

4.1. NASLOVNA STRANA

4- PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: **Saša Stevanović, Ulica Rifata Burdževića 17, Vranje**

Objekat: **Postrojenje mala solarna elektrana „SAŠA 1“, instalisane snage 50kW, na KP br. 4100 i 4101, K.O. Moštanica, opština Vranje**

Vrsta tehničke dokumentacije: **Idejno rešenje (IDR)**

Naziv i oznaka dela projekta: **4- Projekat elektroenergetskih instalacija**

Za građenje/ izvođenje radova: **nova gradnja- postavljanje fotonaponskih panela**

Odgovorno lice/zastupnik: **United Green Energy d.o.o.
Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš**

Direktor: **Andrija Petrušić dipl.inž.**

Pečat: Potpis:



A. Petrušić

Odgovorni projektant: **Aleksandar Janjić, dipl.inž.el.**
Broj licence: **350 858 104**

Lični pečat: Potpis:



A. Janjić

Broj tehn. dok. **IDR4100-2025**
Mesto i datum: **Niš, mart 2025.**

4.2. SADRŽAJ SVESKE PROJEKTA ELEKTROINSTALACIJA

- 4.1. Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija
- 4.2. Sadržaj projekta elektroenergetskih instalacija
- 4.3. Opšta dokumentacija
- 4.4. Projektni zadatak
- 4.5. Tekstualna dokumentacija
- 4.6. Numerička dokumentacija
- 4.7. Grafička dokumentacija
- 4.8. Prilog

4.3. OPŠTA DOKUMENTACIJA

4.3.1. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji (Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 i 37/2019 - dr. Zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/2023) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja tehničke kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekta ("Sl. glasnik RS", br. 96/2023) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

Za izradu projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za malu solarna elektrana „SAŠA 1“, instalisane snage 50kW, na KP br. 4100 i 4101, KO Moštanica, Opština Vranje, određuje se:

Aleksandar Janjić, dipl.inž.el.broj licence 350 858 104

Odgovorno lice/zastupnik:

United Green Energy d.o.o.
Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš

Direktor:

Andrija Petrušić dipl.inž.

Pečat:

Potpis:



Broj tehn. dok.
Mesto i datum:

IDR4100-2025
Niš, mart 2025.

4.3.2. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za malu solarna elektrana „SAŠA 1“, instalisane snage 50kW, na KP br. 4100 i 4101, KO Moštanica, Opština Vranje, ja :

Aleksandar Janjić, dipl.inž.el.

IZJAVLJUJEM

1. Da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. Da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat urađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.
3. Da su u projektu ispravno primenjeni rezultati svih prethodnih i istražnih radova izvršenih za potrebe izrade Idejnog projekta, kao i da su u projektu sadržane sve opšte i posebne tehničke, tehnološke i druge podloge i podaci.

Odgovorni projektant : Aleksandar Janjić, dipl.inž.el.

Broj licence: 350 858 104

Pečat: Potpis:



Broj tehn. dok.
Mesto i datum:

IDR4100-2025
Niš, mart 2025.

4.4. PROJEKTNI ZADATAK

4.4.1. Projektni zadatak

Za izradu investiciono - tehničke dokumentacije:

IDEJNO REŠENJE MSE „ SAŠA 1 “

Opšti podaci:

Objekat: Mala solarna elektrana
Lokacija: KP br. 4100 i 4101, K.O. Moštanica, opština Vranje
Investitor: Saša Stevanović, Ulica Rifata Burdževića 17, Vranje

- Tehničku dokumentaciju za izgradnju male solarne elektrane na KP br. 4100 i 4101, K.O. Moštanica, opština Vranje, uraditi prema važećim propisima za ovu vrstu instalacija, pravilima struke kao i u skladu sa zahtevima Investitora.
- Tehničku dokumentaciju uraditi na katastarsko topografskog plana.
- Predvideti napajanje potrošača u objektima električnom energijom iz MSE.
- Ukupna instalisana snaga elektrane treba da iznosi 50kW.
- Predvideti odgovarajuće sistemske zaštite za pravilan i bezbedan rad MSE.

Opšte napomene

Prilikom izrade tehničke dokumentacije pridržavati se važećih propisa i preporuka. Projektom predvideti savremena tehnološka rešenja i kvalitetne materijale.

Investitor obezbeđuje sve potrebne tehničke uslove i saglasnosti od nadležnih komunalnih službi.

Investitor:

Saša Stevanović,
ul. Rifata Burdževića 17,
Vranje

4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

4.5.1. TEHNIČKI OPIS

Opšti deo

Tehnička dokumentacija, Idejno rešenje male solarne elektrane (MSE) „SAŠA 1“, urađena je za potrebe dobijanja lokacijskih uslova za izgradnju male solarne elektrane. Ovim idejnim rešenjem predviđa se izgradnja MSE „SAŠA 1“ na KP br. 4100 i 4101, KO Moštanica, Opština Vranje, kao što je prikazano u grafičkoj dokumentaciji.

Svrha izgradnje MSE je proizvodnja električne energije. Proizvedena električna energija u MSE „SAŠA 1“ biće isporučena u distributivni sistem električne energije na naponski nivo 10 kV, 50 Hz, preko STS 10/0.4kV i stuba se mernim sklopom.

Napomena: STS 10/0.4kV kao i stub sa mernim sklopom, kojim je ostvaren priključak male solarne elektrane na elektrodistributivnu mrežu nije predmet ovog projekta.

MSE se sastoji od fotonaponskih panela, invertora, STS 10/0.4 kV i stuba sa mernim sklopom postavljenim na KP br. 4100 i 4101, KO Moštanica, Opština Vranje.

Podloge za izradu projekta

Podloge za izradu tehničke dokumentacije su:

- Projektni zadatak,
- Katastarsko topografski plan,
- Zakon o energetici Republike Srbije,
- Zakon o planiranju i izgradnji Republike Srbije,
- Pravila o radu distributivnog sistema, ODS „EPS Distribucija“,
- Tehničke preporuke EPS-a (br. 1, 5, 13, 15, 16),
- Standardi (SRPS, IEC, IEEE...),
- Softvera PVsyst i PVcase
- Uputstva proizvođača opreme.

Obim i granice projekta

U ovom idejnom rešenju dat je tehnički opis opreme i električnih instalacija namenjenih za izgradnju MSE, tehnički uslovi prilikom gradnje, kao i prilog o primeni mera bezbednosti i zdravlja na radu prilikom gradnje. Takođe, dat je proračun snage MSE, zatim tehnički proračun koji je potrebno da oprema koja se ugrađuje u MSE zadovolji, procena proizvodnje električne energije MSE, kao i grafička dokumentacija.

Ovim idejnim rešenjem obrađena je sledeća elektro oprema koja je predviđena za ugradnju:

- Fotonaponski paneli,
- Invertori,
- Glavni razvodni orman male solarne elektrane (GRO-MSE),
- Kablovi (DC, AC),
- Gromobran, uzemljenje i izjednačenje potencijala.

Navedena elektro oprema obezbeđuje paralelan rad MSE sa distributivnim sistemom električne energije.

Veza daljinskog upravljanja sa nadležnim dispečarskim centrom, kao i izgradnja elektroenergetskih objekata u DSEE do mesta priključenja MSE na DSEE, opremanje ćelije za napajanje sopstvene potrošnje i opremanje mernog mesta, nisu predmet ovog projekta.

Nakon izbora proizvođača opreme i ugovaranja elektro opreme, neophodno je usaglasiti tehničko rešenje sa karakteristikama ugovorene i nabavljene opreme i uraditi projekat za izvođenje radova.

Dispozicija MSE

Solarna elektrana prostiraće na KP. br. 4100 i 4101, KO Moštanica, Opština Vranje, sačinjena je od fotonaponskih panela koji će biti postavljeni na noseću konstrukciju koja će se realizovati montiranjem specijalnih aluminijumskih profila i pričvrstiti na zemlju zahvaljujući specijalnim sponama i delovima.

Noseće horizontalne grede postavljene na nosače koji su direktno vezani za vertikalnu konstrukciju, formiraju strme ravni za podršku panela. Konstrukcija je tako pozicionirana da se obezbedi orijentacija ka jugu sa nagibom nosača panela od 20 stepeni u odnosu na horizontalnu ravan, kako bi se pospešila konverzija energije u letnjem periodu koja stvara najveće električno punjenje. Paneli će biti montirani vertikalno, do dva panela u visini. Ovakav raspored panela na terenu, u skladu sa fabričkim dimenzijama panela, uzrokuje efektivan razmak između redova od 4 m, što obezbeđuje pouzadan i bezbedan rad panela tokom cele godine.

Raspored montaže noseće konstrukcije sa fotonaponskim panelima urađen je na osnovu katastarsko topografskog plana predmetnih parcela, i prikazan je u grafičkoj dokumentaciji. Ukupna površina na kojoj se planira postavljanje MSE „SAŠA 1“ iznosi 4189m², dok fotonaponski paneli pokrivaju 252m². Ukupan broj fotonaponskih panela planiranih za ugradnju iznosi 102 kom.

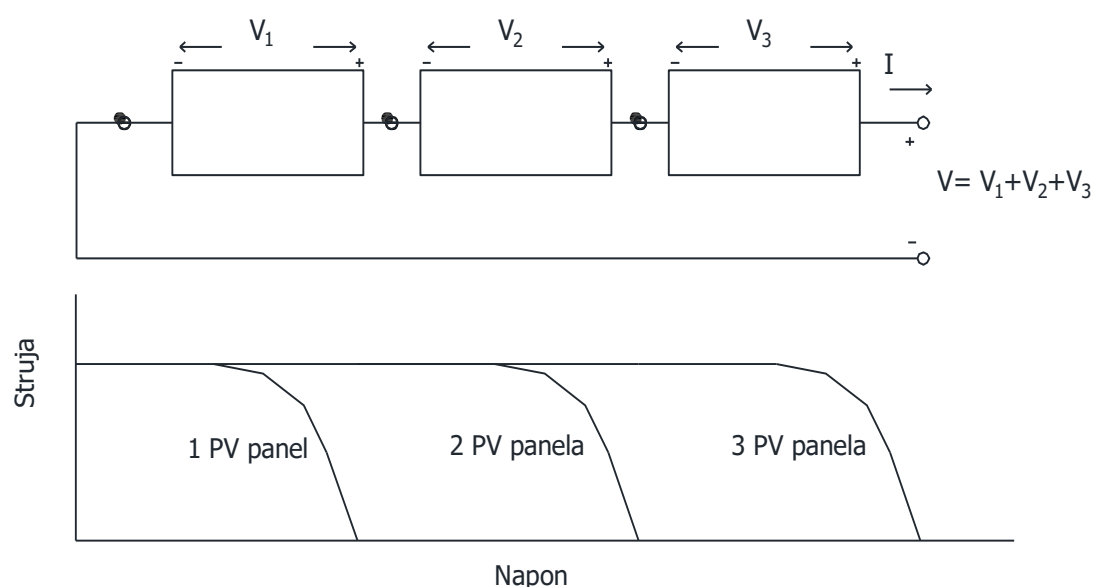
Prikaz numeričkih podataka: namene, površina, spratnost, indeks iskorišćenosti, zelene površine i dr., (preuzet iz urbanističkog projekta) prikazan je u sledećoj tabeli:

Tabelarni prikaz površina	
Površina građevinske parcele	4189 m ²
Površina fotonaponskih panela	252 m ²
Površina horizontalne projekcije planiranih objekata	252 m ²
Ostvareni indeks zauzetosti (%)	6,01%
Spratnost objekta	P
Stepen izgrađenosti	0,07
Pristup parceli	Sa nekategorisanog puta (kpbr. 5653/1 KO Moštanica)
Površina pod zelenilom	2723,05 m ² zelenilo 65,00 %
Parkiranje	1 parking mesto
Horizontalna regulacija	Rastojanje građevinske linije od regulacione je od 10,3 m do 11,7 m Udaljenje linije građenja od susednih parcela je 2,5 i 3,5m.

DC razvod fotonaponskih panela i invertora

Fotonaponski sistem sačinjen je od monokristalnih fotonaponskih panela, Ulica Solar, jedinične snage 580 Wp, u kojima se fotonaponskom konverzijom dobija jednosmerna električna energija. Da bi se formirao dovoljno visok jednosmerni napon za praktičnu i ekonomičnu konverziju u naizmenični, fotonaponski paneli se međusobno vezuju redno formirajući tzv. stringove (nizove). Povezivanje panela u stringove se izvodi kablovima namenjenim za spoljašnju montažu (otporni na UV zračenje, imaju širok opseg radne temperature, otporni su na kiseline itd.). Kablovi se postavljaju na reglani razvod i/ili se adakvatno učvršćeni vode na nosećoj konstrukciji rotatora. Projektom su izabrani kablovi tipa ÖLFLEX SOLAR XLSv 1x4mm², proizvođača Lapp.

U toku eksploatacije solarne elektrane, fotonaponski paneli mogu da dostignu različite vrednosti napona i struje. Potrebno je da ove vrednosti budu u granicama prihvatljivim kako za same panele koji se povezuju međusobno tako i za invertore na koje su povezani. Granične karakteristične vrednosti nizova fotonaponskih panela zavise od temperature ambijenta na mestu ugradnje i kao takve moraju biti u granicama karakterističnih veličina trofaznog invertora tipa SUN2000-50KTL-M3, proizvođača HUAWEI, datih u kataloškoj specifikaciji proizvođača, a predviđenih za ugradnju. Na slici 1. je prikazan način povezivanja fotonaponskih panela na red i $I-U$ karakteristika ovako povezanih panela. Fotonaponski paneli povezani u seriji proizvode veći napon, koji je zbir napona pojedinačnih panela, dok ista struja teče kroz svaki panel.



Slika 1. Serijsko povezivanje fotonaponskih panela

U numeričkom delu tehničke dokumentacije prikazan je proračun graničnih vrednosti napona otvorenog kola i struje kratkog spoja jednog fotonaponskog panela na različitim temperaturama, kao i granične vrednosti napona otvorenog kola i struje kratkog spoja fotonaponskih panela povezanih u niz, a na osnovu katalogskih karakteristika ugrađenih fotonaponskih panela. Proračuni graničnih vrednosti fotonaponskog sistema su neophodni iz razloga bezbednog i pouzdanog rada, kako samog fotonaponskog sistema tako i invertora na koji se ovi sistemi povezuju. Takođe, optimalan broj fotonaponskih panela u nizu omogućava rad MPPT regulatora, namenjenog za efikasno iskorišćenje niza fotonaponskih panela.

Konverzija jednosmerne električne energije u naizmeničnu se ostvaruje upotrebom trofaznih invertora. Invertori su raspoređeni na optimalnoj udaljenosti od nizova fotonaponskih panela, i predviđena je njihova ugradnja ispod samih panela.

U numeričkom delu projekta dat je tabelarni prikaz rasporeda fotonaponskih panela na invertore prema dozvoljenoj instalisanoj snazi na ulazu u invertore na osnovu tehničkog uputstva proizvođača invertora, kao i na osnovu rasporeda ugradnje fotonaponskih panela. Predviđeno je da se 102 fotonaponskih panela povežu kao u tabeli:

Invertor	Broj PV panela [n]	Instalisana snaga P_{dc} [kW]	Nominalna snaga invertora P_{ac} [kW]	Broj stringova	Broj panela po stringu
2	102	59.16	75	6	3x18/3x16

Tabela 1 Broja panela i invertora

Radi smanjenja mogućeg pogrešnog povezivanja stringa na inverter, unutrašnja izolacija kabla, pozitivnog pola stringa, je crveno obojena, dok je izolacija kabla za povezivanje negativnog pola crne boje.

AC razvod invertora i GRO MSE

Na izlazu invertora se dobija naizmenični napon 3 x 400 VAC, 50 Hz. Generisana naizmenična električna energija iz invertora se prikuplja u glavnom razvodnom ormanu (GRO MSE) koji je smešten na konstrukciju nosača panela. Povezivanje invertora sa GRO izvedeno je petožilnim kablovima, koji su položeni u odgovarajući rov. Invertori se od prenapona štite odvodnicima tipa 1 i 2, montiranim u glavni razvodni orman. Tehničkim proračunom predviđeno je da se izlazi iz invertora povežu na sabirnice u GRO MSE kablovima EAYY 4x35 mm², dok se GRO-MSE sa STS 10/0.4kV povezuju kablom EAYY 4x35 mm². Kablovi koji povezuju inverter i GRO-MSE se od preopterećenja i kratkih spojeva štite nožastim 3p osiguračima od 80A. Inverter se od prenapona štiti odvodnicima tip 2. Zaštita od diferencijalne struje je izvedena preko ZUDS-a 4p od 80A.

Glavni razvodni ormari treba da budu namenjeni za spoljašnju montažu i da imaju stepen zaštite IP66. Dimenzije GRO treba da budu 600x400x250mm, sa odgovarajućom montiranom opremom. Sastavni delovi ovih ormara treba da bude i komunikaciona oprema namenjena za monitoring i komunikaciju, kao i za električnu zaštitu.

Zaštitni uređaji koji se ugrađuje u naizmenični razvodni orman GRO-MSE biće projektovani prema uslovima iz nadležne Elektrodistribucije i vršiće sistemsku zaštitu, zaštitu priključnog voda, nadzor i komunikaciju. Zaštitni uređaji obezbeđivaće uključanje MSE na DEES samo ako je na svim faznim provodnicima prisutan napon mreže, a sve u skladu sa uslovima nadležne distributivne kompanije. Obavezna je primena naponske regulacije na izlazu invertora.

U instalacijama je primenjen sistem zaštite TN-C-S, ili kako je propisano uslovima nadležne ED. Razdvajanje PEN provodnika na N i PE provodnik predvideti u RO.

Tehničke karakteristike elektro opreme

U daljem tekstu dat je tehnički opis MSE „ SAŠA 1 “, kao i kataloške vrednosti elektroopreme predviđene za ugradnju.

MSE „ SAŠA 1 “ ima sledeće osnovne karakteristike:

Tip elektrane:	solarna
Način gradnje:	na zemlji
Instalisana snaga elektrane:	50 kW
Nazivni napon MSE:	400V
Nominalna struja MSE:	79.8
Broj fotonaponskih panela:	102 kom.
Broj invertora:	1 kom.
Režim rada MSE:	automatski, paralelno sa mrežom
Nazivni napon mreže na koju se priključuje:	0,4 kV, 50 Hz
Način priključenja:	preko STS 10/0.4 kV
Mesto priključenja:	STS 10/0,4 kV
Nazivni napon za sopstvenu potrošnju:	3x400/230 V
Komandni napon sigurnosnog napajanja:	230V
Procenjena godišnja proizvodnja:	84 789 kWh

Fotonaponski paneli – karakteristike

Proizvođač:	Ulica Solar
Tip:	UL-580M-144DGN
Snaga P_{max} :	580 W
Nazivni napon V_{mpp} :	42.4 V
Nazinva struja I_{sc} :	13.68 A
Napon otvorenog kola V_{oc} :	51.02 V
Struja kratkog spoja I_{sc} :	14.4 A
Stepen iskorišćenja η :	22.45 %
Dimenzije $V \times Š \times D$:	2278x1134x35 mm
Težina:	32.2kg

Invertor 3f – karakteristike

Proizvođač:	Huawei
Tip:	SUN2000-50KTL-M3

DC strana

Najveća dozvoljena ulazna snaga P_{dcmax} :	75 kW
Najveći dozvoljeni ulazni napon V_{dc} :	1100 V
Najveća dozvoljena ulazna struja I_{dc} :	30 A po MPPT
Ulazna struja kratkog spoja I_{dcsc} :	40 A po MPPT
Optimalni napon MPPT regulatora:	200-1000 V
Broj DC ulaza:	8

AC strana

Nazivna izlazna snaga:	50kW
Nominalni izlazni napon:	400 V
Nominalna frekvencija:	50 Hz
Najveća izlazna struja:	79.8 A
Stepen iskorišćenja η :	98.0 %
Stepen zaštite:	IP 66
Dimenzije VxŠxD:	640x530x270 mm
Težina:	49kg

Gromobranska instalacija

Proračun zaštite objekata od atmosferskog pražnjenja, odnosno određivanje neophodnosti izvođenja gromobranske zaštite i određivanja nivoa zaštite vrši se u skladu sa standardima SRPS EN 62305-3:2013 i SRPSN.B4.803, kao i prema Pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja („Sl. List SRJ br.11/96“).

Prema članu 6. Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja klasa nivoa zaštite „I“ se određuje bez proračuna za sledeće objekte:

- 1) elektroenergetska postrojenja;
- 2) telekomunikaciona postrojenja;
- 3) proizvodna postrojenja i objekte sa zapaljivim i eksplozivnim supstancama;
- 4) objekte za proizvodnju, preradu, doradu, laboraciju, delaboraciju, ispitivanje, uništavanje i čuvanje eksploziva i baruta;
- 5) postrojenja i objekte s materijalima opasnim za okolinu (npr. radioaktivni, otrovni, bakteriološki i drugi slični materijali);
- 6) objekte u kojima se čuvaju materijalna i kulturna blaga, kao i druge objekte od posebnog značaja.

Na osnovu gore navedenog za objekat MSE „SAŠA 1“ usvaja se nivo zaštite „I“.

Za zaštitu objekta MSE „SAŠA 1“ od atmosferskog pražnjenja predviđen je sistem zaštite od udara groma koji se sastoji od:

- prihvatnog sistema,
- spusnih provodnika i
- uzemljivača elektrane.

Prihvatni sistem čini hvataljk sa uređajem za rano startovanje. Hvataljka se montira na jarbol visine 7m, ukopova se na dubini od 1m, dok sama visina uređaja za rano startovanje iznosi 2m. Hvataljka se sa spusnim provodnicima povezuje na združeni uzemljivač. Pogodnim izborom tipa i pozicije hvataljki, biće

zaštićeni svi fotonaponski paneli. Raspored hvataljke montirane na stubu dat je u grafičkoj dokumentaciji projekta.

Spusni sistem će činiti dva neprekidna spusta, glavni i pomoćni, izrađeni od čelično pocinkovane trake FnZn 20x3 mm, povezani na hvataljku i izvode sa uzemljivača. Na svakom spustu je predviđen merno rastavni spoj sa mehaničkom zaštitom, kao i brojač udara groma.

Uzemljivač gromobranske zaštite je ujedno i glavni uzemljivač objekta. Predviđen je kao mreža provodnika položenih u zemlju na dubinu od najmanje 0,5 m. Provodnik uzemljenja je čelična toplo pocinkovana traka 25x4 mm. Provodnici uzemljenja se međusobno spajaju standardnim ukrsnim komadima 60x60 mm i štite od korozije zalivanjem bitumenom.

Sa glavnog uzemljivača se instaliraju izvodi na stubove noseće metalne konstrukcije panela. Takođe, sa uzemljivača se postavljaju izvodi za ormane i invertore.

Ispitivanje, puštanje u rad i završne odredbe

Pre puštanja u pogon treba izvršiti vizuelni pregled ugrađene opreme, proveriti zaštitu od korozije, pritegnutost glavnog strujnog kola I vezu metalnih masa sa sistemom uzemljenja, kao I merenje napona dodira I koraka u postrojenju.

Za izvođenje radova može se prihvatiti samo onaj izvođač koji je ovlašćen za ovu vrstu radova i raspolaže kvalifikovanom radnom snagom.

Izvođač radova dužan je da se pre početka radova detaljno upozna sa prejektnom dokumentacijom, uporedi je sa stvarnim stanjem na terenu i sve nejasnoće razreši sa projektantom ili kroz građevinski dnevnik uz prisustvo nadzornog organa.

4.5.2. TEHNIČKI USLOVI

Opštii pogodbeni uslovi

1. Ovi tehnički uslovi su sastavni deo projekta i obavezni su za Izvođača i Investitora.
2. Izvođač radova je dužan da se pre početka radova upozna sa projektom i da blagovremeno od nadzornog organa traži potrebna objašnjenja.
3. Investitor je obavezan da izvođenje radova poveri ovlašćenoj organizaciji, a za nadzor nad izvođenjem radova odredi lice koje poseduje ovlašćenje za vršenje nadzora.
4. Za sve moguće izmene u rešenju po projektu i odstupanja ma koje vrste kako u pogledu tehničkog rešenja, tako i u pogledu izbora materijala, mora se pribaviti pismena saglasnost Investitora, tj. njegovog stručnog nadzornog organa. Ukoliko ovo ne učini Izvođač radova snosi odgovornost za sve izmene i radove izvedene na osnovu njih.
5. Izvođač je dužan da vodi poseban dnevnik rada za radove po ovom projektu. Nepredviđene radove ili povećanje predviđenih po količini i utrošku materijala, kao i izmene radova mora prethodno da odobri Investitor ili njegov nadzorni organ a Izvođač je dužan da ih upiše u dnevnik rada, koji overava nadzorni organ ili Investitor.
6. Prilikom izvođenja radova voditi računa da se ne oštete već izvedeni objekti i instalacije. Pri tome armirano-betonske konstrukcije smeju se bušiti samo uz pismenu saglasnost nadzornog organa za građevinske radove.
7. Izvođači (ukoliko ih ima više) su dužni da radove izvode vremenski, prostorno i tehnički usklađeno.
8. Za ispravnost izvedenih radova Izvođač garantuje dve godine, računajući od dana tehničkog prijema objekta. Svaki kvar koji se pojavi u toku rada, a prouzrokovan je upotrebom nekvalitetnog materijala ili nesolidnom izradom Izvođač mora da otkloni bez ikakvog prava na naknadu.
9. Sav materijal koji će se ugraditi mora odgovarati standardima i biti prvoklasnog kvaliteta. Materijalkojine ispunjava ove zahteve ne sme se ugraditi.

Uslovi za rad, materijal i dispoziciju opreme

Sav materijal upotrebljen za ovu instalaciju mora biti prvoklasnog kvaliteta i izrađen prema standardima SRPS. Sva oprema se isporučuje komplet za montažu i upotrebu ako nije posebno drugačije navedeno.

Pri izvođenju radova, izvođač je dužan da vodi računa o već izvedenim radovima na objektu. Ako bi se izvedeni radovi pri montaži električnih instalacija nepotrebno i usled nemarnosti i nestručnosti oštetili, troškove štete snosiće izvođač električnih instalacija.

Rušenje i sečenje (stubova, zidova, greda) ne sme se vršiti bez znanja i odobrenja nadzornog organa za ove radove.

Pri postavljanju kablova ili provodnika u cevi, svi provodnici koji pripadaju jednom strujnom kolu moraju biti postavljeni u istu cev, odnosno kabl.

Spajanje provodnika može se vršiti samo u spojnim i razvodnim kutijama, ormarima i baterijama. Metalne zaštitne obloge cevi i kablova ne smeju biti upotrebljene kao povratni provodnici ni kao provodnici za zaštitno uzemljenje. Instalacione cevi i kablove treba polagati po pravoj liniji vertikalno i horizontalno. Krivolinijsko polaganje može se vršiti samo izuzetno. Pri horizontalnom polaganju cevi moraju imati mali pad prema kutijama ili šahtovima. Na slobodnim krajevima cevi treba postaviti uvednike od izolacionog materijala. Instalacione cevi i kablovi položeni u zidu ili podu ne smeju se prekrivati materijalom koji bi ih nagrizaio. Polaganje provodnika i kablova u cevi treba da je izvedeno tako da se provodnici bez teškoća mogu izvlačiti sem u posebnim slučajevima. U vlažnim prostorijama može se postaviti samo oprema nepromoćive izrade. Pričvršćivanje kablova na zid vrši se pomoću obujmica na međusobnom rastojanju.

- 30cm. od preseka 1,5mm ;
- 40cm. preseka od 2,5 - 4,0mm ;
- 50cm. preseka većeg od 6mm .

Pri prolazu kroz pregradne zidove, cevi između vlažne i suve prostorije treba polagati tako da u njihove otvore ne može da prodre vlaga ni da se skupi voda. Cevi treba da su od materijala otpornog na vlagu i da su postavljene sa nagibom prema vlažnoj prostoriji. Pri polaganju cevi kroz spoljni zid objekta, unutrašnja prostorija se tretira kao suva u odnosu na spoljni prostor. Sva oprema i instalacija će se montirati na mestima i kako je označeno crtežima. Pri paralelnom polaganju, horizontalne vodove jake i slabe struje treba postaviti na sledeći način:

- pri vrhu zida polažu se vodovi telekomunikacije;
- na 10cm. ispod njih polažu se vodovi za signalizaciju;
- na 10cm. ispod ovih polažu se vodovi energetike.

Razvodne kutije na ovim vodovima postavljaju se koso jedna ispod druge pod uglom od 45. Na mestima uklještenja koja se izvode pod pravim uglom rastojanja između vodova moraju biti najmanje 10mm. Ako to nije izvodljivo postavlja se izolacioni umetak debljine 3mm.

Paralelno vođenje vodova sa dimnim kanalima ili grejnim cevima treba izbegavati. Ako to nije moguće vodove treba postavljati na oko 5cm. odstojanja. Pri ukrštanju vodova sa dimnim kanalima i dr. razmak između vodova i istih treba da iznosi najmanje 3 cm. Električne vodove treba zaštititi od zagrevanja odgovarajućom toplotnom izolacijom.

Uslovi za izradu instalacije niskog napona

- Instalacije se moraju izvesti prema pisanom i grafičkom delu projekta i važećim Tehničkim propisima za izvođenje ove vrste instalacija.
- Pre i posle polaganja svih kablova mora se proveriti kontinuitet galvanske veze pojedinih žila, otpor i izolovanost između svake "žile" i "mase". Ukoliko otpor izolovanosti ne odgovara propisima kablovi se moraju zameniti. Merenje otpora izolovanosti vrši se instrumentima čiji je napon jednak nazivnom naponu instalacije, ali ne niži od 100 V.
- Obzirom da su kablovi sa plastičnom izolacijom voditi računa o temperaturi polaganja pri kojoj se nesmetano može vršiti polaganje i rad sa kablovima.

Temperatura polaganja ne sme biti niža od $+5^{\circ}\text{C}$. Ukoliko se polaganje vrši na temperaturi ispod $+5^{\circ}\text{C}$ kabl se prethodno mora zagrijati, pa tek onda vršiti odmotavanje sa bubnja i razvlačenje.

- Prilikom prenošenja i razvlačenja kablova primeniti postupak koji onemogućuje naprezanje ili oštećenje žila, izolacije ili zaštitnog omota.
- Pri polaganju kablova voditi računa o propisanom poluprečniku savijanja kabla koji za provodnike tipa PP mora biti minimalno 12-15 D za bakarne kablove.
- Pri ukrštanju kablovskih vodova sa vodovodnim cevima i kanalizacijom mora se obezbediti minimalno vertikalno rastojanje 50 cm za kablove 10 kV, a 30 cm za kablove 1 kV.
- Paralelno vođenje kablovskih vodova uz temelje i zidove zgrada treba da se vrši na razmaku većem od 50 cm od temelja.
- Kablove u rovu obeležiti olovnim obujmicama na kojima su utisnuti podaci: tip, presek, i napon kabla. Obujmice se postavljaju na rastojanju od 5 m i to na ulazu i izlazu iz kablovske kanalizacije i na mestima gde se kablovski vod ukršta sa drugim podzemnim instalacijama.
- Dužine kablova date u predmeru i predračunu radova sa orijentacione, pa se pre polaganja i sečenja kablova dužina mora proveriti na licu mesta. Kablove izvoditi od što dužih celih komada sa što manje spojeva.
- Na mestima gde se kablovi polažu u podu, kroz zid ili duž neke konstrukcije, kabl položiti kroz zaštitne cevi. Kabl i cev se zajednički ne smeju savijati, već se kabl polaže kroz prethodno savijenu cev.
- Kod zajedničkog polaganja kablova slabe struje sa energetske kablovima najmanje potrebno dozvoljeno rastojanje pri paralelnom vođenju ovih kablova iznosi 20 cm, a pri ukrštanju 10 mm.
- Razvodne ormene izraditi prema tehničkom opisu. Na mestima uvoda kablova u orman postaviti odgovarajuće uvođnice.
- Razvodne ormene spojiti na zajedničko uzemljenje gvozdеном pocinkovanom trakom punog preseka po važećim propisima.
- Sav materijal i oprema koji se ugrađuje mora odgovarati danas važećim SRPS standardima.
- Po završenoj izgradnji izvršiti proveru svih električnih i mehaničkih spojeva, uzemljenja, napona dodira i zatim izvršiti ispitivanje i probni rad pojedinih uređaja pod naponom bez opterećenja.
- Instalacione prekidače za osvetljenje postaviti na onoj strani vrata sa koje se otvaraju. Visina postavljanja od poda 1,5m. Visina do utikačkih kutija u stambenim prostorijama je 30cm, a u svim ostalim treba da se kreće od 50 do 170cm., prema specifičnim uslovima.
- Ormare brojila za merenje potrošnje električne energije treba postaviti tako da brojila ne budu niža od 60 ni viša od 220cm. Ostale razvodne table postaviti prema projektu, odnosno prema posebnim pogonskim ili upotrebnim uslovima i uobičajenoj praksi.
- Instalacija mora tokom postavljanja i ili kada je završena, ali pre predaje korisniku, biti pregledana i ispitana u skladu sa TP. Prilikom proveravanja i ispitivanja moraju se preduzeti mere za bezbednost lica i zaštitu od oštećenja električne i druge opreme.

Opšta ispitivanja moraju se izvesti prema sledećem redosledu:

- neprekidnost zaštitnog provodnika i glavnog i dodatnog provodnika za izjednačenje potencijala,
- otpornost izolacije el. instalacije,
- zaštita električnim odvajanjem el. instalacije,
- otpornost poda i zidova,
- automatsko isključivanje napajanja,
- dopunsko izjednačenje potencijala, i
- funkcionalnost.

Neprekidnost zaštitnog provodnika i provodnika za izjednačenje potencijala ispituje se merenjem el. otpornosti naponom od 4 do 24 V jednosmerne ili naizmenične struje sa najmanjom strujom od 0.2 A.

Tehnički uslovi za izvođenje gromobranske instalacije

Za izradu instalacije gromobrana upotrebiti standardne elemente po SRPS-u N. B4. 900, pocinkovane toplim postupkom. Elementi instalacije na kojima je zaštitni plašt od cinka oštećen, ne smeju se ugraditi.

Ako se objekat nalazi unutar energetskog ili industrijskog kompleksa s zajedničkim uzemljivačem koji se dimenzioniše prema drugim elektroenergetskim i sigurnosnim parametrima, materijal za uzemljivač gromobrana će se definisati u skladu sa projektom zajedničkog uzemljenja kompleksa.

Spojevi čelik-bakar smeju se izvoditi samo preko olovnog uložka debljine najmanje 2 mm. Po izradi, spoj se mora zaštititi dvostrukim antikorodivnim premazom.

Svi delovi trake na kojima je izvršeno sečenje ili bušenje radi nastavljajanja ili spajanja moraju biti po spajanju zaštićeni antikorodivnim premazom. Sastavi pod zemljom moraju biti zaliveni bitumenom. Na uzemljivač gromobranske instalacije povezati sve metalne delove podzemnih instalacija sa kojima se uzemljivač ukršta ili su od uzemljivača udaljeni manje od 3 m

Po izvršenoj izradi uzemljivača obavezno izvršiti merenje prelaznog otpora uzemljenja. Ukoliko se ustanove nedozvoljene vrednosti (iznad propisanih) izvršiti poboljšanje uzemljivača u dogovoru sa projektantom.

Ukoliko gromobranski uzemljivač služi istovremeno kao uzemljivač van sistema za zaštitu od previsokog napona dodira, izbor materijala, preseka i konfiguracije uzemljivača mora da zadovolji tehničke uslove svih instalacija - sistema povezanih na uzemljivač

Montaža hvataljke mora se izvesti sa originalnim elementima za pričvršćenje i prema upustvima proizvođača.

4.5.3. POSEBAN PRILOG O PRIMENI MERA BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJA NA RADU

POSEBAN PRILOG o primenjenim propisima merama i normativima bezbednosti i zdravlja na radu pri projektovanju električnih instalacija jake i slabe struje, u skladu sa ZAKONOM O BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJU NA RADU ("Službeni glasnik RS" br.101/2005, 91/2015 i 113/2017 – dr. zakon).

Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri korišćenju električnih instalacija jake i slabe struje

Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom

Opasnost od preopterećenja

Opasnost od struje kratkog spoja

Opasnost od električnog udara

Opasnost od previsokog napona dodira i napona koraka

Opasnost od pogrešnog manipulisanja

Opasnost od požara

Opasnost od uticaja vode, vlage i prašine, eksplozivnih i zapaljivih materijala i hemijskih uticaja

Opasnost od nedozvoljenog pada napona

Opasnost od slučajnog mehaničkog oštećenja

Opasnost od uticaja struje zemljospoja

Opasnost od nestanka napona

Opasnost od statičkog elektriciteta

Opasnost od uticaja elektromagnetnog polja

Opasnost od radioaktivnog zračenja

Opasnost od atmosferskog pražnjenja

Predviđene mere za otklanjanje opasnosti i štetnosti kod električnih instalacija jake i slabe struje.

Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom.

Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom su otklonjene pravilnim izborom električne opreme. Električna oprema je predviđena za ugradnju i nadgradnju na zid, opremljena je zaštitnim kućištima i poklopcima, te je time sprečen slučajni dodir delova pod naponom.

Svi predviđeni napojni vodovi su odgovarajuće konstrukcije i snabdeveni su odgovarajućim izolacijama i zaštitnim plaštevima, a predviđa se i pravilno uvođenje istih u priključne ormane i zaštitna kućišta električne opreme.

Opasnost od preopterećenja

Zaštita od preopterećenja izvedena je pravilnim izborom zaštitnih prekidača i osigurača na strani centralnih uređaja čime su onemogućena preopterećenja svih kablova i uređaja.

Opasnost od stuje kratkog spoja

Ova opasnost je otklonjena pravilnim dimenzionisanjem vodova i opreme na kratak spoj te ne postoji opasnost od posledica kratkog spoja. Kod propisno izvedenih instalaterskih i montažnih radova, a prema uputstvima proizvođača pojedinih vrsta oprema, pojava kratkog spoja je onemogućena.

Opasnost od električnog udara (indirektnog dodira)

Zaštita od električnog udara predviđena je automatskim isključenjem pri pojavi greške (topljivi osigurači) i malim naponom (48V).

Opasnost od previsokog napona dodira i napona koraka

Zaštita od previsokog napona dodira rešena je sistemom sniženog napona, pravilnim izborom opreme, uzemljenje svih metalnih delova koji ne pripadaju strujnim krugovima i pravilnim izborom uzemljivača.

Opasnost od napona koraka otklonjena je izradom zajedničkog uzemljivača objekta na koji se vezuju sve metalne mase u i na objektu.

Opasnost od pogrešnog manipulisanja

Izborom opreme ugrađene po standardima i ubacivanjem osoblja gde je to potrebno izbegnuta je opasnost od pogrešnog rukovanja.

Opasnost od požara

Zaštita od požara je rešena pravilnim izborom električne opreme koji pri pravilnom izvođenju i propisnom održavanju ne može biti uzrok požara.

Opasnost od uticaja vode, vlage i prašine, eksplozivnih i zapaljivih materija i hemijskih uticaja

Zaštita je izvršena pravilnim izborom opreme koja je birana prema nameni i mestu ugradnje uzimajući u obzir uslove rada, što je naznačeno na crtežima i u tekstualnoj dokumentaciji.

Opasnost od nedozvoljenog pada napona

Zaštita od nedozvoljenog pada napona predviđena je pravilnim dimenzionisanjem napojnih vodova. Proračun preseka napojnih vodova kao i padovi napona dati su kao sastavni deo projektne dokumentacije.

Opasnost od slučajnog mehaničkog opterećenja

Opasnost od slučajnog mehaničkog opterećenja ne postoji pošto je sva oprema u kućištu od metala, a svi kablovi su na mestima gde postoji opasnost od mehaničkih oštećenja položeni u zaštitne cevi. Lociranje opreme je vršeno tako da nije izloženo mehaničkim oštećenjima.

Opasnost od uticaja struje zemljospoja

Izvođenjem zajedničkog uzemljivača izbegnuta je opasnost od struje zemljospoja.

Opasnost od nestanka napona

Zaštita od nestanka mrežnog napona otklonjena je postavljanjem akumulatorskih baterija dovoljnog kapaciteta u paralelnom radu sa ispravljačkim uređajem za normalno napajanje.

Opasnost od statičkog elektriciteta

Opasnost od statičkog elektriciteta otklonjena je pravilnim izvođenjem uzemljenja

Opasnost od uticaja elektromotornog polja

Zaštita je predviđena primenom zaštitnih mera prilikom paralelnog vođenja i ukrštanja sa energetskim vodovima kao i izvođenjem uzemljenja armature kablova na oba kraja.

Opše napomene i obaveze

Poslodavac koji izvodi radove na izgradnji ili rekonstrukciji građevinskog objekta ili vrši promenu tehnološkog precesa duže od sedam dana, dužan je da izradi propisan elaborat o uređenju gradilišta, koji uz izveštaj o početku radova dostavlja nadležnoj inspekciji rada.

Proizvođač oruđa za rad na mehanizovani pogon je obavezan da dostavi uputstvo za bezbedan rad i da na oruđu potvrdi da su na istom primenjene propisane mere i normativi zaštite na radu.

Poslodavac je obavezan da 8 dana pre početka rada obavesti nadležni organ inspekcije rada o početku rada, kao i pri promeni tehnološkog postupka ukoliko se tim promenama menjaju slovi rada.

Poslodavac je dužan da opštim aktom, odnosno kolektivnim ugovorom utvrdi prava, obaveze i odgovornosti u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. Poslodavac je dužan da donese akt o proceni rizika u pismenoj formi za sva radna mesta u radnoj okolini i da utvrdi način i mere za njihovo otklanjanje.

Poslodavac je dužan da aktim u pismenoj formi odredi lice za bezbednost i zdravlje na radu, osposobljava zaposlene za bezbedan izdarv rad, obezbedi zaposlenima korišćenje sredstava za ličnu zaštitu na radu, da zaposlenog upozna sa svim vrstama rizika na poslovima na koje ga određuje i da osposobljavanje obavi teorijski i praktično.

Periodične procene osposobljenosti za bezbedan i zdrav rad zaposlenog koji radi na radnom mestu sa povećanim rizikom, vrše se na način i postipkom utvrđenim aktom o proceni rizika.

Poslodavac kod kojeg se pri radu pojavljuju eksplozivne smeše, mora imati Pravilnik o rukovanju električnim postrojenjima koja su eksplozivno zaštićena kao i o evidenciji izvođenja radova izgradnje, opravki i održavanja tih postrojenja. Tim Pravilnikom treba predvideti i obavezne povremene preglede tih postrojenja kao i rokove ovih pregleda s tim daoni ne mogu biti duži od jedne godine.

Poslodavac može dati zaposlenima na upotrebu opremu za rad, sredstvo i opremu za ličnu zaštitu na radu ili opasne materije samo ako raspolaže propisanom dokumentacijom na srpskom jeziku za njihovu upotrebu, održavanje, odnosno pakovanje, transport i korišćenje i skladištenje u kojoj je proizvođač, odnosno isporučilac naveo bezbednosno-tehničke podatke, važne za ocenjivanje i otklanjanje rizika na radu.

Prilikom nabavke oruđa za rad i uređaja uz dokumentaciju koja se prilaže uz oruđa za rad i uređaje moraju se pribaviti i podaci o njihovim akustičnim osobinama iz koji će se videti da buka na radnim mestima neće prelaziti dopuštene vrednosti.

Ako je za ispunjenje uslova odopuštenim vrednostima buke potrebno preduzimanje posebnih mera (prigušivači buke,elastična podleganja i sl.) u pomenutoj dokumentaciji moraju biti naznačene i te mere.

Sva oprema i materijali, predviđeni ovim projektom moraju da odgovaraju svim važećim srpskim tehničkim propisima i standardima.

Sva postrojenja i održavanje istih moraju se uskladiti sa postojećim propisima.

Svuda gde to propisi zahtevaju, postaviti vidno označene natpise sa upozorenjima:

- Visina napona
- Namena određene opreme
- Druga važna obaveštenja
- Pri izvođenju radova ili remonta postrojenja i opreme obavezno je postaviti opomensku tablicu u pogledu:
 - Stanja uključenosti/isključenosti
- Pri rukovanju i manipulaciji u postrojenju, obavezna je primena zaštitne opreme i sredstava.

4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

4.6.1 TEHNIČKI PRORAČUN

4.6.1.1. Snaga elektrane

Ovim idejnim rešenjem predviđena je montaža i povezivanje ukupno 102 monokristalna fotonaponska panela, proizvođača Ulica Solar, tipa UL-580M-144DGN, jedinične snage 580W, nominalnog jednosmernog DC napona 42.4V, nominalne jednosmerne struje 13.68A, dimenzija 2278x1134x35 mm, težine od 32.2 kg. Fotonaponski paneli se povezuju na red, tako formirani nizovi se povezuju na inverter, proizvođača Huawei, tipa SUN2000-50KTL-M3 (kom. 1), snage 50kW, sa četiri MPPT ulaza, na koje može da se poveže po 8 nizova. Preporučena instalisana snaga na jednosmernoj strani invertora iznosi 75kW, maksimalnog ulaznog napona 1100 V i maksimalne ulazne struje 30A po MPPT ulazu. Nizovi fotonaponskih panela se štite od struje kratkog spoja osiguračima od 25A gPV/1000 Vdc. Takođe, opseg napona u kome postoji praćenje tačke maksimalne snage fotonaponskih panela je u granicama 200-1000Vdc. Predviđena maksimalna AC snaga na izlazu iz invertora iznosi 50kW, nominalnog napona 400V, frekvencije 50 Hz i maksimalne struje 79.8 A.

Instalisana snaga solarne elektrane jednaka je proizvodu nazivne snage fotonaponskih panela i ukupnog broja panela:

$$P_{DC-STC} = n_u \cdot P_n = 102 \cdot 580 = 59.16kW$$

U tabeli 1 prikazana je snaga fotonaponskih panela povezanih na inverter.

Invertor	Broj PV panela [n]	Instalisana snaga P_{dc} [kW]	Maksimalna ulazna snaga invertora P_{dcr} [kW]	Napomena
1	102	59.16	75	Zadovoljava

Табела 1. Број панела и снага електране по инвертору

Prethodni proračun daje snagu elektrane pri standardnim uslovima testiranja (STC-Standard Test Conditions) za koje svaki proizvođač fotonaponskih panela daje osnovne karakteristike panela.

Standardni uslovi testiranja su:

- Modul je čist (bez prašine i drugih nečistoća koje se javljaju u realnim uslovima);
- Temperatura panela je 25 °C;
- Solarna iradijacija na površini panela je 1000 W/m² (jedno sunce);
- Solarni spektar odgovara vazdušnoj masi AM=1.5.

Realni uslovi odstupaju od standardnih tako da se efikasnost panela i ostalih tehnički parametri u realnim eksploatacionim uslovima u manjoj ili većoj meri razlikuju od standardnih. Izlazna snaga invertora tada će se računati na osnovu obrasca:

$$P_{AC} = P_{DC-STC} \times \text{efikasnost konverzije}$$

Jedan od bitnih parametara koji utiču na efikasnost panela jeste temperatura panela. Povećanje temperature panela iznad standardne vrednosti (25°C) uzrokuje pad efikasnosti panela, jer se smanjuje napon otvorenog kola. Gubitak usled povećanja temperature ide i do 0.45%/°C.

Pored temperature, na efikasnost panela utiču i neuparenost karakteristika panela, zaprljanost aktivne površine panela, kao i gubici u invertoru. Gubici usled zaprljanosti panela mogu se proceniti na oko 4 %, dok gubici usled neuparenosti panela ne prelaze 3 %. Gubici u invertoru su definisani u specifikaciji invertora i uzima se podatak o ponderisanoj efikasnosti koja za inverter HUAWEI, tipa SUN2000-50KTL-M3 iznosi 98,0 %. Na osnovu poznavanja geografskog položaja i vremenskih uslova u kojima se nalazi elektrana može se proceniti da temperaturni gubici neće biti veći od 8 %.

Nakon zamene svih navedenih podataka o gubicima u fotonaponskom sistemu u proračun izlazne snage invertora dobijamo:

$$P_{AC1} = P_{DC-STC} \cdot \eta_z \eta_N \eta_T \eta_I = 59.16 \cdot 0.96 \cdot 0.97 \cdot 0.92 \cdot 0.98 = 49.67 kW$$

Na osnovu svega navedenog možemo da zaključimo da će maksimalna izlazna snaga male solarne elektrane iznositi:

$$P_{AC} = 49.67 kW$$

Napomena: U slučaju kada je snaga iz solarnih modula veća od nominalne snage invertora, pretvarač ograničava jednosmernu snagu podizanjem jednosmernog napona. Iz tog razloga DC struja je manja što rasterećuje jednosmerni deo pretvarača. Za AC stranu invertora, postoji i pozitivan efekat zbog manjeg ciklusa opterećenja i dužeg radnog vremena sa konstantnim opterećenjem.

Maksimalno dozvoljena DC snaga ne označava nikakvo ograničenje za maksimalno dozvoljenu PV snagu priključenu na inverter. To je samo specifikacija najveće moguće DC snage koju pretvarač može koristiti. Dok god su ispunjeni zahtevani uslovi za jednosmernu struju i jednosmerni napon MPPT-a, nema rizika od oštećenja ili smanjenog veka trajanja pretvarača.

4.6.1.2. Proračun struje kratkog spoja i napona otvorenog kola MSE

Ovim Idejnim rešenjem predviđeno je da na invertore fotonaponski paneli budu povezani prema tabeli 2, a sve u cilju da se zadovolje ulazne vrednosti u invertore i karakteristične vrednosti fotonaponskih panela.

Invertor	Broj PV panela [n]	Broj stringova	Broj panela po stringu
1	102	6	16,16,16,18,18,18

Tabela 2 Broj panela, stringova i panela u stringu

Kako je niz sastavljen od 18 i 16 fotonaponskih panela, i kako su svi fotonaponski paneli vezani na red, za maksimalne vrednosti napona i struje ovih nizova, a pri standardnim uslovima ispitivanja, dobijamo:

$$U_{mppstr18} = n_{pv} \cdot U_{mpp} = 763.2V$$

$$U_{mppstr16} = n_{pv} \cdot U_{mpp} = 678.4V$$

$$I_{mppstr18,16} = I_{mpp} = 13.68A$$

gde su

U_{mppstr} – maksimalni napon jednog niza sa n povezanih fotonaponskih panela na red [V],

n_{pv} – broj fotonaponskih panela u nizu,

U_{mpp} – maksimalni napon jednog fotonaponskog panela [V],

I_{mppstr} – maksimalna struja jednog niza sa n fotonaponskih panela vezanih na red [A],

I_{mpp} – maksimalna struja jednog fotonaponskog panela [A].

Maksimalni jednosmerni napon otvorenog kola fotonaponskih panela očekuje se pri niskim temperaturama, isti se računa prema sledećoj formuli:

$$U_{ocmax} = U_{oc} \cdot [1 + \frac{T_{KVoc}}{100} \cdot (T_{min} - T_{STC})]$$

gde su

U_{ocmax} – maksimalni napon otvorenog kola jednog fotonaponskog panela [V],

T_{min} – najniža očekivana temperature ambijenta, (usvajamo -20 °C),

T_{STC} – temperatura u standardnim uslovima ispitivanja na 25 °C,

T_{KVoc} – temperaturni koeficijent napona otvorenog kola fotonaponskog panela [%/°C],

Nakon proračuna maksimalni jednosmerni napona otvorenog kola jednog fotonaponskog panela, pri minimalno očekivanoj temperaturi od -20 °C, iznosiće:

$$U_{ocmax} = 56.76V$$

Dok će maksimalni jednosmerni napon otvorenog kola niza sa 18 (posmatramo string sa najvećim brojem panela) fotonaponskih panela na ulaz invertora, u tom slučaju biti:

$$U_{ocmaxstr18} = n_{pv} \cdot U_{ocmax} = 1021.68 V$$

S obzirom na to da maksimalni jednosmerni napon na ulazu u inverter iznosi 1100V, može se zaključiti da nizovi panela povezani paralelno na ulaze invertora mogu biti sastavljeni od maksimalno 18 fotonaponskih panela povezanih na red, a sve u cilju zadovoljenja uslove priključenja sa aspekta očekivanog najvišeg napona.

Minimalni jednosmerni napon fotonaponskih panela se očekuje pri visokim temperaturama i računa se prema sledećoj formuli:

$$U_{mppmin} = U_{mpp} \cdot \left[1 + \frac{T_{KVmp}}{100} \cdot (T_{max} + T_{add} - T_{STC}) \right]$$

gde su

- U_{mppmin} – minimalni napon jednog fotonaponskog panela [V],
- U_{mpp} – nominalni napon fotonaponskog panela [V],
- T_{KVmp} – temperaturni koeficijent fotonaponskog panela pri V_{mpp} [%/°C],
- T_{max} – najviša očekivana temperatura ambijenta, (usvajamo 40 °C),
- T_{add} – temperature fotonaponskih panela u zavisnosti od načina ugradnje:
 - 1) na krovu objekta, paralelno, < 6° nagib: 35 °C,
 - 2) na krovu objekta, na nosačima, > 6° nagib: 30 °C,
 - 3) na zemlji: 25 °C.

Nakon proračuna minimalni jednosmerni napona fotonaponskih panela, pri maksimalno očekivanoj temperature ambijenta od +45 °C, iznosiće:

$$U_{mppmin} = 37.63 V$$

dok će minimalni jednosmerni napon niza sa 16 (posmatramo string sa najmanjim brojem panela) fotonaponskih panela na ulaze u inverter u tom slučaju biti:

$$U_{mppmin16} = n_{pv} \cdot U_{mppmin} = 602.08V$$

S obzirom na to da minimalni ulazni jednosmerni napon koji omogućava rad MPPT regulatora na invertoru iznosi 200V, a na osnovu koga se osigurava rad fotonaponskih panela u optimalnoj radnoj tački, može se zaključiti da nizovi panela povezani na ulaze invertora zadovoljavaju uslove priključenja sa aspekta očekivanog najnižeg napona.

Maksimalna struja kratkog spoja jednog fotonaponskog panela očekuje se pri visokim temperaturama, i računa se prema sledećoj formuli:

$$I_{scmax} = I_{sc(45^{\circ}C)} = I_{sc} \cdot \left[1 + \frac{T_{KISC}}{100} \cdot (T_{max} - T_{stc}) \right]$$

Gde su:

$I_{sc\ max}$ - maksimalna struja jednog fotonaponskog panela pri najvećoj očekivanoj temperaturi [A],

I_{sc} - struja kratkog spoja jednog fotonaponskog panela [A],

T_{max} - najviša očekivana temperatura ambijenta (usvojeno +40 °C),

T_{STC} - temperatura u standardnim uslovima ispitivanja na 25 °C,

T_{KIsC} - temperaturni koeficijent struje kratkog spoja fotonaponskog panela [%/°C].

Nakon proračuna maksimalna struja kratkog spoja fotonaponskih panela, pri maksimalno očekivanoj temperaturi ambijenta od +45 °C, iznosiće:

$$I_{scmax} = 14.53\ A$$

Struja niza fotonaponskih panela vezanih na red je ista kao i struja jednog fotonaponskog panela. Takođe, u DC orman biće ugrađeni osigurači na svakom nizu na (+) i na (–) strani. Prilikom proračuna ove struje mora se voditi računa o izboru osigurača koji obezbeđuje odgovarajuću zaštitu serijskog niza fotonaponskih panela. Proizvođač invertora dopušta opseg za proračun struje osigurača, koji štiti niz:

$$I_f \geq (1,4 \sim 1,5) \cdot I_{sc}$$

S obzirom da je najveća izračunata vrednost struje kratkog spoja jednog fotonaponskog panela na usvojenoj temperaturi ambijenta 45°C, nakon zamene brojnih vrednosti u relaciji biće odabran osigurač sa nominalnom strujom od 25 A.

Takođe, ulazne radne struje i struje kratkog spoja na ulazima u inverter, raspoređenim po MPPT ulazima, iznosi:

$$I_{maxmppt} = 2 \cdot I_{mppt} = 27.36A < 30\ A$$

$$I_{scmax} = 2 \cdot I_{sc} = 29.06\ A < 40\ A$$

Shodno tome može se zaključiti da nizovi fotonaponskih panela povezani na ulaze invertora zadovoljavaju uslove priključenja sa aspekta očekivane kako radne struje tako i struje kratkog spoja.

Na osnovu gore predstavljenih proračuna broja fotonaponskih panela u nizu, kao i broja nizova povezanih na invertore, a u skladu sa karakteristikama invertora i fotonaponskih panela, da se zaključiti da je broj fotonaponskih panela u nizu i broj nizova pravilno odabran i u granicama kataloških vrednosti opreme.

4.6.1.3 Proračun opterećenja kablova

Trajno dozvoljene struje izolovanih provodnika i nearmiranih kablova nazivnog napona od 0.6/1 kV definisane su u standardu SRPS HD 60364-5-52:2012 i određuje ih:

- Najveća dozvoljena temperatura izolacije,
- Temperatura okoline,
- Termička otpornost tla,
- Tip primenjenog električnog razvoda,
- Broj opterećenih provodnika,
- Broj provodnika postavljenih paralelno,
- Promena izolacijskih uslova duž položenih izolovanih provodnika i kablova

Rezultati proračuna opterećenja kablova dati su u tabeli 3, za svaki strujni krug.

Deonica		Tip kabla	Presek kabla	Tip razvoda (SRPS IEC 60364-5-52)	Instalisana snaga	Faktor jednovremenosti	Jednovremena snaga	Vršna struja	Dozvoljena struja	Napomena
od	do		[mm²]		[kW]		[kW]	[A]	[A]	
Str 1	Inv 1	XLPO	2x4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	Zadovoljava
Str 2	Inv 1	XLPO	2x4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	Zadovoljava
Str 3	Inv 1	XLPO	2x4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	Zadovoljava
Str 4	Inv 1	XLPO	2x4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	Zadovoljava
Str 5	Inv 1	XLPO	2x4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	Zadovoljava
Str 6	Inv 1	XLPO	2x4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	Zadovoljava
Inv 1	GRO-MSE	EAYY	4x35	D	50	1	50	79.8	123	Zadovoljava
GRO MSE	STS	EAYY	4x35	D	50	1	50	79.8	123	Zadovoljava

Tabela 3. Proračun opterećenja kablova

Prema dobijenim rezultatima odabrani kablovi **zadovoljavaju** uslove iz standarda SRPS HD 60364-5-52:2012.

4.6.1.4 Provera zaštite vodova od preopterećenja

Pod proverom zaštite od preopterećenja podrazumeva se provera izabranih zaštitnih uređaja vodova, odnosno automata, u pogledu zaštite od prekomernih struja.

Radne karakteristike uređaja za zaštitu od preopterećenja vodova moraju da ispunjavaju sledeća dva uslova prema standardu SRPS HD 60364-4-43:2012.

Zaštita od prekomerne struje:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1,45I_z$$

где је:

I_B – struja za koju je kolo projektovano (A),

I_n – nazivna struja zaštitnog uređaja (A),

I_z – trajno dozvoljena struja kabla (A),

I_2 – struja koja osigurava efikasno delovanje u okviru konvekcionalnog vremena tog zaštitnog uređaja (A).

Rezultati provere su dati u tabeli 4., za svaki strujni krug.

Strujni krug	Deonica	Preselk provodnika	Tip razvoda SRPS IEC 60364-5-52	Instalisana snaga	Faktor jednovremenosti	Jednovremena snaga	Vršna struja	Trajno dozvoljena struja kabla	Nazivna struja osigurača	Struja koja osigurava efikasno delovanje zašt. uređaja u okviru konv. vremena	Konvencionalno vreme		Tip osigurača	Uslov 1 (prema SRPS IEC 60364-4-43)	Uslov 2 (prema SRPS IEC 60364-4-43)
		S		P _i	k _i	P _j	I _b	I _z	I _n	I ₂	t	1,45xI _z		I _b ≤I _n ≤I _z	I ₂ ≤1,45*I _z
		[mm²]		[kW]		[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]	[h]	[A]			
1	Str 1: Inv 1	4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
2	Str 2: Inv 1	4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
3	Str 3: Inv 1	4	D	10.44	1	10.44	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
4	Str 4: Inv 1	4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
5	Str 5: Inv 1	4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
6	Str 6:Inv 1	4	D	9.28	1	9.28	13.68	31.08	25	32.5	1	45.06	Cilindrični osig.2P	da	da
7	Inv 1: GRO-MSE	4x35	D	50	1	50	79.8	123	80	104	1	178.35	Nožasti osig.3P	da	da
8	GRO-MSE: STS	4x35	D	50	1	50	79.8	123	80	128	1	178.35	ZUDS 4P	da	da

Tabela 4. Provera zaštite kablova od preopterećenja

Prema dobijenim rezultatima odabrani osigurači/prekidači **zadovoljavaju** u pogledu zaštite kablovskih vodova a prema uslovima iz standarda SRPS HD 60364-4-43:2012.

4.6.1.5 Proračun pada napona

Proračun pada napona služi za proveru odabranih preseka provodnika.

Za monofazne potrošače računa se prema izrazu:

$$u\% = \frac{200Pl}{\gamma SU^2}$$

dok se za trofazne potrošače računa prema izrazu:

$$u\% = \frac{100Pl}{\gamma SU^2}$$

gde je:

$u\%$ – pad napona u procentima. Dozvoljena vrednost pada napona određena je Pravilnikom o tehničkim normativima za instalacije NN;

P (W) – nazivna snaga potrošača mnofazna/trofazna (za napojni vod to je vršno opterećenje);

l (m) – dužina voda;

γ (Sm/mm²) – specifična provodnost materijala od koga je provodnik izgrađen (za bakar je 56Sm/mm², za aluminijum 32 Sm/mm²)

S (mm²) – presk provodnika;

U (V) – nazivni napon fazni/linijski;

Prema PTN za električne instalacije niskog napona („Sl. listSFRJ“br. 53/88; „Sl. List SRJ“br. 28/95):

Dozvoljeni pad napona između račke napajanja električne instalacije i bilo koje druge tačke ne sme biti veći od sledećih vrednosti prema nazivnom naponu električne instalacije:

- 1) za strujno kolo osveljenja 3% a za strujna kola ostalih potrošača 5%, ako se električna instalacija napaja iz NN mreže;
- 2) za strujno kolo osveljenja 5% a za strujna kola ostalih potrošača 8%, ako se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske stanice koja je priključena na visoki napon.

Rezultati proračuna dati su tabeli 5.

Najveći pad napona je na relaciji od Str 6 do INV 1 i iznosi :**2.16%**

Najveći ukupni pad napona je na relaciji od Str 6 do STS i iznosi : **3.56%**

Prema dobijenim rezultatima pada napona, preseki vodova su pravilno odabrani.

R. br.	Strujni krug	Instalisana snaga	Koeficijent jednovremenosti	Jednovremena snaga	Dužina strujnog kruga	površina poprečnog pres. kabla	Specifična električna provodnost	radni napon	pad napona u relaciji	Ukupni pad napona
		P _i [kW]	k _j	P _j [kW]	l [m]	A [mm ²]	S[m/mm ²]	U [V]	u [%]	U _u [%]
1	Str 1: Inv 1	10.44	1	10.44	14	4	56	763.2	0.224044	1.61913324
2	Str 2: Inv 1	10.44	1	10.44	42	4	56	763.2	0.672133	2.06722173
3	Str 3: Inv 1	10.44	1	10.44	60	4	56	763.2	0.96019	2.35527861
4	Str 4: Inv 1	9.28	1	9.28	80	4	56	678.4	1.440284	2.83537342
5	Str 5: Inv 1	9.28	1	9.28	100	4	56	678.4	1.800356	3.19544452
6	Str 6: Inv 1	9.28	1	9.28	120	4	56	678.4	2.160427	3.55551563
7	Inv 1: GRO-MSE	50	1	50	10	35	32	400	0.279018	1.39508929
8	GRO-MSE: STS	50	1	50	40	35	32	400	1.116071	1.11607143

Tabela 5. Proračun pada napona na kablovima

4.6.1.6 Proračuna struje (snage) kratkog spoja sa strane male solarne elektrane MSE „ SAŠA 1 “

Proračun struje kratkog spoja u elektroenergetskim sistemima namenjen je za izbor opreme i efikasan rad električne zaštite.

Karakteristične vrednosti struja kratkog spoja u elektroenergetskim sistemima, a koje služe za odabir opreme, su sledeće:

- Početna (suptranzijentna) simetrična struja kratkog spoja (I_k'')
- Prolazna (tranzijentna) simetrična struja kratkog spoja (I_k')
- Trajna struja kratkog spoja (I_k)
- Temena vrednost struje kratkog spoja (i_p)
- Simetrična struja isključenja kratkog spoja (I_b)
- Termička ekvivalentna struja kratkog spoja (I_{th})

Prema TP br. 01 ED Srbije maksimalna dozvoljena trofazna simetrična struja (snaga) kratkog spoja u kablovskoj mreži naponskog nivoa 0,4 kV iznosi 26 kA (18 MVA).

Proračun struje kratkog spoja za MSE „ SAŠA 1 “ urađen je na osnovu standarda SRPS EN 60909-0:2020.

Maksimalna struja simetričnog trofaznog kratkog spoja sa strane solarne elektrane 10 kV naponski nivo računa se prema sledećem izrazu:

$$I''_{k10} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_e} + \frac{1}{Z_e} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \cdot I_{kinv}$$

gde je:

c - naponski faktor, i za naponski nivo 10 kV iznosi 1.1;

Z_{ij} - impedansa na mestu kvara, ($Z_e = Z_{ij}$);

I_{kinv} – struja kratkog spoja invertora, kataloška vrednost $1.5 \cdot I_n$.

Kako su inverteri strujni generatori, struja kratkog spoja sa strane elektrane računaće se prema izrazu:

$$I''_{k10} = \frac{1}{Z_e} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \cdot I_{kinv}$$

Maksimalnu vrednost struje kratkog spoja dobijamo kada je $Z_e = Z_{ij}$.

Struja kratkog spoja invertora je kataloška vrednost i računa se kao $1.5 \cdot I_n$.

Struja kratkog spoja jednog invertora svedena na naponski nivo 10kV iznosi:

$$I'_{kinv} = 1.5 \cdot I_n \left(\frac{U''_n}{U'_n} \right) = 1.5 \cdot 79.8 \cdot \frac{0.4}{10} = 4.788A$$

Napomena:Na osnovu standarda IEEE 1457 i IEC 61400-21, kao i na osnovu standarda SRPS EN 60909-0:2020, statički pretvarači (invertori) zbog brzine isključenja sa mreže u slučaju pojave kvara, ne učestvuju u proračunima struje kvara i zanemaruju se ukoliko struja kratkog spoja sa strane pretvarača ne prelazi 5% ukupne struje kratkog spoja.

4.6.1.7 Proračuna uzemljivača objekta MSE

Izbor preseka uzemljivača određen je na osnovu vrednosti subtranzijentne struje trolejnog kratkog spoja koja prema TP br. 01 ED Srbije iznosi 26 kA i koja se može koristiti kao merodavna za termičku proveru provodnika u sistemu uzemljenja.

Najmanji dozvoljeni presek provodnika u sistemu uzemljenja pri kratkotrajnom zagrevanju određuje se pomoću izraza:

$$q_{min} = k \cdot I_{1e}'' \cdot \sqrt{t} [\text{mm}^2]$$

gde su:

q_{min} – najmanji dozvoljeni presek provodnika (mm²) za struju I_{1e}'' ;

I_{1e}'' – struja merodavna za toplotni proračun (kA); t – trajanje struje kvara, iznosi 1 sec;

k – faktor koji zavisi od vrste materijala provodnika (mm²/kAs²), i to:

-za čelik: $k=15,0$

-za bakar: $k=6,25$.

$$q_{min} = 15 \cdot 26 \cdot \sqrt{1} = 390 \text{ mm}^2$$

Metalne mase priključuju se na uzemljivač elektrane, koji čini čelično pocinkovana trake FeZn 4x25mm², zemljovodima po sistemu „ulaz-izlaz“, tako da je svaki uzemljeni deo vezan na uzemljivač sa dve strane, odnosno dobijamo minimalni presek provodnika:

$$q_{min} = 15 \cdot \frac{26}{2} \cdot \sqrt{1} = 195 \text{ mm}^2 < 200 \text{ mm}^2$$

Uzemljenje

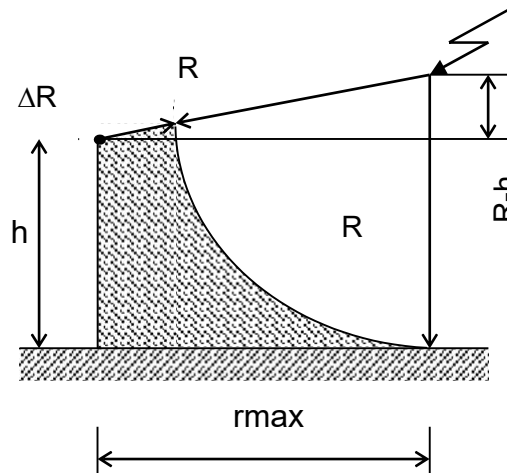
Uzemljivački sistem elektrane je predviđen kao združeno uzemljenje koje je istovremeno zaštitno i radno uzemljenje fotonaponskih panela i invertora, niskonaponskih kablova AC i DC, objekata transformatorska stanica i razvodno postrojenje. Takođe združeno uzemljenje će se koristiti i kao gromobransko uzemljenje.

Ovim projektom je predviđeno povezivanje svih metalnih delova ugrađene opreme na uzemljivač izveden trakom FeZn 4x25mm² po principu „ulaz-izlaz“.

Po izvršenoj montaži, a pre puštanja elektrane u pogon potrebno je izvršiti merenje otpora uzemljenja, napona dodira i napona koraka. Ukoliko se dogodi da dobijene vrednosti budu iznad propisanih treba u dogovoru sa projektantom naći najpogodnije rešenje.

4.6.1.8 Gromobranska zaštita MSE

Za gromobransku zaštitu predviđena je jedna hvataljka sa ranim startovanjem u skladu sa SRPS N.B4.810, proizvođača „Skylance“, sa vremenom prednjačenja $\Delta t = 40 \mu s$. Hvataljka se postavlja na jarbol visine 7m, ukopava se 1m, a visina same hvataljke iznosi 2m. Jarbol namenjen za gromobransku zaštitu biće postavljen iza fotonaponskih panela kako ne bi pravio senku na iste, a u skladu sa grafičkom dokumentacijom.



Slika br.2. Određivanje štice prostora

Simboli korišćeni u proračunima:

r'_{max} [m] - maksimalno rastojanje štice tačke određenog nivoa

h [m] - vertikalno rastojanje od vrha štapne hvataljke do nivoa štice tačke

R [m] - poluprečnik fiktivne sfere čela silaznog trasera, takozvano udarno rastojanje (za nivo zaštite "I", $R=20$ m, u skladu sa SRPS N.B4.810)

v (m/ μs) - brzina uzlaznog trasera, čija je usvojena vrednost prema SRPS N.B4.810.
 $v = 1$ m/ μs

Δt [μs] - vreme prednjačenja

Dobitak u udarnom rastojanju u [m] dobija se:

$$\Delta R = v \times \Delta t \text{ [m]}$$

Vreme prednjačenja za izabranu hvataljku je $\Delta t = 40 \mu s$, pa je dobitak u udarnom rastojanju:

$$\Delta R = 1 \times 40 = 40 \text{ m}$$

Prostor štićen upotrebom štapne hvataljke sa uređajem za rano startovanje određuje se prema predhodnoj slici, odakle se vidi da je maksimalno rastojanje štićene tačke određenog nivoa (R_p):

$$r'_{\max} = \sqrt{h(2R - h) + \Delta R(2R + \Delta R)} \text{ [m]} \text{ za } h \geq 5 \text{ m}$$

Vertikalna rastojanja od vrha štapne hvataljke do nivoa štićenih tačaka je $h > 5\text{m}$, pa se zaštitna zona određuje po predhodnoj formuli shodno SRPS N.B4.810 što je dato u sledećoj tabeli:

Hh(m) visina (kota) vrha štapne hvataljke do nivoa tla	Štićena tačka	hi (m) visina(kota) posmatrane tačke (objekta) koji je predmet zaštite	R(m) Prema određenom nivou zaštite	□R(m) dobitak u udarnom rastojanju	h(m) vertikalno rastojanje od vrha štapne hvataljke do nivoa bilo koje druge štićene tačke (h=Hh-hi)	r' max (m) Maksimalno rastojanje štićene tačke određenog nivoa (na hi)	r'(m) Najveće horizontalno rastojanje štićenog uređaja od ose štapne hvataljke sa uređajem za rano startovanje	Zaključak : Bilo koja tačka određenog nivoa štićenog prostora mora biti na rastojanju od štapne hvataljke sa uređajem za rano startovanje, koje je manje od maksimalnog rastojanja štićene tačke određenog nivoa (r' max), odnosno mora biti na zaštitnom rastojanju r' < r' max
8	Fotonaponski paneli	2.393	20	40	5.607	58.248103	55.8833	ZADOVOLJAVA
8	Fotonaponski paneli	2.393	20	40	5.607	58.248103	47.9408	ZADOVOLJAVA

*Tabela 5. Zona
gromobranske zaštite*

Za vertikalna rastojanja od vrha štapne hvataljke do nivoa štićenih tačaka, koja su manja od 5m, za izračunavanje zaštitne zone ne koristi se predhodna formula, već se određuje po preporuci, odnosno tehničkom uputstvu proizvođača hvataljke što je prikazano u sledećoj tabeli:

h (m)	Preporučeni poluprečnici i zaštite SKYLANCE (m)								
	LP1			LP2			LP3		
	NB40	NB60	SL65	NB40	NB60	SL65	NB40	NB60	SL65
5	58	79	109	65	86	117	75	97	129
6	58	79	109	66	87	118	76	97	129
10	59	79	110	67	88	118	77	99	130
15	60	80	110	68	89	119	80	101	132
20	60	80	110	69	89	120	81	102	133
45	55	76	107	68	89	119	85	105	135
60	74	91	118	86	103	130	102	119	147

Tabela 6. Zone delovanja uređaja sa ranim startom

Napomena: za vrednosti h, koje nema u tabeli, maksimalno rastojanje je izračunato metodom interpolacije.

Na osnovu određenih poluprečnika štice prostora za karakteristične tačke štice prostora (objekta), zaključujemo da se ugradnjom hvataljki sa uređajem za rano startovanje sa vremenom prednjačenja $\Delta t \geq 40 \mu s$, ostvaruje zahtevani nivo zaštite od atmosferskog pražnjenja celokupnog objekta u svim pravcima.

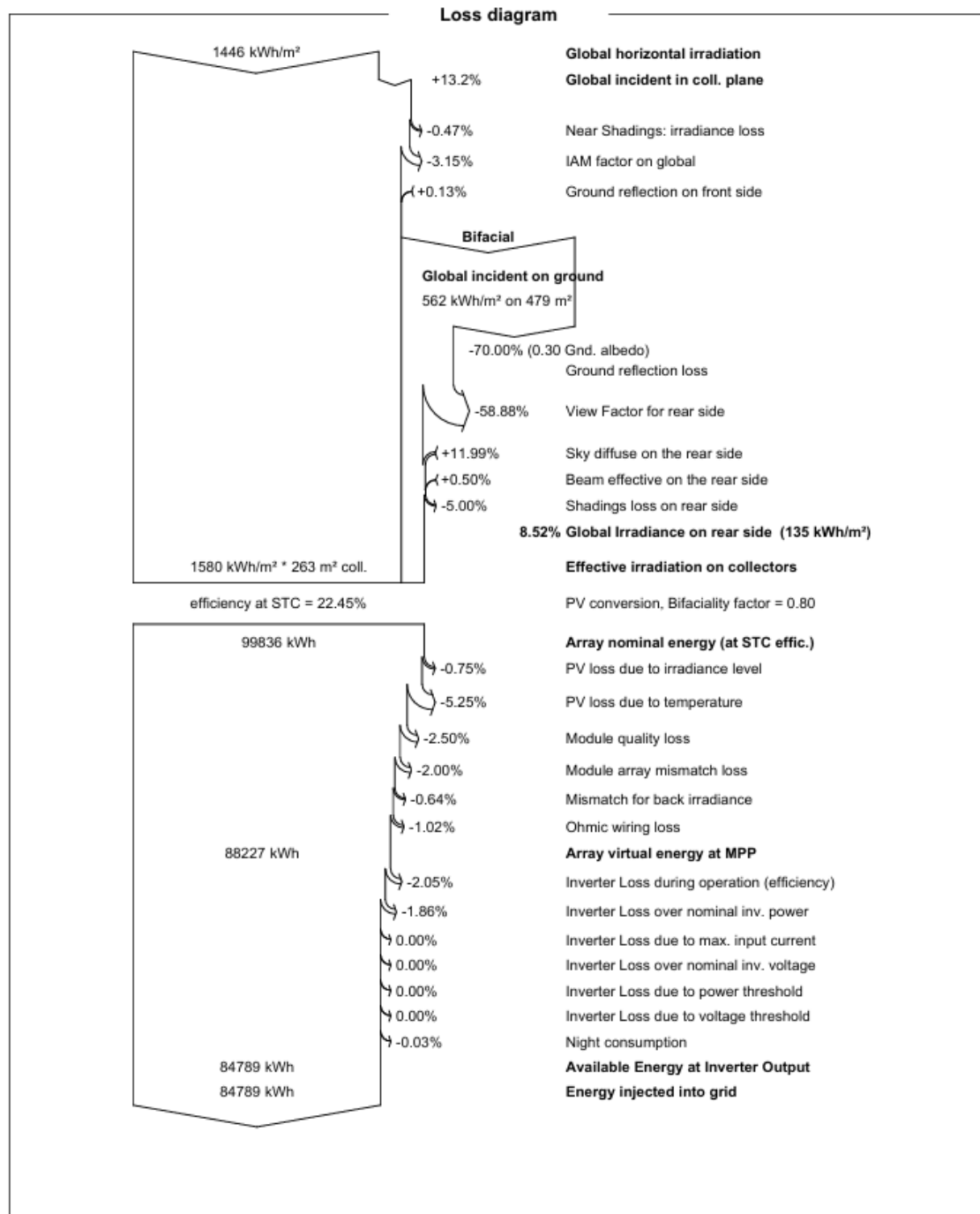
Spustni provodnici

Prihvatni sistem povezati na sistem spustnih provodnika, koji je predviđen sa dva spusta (vertikalno, najkraćim putem). Spustni provodnici biće izrađeni od pocinkovane trake 3x20mm koja će biti povezana na združeno uzemljenje elektrane. Za svaki spust je predviđena merna spojica, koja je smeštena na mestu povezivanja sa izvodom, na jarbolu, na visini 1,7 m od tla. Takođe se postavlja brojač udara groma kao i opomenska tablica

4.6.2 Procena proizvodnje električne energije

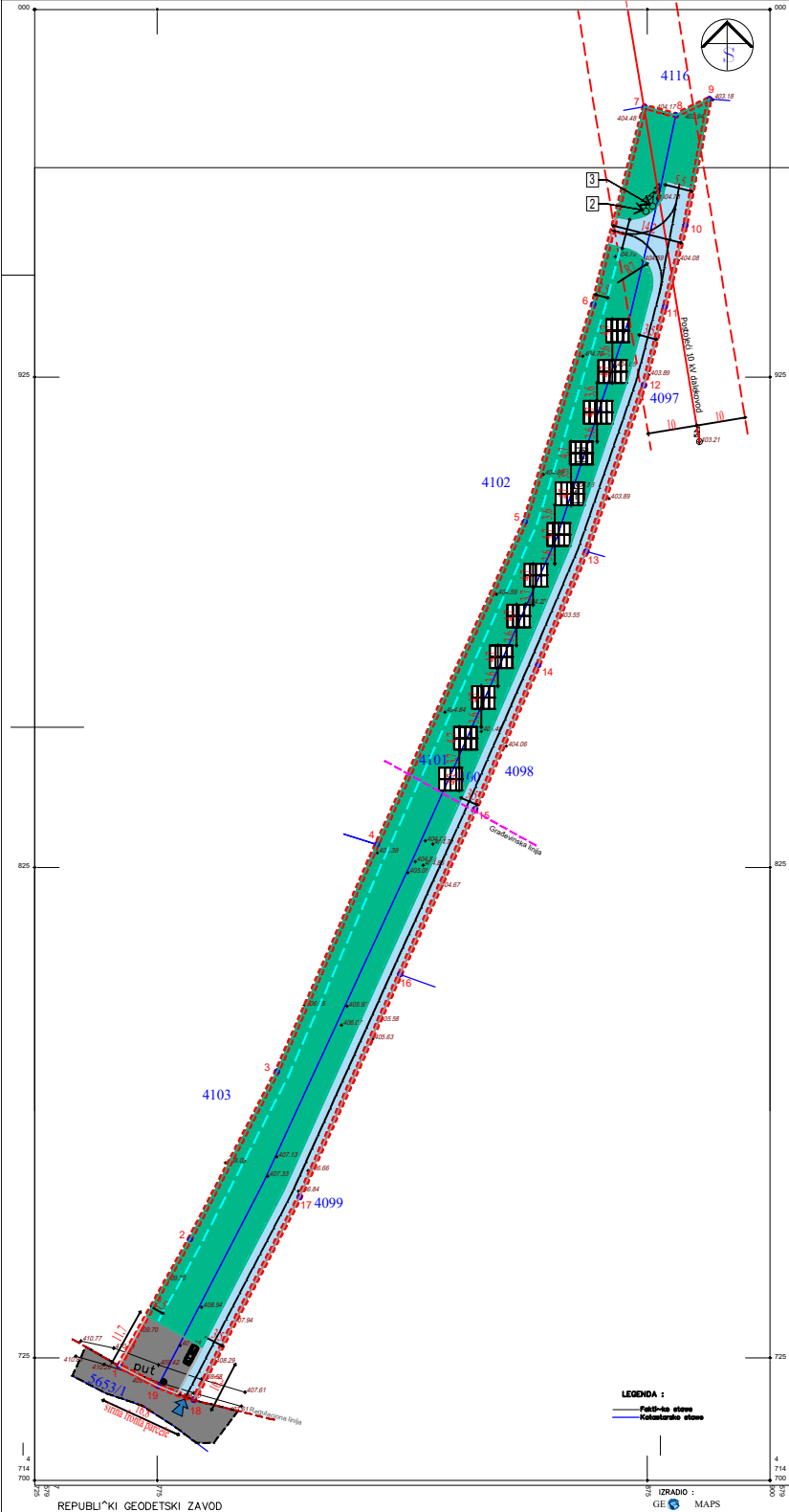
Procena proizvodnje električne energije MSE izvršena je uz pomoću softvera PVsyst. Dobijeni rezultati prikazani su na slici 3.

Predviđena proizvodnja električne energije na godišnjem nivou iznosi **84 789 kWh**.



Slika 3. Procena proizvodnje solarne elektrane

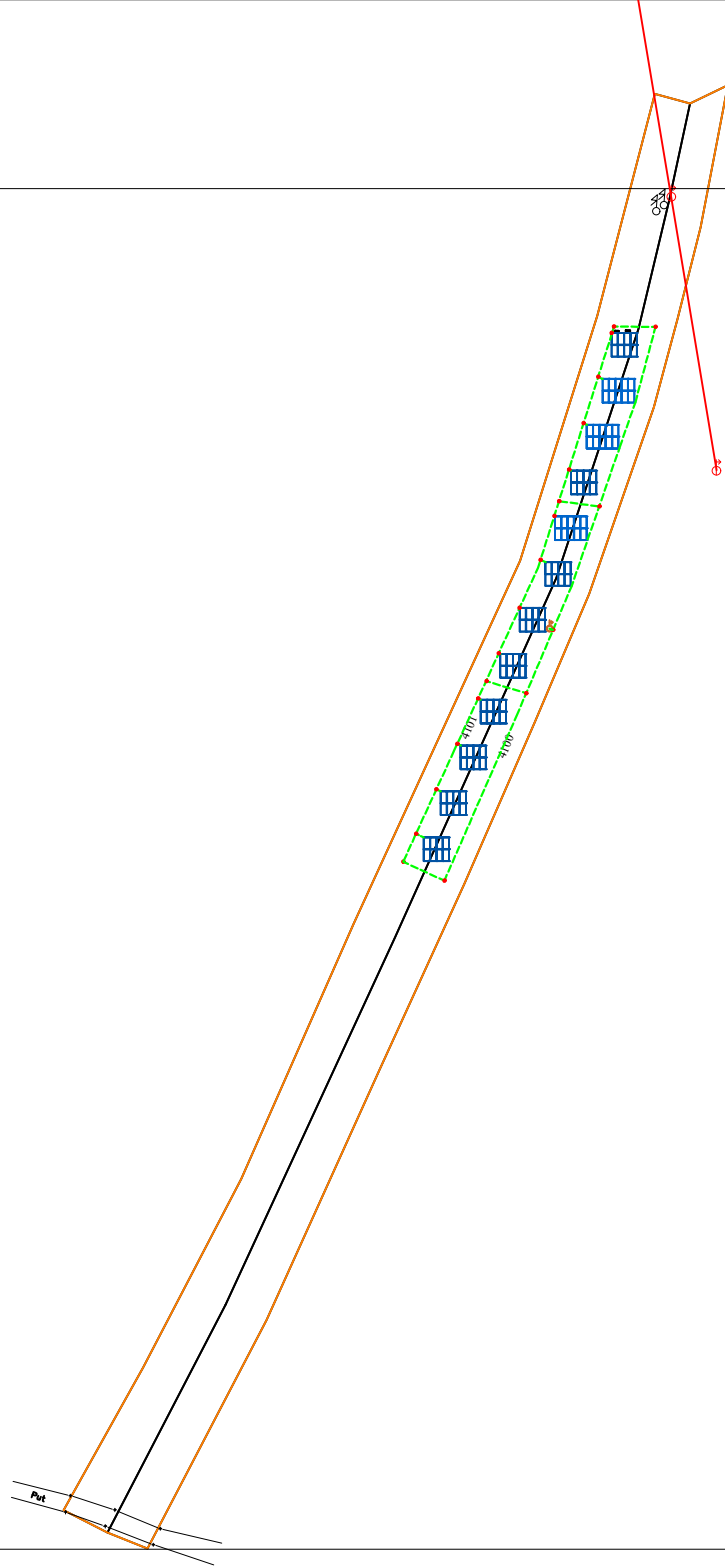
4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



LEGENDA

- Katastarsko stanje
- 4100 Broj katastarske parcele
- Prelomne tačke
- 1 - 19 Oznake prelomnih tačaka
- Granica obuhvata
- Regulaciona linija
- Građevinska linija
- Linija građenja prema susednim parcelama
- Kolsko-pešački prilaz na/sa parcele - glavni ulaz/izlaz
- Nekategorisani put
- Plato
- Parking za putničko vozilo
- Zelenilo
- Interna saobraćajnica
- Spratnost objekta
- Posuda za otpad
- Fotonaponski paneli
- Solarna elektrana na zemlji
- Stubna transformatorska stanica (STS)
- Stub sa mernim sklopom
- Postojeći 10 kV dalekovod
- Zaštitni pojas 10 kV dalekovoda
- AC DC Invertor
- Jarbol sa gromobranskom hvataljkom

ODGOVORNI PROJEKTANT:		IME I PREZIME	UGE
BROJ LICENCE:		ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
SARADNIK:		350 858 104	
BROJ LICENCE:		ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:		UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKO LEŠJANINA 43/15, NIŠ	
SVESKA: 4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE	OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
NAZIV CRTEŽA:		SITUACIONI PLAN MSE	
RAZMERA:		N/A	DATUM: Mart 2025.
			BROJ CRTEŽA:
			1



Project name: IDR SAŠA 1.dwg										
No.	Ulica solar 580V- 2x4	Ulica solar 580V- 2x5	Modules	Module power, Wp	Min. pitch, n	Min. inner spc, n	Area, m ²	Area coverage, %	Capacity, kWp	Covered Area, m ²
1	9	3	102	580	8.300	4	2013.356	12.519	59.160	252.042

Ulica solar
580V- 2x4

SAŠA 1

DC snaga

AC snaga

FOTONAPONSKI
PANELI
n

102

Pdc=102*580=59.16 kWp

Pac=1*50=50 kW

SOLARNI PANEL sa fotonaponskim ćelijama

Dimenzije: 2278mm x 1134mm x 35mm

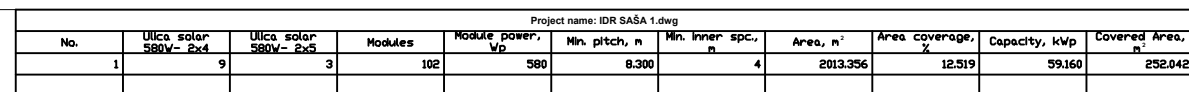
Ukupan br. PV panela: 102 kom.

Ulica Solar ,Ulica UL-580M-144DGN, 580 W

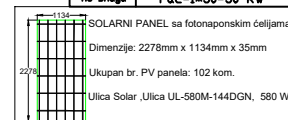
LEGENDA

- Fotonaponski paneli
- Invertor
- GRO MSE
- Jarbol sa gromobranskom hvataljkom
- Pocinkovana traka 4x25 mm²
- Ukrsni komad traka-traka, SRPS N.B4.936
- Stub postojećeg 10kV dalekovoda

IME I PREZIME		UGE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
BROJ LICENCE:	350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE
SVESKA: 4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.
N/A	UZEMLJENJE MSE	BROJ CRTEŽA:
		3



	NALA SOLARNA ELEKTARNA	FOTONAPONSKI PANELI n	INVERTORI n
	SAŠA 1	102	1
	DC snaga	P _{dc} =102*580=59.16 kWp	
	AC snaga	P _{ac} =1*50=50 kW	



LEGENDA



- Fotonaponski paneli



Invertor



GRO MSE

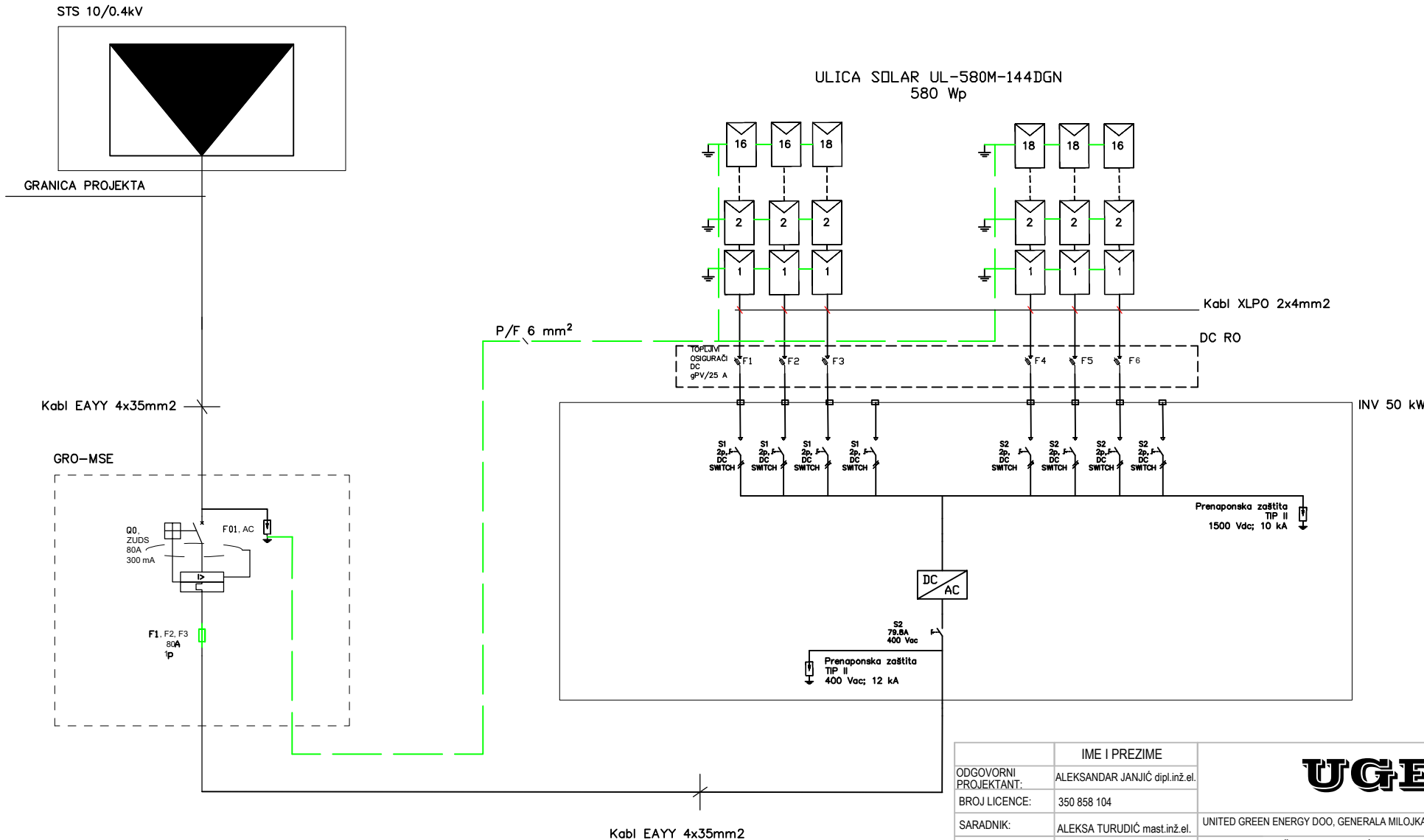


Jarbol sa gromobranskom hvataljkom

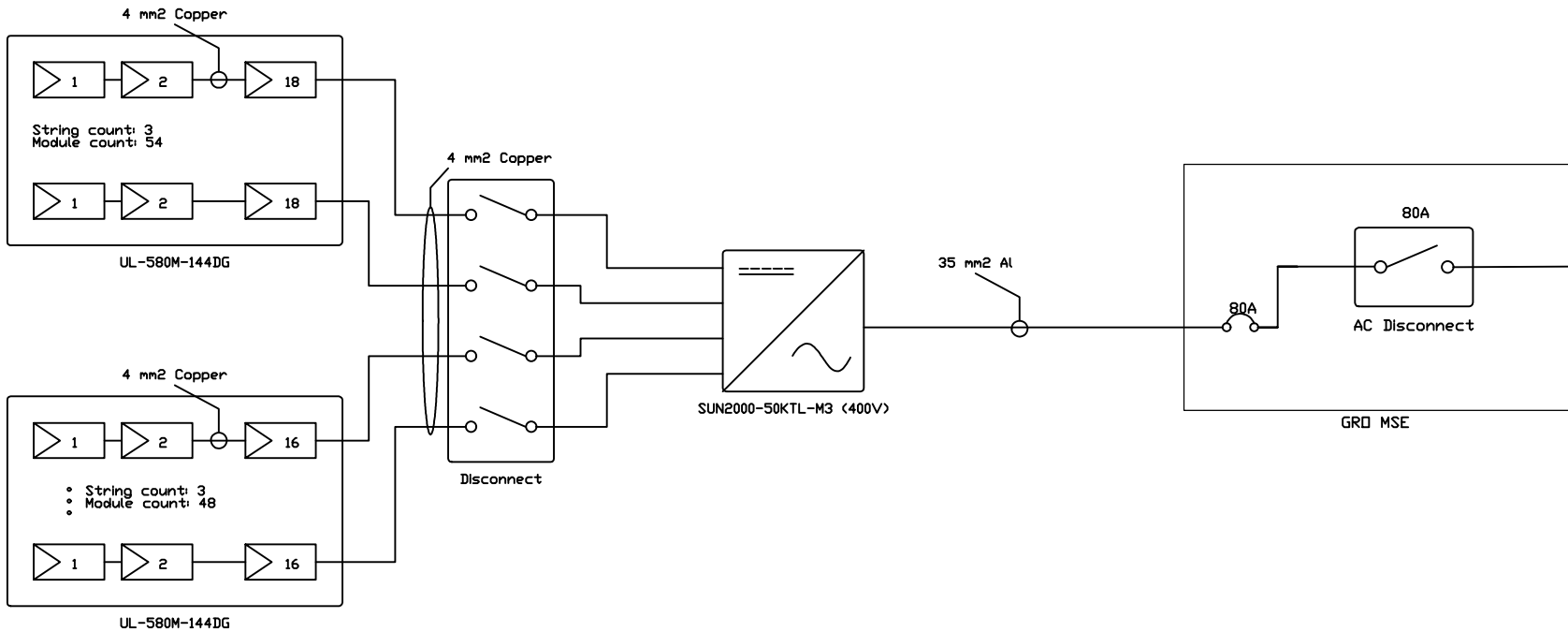


Stub postojećeg 10kV dalekovoda

			
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.		
BROJ LICENCE:	350 858 104		
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKI LEŠJANINA 43/15, NIŠ	
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE	
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	OBJEKAT: MSE "SAŠA 1" ,50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE	
SVESKA: 4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA			
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.	
N/A	GROMOBRANSKA ZAŠTITA MSE	BROJ CRTEŽA:	
		4	



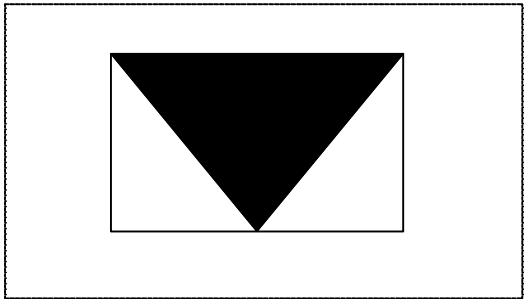
	IME I PREZIME	UGE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
BROJ LICENCE:	350 858 104	UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKJA LEŠJANINA 43/15, NIŠ
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE
BROJ LICENCE:		OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA,
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	OPŠTINA VRANJE
SVESKA:4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.
N/A	JEDNOPOLNA ŠEMA PV PANELA I INVERTORA	BROJ CRTEŽA:
		5



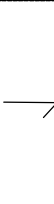
Module Specifications	
102x Ulica Solar UL-580M-144DG	
STC Rating	580 W
V _{mp}	42.4 V
I _{mp}	13.68 A
V _{oc}	51 V
I _{sc}	14.4 A
Inverter Specifications	
1x Huawei SUN2000-50KTL-M3 (400V)	
Max AC Power Rating	50 kW
Max Input Voltage	1,100 V
Min AC Power Rating	0 W
Min Input Voltage	200 V

Wire Schedule		
Tier	Wire	Length
String	6x 4 mm ²	354m

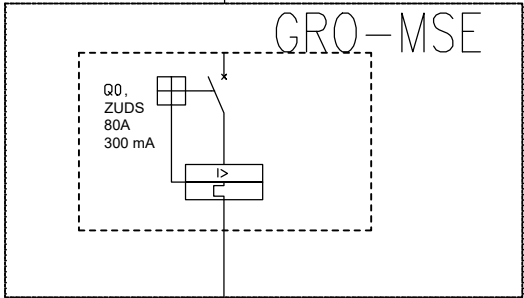
		IME I PREZIME	UGEE UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15, NIŠ INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE OBJEKAT: MSE "SAŠA 1" ,50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.		
BROJ LICENCE:	350 858 104		
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.		
BROJ LICENCE:			
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR		
SVESKA: 4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA			
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.	
N/A		BROJ CRTEŽA:	
		6	



STS 10/0.4kV



Kabl EAYY 4x35mm2

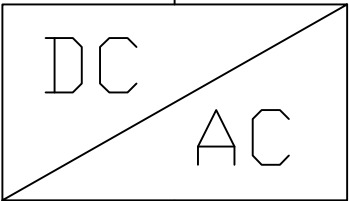


Kabl EAYY 4x35mm2

3 stringa sa 18 PV panela
3 stringa sa 16 PV panela

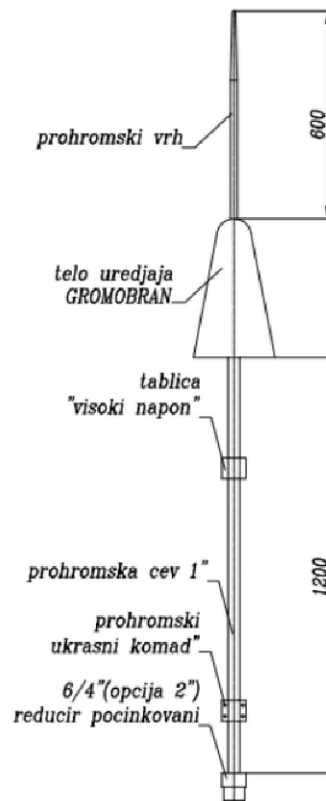
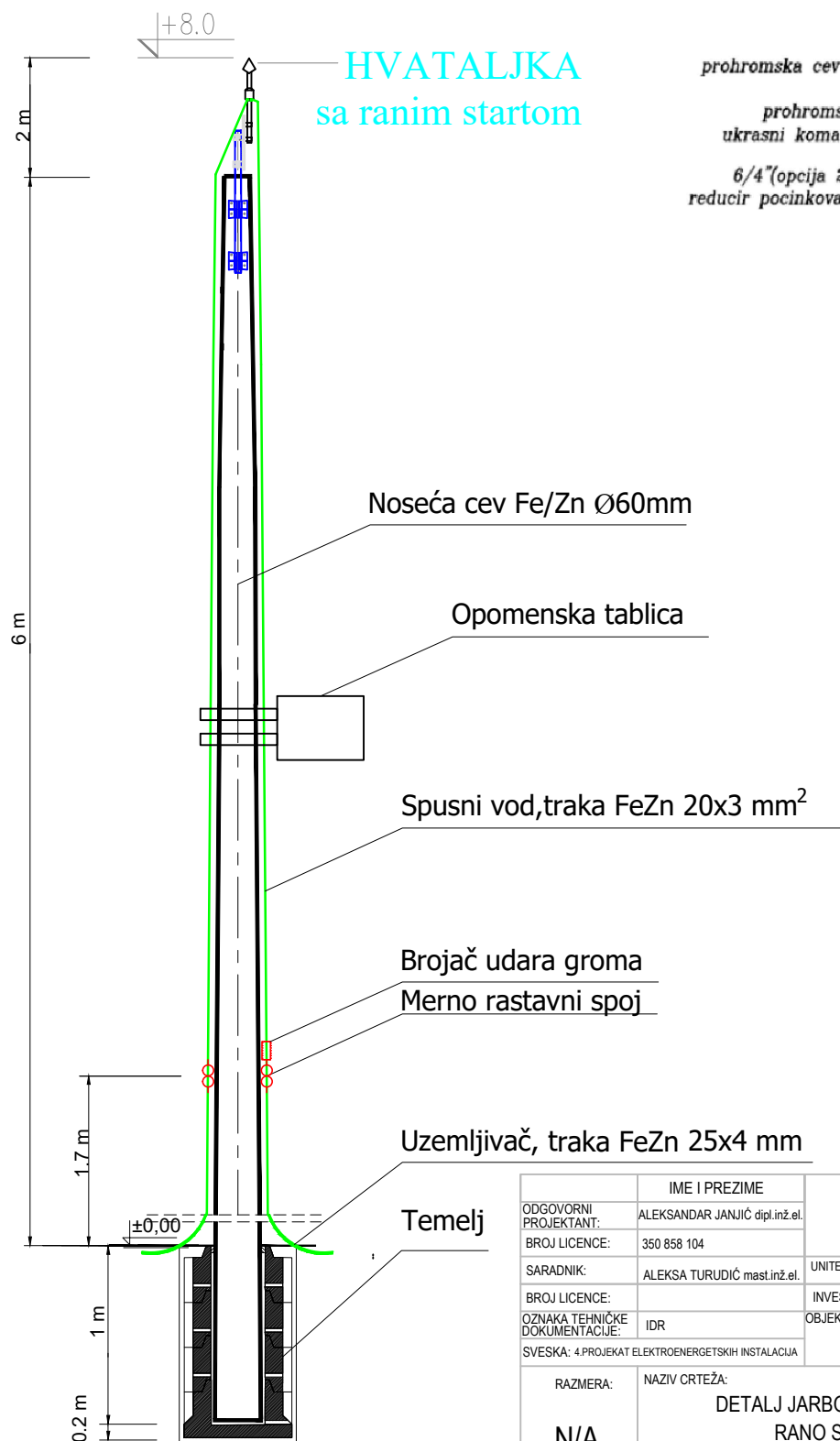
ukupno 102 PV panela povezanih na red.
ULICA SOLAR , 580 W

INV 1

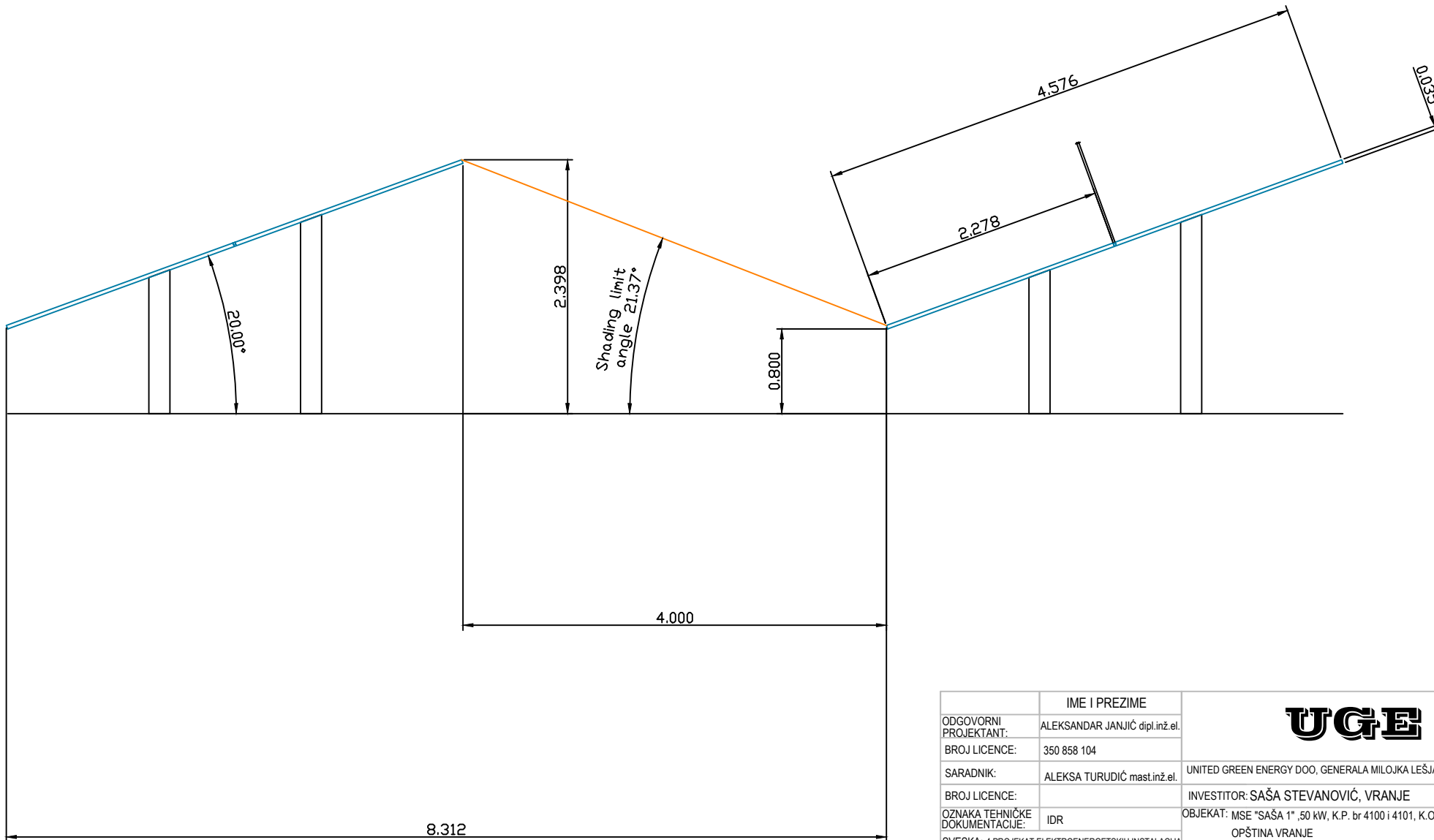


	IME I PREZIME	UGE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
BROJ LICENCE:	350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE
SVESKA: 4. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.
N/A	BLOK DIJAGRAM	BROJ CRTEŽA: 7

ŠEMATSKI PRIKAZ GROMOBRANA SA
RANIM STARTOVANJEM



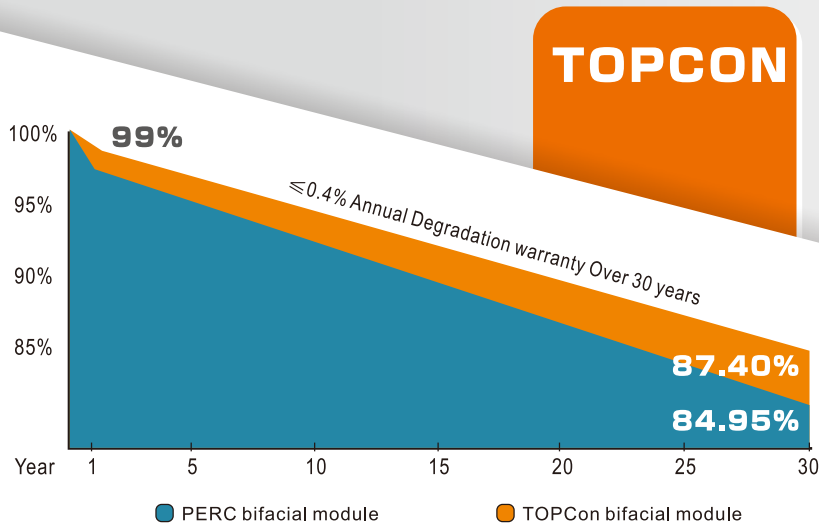
IME I PREZIME		UGE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
BROJ LICENCE:	350 858 104	UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15, NIŠ
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
SVESKA: 4 PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.
N/A	DETALJ JARBOLA SA UREĐAJEM ZA RANO STARTOVANJE	BROJ CRTEŽA:
		8



	IME I PREZIME	UGE
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	
BROJ LICENCE:	350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15, NIŠ
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: SAŠA STEVANOVIĆ, VRANJE
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDR	OBJEKAT: MSE "SAŠA 1", 50 kW, K.P. br 4100 i 4101, K.O. MOŠTANICA, OPŠTINA VRANJE
SVESKA: 4.PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA		
RAZMERA:	NAZIV CRTEŽA:	DATUM: Mart 2025.
N/A	DIMENZIJA I PROJEKCIJA PANELA	BROJ CRTEŽA:
		9

4.8. PRILOG

DOUBLE-GLASS BIFACIAL N-TYPE 570~580 Watt



Anti-PID(potential induced degradation)
Passed anti-PID test under 85% damp heat
85% relative humidity for 96 hours



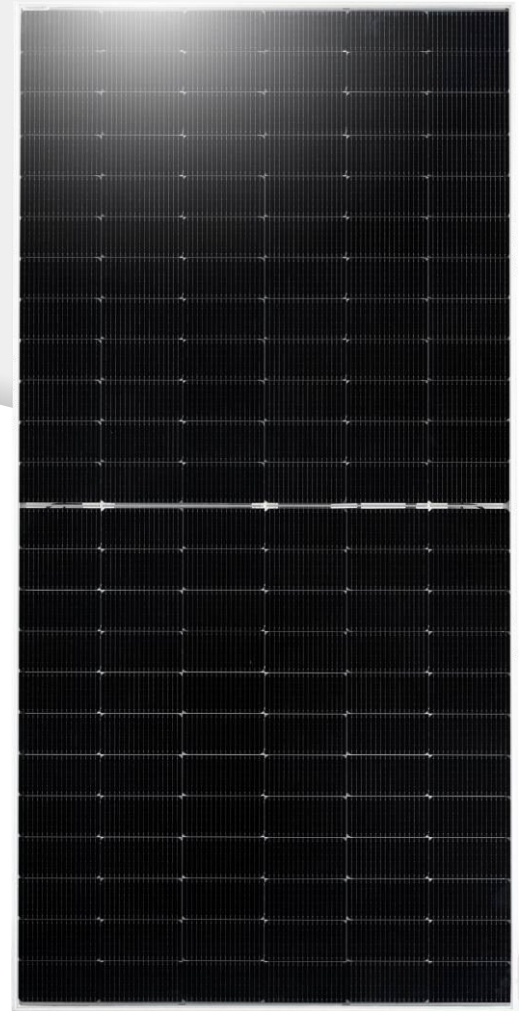
Great Durability against extreme conditions
Passed salt mist corrosion test, ammonia corrosion test
dust & sand test, fire test, all certified by TUV



Lower LCOE
Lower shading and resistive loss
Lower temperature coefficient



Outstanding mechanical load resistance
3800 Pa wind load, 5400 Pa snow load



15-year product warranty
30-year linear power output



CEC Listed



IEC 61215, IEC 61730

ISO 9001: 2015 (Quality management systems)

ISO 14001: 2015 (Environmental management systems)

ISO 45001: 2018 (Occupational health and safety)

UNI 9177 Ia CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO: 1



TOPCON (N TYPE) 570~580Watt



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

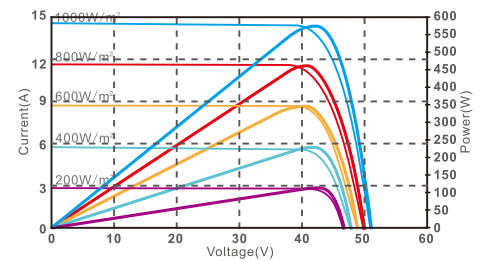
Module Type		UL-570M-144DGN		UL-575M-144DGN		UL-580M-144DGN	
		STC*	NOCT*	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	W	570	425	575	428	580	432
Maximum Power Voltage (Vmp)	V	42.20	38.8	42.30	38.9	42.40	39.0
Maximum Power Current (Imp)	A	13.51	10.94	13.59	11.01	13.68	11.08
Open-circuit Voltage (Voc)	V	50.74	46.1	50.88	46.2	51.02	46.4
Short-circuit Current (Isc)	A	14.23	11.48	14.31	11.55	14.40	11.62
Module Efficiency STC	%	22.07		22.26		22.45	
Operating Temperature				-40°C~-85°C			
Maximum system voltage				DC1500V(IEC)			
Maximum series fuse rating				25A			
Power tolerance				0~+5 Watt			
Temperature coefficients of Pmax				-0.30%/°C			
Temperature coefficients of Voc				-0.250%/°C			
Temperature coefficients of Isc				0.046%/°C			
Nominal operating cell temperature (NOCT)				43±2°C			

*STC : Cell temperature: 25°C, Irradiance: 1000 W/m², Air mass: 1.5G

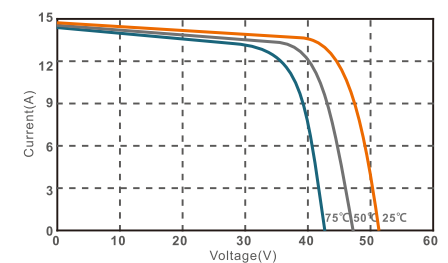
*NOTC : Air temperature: 20°C, Irradiance: 800 W/m², Air mass: 1.5G, Wind speed: 1 m/s

I-V CURVE

I-V characteristics at different irradiances

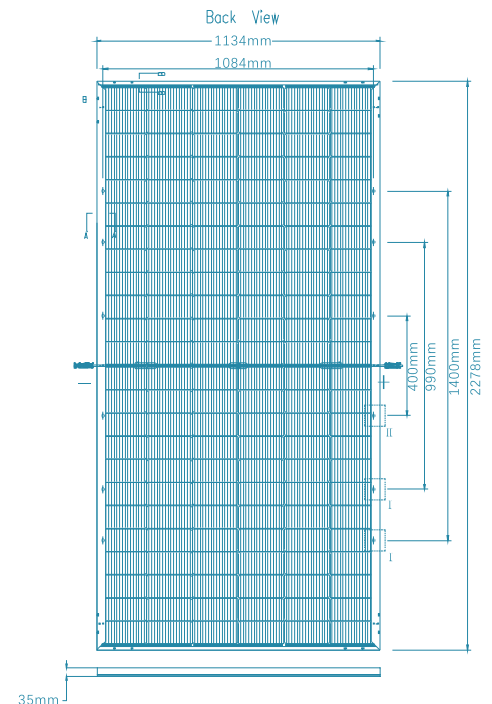


I-V characteristics at different temperature



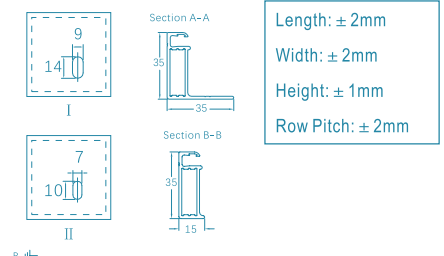
SPECIFICATIONS

Cell Type	182x91mm N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×12×2)
Dimensions	2278*1134*35mm
Weight	32.2Kg
Glass	2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4 Compatible
Cable Length (Including Connector)	4mm² Portrait: (+)400 mm/(-) 200mm Landscape: (+) 1400mm/(-)1400 mm
Packaging Configuration	Two Box=One pallet 31pcs/Box, 62pcs/Pallet, 620pcs/40HQ Container



Electrical characteristics with different rear side power gain(reference to 570W front)

Pmax/W	Voc/V	Isc/A	Vmp/V	Imp/A	Pmax gain
570	50.7	14.23	42.2	13.51	0
599	50.7	14.94	42.2	14.18	5%
627	50.7	15.65	42.2	14.86	10%
656	50.7	16.36	42.2	15.53	15%
684	50.7	17.08	42.2	16.21	20%
713	50.7	17.79	42.2	16.88	25%
741	50.7	18.50	42.2	17.56	30%



Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Ulica Solar reserves the right of final interpretation.



SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer



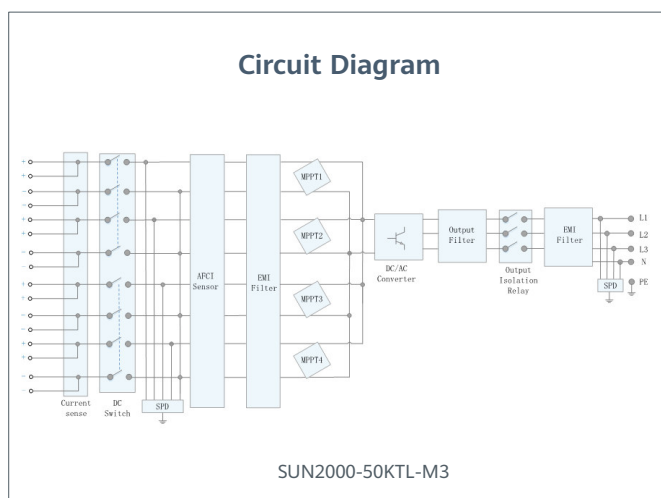
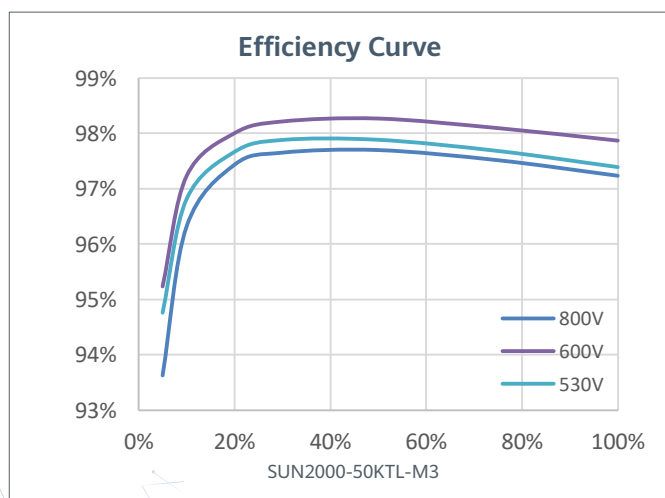
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



SUN2000-50KTL-M3

Technical Specification

Technical Specification

SUN2000-50KTL-M3

Efficiency	
Max. Efficiency	98.5%
European Efficiency	98.0%

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output	
Rated AC Active Power	50,000 W
Max. AC Apparent Power	55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55,000 W
Rated Output Voltage	400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current	79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery ³	Yes

Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)

Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	MERC-1100/1300W-P

General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
3. SUN2000-30~50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT)
4. 50KTL Platform only supports C&I Optimizer(MERC-1100/1300W-P). The current version does not support this function and it can be upgraded to optimizer version via new inverter software version(Dec 30th, 2022)
Refer to [HTTP://solar.huawei.com/](http://solar.huawei.com/)



Operation of Huawei SUN2000 Inverters with high DC/AC Ratio

Huawei inverters are only using the level of DC power which the inverters are able to convert and to feed into the grid. As soon as there is more DC power available from the solar modules the inverter is limiting the DC power with raising the DC voltage. For this reason the DC current is lower which is relieving the DC part of the inverter. For the AC side there is also a positive effect because of less load cycling and more operating time with constant load.

The „max. usable DC power” does not indicate any limit for the max. permitted PV power connected to the inverter. It is just a specification of the highest possible DC power the inverter can use. As soon as the DC current and DC voltage requirements of the inverter MPP tracker are fulfilled, there is no risk of damages or reduced inverter lifetime.

This information letter is of the same value as other published Huawei documents. This includes also the validity of this letter concerning Huawei warranty.

Holger Grau
Solution Sales Director DACH, Scandinavia, Israel
German Solar Inverter Business Dept

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: SAŠA 1

Variant: New simulation variant

Sheds system

System power: 59.2 kWp

Moštanica - Serbia

**PVsyst V7.4.8**

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Project summary**Geographical Site****Moštanica**

Serbia

Situation

Latitude 42.58 °N

Longitude 21.98 °E

Altitude 436 m

Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

Moštanica

Meteonorm 8.1 (1991-2010), Sat=100% - Synthetic

System summary**Grid-Connected System****PV Field Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20.4 / -11.2 °

Sheds system**Near Shadings**

Linear shadings : Fast (table)

User's needs

Unlimited load (grid)

System information**PV Array**

Nb. of modules

102 units

Pnom total

59.2 kWp

Inverters

Nb. of units

1 unit

Pnom total

50.0 kWac

Pnom ratio

1.183

Results summary

Produced Energy 84789 kWh/year Specific production 1433 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 87.57 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8

**PVsyst V7.4.8**

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

General parameters**Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**

Fixed plane
Tilt/Azimuth 20.4 / -11.2 °

Horizon

Free Horizon

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited sheds

Bifacial model geometry

Sheds spacing 8.31 m
Sheds width 4.58 m
Limit profile angle 21.6 °
GCR 55.0 %
Height above ground 1.50 m

Sheds system**Sheds configuration**

Nb. of sheds 12 units
Identical arrays

Sizes

Sheds spacing 8.31 m
Collector width 4.58 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 55.0 %

Shading limit angle

Limit profile angle 21.6 °

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics**PV module**

Manufacturer Ulica Solar
Model U L-580M-144DGN
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 580 Wp
Number of PV modules 102 units
Nominal (STC) 59.2 kWp
Modules 6 string x 17 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 53.8 kWp
U mpp 651 V
I mpp 83 A

Total PV power

Nominal (STC) 59 kWp
Total 102 modules
Module area 263 m²
Cell area 243 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-50KTL-M3-400V
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 50.0 kWac
Number of inverters 4 * MPPT 25% 1 unit
Total power 50.0 kWac
Operating voltage 200-1000 V
Max. power (=>35°C) 55.0 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.18
No power sharing between MPPTs

Total inverter power

Total power 50 kWac
Number of inverters 1 unit
Pnom ratio 1.18

Array losses**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 132 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction 2.5 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP



PVsyst V7.4.8

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000

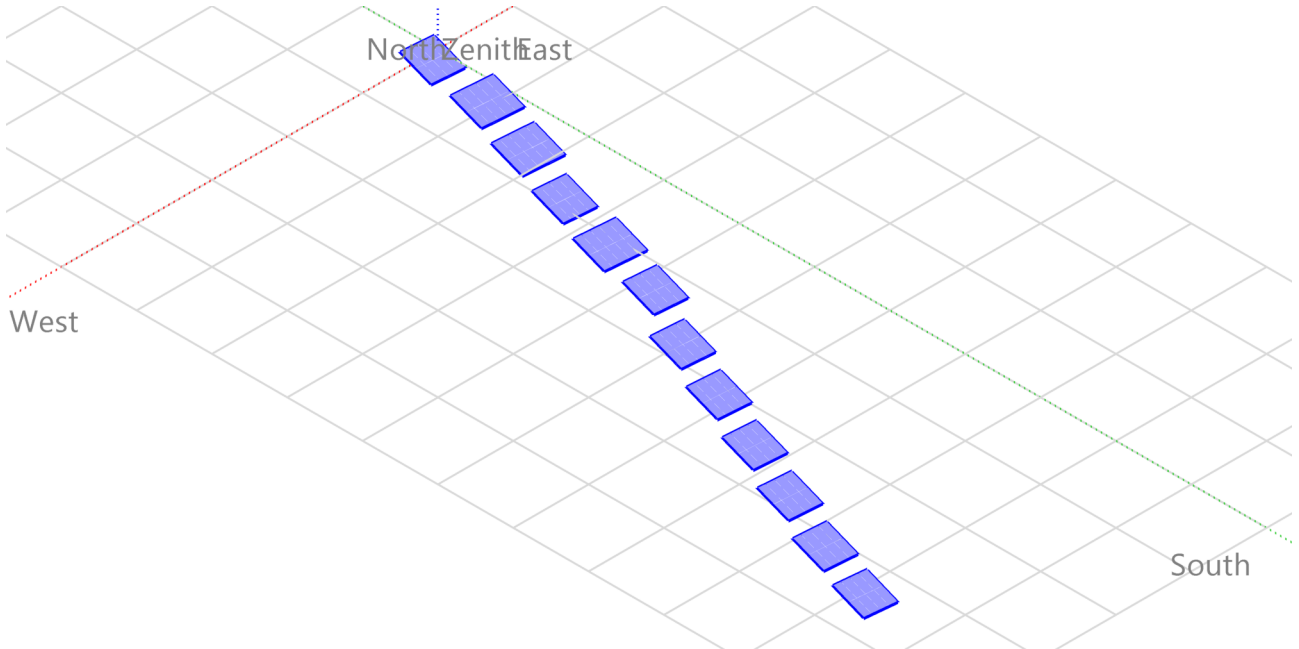


PVsyst V7.4.8

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Near shadings parameter

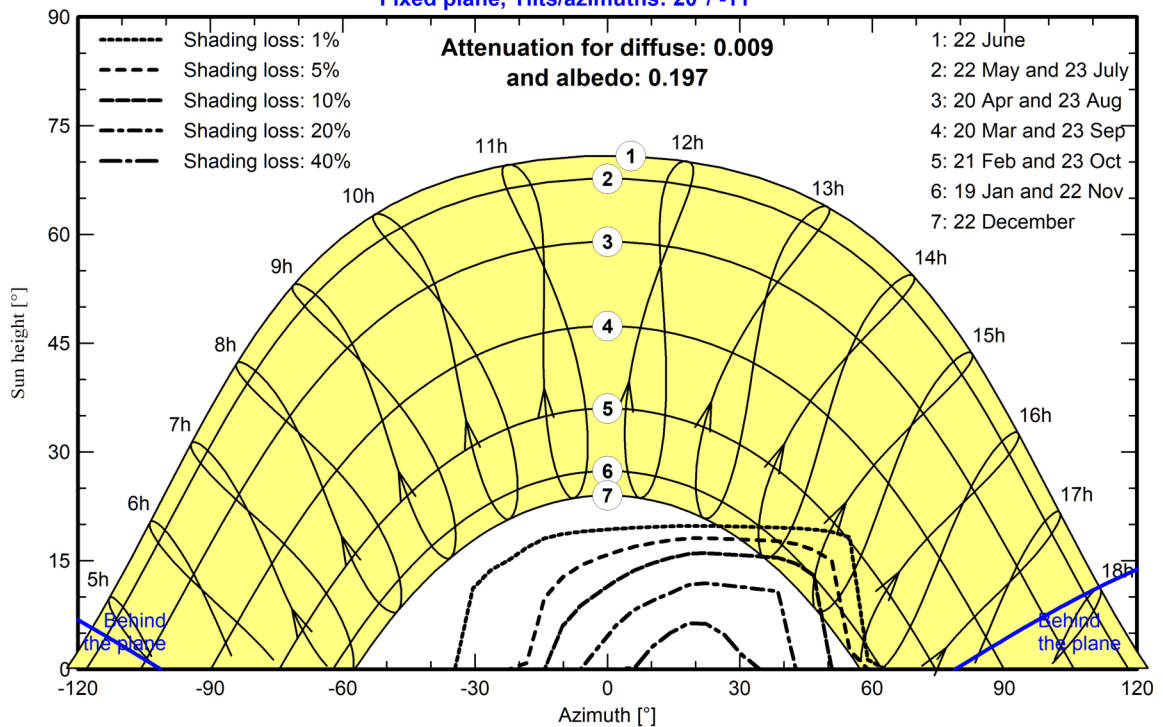
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1

Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/-11°





PVsyst V7.4.8

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Main results

System Production

Produced Energy

84789 kWh/year

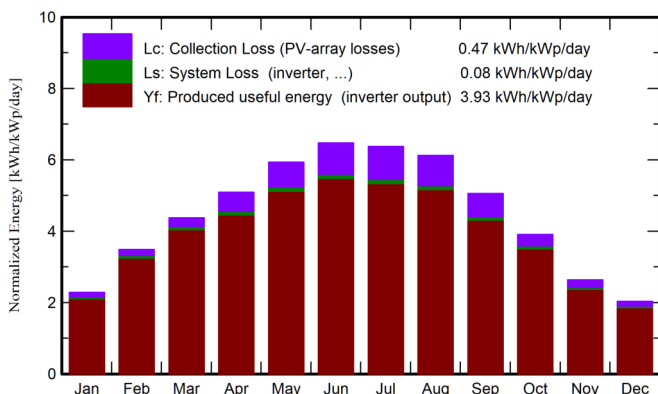
Specific production

1433 kWh/kWp/year

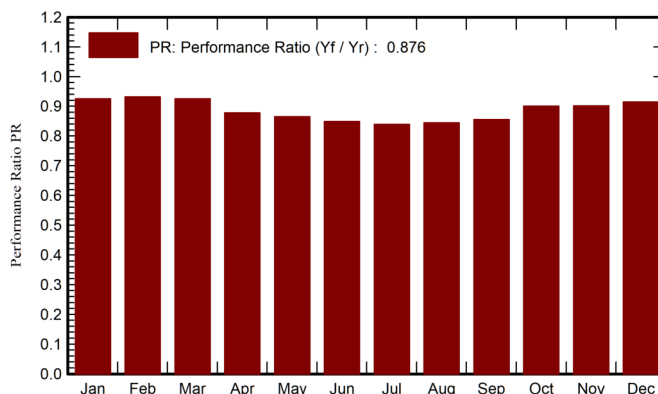
Perf. Ratio PR

87.57 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	49.6	25.89	-0.20	70.7	67.1	3961	3870	0.926
February	73.2	33.12	2.26	97.6	94.2	5504	5382	0.932
March	115.1	61.68	7.21	135.7	131.2	7590	7427	0.925
April	138.9	60.31	11.63	152.7	148.0	8103	7929	0.878
May	179.1	77.30	16.24	183.9	178.0	9609	9409	0.865
June	194.6	70.54	19.95	194.1	188.0	9945	9740	0.848
July	195.8	74.17	22.64	197.5	190.9	10007	9805	0.839
August	178.6	70.08	22.86	189.7	183.6	9679	9485	0.845
September	129.0	44.79	17.18	151.7	146.9	7837	7674	0.855
October	94.0	41.19	12.07	121.1	116.9	6585	6447	0.900
November	55.5	26.55	6.70	79.0	75.3	4306	4212	0.901
December	42.3	21.94	1.37	63.0	59.7	3493	3411	0.915
Year	1445.8	607.57	11.71	1636.6	1579.8	86619	84789	0.876

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

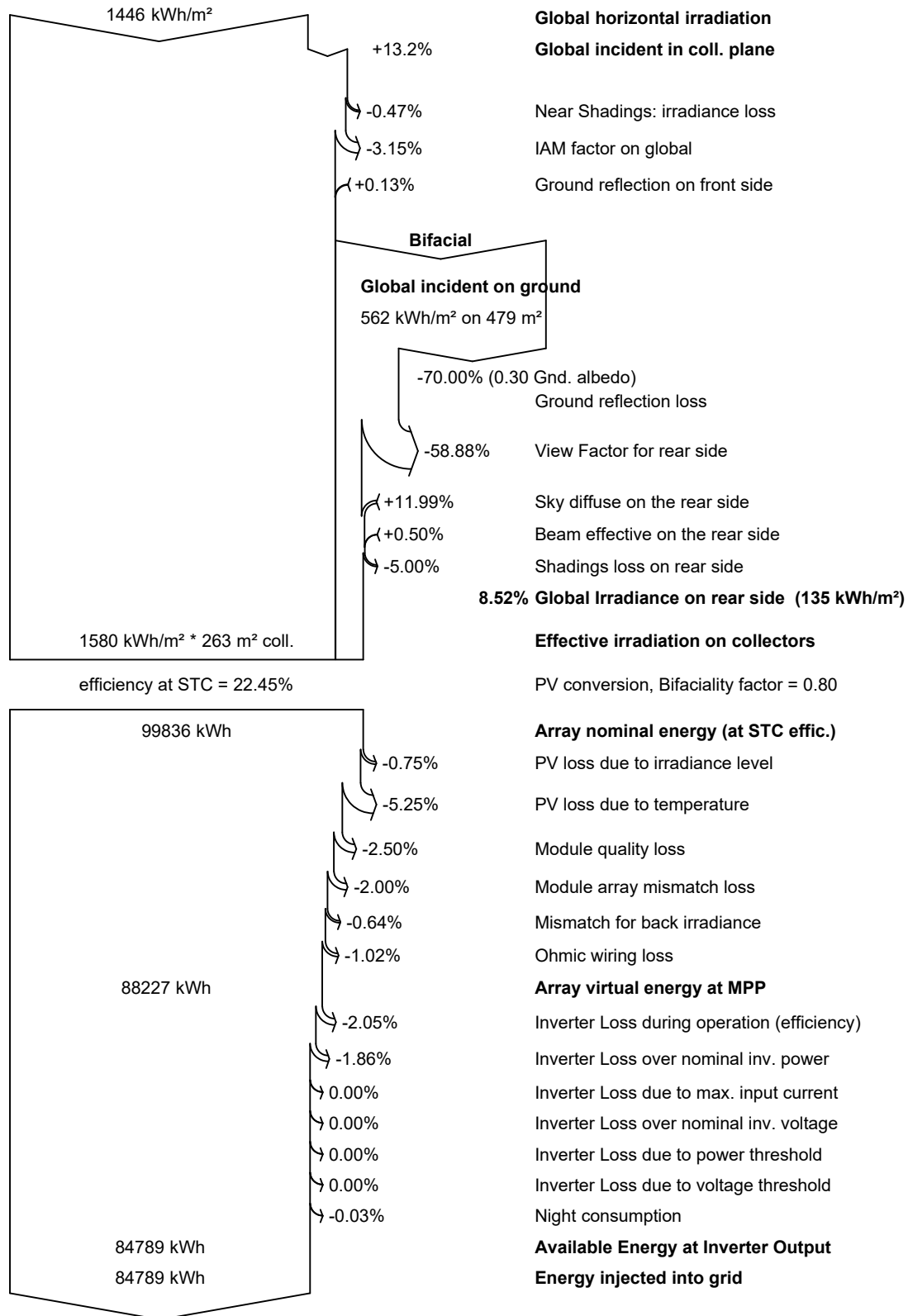
PR Performance Ratio



PVsyst V7.4.8

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Loss diagram



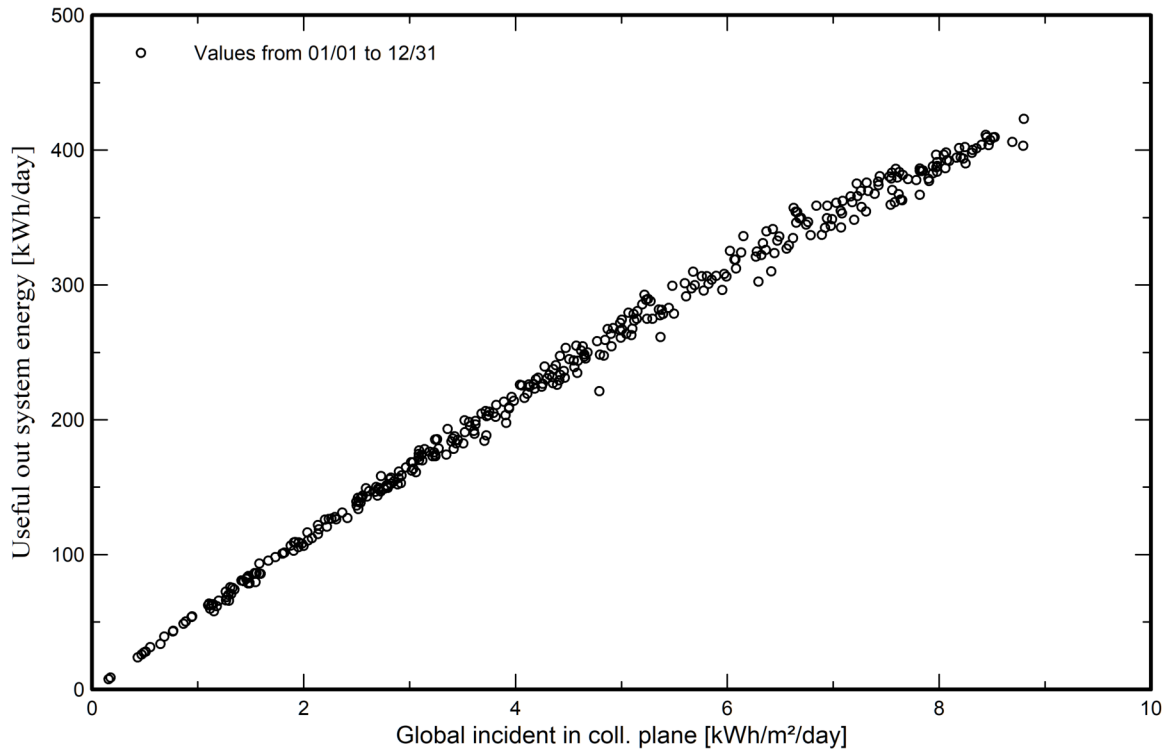


PVsyst V7.4.8

VC0, Simulation date:
03/24/25 14:23
with V7.4.8

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution

