

4 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

4.1 Naslovna strana projekta elektroenergetskih instalacija

Investitor: **Network Energy DOO**
Vladimira Popovića 6, Novi Beograd, Srbija

Objekat: **Solarna elektrana Mali Izvor, snage 50MW**
(KP: deo 12547, 12751, 12544, 12545, 12546, 12623, 12624, 12625, 12626/1, 12626/2, 12627/1, 12627/2, 12628, 12629, 12630, 12631, 12632, 12633, 12634, 12635, 12636, 12637, 12638, 12639, 12640, 12641, 12642, 12643, 12644, 12645, 12646, 12647, 12648, 12649, 12650, 22823 KO Mali Izvor, Zaječar)


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

Oznaka i naziv dela projekta: 4 – Projekat elektroenergetskih instalacija

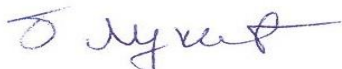
Vrsta radova: Nova gradnja

Projektant: **GMS Consult d.o.o.**
Beograd, Cara Uroša 8a
Br. licence: 351-02-00451/2023-09

Odgovorno lice projektanta: Goran Vukojević, dipl.inž.el.

Potpis: 

Odgovorni projektant: Branko Lukić, dipl.inž.el.
Broj licence: 351 K505 11

Potpis: 

Broj dela projekta: P-139-E-IDR-4

Mesto i datum: Beograd, 12.2025. god.

4.2 Sadržaj projekta elektroenergetskih instalacija

4	4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	1
4.1	NASLOVNA STRANA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	1
4.2	SADRŽAJ PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	2
4.3	REŠENJE O IMENOVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA.....	3
4.4	IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	4
4.5	TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA	5
4.5.1	<i>Tehnički opis</i>	5
4.5.1.1	Uvod	5
4.5.1.2	Lokacija i konfiguracija terena.....	6
4.5.1.3	Princip fotonaponske konverzije i proizvodnje električne energije u solarnoj elektrani	6
4.5.1.4	Osnovni elementi u solarnoj elektrani:	6
4.5.1.5	Uzemljenje	10
4.5.2	<i>Meteorološki podaci</i>	10
4.6	NUMERIČKA DOKUMENTACIJA.....	12
4.6.1	<i>Proračun predviđene prosečne godišnje proizvodnje</i>	12
4.7	GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	13

4.3 Rešenje o imenovanju odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija


Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021, 62/2023 i 91/2025) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 96/2023) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu dela projekta pod oznakom **4 - Projekat elektroenergetskih instalacija**, koji je deo projekta za **Idejno rešenje za Solarna elektrana „Mali Izvor”, snage 50MW** (Nova gradnja) u gradu Zaječar, KO Mali Izvor (KP: deo 12547, 12751, 12544, 12545, 12546, 12623, 12624, 12625, 12626/1, 12626/2, 12627/1, 12627/2, 12628, 12629, 12630, 12631, 12632, 12633, 12634, 12635, 12636, 12637, 12638, 12639, 12640, 12641, 12642, 12643, 12644, 12645, 12646, 12647, 12648, 12649, 12650, 22823), određuje se:

Branko Lukić, dipl.inž.el.

broj licence 351 K505 11

Projektant:	GMS Consult d.o.o. Beograd, Cara Uroša 8a Br. licence: 351-02-00451/2023-09
Odgovorno lice/zastupnik:	Goran Vukojević, dipl.inž.el.
Potpis:	
Broj dela projekta:	P-139-E-IDR-4
Mesto i datum:	Beograd, 12.2025. god.


4.4 Izjava odgovornog projektanta projekta elektroenergetskih instalacija

Odgovorni projektant dela projekta pod oznakom **4 - Projekat elektroenergetskih instalacija**, koji je deo projekta za **Idejno rešenje** za **Solarna elektrana „Mali Izvor”, snage 50MW** (Nova gradnja) u gradu Zaječar, KO Mali Izvor (KP: deo 12547, 12751, 12544, 12545, 12546, 12623, 12624, 12625, 12626/1, 12626/2, 12627/1, 12627/2, 12628, 12629, 12630, 12631, 12632, 12633, 12634, 12635, 12636, 12637, 12638, 12639, 12640, 12641, 12642, 12643, 12644, 12645, 12646, 12647, 12648, 12649, 12650, 22823),

Branko Lukić, dipl.inž.el.

IZJAVLJUJEM

- da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke,
- da je projekat u svemu u skladu sa načinima za obezbeđenje ispunjenja osnovnih zahteva za objekat propisanih elaboratima i studijama.

Odgovorni projektant (IDR):	Branko Lukić, dipl.inž.el.
Broj licence:	351 K505 11
Potpis:	

Broj tehničke dokumentacije:	P-139-E-IDR-4
Mesto i datum:	Beograd, 12.2025. god.

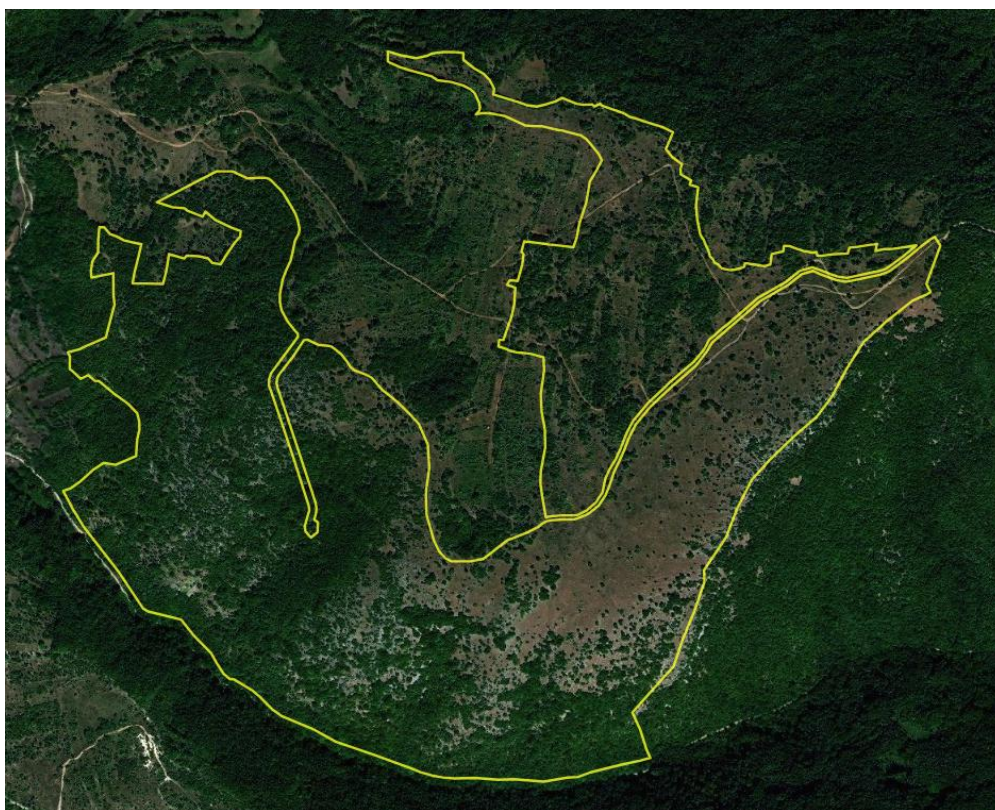
4.5 Tekstualna dokumentacija

4.5.1 Tehnički opis

4.5.1.1 Uvod

Predmet idejnog rešenja je izgradnja solarne elektrane (SE) „Mali Izvor” čija maksimalna snaga u tački priključenja na elektroenergetski sistem iznosi 50MW, prema studiji priključenja broj **333-00-UTD-049-20/2024-001** iz 23.04.2024. izdata od AD „Електромережа Србије”.

Lokacija novoprojektovane SE „Mali Izvor” sa širim okruženjem i naznačenim parcelama od interesa prikazana je na satelitskom snimku na slici 1. Predmetna lokacija novoprojektovane solarne elektrane se nalazi u opštini Zaječar i njene geografske koordinate su: 43.725289°, 22.338182°. Lokacija elektrane se nalazi na oko 20km južno od Zejačara, nedaleko od sela Mali Izvor.



Slika 1: Satelitski snimak obuhvata buduće SE „Mali Izvor”

Solarna elektrana projektovana je na fiksnim, južno orijentisanim konstrukcijama sa nagibnim uglom od oko 30° u odnosu na horizontalu. Projektom je predviđeno izbegavanje strmih i nedostupnih lokacija za postavljanje panela sa nagibom terena koji prelaze maksimalne vrednosti za rad sa mehanizacijom.

Trafostanica 33/110kV, koja je neophodna za funkcionalno povezivanje SE “ Mali Izvor ” na prenosni sistem električne energije, **NIJE PREDMET OVOG PROJEKTA** već posebnog projekta za koji se ishoduje posebna građevinska dozvola.

Granica projekta solarne elektrane i projekta trafostanice 33/110kV predstavljaju srednjenaponski kablovi koji se priključuju na postrojenje 33 kV, odnosno na dovodne ćelije namenjene povezivanju kablova iz internih trafostanica solarne elektrane, u okviru pogonske zgrade trafostanice 110/33 kV. Tačka razgraničenja između projekta solarne elektrane i projekta trafostanice utvrdiće se u kasnijim fazama.

Objekat: Solarna elektrana „Mali Izvor”, snage 50MW

Broj dokumentacije: P-139-E-IDR-4

Revizija: 000

Prilog 4.5

Strana 5 od 13

Katastarska parcela broj **22823**, KO Mali Izvor, opština Zaječar, predstavlja javnu saobraćajnicu – nekategorisani atarski put. Ova parcela će služiti kao koridor za polaganje srednjenaponskih kablova koji povezuju interne trafostanice unutar solarne elektrane sa priključnom trafostanicom 33/110 kV Mali Izvor.

SE “Mali Izvor” se sastoji od:

- Solarnih panela na nosećim čeličnim konstrukcijama međusobno povezanih u stringove (nizove);
- Invertora za pretvaranje jednosmernog sistema napona i struja (DC) u naizmjenični sistem napona(0,8kV) i struja (AC);
- Internih mobilnih trafostanica 0,8/33 kV;
- Energetskih kablovi za prenos AC i DC struje za funkcionalno povezivanje elektrane;
- Internih saobraćajnica.

4.5.1.2 Lokacija i konfiguracija terena

Geografsko područje od interesa ima brdsko-planinske karakteristike sa strmim nagibima koji idu i preko 30° koji su razbijeni skoro vertikalnim ogoljenim terenom koji se spušta ka lokalnim jarugama. U pogledu optimalnog iskorišćenja solarnom potencijala, teren je u nagibu prema jugozapadu što predstavlja povoljnu situaciju.

4.5.1.3 Princip fotonaponske konverzije i proizvodnje električne energije u solarnoj elektrani

Fotonaponska konverzija se ostvaruje pomoću fotoelemenata u kojima se koristi fotoelektrični efekat, tj pojava da se delovanjem fotona na kristalnu rešetku nekog poluprovodnika oslobađaju nosioci naelektrisanja. Fotoelement predstavlja dioda koja se sastoji od poluprovodnika p-tipa i poluprovodnika n-tipa, koji je tanak i providan, tako da svetlosni zraci kroz njega prodiru i padaju na kontakti spoj sa poluprovodnikom p-tipa.

Električnu energiju će proizvoditi bifacijalni fotonaponski paneli tipa monokristal koji sadrže poluprovodničke ćelije (Photovoltaic, skraćeno PV) i vrše fotonaponsku konverziju neakumulirane solarne energije u jednosmernu struju.

Bifacijalni solarni paneli sadrže PV ćelije sa obe strane, pa su u mogućnosti da prikupe i deo solarnog zračenja koji pada na zadnju stranu. Dodatno povećanje efikasnosti „zadnje” strane panela moguće je korigovanjem Albedo efekta, koji predstavlja koeficijent odbijanja solarne iradijacije od podloge na kojoj su moduli postavljeni, posipanjem odgovarajućih materijala na podlogu ispod modula ili postavljanjem reflektujućih folija na istu.

Ovako dobijena jednosmerna struja se preko energetskog pretvarača (invertora) pretvara u naizmjeničnu struju na naponskom nivou od 0,8kV.

4.5.1.4 Osnovni elementi u solarnoj elektrani:

Solarni paneli

Na lokaciji je predviđena instalacija bifacijalnih monokristalnih solarnih panela snage 710W, ili sličnih. Solarni paneli su raspoređeni po stringovima koji preko prenaponske zaštite i prekidača integrisanih u solarnom invertoru dolaze na MPPT ulaz invertora. Paneli će biti raspoređeni u 2 reda, orijentisani uspravno(portrait), na fiksnoj konstrukciji koja je postavljena u nagibu od 30° ili odgovarajućim uglom koji zadovoljava konfiguraciju terena. U jednom redu, na jednoj konstrukciji, biće 13 panela ili slično. Faktor bifacijalnosti treba da bude minimum 0,8.



Slika 2: Bifacijalni solarni panel

Idejnim rešenjem je predviđena upotreba FN modula proizvođača TONGWEI, model TWMNF66HD71. Ukoliko u daljim fazama projekta dođe do promene tipa fotonaponskog modula ili konfiguracije elektrane, potrebno je izvršiti nove proračune i prilagoditi projektno rešenje.

Invertor

Da bi se omogućio rad pomenutog sistema, tj. konverzija jednosmerne struje u naizmeničnu, potrebno je da se jednosmerna struja iz sistema solarnih panela poveže sa trofaznim invertorom, koji pretvara jednosmernu struju u naizmeničnu na napon 0,8kV i frekvencije od 50Hz. Predviđena je upotreba invertora nominalne snage 300kW ili sličnih. Na svaku od novoprojektovanih trafostanica 33/0,8kV predviđeno je vezivanje grupe solarnih invertora.



Slika 3: Invertor

Projektnim rešenjem je predviđena upotreba Invertora proizvođača HUAWEI, model SUN2000-330KTL-H1 ili sličan. Nominalna aktivna snaga ovog invertora je 300kW dok je maksimalna aktivna snaga koju inverter može da generiše 330kW (pri $\cos\phi = 1$).

Ukoliko u daljim fazama projekta dođe do promene tipa invertora ili konfiguracije elektrane, potrebno je izvršiti nove proračune i prilagoditi projektno rešenje.

Noseća konstrukcija solarnih panela

Predviđena noseća konstrukcija fotonaponskih panela je fiksno tipa orijentisana prema jugu pod nagibom od 30° sa nabijanjem čeličnih pocinkovanih profila u zemlju ili postavljanje noseće konstrukcije u izliveno betonske stopice. Na čelične profile se postavlja odgovarajuća podkonstrukcija u vidu aluminijumskih profila. Na aluminijumske profile se montiraju fotonaponski paneli.

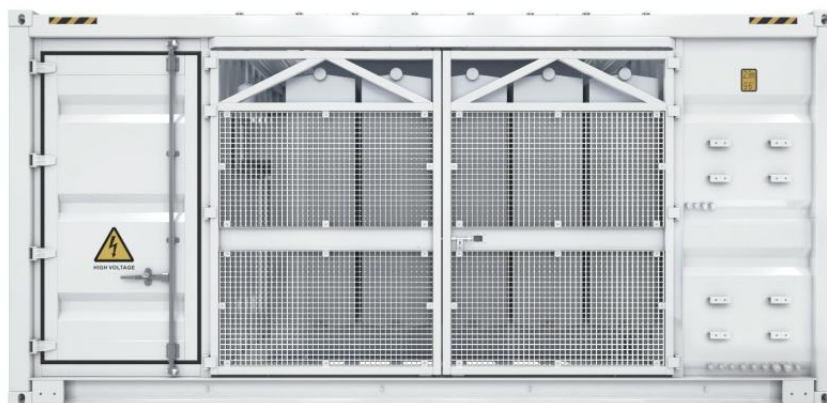


Slika 4: Izgled predviđene noseće konstrukcije

Tip konstrukcije	Fiksna konstrukcija bez praćenja sunca
Orijentacija panela	Portrait
Raspored panela	2 reda po 13 modula ili slično
Nagib konstrukcije	≈30°
Dubina nabijanja	1100-1300mm standardno (tačna dubina se dobija od proizvođača nakon geomehaničkih ispitivanja tla)
Visina donje ivice konstrukcije	Prilagodljivo u zavisnosti od karakteristika tla. U proseku 0,8m

Trafostanica 33/0,8kV

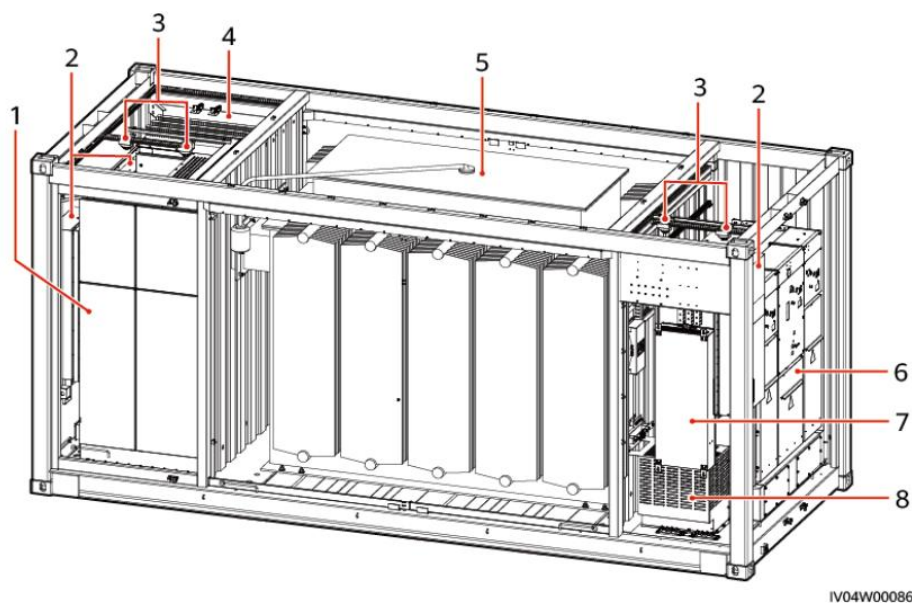
Objekat tipske trafostanice, predviđen za snagu odnosno transformaciju 9MVA, izrađen je od lima na betonskom temelju. Ispod blokova niskog i visokog napona obezbeđen je pogodan prostor za razvođenje kablova. Ventilacija u TS je obezbeđena prirodnim strujanjem vazduha.



Slika 5: prednji izgled tipske trafostanice 33/0,8kV

Tipaska trafostanica 33/0,8kV se sastoji iz 3 osnovna dela:

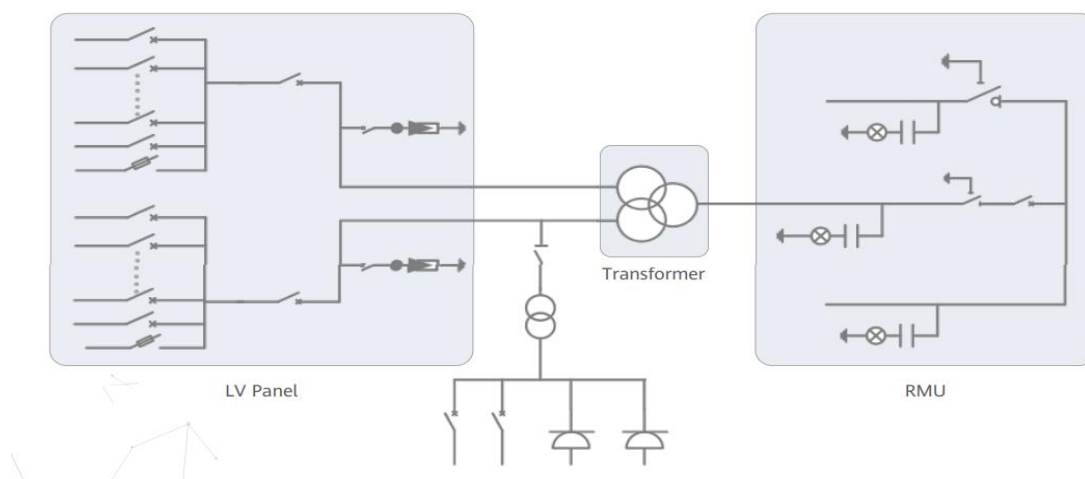
- Niskonaponski deo – Izlazi invertora se odgovarajućim kablovima, preko kompakt prekidača/rastavnih letvi, vezuju na NN sabirnice trafostanice
- Transformator - Podiže napon sa 0,8kV na 33kV
- Srednjenaponski deo – RMU na koji se vezuju srednjenaponski kablovi koji idu ka trafostanici 110/33kV.



IV04W00086

- | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------------|
| (1) NN Panel A | (2) Hladnjak | (3) Senzor dima |
| (4) NN Panel B | (5) Transformator | (6) SN blok RMU tipa |
| (7) Razvodna kutija | (8) Pomoćni transformator | - |

Slika 6: Izgled tipske mobilne trafostanice 33/0,8kV



Slika 7: električna šema tipske mobilne trafostanice 33/0,8kV

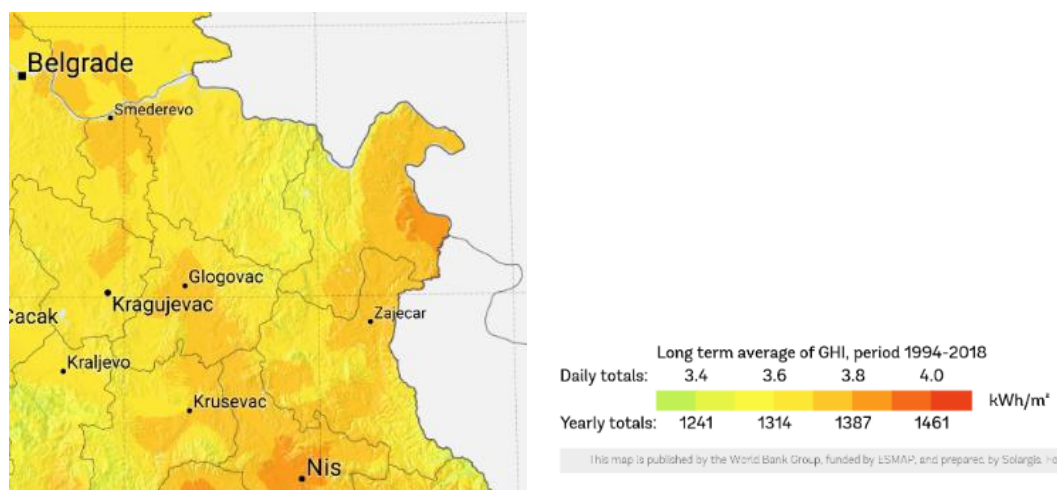
4.5.1.5 Uzemljenje

Predviđena je izrada instalacije uzemljenja koja se izvodi FeZn trakom 25x4mm položenom u zemljanom rovu. Uzemljivački sistem se sastoji od prstenastog uzemljivača nepravilnog oblika, koji prati liniju obuhvata solarne elektrane, i određenog broja FeZn traka. Sistemom izjednačenja potencijala potrebno je povezati sve metalne mase u solarnoj elektrani na uzemljivač. Povezivanje noseće konstrukcije solarnih panela se vrši istom trakom, preko standardnih ukrasnih komada.

Potrebno je da uzemljivač solarne elektrane sa uzemljivačima transformatora 33/0,8kV, budu povezani u jedinstven sistem uzemljenja.

4.5.2 Meteorološki podaci

Intenzitet sunčevog zračenja u Srbiji je iznad evropskog proseka i vrednost globalne godišnje energije zračenja na horizontalnu ravan se kreće između 1300kWh/god. u brdsko-planinskim delovima do oko 1500kWh/god. na jugu. Na slici ispod je prikazana mapa prosečne godišnje energije zračenja sunca na teritoriji Srbije. U skladu sa tim zaključuje se da je teritorija Srbije veoma povoljna za eksploataciju sunčevog zračenja za proizvodnju električne energije.



Slika 8: Prosečna godišnja horizontalna insolacija

Na Slici 7 su prikazani meteorološki podaci lokacije preuzeti iz profesionalnog softvera PVsyst 7.4, koji se koristi Meteonorm 8.1 bazom podataka.

	Global horizontal irradiation	Horizontal diffuse irradiation	Temperature	Wind Velocity	Linke turbidity	Relative humidity
	kWh/m ² /mth	kWh/m ² /mth	°C	m/s	[-]	%
January	44.5	25.5	-0.1	2.20	2.889	79.8
February	64.3	31.9	2.0	2.40	3.172	75.1
March	107.1	41.9	6.7	2.49	3.631	66.5
April	138.3	61.9	11.5	2.30	4.455	67.1
May	173.5	81.4	16.3	2.10	4.106	69.5
June	190.4	73.2	19.9	2.00	3.813	69.1
July	189.6	82.2	22.6	2.00	3.736	62.8
August	173.3	73.9	22.6	2.00	3.834	61.4
September	122.4	60.8	16.7	1.90	3.669	68.0
October	83.9	39.7	11.6	1.89	3.332	74.5
November	47.3	24.9	6.6	1.99	3.060	78.4
December	34.9	19.8	1.4	2.20	2.879	80.8
Year	1369.5	617.1	11.5	2.1	3.548	71.1

Slika 9: Meteorološki podaci za lokaciju SE „Mali Izvor”

4.6 Numerička dokumentacija

4.6.1 Proračun predviđene prosečne godišnje proizvodnje

Proračun predviđene prosečne godišnje proizvodnje predmetne solarne elektrane je izvršen programom "Pvsyst 7.4". Program kao izvor za meteorološke podatke koristi bazu podataka Meteonorm 8.1 čijom se primenom uvažavaju uticaji senke okolnih objekata kao i samih panela jedne na druge i na taj način povećava tačnost predikcije proizvodnje. U skladu sa izabranim solarnim panelima, invertorima, nosećom konstrukcijom i njenom orijentacijom kao i predviđenim gubicima, u sledećoj tabeli data je mesečna proizvodnja predmetne solarne elektrane.

Proizvodnja se može razlikovati ukoliko u daljim fazama projekta dođe do promene izbora solarnih panela. Invertora ili konfiguracije elektrane.

Solarna proizvodnja	
Mesec	Energija predata mreži (MWh)
Januar	3719
Februar	4935
Mart	6775
April	7968
Maj	9029
Jun	9493
Jul	9467
Avgust	9390
Septembar	7458
Oktobar	5962
Novembar	3663
Decembar	2652
UKUPNO	80512

Tabela 1: Predviđena mesečna proizvodnja SE „Mali Izvor” u desetoj godini eksploatacije

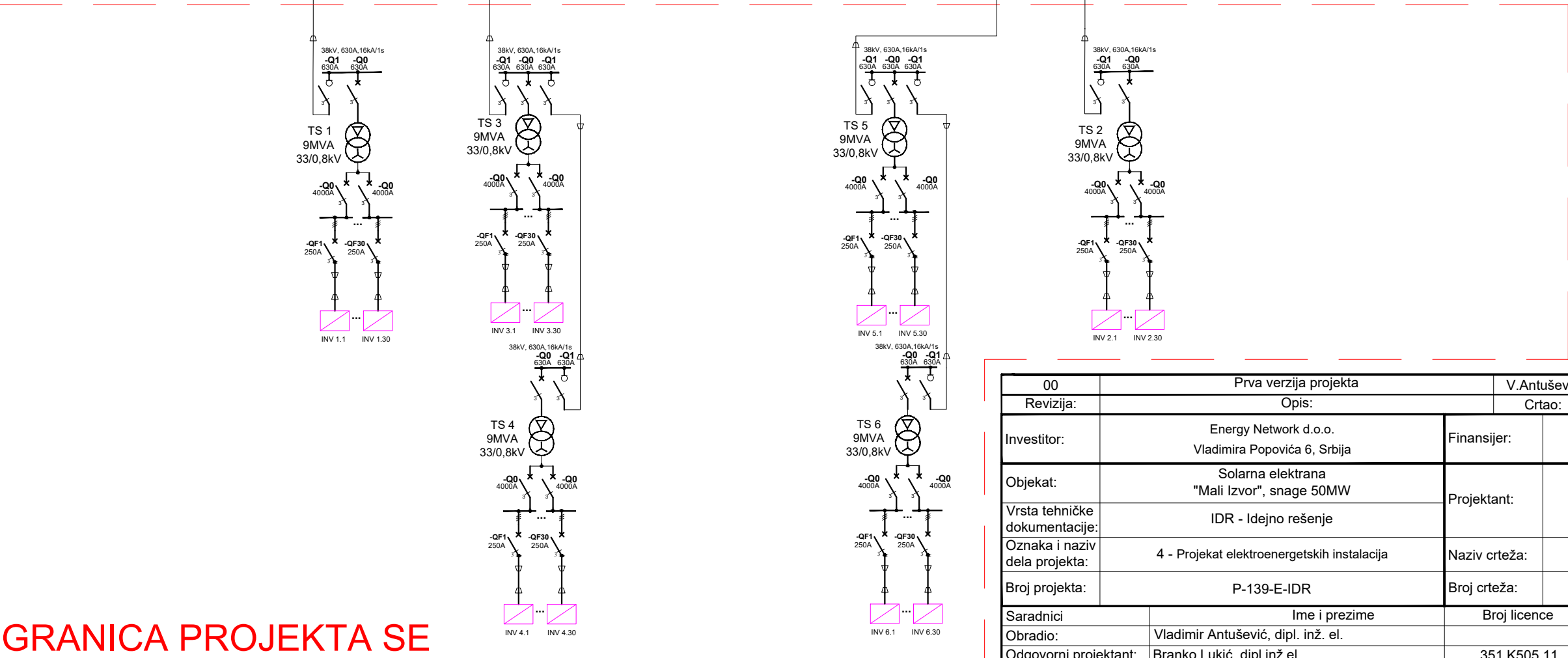
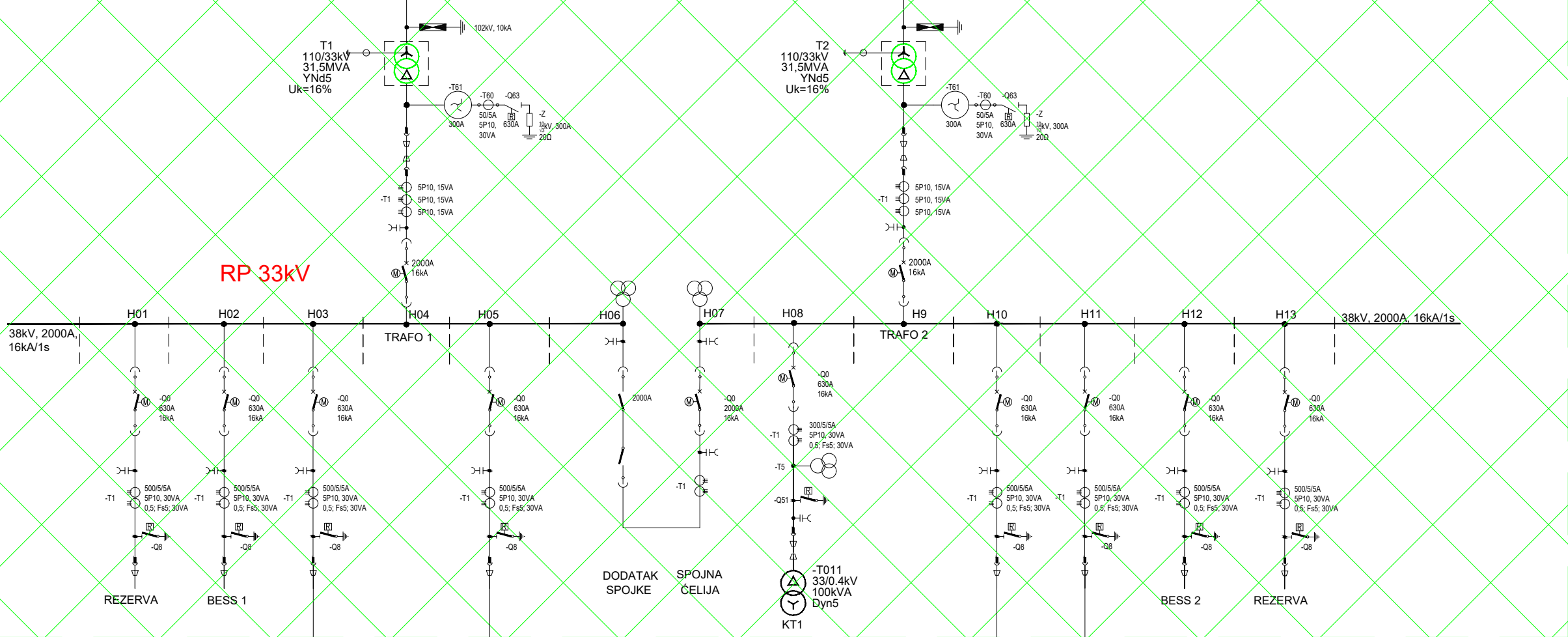
Rezultati simulacije pokazuju da je u desetoj godini eksploatacije faktor iskorišćenja **CF** (Odnos energije isporučene mreži pri realnim uslovima na godišnjem nivou i teoretske vrednosti isporučene energije kada bi elektrana radila cele godine sa svojom maksimalnom snagom) projektovane solarne elektrane oko 18%.

CF od 18% za solarne elektrane u ovom delu Evrope predstavlja veoma dobar faktor iskorišćenja.

4.7 Grafička dokumentacija

Broj	Naziv crteža	Ref. broj crteža
1.	Jednopolna šema elektrane	P-139-E-IDR-4-01
2.	Situaciono rešenje SE "Mali Izvor" na KTP osnovi sa prikazom topografije terena	P-139-E-IDR-4-02


GRANICA PROJEKTA TS 110/33kV (nije predmet ovog projekta)

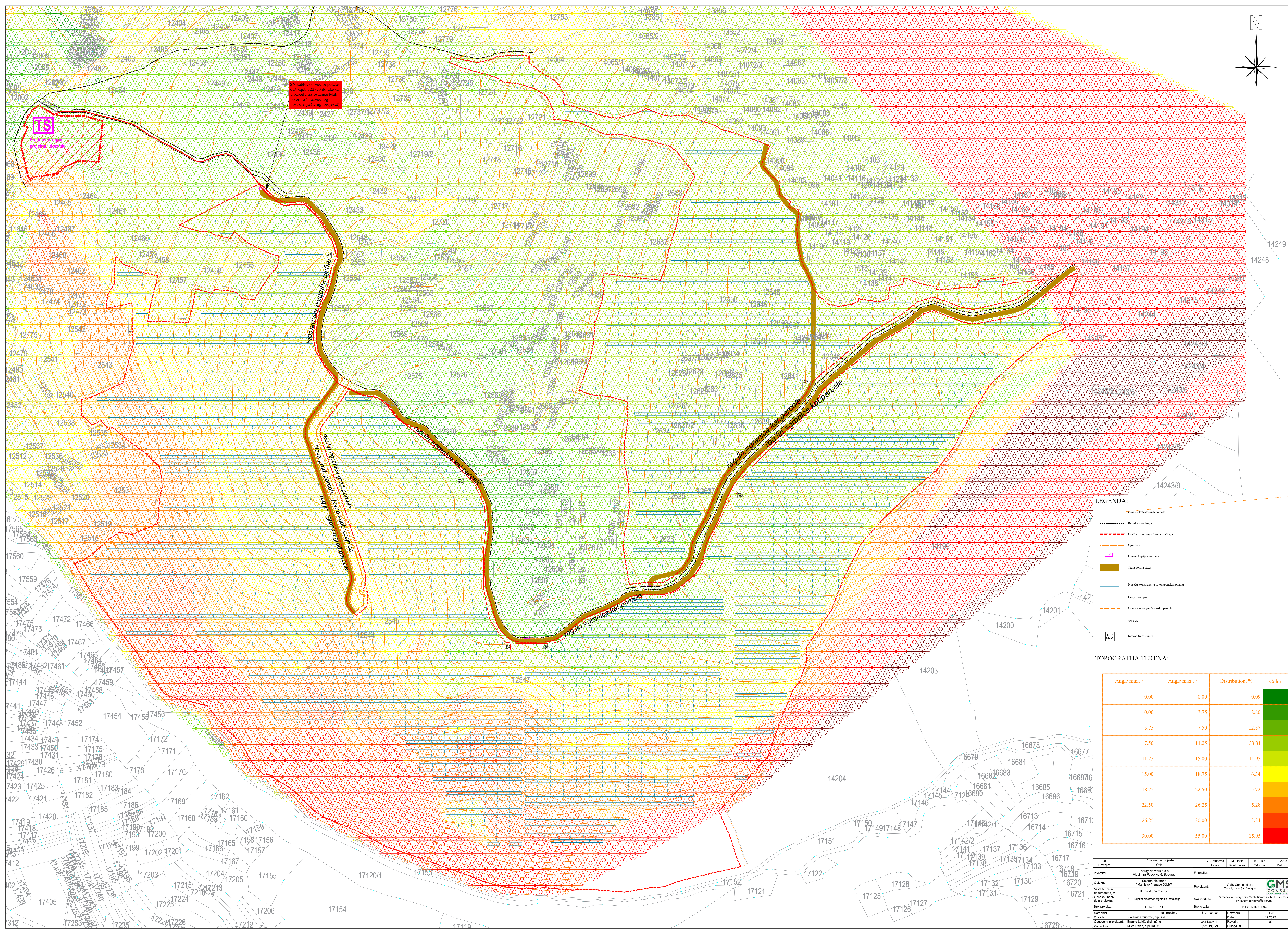
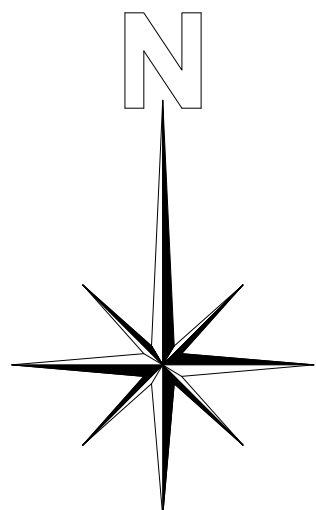


LEGENDA:













- Invertor
- Transformator 33/0.8 kV
- Transformator 33/110kV

GRANICA PROJEKTA SE

00	Prva verzija projekta		V.Antušević	M.Rakić	B.Lukić	12.2025.
Revizija:	Opis:		Crtao:	Kontrolisao:	Odobrio:	Datum:
Investitor:	Energy Network d.o.o. Vladimira Popovića 6, Srbija		Finansijer:			
Objekat:	Solarna elektrana "Mali Izvor", snage 50MW		Projektant:	GMS Consult d.o.o. Cara Uroša 8a, Beograd		
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR - Idejno rešenje					
Oznaka i naziv dela projekta:	4 - Projekat elektroenergetskih instalacija		Naziv crteža:	Jednopolna šema solarne elektrane		
Broj projekta:	P-139-E-IDR		Broj crteža:	P-139-E-IDR-4-01		
Saradnici		Ime i prezime	Broj licence		Razmera	
Obradio:		Vladimir Antušević, dipl. inž. el.			Datum	12.2025.
Odgovorni projektant:		Branko Lukić, dipl.inž.el.	351 K505 11		Revizija	00
Kontrolisao:		Miloš Rakić, dipl.inž.el.	352 1133 23		Prilog/List	



LEGENDA:

- | | | |
|---|---|-------------------------------------|
|  |  | Granična katastarskih parcela |
|  | | Regulaciona linija |
|  | | Gradska/inska linija / zona gradnje |
|  | | Ograda SE |
|  | | Uzlazna kapija elektrane |
|  | | Transportna staza |
|  | | Nosiva konstrukcija fotopostol |
|  | | Linije izotlapi |
|  | | Granica nove gradske/inske parcele |
|  | | SN kabl |
|  | | Interna trafostanica |

TOPOGRAFIJA TERENA:

Angle min., °	Angle max., °	Distribution, %	Color
0.00	0.00	0.09	
0.00	3.75	2.80	
3.75	7.50	12.57	
7.50	11.25	33.31	
11.25	15.00	11.93	
15.00	18.75	6.34	
18.75	22.50	5.72	
22.50	26.25	5.28	
26.25	30.00	3.34	
30.00	55.00	15.95	

Prva verzija projekta		V. Antunović	M. Radoš	B. Lusić	12.12.2019.
Opis:	Opis:	Kritičnost:	Opis:	Opis:	Datum
Investitor:	Energy Network d.o.o. Vladimir Pavićević & Beograd	Finansijer:			
Objekt:	Solarna elektrana "Mali Izvor", snaga 50MW	Projektant:	GMS CONSULT d.o.o. Gara, Urošić & Beograd		
Vrsta tehničke dokumentacije:	OPZ - Ispisno rešenje				
Opis i naziv dela projekta:	4 - Projekat elektricnog inženjeringa	Naziv očišta:	Situaciono rešenje "Mali Izvor" na KCT-u prema prihvaćenom projektovanju		
Broj projekta:	P-13-SE-EDR-0018	Broj očišta:	P-13-SE-EDR-4012		
Ime i prezime:		Broj rešenja:	Rešenja:	1.1500	
Obrađeno:	Vladimir Antunović, inž. inž. el.		Datum:	12.12.2019.	
Odgovorno projektovanje:	Branke Lukić, inž. inž. el.	351 K0205 11	Revizija:	00	
	Miroslav Pavić, inž. inž. el.	352 I-13-SE-02	Prilogi:	00	