

3 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

3.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

<i>Proj. organizacija:</i>	STUDIO RAZVOJ, storitve inženirja d.o.o. Kočevarjeva ulica 7 8000 Novo mesto
<i>Investitor/Naročnik:</i>	OBČINA JURŠINCI Juršinci 3b 2256 Juršinci
<i>Za gradnjo:</i>	Nova gradnja
<i>Objekt:</i>	Fotonapetostna elektrarna MSE Juršinci 1 - Občina
<i>Odgovorni projektant:</i>	Mitja Lisec, univ.dipl.inž.el. E-1374
<i>Vrsta projektne dokumentacije:</i>	PZI
<i>Kraj in datum izdelave projekta:</i>	Novo mesto, november 2023
<i>Št. načrta/mape:</i>	112/2023-PV
<i>Izvod:</i>	1 2 3 4

3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA 112/2023-PV

Številka projekta:

112/2023

Številka načrta / mape:

112/2023-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 strehi Občine Juršinci. S soglasjem za priključitev dovoljena električna moč PV elektrarne je 41,28kW. Projekt elektrarne in priključka je projektiran v skladu s soglasjem za priključitev v omrežje št.: 1454601-O/1454601-P, ki ga izdaja Elektro Maribor.

Lokacija oz. mesto priključitve je v R-PMOPV omari, ki se namesti ob objekt Občine. V skladu s soglasjem se za priklop elektrarne na novo položi kabel iz PSO omare, ki napaja POŠTO, TRGOVINO in OBČINO. Števec meritev porabe električne energije bo nameščen v prostostoječi omari ob objektu Občine.

Postavitev panelov sončne elektrarne je izvedena na strehi objekta Občine. 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.l RS št. 199/21, 105/22 : Gradbeni zakon

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

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

Ur.l 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 strehi objekta občine.

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 stavbo Občine Juršinci so izbrani elementi s spodaj opisanimi karakteristikami.

Tehnični podatki izbranega PV modula

TIP	HiKu6 Mono PERC CS6R 415MS HiKu6 (1000V) – Canadian Solar		
Pmpp	Vršna moč	W _p	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 2 x SolarEdge SE20k.

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 SE20k)

Enosmerni vhod		
P_{DCMAX}	Maksimalna moč na DC strani	30000 W
U_{DCMAX}	Maksimalna vhodna napetost	1000 V
U_{MPP}	Območje vhodne napetosti	750V
I_{PVMAX}	Maksimalni vhodni tok	29 A
	Število vhodov	4 (MC4 konektor)

Izmenični izhod		
	Trifazni (3f)	
P_{ACMAX}	Maksimalna moč na AC strani	20000 VA
P_{AC}	Največja izhodna moč	20000 VA
I_{AC}	Maksimalni izhodni tok	29 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 %
	Euro izkoristek	97,7 %
	Topologija	Brez transformatorja
	Zaščita	IP 65
	Dimenzije	550 x 317 x 273 mm
	Masa	32 kg

Dimenzioniranje sončne elektrarne

	Število predvidenih modulov	kos	115
P_{PV}	Inštalirana moč solarnega generatorja	kW	50,60kW
P_{SE}	Priključna moč sončne elektrarne	kW	41,28kW

3.3.5 Montaža sončne elektrarne

PV moduli bodo nameščeni na strehi objekta. Inštalacija vodnikov je predvidena po nosilni konstrukciji in v zaščitnih ceveh. Ob panelih je nameščena tudi priključna DC omara z DC talilnimi varovalkami in DC prenapetostno zaščito. Vsi stringi na posamezne razsmernike so povezani preko DC omare. Izhodni del razsmernika je povezan preko AC omare kjer je nameščena talilna varovalka za ščitenje kabla. V R-AC1 se vse linije združijo in vodijo v R-PMOPV ob objektu v prostostoječi omari. Nosilno konstrukcijo je potrebno na več mestih ozemljiti z vodnikom H07V uvlčenem v PVC zaščitno cev.

Nosilna konstrukcija je predvidena v skladu s kritino strehe, ki je v našem primeru opečnati strešniki.

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 mm² 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 zunanjem območju. Tip solarnih vodnikov mora biti Radox Solar 125 H1Z2Z2-K ali drugega proizvajalca, ki ustrezata požarnim zahtevam.

3.3.7 Potek priključnega kabla

Predviden je nov kabelski vod iz R-PMOPV do PSO. Nov kabel dimenzije 4x70mm² – Aluminij se uvleče v zaščitno cev $\phi 160$ in položi v kabelski jarek. Kabel uvlečemo v razdelilno omaro PSO, ki je razdelilna točka za POŠTO, OSNOVNO ŠOLO in OBČINO.

Kabel bo potekal po parc.št. 97/6 in 98/4 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° , nikoli pa ne manjšim od 45° .

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:
 $d \geq 2,5$ 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 63A. Za primer okvare v NN omrežju je v ločilnem mestu vgrajen 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 ločilnem mestu so vgrajene tudi prenapetostne zaščite.

Merilno mesto

V merilnem mestu je vgrajen direktni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z notranjo uro razreda točnosti A za delovno energijo in 2 za jalovo energijo, z integrirano smerno zaščito in 2G/4G komunikacijskim vmesnikom. Števec in komunikator sta izbrana v skladu s tipizacijo merilne opreme SODO. Na vratih PMOPV omare je predvidena tipka za ponovni vklop zaščitnega elementa števca.

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 TT 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 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.

Strelovodna ozemljitev mora biti manjša od 20 Ω .

Ker pa so v sistemu uporabljene prenapetostne zaščite mora biti upornost manjša od 5 Ω .

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.

Za zaščito s samodejnim odklopom bo izvedena s stikalom na diferenčni tok.

Vsota upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika izpostavljenih prevodnih delov R_a mora izpolniti naslednji pogoj:

$$R_a \times I_{dn} \leq 50 \text{ kjer je}$$

- R_a . vsota upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika izpostavljenih prevodnih delov
- I_{dn} .nazivni diferenčni tok zaščitnega stikala
- U_d . dopustna napetost dotika 50V

Izbrali smo zaščitno stikalo s 0,3A diferenčnega toka. Za izpolnitev tega pogoja mora biti zaščitna upornost manjša od 166 Ω .

3.3.12 *Dimenzioniranje električnih inštalacij*

Izračuni so podani v prilogi..

3.3.13 *Proizvodnja elektrarne*

Inštalirana celotna nazivna moč elektrarne 40kW.

Stikalni bloki R-AC1 je povezan v R-PMOPV. Od R-PMOPV se izvede nov kabelski vod do obstoječega razdelilca PSO.

Predelava obstoječega razdelilca in ustreznost razvoda ni predmet tega projekta.

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:

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

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

l.....dolžina kabla

I.....tok, ki teče v vodniku

γspecifična prevodnost vodnika

S.....presek vodnika

$\cos\varphi$...fazni kot

Padec 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 . . . prerez mm²,

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 (zunanji 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 $r=45m$. 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 $\phi 8mm$.

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 kablji 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
- Vežalne sheme omar in razsmernikov
- Pozicijske risbe omar
- Dodatni strelovodni lovilci
- Križanja
- Razporeditev PV modulov
- Projektni pogoji in soglasje za priključitev
- Lovilna strelovodna mreža