



ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – FOTONAPONSKA ELEKTRANA - IZMJENA

PROJEKTANTSKI URED:	MBT inženjering d.o.o. Macinec, OIB: 46514305761 Macinec, Trnavska 19, tel 040 858 666
INVESTITOR:	Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350
GRAĐEVINA:	SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
VRSTA:	ELEKTROINSTALACIJE – GLAVNI - izmjena
BROJ I DATUM IZRADE:	305/2014 od 01.2025.
PROJEKTANT: (ime, potpis, pečat)	MARIJAN MARCIUŠ, dipl.ing.el. broj ovlaštenja: E 238
ODGOVORNA OSOBA: (ime, potpis, pečat)	MARIJAN MARCIUŠ, dipl.ing.el. OIB: 62464602018

MBT-inženjering d.o.o.
MACINEC, Trnavska 19

SADRŽAJ

OPĆI DIO

- ♦ naslovna strana
- ♦ Sadržaj

DOKUMENTACIJA

RJEŠENJE O UPISU PODUZEĆA U SUDSKI REGISTAR.....				3
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA.....				5
IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA.....				6
IZJAVA O TIPU POSTROJENJA.....				8
1. SAŽETAK.....				9
2. PROJEKTNII ZADATAK.....				9
2.1. Opis projekta.....				9
2.2. Regulativni okvir.....				15
2.3. Opis tehnologije.....				15
3. TEHNIČKI OPIS SUNČANE ELEKTRANE.....				15
3.1. Sunčana elektrana u umreženom pogonu.....				15
3.2. Izbor i dimenzioniranje komponenata sunčane elektrane.....				16
3.2.1. Fotonaponski moduli.....				16
3.2.2. Pretvarač.....				16
1.1.1. Karakteristike izmjenjivača.....				17
3.2.3. Potkonstrukcija za montažu fotonaponskih modula.....				17
3.2.4. Zaštitna oprema sunčane elektrane.....				17
3.2.5. Priključak na elektroenergetsku mrežu.....				17
3.3. Uzemljivačka instalacija.....				17
4. PROCJENA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....				18
4.1. Proračun planirane godišnje proizvodnje FN elektrane s energetsom bilancom (proizvodnja/potrošnja).....				18
4.2. Ekološki učinci sustava.....				18
5. Tehnički proračun.....				18
5.1. Proračun prilika na DC razvodu.....				19
5.1.1. Proračun DC kabela na ulaznoj strani pretvarača.....				20
5.2. Proračun prilika na AC razvodu – ne mijenjaju se.....				20
5.2.1. Zaključak.....				20
6. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE.....				22
7. Prilozi.....				23
7.1. Pretvarač.....				23
8. GRAFIČKI DIO.....				25
SE.1	Situacija	sunčana elektrana	1:1000	
SE.2	Jednopolna shema bloka +N3	sunčana elektrana		
	Tropolna shema spajanja glavnih prekidača			
SE.3	elektrana	sunčana elektrana		
SE.4	Tropolna shema GR SE	sunčana elektrana		
SE.5	Tlocrt krova - raspored i spajanje modula	sunčana elektrana	1 : 50	
SE.5.1	Tlocrt krova - raspored i spajanje modula	sunčana elektrana	1 : 125	
SE.5.2	Tlocrt krova - raspored balasta	sunčana elektrana	1 : 200	
SE.6	Tlocrt 5. kata – pozicija invertera	sunčana elektrana	1 : 100	
SE.7	Jednopolna shema elektrane	sunčana elektrana		
SE.8	Blok shema elektrane	sunčana elektrana		

Macinec, 01.2025.

Projektant: Marijan Marcioš, dipl.ing.el.

RJEŠENJE O UPISU PODUZEĆA U SUDSKI REGISTAR

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Kvakan Ivan
Čakovec, R.Boškovića 21

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

070011610

OIB:

46514305761

TVRTKA:

- 1 MBT-INŽENJERING društvo s ograničenom odgovornošću
- 1 MBT-INŽENJERING d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 3 Macinec (Općina Nedelišće)
Trnavska 19

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
- 1 74.3 - Tehničko ispitivanje i analiza
- 4 * - Projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- 4 * - Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- 4 * - Unutarnje uređenje i opremanje objekata
- 4 * - Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Marijan Marcioš, OIB: 62464602018
Macinec, Trnavska 19
- 1 Ulog: 8,00 kuna; novac
- 1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Marijan Marcioš, OIB: 62464602018
Macinec, Trnavska 19
- 1 - direktor
- 1 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 2 18.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Izjava o usklađenju sa Zakonom o trgovačkim društvima od 11.12.1995.g.
- 2 Odlukom člana društva od 24.09.1997. godine stavljena van snage

Otisnuto: 2015-10-16 13:56:16
Podaci od: 2015-10-16 02:28:30

D004
Stranica: 1 od 2

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- Izjava o usklađenju sa Zakonom o trgovačkim društvima od 11.12.1995. godine i donesena nova Izjava od 24.09.1997. godine zbog povećanja temeljnog kapitala.
- 3 Odlukom člana društva od 30.06.2004. godine, uslijed promjene sjedišta društva izjava od 24.09.1997. godine stavljena izvan snage te je donesena nova izjava od 30.06.2004. godine.
- 4 Odlukom jedinog člana društva od 16.12.2014. godine, Izjava o osnivanju d.o.o. od dana 30.06.2004. godine izmijenjena u članku 4. u odredbi u pogledu djelatnosti društva, te je dana 16.12.2014. godine donijet potpuni tekst Izjave o osnivanju d.o.o.

Promjene temeljnog kapitala:

- 2 Odlukom od 24.09.1997. godine temeljni kapital društva povećan sa revaloriziranog iznosa od 8.000 HRD što iznosi 120,00 Kn za iznos od 17.880,00 Kn novčanom uplatom na iznos od 18.000,00 Kn.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	30.03.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/1246-2	07.03.1996	Trgovački sud u Varaždinu
0002 Tt-97/911-2	24.06.1998	Trgovački sud u Varaždinu
0003 Tt-04/721-2	07.07.2004	Trgovački sud u Varaždinu
0004 Tt-14/3917-2	23.12.2014	Trgovački sud u Varaždinu
eu /	31.03.2009	elektronički upis
eu /	31.03.2010	elektronički upis
eu /	30.03.2011	elektronički upis
eu /	30.03.2012	elektronički upis
eu /	28.03.2013	elektronički upis
eu /	31.03.2014	elektronički upis
eu /	30.03.2015	elektronički upis

Pristojba: _____

Nagrada: _____



JAVNI BILJEŽNIK
Kvakan Ivan
Čakovec, R.Boškovića 21

[Handwritten signature]

PROJEKTANTSKI URED:	MBT inženjering d.o.o. Macinec Macinec, Trnavska 19, tel 040 858 666
INVESTITOR:	Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350
GRAĐEVINA:	SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
NAZIV POGLAVLJA:	RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
BROJ I DATUM IZRADE:	305/2014 od 01.2025.

Na temelju ovlaštenja iz Statuta poduzeća, a vezano uz čl. 51. Zakona o gradnji (Narodne novine RH broj NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24), izdaje se:

RJEŠENJE

kojim se imenuje:

projektant elektrotehničkog projekta fotonaponske elektrane:

Marijan Marcioš, dipl. ing. el.

br. upisa u razred ovlaštenih inženjera: 238

Imenovani je odgovoran da projekt kojega izrađuje zadovoljava propisane uvjete, a naročito da je građevina projektirana u skladu s lokacijskom dozvolom, odnosno uvjetima za građenje građevina propisanim prostornim planom te da ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu, zahtjeve propisane za energetska svojstva zgrada i druge propisane zahtjeve i uvjete. Imenovani je upisan u Imenik ovlaštenih inženjera Hrvatske komore inženjera elektrotehnike, ima pravo na strukovni naziv: ovlašteni inženjer te time zadovoljava uvjete iz čl. 51. Zakona o gradnji (Narodne novine RH broj NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24).

Macinec, 01.2025.

Direktor:

Marijan Marcioš, dipl.ing.el.

PROJEKTANTSKI URED:	MBT inženjering d.o.o. Macinec Maccinec, Trnavska 19, tel 040 858 666
INVESTITOR:	Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350
GRAĐEVINA:	SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
NAZIV POGLAVLJA:	IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA
BROJ I DATUM IZRADE:	305/2014 od 01.2025.

Na temelju članka 70. stavak 2 Zakona o gradnji (Narodne novine RH broj NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) izjavljujem da je glavni projekt
SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
izrađen u skladu s:

Uvjetima za građenje propisanim prostornim planovima:

- Prostorni plan uređenja grada Varaždina (Službeni vjesnik Grada Varaždina broj 2/05, 13/14 i 9/22)

Posebnim propisima:

- Zakon o gradnji (Narodne novine RH broj NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23),
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18),
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o zaštiti od neionizirajućih zračenja (NN 91/10, 114/18)
- Zakon o normizaciji (NN RH br. 080/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14, 32/19),
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 76/22)
- Zakon o energiji (NN 120/12, 14/14, 102/15, 68/18)
- Zakon o tržištu električne energije (NN RH br. 111/21)
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 138/21, 83/23)
- Zakon o preuzimanju Zakon o standardizaciji koji se u Republici Hrvatskoj primjenjuje kao republički zakon (NN 53/91)
- Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22, 155/23)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20, 90/23)
- Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18, 98/19)
- Pravilnik o sadržaju pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine (NN 43/14)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN 146/05)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/2021)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN 113/08)

- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, 118/19)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN 28/16, 88/19)
- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN 43/16)
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV (NN 105/10)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu NN mreže i pripadajućih trafo stanica (Sl. list 13/78)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona (Sl. list 44/76)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl. list 62/73)
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl. list 53/88)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN 114/10, 29/13)
- Pravilnik o Registru obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (NN 087/2019)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevine (NN 64/14, 41/15, 105/15, 61/16, 20/17: čl. 27-29; 118/19, 65/20)
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevine (NN 87/08, 33/10)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19),
- Tehnička pravila za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-Operatera prijenosnih sustava (Bilten HEP-a br. 175)
- Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjestu na niskom i srednjem naponu (bilten HEP-a br. 30/93)
- Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV (Bilten HEP-a br. 130),
- Tehnički uvjeti za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten HEP-a br. 66)
- Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN RH br. 36/06, 14/08)
- Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20)
- Metodologija za utvrđivanje naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu (NN 84/2022)
- Uredba o korištenju obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija (NN 28/2023)
- Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu (NN 7/2018)
- Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/2015)

Macinec, 01.2025.

Projektant: Marijan Marcuš, dipl.ing.el.

PROJEKTANTSKI URED:	MBT inženjering d.o.o. Macinec Macinec, Trnavska 19, tel 040 858 666
INVESTITOR:	Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350
GRAĐEVINA:	SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
NAZIV POGLAVLJA:	IZJAVA O TIPU POSTROJENJA
BROJ I DATUM IZRADE:	305/2014 od 01.2025.

Izjava da je postrojenje za proizvodnju električne energije jednostavna građevina

Temeljem:

- Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Pravilnika o jednostavnim građevinama i radovima (NN 112/2017, 034/2018, 036/2019, 098/2019, 031/2020, 074/2022, 155/2023),

izdajem:

IZJAVU br. 305/2014

kojom izjavljujem da odobrenja, suglasnosti i posebni uvjeti nisu potrebni te da se navedeni radovi mogu izvoditi bez akta za građenje (prema Pravilniku o jednostavnim građevinama i radovima NN 112/2017, 034/2018, 036/2019, 098/2019, 031/2020, 074/2022, 155/2023).

Postrojenje ima instalirani kapacitet od 119 kW (ukupno 187 kW), montira se na krov objekta koji se nalazi na adresi k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin, a investitor je Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350.

Građevina na kojoj se montira sunčana elektrana posjeduje građevinsku, uporabni dozvolu i potvrdu za trajni pogon na snagu 187 kW u smjeru predaje koja se ne mijenja.

U Macincu, 01.2025.

PROJEKTANT: Marijan Marcioš dipl.ing.el.
ovlašteni inženjer elektrotehnike
br. Uvj. 02-10/1781-1985. od 20.01.1986.
Rješenje br. 238 od 22.7.1999.

PROJEKTANTSKI URED:	MBT inženjering d.o.o. Macinec Macinec, Trnavska 19, tel 040 858 666
INVESTITOR:	Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350
GRAĐEVINA:	SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin
NAZIV POGLAVLJA:	TEHNIČKI OPIS
BROJ I DATUM IZRADE:	305/2014 od 01.2025.

1. SAŽETAK

U mjestu k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin investitor Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu, Ulica kralja Petra Krešimira IV, 42, OIB: 64945507350, planira proširiti sunčanu elektranu za proizvodnju električne energije za vlastite potrebe snage od 119 kW (ukupno 187 kW). Time bi se ostvarila veća proizvodnja energije za potrebe objekta uz predaju viška proizvedene električne energije u mrežu.

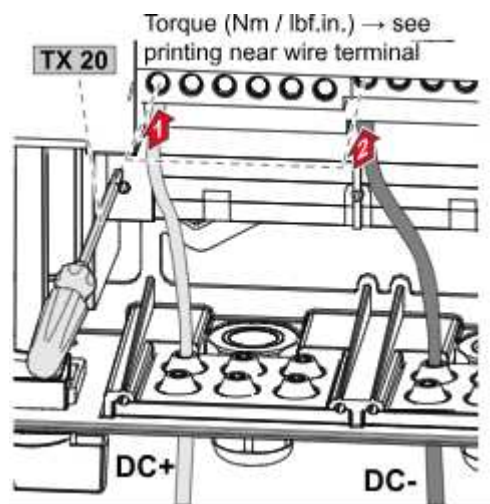
2. PROJEKTNI ZADATAK

2.1. Opis projekta

Na krovu novog studentskog doma na adresi k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin, planira se dograditi integriranu sunčanu elektranu prvenstveno za vlastite potrebe uz predaju viška proizvedene električne energije u mrežu.

Broj izmjenjivača se ne mijenja već se stringovi prespajaju tako da postojeći stringovi u kompletu budu spojeni na 4 invertera (po tri stringa u paraleli na svaki MPPT što inverter dozvoljava), a na dva preostala invertera se spajaju novi moduli (po dva stringa na svaki MPPT), ukupno 8 stringova po 13 modula snage 430 W, ukupno 104 modula sa snagom polja 44.720 W.

Budući da će nakon prespajanja na prva četiri invertera biti spojeno po 3 stringa na svaki MPPT, potrebno je prije ulaza u inverter postaviti ormariće s DC osiguračima 10 A za svaki string. Veza između ormarića s DC osiguračima i invertera bi se također izvela kabelima PV-1 6 mm² (6 pari kabela po inverteru!)



Da bi se postojeći stringovi mogli spojiti u paralelu, potrebno je otpojiti 4 modula (označeni u tlocrtu, blizu izlaza na krov) tako da svaki string ima 18 modula.

Proizvodnja će se povećati za 44.377 kWh godišnje, a prosječno će se proizvoditi 992 kWh po instaliranom kilovatu.

Priključna snaga objekta (u smjeru proizvodnje) ostati će 119 kW (ukupno 187 kW).

Priključna snaga objekta (u smjeru potrošnje) iznosi 650 kW.

Obračunsko mjerno mjesto: 1281046.



ELEKTRA VARAŽDIN

42 000 Varaždin, Kratka 3
Služba za razvoj i investicije

TELEFON • 042 • 371 100
TELEFAKS • 042 • 371 282
POŠTA • 42000 Varaždin • SERVIS
IBAN • HR4923400091410077677

Sveučilište u Zagrebu
Studentski centar Varaždin

J. Merlića b.b.
42000 Varaždin

NAŠ BROJ I ZNAK 400300101/2438/14DV

VAŠ BROJ I ZNAK

PREDMET Elektroenergetska suglasnost za
priključak kupca s elektranom za vlastite
potrebe

DATUM 20.08.2014.

Na zahtjev gornjeg naslova, a na osnovi Općih uvjeta za opskrbu električnom energijom (NN br.14/06), na temelju Pravilnika o naknadi za priključenje na elektroenergetsku mrežu i za povećanje priključne snage (NN br.28/06), Mrežnih pravila elektroenergetskog sustava (NN br.36/06 i 14/2008), HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., ELEKTRA VARAŽDIN, OIB: 46830600751 (u daljnjem pisanju: HEP-ODS), donosi

ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)

broj: 400300-140497-0022

koja se izdaje kupcu:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU STUDENTSKI CENTAR VARAŽDIN, Julija Merlića b.b., 42000 Varaždin, OIB 64945507350

radi povećanja priključne snage građevine kupca te promjene statusa kupca u status kupca s vlastitom elektranom s mogućnošću predaje viška proizvedene električne energije u mrežu

Vrsta elektrane: sunčana elektrana integrirana.

izgrađena na lokaciji: **Varaždin, J. Merlića b.b., k.č. 1252/1;1252/3, k.o. Varaždin**

temeljem:

Potvrde izmjene i dopune glavnog projekta br. 361-03/13-08/3 izdane dana 18.06.2013.,
Izjave ovlaštenog projektanta Vedran Pedišić, dia, Sangrad d.o.o., broj 01/2014 izdane u travnju 2014. da je postrojenje za proizvodnju električne energije jednostavna građevina prema propisima o prostornom uređenju i gradnji,

Glavnog projekta električnih instalacija, projektant Marijan Marcuš, dipl.ing.el., oznaka projekta: 01/2013-E – MAPA 3, travanj 2013.

sklopljenog Ugovora o kupoprodaji električne energije br. 9/2014 od 19.05.2014.,

te izdane prethodne elektroenergetske suglasnosti br. 400300-140497-0011 od 19.05.2014.

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTORICA • LJILJANA ČULE •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • MB 1643991 •
• OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 425.456.000,00 HRK •
• www.hep.hr •

uz sljedeće uvjete:

I. PRIKLJUČAK

1. Priključna snaga: Kupca s vlastitom elektranom kao kupca: **650 kW**
Kupca s vlastitom elektranom kao proizvođača: **187 kW** (isporuka viška proizvedene električne energije u distribucijsku mrežu)
2. Mjesto priključenja građevine na mrežu: - niskonaponski razvod (+N2) u TS 10(20)/0,4 kV Studentski dom
3. Napajanje iz: TS 10(20)/0,4 kV „Studentski dom“, Šifra TS : 1360
Izvod: Studentski dom, studentski restoran i novi studentski dom
4. Napon priključka: 0,4 kV
5. Frekvencija: 50 Hz
Opis izvedbe priključka: Za potrebe priključenja kupca u TS je niskonaponski distributivni razvod (+N1) dograđen s niskonaponskim sklopnim blokom predviđenim za priključenje kupca s vlastitom elektranom (+N2). NN razvod za priključak kupca opremljen je strujnim mjernim transformatorima, četveropolnim prekidačem za odvajanje (s mogućnošću daljinskog upravljanja) te stezaljkama iza prekidača za odvajanje za prihvat šest NN kabela. Unutar TS je ugrađen mjerni ormar (u daljnjem pisanju: MO) u koji iz GRO-a unutar Studentskog doma premješten postojeći mjerni uređaj za poluizravno mjerenje.
6. Uređaj za odvajanje od mreže: **Prekidač četveropolne izvedbe smješten na niskonaponskom sklopnom bloku (+N2) u TS.**
Upravljanje sklopnim uređajem (prekidač) za odvajanje elektrane od mreže koji se nalazi u TS i koristi kao izvršni element na kojeg djeluju zaštite koje jamče paralelni pogon postrojenja elektrane s distribucijskom mrežom bez nepoželjnih pojava i događaja, u isključivoj je nadležnosti HEP-ODS-a. Zaštite koje djeluju na proradu prekidača za odvajanje: nadstrujna, kratkospojna, zemljospojna, podnaponska, nadnaponska, podfrekventna i nadfrekventna zaštita. HEP-ODS plombira opremu obračunskog mjernog mjesta i mora imati omogućen trajni pristup obračunskom mjernom mjestu.
7. Mjesto razgraničenja vlasništva između kupca i HEP-ODS-a su kableske priključnice za priključak niskonaponskih kabela kupca na niskonaponskom sklopnom bloku (+N2) u TS.

II. OBRAČUNSKO MJERNO MJESTO

1. Način mjerenja, kategorija potrošnje, tarifni model i mjerna oprema za mjerenje proizvodnje/potrošnje električne energije koja je u vlasništvu HEP-a:

Br.	Šifra OMM	Naziv	Kategorija	Priključna snaga (kW)	Broj faza	Tip brojila	Ostalo
1.*	1281046	Studentski centar Varaždin	NN - Poduzetništvo	650	3	1	SMT 1000/5 A
			NN – proizvođač (elektrana za pretežno vlastite potrebe)	187			

* postojeće OMM

SMT-strujni mjerni transformator

Tip brojila: 1- Univerzalno Intervalno kombi komunikacijsko brojilo

III. UVJETI KOJE ISPUNJAVA ELEKTRANA

1. Način pogona elektrane: paralelno s distribucijskom mrežom
2. Otočni rad elektrane: nije dozvoljen
3. Izolirani pogon elektrane: nije predviđen

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTORICA • LJILJANA ČULE •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • MB 1643991 •
• OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 425.456.000,00 HRK •
• www.hep.hr •

4. Faktor snage ($\cos \varphi$) Korisnika mreže kao kupca: 0,95 ind do 1
5. Element za osiguravanje primjerenog paralelnog pogona elektrane s mrežom i za sinkronizaciju je: izmjenjivač.
6. Izmjenjivač je opremljen:
 - prekidačem - uređajem za isključenje s mreže i uključanje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključanje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada),
 - sustavom za praćenje mrežnog faznog napona,
 - uređajem za automatsku sinkronizaciju elektrane i mreže,
 - odgovarajućim zaštitama, uključivo i zaštitom od otočnog rada
 - mogućnošću podešenja intervala "promatranja" mreže prije uklopa izmjenjivača
 - sustavom zaštite koji osigurava da svaki ispad napona, uključujući ispad napona u jednoj fazi ili ispad nultog vodiča u elektrodistribucijskoj mreži uzrokuje automatsko odvajanje elektrane od mreže (tropolno odvajanje).
7. Uvjeti sinkronizacije elektrane na mrežu HEP-ODS-a:
 - sinkronizacija mora biti automatska, s vremenom promatranja minimalno 20 s, uz maksimalnu dopuštenu toleranciju
 - razlika napona manja od $\pm 10\%$ nazivnog napona,
 - razlika frekvencije manja od $\pm 0,5$ Hz,
 - razlika faznog kuta manja od ± 10 stupnjeva
8. Uvjete paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta za paralelni pogon, zaštita mora odvojiti elektranu iz paralelnog pogona (mora odvojiti elektranu od distribucijske mreže). Za paralelni pogon elektrane s mrežom, elektrana je opremljena:
 - Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona: pod(nad)naponska; pod(nad)frekventna koja je podešena da kod nestanka napona u mreži dođe do odvajanja elektrane od mreže.
 - Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži: zaštita od preopterećenja, kratkog spoja (u mreži i u elektrani), te zemljospoja.
 - Zaštitom od smetnji i kvarova u elektrani.
 - Zaštitom od otočnog pogona
 - Mogućnošću memoriranja događaja koji su uzrokovali proradu zaštite.

Sustav za odvajanje u elektrani mora zadovoljiti uvjete sigurnog odvajanja elektrane od elektroenergetskog sustava za vrijeme beznaponske pauze unutar ciklusa automatskog ponovnog uključanja, odnosno, u dogovoru s HEP-ODS-om, osigurati prolazak elektrane kroz prolazni kvar.
9. Zaštita od previsokog napona dodira elektroinstalacije kupca izvedena je u skladu sa uvjetima definiranim prethodnom elektroenergetskom suglasnosti, glavnim projektom kao i važećim tehničkim propisima i normama:
 - 9.1. TN-C-S sustavu s pojedinačnim uzemljivačem objekta.
 - 9.2. Zaštitnim uređajem diferencijalne struje (FID sklopka).
10. **Utjecaj Sunčane elektrane na distribucijsku mrežu:** Korisnik mreže na mjestu priključka mora zadovoljiti uvjete kvalitete napona prema HR EN 50160:2012 i elektromagnetsku kompatibilnost prema HR EN 61000-X-X. Prije puštanja u pokusni rad i za vrijeme pokusnog rada će se mjeriti kvaliteta električne energije prema HR EN 50160:2012 i provjeriti jesu li izmjerene vrijednosti unutar zadanih granica.

Korisnik mreže je sukladno kriteriju iz točke 5.3.4. Mrežnih pravila dostavio elaborat utjecaja sunčane elektrane na mrežu (budući da je omjer snage kratkog spoja i priključne snage na mjestu priključenja manji od 150) u cilju utvrđivanja i analize povratnog djelovanja postrojenja elektrane na mrežu. Elaborat utjecaja sunčane elektrane na mrežu je izradila Solektra d.o.o, Čakovec te je isti usuglašen s HEP ODS-om. Dostavljeni Elaborat će se smatrati cjelovitim nakon što mu budu pridružena izvješća o ispitivanju kvalitete električne energije u pokusnom radu nakon provedenih ispitivanja po planu i programu ispitivanja u pokusnom radu i izvedenih mjerenja u postupku kontrole kvalitete napona. Analiza rezultata ispitivanja treba dokazati spremnost elektrane za primjereni paralelni pogon s mrežom bez nedozvoljenog povratnog djelovanja

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTORICA • LJILJANA ČULE •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • MB 1643991 •
 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 425.456.000,00 HRK •
 • www.hep.hr •

Podešenja proračunskih vrijednosti zaštita u elektrani obuhvaćenih Elaboratom podešenja zaštite koje jamče primjereni paralelni pogon elektrane s mrežom moraju biti selektivno podešene i usuglašene s HEP-ODS-om, zapisnički konstatirane (i obostrano supotpisane), kao i svaka izmjena istih.

Prvo usuglašavanje podešenja zaštita elektrane je prije ispitivanja u pokusnom radu elektrane s mrežom. Tada sva podešenja trebaju biti u skladu s Elaboratom podešenja zaštite s kojim se suglasio HEP-ODS.

Sunčana elektrana na mjestu priključenja ne smije ometati rad mrežnog tonfrekventnog signala i sustava daljinskog vođenja.

IV. OSTALI UVJETI

1. Prije privremenog priključenja za potrebe pokusnog rada, Korisnik mreže je dužan zaključiti Ugovor o korištenju distribucijske mreže i Ugovor o vođenju pogona s HEP-ODS-om, te Ugovor o opskrbi s Opskrbljivačem, ukoliko nije obuhvaćen Ugovorom o korištenju mreže.
2. Pokusni rad elektrane tijekom kojeg se ispituje sposobnost elektrane za primjereni paralelni pogon s mrežom provodi se prema usuglašenom Planu i programu ispitivanja u pokusnom radu odobrenom od HEP-ODS-a.
3. Korisnik mreže dužan je provesti pokusni rad, a voditelj ispitivanja dostaviti konačno izvješće o provedenim ispitivanjima u pokusnom radu kojim se jednoznačno utvrđuje spremnost elektrane za primjereni paralelni pogon na mreži bez nepoželjnih pojava i događaja.
4. Temeljem dostavljenog konačnog izvješća HEP-ODS izdaje Dozvolu za trajni pogon elektrane s distribucijskom mrežom, koja je preduvjet za stupanje na snagu i primjenu ugovora o otkupu.
5. Ova elektroenergetska suglasnost prestaje važiti danom raskida ugovora o korištenju mreže ili za slučaj da je korisnik mreže isključen s mreže duže od tri godine.

V. POUKA O PRAVNOM LIJEKU

Protiv ove Elektroenergetske suglasnosti može se uložiti prigovor HEP-ODS-u u roku od 30 dana od dana primitka suglasnosti.

Obradio:

Davor Vargović, dipl.ing.el.



Direktor
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
ELEKTRA VARAŽDIN



Zvonko Rožmarić, dipl.ing.el.

Dostaviti:

1. Korisnik mreže
2. Služba za razvoj i investicije, Odjel za razvoj i pristup mreži
3. Pismohrana

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o. ZAGREB
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE
ELEKTRA VARAŽDIN 5

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTORICA • LJILJANA ČULE •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • MB 1643991 •
• OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 425.456.000,00 HRK •
• www.hep.hr •

2.2. Regulativni okvir

Predmetna dogradnja fotonaponske elektrane definira se kao jednostavna građevina prema slijedećem pravilniku:

- Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima (NN 112/2017, 034/2018, 036/2019, 098/2019, 031/2020, 074/2022, 155/2023)

Člankom 5, stavak 11. definiran regulativni okvir prema kojem se navedeno postrojenje planira izgraditi:

„Bez građevinske dozvole, a u skladu s glavnim projektom mogu se izvoditi radovi: Na postojećoj građevini priključenoj na elektroenergetsku mrežu kojim se postavlja sustav fotonaponskih modula u svrhu proizvodnje električne energije s pripadajućim razdjelnim ormarom i sustavom priključenja na javnu mrežu za predaju energije u mrežu.“

Sunčana elektrana se prema navedenom smatra jednostavnom građevinom jer se izvodi na krovu postojećeg objekta.

2.3. Opis tehnologije

Električna energija se proizvodi u sunčanim ćelijama koje se sastoje od jednog ili dva sloja poluvodičkog materijala. Kada Sunčeve zrake obasjaju sunčanu ćeliju, između tih slojeva se stvara elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje. Što je intenzitet Sunčevog zračenja veći to je i veći tok električne energije. Najčešći materijal za proizvodnju sunčanih ćelija je silicij, koji se dobiva iz pijeska i jedan je najčešćih elemenata u Zemljinoj kori.

Fotonaponski moduli su izuzetno pouzdani, dugotrajni i tihi uređaji za proizvodnju električne energije. Tipičan fotonaponski modul ima učinkovitost od preko 20 posto što znači da može pretvoriti šestinu Sunčeve energije koja na nj padne u električnu energiju.

Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Uzimajući u obzir i energiju utrošenu u proizvodnju fotonaponskih modula, oni proizvode nekoliko desetaka puta manje ugljičnog dioksida po jedinici proizvedene energije od tehnologija fosilnih goriva. Fotonaponski modul ima životni vijek od preko trideset godina i jedan je od najpouzdanijih poluvodičkih proizvoda. Fotonaponskim sustavima je potrebno minimalno održavanje. Na kraju životnog vijeka moduli se mogu gotovo u potpunosti reciklirati, a sastavne sirovine mogu se ponovno koristiti.

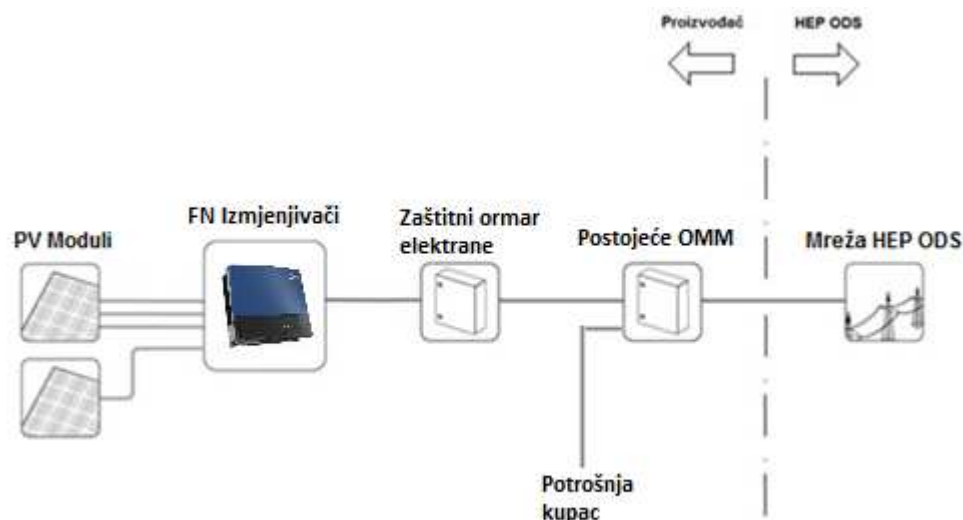
3. TEHNIČKI OPIS SUNČANE ELEKTRANE

3.1. Sunčana elektrana u umreženom pogonu

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu su fotonaponsko polje i fotonaponski pretvarač. Principijelna shema sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu u smislu prvenstveno zadovoljavanja vlastite potrošnje objekta prikazana je na slici 1.

Fotonaponsko polje se sastoji od međusobno serijski povezanih fotonaponskih modula.

Sunčeva energija se u sunčanim ćelijama direktno pretvara u istosmjernu električnu energiju. Istosmjerni napon potrebno je pretvoriti u izmjenični napon odgovarajućeg napona i frekvencije (230/400V, 50Hz). Pretvorbu istosmjernog napona u izmjenični vrši fotonaponski pretvarač. Osnovni dio pretvarača je poluvodički most sastavljen od upravljivih poluvodičkih sklopki koje visokom frekvencijom prekidaju istosmjerni napon i pretvaraju ga u izmjenični pomoću pulsno širinske modulacije. Takav napon se filtrira i predaje elektroenergetskoj mreži. Osim pretvorbe istosmjernog u izmjenični napon pretvarač obavlja ostale zadaće potrebne za siguran rad sustava i zadovoljavanje mrežnih pravila elektroenergetskog sustava.



Slika 1. Principijelna shema sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu

3.2. Izbor i dimenzioniranje komponenata sunčane elektrane

3.2.1. Fotonaponski moduli

Za proširenje su odabrani fotonaponski moduli snage 430 W, bifacial (staklo/staklo). Radi se o standardnom energetsom fotonaponskom modulu sa 108 serijskih spojenih monokristaličnih silicijskih polućelija. Čelije su izrađene u tehnici sitotiskanih prednjih i stražnjih električnih kontakata s difundiranim emiterom dopiranim fosforom na silicijskom supstratu dopiranom borom. Čelije su međusobno zalemljene bakrenim pokositrenim vodičima i laminirane između stakla izvrsnih optičkih i mehaničkih svojstava s prednje i polimernog zaštitnog filma sa stražnje strane. Aluminijsko kućište modula je galvanski zaštićeno od korozije. Nazivna snaga modula je 430 W. Sunčane čelije tijekom vremena zbog nepovratnih procesa unutar modula gube snagu. Proizvođač jamči da stvarna snaga modula neće tijekom 25 godina pasti ispod nazivne za više od 20 %. Dimenzije modula su 1722x1134x30 mm. Težina modula je 24,3 kg. **Efikasnost modula je 22,02, %.**

Fotonaponsko polje sastoji se od 8 stringova od kojih svaki ima po 13 modula .

3.2.2. Pretvarač

Ugrađeno je 6 izmjenjivača Fronius Symo 20.0-3-M čije su tehničke karakteristike dane u nastavku, a dodatni tehnički detalji u prospektnom materijalu u privitku projekta. Izmjenjivači Fronius Symo su generacija trofaznih, beztransformatorskih izmjenjivača, namijenjenih za rad paralelno sa NN mrežom a odlikuju se velikim stupnjem iskoristivosti.



Slika 2.4.1: Montirani izmjenjivači Fronius Symo 20.0-3-M

1.1.1. Karakteristike izmjenjivača

IZMJENJIVAČ FRONIUS SYMO		OPĆI PODACI	Symo 20.0-3-M
ULAZNE VELIČINE	Symo 20.0-3-M	Maksimalni stupanj iskoristivosti	98,10%
PV-raspon napona, MPPT	420 V – 800 V	Euro stupanj iskoristivosti	97,90%
Maksimalni DC napon	1000 V	Težina	43,4 kg
Maksimalna ulazna struja I1/ I2	33,0 A / 27,0 A	Mjere	V 725 x Š 510 x D 225 mm
Maksimalna ulazna struja KS I1/ I2	49,5 A / 40,5 A	Radna temperatura	-25°C do +60°C
Broj stringova ulaza	3+3	Relativna vlaga	0 %100%
Broj MPP-trakera	2	Stupanj zaštite	IP 66 po DIN EN 60529
DC-odvajanje uređaja	DC prekidač	Način hlađenja	Regulirano zračno hlađenje
Zaštita inverznog polariteta	DA	Koncepcija	Bez transformatora, SuperFlex
Nadzor zemljospoja	Ispitivanje izolacije	Certifikati i Norme	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21
IZLAZNE VELIČINE	Symo 20.0-3-M		
Nazivna AC snaga	20.000 W		
Nazivna AC struja	31,9		
Maksimalna AC snaga	20.000 VA		
Naponsko područje mreže	3-NPE 400 V / 230 V or 3~NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)		
Noćna potrošnja	≤ 1 W		
Frekvencija	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)		
Cos fi	0 - 1 ind. / cap.		
SUČELJA	Symo 20.0-3-M		
Ulaz DC	6x DC+ i 6x DC- stezaljke ya		
Izlaz AC	5-polna AC stezaljka za kablove 2,5 -		
WLAN /Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP		
6 ulaza ili 4 digitalna ulaza/izlaza	Sučelje za "ripple control receiver"		
USB (A utičnica)	Datalogging, Update izmjenjivača		
2x RS422 (RJ45-konektor)	Fronius Solar Net, IP protokol		
Signalni izlaz	Upravljanje potrošnjom energije		
Datalogger i Webserver	Integriran		
Poseban ulaz	S0-Sučelje / Ulaz za prenaponsku		
RS485	Modbus RTU SunSpec ili priključak		

Tablica 2.4.1.1: Izmjenjivač Fronius Symo 20.0-3-M - tehničke karakteristike

3.2.3. Potkonstrukcija za montažu fotonaponskih modula

Predviđeno je korištenje aluminijske potkonstrukcije. Fotonaponski moduli su montirani na aluminijsku potkonstrukciju po principu jugoistok-sjeverozapad pod nagibom od 10°. Aluminijska potkonstrukcija je pričvršćena na betonske stupove. Kompletne konstrukcije i fotonaponski paneli se nalaze ispod atike. Balasti za module se postavljaju prema statičkom proračunu unutar izjave projektanta statike.

3.2.4. Zaštitna oprema sunčane elektrane

Fotonaponsko polje i ulaz pretvarača će se od prenapona uzrokovanih atmosferskim pražnjenjima štiti odvodnicima prenapona tipa II nazivnog napona 1000 Vdc.

Nadstrujna zaštita izmjenične strane pretvarača je posotjeća.

3.2.5. Priključak na elektroenergetsku mrežu

Priključak predmetne elektrane na elektroenergetsku mrežu je izveden.

3.3. Uzemljivačka instalacija

Sve odvojene metalne dijelove konstrukcije za montažu modula (šine) potrebno je međusobno galvanski povezati i spojiti ih na sabirnicu za uzemljenje u razdjelniku R-SE.

PE sabirnice spojnog ormara elektrane treba P/f vodičem minimalnog presjeka 16 mm² povezati s postojećim uzemljivačem objekta.

Prema HRN EN 62305 otpor uzemljivača za siguran rad odvodnika prenapona mora biti < 5Ω, što se mora potvrditi mjerenjima.

4. PROCJENA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

4.1. Proračun planirane godišnje proizvodnje FN elektrane s energetsom bilancom (proizvodnja/potrošnja)

Procjena očekivane godišnje proizvodnje energije sunčane elektrane za nove panele provedena je u programskom paketu PV Gis i iznosi 44377 kWh godišnje. Stvarna proizvodnja elektrane može odstupati zbog meteoroloških odstupanja i načina održavanja elektrane.

Najveća mjesečna proizvodnja se očekuje u srpnju i to 6256 kWh. Najmanja mjesečna proizvodnja se očekuje u prosincu i to 1080 kWh. Omjer proizvodnje u najizdašnjem prema najoskudnijem mjesecu je 5,79. Prosječna mjesečna proizvodnja je 3698 kWh.

SUNČANA ELEKTRANA - DOGRADNJA ima očekivanu godišnju proizvodnju 44377 kWh od čega će se većina iskoristiti za vlastite potrebe.

4.2. Ekološki učinci sustava

Za razliku od elektrana na fosilna goriva, fotonaponske sunčane elektrane u pogonu ne ispuštaju onečišćujuće tvari u okoliš, odnosno energija koju proizvedu zamjenjuje energiju iz konvencionalnih izvora i s njim povezane onečišćujuće emisije u atmosferu.

Pretpostavljamo da energija iz sunčane elektrane upravo zamjenjuje energiju iz najskupljih i za okoliš najnepovoljnijih izvora energije.

Metodologija Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost koristi sljedeću specifičnu vrijednost:

Ugljični dioksid: 0,159 kg/kWh

U donjoj tablici izražen je ekološki utjecaj elektrane u smislu smanjenja ispuštanja onečišćujućih tvari u okoliš.

Ekološki utjecaj elektrane na okoliš	FZOEU metodologija
Godišnja proizvodnja električne energije	44377 kWh
Faktor emisije CO ₂ za električnu energiju	0,159 kgCO ₂ /kWh
Godišnje smanjenje emisije CO ₂	7056 kg

5. TEHNIČKI PRORAČUN

Predmetni tehnički proračun obuhvaća elektroenergetski razvod sunčane elektrane.

Proračunom je obuhvaćena kontrola:

- Naponskog raspona na DC strani pretvarača
- Presjeka kabela s obzirom na zagrijavanje vodiča, padove napona i prijenosne gubitke
- Odabira nazivnih vrijednosti sklopnih naprava

Proračun je odrađen za:

- Kompletan DC električni razvod postrojenja

Tehnički opis aktivnih elemenata se nalazi u nastavku:

FN MODUL

Nazivna snaga na STC	430 W
Napon otvorenog kruga	38,25 V
Struja kratkog spoja	14,31 A
Napon u MPP točki	31,73 V
Struja u MPP točki	13,56 A
Temperaturni koeficijent napona	-0,275 %/K
Efikasnost	22,02%

FN IZMJENJIVAČ	
Nazivna snaga na STC	20,00 kW
Max. ulazni napon	1000 V
MPPt raspon	200 V - 800 V
Max. ulazna struja po mppt sklopu	33 A / 27 A
Broj MPPt sklopova	2 kom

5.1. Proračun prilika na DC razvodu**PRORAČUN MAKSIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U PRETVARAČ**

-do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u otvorenom krugu i temperatura ćelija je niska
-kontrola na -10 °C

- 13 modula po stringu
- 2 string po mppt ulazu
- 2 mpp tracker

Najveći očekivani napon na ulazu u pretvarač iznosi:

$$U_{MAX(DC)} = N_{PV\ modul} \cdot U_{oc} \cdot (1 + \Delta_T \cdot K), \Delta_T = T_{-10C} - T_{STC}$$

$$= 545\ V$$

Najveći očekivani napon je manji od 1100V.

ZADOVOLJAVA

PRORAČUN MINIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U PRETVARAČ

-do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u točki i temperatura ćelija je visoka
-kontrola na +60 °C

- 13 modula po stringu
- 2 string po mppt ulazu
- 2 mpp tracker

Najmanji očekivani napon na ulazu u pretvarač iznosi:

$$U_{MIN(DC)} = N_{PV\ modul} \cdot U_{MPP} \cdot (1 + \Delta_T \cdot K), \Delta_T = T_{+60C} - T_{STC}$$

$$= 528\ V$$

Najmanji MPP napon je unutar granica MPPT raspona pretvarača.

5.1.1. Proračun DC kabela na ulaznoj strani pretvarača

Dimenzioniranje kabela vrši se prema tri glavna kriterija:

- naponskoj klasi kabela
- maksimalnom strujnom opterećenju kabela
- minimiziranju gubitaka u kabelima

Naponska klasa PV1-F kabela koji se primjenjuje u fotonaponskim sustavima je 1000 V. Maksimalni napon praznog hoda za najdulji niz fotonaponskih modula izračunat je na projektnoj temperaturi od -10 °C i iznosi 545 V iz čega je vidljivo da ne prelazi naponsku klasu standardnih kabela.

Dimenzioniranje veličine presjeka kabela određeno je maksimalnom strujom koja može teći kroz kabel. Za maksimalno strujno opterećenje kabela moraju biti zadovoljene vrijednosti prema normi IEC 60512 dio 3. Maksimalna struja koja može teći kroz modul ili kabel niza je razlika struje kratkog spoja fotonaponskog generatora i struje kratkog spoja jednog niza:

$$I_{MAX} = I_{SCPV} - I_{SCString}$$

Kabel se ili dimenzionira za struju I_{max} , ili se koriste osigurači koji štite kabel od preopterećenja. Kabeli i zaštitni uređaji odabrani su tako da su njihove dozvoljene maksimalne struje opterećenja veće od maksimalne struje. U skladu s IEC 60364-7-712, kabeli nizova moraju podnositi struju koja je 1,25 puta veća od struje kratkog spoja fotonaponskog generatora, te se polažu tako da su osigurani od zemljospoja i kratkog spoja. Dimenzioniranje kabela također udovoljava zahtjevima za polaganje prema IEC 60512.

Dimenzioniranje presjeka kabela uzima u obzir što manje moguće gubitke u kabelima/padovi napona prema VDE 0100 dio 712. Propis ograničava gubitak energije kroz sve DC kabele na najviše 1% u standardnim uvjetima testiranja (STC).

Ukupan gubitak snage u svim kabelima istosmjernog razvoda, za odabrani presjek kabela izračunava se prema sljedećim formulama:

$$P_{DC} = \frac{n \cdot L_M \cdot P_{ST}^2}{A_M \cdot V_{MPP}^2 \cdot \kappa} \quad p_{\%} = \frac{P_{DC}}{n \cdot P_{ST}} \cdot 100$$

PRORAČUN GUBITAKA U DC KABELIMA					
-uz projektirane dužine kabela					
-za bakreni kabel PV1-F, $\kappa=56\text{Sm/mm}^2$, $A_M=4\text{mm}^2$					
Pretvarač	String	Broj modula	L_M	$P_{DC} [W]$	$P_{DC} \%$
	IN.1.1.	26	340m	186,06 W	0,93%
	IN.2.1.	26	340m	186,06 W	0,93%
UKUPNI GUBICI NA DC RAZVODU				372,13 W	1,86%

5.2. Proračun prilika na AC razvodu – ne mijenjaju se

5.2.1. Zaključak

Dogradnjom sunčane elektrane za vlastite potrebe nazivne snage očekuje se godišnja proizvodnja od 44377 kWh ekološki čiste električne energije.

Elektrana će tijekom 30 godina rada prema metodologiji FZOEU u okoliš ispustiti oko 211,68 tona manje ugljičnog dioksida u odnosu na proizvedenu energiju u klasičnim elektranama, a većina energije će se iskoristiti direktno za potrebe objekta dok će se višak energije predati u mrežu.

Projektant:

Marijan Marcuš, dipl.ing.el.

6. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Procijenjena vrijednost troškova gradnje iznosi:

	SUNČANA ELEKTRANA - dogradnja	euro			24364,00
	PDV:	euro			6091,00
	SVEUKUPNO SUNČANA ELEKTRANA - dogradnja	euro			30455,00

Projektant:
Marijan Marcuš, dipl.ing.el.

7. PRILOZI

7.1. Pretvarač

TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

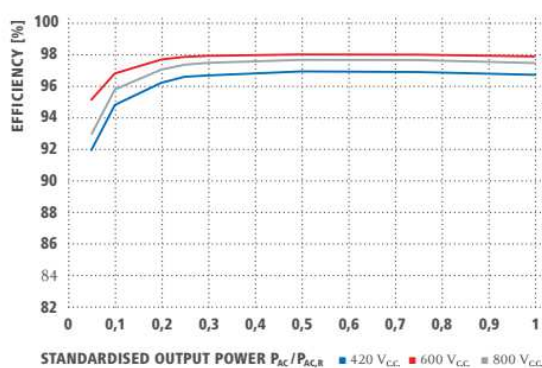
INPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Number MPP trackers	2				
Max. input current ($I_{dc \max 1} / I_{dc \max 2}$)	27.0 A / 16.5 A ¹⁾			33.0 A / 27.0 A	
Max. usable input current total ($I_{dc \max 1} + I_{dc \max 2}$)	43.5 A			51.0 A	
Max. array short circuit current (MPP1/MPP2)	40.5 A / 24.8 A			49.5 A / 40.5 A	
DC input voltage range ($U_{dc \min} - U_{dc \max}$)	200 - 1000 V				
Feed-in start voltage ($U_{dc \text{ start}}$)	200 V				
Usable MPP voltage range	200 - 800 V				
Number of DC connections	3+3				
Max. PV generator output ($P_{dc \max}$)	15.0 kW _{peak}	18.8 kW _{peak}	22.5 kW _{peak}	26.3 kW _{peak}	30.0 kW _{peak}
OUTPUT DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
AC nominal output ($P_{ac,r}$)	10,000 W	12,500 W	15,000 W	17,500 W	20,000 W
Max. output power	10,000 VA	12,500 VA	15,000 VA	17,500 VA	20,000 VA
AC output current ($I_{ac \text{ nom}}$)	14.4 A	18.0 A	21.7 A	25.3 A	28.9 A
Grid connection (voltage range)	3-NPE 400 V / 230 V or 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frequency (Frequency range)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Total harmonic distortion	1.8 %	2.0 %	1.5 %	1.5 %	1.3 %
Power factor ($\cos \phi_{ac,r}$)	0 - 1 ind. / cap.				
GENERAL DATA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensions (height x width x depth)	725 x 510 x 225 mm				
Weight	34.8 kg			43.4 kg	
Degree of protection	IP 66				
Protection class	1				
Overvoltage category (DC / AC) ²⁾	2 / 3				
Night time consumption	< 1 W				
Inverter design	Transformerless				
Cooling	Regulated air cooling				
Installation (DIN rail)	Indoor and outdoor installation (106 x 90 x 66 mm)				
Ambient temperature range	-40 - +60 °C				
Permitted humidity	0 - 100 %				
Max. altitude	2,000 m / 3,400 m (unrestricted / restricted voltage range)				
DC connection technology	6x DC+ and 6x DC- screw terminals 2.5 - 16 mm ²				
AC connection technology	5-pole AC screw terminals 2.5 - 16 mm ²				
Certificates and compliance with standards	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

¹⁾ 14.0 A for voltages < 420 V

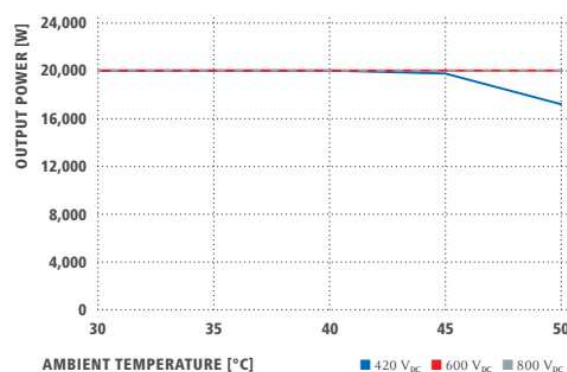
²⁾ According to IEC 62109-1. DIN rail for optional type 1 + 2 or type 2 surge protection device available.

Further information regarding the availability of the inverters in your country can be found at www.fronius.com.

FRONIUS SYMO 20.0-3-M EFFICIENCY CURVE



FRONIUS SYMO 20.0-3-M TEMPERATURE DERATING



TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

EFFICIENCY	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Max. efficiency	98.0 %			98.1 %	
European efficiency (η _{EU})	97.4 %	97.6 %	97.8 %	97.8 %	97.9 %
MPP adaptation efficiency	> 99.9 %				
PROTECTIVE DEVICES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
DC insulation measurement			Yes		
Overload behaviour		Operating point shift, power limitation			
DC disconnect			Yes		
Reverse polarity protection			Yes		
RCMU			Yes		
INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN		Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs and 4 digital inputs/outputs		Interface to ripple control receiver			
USB (A socket) ¹⁾		Datalogging, inverter update via USB flash drive			
2x RS422 (RJ45-socket) ¹⁾		Fronius Solar Net			
Signalling output ¹⁾		Energy management (potential-free relay output)			
Datalogger and Webserver		Included			
External input ¹⁾		50-Meter Interface / Input for overvoltage protection			
RS485		Modbus RTU SunSpec or meter connection			

¹⁾ Also available in the light version.

Further information and technical data can be found at www.fronius.com.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

THREE BUSINESS UNITS, ONE GOAL: TO SET THE STANDARD THROUGH TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT.

What began in 1945 as a one-man operation now sets technological standards in the fields of welding technology, photovoltaics and battery charging. Today, the company has around 4,760 employees worldwide and 1,253 patents for product development show the innovative spirit within the company. Sustainable development means for us to implement environmentally relevant and social aspects equally with economic factors. Our goal has remained constant throughout: to be the innovation leader.

Further information about all Fronius products and our global sales partners and representatives can be found at www.fronius.com.

Fronius India Private Limited
GAT no 312, Nanekarwadi
Chakan, Taluka - Khed District
Pune 410501
India
pv-sales-india@fronius.com
www.fronius.in

Fronius Australia Pty Ltd.
90-92 Lambeck Drive
Tullamarine VIC 3043
Australia
pv-sales-australia@fronius.com
www.fronius.com.au

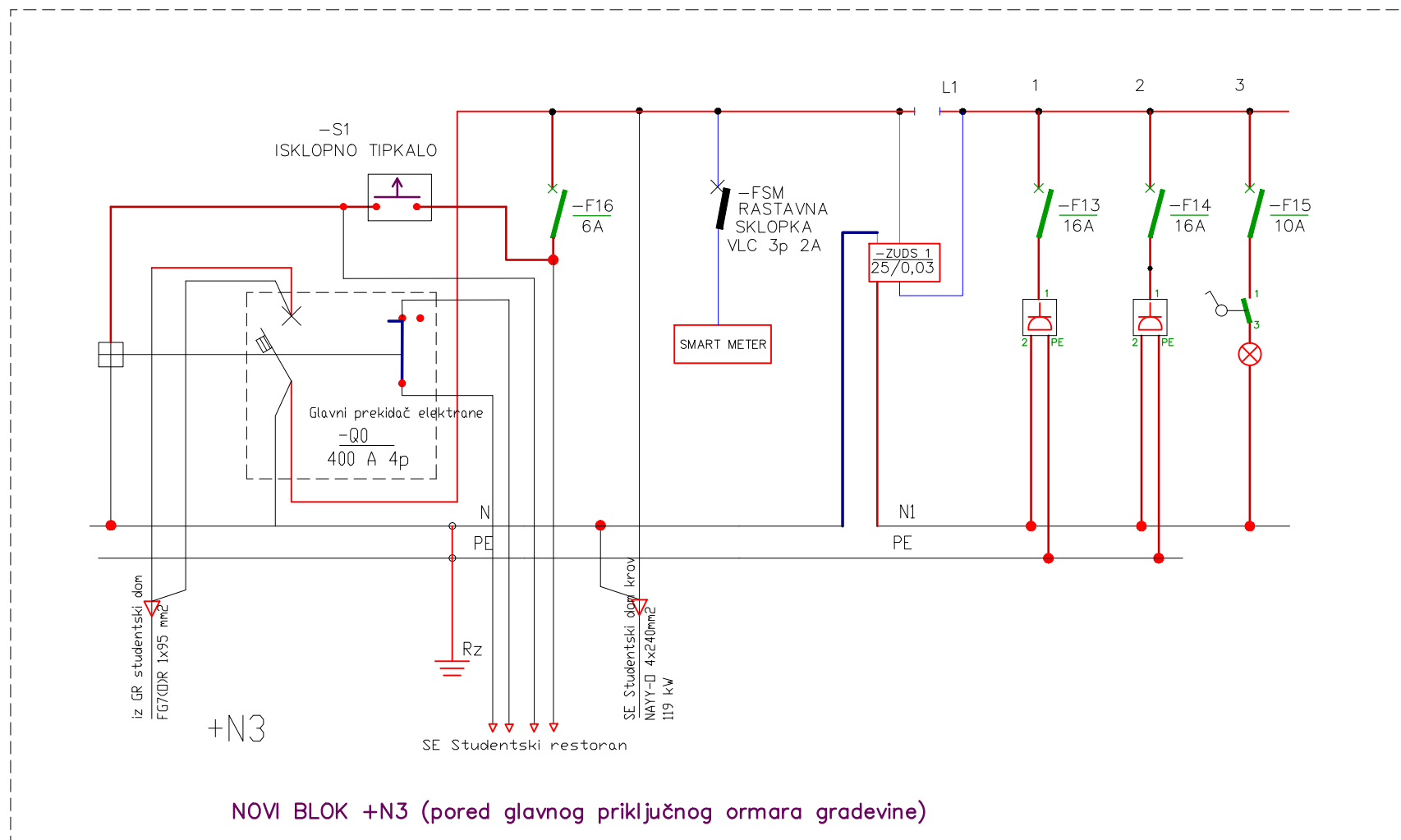
Fronius UK Limited
Maidstone Road, Kingston
Milton Keynes, MK10 0BD
United Kingdom
pv-sales-uk@fronius.com
www.fronius.co.uk

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

8. GRAFIČKI DIO

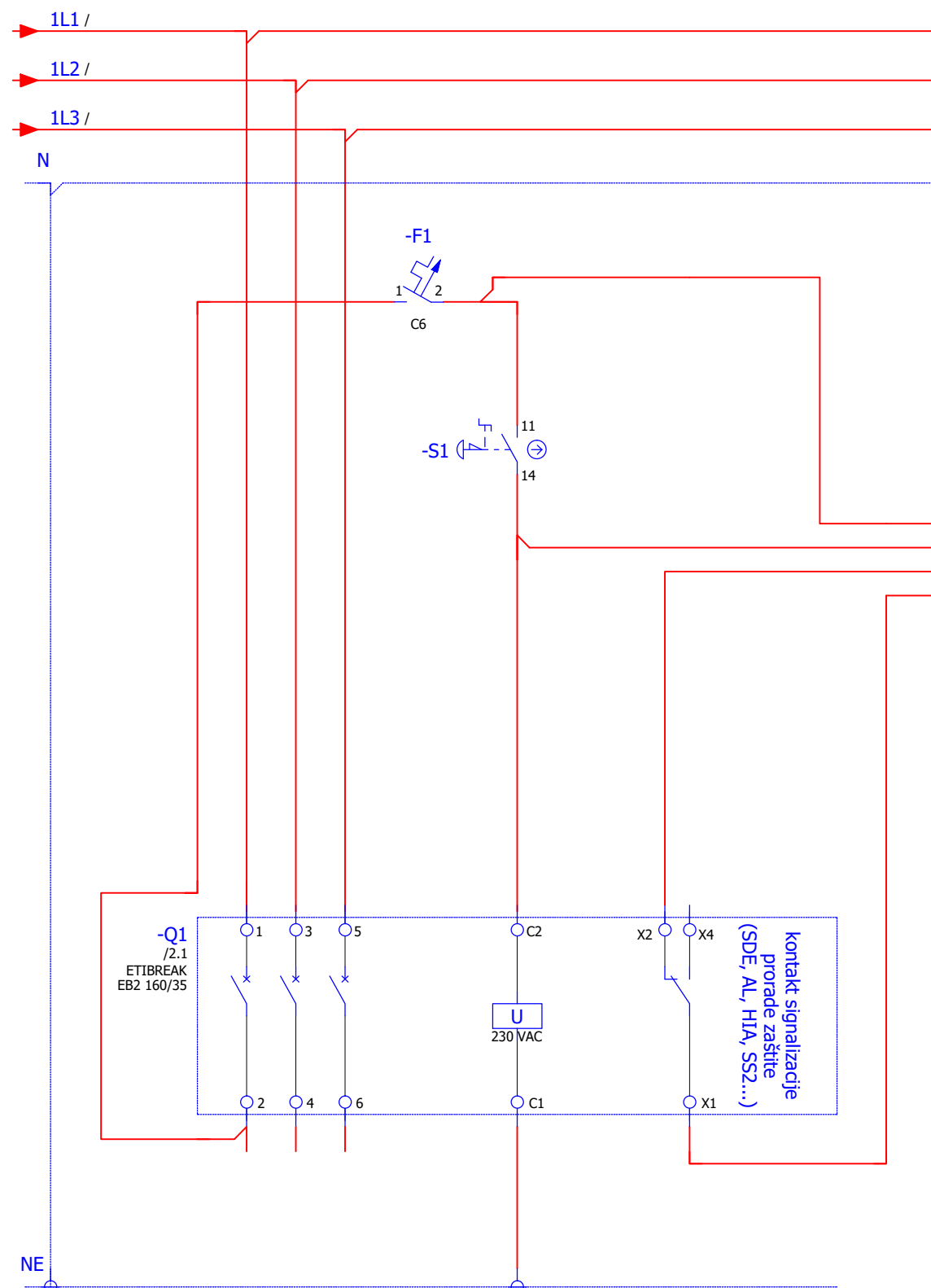
GRAFIČKI DIO:

SE.1	Situacija	sunčana elektrana	1:1000
SE.2	Jednopolna shema bloka +N3	sunčana elektrana	
	Tropolna shema spajanja glavnih prekidača		
SE.3	elektrana	sunčana elektrana	
SE.4	Tropolna shema GR SE	sunčana elektrana	
SE.5	Tlocrt krova - raspored i spajanje modula	sunčana elektrana	1 : 50
SE.5.1	Tlocrt krova - raspored i spajanje modula	sunčana elektrana	1 : 125
SE.5.2	Tlocrt krova - raspored balasta	sunčana elektrana	1 : 200
SE.6	Tlocrt 5. kata – pozicija invertera	sunčana elektrana	1 : 100
SE.7	Jednopolna shema elektrane	sunčana elektrana	
SE.8	Blok shema elektrane	sunčana elektrana	

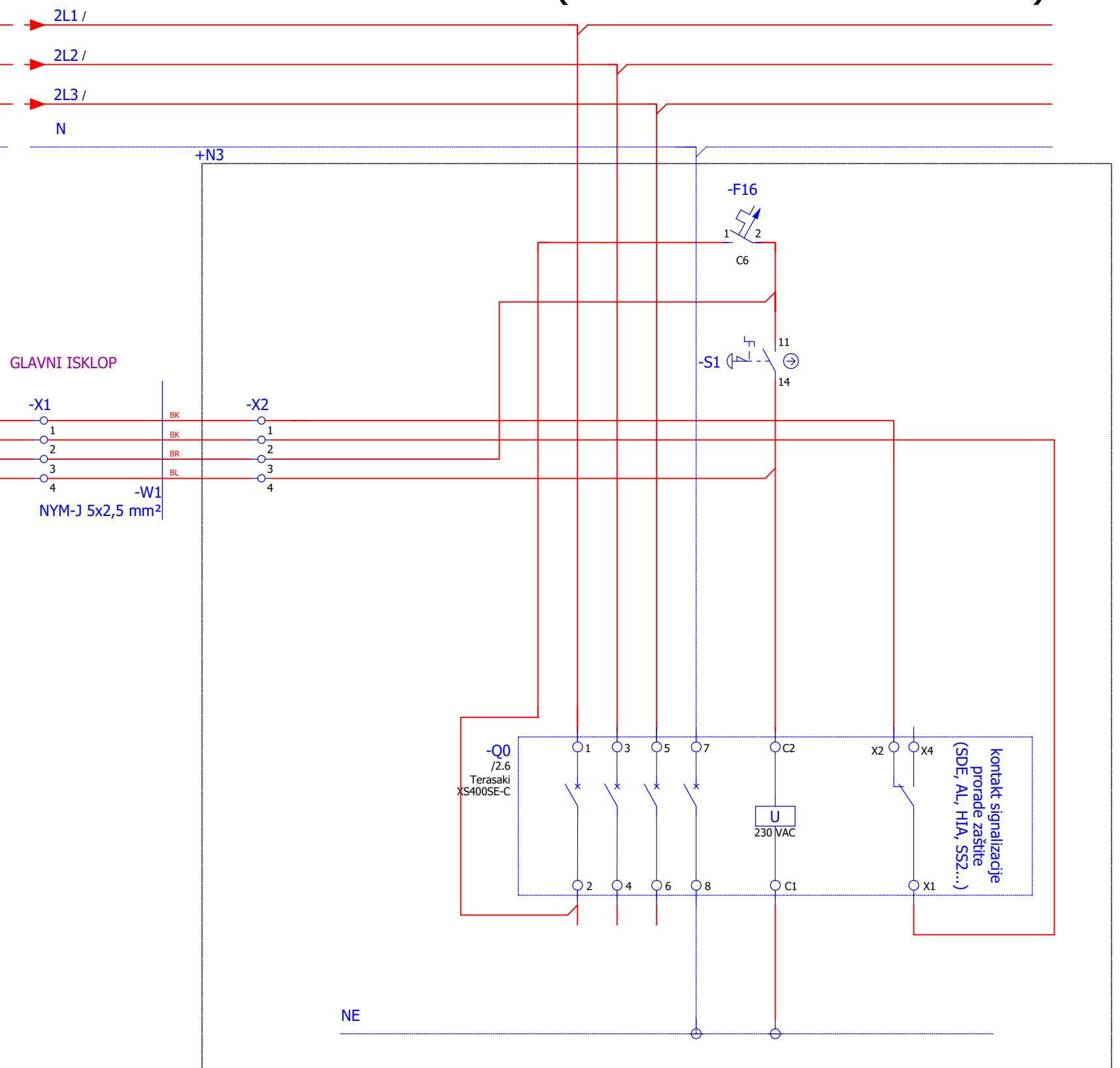


Projektant: Marijan Marcijuš, d.i.e.		Građevina: ZGRADA STUDENTSKOG DOMA KAMPUSA VARAŽDIN DOGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE		Mjesto gradnje: Varaždin, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin			
 E 238	MARIJAN MARCIUŠ dipl.ing.el.	Investitor: Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu		Mjerilo:	ZOP: SDV	Broj TD: 305/2014	Datum: 01.2025
	OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA bloka + N3			Broj lista: SE.2		
Suradnik:							

GR RESTORAN



+N3 (NOVI STUDENTSKI DOM)



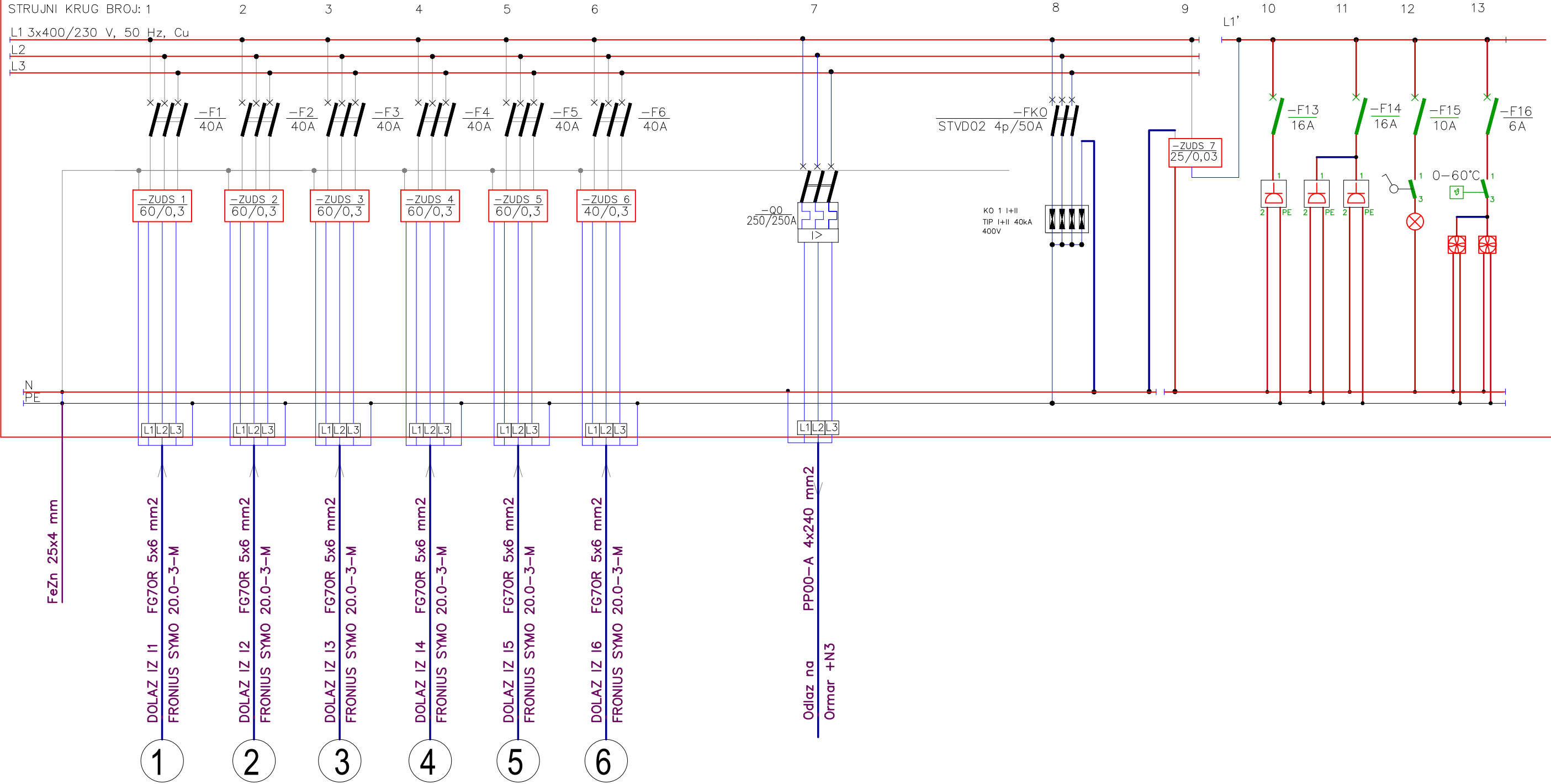
TROPOLNA SHEMA GR-SE

STRUJNI KRUG BROJ: 1

L1 3x400/230 V, 50 Hz, Cu

L2

L3










Projektant: Marijan Marčuš, d.i.e. MARJAN MARČUŠ dipl.ing.el. E 238 OVLASTEN INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	Građevina: ZGRADA STUDENTSKOG DOMA KAMPUSA VARAŽDIN DOGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE		Mjesto gradnje: Varaždin, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin	
	Investitor: Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu	Mjerilo:	ZOP: SDV	Broj TD: 305/2014 Datum: 01.2025
Suradnik:	Sadržaj: TROPOLNA SHEMA GR SE		Broj lista: SE.4	

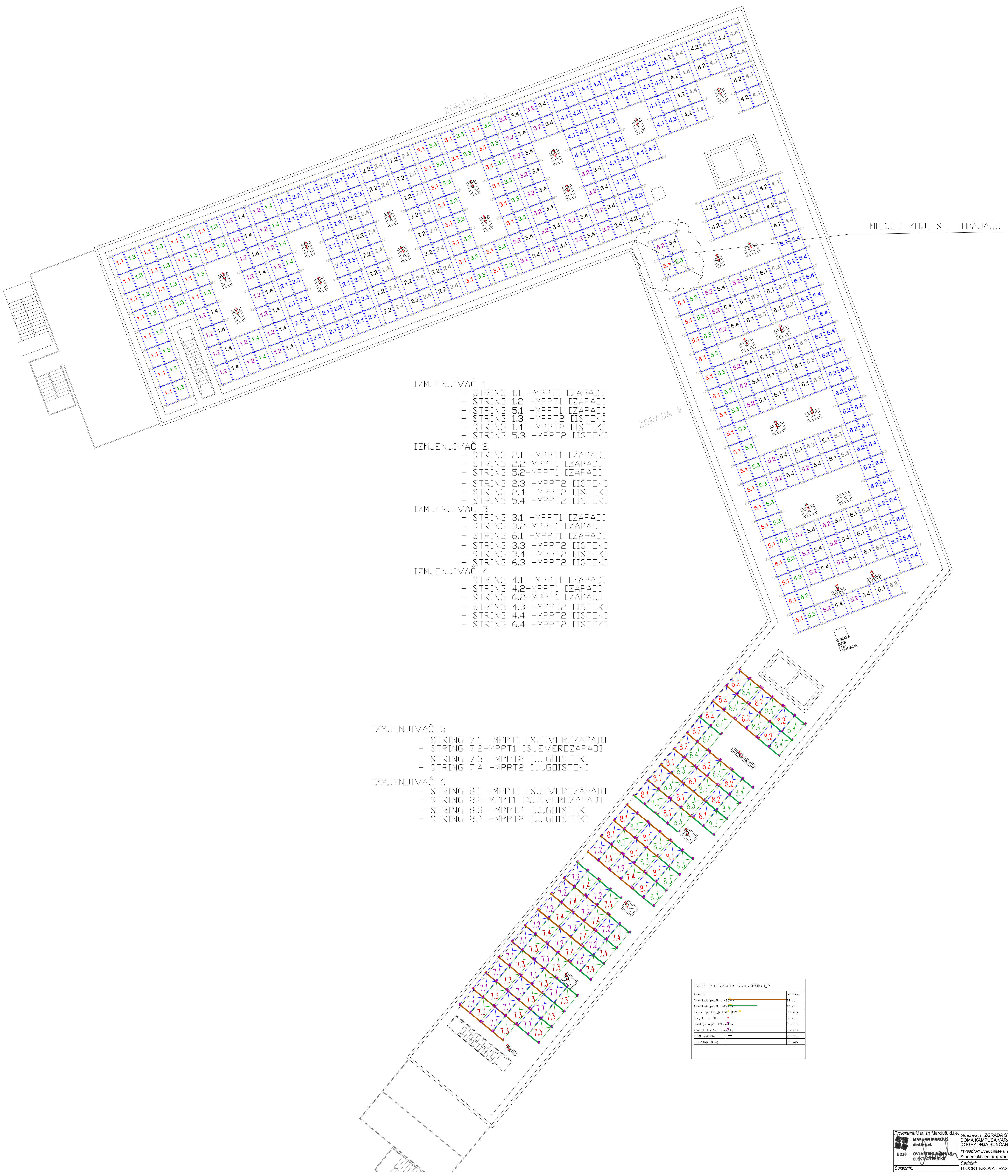
IZMJENJIVAČ 5

- ```
- STRING 7.1 -MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 7.2 -MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 7.3 -MPPT2 [JUGOISTOK]
- STRING 7.4 -MPPT2 [JUGOISTOK]
```

## IZMJENJIVAČ 6

- ```
- STRING 8.1 -MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 8.2-MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 8.3 -MPPT2 [JUGOISTOK]
- STRING 8.4 -MPPT2 [JUGOISTOK]
```

Element		Količina
Aluminijski profil L=4950mm		24 kom
Aluminijski profil L=2475mm		27 kom
Set za podizanje kutlo (FR)		156 kom
Spojnice za šinu		26 kom
Srednja kopčea FN modula		138 kom
Krajnja kopčea FN modula		127 kom
EPDM podloška		312 kom
PPB stup 30 kg		131 kom



IZMJENJIVAČ 1
- STRING 1.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 1.2 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 5.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 1.3 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 1.4 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 5.3 -MPPT2 [ISTOK]

IZMJENJIVAČ 2
- STRING 2.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 2.2-MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 5.2-MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 2.3 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 2.4 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 5.4 -MPPT2 [ISTOK]

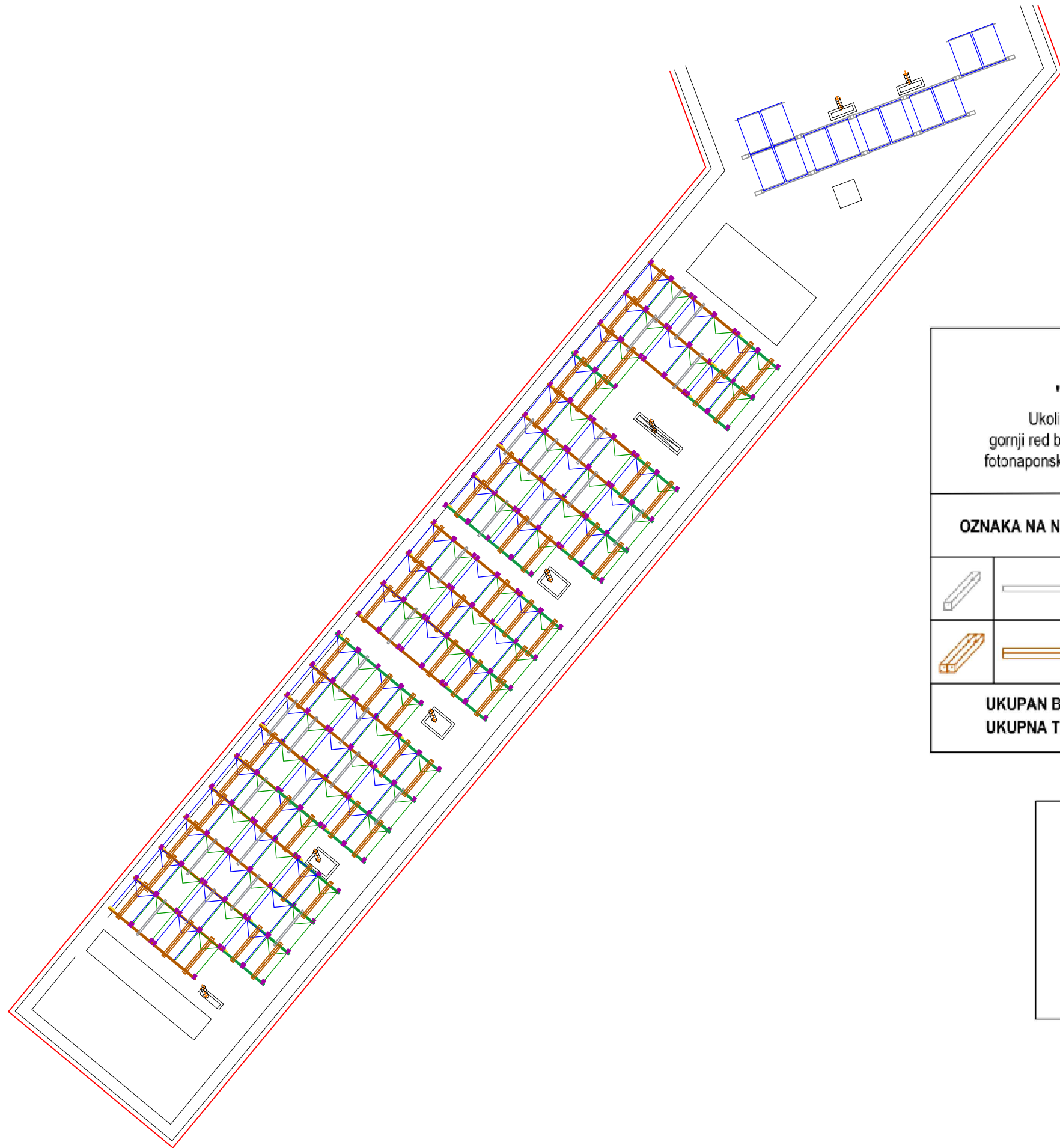
IZMJENJIVAČ 3
- STRING 3.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 3.2-MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 6.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 3.3 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 3.4 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 6.3 -MPPT2 [ISTOK]

IZMJENJIVAČ 4
- STRING 4.1 -MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 4.2-MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 6.2-MPPT1 [ZAPAD]
- STRING 4.3 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 4.4 -MPPT2 [ISTOK]
- STRING 6.4 -MPPT2 [ISTOK]

IZMJENJIVAČ 5
- STRING 7.1 -MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 7.2-MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 7.3 -MPPT2 [JUGOISTOK]
- STRING 7.4 -MPPT2 [JUGOISTOK]

IZMJENJIVAČ 6
- STRING 8.1 -MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 8.2-MPPT1 [SJEVEROZAPAD]
- STRING 8.3 -MPPT2 [JUGOISTOK]
- STRING 8.4 -MPPT2 [JUGOISTOK]

Popis elemenata konstrukcije	
Element	Količina
Aluminijski profil L=1000mm	84 kom
Aluminijski profil L=1000mm	87 kom
Set za postavljanje kablova	256 kom
Spojnice za kablove	256 kom
Brzgotvrdni vijci M8x16	336 kom
Krpa za brisanje	277 kom
EPDM podloška	212 kom
PPH ulaz 30 kg	212 kom

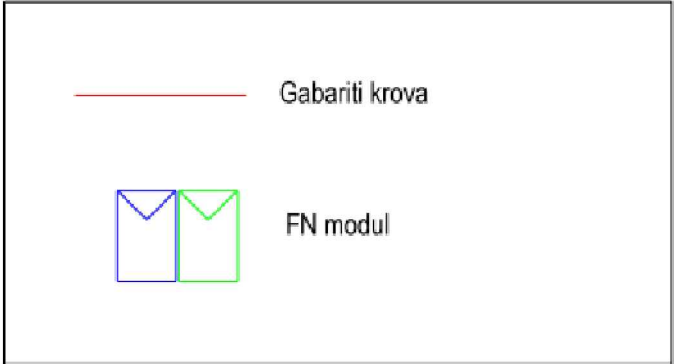



LEGENDA BALASTA

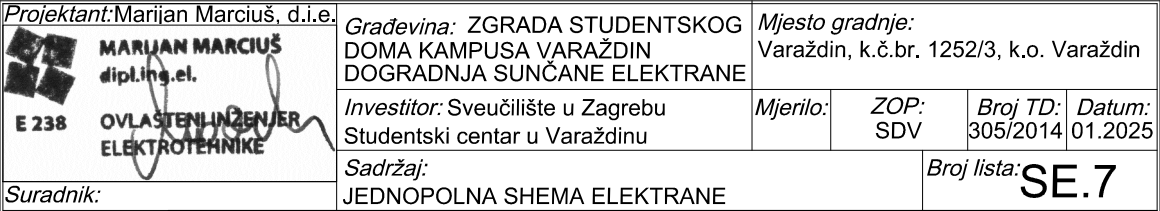
"D-Dome 6.10 Xpress" sistem

Ukoliko je balaste potrebno postaviti u dva reda,
gornji red balasta je potrebno smjestiti bliže uzdignutoj strani
fotonaponskog panela zbog povoljnijeg utjecaja na prevrtanje!

OZNAKA NA NACRTU		BROJ STUPOVA PO BALASTU	KOLIČINA
		Balast od 1x30 kg	27
		Balast od 2x30 kg	52
UKUPAN BROJ STUPOVA (balasta)			131 komada
UKUPNA TEŽINA SVIH STUPOVA (balasta)			3930 kg



 MARIJAN MARČUŠ dipl.ing.el. E 238 OVLASTEN INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	Projektant: Marijan Marcuš, d.i.e.		Građevina: ZGRADA STUDENTSKOG DOMA KAMPUSA VARAŽDIN DOGRADNJA SUNČANE ELEKTRANE		Mjesto gradnje: Varaždin, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin	
	Investitor: Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu		Mjerilo: 1:200	ZOP: SDV	Broj TD: 305/2014	Datum: 01.2025
	Suradnik:		Sadržaj: TLOCRT KROVA - RASPORED BALASTA		Broj lista: SE.5.2	

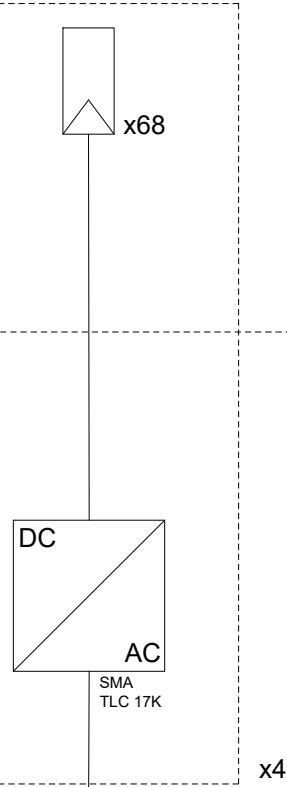


Restoran
Ravni krov zgrade

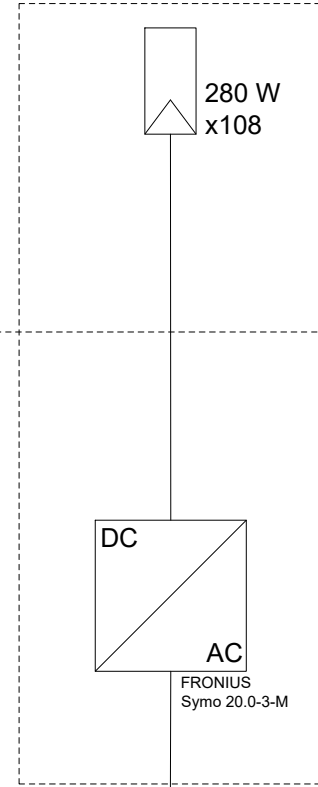
Novi studentski dom
Ravni krov zgrade

Prizemlje restorana

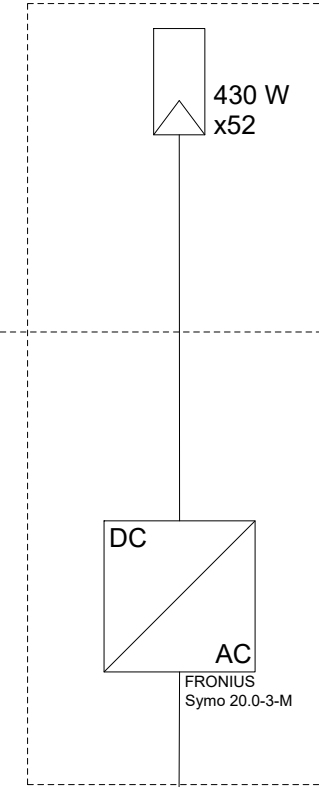
Podrum zgrade pokraj glavnog razvodnog ormara građevine



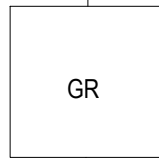
FAZA 1



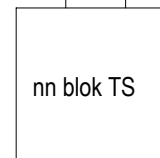
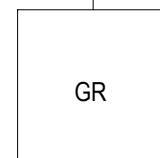
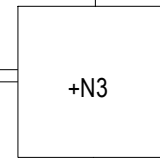
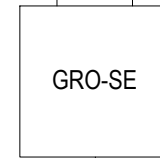
FAZA 2




FAZA 3



veza između glavnih sklopki



Projektant: Marijan Marcijuš, d.i.e.		Građevina: ZGRADA STUDENTSKOG DOMA KAMPUSA VARAŽDIN DOGRADNJA SUNCANE ELEKTRANE		Mjesto gradnje: Varaždin, k.č.br. 1252/3, k.o. Varaždin	
 E 238	MARIJAN MARCIUŠ dipl.ing.el. OVLAŠTEN INŽENJER ELEKTROTEHNIKE	Investitor: Sveučilište u Zagrebu Studentski centar u Varaždinu		Mjerilo:	ZOP: SDV
		Sadržaj: BLOK SHEMA KOMPLETNE ELEKTRANE FAZA 1 I FAZA 2		Broj TD: 305/2014	Datum: 01.2025
Suradnik:		Broj lista: SE.8			