

4.1. NASLOVNA STRANA

4- PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: **Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje**

Objekat: **Postrojenje mala solarna elektrana „SUNRISE“,
instalisanе snage 160kW, na KP br. 1671, K.O.
Donji Neradovac, 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:

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

Lični pečat:



Potpis:

Broj tehn. dok.
Mesto i datum:

IDR1671-2024
Niš, novembar 2024.

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 „SUNRISE“, instalisane snage 160 kW, na KP br. 1671, KO Donji Neradovac, 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:

IDR1671-2024
Niš, novebmar 2024.

4.3.2. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za malu solarna elektrana „SUNRISE“, instalisane snage 160 kW, na KP br. 1671, KO Donji Neradovac, Opština Vranje

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:

IDR1671-2024
Niš, novembar 2024.

4.4. PROJEKTNI ZADATAK

4.4.1. Projektni zadatak

Za izradu investiciono - tehničke dokumentacije:

IDEJNO REŠENJE MSE „SUNRISE“

Opšti podaci:

Objekat: Mala solarna elektrana
Lokacija: KP br. 1671, K.O. Donji Neradovac, opština Vranje
Investitor: Staniša Aleksić PR “SUNRISE”, Vranje

- Tehničku dokumentaciju za izgradnju male solarne elektrane na KP br. 1671, K.O. Donji Neradovac, 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 160kW.
- 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:

4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

4.5.1. TEHNIČKI OPIS

Opšti deo

Tehnička dokumentacija, Idejno rešenje male solarne elektrane (MSE) „SUNRISE“, urađena je za potrebe dobijanja lokacijskih uslova za izgradnju male solarne elektrane. Ovim idejnim rešenjem predviđa se izgradnja MSE „SUNRISE“ na KP br. 1671, K.O. Donji Neradovac, kao što je prikazano u grafičkoj dokumentaciji.

Svrha izgradnje MSE je proizvodnja električne energije. Proizvedena električna energija u MSE „SUNRISE“ 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. 1671, K.O. Donji Neradovac.

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...),
- Softver HelioScope
- 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. 1671 KO Donji Neradovac, 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.

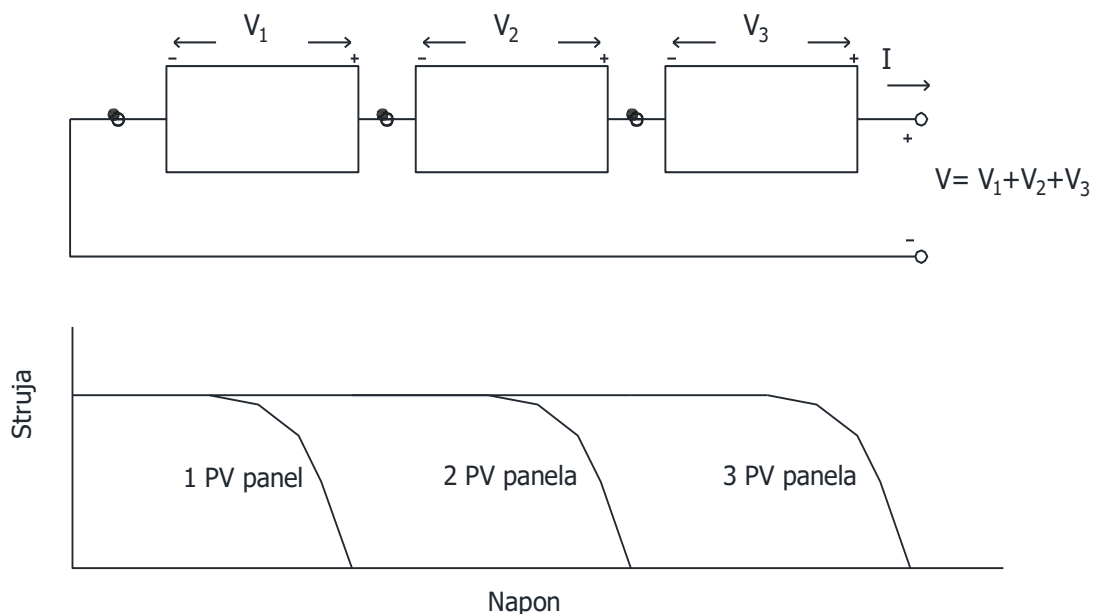
Noseće horizontalne grede postavljene na nosače koji su direktno vezani za vertikalnu konstrukciju, formiraju strme ravni za podršku panela. Konstrukcija je tako pozicionirana da se obezbedi orijentacija ka jugu sa nagibom nosača panela od 20 stepeni u odnosu na horizontalnu ravan, kako bi se pospešila 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 „SUNRISE“ iznosi 3.808 m², dok fotonaponski paneli pokrivaju 961,59 m². Ukupan broj fotonaponskih panela planiranih za ugradnju iznosi 344 kom.

DC razvod fotonaponskih panela i invertora

Fotonaponski sistem sačinjen je od monokristalnih fotonaponskih panela, Jinko 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 SUN2000-40KTL-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 kataloških 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.

Na osnovu minimalne i maksimalne granične vrednosti napona, za malu solarnu elektranu „SUNRISE“ definisan je optimalni broj fotonaponskih panela snage 580 Wp povezanih na red u jednom nizu za invertore, i to:

Invertor 40 kW: $N_{strmin}=14 < N_{str} < N_{strmax}=18$.

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 344 fotonaponskih panela povežu na ukupno četiri invertora snage 40kW. Tako da na invertor snage 40 kW paneli budu povezani u 3 niza po 18 i 2 niza po 16 redno povezanih fotonaponskih panela po inverteru, odnosno po 86 fotonaponska panela po invertoru i to sve u skladu sa tehničkim proračunom.

Radi smanjenja mogućeg pogrešnog povezivanja stringa na invertor, 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 bakarnim kablovima PP00 5x25 mm², dok se GRO-MSE sa STS 10/0.4kV povezuju kablom 2x (PP00 4x95 mm²). Kablovi koji povezuju invertor i GRO-MSE se od preopterećenja i kratkih spojeva štite nožastim 3p osiguračima od 80A. Invertor se od prenapona štiti odvodnicima tip 2. Dok će kabl koji povezuje GRO MSE i TS biti zaštićen od kompakt prekidačem 4p od 250A.

Glavni razvodni ormani treba da budu namenjeni za spoljašnju montažu i da imaju stepen zaštite IP66. Dimenzije GRO treba da budu 800x600x300mm, 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 uključenje 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 „SUNRISE“, kao i kataloške vrednosti elektroopreme predviđene za ugradnju.

MSE „SUNRISE“ ima sledeće osnovne karakteristike:

Tip elektrane:	solarna
Način gradnje:	na zemlji
Instalisana snaga elektrane:	160 kW
Nazivni napon MSE:	400V
Nominalna struja MSE:	242.44A
Broj fotonaponskih panela:	344 kom.
Broj invertora:	4 kom.
Režim rada MSE:	automatski, paralelno sa mrežom
Nazivni napon mreže na koju se priključuje:	0,4 kV, 50 Hz
Način priključenja:	posredno preko NN el. instalacija
Mesto priključenja:	TS 10/0,4 kV
Nazivni napon za sopstvenu potrošnju:	3x400/230 V
Komandni napon sigurnosnog napajanja:	baterijski napon 24 V DC
Procenjena godišnja proizvodnja:	244,723.1 kWh

Fotonaponski paneli – karakteristike

Proizvođač:	Jinko Solar
Tip:	JKM580M-78HL4-V
Snaga P_{max} :	580 W
Nazivni napon V_{mpp} :	45.00 V
Nazivna struja I_{sc} :	12.89 A
Napon otvorenog kola V_{oc} :	53.67 V
Struja kratkog spoja I_{sc} :	13.72 A
Stepen iskorišćenja η :	20.75 %
Dimenzije $V \times Š \times D$:	2465x1134x35 mm
Težina:	31.2kg

Invertor 3f – karakteristike(kom. 4)

Proizvođač:	Huawei
Tip:	SUN2000-40KTL-M3

DC strana

Najveća dozvoljena ulazna snaga P_{dcmax} :	60 kW
Najveći dozvoljeni ulazni napon V_{dc} :	1100 V
Najveća dozvoljena ulazna struja I_{dc} :	27 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:	40kW
Nominalni izlazni napon:	400 V
Nominalna frekvencija:	50 Hz
Najveća izlazna struja:	63.8 A
Stepen iskorišćenja η :	98.0 %
Stepen zaštite:	IP 66
Dimenzije $V \times \text{Š} \times D$:	640x530x270 mm
Težina:	43kg

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 „SUNRISE“ usvaja se nivo zaštite „I“.

Za zaštitu objekta MSE „SUNRISE“ 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 čelične cevaste nosače visine 1.0 m, koji se učvršćuju na armirano betonskim stubovima 8/250. 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 $\text{FnZn } 4 \times 25 \text{ mm}^2$, povezani na hvataljku i izvode sa uzemljivača. Na svakom spustu je predviđen merno rastavni spoj sa mehaničkom zaštitom.

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 $25 \times 4 \text{ mm}$. Provodnici uzemljenja se međusobno spajaju standardnim ukrsnim komadima $60 \times 60 \text{ mm}$ 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 i puštanje u rad

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.

Izvršiti merenje napona i struje dodira i koraka prema članu 83. i 84. Pravilnika o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000V.

4.5.2. TEHNIČKI USLOVI

Opšti 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 prouzrokovao je upotrebom nekvalitetnog materijala ili nesolidnom izradom Izvođač mora da ukloni 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 gvozdenom 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 nastavljjanja 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 344 monokristalna fotonaponska panela, proizvođača Jinko Solar, tipa JKM580M-78HL4-V, jedinične snage 580W, nominalnog jednosmernog DC napona 45.0V, nominalne jednosmerne struje 12.89A, dimenzija 2465x1134x35 mm, težine od 31.2kg. Fotonaponski paneli se povezuju na red, tako formirani nizovi se povezuju na inverter, proizvođača Huawei, tipa SUN2000-40KTL-M3 (kom. 4), snage 40kW, sa četiri MPPT ulaza, na koje može da se poveže 8 nizova. Preporučena instalisana snaga na jednosmernoj strani invertora iznosi 60kW, maksimalnog ulaznog napona 1100 V i maksimalne ulazne struje 26A po MPPT ulazu. Nizovi fotonaponskih panela se štite od struje kratkog spoja osiguračima od 20A 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 40kW, nominalnog napona 400V, frekvencije 50 Hz i maksimalne struje 63.8 A.

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

$$P_{DC-STC} = n_u \cdot P_n = 344 \cdot 580 = 199.52kW$$

U tabeli 2 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	86	49.88	60	Zadovoljava
2	86	49.88	60	Zadovoljava
3	86	49.88	60	Zadovoljava
4	86	49.88	60	Zadovoljava

Tabela 1. Broj panela i snaga elektrane po invertoru

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 $0.45\%/^{\circ}\text{C}$.

Pored temeprature, 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 SUN2000-40KTL iznosi 98,4 %. 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:

- za invertore 1-4

$$P_{AC1-4} = P_{DC-STC} \cdot \eta_Z \eta_N \eta_T \eta_I = 49.88 \cdot 0.96 \cdot 0.97 \cdot 0.92 \cdot 0.984 = 42.05 \text{ kW} = 40 \text{ kW}$$

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

$$P_{AC} = 160 \text{ kW}$$

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.

Maksimalano 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 inverter br. 1-4 bude povezano po 86 fotonaponska panela po invertoru, u 3 niza po 18 i u 2 niza po 16 fotonaponskih panela, a sve u cilju da se zadovolje ulazne vrednosti u invertore i karakteristične vrednosti fotonaponskih panela.

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:

$$U_{mppstr18} = n_{pv} \cdot U_{mpp} = 18 \cdot 45.00 = 810.00V$$

$$U_{mppstr16} = n_{pv} \cdot U_{mpp} = 16 \cdot 45.00 = 720.00V$$

$$I_{mppstr18,16} = I_{mpp} = 12.89A$$

gde su

- U_{mppstr} – maksimalni napon jednog niza sa 18 i 16 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 18 i 16 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:

$$U_{ocmax} = 58.18V$$

dok će maksimalni jednosmerni napon otvorenog kola niza sa 18 i 16 fotonaponskih panela na ulaz invertora, u tom slučaju biti:

$$U_{ocmaxstr18} = n_{pv} \cdot U_{ocmax} = 1047.21 V$$
$$U_{ocmaxstr16} = n_{pv} \cdot U_{ocmax} = 930.85 V$$

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:

$$U_{mppmin} = 39.33 V$$

dok će minimalni jednosmerni napon niza sa 18 i 16 fotonaponskih panela na ulaze u inverter u tom slučaju biti:

$$U_{mppmin18} = n_{pv} \cdot U_{mppmin} = 707.94V$$
$$U_{mppmin16} = n_{pv} \cdot U_{mppmin} = 629.28V$$

S obzirom na to da minimalni ulazni jednosmerni napon koji omogućava rad MPPT regulatora na inverteru iznosi 200V, dok je optimalni ulazni napon za rad regulatora 540-800 V, 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:

$$I_{scmax} = 13.85\ A$$

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 20 A.

Takođe, ulazne radne struje i struje krakog spoja na ulazima u inverter, rasporedjenim po MPPT ulazima, iznosi:

-inverter br.1-4:

$$I_{maxmppt} = 2 \cdot I_{mppt} = 25.78A < 26\ A$$

$$I_{scmax} = 2 \cdot I_{scmax} = 27.70\ A < 40\ A$$

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 fotonaposnkih 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.

4.6.2 Procena proizvodnje električne energije

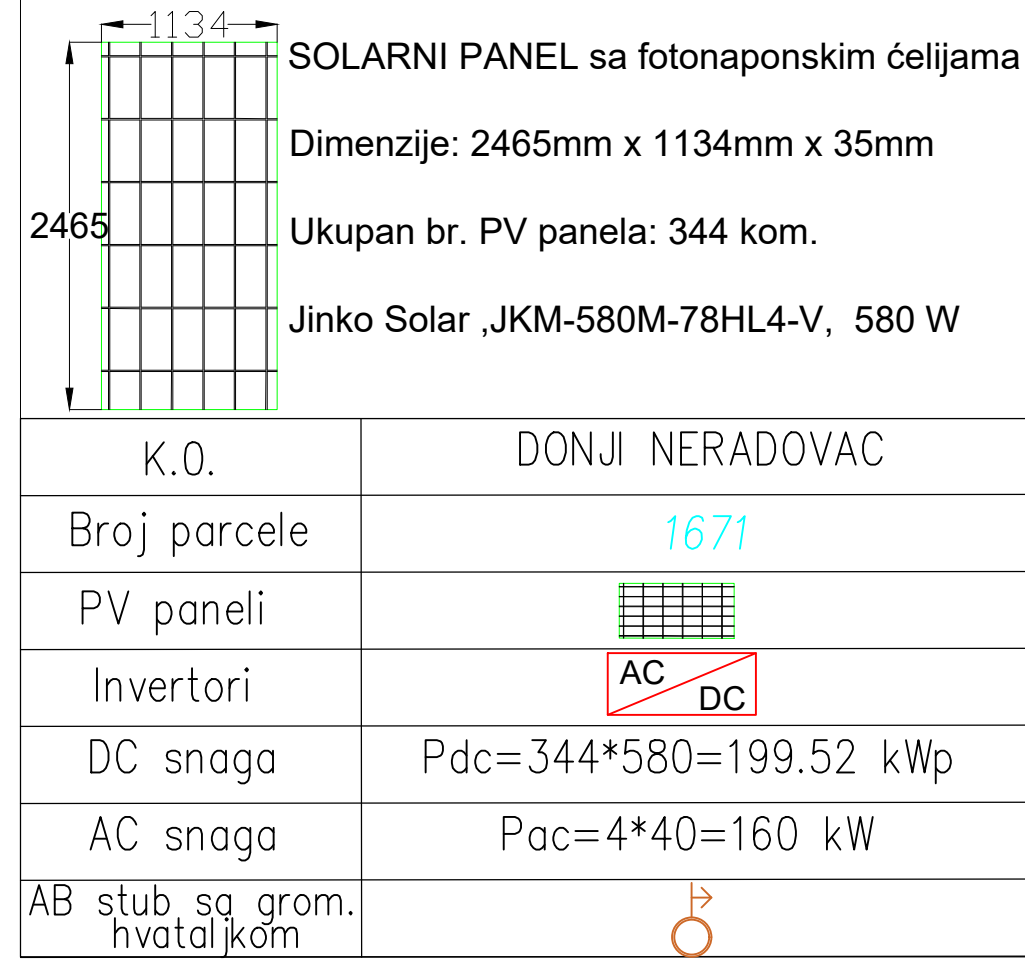
Procena proizvodnje električne energije MSE izvršena je uz pomoć softvera HelioScope, koji pruža popis solarnih energetske resursa za procenu proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sistema u Evropi, Africi i jugozapadnoj Aziji. HelioScope obrađuje već pripremljene podatke iz svoje baze podataka (geografski podaci, dnevno zračenje, optimalni ugao nagiba fotonaponskih panela, godišnje zračenje, godišnja proizvodnja električne energije...).

Izvršena je procena proizvodnje električne energije za fotonaponski sistem izgrađen na zemlji, na KP br. 1671, KO Donji Neradovac, sa fiksnim uglom od 20° , na geografskoj lokaciji $42^\circ 30' 11.65''$ i $21^\circ 52' 10.48''$ sa procenjenim gubicima sistema oko 21,2 %, usled zaprljanosti panela, usled neuparenosti panela, gubici u invertoru, gubici u kablovima, gubici usled vremenskih uslova, i drugo.

Procena proizvodnje električne energije za fotonaponske panele montirane na jednom objektu, okrenute ka jugu data je u generisanom izveštaju iz softverskog paketa HelioScope u kome je izvršena simulacija proizvodnje električne energije po mesecima.

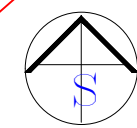
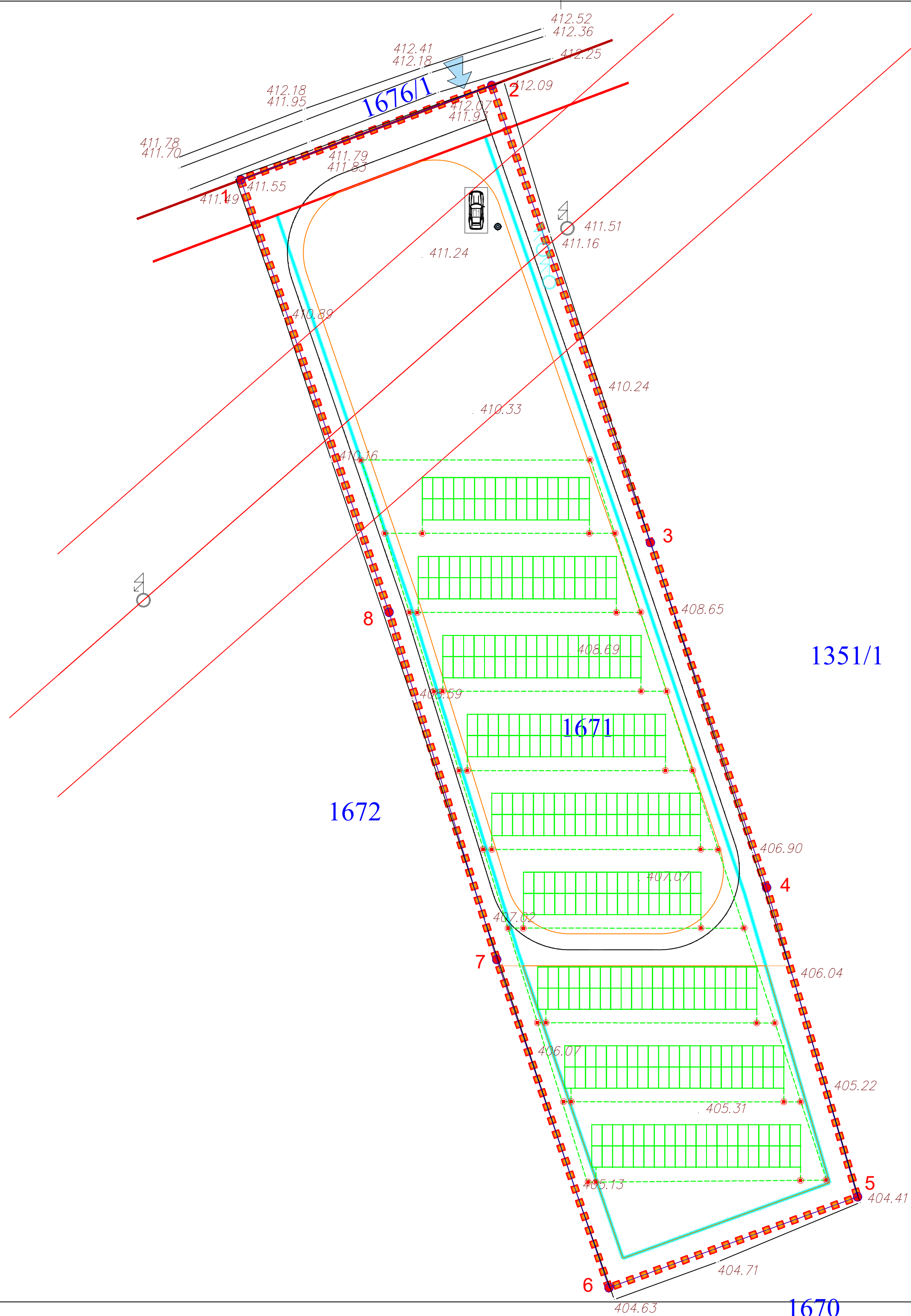
Predviđena proizvodnja električne energije na godišnjem nivou iznosi 244 723.1 kWh.

4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



MALA SOLARNA ELEKTRANA	FOTONAPONSKI PANELI n	INVERTORI n
SUNRISE	344	4

	Investitor: Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje		
	Objekat: MSE "SUNRISE",160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC		
UNITED GREEN ENERGY DOO, Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš	Ozn.tehn.dok: Datum: IDR Novembar, 2024		
4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE	Naziv crteža: Dispozicija MSE		
ODGOVORNI PROJEKTANT: Aleksandar Janjić dipl.inž.el.	Razmera: N/A	Crtež br.:	E.1
BROJ LICENCE: 350 858 104		List br.	1



1134

2465

SOLARNI PANEL sa fotonaponskim ćelijama

Dimenzije: 2465mm x 1134mm x 35mm

Ukupan br. PV panela: 344 kom.

Jinko Solar „JKM-580M-78HL4-V, 580 W

K.O.	DONJI NERADOVAC
Broj parcele	1671
PV paneli	
Invertori	ACDC
DC snaga	P _{dc} =344*580=199.52 kWp
AC snaga	P _{ac} =4*40=160 kW
AB stub sa grom. hvataljkom	

MALA SOLARNA ELEKTRANA	FOTONAPONSKI PANELI n	INVERTORI n
SUNRISE	344	4

- Legenda:
- Pocinkovana traka 4x25 mm²
 - Ukrsni komad traka-traka, SRPS N.B4.936

UNITED GREEN ENERGY DOO,
Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš

4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE

ODGOVORNI PROJEKTANT:
Aleksandar Janjić dipl.inž.el.

BROJ LICENCE:
350 858 104

Investitor:
Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje

Objekat:
MSE "SUNRISE",160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC

Ozn.tehn.dok:
IDR

Datum:
Novembar, 2024

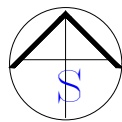
Naziv crteža:
Uzemljenje

MSE

Razmera:
N/A

Crtež br.:
List br.

E.2
1



MALA
 SOLARNA
 ELEKTRANA

FOTONAP
PANE
n

INVERTOR
n

UGE

UNITED GREEN ENERGY DOO,
Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš

4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Aleksandar Janjić dipl. inž. el.

BROUICENCE:

350 858 104

Investitor:	Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje
-------------	--------------------------------------

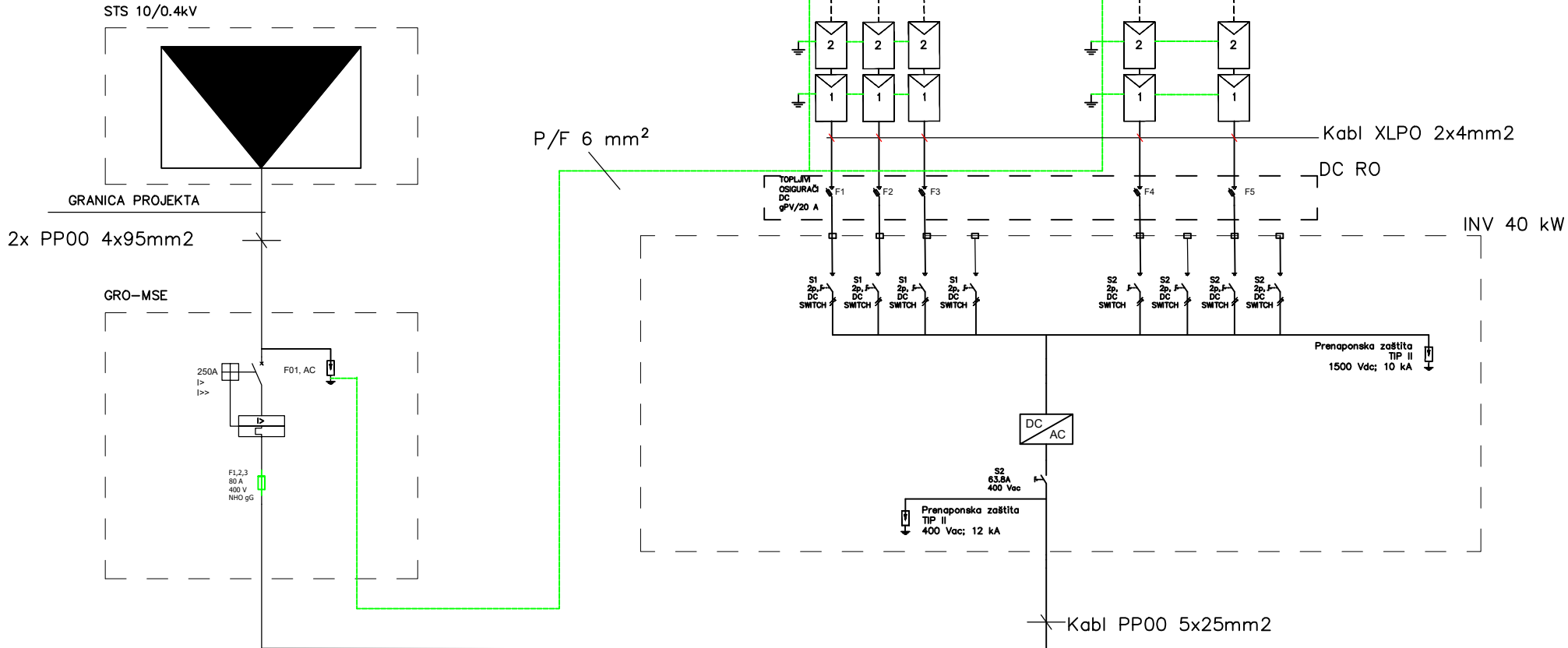
Objekat:
MSE "SUNRISE",160 kW, K.P. br
1671, K.O. DONJI NERADOVAC

Ozn.tehn.dok:	Datum:
IDR	Novembar, 2024

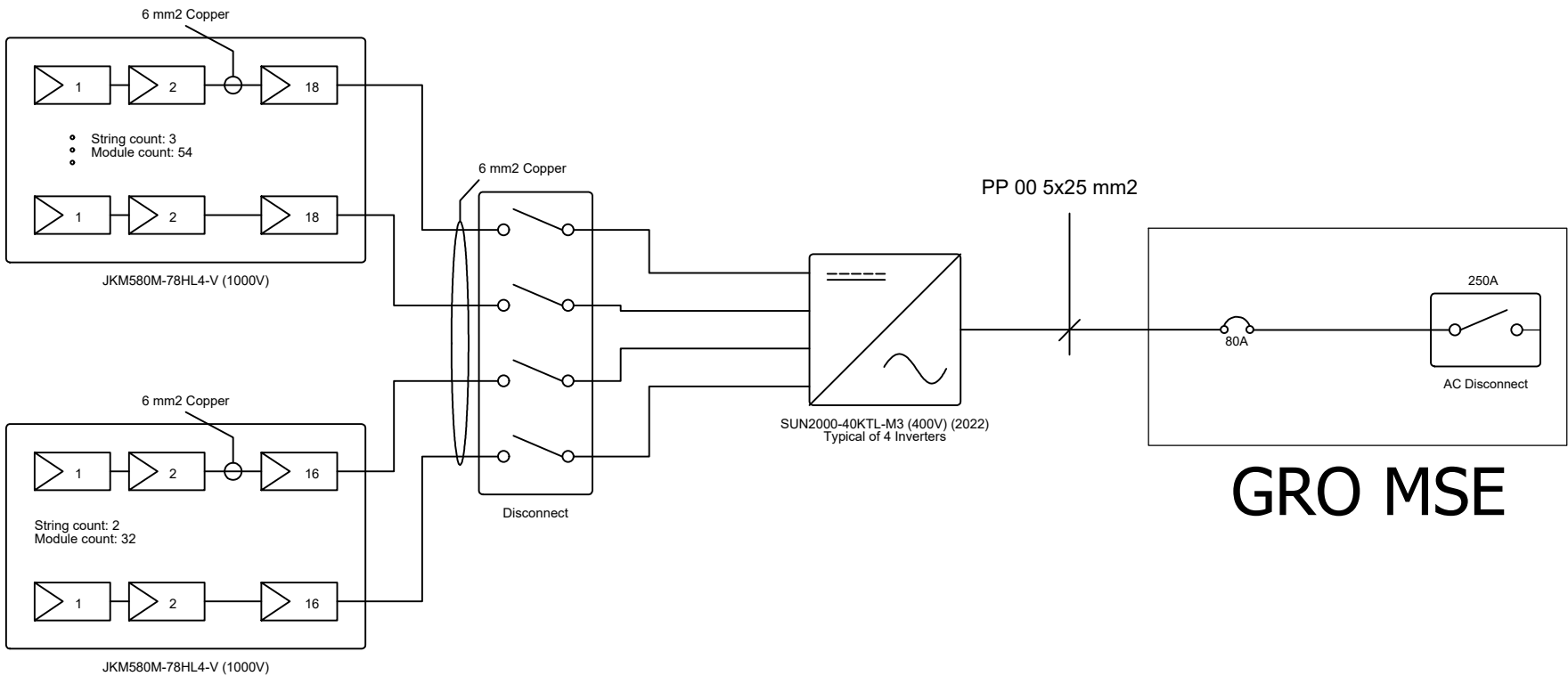
Naziv crteža:	Gromobranska zaštita MSE
---------------	--------------------------

Razmera:	Crtež br.:	E.3
N/A	List br.	1

FOTONAPONSKI PANELI
JINKO SOLAR JKM580M-78HL4-V
580 Wp



	Investitor: Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje	
	Objekat: MSE "SUNRISE", 160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC	
UNITED GREEN ENERGY DOO, Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš	Ozn.tehn.dok: Datum: IDR Novembar, 2024	
4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE ODGOVORNI PROJEKTANT: Aleksandar Janjić dipl.inž.el. BROJ LICENCE: 350 858 104	Naziv crteža: Jednopolna šema PV panela i inv. 1-4 Razmera: Crtež br.: E.4 N/A List br. 1	



Module Specifications	
344x Jinko JKM580M-78HL4-V (1000V)	
STC Rating	580 W
V _{mp}	45 V
I _{mp}	12.89 A
V _{oc}	53.67 V
I _{sc}	13.72 A

Inverter Specifications	
4x Huawei SUN2000-40KTL-M3 (400V) (2022)	
Max AC Power Rating	40 kW
Max Input Voltage	1,100 V
Min AC Power Rating	0 W
Min Input Voltage	200 V

Wire Schedule		
Tier	Wire	Length
String	20x 6 mm ²	500m

UGE

UNITED GREEN ENERGY DOO,
Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš

4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE

ODGOVORNI PROJEKTANT:
Aleksandar Janjić dipl.inž.el.
BROJ LICENCE:
350 858 104

Investitor:
Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje

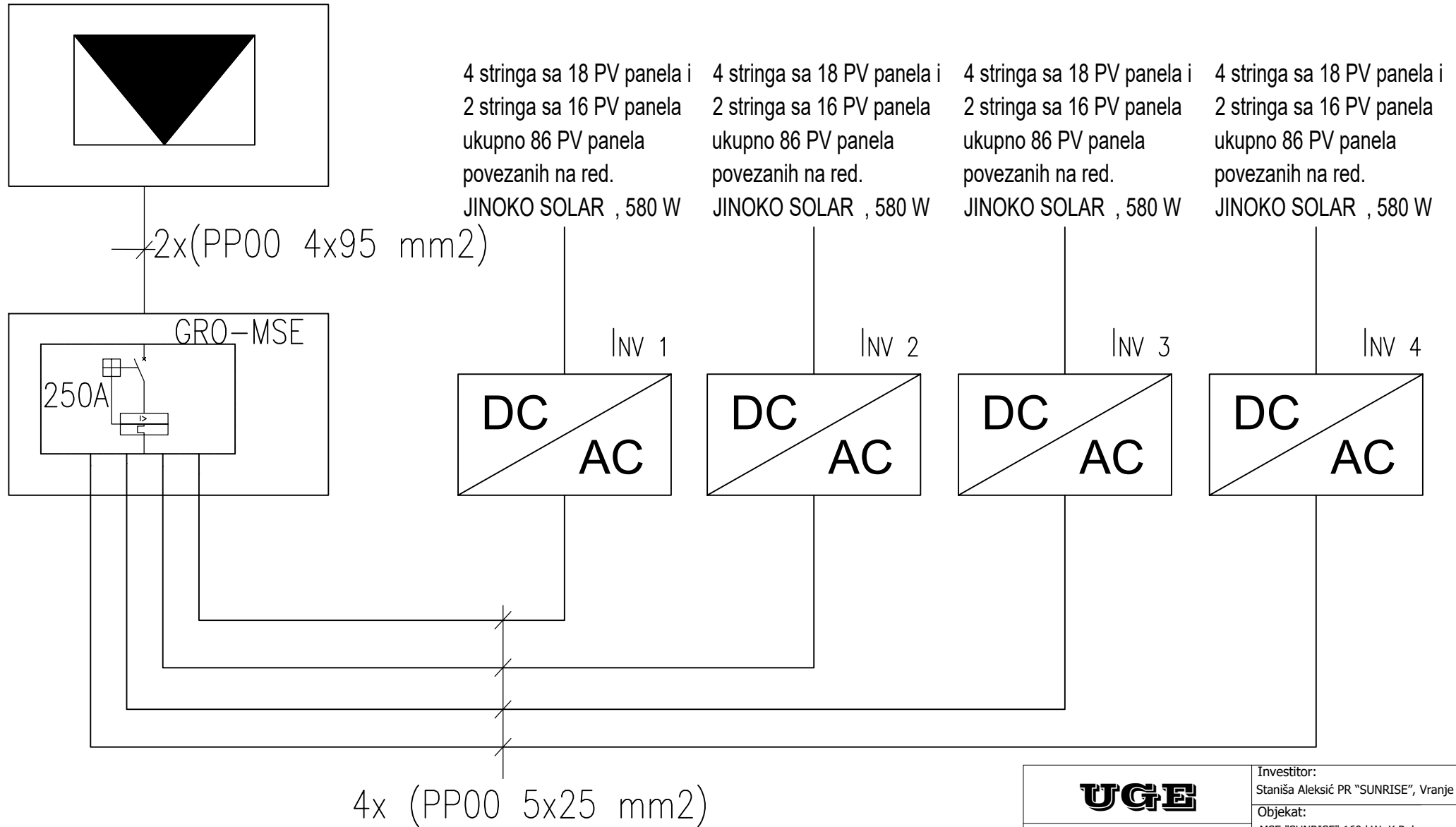
Objekat:
MSE "SUNRISE", 160 kW, K.P. br
1671, K.O. DONJI NERADOVAC

Ozn.tehn.dok: Datum:
IDR Novembar, 2024

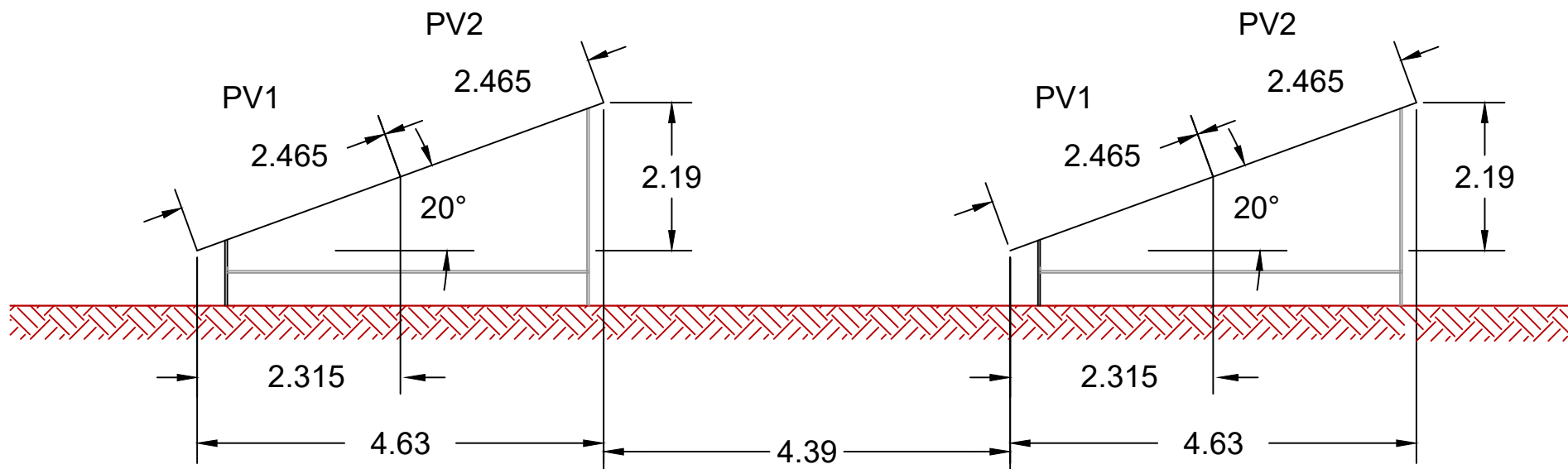
Naziv crteža:
Blok šema povezivanja

Razmera: Crtež br.: E.5
N/A List br. 1

STS 10/0.4 kV

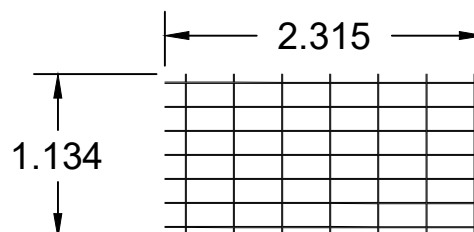
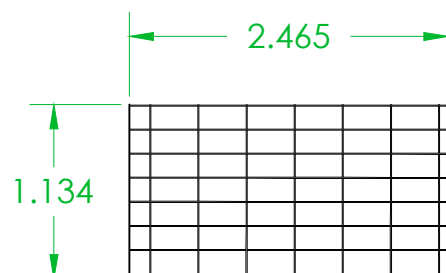


UGE UNITED GREEN ENERGY DOO, Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE ODGOVORNI PROJEKTANT: Aleksandar Janjić dipl.inž.el. BROJ LICENCE: 350 858 104	Investitor: Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje	
	Objekat: MSE "SUNRISE", 160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC	
	Ozn.tehn.dok: IDR	Datum: Novembar, 2024
	Naziv crteža: Blok dijagram	
Razmera: N/A	Crtež br.:	E.6
	List br.	1



Dimenzije PV panela

Projekcija PV panela



UGE UNITED GREEN ENERGY DOO, Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE ODGOVORNI PROJEKTANT: Aleksandar Janjić dipl.inž.el. BROJ LICENCE: 350 858 104	Investitor: Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje	
	Objekat: MSE "SUNRISE", 160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC	
	Ozn.tehn.dok: IDR	Datum: Novembar, 2024
	Naziv crteža: Dimenzije PV panela	
Razmera: N/A		Crtež br.: E.7
		List br.: 1

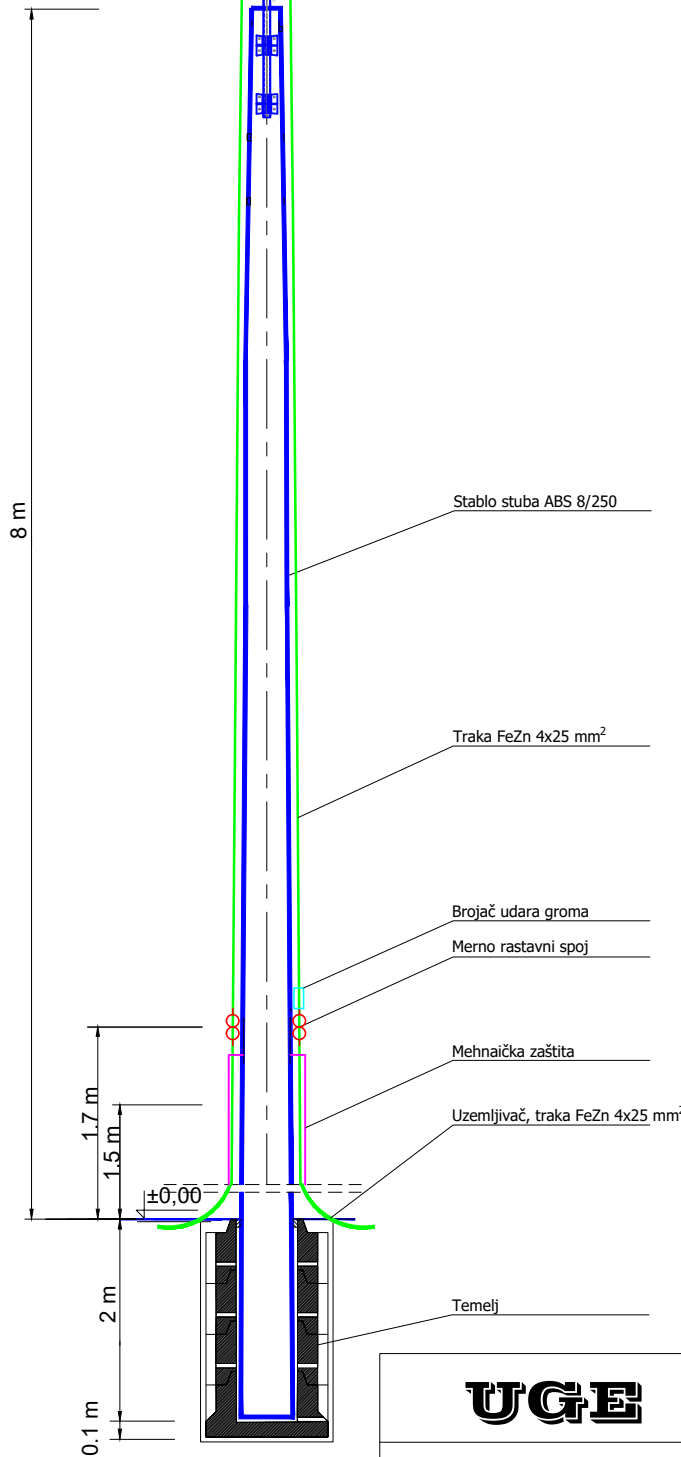
HVATALJKA
AFB 0009SE, $\Delta t > 30 \mu s$

+9.00m

Celadni nosac Ø88,9x3m

Adapter Ø88,9/Ø48,0

ABS 8/250



UGE UNITED GREEN ENERGY DOO, Generala Milojka Lešjanina 43/15, Niš 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETIKE ODGOVORNI PROJEKTANT: Aleksandar Janjić dipl.inž.el. BROJ LICENCE: 350 858 104	Investitor: Staniša Aleksić PR "SUNRISE", Vranje	
	Objekat: MSE "SUNRISE", 160 kW, K.P. br 1671, K.O. DONJI NERADOVAC	
	Ozn.tehn.dok: IDR	Datum: Novembar, 2024
	Naziv crteža: Stub AB12/250 sa gromobranskom hvataljkom	
Razmera: N/A	Crtež br.: List br.	E.8 1

4.8. PRILOG

Tiger Pro 78HC

575-595 Watt

MONO-FACIAL MODULE

P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

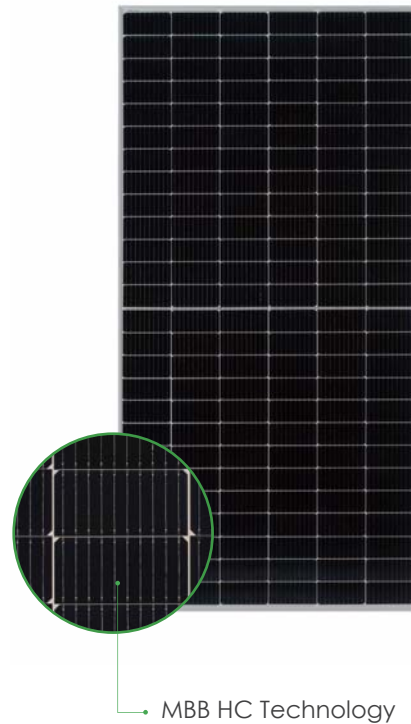
ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems

Made in China/ Malaysia/ U.S./Vietnam



MBB HC Technology

Key Features



Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

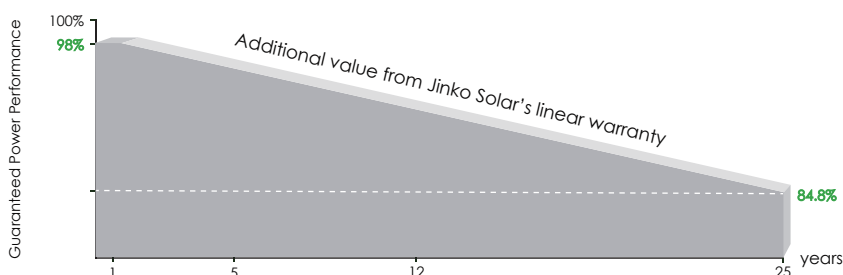


Longer Life-time Power Yield

0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

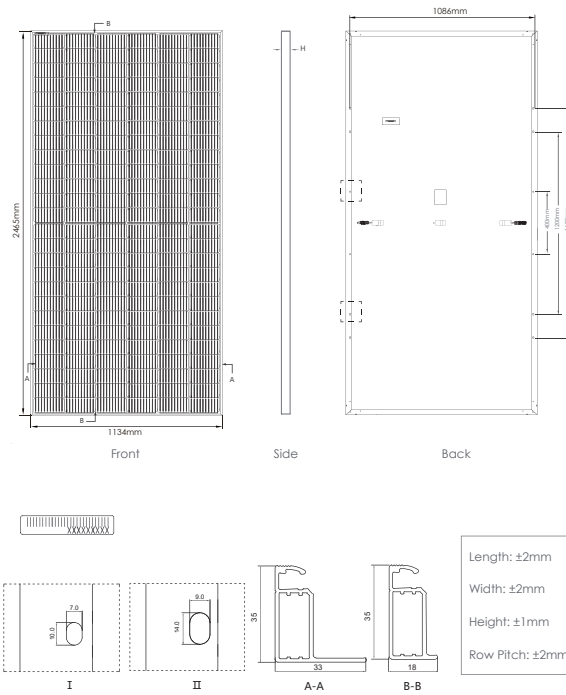


12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

Engineering Drawings

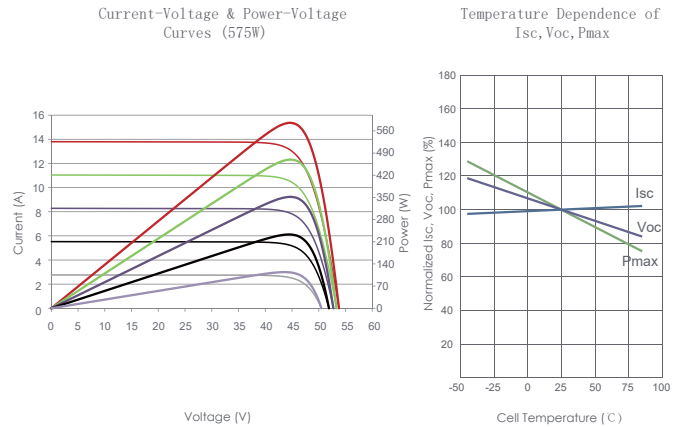


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×35mm (97.05×44.65×1.38 inch)
Weight	31.2 kg (68.78 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length
Connector	Staubli MC4, MC4-EVO2 ; JK03M/2B, JK03M2/2B, Jinko PV material
Fire Rating	Class C

SPECIFICATIONS

Module Type

	JKM575M-78HL4-V		JKM580M-78HL4-V		JKM585M-78HL4-V		JKM590M-78HL4-V		JKM595M-78HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp	585Wp	435Wp	590Wp	439Wp	595Wp	443Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.89V	41.49V	45.00V	41.61V	45.11V	41.73V	45.21V	41.85V	45.32V	41.96V
Maximum Power Current (Imp)	12.81A	10.31A	12.89A	10.37A	12.97A	10.43A	13.05A	10.49A	13.13A	10.55A
Open-circuit Voltage (Voc)	53.56V	50.55V	53.67V	50.66V	53.78V	50.76V	53.89V	50.87V	54.00V	50.97V
Short-circuit Current (Isc)	13.64A	11.02A	13.72A	11.08A	13.80A	11.15A	13.88A	11.21A	13.96A	11.28A
Module Efficiency STC (%)	20.57%		20.75%		20.93%		21.11%		21.29%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

*STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

*Power measurement tolerance: +/-3%

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.

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

JKM575-595M-78HL4-(V)-D2-EN

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



Safe

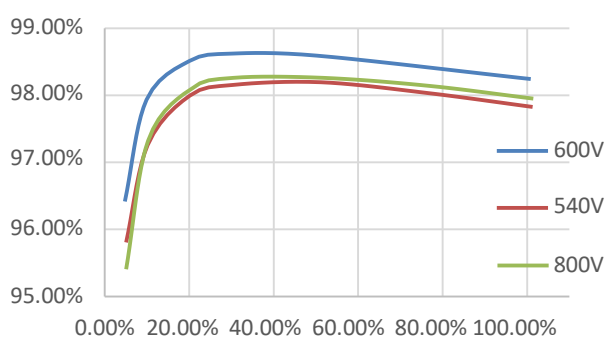
Fuse free design



Reliable

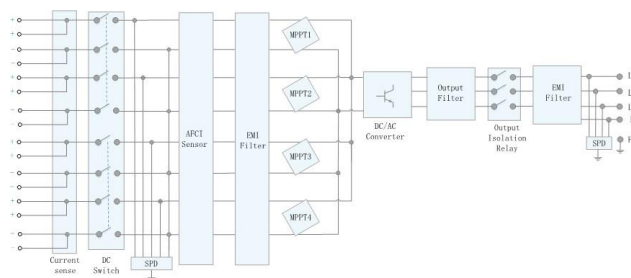
Type II surge arresters for DC & AC

Efficiency Curve



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Circuit Diagram



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
-------------------------	------------------	------------------	------------------

Efficiency

Max. Efficiency	98.7%
European Efficiency	98.4%

Input

Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	27 A (per MPPT) / 20 A (per Input)
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output

Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Max. AC Apparent Power	33,000 VA ³	40,000 VA	44,000 VA
Rated Output Voltage	230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE		
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz		
Rated Output Current	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Max. Output Current	47.9 A	58.0 A	63.8 A
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	Yes
AC Surge Arrester	Yes
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, Integrated WLAN + FusionSolar APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)

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)	43 kg (94.8 lb)
Operating Temperature Range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

Optimizer Compatibility

DC MBUS Compatible Optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W/1300W-P
------------------------------	---

Standard Compliance (more available upon request)

Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, 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, AS/NZS 4777.2, 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. SUN2000-30~40KTL-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)



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.

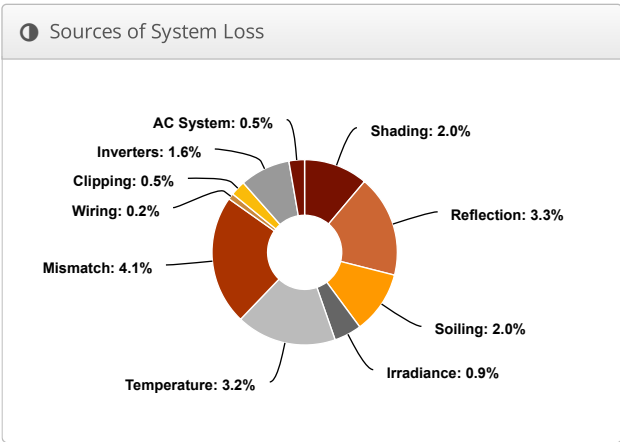
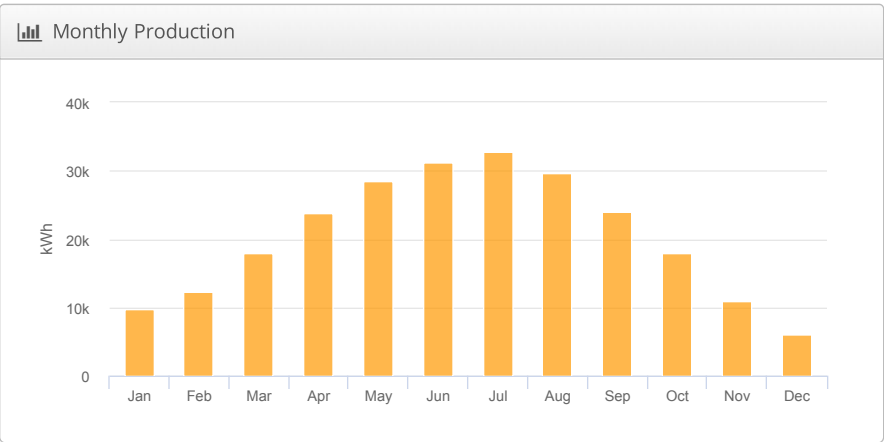
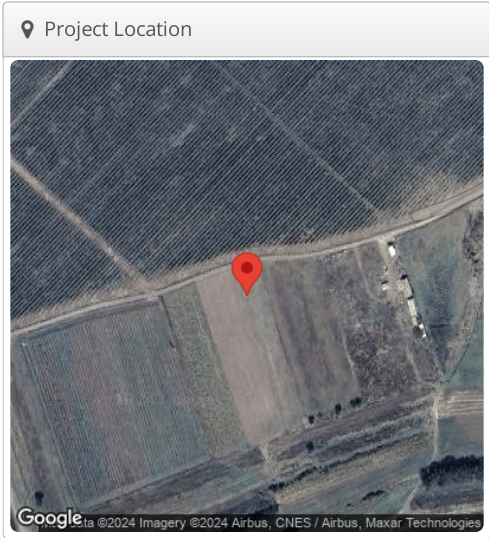
Holger Grau
Solution Sales Director DACH, Scandinavia, Israel
German Solar Inverter Business Dept

160kW na zemlji

Saša Aleksić - Neradovac, 42.503235, 21.869577

Report	
Project Name	Saša Aleksić - Neradovac
Project Address	42.503235, 21.869577
Prepared By	Aleksandar Janjic aleksandar.janjic@uge.rs

System Metrics	
Design	160kW na zemlji
Module DC Nameplate	199.5 kW
Inverter AC Nameplate	160.0 kW Load Ratio: 1.25
Annual Production	244.7 MWh
Performance Ratio	83.1%
kWh/kWp	1,226.6
Weather Dataset	TMY, 10km Grid, Meteonorm 7 (meteonorm)
Simulator Version	ced54b704f-e28ac4dbef-cd126e8b1e-0fc3f4dceb



⚡ Annual Production			
	Description	Output	% Delta
Irradiance (kWh/m²)	Annual Global Horizontal Irradiance	1,324.2	
	POA Irradiance	1,476.7	11.5%
	Shaded Irradiance	1,446.5	-2.0%
	Irradiance after Reflection	1,399.4	-3.3%
	Irradiance after Soiling	1,371.5	-2.0%
	Total Collector Irradiance	1,371.4	0.0%
Energy (kWh)	Nameplate	273,631.9	
	Output at Irradiance Levels	271,236.4	-0.9%
	Output at Cell Temperature Derate	262,546.4	-3.2%
	Output After Mismatch	251,668.2	-4.1%
	Optimal DC Output	251,182.6	-0.2%
	Constrained DC Output	249,971.7	-0.5%
	Inverter Output	245,952.8	-1.6%
	Energy to Grid	244,723.1	-0.5%
Temperature Metrics			
Avg. Operating Ambient Temp		14.6 °C	
Avg. Operating Cell Temp		22.8 °C	
Simulation Metrics			
Operating Hours		4561	
Solved Hours		4561	

☁ Condition Set												
Description	Condition Set 1											
Weather Dataset	TMY, 10km Grid, Meteonorm 7 (meteonorm)											
Solar Angle Location	Meteo Lat/Lng											
Transposition Model	Perez Model											
Temperature Model	Sandia Model											
Temperature Model Parameters	Rack Type	a	b	Temperature Delta								
	Fixed Tilt	-3.56	-0.075	3°C								
	Flush Mount	-2.81	-0.0455	0°C								
	East-West	-3.56	-0.075	3°C								
	Carport	-3.56	-0.075	3°C								
Soiling (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Irradiation Variance	5%											
Cell Temperature Spread	4° C											
Module Binning Range	-2.5% to 2.5%											
AC System Derate	0.50%											
Module Characterizations	Module		Uploaded By		Characterization							
	JKM580M-78HL4-V (1000V) (Jinko)		HelioScope		Spec Sheet Characterization, PAN							
Component Characterizations	Device			Uploaded By		Characterization						
	SUN2000-40KTL-M3 (400V) (2022) (Huawei)			HelioScope		Spec Sheet						

📦 Components		
Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-40KTL-M3 (400V) (2022) (Huawei)	4 (160.0 kW)
Strings	6 mm2 (Copper)	20 (500.3 m)
Module	Jinko, JKM580M-78HL4-V (1000V) (580W)	344 (199.5 kW)

🔌 Wiring Zones			
Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	5-18	Along Racking

🏠 Field Segments									
Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Fixed Tilt	Portrait (Vertical)	Module: 20°	Module: 180°	4.2 m	2x1	172	344	199.5 kW

 Detailed Layout