

TEHNIČNO POROČILO

1	SPLOŠNI OPIS IN LOKACIJA	2
2	NAČRT S PODROČJ A ELEKTROTEHNIKE	3
3	TEHNIČNI POGOJI	4
4	PRIKLJUČITEV MSE	5
4.1	Ločilno mesto	5
5	OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI	6
5.1	Osnovni podatki opreme	6
5.2	Ožičenje modulov in zaščita vodnikov	8
5.3	Montažna pod konstrukcija	8
6	KARAKTERISTIKA JALOVE ENERGIJE	9
7	ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE IN OZEMLJILA	10
8	IZVEDBA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	11
8.1	DC vodniki	11
8.2	AC vodniki	11

PRILOGE TEHNIČNEMU POROČILU:

- POPIS DEL ZA IZVEDBO - FE OŠ JANKA MODRA - PODRUŽNICA DOLSKO
- ELEKTROENERGETSKI PRERAČUN
- SOLAR EDGE IZRAČUN – FE OŠ JANKA MODRA - PODRUŽNICA DOLSKO
- SOLAR EDGE – STRING REPORT
- TEHNIČNI PODATKI OSNOVNE OPREME MSE

1 SPLOŠNI OPIS IN LOKACIJA

Predmet projekta je namestitev sončne elektrarne nazivne moči 60 kW, na strehi obstoječega objekta OŠ JANKA MODRA - PODRUŽNIČNA ŠOLA DOLSKO, Dolsko 85, 1262 Dol pri Ljubljani. Sončni generator z inštalirano nazivno močjo foto napetostnih modulov 85,50 kWp, bo nameščen na strehi obstoječega objekta.



Slika 1- lokacija objekta

2 NAČRT S PODROČJ AELEKTROTEHNIKE

Načrt s področja elektrotehnike (Načrt električnih inštalacij in električne opreme) je izdelan v skladu z Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov.

Vse tehnične rešitve v projektu so usklajene z ostalimi načrti, pri izdelavi projektne dokumentacije so upoštevani naslednji pravilniki in tehnične smernice:

- Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele
- Tehnična smernica TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita Raba Energije
- Tehnična smernica TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije.
- Tehnična smernica TSG-N-003:2021 Zaščita pred delovanjem strele

Vse električne inštalacije morajo biti izvedene v skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (UL RS št. 140/21) ter veljavno Tehnično smernico - TSG-N-002:2021, Nizkonapetostne električne inštalacije.

Poleg tega je treba upoštevati tudi smernico SZPV 408 - Požarnovarnostne zahteve za električne in cevne napeljave v stavbah, kjer so obravnavane zahteve za kable glede na odziv na ogenj (SIST EN 50575) ter požarno odpornost kablov (P in PH zahteve).

Vse električne inštalacije na objektu je potrebno kontrolirati v predpisanih rokih, skladno s pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 140/21 - 13. člen). Vzdrževanje električnih inštalacij in naprav naj bo zaupano strokovno usposobljenim osebam, ki so dolžne dela opravljati vestno in po ustreznih standardih.

Za ves uporabljen elektroinštalacijski material je potrebno predložiti ustrezne izjave o lastnostih, ter ustrezne izjave o skladnosti za vso vgrajeno električno opremo.

Pred namestitvijo foto napetostne elektrarne je potrebno:

- Izdelati in predložiti statični preračun za pod konstrukcijo - sneg- veter.
- Presojo požarne varnosti

Opomba:

Vse tehnične rešitve in opremo v zvezi s priključitvijo foto napetostne elektrarne v distribucijski sistem, je potrebno prilagoditi in uskladiti s soglasjem za priključitev.

3 TEHNIČNI POGOJI

Izvajalec elektro instalacij in ostale opreme je dolžan uporabiti elektro instalacijski 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 pričetkom 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 pisмено obvestiti projektanta in nadzorni organ, ter zahtevati pisno soglasje o potrebni spremembi.

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

- zaščite pred električnim udarom, vštrevši 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 potenciala;
- izolacijske upornosti električne instalacije;
- zaščite z električno ločitvijo tokokrogov;
- samodejni odklop napajanja;
- funkcionalnost;
- meritve izolacijske upornosti;
- kontrolo zaščitnih tokokrogov;
- kontrolo ozemljitvene upornosti;
- meritve upornosti kvarne zanke;
- preverjanje delovanja zaščitnih stikal na diferenčni tok

O pregledih, meritvah, kontrolah in servisnih posegih se vodi pisna dokumentacija. Pregled in preizkus po končani montaži je potrebno izdelati v smislu Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne inštalacije v stavbah (Ur. list RS, št. 140/21) in pripadajoče tehnične smernice TSG-N-002:2021, ter Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l.RS št. 140/21) in pripadajoče tehnične smernice TSG-N-003:2021.

Po končani montaži je potrebno predati certifikat o skladnosti za celotno PN - proizvodno napravo, vključno s certifikati vgrajenih komponent, skladno s:

- navodili SOND SE priloga 5
- področnimi standardi - skupina EN 41438 in ostali

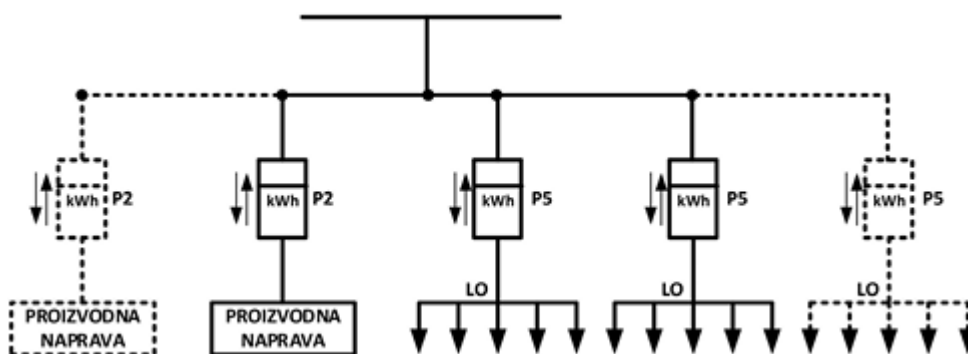
4 PRIKLJUČITEV MSE

Priključitev FE v distribucijsko električno omrežje je urejena preko interne inštalacije naročnika in sicer preko novega R-AC-LM v nov priključno merilni razdelilnik PS-PMR, ki bo nameščen v neposredni bližini objekta.

Razdelilnik PS-PMR bo opremljen z merilnimi napravami določenimi v soglasju za priključitev.

Proizvodni vir bo priključen po shemi PS.3B - za priključevanje skupnostne samooskrbe in v skladu s Sistemskimi obratovalnimi navodili za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE) Ur. list RS št 77/24.

Tipska shema priključitve PS-3B:



Merilno Mesto P2 - proizvodni vir

- **Nazivna napetost:** skladno s soglasjem za priključitev
- **Lokacija:** PS-PMR
- **Merilna naprava:** skladno s soglasjem za priključitev
- **Prestavno razmerje TMT:** skladno s soglasjem za priključitev
- **Prenapetostna zaščita:** Odvodnik prenapetosti razred II

4.1 Ločilno mesto

Ločilno mesto zagotavlja zanesljivo ločitev generatorja od javnega omrežja v vseh obratovalnih primerih, ko bi lahko nekontrolirana oddaja energije v javno omrežje povzročila gmotno škodo ali ogrozila delo na napravah izven elektrarne. Ločilno mesto omogoča ročno ločitev elektrarne od omrežja.

- **Kot ločilno mesto je vgrajen odklopnik na 0,4 kV napetostnem nivoju, ki je lociran v novem razdelilniku R-AC-LM**
- **Na ločilnem mestu za avtomatsko ločitev elektrarne od omrežja lociranem v R-AC-LM je vgrajen odklopnik z izklopno tuljavo, ki je vključena v izklopni tokokrog zaščitnih naprav,**

- Vsak izpad napetosti, tudi izpad posamezne faze v internem omrežju povzroči avtomatsko ločitev elektrarne od omrežja. Avtomatska ločilna naprava omogoča tudi mehansko ločitev kontaktov napajalne faze.
- Če se odklopnik ločilnega mesta izključi zaradi delovanja zaščitnih naprav na ločilnem mestu, ostane izključen, dokler niso izpolnjeni pogoji za ponovni vklop.
- Ročni izklop je urejen preko tipke za zasilni izklop sončne elektrarne, ki je nameščena na fasadi objekta in vezana na glavno stikalo v razdelilniku +R-AC-LM
- V razdelilniku PS-PMR je vgrajeno ločilno stikalo, za blokado vklopa MSE, ki bo povezano v razdelilnik +R-AC-LM

5 OSNOVNI TEHNIČNI PODATKI

Inštalirana moč elektrarne je **85.5 kW_p**,

Pričakovana letna proizvodnja električne energije je **90.75 MWh**.

Konična moč na mestu priključitve: **66.6 kW**,

Konični tok na mestu priključitve: **86.6 A**,

Jakost varovalnega elementa na mestu priključitve: **100 A**

5.1 Osnovni podatki opreme

Foto napetostni moduli

Foto napetostni modul je element, ki osvetljen s sončno svetlobo, pretvarja svetlobno energijo direktno v električno. Foto napetostni moduli so izdelani iz več medsebojno povezanih sončnih celic, ki so vstavljene v primeren okvir iz eloksiranega aluminija, ki jim zagotavlja primerno mehanično robustnost in so prekriti s ploščo iz kaljenega stekla. Ta omogoča zaščito modula pred dežjem, ledom, točo, itd., hkrati pa odlično prepušča vpadlo sončno svetlobo k sončnim celicam. Za doseg večjih moči pa sončne module povezujemo v zaporedno in vzporedno vezavo. Tak sistem imenujemo sončni generator.

Foto napetostni modul	Trinasolar TSM-450 NEG9R.28
Največja moč (P _{max})	450 W
Napetost pri P _{max} (V _{mpp})	44,6 V
Tok pri P _{max} (I _{mpp})	10,09 A
Kratkostični tok (I _{sc})	10,74 A
Napetost odprtih sponk (V _{oc})	52,9 V
Dimenzije (d x š x v)	1762 x 1134 x 30 mm
Teža	21 kg

SKUPNO ŠTEVILO FOTONAPETOSTNIH MODULOV: 190 kom

Optimizatorji moči SolarEdge S1000

Optimizator moči je DC-DC pretvornik, ki je priključen med izhodom solarnega modula in omrežnim razsmernikom SolarEdge. S pomočjo vgrajenega sledilnika točke največje moči zagotavlja optimalno proizvodnjo električne energije, ker je posebej ugodno v primerih delnega senčenja, namestitvi modulov z različnimi orientacijami in nakloni. Optimizator je opremljen s funkcijo SafeDC, ki samodejno izklopi napetost v solarnih moduli, kadar pride do izklopa elektrarne iz električnega omrežja, ob izklopu DC stikala na razsmerniku, ob termični preobremenitvi in ob detekciji obloka. Na izhodu po izklopu ostane le varnostna napetost 1 V.

Značilnosti

- Namestitev na okvir PV modula
- Energijski donosi višji do 25 %
- Visok izkoristek do 99.5 %
- Hitra in enostavna namestitev
- Varnostni avtomatski izklop
- Nadzor nad delovanjem vsakega modula

Tehnični podatki

- Nazivna moč na vhodu 1000 W
- Najvišja enosmerna vhodna napetost 125 V
- Območje delovanja MPPT 12,5-105 V
- Najvišji kratkostični tok 15 A
- Največji izkoristek 99.5 %
- Uravnotežena učinkovitost: 98.6 %
- Zaščitni razred II
- Najvišji enosmerni izhodni tok 18 A
- Najvišje enosmerna izhodna napetost 80 V
- Enosmerna izhodna varnostna napetost ob izklopu 1 V
- Dimenzije 129x162x52 mm
- Zaščita IP68
- Priključki MC4

SKUPNO ŠTEVILO OPTIMIZATORJEV MOČI: 96 kom

Omrežni razsmernik SolarEdge

Omrežni razsmernik pretvarja enosmerno napetost, ki jo proizvedejo sončni moduli, v izmenično napetost sinusne oblike, ki je sinhronizirana z napetostjo distribucijskega električnega omrežja priključeno na objekt. Napaja tri faze električnega omrežja. Razsmernik deluje popolnoma avtomatizirano. Takoj ko je sončno obsevanje zadostno za paralelno delovanje z omrežjem, kontrolna enota sproži sinhronizacijo z omrežjem in pošiljanje energije vanj. Ponavadi je za pričetek delovanja zadosti že nekaj W_p moči sončnega generatorja. Razsmernik med delovanjem stalno sledi točki največje moči sončnega generatorja (MPPT – Maximum Power Point Tracking). Kakor hitro ob mraku ni več zadostne moči iz sončnega generatorja, se razsmernik avtomatično odklopi od omrežja in se ugasne. Ker se kontrolna enota napaja direktno iz sončnega generatorja, se razsmernik ponoči avtomatično ugasne in ne porablja nobene energije za delovanje. Razsmernik je načrtovan tako, da lahko obratuje s sončnimi generatorji s širokim območjem vhodnih napetosti. Nanj lahko zato priključimo module različnih proizvajalcev, le da pri tem ne prekoračimo napetostnega nivoja.

SE66,6K**DC Vhod**

Najvišja vhodna moč	116,5 kW (2×58,2 kW)
Najvišji dopustni vhodni tok	2×48,25 A
Nazivna vhodna napetost	680-1000 V
Najvišja dopustna vhodna napetost	1000 V
Število vhodov	8 MC4

AC Izhod

Izhodna napetost	3×400 VAC
Izhodna frekvenca	50 Hz
Nazivna moč	66,6 kVA
Največji izhodni tok	96,5 A
Največji izkoristek/Euro-eta	98 %
Masa	32 kg
Temp. območje delovanja	-40°C...+60°C
Zaščita	IP65

SKUPNO ŠTEVILO RAZSMERNIKOV: 1 kom

5.2 Ožičenje modulov in zaščita vodnikov

Uporabijo se UV odporni vodniki z dvojno izolacijo. Vodniki med sončnimi moduli so mehansko zaščiteni pred poškodbami zaradi vetra ali plazenja ledu. Zaradi varnosti uporabnikov in požarne varnosti objekta imajo inštalacijski vodniki med seboj in proti zemlji določeno izolacijsko upornost. Sončni moduli so izolirani v skladu z zaščitnim razredom II.

5.3 Montažna pod konstrukcija

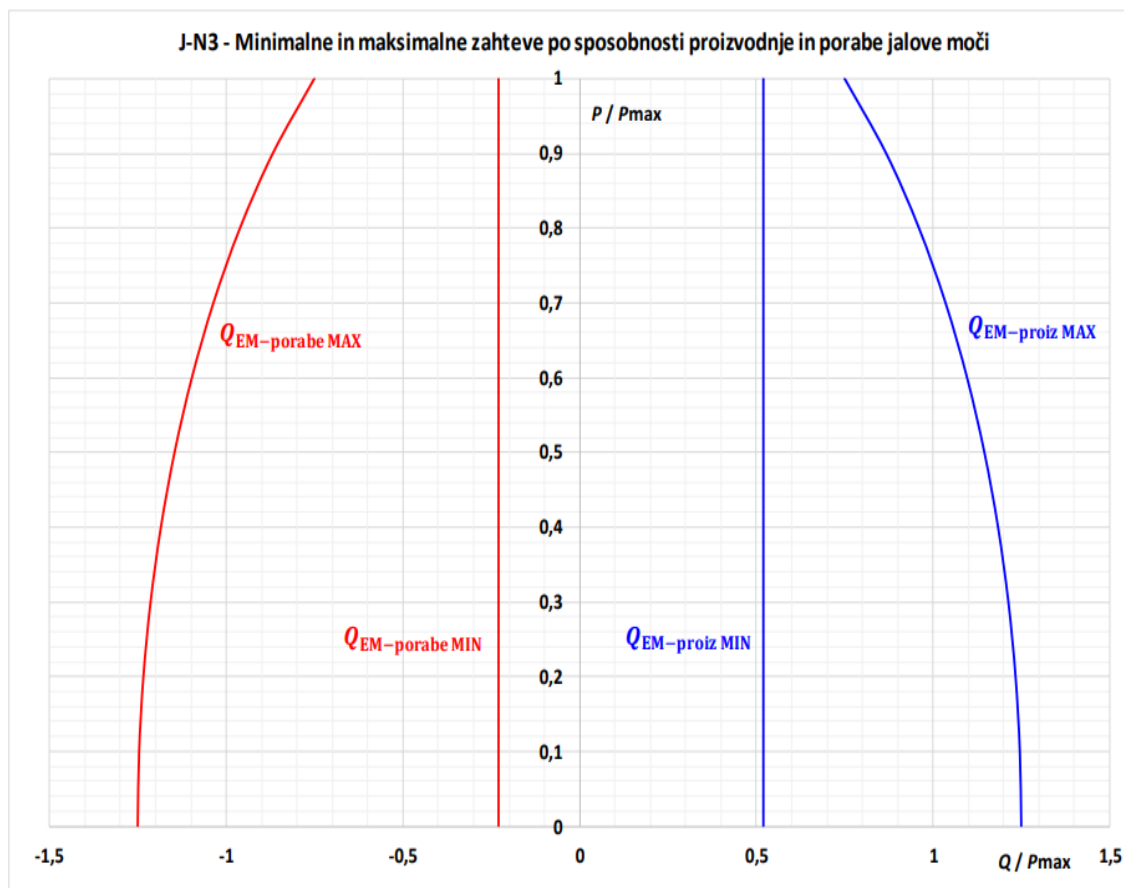
Tipska montažna pod konstrukcija je urejena s postavitvijo in vijačno pritrditvijo na streho objekta. Sočasno z nameščanjem modulov na pritrdilno konstrukcijo je urejena tudi električna povezava med njimi. Maksimalna dimenzija polja modulov: **40,0 × 40,0 m**.

Minimalni odmik modulov in drugih gorljivih instalacij sončne elektrarne od svetlobnikov, oken, kupol, odprtín za odvod dima in toplote in drugih požarno nezaščitene površin: **1,0m**.

Minimalna širina proste površine okrog naprav na strehi: **1,0 m**.

6 KARAKTERISTIKA JALOVE ENERGIJE

- Proizvodna naprava mora glede na tip **(B)** izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.
- Proizvodna naprava mora glede na tip (B) izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja jalove moči skladno z zahtevami iz poglavij XI.1 ali XI.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Karakteristika jalove moči: **(J-N3)**



Slika XII.4: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N3.

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči)

7 ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE IN OZEMLJILA

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPS (Lightning Protection System) je sestavni del objekta in je združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu. LPS je 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.

Po montaži naprave za proizvodnjo električne energije se na obstoječ sistem dogradi lovilni vod in namestijo lovilne palice. Sistem bo ustrezal nivoju 4 zaščite.

Ker je na strehah pločevinasta kritina - prevodni material, se predvidi povezan sistem ozemljevanja, konstrukcija FE in lovilni vod strelovoda se poveže na strehi objekta.

Dodatno se namestijo lovilne palice ki varujejo napravo FE pred direktnim udarom strele. V večji meri se uporabijo obstoječi odvodi in ozemljila, ki se pred izvedbo del preverijo z meritvami, in po potrebi sanirajo.

Na strehah, kjer na pločevinasti strehi še ni izveden lovilni sistem se ta izvede z vodnikov Al fi 8 mm.

Zaščitno področje je določeno po metodi kotaleče krogle v skladu s standardom SIST EN 62305-3 za izbran IV. zaščitni nivo. Minimalna vrednost toka strele za izbran IV. zaščitni nivo znaša 10 kA in 0,5m končne preskočne razdalje (D).

Zaščitni nivo	Vrsta LPS	Polmer kotaleče krogle (m)	Velikost mrežne zanke (m)	Razdalje med odvodi (m)
I	I	20	5x5	10
II	II	30	10x10	10
III	III	45	15x15	15
IV	IV	60	20x20	20

OPOZORILO!

Pred priključitvijo naprave za proizvodnjo električne energije na omrežje je potrebno obvezno izmeriti ozemljitveno upornost, ki mora biti $R_{st} < 5 \Omega$!

Škodljive učinke na električne naprave, zaradi udarov strele v bližnji okolici, se prepreči z prenapetostnimi odvodniki. Prenapetostna zaščita z odvodniki prenapetosti bo izvedena na DC in AC strani. Razsmerniki so opremljeni s prenapetostno zaščito na DC in AC strani. Ozemljeni poli odvodnikov so vezani na glavno zbiralnico za izenačenje potencialov (GIP). Zaščitno področje je določeno po metodi kotaleče krogle v skladu s standardom SIST EN 62305-3 za izbran III. zaščitni nivo.

Pregled zaščite pred udarom strele je potrebno izvesti:

- po končani montaži strelovodne naprave
- po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt
- v rednih periodičnih presledkih (skladno s pravilnikom)

O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz njega mora biti razvidno ali je strelovodna naprava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna.

Izenačitev potencialov

Izvedena bo izenačitev potencialov montažne podkonstrukcije modulov, z ozemljitvijo objekta. Izenačitev potencialov med razsmernikom in obstoječo ozemljitvijo objekta bo izvedena z vodnikom H07V-K 1x35 mm² rumeno/zelene barve. Praviloma se ozemljilo pelje izolirano od strelovoda, v primeru, da ni možno zagotoviti učinkovite ločitve se podkonstrukcija poveže z lovilnim sistemom strelovoda.

Zaščitna ozemljitev

Kot zaščitna ozemljitev se bo uporabila obstoječa zaščitna ozemljitev. Obstoječi valjanec bo priključen na glavno izenačitev potencialov sončne elektrarne.

8 IZVEDBA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

8.1 DC vodniki

Foto - napetostni moduli so praviloma že opremljeni s priključnimi dozami s konektorji, ki omogočajo enostavno povezovanje s pred-konfekcioniranimi kabli z določenimi dolžinami, kar omogoča hitro in zanesljivo povezovanje modulov, obenem pa zagotavlja tudi dolgotrajno zanesljivo delovanje naprave za proizvodnjo električne energije.

Foto - napetostni moduli bodo nameščeni na strehi stavbe bodo povezani z DC priključki razsmernikov z DC kabli preseka 6 mm². Kabli bodo na vsaki strani zaključeni z deklariranimi konektorji, ki omogočajo spojitve modulov na eni strani in razsmernikov na drugi. Vodnika za + in – imata dvojno izolacijo. Vodniki med sončnimi moduli so mehansko zaščiteni pred poškodbami zaradi vetra ali plazenja ledu. Zaradi varnosti uporabnikov in požarne varnosti objekta imajo inštalacijski vodniki med seboj in proti zemlji določeno izolacijsko upornost.

8.2 AC vodniki

Izračuni za AC vodnike so narejeni s pomočjo programa SIMARIS design Professional V11.1.0, firme Siemens, ki ima naslednje funkcije:

- izračun padcev napetosti,
- izračun obremenitve kablov, transformatorjev, mreže,
- izračun minimalnih kratkih stikov za nastavitev kratkostične zaščite,
- izračun kratkostične stikalne zmogljivosti,
- izbor stikalnih aparatov...

Rezultati izračunov so priloženi načrtu. Izbrane nizkonapetostne naprave ustrezajo pogojem vgradnje. Za zaščitne elemente so izbrani odklopniki, katerih izklopni časi so manjši od 40ms.

V izračunih je bilo upoštevano naslednje:

- tip polaganja kablov; energetski dovodi je tip E, vodniki položeni na kabelsko polico
- faktor polaganja za kable v zemlji je 0,8
- upoštevan je faktor zaradi povišanja temperature

Pri polaganju kabla je potrebno paziti na temperaturo okolice. Po navodilih proizvajalca naj ne bi bila nižja od 5° C. V primeru nižje temperature okolice, je potrebno kabel predhodno segreti. Prav tako je potrebno upoštevati karakteristične odmike elektro inštalacij od ostalih komunalnih vodov. Posebno je treba biti pozoren, da se ne poškoduje površina kablov in s tem tudi izolacija kabla.

PRILOGE TEHNIČNEMU POROČILU:

- POPIS DEL ZA IZVEDBO - FE OŠ JANKA MODRA - PODRUŽNICA DOLSKO
- ELEKTROENERGETSKI PRERAČUN
- SOLAR EDGE IZRAČUN – FE OŠ JANKA MODRA - PODRUŽNICA DOLSKO
- SOLAR EDGE – STRING REPORT
- TEHNIČNI PODATKI OSNOVNE OPREME MSE