

**4/3.1. NASLOVNA STRANA PROJEKTA
ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA****4/3- PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA**

Investitor: **MINECO PLUS" DOO Beograd
Strahinjica Bana br. 1.**

Objekat: **Solarna elektrana MINECO 1 snage 7.8 MW**

- Faza 1 Solarna elektrana Mineco 1A, sa pripadajućom transformatorskom stanicom i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 142/2, 142/3, 142/8, 144, 145, 146/1, 146/2, 149, 150, 151, 153, 154, KO Vlase, opština Vranje
- Faza 2 Solarna elektrana Mineco 1B, sa pripadajućom transformatorskom stanicom, baterijskim sistemom za skladištenje električne energije i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170 KO Vlase, opština Vranje
- Faza 3 Solarna elektrana Mineco 1C, sa pripadajućim razvodnim ormanom i podzemnim NN kablovskim vodom na kp. br. 176, 177 KO Vlase, opština Vranje

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

Ozmaka i naziv dela projekta: **4/3- Projekat elektroenergetskih instalacija**

Vrsta radova: **nova gradnja**

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

Odgovorno lice projektanta: **Andrija Petrušić dipl.inž.el**

Potpis:



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

Broj licence: **350 858 104**

Potpis:



АЛЕКСАНД
АР ЈАЊИЋ
015028572
Sign

Digitally signed
by АЛЕКСАНДАР
ЈАЊИЋ
015028572 Sign
Date: 2026.04.14
08:43:01 +02'00'

Broj dela projekta: **IDR3630/3-2025**

Mesto i datum: **Niš, februar 2026.**

4/3.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

4/3.1.	Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija
4/3.2.	Sadržaj projekta elektroenergetskih instalacija
4/3.3.	Rešenje o imenovanju odgovornog projektanta elektroenergetskih instalacija
4/3.4.	Izjava odgovornog projektanta dela projekta elektroenergetskih instalacija
4/3.5.	Tekstualna dokumentacija
4/3.6.	Numerička dokumentacija
4/3.7.	Grafička dokumentacija

4/3.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS”, br. 72/09, 81/09 – ispravka, 64/10 – US, 24/11, 121/12, 42/13 – US, 50/13 – US, 98/13 – US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19 – dr. zakon, 9/20, 52/21, 62/23 i 91/25) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata, kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

Za izradu projekta elektroenergetskih instalacija, na izgradnji SE „MINECO 1“ koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju solarne elektrane ukupne snage 7.8 MW na :

- Faza 1 Solarna elektrana Mineco 1A, sa pripadajućom transformatorskom stanicom i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 142/2, 142/3, 142/8, 144, 145, 146/1, 146/2, 149, 150, 151, 153, 154, KO Vlase, opština Vranje
- Faza 2 Solarna elektrana Mineco 1B, sa pripadajućom transformatorskom stanicom, baterijskim sistemom za skladištenje električne energije i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170 KO Vlase, opština Vranje
- Faza 3 Solarna elektrana Mineco 1C, sa pripadajućim razvodnim ormanom i podzemnim NN kablovskim vodom na kp. br. 176, 177 KO Vlase, opština Vranje

određuje se:

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

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

Odgovorno lice/zastupnik: Andrija Petrušić dipl.inž.el

Potpis:

Broj dela projekta: IDR3630/3-2025

Mesto i datum: Niš, februar 2026.

4/3.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta 4/3-elektroenergetskih instalacija projekta elektroenergetskih instalacija na SE „MINECO 1“ koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju solarne elektrane ukupne snage 7.8 MW na:

- Faza 1 Solarna elektrana Mineco 1A, sa pripadajućom transformatorskom stanicom i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 142/8, 142/4, 142/2, 142/3, 143, 144, 145, 146/1, 146/2, 149, 150, 151, 152, 153, 154, KO Vlase, opština Vranje
- Faza 2 Solarna elektrana Mineco 1B, sa pripadajućom transformatorskom stanicom, baterijskim sistemom za skladištenje električne energije i podzemnim SN kablovskim vodom na kp. br. 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, KO Vlase, opština Vranje
- Faza 3 Solarna elektrana Mineco 1C, sa pripadajućim razvodnim ormanom i podzemnim NN kablovskim vodom na kp. br. 175, 176, 177, KO Vlase, 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;

Odgovorni projektant (IDR) : Aleksandar Janjić, dipl.inž.el.

Broj licence: 350 858 104

Pečat:

Potpis:



Broj dela projekta: IDR3630/3-2025

Mesto i datum: Niš, februar 2026.

4/3.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

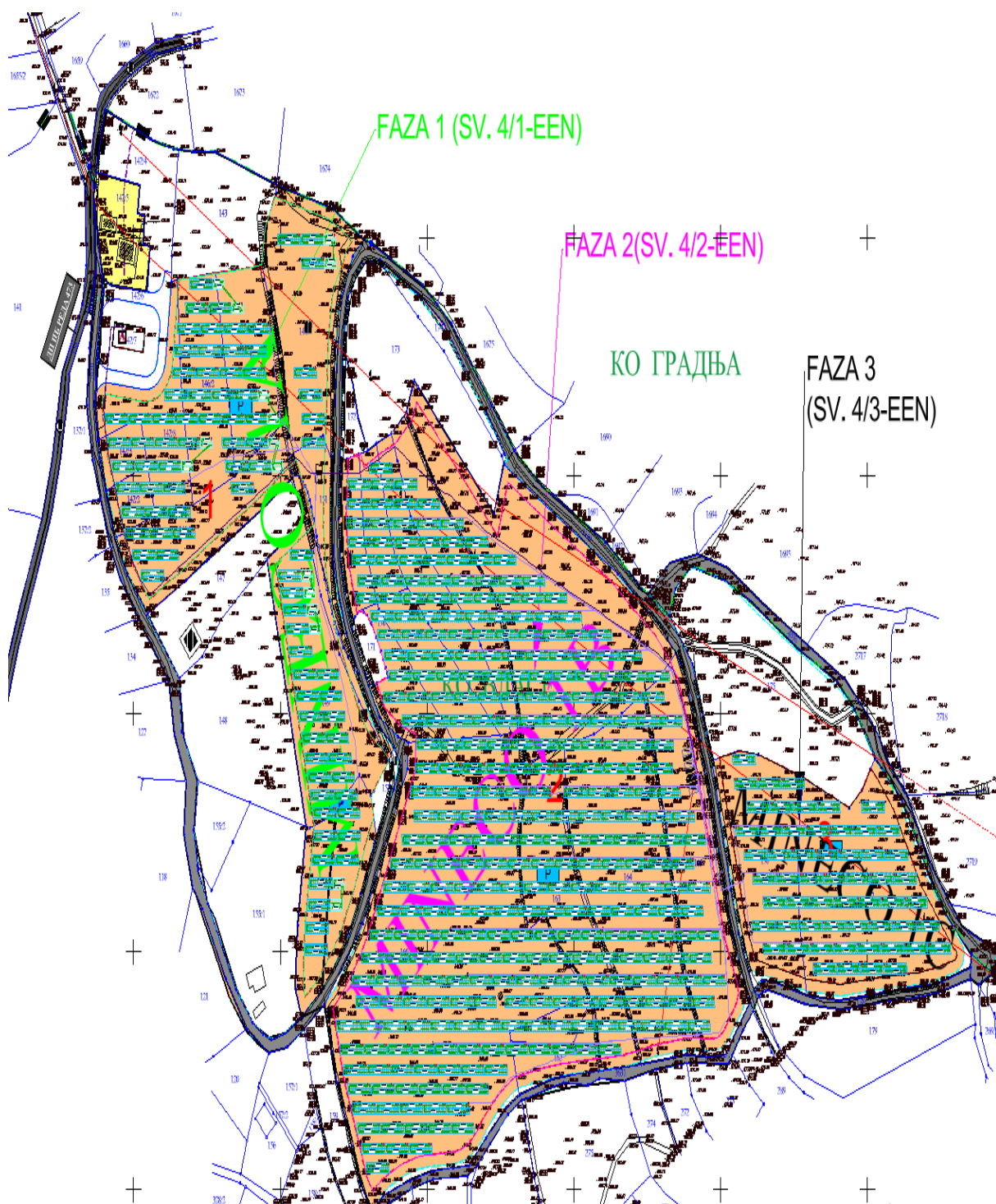
4/3.5.1. TEHNIČKI OPIS

Uvod

Projektovana solarne elektrana nalazi se u južnom delu Srbije, na teritoriji opštine Vranja, u naselju Vlase. Mikrolokacija solarne elektrane obuhvata dostupne površine pogodne za instalaciju solarnih modula i prateće opreme, kao što je ilustrovano na priloženim mapama i dokumentaciji. Lokacija se nalazi u neposrednoj blizini naselja Vlase, na udaljenosti od oko 22 kilometara od Vranja. (Centar lokacije je približno u UTM zoni 34 N - 42°41'48.0"N 21°52'18.0"E). Kapacitet solarne elektrane iznosi 7.8 MW u tački priključenja, dok će se solarne elektrane prostirati na površini od oko 3.4 ha. Na slici 1. je prikazana lokacija SE MINECO 1. Na slici 2. je prikazan KTP sa celinama koje čine SE MINECO 1.

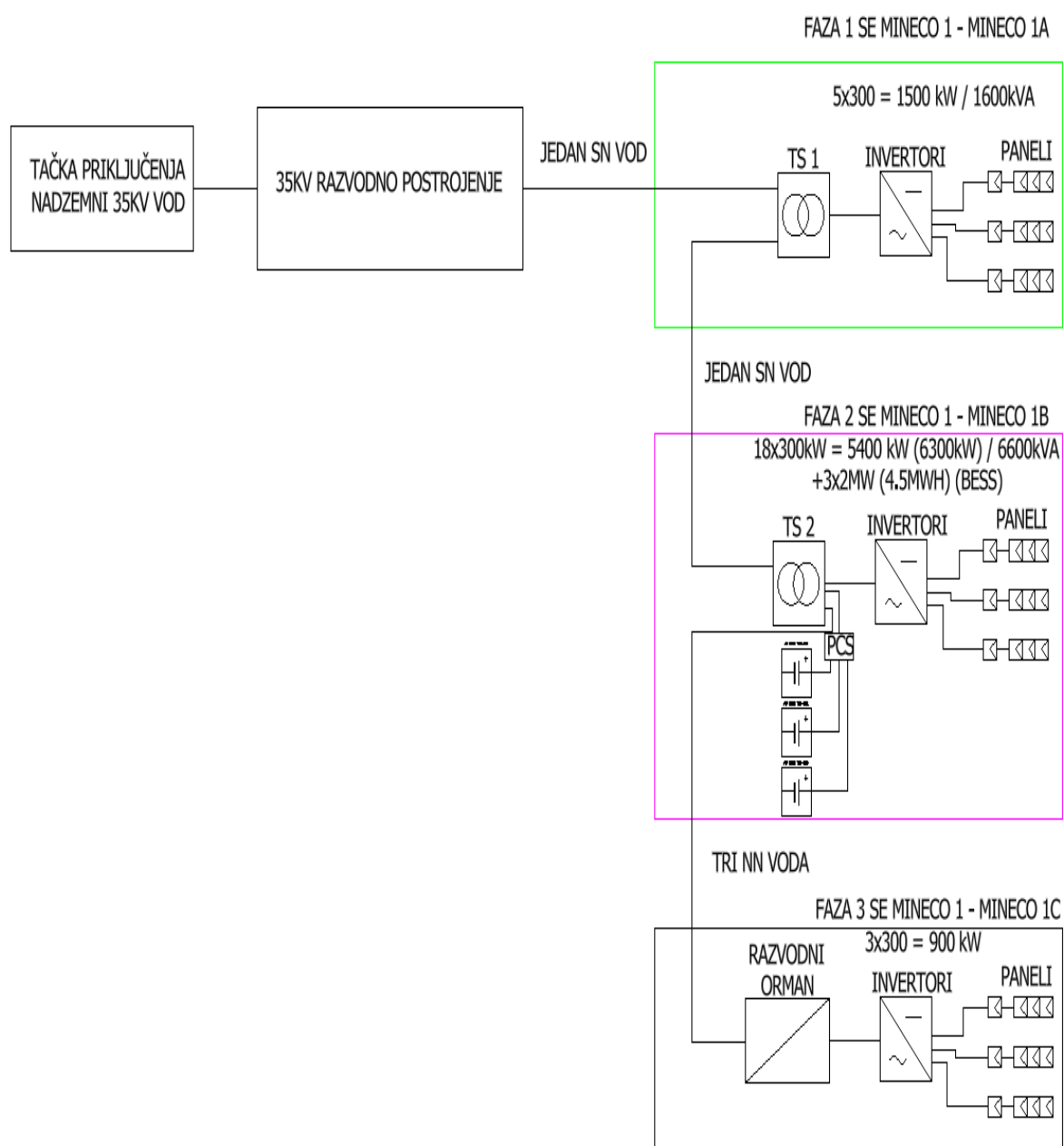


Slika 1. Lokacija SE MINECO 1



Slika 2. KTP sa celinama

Projekat SE će se sastojati od 3 posebne celine koje se sastoje od fotonaponskih panela, invertora, transformatorskih stanica, baterijskog sistema za skladištenje električne energije, podzmenih NN i SN kablova, uzemljenja i gromobranske instalacije. Blok dijagram SE MINECO 1 dat je na slici 3.



Slika 3. Blok dijagram SE

Izgradnja planirana Solarna elektrana je na sledećim katastarskim parcelama: 142/2, 142/3, 142/8, 144, 145, 146/1, 146/2, 149, 150, 151, 153, 154, 170, 169, 168, 167, 166, 165, 164, 163, 162, 161, 160, 176, 177, KO Vlase opština Vranje.

Parcele za solarne panele, transformatorske stanice, razvodni orman, NN kablove i baterijski sistem za skladištenje električne energije: 142/8, 142/2, 142/3, 145, 146/1, 146/2, 149, 150, 151, 153, 154, 171, 170, 169, 168, 167, 166, 165, 164, 163, 162, 161, 160, 175, 176, 177 KO Vlase opština Vranje.

Parcele za SN kablovske vodove: 142/8, 142/3, 142/2, 146/1, 151, 170, 169, 168, 167, 166, 165 KO Vlase, opština Vranje.

Prva celina, MINECO 1A, se nalazi istočno u odnosu na drugu celinu. Druga celina, MINECO 1B, je u centru između prve i treće celine. Treća celina, MINECO 1C, je zapadno u odnosu na drugu celinu. Kapaciteti celina dati su u tabeli 1.

Tabela 1. Kapacitet SE

CELINA	Broj PV panela	DC Kapacitet (Instalisana snaga P_{dc}) [kWp]	AC Kapacitet (Nominalna snaga invertora P_{ac}) [kW]	Snaga transformatorskih stanica [MVA]
MINECO 1A	2280	1368.40	1500	1.6
MINECO 1B	7776	5676.48	5400	6.6
MINECO 1C	1368	998.64	900	/
ΣMINECO 1	Σ11424	Σ 8339.52	Σ 7800	Σ 8.20

Faza 1 (Celina MINECO 1A) se sastoji od fotonaponskih panela, invertora, transformatorske stanice 35/0.8 kV, uzemljenja, gromobranske zaštite, kao i podzemnog SN kablovskog voda preko kojeg je ostvarena veza između SE i 35kV priključno-razvodnog postrojenja (PRP). Celina MINECO 1A prostiraće se na katastarskim parcelama br. 142/2,142/3,142/8,144,145,146/1,146/2,149,150,151,153,154,KO Vlase, opština Vranje.

Faza 2 (Celina MINECO 1B) se sastoji od fotonaponskih panela, invertora, transformatorske stanice 35/0.8 kV, uzemljenja, gromobranske zaštite, baterijskog sistema za skladištenje električne energije, kao i podzemnog SN kablovskog voda preko kojeg je ostvarena veza između transformatorske stanice 35/0.8 kV (MINECO 1A) i transformatorske stanice 35/0.8 kV (MINECO 1B). Celina MINECO 1B prostiraće se na katastarskim parcelama br. 160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170 KO Vlase, opština Vranje

Faza 3 (Celina MINECO 1C) se sastoji od fotonaponskih panela, invertora, razvodnog ormara, uzemljenja, gromobranske zaštite, podzemnog NN kablovskog voda i NN razvodnog ormara preko kojeg je ostvarena veza između celine MINECO 1C i MINECO 1B, odnosno transformatorske stanice 35/0.8 kV (MINECO 1B). Celina MINECO 1C prostiraće se na katastarskim parcelama br. 176, 177, KO Vlase, opština Vranje.

Namena ovog objekta je proizvodnja električne energije. Proizvedena električna energija u SE "MINECO 1" biće isporučena u distributivni sistem električne energije na naponski nivo 35 kV, 50 Hz, preko razvodnog postrojenja (RP) 35 kV i priključnog kablovskog voda 35 kV, tip i presek 2x(3x(1x185)) mm² na postojeći nadzemni dalekovod TS 110/35/10 kV "Vladičin Han" – TS 35/10 kV "Vlase", po principu ulaz-izlaz. A sve u skladu sa izdatim uslovim za projektovanje i priključenje izdatih od strane Elektro distribucije Srbije br. D.10.22-383894/1-23, od 07.11.2023, kao i izmene UPP-a br. D.10.22-121535/2-24, od 05.04.2024.

Napomena: RP 35 kV "MINECO 1" i priključni vod kojim je ostvaren priključak na elektrodistributivnu mrežu nije predmet ovog projekta (predmet drugog projekta za koji se pribavljaju uslovi IJO u posebnom postupku u okviru objedinjene procedure)

Pravni i planski osnov za izradu Idejnog rešenja

Pravni osnov za izradu IDR SE "MINECO 1" je:

- Zakon o planiranju i izgradnji (Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/1010 - odluka US, 24/1011, 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, 62/2023 i 91/2025);
- Pravilnik o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Sl. glasnik RS", br. 96/2023).

Planski osnov za izradu IDR SE "MINECO 1" je:

- Plan detaljne regulacije područja solarne elektrane "MINECO 1" u KO Vlase i KO Gradnja na teritoriji grada Vranja (Odluka o izradi plana "Službeni glasnik grada Vranja", br. 10/23)

Podloge za izradu projekta

Podloge za izradu IDR SE "MINECO 1" su:

- Informacija o lokaciji;
- KTP – Katastarsko-topografski plan;
- Uslovi za projektovanje i priključenje od Elektrodistribucije Srbije, br. D.10.22-383894/1-23, od 07.11.2023. ;
- Izmena Uslovi za projektovanje i priključenje od Elektrodistribucije Srbije, br. D.10.22-121535/2-24, od 05.04.2024;
- Plan detaljne regulacije područja solarne elektrane "MINECO 1" u KO Vlase i KO Gradnja na teritoriji grada Vranja;
- „Izveštaj o strateškoj proceni uticaja plana detaljne regulacije solarne elektrane područja „MINECO 1“ u KO Vlase i Gradnja na teritoriji grada Vranja na životnu sredinu” izrađen od strane firme ECOlogica URBO DOO, Kragujevac, septembar 2024. ;
- 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 PVCas za optimlanu dispoziciju solarnih panela;
- Softvera PVSyst za procenu proizvodnje električne energije;
- Uputstva proizvođača opreme.

Faze izgradnje

Idejnim rešenjem predviđeno je da se svi radovi na izgradnji SE "MINECO 1" i njegovom priključenju na DSEE (distributivni sistem električne energije) izvedu u tri faze:

- 1 faza - Celina Mineco 1A: postavljanje fotonaponskih panela, invertora, izgradnja transformatorske stanice 35/0,8 kV, uzemljenja, gromobranske zaštite, polaganje i povezivanje podzemnog SN kablovskog voda na kp. br. 142/2,

142/3,142/8,144,145,146/1,146/2,149,150,151,153,154, KO Vlase, opština Vranje ;

- 2 faza - Celina Mineco 1B: postavljanje fotonaponskih panela, invertora, postavljanje transformatorske stanice 35/0,8 kV, uzemljenja, gromobranske zaštite, postavljanje baterijskog sistema za skladištenje električne energije i polaganje i povezivanje podzemnog SN kablovskog voda na kp. br. 160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170 KO Vlase, opština Vranje;
- 3 faza - Celina Mineco 1C: postavljanje fotonaponskih panela, invertora, uzemljenja, gromobranske zaštite, postavljanje razvodnog ormara, polaganje i povezivanje podzemnog NN kablovskog voda na kp. br. 176, 177 KO Vlase, opština Vranje.

Napomena: broj faza označava redosled izvođenja.

Energetska procena solarne elektrane

Energetska procena izvedena je na osnovu klimatskih podataka i efikasnosti različitih komponenti uz pomoć softverskog paketa PVsyst. Prosečna godišnja efikasnost sistema je 79.07 %. Sprovedena analiza dovodi do procene iradijacije na mestu postavljanja solarne elektrane od 1431kWh/m², sa očekivanom proizvodnjom od oko 10 692 MWh/god. Na slici 4 dati su glavni rezultati simulacije proizvodnje, dok je na slici 5 dat je dijagram gubitaka SE MINECO 1.

System Production

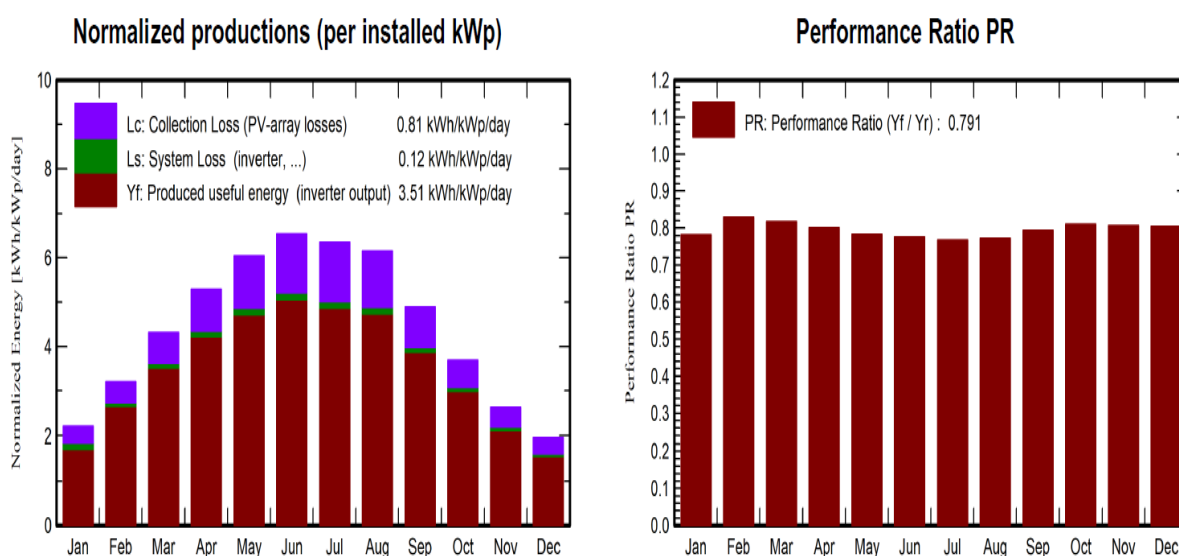
Produced Energy 10692 MWh/year

Specific production

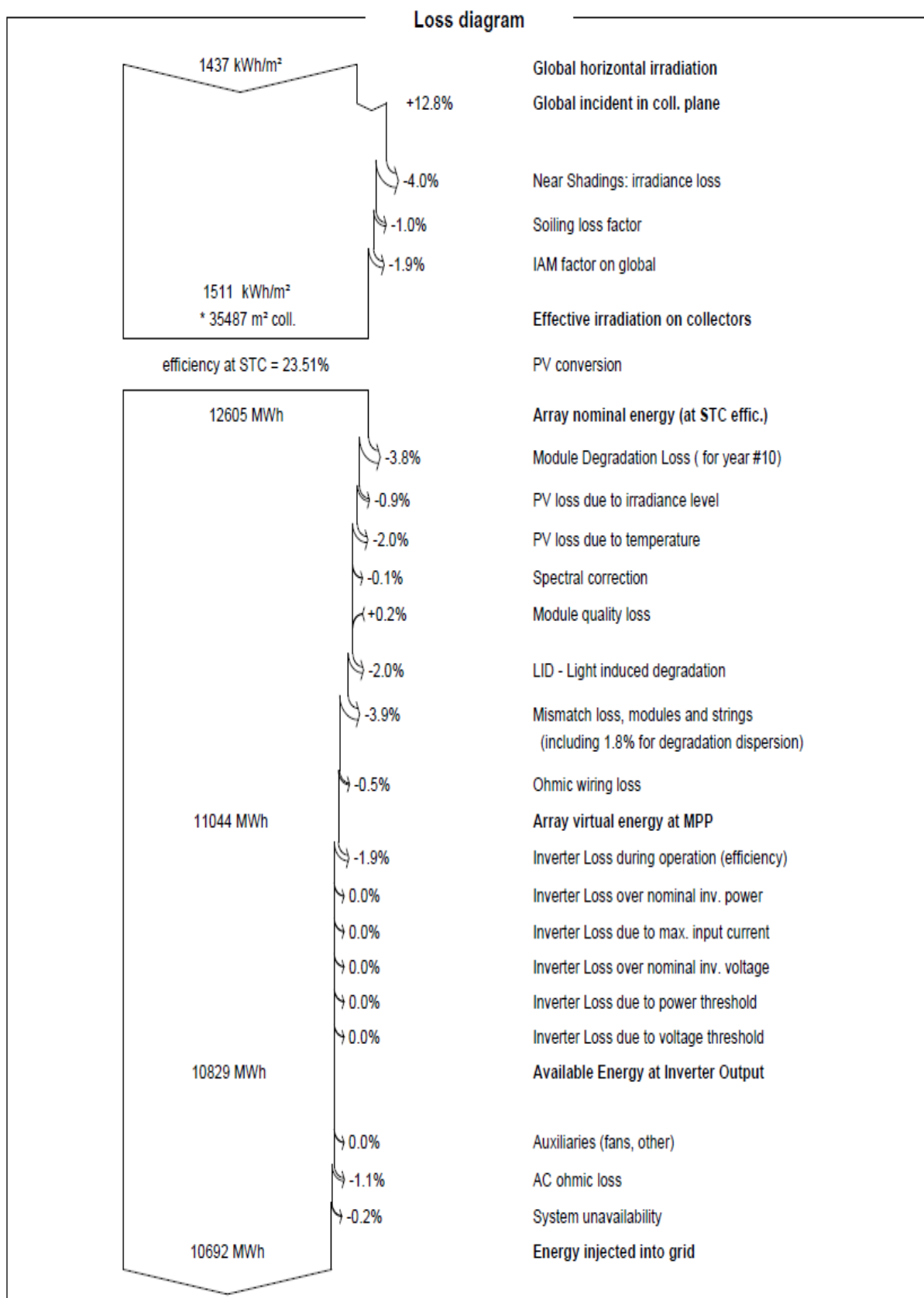
1282 kWh/kWp/year

Perf. Ratio PR

79.09 %



Slika 4. Glavni rezultati simulacije proizvodnje



Slika 5. Dijagram gubitaka SE MINECO 1

4/3.5.2. FAZA 3 – CELINA MINECO 1C

Obim projekta

U ovom idejnom rešenju dat je tehnički opis elektroopreme i električnih instalacija namenjenih za solarnu elektranu sa pripadajućim razvodnim ormanom i podzemnim NN kablovskim vodom, dat je proračun snage SE, tehnički proračun vrednosti napona i struje stringova, proračun gromobranske instalacije, proračun snage transformatora procena proizvodnje električne energije SE, kao i grafička dokumentacija.

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

- Fotonaponski paneli,
- Invertori,
- Glavni razvodni orman GRO-AC,
- Kablovi (DC, AC),
- Gromobran, uzemljenje i izjednačenje potencijala,
- Podzemni NN kablovski vod

Navedena elektrooprema obezbeđuje paralelan rad SE sa distributivnim sistemom električne energije.

Veza daljinskog upravljanja sa nadležnim dispečerskim centrom, kao i izgradnja elektroenergetskih objekata u DSEE do mesta priključenja SE 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.

Granice projekta

Definisane su ove granice Idejnog rešenja:

- postavljanje fotonaponskih panela i invertora, uzemljenje, gromobranske zaštite, kao i NN kablova na. kp. br. 176,177 KO Vlase, opština Vranje;
- polaganje i povezivanje NN podzemnog kablovskog voda između razvodnog ormana i TS2 35/0.8 kV k.p. br. 176 KO Vlase, opština Vranje;

Radovi na izgradnji

Idejnim rešenjem predviđena je izgradnja solarne elektrane sa pripadajućom razvodnim ormanom i podzemnim NN kablovskim vodom i tom prilikom se predviđaju sledeći radovi:

- montaža i postavljanje fotonaponskih panela;
- montaža invertora ispod fotonaponskih panela;
- polaganje i povezivanje jednosmernih kablova 1500 V između fotonaponskih panela, kao i između fotonaponskih panela i invertora;
- polaganje i povezivanje naizmeničnih kablova 1 kV između invertora i glavnog razvodnog ormana
- formiranje uzemljivača i uzemljenje fotonaponskih panela i razvodnog ormana ;
- gromobranska instalacija fotonaponskih panela i razvodnog ormana

- polaganje i povezivanje naizmeničnih kablova između razvodnog ormana i transformatorske stanice (MINECO 1B)

Opis sistema solarne elektrane

SE „MINECO 1C“ je predviđena za pralelan rad sa DSEE bez ljudske posade. Ostrvski rad nije dozvoljen.

Solarna elektrana se sastoji od bifacijalnih fotonaponskih panela povezanih na 3 invertora. Invertori će biti povezani na jedan razvodni orman. Razvodni orman se povezuje na NN blok transformatorske stanice MINECO 1B.

Dispozicija solarne elektrane

Solarna elektrana prostiraće se na kp. br. 176, 177 KO Vlase, opština Vranje, sačinjena je od fotonaponskih panela koji će biti postavljeni na noseću konstrukciju koja će se realizovati montiranjem specijalnih aluminijumskih profila i pričvrstiti 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, u skladu sa fabričkim dimenzijama panela, uzrokuje efektivan razmak, između redova, od 3.9 pa do 5m u zavisnosti od konfiguracije terena, što obezbeđuje pouzdan i bezbedan rad panela tokom cele godine.

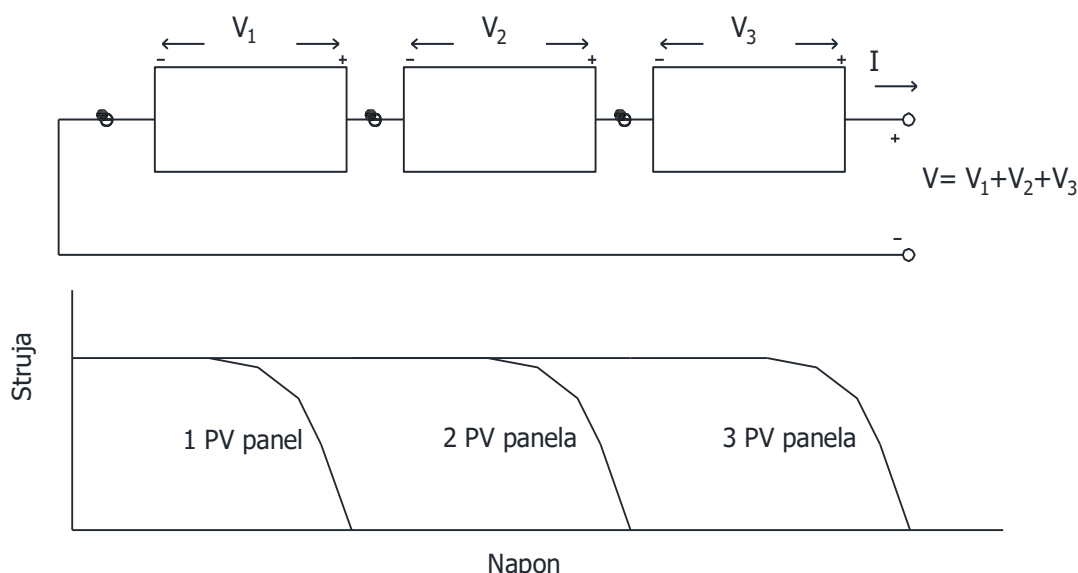
Raspored montaže noseće konstrukcije sa fotonaponskim panelima urađen je na osnovu katastarsko topografskog plana predmetnih parcela, i prikazan je u grafičkoj dokumentaciji. Ukupan broj fotonaponskih panela planiranih za ugradnju SE „MINECO 1C“ iznosi 1368 komada koji zauzimaju površinu od 4066.385m²

DC razvod fotonaponskih panela i invertora

Fotonaponski sistem sačinjen je od monokristalnih, bifacijalnih, fotonaponskih panela, tipa TW SOLAR TWMNF-66HD730, jedinične snage 730Wp, 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 XLPE preseka 1x6mm².

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 trofaznih invertora, datih u kataloškoj specifikaciji proizvođača, a predviđenih za ugradnju. Na slici 6. 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 6. 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.

Konverzija jednosmerne električne energije u naizmeničnu se ostvaruje upotrebom trofaznih invertora. Projektom su predviđeni invertora tipa: SUN2000-330KTL-H1, snage 300kW sa ukupno 6 MPPT kanala, gde se mogu povezati ukupno 28 nizova (4/5/5/4/5/5).

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 1368 fotonaponskih panela povežu kao u tabeli broj 2.

Invertor	Broj PV panela	Instalisana snaga P_{dc} [kWp]	Nominalna snaga invertora P_{ac} [kW]	Broj stringova	Broj panela po stringu
1	456	332.88	300	19	24
2	456	332.88	300	19	24
3	456	332.88	300	19	24

Tabela 2 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 SE

Na izlazu invertora se dobija naizmenični napon 800 VAC, 50 Hz. Generisana naizmenična električna energija iz invertora se prikuplja u okviru glavnog razvodnog ormana. Povezivanje invertora sa glavnim razvodnim ormanom predviđeno je kablovima tipa NA2XY 3x185 mm² (ili sličnim), koji su položeni u odgovarajući rov. Kablovi koji povezuju invertore i glavni razvodni orman se od preopterećenja i kratkih spojeva štite trolnim nožastim osiguračima do 250A.

Tehničke karakteristike elektro opreme

SE „MINECO 1C“ ima sledeće osnovne karakteristike:

Tip elektrane:	solarna
Način gradnje:	na zemlji
Instalisana snaga elektrane:	900 kW
Nazivni napon SE:	800V
Maksimalna struja SE:	714.6 A
Broj fotonaponskih panela:	1368 kom.
Broj invertora:	3 kom.
Režim rada SE:	automatski, paralelno sa mrežom
Nazivni napon mreže na koju se priključuje:	35 kV, 50 Hz
Način priključenja:	na TS2 (MINECO 1B) koja je preko TS1 (MINECO 1A) povezana sa RP 35 kV (predmet drugog projekta)
Mesto priključenja:	TS2-MINECO1B koje je povezana sa TS1-MINECO1A koja je priključena na DV 35kV od TS 110/35/10kV Vladičin Han do TS 35/10kV Vlase
Procenjena godišnja proizvodnja cele SE:	10692 MWh

Fotonaponski paneli – karakteristike

Proizvođač:	TW SOLAR
Tip:	TWMNF-66HD730
Snaga P_{max} :	730 W
Nazivni napon V_{mpp} :	41.37 V
Nazivna struja I_{mpp} :	17.65 A
Napon otvorenog kola V_{oc} :	49.55 V

Struja kratkog spoja I_{sc} :	18.68 A
Stepen iskorišćenja η :	23.50 %
Dimenzije $V \times \text{Š} \times D$:	2384x1303x33 mm
Težina:	27.3kg

Invertor 3f – karakteristike

Proizvođač:	HUAWEI
Tip:	SUN2000-330KTL-H1
DC strana	
Najveća dozvoljena ulazna snaga P_{dcmax} :	360 kWp
Najveći dozvoljeni ulazni napon V_{dc} :	1500 V
Najveća dozvoljena ulazna struja I_{dc} :	65 A po MPPT
Ulazna struja kratkog spoja I_{dcsc} :	115 A po MPPT
Optimalni napon MPPT regulatora:	500-1500 V
Broj DC ulaza:	28
AC strana	
Nazivna izlazna snaga:	300kW
Nominalni izlazni napon:	800 V
Nominalna frekvencija:	50 Hz
Najveća izlazna struja:	238.2 A
Stepen iskorišćenja η :	98.8 %
Dimenzije $V \times \text{Š} \times D$:	1048x732x395 mm
Težina:	112kg

Razvodni orman - karakteristike:

Dimenzije:	800x600x300 mm
Način montaže:	Spoljašnja
Stepen zaštite:	IP66
Zaštita od udara:	IK10

Gromobranska instalacija SE “MINECO 1C”

Proračun zaštite objekata od atmosferskog pražnjenja, odnosno određivanje neophodnosti izvođenja gromobranske zaštite i određivanja nivoa zaštite vrši se u skladu sa standardom SRPS EN 62305-3:2024. Specifični zahtevi za fotonaponske sisteme su obrađeni u okviru standarda SRPS EN 62305-4:2024. Na osnovu standarda 62305-2 za fotonaponske sisteme se može ići generalno sa “III” nivoom zaštite.

Takođe, odeljak 4.5 (Upravljanje rizikom) iz Dodatka 5 standarda SRPS EN 62305-3 opisuje da sistem zaštite od groma projektovan za klasu LPS III (nivo zaštite III) zadovoljava uobičajene zahteve za fotonaponske (PV) sisteme. Pored toga, odgovarajuće mere zaštite od groma navedene su u nemačkom VdS 2010 smernicama (Zaštita od groma i prenapona zasnovana na proceni rizika), koje je objavilo Nemačko udruženje osiguranja. Ove smernice takođe zahtevaju da se za sisteme postavljene na zemlji ugradi LPL III, odnosno sistem zaštite od groma u skladu sa klasom LPS III, kao i da se primene mere zaštite od prenapona.

Detaljan opis i svi neophodni proračuni dati su u numeričkoj dokumentaciji.

Uzemljenje i izjednačavanje potencijala solarne elektrane “MINECO 1C”

Uzemljenje predmetne solarne elektrane izvedeno je u potpunosti u skladu sa važećim propisima, standardima i obaveznim tehničkim uslovima, sa ciljem da se obezbedi bezbednost ljudi prilikom korišćenja električnih instalacija.

Zaštitno uzemljenje je realizovano u obliku zatvorene konture od FeZn trake dimenzija 25×4 mm, koja je postavljena duž celokupnog obima površine koju zauzima SE i ukopana na dubini od 0,8 m.

Noseća konstrukcija fotonaponskih panela sastoji se od pocinkovanih čeličnih stubova, mašinski pobijenih u zemlju u prosečnoj dužini od 1,5 m. Na ovaj način svaki PV string poseduje sopstveni uzemljivač formiran od pomenutih stubova, raspoređenih prema projektnim zahtevima. U serijskom i paralelnom povezivanju sa ostalim PV stringova formira se zaseban sistem uzemljenja. Na više mesta ovakvo uzemljenje je dodatno povezano sa glavnim zaštitnim uzemljivačem solarne elektrane pomoću FeZn trake (25×4 mm), čime se obezbeđuje veća ukupna površina uzemljivača i manji otpor rasprostiranja.

Izjednačenje potencijala svih metalnih i elektroprovodnih elemenata izvršeno je u skladu sa standardom SRPS IEC 60364-4-41 i preporukama proizvođača opreme. Ovo obuhvata sve dostupne elektroprovodne delove (fotonaponski paneli, potkonstrukcija i dr.) koji nisu namenjeni kao provodnici električne energije.

Metalni ramovi PV modula povezani su sa nosećom konstrukcijom, koja je fiksirana na stubove zabodene u zemlju, a zatim priključena na zaštitni uzemljivač solarne elektrane. Na ovaj način formiran je kompletan zaštitni uzemljivački sistem. Takođe, uzemljenje invertora i glavnog razvodnog ormara realizovano je vezom njihovih kućišta sa nosećim stubovima preko P/f provodnika preseka 16 mm^2 .

Uzemljenje SE MINECO 1C povezati sa uzemljenjem SE MINECO 1B.

Ove konture treba medjusobno povezati direktno. Spojeve između uzemljivača treba izvesti pomoću strujnih stezaljki, i/ili ukrasnih komada, bez bušenja ili prekidanja uzemljivača.

Pre puštanja u rad SE potrebno je izmeriti ukupan otpor združenog uzemljenja.

0.8kV kablovski vod elektrane

Od invertora do glavnog razvodnog ormara, polažu se novi 1kV kablovski vod tipa NA2XY $3 \times 185 \text{ mm}^2$ ili ekvivalentnog tipa, čija ukupna dužina iznosi 294m. Od razvodnog ormara do transformatorske stanice 35/0.8 kV „MINECO 1B“ polažu se tri nova 1 kV kablovski vod tipa $3 \times (\text{NA2XY } 3 \times 185 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2)$ ili ekvivalentnog tipa čija dužina iznosi 85m po kablovskom vodu, odnosno ukupno 255m. Paralelno sa njim predviđeno je i polaganje kabla za komunikaciju, koji se, u zavisnosti od karakteristika odabranog kabla, može uvlačiti u zaštitno crevo (bužir) ili polagati direktno u tlo. Napomena: kabl za komunikaciju nije predmet ovog projekta

Na ovaj način ostvaruje se priključenje solarne elektrane na distributivni sistem električne energije (DSEE) i omogućava predaja kompletno proizvedene električne energije u mrežu solarne elektrane.

Polaganje kabla mora biti izvedeno u skladu sa „Tehničkim preporukama br. 3“ JP EPS – Direkcija za distribuciju.

Kablovski vod se polaže direktno u rov dubine 0,8 m, širine od 0,75 do 0,95 m. Iskopani materijal se privremeno odlaže sa jedne strane rova, na minimalnoj udaljenosti od 30 cm, kako ne bi ugrozio ostalu komunalnu infrastrukturu. Dno rova mora biti očišćeno od kamenja i neravnina, a potom se izrađuje posteljica od peska i šljunka granulacije do 4 mm, koja se ravnomerno nabija ručno. Na tako pripremljenu podlogu kabl se polaže ručno ili mehanizacijom.

Najniža temperatura pri kojoj je dozvoljeno polaganje kabla iznosi -5°C . U izuzetnim slučajevima, kabl se može polagati i pri nižim temperaturama, ukoliko se prethodno čuva u toplom prostoru.

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.

Posle polaganja, spajanja i završavanja jednožilnih kablova XHE 49-A sa kablovskim završetcima, izvršiti ispitivanje otpornosti izolacije, prema masi, u skladu sa TP3, korišćenjem naizmeničnog napona frekvencije Hz, koji se priključuje između provodnika i uzemljene električne zaštite jednožilnog kabla. Ispitni napon se postepeno podiže dok se postigne efektivna vrednos $U_i=2,5U_0$, u trajanju od 10 min.

Takođe izvršiti naponsko ispitivanje spoljašnjeg plašta kabla posle zatrpavanja kablovskog rova. Ispitni jednosmerni napon, 5 kV, se priključuje između neuzemljene električne zaštite i zemlje, u trajanju od 1 min.

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

4/3.5.2. 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 izvedu 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 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 nagrizao. 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 nepromočive 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 proдре влага 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°C. Ukoliko se polaganje vrši na temperaturi ispod +5°C kabl se prethodno mora zagrejati, 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 energetskim kablovima najmanje potrebno dozvoljeno rastojanje pri paralelnom vođenju ovih kablova iznosi 20 cm, a pri ukrštanju 10 mm.
- Razvodne ormane izraditi prema tehničkom opisu. Na mestima uvida kablova u orman postaviti odgovarajuće uvoznice.
- Razvodne ormane 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.
- 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.

4/3.5.3. 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 ormare 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 postupkom 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 da oni 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.

4/3.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

4/3.6.1 TEHNIČKI PRORAČUN

4/3.6.1.1. Snaga elektrane

Ovim idejnim rešenjem predviđena je montaža i povezivanje ukupno 2280 monokristalna bifacijalna fotonaponska panela, proizvođača TW Solar, tipa TWMNF-66HD730, jedinične snage 730W, nominalnog jednosmernog DC napona 41.37V, nominalne jednosmerne struje 17.65A, dimenzija 2384x1303x33 mm, težine od 37.3 kg. Fotonaponski paneli se povezuju na red, tako formirani nizovi se povezuju na invertore, proizvođača HUAWEI, tipa SUN2000-330KTL-H1, snage 300kW, sa 3 MPPT ulaza, na koje može da se poveže po 28 nizova. Maksimalna instalirana snaga na jednosmernoj strani invertora iznosi 360kW, maksimalnog ulaznog napona 1500 V i maksimalne ulazne struje kratkog spoja 115A po MPPT ulazu. Takođe, opseg napona u kome postoji praćenje tačke maksimalne snage fotonaponskih panela je u granicama 500-1500Vdc. Predviđena maksimalna AC snaga na izlazu iz invertora iznosi 300kW, nominalnog napona 800V, frekvencije 50 Hz i maksimalne struje 238.2A.

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

$$P_{DC-STC} = n_{pan} \cdot P_n = 1368 \cdot 730 = 998.64kW$$

U tabeli 3 prikazana je snaga fotonaponskih panela povezanih na inverter.

Invertor	Broj PV panela [n]	Instalirana snaga P_{dc} [kWp]	Maksimalna ulazna snaga $P_{dc,ul}$ [kWp]	Napomena
1	456	332.88	360	Zadovoljava
2	456	332.88	360	Zadovoljava
3	456	332.88	360	Zadovoljava

Tabela 3. 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 invertor SUN2000-330KTL-H1 iznosi 98.8%. 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 invertor 1

$$P_{AC1} = P_{DC-STC} \cdot \eta_Z \eta_N \eta_T \eta_I = 332.88 \cdot 0.96 \cdot 0.968 \cdot 0.92 \cdot 0.988 = 281.18 \text{ kW}$$

- za invertor 2

$$P_{AC2} = P_{DC-STC} \cdot \eta_Z \eta_N \eta_T \eta_I = 332.88 \cdot 0.96 \cdot 0.968 \cdot 0.92 \cdot 0.988 = 281.18 \text{ kW}$$

- za invertor 3

$$P_{AC3} = P_{DC-STC} \cdot \eta_Z \eta_N \eta_T \eta_I = 332.88 \cdot 0.96 \cdot 0.968 \cdot 0.92 \cdot 0.988 = 281.18 \text{ kW}$$

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

$$P_{AC} = P_{AC1} + P_{AC2} + P_{AC3} = 843.53 \text{ kW}$$

4/1.6.1.2. Proračun struje kratkog spoja i napona otvorenog kola SE

Ovim projektom predviđeno je da na sva 3 invertora bude povezano ukupno po 456 fotonaponska panela po invertoru, u 19 nizova po 24 fotonaponskih panela, a sve u cilju da se zadovolje ulazne vrednosti u invertore i karakteristične vrednosti fotonaponskih panela.

Kako je niz sastavljen od 24 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:

$$U_{mppstr24} = n_{pv} \cdot U_{mpp} = 992.88 \text{ V}$$

$$I_{mppstr24} = I_{mpp} = 17.65 \text{ A}$$

gde su

- U_{mppstr} – maksimalni napon jednog niza sa 24 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 24 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:

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

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:

$$U_{ocmax} = 54.36 \text{ V}$$

dok će maksimalni jednosmerni napon otvorenog kola niza sa 24 fotonaponskih panela na ulaz invertora, u tom slučaju biti:

$$U_{ocmaxstr24} = n_{pv} \cdot U_{ocmax} = 1303.36 \text{ V}$$

S obzirom na to da maksimalni jednosmerni napon na ulazu u inverter iznosi 1500V, može se zaključiti da nizovi panela povezani na ulaze invertora zadovoljavaju 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:

$$U_{mppmin} = 36.90 \text{ V}$$

dok će minimalni jednosmerni napon niza sa 24 fotonaponskih panela na ulaze u inverter u tom slučaju biti:

$$U_{mppmin24} = n_{pv} \cdot U_{mppmin} = 885.65 \text{ V}$$

S obzirom na to da minimalni ulazni jednosmerni napon koji omogućava rad MPPT regulatora na invertoru iznosi 500V, dok je optimalni ulazni napon za rad regulatora 500-1500V, 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:

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

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_{Klsc} - 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:

$$I_{scmax} = 18.92 A$$

Struja niza fotonaponskih panela vezanih na red je ista kao i struja jednog fotonaponskog panela.

Takođe, struja kratkog spoja na ulazima u inverter, raspoređenim po MPPT ulazima, iznosi:

$$I_{scmax} = 4 \cdot I_{scmax} = 75.86A < 115A$$

Shodno tome može se zaključiti da nizovi fotonaponskih panela povezani na ulaze invertora zadovoljavaju uslove priključenja sa aspekta očekivane maksimalne ulazne 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 granicama kataloških vrednosti opreme.

4/3.6.1.3 Proračuna uzemljivača objekta SE

Izbor preseka uzemljivača određen je na osnovu vrednosti subtranzijentne struje trolejnog kratkog spoja koja prema TP br. 01 ED Srbije iznosi 12 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:

$$q_{\min} = k * I * \sqrt{t} = 390 \text{ mm}^2$$

gde su:

$q_{\min}$ – najmanji dozvoljeni presek provodnika (mm^2) za struju I

I - struja merodavna za toplotni proračun (kA)

t – trajanje (s) struje I

k – faktor koji zavisi od vrste materijala provodnika (mm^2/kAs^2), i to:

-za čelik: $k=15,0$

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

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:

$$q_{\min} = 15 * \frac{12}{2} * \sqrt{1} = 90 \text{ mm}^2 < 100 \text{ mm}^2$$

Uzemljenje SE

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.

4/3.6.1.4 Gromobranska zaštita SE

Osnovni cilj projektovanja gromobranske zaštite je određivanje nivoa zaštite, odnosno stepena efikasnosti sistema, koji osigurava da opasnosti i štete prouzrokovane direktnim atmosferskim pražnjenjem ostanu unutar prihvatljivih granica.

Svrha definisanja nivoa zaštite je smanjenje rizika od oštećenja objekta usled direktnog udara groma ispod maksimalnog tolerisanog nivoa. Moguće posledice atmosferskog pražnjenja uključuju požar, mehanička oštećenja, povrede ljudi, kao i kvarove na električnoj i elektronskoj opremi.

Mehanička i termička dejstva atmosferskog pražnjenja (silazni i uzlazni udar groma) karakterišu se temenom vrednošću struje, ukupnom količinom naelektrisanja, impulsnim naelektrisanjem i specifičnom energijom udara. Najveće vrednosti ovih parametara javljaju se kod pozitivnih udara groma.

Pored toga, prilikom projektovanja potrebno je uzeti u obzir štetna dejstva indukovanih napona, koji zavise od strmine čela struje (između 30% i 90% temene vrednosti). Najveći indukovani naponi javljaju se kod negativnih povratnih pražnjenja, koja čine većinu (90%) udara groma u objekat, dok pozitivni udari čine preostalih 10%. Polaritet udara groma zavisi od prirode tla.

Izbor nivoa zaštite vrši se na osnovu zahteva efikasnosti gromobranske zaštite izračunava se iz izraza:

$$E = 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

gde je:

N_c - usvojena učestanost udara groma u šticeeni objekat

N_d - učestanost direktnog udara groma u objekat

N_d se može vrednovati kao proizvod:

$$N_d = N_g * A_e * 10^{-6}$$

gde je:

N_g - prosečna godišnja učestanost udara groma po km² za regiju u kojoj se nalazi šticeeni objekat

A_e - ekvivalentna prihvatna površina šticeenog objekta u m²

Prosečna godišnja učestanost udara groma može se odrediti na osnovu jednačine:

$$N_d = 0.04 * T_d^{1.25}$$

gde je :

T_d - broj grmljavinskih dana u toku godine koji se bira iz izokerauničke karte prema standardu SRPS N.B4.803:2017

Ekvivalentna prihvatna površina usamljenog šticeenog objekta izračunava se iz obrasca:

$$A_e = a*b + 6*h (a + b) + 9*\pi*h^2$$

N_c se može vrednovati kao proizvod:

$$N_c = 3 * \frac{10^{-3}}{C}$$

Učestanost udara groma N_c se procenjuje i usvaja na bazi analize opasnosti od štete koje bi nastale udarom groma u objekat, zbog:

- a) karakteristike konstrukcije objekta - C1
- b) sadržaj objekta - C2
- c) namena objekta - C3
- d) posledice od udara groma u objekat - C4

Navedeni koeficijenti se biraju iz Tablice B1 do B4 SRPS IEC 1024-1-1. Koeficijent C se izračunava iz relacije:

$$C = C1 * C2 * C3 * C4$$

Tip konstrukcije objekta C1:

<i>Krov</i>			
Konstrukcija	metalni	kombinonava	zapaljiv
metalna	0.50	1.00	2.00
kombinonava	1.00	1.00	2.50
zapaljiva	2.00	2.50	3.00

Sadržaj objekta C2:

bez vrednosti ili nezapaljiv	0.50
mala vrednost ili uglavnom zapaljiv	1.00
veća vrednost ili naročito zapaljiv	2.00
vrlo lako zapaljiv	3.00

Namena objekta C3:

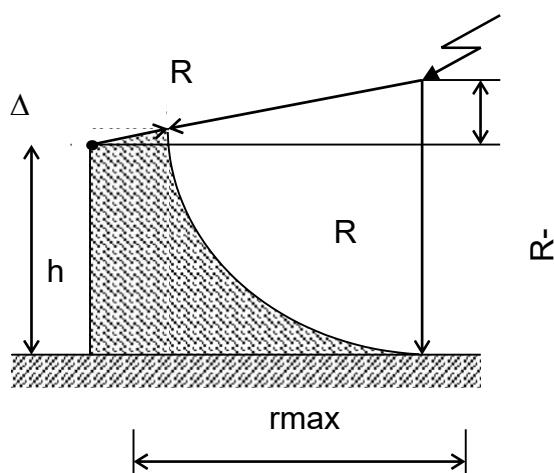
nezaposednut	0.50
uglavnom nezaposednut	1.00
teška evakuacija	3.00

Posledice od udara groma C4

prekidnost pogona	1.00
neprekidnost pogona	5.00
uticaj na okolinu	10.00

Iz tabele, na osnovu dobijene efikasnosti zaštite, usvajamo nivo zaštite: **NIVO III**

Za gromobransku zaštitu predviđena je jedna hvataljka sa ranim startovanjem u skladu sa SRPS N.B4.810, sa minimalnim vremenom prednjačenja $\Delta t = 90 \mu s$. Ukupna visina na kojoj se nalazi vrh hvataljke mora iznositi minimalno 8m. Kako visina same hvataljke (uređaja za rano startovanje) iznosi 2m, a sam jarbol se ukopava na dubinu od 1m ispod zemlje, potrebno je da visina samog jarbola bude 7m. 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.7. Određivanje štićenog prostora

Simboli korišćeni u proračunima:

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

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

R [m] - poluprečnik fiktivne sfere čela silaznog trasera, takozvano udarno rastojanje (za nivo zaštite "I", $R=20$ m, za nivo zaštite "II", $R=30$ m, za nivo zaštite "III", $R=45$ m, za nivo zaštite "IV", $R=60$ m)

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 $\Delta t = 90 \mu s$, pa je dobitak u udarnom rastojanju:

$$\Delta R = 1 \times 90 = 90 \text{ m}$$

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):

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

Za vertikalna rastojanja od vrha štapne hvataljke do nivoa šticeh 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 sto je prikazano u sledećoj tabeli:

PREPORUČENI POLUPREČNICI I ZAŠTITE SKYLANCE (m)									
h (m)	LP1			LP2			LP3		
	NB 40	NB 60	SL 65	SL 25	SL 45	SL 65	SL 25	SL 45	SL 65
2	17	25	38	23	32	46	26	36	50
3	26	38	53	34	48	65	38	57	72
4	34	51	68	46	65	83	48	72	92
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 4. Zone delovanja uređaja sa ranim startom

Na osnovu tabele za visinku razliku od 5m, i hvataljku sa vremenom prednjačenja od 90μs dobijamo poluprečnik od 129m za zaštitu solarne elektrane.

DETALJAN PRORAČUN, ZONE ZAŠTITE KAO I DISPOZICIJA HVATALJKI BIĆE OBRADENI UZ BUDUĆI PROJEKAT ZA GRAĐEVINSKU DOZVOLU.

Na osnovu određenih poluprečnika šticeh prostora za karakteristične tačke šticeh prostora (objekta), zaključujemo da se ugradnjom hvataljki sa uređajem za rano startovanje, 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). Spusni provodnici biće izrađeni od pocinkovane trake FnZn 20x3 mm koja će biti povezana na združeno uzemljenje elektrane. Za svaki spust je predviđena merna spojica, koja je smeštena na mestu povezivanja sa izvodom, na stablu stuba, na visini 1,7 m od tla. Takođe na jednom od spustnih provodnika montira se brojač udara groma.

4/3.6.1.6 Proračun snage izbora transformatora

Projektom je predviđeno da proizvedena električna energija iz fotonaponskih panela i invertora bude plasirana u distributivni sistem električne energije preko transformatorske stanice 35/0.8 kV, snage 6600 kVA (TS2 – MINECO 1B) na koja će biti povezana ukupno 21 inverter, a u skladu sa grafičkim crtežima.

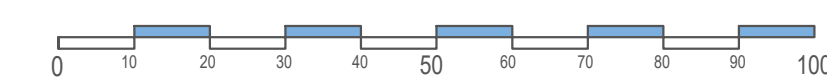
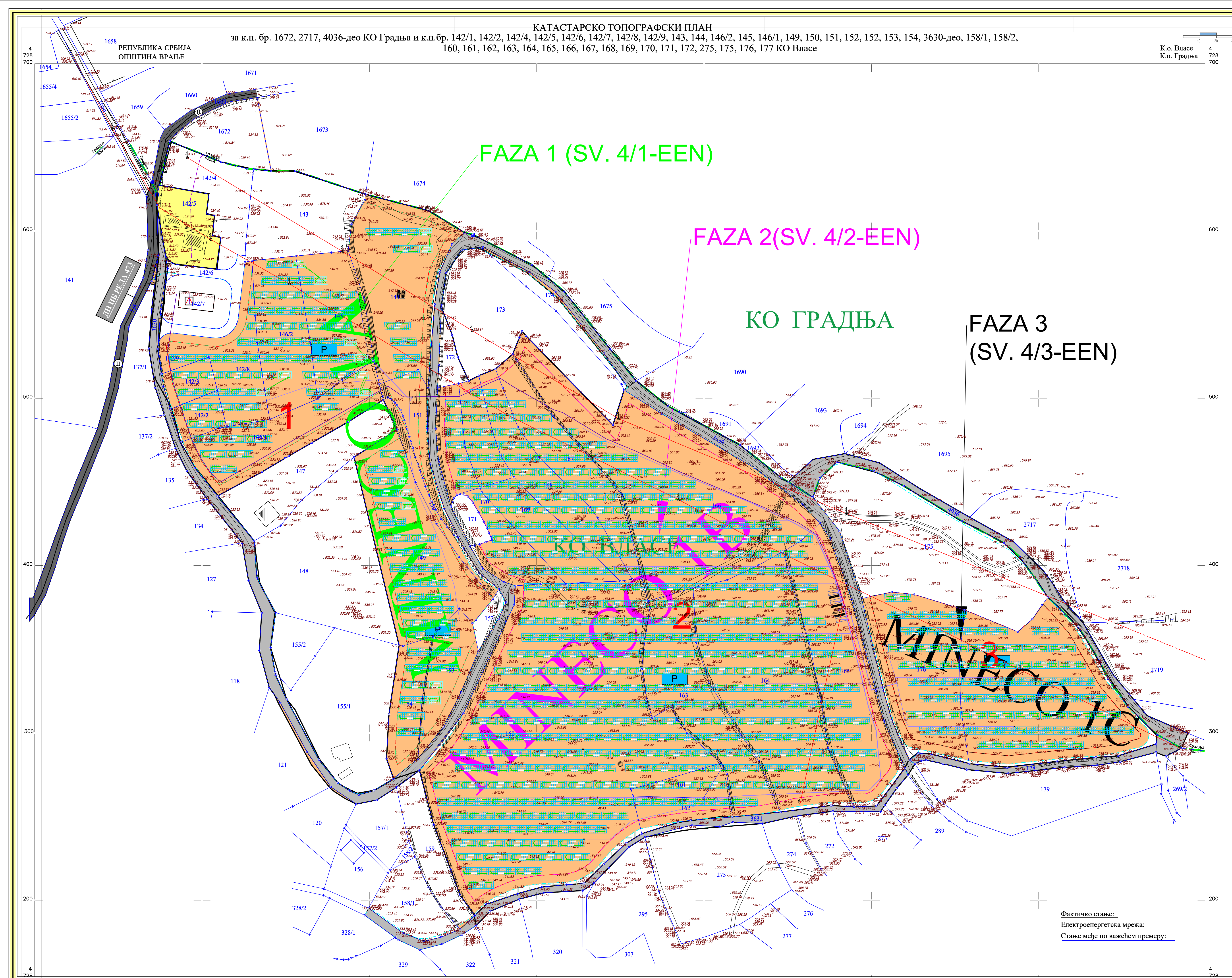
U fazi 2 (MINECO 1B) predviđeno je da se 18 invertora povežu na TS2. Nakon faze 2, sledi realizacija faze 3 (MINECO 1C). Za treću fazu predviđeno je da se tri invertora prvo povežu na razvodni orman. Nakon ispitivanja funkcionalisti cele opreme sledi povezivanje razvodnog ormara na NN deo TS2 (MINECO 1B). U tabeli je dato celokupno opterećenje TS2 nakon završeta radova faze 3 i povezivanja celina MINECO 1C (faza 3) sa MINECO 1B (faza 2)

U tabeli br.5 prikazana je predviđena snaga invertora povezanih na transformator.

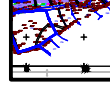
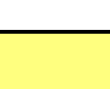
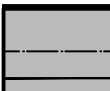
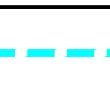
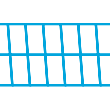
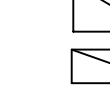
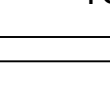
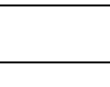
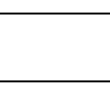
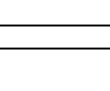
Transformator 35/0.8kV		
Invertori	Instalisana snaga	Proračunata snaga
$\Sigma P_{Ac\ inv\ 1-18}$ MINECO 1B	5400 kW	4794.79 kW
$P_{Ac\ inv19}$	300 kW	281.18 kW
$P_{Ac\ inv20}$	300 kW	281.18 kW
$P_{Ac\ inv21}$	300 kW	281.18 kW
$\Sigma P_{Ac\ inv\ 19-21}$ MINECO 1C	900 kW	843.53 kW
$\Sigma P_{Ac\ inv}$	6300 kW	5638.33 kW
Sn	6600 kVA	

Tabela 5. Opterećenje TS prema transformatoru

4/3.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



LEGENDA:

- | | |
|---|--|
|  | BR. KATASTARSKE PARCELE |
|  | KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN |
|  | GRANICA KATASTARSKIH OPŠTINA |
|  | OBUHVAT PROJEKTA |
|  | POVRŠINE I OBJEKTI U FUNKCIJI PROIZVODNJE ENERGIJE (SOLARNA ELEKTRANA) |
|  | GRAĐEVISNKA LINIJA |
|  | NAZIV KATASTARSKE OPŠTINE |
|  | POVRŠINA ZA STANOVANJE (PREDLOŽENA PREPARCELACIJOM) |
|  | POSTOJEĆI DRŽAVNI PUT IIB REDA BROJ 473 |
|  | JAVNI PUT - POSTOJEĆI NEKATEGORISANI PUT |
|  | PLANIRANI JAVNI PUT |
|  | FOTONAPONSKI PANELI |
|  | INVERTORI PCS |
|  | TS 35/0.8 kV, 1600kVA -TS1 |
|  | KONTEJNERSKA TS 35/0.8 kV, 6600kVA - TS2 |
|  | KONTEJNERSKI BATERIJSKI SISTEM ZA SKLADIŠTENJE ELEK. ENERGIJE |
|  | NN KABLOVI (1kV) |
|  | SN KABLOVI (35kV) |
|  | RAZVODNI ORMAN |
|  | PARKING ZA PUTNIČKO VOZILO |
|  | SPRATNOST OBJEKTA |

ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠIĆA 43/15, NIŠ	
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104		
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.		
BROJ LICENCE:		INVESTITOR:	"MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAHINJICA BANA BR. 1.
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)		
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSIKIH INSTALACIJA	OBJEKT:	SE "MINECO I" 7.8MW FAZA 3 - SE MINECO 1C 0.9MW

NAZIV CRTEŽA:	DATUM: FEBRAUR 2026
GRANICE OBUHVATA SE MINECO 1	RAZMERA: 1:1000
	BROJ CRTEŽA: E.1

РАЗМЕРА 1:1000

REPUBLIČKI GEODETSKI ZAVOD
Služba za katastar nepokretnosti Vladin Han
broj: 952-076-73680/2025 od 29.09.2025. god.

Фактичко стање:
Електроенергетска мрежа:
Стање међе по важећем мерењу:

IZRADIO :
GEOMAPS
Geodetski biro "GEOMAPS"
Partizanska br.10-F4, 17500 Vrnja
OVERAVA :

FAZA 1 (SV. 4/1-EEN)

FAZA 2(SV. 4/2-EEN)

FAZA 3
(SV. 4/3-EEN)

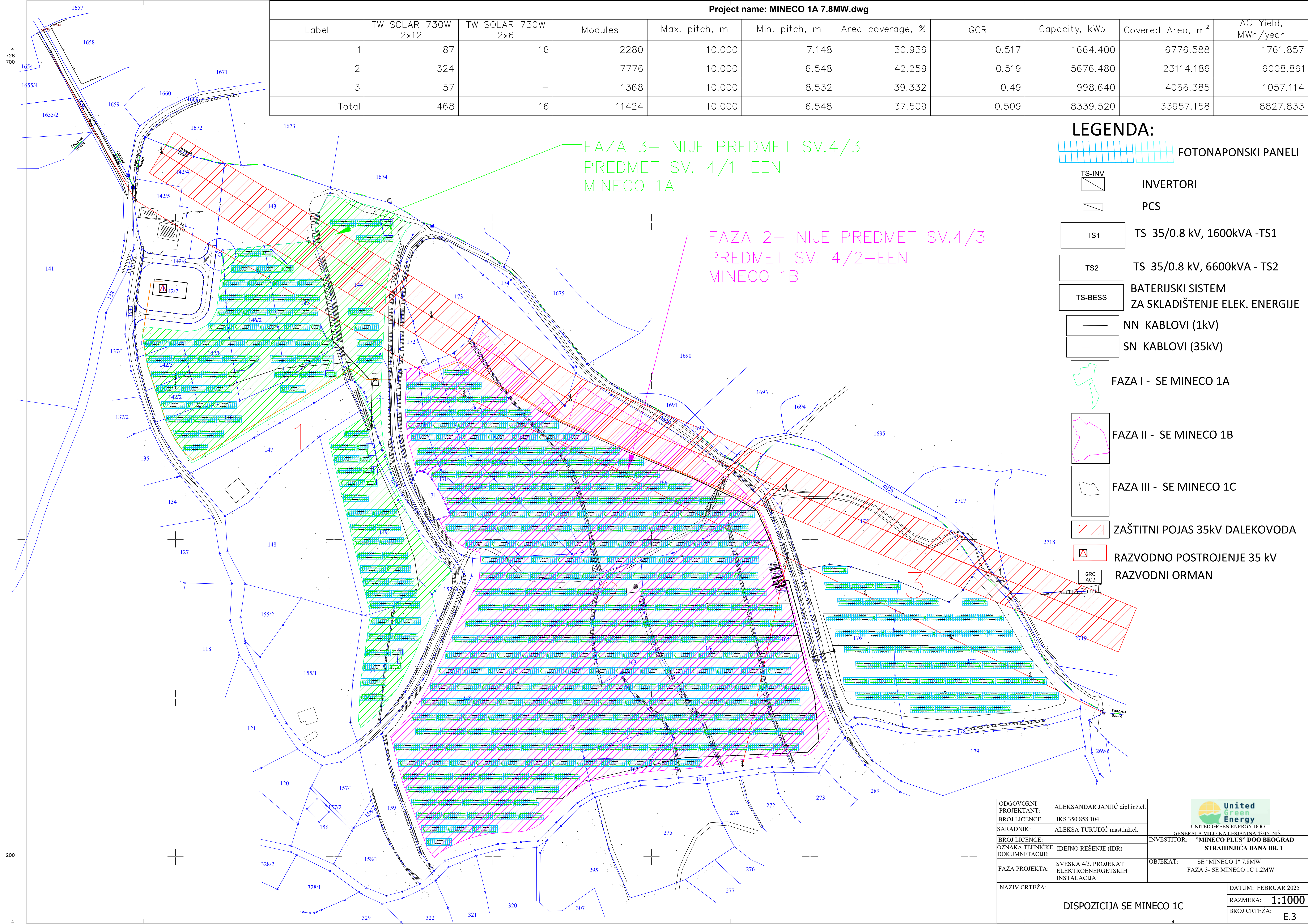
MINECO

MINECO

MINECO

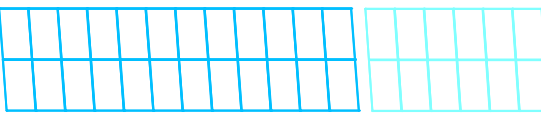
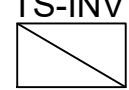
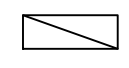
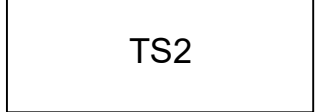
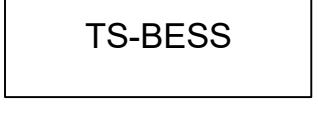
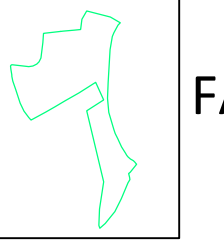
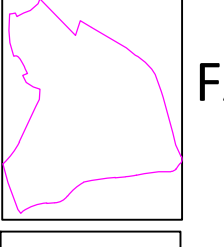
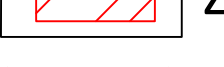
ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKIA LEŠIANINA 43/15, NIŠ
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAHINJICA BANA BR. 1.
BROJ LICENCE: OZNAKA TEHNIČKE DOKUMNETACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	OBJEKT: SE "MINECO I" 7.8MW FAZA 3-SE MINECO IC 0.9 MW
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025 RAZMERA: 1:1000 BROJ CRTEŽA: E.2

KATASTARSKI PLAN SE MINECO 1



Project name: MINECO 1A 7.8MW.dwg											
Label	TW SOLAR 730W 2x12	TW SOLAR 730W 2x6	Modules	Max. pitch, m	Min. pitch, m	Area coverage, %	GCR	Capacity, kWp	Covered Area, m ²	AC Yield, MWh/year	
1	87	16	2280	10.000	7.148	30.936	0.517	1664.400	6776.588	1761.857	
2	324	—	7776	10.000	6.548	42.259	0.519	5676.480	23114.186	6008.861	
3	57	—	1368	10.000	8.532	39.332	0.49	998.640	4066.385	1057.114	
Total	468	16	11424	10.000	6.548	37.509	0.509	8339.520	33957.158	8827.833	

LEGENDA:

-  FOTONAPONSKI PANELI
-  TS-INV INVERTORI
-  PCS
-  TS1 TS 35/0.8 kV, 1600kVA -TS1
-  TS2 TS 35/0.8 kV, 6600kVA - TS2
-  TS-BESS BATERIJSKI SISTEM ZA SKLADIŠTENJE ELEK. ENERGIJE
-  NN KABLOVI (1kV)
-  SN KABLOVI (35kV)
-  FAZA I - SE MINECO 1A
-  FAZA II - SE MINECO 1B
-  FAZA III - SE MINECO 1C
-  ZAŠTITNI POJAS 35KV DALEKOVODA
-  RAZVODNO POSTROJENJE 35 kV
-  RAZVODNI ORMAN

ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠIANSKYA 43/15, NIŠ INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAJINIČA BANA BR. 1.
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	
FAZA PROJEKTA:	SE "MINECO 1" 7.8MW FAZA 3- SE MINECO 1C 1.2MW	OBJEKT:
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025
DISPOZICIJA SE MINECO 1C		RAZMERA: 1:1000
		BROJ CRTEŽA: E.3

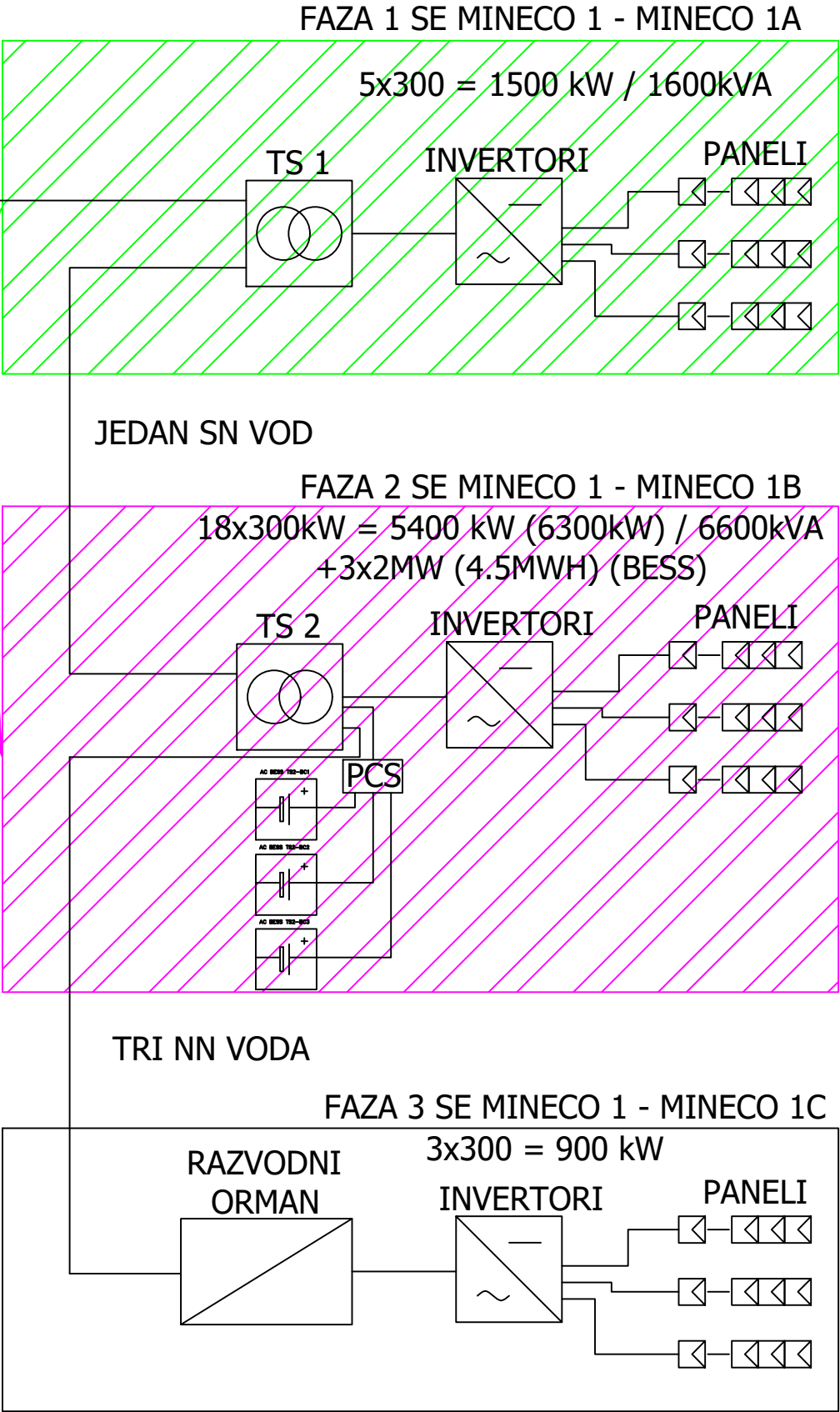
TAČKA PRIKLJUČENJA
NADZEMNI 35KV VOD

35KV RAZVODNO POSTROJENJE

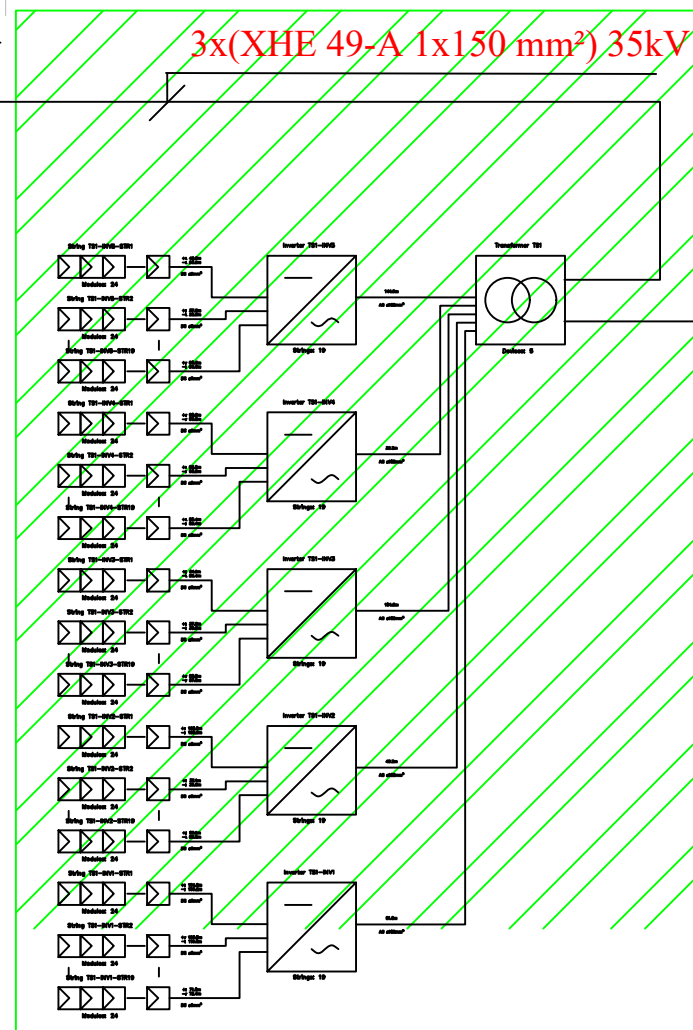
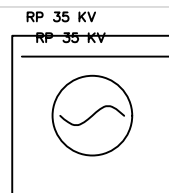
JEDAN SN VOD

FAZA 1— NIJE PREDMET SV.4/3
PREDMET SV. 4/1—EEN
MINECO 1A

FAZA 2— NIJE PREDMET SV.4/3
PREDMET SV. 4/2—EEN
MINECO 1B



ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15, NIŠ
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMNETACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	STRAHINJIĆA BANA BR. 1.
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	OBJEKAT: SE "MINECO 1" 7.8MW FAZA 3- SE MINECO 1C 1.2MW
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025
BLOK DIJAGRAM SE MINECO 1		RAZMERA: N/A
		BROJ CRTEŽA: E.4

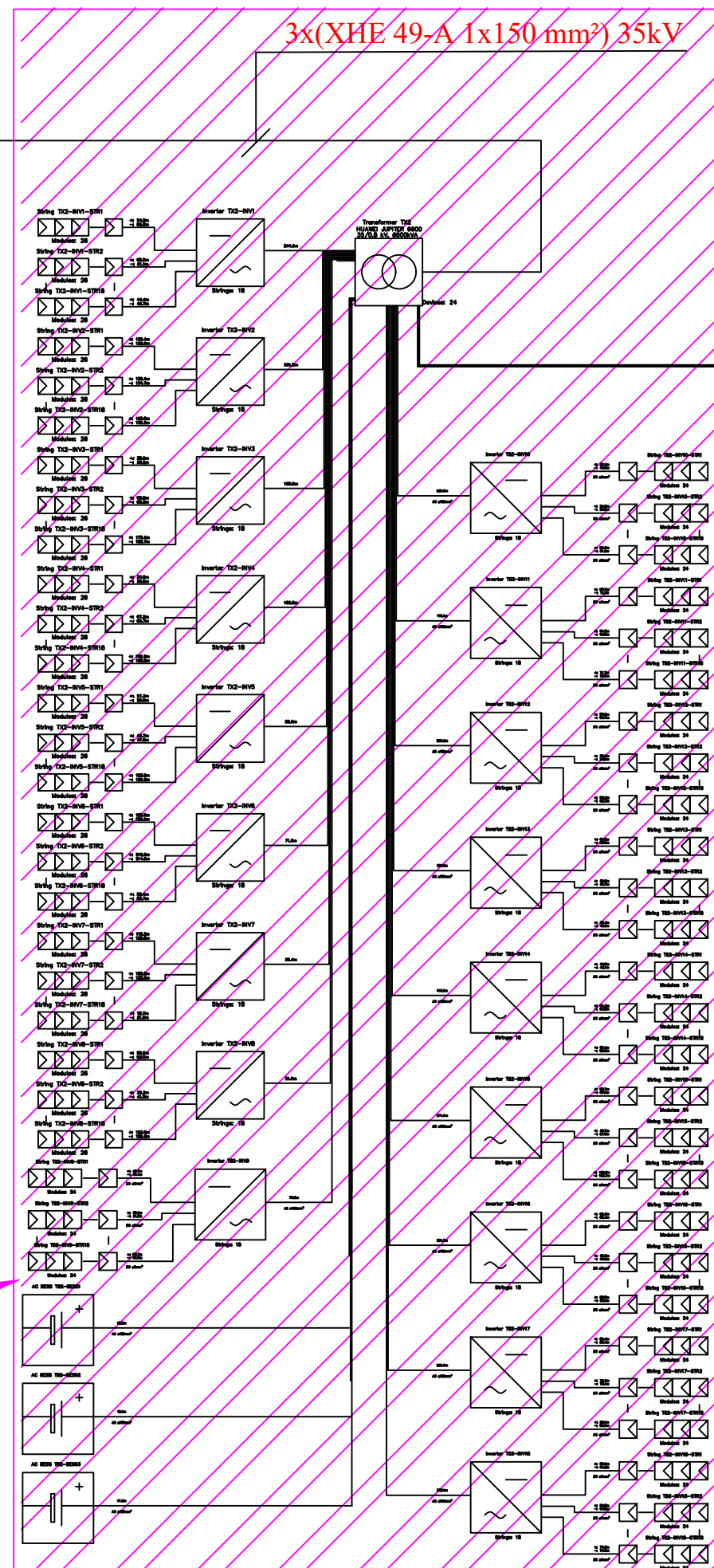


MINECO 1A

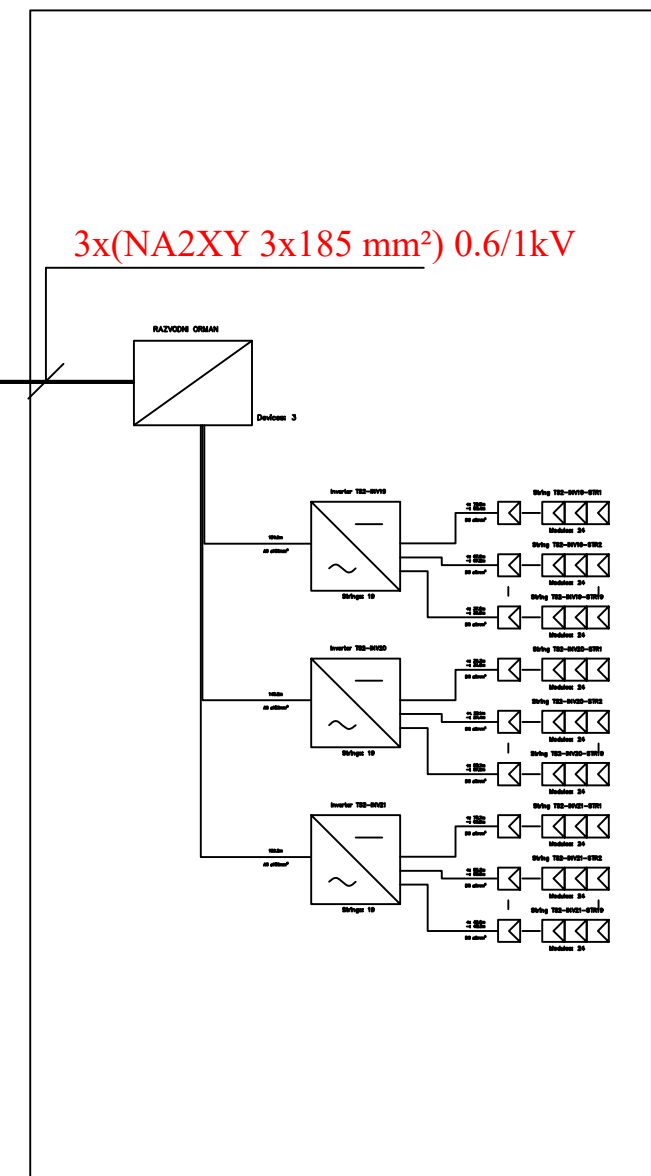
FAZA 1
NIJE PREDMET SV.4/3
PREDMET SV. 4/1–EEN
MINECO 1A

FAZA 2
NIJE PREDMET SV.4/3
PREDMET SV. 4/2–EEN
MINECO 1B

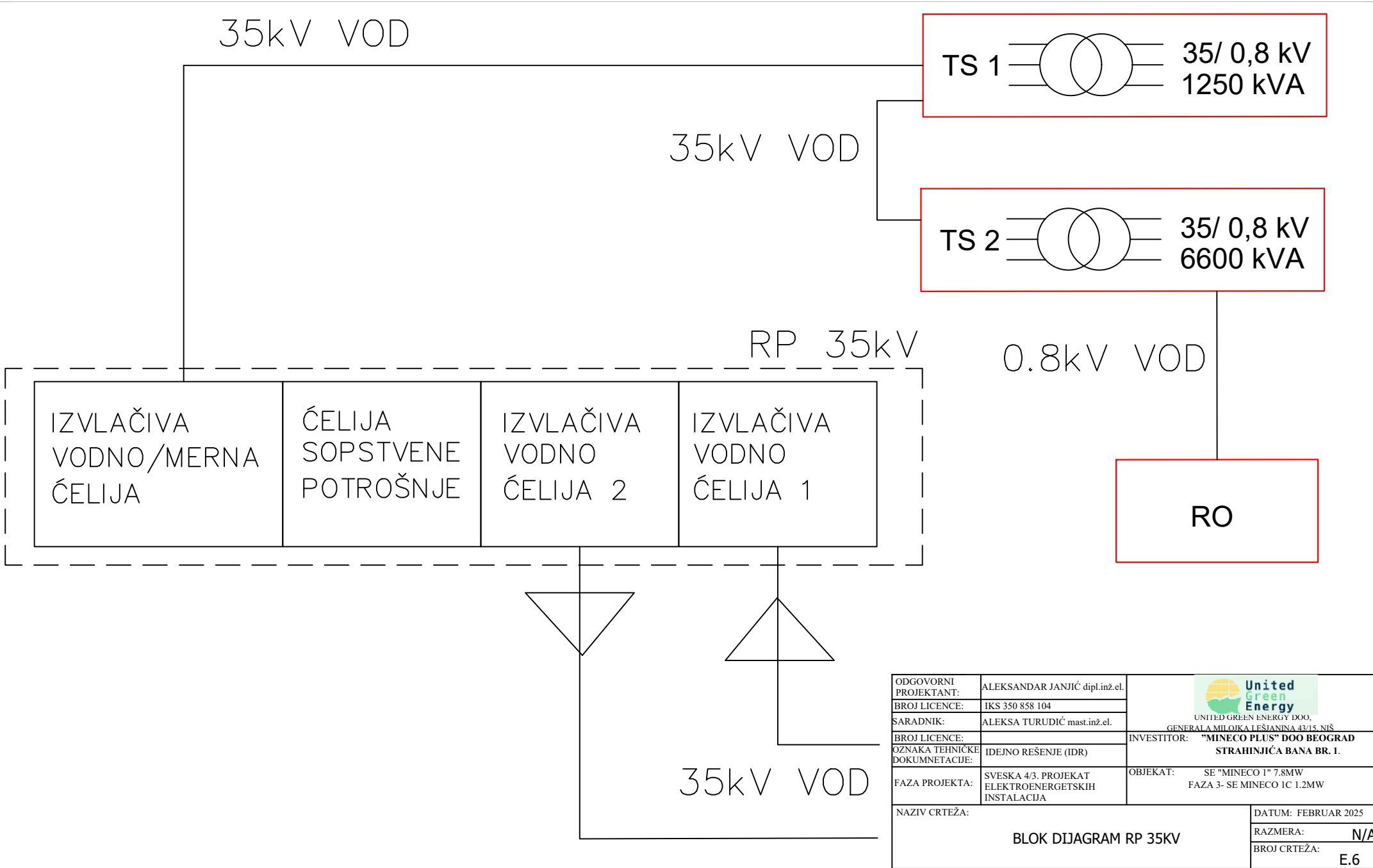
MINECO 1B

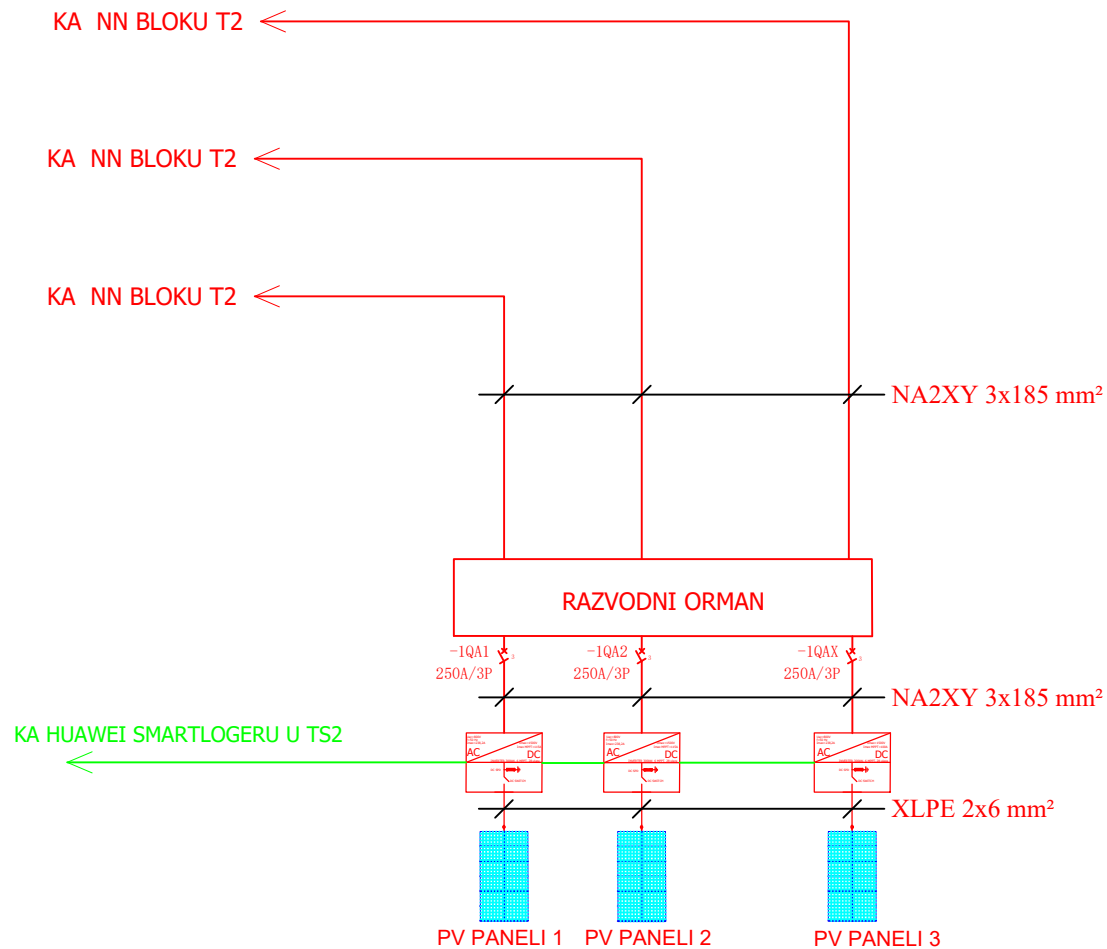


MINECO 1C

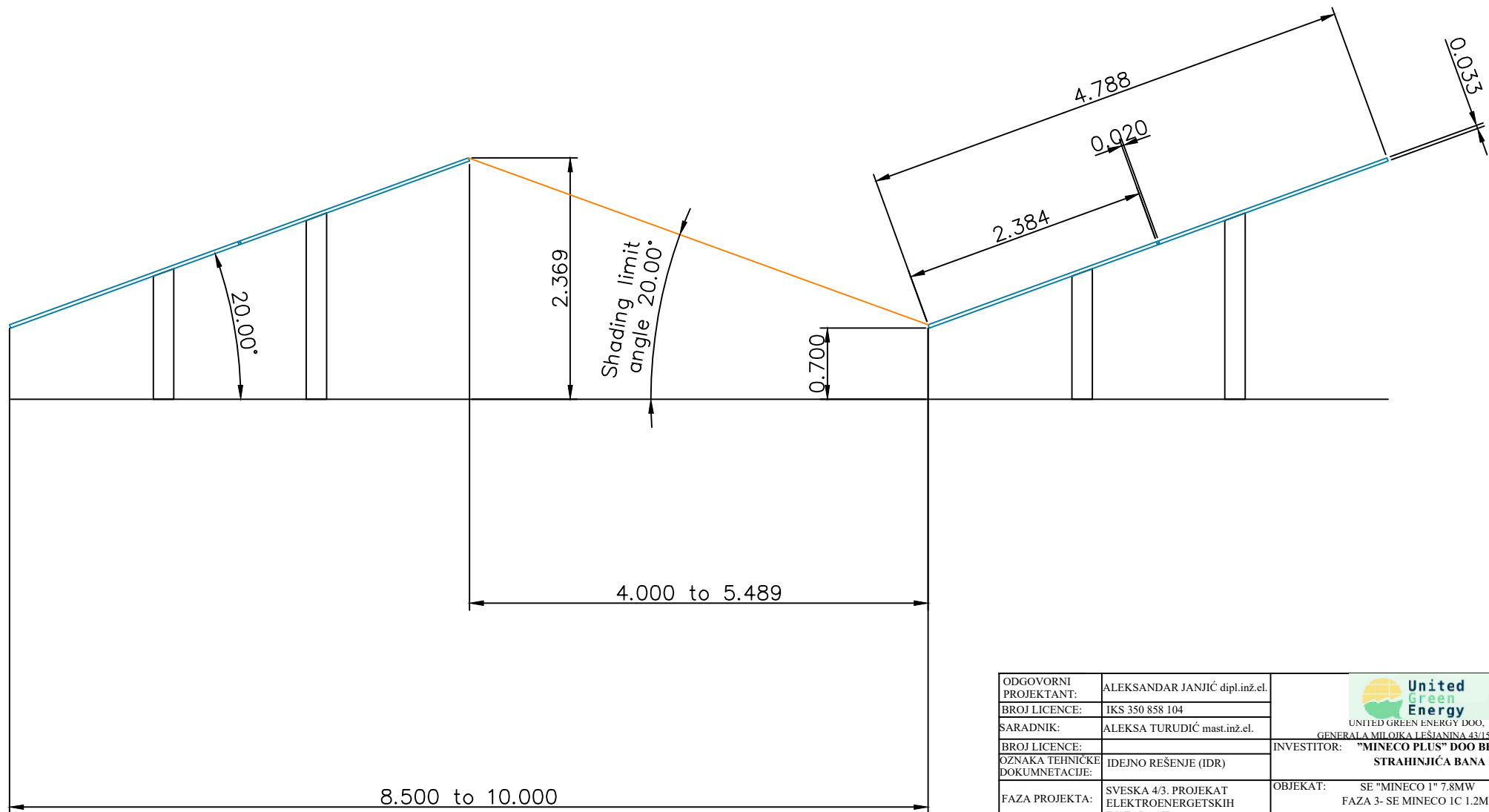


ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15. NIŠ
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAHINJIĆA BANA BR. 1.
BROJ LICENCE:		OBJEKT: SE "MINECO 1" 7.8MW FAZA 3- SE MINECO 1C 1.2MW
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMETACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025
BLOK ŠEMA SE MINECO 1A		RAZMERA: N/A
		BROJ CRTEŽA: E.5





ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LESJANINA 43/15. NIŠ
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAHINJICA BANA BR. 1.
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	OBJEKAT: SE "MINECO 1" 7.8MW FAZA 3- SE MINECO 1C 1.2MW
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025
JEDNOPOLNA ŠEMA MBTS 1250kVA , 0.8/35 kV		RAZMERA: N/A
		BROJ CRTEŽA: E.7



ODGOVORNI PROJEKTANT:	ALEKSANDAR JANJIĆ dipl.inž.el.	 UNITED GREEN ENERGY DOO, GENERALA MILOJKA LEŠJANINA 43/15. NIŠ
BROJ LICENCE:	IKS 350 858 104	
SARADNIK:	ALEKSA TURUDIĆ mast.inž.el.	
BROJ LICENCE:		INVESTITOR: "MINECO PLUS" DOO BEOGRAD STRAHINJICA BANA BR. 1.
OZNAKA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	IDEJNO REŠENJE (IDR)	
FAZA PROJEKTA:	SVESKA 4/3. PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	OBJEKT: SE "MINECO 1" 7.8MW FAZA 3- SE MINECO 1C 1.2MW
NAZIV CRTEŽA:		DATUM: FEBRUAR 2025
DIMENZIJE I PROJEKCIJA PV PANELA		RAZMERA: N/A
		BROJ CRTEŽA: E.8

PRILOG



TWMNF

N-type Half-cell
Bifacial Module(66)

66HD720-740W

High Power Output
Low LCOE



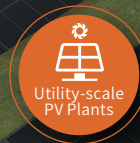
Maximum Power
740W+



<https://en.tongwei.cn/>



TIER 1
Bloomberg
NEW ENERGY FINANCE



Utility-scale
PV Plants



12
YEAR
Materials
Warranty

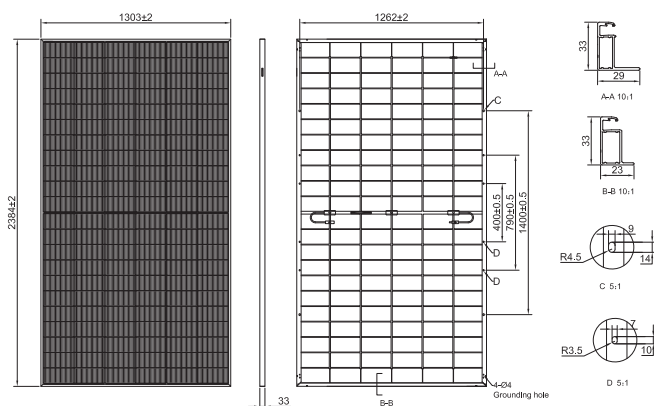


30
YEAR
Power
Warranty



Learn More

Drawings (Unit: mm)



Electrical Characteristics (STC)

Module type: TWMNF-66HDXXX

Maximum Power: Pmax [W]	720	725	730	735	740
Open Circuit Voltage: Voc [V]	49.28	49.45	49.55	49.65	49.80
Short Circuit Current: Isc [A]	18.55	18.60	18.68	18.75	18.81
Voltage at Maximum Power: Vmp [V]	41.03	41.20	41.37	41.53	41.69
Current at Maximum Power: Imp [A]	17.55	17.60	17.65	17.70	17.75
Module Efficiency: η [%]	23.2	23.3	23.5	23.7	23.8

* STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM=1.5, Power measurement tolerance: ±3%

Electrical Characteristics (BNPI)

Maximum Power: Pmax [W]	794.8	800.5	805.9	811.5	817.1
Open Circuit Voltage: Voc [V]	49.28	49.45	49.55	49.65	49.80
Short Circuit Current: Isc [A]	20.48	20.53	20.62	20.70	20.77
Voltage at Maximum Power: Vmp [V]	41.03	41.20	41.37	41.53	41.69
Current at Maximum Power: Imp [A]	19.37	19.43	19.48	19.54	19.60

* BNPI: Front side irradiance 1000W/m², Rear side irradiance 135W/m², Cell Temperature=25°C, AM=1.5
Power measurement tolerance: ±3%

Electrical characteristics with different rear side power gain

5%	Maximum Power: Pmax[W]	756	761	766	771	777
	Module Efficiency: η [%]	24.3	24.5	24.7	24.8	25.0
15%	Maximum Power: Pmax[W]	828	833	839	845	851
	Module Efficiency: η [%]	26.7	26.8	27.0	27.2	27.4
25%	Maximum Power: Pmax[W]	900	906	912	918	925
	Module Efficiency: η [%]	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8

Temperature Rating

Temperature Coefficient of Pmax	-0.28%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.046%/°C

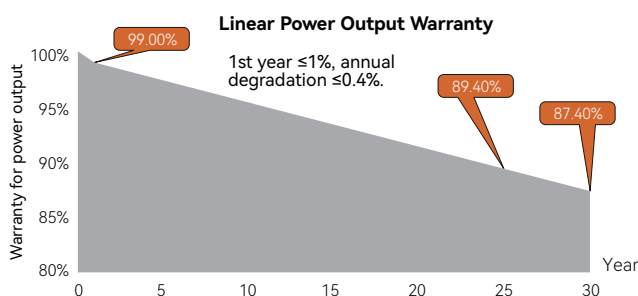
Operating Parameters

Operating Temperature	-40°C~+70°C
Maximum System Voltage	1500V DC
Maximum Series Fuse Rating	35A
Power Output Tolerance	0~+3%
Bifaciality coefficient of Pmax	80±5%
Bifaciality coefficient of Voc	98±5%
Bifaciality coefficient of Isc	80±5%

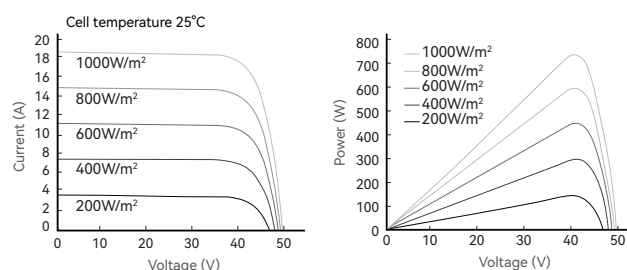
Mechanical Parameters

Cell Type	TNC2.0 (N Type Monocrystalline Cell)
Cell Orientation	132[6×22]
Dimensions	2384±2×1303±2×33mm
Weight	37.3kg
Front Glass	2.0mm AR coating semi tempered glass
Rear Glass	2.0mm semi tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Junction Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0mm ²
Cable length	+400mm,-200mm or ±1400mm,length can be customized
Wind/Snow load	2400Pa/5400Pa
Per pallet	33 pcs
Packaging	594 pcs per 40'HC

Linear Warranty



I-V Curve



Certifications

Quality Management System and Product Certification

ISO 9001: 2015/Quality management systems
ISO 14001: 2015/Environmental management systems
ISO 45001: 2018/Occupation health and safety management systems
ISO 50001: 2018/Energy management systems
IEC 62941: 2019/Quality system for PV module manufacturing
IEC 61215(2021) / IEC 61730(2023), IEC 62804(PID),
IEC 61701(Salt), IEC 62716 (Ammonia), IEC 60068-2-68(Sand)

Email: sales@tongwei.com Website: <https://en.tongwei.cn/> Add: No.588, Middle Section Tianfu Avenue, High-Tech Zone, Chengdu, China (Sichuan) Pilot Free Trade Zone Tel: +86-028-60707985

Statement: With technological process and product update, there maybe deviation between the technical parameters of Tongwei's module products and the technical parameters contained in the specification, and Tongwei Solar has the right to adjust the technical parameters at any time without notifying the customer, the final interpretation of the technical specification is vested in Tongwei Solar. (TNC2.0-Preview-20250410)

SUN2000-330KTL-H1

Smart String Inverter



Max. Efficiency
≥99.0%



Smart Connector-level
Detection (SCLD)



Smart Self-cleaning
Fan (SSCF)



IP66
Protection



MBUS
Supported



Smart String-level
Disconnection (SSLD)

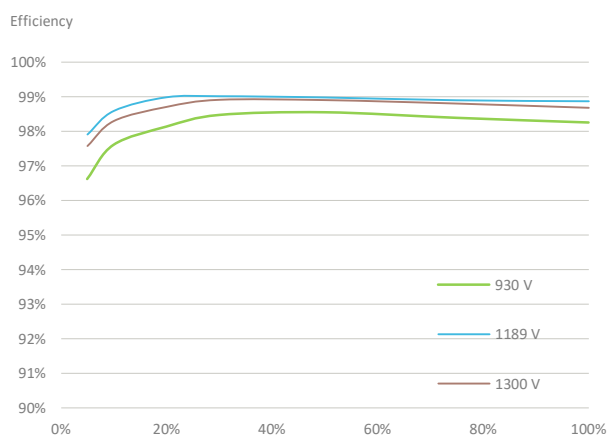


Smart IV Curve Diagnosis
Supported

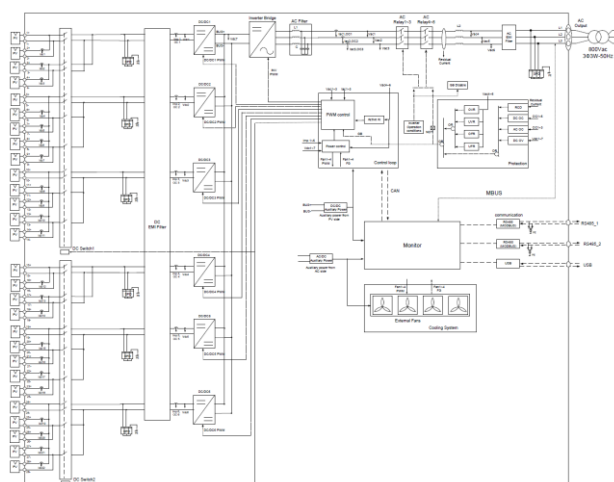


Surge Arresters for
DC & AC

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	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
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: MINECO 1- 7.8MW

Variant: New simulation variant

Ground system (tables) on a terrain

System power: 8340 kWp

Vlase - Serbia



Project: MINECO 1- 7.8MW

Variant: New simulation variant

PVsyst V8.0.6

VCO, Simulation date:

09/02/26 10:01

with V8.0.6

Project summary

Geographical Site

Vlase

Serbia

Situation

Latitude 42.70 °N

Longitude 21.87 °E

Altitude 554 m

Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

Vlase

Meteonorm 8.2 (1991-2009), Sat=100% - Synthetic

System summary

Grid-Connected System

Simulation for year no 10

Ground system (tables) on a terrain

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Orientation #2

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Orientation #3

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules

11424 units

Pnom total

8340 kWp

Inverters

Nb. of units

26 units

Pnom total

7800 kWac

Pnom ratio

1.069

Results summary

Produced Energy 10692 MWh/year Specific production 1282 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 79.09 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	9
Loss diagram	10
Predef. graphs	11
Single-line diagram	12



Project: MINECO 1- 7.8MW

Variant: New simulation variant

PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

General parameters

Grid-Connected System

Orientation #1

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Orientation #2

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Orientation #3

Fixed plane

Tilt/Azimuth 20 / 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

User's needs

Unlimited load (grid)

Ground system (tables) on a terrain

Sheds configuration

Nb. of sheds 57 units

Set of tables

Shading limit angle

Limit profile angle 16.9 °

Sizes

Sheds spacing 9.88 m

Collector width 4.79 m

Average GCR 48.5 %

Sheds configuration

Nb. of sheds 324 units

Set of tables

Shading limit angle

Limit profile angle °

Sizes

Sheds spacing 9.49 m

Collector width 4.79 m

Average GCR 50.5 %

Sheds configuration

Nb. of sheds 103 units

Set of tables

Shading limit angle

Limit profile angle °

Sizes

Sheds spacing 9.48 m

Collector width 4.79 m

Average GCR 50.5 %

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Tongwei Co. Ltd
Model TWMPF-66HD730

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 730 Wp

Number of PV modules 11424 units

Nominal (STC) 8340 kWp

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 300 kWac

Number of inverters 26 units

Total power 7800 kWac

Array #1 - FAZA I

Orientation #3
Tilt/Azimuth 22/26 °
Number of PV modules 2280 units
Nominal (STC) 1664 kWp
Modules 95 string x 24 In series

Number of inverters 5 units
Total power 1500 kWac

At operating cond. (50°C)

Pmpp 1548 kWp
U mpp 914 V
I mpp 1693 A

Operating voltage 550-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.11
Power sharing within this inverter

Array #2 - FAZA III

Orientation #1
Tilt/Azimuth 20/0 °
Number of PV modules 1368 units
Nominal (STC) 999 kWp
Modules 57 string x 24 In series

Number of inverters 3 units
Total power 900 kWac



PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

PV Array Characteristics

At operating cond. (50°C)

Pmpp	929 kWp
U mpp	914 V
I mpp	1016 A

Operating voltage	550-1500 V
Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.11
Power sharing within this inverter	

Array #3 - FAZA II

Orientation	#2
Tilt/Azimuth	20/0 °
Number of PV modules	7776 units
Nominal (STC)	5676 kWp
Modules	324 string x 24 In series

Number of inverters	18 units
Total power	5400 kWac

At operating cond. (50°C)

Pmpp	5279 kWp
U mpp	914 V
I mpp	5774 A

Operating voltage	550-1500 V
Max. power (=>30°C)	330 kWac
Pnom ratio (DC:AC)	1.05
Power sharing within this inverter	

Total PV power

Nominal (STC)	8340 kWp
Total	11424 modules
Module area	35487 m²
Cell area	150766642147968 m²

Total inverter power

Total power	7800 kWac
Max. power	8580 kWac
Number of inverters	26 units
Pnom ratio	1.07

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction	1.0 %
---------------	-------

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance	
Uc (const)	29.0 W/m²K
Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s

Serie Diode Loss

Voltage drop	0.7 V
Loss Fraction	0.1 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction	2.0 %
---------------	-------

Module Quality Loss

Loss Fraction	-0.2 %
---------------	--------

Module mismatch losses

Loss Fraction	2.0 % at MPP
---------------	--------------

Strings Mismatch loss

Loss Fraction	0.1 %
---------------	-------

Module average degradation

Year no	10
Loss factor	0.4 %/year
Imp / Vmp contributions	80% / 20%

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion	0.4 %/year
Vmp RMS dispersion	0.4 %/year

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.735	0.000

Spectral correction

FirstSolar model

Precipitable water estimated from relative humidity

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0.85914	-0.02088	-0.0058853	0.12029	0.026814	-0.001781

**PVsyst V8.0.6**

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.89 mΩ
Loss Fraction 0.8 % at STC

Array #1 - FAZA I

Global array res. 4.8 mΩ
Loss Fraction 0.8 % at STC

Array #3 - FAZA II

Global array res. 1.2 mΩ
Loss Fraction 0.7 % at STC

Array #2 - FAZA III

Global array res. 14 mΩ
Loss Fraction 1.4 % at STC

System losses**Unavailability of the system**

Time fraction 2.0 %
7.3 days,
3 periods

Auxiliaries loss**AC wiring losses****Inv. output line up to injection point**

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 2.13 % at STC

Inverter: SUN2000-330KTL-H1

Wire section (8 Inv.) Alu 8 x 3 x 185 mm²
Average wires length 239 m

Inverter: SUN2000-330KTL-H1

Wire section (18 Inv.) Alu 18 x 3 x 150 mm²
Average wires length 210 m

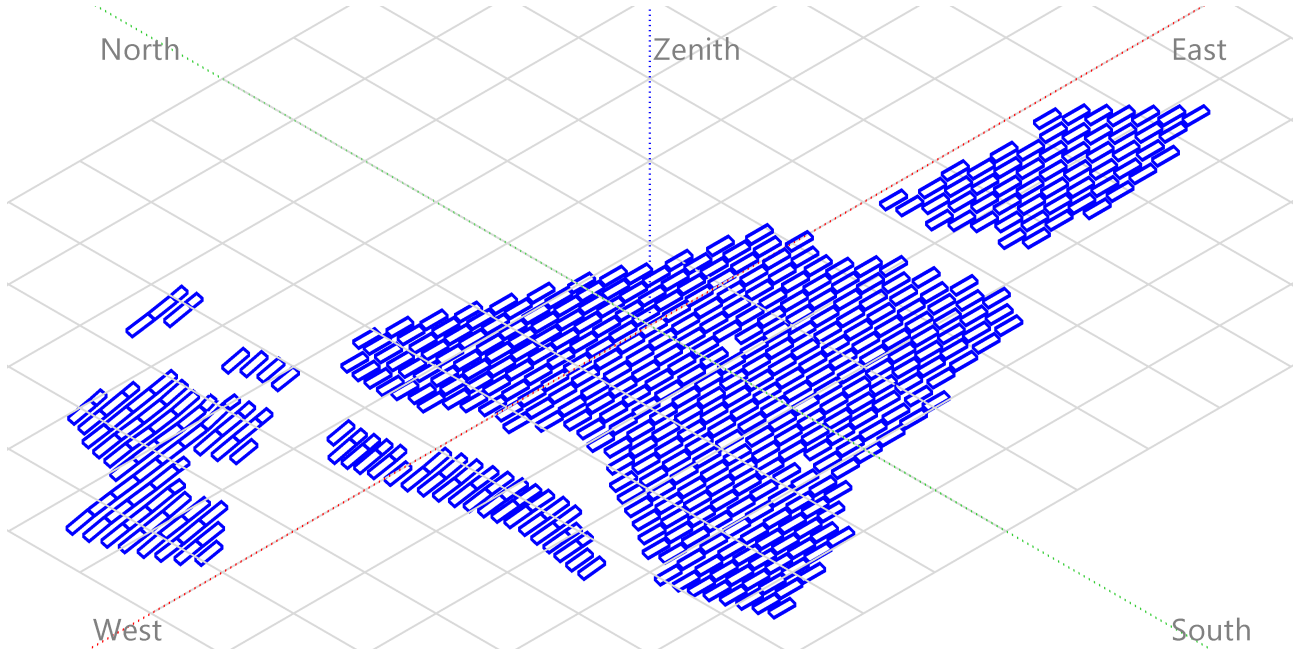


PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene





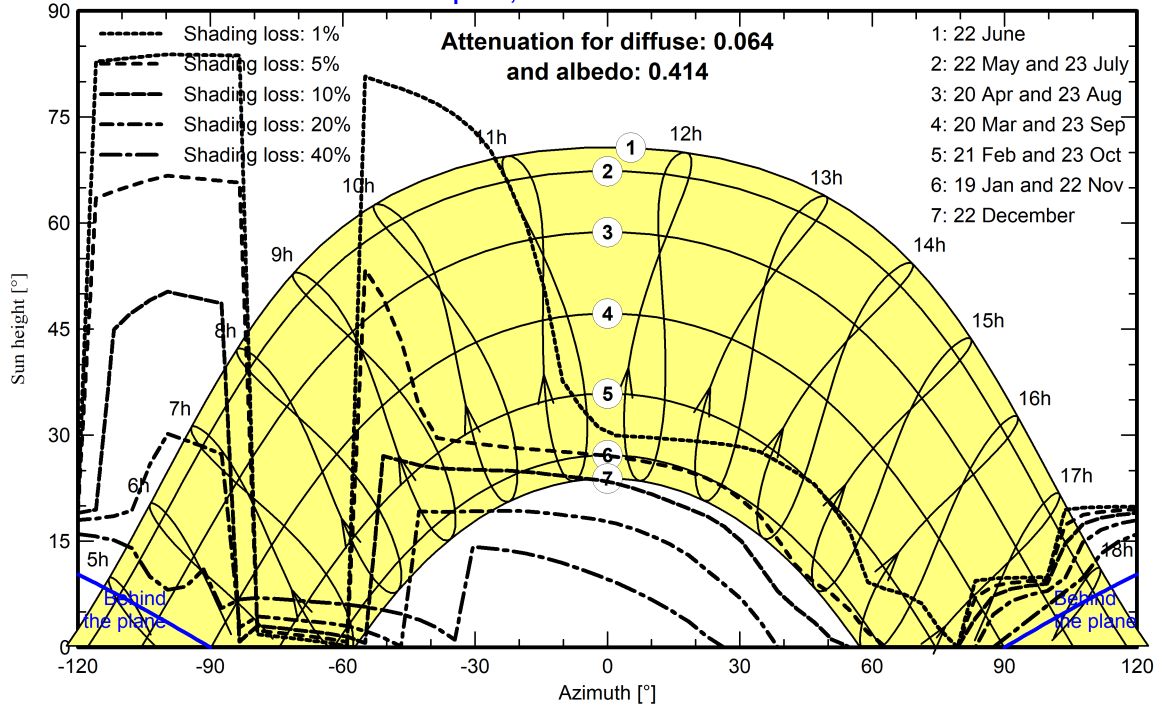
PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

Iso-shadings diagram

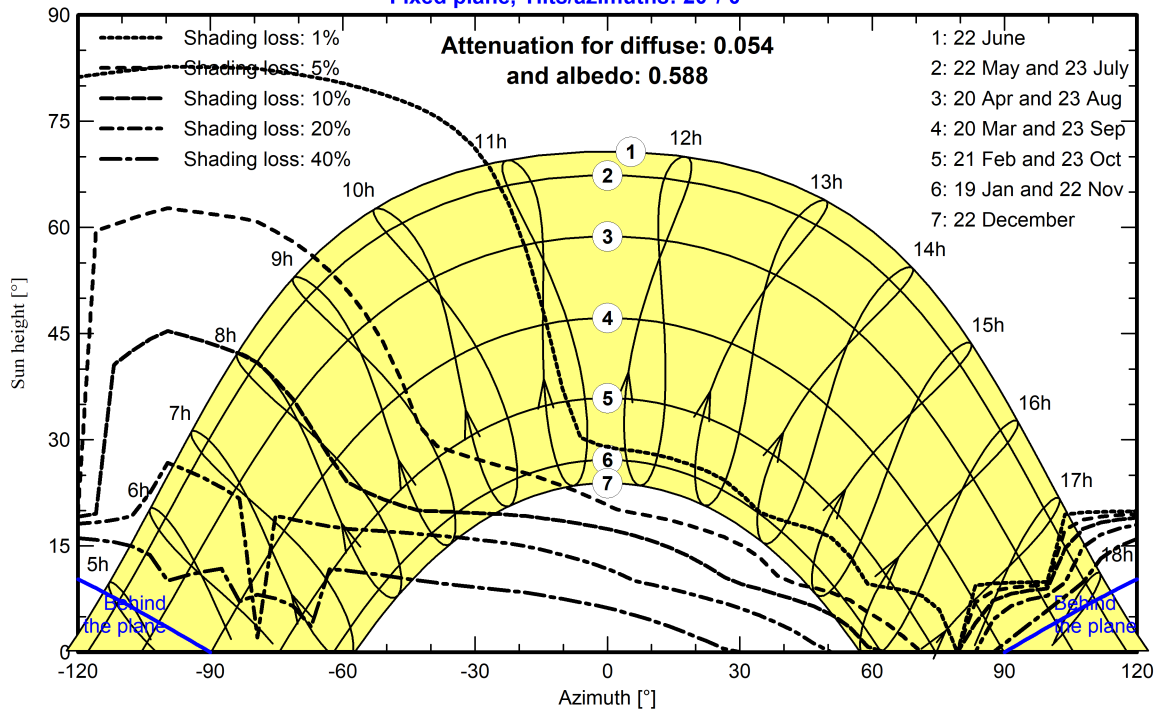
Orientation #1

Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/ 0°



Orientation #2

Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/ 0°





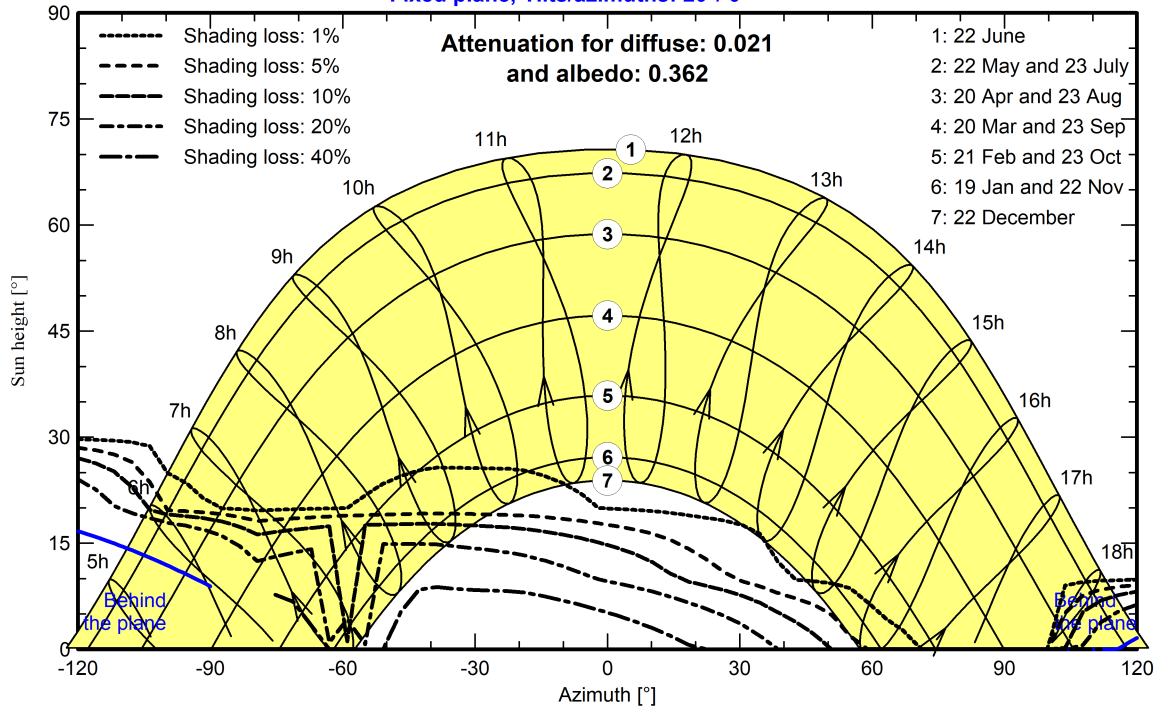
PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

Iso-shadings diagram

Orientation #3

Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/ 0°





Project: MINECO 1- 7.8MW

Variant: New simulation variant

PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:

09/02/26 10:01

with V8.0.6

Main results

System Production

Produced Energy

10692 MWh/year

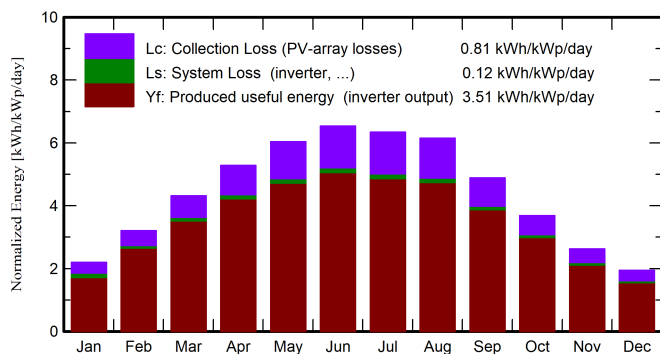
Specific production

1282 kWh/kWp/year

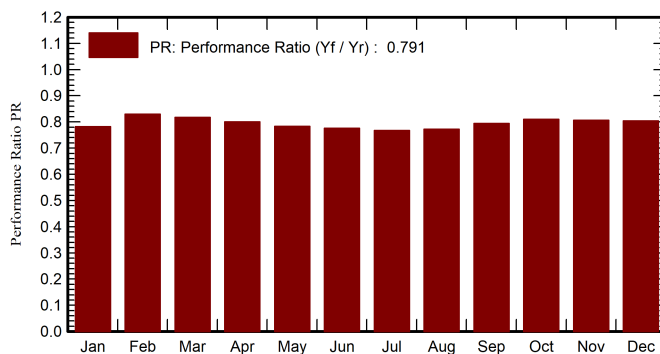
Perf. Ratio PR

79.09 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	48.3	26.42	-0.39	68.1	62.0	483	445	0.783
February	67.8	31.85	1.83	89.8	83.6	641	621	0.829
March	113.0	54.77	6.66	133.9	125.5	940	912	0.817
April	144.7	63.45	11.06	158.5	148.7	1090	1058	0.800
May	182.1	79.45	15.87	187.1	175.0	1259	1223	0.784
June	196.6	82.54	19.74	196.0	183.4	1305	1267	0.775
July	195.5	86.10	22.61	196.8	183.5	1297	1259	0.768
August	178.5	71.98	22.73	190.6	178.8	1263	1228	0.772
September	127.4	60.73	16.74	146.6	137.3	999	971	0.794
October	89.3	39.72	11.61	114.5	107.3	798	774	0.811
November	53.2	21.77	6.27	78.9	71.9	549	531	0.807
December	40.8	21.27	1.15	60.3	54.1	420	404	0.804
Year	1437.3	640.05	11.38	1621.1	1511.0	11044	10692	0.791

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

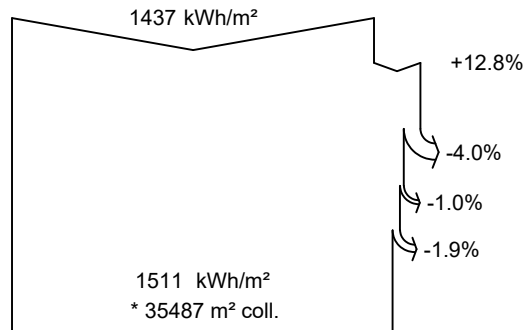
EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio



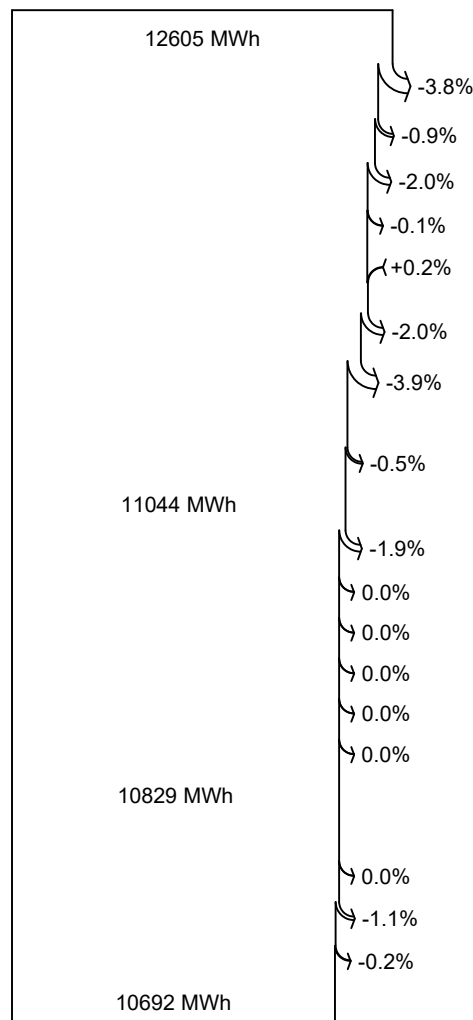
PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

Loss diagram



efficiency at STC = 23.51%



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

Near Shadings: irradiance loss

Soiling loss factor

IAM factor on global

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

Module Degradation Loss (for year #10)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Spectral correction

Module quality loss

LID - Light induced degradation

Mismatch loss, modules and strings
(including 1.8% for degradation dispersion)

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Available Energy at Inverter Output

Auxiliaries (fans, other)

AC ohmic loss

System unavailability

Energy injected into grid

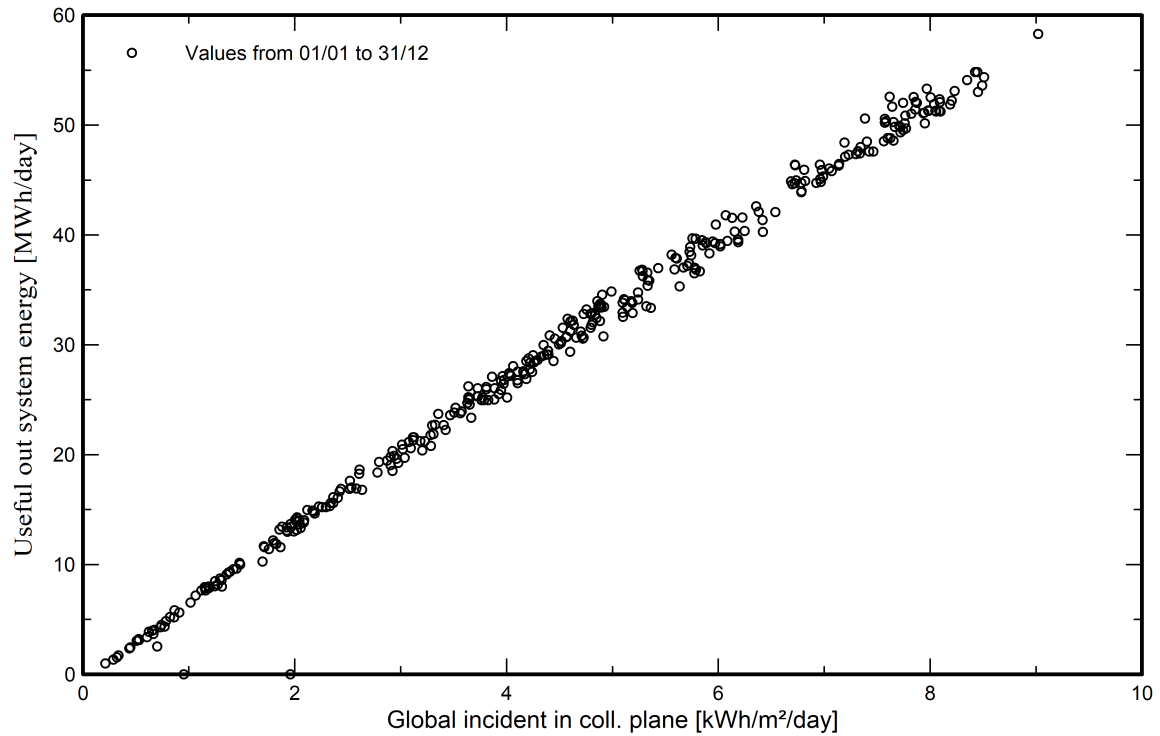


PVsyst V8.0.6

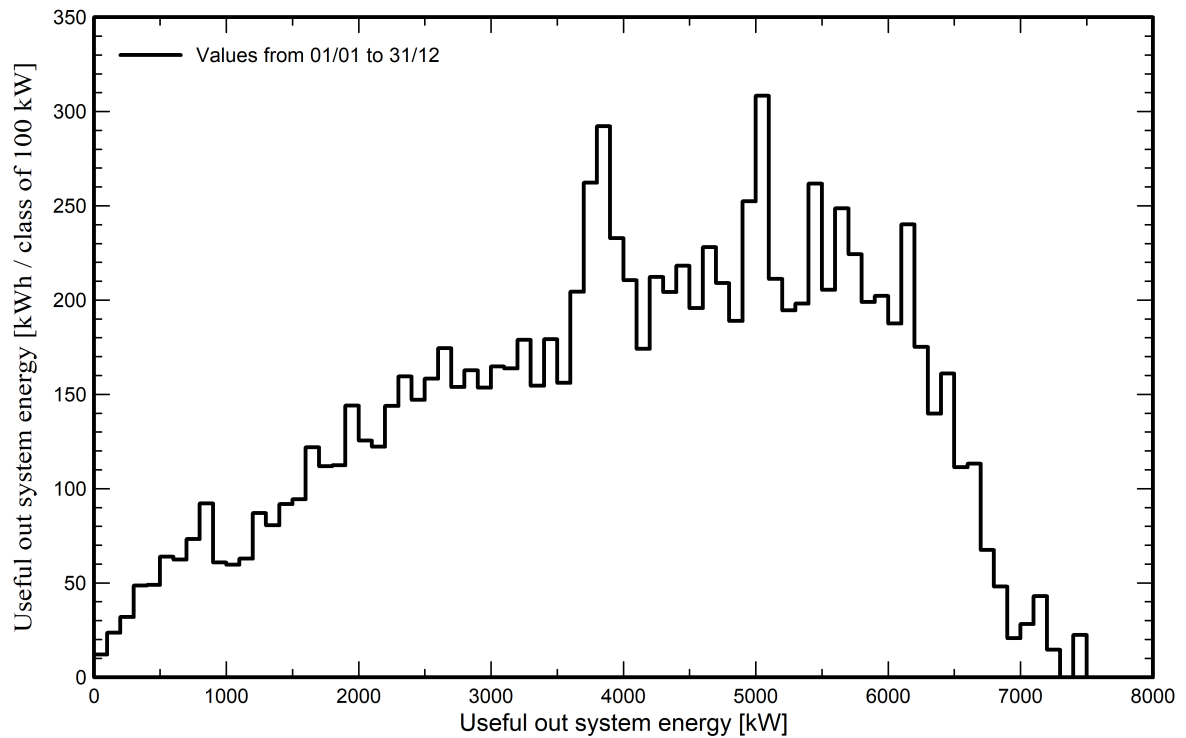
VC0, Simulation date:
09/02/26 10:01
with V8.0.6

Predef. graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





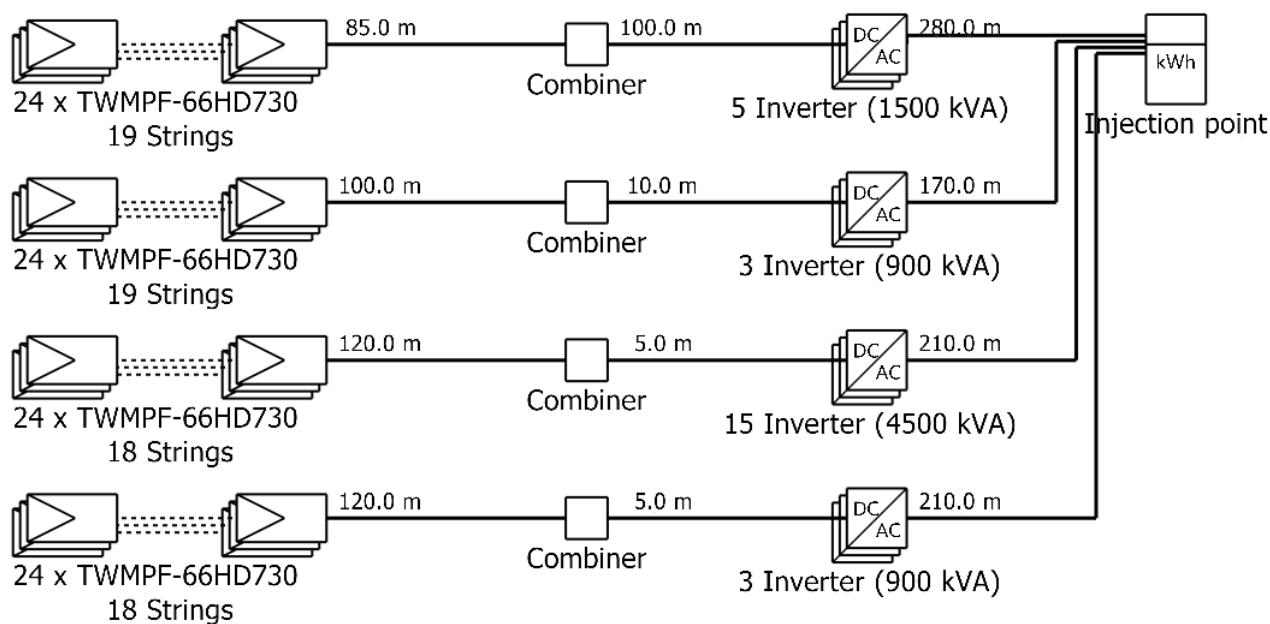
PVsyst V8.0.6

VC0, Simulation date:

09/02/26 10:01

with V8.0.6

Single-line diagram



PV module	TWMPF-66HD730
Inverter	SUN2000-330KTL-H1
String	24 x TWMPF-66HD730

MINECO 1- 7

VC0 : New simulation variant

09/02/26



Дистрибутивно подручје Ниш

Огранак Врање

Маричка 8, 17501 Врање

Број: Д.10.22-383834/2-23

Датум: 07-11-2023

„Mineso plus“ Д.О.О. Београд
ул. Страхинића Бана бр. 1
11000 Београд

СЕ „Mineso 1“

Оператор дистрибутивног система Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд одлучујући о захтеву странке „Mineso plus“ Д.О.О. Београд, ул. Страхинића Бана бр. 1, 11000 Београд, бр. 383894/1-23 од 01.09.2023. године, на основу Закона о енергетици („Сл. гласник РС“ бр. 145/2014, 95/2018 - др.закон, 40/2021, 35/2023- др.закон и 62/2023), Уредбе о условима испоруке и снабдевања електричном енергијом („Сл. гласник РС“ бр. 63/2013 и 91/2018) и Правила о раду дистрибутивног система, издају се:

УСЛОВИ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ПРИКЉУЧЕЊЕ

објекта за производњу електричне енергије – соларне електране "Mineso 1" на КП бр. 149, 150, 151, 152, 153, 154, 159 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168 169, 170, 171, 174, 175, 177 све КО Влаسه, Град Врање. (у даљем тексту: електрана) на дистрибутивни систем електричне енергије (у даљем тексту: ДСЕЕ).

На основу увида у достављену документацију издају се ови услови.

1. Основни технички подаци о електрани и намена објекта

- Планирана одобрена снага електране: **8000 kW**
- Број инвертора у електрани: **40**
- Технички подаци инвертора:

Параметри инвертора 1-40 (преузети из захтева): HUAWEI SUN2000-215KTL-H0

назначени напон: 0,8 kV

назначена привидна снага $S_n = 200$ kVA

назначена активна снага $P_n = 200$ kW

максимална струја $I_n = 144,4$ A

Начин рада: Паралелан рад са ДСЕЕ са предајом електричне енергије у ДСЕЕ у целисти (изузев сопствене потрошње).

- Намена објекта: Постројење за производњу електричне енергије.

2. Начин прикључења и технички опис прикључка

2.1. Врста прикључка: **индивидуални**

2.2. Карактер прикључка: **трајни**

2.3. Место прикључења електране на ДСЕЕ: увод вода електране у нову водно - мерну 35 kV ћелију новог 35 kV разводног постројења (у даљем тексту: РП) који се смешта у објект описан у тачки 2.8.1.

2.4. Место везивања прикључка на ДСЕЕ: Одговарајући стуб у траси 35 kV надземног вод на правцу ТС 110/35/10 kV „Владичин Хан“ - ТС 35/10 kV „Власе“.



- 2.5. Прикључење електране на ДСЕЕ је трофазно са симетричним системом напона синусоидног облика.
- 2.6. Називни напон мреже на месту прикључења електране на ДСЕЕ је $U_n = 35 \text{ kV}$.
- 2.7. Називна фреквенција у ДСЕЕ је $f_n = 50 \text{ Hz}$.
- 2.8. Опис прикључка до места прикључења
- 2.8.1. Изградити на одговарајућем месту, у близини 35 kV надземног вода ТС 110/35/10kV "Владичин Хан" - ТС 35/10kV "Власе", грађевински објекат за смештај: РП 35 kV, мерне опреме, опреме за даљински надзор, управљање и комуникацију, опреме за сопствену потрошњу, мерне опреме за мерење преузете и предате енергије (у даљем тексту: ОМП). Управљање и улаз у ОМП је у искључивој надлежности ЕДС и мора имати улаз са пута, којим ће бити обезбеђен несметан приступ овлашћеним лицима ЕДС и возилу. ОМП треба да буде довољних димензија за смештај пет 35 kV ћелија.
- 2.8.2. Од места везивања прикључка на ДСЕЕ до ОМП потребно је изградити кабловски 35 kV вод, тип и пресек ХНЕ49-А 2х(3х(1х185))mm², дужине око 2 x 200m за повезивање ОМП на постојећи надземни 35 kV вод ТС 110/35/10kV "Владичин Хан" - ТС 35/10kV "Власе" по принципу „улаз – излаз“. У траси постојећег 35 kV вода на одговарајућем 35 kV стуб (по потреби уградити нови стуб) уградити два слога одводника пренапона и заштитне цеви за два 35 kV кабла. У истом рову, положити и оптички кабл одговарајућих карактеристика.
- 2.8.3. Предвидети одговарајући простор за монтажу антене ради комуникације са надређеним ПДЦ, а која се повезује са даљинском станицом унутар ОМП-а.
- 2.8.4. У ОМП се уграђује РП 35 kV, за потребе предметне електране које се састоји од четири 35 kV ћелија у следећем распореду $V_{дсеел1} - V_{дсеел2} - СП - ВМ_{ел}$ и које имају следећу функцију:
- $V_{дсеел1,2}$ – извлачива водна за прикључење ОМП по принципу „улаз-излаз“ на надземни 35 kV вод ТС 110/35/10kV "Владичин Хан" - ТС 35/10kV "Власе", опремљена вакуумским прекидачем који има функцију прекидача, улазног и излазног растављача, СМТ, НМТ, земљоспојником, комплетном микропроцесорском заштитом и осталом припадајућом опремом неопходном за интеграцију у систем даљинског управљања и надзора,
 - СП - ћелија сопствене потрошње ОМП, у коју се везује трансформатором 35/0,4 kV одговарајуће снаге, и осталом припадајућом опремом,
 - $ВМ_{ел}$ - извлачива водно-мерна за прикључење електране опремљена: вакуумским прекидачем који има функцију прекидача, улазног и излазног растављача, СМТ, НМТ, земљоспојником, комплетном микропроцесорском заштитом и осталом припадајућом опремом неопходном за интеграцију у систем даљинског управљања и надзора, мерном опремом за регистровање предате и преузете електричне енергије између електране и ДСЕЕ, као и осталом припадајућом опремом.
- 2.9. У ОМП се уграђује даљинска станица и остала потребна опрема (Ethernet Switch, модем/рутер за комуникацију итд.) које треба сместити у посебан орман а надлежни центар управљања је ПДЦ. Даљинску везу остварити путем оптике или радио везе. За манипулативне радове, односно монтажу и смештај те

Е.Б. ОК



даљинске станице и остале опреме потребно је предвидети простор одговарајућих димензија 600x600x1950 mm (ширина x дубина x висина).

- 2.10. Обезбедити сву потребну телекомуникациону опрему и комуникациони пут за везу између ОМП и надлежног ПДЦ.
- 2.11. Потребно је предвидети уградњу мерила квалитета електричне енергије класе А, у посебном орману, и за ту сврху предвидети одговарајућа мерна језгра и намотаје на мерним трансформаторима у ћелији.
- 2.12. Расклопна опрема у ћелијама у ОМП треба да буде у складу са концепцијом ЕДС. Расклопни апарати треба да буду даљински управљиви.
- 2.13. Напајање опреме на месту прикључења је предвиђено са трансформатора сопствене потрошње. За напајање опреме у ОМП потребно је набавити: АКУ батерије 110V DC, капацитета према снази опреме коју напаја за аутономију мин. 8h, исправљач и орман сопствене потрошње са потребном опремом за формирање једносмерног и наизменичног развода. Напајање моторних погона расклопне опреме у ОМП, командних и сигналних кругова, као и опреме за даљинско управљање је 110V DC. У ОМП DC систем мора бити независан од DC система електране.
- 2.14. Изградња електроенергетских објеката у ДСЕЕ до места прикључења електране на ДСЕЕ, изградња ОМП, опремање ОМП и опремање мерног места у искључивој је надлежности ЕДС. У складу са тим, ови услови се не могу користити за израду техничке документације и покретање других активности потребних за реализацију прикључка. ЕДС дефинише прикључак и место прикључења у решењу о одобрењу за прикључење електране, у складу са законским прописима, и задржава право измене ставова из тачке 2. ових услова, приликом издавања решења о одобрењу за прикључење.
- 2.15. **Опис мерног места:**

Мерни уређај за обрачунско мерење се смешта у орман димензија 600x600x220 mm (ширина x висина x дубина) који се повезује са струјним и напонским трансформаторима за мерење у водно - мерној ћелији у склопу РП 35 kV у ОМП. Наведени орман мерног места се монтира на зид у ОМП.

3. Основни технички подаци о ДСЕЕ на месту прикључења

- 3.1. Стварна струја трофазног кратког споја са стране ДСЕЕ на месту прикључења електране на ДСЕЕ у субтранзијентном периоду је $I_{ks}=1,453\text{kA}$, однос $R/X=0,433$.
- 3.2. Електроенергетска опрема у ДСЕЕ на 35 kV напону је димензионисана на дозвољену струју трофазног кратког споја 12 kA (750 MVA).
- 3.3. Неутрална тачка мреже мреже 35 kV напона је уземљена преко нискоомске импедансе само у ТС 110/35 kV.
- 3.4. Вредност струје једнофазног земљоспоја у уземљеним мрежама 35 kV напона је ограничена на вредност 300 A.
- 3.5. Основна заштита 35 kV водова у ДСЕЕ изводи се као:
 - краткоспојна заштита са тренутним деловањем,
 - прекострујна заштита са временским затезањем,
 - земљоспојна са временским затезањем.



3.6. За елиминисање пролазног земљоспоја примењује се:

- на изводима 35 kV у ТС 110/35 kV/kV аутоматско поновно укључење (АПУ) са два покушаја. У првом се врши брзо АПУ са безнапонском паузом (трајање) од 0,3 s. Ако је квар и даље присутан, врши се други покушај укључења после безнапонске паузе (трајање) од 180 s (споро АПУ). Уколико је и даље присутан квар, заштита извршава трајно искључење извода, након чега се приступа локализацији квара и његовом отклањању.

3.7. Појава кратких спојева и осталих кварова у ДСЕЕ је стохастичке природе и њихов број се не може предвидети.

3.8. У ДСЕЕ се примењује аутоматска регулација напона применом регулационе преклопке са кораком од 1,5% од називног напона U_n , која има за циљ да одржи вредност напона у границама $\pm 10\%$ називног напона U_n . Напон се регулише на секундарној страни ТС 110/10 (35) kV. Аутоматска регулација напона се спроводи са временским затезањем од 30 до 180 s, а могућа је и примена ручне регулације напона.

3.9. За заштиту електроенергетског система од хаварија и других непредвиђених поремећаја, у ДСЕЕ се примењује мера ограничења потрошње помоћу напонске редукције снижењем напона за 5% од називног напона U_n , применом опреме и уређаја који су описани у тачки 3.8.

3.10. Заштита од пренапона у 35 kV мрежи се изводи применом одводника пренапона, при чему је мрежа пројектована тако да је задовољен стандардан степен изолације.

4. Општи технички услови које треба да задовољи опрема у електрани

4.1. Електрана се пројектује и изводи у складу са важећим техничким прописима и стандардима, као и Правилима о раду дистрибутивног система.

4.2. Струја (снага) трофазног кратког споја меродавна за димензионисање опреме на 35 kV напону износи 12 kA (750 MVA).

4.3. Странка је дужна да применом одговарајућег енергетског трансформатора усклади начин прикључења, напоне и фазне ставове генератора на вредности називног напона на месту прикључења. Намотај енергетског трансформатора на страни ДСЕЕ се везује у троугао.

4.4. Максимална снага којом се предаје енергија у ДСЕЕ износи **8000 kW**.

Максимална снага са којом се преузима енергија из ДСЕЕ износи **10 kW**.

У електрани ће бити инсталирана 40 инвертора снаге од по 200 kVA. У електрани може бити предвиђен другачији број генератора и могу бити уграђени генератори другачијих карактеристика у односу на податке наведене у овом акту, уз услов обавезног испуњења критеријума 4.8.1. - 4.8.6. овог акта, у оквиру максималне снаге којом се предаје енергија у ДСЕЕ.

4.5. Максимална дозвољена компонента струје кратког споја од стране електране, на месту прикључења електране на ДСЕЕ (почетна симетрична струја кратког споја, ефективна вредност), не сме бити већа од 0,21 kA. У техничкој документацији електране је потребно навести стварну вредност струје кратког споја са стране електране на месту прикључења електране на ДСЕЕ.

4.6. Инсталације и уређаји у електрани морају бити прилагођени стандарду SRPS EN 50160.

4.7. У електрани обезбедити аутоматску регулацију фактора снаге у границама 0,90 подпобуђено и 0,90 надпобуђено. Вредност фактора снаге са којом електрана

Страна 4 од 12



ради треба да је подесива и дефинише је ЕДС. Електрана треба да поседује и аутоматску регулацију реактивне снаге која се користи по налогу ЕДС. Фактор снаге у режиму пријема активне електричне енергије из ДСЕЕ треба да буде изнад 0,95 ($\cos\varphi \geq 0,95$).

- 4.8. За прикључење и безбедан паралелан рад електране са ДСЕЕ, електрана мора да задовољи 6 основних критеријума:

- 4.8.1. Критеријум максимално дозвољене снаге генератора у електрани;
- 4.8.2. Критеријум дозвољених вредности напона у стационарном режиму;
- 4.8.3. Критеријум трајно дозвољених вредности струја елемената ДСЕЕ;
- 4.8.4. Критеријум фликера;
- 4.8.5. Критеријум дозвољених струја виших хармоника и интерхармоника;
- 4.8.6. Критеријум снаге кратког споја.

У пројекту електране треба спровести проверу критеријума 4.8.1, 4.8.4 - 4.8.6. Критеријуми 4.8.1, 4.8.4 и 4.8.5 проверавају се према одредбама Правила о раду дистрибутивног система, а критеријум 4.8.6 према услови датом у тачки 4.5. Странка је дужна да, по налогу ЕДС, угради филтере за одговарајуће редове виших хармоника чиме се обезбеђује да основне карактеристике напона на месту прикључења електране на ДСЕЕ – ефективна вредност, фреквенција, симетричност и таласни облик буду у задатим оквирима. Странка је дужна да поступи по налогу ЕДС у случају измене Правила о раду дистрибутивног система.

- 4.9. У доводно - одводној ћелији 35 kV разводног постројења електране у коју се везује вод електране, уграђује се спојни прекидач, који се користи за: спајање (повезивање) електране са ДСЕЕ, аутоматско одвајање електране од ДСЕЕ због кварова и поремећаја у ДСЕЕ деловањем системске заштите или заштите вода и одвајање електране од ДСЕЕ због извођења радова, ремонта, итд. У истој ћелији (са спојним прекидачем) уграђена опрема треба да омогући даљински надзор над спојним прекидачем и аквизицију података од интереса за ЕДС. Спецификација сигнала статуса, аларма и мерења система даљинског надзора и управљања које даљинска станица прикупља из електране са ћелије спојног прекидача биће накнадно достављена од стране ЕДС-а. Комуникација са даљинском станицом реализује се комуникационим протоколом IEC 61850 путем фибер оптичког кабла.
- 4.10. У ћелији 35 kV разводног постројења електране, у коју се повезује вод електране, потребно је обезбедити механизам за поуздано и сигурно уземљење вода.
- 4.11. Уземљење у 35 kV разводном постројењу електране, као и у објекту електране, је потребно извести у складу са важећим прописима и стандардима.
- 4.12. У 35 kV разводном постројењу електране, као и у објекту електране, је потребно обезбедити заштиту од напона корака и додира и заштиту од електричног удара у складу са важећим прописима и стандардима.
- 4.13. У 35 kV разводном постројењу електране, као и у објекту електране, је потребно обезбедити заштиту од пренапона и атмосферског пражњења у складу са важећим прописима и стандардима.
- 4.14. Електрана не сме имати електричну везу са струјним круговима који се напајају преко других мерних места. Електрана може имати електричну везу са ДСЕЕ искључиво на начин дефинисан овим документом.



- 4.15. Није дозвољен једновремени старт инвертора. Предвидети стартовање инвертора по групама, тако да укупна максимална снага групе не прелази вредност од 2MW. Предвидети временску разлику између стартовања група од минимално 3 минута.

5. Технички услови за реализацију прикључења електране на ДСЕЕ - обавезе које су у надлежности Странке

- 5.1. Електрана се повезује са ДСЕЕ преко једног трофазног вода (вод електране) који се димензионише и изводи према називном напону мреже и планираној одобреној снази електране.
- 5.2. Странка је у обавези да обезбеди вод електране од места прикључења електране на ДСЕЕ до доводно - одводне ћелије са спојним прекидачем у разводном постројењу електране. Вод електране се у ОМП уводи кабловским водом пресека од минимално 150 mm² до максимално 240 mm². Вод може бити другачијег пресека и састављен од више деоница различитог типа и пресека по избору странке и спрам карактеристика електране, али такав да обавезно буду задовољени критеријуми из тачке 4.8.
- 5.3. Странка је у обавези да обезбеди 35 kV разводно постројење електране на погодном месту, које садржи доводно - одводну ћелију са спојним прекидачем за везивање вода електране.
- 5.4. У доводно - одводној 35 kV ћелији вода електране, у разводном постројењу електране, потребно је уградити следећу опрему:

5.4.1. Прекидач - спојни прекидач, називног напона 35 kV.

5.4.2. Мерне трансформаторе:

Техничке карактеристике 35 kV струјних трансформатора:

- назначена струја примарног намотаја се бира према снази електране,
- назначена струја секундарних намотаја је 5 А,

Техничке карактеристике 35 kV напонских трансформатора:

- назначени преносни однос: $\frac{35}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3} \text{ kV},$

5.4.3. Опрему која омогућава даљински надзор и комуникацију и која комуницира са даљинском станицом у ОМП по протоколу IEC 61850 коришћењем фиброоптичког кабла.

5.5. Обезбедити фиброоптички кабл од 35 kV разводног постројења електране до места прикључења електране на ДСЕЕ за комуникацију са даљинском станицом у надлежности ПДЦ.

5.6. Изградњу електране ускладити са положајем постојећих електроенергетских објеката у власништву ЕДС који пролазе преко и у близини предметних парцела, поштујући одредбе Закона о енергетици и Правилника о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1kV до 400kV (преко предметних парцела прелази ДВ 35 kV и 10 kV).



6. Услови које треба да задовоље заштитни и остали уређаји намењени контроли укључења и искључења електране са ДСЕЕ

6.1. За заштиту генератора и елемената расклопне апаратуре електране од могућих хаварија и оштећења услед кварова и поремећаја у ДСЕЕ примењују се две заштите: системска заштита и заштита прикључног вода. Деловањем ових заштита мора се на спојном прекидачу извршити аутоматско прекидање паралелног рада електране са ДСЕЕ.

6.2. Системска заштита се састоји од:

6.2.1. Напонске заштите, која се састоји се од наднапонске заштите ($U >$) коју чине трофазни напонски релеј најмањег опсега подешавања (0,9-1,2) U_n , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2-3) s и поднапонске заштите ($U <$) коју чини трофазни напонски релеј најмањег опсега подешавања (1,0-0,7) U_n , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2-3) s.

6.2.2. Фреквентне заштите, која се састоји од надфреквентне заштите ($f >$) коју чини монофазни фреквентни релеј најмањег опсега подешавања (49-52) Hz, која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2-3) s и подфреквентне заштите ($f <$) коју чини монофазни фреквентни релеј најмањег опсега подешавања (51-48) Hz, која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2-3) s, а фреквентни релеј треба да буде са функцијом брзине промене фреквенције у интервалу 10 mHz. Обе заштите могу да буду реализоване преко једног уређаја (релеа) који испуњава претходне захтеве ($f >$ и $f <$). Фреквентна заштита може да се реализује и тако да се ова функција интегрише са неком другом заштитом.

6.3. Заштита 35 kV прикључног вода:

6.3.1. Заштита вода са стране ДСЕЕ ће бити обезбеђена из ТС 110/35/10 kV „Владичин Хан“.

6.3.2. Заштита прикључног вода која се уграђује на страни електране се састоји од:

Прекострујне заштите, трофазна максимална струјна временски независна заштита, која реагује:

- са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2-3) s, - прекострујна заштита $I >$;
- тренутно при блиским кратким спојевима - краткоспојна заштита $I >>$;

Мерни релеји прекострујне заштите су за назначену струју 5 A и најмањи опсег подешавања:

- (3-9) A за прекострујну заштиту $I >$ и
- (20-50) A за краткоспојну заштиту $I >>$.

Неопходно је обезбедити искључење електране на спојном прекидачу у случају земљоспоја. Земљоспојну заштиту извести за широк опсег вредности капацитивних струја.

6.4. Уградњом одговарајућих заштитних и других техничких уређаја у објекту електране, треба обезбедити да се прикључење електране на ДСЕЕ на спојном прекидачу може извршити само ако је на свим фазним проводницима присутан напон са стране ДСЕЕ.



- 6.5. Није дозвољено острвско напајање дела ДСЕЕ из електране. Уградњом одговарајућих уређаја у објекту електране, треба обезбедити да се деловањем уређаја за релејну заштиту, на спојном прекидачу, изврши аутоматско одвајање електране са ДСЕЕ, ако је са стране ДСЕЕ прекинуто напајање. Поновно прикључење генератора је могуће након 10 минута од успостављања нормалног напонског стања.
- 6.6. Забрањено је укључење електране на ДСЕЕ без синхронизације. За синхронизацију генератора на ДСЕЕ користи се **инверторски прекидач**. Према Правилима о раду ДСЕЕ уређај за синхронизацију, у зависности од привидне снаге генератора, треба да задовољи следеће услове синхронизације:

Укупна снага генератора (kVA)	Разлика фреквенција (Δf , Hz)	Разлика напона (ΔV , %)	Разлика фазног угла ($\Delta \Phi^\circ$)
0-500	0,3	5	10
500-1500	0,2	5	10
>1500	0,1	3	10

- 6.7. Пројектом треба предвидети блокаду укључења спојног прекидача у случају да је пол са стране електране под напонам.
- 6.8. У случају нестанка помоћног напона за напајање заштитних уређаја и струјних кругова команди расклопних апарата у електрани, треба предвидети аутоматско искључење електране са ДСЕЕ на спојном прекидачу.
- 6.9. У електрани се користе микропроцесорски заштитни уређаји као самостални релеји или у оквиру система интегрисане заштите и управљања електраном. Сва заштитна опрема мора да ради независно од рада система управљања и система комуникације у оквиру електране.
- 6.10. У електрани је потребно предвидети заштиту од унутрашњих кварова која ће у случају унутрашњег квара одвојити електрану, или део електране, од ДСЕЕ у циљу обезбеђивања селективности заштите средњенапонских извода и очувања континуалног рада осталих корисника ДСЕЕ у случају квара у електрани.
- 6.11. Странка има искључиво одговорност у погледу примене одговарајућих заштитних уређаја који ће обезбедити да догађаји као што су: испади, кратки спојеви, земљоспојеви, несиметрије напона и други поремећаји у ДСЕЕ не проузрокују штетно деловање на уређаје и опрему у електрани.

Заштита од унутрашњих кварова у електрани није предмет ових услова.

Управљање радом електране није предмет ових услова и дефинише се посебним уговором након изградње прикључка.



7. Додатни услови за прикључење на ДСЕЕ

7.1. Да би се објекат електране могао прикључити на ДСЕЕ неопходно је:

- Прибавити решење о одобрењу за прикључење електране на ДСЕЕ у складу са Закона о енергетици (у даљем тексту: Решење). Решење се прибавља након добијања акта надлежног органа којим се одобрава градња електране. За прибављање Решења подноси се захтев са прилозима према обрасцу ЕДС. Захтев за издавање Решења се подноси ЕДС;
- Испунити све услове из одобрења за прикључење;
- Закључити и реализовати уговор о пружању услуге за прикључење на дистрибутивни систем електричне енергије, којим се регулише изградња прикључка у складу Законом о енергетици;
- Изградити прикључак (у складу са тачком 2 ових услова);
- Изградњу електране ускладити са положајем постојећих електроенергетских објеката у власништву ЕДС који пролазе преко и у близини предметних парцела, поштујући одредбе Закона о енергетици и Правилника о техничким нормативима за изградњу надземних електроенергетских водова називног напона од 1kV до 400kV (преко предметних парцела прелазе ДВ 35 kV и 10 kV).
- Да електрана задовољава одредбе важећих Правила о раду дистрибутивног система и осталих законских и других прописа;
- Доставити следећу документацију потребну за прикључење електране:
 - Употребну дозволу, односно акт којим се одобрава пуштање електране у пробни рад;
 - Уговор о снабдевању електричном енергијом;
 - Доказ да су за место примопредаје регулисани приступ систему и балансна одговорност.
- Да ЕДС спроведе функционално испитивање којим се доказује да електрана и објекти у функцији прикључења електране испуњавају услове дефинисане Правилима о раду дистрибутивног система и осталим законским и другим прописима;
- Да Странка са ЕДС закључи уговор о експлоатацији електране.

7.2. У близини далековода 35 kV надземног вода ТС 110/35/10kV "Владичин Хан" - ТС 35/10kV "Власе" обезбедити простор за изградњу грађевинског објекта одговарајућих димензија за смештај РП 35 kV, мерне опреме, опреме за даљински надзор, управљање и комуникацију и опреме за сопствену потрошњу за потребе прикључења електране са одговарајућим отворима у поду за увод каблова, хидроизолацијом и решеткастим вратима. Такође је неопходно обезбедити трасе за кабловске водове описане у тачки 2.8.

7.3. Неопходно је да сви власници парцела и ЕДС регулишу имовинско правне односе за изградњу и приступ електроенергетским објектима и опреми ради њихове изградње и одржавања.

7.4. За изградњу, односно реконструкцију објеката, у складу са Законом о планирању и изградњи, неопходно је обезбедити одговарајући план (плански основ) или поступити у складу са одредбама члана 130. Закона о изменама и допунама закона о планирању и изградњи.



7.5. Пре прикључења електране на ДСЕЕ потребно је доставити извештаје о типском, коадном и пријемном испитивању опреме која се уграђује у електрани и до места прикључења електране на ДСЕЕ, прибављене од произвођача, који потврђују да технички параметри електране одговарају подацима наведеним у Захтеву за Решење, одредбама Решења, одредбама Правила о раду дистрибутивног система, прописима и стандардима из одговарајућих области.

8. Рок важења, трошкови и рок прикључења

8.1. Рок важења ових услова је 24 месеци. Странка може тридесет дана пре истека рока важења издатих услова да поднесе захтев за продужење рока важења истих.

Уколико се странка обрати са захтевом за продужење рока важења издатих услова, након истека остављеног рока за продужење, сматраће се да је поднет захтев за издавање нових услова. Нови услови се издају према утврђеној процедури за издавање те врсте документа, у складу са тренутном електроенергетском ситуацијом.

8.2. Накнада за прикључење на ДСЕЕ ће бити утврђена уговором о пружању услуге за прикључење на дистрибутивни систем електричне енергије.

8.3. Према члану 144. Закона о енергетици, трошкове изградње прикључка, као и остале трошкове прикључења на ДСЕЕ сноси Странка.

8.4. Обрачун накнаде за прикључење се врши у складу са Методологијом за одређивање трошкова прикључења на систем за пренос и дистрибуцију електричне енергије („Сл. гласник РС“, бр. 109/15), која садржи образложење критеријума и начина одређивања трошкова прикључења објекта корисника на ДСЕЕ.

8.5. Рок за прикључења електране је 8 дана по испуњењу свих услова наведених у тачки 7.

Сагласан:
Директор Огранка Врање

Горан Николић, дипл. економиста

Директор Дирекције за
планирање и инвестиције

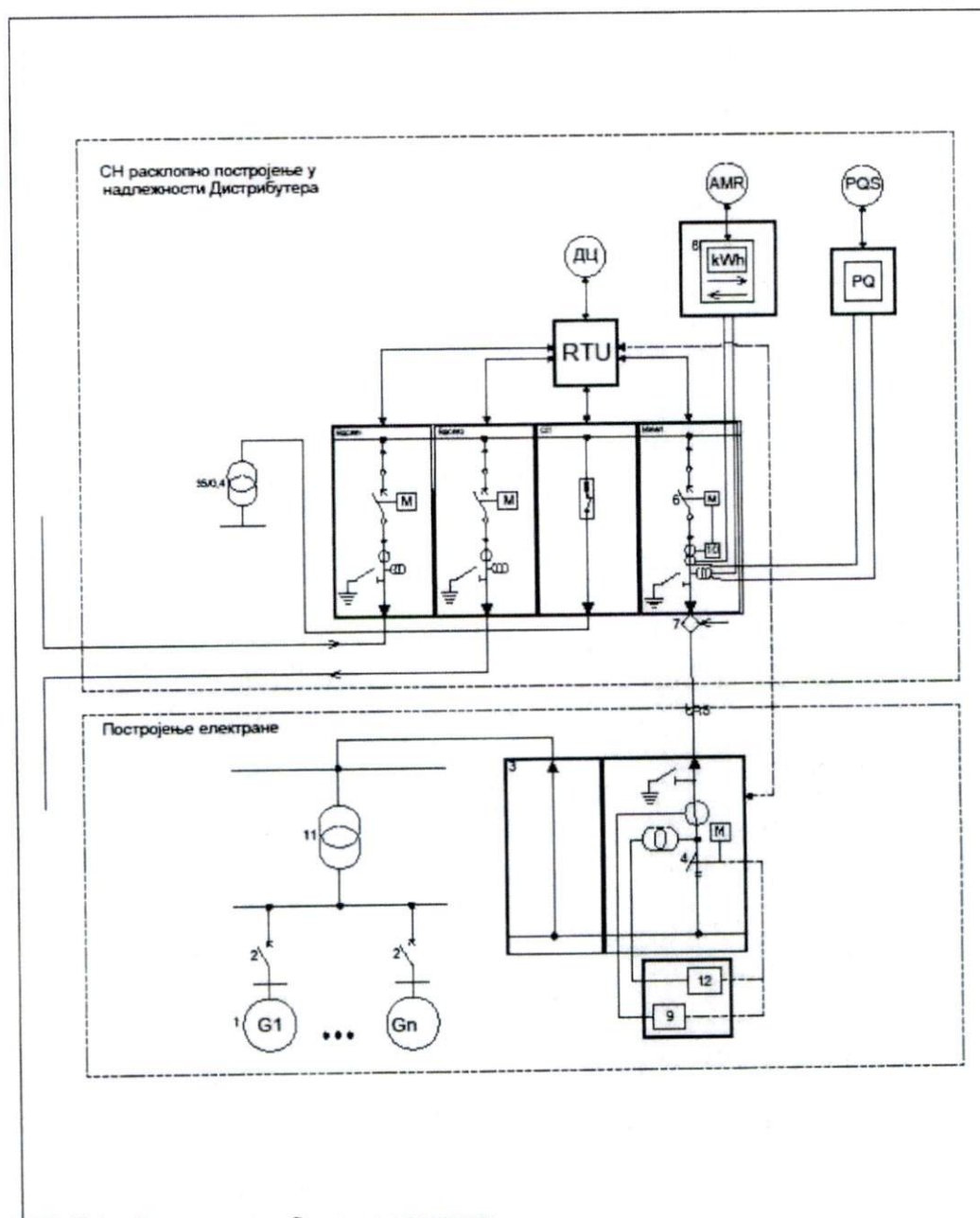
Предраг Матић, дипл. ел. инж.

Прилози:

1. Блок шема прикључења електране на ДСЕЕ
3. Географски приказ ЕЕО и локације СЕ

Доставити:

1. Наслову
2. Служби за енергетику ДП Ниш
3. Служби за енергетику Огранка



ЛЕГЕНДА - Ознаке коришћене на сликама:

- 1) Генератор
- 2) Генераторски прекидач
- 3) Расклопно постројење електране
- 4) Спојни прекидач
- 5) Вод електране
- 6) Расклопни апарат на месту прикључења на ДСЕЕ
- 7) Место прикључења на ДСЕЕ – место разграничења одговорности
- 8) Мерна група
- 9) Заштита вода електране у електрани
- 10) Заштита вода електране на месту прикључења на ДСЕЕ

- 11) Генераторски блок трансформатор
- 12) Системска заштита у електрани

RTU - Даљинска станица за надзор и комуникацију (Remote Terminal Unit)

ДЦ - Диспичерски центар

AMR - Даљинско читавање бројила (Automated Meter Reading)

PQ - уређај за праћење квалитета електричне енергије

PQS - центар за праћење квалитета електричне енергије

← — — — — — → Даљинска комуникација RTU електраном

← — — — — — → Даљинска комуникација

- - - - - Деловање заштитних уређаја на расклопни апарат



Моторни погон



Место разграничења одговорности

ПРИЛОГ 2: Географски приказ ЕЕО и локације СЕ





Дистрибутивно подручје Ниш
Огранак Врање
Маричка 8, 17500 Врање

„Minesco Plus“ Д.О.О.

Број: Д.10.22 – 121535/2-24

Страхињића Бана 1

Датум: 05-04-2024 године

11000 Београд

Електродистрибуција Србије Д.О.О. Београд, Огранак Врање, размотрио је Захтев за измену Улова за пројектовање за потребе измештања 10kV водова због изградње соларне електране „Minesco 1“, бр. Д.10.22 - 121535/1-24, примљен дана 18.03.2024. године од стране финансијера „Minesco plus“ Д.О.О. Београд, ул. Страхињића Бана бр. 1, 11000 Београд. На основу одредби члана 140. Закона о енергетици ("Сл. гласник РС" бр. 145/2014, 95/2018 - др.закон, 40/2021, 35/2023- др.закон и 62/2023), 8 и 86 Закона о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС" бр. 72/09, 81/09, 64/10, 24/11, 121/12, 42/13, 50/13, 98/13, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 9/20, 52/21 и 62/23), Уредбе о локацијским условима ("Сл. гласник РС" бр. 115/20), Уредбе о условима испоруке и снабдевања електричном енергијом ("Сл. гласник РС" бр. 63/13 и 91/18), Правила о раду дистрибутивног система и Одлуке директора Електродистрибуције Србије Д.О.О. Београд о преносу овлашћења и утврђивању надлежности и одговорности бр. 05.000-08.01.-23077/1-21 од 25.01.2021. године, доноси се:

ИЗМЕНА УСЛОВА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

10kV водова због изградње соларне електране „Minesco 1“ на територији Града Врања на к.п. бр. 142/1, 142/3, 142/2, 146/1, 146/2, 145, 144, 143, 151, 150, 149, 172, 171, 170, 169, 168, 167, 166, 152, 153, 154, 159, 158/1, 158/2, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 175, 176, 177 све КО Влаче и делови к.п. 3630 и 3631 све КО Влаче, целе катастарске парцеле бр. 2717 и 2718 КО Градња и део к.п. бр. 4036 КО Градња, а у вези са Захтевом за измену Улова за пројектовање.

1. Између ТС 35/10kV „Влаче“ и новопроектованих стубова на изводима „Влаче 2“ и „Стрешак-Девотин“ пројектовати 10 kV каблове типа и пресека ХНЕ 49-А 10 KV 3x1x150 mm² одговарајуће дужине, у зависности од изабране трасе, на следећи начин:

- Почетак кабловске деонице 10kV извода „Стрешак - Девотин“ пројектовати код првог стуба до ТС 35/10kV „Влаче“, који се налази на к.п. бр. 1656, КО Градња. Крајњи стуб, односно крај 10kV кабловске деонице пројектовати на к.п. бр. 177 КО Влаче, на међној линији са к.п. бр. 3630 и бр. 178 КО Влаче.

- Почетак кабловске деонице 10kV извода „Влаче 2“ пројектовати код првог стуба до ТС 35/10kV „Влаче“ који се налази на к.п. бр. 1656, КО Градња. Крајњи стуб, односно крај 10kV кабловске деонице пројектовати на к.п. бр. 164 КО Влаче на међној линији са к.п. бр. 3631 КО Влаче.

2. На почетку кабловских деоница дефинисаних у тачки 1, пројектовати 10kV једножилне термоскупљајуће спојнице типа и пресека TSKS 150mm².

На крајевима каблова пројектовати 10kV кабловске термоскупљајуће завршнице за спољашњу монтажу TSKZ 150mm².

3. На прелазима из подземних у надземне деонице, који су, такође, описани у тачки 1, пројектовати нове појачане армирано – бетонске стубове, димензионисане за силу у врху према АЛ-ЧЕ проводницима пресека 50/8mm².

4. На првом стубу изван зоне обухвата будуће соларне електране (будући стуб бр. 1 на скици) предвидети уградњу вертикалног 10 kV растављача са катодним одводницима пренапона и уградњу затезних изолаторских ланца. Уградња растављача с одводницима пренапона треба да се предвиди на оба 10kV извода: „Влаче 2“ и „Стрешак-Девотин“.

5. Уземљење стубова пројектовати тако да вредност отпора распрострањања уземљивача не прелази вредност од 15Ω, у складу са Правилником о техничким нормативима

за уземљења електроенергетских постројења називног напона изнад 1000V (Сл.лист СРЈ 61/95).

6. Предвидети демонтажу свих стубова, проводника, овесне опреме и темеља стубова до дубине од 1m, на 10kV далеководима „Стрешак-Девотин“ и „Власе 2“, између ТС 35/10kV „Власе“ и будућих стубова бр. 1 на поменутим далеководима.

7. По завршетку радова извршити геодетско снимање положаја 10 kV каблова и предати Елаборат трасе у РГЗ - Служба за катастар подземних вода.

Додатни услови за извођење радова на изградњи објекта

- 1.1. Грађевинске радове у непосредној близини електроенергетских објеката вршити ручно, без употребе механизације и уз предузимање свих потребних мера заштите.
- 1.2. Најкасније осам дана пре почетка било каквих радова у близини електроенергетских објеката инвеститор је у обавези да се у писаној форми обрати Служби за припрему и надзор одржавања Електродистрибуције Србије д.о.о. Београд, Огранку Врање, у коме ће навести датум и време почетка радова, одговорно лице за извођење радова и контакт телефон.
- 1.3. Обавезује се финансијер да уколико приликом извођења радова наиђе на подземне електроенергетске објекте, одмах обавести Службу за припрему и надзор одржавања Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, Огранак Врање.
- 1.4. У случају потребе за измештањем електроенергетских објеката морају се обезбедити алтернативне трасе и инфраструктурни коридори уз претходну сагласност Електродистрибуција Србије д.о.о. Београд, Огранак Врање. Трошкове постављања електроенергетског објекта на другу локацију, као и трошкове градње, у складу са чл. 217. Закона о енергетици, сноси финансијер објекта због чије изградње се врши измештање.
- 1.5. Пројектна документација треба да гласи на име „Minesco plus“ Д.О.О. Београд, ул. Страхинића Бана бр. 1, 11000 Београд као финансијера и Електродистрибуције Србије Д.О.О. Београд као инвеститора. Изграђени далеководи – измештене деонице, треба да буду основно средство Електродистрибуције Србије Д.О.О. Београд.
- 1.6. Обавезује се финансијер да на траси далековода реши све имовинско правне односе са трећим лицима и да у име инвеститора обезбеди службеност пролаза.
- 1.7. Обавезује се финансијер да је у случају настанка спора са трећим лицима у целости одговоран за надокнаду штете.
2. Претходно издати Услови бр. Д.10.22 – 15841/1-24 од 18.01.2024. године, остају важећи у делу који се односи на 35kV далековод.
3. Ови Услови имају важност 24 месеци од дана издавања.
4. Уколико настану промене које се односе на ситуацију трасе-локације предметног објекта, финансијер је у обавези да промене пријави и затражи издавање нових услова.
5. Локацијски услови мора да буду саставни део пројектне документације.
6. За неуважавање било којег од наведених услова инвеститор сноси пуну одговорност.

Прилог: скица траса постојећих надземних вода са деоницама за демонтажу

С' поштовањем,

Услове обрадили:

Миодраг Здравковић, дипл.ел.инж.

В. Вељковић
Владан Вељковић, дипл.ел.инж.

Доставити:

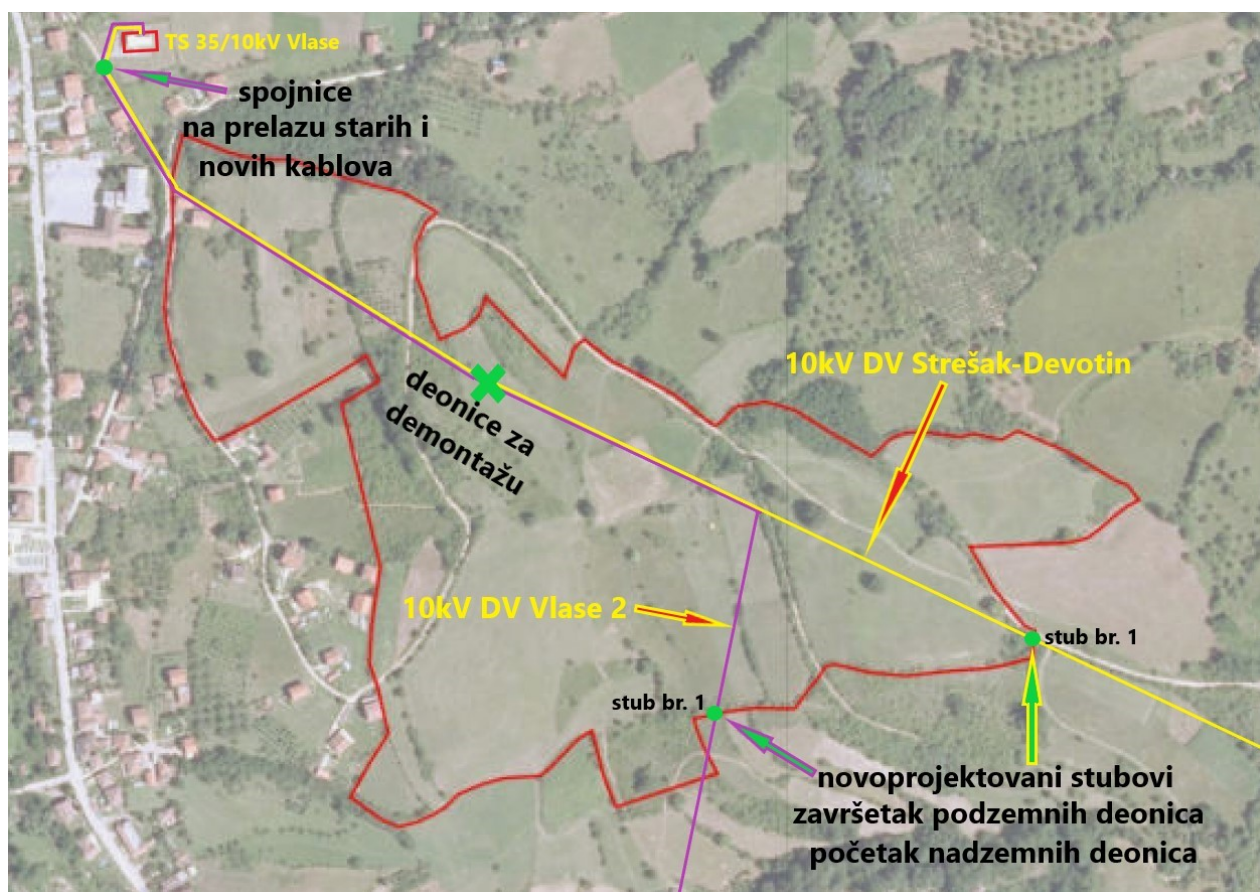
- Подносиоцу захтева
- Директору ЕД Врање
- Служби за енергетику ДП Ниш



Директор Огранка Врање

Горан Николић, дипл.екон.

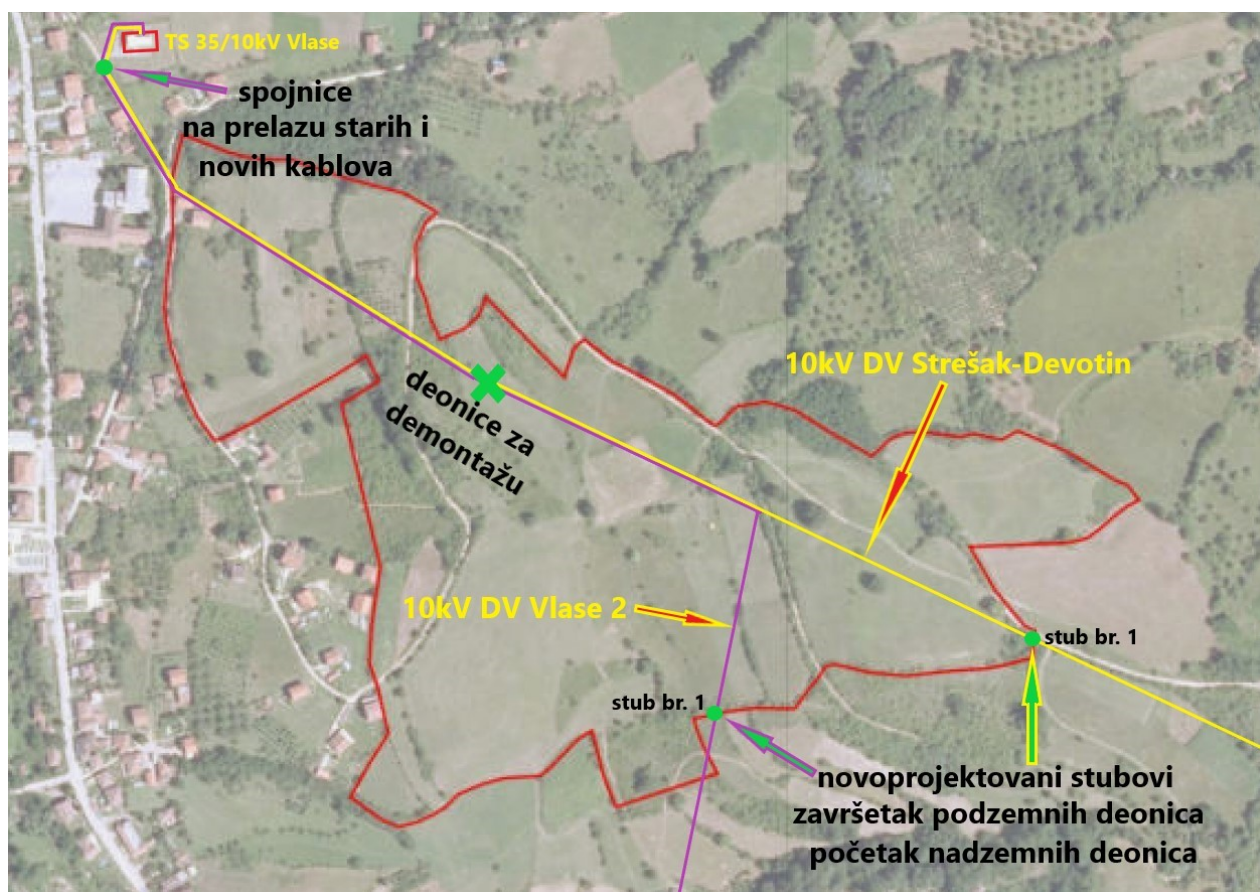
Прилог: скица траса постојећих надземних водова са деоницама за демонтажу



Легенда:

- црвено: границе обухвата соларне електране
- љубичасто: 10 kV далековод „Власе 2“
- жуто: 10 kV далековод „Стрешак-Девотин“

Прилог: скица траса постојећих надземних водова са деоницама за демонтажу



Легенда:

- црвено: границе обухвата соларне електране
- љубичасто: 10 kV далековод „Власе 2“
- жуто: 10 kV далековод „Стрешак-Девотин“