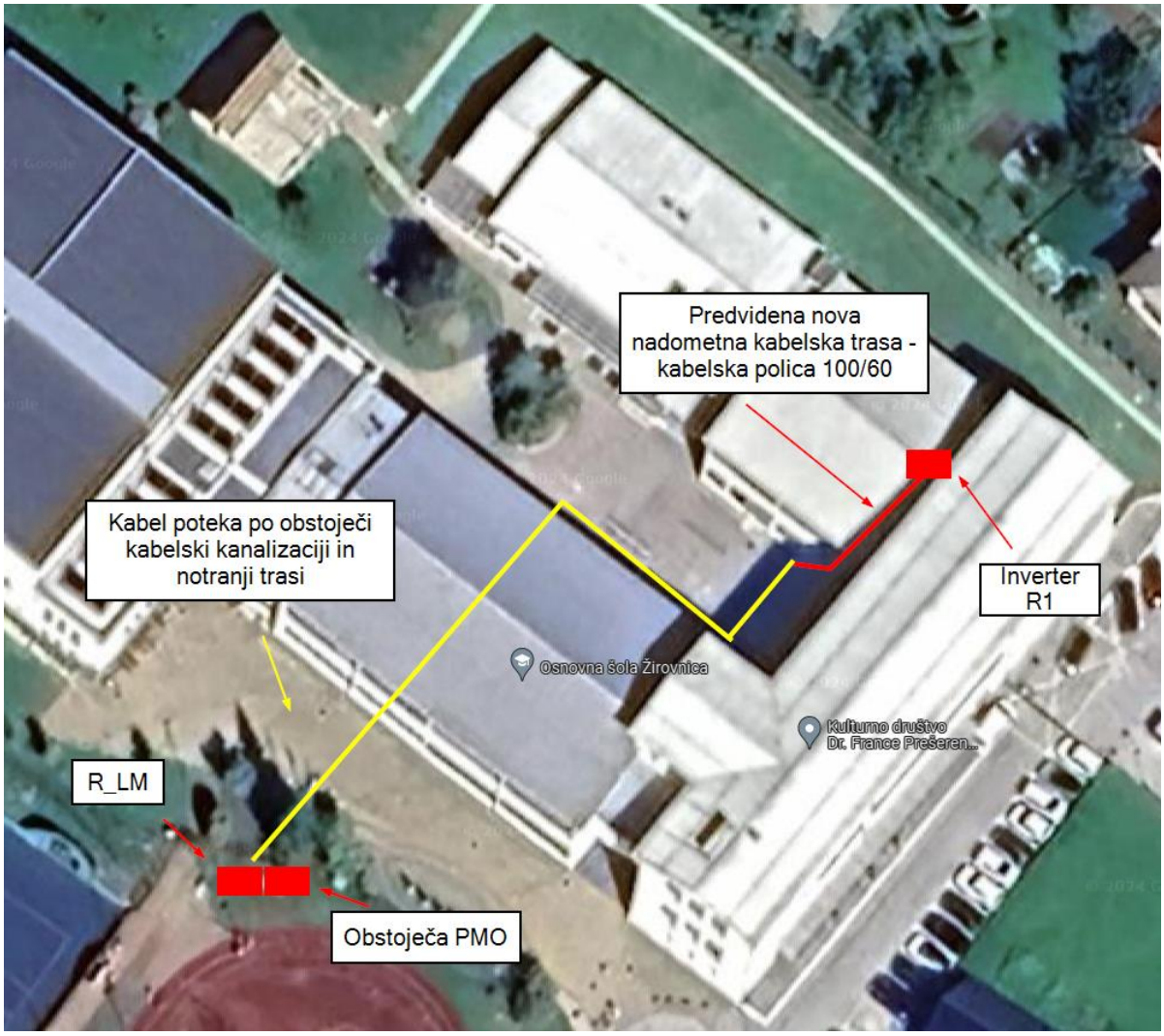
## 3 GRADBENI DEL

**<u>Na streho objekta bo umeščena sončna elektrarna:</u>**

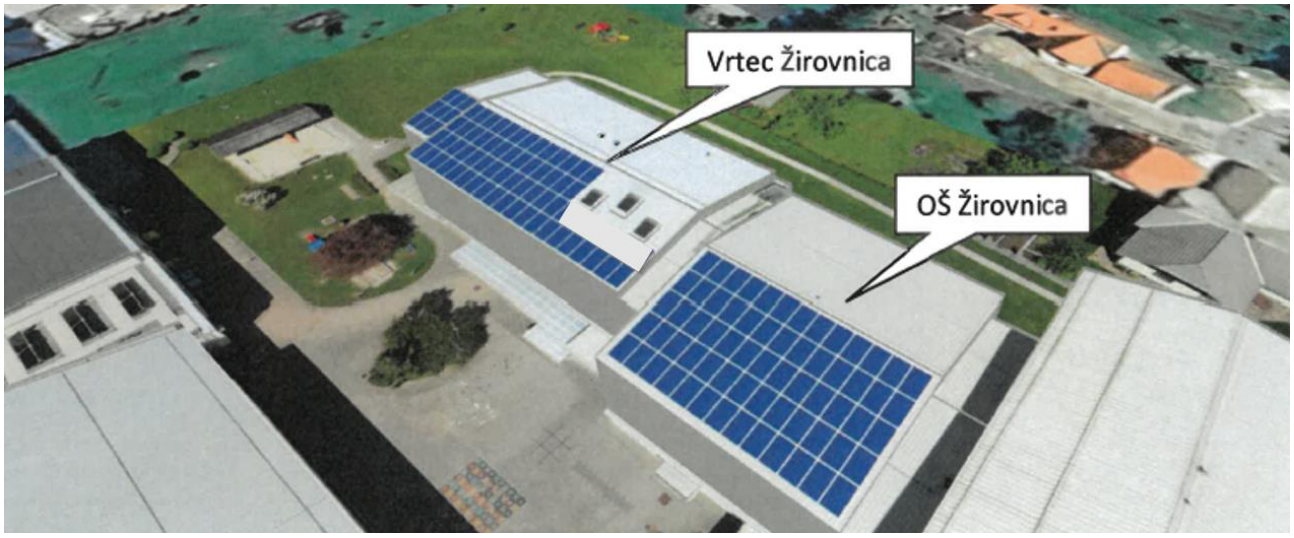
Moduli:

- Longi Solar, LR5-54HTM-440M
- monokristalni silicij,
- 136 modulov.

Spodnja slika prikazuje situacijo umestitve sončne elektrarne na posamezne objekte oz. dele objektov.




Slika 2: Situacija umestitve NN opreme in kabelskih povezav




Slika 3: Situacija umestitve sončnih panelov na objekt

Postavitev solarnih modulov ne sme ogrožati obstoječe funkcionalnosti strehe. Konstrukcija s fotonapetostnimi moduli mora biti povezana na lovilni del strelovodne zaščite. Zaradi pločevinaste strehe preskočne razdalje ni mogoče upoštevati, tore se izvede t.i. povezan sistem, kjer je konstrukcija sončne elektrarne del lovilnega dela strelovoda. Strelovodna inštalacija objekta se ohranja obstoječa in tudi ni predmet te projektne dokumentacije. Se pa dodajajo obstoječemu lovilnemu delu strelovodne zaščite povezave na konstrukcijo sončnih elektrarn.

# 4 SESTAVA SONČNE ELEKTRARNE

## 4.1 Solarni moduli

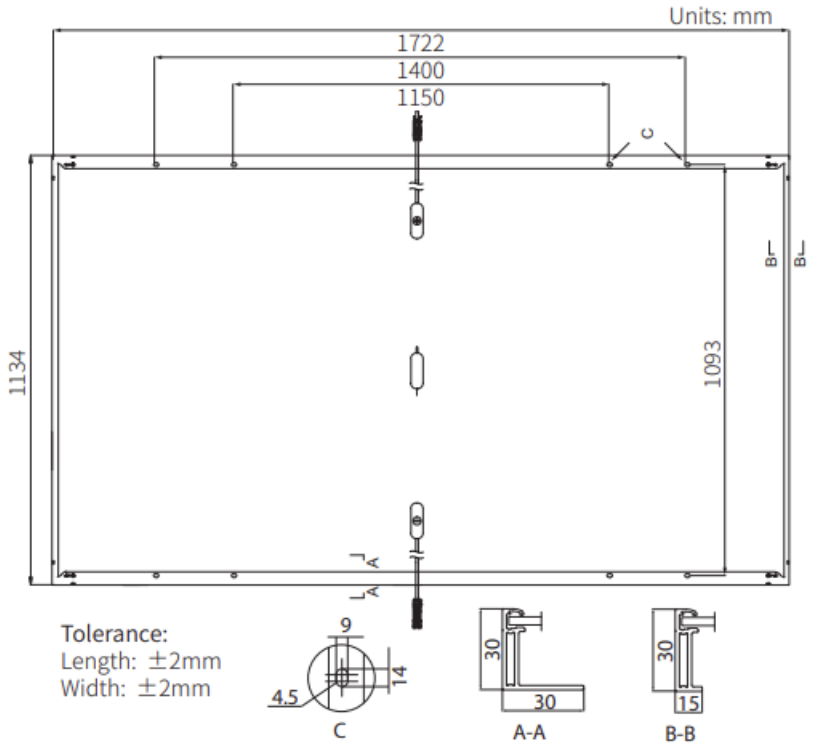
Fotonapetostni modul je pretvornik, kateri svetlobno energijo pretvori v električno. Električna napetost, ki jo pretvori modul je enosmerna. Za nadaljnjo obdelavo in kot ustrezen predlog, so izbrani solarni moduli proizvajalca - Longi Solar, LR5-54HTM-440M. Seveda pa se lahko uporabi PV module drugih proizvajalcev, če izkazujejo ustrezno kvalitetno izdelavo in z ustreznimi garancijami.

Izbrani solarni moduli proizvajalca - Longi Solar, LR5-54HTM-440M:

| | |
|---|---|
| Proizvajalec: | Longi Solar, |
| Tip: | LR5-54HTM-440M |
| Nazivna moč: | 440W |
| Tip celice: | Mono |
| Dimenzije (d×š×g): | 1722×1134×30 mm |

### Ožičenje fotonapetostnih modulov

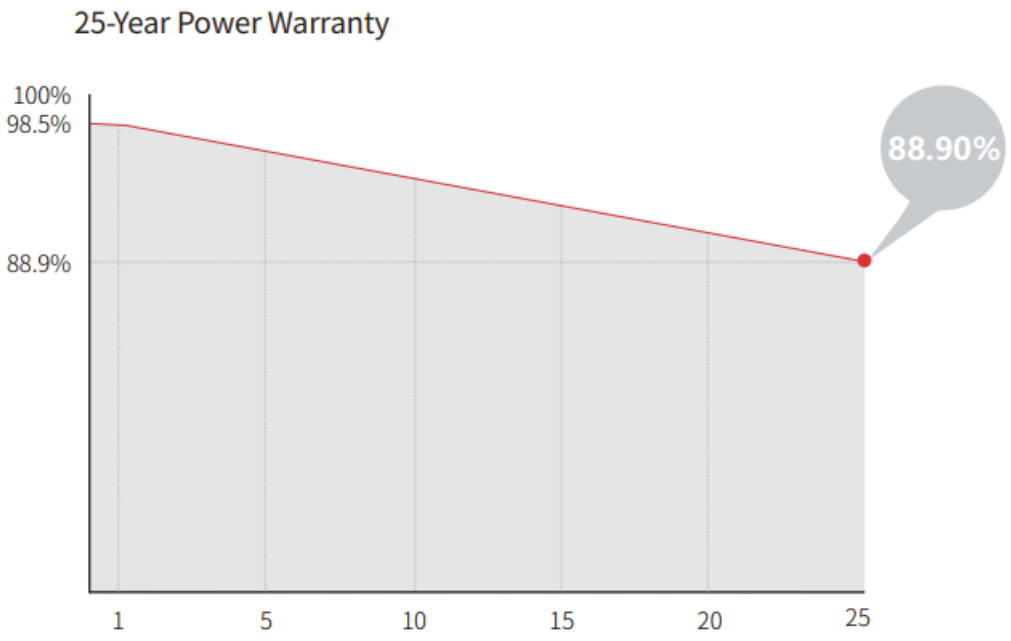
Ožičenje modulov bo izvedeno med montažo z obstoječimi vodotesnimi kabelskimi priključki. Dvožilni priključek posamezne veje (en na začetku veje, drugi na koncu veje – polariteti sta razpoznavni z oznako na spojnih konektorjih) bo podaljšan z originalnim kabelsko spojnim materialom do razsmernikov. Povezovalni solarni kabli 6 mm2 se bodo na strehi položili v zaščitne rebraste cevi in kovinske kabelske police s pokrovi in se bodo pritrdili na nosilno konstrukcijo modulov.




Slika 4: Dimenzije modula *(Vir: katalog proizvajalca)*

**IZKORISTEK SOLARNIH MODULOV**

Proizvajalec podaja graf izkoristek modulov glede na življenjsko dobo.




Slika 5: *Graf izkoristka (Vir: katalog proizvajalca)*

### 4.2 Razsmerniki

Razsmernik služi pretvarjanju enosmerne napetosti, pridobljene iz modula, v izmenično napetost. Preko njega teče energija v javno omrežje. Učinkovitost razsmernikov dosega 98,7 odstotkov, njihova življenjska doba pa je med 12 in 15 leti. Pri samostojnih sistemih je treba pri izbiri moči razsmernika sešteti moč uporabnikov energije. Predvidena sta dva razsmernika, proizvajalca NGEN STAR H3-Pro-30.0, moči 30 kVA..




Slika 6 : *Predvideni razsmerniki*

### 4.3 Optimizatorji

Za povečanje požarne varnosti sončne elektrarne in objekta ter optimizacije na ravni panela so na sončni elektrarni predvideni optimizatorji TIGO TS4-A-O.

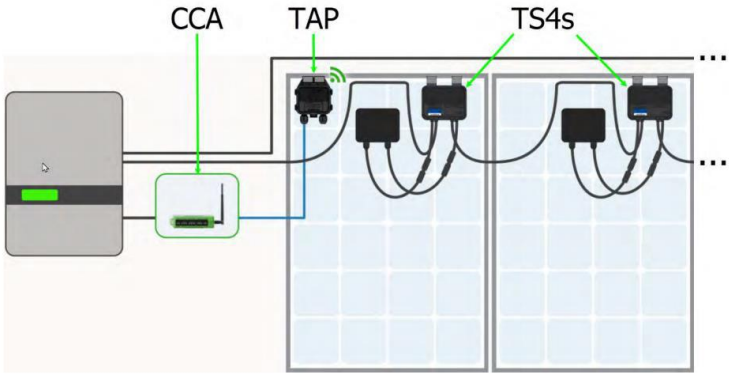
**Tehnične lastnosti optimizatorja:**

- Optimizacija na ravni panela, večji izkoristek energije in večja prilagodljivost fotovoltaične elektrarne.
- Optimizator se lahko namesti samo na zasenčene panele, da se doseže največji prihranek.
- Panel za spremljanje proizvodnje električne energije in upravljanje sistema.
- Za solarne kolektorje do 700 W (največji vhodni tok 15 A).
- Dolžina izhodnega kabla 1,2 m.
- Razpon napetosti: 16-80 V.
- Vrsta komunikacije: radijska povezava.
- Večja varnost sistema zaradi hitrega odklopa.
- Priključek MC4, brezžična komunikacija.



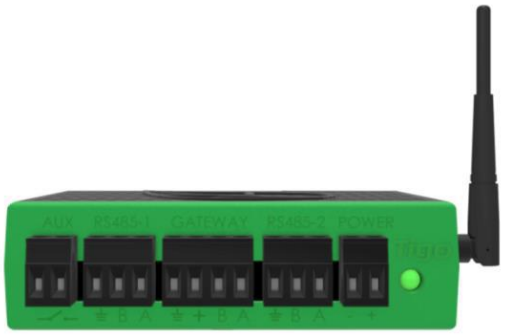

Slika 7 : *Optimizatorji*

Tigo Access Point (TAP) izboljša upravljanje podatkov solarnega sistema z brezhibno komunikacijo z moduli Tigo Smart in napravami za naknadno vgradnjo. TAP bistveno izboljša raven varnosti pri deaktivaciji na nivoju modula. V kombinaciji z Cloud Connect Advanced (CCA) TAP ponuja neprekosljiv vpogled v PV sistem.




Slika 8 : *Tigo access point (TAP)*

Tigo Cloud Connect Advanced (CCA) je komunikator, ki omogoča vpogled v podatke o zmogljivosti oz. proizvodnji na ravni modula.



Slika 9 : *Tigo komunikator (CCA)*

### 4.4 Strelovodna zaščita sončne elektrarne

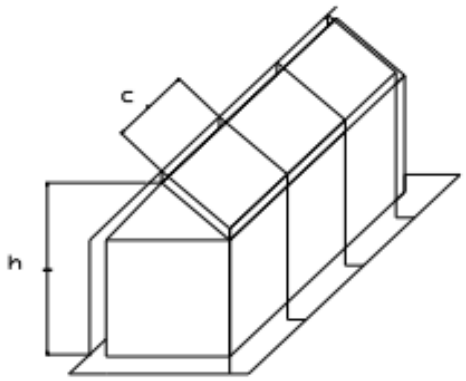
Sončno elektrarno se pred delovanjem strele zaščiti v skladu s Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 61/17,72/17- popr., 65/20 in 15/21) ter pripadajočo tehnično smernico TSG-N-003 – Zaščita pred delovanjem strele. LPS je sestavni del stavbe in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi inštalacijami stavbe. Odločitev o izbiri primerne zaščite temelji na izbiri zaščitnega nivoja na osnovi sprejemljivega tveganja, za stavbo, ki jo je treba zaščititi pred posledicami delovanja strele.

Strelovodna inštalacija objekta se ohranja obstoječa in tudi ni predmet te projektne dokumentacije. Pri projektirani SE gre za namestitev fotonapetostnih panelov na pločevinasto streho, kar pomeni, da preskočne razdalje ni mogoče zagotoviti. Zato se poslužujemo sistema sončne elektrarne z direktno povezavo na lovilni sistem strelovoda.
Preskočna razdalja se izračuna s pomočjo spodnje formule:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l \qquad k_c = \frac{1}{2 * n} + 0{,}1 + 0{,}2 * \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

*h= vertikalna razdalja med potencialnimi obroči*
*c= razdalja do sosednjega odvoda*
*n = število odvodov*
*$k_m$ = koeficient materiala*
*$k_i$ = koeficient zaščitnega toka*
*$k_c$ = koeficient porazdelitve toka*

| Nivo zaščite | $k_i$ |
|---|---|
| I | 0,08 |
| II | 0,06 |
| III | 0,04 |
| IV | 0,04 |




Slika 10 : *Primer strehe za izračun preskočne razdalje*

Med izvedbo je treba posebej paziti, da bo vsa konstrukcija med seboj galvansko povezana in v čim večjih točkah spojena na lovini del LPS.

Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v neposreden stik z deli strelovodne napeljave. Pri tem je potrebno upoštevati neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije skladno s standardom SIST EN 62305-3.

Možnosti spajanja različnih materialov, glede na elektrokemični potencial:

| | Baker | Vroče cinkano jeklo | Nerjavno jeklo | Aluminij |
|---|---|---|---|---|
| baker | DA | NE | DA | NE |
| vroče cinkano jeklo | NE | DA | DA | DA |
| nerjavno jeklo | DA | DA | DA | DA |
| aluminij | NE | DA | DA | DA |

Celotni pregled in preizkušanje strelovodne naprave se izvrši :

- po končani montaži strelovodne naprave,
- po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt,
- po poškodbah in posegih v strelovodno napravo,
- ob rekonstrukciji strelovodne naprave,
- v rednih periodičnih presledkih (za zaščitne nivoje I, II vsake 2 leti, za III, IV pa 4 leta ).

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.

### 4.5 Ozemljitev

Ozemljitev različnih kovinskih delov sončne elektrarne in vodnikov elektroenergetskega sistema je potrebna, da znižamo verjetnost električnega udara, verjetnost požara v povezavi z zemeljskimi stiki, zmanjšano škodo na napravah zaradi napak in induciranih (sekundarnih) udarov in znižamo

elektromagnetne vplive. Ozemljitev naprav zagotavlja povezavo z zemljo za kovinske dele, ki lahko nenamerno pridejo v stik z napetostjo.

**Ozemljitev fotonapetostnega generatorja**
Ozemljitev fotonapetostnega generatorja bo izvedena tako, da bomo vsak segment konstrukcije povezali z ozemljitvenim vodnikom ter spojili na obstoječo ozemljitev objekta. Spojna mesta Al vodnika s konstrukcijo in obstoječo ozemljitvijo objekta bo izvedena s standarnimi spojnimi elementi.

Ozemljitvena povezava bo izvedena s finožičnim bakrenim vodnikom s PVC izolacijo, ru/ze barve, oznake H07V-K 1x25 mm2.

### 4.6 Zaščite

Pri zaščiti naprav v fotonapetostnih sistemih, je potrebno upoštevati veljavne predpise in standarde. Z zaščito je potrebno zagotov
iti varnost opreme in uporabnikov. Upošteva se Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09, 2/12, 61/17) ter pripadajočo tehnično smernico TSG-N-003:2021 – Nizkonapetostne električne inštalacije.

*Zaščita vodnikov in kablov*
Pri zaščiti pred preobremenitvenimi tokovi je potrebno uskladiti napajalni vodnik in zaščitno napravo (varovalka, instalacijski odklopnik) s porabnikom.

*Zaščita pred električnim udarom*
Osnovno pravilo zaščite pred električnim udarom po SIST EN 62305 (Zaščita pred delovanjem strele) je, da deli pod napetostjo ne smejo biti dotakljivi in da dotakljivi prevodni deli niti v normalnih razmerah niti ob prvi okvari ne smejo postati nevarni deli pod napetostjo.
Standard SIST EN 62305-3 določa bistvene zahteve za zaščito ljudi in živali pred električnim udarom. Zaščita se doseže z naslednjimi metodami:

- samodejni odklop napajanja,
- dvojna ali ojačana izolacija,
- električno zaščitno ločevanje,
- dodatna zaščita.

*Instalacija prenapetostne zaščite*
Glede na različne energetske sisteme se razlikuje tudi montaža in izbira prenapetostnih odvodnikov. Če želimo imeti zaščito na najvišjem nivoju, je treba točno upoštevati spodaj naštete točke:

- pravilna izbira prenapetostnega odvodnika,
- postaviti več nivojev zaščite,
- upoštevanje razdalje vodnikov proti zemlji,
- določitev stopnje zaščite Up.

*Zaščita razsmernika*
Omrežni razsmernik se uporablja za pretvorbo enosmerne napetosti (DC), ki jo proizvedejo solarni moduli, v izmenično napetost (AC). Izmenična napetost se potem sinhronizira z javnim električnim omrežjem. Ko na solarnih modulih ni več zadostne moči, zaradi oblačnega vremena ali noči, se razsmernik avtomatsko ugasne, pri ponovnem proizvajanju energije na solarnih modulih pa se zopet vklopi. Razsmerniki vsebujejo tudi električno zaščito na enosmerni strani kot tudi na izhodu, oziroma

na izmenični strani. Na AC strani ima razsmernik vgrajeno mrežno zaščito, ki je izvedena kot neodvisna odklopna naprava. Mrežna fazna napetost, mora biti v mejah med 198 V in 260 V, frekvenca pa v mejah med 49,8 Hz in 50,2 Hz. V nasprotnem primeru pride do avtomatskega odklopa razsmernika z omrežja, oziroma se razsmernik ne priklopi na omrežje dokler niso izpolnjeni vsi pogoji.

Preprečevanje otočnega obratovanja omrežnih fotonapetostnih sistemov

Fotonapetostni sistem je z energetskim omrežjem povezan preko razsmernika, kateri pretvarja enosmerno napetost v izmenično in opravlja sinhronizacijo z omrežjem. Tako kot vsi sistemi za proizvodnjo električne energije, mora tudi fotonapetostna elektrarna izpolnjevati zahteve upravljalca distribucijskega omrežja. Ena od ključnih zahtev je vgradnja odklopnika ter zaščitne naprave za preprečevanje otočnega obratovanja v primeru izpada javnega električnega omrežja. S tem zagotovimo breznapetostno stanje električnega omrežja ter omogočimo varno delo na napravah omrežja.

Razsmernik se avtomatično odklopi od javnega električnega omrežja ko:

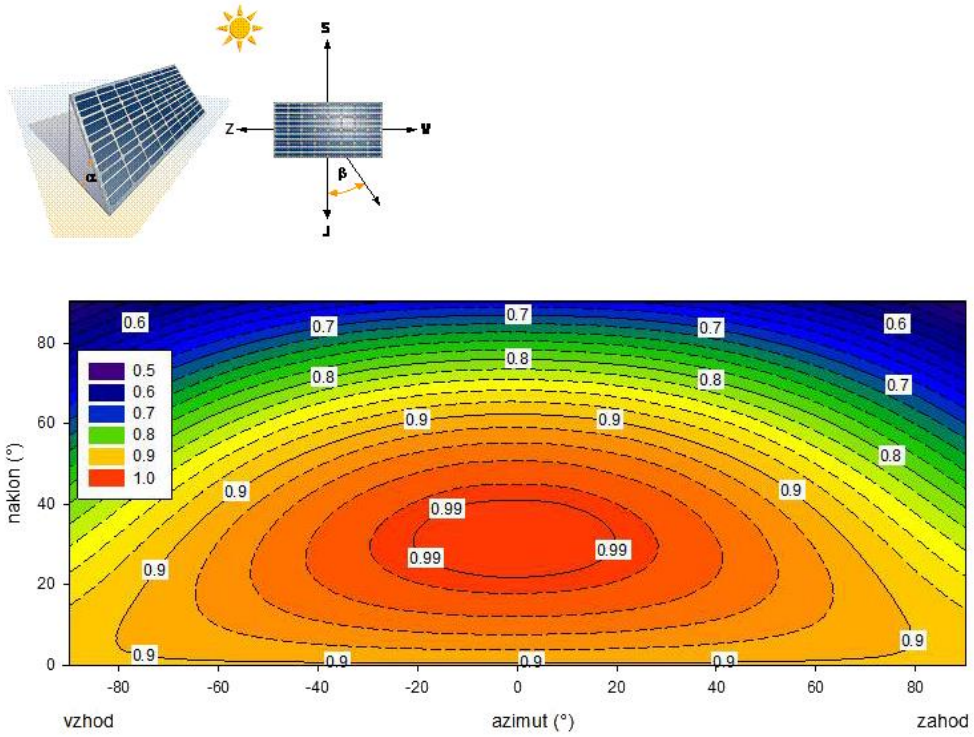
- Previsoka ali prenizka napetost omrežja stopnja 2
  Napetost javnega električnega omrežja mora biti v mejah med 161 V in 264,5 V. V primeru, da napetost pade iz dovoljenega območja se razsmernik izključi v 0,2 s.
- Previsoka ali prenizka napetost omrežja stopnja1
  Napetost javnega električnega omrežja mora biti v mejah med 195,5 V in 255,3 V. V primeru, da napetost pade iz dovoljenega območja se razsmernik izključi v 2 s.
- Previsoka ali prenizka omrežna frekvenca
  Nazivna frekvenca omrežja 50 Hz se lahko giba v območju med 47 Hz in 52 Hz. Če frekvenca pade iz tolerančnega območja, se razsmernik avtomatično izključi iz omrežja v 0,2 s
- Impedanca omrežja
  Razsmernik ne začne oddajati v električno omrežje, če je impedanca omrežja ZAC večja od dovoljene.
  Pri hitrih spremembah impedance za več kot 1 Ω, se razsmernik ugasne v 5s. Vrednosti impedance so nastavljive.

- Diferenčni tok
  Razsmernik se avtomatično odklopi v 0,3 s primeru, ko AC ali DC komponenta diferenčnega toka preseže 30 mA.
- Injiciranje enosmerne komponente toka v omrežje
  Razsmernik se odklopi v času 0,2 s, če v omrežje teče enosmerni tok večji od 0,5% In( A).

Zaščitne funkcije LM (dU, df) so vgrajene v samem razsmerniku. Kratkostična in nadtokovna zaščita bo izvedena z varovalkami, vgrajeno bo tudi stikalo za izklop sončne elektrarne in blokado ponovnega vklopa. Razsmernik je izdelan v skladu z veljavnimi standardi s tega področja, zato je označen s CE.

### 4.7 Postavitev solarnih panelov

Določanje velikosti PV-sistema je odvisno od: želene izhodne moči, geografske lokacije, orientacije PV modulov, razpoložljive površine, senčenja na kraju samem, velikosti razpoložljivih sredstev … Ponazorimo le najpomembnejše vidike načrtovanja hišnih sončnih elektrarn.




Slika 11: *Kot naklona (a) je kot med vodoravno ravnino in ravnino modula. Azimut (b) nam pove, kako natančno je modul orientiran proti jugu. Graf prikazuje relativno letno proizvodnjo omrežnega PV-sistema v odvisnosti od orientacije (b) in kota naklona (a).*

Najugodnejši kot naklona sončnega generatorja je odvisen od določenih pogojev, pod katerimi sistem deluje. Treba je jasno razlikovati med samostojnimi in omrežnimi sistemi. Omrežni sistemi so običajno optimirani za največji možni letni donos. Ker se uporabi vsa izhodna energija sončnega generatorja v neposredni potrošnji ali se jo pošilja v javno električno omrežje, ima donos sistema enako odvisnost od orientacije in kota naklona kot vpadno sončno sevanje od sončnega generatorja. V osrednji Evropi dosežemo največji letni izkoristek sončnega modula s 30° kotom nagiba in pri azimutu -5°. Odstopanja naklona in orientacije do 20° vodijo do zgolj petodstotnih izgub. Navpične površine, ki so usmerjene proti jugu (južne fasade) omogočajo izkoristke do 70% optimalne vrednosti. Takšna porazdelitev je značilna za celotno osrednjo Evropo. Optimalen kot naklona znaša v Sloveniji okoli 32° in je manjši, kot je povprečen sončni zenit (enakovreden 90° - zemljepisna širina), ker največji delež sončnega sevanja v srednjeevropskem podnebju vpada med toplejšimi šestimi meseci.

### 4.8 Senčenje

Če je le možno, se je senčenju smiselno popolnoma izogniti. Problem senčenja, predvsem delnega senčenja zaradi okoliških objektov ali sosednjih vrst panelov zaradi neustreznega odmika, je mnogokrat podcenjen. Najslabše je delno senčenje zaradi drogov ali dimnikov v neposredni bližini. Pri načrtovanju je pomembno, da nameščeni solarni moduli ne bodo osenčeni. Že zelo majhna osenčen površina lahko znatno zmanjša izhodno moč. Bistveno je doseči neprekinjeno osončenje vsaj med 9. uro in 15. uro, v tem času namreč Zemlja na naši geografski širini prejme 80 % energije sončnega sevanja. V našem primeru izhajamo iz dejstva, da solarni moduli niso osenčeni.

### 4.9 Postavitev FV modulov s fiksnim naklonom in orientacijo

Postavitev solarnih modulov je predvidena na streho objekta, predvidena je podkonstrukcija za pritrditev PV modulov. Za strehe obstoječih objektov je potrebno preveriti statiko.
Predvidena podkonstrukcija solarnih modulov je sestavljena iz nosilcev, kateri se montirajo na strešno konstrukcijo stavb. Obtežba se iz nosilcev prenese na streho. Predvidena je aluminijasta podkonstrukcija za PV panele. Elementi, ki se vijačijo v streho so predvidoma iz materiala, ki je že sam po sebi korozijsko odporen brez dodatnih premazov in nanosov.

Postavitev fotonapetostnih modulov mora biti skladna z izdano študijo požarne varnosti (odmiki od roba sten, požarnih con objekta, …).

## 5 PRIKLJUČITEV MFE NA ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE

Predvidena NN priključitev sončne elektrarne na omrežje se bo izvedla iz obstoječe PMO. Zraven se bo postavila prostostoječa poliesterska omara R_LM v katerem bo izvedeno ločilno mesto in meritve za sončno elektrarno ter vsa potrebna zaščita. Meritve bodo potekale preko žigosanih tokovnikov cl. 0,5; 100/5A na števec električne energije.

Predvidena priključna moč naprave za proizvodnjo električne energije po shemi PS.2, skladno z izdanim soglasjem za priključitev znaša 60 kW.

V PMO se za števčnimi meritvami vgradi 160A varovalčni ločilnik velikosti z varovalkami gG100A, preko katerega se napaja sončna elektrarna (enopolna in tripolna shema so priloga projekta).

PMO in ločilno mesto R_LM sta povezana preko kabelske povezave FG16OR16 4G50mm$^2$. Kabelska povezava med omarama bo potekala po tleh.
Povezava med R_LM in invertejema R1 in R2 bo potekala preko kabla FG16OR16 5G50mm$^2$. Za povezavo se uporabila obstoječa kabelska kanalizacija in kabelska trasa znotraj objekta. Za prehod na streho do sončne elektrarne bo potrebno izvesti preboj do nove kabelske trase. Preboj mora biti dovolj velik da se lahko uporabi polica 100/60, ter ustrezno požarno zavarovan. Vse kabelske police morajo biti pokrite, ter ozemljene.

**Pokrove kabelskih polic kjer je prehod iz kabelske kanalizacije na steno objekta je potrebno trdno pritrditi oz. privijačiti, da teh ni možno enostavno sneti zaradi prisotnosti otrok.**

Prav tako bo potrebno izdelati novo kabelsko traso po strehi za potrebo povezave sončnih panelov.

## 6 LOČILNO MESTO

Zaščita delovanja ločilnega mesta v R_LM bo izvedena z zaščitnim relejem URNA0345-B. S tem je izvedena pod in prenapetostna, nad in podfrekvenčna. Pretokovna in kratkostična zaščit, ki je izvedena v sklopu varovalčnega ločilnika ter odklopnika s motornim pogonom, ta izklaplja v primeru odstopanja nastavljenih parametrov. Zaščita deluje samodejno, ter izklopi elektrarno iz omrežja v primeru odstopanja nastavljenih parametrov.

Avtomatska izklopna naprava za nadzor trifaznih omrežnih sistemov je v skladu z DIN V VDE V 0126-1-1:2006- 02, DIN V VDE V 0126-1 -1 /A1:2012-02 (slovenska odstopanja v skladu z EN 50438, SIST EN 50438 Aneks A*) za fotovoltaične sisteme s trifaznim paralelnim priklopom preko razsmernika na javno omrežje. Avtomatska izklopna naprava je sestavni del prej omenjenega razsmernika. Služi kot nadomestilo za izklopno napravo s funkcijo izolacije, ki je oskrbovalcem omrežja vedno dostopna.
85%<U<111%
47Hz<f<51Hz

Vse izjave o lastnostih za razsmernik vključno z izjavo o lastnostih avtomatske izklopne naprave med generatorjem in javnim nizkonapetostnim omrežjem v sklopu razsmernika.

Nastavitve zaščitnega releja so razvidne iz priložene tabele. Zaščito nastavi SODO.

| **Parameter** | **Največji dovoljen čas delovanja (s)** | **Nastavitve** |
|---|---|---|
| Prenapetostna zaščita (stopnja 2) | 0,2 | $U_n$ + 11 % ... + 15 % |
| Prenapetostna zaščita (stopnja 1) a | 1,5 | $U_n$ + 11 % |
| Podnapetostna zaščita (stopnja 1) b | 1,5 | $U_n$ – 15 % |
| Podnapetostna zaščita (stopnja 2) | 0,2 | $U_n$ – 15 % ... – 30 % |
| Nadfrekvenčna c | 0,2 | 51 Hz |
| Podfrekvenčna c | 0,2 | 47 Hz |

a) Prvo stopnjo prenapetostne zaščite se lahko opusti, če je druga stopnja prenapetostne zaščite nastavljena na Un + 11 %.
b) Prvo stopnjo podnapetostne zaščite se lahko opusti, če je druga stopnja podnapetostne zaščite nastavljena na Un – 15 %.
c) Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.

Dodatno ob v R_LM vgrajen kontaktor za vklop in izklop porabnika z omrežja, ki deluje preko ročnega stikala oziroma zaščite URNA0345-B.

**Razdelilnik – sestav SE_DC**
Na objektu zunaj ob inverterju bo montiran nadometni razdelilnik dimenzij v katerih bo prenapetostna zaščita in odvodnik toka strele, kot je narisano in določeno v tripolnih shemah projekta.

# 7 DIMENZIONIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

## 7.1 Dimenzioniranje kablov

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

- Padec napetosti med generatorjem in razsmernikom naj bo pod 2,5%,
- Padec napetosti med razsmernikom in AC omrežjem naj bo pod 2,5%,
- Skupni padec napetosti med moduli in AC omrežjem naj bo do 5%.

### 7.1.1 Enosmerni tokokrogi

Potreben minimalni prerez za dosego dopustnega padca napetosti v enosmernih tokokrogih se določa z enačbo 6.1:

$$S_{min} = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{mpp-v}}{u\% \cdot U^2_{mpp-v} \cdot \lambda} \quad (6.1)$$

Pri čemer izberemo prerez višji od izračunane vrednosti.
Padec napetosti oziroma izgube v enosmernih tokokrogih se določijo z enačbo 6.2:

$$u\% = \frac{200 \cdot l_v \cdot P_{mpp-v}}{S \cdot U^2_{mpp-v} \cdot \lambda} \quad (6.2)$$

ker je: $S_{min}$ – minimalni prerez kabla

$(mm^2)S$– izbran prerez kabla ($mm^2$)

$l_v$– dolžina kabla niza v eni smeri(m)

$P_{mpp-v}$– moč niza pri STC(W) – iz tabele 2

$U_{mpp-v}$ – napetost vršne moči niza (V) – iz

tabele 2u%-padec napetosti (%)

λ– specifična prevodnost ($Sm/mm^2$)– 56 $Sm/mm^2$zaCu, 35 $Sm/mm^2$zaAl

Pri dimenzioniranju vodnikov za enosmerni tok velja še zahteva, da mora vodnik trajno prenašati 1,25 kratnik toka kratkega stika generatorja.

### 7.1.2 Izmenični tokokrogi

Potreben minimalni prerez za dosego dopustnega padca napetosti v izmeničnih tokokrogih se določa z enačbo 6.3 za enofazne tokokroge oziroma z enačbo 6.4 za trifazne tokokroge:

$$S_{min} = \frac{200 \cdot l_{AC} \cdot P_{AC}}{u\% \cdot U^2_{AC} \cdot \lambda} \quad (6.3) \qquad = \frac{100 \cdot l_v \cdot P_{mpp-v}}{u\% \cdot U^2_{mpp-v} \cdot \lambda} \quad (6.4)$$

Pri čemer izberemo prerez višji od izračunane vrednosti. Padec napetosti oziroma izgube v izmeničnih tokokrogih se določajo z enačbo 5.5 za eno fazne tokokroge oziroma z enačbo 5.6 za tri fazne tokokroge:

$$u\% = \frac{200 \cdot l_{AC} \cdot P_{AC}}{S \cdot U^2_{AC} \cdot \lambda} \quad (6.5) \qquad u\% = \frac{100 \cdot l_{AC} \cdot P_{AC}}{S \cdot U^2_{AC} \cdot \lambda} \quad (6.6)$$

Ker je:

$S_{min}$– minimalni prerez kabla($mm^2$)S izbran prerez kabla ($m^2$)

$l_{AC}$– dolžina kabla(m)

$P_{AC}$– moč (W)

$U_{AC}$– nazivna izmenična napetost(V)

$u_{\%}$–padec napetosti (%)

λ– specifična prevodnost (Sm/$mm^2$) – 56 Sm/$mm^2$ za Cu, 35 Sm/$mm^2$ za Al

### 7.2 Zajemanje in prenos podatkov

Za zajemanje in prenos podatkov bodo razsmerniki povezani preko »ethernet« kabla do modema, kateri bo povezan na internet. Podatki se bodo iz razsmernikov preko interneta pošiljali na spletni portal, na katerem je možno podatke spremljati preko računalnika.

Običajno se spremljajo sledeči podatki:
- trenutna moč sončne elektrarne (W)
- dnevna proizvodnja električne energije (kWh)
- mesečna proizvodnja električne energije (kWh)
- vsa doslej proizvedena energija (kWh)
- prihranek izpusta CO2 (€)

Podatki se prikazujejo v obliki številk, tabel in diagramov.

#### 7.2.1 Odstranjevanje odvečnega snega

V primeru velikih količin zapadlega snega je potrebno odstraniti sneg iz modulov. Dovoljena obremenitev modula je odvisna od vrste modulov. Podatke o obremenitvi modulov lahko najdete v tehničnih podatkih, ki so priloženi kot priloga.

**ODSTRANJEVANJE ODVEČNEGA SNEGA S STREHE**

- **Pri odstranjevanju snega je potrebno upoštevati navodila iz varstva pri delu.**
- **Sneg naj odstranjujejo samo za to usposobljeni delavci, ki so seznanjeni z navodili iz varstva pri delu.**
- **Pri odmetavanju snega s strehe je potrebno ustrezno zaščititi okolico objekta.**
- **Delavci morajo biti ustrezno varovani.**
- **Pri odstranjevanju snega s panelov je potrebno biti pazljiv, da se ne poškodujejo.**
- **Sneg je potrebno ODSTRANITI S STREHE IN NE PREMEŠČATI NA NEIZKORIŠČENO POVRŠINO STREHE. Najprej se odstranjuje sneg v območju pohodnih poti in nato med moduli.**

## 8 PROJEKTANTSKI POPIS OPREME IN STORITEV

| OZNAKA | NASLOV |
|---|---|
| SPC-E-Z-2024-1 | Projektantski popis opreme in storitev |

## 9 TEHNIČNI PRIKAZI

| OZNAKA | NASLOV |
|---|---|
| SHE-E-Z-2024-1 | Enopolna shema in tripolne sheme |

## 10 IZRAČUNI

| OZNAKA | NASLOV |
|---|---|
| IZR-E-Z-2024-1 | Izračuni |