

# **ETA CONSULT** d.o.o. Labin

PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJU I USLUGE, Vinež 345/1, 52220 Labin

Mobitel: 0993905805 Fax.(052) 858-108, E-mail: info@etaconsult.hr, www.etaconsult.hr

Matični broj: 4608143, OIB: 48625218561

INVESTITOR: **OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT**  
**OIB: 92363347984**  
**Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat**

GRAĐEVINA: **OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA**  
**FOTONAPONSKE ELEKTRANE**

LOKACIJA: **k.č. 625/1, k.o. Svetvinčenat**

BROJ PROJEKTA: **E656/22**


VRSTA PROJEKTA: **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT**

RAZINA OBRADE: **GLAVNI PROJEKT**


PROJEKTANT: **dr.sc. JAKOV BATELIĆ, dipl.ing.el., E2523**

DIREKTOR: **LANA BATELIĆ**

**Labin, 20.09.2022.**


	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 1. OPĆI DIO


	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 1.1 Sadržaj mape

1. OPĆI DIO .....	2
1.1 Sadržaj mape .....	3
1.2 Izjava projektanta .....	5
1.3 Izjava o jednostavnoj građevini .....	6
1.4 Izvadak iz zemljišne knjige .....	7
1.5 Izvadak iz katastra .....	9
2. TEHNIČKI DIO .....	10
2.1. Projektni zadatak .....	11
2.2 Tehnički opis građevine .....	12
2.2.1 Uvod .....	12
2.2.2 Općenito o građevini na koju se postavlja FN elektrana .....	12
2.2.3 Napajanje električnom energijom, mjerenje i glavni razvod .....	13
2.2.4 Priklučenje FN elektrane u lokalnim ormarima .....	13
2.2.5 Tehničke karakteristike FN elektrane .....	14
2.2.6 Izmjenjivač DC/AC .....	14
2.2.7 Fotonaponski moduli .....	15
2.2.8 Kabelsko povezivanje modula i izmjenjivača .....	16
2.2.9 Nosiva konstrukcija modula .....	16
2.2.10 Zaštita od munje, uzemljenje i izjednačenje potencijala .....	17
2.3 Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva .....	18
2.3.1 Općenito .....	18
2.3.2 Primijenjeni propisi .....	18
2.3.3 Opasnosti koje proizlaze zbog korištenja električne energije .....	19
2.3.4 Zaštita na radu za vrijeme izgradnje objekta .....	20
2.3.5 Tehničke mjere zaštite od električnog udara .....	23
2.3.6 Prikaz rješenja za primjenu propisa o zaštiti od požara .....	24
2.3.6.1. Općenito .....	24
2.3.6.2. Mjere zaštite od požara na elektro instalaciji .....	25
2.3.7 Postupanje s otpadom .....	26
2.3.8 Projektirani vijek uporabe FNE i uvjeti za njeno održavanje .....	26
2.3.9 Proračun FN sustava .....	26
2.3.9.1 Dimenzioniranje DC kabela i opreme .....	26
2.3.9.2 Strujno dimenzioniranje DC kabela i osigurača .....	27
2.3.9.4 Provjera gubitka na DC kabelima .....	27
2.3.9.5 Kontrola NN (AC) kabela .....	28
2.3.9.6 Proračun pada napona AC kabela .....	28
2.3.9.7 Kontrola efikasnosti prorade ZUDS 40/0,03A .....	29
2.3.9.8 Očekivani učinci FN elektrane kroz period od godinu dana .....	29
2.4 Rezultati simulacije .....	30
2.4.1 Pregled .....	30
2.4.2 Površine FN modula .....	31
2.4.3 Linija horizonta, 3D dizajn .....	35
2.4.4 Konfiguracija pretvarača .....	35
2.4.5 AC-mrežni priključak .....	35

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

2.4.6 Rezultati cjelokupno postrojenje.....	36
2.4.7 Rezultati po poljima modula .....	39
2.5. Program kontrole i osiguranja kvalitete, te sanacija gradilišta .....	40
2.5.1 Opći uvjeti.....	40
2.5.2 Pregledi, kontrole, ispitivanja i mjerenja .....	41
2.6 Procjena troškova gradnje.....	42
2.7 Grafički prikazi.....	43

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 1.2 Izjava projektanta

Sukladno pravilniku o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/2019) daje se izjava:

### IZJAVA PROJEKTANTA SUKLADNO ZAKONU


Dr.sc. Jakov Batelić, mag. ing. el., upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike pod rednim brojem 2523.

Izjavljuje sljedeće:

- da je glavni projekt broj E656/22 usklađen sa svim važećim zakonima, pravilnicima i tehničkim propisima te normama na koje isti upućuju. Popis zakona, pravilnika i tehničkih propisa i normi naveden je u poglavlju 2.3.2 ove mape.
- sukladno Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (Narodne novine, br. 100/15, 111/18), omogućiti će se priključak elektrane na elektroenergetsku mrežu.
- dokaz legalnosti postojeće građevine: Uporabna dozvola, izdana od Općine Pula, Općinski komitet za urbanističke, građevinske, stambene i komunalne djelatnosti: 06-II/2-UP/I-907/80, u Puli 29.01.1982.

U Labinu, 20.09.2022.

Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl. ing. el.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### 1.3 Izjava o jednostavnoj građevini

Ja Jakov Batelić, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike pod rednim brojem E2523 dajem

#### IZJAVU


da za projekt OSNOVNA ŠKOLA VLADIMIRA GORTANA U ŽMINJU - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE, sukladno članku 5 stavak 11, Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/2017, NN 34/2018, NN 36/2019, NN 98/2019, NN 31/20) nije potrebno ishoditi građevinsku dozvolu kao ni ishoditi posebne uvjete građenja već samo uvjete priključenja.

U Labinu, 20.09.2022.

Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl. ing. el.



dr. sc. JAKOV BATELIĆ  
mag.ing.el.  
E2523  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 1.4 Izvadak iz zemljišne knjige



REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Puli-Pola  
ZEMLJIŠNOKNJIŽNI ODJEL PULA  
Stanje na dan: 20.09.2022. 16:56

Verificirani ZK uložak

Katastarska općina: 324302, SVETVINČENAT

Broj ZK uložka: 4896

Broj zadnjeg dnevnika: Z-19362/2021  
Aktivne plombe:

**NESLUŽBENA KOPIJA**

### IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE

#### A Posjedovnica PRVI ODJELJAK


Rbr.	Broj zemljišta (kat. čestice)	Oznaka zemljišta	Površina			Primjedba
			jutro	čhv	m2	
1.	625/1	ZEMLJIŠTE POD ZGRADOM, DVORIŠTE DVORIŠTE ZEMLJIŠTE POD ZGRADAMA			8280 7436 844	
		<b>UKUPNO:</b>			<b>8280</b>	

#### B Vlastovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Primjedba
1.	Suvlasnički dio: 1/2 OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT	
2.	Suvlasnički dio: 1/2 OPĆINA SVETVINČENAT	

#### C Teretovnica

Rbr.	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
1.	1.1 Zaprimito 22.10.2021.g. pod brojem Z-19362/2021  Prvenstveni red upisa: Z-17444/2021  ZABILJEŽBA, ODBIJENI PRIJEDLOG, Zabilježu se odbijen prijedlog Osnovna škola Svetvinčenat, OIB: 92363347984 i Općina Svetvinčenat, OIB: 79825866723 za uknjižbu prava građenja na kčbr. 625/1, k.o. Svetvinčenat, a temeljem Ugovora o osnivanju prava građenja (Javni bilježnik Patricia Pucić br. OV-2081/2021) od 28.09.2021. godine, Odluke o davanju suglasnosti na Odluku školskog odbora Osnovne škole Svetvinčenat o osnivanju prava građenja, izdana od strane Istarske županije Klasa:602-02/2102/19 od 23.09.2021. godine i Odluke o osnivanju prava građenja izdana od strane Osnovne škole Svetvinčenat Klasa: 003-06/21-01/06 od 17.09.2021.godine,		
2.			

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

**IZVADAK IZ ZEMLJIŠNE KNJIGE**  
**Katastarska općina: 324302, SVETVINČENAT**


Verificirani ZK uložak  
**Broj ZK uložka: 4896**

**C**  
**Teretovnica**

Rbr.	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
2.1	Zaprimljeno 22.10.2021.g. pod brojem Z-19362/2021  UKNJIŽBA, PRAVO GRAĐENJA u zk.ul 4897, UGOVOR O OSNIVANJU PRAVA GRAĐENJA (OV-2289/2021 – JAVNI BILJEŽNIK PATRICIA PUCIĆ) OD 21.10.2021, ODLUKA O DAVANJU SUGLASNOSTI NA ODLUKU ŠKOLSKOG ODBORA OSNOVNE ŠKOLE SVETVINČENAT O OSNIVANJU PRAVA GRAĐENJA IZDANA OD STRANE ISTARSKE ŽUPANIJE, KLASA: 602-02/21-02/19 OD 15.10.2021, ODLUKA O OSNIVANJU PRAVA GRAĐENJA IZDANA OD STRANE OSNOVNE ŠKOLE SVETVINČENAT, KLASA: 003-06/21-01/08 OD 12.10.2021, uknjižuje se pravo građenja na teret kč.br. 625/1, uz istovremeno osnivanje novog zk.ul. 4897 iste k.o. upisom prava građenja kao posebnog zemljišnoknjižnog tijela.		
2.2	Zaprimljeno 22.10.2021.g. pod brojem Z-19362/2021  ZABILJEŽBA, zabilježuje se da se uknjižba prava građenja osniva na razdoblje od 15 (petnaest) godina, počevši od 21. listopada 2021. godine, s mogućnosti produženja sve sukladno čl. 8 Ugovora.		na 2.1

**Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju zemljišne knjige na datum 20.09.2022.**



	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 1.5 Izvadak iz katastra

20. 09. 2022. 17:00

Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra - javna aplikacija



REPUBLIKA HRVATSKA  
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA  
PODRUČNI URED ZA KATASTAR PULA-POLA

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. SVETVINČENAT, 324302  
k.č. br.: 625/1


### IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 1000


Izvorno mjerilo plana 1:2880



Datum ispisa: 20.09.2022

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2. TEHNIČKI DIO

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.1. Projektni zadatak

Na zahtjev investitora potrebno je izraditi glavni elektrotehnički projekt mrežne SUNČANE ELEKTRANE izlazne snage definirane slobodnom površinom krova 26,16 kWp. Fotonaponske module postaviti na kosi krov postojeće građevine. Nagib fotonaponskih modula iznosi 20°. Građevina ima kosi krov nagiba 20°. Orijehtacija krova je prema jugu - jugoistoku. Fotonaponski moduli se postavljaju na nosače koji su pričvršćeni za ploču krova.


Elektrotehničkim projektom dati prikaze, crteže i opise:

- Fotonaponskih modula i pretvarača.
- Smještaj FN modula i pretvarača.
- DC razvod od FN modula do pretvarača.
- AC razvod od pretvarača prema RO ormaru.
- Mjere zaštite od prenapona i udara munje.
- Mjere zaštite od požara.
- Mjere zaštite na radu.
- Proračun sustava.
- Crteže i blok sheme.

Nazivni napon mreže iz kojeg se napaja građevina je 400V, 50Hz.

Sistem zaštite od neizravnog napona dodira predvidjeti TN-S sustavom.

Izlazni napon iz pretvarača treba biti **400V, 50Hz**.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.2 Tehnički opis građevine

### 2.2.1 Uvod

Razvoj tehnologije i poticanje korištenja obnovljivih izvora otvorile su se mogućnosti za male ulagače za gradnju fotonaponskih elektrana (FNE) za potpomaganje vlastite potrošnje i smanjenja troškova dobave energije. Praćenjem i mjerenjem dokazano je da sunčevo zračenje na teritoriju Republike Hrvatske prirodni potencijal za proizvodnju električne energije putem fotonaponskih modula. Vrijednosti srednje godišnje ozračenosti vodoravne plohe kreće se između 1,35-1,45 MWh/m<sup>2</sup> zračenja (Istarska županija).

Globalna ekološka politika i edukacija utjecala je na svijest ljudi koji brinu o ekologiji, tako da se preferira izgradnja fotonaponskih elektrana, koje u radu ne troše Zemljine resurse, te ne proizvode CO<sub>2</sub>. Ekonomski pokazatelji za financijski input (proizvodnja) i financijski output (oprema, montaža i priključak), pokazali su isplativost ove investicije, što znači da je akumulirana vrijednost kapitala od uštede energije u periodu predviđenog trajanja sustava veća od cijene investicije.

Prednosti fotonaponskih sustava, kao distribuirane proizvodnje električne energije, spojenih na vlastite sabirnice su slijedeće:

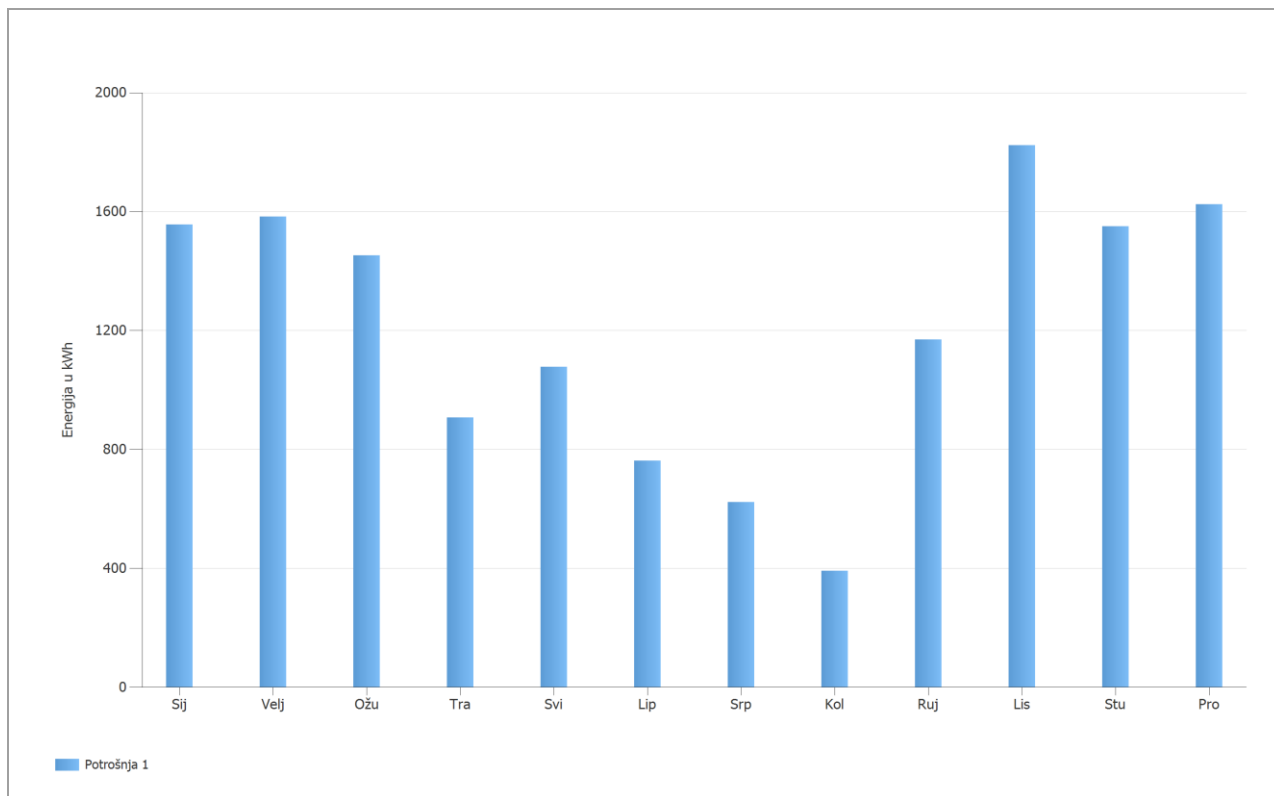
- proizvodi se ekološki čista električna energija bez onečišćenja okoliša,
- proizvedena energija se troši lokalno u zgradi,
- otočnim sustavom postiže se pouzdanost i sigurnost opskrbe čak i kod nestanka mrežnog napajanja,
- troškovi održavanja postrojenja znatno su niži od održavanja centraliziranih proizvodnih objekata,
- lokacije za instalaciju fotonaponskih sustava u odnosu na velike centralizirane proizvodne sustave, jednostavnije je, lakše i brže pronaći,
- jednostavna i brza instalacija te puštanje u pogon.

Uz tehničke i ekonomske parametre, ovaj projekt treba sagledati i kao razvojni, ekološki i sociološki, iz razloga što se ovim putem razvija svijest ljudi o obnovljivim izvorima energije, potencira savjest građana te otvara mogućnost nove industrije i zapošljavanja u zemlji.

### 2.2.2 Općenito o građevini na koju se postavlja FN elektrana

Investitor je ishodio uporabnu dozvolu, izdanu od Općine Pula, Općinski komitet za urbanističke, građevinske, stambene i komunalne djelatnosti: 06-II/2-UP/I-907/80, u Puli 29.01.1982.. Fotonaponska elektrana snage  $P_v = 26,16$  kWp, predviđena je na kosom krovu građevine. Građevina ima postojeći trofazni priključak na EE mrežu priključne snage 50,06 kW. Broj obračunskog mjesta: 1111041259.

Fotonaponska elektrana proizvodi električnu energiju iz obnovljivih izvora (sunčeva energija), te će biti priključena na postojeću elektrodistribucijsku mrežu niskog napona sa ciljem vlastite potrošnje proizvedene energije. Nominalna snaga izmjenjivača (invertera) fotonaponske elektrane je 20 kW, dok maksimalni kapacitet fotonaponskih panela iznosi 26,16 kWp. Aproksimacija godišnje potrošnje izvedena je uzimanjem prosječne mjesečne potrošnje u razdoblju od siječnja 2017. do prosinca 2021. Prosječna godišnja potrošnja u navedenom razdoblju iznosi 14518.4 kWh.



Prikaz: Potrošnja

### **2.2.3 Napajanje električnom energijom, mjerenje i glavni razvod**


Građevina je priključena na NN mrežu, postojeće mjerenje i glavni dovod nisu predmet obrade ovog projekta. Zamjenu postojećeg brojlara i opremanje mjernog ormara izvodi nadležni HEP ODS prema uvjetima iz EES-a.

Mjesto priključka pretvarača je razdjelni ormar RO-FN koji je povezan s glavnim razdjelnikom građevine GRO energetskim kabelom minimalnog presjeka 10 mm<sup>2</sup>. Presjek, tip i udešenje zaštite kabela između GRO i RO-FN osigurati automatskim osiguračima gG 40 A. Također na priključku FNE potrebno je ugraditi FID sklopku diferencijalne struje 30 mA. Projektom je dodatno predviđen zaštitni relej za podnaponsku, podfrekventnu, nadnaponsku i nadfrekventnu zaštitu. Prikaz načina montaže i spajanja dan je u nacrtnoj dokumentaciji.

Sustav razvoda u građevini je TN-S. U ormaru elektrane RO-FN/AC se nalazi sabirnica uzemljenja koja je vodičima P-Y 16mm<sup>2</sup> spojena na uzemljivač građevine.

### **2.2.4 Priključenje FN elektrane u lokalnim ormarima**

Za priključenje mrežnog pretvarača elektrane u GRO ormaru predviđaju se priključni kabeli FG16 5x10 mm<sup>2</sup>. U priključnom ormaru, na postojeći rezervni priključak, izvesti će se priključak elektrane na mrežu.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### **2.2.5 Tehničke karakteristike FN elektrane**

Snaga fotonaponskog sustava iznosi 26,16 kWp. Sastoji se od 48 fotonaponska modula tipa: Solarni modul kao ili jednakovrijedan LONGHI LR5-72HPH-545M, dimenzija 2256x1133x35mm, snage 545Wp, monokristalni, dva izmjenjivača Huawei SUN2000MA-10KTL-M1 (High Current Version), 10kW trofazni mrežni izmjenjivač sa WIFI modulom, kabelske instalacije te instalacije uzemljenja i zaštite od udara munje.

Izmjenjivač je trofazni. Površina potrebna za instalaciju fotonaponskih modula iznosi cca. 122 kvadratnih metara. Na površinu krova montira se konstrukcija od nehrđajućeg čelika na koju se posebnim nosačima pričvršćuju fotonaponski moduli. Sama konstrukcija je odgovarajućim nosačima pričvršćena na kosu konstrukciju krovišta. Prilikom projektiranja vodilo se brige oko zasjenjenja modula zbog dimnjaka i okolnog drveća, radi maksimalnog prinosa proizvodnje električne energije.

Sunčana elektrana (fotonaponski sustav) proizvodi električnu energiju za potrebe građevine. Mjerenje proizvodnje el. energije može se vidjeti na ekranu izmjenjivača ili daljinski preko web sučelja.


Ova elektrana je mrežnog tipa, i ukoliko je dovoljna proizvodnja energije iz FN modula sama stvara izmjenični napon potreban za korištenje u građevini, dok višak energije šalje u mrežu. Za vrijeme sunčanog dana pretvarač građevinu napaja energijom tako što istosmjerni napon iz fotonaponskih modula direktno pretvara u izmjenični napon i šalje energiju u građevinu koliko je potrebno, do najviše 20 kW. Ako je građevini potrebno manje energije za vrijeme sunčanog dana tada se višak energije šalje u NN mrežu. Za vrijeme kada je proizvodnja iz fotonaponskih modula manja, a građevina zahtjeva više energije, energija se preuzima iz NN mreže.

### **2.2.6 Izmjenjivač DC/AC**

Izmjenjivač DC/AC ima funkciju pretvoriti istosmjerni napon dobiven iz fotonaponskih ćelija u izmjenični napon 230V 50Hz. Kod pretvorbe izlazni napon mora zadovoljavati zahtijevane karakteristike, bez obzira na varijacije ulaznog DC napona. Pri tome pretvarač treba postići maksimalnu efikasnost u pretvorbi DC u AC napon. Pretvarač mora imati na izmjeničnoj (AC) strani slijedeće zaštite: zaštitu protiv otočnog rada, prenaponsku, podnaponsku, podfrekvencijsku, nadfrekvencijsku, zaštitu od injektiranja istosmjerne struje, te impedantnu zaštitu. Na istosmjernoj strani mora imati prenaponsku zaštitu fotonaponskog generatora. Pretvarač je opremljen LCD ekranom na kojem se može pratiti stanje proizvodnje, kao i električne vrijednosti na DC i AC strani. U slučaju bilo kakvog kvara Izmjenjivač to signalizira (crvena led) i ispisuje poruku o kvaru na ekranu. Izmjenjivač se može povezati sa računalom, mobilnim uređajem, kojim se može nadzirati rad, proizvodnja kWh, kao i parametri podešenosti sustava i zaštite. Odabran je visoko tehnološki trofazni izmjenjivač Huawei SUN2000MA-10KTL-M1 (High Current Version), 10kW, ili jednakovrijedan, sa slijedećim karakteristikama:

ULAZ (DC):

- Max snaga (DC): 15kWp
- Max DC napon: 1100 V
- MPP raspon DC napona (Mpp): 140-980 V,
- Min/start DC napona: 200 V
- Max ulazna struja po ulazu: 13.5 A

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

- Max struja kratkog spoja: 19.5 A
  - Broj Mpp ulaza/petlji: 2
- IZLAZ (AC):
- Max snaga (AC): 11 kVA
  - Nazivni AC napon: 230V, 50Hz
  - Max izlazna struja: 16.9A
  - Faktor snage (cos Ø): -0,8 – 0.8 podesivo
  - Max THD: ≤3%
  - Efikasnost (max): 98,1%

#### NADZOR SUSTAVA I ZAŠTITE:

- Nadzor parametara NN mreže: DA
- Automatska sinkronizacija: DA
- Automatsko iskl. od NN mreže: DA
- Zaštita od povišenog i sniženog napona ( $U>$ ,  $U<$ ): DA
- Zaštita od porasta i pada frekvencije: DA
- Zaštita od injektiranja istosmjerne (DC) struje: DA
- Zaštita od povećanja impedancije mreže: DA
- AC zaštita od kratkog spoja: DA
- Zaštita od obrnutog polariteta: DA
- Nadzor AC dozemnog spoja: DA
- Zaštita od prenapona u DC petlji: DA
- Detekcija kvara u DC petlji: DA

Izmjenjivač se prije puštanja u rad moraju konfigurirati tako da zadovoljava normu EN 50438, a kvaliteta napona treba biti prema EN 50160. Kvalitetu napona je obavezno provjeriti mjerenjem parametara bez elektrane i sa elektranom

### **2.2.7 Fotonaponski moduli**


Kao primarni izvor električne energije koriste se fotonaponski silicijski monokristalni moduli snage 545Wp kao ili jednako vrijedan solarni modul LONGHI LR5-72HPH-545M, dimenzija 2256x1133x35mm.

Na krovu se montira 48 modula, spojeni u više grupa (razvedeni krov).

Standardne karakteristike modula su sljedeće:

- Vršna snaga  $P_{MPP}$  [W]: 545 W
- Struja kratkog spoja  $I_{sc}$  [A] 13,92 A
- Napon praznog hoda  $U_{oc}$  [V] 49,65 V
- Nazivna struja  $I_{MPP}$  [A] 13,04 A
- Nazivni napon  $U_{MPP}$  [V] 41,8 V
- Dimenzije [mm] 2256x1133x35mm
- Stupanj korisnog djelovanja [%] 21,3%

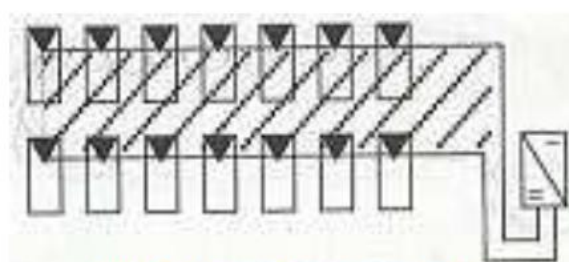
Moduli se postavljaju na unaprijed pripremljene primarne i sekundarne nosače postavljene na krovne plohe. Prilikom montaže treba osigurati siguran rad na krovu građevine.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

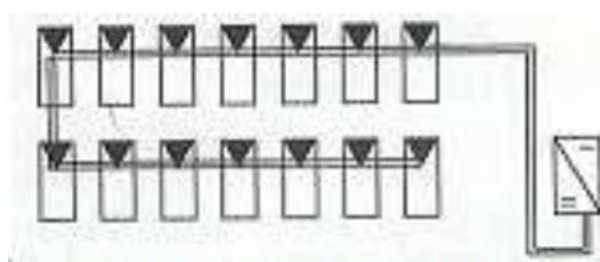
### 2.2.8 Kabelsko povezivanje modula i izmjenjivača

Međusobno spajanje modula obavlja se sukcesivno kao i montaža istih, prema unaprijed definiranoj shemi. Moduli se međusobno spajaju tvornički isporučenim kabelima i konektorima. Moduli se spajaju u serije tako da se naponi pojedinih modula zbrajaju, pa ukupni napon može biti vrlo opasan, preko 400V DC, ako se vodiči (+) i (-) uhvate golim rukama. **Zato pri ožičenju treba koristiti izolacijske rukavice i alat za siguran rad pod naponom. Manipulacije spajanja kabela raditi vodič po vodič.**

Vođenje kabela (+ i - ) treba izvesti tako da se vode što više zajedno, povremeno upleteni, da se smanji površina induktivnih petlji.



Slika B-1 Nepravilno vođenje kabela



Slika B-2 Ispravno vođeni kabeli

Povezivanje serije (stringa) modula do izmjenjivača izvodi se vodičima PV1F 2x6mm<sup>2</sup>; 1,8kV. Vodiči se polažu po uzdužnim sekundarnim nosačima na odgovarajuće obujmice. Svi spojevi FN modula i izmjenjivača izvode se preko priključnih konektora za presjek 6mm<sup>2</sup>. Prije spajanja kabela na izmjenjivač, voltmetrom je potrebno provjeriti polaritet i izmjeriti napon.


Napon bi kod svih grupa trebao biti približno jednak, odnosno jednak zbroju napona svih modula u seriji.

Kabele svake grupe označiti oznakama ulaza u izmjenjivač i polariteta (npr. A1 (+), A1(-)...), tako da sve bude vidljivo i usklađeno sa shemom izvedenog stanja. Za vrijeme izvođenja instalacije treba se pridržavati preporuka i zahtjeva norme IEC 60364-7-712, zahtjevi za foto naponske izvore, te preporuka i tehničkih uputa proizvođača opreme.

### 2.2.9 Nosiva konstrukcija modula

Nosiva konstrukcija mora biti izrađena od nehrđajućeg čelika, te odgovarajuće nosivosti. Uglavnom se koriste elementi izrađeni od toplo pocinčanog čelika i legura aluminija. Primarni nosači, kao npr. kuke, potpore, vijci, predviđeni za veća naprezanja izrađuju se od toplo pocinčanog čelika, a profili - šine, na koje se postavljaju nizovi modula su u pravilu od vučenih aluminijskih profila. Pri odmjeravanju i planiranju postavljanja potpora i konstrukcije treba se prilagoditi stanju na terenu. Svakako se moraju poštivati dozvoljeni razmaci potpora i nosivih šina, uz odgovarajući broj potpora, čime se smanjuju i točkasta opterećenja nosive konstrukcije krova.




	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### **2.2.10 Zaštita od munje, uzemljenje i izjednačenje potencijala**

Građevina ima postojeći LPS sustav (hvataljke) te se isti zadržava. Kućište izmjenjivača DC/AC bit će direktno spojeno na uzemljivač vodičem P-Y 16mm<sup>2</sup>. Zaštita FN modula od direktnog udara munje izvedena je postojećim hvataljkama LPS sustava. Ulaz svakog DC kabela je u izmjenjivači zaštićen prenaponskom zaštitom građenoj na oba pola kabela. Prenaponska zaštita je SPD tip I+II. Izlaznu AC stranu (na spoju kabela prema NN mreži) zaštititi odvodnicima prenapona SPD tip II za napon 280V prema zemlji. Spoj na postojeću gromobransku (LPS) instalaciju izvesti Al vodičem presjeka 8mm po krovu građevine.



dr. sc. JAKOV BATELIĆ  
mag.ing.el.  
E 2523  
OVLASŦENI INŦENJER  
ELEKTROTEHNIKE

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.3 Dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva

### 2.3.1 Općenito

Proračunima i drugim prikladnim metodama se, u skladu s posebnim propisom ili, za pitanja koja nisu uređena propisom, prema pravilima struke, dokazuje da će projektirana građevina s ugrađenim građevnim proizvodima, instalacijama i ugrađenom opremom ispunjavati temeljne zahtjeve: mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, higijene, zdravlja i okoliša, sigurnosti i pristupačnosti tijekom uporabe, zaštite od buke, gospodarenja energijom i očuvanja topline, održive uporabe prirodnih izvora, a što ovisi o vrsti građevine.

### 2.3.2 Primijenjeni propisi


Prilikom izrade ovog projekta korišteni su sljedeći važeći zakoni, pravilnici, tehnički propisi i norme:

#### Popis primijenjenih zakona

Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)  
 Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)  
 Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)  
 Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)  
 Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18)  
 Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14)  
 Zakon o normizaciji (NN 80/13)  
 Zakon o zaštiti na radu (N.N. br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)  
 Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18)  
 Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)  
 Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17, 118/18)  
 Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18)  
 Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14, 46/18)  
 Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17)  
 Zakon o vatrogastvu (NN 106/99, 117/01, 96/03, 139/04, 174/04, 38/09, 80/10)  
 Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, 14/14)  
 Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 73/08, 90/11, 133/12, 80/13, 71/14, 72/17)  
 Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18)

#### Popis primijenjenih pravilnika

Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)  
 Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini gdje ljudi rade i borave (NN 145/04, 46/08)  
 Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)  
 Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije (NN 35/94, 110/05, 28/10)  
 Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (NN 62/94, 32/97)  
 Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06)

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata (NN 35/94, 103/96, 130/07)  
 Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)  
 Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)  
 Pravilnik o zapaljivim tekućinama ( NN 54/99)  
 Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN 146/05)  
 Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)  
 Pravilnik o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zraku iz nepokretnih izvora (NN 129/12, 97/13)  
 Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (SL 62/73)  
 Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)  
 Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/2010, 87/2010, 146/2010, 81/2011, 100/2011, 130/12, 81/13, 136/14, 119/15)  
 Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN141/11)  
 Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)  
 Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)  
 Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)  
 Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10)  
 Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica (NN 55/96 preuzet SL 13/78)  
 Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (NN 55/96 preuzet SL 62/73)  
 Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN 43/16)  
 Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)


### **Popis primijenjenih normi**

Primjenjuju se zadnja izdanja hrvatskih normi na koje se upućuje u gore navedenim pravilnicima, a naročito norme navedene u sljedećim pravilnicima:  
 Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10)  
 Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)  
 te osim toga i: HRN CLC/TR 50404:2004 - Elektrostatika -- Tehnički propisi za izbjegavanje opasnosti od statičkog elektriciteta (CLC/TR 50404:2003)

Tijekom izvođenja elektromontažnih radova izvoditelj je dužan primijeniti mjere zaštite na radu i zaštite od požara prema gore navedenim zakonima, pravilnicima i normi.

### **2.3.3 Opasnosti koje proizlaze zbog korištenja električne energije**

Električne instalacije moraju biti projektirane, izvedene i održavane sukladno posebnom propisu, tako da tijekom korištenja ne prouzroče požar odnosno eksploziju, električni udar i druge opasnosti i štetnosti. Radnicima i drugim osobama mora se osigurati zaštita od izravnog ili neizravnog dodira dijelova pod naponom. Projektiranje, izrada, izbor materijala i zaštita moraju biti prikladni naponu, vanjskim uvjetima i ovlaštenjima osoba koje imaju pristup dijelovima instalacije.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Opasnost od direktnog dodira dijelova pod naponom najčešće postoji u slučaju:

- nepropisno položenih golih vodiča
- oštećenja izolacije na vodičima i priključnim instalacijama
- loše izvedene opreme (prekidači, sklopke)
- nezaključanih razvodnih ormara
- radova na vodovima pod naponom
- izvršenje radova na električnim uređajima od strane nestručnih osoba.

Opasnost od indirektnog dodira dijelova pod naponom pojavljuje se kao: posljedica kvara na izolaciji električnih uređaja gdje metalno kućište uređaja dolazi pod napon. Kvar uzrokuje sam električni uređaj ili njegov metalni dio (kućište).

Elektromontažne radove na gradilištu smiju obavljati samo stručno osposobljene osobe. Radovima mogu rukovoditi samo stručne osobe koje su za to postavljene općim aktima trgovačkog društva. Odgovorna osoba izdaje naloge za rad, organizira rad, obavlja nadzor nad radnjama na građevini. Općim se aktima društva izvoditelja radova imenuje osobe odgovorne za provođenje mjera zaštite na radu i zaštitu od požara. Osobe koje obavljaju rad moraju biti upoznate sa sigurnosnim tehničkim propisima iz svojeg područja rada, sa načinom pružanja prve pomoći kod električkog udara i drugih nezgoda koje se na gradilištu mogu dogoditi. Osobe koje izvode radove moraju proći program upoznavanja sa mjerama zaštite na radu i zaštite od požara sukladno općim aktima društva izvoditelja radova.

### **2.3.4 Zaštita na radu za vrijeme izgradnje objekta**


Rad na građevini potrebno je organizirati na način da se rizik od ozljeđivanja radnika i drugih osoba svede na najmanju mjeru. Pri tome treba:

- organizirati gradilište, skladišni prostor za alat, opremu potrebne za izvođenje radova, nabaviti potrebna zaštitna sredstva (zaštitne rukavice, zaštitna kaciga, sigurnosni pojas za rad na visini i slično),
- označiti mjesto izvođenja radova,
- zabraniti pristup nepozvanim osobama na gradilište,
- ukoliko se radovi izvode noću, potrebno je osigurati dovoljnu rasvjetljenost gradilišta,
- potrebno je organizirati prostor za odlaganje otpadnog materijala koji, nakon završetka radova treba propisno zbrinuti (ostaci kablskih polica, kabela i slično),
- gradilište treba opremiti prenosnim aparatima za gašenje požara, ovisno o procjeni opasnosti od požara tijekom izvođenja radova.

Opći zahtjev pravila zaštite na radu ostvaren je slijedećim mjerama:

1) Tehničke zaštitne mjere od direktnog dodira dijelova pod naponom Ove tehničke mjere definirane su HRN HD 60364-4-41 na slijedeći način:

- zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom izvedena je tako da su svi neizolirani dijelovi i uređaji kao i spojna mjesta smješteni u izolirani razvodni ormar, odnosno razvodne kutije i kućišta, gdje u normalnim uvjetima bez upotrebe alata nisu pristupačni, (41-A),
- električna instalacija će biti izvedena pomoću kabela direktno položenih u kanale i zaštitne cijevi, a svi kabele su sa dvostrukom izolacijom i samogasivi,
- instalacija na fasadi bit će izvedena kabelima sa dvostrukom izolacijom za povišeni napon > 1000V, sa vanjskom UV stabilnom izolacijom i priborom sa odgovarajućim stupnjem zaštite od prodora stranih tijela (IP65),

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

- spojevi vodiča kabela izvest će se u razvodnim kutijama i bit će izolirani, a pristup tim spojevima bit će moguće jedino upotrebom alata,
- dio opreme koji nije smješten u tvornički izrađena kućišta bit će zaštićen izolacijskim pregradama čije je skidanje moguće jedino alatom,
- sunčana fotonaponska oprema (PV oprema) na strani istosmjerne struje (DC strani) mora se smatrati da je pod naponom čak kad je sustav isklopljen od strane izmjenične struje (AC strane). Zato je pri bilo kakvom odspajanju ili radu potrebno koristiti izolirani alat i izolacijske rukavice za napon > 1000V,
- Na strani istosmjerne struje (DC strani) provedena je zaštita uporabom opreme razreda II ili jednako vrijednom izolacijom,
- Ne dopušta se na strani istosmjerne struje (DC strani) zaštita lokalnim izjednačivanjem potencijala bez spoja sa zemljom.

## 2) Tehničke zaštitne mjere od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Ove tehničke mjere definirane su HRN HD 60364-4-41, a primjenjuju se točke 413, 415 Električna instalacija građevine napajati će se iz transformatorske stanice sa uzemljenim zvjezdištem. Na dovodu u glavni ormar građevine (RO.CS) i RO-AC je "N" vodič uzemljen (TN-C), a unutar građevine vodiči PE i N vode se odvojeno (TN-S).

- vodljivi dijelovi koji mogu doći pod napon bit će spojeni zaštitnim vodičem na zaštitnu (PE) sabirnicu - uzemljenje,
- u slučaju proboja izolacije zaštitni uređaji nadstruje i diferencijalne struje isključit će napon na mjestu greške u propisanom vremenu, što je potvrđeno proračunom petlje kvara pod točkom 7.4.

## 3) Zaštita od zapaljenja i eksplozije koju može izazvati električna struja - postignuta je:

- upotrebom vodova i opreme u granicama svojih nazivnih vrijednosti što je osigurano izborom

prema tehničkim propisima, pravilima tehn. prakse i uputama proizvođača opreme,

- kod dimenzioniranja i izbora opreme i el. uređaja vođeno je računa o toplinskim naprezanjima


u pogonu i kratkom spoju, o utjecaju okoline, te zadovoljavanju funkcionalnih uvjeta upotrebe,

- električni vodovi zaštićeni su od prevelikih toplinskih naprezanja zaštitnim napravama - osiguračima,
- izmjenjivač ima uređaje za nadzor DC i AC strane, te zaštitne elemente za isključenje,
- kabeli FN modula i glavni DC kabeli moraju se odabrati i ugraditi tako da se smanji na najmanju mjeru opasnost od zemljospoja i kratkih spojeva,
- napojni kabeli na strani izmjenične struje (AC strani) moraju se zaštititi od struja kratkog spoja nadstrujnom zaštitnom napravom instaliranom na priključku na mrežu izmjenične struje (ormar RO-AC i ormar građevine).

## 4) Zaštita od atmosferskih pražnjenja - udara groma u građevinu (NN 87/08, 33/10).

Zaštita od udara groma i statičkog elektriciteta provedena je gromobranskom instalacijom, a primijenit će se i dodatne mjere zaštite od prenapona:

- provest će se mjere izjednačenja potencijala tako da će metalna nosiva konstrukcija i FN moduli biti spojeni na sustav uzemljenja,
- zaštita od prenapona svakog vodiča DC strane bit će na izmjenjivaču zaštićena odvodnicima prenapona SPD tip I+II, koji će biti s druge strane uzemljeni,
- radi smanjenja napona induciranih munjom na najmanju mjeru, konfiguracija ožičenja modula izvest će se tako da se na najmanju mjeru smanji induktivni utjecaj petlji ožičenja.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

#### 5) Provjera i ispitivanje instalacija

Da bi se sve navedene mjere zaštite provjerile prije predaje instalacije korisniku potrebno je izvesti električna mjerenja, preglede i ispitivanja prema HRN HD 60364-6:

- vizualni pregled montaže opreme na krovu,
- vizualni pregled izmjenjivača i instalacije,
- otpora uzemljenja,
- ispitivanje i pregled gromobranske instalacije,
- otpora izolacije kabela i vodiča,
- cjelovitosti izjednačenja potencijala,
- zaštite od indirektnog dodira - impedancije petlje kvara,
- funkcionalno ispitivanje zaštita elektrane.

O rezultatima ispitivanja potrebno je sačiniti zapisnik.

#### 6) Zaštita na radu za vrijeme izgradnje FN elektrane

Za vrijeme izvođenja radova na montaži modula izradi električne instalacije mora se osigurati odgovarajući gradilišni priključak preko RCD (ZUDS) uređaja sa strujom prorade 30mA, te ispitati zaštitne mjere na svim priključnicama i alatima. Sav ručni i električni alat mora biti ispravan i ispitan.


Radove na visini moraju izvoditi obučeni radnici sa liječničkim uvjerenjem za rad na visini. Kod postavljanja konstrukcije i montaže modula moraju se koristiti osobna zaštitna sredstva i oprema (zaštitna kaciga, zaštitne rukavice, odijela, ljestve, skele, zaštitni pojas, sigurnosna užad, izolirani alat i drugo), te poštovati slijedeća upozorenja:

- Spajanje modula u serije mora se izvoditi vrlo pažljivo, od strane radnika obučenih za rad pod naponom. Fotonaponski moduli proizvode istosmjerni napon kada su izloženi dnevnim svjetlu. Napon jednog modula je do 45V DC, dok napon serijskog spoja niza modula (PV lanca) može biti do 900V DC, što su za život i zdravlje vrlo opasne vrijednosti;
- Montaža modula ne smije se izvoditi kod nepovoljnih vremenskih uvjeta, kao što su: kiša, snijeg, klizav krov (podloga na kojoj se radi), grmljavina, velika vrućina, jak vjetar i sl.
- Instalaterski alat i spojni pribor (konektori) moraju biti suhi, a spojevi čvrsti i sigurni.
- Ne ugrađivati module sa oštećenjima (razbijeno staklo, otkinuta spojna kutija i sl.).
- Za ožičenje modula koristiti samo projektom predviđene vodiče sa pojačanom izolacijom za napone min. 1000VDC, sa izolacijom otpornom na UV zračenje.
- Nikada ne odspajati module u radu, pod opterećenjem, jer se pri tome može stvoriti električni luk i smrtno opasni napon veći od 1000V. Kod odspajanja uvijek prvo isključiti glavni DC prekidač na izmjenjivaču, DC amper kliještima provjeriti da nema struje, a tek potom uz primjenu izolacijskih rukavica i alata izvesti odspajanje.
- Svi moduli moraju međusobno biti gavanski povezani i spojeni na uzemljivač građevine.

#### 7) Zaštita na radu za vrijeme korištenja instalacije

Korisnik je dužan nakon preuzimanja instalacija odrediti odgovornu osobu koja će se dalje brinuti za ispravnost instalacija. Periodičke preglede, održavanje i ispitivanje treba raditi 1 puta godišnje, što izvodi stručna ovlaštena osoba.

Kod bilo kakvih radova na krovu i oko modula voditi računa da ne dođe do oštećenja istih. Kod bilo kakove intervencije moraju se kao minimalno uvažavati upozorenja navedena u točki 6.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### **2.3.5 Tehničke mjere zaštite od električnog udara**

Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom provodi se uz pomoć mjera kojima se sprječava dodir s dijelovima koji se, u normalnom radu, nalaze pod naponom. To se provodi na sljedeći način:

- izoliranjem dijelova pod naponom
- pregradama ili ugradnjom u kućišta
- ograđivanjem
- postavljanjem izvan dohvata
- zaštitnim uređajima diferencijalne struje.

Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom podrazumijeva mjere kojima se sprječava pojava opasnog napona dodira i njegovo predugo trajanje na kućištima ili drugim pristupačnim vodljivim dijelovima električnih instalacija i uređaja, koji u normalnom radu nisu pod naponom, ali bi mogli doći pod napon zbog kvara na izolaciji.

Provodi se na sljedeći način:

- zaštita uređajem za automatsko isključenje napona (radi se o prekidanju struje kvara primjenom prikladnih zaštitnih uređaja u tako kratkim vremenima da ne dođe do ozljeđivanja osobe koja je bila izložena naponu dodira, a uvjet je postojanje tzv. kruga petlje čiji oblik ovisi o sustavu uzemljenja TT, TN ili IT mreže);
- izjednačavanje potencijala kao dodatna mjera u kombinaciji sa uređajima za automatsko isključenje napona. Postiže se međusobnim galvanskim spajanjem svih metalnih dijelova različitih instalacija sa zaštitnim vodičem električnih instalacija u nekom prostoru. U slučaju pojave napona greške na kućištima električnih trošila, taj isti napon pojaviti će se i na svim međusobno povezanim metalnim dijelovima drugih instalacija te neće postojati razlika potencijala između vodljivih dijelova instalacija;
- istovremena zaštita od direktnog i indirektnog dodira dijelova pod naponom.

Zaštita od električnog udara izvedena je prema HRN HD 384.4.41. Zaštita od direktnog dodira dijelova instalacije pod naponom predviđena je tako što se cijela instalacija izvodi izoliranim vodovima i kabelima za nominalni napon 1 kV. Svi kabeli se spajaju u razvodnim kutijama sa poklopcima odgovarajućeg IP stupnja zaštite.


Razdjelnici su od metalnih ili plastičnih materijala. Kućišta razdjelnika su takve izvedbe da osiguravaju mjeru zaštite od direktnog dodira dijelova pod naponom sukladno normi HRN IEC 60529. Priključci neutralnih vodiča su pristupačno izvedeni sabirnicom tako da se mogu isključiti pojedinačno i raspoznati kojem strujnom krugu pripadaju. To se odnosi i na priključke zaštitnih vodiča koji se ne smiju prekriti.

Na razdjelnik se postavljaju oznake:

- znak munje,
- način zaštite od previsokog napona dodira.

Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom (HRN HD 384.4.41) izvodi se automatskim isključivanjem napajanja strujnih krugova u kvaru. Isključivanje se vrši automatskim instalacijskim prekidačem i strujnim zaštitnim sklopkama ili prekidačima.

Glavno energetska napajanje izvodi se višezilnim kabelom sa odvojenim Pe i N vodičem. Glavni razvodni ormari izvodi se sa odvojenim Pe i N sabirnicama, te se i ostala instalacija izvodi kao TN-S mreža. Nuliranje se izvodi u glavnom ormaru spajanjem PE i N sabirnica. Sabirnica za uzemljenje (pe) spaja se zemljovodom na glavno uzemljenje.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Kao dodatna mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova instalacije pod naponom je izjednačenje potencijala metalnih masa što obuhvaća povezivanje zaštitnog vodiča, uzemljivača, vodovodnih cijevi, većih metalnih masa u objektu prema normi HRN HD 384.5.54.

Prijenosna trošila i svjetiljke priključuju se na utičnice sa zaštitnim kontaktom.

Sve metalne mase unutar građevine koje nisu pod naponom a mogle bi doći pod napon zbog kvara na radnoj izolaciji električnih uređaja, blizini električnih trošila ili pri atmosferskom pražnjenju treba spojiti na sustav uzemljenja.

Sva predviđena oprema i instalacijski materijal izabrani su tako da zadovoljavaju uvjete u zavisnosti od vanjskih utjecaja (uvjeti rada, mjesto montaže, utjecaj vlag, temperature, zaprljanosti).

Svi strujni krugovi i napojni kabeli dimenzionirani su tako da im u normalnim radnim uvjetima opterećenje ne prelazi trajno dozvoljene struje.

### **2.3.6 Prikaz rješenja za primjenu propisa o zaštiti od požara**

#### **2.3.6.1. Općenito**

Zaštita od požara provodi se tijekom izvođenja elektromontažnih radova kod korištenja iskrećih alata (aparati za zavarivanje). Mjera zaštite su odstranjivanje lako zapaljivih materijala sa mjesta rada, te osiguranje prijenosnog protupožarnog aparata za gašenje sa prahom.

Zaštita od požara u električnim instalacijama provedena je izborom materijala za izvođenje električne instalacije i odgovarajućim zaštitnim uređajima u strujnim krugovima.

Osigurači i rasklopna oprema moraju biti dimenzionirani da kod kratkog spoja sigurno ugase ili prekinu električni luk, te da izdrži mehanička naprezanja kod kvara.

Zaštita od toplotnog djelovanja koje razvijaju elementi električne instalacije i opreme izvedena je po HRN HD 384.4.42.

Svi spojevi kabela moraju biti pritegnuti momentom zavisno od dimenzije vijčanih spojeva prema DIN normama.

Ugrađena oprema i instalacijski materijal odabrani su tako da ne predstavljaju opasnost od požara po okolinu. Zaštita od pregrijavanja ugrađene opreme (el. motori, bojleri i grijaća tijela) predviđena je tvorničkom izvedbom proizvoda putem ugrađenih zaštitnih termostata i drugih mjera zaštita.

Prema Zakonu o zaštiti od požara (NN br. 92/10), dužnost je svih državnih čimbenika da organiziraju i osiguraju provođenje zaštite od požara.

Zaštitu od požara organiziraju i osiguravaju njeno provođenje vlasnici, odnosno korisnici građevine, na način propisan zakonom, propisima donesenima na temelju zakona, priznatim pravilima tehničke prakse, planovima zaštite od požara i drugim odlukama tijela državne uprave te općim aktima pravnih osoba.

Prilikom izgradnje NN mreže pored primjene propisa u kojima su sadržane mjere zaštite od požara potrebno je posebno obratiti pažnju na:


raspored objekata na gradilištu koji omogućava brzo i efikasno gašenje požara,

postavljanje i održavanje u ispravnom stanju sredstava za gašenje požara na gradilištu.

Gradilište je potrebno propisno osigurati kako ne bi došlo do požara od strane prolaznika.

Unutar gradilišta izvođač radova mora urediti prostor za čuvanje opasnog materijala. Strojevi sa kojima se izvode radovi moraju biti u ispravnom stanju kako ne bi izazvali požar.




	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Odabrana je oprema takvih karakteristika da za vrijeme normalnog rada ne dođe do nedozvoljenog povišenja temperature. Oprema je opterećena samo do svojih nazivnih parametara.

### 2.3.6.2. Mjere zaštite od požara na elektro instalaciji

Opći zahtjev osnovnog pravila zaštite od požara je pravilan izbor opreme i vodova i korištenje u granicama njihovih nazivnih vrijednosti. Projektirana oprema odabrana je tako da ne predstavlja opasnost po okolne materijale na slijedeći način:

- 1) Za DC razvod od FN modula do izmjenjivača koriste se specijalni vodovi za naponski nivo do 1,8 kV. Isti su izvedeni sa dvostrukom UV stabilnom izolacijom. Isti se vode po vodilicama modula i kroz instalacijske kanale do izmjenjivača. Vodiči moraju zadovoljiti odredbe IEC 60332-1 (samogasivost).
- 2) Nastavljanje i spajanje vodiča bit će izvedeno samo u spojnim i razvodnim kutijama zaštićenim od prodora vode (IP 65), koje ne gore ili su samogasive što je u skladu sa HD 384.4.42.S1. (odj. 422.3).
- 3) Svi razvodni uređaji napravljeni su od nezapaljivog materijala, tako da je spriječena pojava ili proširenje požara izvan njih.
- 4) Oprema i vodovi dimenzionirani su tako da izdrže sve pogonske uvjete i napore pri kratkom spoju bez opasnosti da budu uzrok požara.
- 5) Zaštita vodova i električnih trošila od preopterećenja i kratkog spoja izvedena je osiguračima i prekidačima tako da ne postoji mogućnost nastanka požara zbog zagrijavanja uzrokovanog povećanom strujom.
- 6) Kao zaštita od udara munje izvedeno je uzemljenje i gromobranska instalacija (NN 87/08, 33/10).
- 7) Kao zaštita od indukcija, nakupljanja statičkog elektriciteta, kao i od udara struje predviđeno je uzemljivanje svih metalnih masa i instalacija.
- 8) Vodiči DC razvoda moraju se voditi združeno (+ i – pol), tako da ne stvaraju petlje, što može biti štetno kod udara munje. Oba pola moraju biti zaštićena od prenapona, na strani izmjenjivača.
- 9) Kao zaštita izmjenjivača i modula od prenapona predviđeni su odvodnici prenapona na svakom polu pojedine grupe modula.
- 10) Zaštita od prenapona AC kabela izvedena je odvodnicima prenapona ugrađenim u razvodni ormar (RO).
- 11) Izvoditelj radova dužan je po završetku instalacije izvršiti sva zakonom propisana mjerenja i ispitivanja, posebno uzemljenja i gromobranske instalacije (od strane ovlaštenih osoba), a investitor to mora raditi u toku eksploatacije u propisanim vremenskim razmacima, kao preventivnu mjeru za pravovremeno otkrivanje eventualnih opasnosti.
- 12) Upute za rukovanje i održavanje elektrotehničke instalacije i opreme moraju se dostaviti krajnjem korisniku. Korisnik je dužan redovito održavati i pregledavati opremu u zgradi.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### **2.3.7 Postupanje s otpadom**

Otpadni materijal nastao tijekom izvođenja elektromontažnih radova treba odlagati na unaprijed pripremljena mjesta gdje neće predstavljati opasnosti za sudionike gradnje ili će predstavljati opasnost od požara (boje, lakovi, organska otapala i sl.). Otpad se ne smije odlagati po komunikacijama i evakuacijskim putevima. Izvoditelj je dužan zbrinuti, prethodno sortirani otpad, na način da angažira pravni subjekt registriran za postupanje s otpadom.

### **2.3.8 Projektirani vijek uporabe FNE i uvjeti za njeno održavanje**

Projektirani vijek trajanja fotonaponske elektrane i elektrotehničke instalacije je 25 godina.

Uvjet za to je:

- redovno godišnje održavanje – pregled modula na krovu, kabela i izmjenjivača,
- izmjenjivač sadrži sustav za trajnu kontrolu DC strane (FN modula i kabela), te AC strane. Kod uočenih neispravnosti izmjenjivač će dati alarm, koji se može vidjeti lokalno (crvena lampica) i daljinski preko Wi-Fi mreže.
- svake treće godine mora se pregledati i ispitati gromobrnska instalacija i uzemljenje,
- sva eventualna oštećenja na opremi i kabelima moraju se popraviti od strane stručnih osoba,
- u cilju sigurnog korištenja potrebno je poštivati sve mjere zaštite na radu navedene u elaboratu,
- sve radove na održavanju i ispitivanju instalacija moraju izvoditi stručne i za to ovlaštene pravne i fizičke osobe,
- način provjere i ispitivanja pojedinih sustava i instalacija dan je u tehničkom opisu sustava, a svakako se moraju poštivati zakonske odredbe i upute proizvođača sustava.

### **2.3.9 Proračun FN sustava**

#### **2.3.9.1 Dimenzioniranje DC kabela i opreme**

Kod postavljanja konfiguracije elektrane, mora se voditi računa o maksimalnim vrijednostima struja i napona na ulazima izmjenjivača, kao i o nazivnim podacima FN modula. Maksimalno dozvoljene vrijednosti se ne smiju prekoračivati, kako ne bi dolazilo do ispada i kvarova na opremi. Isto tako se mora voditi računa o efikasnosti sustava, tako da radno područje bude u rasponu maksimalnog iskorištenja snage PMPP.


Znači da bi dimenzionirali sustav moramo dobro poznavati sve komponente sustava i njihove nazivne vrijednosti. Često je slučaj da se pri nabavci zamjeni tip izmjenjivača i modula. U tom slučaju mora se ponovo provesti računski provjera.

Prema planiranoj shemi DC sustava, provjerava se sljedeće:

- a) Da su na isti MPP ulaz izmjenjivača priključene jednake serije (stringovi) modula, koje su jednako orijentirane i pod istim nagibom.
- b) Zbroj struja više serija modula, spojenih na isti ulaz, ne smije prelaziti maksimalno dozvoljenu struju ulaza izmjenjivača,
- c) Ukupni napon serije modula ne smije prelaziti maksimalni napon ulaza izmjenjivača, kao ni maksimalni napon sustava, naveden kod modula. Ovu provjeru zbog negativnog temperaturnog koeficijenta napona (obično oko  $-0,3\%/^{\circ}\text{C}$ ) treba izvesti za temperature manje od  $-15^{\circ}\text{C}$  ovisno o lokaciji i tipu sustava.

Pri dimenzioniranju DC kabela i zaštitnih elemenata treba uzeti u obzir sljedeće:

- izloženost visokim vanjskim temperaturama do  $70^{\circ}\text{C}$  i niskim do  $-20^{\circ}\text{C}$ ,

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

- izloženost UV zračenju, kiši i snijegu,
- vođenje kabela u snopu ili kabelskim policama (faktor polaganja).

### 2.3.9.2 Strujno dimenzioniranje DC kabela i osigurača

U serijskom spoju FN modula maksimalna struja jednaka je maksimalnoj struji modula, koja je opet jednaka maksimalnoj struji kratkog spoja modula  $I_{sc}$ . Prema istoj struji trebamo dimenzionirati kabele i osigurače. Ako se primjenjuju, osigurači serija modula su topivi tipa gPV, za prekidanje DC struja u sustavima do 1000V. Kod izbora kabela i struje topivog osigurača moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

- |            |   |  |
|------------|---|--|
| a) Uvjet 1 | $I_n < I_o < I_d$                                   | $I_n$ = struja u vodu (A)                  |
| b) Uvjet 2 | $1.4 \times I_{sc} \leq I_o \leq 2.4 \times I_{sc}$ | $I_d$ = trajno dopuštena struja u vodu (A) |
|            |   | $I_o$ = nazivna struja osigurača           |
|            |   | $I_{sc}$ = struja kratkog spoja FN modula  |

Provjera je izvršena korištenjem programskog paketa PV\*SOL te su vrijednosti unutar dopuštenih.

### 2.3.9.3 Provjera maksimalnog napona

U serijskom spoju FN modula maksimalni napon jednak je zbroju napona svih modula. Vrijednosti napona modula uzete sa natpisne pločice ili iz tehničkih podataka odnose se na standardne uvjete rada (zračenje 1000W/m<sup>2</sup>, AM 1,5 i temperaturu 25°C). Zbog negativnog temperaturnog koeficijenta, ovaj napon kod nižih temperatura može biti i znatno viši. Kod definiranja serija modula moramo voditi računa da ni kod vrlo hladnih i istovremeno sunčanih dana ne dođe do prekoračenja dozvoljenih granica. Tu uvijek treba ostaviti i malo rezerve, da ne bi dolazilo do nepotrebne prorade prenaponske zaštite (SPD). Prenaponska zaštita treba biti usklađena sa maksimalnim vrijednostima DC napona izmjenjivača i sustava modula.

Prema standardu EN 50539 i uputama proizvođača nazivni napon SPD-a treba biti za cca 20% viši od ukupnog napona serije (stringa) u praznom hodu, dakle kod otvorenog kruga na temp. 25°C.

$$U_c \geq 1,2 \times U_{PH}$$


$$U_{PH(T)} = U_{PH} (1 - (25 - T) \times \Delta V \% / 100) \times n$$

$U_{PH} = U_{OCSTC}$  = Napon otvorenog kruga pod standardnim uvjetima rada  
 $\Delta V \%$  = Temperaturni koeficijent modula koji obično iznosi od -0.30%/°C do -0.40%/°C (negativni predznak)  
 $n$  = broj modula u seriji

Provjera je izvršena korištenjem programskog paketa PV\*SOL te su vrijednosti unutar dopuštenih.

### 2.3.9.4 Provjera gubitka na DC kabelima

Radi što bolje efikasnosti sustava, ožičenje DC strane FN sustava treba izvesti tako da gubitak snage bude što manji. Praktički se uzima da gubitak snage bude do 1% pod standardnim uvjetima STC.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Kod provjere treba odabrati najnepovoljniju situaciju – najudaljeniju grupu modula. U proračun treba uzeti i spojne kabele na modulima koji su dugi do 2 m.

Prema svemu izračunatom za ožičenje FN modula odabran je kabel PV1F 2x6mm<sup>2</sup>. Spojni konektori za kabel su MC4.

Provjera je izvršena korištenjem programskog paketa PV\*SOL te su vrijednosti unutar dopuštenih.

### 2.3.9.5 Kontrola NN (AC) kabela

Prema EN 60364-7-712, (536.2.2.1) Za odabir i ugradbu naprava za odvajanje i sklapanje koje se instaliraju između PV instalacije i javne opskrbe, javna opskrba se mora smatrati izvorom, a PV instalacija se mora smatrati teretom.

Dimenzioniranje vodova je izvršeno prema strujnom opterećenju u ovisnosti o vršnoj snazi i faktoru snage:

$$I = \frac{P_V \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos(\varphi)} \quad (\text{trofazno}); \quad I = \frac{P_V \cdot 10^3}{230 \cdot \cos(\varphi)} \quad (\text{jednofazno})$$

Vodovi su odabrani da budu zadovoljeni uvjeti:

a) Uvjet 1  $I_n < I_o < I_d$

b) Uvjet 2  $I_2 < 1.45 I_d$

$I_n$ =struja u vodu (A)

$I_d$ =trajno dopuštena struja u vodu (A)

$I_o$ =nazivna struja osigurača

$I_2$ =veća ispitna struja osigurača

2,1 x  $I_o$  za  $I_o < 4A$

1,9 x  $I_o$  za  $4A < I_o < 10A$

1,75x $I_o$  za  $10A < I_o < 25A$

1,6 x  $I_o$  za  $25A < I_o$

Provjera je izvršena korištenjem programskog paketa PV\*SOL te su vrijednosti unutar dopuštenih.

### 2.3.9.6 Proračun pada napona AC kabela

Odabir presjeka kabela obavlja se prema dva kriterija: prema padu napona na kabelu i prema strujnom opterećenju kabela. Dozvoljen pad napona vodova, za instalacije niskog napona, iznosi:


za rasvjetu do 3% a za sva ostala trošila do 5 %.

Za jednofazne vodove proračun pada napona određuje se prema sljedećoj relaciji:

$$u_{\%} = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{200 \cdot l \cdot P \cdot \rho}{U_f^2 \cdot A} [\%]$$

Za trofazne vodove proračun pada napona određuje se prema sljedećoj relaciji:

$$u_{\%} = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{l \cdot P \cdot \rho}{U_f^2 \cdot A} \cdot 100 [\%]$$

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

Gdje su:

- Specifični otpor  $\rho$  [ $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m]
- Udaljenost voda,  $l$  [m]
- Napon,  $U$  [V]
- Snaga trošila,  $P$  [kW]
- Presjek vodiča,  $A$  [mm<sup>2</sup>]
- Pad napona,  $u$  [%]

Provjera je izvršena korištenjem programskog paketa PV\*SOL te su vrijednosti unutar dopuštenih.

### 2.3.9.7 Kontrola efikasnosti prorade ZUDS 40/0,03A

Da bi zaštitni uređaj diferencijalne struje pravilno funkcionirao otpor petlje kvara smije iznositi:

$$R_p \leq \frac{50}{I_d}$$

gdje su:

50 V – gornja granica napona dodira

$I_d$  – nazivna diferentna struja (struja greške) ZUDS-a (0,03A)


Otpor petlje ne smije iznositi više od 1666  $\Omega$ .

### 2.3.9.8 Očekivani učinci FN elektrane kroz period od godinu dana

Proizvodnja fotonaponskog sustava na određenoj lokaciji ovisi o nizu tehničkih i prirodnih parametara. Iako je tehnički nemoguće predvidjeti apsolutno točnu proizvodnju, raznim softverskim paketima mogu se dobiti dosta precizne procjene proizvodnje. Preciznost proračuna ovisi o:

- ozračenoj sunčevoj energiji na površinu modula, gdje je bitna orijentacija i kut.
- temperaturi okoline, odnosno temperaturi modula, smanjujući sa povećanjem temperature,
- upotrijebljenoj tehnologiji modula, tehničkim karakteristikama i konfiguraciji modula
- karakteristikama izmjenjivača, odnosno efikasnošću pretvorbe DC/AC el. energiju,
- gubicima u kabelima DC i AC strane,

Simulacija očekivane proizvodnja FNE za predmetnu građevinu izrađena ju programskom alatu PV\*SOL.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.4 Rezultati simulacije

### 2.4.1 Pregled

#### Podaci o FN sustavu

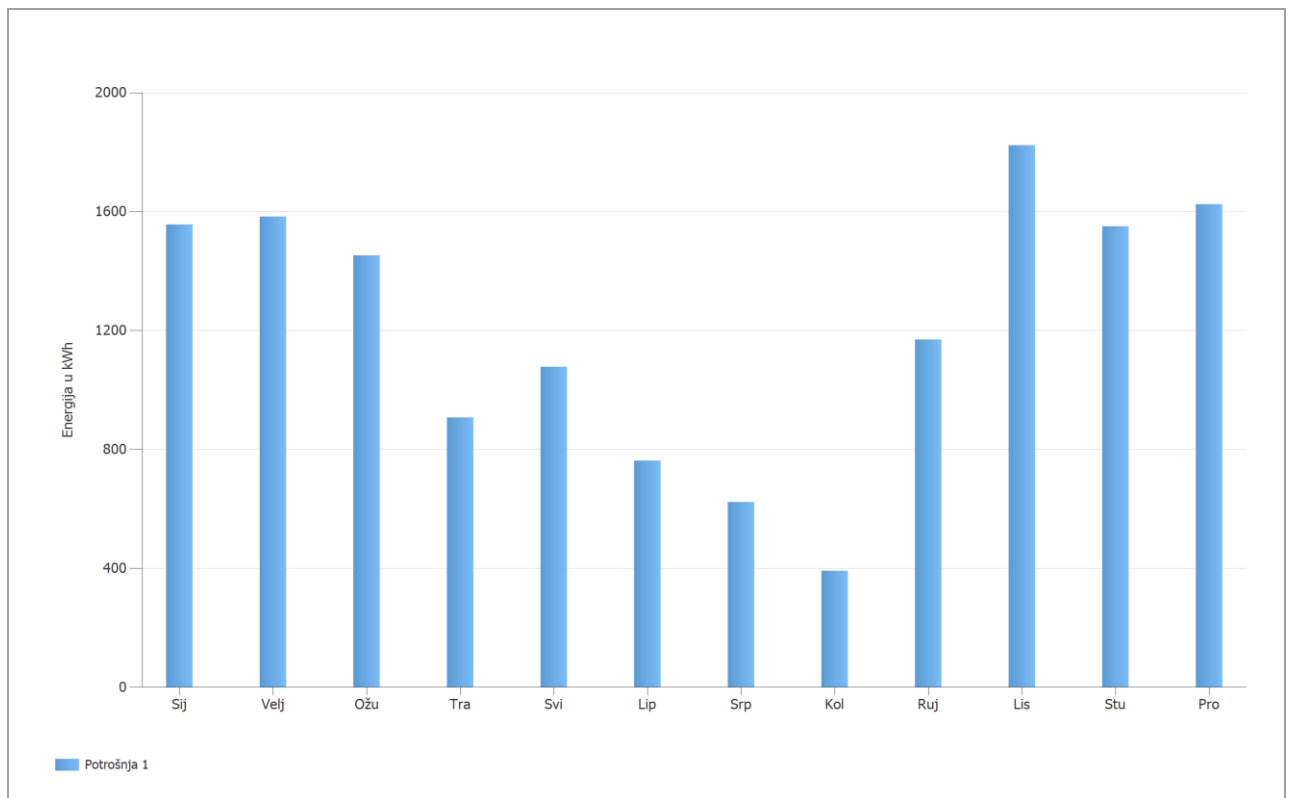
Vrsta uređaja	3D, Mrežno povezan FN generator s električnim trošilima
Puštanje u rad	20/09/2022

#### Klimatski podaci


Lokacija	Svetvinčenat, HRV (1996 - 2015)
Izvor podataka	Meteonorm 8.1
Rješavanje podataka	1 h
Koristi se simulacijski modeli:	
- Difuzno zračenje na vodoravnoj	Hofmann
- Zračenje na prikladnu površinu	Hay & Davies

#### Potrošnja

Ukupna potrošnja	14518 kWh
Škola Savičenta	14518 kWh
Vršno opterećenje	9.5 kW



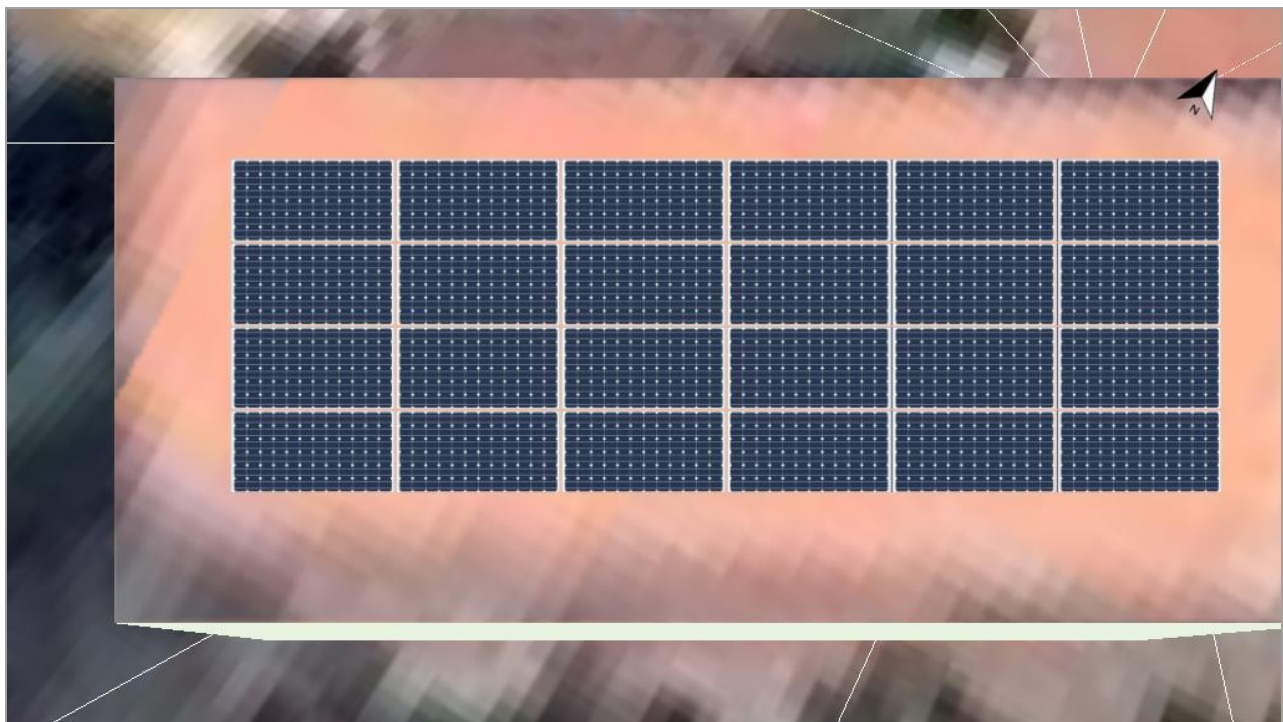
Prikaz: Potrošnja

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22


## 2.4.2 Površine FN modula

### FN Generator, 1. Položaj FN modula - Building 01-Roof Area Southeast

Naziv	Building 01-Roof Area Southeast
FN moduli	24 x LR5-72 HPH 545 M (v2)
Proizvođač	LONGI Solar
Nagib	20 °
Orijentacija	Jugoistok 150 °
Vrsta ugradnje generatora	Paralelno na krovu - dobro stražnje zračenje
Površina FN generatora	61.3 m <sup>2</sup>

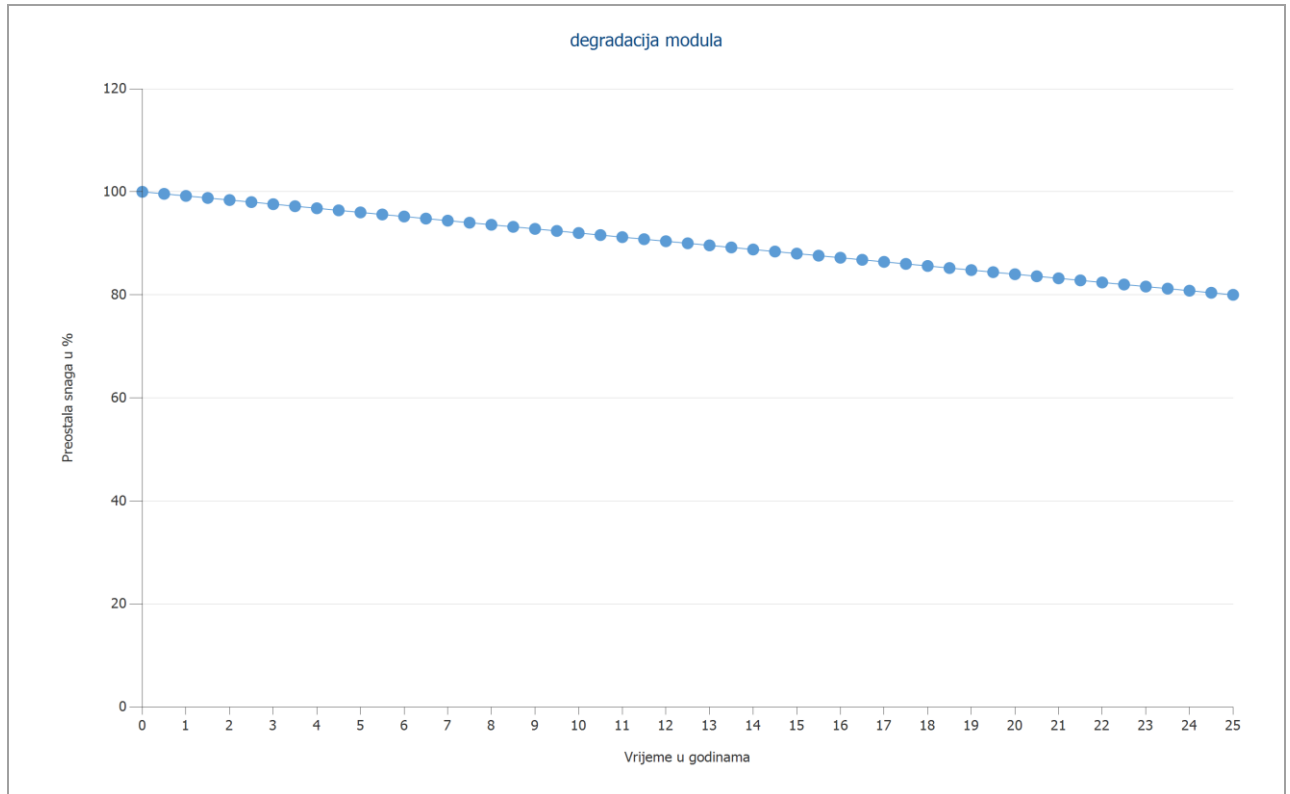


Prikaz: 1. Položaj FN modula - Building 01-Roof Area Southeast

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22


### degradacija modula, 1. Položaj FN modula - Building 01-Roof Area Southeast

Karakteristična krivulja	Linearni (ravna linija)
Preostala snaga nakon 25 godina	80 %



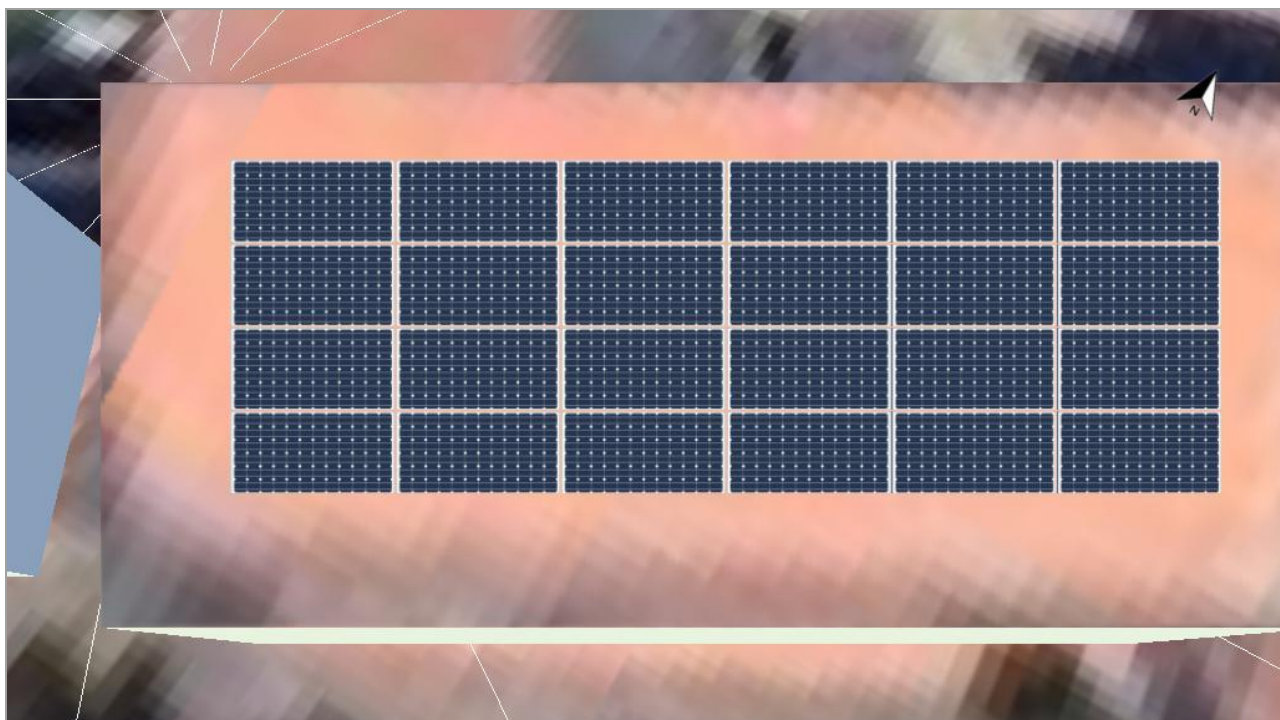
Prikaz: degradacija modula, 1. Položaj FN modula - Arbitrary Building 01-Mounting Surface South




	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### FN Generator, 2. Položaj FN modula - Building 02-Roof Area Southeast

Naziv	Building 02-Roof Area Southeast
FN moduli	24 x LR5-72 HPH 545 M (v2)
Proizvođač	LONGI Solar
Nagib	20 °
Orijentacija	Jugoistok 150 °
Vrsta ugradnje generatora	Paralelno na krovu - dobro stražnje zračenje
Površina FN generatora	61.3 m <sup>2</sup>

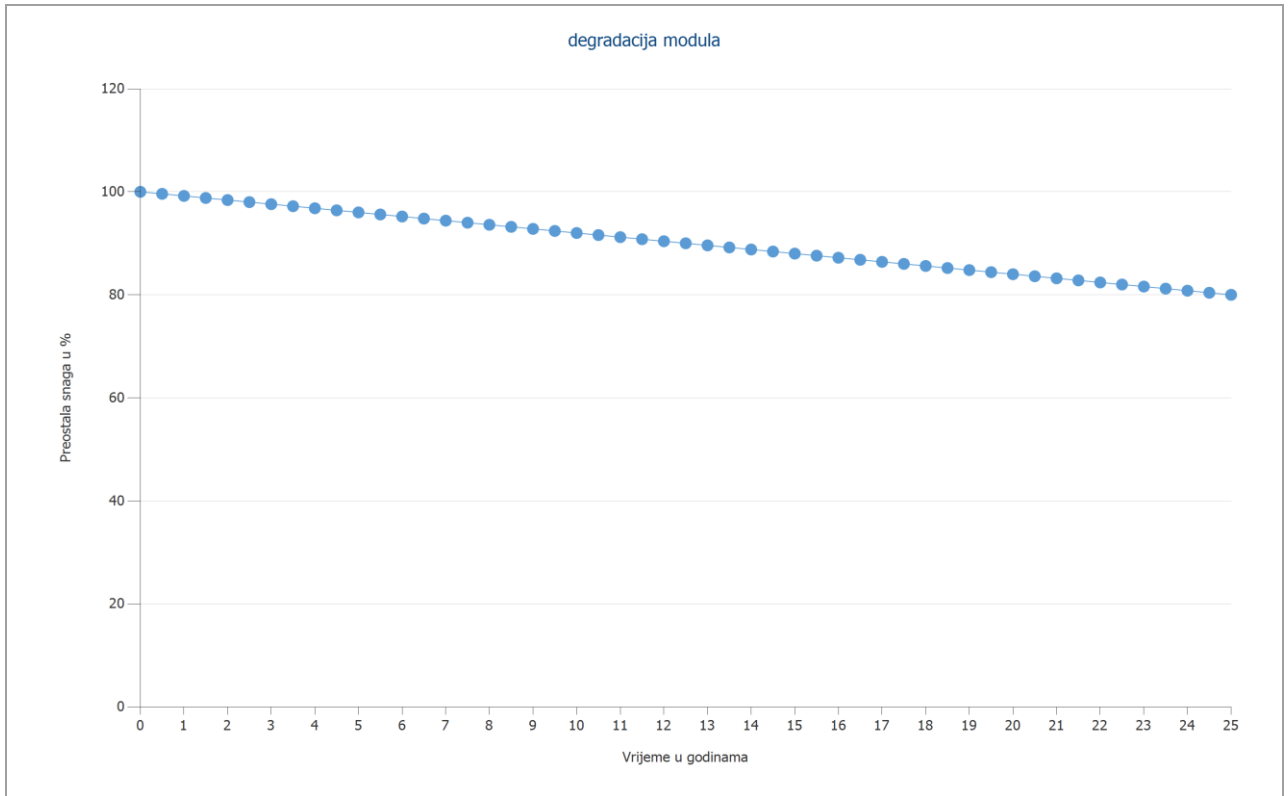


Prikaz: 2. Položaj FN modula - Building 02-Roof Area Southeast


	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### degradacija modula, 2. Položaj FN modula - Arbitrary Building 01-Mounting Surface South

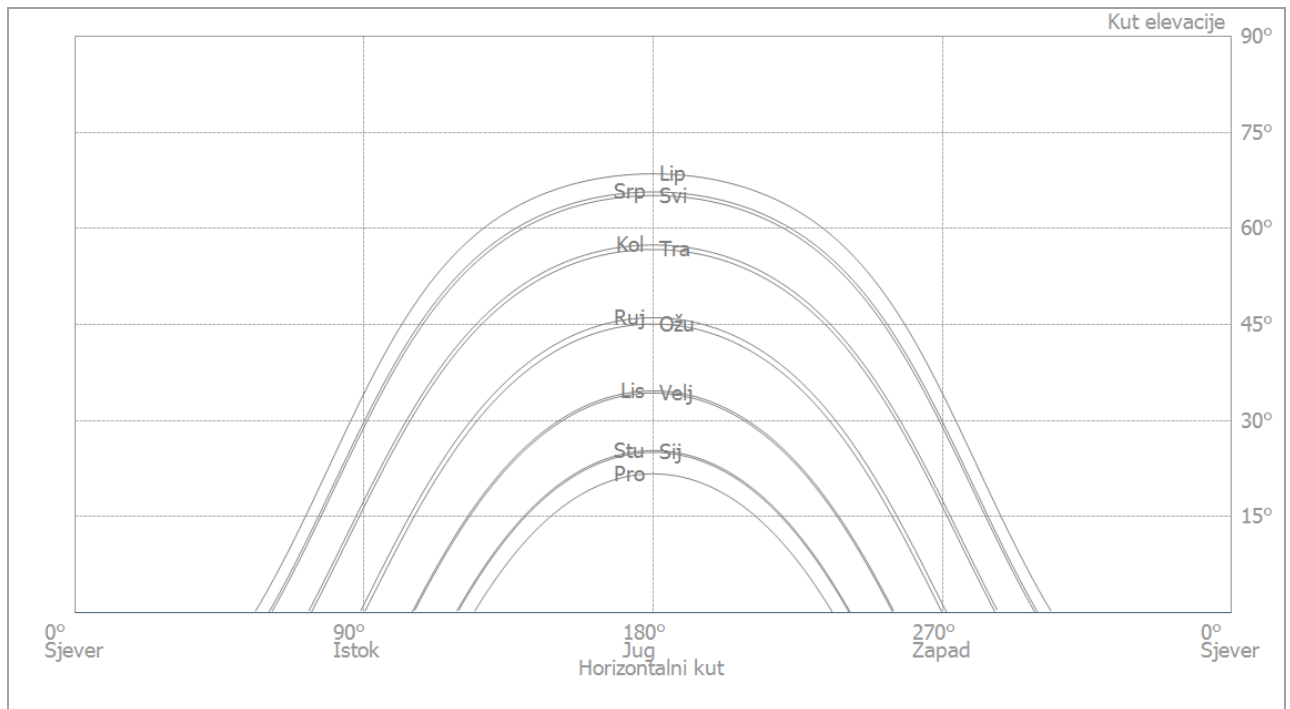
Karakteristična krivulja Linearni (ravna linija)  
 Preostala snaga nakon 25 godina 80 %



Prikaz: degradacija modula, 2. Položaj FN modula - Arbitrary Building 01-Mounting Surface South

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

### 2.4.3 Linija horizonta, 3D dizajn



Prikaz: Horizont/obzor (3D dizajn)

### 2.4.4 Konfiguracija pretvarača

#### Konfiguracija 1

Položaj FN modula	Building 01-Roof Area Southeast
Izmjenjivač 1	
Model	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Proizvođač	Huawei Technologies
Broj	1
Čimbenik dimenzioniranja	130.8 %
Konfiguracija	MPP 1: 1 x 12 MPP 2: 1 x 12


#### Konfiguracija 2

Položaj FN modula	Building 02-Roof Area Southeast
Izmjenjivač 1	
Model	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Proizvođač	Huawei Technologies
Broj	1
Čimbenik dimenzioniranja	130.8 %
Konfiguracija	MPP 1: 1 x 12 MPP 2: 1 x 12

### 2.4.5 AC-mrežni priključak

#### AC-mrežni priključak

Broj faza	3
Mrežni napon između faze i zvjezdišta	230 V
Pomak faktora snage (cos phi)	+/- 1

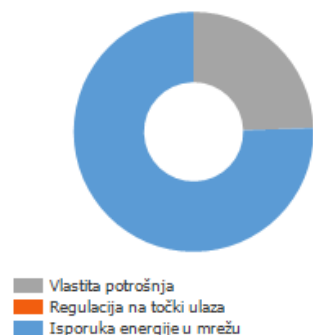
	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.4.6 Rezultati cjelokupno postrojenje

### FN sustav

Snaga FN generatora	26.16 kWp
Specifični godišnji prihodi	1,334.94 kWh/kWp
Stupanj djelovanja (PR)	90.07 %
Godišnji gubici zbog zasjenjenja	0.0 %/godina
FN-energija generatora (AC-mreža)	34,980 kWh/godina
Vlastita potrošnja	8,569 kWh/godina
Regulacija na točki ulaza	0 kWh/godina
Isporuka energije u mrežu	26,411 kWh/godina
Udio vlastite potrošnje	24.4 %
Izbjegnete CO <sub>2</sub> -emisije	16,413 kg/godina

FN-energija generatora (AC-mreža)



### Trošila

Trošila	14,518 kWh/godina
Standby potrošnja (Izmjenjivač)	58 kWh/godina
Ukupna potrošnja	14,576 kWh/godina
Iz sunčane elektrane	8,569 kWh/godina
Iz mreže	6,007 kWh/godina
Solarni dio	58.8 %

Ukupna potrošnja



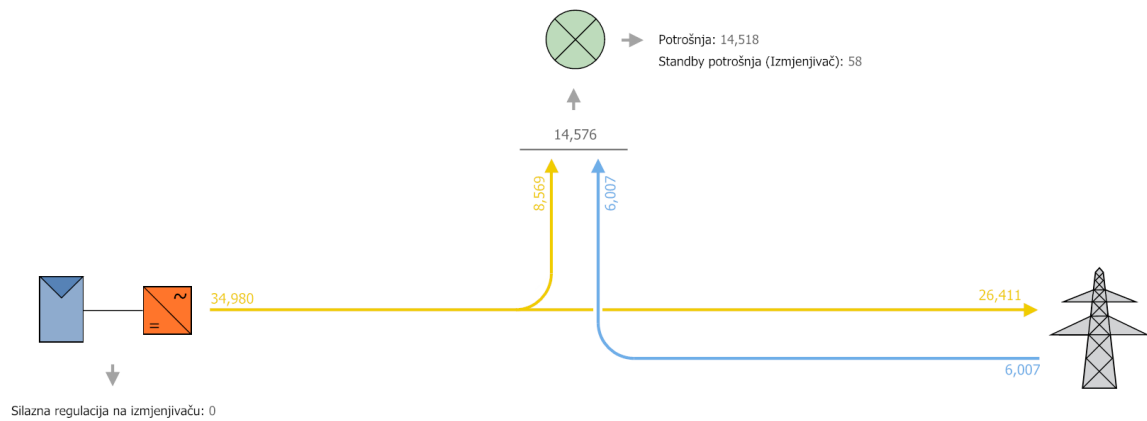
### Samodostatnost

Ukupna potrošnja	14,576 kWh/godina
Iz mreže	6,007 kWh/godina
Samodostatnost	58.8 %

NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

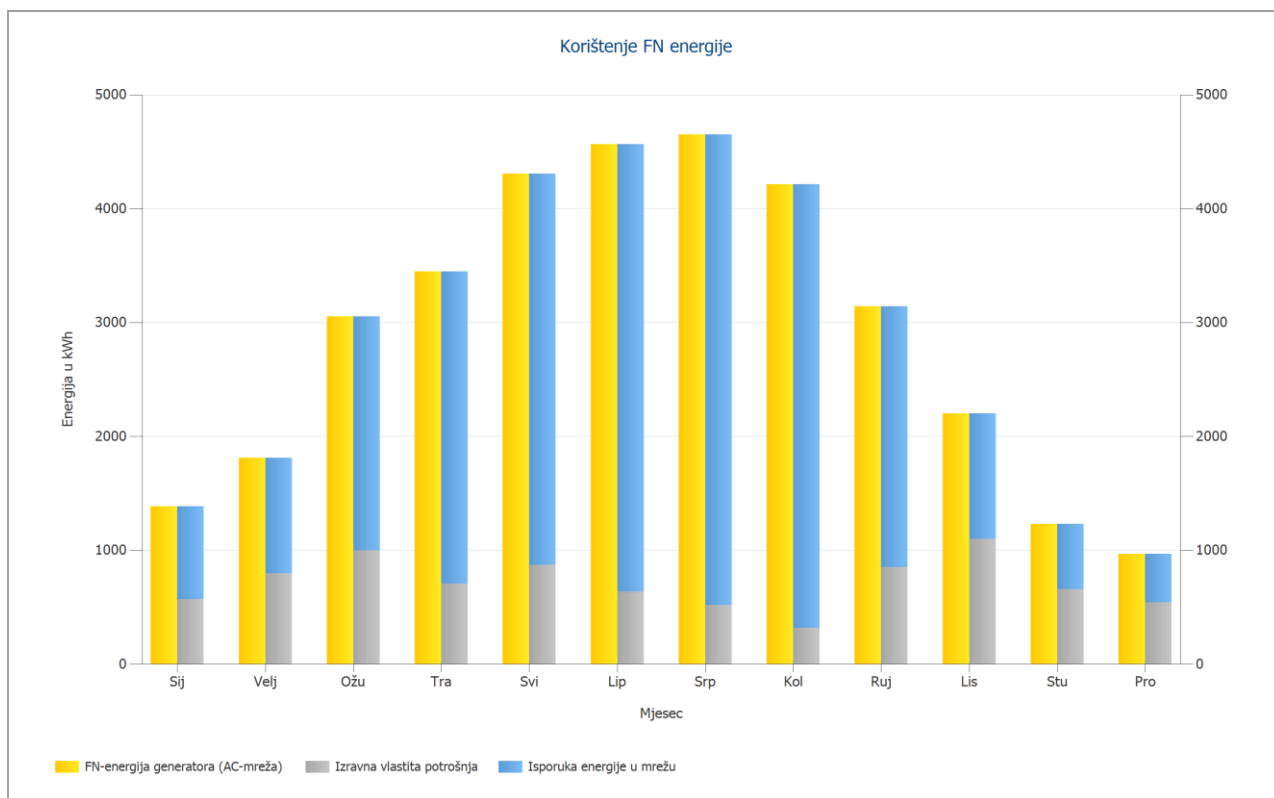
## Grafički protok energije

Projekt: simulacija

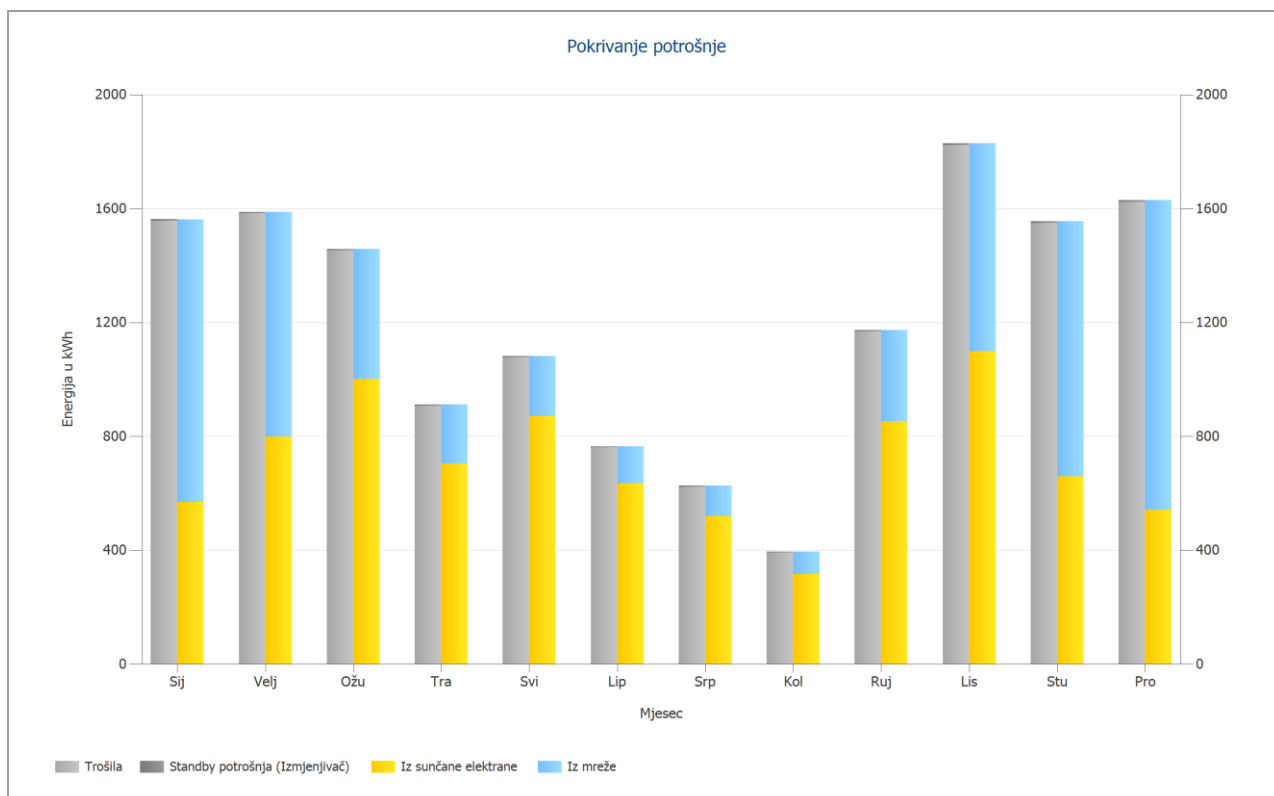


Sve vrijednosti u kWh  
Moguća su mala odstupanja u ukupnim vrijednostima zbog zaokruživanja  
created with PV\*SOL


Prikaz: Protok energije



Prikaz: Korištenje FN energije



Prikaz: Pokriivanje potrošnje

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22


### **2.4.7 Rezultati po poljima modula**

#### **Building 01-Roof Area Southeast**

Snaga FN generatora	13.08 kWp
Površina FN generatora	61.35 m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulima	1476.02 kWh/m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulu bez odblijeska	1481.89 kWh/m <sup>2</sup>
Stupanj djelovanja (PR)	90.22 %
FN-energija generatora (AC-mreža)	17490.52 kWh/godina
Specifični godišnji prihodi	1337.20 kWh/kWp

#### **Building 02-Roof Area Southeast**

Snaga FN generatora	13.08 kWp
Površina FN generatora	61.35 m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulima	1476.02 kWh/m <sup>2</sup>
Globalno zračenje na modulu bez odblijeska	1481.89 kWh/m <sup>2</sup>
Stupanj djelovanja (PR)	90.22 %
FN-energija generatora (AC-mreža)	17489.41 kWh/godina
Specifični godišnji prihodi	1337.11 kWh/kWp

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.5. Program kontrole i osiguranja kvalitete, te sanacija gradilišta

### 2.5.1 Opći uvjeti

Ovi uvjeti su sastavni dio projekta i kao takvi obvezuju Investitora i Izvoditelja kod izvođenja projektiranih instalacija, pored ostalog obvezatno se pridržavati i ovih tehničkih uvjeta.

Cjelokupnu el. instalaciju treba izvesti prema priloženim nacrtima, tehničkom opisu, ovim uvjetima i važećim hrvatskim standardima, normama i propisima te pravilima struke.

Strogo je zabranjeno svako odstupanje od projekta prilikom izvođenja instalacija. Eventualna odstupanja od projekta obvezatno moraju biti odobrena od strane projektanta i nadzornog inženjera.

Izvoditelj je dužan prije početka radova detaljno se upoznati s projektom i sve eventualne primjedbe pravovremeno dostaviti investitoru i nadzornom inženjeru.

Sav materijal za izvedbu radova prema ovom ugovoru obavezan je dobiti izvođač el. radova, sve prema predmetnoj projektnoj dokumentaciji, a sukladno s važećim zakonskim propisima i hrvatskim standardima.

Za sav ugrađeni materijal i opremu moraju se dostaviti odgovarajući atesti i certifikati, kojima se dokazuje kvaliteta ugrađenog materijala i opreme.

Pored materijala i sam rad mora biti kvalitetno izvedena sve što bi se u toku rada i poslije pokazalo nekvalitetno izvoditelj je u obvezi u svom trošku ispraviti.

Za ispravnost izvedenih radova izvoditelj garantira određeni period (u dogovoru sa Investitorom) računajući od dana tehničkog prijama građevine ili primopredaje izvedenih radova.

Sve kvarove i oštećenja koja se u tom periodu pojave, bilo zbog primjene nekvalitetnog materijala ili nesolidne izvedbe, izvoditelj je obavezan otkloniti bez prava na naknadu.

Investitor je obavezan osigurati stalni nadzor nad izvedbom ugovorenih radova.

Investitor je obavezan, prije početka radova, dostaviti Izvođaču imena osoba ovlaštenih za obavljanje nadzora nad izvedbom.

Izvođač je obavezan, svog ovlaštenog predstavnika rukovodioca radova, imenovati prije početka radova i o tome pismeno izvijestiti Investitora.

Investitor se obvezuje da će osobe ovlaštene za nadzor nad izvedbom radova, osim Zakonom predviđenih aktivnosti, po potrebi kao i na poziv izvođača radova obilaziti gradilište i s rukovoditeljem radova zajednički rješavati nastale probleme.


Sve probleme u pogledu ugovorenih radova Investitor će rješavati sa izvođačem, preko osoba ovlaštenih za vršenje nadzora.

Izvođač se obvezuje da će redovito upisivati, u građevni dnevnik, sve potrebne podatke koje je obavezan upisivati i da će nadzornom inženjeru omogućiti svakodnevni uvid u montažni dnevnik.

Izvođač je obavezan prilikom izvedbe predmetne instalacije, obavljati Zakonom propisana ispitivanja ugrađenog materijala i upisivati ih u dnevnik.

Osobe ovlaštene za vršenje nadzora obvezne su redovito potpisivati dnevnik o izvršenim radovima.



	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## **2.5.2 Pregledi, kontrole, ispitivanja i mjerenja**

### **d.1 Prethodni pregled i ispitivanje**


- Provjera postojećeg priključka građevine, da isti zadovoljava i omogućuje priključak fotonaponske elektrane.
- Priključno mjerni ormar je na vanjskom zidu građevine, tako da je do ormara omogućen neometan pristup bez ulaska u građevinu.
- Provjera uzemljenja i PE vodiča. Otpor uzemljenja bi trebao biti min  $10 \Omega$ .
- Provjera impedancije petlje između svakog faznog vodiča prema N i PE vodiču. Izmjerena vrijednost morala bi biti  $< 1 \Omega$ , što je najviša granična vrijednost kod koje će izmjenjivač moći izvršiti sinkronizaciju i uključenje na NN mrežu. Ukoliko se ova vrijednost ne može postići (npr. tamo gdje je izmjenjivač previše udaljen od TS), projekt treba obustaviti dok se ne postignu uvjeti za priključenje ( $< 1 \Omega$ ).
- Provjera faznih i linijskih napona na mjestu priključka elektrane.
- Pregled krova i nosive konstrukcije na licu mjesta, te uvid u postojeću dokumentaciju i proračun nosivosti. Dodatno opterećenje FN modulima je cca  $15 \text{kg/m}^2$ .

### **d.2 Instalacija i kabeli**

- mjerenje otpora izolacije vodiča međufazno, prema N i PE vodičima (AC kabeli),
- ispitivanje neprekinutosti zaštitnog vodiča i izjednačenja potencijala u čitavoj instalaciji,
- provjera zaštite od indirektnog dodira,
- provjera zaštite od direktnog dodira (mehanička zaštita),
- provjera ugrađene opreme po pitanju IP zaštite (prodora stranih tijela i vode),
- pregled položaja i načina pričvršćenja ugrađene opreme (moduli, izmjenjivač, el ormari)
- pregled označavanja kabela na oba kraja (AC strana),
- pregled označavanja i raspoznavanja "N" i "PE" vodiča,
- provjera kontinuiteta, polariteta i oznaka DC kabela od FN modula do izmjenjivača,
- mjerenje napona svake serijske grupe (string) FN modula DC voltmetrom (na opsegu do  $1000 \text{VDC}$ ). Međusobno usporediti izmjerene vrijednosti svake grupe. Istovremeno provjeriti i polaritet. Ovo mjerenje obvezno izvesti prije priključenje kabela na izmjenjivač.


### **d.3 instalacije gromobrana i uzemljenja**

- mjerenje otpora uzemljenja sa svakog mjernog mjesta,
- kontrola neprekinutosti odvoda od hvataljki do uzemljivača,
- kontrola sustava sabirnica i vodiča za izjednačenje potencijala, te mjerenje prelaznih otpora od uzemljivača preko sabirnica IP do konačnih točaka priključenja,
- vizualni pregled LPS instalacije,
- vizualni pregled uzemljenja FN modula,
- vizualni pregled uzemljenja izmjenjivača,
- vizualni pregled uzemljenja odvodnika prenapona te PE i N vodiča u ormarima,
- izrada revizione knjige LPS instalacije i uzemljenja.

	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.6 Procjena troškova gradnje

Procjenjeni troškovi gradnje iznose 280.000,00 kn + pdv.

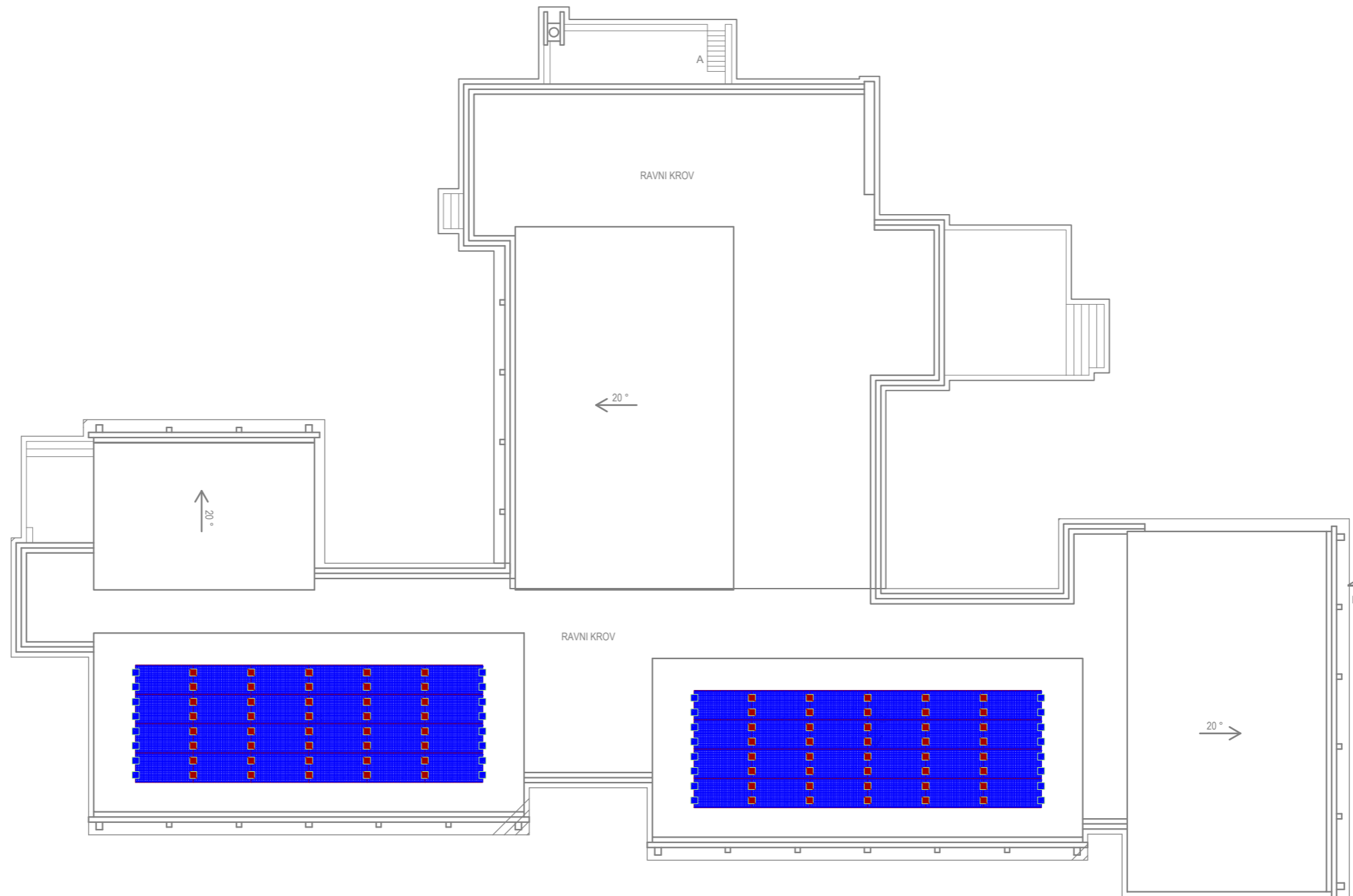
	NAZIV GRAĐEVINE:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE
	INVESTITOR:	OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT
	RAZINA OBRADE:	GLAVNI PROJEKT
	OZNAKA PROJEKTA:	E656/22

## 2.7 Grafički prikazi

- Nacrt br. 1 RASPORED FN PANELA – TLOCRT KROVA  
Nacrt br. 2 DISPOZICIJA FN OPREME – ZAPADNO PROČELJE ŠKOLE  
Nacrt br. 3 DISPOZICIJA FN OPREME – SJEVERNO PROČELJE ŠKOLE  
Nacrt br. 4 SHEMA POVEZIVANJA PANELA U STRINGOVE – TLOCRT KROVA  
ŠKOLE  
Nacrt br. 5 BLOK SHEMA FOTONAPONSKE ELEKTRANE  
Nacrt br. 6 JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNOG ORMARA RO-FN/DC  
Nacrt br. 7 JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNOG ORMARA RO-FN/AC  
Nacrt br. 8 TIPSKI NAČIN POVEZIVANJA FN MODULA



dr. sc. JAKOV BATELIĆ  
mag.ing.el.  
E 2523  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE



**LEGENDA:**

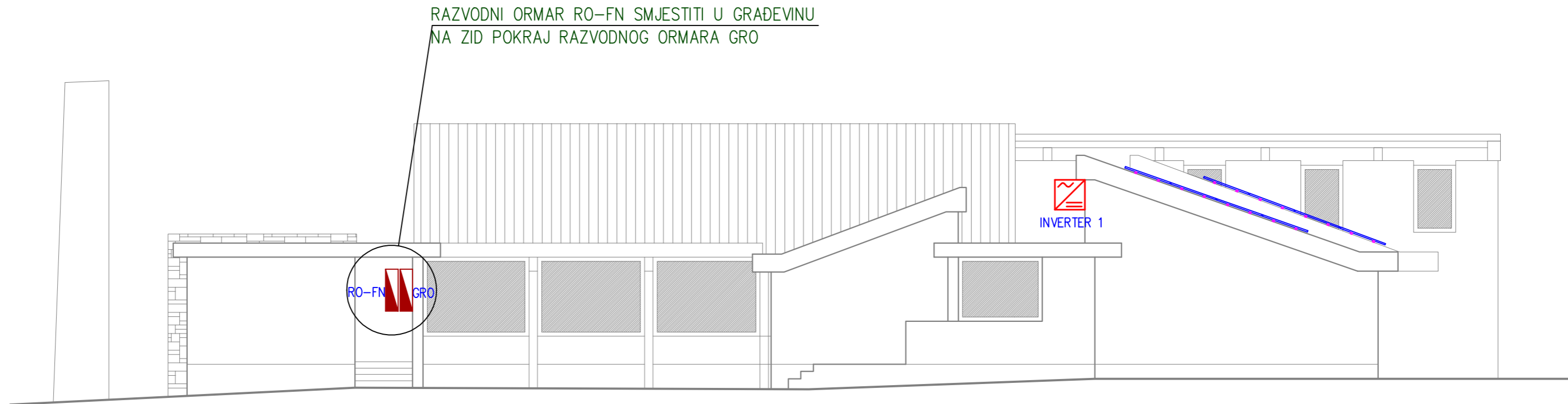
- Perforirani kabelski kanal PK 100x60
- Nosач vruće pocinčani čelik, univerzalni rubni prihvat panela
- Nosач vruće pocinčani, univerzalni srednji prihvat panela 35mm
- Nosач vruće pocinčani, dimenzije 36x60mm

Solarni modul LONGHI LR5-72HPH-545M (2256x1133x35mm)

**NAPOMENA:**

- Novu kabelsku trasu izvesti perforiranim kabelskim kanalicama PK 100x60
- Nosache perforirane kabelske kanalice izvesti betonskim kockama 100x100 mm te ih je potrebno postaviti svakih 1 m
- Zidne nosache kabelske kanalice potrebno je montirati na svakih 1 m
- Proboj prema GRO je potrebno zabrtviti nepropusnom smjesom

<b>ETA CONSULT d.o.o.</b>		<b>ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT</b>		
		<b>GLAVNI PROJEKT</b>		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: <b>RASPORED FN PANELA - TLOCRT KROVA ŠKOLE</b>		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat				
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta:
	Datum:	09/2022	-	E656/22
	Mjerilo:	1:200	Broj mape:	Broj nacрта:
	-	-	1	List: 1
			Broj nacрта:	1
			List:	1



LEGENDA:



Inverter HUAWEI SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version)



Razvodni ormari GRO i RO-FN



Nosač vruće pocinčani, dimenzije 36x60mm

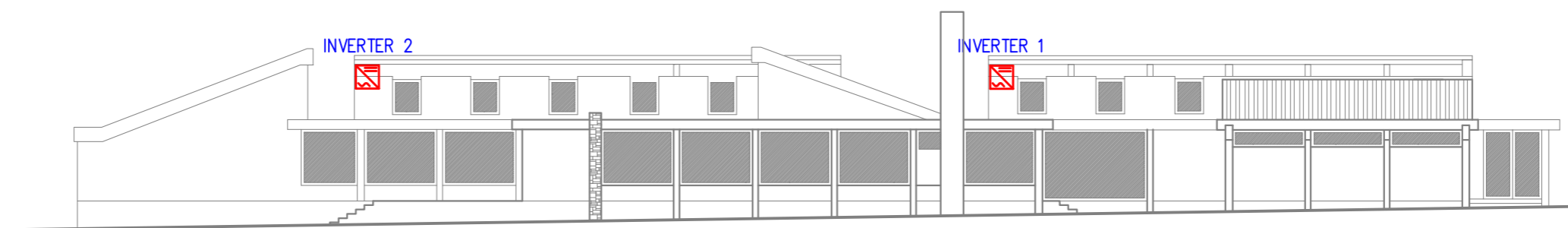


Solarni modul LONGHI LR5-72HPH-545M (2256x1133x35mm)

NAPOMENA:

- Novu kabelsku trasu izvesti perforiranim kabelskim kanalicama PK 100x60
- Nosače perforirane kabelske kanalice izvesti betonskim kockama 100x100 mm te ih je potrebno postaviti svakih 1 m
- Zidne nosače kabelske kanalice potrebno je montirati na svakih 1 m
- Proboj prema GRO je potrebno zabrtviti nepropusnom smjesom

		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: DISPOZICIJA FN OPREME - ZAPADNO PROČELJE ŠKOLE		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat	OVLASŦENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE			
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacrtu: 2
	Mjerilo:	1:100		List: 1
				List: 1



LEGENDA:

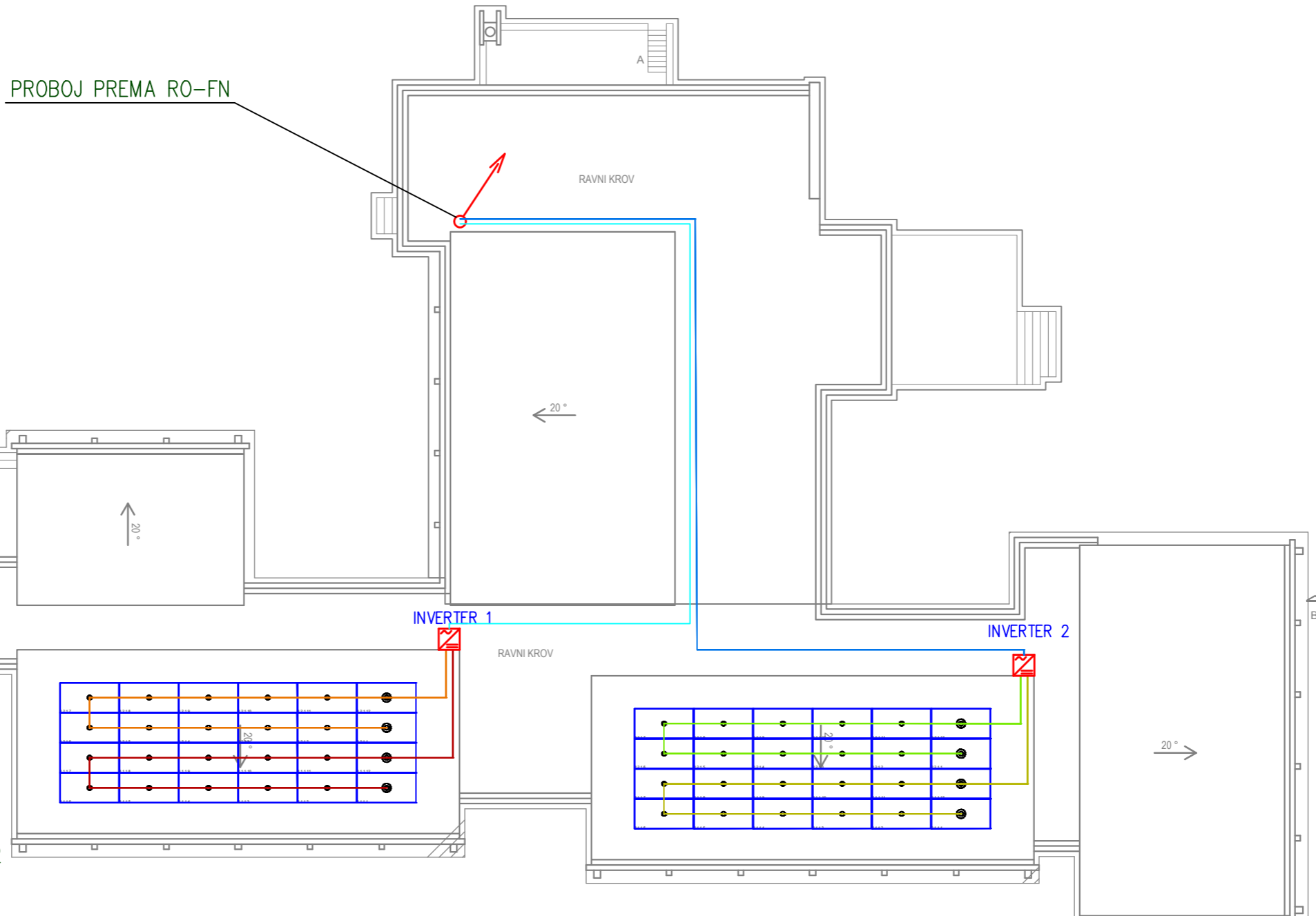


Inverter HUAWEI SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version)

NAPOMENA:


- Novu kablску trasu izvesti perforiranim kablским kanalicama PK 100x60
- Nosače perforirane kablске kanalice izvesti betonskim kockama 100x100 mm te ih je potrebno postaviti svakih 1 m
- Zidne nosače kablске kanalice potrebno je montirati na svakih 1 m
- Proboj prema GRO je potrebno zabrtviti nepropusnom smjesom

		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: DISPOZICIJA FN OPREME - SJEVERNO PROČELJE ŠKOLE		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat	OVLASNI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE			
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacrtu: 3
	Mjerilo:	1:200		
				Lista: 1



LEGENDA:

 Inverter HUAWEI SUN2000MA-10KTL-M1 (High Current Version)

 Solarni modul LONGHI LR5-72HPH-545M (2256x1133x35mm)

Inverter 1:

MPP1:

 Kabel PV1F 2x6mm<sup>2</sup>, String 1.1

MPP2:

 Kabel PV1F 2x6mm<sup>2</sup>, String 1.2

Izmjenična strana:

 Kabel FG16 5x10mm<sup>2</sup>

Inverter 2:

MPP1:

 Kabel PV1F 2x6mm<sup>2</sup>, String 2.1

MPP2:

 Kabel PV1F 2x6mm<sup>2</sup>, String 2.2

Izmjenična strana:


 Kabel FG16 5x10mm<sup>2</sup>

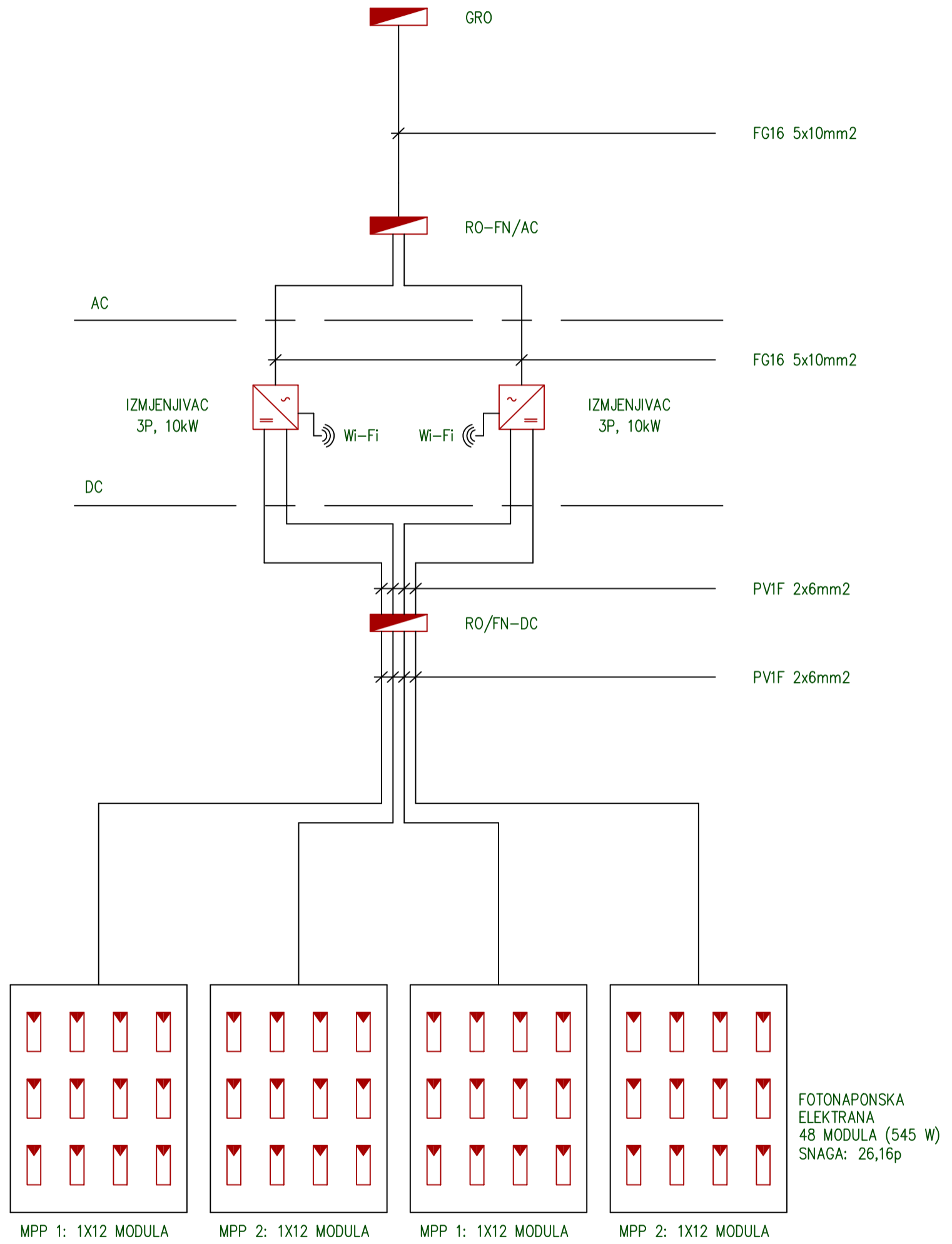


Oznaka proboja

NAPOMENA:

- Novu kablsku trasu izvesti perforiranim kablskim kanalicama PK 100x60
- Nosače perforirane kablске kanalice izvesti betonskim kockama 100x100 mm te ih je potrebno postaviti svakih 1 m
- Zidne nosače kablске kanalice potrebno je montirati na svakih 1 m
- Proboj prema GRO je potrebno zabrtviti nepropusnom smjesom

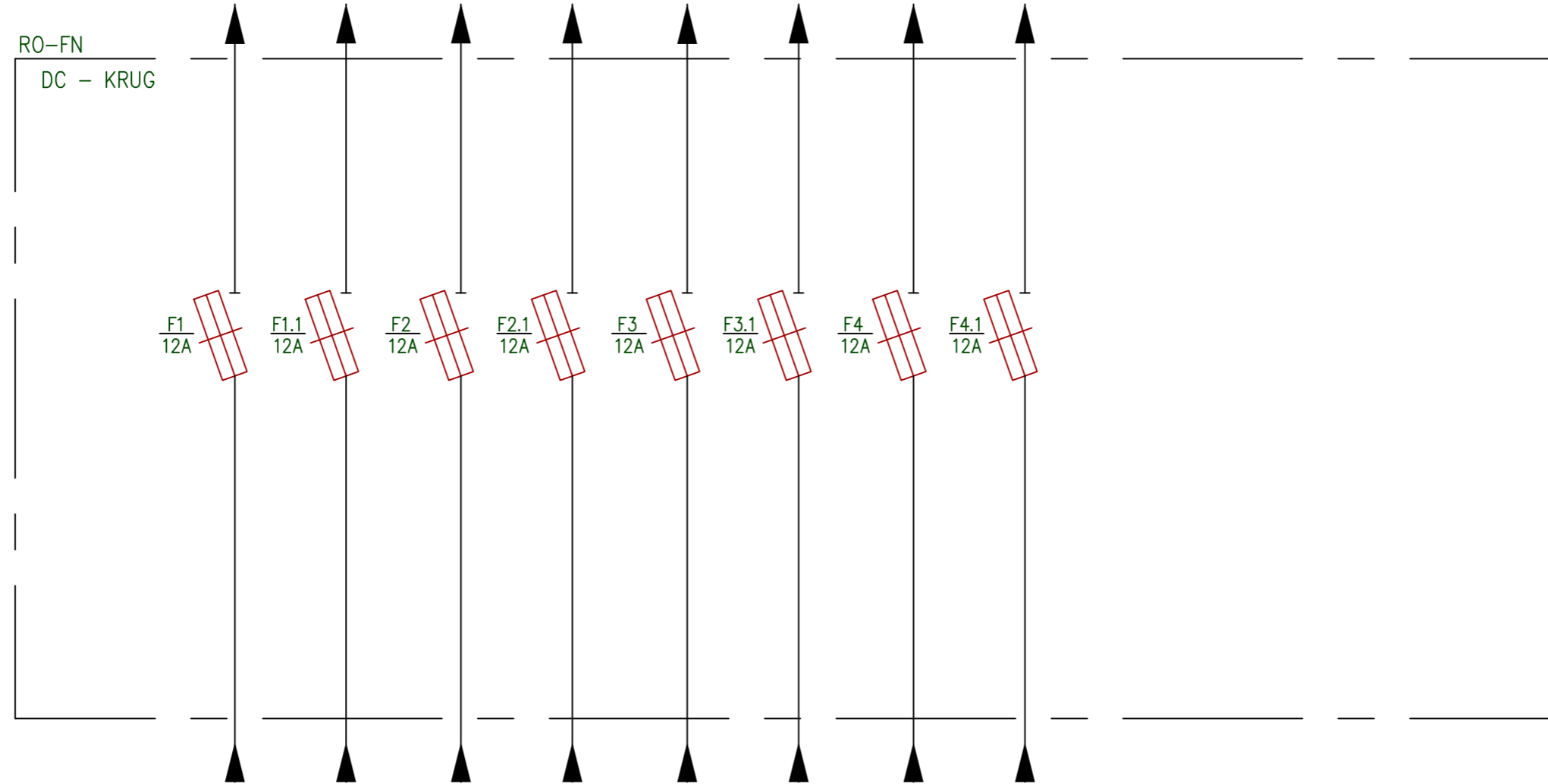
		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: HEMA POVEZIVANJA PANELA U STRINGOVE - TLOCRT KROVA ŠKOLE		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat	OVLASNI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE			
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacрта:
	Mjerilo:	1:200	-	4
				List: 1 Lista: 1



		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: BLOK SHEMA FOTONAPONSKE ELEKTRANE		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat		OVLASNI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE		
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacrta: 1 Lista: 1
	Mjerilo:	-	Broj mape:	5 Lista: 1



BROJ STRUJNOG KRUGA	1		2		3		4	
NAZIV	INVERTER STRING 1.1	INVERTER STRING 1.1	INVERTER STRING 1.2	INVERTER STRING 1.2	INVERTER STRING 2.1	INVERTER STRING 2.1	INVERTER STRING 2.2	INVERTER STRING 2.2
POLARITET	+	-	+	-	+	-	+	-
KABEL (mm2)	6	6	6	6	6	6	6	6



BROJ STRUJNOG KRUGA	1		2		3		4	
NAZIV	FNE STRING 1.1	FNE STRING 1.1	FNE STRING 1.2	FNE STRING 1.2	FNE STRING 2.1	FNE STRING 2.1	FNE STRING 2.2	FNE STRING 2.2
POLARITET	+	-	+	-	+	-	+	-
KABEL (mm2)	6	6	6	6	6	6	6	6

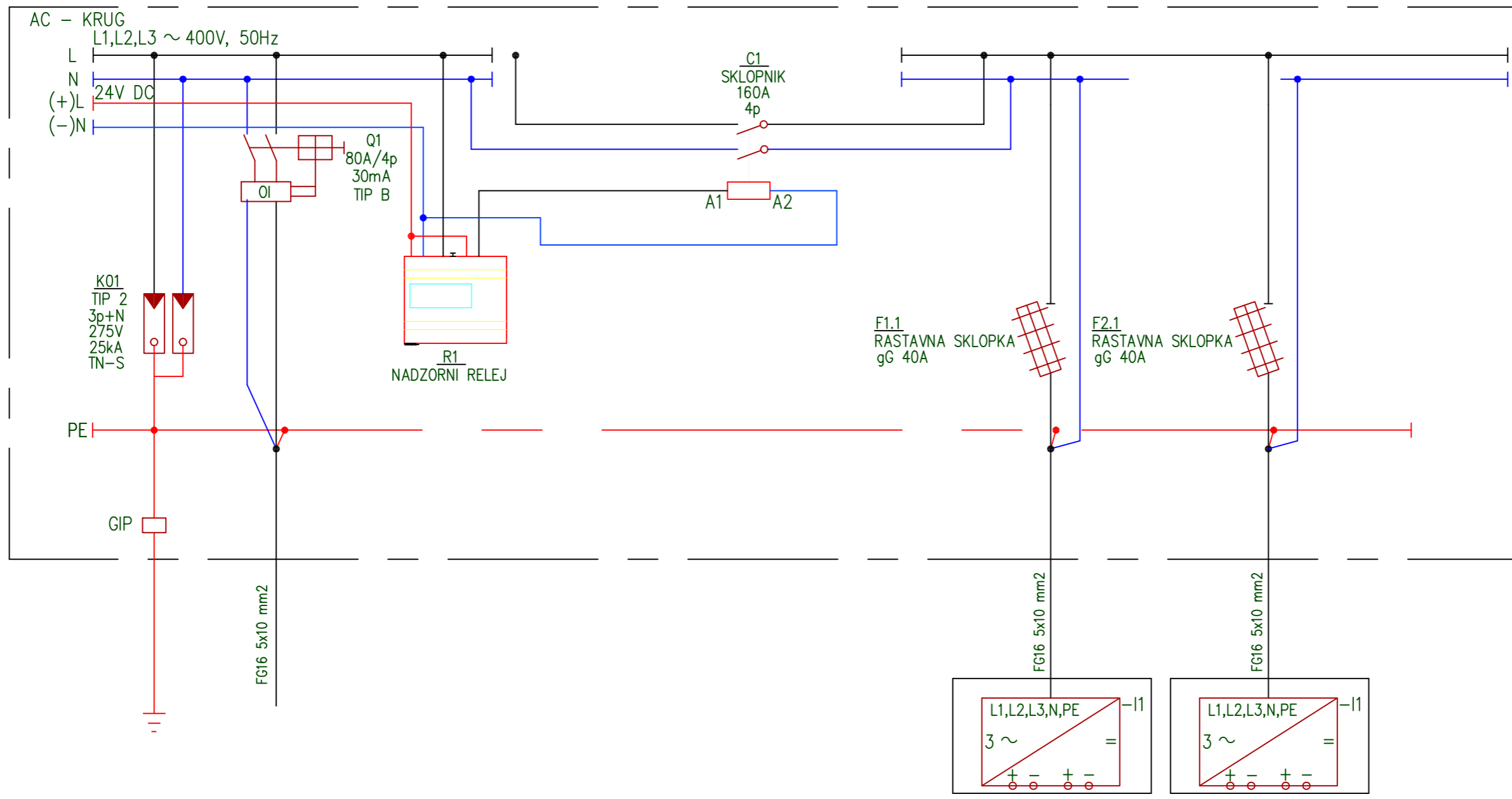
		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNOG ORMARA RO-FN/DC		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat	OVLASĆENI INŽINJER ELEKTROTEHNIKE			
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacрта: List: 1
	Mjerilo:	-		6
				List: 1

For this document we reserve all rights. Without our prior consent this document is not to be copied or to be made available to third parties and it is not to be used for improper purpose by the receiver or third parties.



Za ovaj dokument pridržavamo sva prava. Bez naše suglasnosti ovaj dokument ne smije se umnožavati niti dostupiti trećoj osobi, kao ni upotrebiti u druge svrhe.

RO-FN/AC



BROJ STRUJNOG KRUGA	1	2				3	4
NAZIV POTROSACA	ODVODNIK PRENAPONA	=GRO PRIKLJUČAK FOTONAPONSKE ELEKTRANE NA NN MREZU				IZMJENJIVAČ Huawei SUN2000MA-10KTL-M1 (High Current Version)	IZMJENJIVAČ Huawei SUNMA2000-10KTL-M1 (High Current Version)
INSTAL. SNAGA kW		20,00				10,00	10,00

**ETA CONSULT d.o.o.**

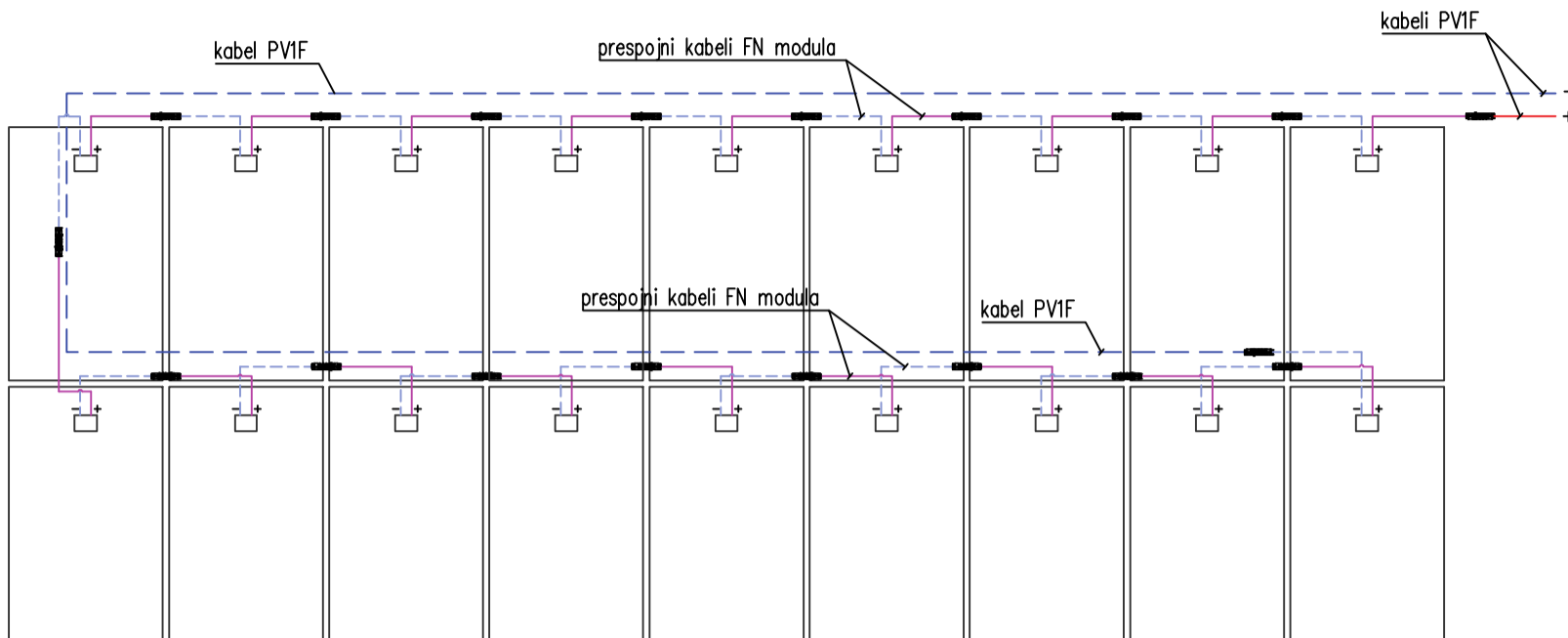
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.      Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.

Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat

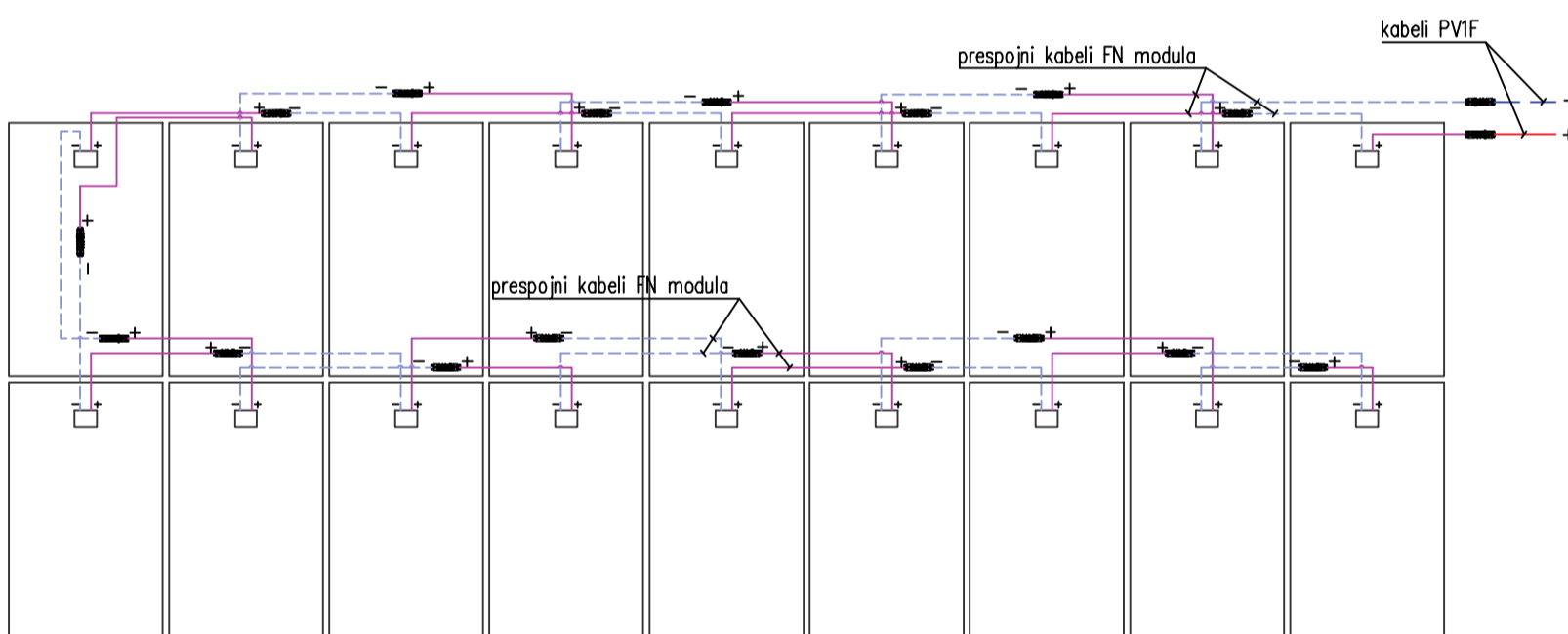
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT GLAVNI PROJEKT			
Naziv: JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNOG ORMARA RO-FN/AC			
Izmjena broj: 0	Zajednička oznaka: -	Broj projekta: E656/22	
Datum: 09/2022	Broj mape: -	Broj nacрта: 7	List: 1
Mjerilo: -	-	7	Lista: 1

### TIPSKI PRIKAZ NAČINA POVEZIVANJA FN MODULA POVEZIVANJE SLJEDA MODULA U SERIJU



### TIPSKI PRIKAZ NAČINA POVEZIVANJA FN MODULA POVEZIVANJE SVAKOG DRUGOG MODULA U SERIJU



Napomena: Oba načina povezivanja su dozvoljena i ispravna. Izvodač može odlučiti koji će koristiti.

### TIPSKI PRIKAZI NAČINA POVEZIVANJA FN MODULA

		ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT		
		GLAVNI PROJEKT		
Projektant: dr.sc. Jakov Batelić, dipl.ing.el.	Potpis i pečat: dr.sc. JAKOV BATELIĆ mag.ing.el.	Naziv: TIPSKI PRIKAZ NAČINA POVEZIVANJA FN MODULA		
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT Svetvinčenat 98, 52342 Svetvinčenat				
Građevina: OSNOVNA ŠKOLA SVETVINČENAT - UGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE k. č. 625/1 k.o. Svetvinčenat	Izmjena broj:	0	Zajednička oznaka:	Broj projekta: E656/22
	Datum:	09/2022	Broj mape:	Broj nacrtu: 1 Lista: 1
	Mjerilo:	-		8