

Investitor:		HSE d.o.o. Koprska ulica 92 1000 Ljubljana		Objekt:			
				SONČNA ELEKTRARNA PRAPRETNO 3			
Projektant:		HSE Invest d.o.o., Obrežna 170, 2000 Maribor		Del objekta/sistem:			
							
Podizvajalec:				Vrsta načrta/prikaza:			
				3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE			
	Ime in priimek:	Ident. št.:	Vsebina risbe (dokumenta):				
Vodja projekta:	Dejan Lamovšek, d.i.e.	E-2340					
PI elektro stroke:	Dejan Lamovšek, d.i.e.	E-2340					
PI gradbene stroke	mag. Borut Korpar, u.d.i.g.	G-3575	Vrsta projekta:	IDP	Številka projekta	8234/2022	
			Klas. oznaka:	C D - - - - - - - -			Stran/ strani: 1/38
Datum izdelave:	december 2022	Merilo:	Ident. oznaka:	H I P A 3 - - 3 E 1 0 0 1			Spr.: C

KAZALO

KAZALO SLIK	4
KAZALO TABEL.....	4
SEZNAM SIMBOLOV – KRATIC.....	5
1. PROJEKTNALOGA.....	6
1.1 Izhodišča in namen naloge	6
1.2 Cilji	6
1.3 Podloge za izdelavo IDP	6
1.3.1 Obstoječa tehnična dokumentacija	6
1.4 Obseg storitve	6
1.5 Zahteve za izdelavo dokumentacije	7
2. UVOD.....	7
2.1 Do sedaj izdelana dokumentacija	8
3. USKLAJENOST S STRATEŠKIMI CILJI IN ZAKONODAJO	8
3.1 energetski koncept Slovenije	8
3.2 Nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije.....	9
3.3 Usklajenost z razvojnimi načrti HSE	9
4. TEHNIČNI DEL – SONČNE ELEKTRARNE	10
4.1 Velikostni razredi sončnih elektrarn	10
4.1.1 Klasifikacija glede na instalirano moč in mesto vključitve v omrežje	10
4.2 Elementi sončne elektrarne	10
4.2.1 fotonapetostni moduli	11
4.2.2 Razsmernik	13
4.2.3 Strelovodna zaščita sončne elektrarne.....	14
4.2.4 Ozemljitev	14
4.2.5 Zaščite.....	15
4.2.6 Postavitev fotonapetostnih modulov	16
4.2.6.1 SENČENJE.....	17
4.2.6.2 POSTAVITEV FV MODULOV S FIKSNIM NAKLONOM IN ORIENTACIJO	18
4.3 Koncept postavitve fotonapetostne elektrarne na površino revitaliziranega odlagališča nenevarnih odpadkov	19
4.4 Priključitev fotonapetostne elektrarne na elektroenergetsko omrežje	20
4.5 Lokacija in potencial sončnega sevanja	20
4.5.1 Analiza lokacije	20
4.5.2 SE locirana na lokaciji Prapretno	21
4.5.3 Izračun predvidene proizvodnje električne energije.....	21
5. UMEŠČANJE V PROSTOR.....	23
5.1.1 Fotonapetostne elektrarne nazivne moči nad 1 MWp	23
5.1.2 Prostorska preveritev za nameravano gradnjo	23
5.1.3 Okoljske preveritve za nameravano gradnjo	25

5.1.4	Pravica graditi	26
5.1.5	Energetsko dovoljenje	26
6.	TEHNIČNI DEL – TRANSFORMATORSKA POSTAJA.....	26
6.1	Splošni podatki TP.....	26
6.2	Srednjenapetostni del.....	27
6.2.1	SN kabelski priključek	27
6.2.2	Transformator	28
6.2.3	SN stikalni blok	28
6.3	Nizkonapetostni del	28
6.3.1	NN stikalni blok.....	29
6.3.2	Električna instalacija	29
6.4	Zaščita	29
6.4.1	Zaščita transformatorja	29
6.4.2	Zaščita pred električnim udarom	29
6.4.3	Zaščita nizkonapetostnih izvodov	29
6.4.4	Zaščita pred prenapetostimi	30
6.4.5	Protipožarna zaščita.....	30
6.4.6	Zaščita okolja	30
6.4.7	Zaščita pred hrupom.....	30
6.4.8	Zaščita pred delovanjem strele	30
7.	SISTEM TEHNIČNEGA VAROVANJA	30
8.	TEHNIČNI DEL - GRADBENI DEL	31
8.1	SPLOŠNO.....	31
8.2	LOKACIJA	31
8.3	PODATKI O TLEH	32
8.4	GRADBENE KONSTRUKCIJE	32
8.4.1	JEKLENE NOSILNE KONSTRUKCIJE PANELOV.....	32
8.4.2	TEMELJI TRANSFORMATORJEV – TRANSFORMATORSKE POSTAJE.....	33
8.4.3	OGRAJA.....	33
8.4.4	SERVISNA POT	34
8.4.5	KABELSKA KANALIZACIJA.....	34
8.5	GRADNJA.....	34
8.6	MATERIALI	34
8.7	VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU	34
8.8	ODPADKI PRI GRADNJI IN VARSTVO OKOLJA	35
8.9	OCENA VREDNOSTI GRADBENEGA MATERIALA	35
8.10	ZAKLJUČEK	35
9.	OCENA CELOTNE INVESTICIJE.....	36
10.	ZAKLJUČEK	37
VIRI		38

KAZALO SLIK

Slika 1: Letni globalni obsev horizontalne površine Slovenije.....	8
Slika 2: Dimenzije FV modula	11
Slika 3: U-I karakteristika FV modula glede na sončni obsev in temperaturo FV celic.....	12
Slika 4: Električne karakteristike FV modula.....	12
Slika 5: Mehanske karakteristike FV modula	13
Slika 6: Blokovni diagram SE in priključitve na distribucijsko omrežje	14
Slika 7: Kot naklona je kot med vodoravno ravnino in ravnino fotonapetostnega modula, azimut pa je orientacija proti jugu (180° - JUG)	17
Slika 8: Digitalni posnetek FV generatorja z vrisano najvišjo, srednjo in najnižjo potjo sonca	18
Slika 9: Primer podkonstrukcije FV modulov s prečnim prerezom temeljenja z vijaki.....	19
Slika 10: Situacija z vrisano SE na katastru	21
Slika 11: Izračun predvidene letne proizvodnje električne energije z orodjem PVgis.....	22
Slika 12: Izvleček iz PISO; Občina Hrastnik – Namenska raba	25
Slika 13: Območje predvidene SE Prapretno 3	31
Slika 14: Prečni prerez predvidene (morebitne) podkonstrukcije panelov.....	33
Slika 15: Ocena investicije za postavitve SE Prapretno 3.....	36

KAZALO TABEL

Tabela 1: Tabela zemljišč za SE Prapretno 3.....	24
--	----

SEZNAM SIMBOLOV – KRATIC

EKS	Energetski koncept Slovenije
ENTSO-E	European network of Transmission System Operators for Electricity (EU)
EE omrežje	Elektro energetska omrežje
PO	Prenosno omrežje
EES	Elektro energetska sistem
Globalni obsev E_g	Osončenost vodoravne sprejemne površine pri tleh
Kvaziglobalni obsev E_{kg}	Osončenost poljubno orientirane površine pri tleh (npr. nagnjenih tal ali stene hiše, strehe..)
AN OVE	Akcijski načrt za obnovljive vire energije
FV generator	Fotonapetostni (Photo Voltaic) generator
FV modul	Fotonapetostni modul (nameščenih več FV celic, vezanih zaporedno/vzporedno, nameščenih na ploščo in prekritih s steklom, v Al okvirju)
FV celica	Fotonapetostna celica (polikristalna ali monokristalna celica iz silicija)
SE	Sončna elektrana
MTBF	Mean time between failure (povprečen čas med okvarami)

1. PROJEKTNA NALOGA

Projektna naloga »Izgradnja sončne elektrarne na območju Prapretno 2/3«, je bila izdelana v marcu 2021 in podaja osnovne zahteve za izdelavo idejnega projekta (v nadaljevanju IDP) postavitve fotonapetostne elektrarne na območju dela rekultiviranega odlagališča nenevarnih odpadkov (elektrofiltrskega pepela, žlindre in sadre) Prapretno.

1.1 IZHODIŠČA IN NAMEN NALOGE

Investitor projekta:

Holding Slovenske elektrarne, d.o.o.
Koprska ulica 92
1000 Ljubljana

Izgradnja Sončne elektrarne za investitorja HSE predstavlja možnost izkoriščanja naravnih potencialov na področju obnovljivih virov, na razvojno tehničnem področju pa možnost planiranja, projektiranja, izgradnje, vzdrževanja in upravljanja sončnih elektrarn.

1.2 CILJI

Cilj postavitve SE Prapretno 3 je izraba potencialne lokacije na območju rekultivirane deponije nenevarnih odpadkov Prapretno za proizvodnjo električne energije iz energije sonca in njeno uporabo.

1.3 PODLOGE ZA IZDELAVO IDP

1.3.1 OBSTOJEČA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

Izvajalcu del bo dana na razpolago vsa obstoječa tehnična dokumentacija:

- geodetski posnetki,
- ostala tehnična in projektna dokumentacija po potrebi.

Izvajalcu bodo na razpolago informacije in podatki s strani osebja strokovne podpore HSE d.o.o..

1.4 OBSEG STORITVE

Obseg izdelave te dokumentacije obsega:

- idejni projekt (IDP).

Idejni projekt je namenjen podrobnejši projektni obdelavi izbrane variante ali osnovne rešitve in je projektna podlaga za izdelavo DGD za vse zahtevne ter nekatere manj zahtevne objekte

ter podlaga za izdelavo prostorskih načrtov. Je torej projektna osnova za pridobivanje mnenj, predodločbe in gradbenega dovoljenja ter smernic v postopku prostorskega načrtovanja.

1.5 ZAHTEVE ZA IZDELAVO DOKUMENTACIJE

Dela je potrebno izvršiti strokovno in kvalitetno v skladu s projektno nalogo in veljavnimi tehničnimi predpisi, zakoni in standardi, veljavnimi v RS. V najkrajšem roku je potrebno izvršiti dopolnitve dokumentacije, v primeru da se pokaže, da so le ti pomanjkljivi glede na pogodbeno določila, oziroma bo slednje zahteval naročnik po izvedenem pregledu (recenziji) dokumentacije. Pri izdelavi tehnične dokumentacije, je obvezna uporaba tehničnih standardov HSE in gradbene zakonodaje, ki jih bo prevzemnik prejel takoj po podpisu pogodbe.

Število izvodov:	Štirje izvodi v pisni obliki in en na elektronskem mediju
Tekstualni del:	Microsoft Office Word
Risbe:	Autocad in izvorna oblika
Slike:	Rastrske slike (fotografije, skice ipd.) v JPEG formatu
Izračuni	V izvornih oblikah (geometrija, robni podatki ...)
Tabele, preglednice:	Microsoft Excel

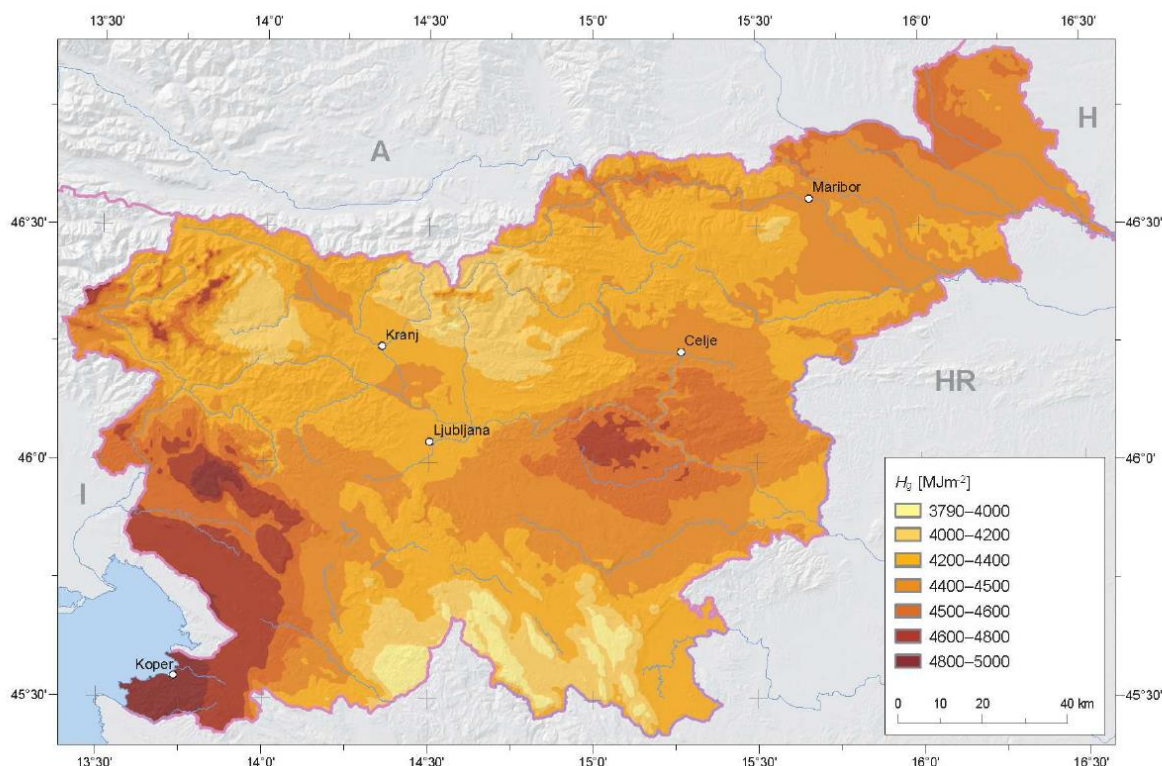
Po predaji projektne dokumentacije postane le-ta last podjetja HSE d.o.o., ki jo lahko uporablja za interne potrebe in kot osnovo za izvedbo nadaljnjih postopkov priprave nadaljnje tehnične dokumentacije.

Projektant/izvajalec mora dokumentacijo po posameznih fazah sproti pošiljati Naročniku v pregled in po potrebi sklicati sestanek.

2. UVOD

Slovenija je geografsko precej razgibana dežela (gorata in hribovita) in v vsej pokrajini so bodisi bolj oz. manj prisojne ali osojne lege. Zato je poleg globalnega obseva (torej obseva horizontalnih tal) pri nas precej pomemben tudi kvaziglobalni obsev različno nagnjenih tal. Za določitev kvaziglobalnih obsevov je treba upoštevati vpadni kot sončnih žarkov direktne osončenosti na različno nagnjene in orientirane površine tal. Poleg tega relief omejuje obzorje in marsikje sonce vzide pozno ali pa prej zaide, pa tudi čez dan je lahko marsikatera lega dolgo v senci. Glede difuznega obseva pa je pomembno, da se iz različnih lokacij vidi le manjši delež neba, druge dele pa zakrivajo pobočja v okolju, ki so seveda temnejša kot nebo in iz njih prihaja le malo difuzne svetlobe.

Dnevne vrednosti globalnega obseva so seveda precej večje poleti (na splošno okrog 5,5 kWh/m² dnevno oz. okrog 195 kWh/m² mesečno) kot pozimi (tudi manj kot 1,4 kWh/m² dnevno in manj kot 28 kWh/m² mesečno). Geografsko so razlike lahko precejšnje, izstopajo posamezni predeli z več energije, kot npr. v topli polovici leta Primorska, od koder se v ozkem pasu območje z več sončne energije razteza tudi na širše območje Dolenjske in Posavja, ter ravninski del Podravja in Pomurja. Poleti pa je sistematično manj sončne energije v hribovitih predelih, saj se tedaj tam pogosto pojavlja konvektivna oblačnost.



Slika 1: Letni globalni obsev horizontalne površine Slovenije

Pri izrabi sončne energije je pomembno, kako ter kam je obrnjen sprejemnik sončne energije, da nanj vpadе čim več energije. V principu je najboljša orientacija na jug. Vendar če se statistično upoštevajo drugi meteorološki pojavi in tako vplivi, ki so lokalnega značaja, lahko ugotovimo odstopanja od te trditve. Po nižinah je v hladnejšem delu leta zjutraj pogosto megla in v tem primeru je bolje, če so sprejemniki obrnjeni nekoliko na zahod.

2.1 DO SEDAJ IZDELANA DOKUMENTACIJA

Za namen projekta izrabe sončne energije na degradiranem območju nenevarnih odpadkov Prapretno pri Hrastniku, je bila izdelana naslednja dokumentacija:

- HSE Invest d.o.o., "IDR, Sončna elektrarna Prapretno 2 in 3", april 2022,
- HSE Invest d.o.o., "DIIP, Sončna elektrarna Prapretno 2 in 3", julij 2022,
- HSE Invest d.o.o., "IZP, Sončna elektrarna Prapretno 2 in 3", junij 2022,
- HSE Invest d.o.o., "IDZ, Sončna elektrarna Prapretno 2 in 3", avgust 2022.

3. USKLAJENOST S STRATEŠKIMI CILJI IN ZAKONODAJO

3.1 ENERGETSKI KONCEPT SLOVENIJE

Ministrstvo za infrastrukturo skladno z EZ-1 pripravlja *Energetski koncept Slovenije*. Gre za strateški dokument, ki se bo dotikal širokega spektra deležnikov – aktivnih udeležencev v energetskem sektorju ali porabnikov v obliki industrije in državljanov. V Resoluciji o energetskem konceptu Slovenije podajajo usmeritve s cilji na različnih področjih energetske

politike do leta 2030 oz. 2050. Investicije in razvoj so namreč dolgoročne in odločitve za realizacijo projektov v nadaljnjih desetih oziroma petnajstih letih, je potrebno sprejeti čimprej. Dokument ne govori o posameznih projektih, temveč podaja strateške usmeritve, postavlja političen okvir, znotraj katerega je pot odprta prosti poslovni pobudi podjetij in posameznikov.

Temeljni namen energetske politike je zagotoviti trajnostno ravnanje z energijo s treh vidikov:

- podnebna sprejemljivost,
- zanesljivost oskrbe ter
- konkurenčnost.

3.2 NACIONALNI ENERGETSKI IN PODNEBNI NAČRT REPUBLIKE SLOVENIJE

Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt (NEPN), ang. Integrated National Energy and Climate Plan, je akcijsko strateški dokument, ki za obdobje do leta 2030 (s pogledom do 2040) določa cilje, politike in ukrepe na petih razsežnostih energetske unije:

- razogljičenje (emisije TGP in OVE),
- energetska učinkovitost,
- energetska varnost,
- notranji trg ter
- raziskave, inovacije in konkurenčnost.

Ključni cilji do leta 2030, ki so opredeljeni v NEPN, so:

- zmanjšanje skupnih emisij toplogrednih plinov za 36 %, od tega za 20 % v sektorju ne-ETS (kar je 5 odstotnih točk nad sprejeto zavezo Slovenije);
- vsaj 35 % izboljšanje energetske učinkovitosti, kar je višje od cilja sprejetega na ravni EU (32,5 %);
- vsaj 27 % obnovljivih virov energije, kjer je Slovenija zaradi relevantnih nacionalnih okoliščin, v prvi vrsti okoljskih omejitev, morala pristati na nižji cilj od cilja na ravni EU (32 %) s prizadevanjem, da se ambicija zviša pri naslednji posodobitvi NEPN (2023/24),
- 3 % vlaganja v raziskave in razvoj, od tega 1 % javnih sredstev.

3.3 USKLAJENOST Z RAZVOJNIMI NAČRTI HSE

Osnutek razvojnega načrta skupine HSE za obdobje 2019 – 2023 s pogledom do leta 2030, predvideva večje spremembe na energetske področju, ki bodo imele vpliv na poslovanje skupine HSE.

Da bi čim boljše odgovorili na izzive, ki jih ponuja poslovno okolje v obdobju od 2019 do 2023, si je skupina HSE zastavila pet strateških usmeritev, ki jih bo realizirala skozi nabor ukrepov na petih ključnih področjih delovanja skupine HSE:

- proizvodnja električne energije,
- investicije v nove kapacitete in storitve,

- trgovanje in prodaja električne energije,
- finančna moč skupine HSE,
- upravljanje s človeškimi viri.

Med investicije v nove proizvodne zmogljivosti je načrtovano tudi uvajanje novih tehnologij na področju proizvodnje in rabe energije, ter med ukrepe za zagotavljanje večje konkurenčnosti, ki temeljijo na novih tehnologijah.

4. TEHNIČNI DEL – SONČNE ELEKTRARNE

4.1 VELIKOSTNI RAZREDI SONČNIH ELEKTRARN

Uredba o podporah elektriki, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v soproizvodnji toplote in elektrike z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 74/2016) določa velikostne razrede proizvodnih naprav OVE glede na nazivno električno moč na:

- mikro – nazivne električne moči, ki so manjše od 50 kW;
- mala – nazivne električne moči od 50 kW do 1 MW;
- srednje – nazivne električne moči od 1 MW ali več.

4.1.1 KLASIFIKACIJA GLEDE NA INSTALIRANO MOČ IN MESTO VKLJUČITVE V OMREŽJE

Priloga 5 SONDSEE, navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje, ki jih je izdal SODO, delijo elektrarne na skupine po moči na ločilnem mestu in napetostnem nivoju vključitve, ne glede na število vgrajenih generatorjev:

- Do vključno 250 kW (pogojno do 1000 kW če omrežje to dopušča), vključene v NN (400/230 V) omrežje. Kot navidezna moč elektrarne se vedno upošteva $\cos \varphi = 0,8$ glede na instalirano delovno moč;
- Nad 250 kW vključene v SN omrežje (pogojno že od 150 kW). Kot navidezna moč elektrarne se vedno upošteva $\cos \varphi = 0,8$ glede na instalirano delovno moč;

V Uradnem listu EU L 112 je bila dne 27. 04. 2016 objavljena Uredba komisije EU 2016/631 o zahtevah za generatorje. V Uradnem listu EU L 312/6 je bila dne 28. 11. 2017 objavljena Uredba komisije EU 2017/2195 o določitvi smernic za izravnavo električne energije.

4.2 ELEMENTI SONČNE ELEKTRARNE

Fotonapetostne sisteme sestavlja več povezanih sestavnih delov, ki so skupne vsem sončnim elektrarnam in nekaj specifičnih, ki so odvisni od lokacije, načina in točke priključitve na elektroenergetsko omrežje.

Osnovni deli predvidene sončne elektrarne so:

- fotonapetostni moduli (6.776,0 kWp),
- razsmerniki (55×110 kVA) z vgrajeno DC/AC transformacijo.

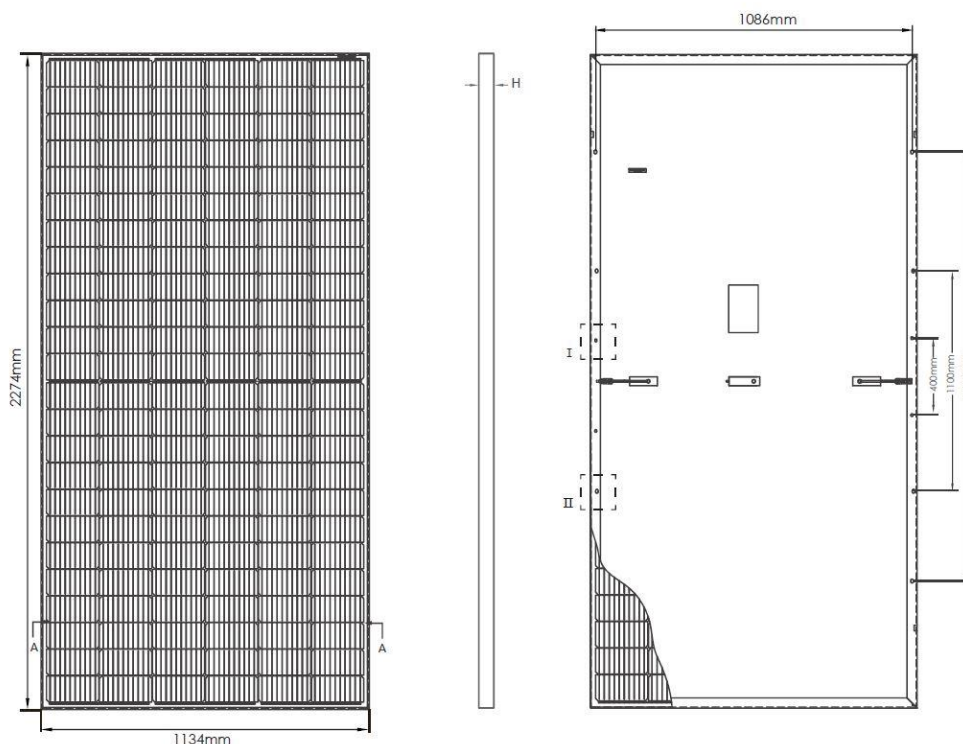
4.2.1 FOTONAPETOSTNI MODULI

Za naše podnebje in tudi na osnovi izkušenj iz obstoječih sončnih elektrarn, so tako cenovno kot po izplenu ustrezni PV moduli z monokristalnimi celicami. Za nadaljnjo obdelavo in kot ustrezen predlog, so izbrani PV moduli proizvajalca JinkoSolar Tiger Pro 72HC 550 W [1]. Seveda pa se lahko uporabi PV module drugih proizvajalcev, če izkazujejo ustrezno kvaliteto izdelavo in z ustreznimi garancijami.

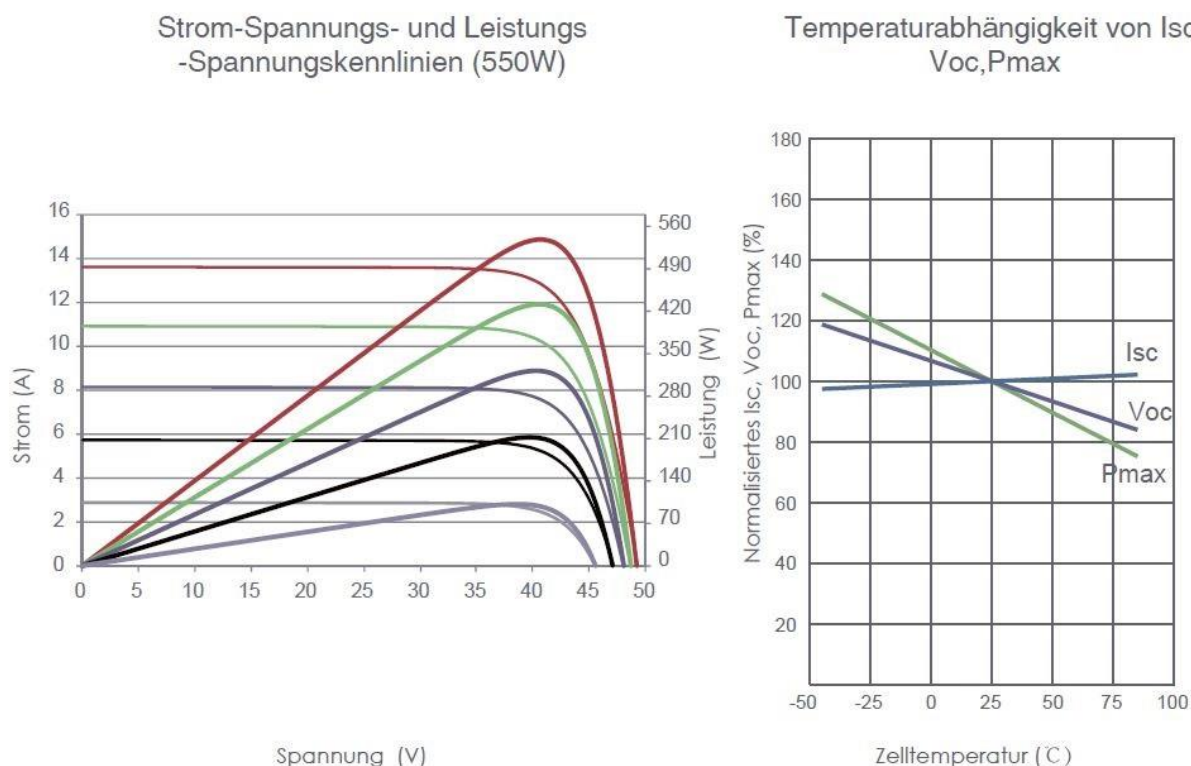
Izbrani PV moduli proizvajalca JinkoSolar Tiger Pro 72HC imajo naslednje tehnične karakteristike:

Proizvajalec:	Jinko Solar
Tip:	Tiger Pro 72HC
Nazivna moč:	550 W
Nazivna napetost (DC):	1500 V
Tip celice:	mono-crystalline
Dimenzije (d×š×g):	2274×1134×35 mm

FV moduli bodo nameščeni na fiksno kovinsko podkonstrukcijo, ki bo ustrezno temeljena in bodo na spodnjem delu odmaknjeni od tal minimalno 0,8 m kar bo omogočalo nemoteno košnjo trave.



Slika 2: Dimenzije FV modula



Slika 3: U-I karakteristika FV modula glede na sončni obsev in temperaturo FV celic

Spezifikationen											
Modell	JKM530M-72HL4 JKM530M-72HL4-V		JKM535M-72HL4 JKM535M-72HL4-V		JKM540M-72HL4 JKM540M-72HL4-V		JKM545M-72HL4 JKM545M-72HL4-V		JKM550M-72HL4 JKM550M-72HL4-V		
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	
Maximale Leistung (Pmax)	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp	
Maximale Leistung, Spannung (Vmp)	40.56V	37.84V	40.63V	37.91V	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V	
Maximale Leistung, Strom (Imp)	13.07A	10.42A	13.17A	10.50A	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A	
Leerlaufspannung (Voc)	49.26V	46.50V	49.34V	46.57V	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V	
Kurzschlussstrom (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A	
Modulwirkungsgrad STC (%)	20.55%		20.75%		20.94%		21.13%		21.33%		
Betriebstemperatur (°C)	-40°C~+85°C										
Maximale Systemspannung	1000/1500VDC (IEC)										
Maximale Vorschaltungsleistung	25A										
Leistungstoleranz	0~+3%										
Temperaturkoeffizienten von Pmax	-0.35%/°C										
Temperaturkoeffizienten von Voc	-0.28%/°C										
Temperaturkoeffizienten von Isc	0.048%/°C										
Nennbetriebszellentemperatur (NOCT)	45±2°C										

Slika 4: Elektrische charakteristike FV modula

* STC – Standard test condition – Električne karakteristike so za STC pogoje, ki so:

- temperatura FV celice 25 °C
- svetlobni obsev 1000 W/m²
- svetlobni spekter AM kot pri zračni masi 1,5

STC so razmere, kot da je FV modul z naklonom 37° in sonce nad horizontom pod kotom 41,81°.

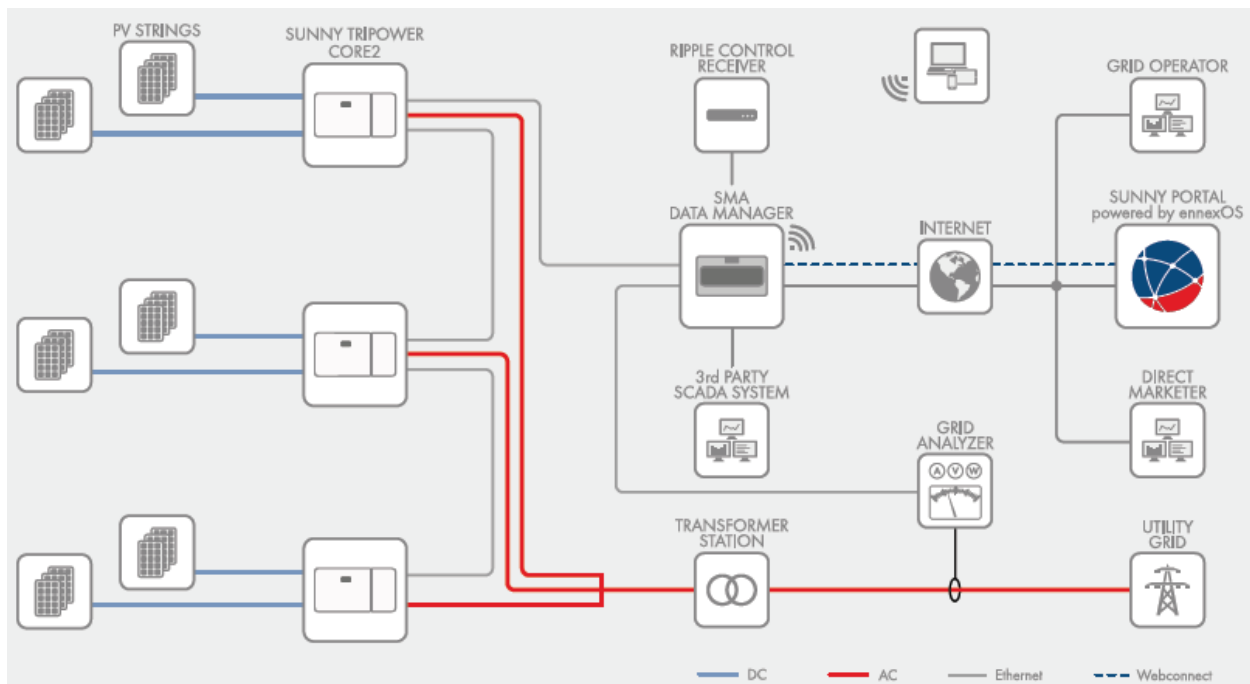
Mechanische Eigenschaften	
Zelltyp	P-Typ Monokristallin
Anzahl der Zellen	144 (6×24)
Maße	2274×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Gewicht	28.9 kg (63.7 lbs)
Frontglas	3.2mm, getempertes Glas mit hoher Lichtdurchlässigkeit und niedrigem Eisengehalt, Antireflex-Beschichtung
Rahmen	Eloxierte Aluminiumlegierung
Anschlussdose	Schutzklasse IP68
Ausgangskabel	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm , (-): 200mm or maßgeschneiderte Länge

Slika 5: Mehanske karakteristike FV modula

4.2.2 RAZSMERNIK

Razsmernik služi pretvarjanju enosmerne napetosti, pridobljene iz modula ali akumulatorja, v izmenično napetost. Preko njega teče energija v javno omrežje. Učinkovitost razsmernikov dosega 98,6 odstotkov, njihova življenjska doba pa je med 12 in 15 leti.

Predvideni so manjši, t.i. »string« razsmerniki moči 110 kVA (55 kos). Na AC strani (0,4 kV) bodo preko razdelilnih omar priključeni v novo transformatorsko postajo TP2 in TP3 na NN stikalni blok.



Slika 6: Blokovni diagram SE in priključitve na distribucijsko omrežje

4.2.3 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. 28/2009) ter pripadajočo tehnično smernico TSG-N-003 – Zaščita pred delovanjem strele.

Pri zaščiti večjih fotonapetostnih sistemov na prostem, moramo upoštevati več dejavnikov. Najbolj pomembno je, da za zaščito pred direktnim udarom strele, polje sončnih modulov razporedimo znotraj ščitnega območja izoliranega strelovodnega sistema. Pri postavitvi zaščitnega sistema je potrebno biti pozoren na število lovilnih palic, velikost ozemljila, ščiteno območje, itd.

Ker pa so lahko lovilne palice postavljene veliko višje od polja sončnih modulov, se lahko pojavi pojav, ki ga imenujemo senčenje. Vemo, da so sončni moduli zelo občutljivi na senčenje (zmanjšanje proizvodnje), zato se moramo senčenja v največji meri izogibati. Upoštevati moramo tudi ločilno razdaljo med lovilnimi palicami in kovinskimi deli, ki so ozemljeni (kot so okvirji fotonapetostnih modulov, nosilna konstrukcija...).

4.2.4 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. Sistemska ozemljitev, kadar je uporabljena,

predvideva povezavo z zemljo s tokovodniki, ki so temu namenjeni. Ozemljitev naprav zagotavlja povezavo z zemljo za kovinske dele, ki lahko nenamerno pridejo v stik z napetostjo. Sistemska ozemljitev zagotavlja, da ostanejo takšni kovinski deli na ali blizu potenciala zemlje.

Sistemi so toga ozemljeni, kadar je uporabljena sistemska ozemljitev z enotočkovno ozemljitvijo, ki omejuje velikost dozemne napetosti v času ustaljenega obratovanja in znižuje inducirano napetost zaradi udara strele, stikalnih prenapetosti ali prenapetosti vodov. Ozemljitev električnih fotonapetostnih naprav lahko zagotavlja stabilizacija napetosti sistema v času preklapljanj in udarov strele, zagotavlja pa tudi potrebno povezavo z zemljo ob delovanju zaščitnih naprav, če pride do nenamerne povezave z električnimi vodi višje napetosti.

V našem primeru gre za elektro energetske objekt, ki je poleg tega nameščen na vrhu hriba. Zato je potrebno izvesti strelovodno zaščito. Iz pocinkanega valjanca FeZn 25x4 mm je potrebno izvesti ozemljitvene obroče z odvodnimi kraki. Na ozemljitveni obroč je potrebno povezati vse kovinske mase – nosilno konstrukcijo SE ter strelovodne lovilne palice, ki bodo nameščene na konstrukcijo ter bi pred strelami ščitile panele ter razsmernike in obe TP 20/0,4 za SE Prapretno 3.

4.2.5 ZAŠČITE

Pri zaščiti naprav v fotonapetostnih sistemih, je potrebno upoštevati veljavne predpise in standarde. Z zaščito je potrebno zagotoviti 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

Proizvajalec lahko izdelava zelo kakovosten produkt, vendar če pride do nepravilne vgradnje prenapetostnega odvodnika v sistem, bo njegovo delovanje nepravilno. Glede na različne

energetske sisteme se razlikuje tudi montaža in izbira prenapetostnih odvodnikov. Če želimo imeti zaščito na najvišjem nivoju, je treba točno upoštevati vsako izmed naštetih točk:

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

Zaščita razsmernika

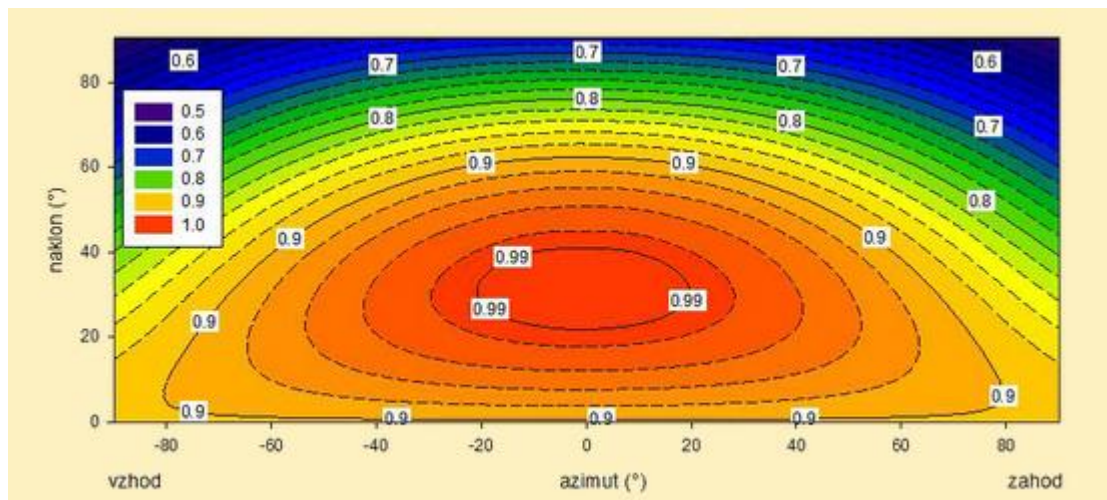
Omrežni razsmernik se uporablja za pretvorbo enosmerne napetosti (DC), ki jo proizvedejo FV moduli, v izmenično napetost (AC). Izmenična napetost se potem sinhronizira z javnim električnim omrežjem. Ko na FV moduli ni več zadostne moči, zaradi oblačnega vremena ali noči, se razsmernik avtomatsko ugasne, pri ponovnem proizvajanju energije na FV moduli 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 energetske 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.

4.2.6 POSTAVITEV FOTONAPETOSTNIH MODULOV

Izplen sončne elektrarne je odvisen od ustrezne postavitve fotonapetostnih modulov. Statično sončno elektrarno je potrebno usmeriti proti jugu in namestiti pod kotom, ki je najugodnejši za celoletni sončni obsev. Najugodnejši kot naklona za našo zemljepisno širino je med 20° in 40°.



Slika 7: Kot naklona je kot med vodoravno ravnino in ravnino fotonapetostnega modula, azimut pa je orientacija proti jugu (180° - JUG)

Primer: Na ravno površino lahko postavimo večjo moč statične sončne elektrarne, ki ima manjši kot postavitve – usmeritve zaradi senčenja na sosednje vrste modulov. Takšna elektrarna ima malo manjši letni sončni obsev vendar proizvede več energije zaradi nazivne moči.

V našem primeru nameščanja fotonapetostnih modulov na površino rekultiviranih deponij, je potrebno namestiti podkonstrukcijo z ustreznim naklonom ter odmiki od posameznih vrst v izogib vplivom medsebojnega senčenja.

V izdelavi je tudi študija, ki bo preučila vpliv medsebojnega senčenja modulov. S tem se bodo potrebni medsebojni odmiki med posameznimi vrstami potrdili ali ovrgli.

4.2.6.1 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 drog ali dimnikov v neposredni bližini. Sončna celica z najmanjšim tokom določa količino električne energije, ki lahko teče skozi množico zaporedno vezanih fotonapetostnih celic. To pomeni, da se izhodna moč zmanjša enako, če je delno senčena ena sama celica oziroma celotna vrsta zaporedno vezanih celic ali celo modulov. Senčenje, ki ga povzročijo drevesa in sosednje zgradbe kot tudi dimniki in podobno, omejuje in v najslabšem primeru celo ustavi proizvodnjo celotne verige zaporedno vezanih modulov.

Analizo senčenja lahko opravimo ročno z indikatorjem sončne poti ali digitalnim posnetkom. Slika 8 prikazuje primer posnetka okolice lokacije FV-generatorja z vrisanimi potmi sonca (zgornja krivulja pomeni najvišjo pot sonca poleti, spodnja krivulja pa najnižjo pot pozimi). Jutranje senčenje na vzhodni strani je prisotno med celim letom. S simulatorji senčenja je mogoče vpliv takšnega senčenja energijsko ovrednotiti. Posledice senčenja lahko zmanjšamo z uporabo vzporedno vezanih ("bypass") diod oziroma načrtovanjem generatorja, ki bo imel več vzporedno vezanih modulov oziroma celic.



Slika 8: Digitalni posnetek FV generatorja z vrisano najvišjo, srednjo in najnižjo potjo sonca

Sicer je senčenje med vrstami FV modulov veliko večji problem, če so te nameščene na ravno površino. Vpliv zmanjšamo s povečanjem razdalje med vrstami.

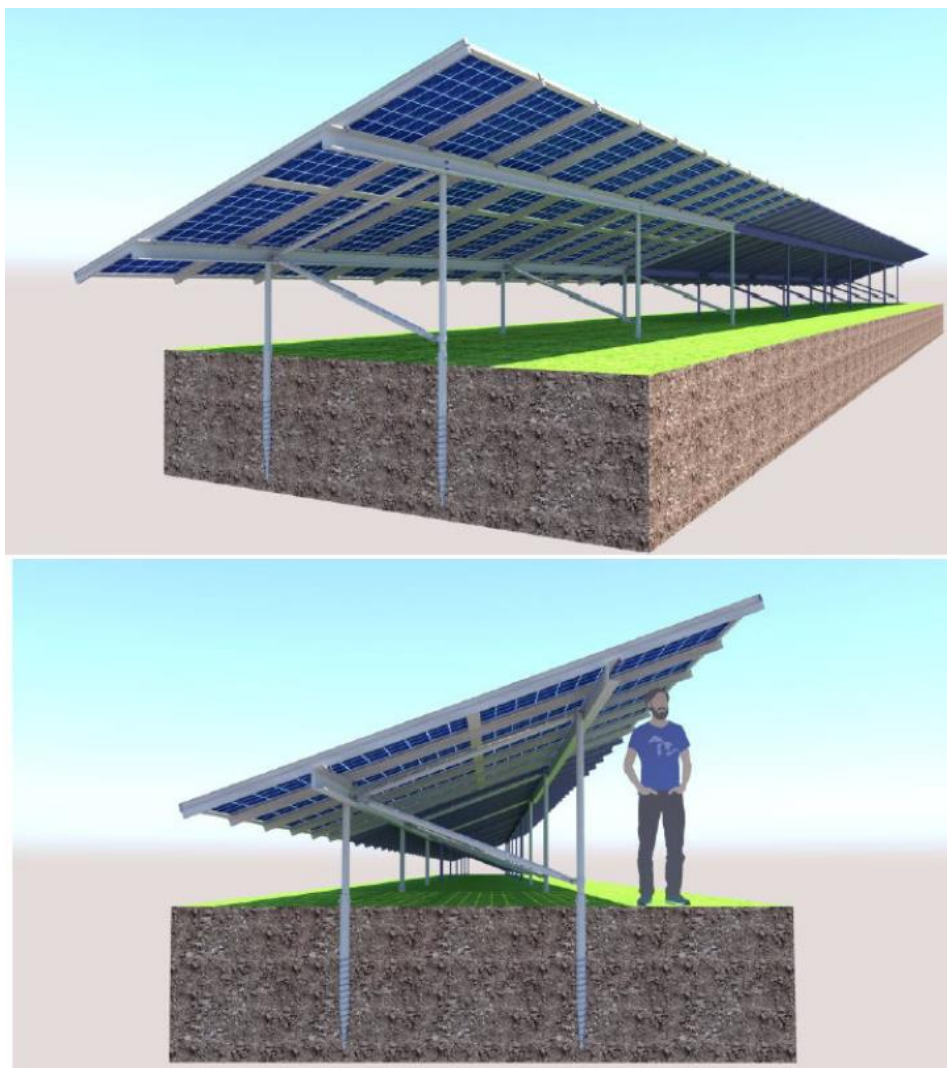
4.2.6.2 POSTAVITEV FV MODULOV S FIKSNIM NAKLONOM IN ORIENTACIJO

Zaradi velikih dolžin vrst, je predlagana nosilna konstrukcija s fiksnim naklonom. To je nosilna konstrukcija, primerna za velike sisteme, tudi na neravnih tleh. Na instalirano moč ima nizko ceno, enostavno namestitev in montažo in je primerna za okolja z močnejšimi vetrovi in večjo količino snega. Namestitev PV modulov na nosilno konstrukcijo je prikazano na Sliki 9.

Predvidena konstrukcija SE je sestavljena iz sekundarnih nosilcev, ki nalegajo na primarne nosilce. Obtežba se iz primarnih nosilcev prenese na stebre in diagonale, iz stebrov pa se nato obtežba prenese v temeljna tla.

Predvidena je jeklena podkonstrukcija za PV panele dimenzij 2274×1134×40 mm. Naklon panelov je 20°. Masa panela znaša približno 29 kg.

Elementi, ki so izpostavljeni koroziji so protikorozijsko zaščiteni z vročim cinkanjem ali kakšnim drugim sistemom. Elementi, ki se zabijajo (vijačijo) v tla so predvidoma iz materiala, ki je že sam po sebi korozijsko odporen brez dodatnih premazov in nanosov. S tem se prepreči poškodba protikorozijske zaščite ob zabijanju stebrov v tla.



Slika 9: Primer podkonstrukcije FV modulov s prečnim prerezom temeljenja z vijaki

4.3 KONCEPT POSTAVITVE FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE NA POVRŠINO REVITALIZIRANEGA ODLAGALIŠČA NENEVARNIH ODPADKOV

Površina deponije je ustrezno orientirana (jug do jugo-zahod) za namestitev PV modulov. Naklonski kot je na ravninskem delu 20° , medtem ko je na strmini naklonski kot približno 35° . Glede na željo izkoristiti vse ustrezne površine deponije za namestitev PV modulov, je smiselno uporabiti nosilno konstrukcijo za fiksno postavitve, ki je dovolj enostavna in robustna, da ne predstavlja dodatnega stroška za obratovanje in vzdrževanje v življenjski dobi SE.

Pri postavitvi PV modulov na revitalizirano deponijo, je potrebno upoštevati zahtevo po vzdrževanju vegetacije, da ne bi prišlo do prekomerne zaraščenosti ali pa do prekomerne erozije tal, zaradi neustrezne vegetacije. Na ravninskem delu je v ta namen potrebno namestiti spodnji rob PV modulov na višino vsaj 0,5 m od tal, z namenom, da se teren pod paneli lahko normalno vzdržuje. Na strmini je predvidena postavitve modulov bližje k tlom,

saj je strmina pod kotom približno 35° in se bodo paneli namestili po brežini. Odmik od tal mora biti takšen, da omogoča vzdrževanje vegetacije.

4.4 PRIKLJUČITEV FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE NA ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE

Predvidena SE Prapretno 3 bo na AC strani vključena obstoječo TP Prapretno 20/0,4 kV. Nova transformatorska postaja TP2 bo napajana iz proste vodne celice +AJD03 v obstoječi TP za SE Prapretno. Shema priključitve je razvidna iz risbe HIPA3—3E9010 – Enopolna shema. Nova transformatorska postaja TP3 bo napajana iz proste vodne celice +AJD09 v novi TP2 za SE Prapretno 3. Shema priključitve je razvidna iz risbe HIPA3—3E9010 – Enopolna shema.

4.5 LOKACIJA IN POTENCIAL SONČNEGA SEVANJA

Analiza lokacije in ovrednotenje energijskega izplena predstavljata dva zelo pomembna koraka v postopku načrtovanja fotonapetostnega sistema. V postopku analize lokacije in ovrednotenja solarnih dobitkov vplivata na učinkovitost delovanja elektrarne in vračilno dobo investicije. V postopku analize lokacije in ovrednotenja solarnih dobitkov, je potrebno analizirati senčenje PV modulov, ovrednotiti potencial sončnega obsevanja ob predvideni orientaciji in naklonu in izračunati solarne dobitke in letno proizvodnjo električne energije.

Osnovni podatek, ki ga uporabimo kot izhodišče pri določanju solarnih dobitkov sistema, je potencial sončnega sevanja na vodoravno ploskev. Potencial sončnega sevanja temelji na meritvah sončnega obsevanja na vodoravno ploskev ali na računskih modelih ali kombinacija obeh metod. Potencial sončnega sevanja podajamo kot povprečne vrednosti za tipičen dan v mesecu. Za lokacije v Sloveniji so na voljo podatki pri Agenciji RS za okolje, na spletnih straneh ministrstva za okolje in prostor, lahko pa uporabimo tudi orodje PVGIS [2] ali npr. Meteonorm [3].

4.5.1 ANALIZA LOKACIJE

Zelo bistveno pri načrtovanju je, da nameščeni PV moduli ne bodo osenčeni. Že zelo majhna osenčena površina lahko znatno zmanjša izhodno moč. Bistveno je doseči neprekinjeno osenčenje 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 PV moduli niso osenčeni, imajo pa moduli različen naklonski kot in orientacijo glede na lokacijo.

Za osnovni izračun energetskega potenciala na predlaganih lokacijah brežin je bil uporabljen koncept fiksne nosilne konstrukcije in monokristalni PV moduli z nazivno močjo 550 Wp. Konstrukcija bo imela nameščene PV module v dveh vrstah, vertikalno orientirane, ki bodo potekale od začetka do konca neprekinjeno. Med vrstami bo ustrezen razmak zaradi senčenja.

4.5.2 SE LOCIRANA NA LOKACIJI PRAPRETNO

Naklonski kot PV modulov znaša na ravninskem delu (območje 1) 20°, orientacija pa je 180° (JUG). Na območju 2 (Slika 10) so moduli pod naklonskim kotom 20°, orientacija je na JV. Na strmem delu, območje 3 in 4 (Slika 10) je predvidena postavitev modulov pod naklonskim kotom 35° in orientacija JV.



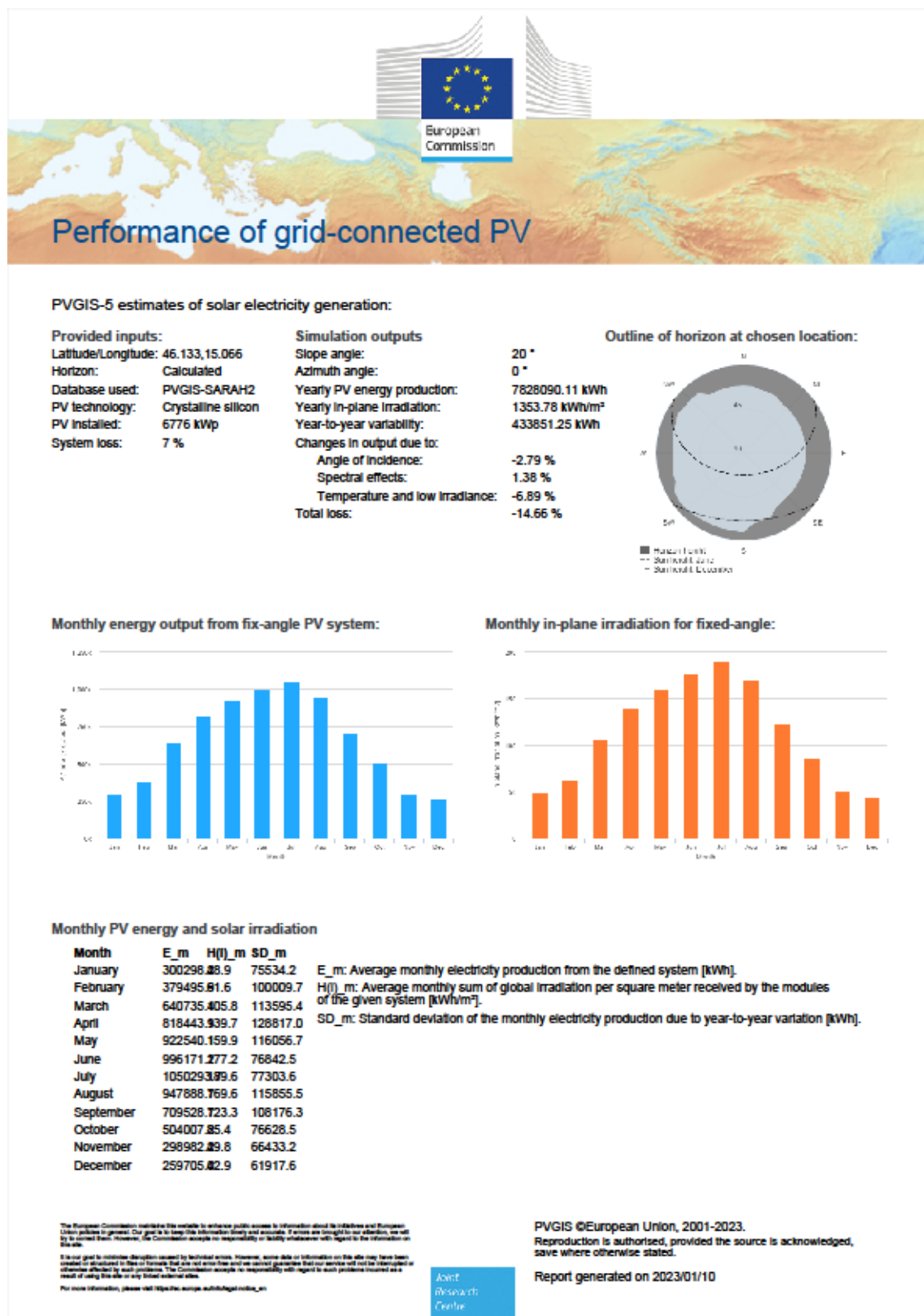
Slika 10: Situacija z vrisano SE na katastru

4.5.3 IZRAČUN PREDVIDENE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Predvidena proizvodnja električne energije za opisane segmente je bila izračunana na uradni strani Evropske komisije (»Photovoltaic geographical information system - PVgis« [2]).

Uporabljeno je bilo orodje, ki omogoča oceno povprečne mesečne in letne proizvodnje električne energije fotonapetostnega sistema, ki je priključen na elektro energetska omrežje, brez shranjevanja električne energije v baterijske hranilnike. Pri izračunu se je upoštevalo sončno sevanje, temperatura, hitrost vetra, tehnologija izdelave PV modulov ter orientacija in naklon PV modulov.

Izračun letne proizvodnje električne energije:



Slika 11: Izračun predvidene letne proizvodnje električne energije z orodjem PVgis

5. UMEŠČANJE V PROSTOR

Glede na lokacije posameznih segmentov FV modulov, ki se raztezajo po relativno velikem območju deponije Prapretno, se je preverila dopustnost gradnje, glede na trenutno veljavne prostorske akte Občine Hrastnik, v katere spadajo zadevne parcele. Ravninski del deponije je že zaprt, klanec je v ukrepih po zapiranju. Upoštevati je potrebno Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Hrastnik.

Za gradnjo energetske infrastrukture in v zvezi z gradnjo sončnih elektrarn navaja:

- Pri načrtovanju objektov za rabo obnovljivih virov energije (fotovoltaika, biomasa, vodna energija, vetrna energija, geotermalna energija) in pri načrtovanju drugih objektov, ki bi lahko imeli pomemben vpliv na kvaliteto prostora, okolja, je potrebno maksimalno poskrbeti za učinkovitost izbranega sistema ter njegovo prostorsko okoljsko in družbeno sprejemljivost.
- Pri načrtovanju in gradnji objektov, je potrebno upoštevati veljavne predpise s področja elektroenergetike.
- Umeščanje energetskih objektov in naprav v prostor je potrebno načrtovati tako, da bodo v največji možni meri ohranjene značilne naravne prvine, kot so gozdni rob, vznožje pobočij, reliefne značilnosti, ter da bo ohranjena vidnost naselij in značilnih vedut.

5.1.1 FOTONAPETOSTNE ELEKTRARNE NAZIVNE MOČI NAD 1 MWP

Fotonapetostne elektrarne nazivne moči nad 1 MWp, se klasificirajo kot zahteven objekt. Po gradbeni zakonodaji je to objekt, za katerega je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje in uporabno dovoljenje ter izvesti tehnični pregled. Preveriti je potrebno, ali je na predvideni lokaciji gradnja dopustna (ZUreP-3).

Če je moč pod mejo 10 MW, objekt ni državnega pomena in postopek pridobivanja gradbenega dovoljenja in uporabnega dovoljenja vodi Upravna enota in ne Ministrstvo za okolje in prostor. V kolikor se v predhodnem postopku presodi, da je objekt z vplivi na okolje, ta postane objekt državnega pomena, za katerega je potrebno izvesti presojo vplivov na okolje, prav tako pa postopek vodi Ministrstvo za okolje in prostor.

5.1.2 PROSTORSKA PREVERITEV ZA NAMERAVANO GRADNJO

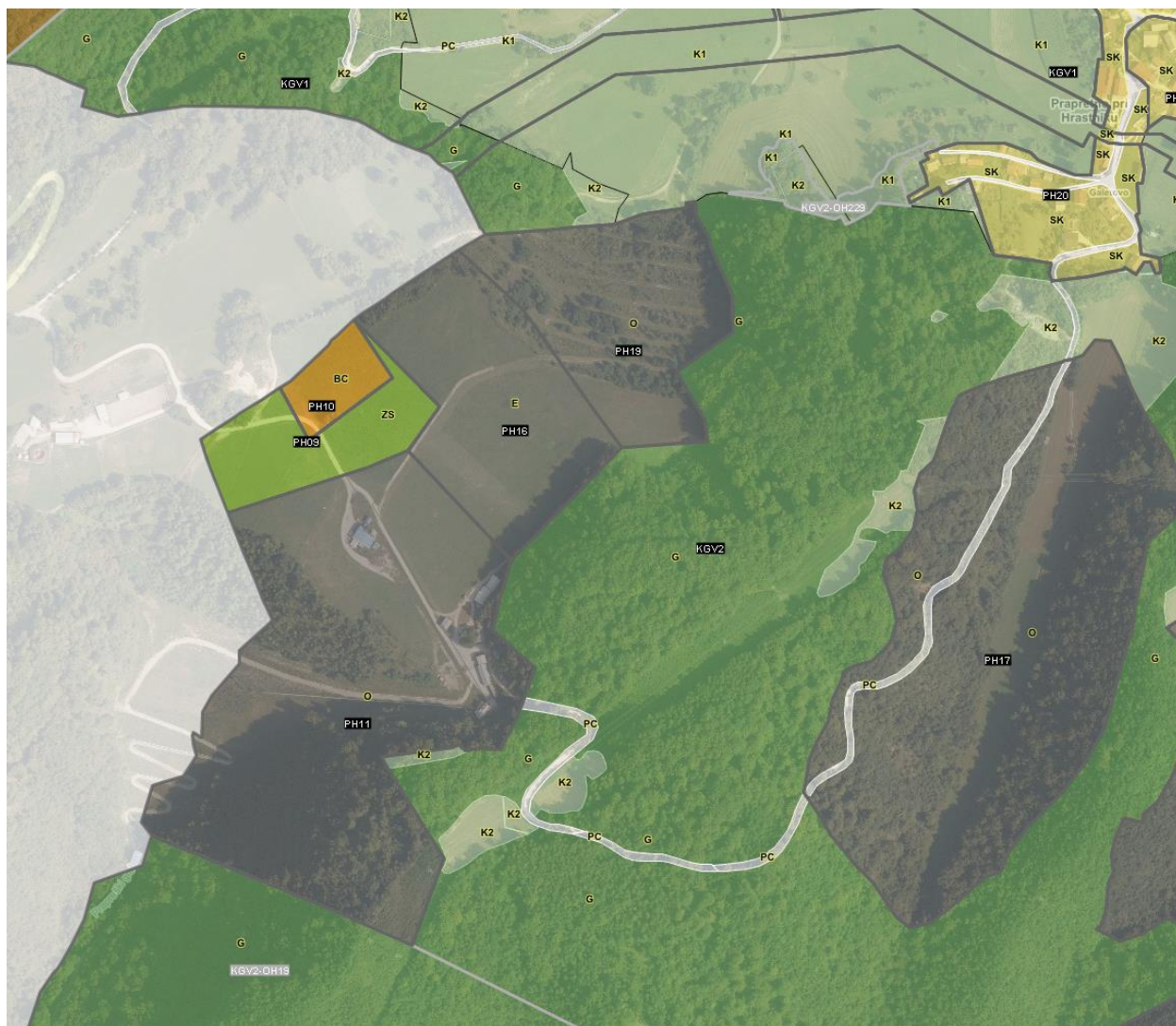
Podlaga za izdajo gradbenega dovoljenja je prostorski akt. Prostorski izvedbeni akti so DPN, uredba o najustreznejši varianti, uredba o varovanem območju prostorske ureditve državnega pomena, OPN, OPPN in odlok o urejanju podobe naselij in krajine. Prostorski izvedbeni akti so splošni pravni akti.

Na predvidenem območju postavitve SE velja občinski prostorski načrt. V Tabeli 1 so navedena vsa zemljišča, na katerih se predvideva postavitve sončne elektrarne in njihova namenska raba.

Območje, kjer se načrtuje gradnja, se trenutno ureja z določili OPN Občine Hrastnik (Uradni vestnik Zasavja št. 2/16) iz katerega ne izhaja neposredna dopustnost načrtovane prostorske ureditve. V povezavi s 131. ZUreP-3, ki določa izjeme glede načrtovanja naprav za izkoriščanje obnovljivih virov energije, se izvajajo aktivnosti za pričetek postopka izdelave občinskega podrobnega prostorskega načrta, s katerim se bodo zagotovili ustrezni prostorski izvedbeni pogoji za umestitev sončne elektrarne Prapretno 3 s spremljajočo infrastrukturo.

	KATASTRSKA OBČINA (K.O.)	ŠT. PARCELE	POVRŠINA [m ²]	NAMENSKA RABA	LASTNIK
1	2640 - HRASTNIK	679/2	19.094	Površine za oddih, rekreacijo in šport	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje
2	2640 - HRASTNIK	681/1	5.499	Površine za oddih, rekreacijo in šport	Republika Slovenija Gregorčičeva ulica 20 1000 Ljubljana
3	2640 - HRASTNIK	681/2	1.195	Površine za oddih, rekreacijo in šport	Republika Slovenija Gregorčičeva ulica 20 1000 Ljubljana
4	2640 - HRASTNIK	678/3	916	Površine za oddih, rekreacijo in šport	Republika Slovenija Gregorčičeva ulica 20 1000 Ljubljana
5	2640 - HRASTNIK	678/4	16.541	Površine za oddih, rekreacijo in šport	Republika Slovenija Gregorčičeva ulica 20 1000 Ljubljana
6	2640 - HRASTNIK	682	4.834	Površine za oddih, rekreacijo in šport	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje
7	2640 - HRASTNIK	683/2	26.031	Površine za oddih, rekreacijo in šport	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje
8	2640 - HRASTNIK	683/9	87	Površine za oddih, rekreacijo in šport	Termoelektrarna Trbovlje Ob železnici 27 1420 Trbovlje
9	2640 - HRASTNIK	689/2	5.339	Površine za oddih, rekreacijo in šport	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje
10	2640 - HRASTNIK	689/3	9.586	Območje okoljske infrastrukture	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje
11	2640 - HRASTNIK	689/4	25	Območje okoljske infrastrukture	Termoelektrarna Trbovlje Ob železnici 27 1420 Trbovlje
12	2640 - HRASTNIK	690/2	21.816	Območje okoljske infrastrukture	HSE – EdT, d.o.o. Ob železnici 27 1420 Trbovlje

Tabela 1: Tabela zemljišč za SE Prapretno 3



Slika 12: Izvleček iz PISO; Občina Hrastnik – Namenska raba

5.1.3 OKOLJSKE PREVERITVE ZA NAMERAVANO GRADNJO

(ZVO-2 in Podzakonski akti)

Na podlagi predpisa, ki določa posege za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, je potrebno za samostojne naprave za izkoriščanje sončne energije z zmogljivostjo vsaj 250 kW ali na površini vsaj 0,5 ha, izvesti predhodni postopek, v katerem se ugotovi ali je za poseg v okolje treba izvesti presojo vplivov na okolje.

V postopku preveritve izda MOP, Direktiva za okolje, sklep o ugotovitvi, ali je za nameravani poseg treba izvesti presojo na okolje in pridobiti Okoljevarstveno soglasje Ministrstva (OVS). Če iz sklepa izhaja, da je PVO potrebno izvesti po GZ, je tak objekt z vplivi na okolje in se po ZVO-2 postopek izdaje gradbenega dovoljenja in postopek presoje vplivov na okolje iz

zakona, ki ureja varstvo okolja, združita (integralni postopek). Glej 63. čl. GZ-1. Če pa iz sklepa izhaja, da objekt nima večjega vpliva na okolje, nista potrebna PVO in OVS.

V kolikor se v polmeru 1 km že nahajajo SE, izvajajo ali načrtujejo podobni posegi v okolje, potem se ti posegi združujejo.

5.1.4 PRAVICA GRADITI

Vsa zemljišča / parcele so v k.o. 1870 Hrastnik v lasti HSE - EdT d.o.o., Termoelektrarne Trbovlje in Republike Slovenije. Za nekatere parcele je že bila pridobljena služnost v fazi postavitve obstoječe SE Prapretno, za vse ostale parcele je potrebno pridobiti služnost ali odkup zemljišča.

5.1.5 ENERGETSKO DOVOLJENJE

Za fotonapetostne elektrarne, ki se priključujejo direktno na javno gospodarsko infrastrukturo – elektroenergetsko omrežje in so večja kot 1 MW, je potrebno pridobiti energetska dovoljenja. Energetska dovoljenja je bilo pridobljeno v fazi graditve obstoječe sončne elektrarne Prapretno, in sicer za moč 10 MW.

6. TEHNIČNI DEL – TRANSFORMATORSKA POSTAJA

6.1 SPLOŠNI PODATKI TP

Splošni podatki TP2:

Naziv TP:	TP2
Ohišje TP:	TPR FV
Dimenzije TP:	12,3×4,2×2,8 m
Nazivna napetost:	20/0,4 kV
Število transformatorjev:	4
Nazivna moč tr.:	4×1600 kVA
Tip tr.:	SUHI
Hlajenje transformatorja:	AF

Splošni podatki TP3:

Naziv TP:	TP3
Ohišje TP:	TPR FV
Dimenzije TP:	5,3×4,2×2,8 m
Nazivna napetost:	20/0,4 kV
Število transformatorjev:	2
Nazivna moč tr.:	2×1250 kVA
Tip tr.:	SUHI
Hlajenje transformatorja:	AF

Stikališče srednje napetosti za TP2:

- kompaktni srednjenapetostni stikalni blok (RMU):
 - 2 × vodna celica,
 - 1 × spojna celica,
 - 1 × merilna celica
 - 5 × transformatorska celica.

Stikališče srednje napetosti za TP3:

- kompaktni srednjenapetostni stikalni blok (RMU):
 - 1 × vodna celica,
 - 1 × spojna celica,
 - 1 × merilna celica
 - 3 × transformatorska celica.

Stikališče nizke napetosti za TP2:

- 2 × NN stikalni blok.

Stikališče nizke napetosti za TP3:

- 4 × NN stikalni blok.

Zaščita transformatorja:

- srednja napetost:
 - kratkostična zaščita z zaščitnim relejem ali VVT varovalkami
- nizka napetost:
 - pretokovna zaščita z bimetalnim relejem, ki deluje na izklopilno tuljavo montirano na odklopniku (v SN celici),
 - kontaktni termometer.

Enopolna shema predvidene TP2 je razvidna iz risbe HIPA3--3E9001, fasade so razvidne iz risbe HIPA3--3E4040 (str. 2), tloris pa iz HIPA3--3E4040 (str. 1).

Enopolna shema predvidene TP3 je razvidna iz risbe HIPA3--3E9001, fasade so razvidne iz risbe HIPA3--3E4030 (str. 2), tloris pa iz HIPA3--3E4030 (str. 1).

6.2 SREDNJENAPETOSTNI DEL

Srednjenapetostni del transformatorske postaje predstavljajo SN kabelski priključek, SN stikalni blok, odvodniki prenapetosti in transformatorja.

6.2.1 SN KABELSKI PRIKLJUČEK

Predvidena TP2 (za SE Prapretno 3) bo na AC strani 0,4 kV vključena novo TP 20/0,4 kV SE Prapretno, in sicer v prosto celico +AJD03. TP bo povezana v obstoječo TP s kablovodom.

Predvidena TP3 (za SE Prapretno 3) bo na AC strani 0,4 kV vključena novo TP2 za SE Prapretno 3, in sicer v prosto celico +AJD09. TP bo povezana s kablovodom.

6.2.2 TRANSFORMATOR

V transformatorsko postajo TP2 bodo vgrajeni štirje transformatorji suhe izvedbe, nazivne moči 1600 kVA, Dyn5, napetosti 20/0,4 kV.

V transformatorsko postajo TP3 bosta vgrajena dva transformatorja suhe izvedbe, nazivne moči 1250 kVA, Dyn5, napetosti 20/0,4 kV.

6.2.3 SN STIKALNI BLOK

V TP2 bo vgrajen 20 kV SN stikalni blok s petimi transformatorskimi celicami, dvema vodnima celicama ter eno spojno in merilno celico.

V TP3 bo vgrajen 20 kV SN stikalni blok s tremi transformatorskimi celicami, eno vodno celicama ter eno spojno in merilno celico.

Transformatorske celice bodo opremljene z odklopnikom, v vodnih celicah bo montirano ločilno stikalo ali odklopnik. V spojni celici bo odklopnik, v merilni bodo vgrajeni tokovniki na napetostniki.

SN stikalna naprava je standardno opremljena z vgrajenimi blokadami, ki preprečujejo neželene stikalne manipulacije. Blokade so mehanske. Vgrajene so naslednje blokade:

- blokada, ki preprečuje odpiranje kabskega prostora, če kabel ni ozemljen (Opomba: Ko je kabski prostor odprt, je omogočen izklop ozemljitve kabla, kar omogoča testiranje kabla),
- blokada, ki preprečuje preklapljanje ločilnika, med aktivnostjo odklopnika ali odklopnega ločilnika in
- z namenom preprečitve refleksnih poskusov izklopa kratkega stika po vklopu, je odpiralni gumb opremljen z proti-refleksno loputo.

Osnovni tehnični podatki SN stikalnega bloka:

Nazivna napetost:	24 kV
Nazivna frekvenca:	50 Hz
Nazivni tok zbiralk:	630 A
Nazivni tok ločilnega stikala:	630 A
Nazivni tok odklopnika:	200 A (630 A)

6.3 NIZKONAPETOSTNI DEL

Nizkonapetostni del predstavlja dva NN stikalna bloka.

6.3.1 NN STIKALNI BLOK

Nizkonapetostna stikalna bloka bosta postavljena v ločen prostor znotraj postaje. Posamezen NN stikalni blok bo sestavljen iz:

- glavnega stikala 2500 A,
- 13 odklopnikov do 250 A,
- varovalčna letev do 160 A za PO.

6.3.2 ELEKTRIČNA INSTALACIJA

V transformatorski postaji bo izvedena električna instalacija za razsvetljavo za primere nujnih nočnih intervencij in remontnih del.

6.4 ZAŠČITA

6.4.1 ZAŠČITA TRANSFORMATORJA

Posamezni elektroenergetski transformator bo na srednjenapetostni strani zaščiten pred tokom kratkega stika z varovalkami ali z vgrajenim zaščitnim relejem. Pred preobremenitvijo bo posamezen elektroenergetski transformator zaščiten z bimetalnim relejem v posameznem NN stikalnem bloku. Pred notranjimi okvarami transformatorja bo le-ta ščiten z lastno integrirano zaščito, ki bo delovala na tripolni izklop stikala v transformatorski celici SN stikalnega bloka.

6.4.2 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Pri TP bo izvedena zaščita pred nevarno napetostjo in sicer z izvedbo izenačitve potenciala stojišča. Izvedena bo potencialna ozemljitev v obliki obroča na oddaljenosti 1 m okoli TP v globini 0,5 m. Prav tako bo zaščita izvedena z ozemljitvijo vseh kovinskih delov električnih naprav in aparatov, ki normalno niso pod napetostjo in ne spadajo med obratovalne tokokroge, vendar utegnejo pri okvari priti pod napetost neposredno ali po električnem obloku.

OPOMBA! V skladu s standardom SIST EN 50522 (Točka 4.3) velja, da izpolnjevanje zahtev za napetost dotika izpolnjuje zahteve za napetost koraka.

6.4.3 ZAŠČITA NIZKONAPETOSTNIH IZVODOV

Kabelski izvodi nizke napetosti bodo varovani pred preobremenitvijo in kratkim stikom na nizkonapetostnem stikalnem bloku z zaščitnimi moduli na NN odklopnikih.

6.4.4 ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTIMI

V TP morajo biti vgrajeni odvodniki prenapetosti 10 kA/24 kV (SPD-naprava za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom).

Na NN zbiralkah NN stikalnega postroja morajo biti montirani odvodniki napetosti razreda I. 12,5 kA/320 V (SPD-naprava za zaščito pred udarnim razelektritvenim tokom strele ali udarnim prenapetostnim valom).

6.4.5 PROTIPOŽARNA ZAŠČITA

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilno izbiro materialov in opreme, kar bo razvidno iz tipskega načrta transformatorske postaje. Predvidena sta transformatorja suhe izvedbe.

6.4.6 ZAŠČITA OKOLJA

Suha transformatorja ne vsebujeta tekočega hladilnega in izolacijskega sredstva, ki bi lahko ob izlivu ogrožalo okolje.

6.4.7 ZAŠČITA PRED HRUPOM

Zaščita okolja pred hrupom transformatorjev je izvedena z zapiranjem le-teh v ohišje TP.

6.4.8 ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

Transformatorska postaja bo imela tovarniško izvedeno strelovodno instalacijo (zunanji LPS).

7. SISTEM TEHNIČNEGA VAROVANJA

Nameščen bo sistem tehničnega varovanja, ki bo zaznal nepooblaščne poskuse vstopa (v TP in vhodna vrata ograje), in sistem daljinskega vizualnega spremljanja, ki bo pokrival ključne točke sončne elektrarne (vhod, TP, razsmernike...).

8. TEHNIČNI DEL - GRADBENI DEL

8.1 SPLOŠNO

Predvidena postavitev SE Prapretno 3 na območju nekdanje TE Trbovlje bi pomenila revitalizacijo območja nekdanje TE Trbovlje, hkrati pa tudi priložnost za izkoriščanje obnovljivih virov. SE Prapretno 3 je logično nadaljevanje že obstoječe SE Prapretno 1. Območje je na meji sosednjih občin Trbovlje in Hrastnik.

Predvidena je postavitev panelov na jekleni podkonstrukciji s fiksnim naklonom, 2 transformatorskih postaj različnih dimenzij, kompaktne izvedbe. Transformatorske postaje za SE Prapretno 3 bodo povezane z obstoječo transformatorsko postajo SE Prapretno 1 s podzemnim kablovodom. Okoli območja je predvidena tudi postavitev ograje.

8.2 LOKACIJA

Območje s sončno elektrarno je predvideno na planjavi približno 1.3 km SV od območja TE Trbovlje. Na tem mestu je bila nekoč deponija pepela. Sedaj je to območje prekrito s humusom. Ocenjena debelina humusa je med 30 in 80 cm. Tik zraven je že obstoječa SE Prapretno 1.



Slika 13: Območje predvidene SE Prapretno 3

8.3 PODATKI O TLEH

Območje nameravane gradnje je bilo geološko pregledano. Na voljo sta 2 GG poročili, ki obravnavata območje nameravane postavitve. Poročila so ločena za ravninski in hriboviti del po posameznih občinah.

Poročila za območje v občini Hrastnik:

- SE Prapretno (območje 2,3,4 – OPN občine Hrastnik), Geoinženiring, št. 82 411/22, Ljubljana, september 2022;
- GG elaborat za SE Prapretno 3, SIIPS AD, d.o.o, Zagorje ob Savi, št. 13/06-22 GGE, junij 2022.

V GG poročilih so navedeni zemeljski sloji (vrhnji sloj humusa, z debelimi nasipio EF pepela in žlindre), kot tudi pogoji za temeljenje, ocena nosilnosti zemeljskih vijakov.

Iz GG poročil izhaja, da bi bilo najprimernejše temeljenje z uporabo zemeljskih vijakov, za katere so podane tudi ocene nosilnosti posameznih sider. V GG poročilih so podane tudi karakteristike zemljine.

Preglednica 6: Ocena tlačne in natezne nosilnosti zemeljskih vijakov

Premer vijaka [mm]	Dolžina vijaka [m]	Nosilnost zemeljskega vijaka [kN]	
		tlačna	natezna
76,3	1,25	3,4	1,3
	1,50	4,3	2,0
	1,75	5,3	2,8

V višjih fazah projekta niso predvidene dodatne GG preiskave, saj poročila za namen gradnje dobro opisujejo zemeljski polprostor. 1 GG poročilo je opredelilo tudi glede brežine, na kateri se je preverila možnost postavitve SE. Brežina se je izkazala kot pogojno stabilna v trenutnem stanju in neprimerna za dodatne obtežbe, zato postavitve SE tam ni predvidena. Vegetacija na brežini mora ostati nedotaknjena. Ob gradnji bo potreben geomehanski nadzor.

8.4 GRADBENE KONSTRUKCIJE

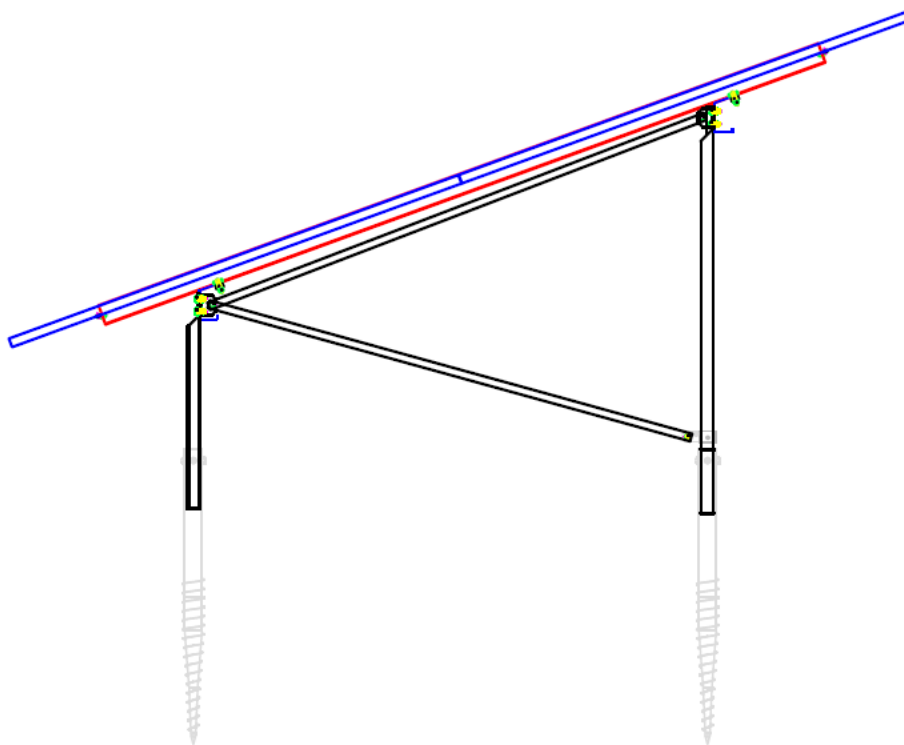
8.4.1 JEKLENE NOSILNE KONSTRUKCIJE PANELOV

Predvideno je, da se FV paneli namestijo na jekleno podkonstrukcijo s fiksnim naklonom. Konstrukcija je sestavljena iz primarnih stebrov in nosilcev na katere so preko sekundarnih nosilcev pričvrščeni FV paneli.

Predvidoma bo jeklena konstrukcija vroče cinkana iz jeklenih okroglih (npr. S235) cevi in hladno oblikovanih »C« profilov. Poleg jeklene konstrukcije se uporabijo še aluminijasti nosilci, na katere se pritrdijo FV paneli. V vzdolžni smeri so elementi povezani z dilatacijskimi elementi.

Sama dimenzija podkonstrukcije se prilagodi optimalnemu naklonu FV panelov in optimalni razdalji med posameznimi nosilnimi elementi. Elementi so med seboj spojeni z vijačnimi zvezami. Temeljenje je predvideno z zemeljskimi vijaki. (npr. Krinner vijaki, BAYO, ipd...) ob upoštevanju GG poročil (globina in premer).

Podkonstrukcija bo preračunana na vse predvidene obremenitve, ki jih zahtevajo veljavni predpisi (EVROKOD). Preračun bo izveden v višjih fazah projekta. Predvidoma bo točna oblika konstrukcije znana ob izbiri izvajalca, saj jo bo le-ta optimalno prilagodil svojim zmožnostim.



Slika 14: Prečni prerez predvidene (morebitne) podkonstrukcije panelov

8.4.2 TEMELJI TRANSFORMATORJEV – TRANSFORMATORSKE POSTAJE

Za transformatorja sta predvideni tipski montažni AB hiški kompaktne izvedbe. Transformatorski postaji sta v sklopu dobavitelja opreme in se izvedeta po njegovih načrtih. Temelji so armiranobetonski, izdelani na licu mesta po načrtih dobavitelja opreme.

8.4.3 OGRAJA

Okoli celotnega kompleksa je predvidena panelna ograja višine vsaj 2.0 m. Predvideni so stebri na razdalji med 2.5 m – 3.0 m. Za temelje stebrov ograje so predvideni zemeljski vijaki (npr. Krinner, BAYO) ali betonski temelji. V ograji so predvidena dvokrilna panelna vrata (2 kpl) za dostop – širina bo omogočala prehod lažjih tovornih vozil. Ograja se bo navezala na obstoječo ograjo.

8.4.4 SERVISNA POT

Posebna servisna pot ni predvidena. Na območju že poteka makadamska pot, ki se jo smiselno uporabi. Deloma se jo bo uredilo in utrdilo v makadamski izvedbi, v kolikor bo to potrebno.

8.4.5 KABELSKA KANALIZACIJA

Kabelska kanalizacija za povezavo med TP postajami (obstoječo in novimi) se izvede v zemlji. Predviden je široki izkop, širina jarka bo prilagojena številu kablov. Potek sam bo predvidoma ob obstoječi servisni cesti. Izvedba bo skladno z zahtevami za kabelsko kanalizacijo.

8.5 GRADNJA

Gradnja se lahko prične po skrbnem pregledu dokumentacije z postavitvijo vijakov ob geomehanskem nadzoru, montažo stebrov in primarnih nosilcev. Sledi vijačenje sekundarnih nosilcev na jekleno podkonstrukcijo. Vzporedno se izvajajo dela na servisni poti, ograji in transformatorskih hišicah.

8.6 MATERIALI

Uporabljeni materiali so beton, armatura, jeklo in aluminij.

Beton mora biti skladen s SIST EN206, njegove mehanske lastnosti morajo ustrezati SIST EN1992-1-1:2004. Opaži, ki se bodo uporabili (temelji transformatorske hišice) morajo biti kvalitete VB1. Pred uporabo morajo biti čisti in premazani z opažnim oljem.

Armatura mora biti pred vgradnjo čista, brez nečistoč, rje in razmaščena. Lastnosti morajo biti skladne s SIST EN 10080.

Konstrukcijsko jeklo mora biti skladno s SIST EN1993-1-1 (oz. mehanske lastnosti).

Delavniške načrte bo naredil izbrani izvajalec.

Izdelava in montaža jeklene konstrukcije bo opravljena v skladu s SIST EN 1090-2, zahtevani razred izdelave je EXC2.

Aluminijasti profili morajo biti skladni z zahtevami SIST EN 1999-1 (mehanske lastnosti in odpornost). Aluminij bo predvidoma je kvalitete EN-AW 6063.

8.7 VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU

Posebni ukrepi za varnost in zdravje niso predvideni. Paziti je potrebno na zdrse in padce. Stroji in orodje za delo morajo biti brezhibni (električno orodje, žage, ipd..), imeti morajo vse ustrezne zaščite. Predvideno je krčenje posameznih dreves, za kar se predvidi uporabo kvalificiranih delavcev (npr. gozdarji). Pri tem je potrebno upoštevati vsa varnostna pravila pri podiranju dreves.

8.8 ODPADKI PRI GRADNJI IN VARSTVO OKOLJA

Posebnih odpadkov pri gradnji ni pričakovati. Nastali odpadki (embalaža,) se zbirajo ločeno in se odstranijo na predpisan način. Pri delih niso predvideni večji izkopi. Morebitni izkopi (pri npr. temeljih transformatorske postaj) pepela se lahko predvidoma prestavijo na drugo mesto v okviru kompleksa in se uporabijo za izravnavo terena ob končnem nasutju s humusom. Izkopi globlji od 80cm niso predvideni, zato ni pričakovati med izkopano zemljo deponiranega pepela. Vse nevarne tekočine in olja morajo biti v originalni embalaži in shranjena na način, da izlitje ne more povzročiti okoljsko škodo. Zaradi bližine gozda je potrebna previdnost pri delu z odprtim ognjem.

8.9 OCENA VREDNOSTI GRADBENEGA MATERIALA

Ocenjena vrednost (transformatorska hišica je z gradbeno-montažnimi deli upoštevana v elektro projektu).

- Jeklena podkonstrukcija 1.804.200,00 €
- Ograja, servisna pot.....65.000,00 €
- Zemeljski vijaki (ocena 8500 kos)..... 130.000,00 €
- Testna sidra, dokumentacija, GG nadzor.....10.000,00 €

Skupaj (gradbeno-montažna dela) 2.009.200,00 €

8.10 ZAKLJUČEK

Predvidena je postavitve sončne elektrarne SE Prapretno 3 na nekdanji deponiji pepela. Pred postavitvijo je potrebno pridobiti mnenje o nosilnosti terena, prav tako je potrebno skrbno izbrati in predvideti temeljenje glede na znane podatke o sestavi EF pepela. Smiselno si je organizirati gradbišče na način, da se lahko nekatera dela opravljajo sproti (postavitve in kabliranje).

9. OCENA CELOTNE INVESTICIJE

Ocena investicije za postavitve fotonapetostne elektrarne vključuje pripravljala dela z ostalo infrastrukturo (TP), dobavo, transport, montažo, preizkušanje in zagon. Ocena investicije je prikazana na spodnji Sliki 14.

	SE PRAPRETNO 3
Instalirana moč elektrane	6.776,00 kWp
število modulov	12.324,00 kos
Letna proizvodnja	7.828.090,11 kWh
Ustanovna vlaganja	401.500,00 €
Dobava in montaža FV modulov	2.032.232,40 €
DC kableske povezave	813.050,64 €
Razsmerniki	309.885,00 €
PPM, povezava na CV	124.100,00 €
Strelovodna zaščita in ozemljitve	427.050,00 €
Kabelske police	138.700,00 €
Dobava in montaža podkonstrukcije FV modulov	2.124.300,00 €
Transformator	365.000,00 €
Ohišje TP	91.980,00 €
Temeljna plošča	22.630,00 €
SN blok	194.910,00 €
NN blok	189.800,00 €
SN, NN povezave	38.690,00 €
Priključitev na SN omrežje, ethernet	36.500,00 €
Nepredvidena dela 5%	345.441,40 €
SKUPAJ	7.655.769,44 €
VREDNOST/MOČ	1129,84 €/kWp

Slika 15: Ocena investicije za postavitve SE Prapretno 3

10. ZAKLJUČEK

Idejni projekt (IDP) je bil pripravljen na osnovi projektne naloge v obsegu in nivoju obdelave, kot predvidevajo pravila stroke in pravilnik IZS. Obdelana je ustrezna optimalna rešitev, ki je bila predlagana v IDR. Za izdelavo IDP je bil pripravljen geodetski posnetek zadevnega območja. Ocena proizvodnje električne energije PV generatorjev je bila izračunana na uradni strani Evropske komisije (»Photovoltaic geographical information system« [2]) in je prikazana na Slika 11. Postavitev in izračun števila modulov je bil pripravljen s programskim paketom PVcase.

Idejni projekt predvideva, da se pridobi gradbeno dovoljenje za sončno elektrarno nazivne moči 6.776 kWp. Predvidena lokacija se nahaja na parcelah v k.o. 2640 Hrastnik. Za predvideno območje se v povezavi s 131. čl. ZUreP-3 vodijo aktivnosti za izdelavo občinskega podrobnega prostorskega načrta, na podlagi katerega bodo zagotovljeni ustrezni prostorski izvedbeni pogoji za umestitev sončne elektrarne gradnjo sončne elektrarne s spremljajočo infrastrukturo. V skladu z zakonodajo (GZ-1) je pristojni upravni organ v postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja za predvideno sončno elektrarno Upravna enota.

V nadaljevanju razvoja projekta so potrebni naslednji nadaljnji koraki:

- priprava dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja (DGD).

VIRI

- [1] D. K. K. Z. Jože Rakovec, „Sončna energija v Sloveniji,“ Ljubljana.
- [2] Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo, „PREDLOG - Energetski koncept Slovenije - EKS,“ Avgust 2018. [Elektronski]. Available: http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/eks/resolucija_eks/re-eks_jo_avg_2018.pdf. [Poskus dostopa 5 marec 2019].
- [3] Ministrstvo za infrastrukturo, „Nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije,“ Ministrstvo za infrastrukturo, 2020.
- [4] Ministrstvo za infrastrukturo, „Osnutek akcijskega načrta za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020 (posodobitev 2017),“ Ljubljana, junij 2017.
- [5] SODO, „Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije,“ Uradni list RS, št. 41/2011, 2011.
- [6] TR JKM550-570M-7RL4-TV-D4-EN.ai (jinkosolar.eu). [Poskus dostopa 1 julij 2022].
- [7] Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, „Slovenski portal za fotovoltaike,“ [Elektronski]. Available: <http://pv.fe.uni-lj.si/>. [Poskus dostopa 27 junij 2019].
- [8] Joint Research Centre - European Commission, „Photovoltaic Geographical Information System,“ JRC, [Elektronski]. Available: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP. [Poskus dostopa 10 julij 2019].
- [9] Meteotest AG, „Meteonorm,“ [Elektronski]. Available: <https://meteonorm.com/en/>. [Poskus dostopa 10 julij 2019].
- [10] Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, „Elaborat, Izraba sončne energije na območjih DEM,“ Maribor, 2018.
- [11] IEA, NEA, „Projected Costs of Generating Electricity,“ OECD: IEA and NEA, Paris, 2015.
- [12] NYSEDA, „New York State Solar Guidebook - Decommissioning Solar Panel Systems,“ [Elektronski]. Available: <https://www.nyserda.ny.gov/All%20Programs/Programs/Clean%20Energy%20Siting/Solar%20Guidebook>. [Poskus dostopa 7 julij 2020].
- [13] Borzen, „Center za podpora proizvodnji zelene energije,“ [Elektronski]. Available: <https://www.borzen.si/sl/Domov/menu2/Center-za-podpore-proizvodnji-zelene-energije/Dokumenti-in-povezave/Dokumenti>. [Poskus dostopa 16 09 2019].
- [14] „Izvedbena uredba Komisije (EU) 2017/367,“ EUR-Lex, 1 marec 2017. [Elektronski]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/ALL/?uri=CELEX:32017R0367>. [Poskus dostopa 11 oktober 2018].
- [15] Agencija za energijo RS, „Referenčni stroški proizvodnje elektrike v proizvodnih napravah OVE in SPTE - javni poziv junij 2019,“ [Elektronski]. Available: https://www.agencija-rs.si/documents/10926/180276/RSEE_junij2019/8192c94a-f662-456c-ba2f-72ba3b823f85. [Poskus dostopa 16 09 2019].
- [16] ECB, „Euro foreign exchange reference rates,“ 2020. [Elektronski]. Available: https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/index.en.html. [Poskus dostopa 14 september 2020].