

0.1. NASLOVNA STRANA GLAVNE SVESKE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

0 – GLAVNA SVESKA

Investitor: **Laki d.o.o., Stupčevići bb, Arilje**

Objekat: **Mala solarna elektrana (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići**

Vrsta tehničke dokumentacije: **IDR – Idejno rešenje**

Za građenje / izvođenje radova: **REKONSTRUKCIJA POSTOJEĆEG KROVA**

Projektant: **“Key4s” d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat 11000 Beograd - Savski Venac**

Odgovorno lice projektanta: **Darko Ivanović, direktor**

Potpis: 

Elektronski sertifikat:

Glavni projektant: **Milan Nikolić, dipl.el.inž.**

Broj licence: **350K99712**

Potpis: 

Elektronski sertifikat:

Broj tehničke dokumentacije: **12/21**

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine**

0.2. SADRŽAJ GLAVNE SVESKE

0.1.	Naslovna strana glavne sveske
0.2.	Sadržaj glavne sveske
0.3.	Sadržaj tehničke dokumentacije
0.4.	Odluka o određivanju glavnog projektanta
0.5.	Izjava glavnog projektanta
0.6.	Podaci o projektantima
0.7.	Opšti podaci o objektu
0.8.	Sažeti tehnički opis

0.3. SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

0	GLAVNA SVESKA	br: 11/21
4	PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	br: 11/21

0.4. ODLUKA O ODREĐIVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

Na osnovu čl.128a. Zakona o planiranju i izgradnji ("Sl. 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 i 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019, - i dr. zakoni , 09/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Sl. glasnik RS", br.73/2019.) kao:

GLAVNI PROJEKTANT

Za izradu Projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta male solarne elektrane (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići, određuje se:

Milan Nikolić, dipl.el.inž, broj licence 350K99712

Investitor: **Laki d.o.o., Stupčevići bb, Arilje**

Odgovorno lice / zastupnik: **Boris Obradović**

Potpis:

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine.**

0.5. IZJAVA GLAVNOG PROJEKTANTA IDEJNOG REŠENJA

Glavni projektant Idejnog rešenja za izgradnju objekta male solarne elektrane (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići, određuje se:

MILAN NIKOLIĆ, dipl. el. Inž.

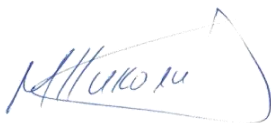
IZJAVLJUJEM

1. Da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke.
2. Da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant : **Milan Nikolić, dipl. el. Inž**

Broj licence: **350K99712**

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: **12/21**

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine.**

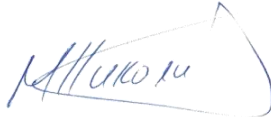
0.6. PODACI O PROJEKTANTIMA

0. GLAVNA SVESKA:

Projektant: **“Key4s” d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat
11000 Beograd - Savski Venac**

Glavni projektant : **Milan Nikolić, dipl.el.inž.
Broj licence: 350K99712**

Potpis:

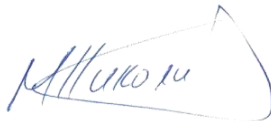


PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA:

Projektant: **“Key4s” d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat
11000 Beograd - Savski Venac**

Odgovorni projektant : **Milan Nikolić, dipl.el.inž.
Broj licence: 350K99712**

Potpis:



0.7. PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

OPŠTI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

tip objekta:	stojeći objekat	
vrsta radova:	Rekonstrukcija postojećeg objekta	
kategorija objekta:	G	
klasifikacioni broj:	230201	
klasifikacija pojedinih delova objekta:	učešće u ukupnoj površini objekta (%):	100% ukupne površine zemljišta za izgradnju MSE
naziv prostornog odnosno urbanističkog plana:	Prostorni plan opština Arilje	
mesto:	Opština Arilje	
broj katastarske parcele/spisak katastarskih parcela i katastarska opština objekta:	132/2, K.O.Arilje	
broj katastarske parcele/ spisak katastarskih parcela i katastarska opština preko kojih prelaze priključci za infrastrukturu:	132/2, K.O.Arilje, koristi se postojeći priključak na elektrodistributivni sistem	
broj katastarske parcele/ spisak katastarskih parcela i katastarska opština na kojoj se nalazi priključak na javnu saobraćajnicu:	-	
PRIKLJUČCI NA INFRASTRUKTURU:		
Koristi se postojeći priključak na elektrodistributivni sistem broj brojila: 21119; ED broj: 4012130614	Predviđeni kapacitet: 160kW električne energije	

LOKACIJSKI USLOVI:

Lokacijski uslovi	-	Br: - datum: -
-------------------	---	-------------------

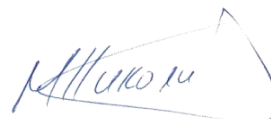
SAGLASNOSTI:

Izdate saglasnosti:		
---------------------	--	--

OSNOVNI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

dimenzije objekta:	ukupna površina parcele/parcela:	46,37 ari
	BRGP dela objekta (član 145.):	
	ukupna BRGP nadzemno:	Površina panela 866,32 m ²
	ukupna BRUTO izgrađena površina:	866,32 m ²
	ukupna NETO površina:	866,32 m ²
	površina prizemlja:	
	površina zemljišta pod objektom/zauzetost:	866,32 m ²
	spratnost (nadzemnih i podzemnih etaža):	
	visina objekta (venac, sleme, povučeni sprat i dr.) prema lokacijskim uslovima:	10,5 m
	apsolutna visinska kota (venac, sleme, povučeni sprat i dr.):	-
	spratna visina:	-
	broj funkcionalnih jedinica/broj stanova:	
	broj parking mesta:	-
	materijalizacija objekta:	materijalizacija fasade:
orijentacija slemena:		-
nagib krova:		~ 15°
materijalizacija krova:		-
druge karakteristike objekta:		-
predračunska vrednost objekta:	16.019.000,00 RSD (bez pdv-a)	

Odgovorni projektant
Milan Nikolić, dipl.el.inž.



0.8. SAŽETI TEHNIČKI OPIS

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

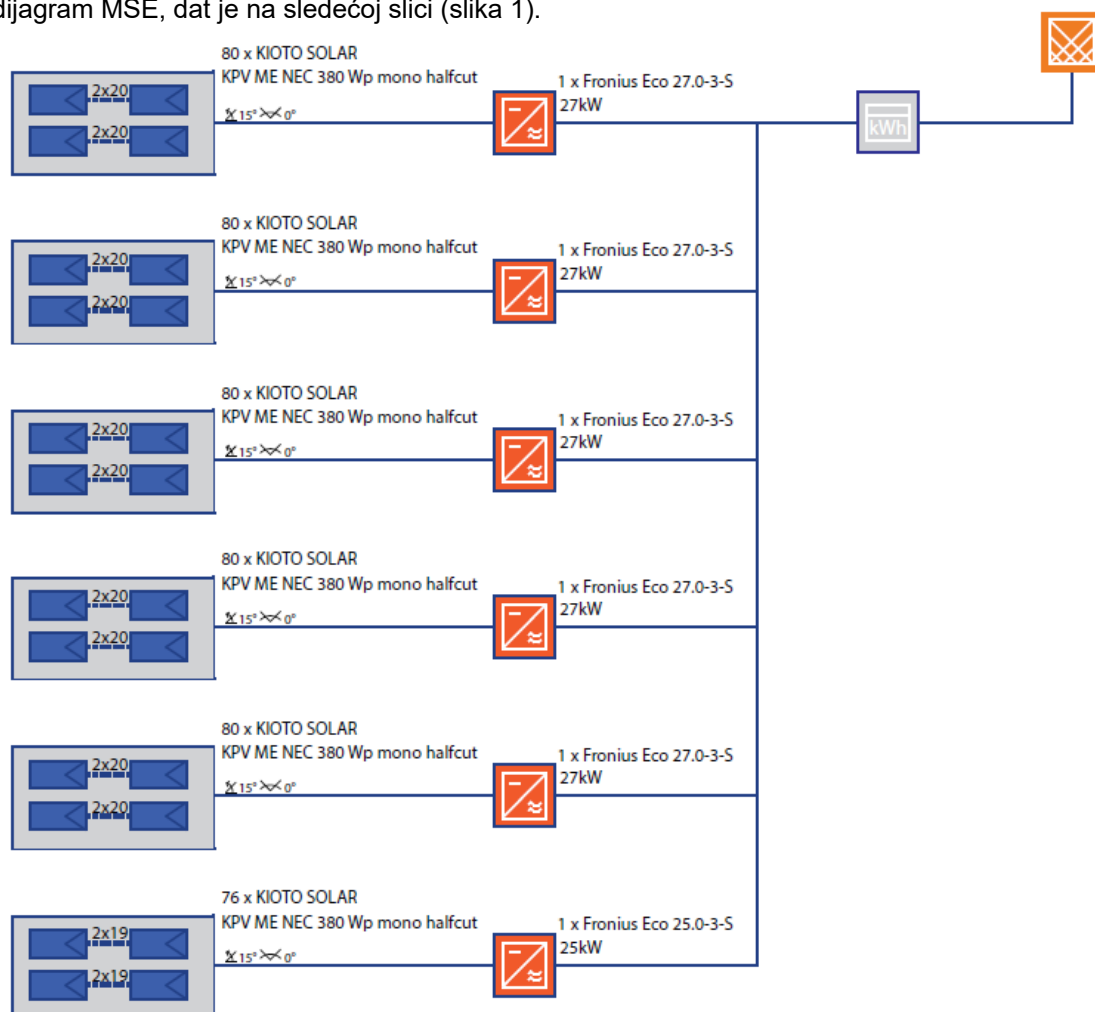
Ovim idejnim projektom zamišljeno je da se MSE izgradi pomoću monokristalnih solarnih panela jedinične snage 380W, nominalnog jednosmernog DC napona 34,32V, nominalne jednosmerne struje 11,08A, dimenzija 1755 x 1038 x 40 mm, svaki težine 20kg (u daljem tekstu: paneli), montiranih na površini krovova objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići.

Izabrani su monokristalni moduli (paneli) proizvođača "KIOTO SOLAR" tipa KPV ME NEC 380 Wp mono halfcut, koji se montiraju na krov postojećeg objekta preko odgovarajućeg montažnog pribora. Paneli se montiraju na lakoj aluminijumskoj konstrukciji, izgrađenoj od namenskih profila, montiranih jedan do drugog na rastojanju od jednom centimetara, sa nosačima po sredini etaže, pri čemu je sve zavareno i vezano u obliku mreže roštilja, a u svemu prema planovima i šemama. Al konstrukcija nudi mogućnost jednostavne i brze montaže sa velikim rasponom između tačaka pričvršćivanja (do 2mm). Paneli mogu biti postavljeni vertikalno ili horizontalno kako bi se maksimalno iskoristila površina krova.

Osnovne karakteristike objekta za proizvodnju električne energije su:

Broj fotonaponskih panela	476
Tip fotonaponskih panela	KPV ME NEC 380 Wp mono halfcut
Broj invertora	5
Tip invertora	Fronius Eco 27.0-3-S
Broj invertora	1
Tip invertora	Fronius Eco 25.0-3-S
Instalirana snaga (AC strana)	160 kW
Instalirana snaga (DC strana)	180,88 kWp

Blok dijagram MSE, dat je na sledećoj slici (slika 1).



Slika 1: Blok dijagram MSE

Mrežni fotonaponski sistem se sastoji od 24 strujnih krugova solarnih panela, 20 strujnih krugova sa 20 panela u strujnom krugu i 4 strujna kruga sa 19 panela u strujnom krugu. MSE je povezana sa DC razvodnim ormarom preko „S flex“ kablova, namenskim za solarne sisteme. DC razvodni ormar poseduje DC rastavljače, visokonaponske osigurače, kao i prenaponsku zaštitu gde se sistem svodi na šest mrežnih invertora: pet od 27kW i jedan od 25kW. AC strana invertora takođe odlazi u svoj zaštitni orman koji takođe poseduje sve potrebne zaštite (fid sklopke, automatske osigurače i prenaponske zaštite) odakle je sve pod punom kontrolom pušteno u elektro-distributivni sistem.

Projektom je predviđeno da se radovi na izgradnji MSE od 476 panela obave u jednoj fazi. Proračunata aktivna površina deonice iznosi 866,32 m².

Panel se sastoji od 120 monokristalnih fotonaponskih ćelija postavljenih u kućištu od eloksiranog aluminijuma. Ove ćelije su testirane u smislu kvaliteta u svim koracima proizvodnje i sa garancijom od 10 godina.

Konverzija jednosmerne električne energije u naizmeničnu ostvaruje se, po projektu, upotrebom pet trofaznih invertora Fronius Eco 27.0-3-S, snage od 27kW i jedan trofazni inverter Fronius Eco 25.0-3-S, snage 25kW.

Statika krovne konstrukcije obezbeđuje postavljanje planiranog projektovanog broja solarnih panela. Nagibi krova su približno 15° i isti se koristi za postavljanje panela, bez povećanja ugla nagiba.

Za zaštitu uređaja MSE od groma, upotrebiti postojeću gromobransku zaštitu, postavljenu na krovu objekta na hvataljci najviše tačke krova.

Za priključenje MSE na DESS koristiće se postojeći priključak na elektrodistributivni sistem sa dvosmernim poluindirektnim brojilom za merenje preuzete/proizvedene električne energije. Pretplatnički broj brojila: 21119; ED broj: 4012130614

Priključak je predviđen u svemu prema mišljenju i tehničkim uslovima nadležne Elektrodistribucije, koji se izdaju na osnovu ovog idejnog rešenja.

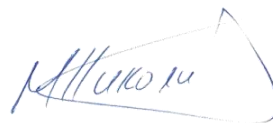
Glavno izjednačenje potencijala je predviđeno povezivanjem svih metalnih delova opreme i neelektričnih instalacija fotopanela i konstrukcije na sabirnicu za izjednačenje potencijala na zidu objekta pored ormara GRO-MSE.

Završne odredbe

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

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

Odgovorni projektant
Milan Nikolić, dipl.el.inž.



4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

4.1. NASLOVNA STRANA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor: **Laki d.o.o., Stupčevići bb, Arilje**


Objekat: **Mala solarna elektrana (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići**

Vrsta tehničke dokumentacije: **IDR – Idejno rešenje**

Naziv projekta i dela projekta: **PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA MALE SOLARNE ELEKTRANE (MSE) “Laki 1“**

Zgrađenje/izvođenje radova: **REKONSTRUKCIJA POSTOJEĆEG KROVA**

Projektant: **“Key4s” d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat 11000 Beograd - Savski Venac**

Potpis: 

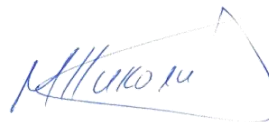
Elektronski sertifikat:

Glavni projektant: **Milan Nikolić, dipl.el.inž.**

Broj licence: **350K99712**

Potpis:

Elektronski sertifikat:



Broj dela projekta: **12/21**

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine.**

SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

4.1.	Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija male solame elektrane (MSE)
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.	Projektni zadatak za izradu projekta elektroenergetske instalacije
4.5.2.	Tehnički uslovi za povezivanje MSE sa distributivnom elektroenergetskom mrežom
4.5.3.	Tehnički opis
4.5.4.	Poseban prilog o primenjenim propisima i merama i normativima zaštite na radu
4.6.	Proračuni
4.6.1.	Aproksimativni proračun proizvedene električne energije
4.6.2.	Izbor panela i proračun snage MSE
4.6.3.	Proračun nominalne struje
4.6.4.	Izbor kablova
4.6.5.	Proračun pada napona
4.6.6.	Proračun kratkog spoja
4.6.7.	Proračun zaštite od napona dodira
4.6.8.	Proračun gromobranske zaštite
4.6.9.	Proračun uzemljenja
4.6.10.	Proračun isplativosti izgradnje MSE
4.7.	Zakonska i tehnička regulativa i standardi
4.8.	Grafička dokumentacija
4.8.1.	Prikaz tehničkog rešenja osnova krova sa fotonaponskim panelima
4.8.2.	Situacioni plan sa situacijom MSE Laki 1 na katastarskoj parceli 132/2 KO Stupčevići
4.8.3.	Jednopolna šema invertora u GRO 2 - MSE Laki 1
4.8.4.	Jednopolna šema invertora u GRO 1 - MSE Laki 1

4.2. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu čl.128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Sl. 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 i 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019, - i dr. zakoni 09/2020 i 52/2021) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Sl. glasnik RS", br.73/2019.) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

Odgovorni projektant Projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta Mala solarna elektrana (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići, određuje se:

Milan Nikolić, dipl.el.inž, broj licence 350K99712

Projektant: **“Key4s” d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat
11000 Beograd - Savski Venac**

Odgovorno lice / zastupnik: **Darko Ivanović, direktor**

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: **12/21**

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine**

4.3. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant Projekta elektroenergetskih instalacija, koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju objekta Mala solarna elektrana (MSE) „Laki 1“ snage 160kW na krovovima objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na k.p. 132/2, K.O. Stupčevići, određuje se:

MILAN NIKOLIĆ, dipl. el. inž

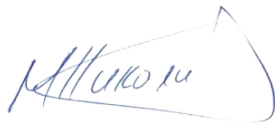
IZJAVLJUJEM

1. Da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke.
2. Da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant : **Milan Nikolić, dipl. el. Inž**

Broj licence: **350K99712**

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: **12/21**

Mesto i datum: **Beograd, septembar 2021. godine.**

4.4. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

4.5.1. PROJEKTNI ZADATAK ZA IZRADU PROJEKTA ELEKTROENERGETSKE INSTALACIJE

Za objekte, na katastarskoj parceli br. 132/1 K.O. Stupčevići, upisana u listu nepokretnosti broj 864, izvršiti izradu Idejnog rešenja izgradnje male solarne elektrane (MSE) "Laki 1" snage 160kW na krovovima objekta broj:

1. – Zgrada poljoprivrede – Hladnjača;
2. – Zgrada poljoprivrede;
5. – Pomoćna zgrada;
7. – Zgrada poljoprivrede – Hladnjača;
8. – Zgrada poljoprivrede – Komora za skladištenje voća.

Solarne panele potrebno je montirati na postojeći krov objekta i orijentisati ih ka južnoj strani, pri čemu se paneli montiraju paralelno sa krovom i prate nagib krova tako da zaklapaju ugao od 15° u odnosu na horizont.

Komandni orman sa inverterima i pratećom opremom je preporučeno postaviti u zatvorenu prostoriju. Ukoliko objekat nema južnu stranu, orijentacija je jugo-zapad.

Projektom izvršiti izbor odgovarajućih solarnih panela, dati tehnički opis ugradnje MSE, kao i odgovarajuću šemu povezivanja opreme.

Projektom predvideti i povezivanje MSE na javnu elektroenergetsku mrežu.

Investitor

Laki d.o.o.
Direktor: Boris Obradović
Stupčevići bb,
31230 Arilje
PIB: 100785627, MB: 06402445

4.5.2. Tehnički uslovi za povezivanje MSE sa distributivnom mrežom

Za zadatu lokaciju, moguća tačka priključenja je postojeći priključak na elektrodistributivni sistem sa dvosmernim direktnim brojilom za merenje preuzete/proizvedene električne energije. Što ukazuje da se MSE "Laki 1" nominalne snage 160kW može priključiti na postojeće brojilo, pretplatnički broj brojila: 21119; ED broj: 4012130614.

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 čija je 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 jednosmerni generator sa naponskim inverterom, jednosmernog napona ili naizmjeničnog 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 sa stalnom 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

Ovim 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:

	Maksimalno odstupanje (promena) napona	Maksimalna učestalost odstupanja (promena) napona jednom u
Niski napon	5%	5 min.
Srednji napon	5%	3 min.

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:

$$S_{ngm} \leq S_{ks}/50 \times k, \text{ gde je:}$$

S_{ngm} – najveća vrednost jednačine snage generatora u MSE, odnosno ukupna snaga više generatora, 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) i naznačene struje I_n generatora, koji ima vrednost:

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

$k = 2$, 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 sme da 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 na distributivni 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.

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

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

gde je:

n – broj generatora u MSE

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

C_{fi} – 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_{fi}), kao i za celu malu elektranu ($C_{f_{mel}}$), da ne prelazi vrednost koja je garantovana atestom o ispitivanju tipa generatora koji je ugrađen. Merenje se vrši u normalnim pogonskim uslovima, tako da se ne uzimaju u obzir prelazne pojave. MSE može da se priključi na distributivni elektroenergetski sistem, ako je ispunjen uslov:

$$C_{f_{mel}} \leq 20$$

Kod elektrana na vetar i kod solarnih elektrana koeficijent flikera po pravilu **ne zadovoljava** uslov $C_{f_{mel}} \leq 20$ (njegova vrednost može da iznosi i do 40). Ovako male elektrane se mogu priključiti na distributivni elektroenergetski sistem ako zadovoljavaju kriterijum faktora smetnji izazvanih flikerom dugog trajanja $A_{fs} \leq 0,1$.

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

Kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika se proverava pomoću izraza:

$$I_{vh_{doz}} = I_{vhs} \times S_{ks},$$

gde je:

$I_{vh_{doz}}$ – dozvoljena vrednost struje višeg harmonika na naponskom nivou generatora

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.

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

Prikaz graničnih vrednosti svedene struje višeg harmonika prikazane su u sledećoj tabeli:

Redni broj višeg harmonika	$I_{vhs,v,u} [A/MVA]$			
	Niski napon	10 kV	20 kV	35 kV
2	1,5	0,058	0,029	0,0163
3	3	/	/	/
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	1	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	0,5	0,052	0,026	0,0146
12	0,27	0,011	0,005	0,002
13	0,4	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	0,3	0,022	0,011	0,0600
18	0,12	0,005	0,002	0,001
19	0,25	0,018	0,009	0,0051
23	0,3	0,012	0,006	0,0034
25	0,25	0,010	0,005	0,0026

$25 < v < 40^*$	$0,15-25/v$	$0,01 \times 25/v$	$0,005 \times 25/v$	$0,0026 \times 25/v$
$v = \text{paran } 18 < v$	$1,5/v$	$0,06/v$	$0,03/v$	$0,0171/v$
$u < 40$	$1,5/v$	$0,06/\mu$	$0,03/\mu$	$0,0171/\mu$
$u > 40^{**}$	$4,5/v$	$0,18/\mu$	$0,09/\mu$	$0,0514/\mu$
* neparan broj harmonika				
** za opseg modulacije pri frekvenciji od 200 Hz; mereno u skladu sa SRPS EN 61000-4-7:2008 EN 61000-4-7, Anex B i SRPS EN 61000-4-7:2008/A1:2010.				

Ako se merenjem utvrdi da struja za neki red višeg harmonika prelazi dozvoljenu vrednost $I_{v\text{doz}}$ 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 ili slične karakteristike kao generator koji treba da se ugradi u MSE, odnosno da preuzme jednu ili više 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 kada na ovim uređajima nema napona.

Odgovorni projektant

Milan Nikolić, dipl.el.inž.

4.5.3. TEHNIČKI OPIS

Projekat elektroenergetskih instalacija je urađen prema projektnom zadatku investitora i tehničkim uslovima, a u skladu sa važećim tehničkim propisima koji regulišu ovu vrstu projektovanja i standardima za EE objekte ovakve vrste.

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.

Primena solarne energije za konverziju u električnu, putem fotonaponskih elektrana, predstavlja najsavremeniju tehnologiju korišćenja obnovljivih izvora energije za delimičnu substituciju fosilnih goriva i smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferi. Kao takve, fotonaponske elektrane predstavljaju adekvatno rešenje, koje ima punu podršku kako u zakonima i pratećim aktima Republike Srbije, tako i u direktivama Evropske Unije.

Energija sunčeve radijacije dovoljna je da se proizvede prosečno 1.700 kWh električne energije godišnje na svakom kvadratnom metru tla Zemlje, a što je radijacija veća na nekoj lokaciji, veća je i generisana energija. Tropski regionu su u tom pogledu povoljniji od ostalih regiona sa umerenijom klimom. Srednja ozračenost u Evropi iznosi oko 1.000 kWh po kvadratnom metru, dok poređenja radi, ona iznosi 1.800 kWh na Bliskom istoku.

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, dok primena uređaja za praćenje sunčevog kretanja daje još bolje rezultate. Najpovoljnije oblasti u Srbiji beleže veliki broj sunčevih sati (preko 2.200h), a godišnji odnos stvarne ozračenosti i ukupne moguće ozračenosti je približno 50%. Može se zaključiti da postoje značajne mogućnosti za iskorišćavanje ove energije.

A) Oprema i električna instalacija MSE

U naizmeničnom razvodnom ormaru GRO-MSE ugrađuje se zaštitni uređaj, koji mora da obezbedi sistemsku zaštitu, zaštitu priključnog voda, zaštitu od ostrvskog rada, nadzor i komunikaciju, kao i da obezbedi uključanje MSE na DEES.

Sistemska zaštita se sastoji od:

- 1) Naponske zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivne 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 jednog uređaja u GRO-MSE, koji u sebi sadrži AC prekidač sa podesivom termičkom i prekostrujnom zaštitom i uređaj 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.

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

- 1) sa vremenskom zadržkom pri strujnim opterećenjima koja prelaze vrednosti dozvoljenih strujnih opterećenja voda elektrane,

- 2) trenutno pri bliskim kratkim spojevima,
- 3) merni releji prekostrujne zaštite su za naznačenu struju 5A i za najmanji opseg podešavanja (3-9)A za prekostrujnu zaštitu, (20-50) A za kratkospojnu zaštitu,
- 4) najmanji opseg podešavanja vremenske zadržke prekostrujne zaštite treba da bude (0,2-3)s

Zaštita NN voda u elektrani je prekostrujna, preko kratkospojnog i termičkog okidača NN prekidača.

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 zaposednuta u normalnom radu i ne sme biti ostrvskog tipa, već mrežna. Za zaštitu od ostrvskog rada primenjuje se ROCOF, VECTOR SCHIFT ili LOSE OD MAINS.

Zaštita uređaja MSE se ostvaruje dimenzionisanjem i odgovarajućim izborom osigurača (dvopolnih zaštitnih prekidača) na jednosmernoj strani, kao i osigurača i prekidača na naizmeničnoj strani invertorskog razvoda.

Prekidači se isključuju u slučaju kvara na invertorima, dok se osiguračima vrši zaštita opreme od kratkog spoja. Pored navedenog i sami invertori imaju svoj sistem za štite.

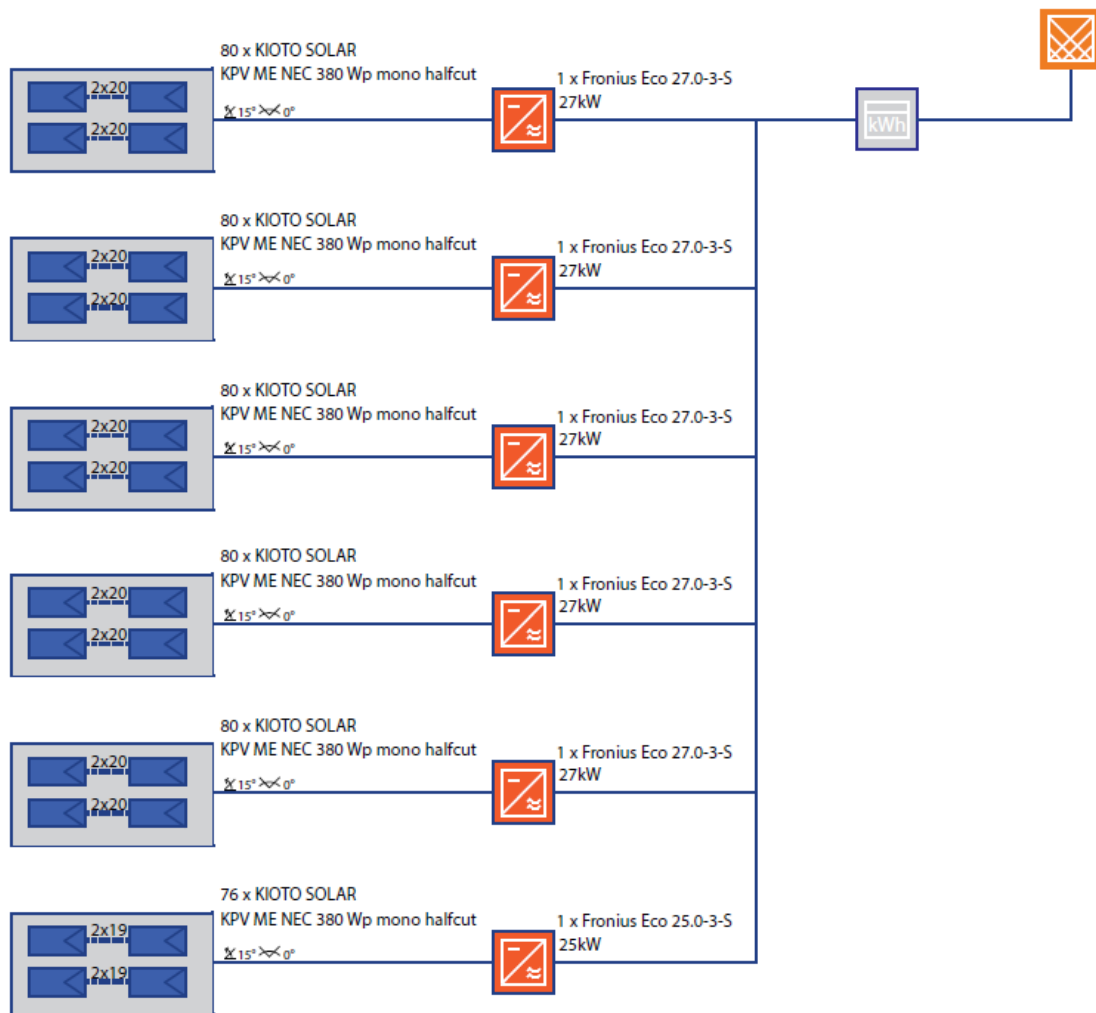
Sve metalne mase MSE uzemljiti direktno na sabirne zemljovode, a zatim isto vezati preko mernog mesta na postojeće združeno uzemljenje

Ovim projektom idejnim projektom zamišljeno je da se MSE izgradi pomoću monokristalnih solarnih panela jedinične snage 380W, nominalnog jednosmernog DC napona 34,32V, nominalne jednosmerne struje 11,08A, dimenzija 1755 x 1038 x 40 mm, svaki težine 20kg (u daljem tekstu: paneli), montiranih na površini krovova objekata br. 1, 2, 5, 7 i 8 na kp.br. 132/2, katastarska opština Stupčevići.

Osnovne karakteristike objekta za proizvodnju električne energije su:

Lokacija:	Arilje
Klimatski podaci za:	Arilje
Broj fotonaponskih panela	476
Tip fotonaponskih panela	KPV ME NEC 380 Wp mono halfcut
Broj invertora	5
Tip invertora	Fronius Eco 27.0-3-S
Broj invertora	1
Tip invertora	Fronius Eco 25.0-3-S
Instalirana snaga (AC strana)	160 kW
Instalirana snaga (DC strana)	180,88 kWp

Blok dijagram MSE, dat je na sledećoj slici (slika 2).



Slika 2: Blok dijagram MSE

Mrežni fotonaponski sistem se sastoji od 24 strujnih krugova solarnih panela, 20 strujnih krugova sa 20 panela u strujnom krugu i 4 strujna kruga sa 19 panela u strujnom krugu.

PV izlaz	180,88 kWp
Bruto/Aktivna PV površina	2.039/866,32 m ²
Ukupna energija proizvedena sa PV (AC)	41.983,49 kWh
Ukupno pušteno u elektro distributivnu mrežu	35.190,20kWh

MSE je povezana sa DC razvodnim ormarom preko „S flex“ kablova, namenskim za solarne sisteme. DC razvodni ormar poseduje DC rastavljače, visokonaponske osigurače, kao i prenaponsku zaštitu gde se sistem svodi na šest mrežnih invertora: pet od 27kW i jedan od 25kW. AC strana invertora takođe odlazi u svoj zaštitni orman koji takođe poseduje sve potrebne zaštite (fid sklopke, automatske osigurače i prenaponske zaštite) odakle je sve pod punom kontrolom pušteno u elektro-distributivni sistem.

Idejnim rešenjem je predviđeno da se na zemlji montiraju paneli ukupno njih 476. Aktivna površina iznosi 866,32m². Podaci o mogućoj proizvedenoj energiji po mesecima jedne godine dati su u sledećoj tabeli:

Period	Energija iz invertora, kW
01.01.-01.02.	16.050,4
01.02.-01.03.	17.251,7
01.03.-01.04.	24.049,90
01.04.-01.05.	25.754,00
01.05.-01.06.	25.748,60
01.06.-01.07.	25.331,70
01.07.-01.08.	27.125,80
01.08.-01.09.	26.695,90
01.09.-01.10.	22.110,40
01.10.-01.11.	19.060,10
01.11.-01.12.	16.952,70
01.12.-01.01.	13.936,40
Ukupno godišnje:	260.067,60

Napomena uz tabelu:

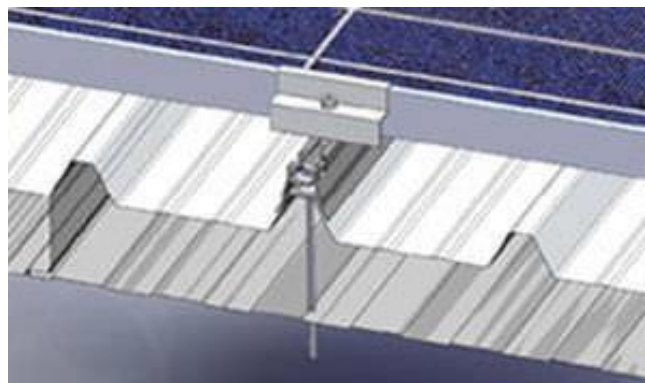
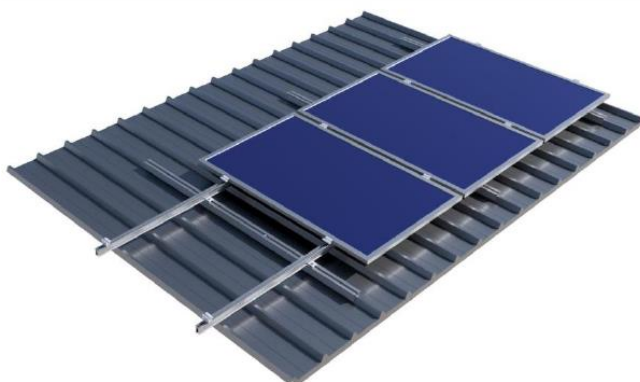
Ukupna moguća proizvedena energija, prikazana u tabeli, može varirati u zavisnosti od trenutnih vremenskih uslova i prisustva aerosola.

Same krovne površine su podeljene na (dva) nivoa. Radi se o kosom krovu sa nagibom od 15° vode. Fotonaponski paneli se montiraju paralelno sa krovom i zaklapaju uglao od 15°u odnosu na horizont. Orijentacija panela je jugozapad. Između redova je ostavljen razmak od 1cm.

Svaki solarni panel se sastoji od 120 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 temperature i obratno, smanjuje se sa povećanjem temperature.

Izabrani paneli pri radijaciji od 1000W/m² imaju spektralnu raspodelu AM 1.5 na temperature 25°C (u saglasnosti sa EN 60904 – 3). Pretvaranje jednosmerne električne energije iz panela u naizmeničnu električnu energiju ostvareno je rednom vezom panela (formiranje tzv. stringova) pomoću DC kablova preseka 4mm² (crveni kabl se vodi za „+“ polaritet, a crni kabl za „-“ polaritet).

Paneli se montiraju na lakoj aluminijumskoj konstrukciji, izgrađenoj od namenskih profila, montiranih na rastojanju od jednog cetimetra, sa nosačima po sredini etaže, pri čemu je sve zavareno i vezano u obliku mreže roštilja, a u svemu prema planovima i šemama projekta (slika 2: Al konstrukcija namenjena za montažu na krovovima).



Slika 3: Al konstrukcija namenjena za montažu na krovovima

Al konstrukcija nudi mogućnost jednostavne i brze montaže sa velikim rasponom između tačaka pričvršćivanja (do 2mm). Paneli mogu biti postavljeni vertikalno ili horizontalno, kako bi se maksimalno iskoristila površina čelične podkonstrukcije.

Konverzija jednosmerne električne energije u naizmeničnu ostvaruje se, po projektu, upotrebom trofaznih invertora Fronius Eco 27.0-3-S, i Fronius Eco 25.0-3-S čije su karakteristike date u sledećoj tabeli:

	Fronius Eco 25.0-3-S	Fronius Eco 27.0-3-S
INPUT PODACI		
Broj MPP trackera	1	
Maks. ulazna struja (I _{dc max})	44,2 A	47,7 A
Maks. niz strujnih modula kratkog spoja	71,6 A	
DC ulazni naponski raspon (I _{dc min} - I _{dc max})	580 – 1.000 V	
Naponski ulazni napon (U _{dc start})	650 V	
Nominalni ulazni napon (U _{dc,r})	580 V	
MPP opseg napona (U _{mpp min} – U _{mpp max})	580 - 850 V	
Korisni opseg napona MPP	580 - 850 V	
Broj DC priključaka	6	
Maks. Snaga PV generatora (P _{dc mak})	37,8 kW _{peak}	

OUTPUT PODACI		
AC nominalni izlaz (Pacr)	25 kW	27 kW
Maks. Izlazna snaga (Pac max)	25kVA	27kVA
AC izlazna struja (Iac nom)	37,9 / 36,2 A	40,9 A / 39,1 A
Mrežna veza (Uac,r)	3~ NPE 400/230, 3~ NPE 380/220 V	
Opseg naizmjeničnog napona (Umin - Umax)	150 - 275 V	
Frekvencija (fr)	50 Hz / 60 Hz	
Frekvencija (fmin - fmax)	45 - 65 Hz	
Ukupna harmonična distorzija	< 2 %	< 2 % 2="" %="">
Faktor snage (cos φ ac,r)	0 - 1 ind. / cap.	
GENERALNI PODACI		
Dimenzije (visina x širina x dubina)	725 x 510 x 225 mm	
Težina	35,7 kg	
Stepen zaštite	IP 66	
Klasa zaštite	1	
Prenaponska kategorija (DC / AC)	2 / 3	
Noćna potrošnja	< 1 W	
Dizajn invertera	Bez transformatora (Transformerless)	
Hlađenje	Regulisano hlađenje vazduha	
Instalacija	Unutrašnja i spoljašnja instalacija	
Temperatura okoline	-25 +60 °C	
Dozvoljena vlažnost	0 - 100 %	
Maks. visina	2.000 m	
DC tehnologija povezivanja	6 x DC+ i 6x DC –šrafno vezivanje 2.5 - 16 mm ²	
AC tehnologija povezivanja	5-polni AC šrafno vezivanje 2,5 - 16 mm ²	
Sertifikati i usklađenost sa standardima	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21	
EFIKASNOST		
Maks. efikasnosti	98,2 %	98,3 %
Evropska efikasnost	98 %	
Efikasnost adaptacije MPP	>99,9%	
ZAŠTITNI UREĐAJI		
Merenje DC izolacije	Da	
Ponašanje preopterećenja	Pomeranje radne tačke. ograničenje snage	
DC disconnector	Da	
Zaštita od promene polariteta	Da	
INTERFEJS		
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
6 ulaza i 4 digitalna ulaza / izlaza	Interfejs za prijemni signal	
USB (priključak)	Dataloging, invertorsko ažuriranje putem USB flash memorije	
2k RS422 (RJ45-priključak)	Fronius Solar Net	
Izlaz signalizacije	Upravljanje energijom (beznaponski relejni izlaz)	
Data Logger i Web Server	Uključeno	
Spoljni izlaz	S0-Meter Interfejs / Ulaz za prenaponsku zaštitu	
RS485	Modbus RTU SunSpec ili priključak merača	

Na pet invertora, snage 27kW i jedan inverter snage 25kW, vezuju se 476 panela. Izabrani su monokristalni moduli (paneli) proizvođača "KIOTO SOLAR" tipa KPV ME NEC 380 Wp mono halfcut snage od 380W, koji se montiraju na podkonstrukciju preko odgovarajućeg montažnog pribora.

Obzirom da su fotonaponski paneli izloženi raznim atmosferskim uticajima: kiši, snegu, sunčevom zračenju i visokim temperaturama, međusobno se povezuju pomoću tzv. „S – Flex01” solarnim kablovima, provodnikom – specijalnim provodnikom za tu namenu. Ovi visokokvalitetni kablovi se opremaju konektorima specijalno dizajniranim i izrađenim za solarne panele. Materijali od kojih su izrađeni kablovi i konektori mogu izdržati i najekstremnije atmosferske i mehaničke uticaje i mogu da rade pouzdano i sigurno nekoliko desetina godina. Saglasno sa IEC 216, provodnici „S – Flex01” imaju 8 puta duži životni vek od kablova sa izolacijom od gume i čak do 32 puta duži vek od kablova sa PVC izolacijom.

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 "S – Flex01" 4mm² za vezu između panela, kao i za vezu od prvog panela stringa do GRO. Provodnike postavljati u PNK regale.

Projektom je predviđeno da se invertori i ormar GRO-MSE ugrade u unutrašnjosti objekta, na etaži prizemlja, u delu hale (novoprojektovani izdvojeni prostor zaštićen ogradom od ostalog prostora). Prostor u kome se nalaze invertori i ormari mora biti fizički zaštićen od mehaničkog povređivanja, 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.

Generisana naizmenična 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 Al kablovima tipa PP00- Y dimenzija 4x16mm² i PP00-Y 4x10mm². Kablovi se od invertora do GRO-a vode na zidu objekta u odgovarajućoj zaštiti.

Kablovi koji povezuju invertore i GRO se od preopterećenja i kratkih spojeva štite trolpolnim automatskim osiguračima („C tip“). Invertor se od prenapona štiti odvodnicima tipa „1“ i „2“.

Razvodni ormar GRO-MSE je projektovan za unutrašnju montažu, sa stepenom mehaničke zaštite IP54 ili veći, i stepen zaštite od udara IK10.

U naizmničnom razvodnom ormaru GRO-MSE ugrađuje se zaštitni uređaj, koji mora da obezbedi 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:

a. Naponske zaštite, koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivne električne energije, koja se sastoji od nadnaponske i podnaponske zaštite;

b. 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 jednog uređaja u GRO-MSE, koji u sebi sadrži AC prekidač sa podesivom termičkom I prekostrujnom zaštitom i uređaj 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.

Solarna elektrana ne sme biti zaposednuta u normalnom radu i ne sme biti ostrvskog tipa, već mrežna.

Zaštita uređaja MSE se ostvaruje dimenzionisanjem i odgovarajućim izborom osigurača (dvopolnih zaštitnih prekidača) na jednosmernoj strani, kao i osigurača i prekidača na naizmeničnoj strani invertorskog razvoda.

Prekidači se isključuju u slučaju kvara na invertorima, dok se osiguračima vrši zaštita opreme od kratkog spoja. Pored navedenog i sami invertori imaju svoj sistem za štite.

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

Za zaštitu uređaja MSE od groma upotrebiti postojeću gromobransku zaštitu, postavljenu na krovu objekta na hvataljci najviše tačke krova.

B) Priključak male solarne elektrane (MSE) na distributivni energetski sistem Srbije (DESS)

Za priključenje MSE na DESS koristeći se postojeći priključak na elektrodistributivni sistem sa dvosmernim poluindirektnim brojilom za merenje preuzete/proizvedene električne energije. Pretplatnički broj brojila: 21119; ED broj: 4012130614.

Razvodni orman GRO-MSE se na orman IMO povezuje Al kablom PP00-A 4x50mm², koji se vodi u kablovskom rovu do IMO na fasadi objekta.

U IMO se nalazi uređaj za poluindirektno trosistemsko merenje i mikroprocesorska dvosmerna merna grupa sa modemom za očitavanje preko GPRS sistema. Merna grupa ima mogućnost registrovanja i pamćenja svih veličina od interesa u svakom mesecu u toku godine i to:

- maksimalne aktivne i reaktivne srednje „15-to minutne snage“ (za oba smera zasebno),
- aktivne I reaktivne energije (za oba smera zasebno),
- trenutne vrednosti struje po svakoj fazi (za oba smera zasebno) i
- trenutne vrednosti međufaznih napona.

Klase tačnosti merne grupe za merenje električne energije su: 1 za merenje aktivne energije, 2 za merenje reaktivne energije i 1 za merenje snage.

Priključak je predviđen u svemu prema mišljenju i tehničkim uslovima nadležne Elektrodistribucije, koji se izdaju na osnovu idejnog rešenja.

V) Sistem izjednačenja potencijala

Glavno izjednačenje potencijala je predviđeno povezivanjem svih metalnih delova opreme i neelektričnih instalacija fotopanela i konstrukcije na sabirnicu za izjednačenje potencijala na zidu objekta pored ormara GRO-MSE.

Od GSIP u ormanu MSE do konstrukcije za nošenje fotopanela se ugrađuje provodnik P/F 1x16mm², dok se za međuvezu elemenata konstrukcije i fotopanela koristi provodnik P/F 1x10mm².

G) Gromobranska instalacija

Hvataljka sa ranim startovanjem poseduje elektrode, nazvane "sakupljači energije", raspoređene u blizini šiljka tzv. „Franklinovog gromobrana“, koje su povezane (uzemljene) sa njim preko kondenzatora. Ovi kondenzatori mogu se napuniti do jednog nivoa napona posredstvom ovih sakupljača energije ili preko fluksa jona ili preko efekta kapacitivnog delioca. Ovaj nagli porast polja stvara vrlo brzu varijaciju napona (dU/dt), koja je detektovana odgovarajućim filterom, a zatim transformisana u komandu jednoj elektronskoj skupini, koja će akumuliranu energiju transformisati u varnice, lavinu elektrona i izbijanje ulaznog trasera sa vrha „Franklinovog gromobrana“.

Centralni deo hvataljke je masivna elektroda od bakra visoke provodnosti, zašiljena na vrhu, a ostale elektrode su od nerđajućeg čelika. Oklop sadržine hvataljke je od materijala koji podnosi sve klimatske ekstremne vrednosti vlažnosti i temperature.

Visina jarbola je prema postojećem Rešenju o građevinskoj dozvoli objekta i hvataljka je "zarivena" u jako električno polje pred udar groma, kako bi prikupila dovoljno energije za svoje delovanje.

Zemni uvodnici su od trake P25 FeZn 25x4mm i spojeni su sa uzemljivačem. Mesta spojeva zaštićena su od korozije farbanjem.

Kao uzemljivač će biti korišćen princip temeljnog uzemljivača. Otpornost uzemljivaca bi trebalo da bude manja od 10L2.

Pre puštanja u rad predmetne elektrane, proveriti vrednosti otpora rasprostiranja uzemljivača i kvaliteta metalnih spojeva. Ukoliko su rezultati nezadovoljavajući pristupiti izradi dodatnog uzemljenja i poboljšanja kvaliteta spušnih vodova.

Standardom SRPS N.B4.802, predviđena su prva i periodična ispitivanja gromobranskih instalacija "naročito kontinuiteta za one delove gromobranske instalacije koji nisu vidljivi za kontrolu i to na početku montaže i koji kasnije neće biti vidljivi".

Potrebno je vršiti periodična ispitivanja hvataljke (prema tabeli) kako bi se proverilo da li je hvataljka izgubila svoje deklarisanе karakteristike.

Nivo zaštite	Interval između kontrola (godine)
I	2
II	4
III,IV	6

Ovim ispitivanjima hvataljka mora biti podvrgnuta u intervalu od 4 godine, a prema pravilima standarda SRPS N.B4.802, koji su vezani za nivo zaštite koji ova hvataljka obezbeđuje štićenim objektima, odnosno nakon direktnog pražnjenja groma u instalaciju, kao i u slučaju promene tj. eventualnog fizičkog proširenja štićenih objekata.

Svrha ispitivanja je:

- da se potvrdi funkcionalnost gromobrana i
- da se potvrdi postojanost gromobrana u prirodnim uslovima stvarnih udara groma

Svrha verifikacije je da se utvrdi:

- da li su sve komponente uzemljivača u dobrom stanju,
- da li uzemljivači mogu obezbediti primenjene i određene funkcije,
- da li ima korozije na uzemljivačima,
- da li su isve izvršene rekonstrukcije na komponentama uzemljivača ispravno izvršene.

Verifikacije se obavljaju, sem u vreme izvođenja objekta (cilj je proveru ukopavanja uzemljivača, ili drugih radova prema projektu), i:

- nakon izvedenih instalacija prema SRPS IEC 1024.1, kada imaju definiciju „periodične provere“, u vremenskim intervalima određenim u zavisnosti od prirode zaštite štićenog prostora i problema korozije;
- kao dodatne provere prema SRPS IEC 1024.1, nakon svake izmene ili popravke;
- kao dodatne provere prema SRPS IEC 1024.1, nakon udara groma.

Redovni pregledi su osnovni uslov za održavanje uzemljivača. Svi uočeni nedostaci konstantovani pregledom moraju se otkloniti bez odlaganja.

Pri svakom pregledu je potrebno sastaviti Zapisnik u koji se unose sve vrednosti dobijene merenjem i iz njega se mora videti da li je instalacija ispravna i koje su eventualne popravke na njoj potrebne.

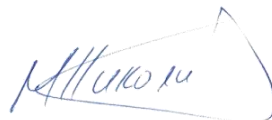
Završne odredbe

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

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

Odgovorni projektant

Milan Nikolić, dipl.el.inž.



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

Primenjene propisane mere i normativi zaštite na radu pri projektovanju i izgradnji objekata električnih instalacija i postrojenja, u skladu sa ZAKONOM O BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJU NA RADU SR SRBIJE ("Sl. glasnik SR Srbije", br. 101/2005).

A) Opšti deo

Opštim merama o bezbednosti i zdravlju na radu, a u saglasnosti sa 'Pravilnikom o opštim merama zaštite na radu od opasnog dejstva električne struje u objektima namenjenim za rad, radnim prostorijama i na gradilištima' (Sl. glasnik SRS" br. 21/89) određuju se uslovi koje treba da ispunjavaju investicioni objekti a odnose se naročito na:

- lokaciju postrojenja
- određivanje dimenzija postrojenja,
- uređenje radnih prostorija i njihovih delova,
- čistoći vazduha,
- osvetljenje,
- uređaje za sprečavanje prekomerne buke i vibracija, uređenje prostora u postrojenju u kome se kreću radnici.

Ovaj prilog sadrži opasnosti koje je projektant uočio u toku izrade Glavnog projekta, kao i mere koje treba preduzeti da se te opasnosti uklone ili svedu na dozvoljene granice.

Prilog se ne odnosi na zaštitu pri montaži i polaganju kabla jer je nju obavezan da realizuje izvođač radova.

Prilikom izrade ovog priloga projektant je pretpostavio:

- da su radnici koji rade na održavanju kablovske mreže, reviziji, remontu, rekonstrukcijama, manipulacijama i merenjiima, odgovarajućih kvalifikacija i psiholoških sposobnosti;
- da objekat sadrži urednu i sređenu tehničku dokumentaciju koja odgovara stvarno izvedenom stanju;
- dobru unutrašnju organizaciju i jasna dokumenta za rad (nalog za rad, dozvolu za rad i itd.);
- obučenost osoblja za rad bezopasnim metodama;
- primenu propisanih ličnih sredstava na radu i zaštitne opreme.

Dimenzije postrojenja i dispozicija primenjene opreme definisani su na crtežima i tekstu gde su pored karakteristika dati i podaci o rasporedu i rastojanja pojedinih elemenata.

U elementima spoljne elektroenergetske mreže nema nikakvih tehnoloških procesa i aerozagađivanja pa su i mere u vezi zaštite od njih izlišne.

Uređenje unutrašnjosti trafostanice organizovano je tako da svi izvršioци uz punu pažnju mogu da rade bez opasnosti po život i zdravlje.

B) 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

V) Predviđene mere za otklanjanje opasnosti i štetnosti kod električnih instalacija jake i slabe struje:

Opasnost od slučajnog dodira delova pod naponom.

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

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

Opasnost od preopterećenja

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

Opasnost od 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 oprema, 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, sto 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 izbegnutavje 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 elektromagnetnog polja

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

G) Zaštita radnika pri polaganju kabla

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.

b) rušenje rova

Ako je zemljište peskovito ili rov dublji od 1m može doći do odronjavanja rova i zatrpavanja i povrede radnika koji rade u rovu.

Radi zaštite mora se izvršiti propisno podupiranje rova.

v) Ako se prevoz kalemova sa kablovima vrši običnim teretnim vozilima, a ne prikolicama specijalno kontsruisanim za prevoz kablova, postoji opasnost da kalem čija težina iznos 2 do 5 tona, isklizne i povredi radnike zaposlene na utovaru. Zbog toga se pri ovakvom utovaru treba poslužiti rampom ili strmom ravni. Utovar se ne sme vršiti na strmom terenu, a na ravnom terenu kola mora da budu obezbeđena od pokretanja. Prilikom utovara kalema, provuče se kroz osovinu kalema uže i nekoliko radnika sa kolima obezbeđuju da se prilikom utovara kalem vrati natrag i provlačenjem pomaže utovar. Isto tako prilikom istovara užetom se reguliše spuštanje kalema niz strmu ravan.

g) Prilikom postavljanja armiranih kablova po zidovima visokih zgrada i prilikom svih radova na stubovima ili krovovima zgrada radnici moraju da nose propisane penjačke pojaseve. Osim toga svaka grupa radnika koja radi na visini opasnoj po zivot, mora da bude snabdevena konopcem koji se može zakačiti jednim krajem na čvrst oslonac (na primer: krovna greda), a na drugi kraj se veže radnik pomoću penjačkog pojasa. Ovakvo uže služi za spasavanje radnika u slučaju kad radi na strmim krovovima ili pod sličnim prilikama.

D) 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 smanjene su opasnosti 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.

E) Prilog o primenjenim merama zaštite - životne sredine

Elementi spojne elektroenergetske mreže ne predstavljaju neposrednu opasnost za zagađivanje čovekove životne sredine. Jedinu opasnost predstavlja ulje koje bi iscurilo iz transformatora ćelije ta opasnost otklonjena predviđenim spuštenim podom za sakupljanje ulja čime je onemogućen prodor ulja u vodotokove, vodne zahvate i kanalizaciju i izbegnuto zagađivanje životne sredine.

Opasnosti od buke i vibracija svedene su na dozvoljeni nivo izgradnjom izolovanog temelja za transformator u TS, izborom tipa transformatora i upotrebom elastičnih podmetača ispod nosača transformatora. Obzirom na udaljenost izvora buke (transformatora) od okolnih stambenih objekata isti ne mogu biti izloženi prekomernom nivou buke i vibracija koji može biti štetan po ljudsko zdravlje. Buka i vibracije koju mogu izazvati kontaktori i prigušnice u mreži javnog osvetljenja otklanjaju se izborom kvalitetne opreme, pravilnim pritezanjem i oslanjanjem na elastične podmetače.

Vodovi srednjeg i niskog napona ne izazivaju ni buku niti vibracije koji bi bili štetni po ljudsko zdravlje. Elementi spojne elektroenergetske mreže ne izazivaju zagađivanje vazduha.

Ž) Opšte napomene i obaveze

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

Proizvodnja 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 radova obavesti nadležni organ inspekcije rada o početku radova, kao i pri promeni tehnološkog postupka, ukoliko se tim promenama menjaju uslovi 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 aktom u pismenoj formi odredi lice za bezbednost i zdravlje na radu, osposobljava zaposlene za bezbedan i zdrav rad, obezbedi zaposlenima korišćenje sredstava i opreme 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 provere osposobljenosti za bezbedan i zdrav rad zaposlenog koji radi na radnom mestu sa povećanim rizikom vrše se na način i po postupku utvrđenim aktom o proceni rizika.

Poslodavac kod kojeg se pri radu pojavljuju eksplozivne smese, 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 zaposlenima dati 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 i održavanje, odnosno pakovanje, transport, korišćenje i skladištenje, u kojoj je proizvodnja, odnosno isporučilac naveo sve bezbednosno-tehničke podatke, za ocenjivanje i otklanjanje rizika na radu.

Prilikom nabavke oruđa za rad i uređaja, uz dokumentaciji koja se prilaže uz oruđa za rad i uređaje, moraju se pribaviti i podaci o njihovim akustičnim osobinama, iz kojih će se videti da buka na radnim mestima neće prelaziti dopuštene vrednosti. Ako je za ispunjenje uslova o dopuštenim vrednostima buke potrebno preduzimanje posebnih mera (prigušivači buke, elastična podleganja, primena ličnih sredstava zaštite od buke i sl.), u pomenutoj dokumentaciji moraju biti naznačene i te mere.

Sva oprema i materijali, predviđeni ovim projektom, moraju da odgovaraju svim važećim domaćim, odnosno prihvaćenim internacionalnim tehničkim propisima i standardima. Sva postrojenja i odr avanje istih moraju se uskladiti sa postojećim propisima. Svuda gde to propisi zahtevaju, postaviti vidno oznacene natpise sa upozorenjima:

- visina napona,
- namena određene opreme,
- druga važna obaveštenja.

Pri izvođenju radova ili remontu postrojenja i opreme, obavezno je postaviti opomensku tabiiću u pogledu:

- stanja uključenosti /isključenosti,
- zabrana,
- drugih važnih obaveštenja za rukovaoca.

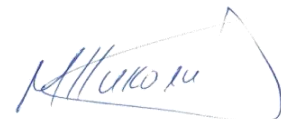
Pri rukovanju u postrojenju, obavezna je primena zaštitne opreme i sredstava.

Z) ZAKLJUČAK

Projektom su predviđene sve preventivne mere za otklanjanje opasnosti u pogledu bezbednosti i zdravlja na radu.

Odgovorni projektant

Milan Nikolić, dipl.el.inž.



4.6. PRORAČUNI

4.6.1. APROKSIMATIVNI PRORAČUN PROIZVEDENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Intezitet sunčevog zračenja zavisi od ugla pod kojim sunčeva svetlost pada na solarni panel i orijentaciji tj. azimuta. Solarni paneli u predmetnom projektu postavljaju se na krov i prate ugao nagiba krova (15 stepeni).

Vrednosti dnevne solame radijacije za horizontalnu ravan za opštinu Arilje, kao i aproksimativna proizvedena energija i mreži predata električna energija po mesecima, za proračunatu snagu MSE od 160kW, je data u tabeli koja je deo ovog idejnog projekta. Vrednost aproksimativne proizvedene energije je proračunata softverski za konkretnu MSE.

Električna energija predata mreži umanjena je za oko 10% u odnosu na proračunatu, usled gubitaka nastalih zbog promene temperature, padova napona i drugih faktora.

Podaci o vrednostima su iskustveni i uzimaju se iz projektovanih i izgrađenih MSE sa teritorije Republike Srbije. Tačne podatke daje isporučilac panela pri izradi Glavnog projekta MSE, dobijenih pomoću Softvera, koji se radi na osnovu napred navedenih obrazaca i fotometrijskih podataka i koji karakteriše geografski položaj predmetne MSE.

Optimalan ugao nagiba solarnih panela za konkretnu lokaciju iznosi 15 stepeni i ima orijentaciju ka jugu, odnosno azimut od 0, pa je za te uslove broj montiranih panela dat kao na crtežima, koji bi se montirali na površi, izabrano je dato rešenje.

4.6.2. IZBOR PANELA I PRORAČUN SNAGE MSE

Ovim projektom se predviđa ugradnja MSE na krovu objekta površine $S_a=873,6 \text{ m}^2$. MSE čine monokristalni solarni paneli sa temperovanim prednjim staklom debljine 3,2mm, za montažu direktno na konstrukciju, sledećih karakteristika:

SPECIFIKACIJA MODULA	
Pmpp [Wp]	380
Umpp [V]	34,32
Impp [A]	11,08
Uoc [V]	41,40
Isc [A]	11,60
Stopa efikasnosti	20,86%
Površina po kWp	4,79m ²
ELEKTRIČNI PODACI	
120 kristalnih ćelija	166 mm x 83 mm
Sistem za povezivanje	Original Stäubli MC4 EVO2 connectors
Maks. sistemski napon	1500V DC
Tolerancija moći	(+ 5W / - 0 W) Merenje: STC (standardni uslovi ispitivanja)
Temperaturni koeficijenti	Pmpp -0,350 %/K Uoc -0,270%/K Isc +0,048%/K
Maks. obrnuta struja	15 A
Radna temperatura	+85 °C up to -40 °C
Dužina kabla	2 x 1.150 mm
Zaobilazne diode	3 kom.
Garancija efikasnosti	min. 97% u prvoj godini, a zatim smanjenje od 0,7% p.g. - do 25 godina
TEHNIČKI PODACI	
Dimenzija modula	1755 mm x 1038 mm x 40 (+/- 3 mm)
Težina	20 kg
Specifikacija stakla	3,2 mm ESG - solarno staklo sa antirefleksnim premazom (solarni prolaz AM1,5 min. 94%)
Sertifikat	IEC 61215, Ed. 2 uklj. mehaničko ispitivanje opterećenja do 5400 Pa, IEC 61730 od TÜV Süd
Prošireni sertifikat	Visoka solna magla i amonijum otpornost, sertifikovano u TÜV Nord

Paneli se polažu po limenoj pokrivci krova u nizu, jedan do drugog, horizontalno ili vertikalno, sa padom ka jugozapadom i nagibom u odnosu na horizontalnu ravan od 15 stepeni.

Broj panela iznosi, prema površini zemljišta

$$N_a = 476 \text{ panela}$$

Maksimalna snaga MSE iznosi:

$$P_{\max} = N_a \times P_{p\max} = 476 \times 0,38\text{kW} = 180,88\text{kWp}$$

4.6.3. PRORAČUN NOMINALNE STRUJE

Nominalna naizmenična (AC) struja invertora snage 25 i 27 kW je:

$$I_{n1} = \frac{P_{i1}}{\sqrt{3}} \times U_n \times \cos\phi = 15/1,73 \times 160 \times 0,009 = 40,9\text{A}$$

4.6.4. IZBOR KABLOVA

Na osnovu proračunatih nominalnih struja biraju se kablovi za invertore, koji napajaju GRO-MSE ormar 0,4 kV, 50Hz:

Tip	Presek	dužina
PP00 — Y	5 x 10mm ²	do 5m
PP00 — Y	5 x 16mm ²	do 5m

i kabal od ormara do IMO:

Tip	Presek	dužina
PP00 — A	4 x 50mm ²	do 10m

4.6.5. PRORAČUN PADA NAPONA

Procentualni pad napona u kablju od ormara AC do IMO se računa po obrascu:

$$u = \frac{(100 \times P_i \times l)}{Y_a \times S \times U_n^2}$$

$$u = 0,82\%$$

što zadovoljava propise.

Padovi napona u invertorskim kablovima tipa PP00, preseka 5 x 10, 5 x 16 i 4 x 50, neće se računati, jer su mali.

4.6.6. PRORAČUN KRATKOG SPOJA

Ovaj program biće precizno obrađen u glavnom projektu i neće se tretirati u ovoj fazi projektovanja. Za slučaj napajanja sa MSE, snaga kratkog spoja je mnogo manja, pa se taj slučaj neće tretirati.

4.6.7. PRORAČUN ZAŠTITE OD NAPONA DODIRA

Ovaj program biće precizno obrađen u glavnom projektu i neće se ovde tretirati.

4.6.8. PRORAČUN GROMOBRAJSKE ZAŠTITE

Za zaštitu uređaja MSE od groma, upotrebiti postojeću gromobransku zaštitu postavljenu na krovu objekta na hvataljci najviše tačke krova.

4.6.9. PRORAČUN UZEMLJENJA

Sve metalne mase MSE vezuju na postojeći uzemljivač objekta, čiji je otpor rasprostiranja manji od jednog oma, otpor rasprostiranja MSE se neće računati, jer se koristi postojeće uzemljenje, a on zadovoljava propise.

4.6.10. PRORAČUN ISPLATIVOSTI IZGRADNJE MSE

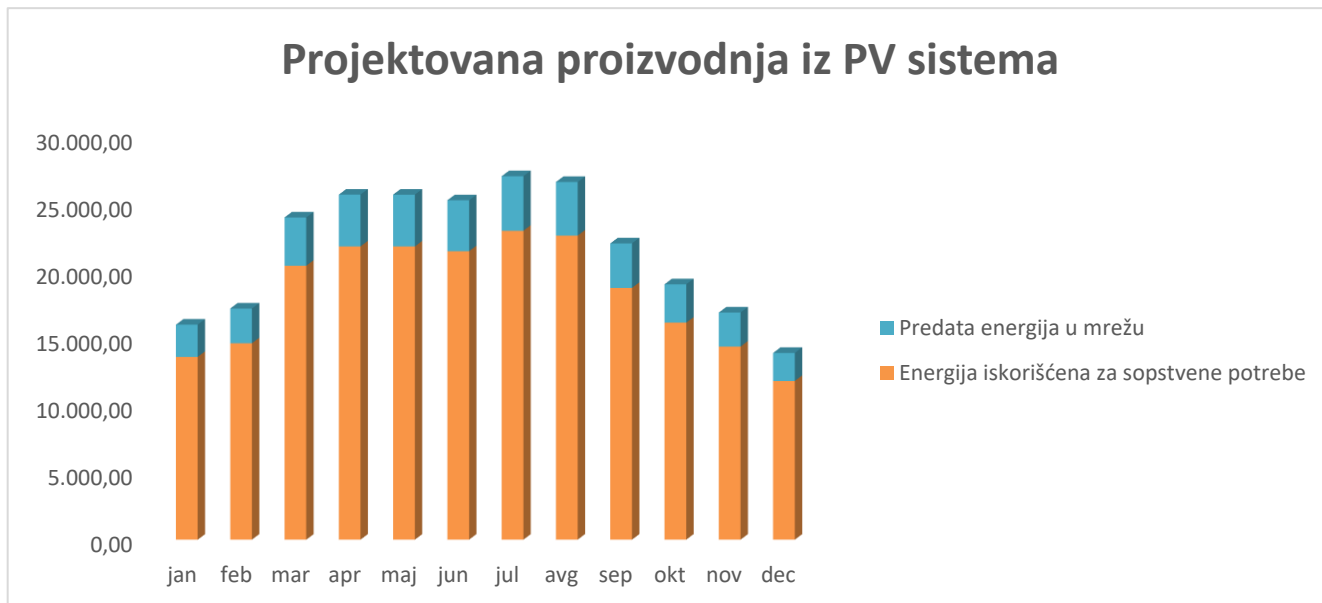
Proračunata maksimalna snaga MSE je: $P_{max} = 180,88\text{kWp}$

Pretpostavljena proizvedena električna energija za godinu dana rada MSE je $V_{eg} = 260,067,60\text{kWh}$. Ova vrednost je dobijena na osnovu podataka iz prakse i ista predstavlja promenljivu vrednost.

U sledećoj tabeli je dat odnos profila potrošnje i proizvodnje sa procenjenih 15% nepoklapanja:

Mesec	Ukupna potrošnja i udeo proizvodnje		PV proizvodnja i udeo u VT potrošnji			Odnos PV proizvodnje			
	Ukupna potrošnja (kWh)	Udeo proizvodnje u ukupnoj potrošnji	Mesečna proizvodnja iz PV sistema (kWh)	Aktivna električna energija u VT (kWh)	Udeo proizvodnje u VT potrošnji	Deo energije za sopstvene potrebe (kWh)		Deo energije predate u mrežu	
Jan	60.229	27%	16.050,40	35.655,60	45%	13.642,84	85%	2.407,56	15%
Feb	62.614	28%	17.251,70	38.621,40	45%	14.663,95	85%	2.587,76	15%
Mar	72.979	33%	24.049,90	44.166,00	54%	20.442,42	85%	3.607,49	15%
Apr	75.834	34%	25.754,00	47.406,60	54%	21.890,90	85%	3.863,10	15%
May	83.554	31%	25.748,60	51.909,60	50%	21.886,31	85%	3.862,29	15%
Jun	88.318	29%	25.331,70	53.581,20	47%	21.531,95	85%	3.799,76	15%
Jul	133.704	20%	27.125,80	80.410,80	34%	23.056,93	85%	4.068,87	15%
Aug	105.065	25%	26.695,90	73.470,60	36%	22.691,52	85%	4.004,39	15%
Sep	105.370	21%	22.110,40	73.003,80	30%	18.793,84	85%	3.316,56	15%
Oct	105.899	18%	19.060,10	74.278,20	26%	16.201,09	85%	2.859,02	15%
Nov	88.280	19%	16.952,70	53.691,60	32%	14.409,80	85%	2.542,91	15%
Dec	92.102	15%	13.936,40	55.261,80	25%	11.845,94	85%	2.090,46	15%
Σ	1.073.946	24%	260.067,60	681.457,20	38%	221.057,46	85%	39.010,14	15%

Pošto u pojedinim mesecima fotonaponski sistem proizvodi mnogo veću količinu električne energije, deo energije iz fotonaposnog sistema za sopstvene potrebe je u proseku 15%, a procenat neiskorišćene električne energije je u proseku 85% iz solarne elektrane na godišnjem nivou (Ilustracija 1).



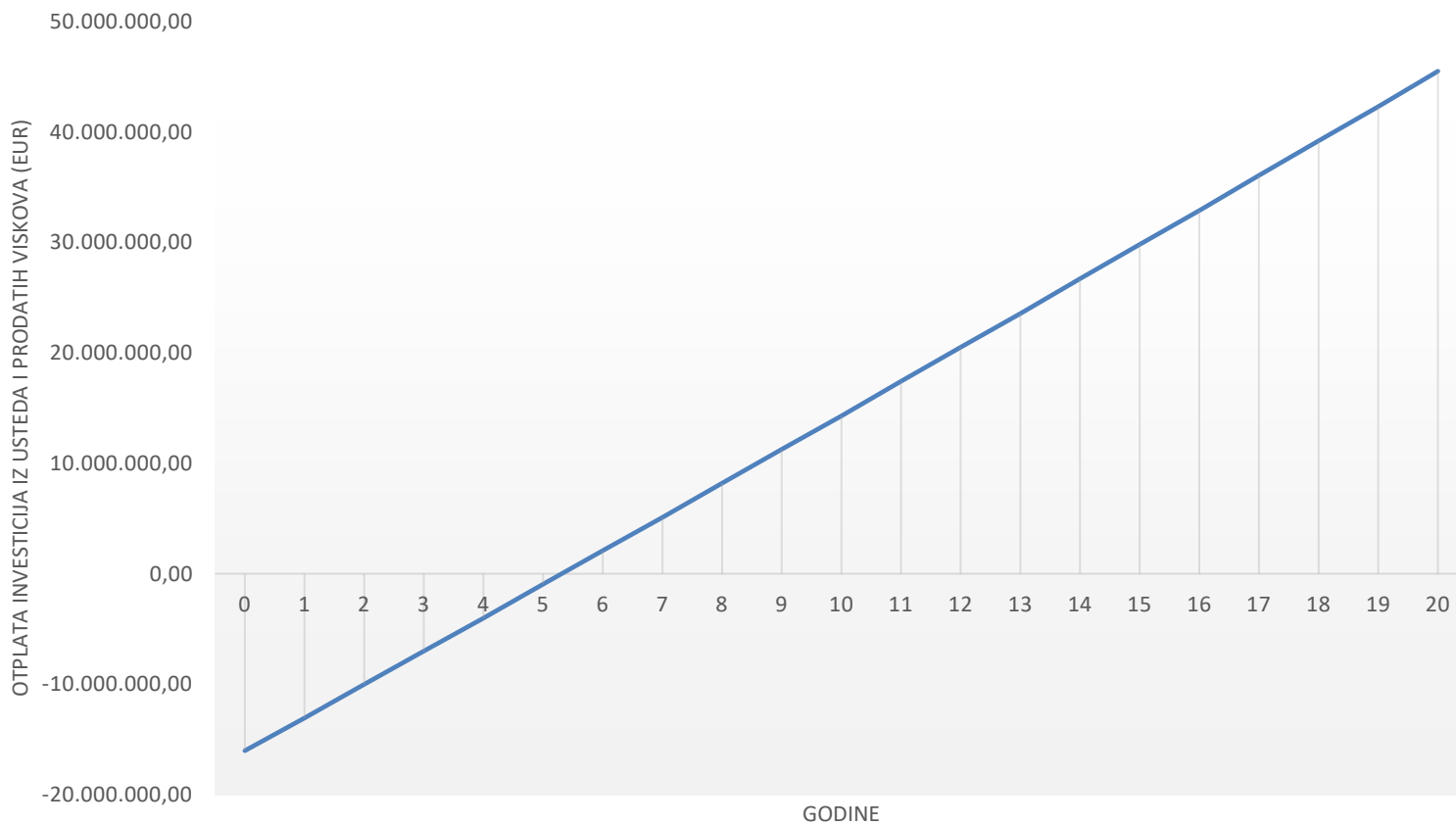
Ilustracija 1 – Raspodela proizvedene električne energije

Dinamika rasta od 2% godišnje je uvedena za naknadu za pristup sistemu, naknadu za podsticaj povlašćenih proizvođača i naknadu za unapređenje energetske efikasnosti. Stavke u računu za koje nije uvedena dinamika rasta je akciza od 7,5% i kurs evra od 117,5 RSD/EUR. Proračun otplate ne uzima u obzir umanjenje PDV-a u računu za struju, jer se sagledava kao odbitna stavka u tokovima novca, tj. bilansa stanja.

Da bi se model smatrao u potpunosti ekonomskim, uveden je i diskontni faktor, koji za 2% umanjuje godišnje prihode ostvarene kroz umanjenje računa za struju, a sve sa ciljem da se predstave u neto sadašnjoj vrednosti (eng. NPV¹), jer novac gubi vrednost kroz vreme, prvenstveno zbog inflacije.

Na osnovu svega navedenog, proračun pokazuje da se povraćaj inicijalne investicije može očekivati okvirno za 5,16 godina, što je prikazano u sledećoj tabeli:

Analiza isplativosti



Godina	Otplata investicije (RSD)
0	-16.019.000,00
1	-13.068.376,60
2	-10.011.925,71
3	-6.996.672,01
4	-4.022.097,22
5	-940.950,86
6	2.098.551,39
7	5.096.934,25
8	8.202.623,32
9	11.266.219,11
10	14.288.252,88
11	17.418.317,40
12	20.505.837,32
13	23.551.350,49
14	26.705.608,22
15	29.816.867,95
16	32.885.674,17
17	36.063.927,40
18	39.198.727,21
19	42.290.624,82
20	45.492.659,82

Odgovorni projektant
Milan Nikolić, dipl.el.inž.

4.7. ZAKONSKA I TEHNIČKA REGULATIVA I STANDARDI

A) Za izradu Projekta korišćeni su sledeće Uredbe, Pravilnici i Zakoni (Prilog 1: Lista propisa):

1. Zakon o energetici („Sl. glasnik RS" br. 57/11, 80/11- ispravka, 93/12 i 124/12)
2. Zakon o tehničkim zahtevima za proizvode i ocenjivanju usaglašenosti („Sl. glasnik RS", br. 36/09)
3. Pravilnik o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona („Sl. glasnik RS", br. 13/10)
4. Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti („Sl. glasnik RS", br. 13/10)
5. Pravilnik o bezbednosti mašina („Sl. glasnik RS", br. 13/10)
6. Zakon o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS" br. 72/09 , 81/09 - ispravka, 64/10 - US, 24/11 i 121/12, 42/2013 - odluka US i 50/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014)
7. Pravilnik o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije za objekte visokogradnje („Sl. glasnik RS", br. 15/08)
8. Pravilnik o sadržini i načinu vođenja knjige inspekcije i građevinskog dnevnika („Sl. glasnik RS", br.105/03)
9. Pravilnik o sadržini i načinu vođenja stručnog nadzora („Sl. glasnik RS", br. 7/10)
10. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS", br. 101/05)
11. Uredba o bezbednosti i zdravlju na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima („Sl. glasnik RS", br. 14/09, 95/10)
12. Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline („Sl. glasnik RS", br. 94/06, 108/06 - ispravka)
13. Pravilnik o zaštiti na radu pri izvođenju građevinskih radova („Sl. glasnik RS", br. 53/97)
14. Pravilnik o opštim merama zaštite na radu od opasnog dejstva električne struje u objektima namenjenim za rad, radnim prostorijama i na radilištima („Sl. glasnik RS", br.21/89)
15. Zakon o zaštiti od požara („SL. glasnik RS", br. 111/2009 i 20/2015)
16. Zakon o metrologiji („Sl. glasnik RS" br. 30/10).

B) Za izradu Projekta korišćeni su sledeći standardi (Prilog 2: Lista standarda):

SRPS IEC 60050-826:2008 - Međunarodni elektrotehnički rečnik - Deo 826: Električne instalacije
SRPS IEC 60050-195:2008 - Međunarodni elektrotehnički rečnik - Deo 195: Uzemljenje i Zaštita od električnog udara
SRPS EN 61140:2012 - Zaštita od električnog udara - Zajednički aspekti za instalaciju i opremu
SRPS HD 193 S2:2011 - Opsezi napona za Električne instalacije zgrada
SRPS HD 308 S2:2012 - Identifikacija žica u kablovima i savitljivim kablovima
SRPS HD 60364-1:2012 - Električne instalacije niskog napona - Deo 1: Osnovni principi, ocena opstih karakteristika, definicije
SRPS HD 60364-4-41:2012 - Električne instalacije niskog napona - Deo 4-41: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od električnog udara
SRPS HD 60364-4-42:2012 - Električne instalacije niskog napona - Deo 4-42: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od toplotnog dejstava
SRPS HD 60364-4-43:2012 - Električne instalacije niskog napona - Deo 4-43: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita od prekomerne struje
SRPS HD 60364-4-442:2012 - Električne instalacije niskog napona - Deo 4-442: radi ostvarivanja bezbednosti - Zaštita instalacija niskog napona od povremenih prenapona usled zemljospoja u visokonaponskom sistemu i usled kvarova u niskonaponskom sistemu
SRPS HD 60364-4-443:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 4-44: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Zaštita od naponskih smetnji i elektromagnetskih smetnji — Tačka 443: Zaštita odprenapona atmosferskog porekla ili usled rasklapanja

SRPS HD 60364-4-444:2012 - Električne instalacije niskog napona — Deo 4-444: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Zaštita od naponskih smetnji i elektromagnetskih smetnji

SRPS HD 384.4.442 SL:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 4: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Poglavlje 44: Zaštita od prenapona — Odeljak 442: Zaštita instalacija niskog napona od kvarova između visokonaponskih sistema i zemlje

SRPS HD384.4.45 SL:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 4: Zaštita radi ostvarivanja bezbednosti — Poglavlje 45: Zaštita od podnapona

SRPS HD 60364-5-51:2012 - Električne instalacije u zgradama — Deo 5-51: Izbor i postavljanje električne opreme — Opšta pravila

SRPS HD 60364-5-52:2012 - Električne instalacije niskog napona— Deo 5-52: Izbor i postavljanje električne opreme — Električni razvod

SRPS HD 60364-5-534:2012 - Električne instalacije niskog napona— Deo 5-53: Izbor i postavljanje Električne opreme — Rastavljanje, rasklapanje i upravljanje — Tacka 534: Uređaji za zaštitu od prenapona

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

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 HD 60364-7-714:2012 - Električne instalacije niskog napona – Deo 7-714: Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije– Instalacije spoljasnog osvetljenja

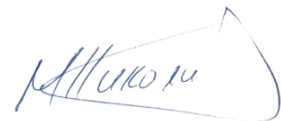
SRPS HD 60364-7-715:2012 - Električne instalacije u zgradama – Deo 7-715: Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije – Instalacije osvetljenja malog napona

SRPSHD 60364-7-717:2012 - Električne instalacije niskog napona – Deo 7-717: Zahtevi za specijalne instalacije ili lokacije – Mobilne ili prenosive jedinice

SRPSCLC/TR 50479:2012 - Uputstvo za Električne instalacije – Izbor i postavljanje električne opreme – Sistemi ožičenja – Ograničenje porasta temperature spojeva

Odgovorni projektant

Milan Nikolić, dipl.el.inž.



4.8. GRAFIČKI DEO

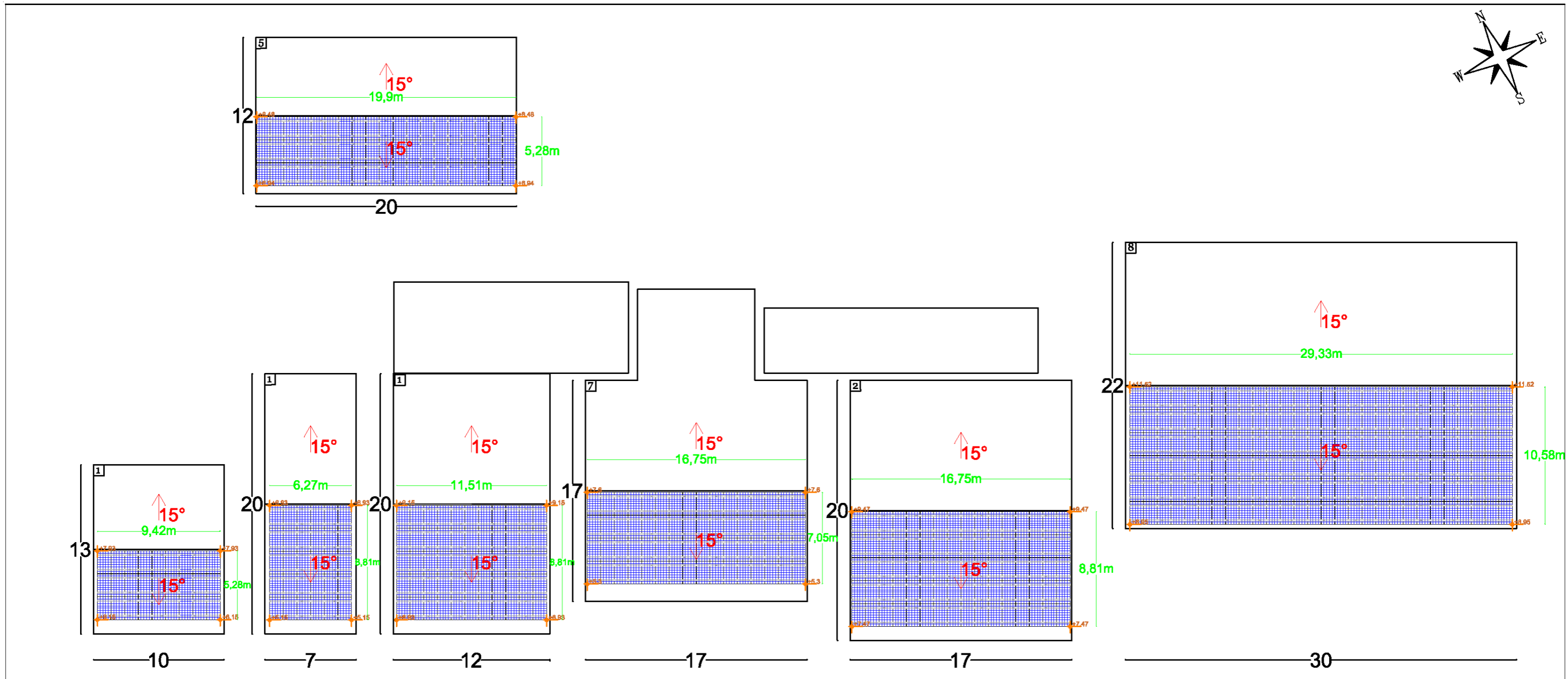
Prikaz tehničkog rešenja osnova krova sa fotonaponskim panelima data je na crtežu oznake 4.8.1.

Situacioni plan sa situacijom MSE Laki 1 na katastarskoj parceli 132/2 K.O. Stupčevići dat je na crtežu oznake 4.8.2.

Jednopolna šema invertora u GRO 1 - MSE Laki 1 data je na crtežu oznake 4.8.3.

Jednopolna šema invertora u GRO 2 - MSE Laki 1 data je na crtežu oznake 4.8.4.

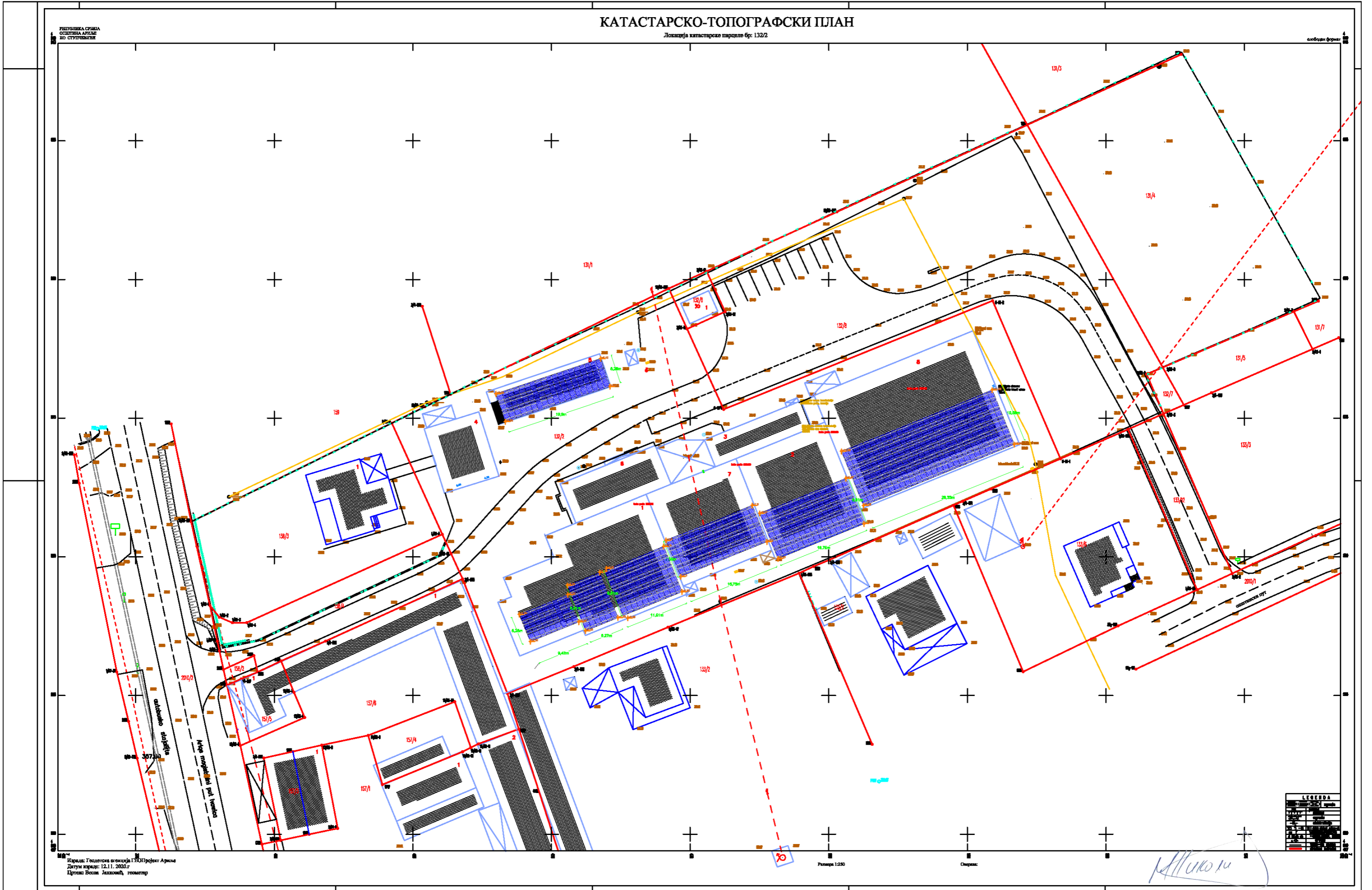
Crtež 4.8.2.: Prikaz tehničkog rešenja osnova krova sa fotonaponskim panelima



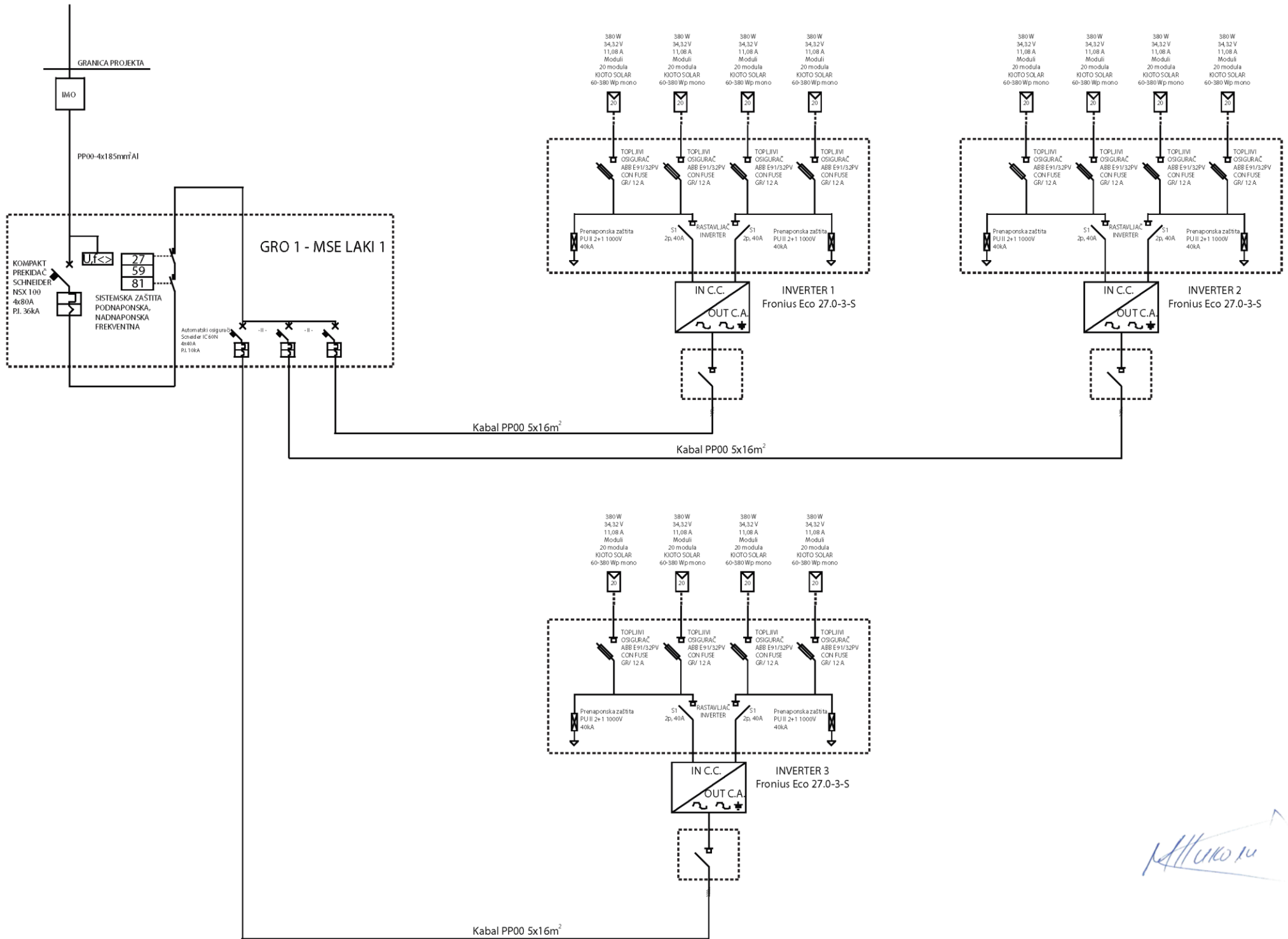
		NAZIV I ADRESA PROJEKTNE ORGANIZACIJE: "Key4e" d.o.o., Milovana Milovanovića 2, VI sprat 11000 Beograd - Savski Venac		BROJ PROJEKTA: 12/21
				DATUM: Septembar, 2021.
INVESTITOR:	„Laki“ Stupčevići bb, Arilje			
NAZIV OBJEKTA I MESTO GRADNJE:	Mala solarna elektrana (MSE) „Laki doo“ Stupčevići bb, Arilje			
OZNAKA I VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:	Mala solarna elektrana (MSE) "Laki 1" snage 160,88kWp DC / 160kW AC, na krovovima objekata 1, 2, 5, 7 i 8 na kp. br 132/2, KO Stupčevići			
OZNAKA I NAZIV DELA PROJEKTA:	4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSIH INSTALACIJA			
PROJEKTANT:		PARAF:		RAZMERA: RAZMERA: 1:1000
ODGOVORNI PROJEKTANT:	Milan Nikolić, dipl. el. inž. licenca br: 350 K977 12	PARAF:	SADRŽAJ CRTEŽA: SITUACIONI PLAN	BROJ CRTEŽA: 4.8.1.

Milan Nikolic

Crtež 4.8.1.: Situacioni plan katastarske parcele 327/1 i 327/2 K.O. Belo Polje

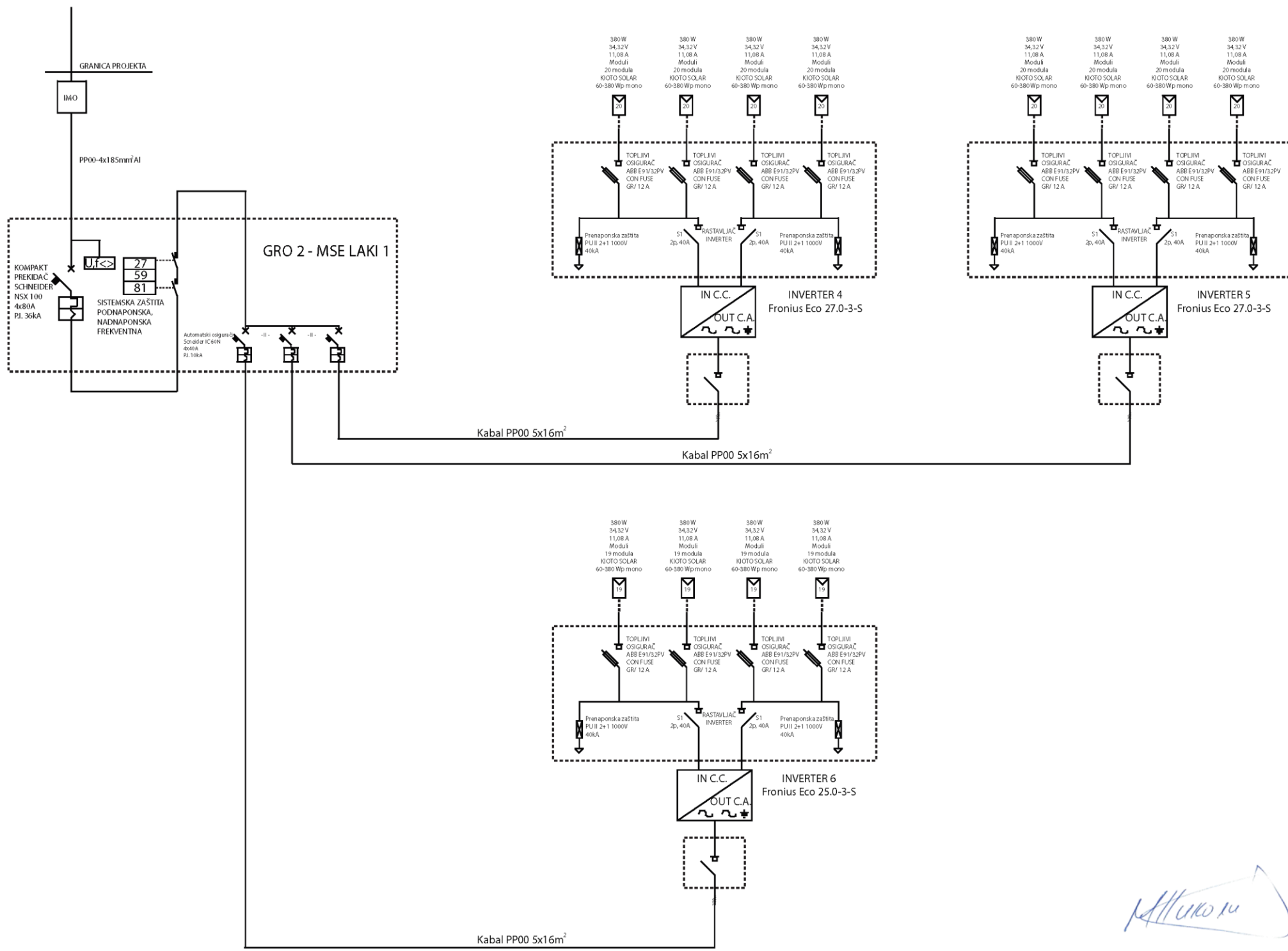


Crtež 4.8.3.: Jednopolna šema invertora u GRO 1 - MSE Laki 1



M. Kurosu

Crtež 4.8.4.: Jednopolna šema invertora u GRO 2 - MSE Laki 1



M. Korošič