



"ELEKTROSISTEM VR" SINIŠA STANKOVIĆ PR

Pere Cvetanovica br.44
17500 Vranje, Srbija

Phone/Fax:
017/ 427 275
062/289333

4 – PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: "ELEKTRA AC-DC" d.o.o., Bresnica b.b., Vranje

Objekat: Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu, na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR – idejno rešenje

Naziv i oznaka dela projekta: 4 - projekat elektroenergetskih instalacija

Za građenje / izvođenje radova: nova gradnja

Projektant: ELEKTROSISTEM" VR Vranje
Pere Cvetanovića br.44
17500 Vranje

Pečat i potpis:



Pečat i potpis:

Odgovorni projektant:

Ivan Jovanović d.i.e. 350 3816 03



Broj tehničke dokumentacije: 03/2024.
Mesto i datum: Vranje, Mart 2024.

4.2. SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

4.1.	Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija		
4.2.	Sadržaj projekta elektroenergetskih instalacija		
4.3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija		
4.4.	Izjava odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija		
4.5.	Tekstualna dokumentacija		
	4.5.1.	Tehnički opis	
4.6.	Numerička dokumentacija		
	4.6.1.	Proračuni	
	4.6.2.	Predmer i predračun radova	
4.7.	Grafička dokumentacija		Razmera
	Slika 1:	Konstrukcija za postavljanje panela	
	Slika 2:	Blok dijagram MSE	
	Slika 3:	Proizvodnja energije po mesecima	
		Raspored panela na slobodnom terenu	
		Tropolna šema GRO-MSE	
		Jednopolna šema GRO-MSE	

4.3. 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 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13-odluka US, 50/2013-odluka US, 98/2013- odluka US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19 i 37/19 – dr. Zakon i 9/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku i načina vršenja tehničke kontrole prema klasi i nameni objekta ("Službeni glasnik RS", br. 73/2019) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

projekta elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za novogradnju

Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu, na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.
određuje se:

Ivan Jovanović d.i.e 350 3816 03

Projektant:

"ELEKTROSISTEM" VR Vranje
Pere Cvetanovića br.44
17500 Vranje

Odgovorno lice/zastupnik:

Stanković Siniša dipl.ekon.

Pečat:

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

03/2024.

Mesto i datum:

Vranje, Mart 2024. god.

4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant **projekta elektroenergetskih instalacija** koji je deo **Idejnog rešenja** za **novogradnju** Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC-DC", snage 159kW, na slobodnom terenu, na parceli kp.br. 1308 KO Bresnica, sa priključnim kablovskim vodom 1kV.

Ivan Jovanović d.i.a.

IZJAVLJUJEM

1. da je projekat u svemu u skladu sa uslovima imalaca javnih ovlašćenja;
2. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
3. da je projekat u svemu u skladu sa načinima za obezbeđenje ispunjenja osnovnih zahteva za objekat predviđenih elaboratima i studijama.

Odgovorni projektant :

Ivan Jovanović, d.i.e.

Broj licence:

350 3816 03

Pečat:

Potpis:



Broj dela projekta:
Mesto i datum:

03/2024.
Vranje, Mart 2024.god.

SPISAK PRIMENJENIH STANDARDA I PRAVILNIKA

PRAVILNICI, ZAKONI

- Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19 i 37/19 – dr. Zakon i 9/2020 i 52/2021
- Zakon o energetici („Sl. glasnik RS" br. 57/11, 80/11- ispravka, 93/12 i 124/12)
- Pravila o radu elektricitodistributivnog sistema, 2017god.
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona(Sl.list SFRJ, br.53/1988 i 54/1988 - ispr. i Sl. list SRJ, br.28/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekta od atmosferskog pražnjenja (Sl.list SRJ, br.11/96)
- Zakon o zaštiti od požara („SL. glasnik RS“, br. 111/2009 i 20/2015)
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu Republike Srbije (Sl. glasnik R. Srbije, br. 101/2005,91/2015 i 113/2017 – dr.zakon)

STANDARDI

- SRPS HD 193 S2 (2011) - Opsezi napona za električne instalacije u zgradama
- SRPS HD 60364-4-41 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 4-41; Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti – Zaštita od električnog udara
- SRPS HD 60364-4-43 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 4-43; Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti – Zaštita od prekomerne struje
- SRPS HD 60364-5-51 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-51; Izbor i postavljanje električne opreme – Opšta pravila
- SRPS HD 60364-5-52 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 5-52; Izbor i postavljanje električne opreme – Električni razvod
- SRPS HD 60364-5-54 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-54; Izbor i postavljanje električne opreme – Uzemljenje i zaštitni provodnici
- SRPS HD 60364-5-56 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 5-56; Izbor i postavljanje električne opreme – Sigurnosni sistemi
- SRPS HD 60364-6 (2012) - Električne instalacije niskog napona; Deo 6; Verifikacija SRPS
- HD 60364-7-701 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-701; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Lokacije koje sadrže kade i tuševe
- SRPS HD 60364-7-702 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-702; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Bazeni za plivanje i fontane
- SRPS HD 60364-4-443:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 4-44: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Zaštita od naponskih smetnji i elektromagnetskih smetnji — Tačka443: Zaštita odprenapona atmosferskog porekla ili usled rasklapanja
- SRPS HD 60364-7-704 (2012) - Električne instalacije u zgradama; Deo 7-704; Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije - Instalacije na gradilištima i mestima rušenja
- SRPS IEC 60781 (1996) - Uputstvo za proračun struja kratkog spoja u niskonaponskim radijalnim sistemima
- SRPS HD384.4.45 SL:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 4: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Poglavlje 45: Zaštita od podnapona
- RPS HD 60364-7-712:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 7-712: Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije — Solarni fotonaponski (PV) sistemi za napajanje
- SRPS EN 60529 (2011) - Stepeni zaštite električne opreme ostvareni pooću zaštitnih kućišta(IPkod)
- SRPS U.C9.100 (1963) - Dnevno i električno osvetljenje prostorija i u zgradamaDOS preporuke – Društvo za osvetljenje Srbije
- SRPS EN 62305-1 (2013) - Zaštita od atmosferskog pražnjenja - Deo 1: Opšti principi

SRPS N.B.4.803 (1996) - Gromobranske instalacije. Određivanje nivoa zaštite. Izoker. karta R

SRPS N.B.4.810 (1996) - Gromobranske instalacije. Štapne hvataljke sa uređajem za rano startovanje

SRPS EN 62305-3 (2013) - Zaštita od atmosferskog pražnjenja - Deo 3: Fizičko oštećenje objekata i opasnost po život.

SRPS EN 50164-2 (2011) - Komponente za zaštitu od atmosferskog pražnjenja (LPC) - Deo 2: Zahtevi za provodnike i uzemljivače.

SRPS EN 60909-0 (2011) - Struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje- Deo0: Proračun struja

SRPS IEC 60909-1 (1996) - Proračun struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje- Deo 1: Faktori za proračun struja kratkog spoja u trofaznim sistemima naizmenične struje

SRPS IEC 60909-2 (1996) - Električna oprema – Podaci za proračun struje kratkog spoja

SRPS EN 60099-1 (2009) - Odvodnici prenapona; Deo 1; Odvodnici sa nelinearnim otporom za mreže naizmenične struje.

SRPS EN 60099-5 (2009) - Odvodnici prenapona; Deo 5; Preporuke za izbor i primenu

4.4.1. TEHNIČKI OPIS

Idejno rešenje elektroenergetskih instalacija je urađeno prema zahtevu investitora i tehničkim uslovima, a u skladu sa važećim tehničkim propisima koji regulišu ovu vrstu projektovanja i standardima za EE objekte ovakve vrste, kao i prema uslovima za projektovanje i priključenje br. D.10.01-246780/02-22 od 14.10.2022.godine, izdatim od strane Elektrodistribucije Srbije, ED Niš.

Ovim idejnim rešenjem je predviđeno da se MSE izgradi pomoću monokristalnih solarnih panela jedinične snage 405W, nominalnog jednosmernog DC napona 37,3V, nominalne jednosmerne struje 12,94A, dimenzija (1722 x 1134 x 30) mm, težine ne veće od 22 kg, montiranih na površini slobodnog terena na jugoistočnoj strani:

Ukupno se montira 394 panela.

Kablovski vod 0,4 (1kV) za vezu MSE povezuje se sa distributivnim sistemom preko niskonaponskog razvoda iz STS 10/0,4 kV Bresnica, sa stuba na kp.br. 828/1 KO Bresnica.

Pri izradi projekta primenjeni su evropski trendovi vezani za zaštitu životne sredine i primenu obnovljivih izvora energije, a sve u skladu sa Odlukom Vlade Republike Srbije, kojom je prihvaćena obaveza donošenja i realizacije Plana primene direktive 2001/77/EC o promovisanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije na svojoj teritoriji. Takođe su poštovane i odgovarajuće zakonske regulative i propisi Ministarstva za urbanizam, prostorno planiranje, rudarstvo i energetiku, kojima se reguliše instaliranje, izgradnja i priključenje obnovljivih izvora energije na elektroenergetsku mrežu Srbije, kao i Odluka o subvencionisanoj ceni proizvedene električne energije (tzv. „feed-in-tariff“) za korisnike/proizvođače koji se odluče da postave (instaliraju) svoje fotonaponske sisteme i na taj način rasterete energetske sistem, pri čemu stiču pravo dobijanja statusa povlašćenog proizvođača.

Izgradnja instalacija prema ovom projektu spada u kategoriju obnovljivih izvora energije, čije cene isporučene energije definiše Vlada Republike Srbije.

Intezitet sunčeve radijacije u Srbiji je među najvećim radijacijama u Evropi i kreće se između 1.100 kWh/godišnje na severu, do oko 1.400 kWh/godišnje na jugu, za fiksnu ravnu horizontalnu površinu. Za nagnute površine ove vrednosti se povećavaju na oko 1.400 kWh do oko 1.800 kWh/godišnje.

Paneli se montiraju na lakoj aluminijumskoj konstrukciji, izgrađenoj od namenskih profila, montiranih u pet redova na rastojanju od jednog cetimetra, sa nosačima po sredini etaže. Razmak između redova je četiri metra. Šeme konstrukcije date su u grafičkoj dokumentaciji.(slika 1)

Osnovne karakteristike objekta MSE za proizvodnju električne energije su

Lokacija:	Bresnica
Klimatski podaci za:	Bresnica
Broj fotonaponskih panela	394
Tip fotonaponskih panela	Mono UL-405W
Broj invertora	3
Tip invertora	Datasheet-ZCS-3PH-50000-60000TL-V1-EN
Instalirana snaga (AC strana)	159 kW
Instalirana snaga (DC strana)	159 kWp

Oprema i električne instalacije u MSE

Sa slobodnog terena, od panela(od stringova) vode se DC kablovi do invertera. Inverteri će biti smešteni ispod samih panela na konstrukciji od aluminijuma. AC orman solarne elektrane(GRO-MSE) biće smešten u neposrednoj blizini solarnih panela.

U naizmeničnom razvodnom ormaru GRO-MSE ugrađuju se zaštitni uređaji, koji moraju da obezbede sistemsku zaštitu, zaštitu priključnog voda, zaštitu od ostrvskog rada, nadzor i komunikaciju, kao i da obezbedi uključenje MSE na DEES.

Sistemska zaštita se sastoji od:

- 1) Naponske zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnjereaktivne električne energije, koja se sastoji od nadnaponske i podnaponske zaštite;
- 2) Frekventne zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje aktivne energije, a sastoji se od nadfrekventne i podfrekventne zaštite.

Obe zaštite su realizovane preko kombinovanih naponskih i frekventnih releja u GRO- MSE, koji u sebi sadrži AC kompakt prekidač sa podesivom termičkom i prekostrujnom zaštitom. Sistemska zaštita je izvedena uređajima za nadfrekventnu, podfrekventnu, nadnaponsku i podnaponsku zaštitu, koji vrši monitoring ulaznog napona i frekvencije i koji preko svojih relejnih izlaza upravlja kontaktorima u GRO-MSE. U slučaju da frekvencija, ili napon proizveden u MSE, odstupa od dozvoljenih graničnih vrednosti koje definiše elektrodistribucija prema Pravilima o radu distributivnog sistema, dolazi do isključenja kontaktora kako se nepravilnosti ne bi prenele na DEES, čime se obezbeđuje zaštita DEES. Ponovno uključenje se izvodi lokalno, s tim da vremenski relej sa kašnjenjem pri uključivanju omogućava uključenje tek nakon isteka previđenog vremena(10min.) od pojave naponana mreži DEES.

Prekostrujna zaštita je trofazna maksimalna strujna vremenski nezavisna zaštita koja reaguje:

- 1) sa vremenskom zadržskom pri strujnim opterećenjima koja prelaze vrednosti dozvoljenih strujnih opterećenja voda elektrane,
- 2) trenutno pri bliskim kratkim spojevima,

Zaštita NN voda u elektrani je prekostrujna, preko kratkospojnog i termičkog okidača NNprekidača, kaoi preko NV osigurača rastavljača

U MSE je potrebno obezbediti nadzorni sistem sa zahvatom sledećih podataka:

- a. statusi rasklopne opreme prekidača, osigurača
- b. alarmi
- c. merenja struja i napona na izlazu iz invertora
- d. stanje brojila
- e. meteo merenja temperature, vlažnosti i pritiska vazduha.

Solarna elektrana ne sme biti ostrvskog tipa,većmrežna. Za zaštitu od ostrvskog rada opremljen je sam inverter. Zaštita uređaja MSE se ostvaruje dimenzionisanjem i odgovarajućim izborom osigurača iprekidača nanaizmeničnoj strani invertorskog razvoda.

Prekidači se isključuju u slučaju kvara na inverterima, dok se osiguračima vrši zaštita opreme odkratkog spoja. Pored navedenog i sam inverteri ima svoj sistem zaštite.

Sve metalne mase MSE uzemljiti direktno na sabirne zemljovode, a zatim isto vezati preko mernog mesta na postojeće uzemljenje.

Pored GRO-MSE, predviđena je kutija sa sabirnicom za izjednačenje potencijala, povezana na postojeći

uzemljivač objekta.

Za zaštitu od prenapona (od invertera ka mreži DEES i od mreže ka inverteru) predviđeni su odvodnici prenapona, klase II(T2), 20kA/280V i varničar, $I_n=40kA$. 280V za nulti provodnik. Za odvodnike je predviđen 3P nosač cilindričnih osigurača od 32A.

Sve metalne mase MSE uzemljiti direktno na kutiju za izjenučenje potencijala KIP, a zatim isto vezati preko mernog mesta na postojeće uzemljenje objekta.

Za zaštitu uređaja MSE od groma upotrebiti postojeću gromobransku zaštitu, postavljenu na krovu objekta.

Ožičavanje solarnih panela se vrši prethodno odmerenim kablovima sa ugrađenim konektorima, tako da je samo ožičavanje veoma brzo i bez upotrebe dodatnog alata. Kablovi su urađeni u crvenoj i crnoj boji, tako da se može izvršiti vizuelna provera ožičavanja. Proizvođači preporučuju upotrebu kabla namenskog kabla preseka 4mm² za vezu između panela, a za vezu od prvog panela stringa do GRO ide presek 6mm². Provodnike postavljati u PNK regale.

Prostor u kome se nalaze inventori i ormari mora biti fizički zaštićen od mehaničkog udara, kao i od udara električne energije. Najbolje je predvideti posebnu prostoriju, ali ukoliko zasebna prostorija ne postoji formirati je lako pregradnim gipskartonskim zidovima (tipa "knauf") ili u najgorem slučaju izraditi zaštitnu ogradu bez mogućnosti neovlašćenog upada.

Praćenje rada MSE obezbeđeno je preko invertora i WiFi uređaja, uz pomoć aplikacije proizvođača invertera.

Generisana naizmjenična električna energija se, u zoni fotonaponskih modula, "prikuplja" na jednom mestu, u AC bloku razvodnog ormara GRO-MSE. Izlaz invertora se sa GRO-om povezuje kablom tipa PP00 4x35mm². Od GRO-MSE do MRO koji će biti postavljen na postojećem betonskom stubu na k.p.br.1308 u blizini STS 10/0.4kV Bresnica reka polaže se kabal u rovu tipa PP00-A 4x150mm² u dužini od 120m.

Invertor se od prenapona, sa DC strane štiti odvodnicima tipa „2“ koji su ugrađeni u samom inverteru.

Za prekidanje veze sa pojedinim stringovima, na samom inverteru postoje DC prekidači.

GROMOBRANSKA INSTALACIJA I ZAŠTITNO UZEMLJENJE SOLARNOG POLJA

Zaštita od atmosferskog pražnjenja je predviđena biće postavljena na konstrukciji panela i ogradi parcele. Za zaštitno uzemljenje koristi se uzemljenje konstrukcije panela. Svi metalni delovi opreme fotonaponskog solarnog polja, nosači, fotonaponski moduli, stubovi nosača fotonaponskih panela i niskonaponska oprema će biti povezani na zaštitno uzemljenje, tj. na KIP.

Osnovni zadatak prilikom projektovanja gromobranske zaštite, saglasno standardu IEC 1024 je prethodni izbor i određivanje nivoa zaštite.

Za fotonaponske sisteme, veće od 10kW u skladu sa VdS preporukom, projektovana gromobranska instalacija treba da zadovolji kriterijum za zaštitu sistema sa III nivoom zaštite tj. stepen efikasnosti E_r treba da je u granicama od 0.8 do 0.9.

OPŠTE NAPOMENE

Pre završetka svih radova na instalaciji, izvršiti ispitivanje kontinuiteta gromobranske instalacije i merenja otpora rasprostiranja uzemljivača saglasno sa tehničkim uslovima za gromobranske instalacije.

Otpornost (postojećeg) uzemljivača će biti utvrđena merenjem pre priključenja gromobranske instalacije na elemente MSE – a. U slučaju da je vrednost izmerene otpornosti uzemljivača veća od 10Ω po jednom uzemljenju, neophodno je preduzeti sve mere i aktivnosti da se obezbedi otpornost manja od te vrednosti.

Blok dijagram MSE, dat je u grafičkoj dokumentaciji. (slika 2)

Mrežni fotonaponski sistem se sastoji od 3 invertora svaki sa po 4 strujna kruga solarnih panela (36 stringova) i to:

Prvi inverter: 6 stringa sa po 18 panela i 1 string sa 12 panela.

Drugi inverter: 6 stringa sa po 18 panela i 1 string sa 10 panela.

Treći inverter: 9 stringa sa po 18 panela.

FOTONAPONSKI MODULI

MSE je povezana sa DC razvodnim ormarom preko „S flex“ kablova, namenskim za solarne sisteme.

Paneli su montirani na kosom slobodnom terenu sa nagibom od 10° vode. Fotonaponski paneli se montiraju pod uglom od 33° u odnosu na horizont. Orjentacija panela je jug-jugozapad. Između redova je ostavljen razmak od 3,5m i 2,5m do granice parcele tj. ograde.

Svaki solarni panel se sastoji od 144 fotonaponskih ćelija, postavljenih u kućištu od eloksiranog aluminijuma, koji su povezani u kombinaciji serijski i paralelno kako bi se dobio prikladan napon, odnosno snaga. Ove ćelije su testirane u smislu kvaliteta u svim koracima proizvodnje i sa garancijom od min 10 godina. Njihove osnovne karakteristike su dugačak period eksploatacije, veliki stepen efikasnosti, kao i velika otpornost na mehanička i atmosferska dejstva. Najvažniji faktor koji utiče na proizvodnju električne energije svakog modula je njegova snaga. Snaga svakog panela se povećava sa smanjenjem spoljnje temperature i obratno, smanjuje se sa povećanjem temperature.



Projektant,
dipl.el.ing. I Jovanović

TEHNIČKI USLOVI

1. OPŠTI USLOVI

1. Ovi uslovi su sastavni deo projekta i kao takvi obavezni su za izvođača i investitora.
2. Radovi se moraju izvesti u svemu prema projektu sa kvalitetnim materijalom i opremom koja odgovara važećim standardima i propisima, kako u električnom tako i u mehaničkom pogledu.
3. Izvođenje radova poveriti stručnoj i kvalifikovanoj radnoj snazi.
4. Stručni predstavnik investitora dužan je da prouči projekat i da eventualne primedbe dostavi projektantu.
5. Izvođač radova je obavezan da pre početka radova detaljno prouči projekat i da eventualne primedbe dostavi nadzornom organu ili projektantu.
6. Ukoliko se u toku gradnje ukaže opravdana potreba za odstupanje od odobrenog projekta i ako to menja stručna rešenja ili koncepciju objekta nadležni su stručni organ investitora i projektant. Sva lica koja učestvuju u realizaciji moraju biti obaveštena o tome, a izmene se moraju uneti u sve primerke projekta.
7. Izvođač radova je dužan da eventualnu štetu, učinjenu na postojećim objektima i instalacijama, materijalno nadoknadi.
8. U toku gradnje investitor i izvođač su dužni da obezbede normalan saobraćaj, postavljanjem za to određenih oznaka i da obezbede radove na mestima gde isti mogu da prouzrokuju nezgode za pešake.
9. Izvođač radova daje garanciju za izvršene radove prema ugovoru sa investitorom, a prema važećim propisima i zakonskim odredbama.
10. Po okončanju radova treba ispitati izvedene instalacije, izvršiti potrebna električna merenja, predati ateste investitoru, započeti probni rad, pripremiti dokumentaciju izvedenog stanja i obaviti tehnički pregled. Po otklanjanju eventualnih primedbi i posle dobijanja upotrebne dozvole objekat se predaje investitoru i korisniku. Uz predaju objekta predaje se i tehnička dokumentacija, uputstva za rad, korisnici se upoznaju sa instalacijama i po potrebi manipulacijom.



Projektant,
dipl.el.ing. I Jovanović

2. TEHNIČKI USLOVI ZA IZRADU ELEKTROINSTALACIJA

1. Celokupnu instalaciju uraditi u svemu prema Pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl. list SFRJ 53/88 i 54/88) i grafičkoj dokumentaciji. Primenjeni materijali moraju odgovarati važećim standardima, propisima i preporukama.
2. Sečenje i bušenje armirano-betonskih ili gvozdениh greda i stubova ne sme se vršiti bez odobrenja nadzornog organa za tu vrstu radova.
3. U istu instalacionu cev ili kanal mogu se postavljati provodnici samo jednog strujnog kola, osim provodnika upravljačkih i pomoćnih strujnih kola.
4. Ugao ukrštanja energetskih i telekomunikacionih kablova treba da bude najmanje 45° a vertikalno rastojanje energetskih vodova (za napone 250V prema zemlji) od telekomunikacionih mora da iznosi najmanje 30cm.
5. Polaganje energetskih kablova ispod vodovodnih cevi nije dozvoljeno.
6. Horizontalno rastojanje između kablovskih vodova i vodovodnih i kanizacionih cevi mora da bude najmanje 50cm, a pri ukrštanju se mora obezbediti najmanje rastojanje od 30cm.
7. Provodnici nižeg napona ne smeju se stavljati u istu instalacionu cev ili omotač gde i provodnici višeg napona, osim ako između ta dva razvoda postoji izolaciona pregrada koja izdržava ispitni napon električnog razvoda višeg napona.
8. Na mestima prolaska kroz zidove obezbediti dodatnu mehaničku zaštitu provodnika (čaura, cev i sl.)
9. Najmanji dozvoljeni razmak između električne i neke druge instalacije je 30mm. Razmak između električnog razvoda i neke druge instalacije mora biti takav da omogućava normalan prilaz i održavanje svake od njih.
10. Pri paralelnom polaganju horizontalne vodove jake i slabe struje treba postaviti:
 - vodove jake struje 30cm ispod tavanice
 - vodove slabe struje postaviti 10cm iznad vodova jake struje
 - vodove telefonske instalacije postaviti 20cm iznad vodova jake struje.Razvodne kutije na ovim mestima postavljaju se koso jedna ispod druge pod uglom od 45° a na mestima ukrštanja, koja se izvode pod pravim uglom, rastojanje između vodova mora biti najmanje 10mm.
11. Električni razvod se ne sme postaviti ispod neelektričnih instalacija na kojima je moguća kondenzacija vode ili drugih tečnosti.
12. Prekidači i osigurači stavljaju se samo na fazne provodnike.
13. Kablovi položeni neposredno u malter ili u zid moraju po celoj dužini biti pokriveni malterom debljine najmanje 4mm.
14. Provodnici se po zidovima postavljaju vertikalno ili horizontalno, a koso polaganje je dozvoljeno samo u plafonu. Nije dozvoljeno koso polaganje provodnika po zidovima. Pri horizontalnom polaganju vodovi se polažu na rastojanju od 30cm do 110cm od poda i 200cm od poda do tavanice. Pri vertikalnom polaganju vodova rastojanje od ivica prozora i vrata mora biti najmanje 200cm.
15. Provodnici bez ispune (PP/R) smeju se polagati direktno u zid ispod maltera samo u suvim prostorijama, a ne smeju se voditi u snopu i ne smeju se pričvrstivati za zapaljive površine.
16. U vlažnim i prašnjavim prostorijama instalacioni pribor mora biti zaptiven i stepen zaštite najmanje IP 56.



Projektant,
dipl. el. ing. I Jovanović

U. Jovanović

3. TEHNIČKI USLOVI ZA IZRADU GROMOBRANSKIH INSTALACIJA

Za izradu instalacije gromobrana upotrebiti standardne elemente po SRPS-u N. B4. 900, pocinkovane toplim postupkom. Elementi instalacije na kojima je zaštitni plašt od cinka oštećen, ne smeju se ugraditi. Ako se objekat nalazi unutar energetskog ili industrijskog kompleksa s zajedničkim uzemljivačem koji se dimenzioniše prema drugim elektroenergetskim i sigurnosnim parametrima, materijal za uzemljivač gromobrana će se definisati u skladu sa projektom zajedničkog uzemljenja kompleksa.

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

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

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

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

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

Na štapnoj hvataljki sa uredjajem za rano startovanje mora se postaviti natpisna pločica sa vidljivim upozoravajućim natpisom "Opasno visoki napon"



Projektant,
dipl. el. ing. I Jovanović

POSEBAN PRILOG

o primenjenim propisanim merama i normativima zaštite na radu pri projektovanju u smislu Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu Republike Srbije (Sl. glasnik R. Srbije, br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 – dr.zakon)

POSEBAN PRILOG O PRIMENJENIM PROPISIMA I MERAMA I NORMATIVIMA ZAŠTITE NA RADU

Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri izgradnji i korišćenju elektroenergetske mreže i postrojenja i predviđene mere zaštite:

- • 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 plaštovima, a predviđa se i pravilno uvođenje istih u priključne ormane i zaštitna kućišta električne opreme.

Opasnost od preopterećenja

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

Opasnost od struje 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 opreme, pojava kratkog spoja je onemogućena.

Opasnost od električnog udara (indirektno 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 statičkog elektriciteta

Opasnost od statičkog elektriciteta otklonjena je pravilnim izvođenjem uzemljenja

Opasnost od uticaja elektromagnetnog polja

Zaštita je predviđena primenom zaštitnih mera prilikom paralelnog vođenja i ukrštanja sa energetskim vodovima kao i izvođenjem uzemljenja armature

Zaštita radnika pri polaganju kablova

Pri polaganju kanalizacije postoji opasnost povrede radnika u sledećim slučajevima: a) provera usled dejstva visokog napona

Pri nepažljivom postupku prilikom kopanja rova može se dogoditi da radnik svojim alatom probije armaturu i olovni omotač energetskog kabla i na taj način dođe u dodir sa visokim naponom.

Da bi se to izbeglo potrebno je da šef gradilišta, kod koga se nalaze nacrti projekta, pre početka kopanja obeleži na terenu mesto ukrštanja kablova i na ovom mestu rad izvodi specijalno kvalifikovan radnik.

Prilog o primenjenim merama zaštite od požara

Primenom adekvatne zaštite energetskih transformatora i drugih električnih aparata od kratkih spojeva, zemljospojeva i nedozvojenih preopterećenja i pravilnom upotrebom i redovnim održavanjem smanjen je opasnost od požara.

Pravilnim izborom lokacije, pogodnim razmeštajem opreme i primenjenim merama za brzo odvođenje zapaljivih tečnosti (kada za sakupljanje ulja dimenzionisana je tako da može da primi celokupnu količinu ulja koju sadrži energetski transformator), smanjena je opasnost od širenja požara na susedne objekte. Radi sprečavanja razornog dejstva eksplozije usled kratkog spoja ili drugog kvara primenjene su mere za rasterećenje od prekomernog pritiska (postavljanje sigurnosnih membrana), ćelije 10 kV izrađene su od vatrostalnog materijala sa protivpožarnim pregradama između ćelija koje služe da spreče prenošenje luka na ostale ćelije, čime je zadovoljen uslov da sklopka-rastavljač budu međusobno odvojeni. Osim toga sve ćelije su opterećene ekspanzionim poklopcem.

Svi vodovi i oprema dimenzionisani su tako da se, pri nazivnom opterećenju, neće zagrejati iznad dozvoljene temperature za te preseke i opremljeni su odgovarajućom zaštitom.

Zaštita i spasavanje u slučaju požara omogućeno je kratkim putevima za evakuaciju. Vrata postrojenja otporna su prema požaru i otvaraju se sa unutrašnje strane bez upotrebe ključa.



Projektant,
dipl. inž. I. Jovanović
I. Jovanović

4.5. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

4.5.1. Tehnički uslovi za povezivanje MSE sa distributivnom mrežom

Tehnički uslovi za priključenje fotonaponske solarne elektrane na javnu elektroenergetsku mrežu, koja je predmet ovog Projekta, definisani su Pravilima o radu distributivnog sistema Elektroprivrede Srbije (u daljem tekstu: Pravila). Pravila detaljno obrađuju uslove za priključenje objekta snage do 1MW i u njima se male elektrane klasifikuju prema instalisanoj snazi, vrsti generatora i načinu rada generatora, kao i prema naponskom nivou generatora i naponskom nivou priključka.

Prema instalisanoj snazi male elektrane se dele na 6 grupa, bez obzira na broj ugrađenih generatora. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana čijaje snaga do 1MW.

Prema vrsti generatora koji se koriste male elektrane se dele na 4 grupe. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana koja koristi jednosmernigenerator sa naponskim inverterom, jednosmernog napona ili naizmeničnog pretvarača.

Prema načinu rada generatora male elektrane mogu raditi u 4 različita režima rada. Fotonaponska elektrana, koja je predmet ovog projekta, po svom režimu je svrstana u grupu koja predviđa da generator male elektrane može biti u „Paralelnom radu sa distributivnim sistemom sastalnom ili povremenom predajom energije u sistem, koji se odnosi na generatore koji stalno rade paralelno sa distributivnim sistemom, a proizvedenu električnu energiju predaju u distributivni sistem u celini ili delimično upotrebljavaju za sopstvene potrebe, a delimično (višak) predaje sistemu“.

Prema naponskom nivou generatora male elektrane se dele u dve grupe. Solarna elektrana, koja je predmet ovog projekta, spada u grupu malih elektrana sa niskonaponskim generatorom sa nazivnim međufaznim naponom do 1 kV (po pravilu 0,4kV, a za vetrogeneratore po pravilu 0,69kV).

Prema naponskom nivou priključka na distributivnu elektroenergetsku mrežu, male elektrane se dele na:

- Elektrane na niskonaponskoj mreži sa nazivnim međufaznim naponom 0,4kV
- Elektrane na srednje naponskoj mreži sa nazivnim međufaznim naponom 10kV, 20kV ili 35kV

Projektom predviđeno je priključenje fotonaponske elektrane na niskonaponsku mrežu sa nazivnim međufaznim naponom do 0,4kV.

Ovim pravilima detaljno je predviđen i način priključenja male elektrane na distributivni elektroenergetski sistem. Proizvođač je dužan da priključenje male solarne elektrane na distributivni elektroenergetski sistem, nezavisno od broja generatora, uključujući i sopstvenu mrežu, izvede u skladu sa opštim šemama koje su date uz pravila.

Najveće dozvoljeno odstupanje napona na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem, u odnosu na nazivne napone generatora u maloj elektrani, iznosi:

	max odstupanje napona	max. učestanost odstupanje napona,
jednom u:		
niski napon	5%	5min,
srednji napon	5%	3min,

Za priključenje i bezbedan paralelan rad male elektrane sa distributivnim elektroenergetskim sistemom, MSE mora da zadovolji 4 osnovna kriterijuma:

- Kriterijum dozvoljene snage MSE
- Kriterijum flikera
- Kriterijum dozvoljene struje viših harmonika
- Kriterijum snage kratkog spoja

Kriterijum dozvoljene snage MSE proverava da li u prelaznom režimu (uključenje i isključenje generatora) promena napona (naponski udar) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem neće prekoračiti vrednost: $\Delta U_m = 2\%$.

MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem po kriterijumu dozvoljene snage, ako je ispunjen sledeći uslov:

$$\text{Za SN} \quad S_{ngm} \leq S_{ks}/50 \times k$$

$$\text{Za NN;} \quad S_{ngm} \leq S_{ks}/33,3 \times k, \text{ gde je}$$

S_{ngm} – najveća vrednost jedinične snage generatora u MSE, odnosno ukupna snaga višegeneratora, ako se jednovremeno priključuje na distributivnu elektroenergetsku mrežu

S_{ks} – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem

$k = I_p/I_n$ – koeficijent određen količnikom maksimalne polazne struje I_p (struje priključenja) inaznačene struje I_n generatora, koji ima vrednost:

$k = 1$, za sinhronne generatore i jednosmerne generatore sa invertorom,

$k = 2$, za asinhronne generatore,

$k = 8$, kada nije poznat podatak o polaznoj struji I_p .

Kod MSE sa više generatora, priključenje narednog generatora na distributivni sistem smeda izvede najmanje 2 minuta posle priključenja prethodnog generatora. U suprotnom, ove generatore treba tretirati kao da se priključuju jednovremeno.

MSE ukupne instalisane snage svih generatora $S_{mel} = \sum S_{ng}$ može da se priključi nadistributivni elektroenergetski sistem bez štetnog delovanja, ako ispunjava sledeći uslov:

$$S_{mel} = \sum S_{ng} \leq S_{ks}/50, \text{ gde je:}$$

S_{mel} – ukupna instalisana snaga MSE S_{ng} – snaga jednog generatora

S_{ks} – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni elektroenergetski sistem.

Kako je: $S_{ngm} = 160 \text{ kVA} = 0,16 \text{ MVA}$

$$0,16 < 250/1 \times 50$$

pa je kriterijum dozvoljene snage male elektrane zadovoljen.

Kriterijum flikera se ocenjuje pomoću faktora smetnji i koeficijenta flikera. Faktor smetnji (A_{fs}) male elektrane, izazvani flikermom dugog trajanja (preko 2 sata) se, za MSE sa n generatora ukupne instalisane snage $S_{mel} = \sum S_{ng}$, izračunava primenom sledeće formule:

$$A_{fs} = (C_{f_{mel}} \times S_{mel}/S_{ks})^3 = (C_{f_l}/\sqrt{n} \times$$

$$S_{mel}/S_{ks})^3, \text{ gde je:}$$

n – broj generatora u MSE

$C_{f_{mel}}$ – koeficijent flikera MSE sa „ n “ generatorom

C_{f_l} – koeficijent flikera MSE sa jednim generatorom

MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem, ako je ispunjen uslov: $A_{fs} \leq 0,1$.

Koeficijent flikera (C_f) označava osobinu MSE da proizvodi flikere. Vrednost koeficijenta flikera (C_f) daje proizvođač male elektrane, posebno za svaki generator i elektranu kao celinu, na osnovu atesta o tipskom ispitivanju MSE koja ima iste ili slične karakteristike kao MSE koja se gradi. Nakon završetka gradnje male elektrane i priključenja na distributivni elektroenergetski sistem, distributer mora merenjem da potvrdi koeficijent flikera pojedinačno za svaki generator (C_{f1}), kao i za celu malu elektranu (C_{fme1}), da ne prelazi vrednost koja je garantovana atestom o ispitivanju tipa generatora koji je ugrađen. Merenje se vrši u normalnim pogonskim uslovima, takoda se ne uzimaju u obzir prelazne pojave. MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem, ako je ispunjen uslov:

$$C_{fme1} \leq 20$$

Kod elektrana na vetar i kod solarnih elektrana koeficijent flikera po pravilu **ne zadovoljava** uslov $C_{fme1} \leq 20$ (njegova vrednost može da iznosi i do 40). Ovako male elektrane se mogu priključiti na distributivni elektroenergetski sistem ako zadovoljavaju kriterijum faktora smetnji izazvanih flikrom dugog trajanja $A_{fs} \leq 0,1$, odnosno dokaz da priključenje ME na DS neće proizvesti štetno delovanje. Kod elektrana na vetar i solarnih elektrana obavezan je atest kojim se dokazuje da elektrana zadovoljava kriterijum flikera.

Za fotonaponsku elektranu koja je predmet ovog projekta potrebno je pribaviti atest kojim se dokazuje da elektrana zadovoljava kriterijum flikera.

Kriterijum snage kratkog spoja

Kriterijumom snage kratkog spoja se proverava ukupna vrednost struje (snage) trofaznog kratkog spoja na mestu priključenja elektrane u pogonu. Vrednost struje (snage) ne sme preći maksimalne dozvoljene vrednosti struja (snaga) kratkog spoja na koje je dimenzionisana oprema u DS. Ako vrednost struje (snage) prelazi maksimalne dozvoljene vrednosti, neophodno je ograničiti struju kratkog spoja koju daje elektrana tako da ovaj kriterijum bude zadovoljen.

Ako se zbog priključenja ME poveća snaga (struja) trofaznog kratkog spoja iznad vrednosti za koju je dimenzionisana oprema u DS, treba da se primeni jedna ili više sledećih mera:

- ograničenje struja kratkog spoja u ME;
- zamena rasklopnih aparata i/ili druge opreme koja ne ispunjava zahteve s obzirom na snage (struje) kratkog spoja;
- promena mesta priključenja na DS, promena parametara priključnog voda itd.

ME instalisane snage do 1 MVA ne mogu da znatnije povećaju snagu kratkog spoja u DS, pa je provera kriterijuma snage kratkog spoja obavezna samo ako snaga ME prelazi 1 MVA.

Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika se proverava pomoću izraza

$$I_{vhdoz} = I_{vhs} \times S_{ks},$$

gde je:

I_{vhdoz} – dozvoljena vrednost struje višeg harmonika na naponskom nivou generatora [A];

I_{vhs} – svedena struja višeg harmonika je vrednost struje višeg harmonika, koja je svedena na snagu trofaznog kratkog spoja na mestu priključka na distributivni sistem. [A/MVA]

S_{ks} – snaga trofaznog kratkog spoja (stvarna vrednost) na mestu priključenja na distributivni sistem. [MVA]

Redni broj višeg harmonika [v]

$I_{vhs,v,u}$ [A/MVA]

[A / MVA]

	Niski	10 kV	20 kV	35 kV
2	1,5	0,058	0,029	0,0163
3	4	/	/	/
4	0,47	0,019	0,009	0,005

5	1,5	0,058	0,029	0,0163
6	0,58	0,023	0,012	0,007
7	2	0,082	0,041	0,0231
8	0,2	0,008	0,004	0,002
9	0,7	/	/	/
10	0,36	0,014	0,007	0,004
11	1,3	0,052	0,026	0,0146
12	0,27	0,011	0,005	0,002
13	1	0,038	0,019	0,0111
14	0,17	0,007	0,003	0,002
16	0,15	0,006	0,003	0,002
17	0,55	0,022	0,011	0,0600
18	0,12	0,005	0,002	0,001
19	0,45	0,018	0,009	0,0051
23	0,3	0,012	0,006	0,0034
25	0,25	0,010	0,005	0,0026
25 < v < 40*	0,25 · 25/v	0,01 · 25/v	0,005 · 25/v	0,0026 · 25/v
v = паран 18 < v	1,5/v	0,06/v	0,03/v	0,0171/v
μ < 40	1,5/v	0,06/μ	0,03/μ	0,0171/μ
μ > 40**	4,5/v	0,18/μ	0,09/μ	0,0514/μ

Ako se merenjem utvrdi da struja za neki red višeg harmonika prelazi dozvoljenu vrednost $I_{vh\text{doz}}$ dobijenu proračunom prema parametrima iz tabele, za taj red višeg harmonika treba proračunati napon višeg harmonika U_{vx} .

Ako napon višeg harmonika iznosi $U_{vx} \leq 0,2\% \times U_n$ za peti red i $U_{vx} \leq 0,1\% \times U_n$ za ostale redove viših harmonika iz tabele, kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika je zadovoljen. U suprotnom, vlasnik MSE mora da obezbedi atest o tipskom ispitivanju generatora, koji ima isti ilislične karakteristike kao generator koji treba da se ugradi u MSE, odnosno da preuzme jednu iliviše mera kojima će obezbediti zadovoljenje postavljenih uslova:

- Ugradnja filtera za odgovarajući red višeg harmonika

Priključenje MSE u tački sa većom vrednošću snage kratkog spoja

- Priključenje na viši naponski nivo i dr.

Za fotonaponsku elektranu, koja je predmet ovog projekta, potrebno je dobiti vrednost podataka S_{ks} od nadležne elektrodistribucije, pa zatim proveriti ispunjenost ovog uslova.

Ugradnjom odgovarajućih zaštitnih i drugih tehničkih uređaja u MSE, treba obezbediti da priključenje MSE na distributivni elektroenergetski sistem bude izvršeno samo ako je na svim fazama provodnicima prisutan napon distributivne mreže. Za priključenje se koristi spojni prekidač na mestu priključenja male elektrane.

Priključenje MSE sa inverterima na distributivni elektroenergetski sistem dozvoljen je samo kadana ovim uređajima nema napona.

IZBOR PANELA I PRORAČUN SNAGE MSE

Ovim projektom se predviđa ugradnja MSE na slobodnom terenu. MSE čine monokristalni solarni paneli sa temperovanim prednjim staklom debljine 3,2mm, za montažu direktno na konstrukciju, sledećih karakteristika:

Pmpp [Wp]	405
Ump [V]	31,3
Impp [A]	12,94
Uoc [V]	37,3
Isc [A]	13,69
Stopa efikasnosti	20,74%
dimenzija modula	1762 mm x 1134 mm x 30mm
Težina	25 kg

Priključna kutija

IP67 sa 3 Bypass diode

Paneli se polažu na slobodnom terenu u pet redova u nizu, jedan do drugog, horizontalno ili vertikalno, sa padom ka jugoistoku i nagibom u odnosu na horizontalnu ravan od 10 stepeni. Broj panela iznos:

$N_a = 394$ panela

Maksimalna snaga MSE iznosi:

$P_{max} = N_a \times P_{pmax} = 394 \times 0,405 \text{ kW} = 159,57 \text{ kWp}$

PROVERA KABLOVA NA DC STRANI

Provera kablova na trajnu struju

Kablovi za povezivanje stringova sa inverterima

Stringovi se sa inverterima povezuju kablovima za jednosmernu struju tipa P/V $1 \times 6 \text{ mm}^2$ 0,6/1 kV. Kroz ove kablove protiče struja od 12,94 A, u režimu optimalne snage. Podnosiva struja bakarnog kabla preseka 6 mm^2 je preko 40 A, te kablovi zadovoljavaju na trajno opterećenje.

PROVERA KABLOVA NA AC STRANI

NAPOMENA: Proračuni su rađeni samo za trasu od invertora do razvodnog ormara GRO (do instalacija potrošača), u nedostatku uslova za projektovanje i priključenje.

PRORAČUN NOMINALNE STRUJE

Nominalna naizmenična (AC) struja invertora snage 100 kW je:

$I_{n1} = P_{in} / (1,73 \times U_n \times \cos \phi) = 160000 / (1,73 \times 400 \times 1) = 231 \text{ A}$

Na osnovu proračunatih nominalnih struja biraju se kablovi za invertore, koji napajaju

GRO-MSE ormar 0,4 kV, 50 Hz tipa i preseka:

PP00 $4 \times 70 \text{ mm}^2$, dužine po 2 m, koji može trajno da se optereti strujom od 231 A.

PRORAČUN PADA NAPONA

Pad napona u niskonaponskim trofaznim kolima sa simetričnim opterećenjem uz $\cos \phi = 1$ izračunava se iz sledeće približne vrednosti:

$$u = \frac{P_{lp}}{U^2 A} 10^5$$

gde je :

u - procentualni pad napona (%)

P - opterećenje kola (W)

l - dužina kola (m)

U - linijski napon instalacije (V) A - presek provodnika (mm²)

ρ - specif. otpornost provodika (Ωmm²/m) za bakar ρ = 0.01793 Ωmm²/m.

Procentualni pad napona u kابلu od invertera do AC ormana(za dužinu od l=3m) iznosi: 0,05%. Procentualni pad napona u kابلu od AC ormana do GRO(za dužinu od l=3,5m) iznosi: 0,06%. Ukupan pad napona od invertera do GRO iznosi:

u= u₁+ u₂=0,11%, što zadovoljava.

PRORAČUN KRATKOG SPOJA

Ovaj proračun biće precizno dat u idejnom projektu, po dobijanju uslova za projektovanje i priključenje. Za slučaj napajanja sa MSE, snaga kratkog spoja je mnogo manja, pa se taj slučaj neće tretirati.

PRORAČUN ZAŠTITE OD NAPONA DODIRA

U objektu investitora je primenjen TN-C(S) sistem zaštite, pa će on biti iskorišćen i u instalacijama MSE. Proračun će biti dat u idejnom projektu.

PRORAČUN GROMOBRANSKE ZAŠTITE

Konstrukcija za postavljanje panela, kao i ograda terena koja će biti izvedena postavljanjem metalnim cevima i armirane žice biće postavljena gromobranska instalacija izvedena trakom FeZn u vidu zaštitne mreže(Faradejev kavez).

PRORAČUN UZEMLJENJA

Sve metalne mase MSE vezuju se na novopostavljeni uzemljivač, s tim da je potrebna provera efikasnosti uzemljivača, merenjem i izdavanjem atesta, pre početka radova. Ukoliko rezultati merenja ne zadovoljavaju, treba izvesti dodatni uzemljivač.

PRORAČUN PROIZVODNJE MSE

Paralelni rad sa distributivnim sistemom

Na osnovu pravila o radu distributivnog sistema električne energije (DSEE) predviđeni način rada elektrane je:

Predviđena solarna elektrana proizvodila bi električnu energiju za prodavaće se ovlašćenom snabdevaču električne energije.

U slučaju nestanka električne energije iz mreže, invertori napona se automatski isključuju do ponovne raspoloživosti napona na transformatorskoj stanici.

Nakon dobijanja saglasnosti za priključenje solarne elektrane, višak električne energije koja se predaje u mrežu, prodaje se ovlašćenom snabdevaču električne energije.

Maksimalna snaga predviđenih panela na objektima je : $P_{\text{vpm}}=159,57\text{kWp}$

Maksimalna snaga koju može da daje inverter u distributivnu mrežu je: $P_{\text{max}}=160\text{kW}$

Nominalna snaga koju može da daje inverter u distributivnu mrežu je: $P_{\text{max}}=150\text{kW}$

Predviđena proizvodnja električna energija za godinu dana rada SE je: $E_g = 207405,09 \text{ kWh}$.



Projektant,
dipl.el.ing. I Jovanović

4.5.2. Predmer i predračun radova

Predmer i predračun MSE - ELEKTRA AC/DC					
R.br.	Naziv pozicije	Jed.mere	Količina	Jed.cena	Ukupna cena
1	Razvodni ormani AC	kom	1	250.000,00	250.000,00
2	Razvodni ormani DC	kom	1	200.000,00	200.000,00
3	Fotonaponski paneli	kom	394	12.000,00	4.728.000,00
4	Invertori	kom	3	300.000,00	900.000,00
5	Kablovi interne veze	m	220	1.800,00	396.000,00
6	Uzemljenje i gromobranska instalacija	kompl.	1	30.000,00	30.000,00
	Rekapitulacija				6.504.000,00



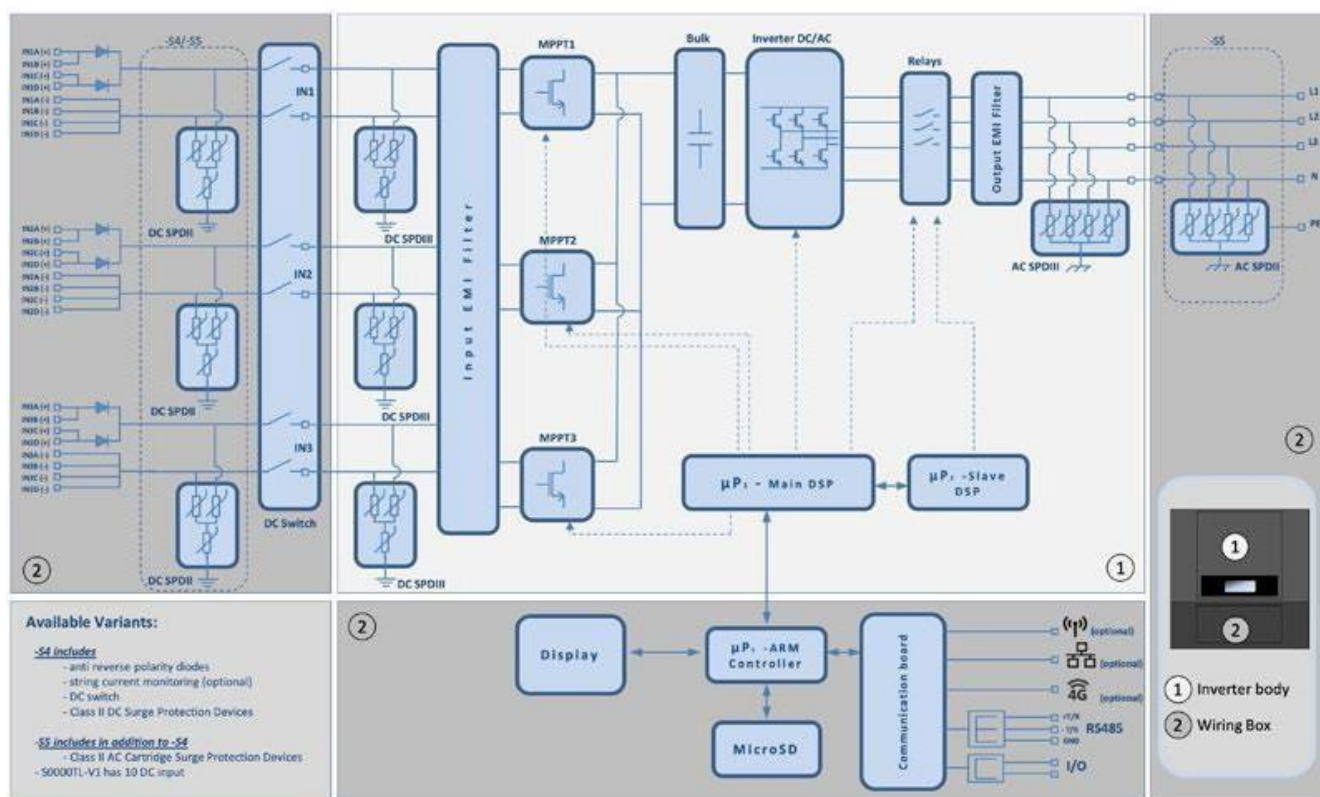
Projektant,
dipl.el.ing. I Jovanović

[Handwritten signature]

4.6. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



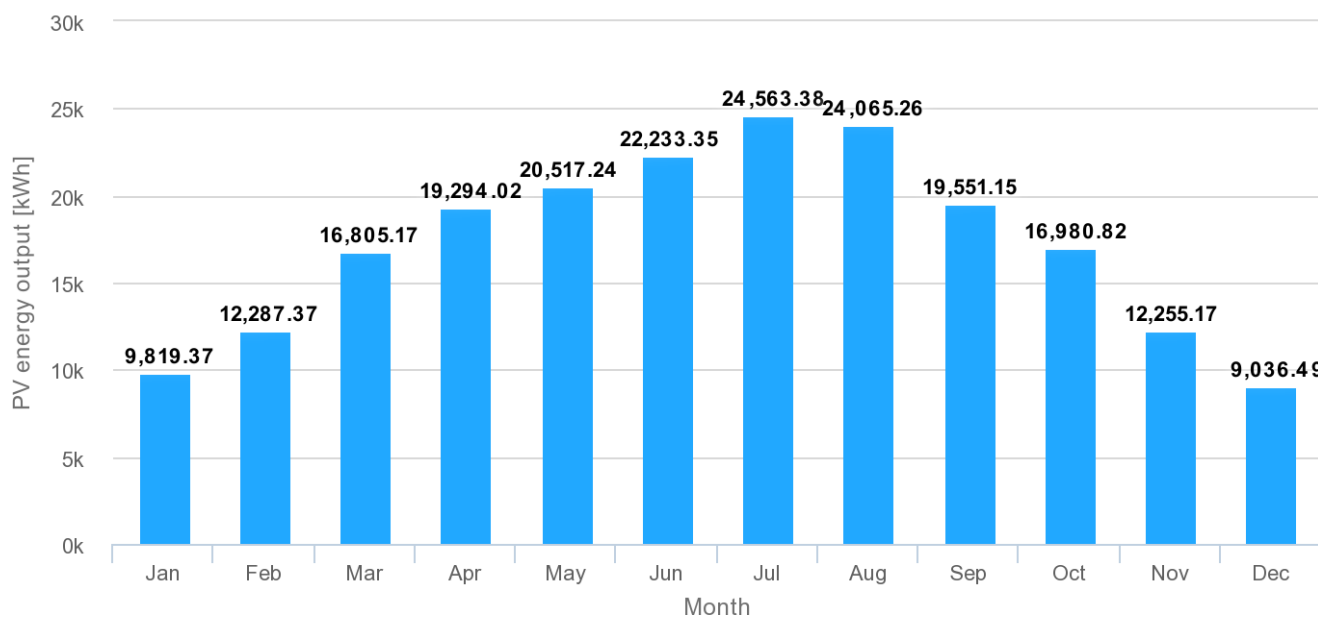
Slika 1: Konstrukcija za postavljanje panela



Slika 2: Blok dijagram MSE

Monthly energy output from fix-angle PV system

(C) PVGIS, 2023



Slika 3: Proizvodnja energije po mesecima

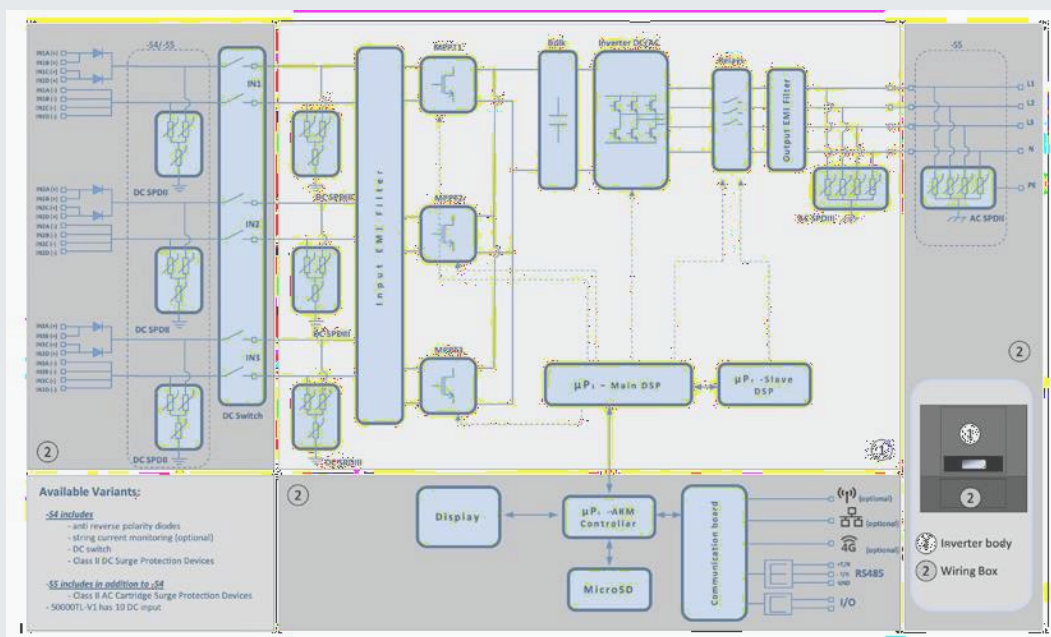
ZCS AZZURRO - THREE-PHASE STRING INVERTER

50000TL-V1/60000TL-V1



- » Maximum yield 98.6%
- » Triple input section with independent MPPTs
- » Integrated string combiner with different configuration options
- » SD card for updates and diagnostics
- » Optional Class II surge protection devices
- » 5 or 10 year ZCS warranty
- » “Zero Grid Feed-in” functionality
- » Possibility to manage reactive power
- » Wide operating input range from 250V to 960V also suitable for small-sized string systems

FLOW CHART



TECHNICAL DATA		3PH 50000TL-V1	3PH 60000TL-V1
DC Input data			
Typical DC power	55000 W		66000 W
Maximum DC power for each MPPT	22000W (500V-800V)		22000W (530V-800V)
No. of independent MPPTs / No. of strings per MPPT	3/(4/3/3)		3/(4/4/4)
Maximum DC input voltage	1000V		
Start-up voltage	350V		
Nominal DC input voltage	600V		
MPPT DC voltage range	250V-960V		
DC voltage range at full load	500V-800V		530V-800V
Maximum input current for each MPPT	40A/30A/30A		40A/40A/40A
Maximum absolute current for each MPPT	48A/36A/36A		48A/48A/48A
Maximum current per string**	15A		
AC Output data			
Rated AC power	50000 W		60000 W
Maximum AC power	50000VA		60000VA
Maximum AC current per phase	80A		90A
Connection type/Rated grid voltage	Three-phase 3PH/N/PE 220V/230V/240V (PH-N); 380V/400V/415V (PH-PH) or Three-phase 3PH/PE 380V/400V/415V (PH-PH)		
Grid voltage range	184V~276V (PH-N); 320V~480V (PH-PH) (according to the local grid standards)		
Rated grid frequency	50Hz/60Hz		
Grid frequency range	45Hz~53Hz / 57Hz~63Hz (according to the local grid standards)		
Total harmonic distortion	<3%		
Power factor	1 (Programmable +/-0.8)		
Active power adjustment range (settable)	0~100%		
Grid feed-in limit	Feed adjustable from zero to nominal power value*		
Efficiency			
Maximum efficiency	98.5%		98.6%
Weighted efficiency (EURO)	98.3%		98.4%
MPPT efficiency	>99.9%		
Consumption at night	<1W		
Protections			
Internal interface protection	No		
Safety protections	Anti-islanding, RCMU, Ground Fault Monitoring		
Reverse polarity protection DC	Yes		
DC circuit breaker	Integrated		
Overheating protection	Yes		
Overvoltage category/Protection class	Overvoltage Category III / Protection class I		
Integrated dischargers	Type 3 AC/DC MOV Standard. Type 2 DC Dischargers Standard. Type AC Dischargers optional (only S5 models)		
Standard			
EMC	EN 61000-6-1/2/3/4,		
Safety standard	IEC 62116, IEC 61727, IEC 61683, IEC 60068-1/2/14/30, IEC 62109-1/2		
Grid connection standard	CE, CGC, ZVRT, AS 4777, AS 3100, VDE-AR-N 4105, EN50438, G83/2, G59/3, C10/11, CEI 0-21, CEI 0-16		
Communication			
Communication interfaces	Wi-Fi (Optional), RS485 (proprietary protocol), SD card		
Additional inputs or connections	I/O inputs for connection to anti-reverse power controller		
Data storage on SD	25 years		
General information			
Allowable ambient temperature range	-25°C...+60°C (power limit above 45°C)		
Topology	Transformerless		
Environmental protection class	IP65		
Allowable relative humidity range	0%. .. 95% non-condensing		
Maximum operating altitude	2000m		
Noise level	< 60dB @ 1mt		
Weight	68Kg		70Kg
Cooling	Forced fan convection		
Dimensions (H x W x D)	737mm x 713mm x 297mm		
Display	LCD		
Warranty	5 or 10 years		

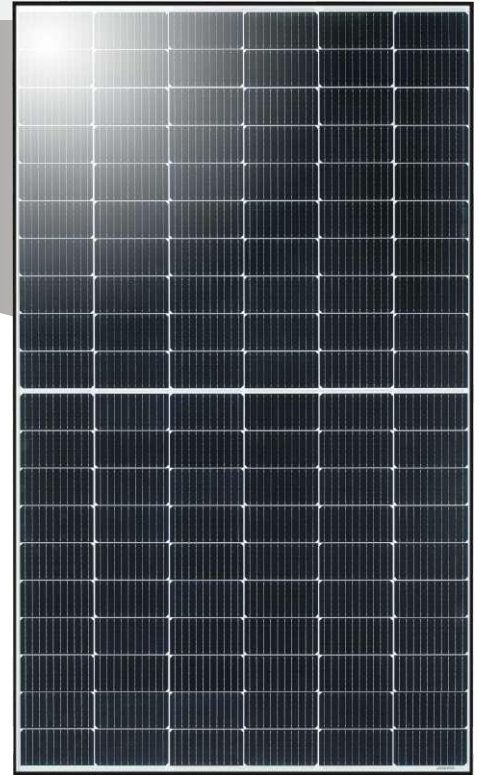
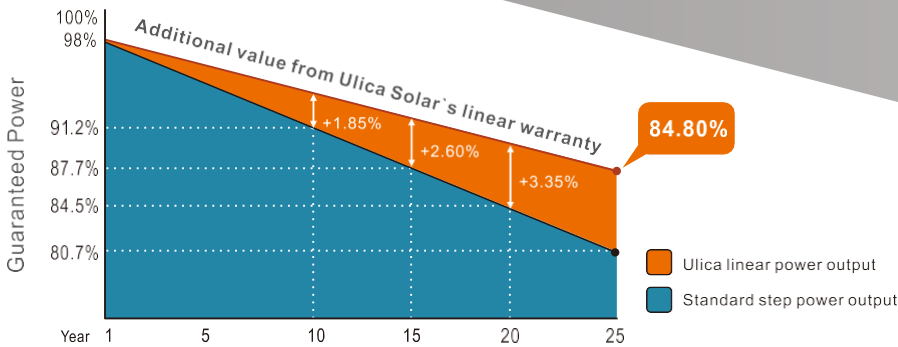
* Possible by connecting anti-reverse power controller (ZSM-ZEROINJ)

** models with more than two strings per MPPT have internal protection diodes, higher string currents than those reported may cause diode interruption

MONO HALF-CUT MODULE

UL-405 | 410 | 415M-108HV

405W~415W 1500V MBB 182mm cell



Global Tier 1 brand as announced by Bloomberg NEF



Lower LCOE
Lower shading and resistive loss
Lower temperature coefficient



Outstanding mechanical load resistance
2400 Pa wind load, 5400 Pa snow load



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



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

About Ulica Solar: As member of Shanshan Group (stock code: 600884) which is TOP500 Enterprise in China, Ulica Solar is the leading manufacturer of solar cells and solar panels in China since 2005, and has been continuously listed as the Tier 1 PV Module Manufacturer from Q1 2020 by Bloomberg NEF, with the annual capacity of 1.2GW, and own investment projects of 300MW.

MONO UL-405 410 415M-108HV



ELECTRICAL PERFORMANCE

Electrical Parameters Standard Test Conditions

Module Type	UL-405M-108HV			UL-410M-108HV			UL-415M-108HV		
Power Output	P _{max}	W	405	410	415				
Power Tolerance	ΔP _{max}	W		0/+5W					
Module Efficiency	η _m	%	20.74	21.0	21.25				
Voltage at P _{max}	V _m	V	31.3	31.4	31.5				
Current at P _{max}	I _m	A	12.94	13.06	13.17				
Open-Circuit Voltage	V _{oc}	V	37.3	37.4	37.5				
Short-Circuit Current	I _{sc}	A	13.69	13.81	13.93				

STC:1000w/m² irradiance,25C module temperature,AM1.5

THERMAL CHARACTERISTICS

Nominal Operating Cell Temperature	NOCT	°C	43±2
Temperature Coefficient of P _{max}	γ	%/°C	-0.360
Temperature Coefficient of V _{oc}	β _{voc}	%/°C	-0.290
Temperature Coefficient of I _{sc}	α _{isc}	%/°C	+0.049

OPERATING CONDITIONS

Max.System Voltage	DC1500V
Max.Series Fuse Rating	25A
Operating Temperature Range	-40°C~85°C
Max static snow load	5400Pa
Max static wind load	2400Pa
Application Class	A

CONSTRUCTION MATERIALS

Front Cover(material/type/thickness)	low-iron tempered glass/3.2mm
Cell(quantity/material/type/dimension)	108/monocrystalline/ 182X91mm
Encapsulant(material)	ethylene vinyl acetate(EVA)
Frame(material/anodization color)	anodized aluminum alloy/silver or black
Junction Box(protection degree)	IP68
Cable(length/cross-sectional area)	400mm(or Customized Length)/4mm ²
Plug Connector	MC4 compatible

GENERAL CHARACTERISTICS

Dimension(L/W/H)	1722/1134/30mm
Weight	21.8kg

PACKING CONFIGURATION

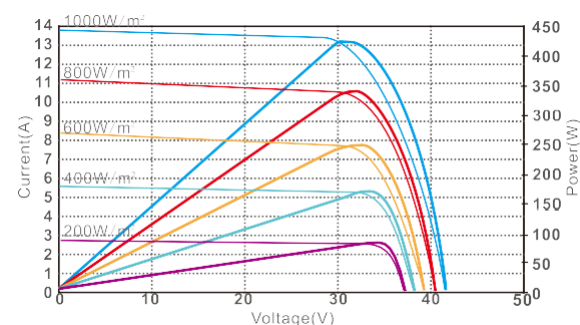
Pallet Size(L/W/H)	1762/1120/2550mm
Pallet Weight	1660kg
Pieces per Pallet	72pcs
Pieces per Container	936pcs

INTERNATIONAL CERTIFICATES

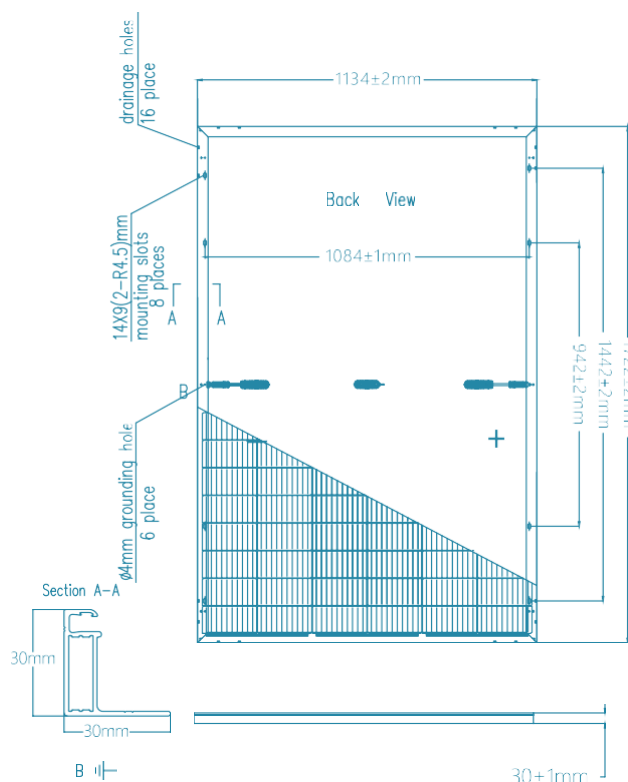
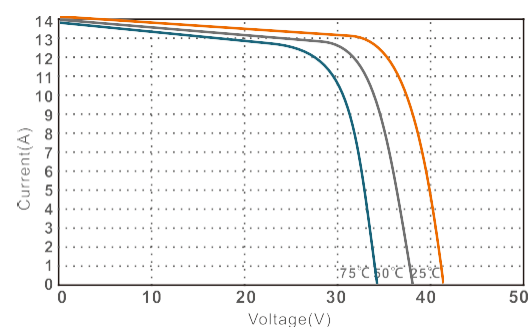
IEC 61215, IEC 61730
ISO 9001: 2015(Quality management systems)
ISO 14001: 2015 (Environmental management systems)
OHSAS 18001: 2015 (Occupational health and safety)

I-V CURVE

I-V characteristics at different irradiances



I-V characteristics at different temperature

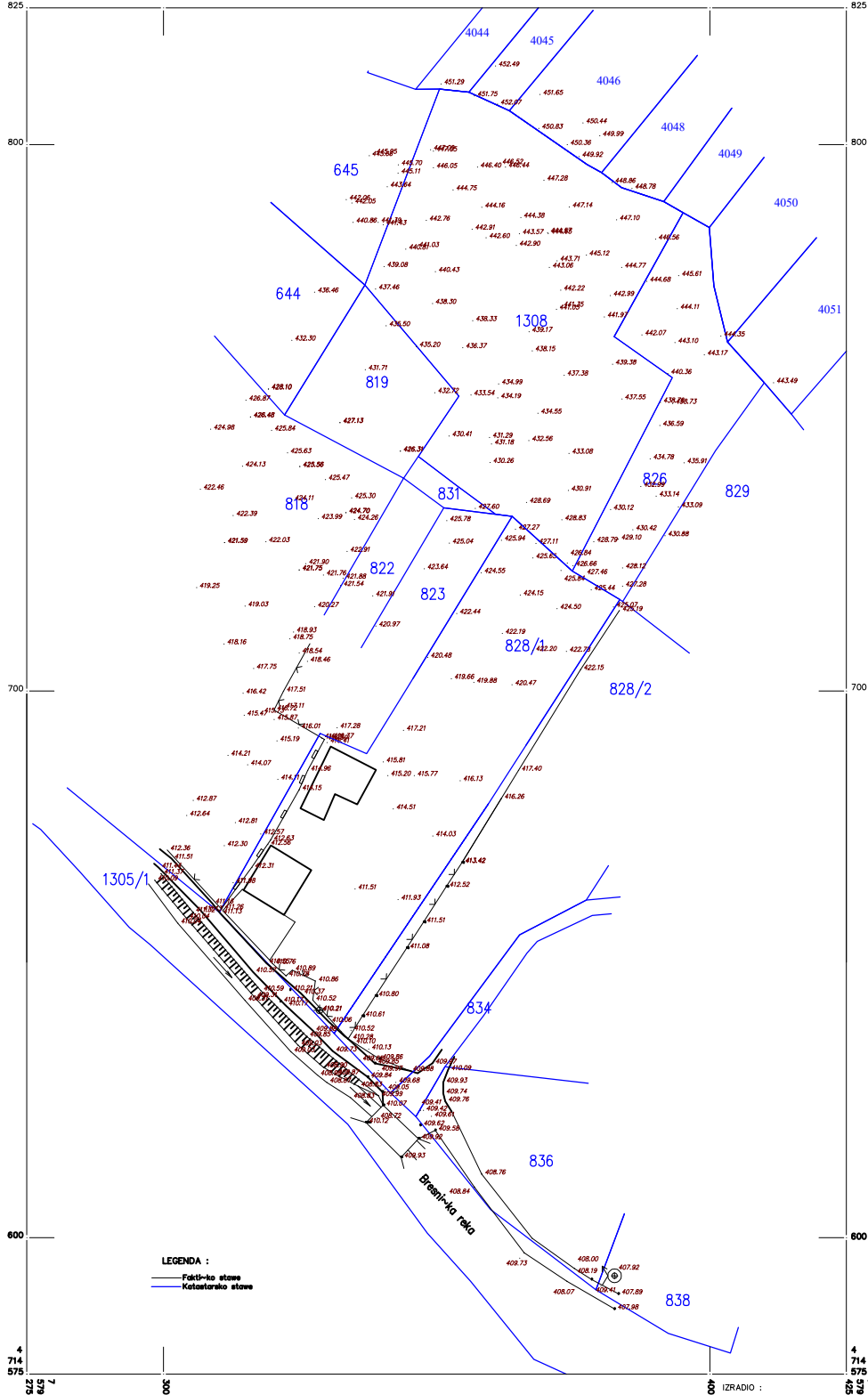


Please read the instruction entirely before handling, installing and operating Ulica Solar modules.


Due to continuous research and development, the specification is subject to change without prior notice.

4 R. Srbija
Opština Vrawe

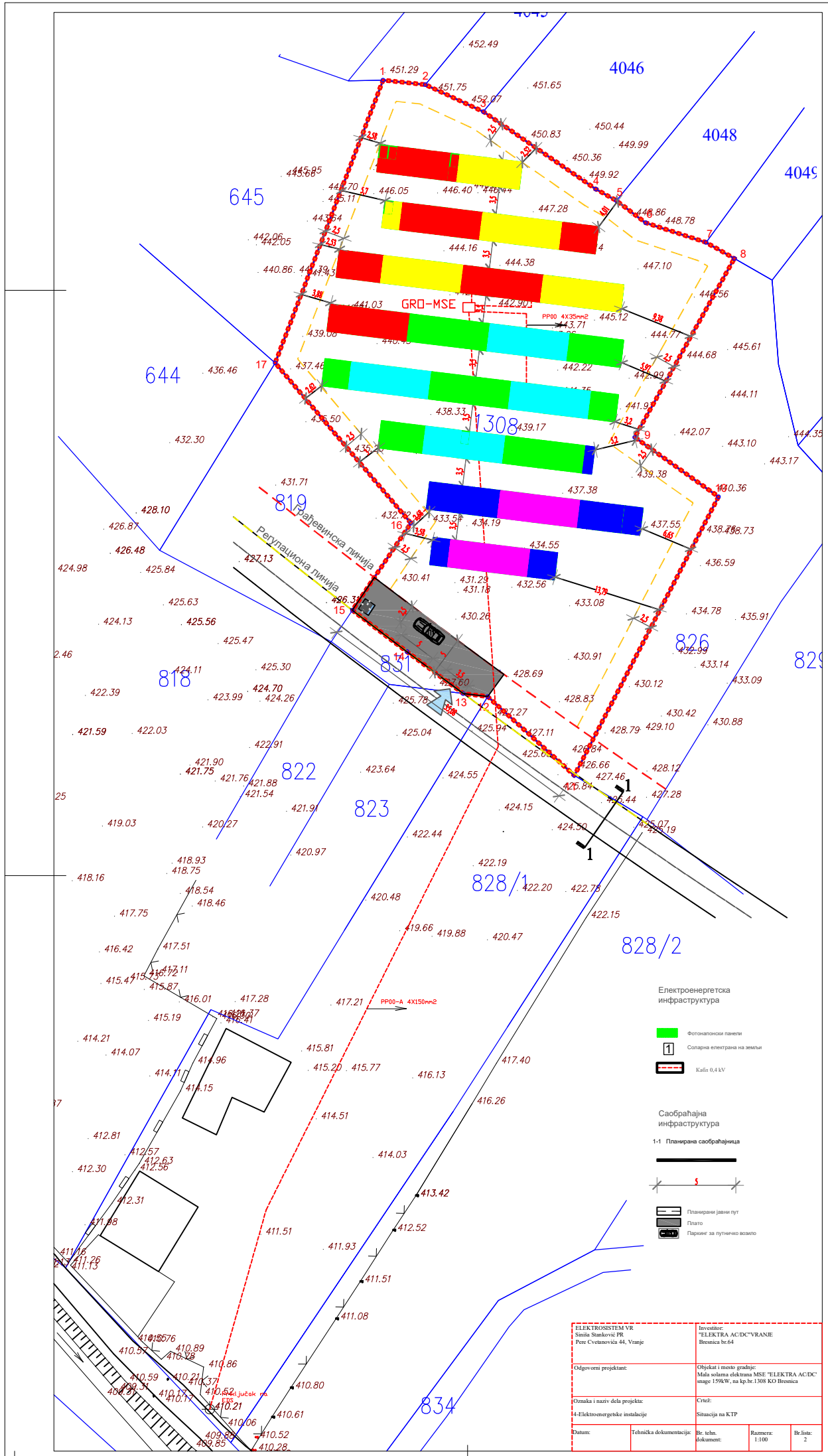
K.O. Bresnican

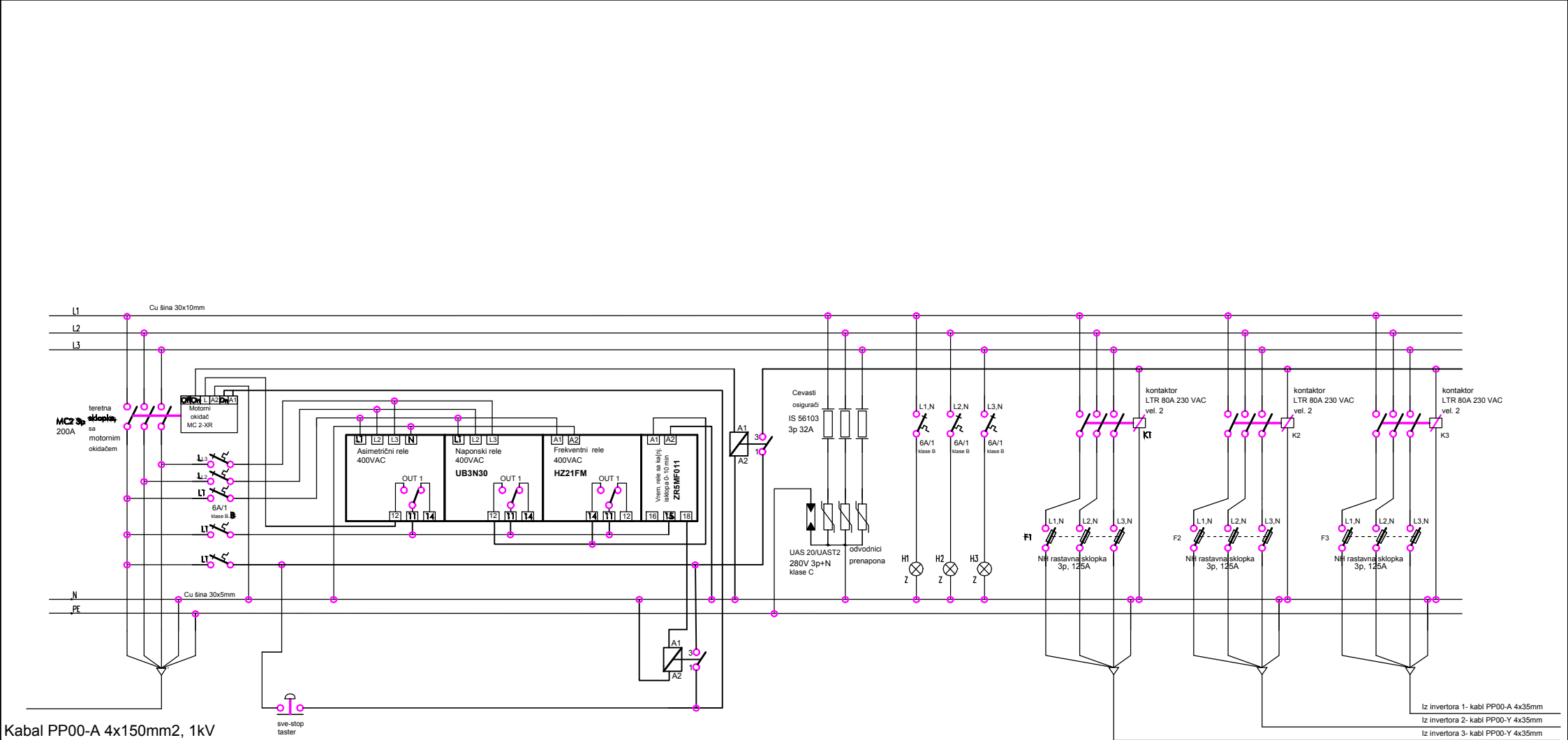


REPUBLI^KI GEODETSKI ZAVOD
Slu`ba za katastar nepokretnosti Vrawe
broj:952-076-25203/2024 od 20.03.2024. god.

IZRADIO :
GE  MAPS
Geodetski biro " GEOMAPS "
Partizanska br.10-F4, 17500 Vrwave
OVERAVA :

[illegible]





Kabal PP00-A 4x150mm2, 1kV
GRO MSE 1 do razvodnog ormara

Tropolna šema veze GRO-MSE 1

ELEKTROSISTEM VR Siniša Stanković, PR Pera Cvjetanovića 44, Vranje		Investitor: "ELEKTRA AC/DC" VRANJE Bresnica br.64		
Odgovorni projektant:		Objekat i mesto gradnje: Mala solarna elektrana MSE "ELEKTRA AC/DC" snage 159kW, na kp.br. 821, 824, 825 i 827 KO Bresnica		
Oznaka i naziv dela projekta:		Jednopolna šema RD-DC1, RD-DC2 i RD-DC3		
Datum:		Br. teh. dokumenta cij:	Razmera:	Br. lista
		2	1:100	2