

### **3 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

#### **3.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU**

<i>Proj. organizacija:</i>	<b>STUDIO RAZVOJ, storitve inženirja d.o.o. Kočevarjeva ulica 7 8000 Novo mesto</b>
<i>Investitor/Naročnik:</i>	<b>OBČINA JURŠINCI Juršinci 3b 2256 Juršinci</b>
<i>Za gradnjo:</i>	<b>Nova gradnja</b>
<i>Objekt:</i>	<b>Fotonapetostna elektrarna MSE Juršinci 2 – Osnovna Šola</b>
<i>Odgovorni projektant:</i>	<b>Mitja Lisec, univ.dipl.inž.el. E-1374</b>
<i>Vrsta projektne dokumentacije:</i>	<b>PZI</b>
<i>Kraj in datum izdelave projekta:</i>	<b>Novo mesto, november 2023</b>
<i>Št. načrta/mape:</i>	<b>113/2023-PV</b>
<i>Izvod:</i>	<b>1 2 3 4</b>

### 3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA 113/2023-PV

**Številka projekta:**

113/2023

**Številka načrta / mape:**

113/2023-PV

3.1 Naslovna stran načrta

3.2 Kazalo vsebine načrta

3.3 Tehnično poročilo

Priloga 1\_izračun AC kablov

Priloga 2\_izračun DC stringa

Priloga 3\_Popis materiala in del

3.4 Risbe

- Lokacije razsmernikov, omar in trase kablov
- Vezalne sheme omar in razsmernikov
- Elektro shema fotonapetostne elektrarne
- Sheme omar
- Dodatni strelovodni lovilci
- Križanja
- Razporeditev PV modulov
- Soglasje za priključitev
- Lovilna strelovodna mreža

### **3.3 Tehnično poročilo**

#### **3.3.1 Splošno**

Projekt zajema postavitve sončne elektrarne na strehah objekta Osnovne Šole Juršinci – Telovadnica in prizidek telovadnici. S soglasjem za priključitev dovoljena električna moč PV elektrarne je 238kW. Projekt elektrarne in priključka je projektiran v skladu s soglasjem za priključitev v omrežje št.: 145935-O/1459395-P, ki ga izdaja Elektro Maribor.

Lokacija oz. mesto priključitve je v R-PMOPV omari, ki se namesti ob transformatorsko postajo TP T-851 Juršinci - center. V skladu s soglasjem se izvede nov kabelski priključek do transformatorske postaje do Osnovne šole. Števec meritev porabe električne energije bo nameščen v prostostoječi omari ob TP kot je zahtevano v soglasju za priključitev.

Postavitev panelov sončne elektrarne je izvedena na strehah objekta. Presoja nosilnosti konstrukcije strehe ni predmet načrta električnih inštalacij.

#### **Upoštevani tehnični predpisi**

Tehnične smernice:

TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije

TSG-N-003:2021 Zaščita pred delovanjem strele

TSG-N-001:2019 Požarna varnost v stavbah

Predpisi:

Ur.I RS št. 199/21, 105/22 : Gradbeni zakon

Ur.I RS št. 30/23: Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov

Ur.I RS št. 140/21, 199/21: Pravilnik o nizkonapetostnih inštalacijah v stavbah

Ur.I RS št. 140/21, 199/21: Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele

Navodila in priloge SONDSEE

Tipizacija merilne opreme SODO

#### **3.3.2 Fotonapetostni moduli**

Za sončno elektrarno je izbran monokristalni modul Jinko Solar TIP JKM440N-54HL4R-V Tiger Neo N-type električne nazivne moči 440kWp. Pritrditev modula je izvedena na konstrukcijo, ki bo položena na strehah objektov v sklopu Osnovne šole.

Nosilno konstrukcijo se vsaj na dveh mestih na vsaki strehi poveže na izenačitev potencialov, ki je povezana z glavno izenačitvijo potenciala v objektu.

PV elektrarna je sestavljena iz solarnih modulov, optimizatorjev moči in razsmernikov. Za PV elektrarno nameščeno na Osnovni šoli so izbrani elementi s spodaj opisanimi karakteristikami.

### Tehnični podatki izbranega PV modula

TIP	JKM440N-54HL4R-V Tiger Neo N-type – Jinko Solar		
Pmpp	Vršna moč	W <sub>p</sub>	440
Umpp	Napetost vršne moči	V	32,81
Impp	Tok vršne moči	A	13,41
Isc	Kratkostični tok	A	13,86
Uoc	Napetost odprtih sponk	V	39,38
	Izkoristek PV modula	%	22,02
	Temperaturni koeficient moči	%/°C	-0,29
	Temperaturni koeficient toka	%/°C	0,045
	Temperaturni koeficient napetosti	%/°C	-0,25
	Dolžina	mm	1762
	Širina	mm	1134
	Globina	mm	30
	Teža	kg	22

### 3.3.3 Optimizatorji moči

TIP	S1000 (2:1) in (1:1)		
	Moč na vhodu - DC	W	< 1000
	Absolutna maksimalna napetost na vhodu	VDC	<125
	MPPT področje delovanja	VDC	12,5 – 105
Isc	Konstantni tok na vhodu	ADC	15
	Maksimalen izkoristek	%	99,5
	Nominalni izkoristek	%	98,8
	Prenapetostna zaščita kategorije		II
	Maksimalni izhodni tok	ADC	18
	Maksimalna izhodna napetost	VDC	80
	Maksimalna dovoljena napetost	VDC	1000
	Temperaturno območje delovanja	°C	-40 do +85
	IP zaščita		IP68
	Teža	kg	1,064
	Dolžina	mm	129
	Višina	mm	165
	Globina	mm	52

### 3.3.4 Razsmernik

Predvidena je namestitev razsmernikov 4 x SolarEdge SE66.6k.

Izbrani razsmerniki delujejo popolnoma avtomatizirano.

V primeru nezadostnega sončnega obsevanja se razsmerniki izklopijo in čakajo na ponovno zadostno sončno obsevanje. Hkrati razsmernik sledi točki največje moči solarne generatorja, ponoči ko iz solarne generatorja ni več zadostne moči se razsmernik izklopi in praktično ne troši električne energije.

Za detekcijo prisotnosti faz NN omrežja je v priključno merilni omari vgrajen nadzorni rele prisotnosti faz. V primeru izpada vseh treh faz ali posamezne faze rele avtomatsko izklopi elektrarno od NN omrežja in jo prav tako priključi v primeru prisotnosti vseh treh faz.

Za stalno ločitev elektrarne od omrežja je v priključno merilni omari predvideno ločilno stikalo z motornim pogonom in vgrajeno možnostjo izključitve (lokalno in daljinsko) ter onemogočena ponovna vključitev. Kot varnostni element je predvideno tudi stikalo s ključem, da se lahko fizično prepreči ponovni vklop v kolikor je potrebno.

#### Tehnični podatki trofaznega razsmernika (SolarEdge SE66.6k)

Enosmerni vhod		
$P_{DCMAX}$	Maksimalna moč na DC strani	157500 W
$U_{DCMAX}$	Maksimalna vhodna napetost	1000 V
$U_{MPP}$	Območje vhodne napetosti	680-1000V
$I_{PVMAX}$	Maksimalni vhodni tok	3x43,5 A
	Število vhodov	8 (MC4 konektor)

Izmenični izhod		
	Trifazni (3f)	
$P_{ACMAX}$	Maksimalna moč na AC strani	66600 VA
$P_{AC}$	Največja izhodna moč	66600 VA
$I_{AC}$	Maksimalni izhodni tok	96,5 A
$U_{AC}$	Nazivna izhodna napetost	3 /N/ PE, 230V / 400V
$f_{AC}$	Nazivna frekvenca	50 Hz
$\cos\phi$	Fazni premik	-0,8 - +0,8

Ostali parametri		
	Največji izkoristek	98,3 %
	Euro izkoristek	98 %
	Topologija	Brez transformatorja
	Zaščita	IP 65
	Dimenzije – synergy unit	558 x 328 x 273 mm
	Synergy manager	360 x 560 x 295 mm
	Masa	80 kg

### Dimenzioniranje sončne elektrarne

	Število predvidenih modulov	kos	712
$P_{PV}$	Inštalirana moč solarnega generatorja	kW	313,28kW
$P_{SE}$	Priključna moč sončne elektrarne	kW	238kW

#### 3.3.5 Montaža sončne elektrarne

PV moduli bodo nameščeni na strehah objektov. Inštalacija vodnikov je predvidena po nosilni konstrukciji in v zaščitnih ceveh. Predvidenih je pet razsmernikov posebej za vsak sklop elektrarne, ki je porazdeljena na strehah. Ob panelih so nameščene tudi priključne DC omare z DC talilnimi varovalkami in DC prenapetostno zaščito. Vsi stringi na posamezne razsmernike so povezani preko DC omar. Izhodni del razsmernikov je povezan preko AC omar kjer je nameščena talilna varovalka za ščitenje kabla. V R-AC1 se vse štiri linije združijo in vodijo v R-PMOPV, ki je ob TP v prostostoječi omari.

Nosilno konstrukcijo je potrebno na več mestih ozemljiti z vodnikom H07V u vlečenem v PVC zaščitno cev.

Nosilna konstrukcija je predvidena v skladu s kritino strehe, ki bo v našem primeru trapezna pločevina.

#### 3.3.6 Ožičenje solarnih modulov

Ožičenje solarnih modulov je predvideno z izvedbo med namestitvijo na podkonstrukcijo z originalnimi vodotesnimi kabelskimi priključki (hitro spojne vtične povezave MC4). Ožičenje naj bo izvedeno tako, da sta + in – vodnik čim bližje skupaj, tako da ne naredimo večjih škodljivih induktivnih zank, ki bi škodljivo delovale v primeru pojava strele. S kabli tip Radox 6 mm<sup>2</sup> izvedemo ožičenje do DC omare in naprej do DC dela razsmernika. Kabli se položijo v zaščitni spiralni cevi oz. na INOX kabelske police, ki se pritrdijo pod kovinsko nosilno konstrukcijo PV modulov, streho in stene. Vodniki se ne smejo dotikati strehe na zunanem območju. Tip solarnih vodnikov mora biti Radox Solar 125 H1Z2Z2-K ali drugega proizvajalca, ki ustrezata požarnim zahtevam.

#### 3.3.7 Potek priključnega kabla

Od priključne omare R-PMOPV do Osnovne šole se položi nov kabelski vod dimenzije 2x4x240mm<sup>2</sup> – Aluminij u vlečen v zaščitno cev  $\phi$ 160. Meritve proizvodnje naprave so nameščene v novo R-PMOPV, ki bo nameščena ob TP. Od nove R-PMOPV se izvede nov kabelski jarek do Osnovne šole. Pri izvedbi kabelskega voda je potrebno upoštevati način polaganja kabla. V jarek se izvede posteljica na katero se položi cev in vanjo u vleče kabel. Cev se zasuje in v jarek položi valjanec. Pred popolnim zasutjem jarka se položi še opozorilni trak »POZOR ELEKTRIKA«. Ostala križanja in približevanja je potrebno izvesti v skladu s spodnjimi navodili.

Kabelska trasa je predvidena po parc.št. 11/5, 14, 715/4, 719, 8/1, 189/4, 189/5, 713/1, 731/3, 731/4 k.o. 358 Juršinci.

### **Približevanje in križanje elektroenergetskih kablov do 1 kV z ostalimi objekti in komunalnimi vodi**

#### **Vodovod**

- približevanje:  
 $R_{\min}$  = razmak med najbližjimi robovi inštalacij  
 $R_{\min} \geq 0,5$  m za cevovode nižjega tlaka in za hišne priključke  
 $R_{\min} \geq 1,5$  m za magistralne primarne cevovode  
30% v primeru, če sta obe inštalaciji zaščiteni s posebno mehansko zaščito
- križanje:  
 $d$  = svetli razmak  
 $d \geq 0,5$  m za magistralne primarne cevovode  
 $d \geq 0,3$  m za priključne cevovode  
(razmaka sta enaka tudi v primeru zaščitne cevi za kabel)

#### **Kanalizacija**

- približevanje:  
 $d \geq 1,5$  m za kanale večje ali enake fi 60/90 cm  
 $d \geq 0,5$  m za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke
- križanje:  
 $h$  = globina od temena  
 $d \geq 0,3$  m  
 $h \geq 0,8$  m kot mehanska zaščita se polagajo TPE cevi fi 160 mm ali 200 mm v sloju 5 cm suhega betona  
 $h < 0,8$  m kot mehanska zaščita se polagajo Fe cevi fi 150 mm v sloju 5 cm suhega betona

#### **Telekomunikacijski vodi**

- približevanje:  
 $d \geq 0,3$  m
- križanje:  
 $d \geq 0,3$  m  
Križanje se izvede praviloma pod kotom  $90^\circ$ , nikoli pa ne manjšim od  $45^\circ$ .

#### **Električni kabli od 1 do 20 kV**

- približevanje:  
 $d \geq 0,07$  m do 1 kV  
 $d \geq 0,15$  m do 10 kV  
 $d \geq 0,20$  m do 20 kV

#### **Javna razsvetljava**

- približevanje:  
 $d \geq 0,3$  m

## **Drevesa**

- približevanje:  
 $d \geq 2,5 \text{ m}$

## **Objekti (temelji)**

- približevanje:  
 $d \geq 0,6 \text{ m}$

### ***3.3.8 Priključno ločilno/merilno mesto***

Priključno ločilno/merilno mesto je predvideno v prostostoječi omari na tipskem podstavku. Omara je tipska 04-025 z vgrajeno merilno opremo in zaščitnimi elementi, ter elementi za izklop.

Na omaro je montirana ključavnica elektrodistributerja za onemogočen dostop nepooblaščenim osebam.

#### Ločilno mesto

V ločilnem mestu so za omejitev toka nameščene talilne varovalke 3 x 400A. Za primer okvare v NN omrežju je v ločilnem mestu vgrajem kontrolni rele prisotnosti faz, ki v primeu napake na NN omrežju preko vgrajenega motornega pogona in podnapetostne zaščite ločilnega stikala odklopi elektrarno. Ko se stanje NN omrežja normalizira se elektrarna avtomatsko priključi v omrežje razen če je izključena s stikalom, ki je zaščiteno s ključavnico. Zaščitni rele mora imeti nastavljeno zakasnitev ponovnega vklopa 60s za primer nihanj v omrežju.

V ločnem mestu so vgrajene tudi prenapetostne zaščite.

#### Merilno mesto

V merilnem mestu je vgrajen polindrektni trifazni dvosmerni števec delovne moči z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo in 2 za jalovo energijo. Števec ima dograjen GSM/GPRS vmesnik za odjemalce in proizvajalce. Števec, komunikator in tokovniki so izbrani v skladu s tipizacijo merilne opreme SODO. Iz števca je predvidena povezava brezpotencialnega kontakta za možnost izvedbe daljinskega izklopa. Izklop izvede zaščitni rele, ko dobi ukaz preko digitalnega vhoda.

### ***3.3.9 Daljinski nadzor in spremljanje sončne elektrarne***

Razsmerniki omogočajo medsebojno komunikacijo preko RS485 vhoda. Za ta namen je med razsmerniki predviden UTP kabel cat6.

Glavni razsmernik preko ETHERNET komunikacijskega vmesnika komunicira z centralnim nadzornim sistemom. Povezava med razsmernikom in nadzornim sistemom je GSM/GPRS, protokol TCP/IP MODBUS.

Kot je zahtevano v projektnih pogojih je k razsmernikom mogoče prigraditi komunikacijsko enoto, ki krmili razsmernike glede na zahtevane parametre. Ker upravitelj omrežja še ni podal točnih zahtev je ta komunikacija zgolj predvidena kot opcija, izvedena pa bo v zahtevanem roku po predložitvi natančnih zahtev s strani upravljavca električnega omrežja kot je navedeno v projektnih pogojih.



### 3.3.10 Izenačitev potencialov

Zaščita je izvedena v TN C-S sistemu. V tem sistemu zaščite je potrebno povezati vse kovinske dele, ki bi v primeru okvare lahko prišli pod napetost z zaščitnim vodnikom PE na zaščitno zbiralko.

- glavni zaščitni vodnik
- glavni zbiralni ozemljitveni vodenja
- vodovodne cevi
- kovinske armature
- podkonstrukcijo
- strelovodne inštalacije...

V ta namen se izvede pomožna izenačitev potencialov v vsaki R-AC omari. Pomožna izenačitev potencialov je povezana na glavno izenačitev potencialov.

### 3.3.11 Zaščita pred električnim udarom

Zaščita pred neposrednim dotikom je dosežena z izolacijo in okrovi.

Zaščita pred posrednim dotikom je dosežena s samodejnim odklopom napajanja.

Osnovni princip zaščite pred posrednim dotikom v TN – sistemu so naslednji:

- a. povezava izpostavljenih delov naprav z zaščitnim vodnikom
- b. izvedba glavne izenačitve potencialov
- c. samodejni izklop napajanja v določenem času
- d. dopolnilno izenačevanje potencialov

Izpostavljeni prevodni deli elektroinštalacije morajo biti povezani z ozemljeno točko sistema z zaščitnim vodnikom.

Zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v TP, v mreži, kjer je to mogoče in pri vstopu v objekt.

Združevanje nevtralnega in zaščitnega vodnika je potrebno izvesti v skladu TSG-N-002.

Izklopni časi znašajo:

- a. za vtičnice ter neposredno brez vtičnice priključene ročne aparate razreda I in ostale prenosne aparate, ki se med uporabo premikajo ročno:

Nazivna napetost proti zemlji	max. čas odklopa
$U_0(V)$	$t_i(sek)$
120	0,8

230	0,4
277	0,4
400	0,2
nad 400	0,1

b. daljši izklopni časi do max. 5 sek za tokokroge, ki izpolnjujejo pogoje določene v tehnični smernici TSG-N-002.

Vrednost impedance zanke ( $Z_s$ ) se v projektu določi z izračunom, izvajalec del pa je dolžan opraviti meritve vseh kratkostičnih zank in rezultate predložiti v obliki merilnega protokola. V kolikor se pogoj  $Z_s \leq Z_{\max}$  ne izpolni, je potrebno izvesti dopolnilno izenačenje potenciala.

Učinkovitost izenačenja potencialov se ugotovi z meritvijo impedance  $Z_{ip}$  med istočasno dostopnimi prevodnimi deli naprav

$$Z_{ip} \leq (U_c) / (I_a)$$

$U_c$  . . . dovoljena napetost dotika

$I_a$  . . . izklopni tok zaščitne naprave

Karakteristika zaščitne naprave in impedance tokokroga, morata izpolnjevati naslednje pogoje:

$$Z_s \times I_a \leq U_0 \quad \text{kjer je}$$

- $Z_s$  . impedance zanke okvarjenega vodnika
- $I_a$  .tok, ki zagotavlja del. zaščitne naprave pod pogoji
- $U_0$  . nazivna napetost med fazo in nevtralnim vodnikom

### 3.3.12 Dimenzioniranje električnih inštalacij

Izračuni kratkostične impedance do priključka in padec napetosti na priključnem vodu so podani v nadaljevanju. Ostali izračuni v prilogi.

Izračun kratkostičnega toka

Vstopni podatki

Tuja mreža	$S''_k$	50,2 MVA
	$U_{VN}$	20 kV

Transformator	ST	630 kVA
	$U_{VN}$	20 kV
	$U_{NN}$	0,4 kV
	$u_k$	4 %
	$P_k$	6,5 kW

Kabel	S	480 mm <sup>2</sup>
	$\lambda$	56 Cu
	$\lambda$	35 Al
	Dolžina	350 m
Konična moč objekta		238 kW
	$\cos \varphi$	0,95
	$\varphi$	18,19
	$\operatorname{tg} \varphi$	0,33
	x	80 mΩ/km
	r	60 mΩ/km

### 1 Izračun tuja mreža

$$Z_{tmt} = \frac{1,1 \times U^2}{S_k''} \times \frac{1}{p^2} \quad \boxed{3,5} \text{ m}\Omega$$

$$X_{tm} = 0,995 \times Z_{tm} \quad \boxed{3,5} \text{ m}\Omega$$

$$R_{tm} = 0,1 \times X_{tm} \quad \boxed{0,35} \text{ m}\Omega$$

### 2 Transformator

$$Z_t = \frac{u_k \times U_{NN}^2}{100\% \times S_t} \quad \boxed{10,16} \text{ m}\Omega$$

$$R_t = \frac{P_k \times U_{NN}^2}{S_t^2} \quad \boxed{2,62} \text{ m}\Omega$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2} \quad \boxed{9,81} \text{ m}\Omega$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} \quad \boxed{10,16} \text{ m}\Omega$$

### 3 Priključni kabel

$$R_v = \frac{l}{\lambda \times S} \quad \boxed{20,24} \text{ m}\Omega$$

$$X_v = \frac{80 \text{ m}\Omega}{\text{km}} \times S(\text{km}) \quad \boxed{27,2} \text{ m}\Omega$$

$$Z_v = \sqrt{X_v^2 + R_v^2} \quad \boxed{33,90} \text{ m}\Omega$$

Kratkostična impedanca do priključka

$$R_k = R_{tm} + R_t + R_v \quad \boxed{23,21} \text{ m}\Omega$$

$$X_k = X_{tm} + X_t + X_v \quad \boxed{40,50} \text{ m}\Omega$$

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} \quad \boxed{46,68} \text{ m}\Omega$$

$$\quad \quad \quad \boxed{0,047} \Omega$$

Impedanca okvarne zanke  $Z_s$

$$Z_s = \frac{2 \times R_v + R_T}{jX_t + 2 \times jX_v} \quad \begin{array}{l} 43,1 \text{ m}\Omega \\ 64,2 \text{ m}\Omega \\ \boxed{77,34} \text{ m}\Omega \\ \boxed{0,08} \Omega \end{array}$$

Izračun padca napetosti na priključnem vodu

$$K = 1 + \frac{x}{r} \times \text{tgfi} \quad \boxed{1,44}$$

$$dU_{\%} = K \times \left( \frac{100 \times P_k \times l}{\lambda \times U^2 \times S} \right) \quad 2,72 \%$$

### 3.3.13 *Proizvodnja elektrarne*

Inštalirana celotna nazivna moč elektrarne 238kW.

Iz R-AC1 bo izveden skupni vod v R-PMOPV. Od R-AC1 se izvede nov kabelski vod do transformatorske postaje Juršinci center, kjer je nameščena R-PMOPV omara in R-TP omara za povezavo na NN zbiranke transformatorja.

### 3.3.14 *Izračun padcev napetosti na vodnikih:*

Po pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. l. RS, št:41/09) in tehnični smernici TSG-N-002, je dovoljen padec napetosti od napajalne do katerekoli točke inštalacije 5% za razsvetljavo in 8% za tokokroge drugih porabnikov.

Padci napetosti na vodnikih so preverjeni po naslednjih enačbah:

$$\Delta U[V] = (2 \cdot I \cdot \cos\varphi) / (\gamma \cdot S) \quad . . . . . \text{ za izmenični enofazni sistem}$$

$$\Delta U[V] = (1,73 \cdot I \cdot \cos\varphi) / (\gamma \cdot S) \quad . . . . . \text{ za izmenični trifazni sistem}$$

$l$ .....dolžina kabla

I.....tok, ki teče v vodniku  
 $\gamma$ .....specifična prevodnost vodnika  
S.....preseka vodnika  
 $\cos\varphi$ ...fazni kot

Padeč napetosti do vsakega posameznega bremena je v dovoljenih mejah.

### 3.3.15 Zaščita vodnikov pred kratkimi stiki:

Zaščitne naprave (odklopniki z nadtokovnim sprožilnikom, varovalke gl ali varovalke gll) morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, ki teče skozi vodnike tokokroga, preden bi ta povzročil nevarnosti zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in stikih.

Vsak kratkostični tok, ki se pojavi v katerikoli točki tokokroga, mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature.

Za kratke stike, ki trajajo do 5s, se čas  $t$ , v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do mejne temperature, izračuna po enačbi:

$$t = ((k \cdot S) / I)^2$$

kjer je:

$t$  . . . trajanje v sekundah,

$S$  . . . presek  $\text{mm}^2$ ,

$I$  . . . efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A,

$k = 115$  za bakrene vodnike s PVC izolacijo,

135 za bakrene vodnike z izolacijo gume,

74 za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo,

87 za aluminijaste vodnike z izolacijo gume.

Za zelo kratko trajanje ( $<0,1$  sek) mora biti  $k^2 \cdot S^2$  večji od  $I^2 \cdot t$ , ki jo navede proizvajalec zaščitnih naprav.

Če zaščitna naprava ustreza pogojem zaščite pred preobremenitvenim tokom, potem ščiti vodnik na strani obremenitve v točki namestitve tudi pred kratkostičnim tokom, če njena odklopna zmogljivost ni manjša od vrednosti pričakovanega kratkostičnega toka v tej točki.

Maksimalni pričakovani kratkostični tok izračunamo po enačbi:

$$I_{Kmax} = 1,1 \cdot (230/R) \Big|_{400V} = 1,1 \cdot (115/R) \Big|_{230V}$$

kjer je:

$R$  . . . upornost ene žice vodnika od vira do bremena

### 3.3.16 Zaščita vodnikov pred preobremenitvami:

Zaščitne naprave (odklopniki z nadtokovnim sprožilnikom, varovalke gl ali varovalke gll) morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden povzroči segretje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje. Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo, mora izpolniti dva pogoja;

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_2 < 1,45 \cdot I_z$$

kjer so:

$I_b$  . . . tok bremena, za katerega je tokokrog predviden,

$I_z$  . . . trajni zadržni tok vodnika ali kabla,

$I_n$  . . . nazivni tok zaščitne naprave,

$I_2$  . . . tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave (tok pri katerem pregori varovalka v določenem času).

Vsi naštet pogoji so prikazani in izračunani v prilogi

### 3.3.17 *STRELOVODNA INŠTALACIJA*

#### 3.3.17.1 **Zaščitni nivo objekta (LPS)**

Po pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele morajo biti vsi zahtevni in manj zahtevni objekti opremljeni s sistemom zaščite pred strelo z zaščitnim nivojem najmanj III.

Po izdelani analizi tveganja, po standardu SIST EN 62305-2 se objekt projektira za zaščitni nivo III.

Načrt strelovodnih inštalacij je izdelan v skladu s tehnično smernico TSG.N.003 – zaščita pred delovanjem strele.

#### 3.3.17.2 **Sistem strelovodne inštalacije**

Sistem strelovodne inštalacije (zunanj LPS) je sestavljen iz lovilne mreže, odvodov in sistema ozemljil.

Objekt ima izveden lovilni sistem in sistem ozemljil. Po montaži podkonstrukcije in panelov se izvede dodatna lovilna mreža za potrebe varovanja elektrarne in preveri obstoječo lovilno mrežo in sanira kjer je prišlo do morebitnih poškodb med montažo. Po izvedbi preglednik električnih inštalacij mora sistem obravnavati kot celoto in ga preveriti vizualno in z meritvami ter potrditi brezhibnost.

Glede na zaščitni nivo III se projektira lovilna mreža z mrežno zanko vsaj 15m, kjer je razdalja med posamičnimi navpičnimi odvodi največ 15m, ki so povezani v potencialni obroč v zemlji.

Mreža ustreza polmeru kotaleče krogle  $r=45\text{m}$ . Pri tem je potrebno lovilce strele izvesti najmanj 0,8m visoko. Vdorna globina na najnižjem delu je v tem primeru 0,63m.

Lovilci in odvodi so predvideni iz aluminijaste žice  $\phi 8\text{mm}$ .

Na strehi obravnavanega objekta se tako postavijo tipske palice višine 2m na medsebojni razdalji največ 15m.

Lovilna palica pri objektu visokem 10m predstavlja zaščitni kot 60st.

Minimalna razdalja odvoda strehe po slemenu mora biti najmanj 0,2m.

Minimalna razdalja odvodov strele po robovih strehe mora biti najmanj 0,15m.

Pri križanju strelovodnih naprav z kabli je potrebno kable uvleči v ustrezne zaščitne PVC cevi.

Uporabljen je enoten ozemljitveni sistem, ki povezuje vsa ozemljila na objektu. Vgrajena so ozemljila v obliki zanke oziroma po razporeditvi ozemljila B tipa glede na standard SIST EN 62305-3.

Postavitev lovilne mreže je izdelana v programu HERMI SCHIELD – glej prilogo.

### **3.3.18 Priloge**

Priloga 1\_izračun AC kablov

Priloga 2\_izračun DC stringa

Priloga 3\_Popis materiala in del

## **3.4 Risbe**

- Lokacije razsmernikov, omar in trase kablov
- Vezalne sheme omar in razsmernikov
- Pozicijske risbe omar
- Dodatni strelovodni lovilci
- Križanja
- Razporeditev PV modulov
- Projektni pogoji in soglasje za priključitev
- Lovilna strelovodna mreža