

o.1 NASLOVNA STRANA GLAVNE SVESKE TEHNIČKE

o – GLAVNA SVESKA

Investitor: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge
"Kikinda", Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana snage do 1000 kW na zemlji,
na k.p. 21731, K.O. Kikinda, Grad Kikinda

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR - Idejno rešenje

Vrsta radova: Nova gradnja

Glavni projektant: Dragan Milićević, dipl. inž.el.
Broj licence: 350J 461 10
Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

o.2 SADRŽAJ GLAVNE SVESKE

o.1	Naslovna strana glavne sveske
o.2	Sadržaj glavne sveske
o.3	Odluka o imenovanju Glavnog projektanta
o.4	Izjava Glavnog projektanta
o.5	Sadržaj tehničke dokumentacije
o.6	Podaci o projektantima
o.7	Podaci o objektu i lokaciji
o.8	Sažeti tehnički opis
o.12	Grafički prilozi
	- Situacioni crtež

0.3 ODLUKA O IMENOVANJU GLAVNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128a. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US, 24/11, 121/12, 42/13-US, 50/13-US, 98/13-US, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19-dr. zakon, 9/20, 52/21 i 62/23) 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:

GLAVNI PROJEKTANT

za izradu Idejnog rešenja za novu gradnju objekta:

Fotonaponska elektrana snage do 1000 kW na zemlji,
na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda

Određuje se:

Dragan Milićević, dipl. inž.el. 350J 461 10

Investitor: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i
usluge "Kikinda", Iđoški put 4, 23300 Kikinda,
Republika Srbija

Odgovorno lice / zastupnik:

Potpis:

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

o.4 IZJAVA GLAVNOG PROJEKTANTA

Glavni projektant Idejnog rešenja za novu gradnju objekta:

Fotonaponska elektrana snage do 1000 kW na zemlji,
na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda

Dragan Milićević, dipl. inž.el.

I Z J A V L J U J E M

da su delovi Idejnog rešenja međusobno usaglašeni, da podaci u glavnoj svesci
odgovaraju sadržini projekta

o.	GLAVNA SVESKA	Br.	022-22/173
2.1	PROJEKAT KONSTRUKCIJE	Br.	022-22/173
4.1	PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	Br.	022-22/173

Glavni projektant: Dragan Milićević, dipl. inž.el.

Broj licence: 350J 461 10

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

o.5 SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

o	GLAVNA SVESKA	022-22/173
2.1	PROJEKAT KONSTRUKCIJE	022-22/173
4	PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA	022-22/173

o.6 PODACI O PROJEKTANTIMA

o. GLAVNA SVESKA:

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive
izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja
Obradovića 11, 21000 Novi Sad

Glavni projektant : Dragan Milićević, dipl. inž.el.

Broj licence: 350J 461 10

Potpis:

2.1. Projekat konstrukcije:

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive
izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja
Obradovića 11, 21000 Novi Sad

Odgovorni projektant : Miloš Šešlija, dipl. inž.građ.

Broj licence: 315 O 950 16

Potpis:

4. Projekat elektroenergetskih instalacija:

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive
izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja
Obradovića 11, 21000 Novi Sad

Odgovorni projektant : Dragan Milićević, dipl. inž.el.

Broj licence: 350J 461 10

Potpis:

0.7 PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

OPŠTI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

tip objekta:	Slobodnostojeći objekat – Fotonaponska elektrana	
vrsta radova:	Nova gradnja	
kategorija objekta:	G	
klasifikacija pojedinih delova objekta:	učešće u ukupnoj površini objekta (%):	klasifikaciona oznaka:
	100 %	230201 (elektrane)
naziv prostornog odnosno urbanističkog plana:	-	
mesto:	Kikinda, Grad Kikinda	
broj katastarske parcele/spisak katastarskih parcela i katastarska opština:	k.p. 21731, K.O. Kikinda	
broj katastarske parcele/ spisak katastarskih parcela i katastarska opština preko kojih prelaze priključci za infrastrukturu:	/	
broj katastarske parcele/ spisak katastarskih parcela i katastarska opština na kojoj se nalazi priključak na javnu saobraćajnicu:	k.p. 10408/1, K.O. Kikinda	
PRIKLJUČCI NA INFRASTRUKTURU:		
Elektroenergetska distributivna mreža		
Ukupan kapacitet:	Predviđeni kapacitet elektrane je do 1000 kW	
Vrsta priključka:	Trajno	
Vrsta mernog uređaja:	Trofazno, četvorokvadrantno brojilo	
Način grejanja:	/	
Potrebni energetske kapaciteti za različite namene (razvrstano po ulazima):	/	
Potrebni energetske kapaciteti za zajedničku potrošnju (razvrstano po ulazima):	/	
Podaci o priključcima postojećih objekata na parceli/parcelama (ukoliko postoje):	/	
Netipični potrošači:	/	

Potreba za većom pouzdanošću i sigurnosti u isporuci električne energije:	/
---	---

INFORMACIJE	
- Informacija o lokaciji	-
	-
	-

USLOVI	
Elektro distribucija Srbije	Uslovi za izradu Urbanističkog projekta za rekonstrukciju i proširenje PPOV i FN elektrane do 1000kW za parcelu 21731 K.O. Kikinda
	540400-D.07.13-301311-23
	datum: 15.08.2023.
Elektromreža Srbije	Uslovi za izradu Urbanističkog projekta za rekonstrukciju i proširenje PPOV i FN elektrane do 1000kW za parcelu 21731 K.O. Kikinda
	130-00-UTD-003-910-2023/002
	datum: 20.07.2023.

OSNOVNI PODACI O OBJEKTU I LOKACIJI

Dimenzije objekta:	Ukupna površina parcele/parcela:	69.213,00m ²
	BRGP dela objekta (član 145):	/
	Ukupna BRGP nadzemno :	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane Faza 1 - 25.00 m ² - konstrukcija FN panela Faza 1 - 3,017.00 m ² Faza 2 - 2,690.00 m ² Ukupno: 5,732,00 m²
	Ukupna BRUTO izgrađena površina:	5,732.00 m²
	Ukupna NETO površina:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane 20.00 m ² Ukupno: 20.00 m²
	Površina prizemlja:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane 25.00 m ² Ukupno: 25.00 m²
	Površina zemljišta pod objektom / zauzetost:	Faza 1 i 2 - 5,732.00 m²
	Spratnost (nadzemnih i podzemnih etaža):	P
	Visina objekta (venac, sleme, povučeni sprat i dr.) prema lokacijskim uslovima:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane Venac : +3.51 m Sleme: +3.95 m - konstrukcija FN panela- maksimalna visina konstrukcije od kote terena h=+3.5 m
	Apsolutna visinska kota (venac, sleme, povučeni sprat i dr.):	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane Venac : 81.31 m Sleme: 81.75 m - konstrukcija FN panela- maksimalna visina konstrukcije Venac: 81.3 m

	Spratna visina:	/
	Broj funkcionalnih jedinica/broj stanova:	/
	Broj parking mesta:	/
Materijalizacija objekta:	Materijalizacija fasade:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane - bojena
	Orijentacija slemena:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane Istok - Zapad
	Nagib krova:	- objekat za smeštaj RO sa sklopnom i zaštitnom opremom FN elektrane 7°
	Materijalizacija krova:	Termoizolacioni panel
Procenat zelenih površina:	za celu parcelu	-
Indeks zauzetosti:	za celu parcelu	-
Indeks izgrađenosti:	za celu parcelu	-
Druge karakteristike objekta:	Primarna funkcija i namena objekta je proizvodnja električne energije za zadovoljenje sopstvenih potreba kompleksa i sa predajom viškova u DSEE. Elektrana će raditi u statusu kupac-proizvođač.	
Predračunska vrednost objekta:	Faza 1.....	55,511,631.14 RSD (473,527.52 €)
	Faza 2.....	29,907,620.81 RSD (255,119.17 €)

o.8 SAŽETI TEHNIČKI OPIS

Idejno rešenje obrađuje varijante izgradnje FN elektrane / FN elektrana na lokaciji. Rešenja su usklađena sa Zakonskim i obavezujućim aktima Republike Srbije, nadležnih preduzeća uzimajući u obzir težnju da se nađe ekonomski najisplativije rešenje. Sve varijante se odnose na mrežno vođene odnosno tzv. On Grid elektrane.

S tim u vezi, obrađena su 2 rešenja. Rešenja podrazumevaju da se izgradnja FN elektrane predviđa do snage 1 MW. Oba rešenja predviđaju da se električna energija proizvodi dominantno za napajanje sopstvene potrošnje, da će viškovi biti predavani u distributivni sistem električne energije (DSEE), i da će buduća elektrana raditi u statusu kupac-proizvođač.

Rešenja se daljom razradom urbanističke dokumentacije trebaju tretirati kao segmenti fazne gradnje jedne elektrane čime se Investitoru daje mogućnost povećanja snage elektrane ali i potencijalne mogućnosti predaje veće količine energije u mrežu tokom letnjih meseci a sve u cilju balansiranja utroška električne energije na godišnjem nivou. Prvim rešenjem se predviđa izgradnja elektrane čija je snaga jednaka procenjenoj snazi jednovremene potrošnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) u iznosu od 532 kW (podatak dobijen od Investitora) u svrhu čijeg zadovoljenja potreba za električnom energijom se i gradi FN elektrana. Drugo rešenje, odnosno druga faza, predviđa mogućnost dogradnje odnosno povećanja kapaciteta FN elektrane prve faze do snage od maksimalno 1 MW odnosno do mogućnosti koje pruža opredeljeno zemljište i njegova površina.

Snage predloženih rešenja su prikazani u tablici 4.1

Tabela 4.5.1 Osnovni podaci o varijantnim rešenjima

Varijanta	Izlazna snaga [kW]	Ulazna snaga [Wp]	Nazivni napon [kV]	Priključenje
Rešenje/Faza 1	500	627,8	0,4	sopstvena potrošnja
Rešenje/Faza 2	350	438,9	0,4	sopstvena potrošnja

U tabeli 1 prikazani su osnovni podaci projektovanog FN sistema: pojedinačna snaga, broj i ukupna snaga invertora i FN panela.

Tabela 1 Osnovni podaci o elektrani

Nominalna izlazna snaga FN elektrane do 1000 kW			
Maksimalna izlazna snaga FN elektrane do 1000 kW			
Nominalna ulazna snaga FN elektrane (nominalna snaga FN panela) do 1400 kWp			
Invertor		FN paneli	
Pojedinačna snaga	Ukupna snaga	Pojedinačna snaga	Ukupna snaga
[kW]	[kW]	[Wp]	[kWp]
20 kW – 1000 kW	do 1000 kW	370 W – 800 W	do 1400 kWp

U oba predviđena rešenja FN elektrana električnu energiju proizvodi za podmirivanje sopstvene potrošnje. Priključenje se ostvaruje preko zajedničke instalacije odnosno veze FN elektrane i postojeće instalacije PPOV. Priključenje se realizuje na naponskom nivou 0,4 kV. Veza elektrane i instalacije objekta planirana je u GRO u postojećoj TS preko izvoda formiranih u ovu svrhu. U fazi izrade GRO za PPOV obavezno predvideti odgovarajući broj izvoda za priključenje FN elektrane. Priključenje TS će se prema dostupnoj elektro-energetskoj infrastrukturi ostvariti na 20 kV nivou.

Ukupna izlazna snaga elektrane nakon izgradnje po oba predviđena rešenja odnosno faze bi iznosila 850 kW dok bi ulazna snaga elektrane iznosila 1066,7 kWp.

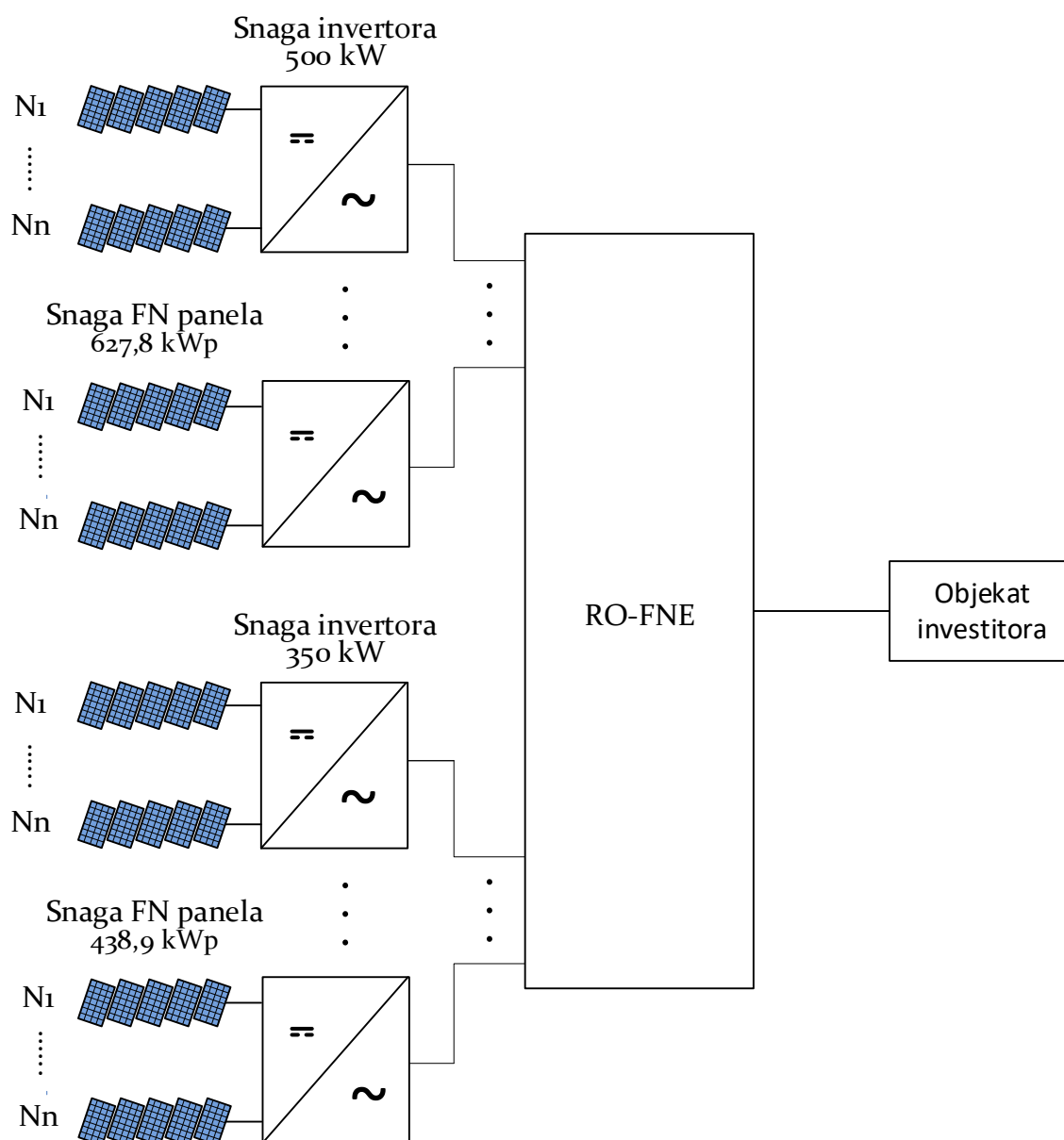
REŠENJE 1 SNAGA FN ELEKTRANE 500 kW

Rešenje 1 podrazumeva rešenje FN elektrane u kojoj izlazna snaga elektrane iznosi 500 kW dok ulazna snaga elektrane iznosi 627,8 kWp. Snaga je usklađena sa dobijenim podatkom o snazi priključka objekta PPOV.

REŠENJE 2 SNAGA FN ELEKTRANE 350 kW

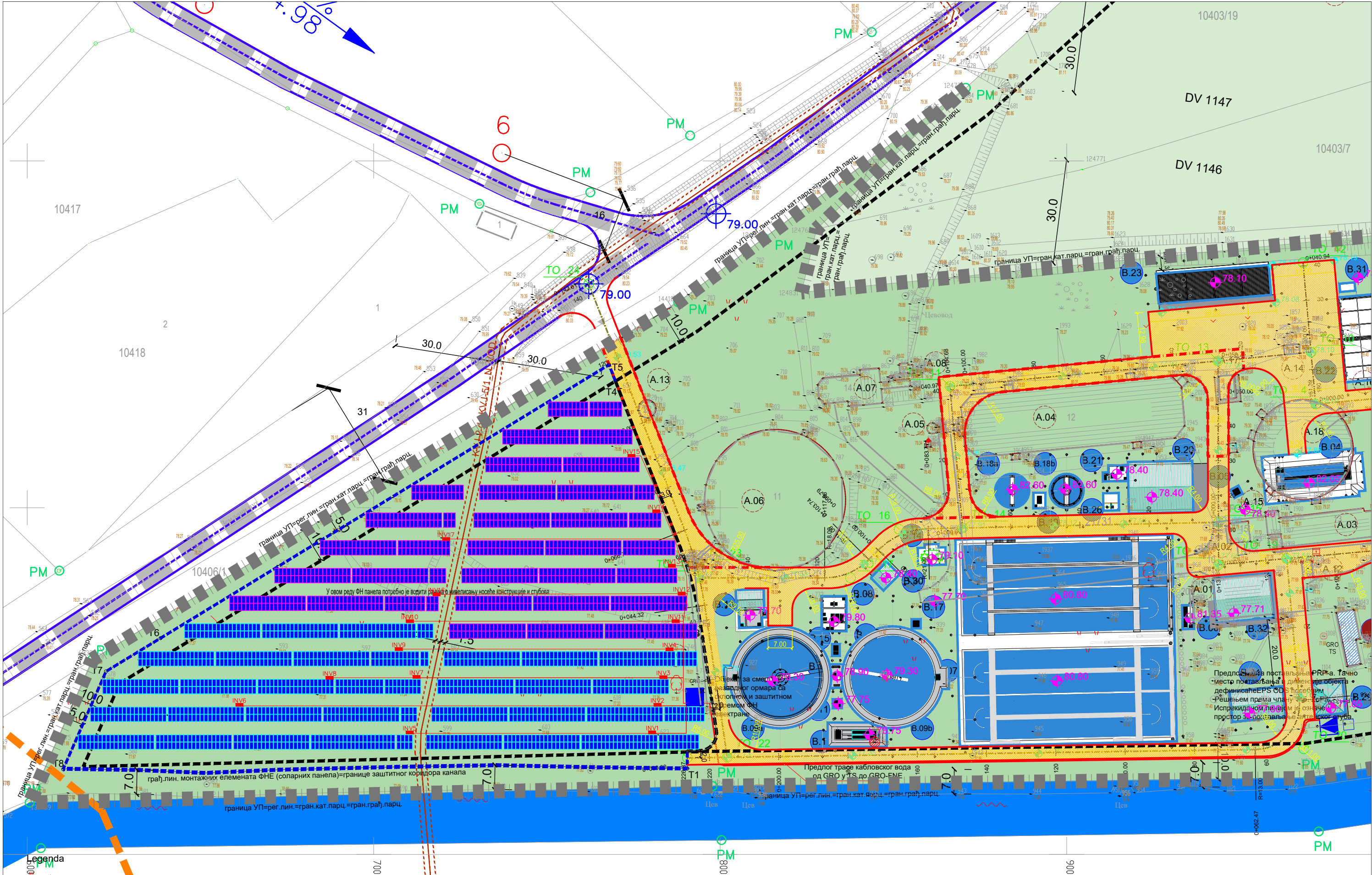
Rešenje 2 podrazumeva rešenje FN elektrane u kojoj izlazna snaga elektrane iznosi 350 kW dok ulazna snaga elektrane iznosi 438,9 kWp. Snaga je usklađena sa dobijenim podatkom o snazi priključka objekta PPOV.

Blok šema ovog rešenja je prikazana na slici 4.5.3.

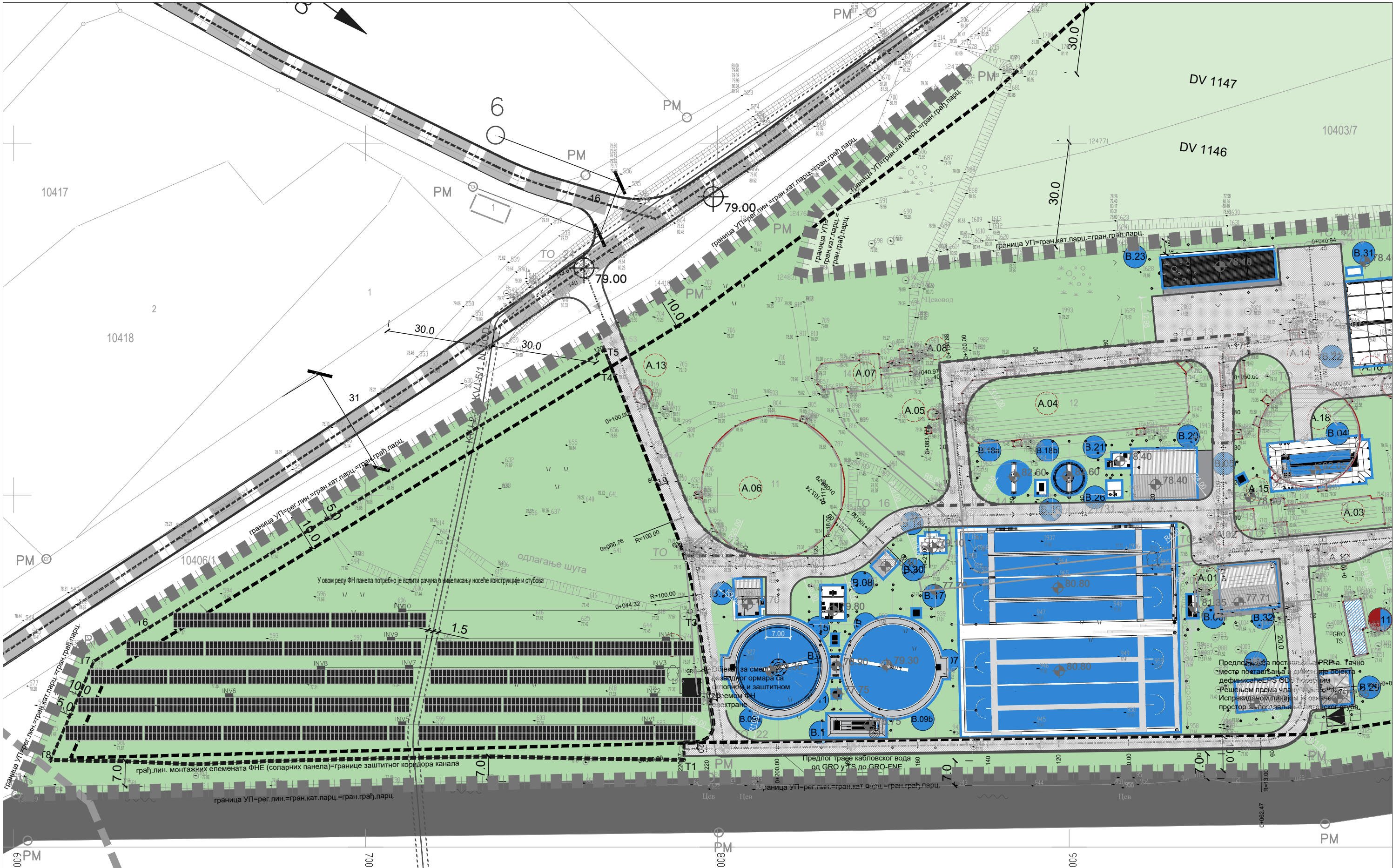


Slika 4.5.3 Blok šema FN elektrane

o.12 SITUACIONI CRTEŽ



Investitor i naručilac: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda" Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija	Objekat: Fotonaponska elektrana na k.p. 21731, K.O. Kikinda	Glavni projektant: Dragan Miličević, dipl. inž. el. 350 J 461 10		
		Projektant: Boris Dumnić, dipl. inž. el.		
Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republika Srbija	Crtež: Situacija	Projektant: Zoltan Čorba, dipl. inž. el.		
		Projektant:		
Oznaka i naziv dela projekta: Sveska 0	Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR	Datum: Decembar 2024.		
		Razmera: 1:1000		Broj crteža: 1



Legenda

- Invertor
- Priključno-razvodno postrojenje (PRP) nije deo IDR-a
- Kablovski vod AC razvoda
- FN paneli sa konstrukcijom - Faza1
- Kontejnerski objekat za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme

Investitor i naručilac:
Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i
usluge "Kikinda"
Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Projektant:
Fakultet tehničkih nauka,
Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne
energije
Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad,
Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana
na k.p. 21731, K.O. Kikinda

Crtež:
Dispozicije osnovnih elemenata FN elektrane snaga
Rešenje 1 / Faza 1

Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR

Oznaka i naziv dela projekta:
Sveska 0

Glavni projektant:
Dragan Miličević, dipl. inž. el. 350 J 461 10
Projektant:
Boris Dumnić, dipl. inž. el.
Projektant:
Zoltan Čorba, dipl. inž. el.

Projektant:

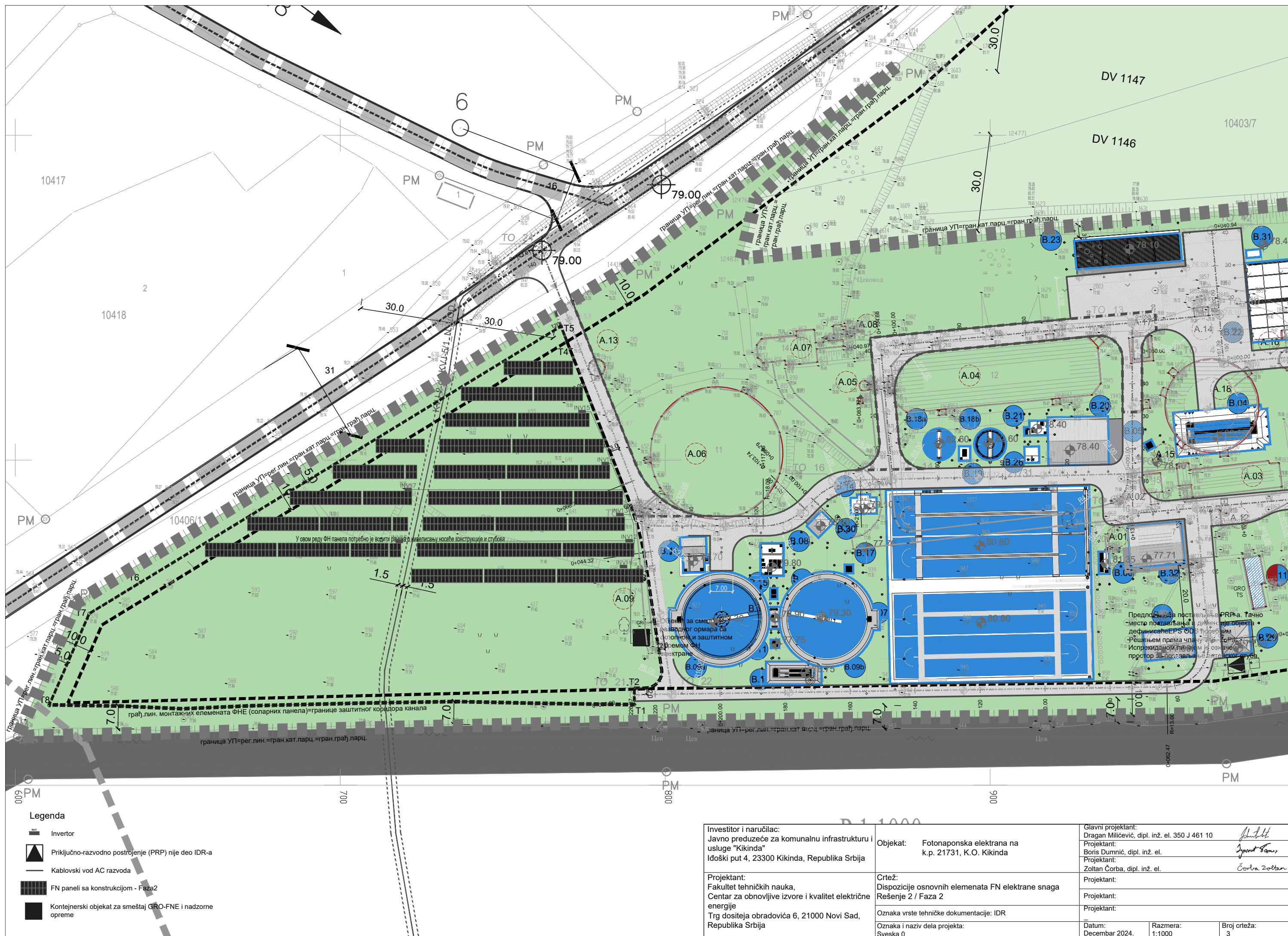
Projektant:

Projektant:

Datum:
Decembar 2024.

Razmera:
1:1000

Broj crteža:
2



2.1.1. NASLOVNA STRANA

2.1 – PROJEKAT KONSTRUKCIJE

Investitor: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge
"Kikinda", Idoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana snage do 1000 kW na zemlji, na
k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR - Idejno rešenje

Naziv i oznaka dela projekta: 2.1- Projekat konstrukcije
Idejno rešenje fotonaponske elektrane snage do 1000
kW na zemlji

Za građenje / izvođenje radova: Nova gradnja - Izgradnja fotonaponske elektrane snage
do 1000 kW na zemlji

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i
kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11,
21000 Novi Sad

Odgovorno lice projektanta: prof. dr Boris Dumnić, dekan
Potpis: 

Odgovorni projektant: Miloš Šešlija, dipl. ing. građ.
Broj licence: 315 O950 16
Potpis: 

Broj dela projekta: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

2.1.2. SADRŽINA PROJEKTA 2.1- PROJEKAT KONSTRUKCIJE

2.1.1.	Naslovna strana projekta 2.1 - Projekta konstrukcije
2.1.2.	Sadržaj projekta 2.1 - Projekta konstrukcije
2..3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta 2.1 - Projekta konstrukcije
2.1.4.	Izjava odgovornog projektanta 2.1 - Projekta konstrukcije
2.1.5.	Tekstualna dokumentacija
2.1.6.	Numerička dokumentacija
2.1.7.	Grafička dokumentacija

2.1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-isppravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14 i 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/23) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

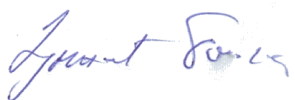
za izradu 2.1 - Projekat konstrukcije koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda određuje se:

Miloš Šešlija, dipl. inž. građ. 315 O950 16

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i
kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11,
21000 Novi Sad, Republika Srbija

Odgovorno lice/zastupnik: prof. dr Boris Dumnić, dekan

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

2.1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA 2.1 - PROJEKAT KONSTRUKCIJE

Odgovorni projektant projekta 2.1 - Projekat konstrukcije koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda

Miloš Šešlija, dipl. ing. građ.

I Z J A V L J U J E M

1. da je projekat usklađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke,
2. da projekat ima sve neophodne delove utvrđene odredbama pravilnika kojim se uređuje sadržina tehničke dokumentacije.

Odgovorni projektant : Miloš Šešlija, dipl. ing. građ.

Broj licence: 315 O950 16

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

PODACI O PROJEKTANTIMA

2.1. Projekat konstrukcije:

Projektant:	Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Odgovorni projektant :	Miloš Šešlija, master inž. građ.
Broj licence:	315 O950 16
Potpis:	

2.1.5. *TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA*

2.1.5.1 TEHNIČKI OPIS

Prema Projektnom zadatku i u skladu sa Zakonom 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 i 52/2021) Idejno rešenje se izrađuje za potrebe izrade Urbanističkog projekta za potrebe urbanističko-arhitektonske razrade lokacije fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda.

Idejno rešenje obrađuje varijante izgradnje FN elektrane / FN elektrana na lokaciji. Rešenja su usklađena sa Zakonskim i obavezujućim aktima Republike Srbije, nadležnih preduzeća uzimajući u obzir težnju da se nađe ekonomski najisplativije rešenje. Sve varijante se odnose na mrežno vođene odnosno tzv. On Grid elektrane.

S tim u vezi, obrađena su 2 rešenja. Rešenja podrazumevaju da se izgradnja FN elektrane predviđa do snage 1 MW. Oba rešenja predviđaju da se električna energija proizvodi dominantno za napajanje sopstvene potrošnje, da će viškovi biti predavani u distributivni sistem električne energije (DSEE), i da će buduća elektrana raditi u statusu kupac-proizvođač.

Rešenja se daljom razradom urbanističke dokumentacije trebaju tretirati kao segmenti fazne gradnje jedne elektrane čime se Investitoru daje mogućnost povećanja snage elektrane ali i potencijalne mogućnosti predaje veće količine energije u mrežu tokom letnjih meseci a sve u cilju balansiranja utroška električne energije na godišnjem nivou¹. Prvim rešenjem se predviđa izgradnja elektrane čija je snaga jednaka procenjenoj snazi jednovremene potrošnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) -(podatak dobijen od Investitora) u svrhu čijeg zadovoljenja potreba za električnom energijom se i gradi FN elektrana. Drugo rešenje, odnosno druga faza, predviđa mogućnost dogradnje odnosno povećanja kapaciteta FN elektrane prve faze do snage od maksimalno 1 MW odnosno do mogućnosti koje pruža opredeljeno zemljište i njegova površina.

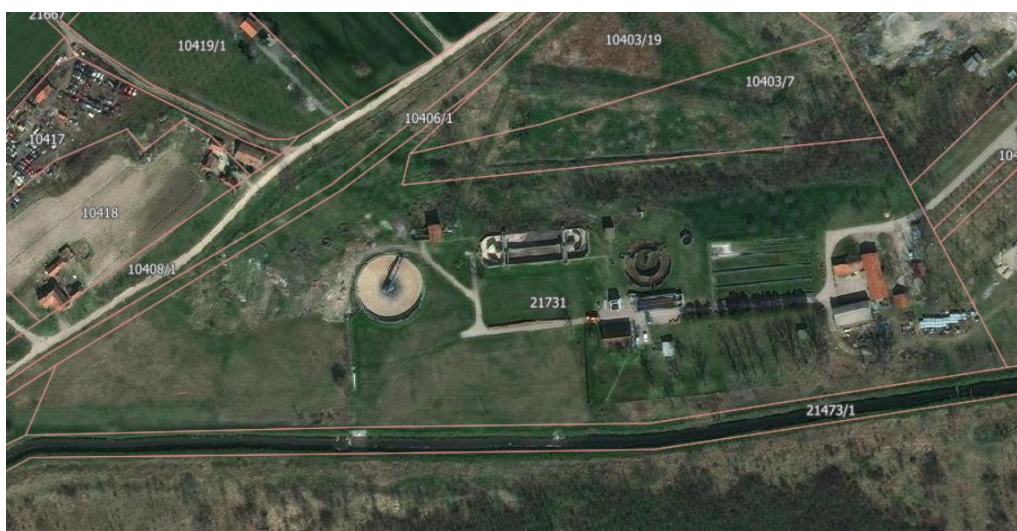
2.1.5.1.1 OSNOVNI PODACI O LOKACIJI ZA IZGRADNJU I OBJEKTU

Ortofoto snimak šireg područja KO Kikinda je prikazan na slici 4.5.1, a ortofoto snimak užee zone lokacije namenjene za izgradnju FN elektrane je prikazan na slici 4.5.2. Geografske koordinate lokacije parcele na kome se predviđa izgradnja fotonaponske elektrane su severna geografska širina 45,818435° i istočna geografska dužina 20,424332°.

¹ Gledano po mesečnim nivoima, proizvodnja električne energije iz FN elektrane varira značajno na nivou zimskih i letnjih meseci. Ukoliko se proizvodni kapaciteti FN elektrane dimenzionišu tako da se zadovolji kompletna potreba za električnom energijom na godišnjem nivou snaga elektrane će premašiti angažovane kapacitete objekta za čije potrebe se gradi elektrana. Navedenim je ostavljena mogućnost da Investitor u trenutku kada se stekne dovoljno iskustva po pitanju eksploatacije postrojenja PPOV i zahtevima za električnu energiju izvrši dogradnju FN elektrane do snage koja je opravdana po relevantnom ekonomskom parametru u trenutku analiziranja.



Slika 2.1.5.1 Ortofoto snimak šireg područja KO Kikinda



Slika 2.1.5.2 Ortofoto snimak bliže zone izgradnje FN sistema

Objekat:	fotonaponska elektrana na zemlji
Lokacija:	k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda
Vrsta projekta:	2.1 - Projekat konstrukcije
Instalisana snaga:	do 1000 kW
Naručilac:	javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda", Iđoški put 4, Kikinda, Republika Srbija
Korisnik:	javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda", Iđoški put 4, Kikinda, Republika Srbija
Projektant:	Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

2.1.5.1.3 OSNOVNE KOMPONENTE FN ELEKTRANE

2.1.5.1.3.1 FOTONAPONSKI PANELI

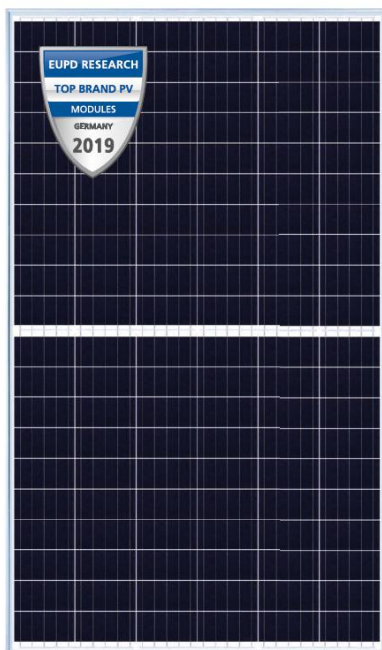
Predloženi FN paneli za elektranu će biti silicijumski polikristalni ili monokristalni paneli

najnovije generacije, po mogućnosti bifacijalni, čija će snaga biti prilagođena dostupnoj površini na lokaciji i ostalim tehničkim uslovima za izgradnju FN sistema ali i ekonomskim aspektima u trenutku izgradnje. Naponski nivo FN panela treba da bude usklađen sa naponskim nivoom sistema (pre svega određen izborom invertora).

Primer izgled FN panela je prikazan na slici 2.1.5.4.

Osnovni tehnički podaci predviđenih FN panela:

Karakteristična veličina	Vrednost
Maksimalna izlazna snaga P_{MAX}	370 W – 800 W
Napon pri maksimalnoj snazi U_{MPP}	$\geq 31,92$ V
Struja pri maksimalnoj snazi I_{MPP}	$\geq 8,94$ A
Napon praznog hoda U_o	$\geq 39,17$ V
Struja kratkog spoja I_K	$\geq 9,46$ A
Stepen korisnog dejstva	$\geq 17,54$ %
Dimenzije	$\geq 1675 \times 992 \times 35$ mm
Težina	$\geq 18,5$ kg
Indeks zaštite razvodne kutije panela	IP 65
Nominalna temperatura rada ćelija	45 ± 3 °C



Slika 2.1.5.4 Primer izgleda polikristalnog FN panela

2.1.5.1.3.2. NOSEĆA KONSTRUKCIJA FOTONAPONSKIH PANELA

Predloženo rešenje noseće konstrukcije FN panela, na kome se bazira koncepcija fotonaponske elektrane, mora biti opravdano sa tehničkog i ekonomskog stanovišta.

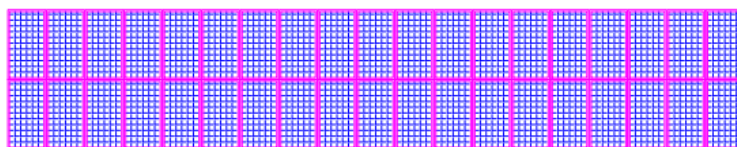
Noseća konstrukcija je fiksna.

Predviđa se pobadanje čeličnih pocinkovanih profila u zemlju ili postavljanje noseće konstrukcije na armirano-betonske temelje. Konkretan sistem fundiranja će biti definisan nakon analiziranja karakteristika tla- kada se uradi geomehanički elaborat za predmetnu lokaciju.

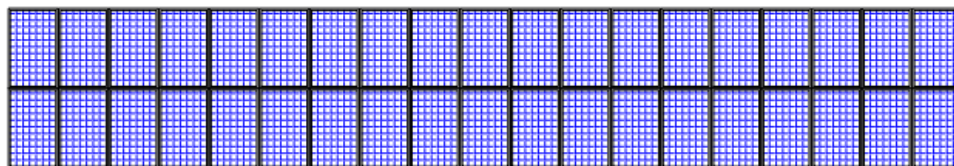
Na čelične profile će se postaviti odgovarajući aluminijumski profili pod odgovarajućim uglom. Na aluminijumske profile se montiraju FN paneli.

Čelična konstrukcija je projektovana od čelika kvaliteta S235.

Analizirane su dve varijante rasporeda panela- videti slike 2.1.5.5 i 2.1.5.6



Slika 2.1.5.5 Varijanta 1 - raspodera panela 2279x1134x35mm- dužia segmenta 22m



Slika 2.1.5.6 Varijanta 2 - raspodera panela 2384x1303x35mm- dužia segmenta 25,12m

Slika 2.1.5.7 prikazuje jedan od mogućih načina montaže noseće konstrukcije na zemlji.



Slika 2.1.5.7 Način montaže noseće konstrukcije

Fiksni sistem:	FN paneli pričvršćeni za nepomičnu konstrukciju i nagnuti pod optimalnim uglom. Nagibni ugao moguć u granicama od 20° do 35°.
Strukturni dizajn:	vertikalna i horizontalna montaža FN panela.
Minimalno rastojanje FN panela od tla:	prilagodljivo u zavisnosti od potreba i karakteristika lokacije.
Prihvatljiva razlika u visini terena:	do 10 % bez potrebe za ravnanjem tla.
Temelji:	betonska ploča (traka) ili tipski metalni ankeri direktno pobijeni u tlo.
Pričvršćivanje FN panela:	aluminijumski tipski elementi.
Garancija:	5 godina i više.
Konstrukcija:	toplo-duboko galvanizovani čelik i aluminijum.
Tip fotonaponskih panela koji se mogu montirati:	svi fotonaponskih paneli kristalnog tipa sa ramom uključujući i bifacijalne.

2.1.5.1.4 OBJEKAT ZA SMEŠTAJ OPREME

Na parceli je predviđen i objekat za smeštaj razvodnog ormana sa sklopom i zaštitnom opremom FN elektrane. Objekat je u osnovi 5x3m. Temelji su predviđeni ab temeljne grede sa podnom pločom na koju se montira-postavlja oprema. Nadzemni deo objekat je predviđen da bude od čelične konstrukcije i obložen zidnim i krovnim panelima.

2.1.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

2.1.6.1. ANALIZA OPTEREĆENJA

1. Sopstvena težina

-Paneli

Varijanta 1

Konstrukcija panela 2279x1134x35mm sa podkonstrukcijom $g=0,13 \text{ kN/m}^2$

Varijanta 2

Konstrukcija panela 2384x1303x35mm sa podkonstrukcijom $g=0,14 \text{ kN/m}^2$

Objektu za smeštaj razvodnog ormana sa sklopom i zaštitnom opremom

Prepostavljeno opterećenje od zidova i krova $g=0,20 \text{ kN/m}^2$

2. Opterećenje vetrom

Opterećenje vetrom se definiše preko EN 1991-1-4.

$$v_b = C_{dir} * C_{seasone} * v_{b,o}$$

$$C_{dir}=1,0$$

$$C_{seasone}=1,0$$

$$v_{b,o}=19 \text{ m/s} \quad \text{Kikinda}$$

$$v_b = 1 * 1 * 19 \text{ m/s}$$

$$v_b = 19 \text{ m/s}$$

$$v_m(z) = C_r(z) * C_o(z) * v_b$$

$$C_r(z) = k_r * \ln(z/z_o)$$

$$k_r(z) = 0,19 * (z_o/z_{o,II})^{0,07}$$

iz tabele 3.1: kategorije tla i parametri terena, za I kategoriju terena usvajaju se sledeći parametri:

SRPS EN 1991-1-4:2012

© ICC 2012

Табела 4.1 — Категорије терена и параметри терена

Категорија терена	z_0 m	z_{min} m
0 Море или обално подручје изложено отвореном мору	0,003	1
I Језера или равничарска и хоризонтална површина са занемарљивом вегетацијом и без препрека	0,01	1
II Површина са ниском вегетацијом, као што је трава, и изолованим препрекама (дрвеће, зграде) које су удаљене за најмање 20 висина препреке	0,05	2
III Површина са редовном прекривеношћу вегетацијом или зградама или, пак, изолованим препрекама које су удаљене за највише 20 висина препреке (као што су села, приградски терени, непрекидна шума)	0,3	5
IV Површина на којој је најмање 15 % површине прекривено зградама, чија просечна висина прелази 15 m	1,0	10
НАПОМЕНА Категорије терена илустроване су у А.1.		

$$z_0 = 0,01 \text{ m} ; \quad z_{min} = 1 \text{ m} ; \quad z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

$$z = 2,5 \text{ m} \text{ gornja ivica panela} \quad (\text{uslov } z_{min} = 1 \text{ m})$$

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} * \ln(z/z_0)$$

$$c_r(z) = 0,19 * (0,01/0,05)^{0,07} * \ln(2,5/0,01)$$

$$c_r(z) = 0,937 \text{ za } z = 2,5 \text{ m}$$

$$c_o(z) = 1,0$$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b = 0,937 * 1,0 * 19,00 = 17,81 \text{ m/s}$$

-proračun udarnog pritiska vetra

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z)$$

$$k_1 = 1,0$$

$$c_o(z) = 1,0$$

$$I_v(z) = k_1 / (c_o(z) * \ln(z/z_0)) = k_1 / (c_o(z) * \ln(z/z_0)) = 1 / (1 * \ln(2,5/0,01)) = 0,181$$

$$\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$$

$$v_m(z) = 17,81 \text{ m/s}$$

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z)$$

$$q_p(z) = [1 + 7 * 0,181] * 0,5 * 1,250 \text{ kg/m}^3 * (17,81 \text{ m/s})^2 * 10^{-3} = 0,450 \text{ kN/m}^2$$

U nastavku se daje uticaj od vetra na panelea usled dejstva vetra.

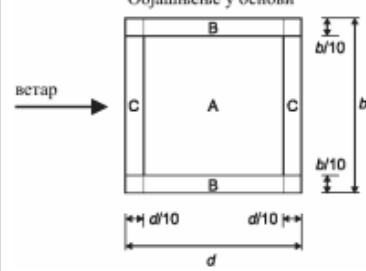
Panели se posmatraju kao nadstrešnice sa nagibom od 28°.

U nastavku su dati tabele I slike za proračune opterećenja od vetra.

© ИСС 2012

SRPS EN 1991-1-4:2012

Табела 7.6 — Вредности коефицијената $c_{p,net}$ и c_f за једноводне надстрешнице

			Коефицијенти нето притиска $c_{p,net}$ Објашњење у основи 		
Угао нагиба крова α	Коефицијент попуњености φ	Коефицијенти глобалне силе c_f	Зона А	Зона В	Зона С
0°	максимум за све φ	+0,2	+0,5	+1,8	+1,1
	минимум $\varphi = 0$	-0,5	-0,6	-1,3	-1,4
	минимум $\varphi = 1$	-1,3	-1,5	-1,8	-2,2
5°	максимум за све φ	+0,4	+0,8	+2,1	+1,3
	минимум $\varphi = 0$	-0,7	-1,1	-1,7	-1,8
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,2	-2,5
10°	максимум за све φ	+0,5	+1,2	+2,4	+1,6
	минимум $\varphi = 0$	-0,9	-1,5	-2,0	-2,1
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	$\leq -1,6$ $\leq -1,6$	-2,6	-2,7
15°	максимум за све φ	+0,7	+1,4	+2,7	+1,8
	минимум $\varphi = 0$	-1,1	-1,8	-2,4	-2,5
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
20°	максимум за све φ	+0,8	+1,7	+2,9	+2,1
	минимум $\varphi = 0$	-1,3	-2,2	-2,8	-2,9
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,6	-2,9	-3,0
25°	максимум за све φ	+1,0	+2,0	+3,1	+2,3
	минимум $\varphi = 0$	-1,6	-2,6	-3,2	-3,2
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,5	-2,8
30°	максимум за све φ	+1,2	+2,2	+3,2	+2,4
	минимум $\varphi = 0$	-1,8	-3,0	-3,8	-3,6
	минимум $\varphi = 1$	-1,4	-1,5	-2,2	-2,7
НАПОМЕНА Позитивне вредности представљају нето дејство ветра које делује наниже, а негативне вредности представљају нето дејство ветра који делује навише.					

U nastavku su dati inteziteti opterećenja od vetra.

Za varijantu 1-

Šišuće dejstvo

	A	B	C
koeficijenti	-3.0	-3.8	-3.6
intezitet opterećenja	-2.43	-3.07	-2.91

$$b=4.58m$$

$$e/10=0.46m$$

$$d=22m$$

$$e/10=2.2m$$

Pritiskajuće dejstvo

	A	B	C
koeficijenti	2.2	3.2	2.4
intezitet opterećenja	1.19	1.73	1.29

$$d=4.58m$$

$$d/10=0.46m$$

$$b=22m$$

$$b/10=2.2m$$

Opterećenje od vetra – trenje

$$w_{tr}=c_f * q_p=0.04*0.45=0.018kN/m^2$$

Za varijantu 2-

Šišuće dejstvo

	A	B	C
koeficijenti	-3.0	-3.8	-3.6
intezitet opterećenja	-2.43	-3.07	-2.91

$$b=4.80m$$

$$e/10=0.48m$$

$$d=25,12m$$

$$e/10=2.51m$$

Pritiskajuće dejstvo

	A	B	C
koeficijenti	2.2	3.2	2.4
intezitet opterećenja	1.19	1.73	1.29

$$d=4.80m$$

$$d/10=0.48m$$

$$b=25,12m$$

$$b/10=2.51m$$

Opterećenje od vetra – trenje

$$w_{tr}=c_f * q_p=0.04*0.45=0.018kN/m^2$$

3. Opterećenje od snega

$$s=.....1.0 kN/m^2$$

4. Korisno opterećenje

U objektu za smeštaj razvodnog ormana sa sklopom i zaštitnom opremom
 $p = \dots\dots\dots 2.0 \text{ kN/m}^2$

5. Opterećenje od opreme

U objektu za smeštaj razvodnog ormana sa sklopom i zaštitnom opremom
 $t = \dots\dots\dots 3.0 \text{ kN/m}^2$

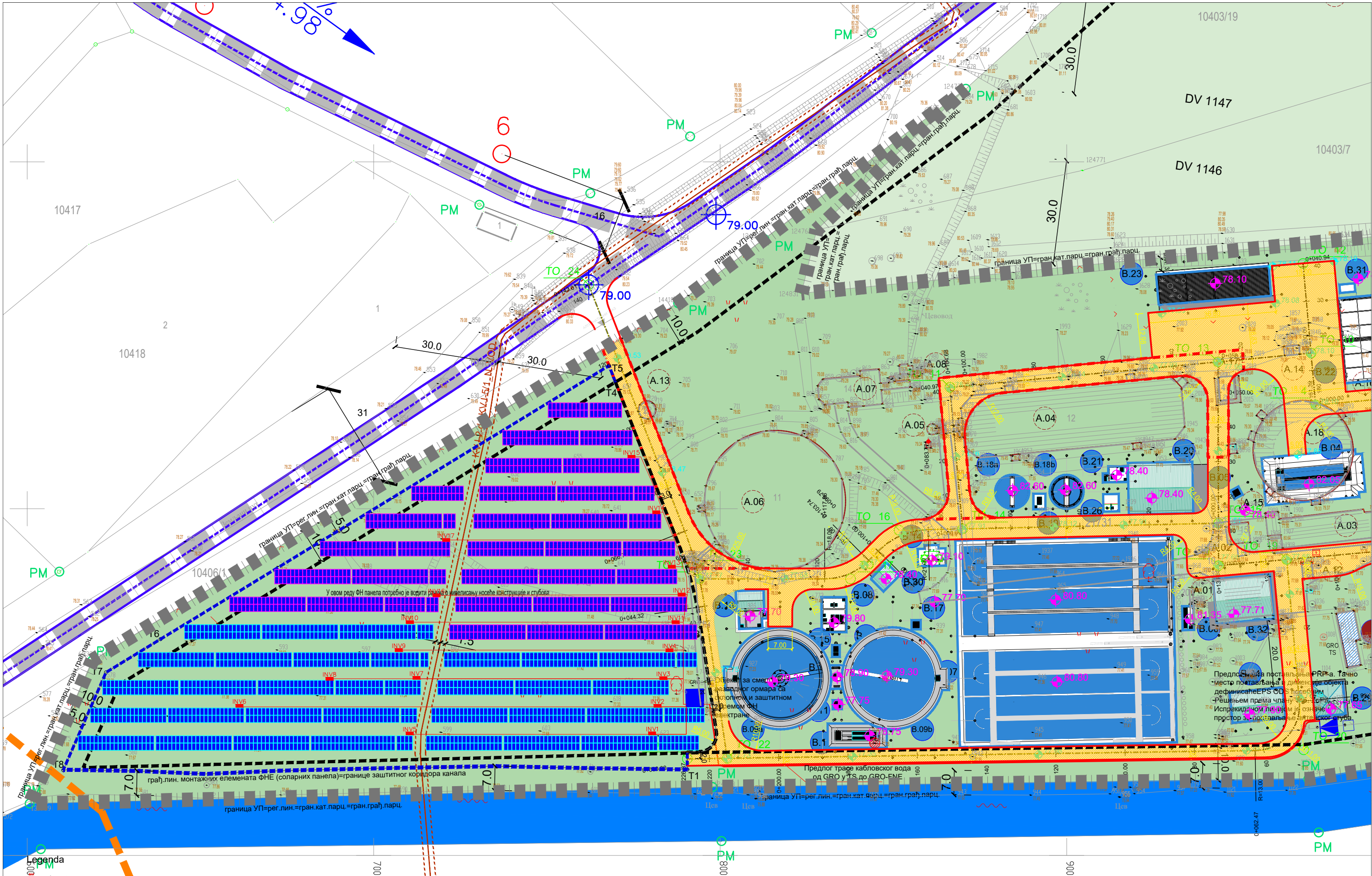
2.1.6.2. STATIČKI PRORAČUNI I DIMENZIONISANJE

2.1.6.3 PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I OPREME

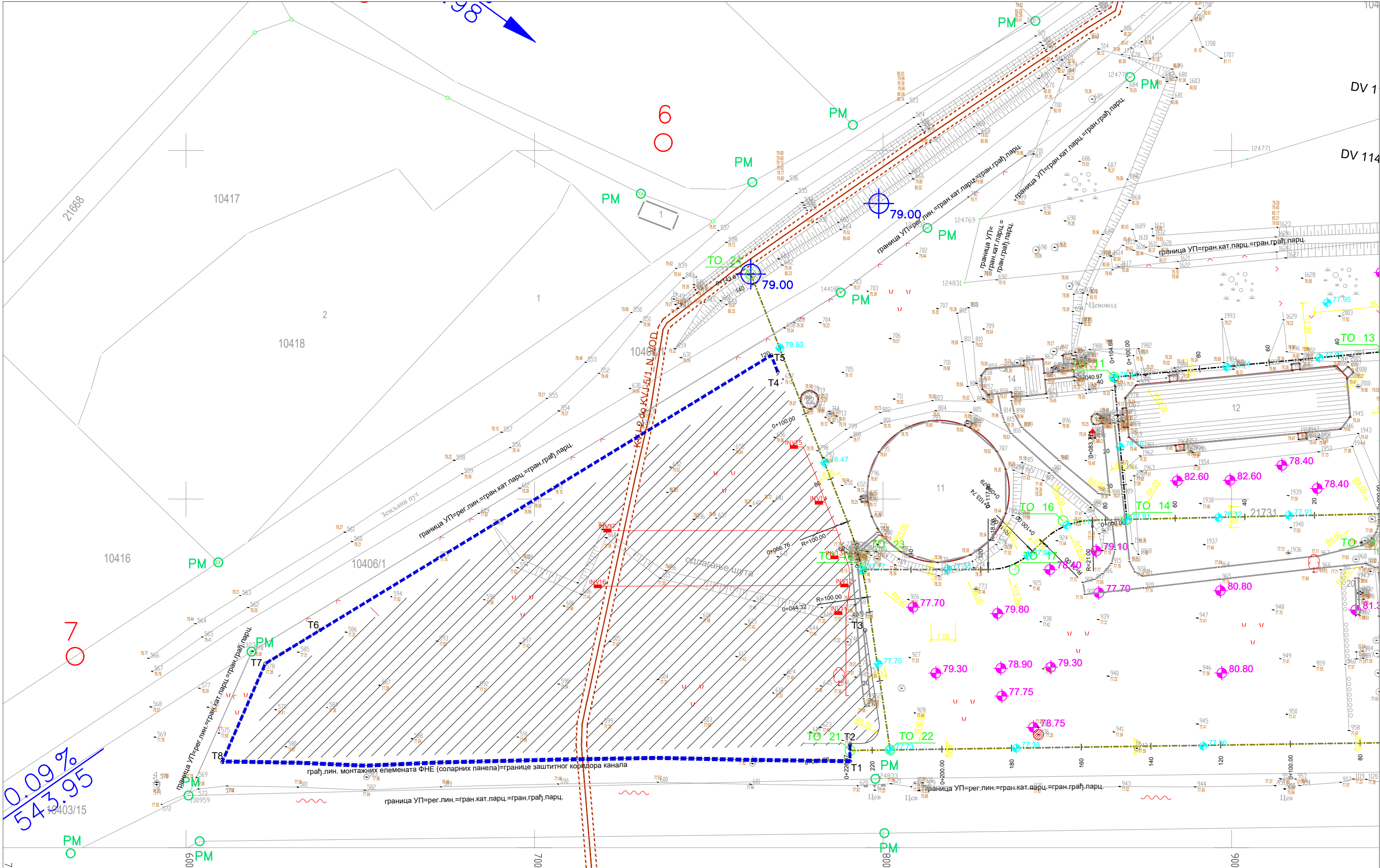
Predmer i predračun radova i opreme koji se nalaze u obuhvatu Sveske 2.1 su prikazani kao sastavni deo predmera i predračuna radova i opreme prikazanih u Svesci 4.

2.1.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

2.1.7 GRAFIČKA DOKUMENTACIJA I PRILOZI

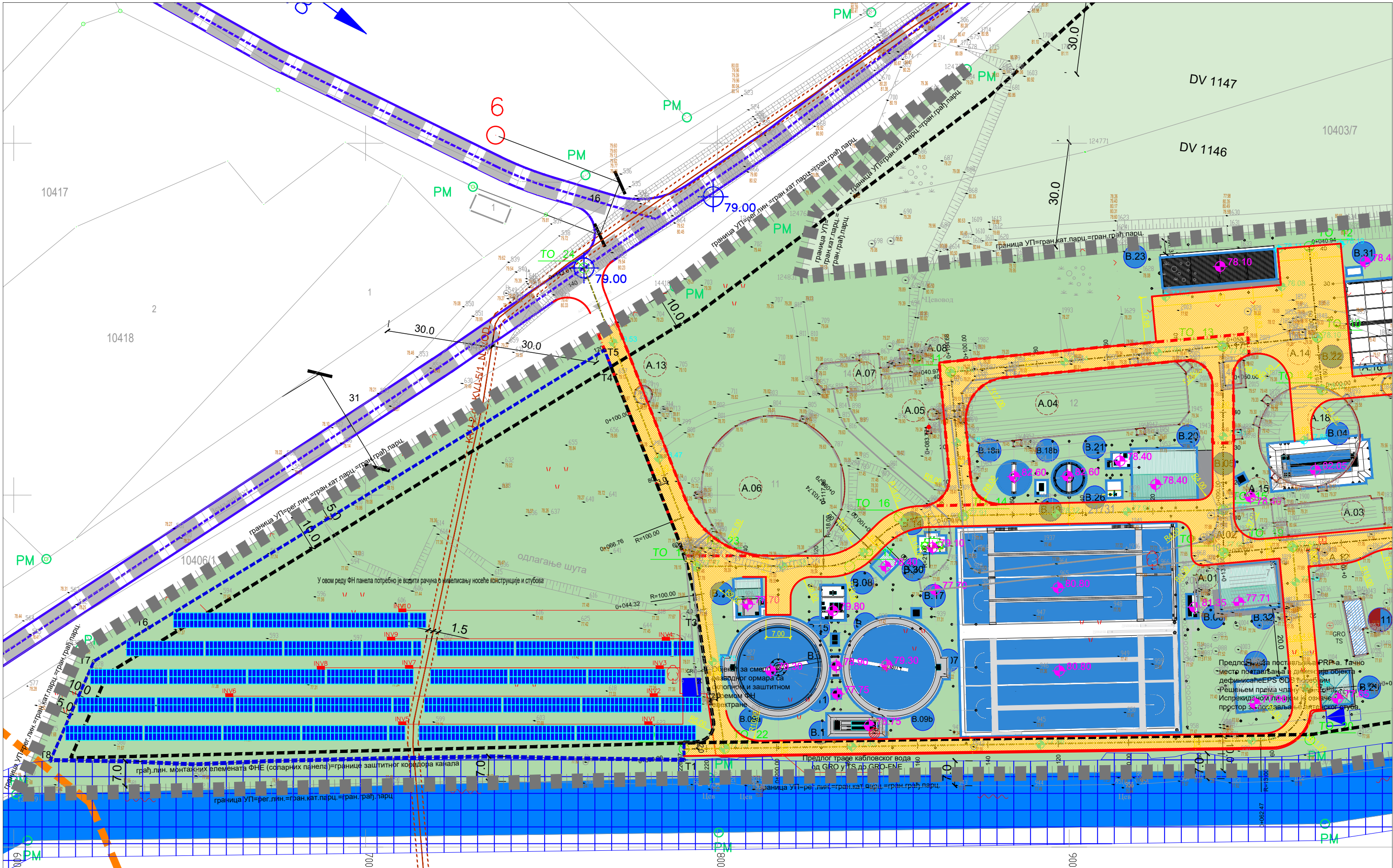


Investitor i naručilac: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda" Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija		Objekat: Fotonaponska elektrana na k.p. 21731, K.O. Kikinda		Odgovorni projektant: Miloš Šešija, dipl. inž. građ. 315 O950 16		
Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republika Srbija		Crtež: Situacija		Projektant:		
		Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR		Projektant:		
		Oznaka i naziv dela projekta:		Projektant:		
				Datum: Decembar 2024.		
				Razmera: 1:1000		Broj crteža: 1



0.09%
543.95

Investitor i naručilac: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda" Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija	Objekat: Fotonaponska elektrana na k.p. 21731, K.O. Kikinda	Odgovorni projektant: Miloš Šešlija, dipl. inž. građ. 315 O950 16		
		Projektant:		
		Projektant:		
Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republika Srbija	Crtež: Postojeće stanje	Projektant:		
		Projektant:		
		Projektant:		
		Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR		
	Oznaka i naziv dela projekta: -	Datum: Decembar 2024.	Razmera: 1:1000	Broj crteža: 2



Legenda

- Invertor
- Priključno-razvodno postrojenje (PRP) nije deo IDR-a
- Kablovski vod AC razvoda
- FN paneli sa konstrukcijom - Faza1
- Kontejnerski objekat za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme

Investitor i naručilac:
Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i
usluge "Kikinda"
Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Projektant:
Fakultet tehničkih nauka,
Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne
energije
Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad,
Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana
na k.p. 21731, K.O. Kikinda

Crtež:
Dispozicije osnovnih elemenata FN elektrane snaga
Rešenje 1 / Faza 1

Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR

Oznaka i naziv dela projekta:

Odgovorni projektant:
Miloš Šešilja, dipl. inž. građ. 315 O950 16

Projektant:

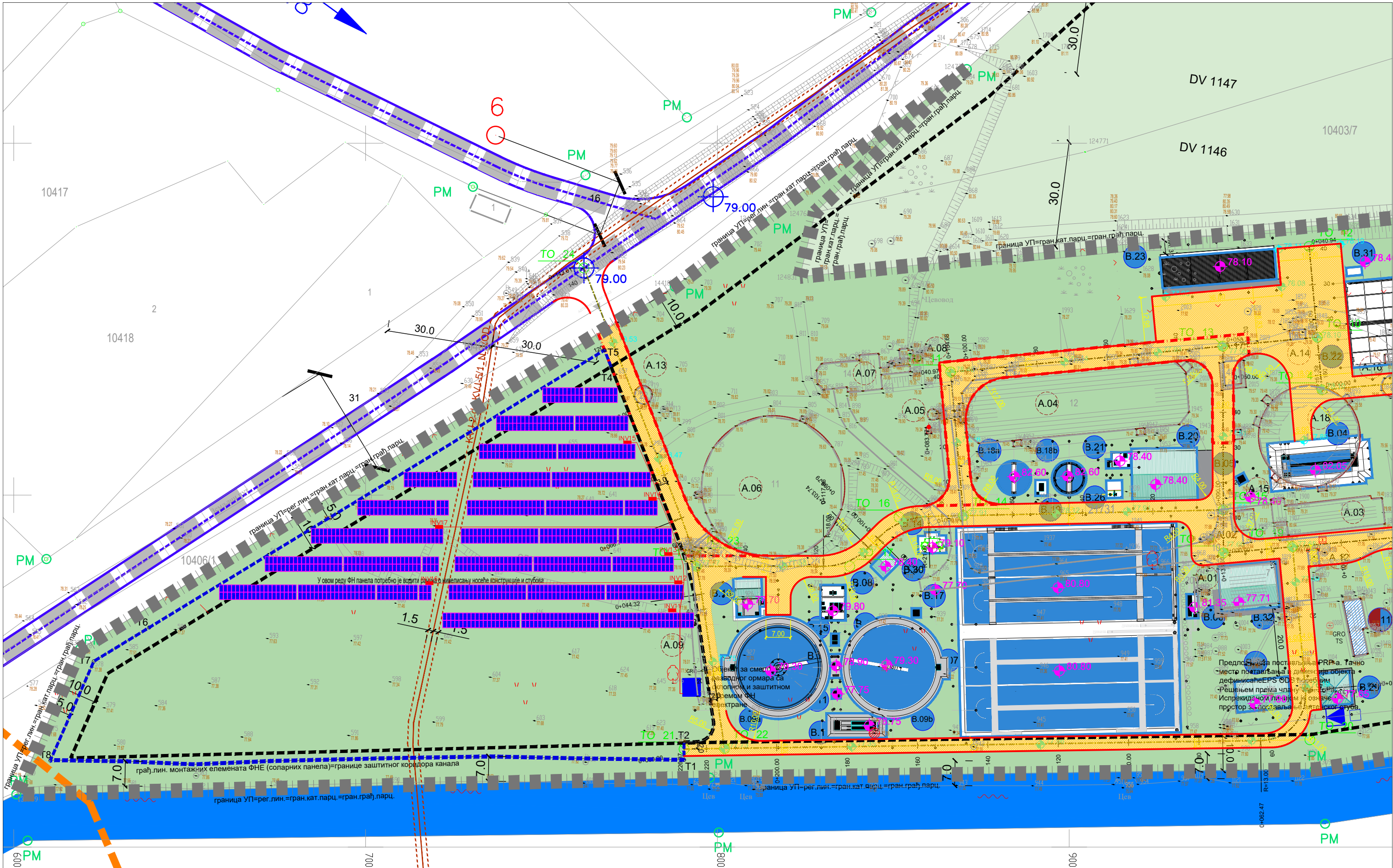
Projektant:

Projektant:

Projektant:

Projektant:

Datum: Decembar 2024. Razmera: 1:1000 Broj crteža: 4



Legenda

- Invertor
- Priključno-razvodno postrojenje (PRP) nije deo IDR-a
- Kablovski vod AC razvoda
- FN paneli sa konstrukcijom - Faza2
- Kontejnerski objekat za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme

Investitor i naručilac:
Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i
usluge "Kikinda"
Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Projektant:
Fakultet tehničkih nauka,
Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne
energije
Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad,
Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana
na k.p. 21731, K.O. Kikinda

Crtež:
Dispozicije osnovnih elemenata FN elektrane snaga
Rešenje 2 / Faza 2

Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR

Oznaka i naziv dela projekta:

Odgovorni projektant:
Miloš Šešlija, dipl. inž. građ. 315 O950 16

Projektant:

Projektant:

Projektant:

Projektant:

Projektant:

Datum:
Decembar 2024.

Razmera:
1:1000

Broj crteža:
5

4.1. NASLOVNA STRANA

4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Investitor:	Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda", Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija
Objekat:	Fotonaponska elektrana snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda
Vrsta tehničke dokumentacije:	IDR - Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta:	4- Projekat elektroenergetskih instalacija Idejno rešenje fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji
Za građenje / izvođenje radova:	Nova gradnja - Izgradnja fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji
Projektant:	Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11, 21000 Novi Sad
Odgovorno lice projektanta: Potpis:	prof. dr Boris Dumnić, dekan 
Odgovorni projektant: Broj licence: Potpis:	Dragan Milićević, dipl. inž. el., 350J 461 10 350J 461 10 
Broj dela projekta:	022-22/173
Mesto i datum:	Novi Sad, decembar 2024.

4.2. SADRŽINA PROJEKTA 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

4.1.	Naslovna strana projekta 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija
4.2.	Sadržaj projekta 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija
4.3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija
4.4.	Izjava odgovornog projektanta 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija
4.5.	Tekstualna dokumentacija
4.6.	Numerička dokumentacija
4.7.	Grafička dokumentacija

4.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09-isppravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14, 145/14 i 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/23) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda određuje se:

Dragan Milićević, dipl. inž .el. 350J 461 10

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Odgovorno lice/zastupnik: prof. dr Boris Dumnić, dekan

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

4.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA 4 - PROJEKAT ELEKTROENERGETSKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta 4 - Projekat elektroenergetskih instalacija koji je deo Idejnog rešenja za izgradnju fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda

Dragan Milićević, dipl. inž. el.

I Z J A V L J U J E M

1. da je projekat usklađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke,
2. da projekat ima sve neophodne delove utvrđene odredbama pravilnika kojim se uređuje sadržina tehničke dokumentacije.

Odgovorni projektant : Dragan Milićević, dipl. inž. el.

Broj licence: 350J 461 10

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 022-22/173

Mesto i datum: Novi Sad, decembar 2024.

PODACI O PROJEKTANTIMA

4. Projekat elektroenergetskih instalacija:

Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i
kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11,
21000 Novi Sad, Republika Srbija

Odgovorni projektant : Dragan Milićević, dipl. inž. el.
Broj licence: 350J 461 10

Potpis:



Projektanti : Boris Dumnić, dipl. inž. el.
Zoltan Čorba, dipl. inž. el.
Bane Popadić, dipl. inž. el.

4.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

4.5.1 TEHNIČKI OPIS

Prema Projektnom zadatku i u skladu sa Zakonom 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 i 52/2021) Idejno rešenje se izrađuje za potrebe izrade Urbanističkog projekta za potrebe urbanističko-arhitektonske razrade lokacije fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na zemlji, na k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda.

Idejno rešenje obrađuje varijante izgradnje FN elektrane / FN elektrana na lokaciji. Rešenja su usklađena sa Zakonskim i obavezujućim aktima Republike Srbije, nadležnih preduzeća uzimajući u obzir težnju da se nađe ekonomski najisplativije rešenje. Sve varijante se odnose na mrežno vođene odnosno tzv. On Grid elektrane.

S tim u vezi, obrađena su 2 rešenja. Rešenja podrazumevaju da se izgradnja FN elektrane predviđa do snage 1 MW. Oba rešenja predviđaju da se električna energija proizvodi dominantno za napajanje sopstvene potrošnje, da će viškovi biti predavani u distributivni sistem električne energije (DSEE), i da će buduća elektrana raditi u statusu kupac-proizvođač.

Rešenja se daljom razradom urbanističke dokumentacije trebaju tretirati kao segmenti fazne gradnje jedne elektrane čime se Investitoru daje mogućnost povećanja snage elektrane ali i potencijalne mogućnosti predaje veće količine energije u mrežu tokom letnjih meseci a sve u cilju balansiranja utroška električne energije na godišnjem nivou¹. Prvim rešenjem se predviđa izgradnja elektrane čija je snaga jednaka procenjenoj snazi jednovremene potrošnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) u iznosu od 532 kW (podatak dobijen od Investitora) u svrhu čijeg zadovoljenja potreba za električnom energijom se i gradi FN elektrana. Drugo rešenje, odnosno druga faza, predviđa mogućnost dogradnje odnosno povećanja kapaciteta FN elektrane prve faze do snage od maksimalno 1 MW odnosno do mogućnosti koje pruža opredeljeno zemljište i njegova površina.

Snage predloženih rešenja su prikazani u tablici 4.1

Tabela 4.5.1 Osnovni podaci o varijantnim rešenjima

Varijanta	Izlazna snaga [kW]	Ulazna snaga [Wp]	Nazivni napon [kV]	Priključenje
Rešenje/Faza 1	500	627,8	0,4	sopstvena potrošnja
Rešenje/Faza 2	350 ²	438,9	0,4	sopstvena potrošnja

¹ Gledano po mesečnim nivoima, proizvodnja električne energije iz FN elektrane varira značajno na nivou zimskih i letnjih meseci. Ukoliko se proizvodni kapaciteti FN elektrane dimenzionišu tako da se zadovolji kompletna potreba za električnom energijom na godišnjem nivou snaga elektrane će premašiti angažovane kapacitete objekta za čije potrebe se gradi elektrana. Navedenim je ostavljena mogućnost da Investitor u trenutku kada se stekne dovoljno iskustva po pitanju eksploatacije postrojenja PPOV i zahtevima za električnu energiju izvrši dogradnju FN elektrane do snage koja je opravdana po relevantnom ekonomskom parametru u trenutku analiziranja.

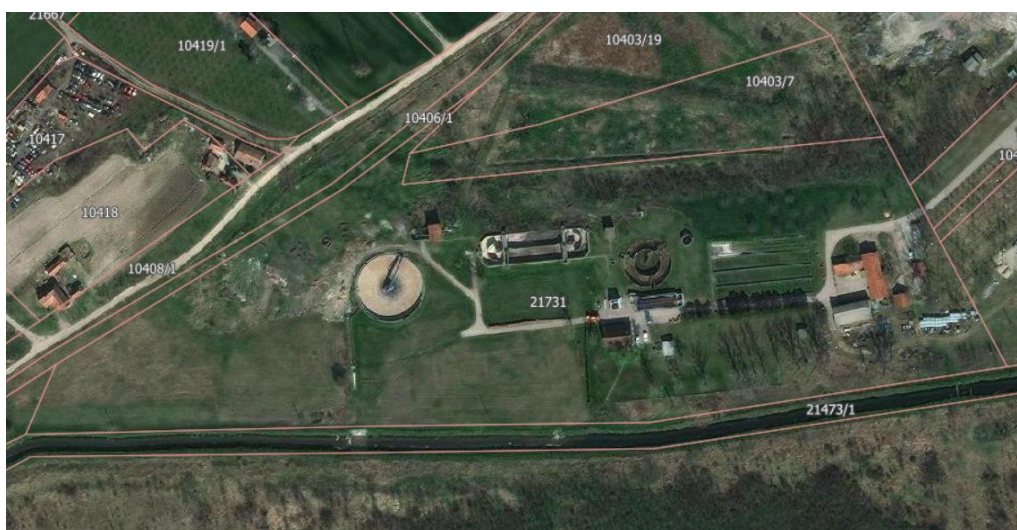
² Prema pravilima o radu distributivnog sistema, bez obzira da li je reč o elektrani će proizvodnja biti korišćena za pokrivanje sopstvene potrošnje, priključenje FN sistema snage preko 150 kW će biti izvedeno na SN naponski nivo što će uzrokovati dodatne troškove na izgradnji priključno-razvodnog postrojenja.

4.5.1.1 OSNOVNI PODACI O LOKACIJI ZA IZGRADNJU I OBJEKTU

Ortofoto snimak šireg područja KO Kikinda je prikazan na slici 4.5.1, a ortofoto snimak uže zone lokacije namenjene za izgradnju FN elektrane je prikazan na slici 4.5.2. Geografske koordinate lokacije parcele na kome se predviđa izgradnja fotonaponske elektrane su severna geografska širina $45,818435^\circ$ i istočna geografska dužina $20,424332^\circ$.



Slika 4.5.1 Ortofoto snimak šireg područja KO Kikinda



Slika 4.5.2 Ortofoto snimak bliže zone izgradnje FN sistema

Objekat:	fotonaponska elektrana na zemlji
Lokacija:	k.p. 21731, k.o. Kikinda, Grad Kikinda
Vrsta projekta:	4 - Projekat elektroenergetskih instalacija
Instalisana snaga:	do 1000 kW
Naručilac:	javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda", Iđoški put 4, Kikinda, Republika Srbija
Korisnik:	javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda", Iđoški put 4, Kikinda, Republika Srbija
Projektant:	Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije, Trg Dositeja Obradovića 11, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Projekat pod nazivom „Idejno rešenje fotonaponske elektrane snage do 1000 kW na parceli Javnog preduzeća za komunalnu infrastrukturu i usluge “Kikinda”u Kikindi” obuhvata:

- izbor i opis osnovnih komponenti FN elektrane (FN paneli, noseća konstrukcija FN panela, inverter),
- proveru potrebnih elektroenergetskih kapaciteta,
- grafičku dokumentaciju.

U tabeli 4.5.2 prikazani su osnovni podaci projektovanog FN sistema: pojedinačna snaga, broj i ukupna snaga invertora i FN panela.

Tabela 4.5.2 Osnovni podaci o elektrani

Nominalna izlazna snaga FN elektrane do 1000 kW			
Maksimalna izlazna snaga FN elektrane do 1000 kW			
Nominalna ulazna snaga FN elektrane (nominalna snaga FN panela) do 1400 kWp			
Invertor		FN paneli	
Pojedinačna snaga	Ukupna snaga	Pojedinačna snaga	Ukupna snaga
[kW]	[kW]	[Wp]	[kWp]
20 kW – 1000 kW	do 1000 kW	370 W – 800 W	do 1400 kWp

4.5.1.2 REŠENJA

U oba predviđena rešenja FN elektrana električnu energiju proizvodi za podmirivanje sopstvene potrošnje. Priključenje se ostvaruje preko zajedničke instalacije odnosno veze FN elektrane i postojeće instalacije PPOV. Priključenje se realizuje na naponskom nivou 0,4 kV. Veza elektrane i instalacije objekta planirana je u GRO u postojećoj TS preko izvoda formiranih u ovu svrhu. *U fazi izrade GRO za PPOV obavezno predvideti odgovarajući broj izvoda za priključenje FN elektrane.* Priključenje TS će se prema dostupnoj elektro-energetskoj infrastrukturi ostvariti na 20 kV nivou.

Ukupna izlazna snaga elektrane nakon izgradnje po oba predviđena rešenja odnosno faze bi iznosila 850 kW dok bi ulazna snaga elektrane iznosila 1066,7 kWp.³

REŠENJE 1 SNAGA FN ELEKTRANE 500 kW

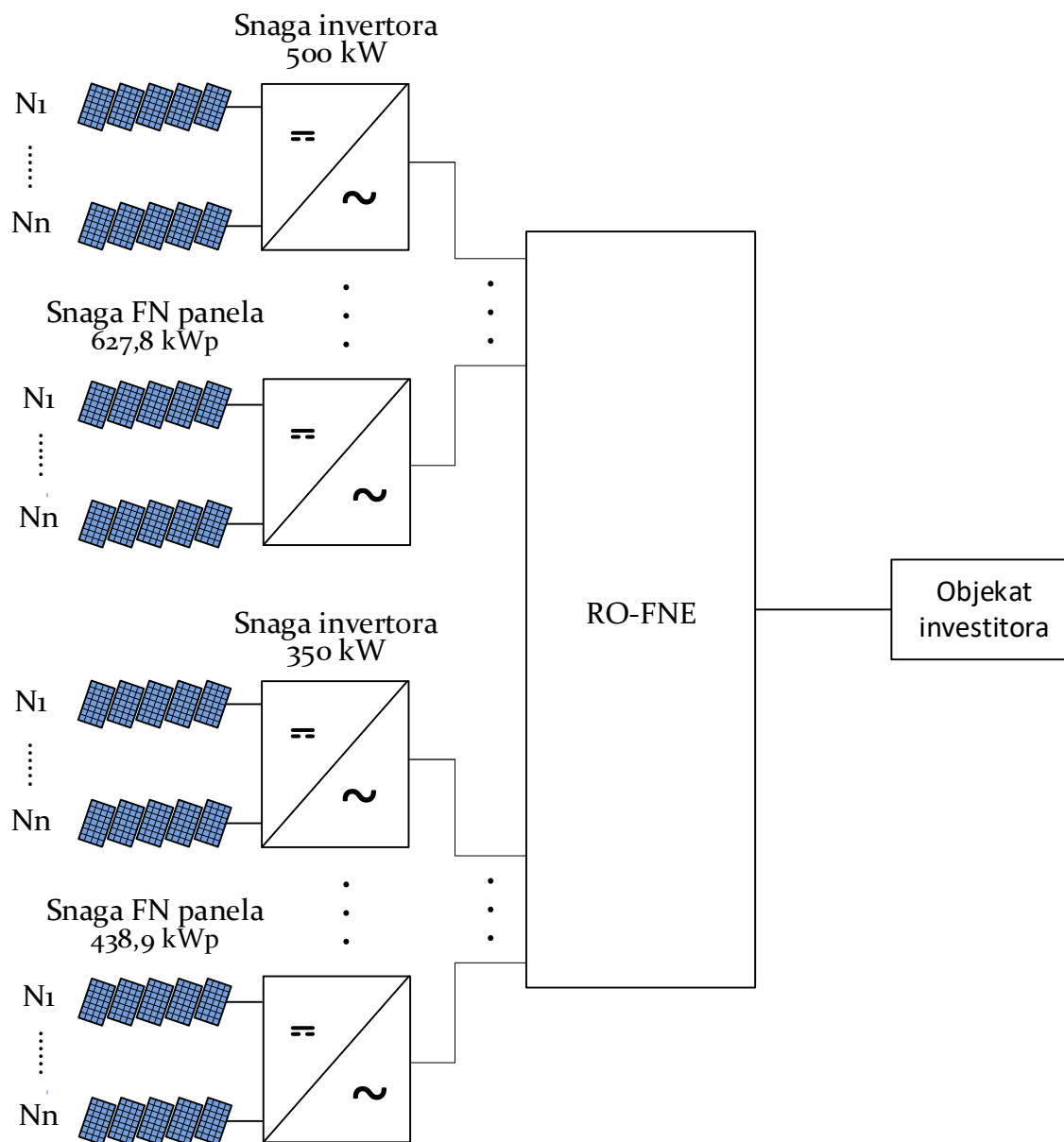
Rešenje 1 podrazumeva rešenje FN elektrane u kojem izlazna snaga elektrane iznosi 500 kW dok ulazna snaga elektrane iznosi 627,8 kWp. Snaga je usklađena sa dobijenim podatkom o snazi priključka objekta PPOV.

REŠENJE 2 SNAGA FN ELEKTRANE 350 kW

³ Snaga je određena prema snagama FN panela koji su trenutno dostupni odnosno koji imaju najbolji odnos cena-snaga. U trenutku realizacije projekta ova informacija treba biti proverena i snagu panela po potrebi je potrebno aktuelizovati. Napominje se da je ulazna snaga, odnosno snaga FN panela, uvek veća od izlazne snage odnosno snage invertora i da snaga FN panela nije podatak koji definiše infrastrukturni kapacitet elektro-energetskog priključka. Infrastrukturni kapacitet elektro-energetskog priključka definiše snaga invertora odnosno snaga na naizmeničnoj strani elektrane.

Rešenje 2 podrazumeva rešenje FN elektrane u kojoj izlazna snaga elektrane iznosi 350 kW dok ulazna snaga elektrane iznosi 438,9 kWp. Snaga je usklađena sa dobijenim podatkom o snazi priključka objekta PPOV.

Blok šema ovog rešenja je prikazana na slici 4.5.3.



Slika 4.5.3 Blok šema FN elektrane

4.5.1.3 OSNOVNE KOMPONENTE FN ELEKTRANE

4.5.1.3.1 FOTONAPONSKI PANELI

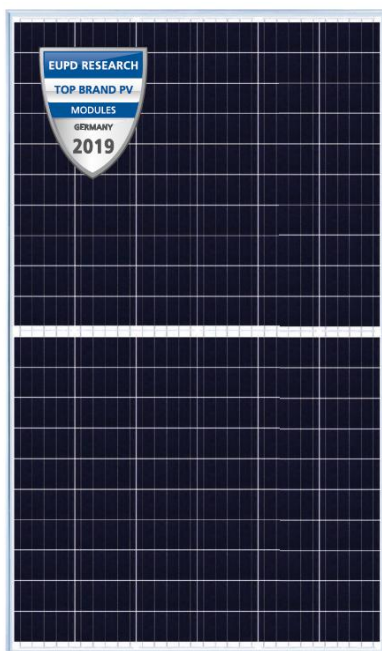
Predloženi FN paneli za elektranu će biti silicijumski polikristalni ili monokristalni paneli najnovije generacije, po mogućnosti bifacijalni, čija će snaga biti prilagođena dostupnoj površini na lokaciji i ostalim tehničkim uslovima za izgradnju FN sistema ali i ekonomskim aspektima u trenutku izgradnje. Naponski nivo FN panela treba da bude usklađen sa

naponskim nivoom sistema (pre svega određen izborom invertora).

Primer izgled FN panela je prikazan na slici 4.5.4.

Osnovni tehnički podaci predviđenih FN panela:

Karakteristična veličina	Vrednost
Maksimalna izlazna snaga P_{MAX}	370 W – 800 W
Napon pri maksimalnoj snazi U_{MPP}	$\geq 31,92$ V
Struja pri maksimalnoj snazi I_{MPP}	$\geq 8,94$ A
Napon praznog hoda U_o	$\geq 39,17$ V
Struja kratkog spoja I_K	$\geq 9,46$ A
Stepen korisnog dejstva	$\geq 17,54$ %
Dimenzije	$\geq 1675 \times 992 \times 35$ mm
Težina	$\geq 18,5$ kg
Indeks zaštite razvodne kutije panela	IP 65
Nominalna temperatura rada ćelija	45 ± 3 °C



Slika 4.5.4 Primer izgleda polikristalnog FN panela

4.5.1.3.2 NOSEĆA KONSTRUKCIJA FOTONAPONSKIH PANELA

Predloženo rešenje noseće konstrukcije FN panela, na kome se bazira koncepcija fotonaponske elektrane, mora biti opravdano sa tehničkog i ekonomskog stanovišta.

Noseća konstrukcija je fiksna.

Predviđa se pobadanje čeličnih pocinkovanih profila u zemlju ili postavljanje noseće konstrukcije na armirano-betonske temelje. Na čelične profile će se postaviti odgovarajući aluminijumski profili pod odgovarajućim uglom. Na aluminijumske profile se montiraju FN

paneli.

Slika 4.5.5 prikazuje jedan od mogućih načina montaže noseće konstrukcije na zemlji.



Slika 4.5.5 Način montaže noseće konstrukcije

Fiksni sistem:	FN paneli pričvršćeni za nepomičnu konstrukciju i nagnuti pod optimalnim uglom. Nagibni ugao moguć u granicama od 20° do 35°.
Strukturni dizajn:	vertikalna i horizontalna montaža FN panela.
Minimalno rastojanje FN panela od tla:	prilagodljivo u zavisnosti od potreba i karakteristika lokacije.
Prihvatljiva razlika u visini terena:	do 10 % bez potrebe za ravnanjem tla.
Temelji:	betonska ploča (traka) ili tipski metalni ankeri direktno pobijeni u tlo.
Pričvršćivanje FN panela:	aluminijumski tipski elementi.
Garancija:	5 godina i više.
Konstrukcija:	toplo-duboko galvanizovani čelik i aluminijum.
Tip fotonaponskih panela koji se mogu montirati:	svi fotonaponskih paneli kristalnog tipa sa ramom uključujući i bifacijalne.

4.5.1.3.3 INVERTORI

Invertori fotonaponske elektrane trebaju da budu višeulazni, sa nalaženjem tačke maksimalne snage. FN sistem treba da bude izveden sa inverterima koji će biti string ili centralnog tipa.

Ulazni nominalni napon invertora se može kretati u granicama od 1000 V do 1500 V. Ovaj naponski nivo mora biti usklađen sa sistemskim naponom za koji je FN panel predviđen.

Izlazni naizmenični napon na pragu elektrane mora biti prilagođen nominalnom naponu DSEE. U zavisnosti od izbora snage i statusa elektrane, priključenje može biti izvedeno na NN ili SN naponski nivo. Sa druge strane, invertori najčešće imaju niskonaponski izlaz a potencijalno usklađivanje može biti izvedeno preko energetskog transformatora.

Invertor predviđen za instalaciju u FN ima nominalnu izlaznu snagu u opsegu 20 kW – 1000 kW.

Primer izgleda invertora je prikazan na slici 4.5.6.



Slika 4.5.6 Primer izgleda invertora

Karakteristike invertora na ulaznoj jednosmernoj strani su:

Karakteristična veličina	
Maksimalni napon pri radu	1000 V-1500 V
MPP naponski opseg (nezavistan rad MPPT ulaza)	U opsegu 400 V – 1300 V
Maksimalna ulazna struja po FN nizu (priključku)	≥ 20 A
Broj MPPT ulaza	≥ 2
Broj priključaka po MPPT ulazu	≥ 2

Karakteristike invertora na izlaznoj naizmeničnoj strani su:

Karakteristična veličina	
Izlazna aktivna snaga	20 kW – 1000 kW
Način priključenja, nominalni napon mreže	3L/N/PE 400 V do 800V
Nominalna struja	u skladu sa naponom i snagom invertora
Frekvencija	50Hz
Maksimalni THD	$< 3\%$

Kako je reč o invertorskom uređaju, doprinos struji kvara na mestu ugradnje je u slučaju ovakvih uređaja precizno i definisano je unutrašnjim kontrolnim i zaštitnim algoritmima.

Invertor je prikladan za povezivanja na sledeće tipove mreža: TN-C, TN-S, TN-C-S i TT.

4.5.1.3.4 OPIS OBJEKAT PRP

Iako objekat PRP nije predmet ovog Idejnog rešenja, skreće se pažnja na neophodnost njegovog postojanja. Naime, kako će snaga buduće FN elektrane preći granicu od 160 kW prema trenutno važećoj regulativi priključenje FN elektrane iako urađeno u lokalne instalacije kupca će morati biti izvedeno preko adekvatno opremljenog elektro-energetskog postrojenja.

Osnovni podaci o predloženim transformatorskim stanicama :

- Tip: montažno betonska transformatorska stanica (MBTS),
- Dimenzije: do 5x7 m² visine do 4 m.
- Prenosni odnos: $10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ kV ili 0,8 kV,
- Vrsta priključka na strani višeg napona: kablovski,
- Vrsta priključka na strani nižeg napona: kablovski,
- Postrojenje na strani višeg napona: u topologiji koji odredi ODS a najverovatnije vodna, merna, prekidačka V+M+P ili u skladu sa uslovima koji će biti izdati naknadno.

Zgrada PRP se u većini slučajeva gradi kao montažno-betonski objekat i vrlo često na bazi konstrukcija poznatih na lokalnom tržištu kao MBTS. Ovim Idejnim rešenjem se predviđa⁴. objekat koji se sastoji iz jedne prostorije, i gradi se sastavljanjem tipskih armirano-betonskih elemenata čime su radovi na mestu postavljanja svode na minimum. Ulaz u prostor za transformator je kroz dupla vrata kako bi se omogućio unos opreme. Širina prostora za manipulaciju je minimalno 1.20m kako bi bio ispoštovan zahtev Pravilnika o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V.

U prostoriji se smešta sva oprema koja će biti zahtevana od strane Investitora tj. ODS-a.

Kućiste je izrađeno od predfabrikovanih betonskih elemenata i ne traži nikakvo spoljašnje održavanje. Svi armirano-betonski elementi izrađeni su od kvalitetnog armiranog betona MB-300 u čeličnoj oplati. Vrata i žaluzine su od eloksiranog aluminijuma, a svi ostali građevinski metalni elementi od čeličnih profila, lima i rešetki. Vrata za ulaz u rasklopno postrojenje su snabdevena cilindar bravom. Sve žaluzine za prirodno hlađenje zaštićene su čeličnom mrežom.

Pod PRP-a je izrađen od armirano-betonskih podnih ploča na kojima su postavljeni otvori za SN i NN postrojenje kao i otvori za lakše uvođenje kablova. Ovi poslednji se posle montaže prekrivanju rebrastim limom koji se spaja sa uzemljenjem, kao i svi otvori u manipulacionom prostoru u koje bi čovek mogao upasti.

⁴ Posebno se naglašava reč predviđa i predviđanje je rezultat iskustva projektanta a stvarno tehničko rešenje će biti poznato nakon izrade Projektno tehničkog zadatka koje izrađuje ODS. Treba biti napomenuto i to da se PRP izrađuje za potrebe ODS-a i da u tom smislu ODS biva imenovan za Investitora a podnosilac zahteva za finansijera

Ispod podne ploče postoji korisni međuprostor od 0,5 m radi smeštanja korita za prihvatanje eventualnog iscurlog ulja a ispod SN i NN postrojenja radi lakšeg svođenja kablova.

Oko stanice izrađen je trotoar od betonskih ploča debljine 8cm, a međuprostori su zaliveni bitumenom.

Opremu koja se postavlja u PRP čini SN razvodno postrojenje, nadzorno-upravljačka SCADA stanica, merno-razvodni ormar(i) i ostala pomoćna oprema.

Objekat ima sopstvenu rasvetu u slučaju obavljanja bilo kojeg uobičajenog ili nužnog posla noću ili u mraku, posebno u slučaju hitne, odnosno nepredviđene intervencije.

Izbor SN opreme je predviđena kroz jedan od dva rešenja - SF6 izolovano postrojenje ili vakuumsko postrojenje.

SN postrojenje je konfiguracije koja sadrži vodno, merno i prekidačko ili u skladu sa uslovima koji će biti izdati naknadno.

Svrha vodnog polja je uvod SN 20 kV kablova u MBTS odnosno dovođenje napona u TS. Merna ćelija ima svrhu smeštaja merne opreme odnosno SN SMT i NMT čija je uloga obezbeđenje indirektnog merenja električnih parametara, napona i struje. Naponski i strujni signali se vode na zaštitni rele koji je zadužen za zaštitu elemenata elektrane na SN nivou ali i za detekciju abnormalnog rada i prepoznavanje abnormalnog radnog stanja kroz mehanizme sistemske zaštite i zaštite od ostrvskog režima rada. Signal sa zaštitnog releja se vodi ka prekidačkoj ćeliji preko koje se vrši uključenje i isključenje FN elektrane.

Prednja strana postrojenja je opremljena slepom šemom sa preglednom signalizacijom stanja pojedinih sklopnih aparata. Indikatori stanja su smešteni direktno na pokretnim kontaktima, tako da daju pouzdanu indicaciju položaja rasklopnih aparata.

Mehanizam otvaranja se nateže samim pokretom zatvaranja kontakta (vrši se akumulacija energije za isključenje).

SN postrojenje će biti opremljeno:

- kapacitivnim indikatorom prisustva napona na krajevima mestu priključenja kablova,
- mogućnošću daljinskog i ručnog uključanja/isključanja,
- pomoćnim kontaktima za prikaz položaja.

Za postrojenja ovog tipa, karakteristična je visoka otpornost i neosetljivost na spoljašnje uticaje, tako da je skoro nemoguća pojava kvara unutar aparature.

Potrebno je navesti i to da postoji mogućnost da će se u neposrednoj blizini objekta PRP tražiti i izgradnja antenskog stuba za postavljanje telekomunikacione opreme za daljinski nadzor i upravljanje radom FN elektrane. Visina ovog stuba retko prelazi 10 m.

4.5.1.4 NAIZMENIČNI RAZVOD U FN ELEKTRANI

Naizmenični razvod FN elektrane započinje od invertora gde je on formiran konverzijom jednosmerne energije generisane u FN panelima. Razvodni ormari unutar elektrane služe za

koncentraciju invertorski generisane energije i smeštaj opreme za manipulaciju napajanjem i zaštitu NN instalacija a prevashodno NN kablovskih vodova do invertora.

PRIKLJUČENJE NA NN

Ukoliko je reč o spajanju FN elektrane na NN mrežu, razvodni ormari se postavljaju u zoni elektrane pri čemu je mesto postavljanja određeno dispozicijom invertora i mestom priključka elektrane na postojeću instalaciju objekta. U razvodni ormar se u tom slučaju postavlja potrebna manipulativna i zaštitna oprema kojom se obezbeđuje uključanje/isključanje FN elektrane, kao i zaštita kablovskih vodova kojim se napajaju invertori. Takođe, u razvodni ormar se postavlja i zaštitni rele preko koga se obezbeđuje sistemska i zaštita od ostrvskog režima rada elektrane. Prekidna moć opreme će biti izabrana u skladu sa mestom ugradnje i prema izdatim uslovima. U ormaru se postavljaju i odvodnici prenapona tip I i II.

Razvodni ormar koncentracije energije proizvedene u invertorima se postavlja u istočnoj zoni prostora opredeljenog za sadržaj FN kapaciteta. Ormar se postavlja u kontejnerski objekat. Do ormara dolaze NN kablovski vodovi sa svih invertora a sa ormara odlaze NN kablovski vodovi ka GRO postrojenja PPOV u kojem se vrši predaja električne energije iz invertorskih uređaja.

Sistem napajanja je bez obzira na varijantu rešenja TN-C/S.

SISTEMSKA ZAŠTITA I ZAŠTITA OD OSTRVSKOG REŽIMA RADA

Funkciju sistemske zaštite elektrane i zaštite od ostrvskog režima rada obezbeđuje multifunkcionalni zaštitni rele.

Integrisane zaštitne funkcije releja obezbeđuju sistemska zaštitu elektrane kroz:

- naponsku zaštitu

koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje reaktivne energije i koja se sastoji od nadnaponske zaštite ($U >$) koju čini trofazni naponski rele najmanjeg opsega podešavanja (0,9 - 1,2)U_{ng}, koja reaguje sa vremenskom zadržkom najmanjeg opsega podešavanja (0,2 - 3) s i podnaponske zaštite ($U <$) koju čini trofazni naponski rele najmanjeg opsega podešavanja (1,0 - 0,7)U_{ng}, koja reaguje sa vremenskom zadržkom najmanjeg opsega podešavanja (0,2 - 3) s.

- frekventnu zaštitu

koja reaguje na poremećaj ravnoteže između proizvodnje i potrošnje aktivne energije i koja se sastoji od nadfrekventne zaštite ($f >$) koju čini monofazni frekventni rele najmanjeg opsega podešavanja (49 - 52) Hz, koja reaguje sa vremenskom zadržkom najmanjeg opsega podešavanja (0,2 - 3) s i podfrekventne zaštite ($f <$) koju čini monofazni frekventni rele najmanjeg opsega podešavanja (51 - 48) Hz, koja reaguje sa vremenskom zadržkom najmanjeg opsega podešavanja (0,2 - 3) s. Napomena: Frekventni rele treba da bude sa funkcijom brzine promene frekvencije u intervalu 10 mHz.

Integrisane zaštitne funkcije releja obezbeđuju zaštitu elektrane i DSEE od ulaska elektrane u ostrvski režim rada kroz ROCOF funkciju (ROCOF - Rated change of frequency „df/dt“) i VS (eng. Vector Shift). Napomena: softverskim algoritmima unutar invertora (u

skladu sa VDE0126-1-1, EN50438 itd.) se takođe štiti DSEE od ulaska FN elektrane u ostrvski režim rada.

KABLOVSKI VODOVI

Zbog načina odnosa u radu FN elektrane i DSEE, predaja električne energije generisane u FN panelima, pa zatim konvertovane u inverterima i prenete preko RO-FNE i pripadajuće instalacije do transformatora, ostvarena je kablovskim vodovima tipa i preseka koji odgovaraju uslovima postavljanja i strujama koje nose.

U elektrani mogu da se koriste kablovski vodovi svih realizacija (provodnik bakar ili aluminijum, izolacija PVC, umreženi-polietilen, guma) pri čemu se konkretan tip mora uskladiti sa načinom polaganja i montaže kablovskog voda a sve u skladu sa SRPS standardima.

Kablovski vodovi naizmeničnog razvoda se dominantno vode položeni u zemlju. Dubina polaganja kablova treba biti na minimalnoj dubini 0,8 m sem u slučaju situacija u kojima se ne može to izvoditi. Način ukrštanja i paralelnog vođenja kablova treba biti u skladu sa standardima i pravilima struke.

4.5.1.5 JEDNOSMERNI RAZVOD FOTONAPONSKE ELEKTRANE

INVERTORI

Današnji invertori koji se koriste u FN aplikacijama na svojim DC ulazima imaju nezavisne DC/DC pretvarače sa algoritmom traženja tačke najveće efikasnosti (eng. MPPT). Na ove ulaze se vezuju FN nizovi tzv. stringovi (da bi se formirao dovoljno visok jednosmerni napon za praktičnu i ekonomičnu konverziju u naizmenični, FN paneli se međusobno vezuju redno formirajući fotonaponske nizove, tzv. stringove).

FN nizovi se direktno spajaju na ulazne priključke invertora. Osigurači, prekidač, prenaponska zaštita i nadzorna jedinica FN nizova su uobičajeno sastavni deo invertora. Ukoliko ova oprema nije deo invertora, uobičajeno rešenje podrazumeva da se oprema ugrađuje u posebne razvodne ormare. Čest naziv za ove ormare je string-box (termin koji se češće koristi pri realizaciji elektrane korišćenjem centralnih invertora).

Broj FN panela, njihova snaga i način povezivanja po invertoru prikazani su u tabeli 4.5.3.

Tabela 4.5.3 Prikaz broja FN panela, niza, snage invertora i FN panela

Invertor			FN paneli		
Tip	Snaga	Broj MPPT ulaza po invertoru	Broj FN nizova po invertoru	Broj FN panela u nizu	Snaga FN polja
	kW	kom	kom	kom	kWp
U skladu sa varijantnim rešenjem	20 – 1000	do 20	do 100	do 35	do 1400

KABLOVSKI VODOVI

DC kablovi kojima se FN nizovi povezuju sa inverterom namenjeni su za spoljašnju

montažu (otporni na UV zračenje, imaju širok opseg radne temperature, otporni su na kiseline itd.). Kablovi se postavljaju na regalni razvod i/ili se adekvatno učvršćeni vode na nosećoj konstrukciji FN panela. Na mestima koja su potencijalno mehanički ugrožena, kablovi se postavljaju u metalne rebraste cevi. Na prelascima između stolova⁵ DC kablovi se mogu polagati i u zemlju. Kada se kablovi polažu u zemlji oni moraju biti postavljeni u kablovsku kanalizaciju koja im pruža neophodnu mehaničku zaštitu. Adekvatan izbor su i vodovodne PE cevi.

Radi smanjenja mogućnosti pogrešnog povezivanja FN niza na inverter, predlaže se korišćenje kablova čija je izolacija crveno bojena ukoliko je reč o pozitivnom potencijalu niza, odnosno crna za negativan pol ili će se kablovi adekvatno označavati.

Skreće se pažnja da se montiranje konektora na DC kablove, spajanje DC kablova, odnosno FN nizova sa invertorom uvek vrši po uputstvima proizvođača invertora.

Kablovski vodovi naizmeničnog razvoda se dominantno vode položeni u zemlju. Dubina polaganja kablova treba biti na minimalnoj dubini 0,8 m sem u slučaju situacija u kojima se ne može to izvoditi. Način ukrštanja i paralelnog vođenja kablova treba biti u skladu sa standardima i pravilima struke.

4.5.1.6 KOMUNIKACIONI SISTEM FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Komunikacioni sistem fotonaponske elektrane se sastoji iz više podsistema koji su integrisani u jednu celinu putem komunikacionih uređaja. Komunikacioni podsystemi fotonaponske elektrane su:

- komunikacioni podsystem invertora,
- komunikacioni podsystem meteorološke stanice,
- po potrebi ali ne neophodno, komunikacioni podsystem sigurnosnog sistema video nadzora,
- ostali sistemi.

Integracija komunikacionih podsystema se izvodi u komunikacionim čvorištima. U komunikacionim čvorištima u zavisnosti od lokacije, postavljaju se neki od sledećih uređaja:

- UPS za obezbeđivanje napajanja uređaja u slučaju nestanka električne energije,
- Ethernet PoE switch,
- Bakar-Optika switch (Tx/Fx), za povezivanje komunikacionih čvorišta sa glavnim komunikacionim čvornim mestom,
- Data logger, za senzore i komunikaciju invertora,
- Napajanje uređaja kao i ostala neophodna sitna oprema.

⁵ Segmenti montažne konstrukcije koji nose celine FN panela.

4.5.1.7 SISTEM UZEMLJENJA, SISTEM IZJEDNAČENJA POTENCIJALA

SISTEM UZEMLJENJA U KOMPLEKSU ELEKTRANE

U elektrani se izvodi. tzv. združeni uzemljivač koji ima višestruku ulogu radnog uzemljenja, gromobranskog uzemljenja i zaštitnog uzemljenja za izjednačenje potencijala.

Sistemom izjednačenja potencijala potrebno je povezati sve metalne mase u FN elektrani na realizovani uzemljivač. Pri tome je neophodno izvršiti i ekvipotencijalizaciju metalnih delova noseće konstrukcije, ramova FN panela. Ekvipotencijalizaciju izvršiti lokalno, provodnicima tipa P/F ili FeZn trakom.

Veza pojedinih segmenata elektrane (konstrukcija za montažu FN panela, nosači invertora i razvodnih ormara, stuba gromobranske zaštite i svih drugih metalnih masa) se može ostvariti FeZn trakom koja se postavlja na pojedinim segmentima trasa NN naizmeničnih i DC kablova.

4.5.1.8 GROMOBRANSKA INSTALACIJA I PRENAPONSKA ZAŠTITA U FN ELEKTRANI

Za zaštitu elemenata FN elektrane od direktnog atmosferskog pražnjenja predviđeno je postavljanje prihvatnog sistema primenom štapnih hvataljki sa uređajem za rano startovanje. Ukupna visina štapne hvatalje sa uređajem za rani start je uobičajeno do 8m (neće preći 10m).

Saglasno nivou zaštite, serija standarda SRPS IEC 61024 predviđa:

- Postavljanje izolovane gromobranske zaštite koji će zaštititi FN panele od direktnog atmosferskog pražnjenja.
- Postavljanje prenaponske zaštite odgovarajućeg stepena zaštite koja će sprečiti oštećenje uređaja usled uticanja prenaponskog talasa atmosferskog pražnjenja 10/350 (Tč/Tz) i indukovanih prenaponskih talasa 8/20 (Tč/Tz). Primena prenaponske zaštite stepena 1 i stepena 2.
- Uzemljivač na koji se povezuju sve metalne mase.

Prilikom izbora rešenja za prihvatni sistem odnosno odabira najbolje metode zaštite, posebna pažnja je posvećena smanjenju rizika od požara, do koga bi moglo doći usled direktnog pražnjenja u FN panele, kao i samoj materijalnoj šteti, koja bi nastala usled oštećenja poluprovodničke i ostale elektronske opreme.

Prihvatni sistem će činiti niz štapnih hvataljki sa uređajem za rano startovanje. Izgled uređaja za rani start je prikazan na slici 4.5.7.



Slika 4.5.7 Uređaj sa ranim startovanjem

Primena prenaponske zaštite će obezbediti sigurnost investicije i sačuvati električnu opremu od oštećenja usled atmosferskih pražnjenja direktno u prihvatni sistem i od indukovanih prenapona do kojih dolazi usled pražnjenja u blizini postrojenja, naponsku mrežu ili u objekat napojne transformatorske stanice.

FN paneli i pogonska oprema su zaštićeni od direktnog atmosferskog pražnjenja prihvatnim sistemom. Ipak, oprema i uređaji ostaju ugroženi od indukovanih prenapona koji se mogu javiti usled atmosferskog pražnjenja u prihvatni sistem ili u mrežu i od talasa atmosferskog pražnjenja koji dolazi na šinu za izjednačenje potencijala posredstvom uzemljivača i lokalne zemlje.

Zaštita od prenaponskog talasa direktnog atmosferskog pražnjenja, koji napreže izolaciju putem uzemljivača, izvodi se postavljanjem prvog stepena zaštite instaliranim na NN razvodu. Predviđeno je postavljanje odvodnika prenapona sa iskrištem koji obezbeđuju dug životni vek bez održavanja.

Prenaponsku zaštitu drugog stepena integriše sam proizvođač opreme kroz fabrički set postavljan u priključnoj kutiji invertora.

Predviđa se upotreba uređaja za zaštitu od prenapona i u okviru komunikacione mreže invertori-logerska jedinica.

4.5.1.9 MOGUĆNOSTI PRIKLJUČENJA ELEKTRANE NA NAIZMENIČNU MREŽU

Priključenje će biti ostvarena na unutrašnju instalaciju samog objekta.

Prema Pravilima o radu distributivnog sistema (EPS Distribucija jul 2017. Beograd) rešenje priključenja zavisi od mogućnosti koje se imaju na lokaciji što prevashodno zavisi od karakteristika distributivne mreže na mestu izgradnje elektrane. Ovde se ponajviše misli na karakteristike koje će odrediti maksimalnu snagu FN elektrane koja će biti moguća za prihvata.

Sa obzirom na mesto izgradnje buduće elektrane, urbanu zonu industrijskog sadržaja, pretpostavlja se da snaga FN elektrane od 1 MW maksimalne snage neće biti upitana za priključenje.

Idejnim rešenjem je predviđena snaga FN elektrane od 500 kW po prvom rešenju odnosno fazi, odnosno ukupno 850 kW nakon završetka FN elektrane u celosti. Priključenje će biti

izvedeno na NN instalaciju objekta. Snaga po prvoj fazi odgovaraće odobrenoj snazi objekta. Svojom snagom snaga FN elektrane prelazi nivo od 150 kW pa se priključenje elektrane tretira na SN naponskom nivou što u ovom slučaju podrazumeva situaciju u kojoj se zahvat dešava u tački povezivanja kompleksa objekta pa samim tim i elektrane na DSEE. Izgradnja priključno-razvodnog postrojenja (PRP) podrazumeva dodatnu investiciju.

Kako bi se izvršile uštede prilikom planiranja priključka PPOV predvideti i izgradnju FN elektrane kako bi se odmah izgradilo postrojenje PRP sa svim sadržajima neophodnim za priključenje FN elektrane.

Sve napred navedeno u vezi načina priključenja elektrane mora biti shvaćeno samo kao okvirna informacija bazirana na trenutno važećoj zakonskoj regulativi i pravilima distributivnog preduzeća dok će tačan način i mogućnost priključenja biti definisani Uslovima za projektovanje i priključenje, izdatim Projektnim zadatkom odnosno Rešenjem o odobrenju za priključenje u skladu sa Zakonom o energetici ("Sl. glasnik RS", br. 145/2014, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021) i podzakonskim aktima.

Jako je bitni navesti i to da se u slučaju priključenja buduće FN elektrane na SN naponski nivo, kao i u slučaju kada FN elektrana ima snagu veću od 150 kW, zahtev nadležne distribucije može da bude i daljinski nadzor FN elektrane. Daljinski nadzor se sprovodi na nekoliko tehnički prihvatljivih načina – radio relejna veza, veza preko optičke komunikacije, veza korišćenjem GPRS modema što zavisi od raspoložive infrastrukture na mestu izgradnje FN elektrane ali i tehničkih mogućnosti dispečerskog centra. Iako ovaj segment nije deo Idejnog rešenja sugerise se da će za zadovoljenje ovih uslova i zahteva biti neophodno postojanje odgovarajuće infrastrukturnog kapaciteta. Takođe, u slučaju da se nadležna distribucija opredeli za daljinsku komunikaciju posredstvom radio-relejne veze, izgradnja odgovarajućeg antenskog stuba će biti zahtevana. Visina stuba zavisi od karakteristika lokacije ali retko kada prelazi 10 m. Stub u osnovi retko kada ima dimenzije veće od 5x5 m.

4.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

4.6.1 PRORAČUNI

4.6.1.1 RAZVOD JEDNOSMERNE ELEKTRIČNE ENERGIJE U FN ELEKTRANI

PARAMETRI FN PANELA POTREBNI ZA PRORAČUN

Izlazni napon FN panela, pa tako i napon na kraju fotonaponskog niza koji se formira od redno vezanih panela (fotonaponski niz ili string), zavisi od sunčevog zračenja i temperature okoline, odnosno temperature FN panela. Proračun naponskih nivoa na krajevima FN niza se određuje za najnepovoljnije uslove, a to su letnji period sa visokim temperaturama, kada se dobija najniži jednosmerni napon (iz kataloških podataka FN panela se posmatra napon u tački maksimalne snage) i zimski period sa niskim temperaturama, kada se javlja najviši jednosmerni napon na izlaznom kraju FN niza (iz kataloških podataka FN panela se posmatra napon praznog hoda). Struja FN niza se proračunava za letnje uslove kada je najveće zračenje i najviša temperatura FN panela (iz kataloških podataka FN panela se posmatra struja kratkog spoja).

PROVERA BROJA FN PANELA U NIZU, NAPONSKIH I STRUJNIH NIVOVA ZA INVERTOR 50kW

Da bi se odredio maksimalni napon praznog hoda prvo treba odrediti maksimalni broj FN panela u nizu. Formula kojom se određuje maksimalni broj panela je:

$$n_{max} = \frac{U_{DCmax}}{U_{OC\ panel\ T_{min}}} \dots\dots\dots (4.6.1)$$

Na osnovu datih parametara za FN panel i inverter, pri temperaturi od -20°C, maksimalni broj FN panela u nizu je

$$n_{maks} = 21$$

U FN nizu broj FN panela mora biti jednak ili veći od neke minimalne vrednosti n_{min} , da bi i pri najvišim temperaturama FN panela napon niza bio veći od minimalnog jednosmernog napona potrebnog za rad invertora u tački maksimalne snage U_{MPPmin} .

Minimalan potreban broj FN panela u stringu se računa na sledeći način:

$$n_{min} = \frac{U_{MPPmin}}{U_{MPP\ panel\ T_{max}}} \dots\dots\dots (4.6.2)$$

Podatak o minimalnom ulaznom naponu invertora U_{MPPmin} daje proizvođač invertora, dok se napon FN panela pri maksimalnoj snazi $U_{MPPpanelT_{max}}$ proračunava za maksimalnu očekivanu temperaturu FN panela.

Na osnovu datih parametara za FN panel i inverter, pri temperaturi od +65 °C, minimalni broj FN panela u nizu je:

$$n_{min} = 16$$

Na osnovu dozvoljenog maksimalnog, n_{max} i minimalnog, n_{min} broja FN panela u nizu, broja nezavisnih MPPT ulaza u inverter, broja FN panela u pojedinim zonama i odobrene snage priključka Izvođač radova u saglasnosti sa Investitorom je odredio broj FN panela za pojedine stringove koji je 19.

Za FN niz sa 19 FN panela, pri temperaturi FN panela od -20°C maksimalni napon praznog hoda FN niza iznosi 979,0V. Ovaj napon je manji od maksimalno dozvoljenog napona na ulazu odabranog invertora, koji iznosi 1100V.

Za FN niz sa 19 FN panela, pri temperaturi FN panela od $+65^{\circ}\text{C}$ minimalni napon FN niza (uvažavajući maksimalne gubitke od 1%) iznosi 624,0V.

Ovaj minimalni napon U_{DCinv} na ulazu invertora je veći od potrebnog ulaznog napona pri kojem inverter nalazi tačku maksimalne snage, koji iznosi 520V.

Maksimalan broj paralelno vezanih FN stringova koji se mogu priključiti na jedan MPPT ulaz invertora se računa na osnovu izraza:

$$n_{nizmax} = \frac{I_{max\ inv}}{I_{string\ max}} \dots\dots\dots (4.6.3)$$

Maksimalna struja stringa $I_{stringmax}$ je jednaka sa strujom FN panela koju razvija pri maksimalnoj snazi pri najvišoj temperaturi FN panela. Maksimalna ulazna struja invertora I_{maxinv} zavisi od snage invertora i MPPT ulaza. Vrednosti ovih struja za inverter se mogu naći u poglavlju Tehnički opis.

Na osnovu zadatih vrednosti struja I_{maxinv} i $I_{stringmax}$ maksimalan broj paralelno vezanih nizova po MPPT ulazu invertora iznosi 1.

Inverter na raspolaganju ima 6 MPPT ulaza sa po dva priključka po MPPT. Broj FN nizova koji se vezuju na jedan MPPT ulazu je jedan, tako da će maksimalna struja po MPPT ulazu invertora pri zračenju od 1000W/m^2 i temperaturi FN panela od $+65^{\circ}\text{C}$ iznositi 20,7 A, što je manje od maksimalno dozvoljene ulazne struje invertora na DC strani, koja iznosi 30 A.

4.6.1.2 NISKONAPONSKI NAIZMENIČNI RAZVOD U FN ELEKTRANI

Fotonaponska elektrana se povezuje na elektroenergetsku mrežu i radi paralelno sa DSEE u statusu kupac-proizvođač ili u svrhu predaje generisane električne energije u sistem.

IZBOR NAPOJNIH KABLOVA S OBZIROM NA TRAJNO DOZVOLJENU STRUJU

Izbor provodnika prema trajno dozvoljenim strujama obavljen je prema IEC 60364-5-523 uz primenu: korekcionog faktora za grupna strujna kola k_n , korekcionog faktora za temperaturu okoline k_θ , i korekcionog faktora za termičku otpornost tla k_λ .

$$I_z = k_\theta \cdot k_\lambda \cdot k_n \cdot I_{trdoz} \dots\dots\dots (4.6.4)$$

gde su :

I_z - stvarna trajno dozvoljena struja kabla [A], i

I_{trdoz} - trajno dozvoljena struja kabla, tablični podatak [A].

Maksimalna jednovremena struja se dobija iz sledećih obrazaca:

za trofazne potrošače :

$$I_B = I_j = \frac{P_j}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} [A] \dots\dots\dots (4.6.5.a)$$

za jednofazne potrošače :

$$I_B = I_j = \frac{P_j}{U_f \cdot \cos \varphi} [A] \dots\dots\dots (4.6.5.b)$$

gde je :

P_j - maksimalno jednovremeno opterećenje [W],

U_l -linijski napon, 400 (800) [V],

U_f - fazni napon, 230 (460) [V], i

$\cos \varphi$ - faktor snage.

Da bi izbor provodnika zadovoljavao prema trajno dozvoljenim strujama, potrebo je da:

$$I_B < I_z$$

Ovaj uslov se dokazuje u tabeli 4.6.2, preko strožijeg uslova

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

pri čemu je :

I_n - nazivna struja zaštitnog uređaja.

ZAŠTITA OD STRUJE PREOPTEREĆENJA

Zaštitni uređaji moraju biti predviđeni da prekidaju svaku struju preopterećenja koja protiče provodnicima pre nego što prouzrokuju povišenje temperature štetno po izolaciju, spojeve, stezaljke ili okolinu.

Struja provodnika pri normalnom uslovima rada električne instalacije mora biti manja od nazivne struje osigurača ili nazivne vrednosti struje delovanja uređaja za zaštitu od preopterećenja strujnog kola provodnika.

Radna karakteristika uređaja koji štiti električni vod od preopterećenja mora da ispuni dva uslova :

$$I_B \leq I_n \leq I_z \dots\dots\dots (4.6.6)$$

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_z \dots\dots\dots (4.6.7)$$

gde su:

I_B - struja za koju je strujno kolo projektovano,

I_n - nazivna struja zaštitnog uređaja,

I_z - stvarna trajno dozvoljena struja kabla, i

I_z - struja reagovanja zaštitnog uređaja ($I_z = k \cdot I_n$).

PROVERA SISTEMA ZAŠTITE TN

Propisom SRPS IEC 60364-4-41 su definisani zahtevi za bezbednost zaštite od električnog udara (poglavlje 413. Zaštita od indirektnog dodira).

Sistem zaštite TN izvodi se na dva načina, kao četvorprovodnički sistem zaštite TN-C i kao petoprovodnički sistem zaštite TN-S. Kao kombinacija ova dva sistema javlja se sistem TN-C-S. Ovaj sistem zaštite sastoji se u sledećem: u sistemu zaštite TN-C, na mestu gde se presek nultog provodnika smanji ispod granične vrednosti od 16mm², formira se petoprovodnički sistem zaštite TN-S, odnosno izvrši se odvajanje nultog i zaštitnog provodnika.

A) USLOV ZAŠTITE U TN SISTEMU

Karakteristika zaštitnog uređaja i impedansa strujnog kola moraju se tako izabrati da u slučaju nastanka kvara zanemarljive impedanse između faznog i zaštitnog provodnika ili izloženog provodnog dela, bilo gde u instalaciji, nastupi automatsko isključenje napajanja u utvrđenom vremenu. Ovaj zahtev je zadovoljen ako je ispunjen uslov:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \dots\dots\dots (4.6.8)$$

gde su:

Z_S - impedansa petlje kvara, koja obuhvata izvor, provodnik pod naponom do tačke kvara i zaštitni provodnik između tačke kvara i izvora,

I_a - struja koja obezbeđuje delovanje zaštitnog uređaja za automatsko isključenje napajanja u vremenu utvrđenom u tabeli 4.6.1 u zavisnosti od nazivnog napona (U_0), i

U_0 - nazivni napon prema zemlji.

B) VREME ISKLJUČENJA

Smatra se da najveća vremena isključenja navedena u tabeli 4.6.1 zadovoljavaju krajnja strujna kola koja napajaju :

priključnice, i

direktno bez priključnice ručne aparate I klase ili prenosive aparate koji se pomeraju rukom tokom upotrebe.

Tabela 4.6.1 – Najveća dozvoljena vremena isključenja

$U_0 [V]$	$t [s]$
120	0,8
230 ili 220*	0,4
277	0,4
400 ili 380*	0,2
iznad 400	0,1

* Vrednosti napona 220V i 380V nisu navedene u IEC 64: 1988

Duže vreme isključenja koje ne prelazi konvencionalnu vrednost od 5 [s] dozvoljava se za:

- napojna strujna kola;
- krajnja strujna kola koja napajaju samo neprenosivu opremu, kada su priključena na rasklopni blok na koji nisu spojena kola za koje se zahtevaju vremena

isključenja prema tabeli 4.6.1;

- krajnja strujna kola koja napajaju samo neprenosivu opremu, kada su priključena na rasklopni blok na koji nisu spojena kola za koje se zahtevaju vremena isključenja prema tabeli 4.6.1, pod uslovom da postoji dopunsko izjednačenje potencijala na nivou rasklopnog bloka koje sadrži iste tipove stranih provodnih delova kao glavno izjednačenje potencijala. Ovo dopunsko izjednačenje potencijala se ne zahteva ako je ispunjen uslov :

$$R_{PE} \leq \frac{50 \cdot Z_S}{U_0} \dots\dots\dots (4.6.9)$$

gde su :

R_{PE} - otpornost zaštitnog provodnika između razvodne table i glavnog izjednačenja potencijala,

Z_S - impedansa petlje kvara, i

U_0 - nazivni napon prema zemlji.

C) PROVERA SISTEMA ZAŠTITE

Polazeći od osnovnog uslova i dodatne sigurnosti da je napon 10% niži od nominalnog i da je otpor petlje kvara uvećan za 10% usled prelaznih otpora dobijamo:

$$I_d = \frac{0,9 \cdot U_0}{1,1 \cdot Z_S} \dots\dots\dots (4.6.10)$$

dobija se :

$$I_a \leq I_d \dots\dots\dots (4.6.11)$$

gde su:

I_d - struja greške, i

I_a - struja definisana posle uslova $Z_S \cdot I_a \leq U_0$, a očitana sa dijagrama vreme–struja za odgovarajući uređaj za automatsko isključenje napajanja (nominalne struje I_n).

Impedansa petlje kvara Z_S se može proračunati samo ako su svi elementi petlje, uključujući i izvor, poznati. U proračunu je uzeto da je poprečni presek faznog voda isti sa poprečnim presekom zaštitnog voda.

$$Z_S = \sqrt{R_e^2 + X_e^2} \dots\dots\dots (4.6.12.a)$$

$$R_e = (R_T + 2 \cdot \Sigma R_i) \dots\dots\dots (4.6.12.b)$$

$$X_e = (X_T + 2 \cdot \Sigma X_i) \dots\dots\dots (4.6.12.c)$$

$$R_i = r_i \cdot L_i \dots\dots\dots (4.6.12.d)$$

$$X_i = x_i \cdot L_i \dots\dots\dots (4.6.12.e)$$

Oznake koje su prethodno korišćene su :

Z_S - impedansa petlje kvara [Ω],
 R_e - omski otpor petlje kvara [Ω],
 X_e - induktivni otpor petlje kvara [Ω],
 R_T - omski otpor transformatora [Ω],
 X_T - induktivni otpor transformatora [Ω],
 L_i - dužina deonice [km],
 r_i - podužni omski otpor deonice voda [Ω/km], i
 x_i - podužni induktivni otpor deonice voda [Ω/km].

PRORAČUN PADA NAPONA

Dozvoljeni pad napona između tačke napajanja električne instalacije i bilo koje tačke ne sme biti veći od sledećih vrednosti u odnosu na nazivni napon električne instalacije :

Za strujno kolo osvetljenja 3%, a za strujna kola ostalih potrošača 5%, ako se električna instalacija napaja iz niskonaponske mreže, i

Za strujno kolo osvetljenja 5%, a za strujna kola ostalih potrošača 8%, ako se električna instalacija napaja neposredno iz trafostanice koja je priključena na visoki napon.

Za električnu instalaciju čija je dužina veća od 100 m dozvoljeni pad napona povećava se za 0.005 % po dužnom metru preko 100 m, ali ne više od 0,5 %.

Sa druge strane, ukoliko se misli na fotonaponske sisteme kako bi se ostvarila velika efikasnost sistema dozvoljeni pad napona ne sme biti veći od sledećih vrednosti (prema DIN VDE 0100-712):

- Za strujno kolo na naizmeničnoj (AC) strani 1 %,
- Za strujno kolo na jednosmernoj (DC) strani 1 %,

Pad napona se računa pomoću obrazaca:

- Za potrošače sa faktorom snage $\cos\phi=1$

- za jednofazni izvod :

$$\Delta u = \frac{200 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_f^2}, \text{ i} \dots\dots\dots (4.6.13)$$

- za trofazni izvod :

$$\Delta u = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_l^2} \dots\dots\dots (4.6.14)$$

- Za potrošače sa faktorom snage $\cos\phi<1$

- za jednofazni izvod :

$$\Delta u = \frac{200 \cdot l \cdot P}{U_f^2} (r + x \cdot \tan\phi) \dots\dots\dots (4.6.15)$$

- za trofazni izvod :

$$\Delta u = \frac{100 \cdot l \cdot P}{U_l^2} (r + x \cdot \operatorname{tg} \varphi) \dots\dots\dots (4.6.16)$$

gde su:

Δu - pad napona u procentima,

l - dužina voda [m],

P - snaga [W],

γ - specifična provodnost voda [Sm/mm²],

S - presek voda [mm²],

U_f - fazni napon, 230 (460) [V],

U_l - linijski napon, 400 (800) [V],

r - podužni omski otpor voda [Ω /km], i

x - podužni induktivni otpor voda [Ω /km].

$$\gamma_{Cu} = 56 \text{ [Sm/mm}^2\text{]}$$

$$\gamma_{Al} = 34 \text{ [Sm/mm}^2\text{]}$$

ZAŠTITA OD STRUJE KRATKOG SPOJA

A) OPŠTE ODREDBE

Zaštitni uređaji moraju obezbediti prekidanje struje kratkog spoja koja protiče kroz provodnike strujnog kola pre nego što takva struja prouzrokuje opasnost od toplotnih i mehaničkih dejstava u provodnicima i spojevima.

B) ODREĐIVANJE OČEKIVANIH STRUJA KRATKOG SPOJA

Očekivana struja kratkog spoja u svakoj pojedinoj tački instalacije mora biti određena. Određivanje se vrši proračunom ili merenjem.

Svaki zaštitni uređaj od kratkog spoja mora zadovoljiti sledeće uslove:

Moć prekidanja ne sme biti manja od očekivane struje kratkog spoja na mestu postavljanja, osim ako je postavljen drugi zaštitni uređaj koji ima potrebnu moć prekidanja na strani napajanja. U tom slučaju karakteristike uređaja se moraju tako podesiti da energija koja se propušta preko ta dva uređaja ne prelazi vrednost koju uređaj postavljen na strani opterećenja i provodnik koji se štiti pomoću tih uređaja mogu podneti bez oštećenja. U nekim slučajevima moraju se uzeti u obzir druge karakteristike, kao što su dinamička naprezanja i energija luka, za uređaje na strani opterećenja. Takve karakteristike daje proizvođač uređaja.

Svaka struja kratkog spoja koja se pojavi u bilo kojoj tački strujnog kola mora biti prekinuta u okviru onog vremena koje dovodi provodnike do dozvoljene granične temperature.

Za kratke spojeve koji traju do 5 s, vreme t u kojem data struja kratkog spoja podiže temperaturu provodnika do najviše dozvoljene temperature u normalnom radu do granične

temperature približno se izračunava formulom :

$$\sqrt{t} = \frac{k \cdot S}{I} \dots\dots\dots (4.6.17)$$

gde su:

- t - trajanje [s];
- S - presek [mm²];
- I - efektivna vrednost stvarne struje kratkog spoja [A];
- k - 115 za bakarne provodnike sa PVC-izolacijom,
 - 135 za bakarne provodnike sa gumom, butil-gumom, umrežene polietilenom i etilen-propilen-gumom,
 - 74 za aluminijumske provodnike sa PVC,
 - 87 za aluminijumske provodnike izolovane običnom gumom, butil-gumom, umrežene polietilenom i etilen-propilen-gumom,
 - 115 za spojeve lemljene kalajnim lemom kod bakarnih provodnika, koji odgovaraju temperaturi od 160°C.

Za vrlo kratko trajanje struje kratkog spoja (<0.1 s) kada je asimetrija struje znatna i za uređaje za ograničavanje struje vrednost (k^2S^2) mora biti veća od vrednosti dozvoljene energije (I^2t) navedene od strane proizvođača zaštitnih uređaja.

Vrednosti za k nisu definisane za male provodnike (preseka manjeg od 10 mm²), trajanje kratkog spoja preko 5 s, druge vrste spojeva provodnika, gole provodnike, i provodnike sa mineralnom izolacijom.

Nazivna struja uređaja za zaštitu od kratkog spoja može biti veća od dozvoljenog strujnog opterećenja.

TABELA-(IZBOR PRESEKA I TIPa KABLA I IZBOR UREĐAJA ZA ZAŠTITU KABLA OD PREOPTEREĆENJA)

TRASA KABLA	broj para. kabl.	KABAL	broj žila	presek (mm ²)	P _s (kW)	cosφ	Un (V)	razvod	br. faza	I _{rdoz} (A)	Kθ	Kλ	Kn	Iz (A)	vrsta zašt. uređaja	I _n (A)	I _B (A)	k	I _z (A)	USLOV Iz≥In≥IB	USLOV 1.45Iz≥I _z
Rešenje 1 Faza 1 500kW kupac-proizvođač																					
GRO-GROFNE	12	NA2XY	1	185	850	1	400	D2	3	233	1.00	1.00	1.00	233	gG	200	102.4	1.60	320	odgovara	odgovara
GROFNE-INV1	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV2	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV3	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV4	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV5	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV6	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV7	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV8	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV9	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV10	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
Rešenje 2 Faza 2 350kW kupac-proizvođač																					
GROFNE-INV11	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV12	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV13	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV14	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV15	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV16	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara
GROFNE-INV17	1	NA2XY	1	95	50	1	400	D2	3	204	1.00	1.00	1.00	204	gG	80	72.3	1.60	128	odgovara	odgovara

TABELA (PROVERA ZAŠTITE OD INDIREKTOG DODIRA U TN SISTEMU)

TRASA KABLA od --->do	broj para. kabl.	KABAL	broj žila	presek (mm ²)	L (m)	r (Ω/km)	x (Ω/km)	Ri (Ω)	Xi (Ω)	Re (Ω)	Xe (Ω)	tip zaš. komp.	In (A)	najveća vremena isključenja u TN sistemu t(s)	Ia (A)	Id (A)	USLOV Ia<Id (A)	stvarno vreme reagovanja zaštite t(s)
Rešenje 1 Faza 1 500kW kupac-proizvođač																		
GRO-GROFNE	12	NA2XY	1	185	225	0.017	0.008	0.0038	0.0017	0.0085	0.0087	gG	200	0.4	2000	15456	odgovara	<0.01
GROFNE-INV1	1	NA2XY	1	95	144	0.389	0.098	0.0560	0.0140	0.1129	0.0334	gG	80	0.4	800	1598	odgovara	<0.01
GROFNE-INV2	1	NA2XY	1	95	77	0.389	0.098	0.0300	0.0075	0.0608	0.0203	gG	80	0.4	800	2935	odgovara	<0.01
GROFNE-INV3	1	NA2XY	1	95	32	0.389	0.098	0.0124	0.0031	0.0258	0.0115	gG	80	0.4	800	6659	odgovara	<0.01
GROFNE-INV4	1	NA2XY	1	95	106	0.389	0.098	0.0412	0.0103	0.0834	0.0260	gG	80	0.4	800	2155	odgovara	<0.01
GROFNE-INV5	1	NA2XY	1	95	39	0.389	0.098	0.0152	0.0038	0.0312	0.0129	gG	80	0.4	800	5567	odgovara	<0.01
GROFNE-INV6	1	NA2XY	1	95	124	0.389	0.098	0.0482	0.0121	0.0974	0.0295	gG	80	0.4	800	1850	odgovara	<0.01
GROFNE-INV7	1	NA2XY	1	95	57	0.389	0.098	0.0222	0.0056	0.0452	0.0164	gG	80	0.4	800	3910	odgovara	<0.01
GROFNE-INV8	1	NA2XY	1	95	12	0.389	0.098	0.0047	0.0012	0.0102	0.0076	gG	80	0.4	800	14733	odgovara	<0.01
GROFNE-INV9	1	NA2XY	1	95	109	0.389	0.098	0.0424	0.0106	0.0857	0.0266	gG	80	0.4	800	2097	odgovara	<0.01
GROFNE-INV10	1	NA2XY	1	95	42	0.389	0.098	0.0163	0.0041	0.0336	0.0135	gG	80	0.4	800	5201	odgovara	<0.01
Rešenje 2 Faza 2 350kW kupac-proizvođač																		
GROFNE-INV11	1	NA2XY	1	95	101	0.389	0.098	0.0393	0.0098	0.0795	0.0250	gG	80	0.4	800	2259	odgovara	<0.01
GROFNE-INV12	1	NA2XY	1	95	34	0.389	0.098	0.0132	0.0033	0.0274	0.0119	gG	80	0.4	800	6306	odgovara	<0.01
GROFNE-INV13	1	NA2XY	1	95	115	0.389	0.098	0.0447	0.0112	0.0904	0.0277	gG	80	0.4	800	1991	odgovara	<0.01
GROFNE-INV14	1	NA2XY	1	95	48	0.389	0.098	0.0187	0.0047	0.0382	0.0147	gG	80	0.4	800	4595	odgovara	<0.01
GROFNE-INV15	1	NA2XY	1	95	53	0.389	0.098	0.0206	0.0052	0.0421	0.0156	gG	80	0.4	800	4187	odgovara	<0.01
GROFNE-INV16	1	NA2XY	1	95	64	0.389	0.098	0.0249	0.0062	0.0507	0.0178	gG	80	0.4	800	3503	odgovara	<0.01
GROFNE-INV17	1	NA2XY	1	95	76	0.389	0.098	0.0296	0.0074	0.0600	0.0201	gG	80	0.4	800	2972	odgovara	<0.01

TABELA-3 (PROVERA KABLOVA NA OPTEREĆENJE I PAD NAPONA)

TRASA KABLA	broj para. kablo.	KABAL	broj žila	preseka (mm ²)	L (m)	r (Ω/km)	x (Ω/km)	Ps (kW)	br. faza	cosφ	ΔU (%)	dozvoljeni Δud(%)	USLOV Δu _u <Δu _d (%)
Rešenje 1 Faza 1 500kW kupac-proizvođač													
GRO-GROFNE	12	NA2XY	1	185	225	0.017	0.008	850	3	1	2.02	5.00	odgovara
GROFNE-INV1	1	NA2XY	1	95	144	0.389	0.098	50	3	1	3.77	5.00	odgovara
GROFNE-INV2	1	NA2XY	1	95	77	0.389	0.098	50	3	1	2.96	5.00	odgovara
GROFNE-INV3	1	NA2XY	1	95	32	0.389	0.098	50	3	1	2.41	5.00	odgovara
GROFNE-INV4	1	NA2XY	1	95	106	0.389	0.098	50	3	1	2.34	5.00	odgovara
GROFNE-INV5	1	NA2XY	1	95	39	0.389	0.098	50	3	1	2.14	5.00	odgovara
GROFNE-INV6	1	NA2XY	1	95	124	0.389	0.098	50	3	1	2.40	5.00	odgovara
GROFNE-INV7	1	NA2XY	1	95	57	0.389	0.098	50	3	1	2.20	5.00	odgovara
GROFNE-INV8	1	NA2XY	1	95	12	0.389	0.098	50	3	1	2.06	5.00	odgovara
GROFNE-INV9	1	NA2XY	1	95	109	0.389	0.098	50	3	1	2.35	5.00	odgovara
GROFNE-INV10	1	NA2XY	1	95	42	0.389	0.098	50	3	1	2.15	5.00	odgovara
Rešenje 2 Faza 2 350kW kupac-proizvođač													
GROFNE-INV11	1	NA2XY	1	95	101	0.389	0.098	50	3	1	2.33	5.00	odgovara
GROFNE-INV12	1	NA2XY	1	95	34	0.389	0.098	50	3	1	2.13	5.00	odgovara
GROFNE-INV13	1	NA2XY	1	95	115	0.389	0.098	50	3	1	2.37	5.00	odgovara
GROFNE-INV14	1	NA2XY	1	95	48	0.389	0.098	50	3	1	2.17	5.00	odgovara
GROFNE-INV15	1	NA2XY	1	95	53	0.389	0.098	50	3	1	2.18	5.00	odgovara
GROFNE-INV16	1	NA2XY	1	95	64	0.389	0.098	50	3	1	2.22	5.00	odgovara
GROFNE-INV17	1	NA2XY	1	95	76	0.389	0.098	50	3	1	2.25	5.00	odgovara

4.6.1.3 PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I OPREME

FAZA 1 – Snaga 500 kW

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
A	Oprema i uređaji				
1	Osnovne komponente				
1.1	Fotonaponski paneli				
	Monokristalni half cut fotonaponski modul, napon maksimalno 1000 V, stepen zaštite IP 67, izlazna snaga (STC uslovi) 550 Wp, u skladu sa sledećim standardima: IEC 60904, IEC 61000, IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 60068, IEC 60364, EN 50380, UL 1703. Kabel dužine najmanje 1 metara.	Kom	148.50	1,140	169,290.00
1.2	Invertori				
	Invertori izlazne snage 50 kW. Naponski nivo DC strane 1000VDC. Sa minimalno 6 MPPT jedinica.	Kom	3,100.00	10	31,000.00
1.3	Noseći sistem FN panela				
	Noseći sistem za fiksnu montažu FN panela sa nagibom FN panela od 25°. Za montažu dva FN panela u portret orijentaciji. Noseća konstrukcija je izrađena od čeličnih i aluminijumskih tipskih profila. Usklađen sa IEC standardizacijom.	MWp	115,000.00	0.63	72,105.00
1.4	Nabavka nadzornog kontejnerskog objekta za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme. Kontejner se izvodi sa jednim ulaznim vratima (0.9x2m), jednim prozorom dimenzija (1x1.2m), elektro instalacije unutrašnjeg razvoda rasvete i priključnica, klima uređaj Orijentacionih dimenzija 3x5m	Kom	1.00	4,200	4,200.00
	Osnovne komponente - Ukupno				276,595.00
2	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice				
2.1	DC kablovi				
	DC kablovi 1x6mm ² FN kabel 1x6 mm ² , provodnici od bakra, nazivni napon 1500 Vdc, otpornog na UV zračenje, sa dvostrukom XLPE izolacijom, temperaturni opseg - 40 do 120°, 30 godina garancija, za povezivanje FN panela i string boksova. Orijentaciona dužina [m] 4500	m	1.00	4,500	4,500.00
	DC konektori muški i ženski za povezivanje kablova i FN panela, kao i za povezivanje kablova i string boksova. Broj parova konektora 240	Komplet	4.00	240	960.00
2.2	NN kablovi				
	NN kablovi XP00-A-Y, provodnik od aluminijuma, jednožilni, preseka 185mm ² Orijentaciona dužina [m] 9450	m	6.00	9,450	56,700.00
	NN kablovi XP00-A-Y, provodnik od aluminijuma, jednožilni, preseka 95mm ²	m	3.00	3,000	9,000.00

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
	Orijentaciona dužina [m] 3000				
	NN kablovi, provodnik od bakra, preseka 2,5mm ² , 4 mm ² , 6 mm ²				
	Orijentaciona dužina [m] 500	m	2.50	500	1,250.00
2.3	Optički kablovi				
	Monomodni optički kablovi 8 vlakana za sistem daljinskog nadzora i kontrole.				
	Orijentaciona dužina [m] 1180	m	2.00	1,180	2,360.00
2.4	RS485 kablovi				
	Signalni kablovi za realizaciju mreže RS485 za ostvarivanje komunikacije između aktivnih uređaja.				
	Orijentaciona dužina [m] 1000	m	2.00	1,000	2,000.00
2.5	Uzemljenje i uzemljivači				
	Isporuka FeZn trake 25x4mm ² za formiranje uzemljivača i ekvipotencijalizacije FN konstrukcije				
	Orijentaciona dužina [m] 1125	m	2.00	1,125	2,250.00
2.6	Kablovska kanalizacija				
	PVC cev za provlačenje kablova na mestima mehaničke ugroženosti. Cevi su krute prečnika 125 mm crna boja, kružni presek, vodootporan, visoko temperaturno otporan.				
	Orijentaciona dužina [m] 100	m	3.00	100	300.00
	HDPE cevi za provlačenje kablova na mestima mehaničke ugroženosti. Cevi su fleksibilne prečnika 50 mm crna boja, kružni presek, vodootporan, visoko temperaturno otporan.				
	Orijentaciona dužina [m] 1180	m	1.00	1,180	1,180.00
	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice Ukupno				80,500.00
3	Gromobranska zaštita				
3.1	Isporuka uređaja za rani start uključujući i cenu nosećeg stuba visine 10 m, kao i neophodnog pribora.	Kom	1,500.00	1	1,500.00
	Gromobranska zaštita - Ukupno				1,500.00
4	Monitoring oprema				
4.1	Nabavka računara i računarske opreme. Bit će opremljen sa pet 21-inčnih LCD monitora i odgovarajućim softverom.	Komplet	1,000.00	1	1,000.00
4.2	Isporuka data logger uređaja usklađenog sa tipom invertora i meteo stanicom.	Komplet	1,800.00	1	1,800.00
4.3	Isporuka meteorološke stanice za prikupljanje meteoroloških podataka opremljena sa sledećim komponentama:				
	- Senzori temperature okoline i vlage				
	- Anemometar i lopatica za određivanje pravca vetra				
	- 2 monokristalne stanice kalibrisane u istoj ravni FN panela				
	- 1 temperaturni senzor za mjerenje temperature FN panela na zadnjoj strani				
	- Sistem napajanja na temelju baterija, solarnih panela i regulatora.				
	- Zapisnik podataka za prikupljanje svih signala s Modbus RTU i GPRS.	Komplet	3,000.00	1	3,000.00
4.4	Isporuka, ugradnja i parametrizacija data logger uređaja	Komplet	1,800.00	1	1,800.00
	Monitoring oprema - Ukupno				7,600.00
5	Zaštita od neovlašćenog pristupa				

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
5.1	Isporučka žičane ograde visine 2.5 m sa odgovarajućim stubovima dužine [m] 419	m	15.00	419	6,285.00
5.2	Isporučka sistema video nadzora (jedan komplet uključuje isporuku stuba za postavljanje kamera video nadzora, dve kamere video nadzora HD rezolucije 2MP, dva reflektora, razvodni ormar i razvod) broj [kompleta] 4.19	Kompleta	2,315.00	4	9,699.85
	Zaštita od neovlašćenog pristupa - Ukupno				15,984.85
B	Radovi na izgradnji				
1	Građevinski radovi				
1.1	Priprema terena				
	Priprema gornjeg sloja zemljišta sa sledećim aktivnostima: - uklanjanje kamene mase koja se nalazi u zonu (ako postoji), - uklanjanje stabala, grmlja, rastinja ili objekta što može ometati izgradnju Površina [ha] 0.75	ha	3,100.00	0.75	2,325.00
1.2	Nosači invertora 10	Kom	200.00	10	2,000.00
1.3	Temelji gromobranskih stubova				
	Izrada temelja gromobranske zaštite (1m3, anker ploča) Broj komada [kom] 1	Kom	750.00	1	750.00
1.4	Kablovski rovovi, mehanička zaštita u zemlji, obeležavanje i sl.				
	Rovovi 1 - DC razvod, AC- NN i SN razvod				
	Mašinsko kopanje, zatrpavanje i nabijanje rova dimenzija 40 cm x 85 cm (širina x dubina) u mekom tlu. Cena uključuje i postavljanje traka upozorenja i geometarsko snimanje trase. Orijentaciona dužina [m] 100	m	5.00	100	500.00
	Rovovi za monitoring sistem				
	Mašinsko kopanje, zatrpavanje i nabijanje rova dimenzija 40 cm x 85 cm (širina x dubina) u mekom tlu. Cena uključuje i postavljanje traka upozorenja i geometarsko snimanje trase. Orijentaciona dužina [m] 50	m	5.00	50	250.00
1.5	Šahtovi elektro instalacija				
	Nabavka/ugradnja šahtova sa poklopcem 500x500x800mm od PVC-a za vođenje kablovskih vodova sa otvorima na sve četiri strane za provlačenje kablova i cevi kablovske instalacije. Broj šahtova 10	Kom	350.00	10	3,500.00
1.6	Izgradnja platoa oko kontejnerskog objekta za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme sa pripremom terena za smeštaj objekta Površina [m2] 20	m2	140.00	20	2,800.00
1.7	Ugradnja nadzornog kontejnerskog objekta	Kom	1.00	1,100	1,100.00
1.8	Ugradnja žičane ograde visine 2.5 m 419	m	5.00	419	2,095.00
	Građevinski radovi - Ukupno				15,320.00
2	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela				
2.1	Postavljanje stubova noseće konstrukcije. Stubovi se postavljaju direktnim pobijanjem u tlo. Pobijanje se vrši specijalizovanim mašinama. Cena uključuje i svu ostalu neophodnu mehanizaciju.	MWp	12,000.00	0.627	7,524.00

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
	Snaga panela [MWp] 0.627				
2.2	Montaža noseće konstrukcije FN panela. Napomena: Montaža treba da bude urađeno od strane obučanih lica. Snaga panela [MWp] 0.627	MWp	9,000.00	0.627	5,643.00
2.3	Postavljanje FN panela na noseću konstrukciju. Učvršćenje prema tehničkim podacima proizvođača. Napomena: Montaža treba da bude urađeno od strane obučanih lica. Broj FN panela 1140	Kom	4.00	1,140	4,560.00
	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela - Ukupno				17,727.00
3	Izvođenje električnih instalacija				
3.1	Kontejnerski objekat za postavljanje GRO-FNE i kontrolnog centra 1	Paušal	3,500.00	1	3,500.00
3.2	DC strana Instalacija i povezivanje jednosmernog kabela 1x6 mm ² , na krajnje tačke formiranih stringova i u priključnoj kutiji - string boksu uključujući i postavljanje konektora, te provlačenje kablova u okiten cevi na trasama pod zemljom (u jednu cev 50mm se postavljaju maksimalno 4 kabla). Cena uključuje i ostali sitan materijal - vezice, izolacione trake, kablovske oznake i sl. Orijentaciona dužina [m] 2250	Paušal	1.00	2,250.00	2,250.00
	Ekvipotencijalizacija metalnog rama FN panela i montažne konstrukcije. Broj FN panela 1140	Paušal	1.00	1,140	1,140.00
3.3	AC strana Postavljanje NN kablovskih vodova Orijentaciona dužina [m] 3500	m	2.00	3,500	7,000.00
	Povezivanje NN kablovskih vodova	Paušal	2,500.00		2,500.00
	Povezivanje i puštanje u rad invertorskih postrojenja. Napomena: Puštanje u rad treba da bude urađeno od strane obučanih lica.	Paušal	150.00	10	1,500.00
3.4	Uzemljivač Postavljanje FeZn trake u iskopane rovove. Traka se postavlja pljoštima i na mestu nastavljanja i ukrštanja se koriste fazonski komadi koji se obavezno bandažiraju bitumenskom trakom Orijentaciona dužina [m] 1125	m	2.00	1,125	2,250.00
3.5	Nadzorni sistem Postavljanje i povezivanje optičkih vodova uključujući i radove na povezivanju. Orijentaciona dužina [m] 1180	m	2.00	1,180	2,360.00
	Postavljanje i povezivanje RS485 komunikacionih kablovskih vodova uključujući i radove na povezivanju. Orijentaciona dužina [m] 1000	m	3.00	1,000	3,000.00
3.6	Gromobranska zaštita Postavljanje stubova i uređaja za rani start. Povezivanje na postojeći sistem uzemljenja. Broj stubova i uređaja za rani start 1	Paušal	550.00	1	550.00
	Izvođenje električnih instalacija - Ukupno				26,050.00
4	Zaštita od neovlašćenog pristupa				

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
4.1	Ugradnja žičane ograde i stubova dužine [m] 419	m	5.00	419	2,095.00
4.2	Ugradnja i puštanje u rad sistema video nadzora. broj [kompleta] 1	Kompleta	2,500.00	1	2,500.00
	Zaštita od neovlašćenog pristupa - Ukupno				4,595.00
5	Monitoring sistem				
5.1	Ugradnja, parametrizacija i puštanje u rad monitoringa za sve sisteme - invertori, kontrola pristupa, meteo stanica. Pravljenje uputstva za rad i obuka 5 ljudi.	Komplet	2,800.00	1	2,800.00
	Monitoring sistem - Ukupno				2,800.00
6	Troškovi puštanja u rad				
6.1	Troškovi puštanja u rad svih sistema FN elektrane	Paušal	3,975.00	1	3,975.00
	Troškovi puštanja u rad - Ukupno				3,975.00
C	Ostalo				
1	Nepredviđeni troškovi				
1.1	Nepredviđeni troškovi u iznosu od 2.5% predviđenih troškova nabavke i ugradnje opreme i radova.				10,380.67
	Nepredviđeni troškovi - Ukupno				10,380.67
2	Administrativni i troškovi izrade projektne tehničke dokumentacije				
2.1	Troškovi izdavanja saglasnosti, mišljenja i dozvola	Paušal	3,000.00	1	3,000.00
2.2	Troškovi izrade kompletne projektne-tehničke dokumentacije prema Zakonima Republike Srbije do sticanja upotrebne dozvole uključujući i troškove izrade i usvajanja urbanističkog projekta.	Paušal	7,500.00	1	7,500.00
	Administrativni i troškovi izrade projektne tehničke dokumentacije - Ukupno				10,500.00

REKAPITULACIJA FAZA 1 – SNAGA 500 kW

A	Oprema i uređaji	
1	Osnovne komponente	276,595.00
2	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice	80,500.00
3	Gromobranska zaštita	1,500.00
4	Monitoring oprema	7,600.00
5	Zaštita od neovlašćenog pristupa	15,984.85
B	Radovi na izgradnji	
1	Građevinski radovi	15,320.00
2	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela	17,727.00
3	Izvođenje električnih instalacija	26,050.00
4	Zaštita od neovlašćenog pristupa	4,595.00
5	Monitoring sistem	2,800.00
6	Troškovi puštanja u rad	3,975.00
C	Ostalo	
1	Nepredviđeni troškovi	10,380.67
2	Administrativni i troškovi izrade projektno tehničke dokumentacije	10,500.00
Ukupno [Eur]		473,527.52
Eur/Wp		0.7552

FAZA 2 – Snaga 350 kW

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
A	Oprema i uređaji				
1	Osnovne komponente				
1.1	Fotonaponski paneli				
	Monokristalni half cut fotonaponski modul, napon maksimalno 1000 V, stepen zaštite IP 67, izlazna snaga (STC uslovi) 550 Wp, u skladu sa sledećim standardima: IEC 60904, IEC 61000, IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 60068, IEC 60364, EN 50380, UL 1703. Kabel dužine najmanje 1 metara.	Kom	148.50	798	118,503.00
1.2	Invertori				
	Invertori izlazne snage 50 kW. Naponski nivo DC strane 1000VDC. Sa minimalno 6 MPPT jedinica.	Kom	3,100.00	7	21,700.00
1.3	Noseći sistem FN panela				
	Noseći sistem za fiksnu montažu FN panela sa nagibom FN panela od 25°. Za montažu dva FN panela u portret orijentaciji. Noseća konstrukcija je izrađena od čeličnih i aluminijumskih tipskih profila. Usklađen sa IEC standardizacijom.	MWp	115,000.00	0.44	50,473.50
	Osnovne komponente - Ukupno				190,676.50
2	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice				
2.1	DC kablovi				
	DC kablovi 1x6mm ²				
	FN kabel 1x6 mm ² , provodnici od bakra, nazivni napon 1500 Vdc, otpornog na UV zračenje, sa dvostrukom XLPE izolacijom, temperaturni opseg - 40 do 120°, 30 godina garancija, za povezivanje FN panela i string boksova. Orijentaciona dužina [m] 3150	m	1.00	3,150	3,150.00
	DC konektori muški i ženski za povezivanje kablova i FN panela, kao i za povezivanje kablova i string boksova. Broj parova konektora 168	Komplet	4.00	168	672.00
2.2	NN kablovi				
	NN kablovi XP00-A-Y, provodnik od aluminijuma, jednožilni, preseka 95mm ² Orijentaciona dužina [m] 2000	m	3.00	2,000	6,000.00
	NN kablovi, provodnik od bakra, preseka 2,5mm ² , 4 mm ² , 6 mm ² Orijentaciona dužina [m] 300	m	2.50	300	750.00
2.3	RS485 kablovi				
	Signalni kablovi za realizaciju mreže RS485 za ostvarivanje komunikacije između aktivnih uređaja. Orijentaciona dužina [m] 700	m	2.00	700	1,400.00
2.4	Uzemljenje i uzemljivači				
	Isporuka FeZn trake 25x4mm ² za formiranje uzemljivača i ekvipotencijalizacije FN konstrukcije	m	2.00	750	1,500.00

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
	Orijentaciona dužina [m] 750				
2.5	Kablovska kanalizacija				
	PVC cev za provlačenje kablova na mestima mehaničke ugroženosti. Cevi su krute prečnika 125 mm crna boja, kružni presek, vodootporan, visoko temperaturno otporan.				
	Orijentaciona dužina [m] 70	m	3.00	70	210.00
	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice Ukupno				13,682.00
3	Gromobranska zaštita				
3.1	Isporuka uređaja za rani start uključujući i cenu nosećeg stuba visine 10 m, kao i neophodnog pribora.	Kom	1,500.00	1	1,500.00
	Gromobranska zaštita - Ukupno				1,500.00
B	Radovi na izgradnji				
1	Građevinski radovi				
1.1	Priprema terena				
	Priprema gornjeg sloja zemljišta sa sledećim aktivnostima: - uklanjanje kamene mase koja se nalazi u zonu (ako postoji), - uklanjanje stabala, grmlja, rastinja ili objekta što može ometati izgradnju				
	Površina [ha] 0.3744	ha	1,100.00	0.37	411.84
1.2	Nosači invertora 7	Kom	200.00	7	1,400.00
1.3	Temelji gromobranskih stubova				
	Izrada temelja gromobranske zaštite (1m3, anker ploča)				
	Broj komada [kom] 1	Kom	750.00	1	750.00
1.4	Kablovski rovovi, mehanička zaštita u zemlji, obeležavanje i sl.				
	Rovovi 1 - DC razvod, AC- NN i SN razvod				
	Mašinsko kopanje, zatrpavanje i nabijanje rova dimenzija 40 cm x 85 cm (širina x dubina) u mekom tlu. Cena uključuje i postavljanje traka upozorenja i geometarsko snimanje trase.				
	Orijentaciona dužina [m] 100	m	5.00	100	500.00
	Rovovi za monitoring sistem				
	Mašinsko kopanje, zatrpavanje i nabijanje rova dimenzija 40 cm x 85 cm (širina x dubina) u mekom tlu. Cena uključuje i postavljanje traka upozorenja i geometarsko snimanje trase.				
	Orijentaciona dužina [m] 50	m	5.00	50	250.00
1.5	Šahtovi elektro instalacija				
	Nabavka/ugradnja šahtova sa poklopcem 500x500x800mm od PVC-a za vođenje kablovskih vodova sa otvorima na sve četiri strane za provlačenje kablova i cevi kablovske instalacije.				
	Broj šahtova 7	Kom	350.00	7	2,450.00
	Građevinski radovi - Ukupno				5,761.84
2	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela				
2.1	Postavljanje stubova noseće konstrukcije. Stubovi se postavljaju direktnim pobijanjem u tlo. Pobijanje se vrši specijalizovanim mašinama. Cena uključuje i svu ostalu neophodnu mehanizaciju.	MWp	12,000.00	0.439	5,266.80

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
	Snaga panela [MWp] 0.4389				
2.2	Montaža noseće konstrukcije FN panela. Napomena: Montaža treba da bude urađeno od strane obučanih lica. Snaga panela [MWp] 0.4389	MWp	9,000.00	0.439	3,950.10
2.3	Postavljanje FN panela na noseću konstrukciju. Učvršćenje prema tehničkim podacima proizvođača. Napomena: Montaža treba da bude urađeno od strane obučanih lica. Broj FN panela 798	Kom	4.00	798	3,192.00
	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela - Ukupno				12,408.90
3	Izvođenje električnih instalacija				
3.1	DC strana				
	Instalacija i povezivanje jednosmernog kabela 1x6 mm ² , na krajnje tačke formiranih stringova i u priključnoj kutiji - string boksu uključujući i postavljanje konektora, te provlačenje kablova u okiten cevi na trasama pod zemljom (u jednu cev 50mm se postavljaju maksimalno 4 kabla). Cena uključuje i ostali sitan materijal - vezice, izolacione trake, kablovske oznake i sl. Orijentaciona dužina [m] 1575	Paušal	1.00	1,575.00	1,575.00
	Ekvipotencijalizacija metalnog rama FN panela i montažne konstrukcije. Broj FN panela 798	Paušal	1.00	798	798.00
3.2	AC strana				
	Postavljanje NN kablovskih vodova Orijentaciona dužina [m] 2300	m	2.00	2,300	4,600.00
	Povezivanje NN kablovskih vodova	Paušal	2,500.00		2,500.00
	Povezivanje i puštanje u rad invertorskih postrojenja. Napomena: Puštanje u rad treba da bude urađeno od strane obučanih lica.	Paušal	150.00	7	1,050.00
3.3	Uzemljivač				
	Postavljanje FeZn trake u iskopane rovove. Traka se postavlja pljoštima i na mestu nastavljanja i ukrštanja se koriste fazonski komadi koji se obavezno bandažiraju bitumenskom trakom Orijentaciona dužina [m] 750	m	2.00	750	1,500.00
3.4	Nadzorni sistem				
	Postavljanje i povezivanje RS485 komunikacionih kablovskih vodova uključujući i radove na povezivanju. Orijentaciona dužina [m] 700	m	3.00	700	2,100.00
3.6	Gromobranska zaštita				
	Postavljanje stubova i uređaja za rani start. Povezivanje na postojeći sistem uzemljenja. Broj stubova i uređaja za rani start 1	Paušal	550.00	1	550.00
	Izvođenje električnih instalacija - Ukupno				14,673.00
4	Monitoring sistem				
4.1	Aktuelizacija monitoring sistema Faze 1 sa novim uređajima Faze 2	Komplet	1,200.00	1	1,200.00
					1,200.00
5	Troškovi puštanja u rad				

	Opis komponenti	JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
5.1	Troškovi puštanja u rad svih sistema FN elektrane	Paušal	2,116.20	1	2,116.20
	Troškovi puštanja u rad - Ukupno				2,116.20
C	Ostalo				
1	Nepredviđeni troškovi				
1.1	Nepredviđeni troškovi u iznosu od 2.5% predviđenih troškova nabavke i ugradnje opreme i radova.				5,600.73
	Nepredviđeni troškovi - Ukupno				5,600.73
2	Administrativni i troškovi izrade projektne tehničke dokumentacije				
2.1	Troškovi izdavanja saglasnosti, mišljenja i dozvola	Paušal	3,000.00	1	3,000.00
2.2	Troškovi izrade kompletne projektne-tehničke dokumentacije prema Zakonima Republike Srbije do sticanja upotrebne dozvole uključujući i troškove izrade i usvajanja urbanističkog projekta.	Paušal	4,500.00	1	4,500.00
	Administrativni i troškovi izrade projektne tehničke dokumentacije - Ukupno				7,500.00

REKAPITULACIJA FAZA 2 – SNAGA 350 kW

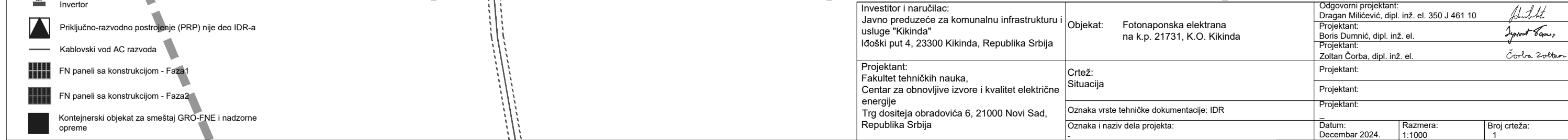
A	Oprema i uređaji	
1	Osnovne komponente	190,676.50
2	Kablovi, uzemljenje, kablovska kanalizacija, konektori i spojnice	13,682.00
3	Gromobranska zaštita	1,500.00
B	Radovi na izgradnji	
1	Građevinski radovi	5,761.84
2	Montaža konstrukcije, postavljanje FN panela	12,408.90
3	Izvođenje električnih instalacija	14,673.00
4	Monitoring sistem	1,200.00
5	Troškovi puštanja u rad	2,116.20
C	Ostalo	
1	Nepredviđeni troškovi	5,600.73
2	Administrativni i troškovi izrade projektno tehničke dokumentacije	7,500.00
Ukupno [Eur]		255,119.17
Eur/Wp		0.5813

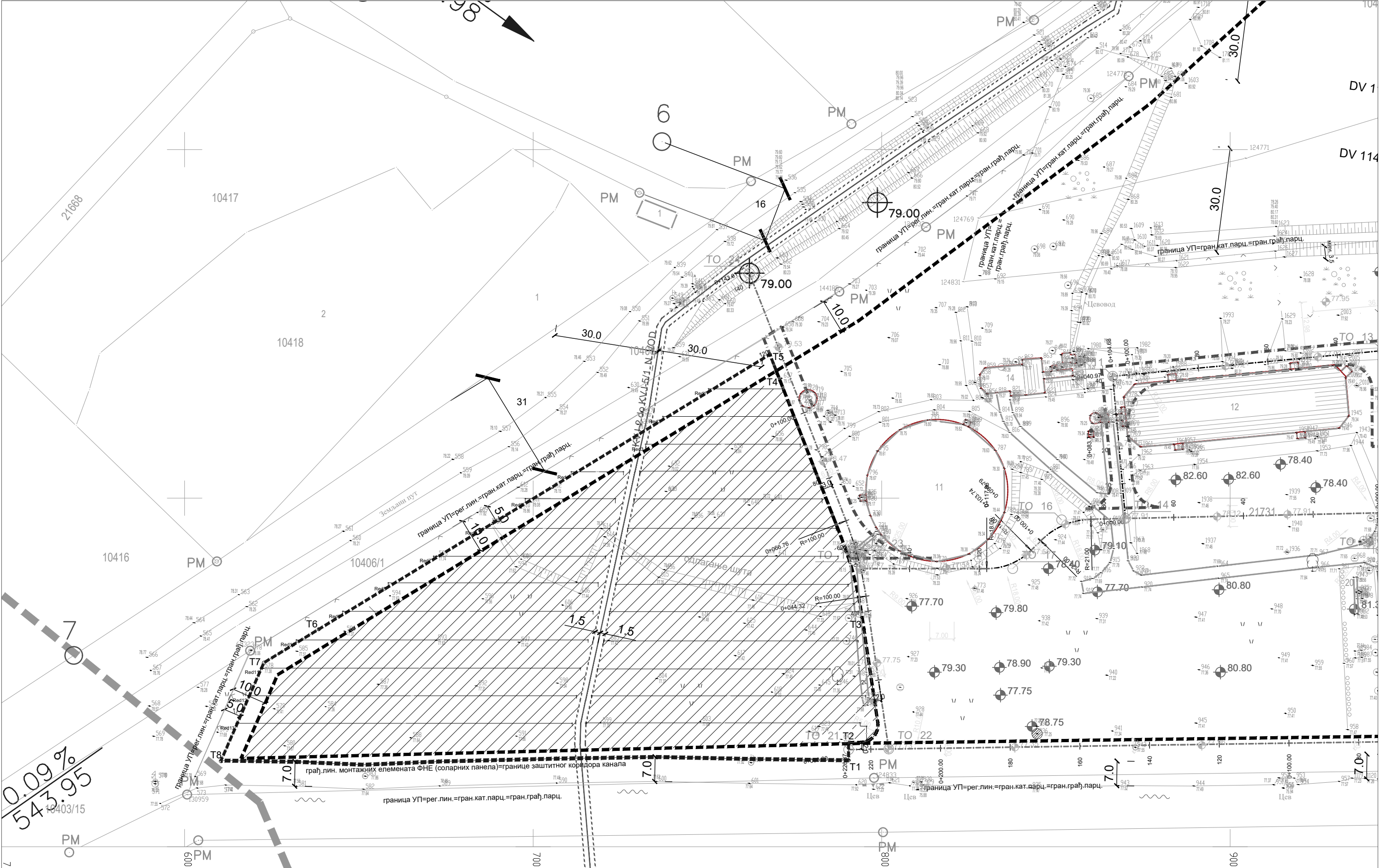
U nastavku su dati orijentacioni troškovi koji se mogu imati prilikom priključenja predmetnog objekta koji u svom sadržaju ima kapacitete za proizvodnju električne energije iz FN elektrane a koja stiče status kupac-proizvođač. Ovi troškovi ne trebaju biti sagledani kao trošak izgradnje FN elektrane jer će se u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji te u skladu sa Zakonom o energetici oni graditi u ime drugog investitora (EPS Srbija), dok je finansijer uobičajeno strana koja gradi FN kapacitet. Ovi troškovi se daju isključivo u cilju sveobuhvatnog prikaza kako troškova tako i procesa gradnje koji prati i pravni i građevinski aspekt.

1 Priključenje		JM	Cena po JM [Eur]	Količina	Cena [Eur]
1.1	Priključenje na SN mrežu - Pretpostavka				
	SN postrojenje za priključenje FN elektrane na SN nivo. Pretpostavljeno je sledeće: - objekat za ugradnju je ekvivalentan MBTS EV21 - topologija PRP objekta u konfiguraciji vodna+merna+prekidačka V+M+P. - radovi na izmeni postojeće vazdušne trase i prelazak na kablovsku izvode u dužini od 390m i da se postavlja jedan zatezni stub. - SCADA sistem se realizuje TK mrežom što podrazumeva postavljanje antenskog stuba visine 8m, aktivne opreme i SCADA ormara. Cena uključuje izradu projektno-tehničke dokumentacije. Napomena: Cena priključenja je orijentaciona i data na bazi iskustva projektanta. Kao takva može značajno da varira od pretpostavke date u ovom projektu.				
		Paušal			132,900.00
	Priključenje - Ukupno				132,900.00

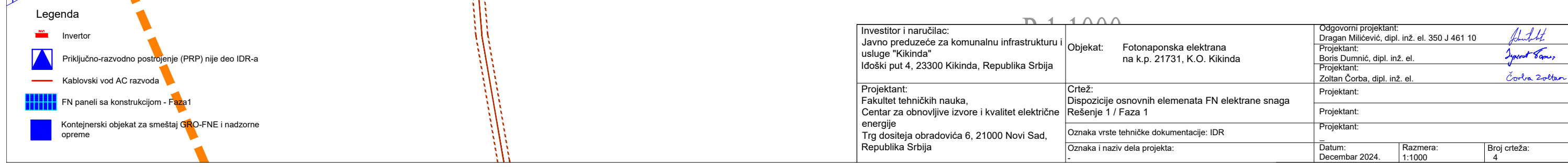
4.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

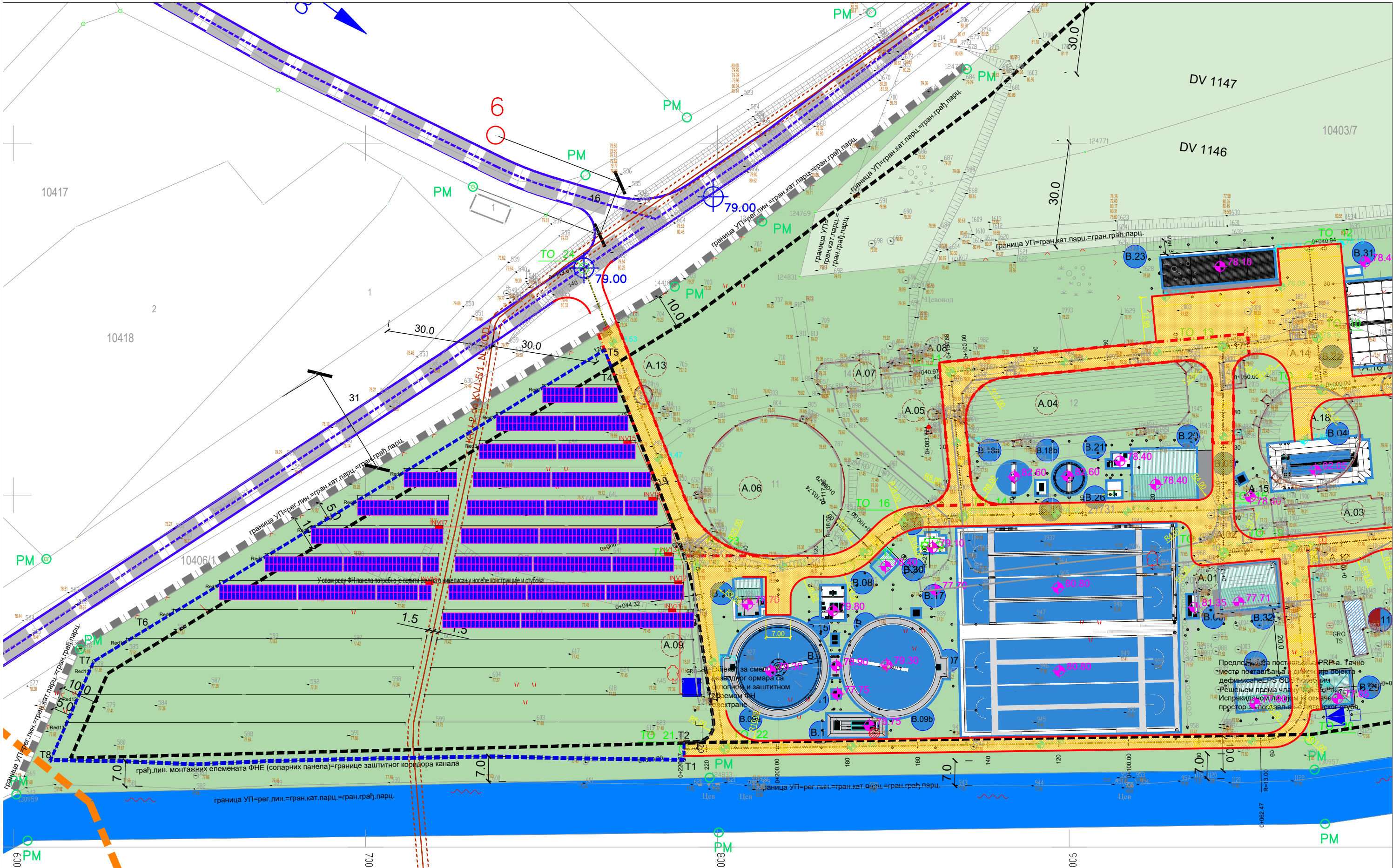
4.7.1. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA





Investitor i naručilac: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda" Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija		Objekat: Fotonaponska elektrana na k.p. 21731, K.O. Kikinda		Odgovorni projektant: Dragan Miličević, dipl. inž. el. 350 J 461 10 Projektant: Boris Dumnić, dipl. inž. el. Projektant: Zoltan Čorba, dipl. inž. el.	
Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republika Srbija		Crtež: Obuhvat zemljišta za izgradnju FN elektrane/FN elektrana		Projektant:	
		Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR		Projektant:	
		Oznaka i naziv dela projekta:		Datum: Decembar 2024.	
				Razmera: 1:1000	
				Broj crteža: 3	





Legenda

- Invertor
- Priključno-razvodno postrojenje (PRP) nije deo IDR-a
- Kablovski vod AC razvoda
- FN paneli sa konstrukcijom - Faza2
- Kontejnerski objekat za smeštaj GRO-FNE i nadzorne opreme

Investitor i naručilac:
Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i
usluge "Kikinda"
Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija

Projektant:
Fakultet tehničkih nauka,
Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne
energije
Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad,
Republika Srbija

Objekat: Fotonaponska elektrana
na k.p. 21731, K.O. Kikinda

Crtež:
Dispozicije osnovnih elemenata FN elektrane snaga
Rešenje 2 / Faza 2

Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR

Oznaka i naziv dela projekta:

Odgovorni projektant:
Dragan Miličević, dipl. inž. el. 350 J 461 10
Projektant:
Boris Dumnić, dipl. inž. el.
Projektant:
Zoltan Čorba, dipl. inž. el.

Projektant:

Projektant:

Projektant:

Datum:
Decembar 2024.

Razmera:
1:1000

Broj crteža:
5

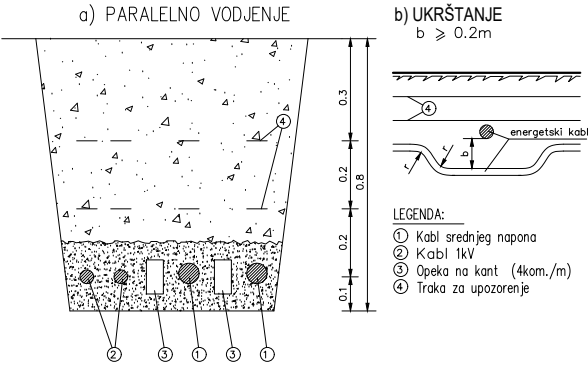
IZVOD IZ TEHNIČKE PREPORUKE BR. 3
EPS - DIREKCIJA ZA DISTRIBUCIJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

18. MEDJUSOBNO Približavanje i ukrštanje energetskih kablova

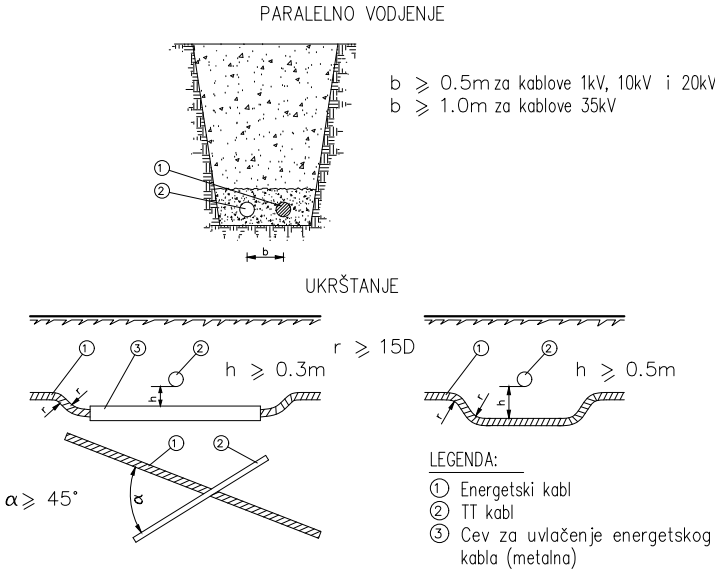
Medjusobni razmak energetskih kablova (višežilnih, odnosno kablovskog snopa tri jednožilna kablova) u istom rovu određuje se na osnovu strujnog opterećenja, ali ne sme da bude manji od 0.07m pri paralelnom vodjenju, odnosno 0.20m pri ukrštanju. Da se obezbedi da se u rovu kablovi medjusobno ne dodiruju, izmedju kablova može celom dužinom trase da se postavi niz opeka, koje se montiraju nasatice na medjusobnom razmaku od 1m.

19. UKRŠTANJE ENERGETSKOG KABLA SA PUTEM IZVAN NASELJA

- 19.1. Ukrštanje kablovskog voda sa putem izvan naselja vrši se tako što se kabl polaže u betonski kanal, odnosno u betonsku ili plastičnu cev uvučenu u horizontalno izbušen otvor, tako da je moguća zamena kabla bez raskopavanja puta. Vertikalni razmak izmedju gornje ivice kablovske kanalizacije i površine puta treba da iznosi najmanje 0.80m.



Približavanje i ukrštanje energetskih kablova sa telekomunikacionim kablovima



Investitor i naručilac: Javno preduzeće za komunalnu infrastrukturu i usluge "Kikinda" Iđoški put 4, 23300 Kikinda, Republika Srbija	Objekat: Fotonaponska elektrana na k.p. 21731, K.O. Kikinda	Odgovorni projektant: Dragan Milićević, dipl. inž. el. 350 J 461 10 Projektant: Boris Dumnić, dipl. inž. el. Projektant: Zoltan Čorba, dipl. inž. el.
Projektant: Fakultet tehničkih nauka, Centar za obnovljive izvore i kvalitet električne energije Trg dositeja obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republika Srbija	Crtež: Odstojanja energetskih i telekomunikacionih instalacija	Projektant:
	Oznaka vrste tehničke dokumentacije: IDR	Projektant:
	Oznaka i naziv dela projekta:	Datum: Decembar 2024.
		Razmera:
		Broj crteža: 6