Solektra projekt d. o. o.
Trg Eugena Kvaternika 9, 40 000 Čakovec
info@solektra.hr
www.solektra.hr
040 313 748
OIB 46197280444

GLAVNI PROJEKT ELEKTROINSTALACIJA

POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA

MAPA I

INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće, OIB: 19745985097
GRAĐEVINA	Sunčana elektrana NMP - PRODUKT
LOKACIJA	Ul. dr. Ivana Novaka 46, 40000 Čakovec, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec
VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
ZOP	
TEHNIČKI DNEVNIK	59/2021

Čakovec, svibanj 2021

GLAVNI PROJEKTANT
DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.
broj ovlaštenja: E1369

DUBRAVKO MAČEK
Digitally signed by DUBRAVKO MAČEK
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA ELEKTROTEHNIKE, 2.5.4.97=VATHR-31185646618, ou=Signature, sn=MAČEK, givenName=DUBRAVKO, serialNumber=PNOHR-40452446786, cn=DUBRAVKO MAČEK
Date: 2021.05.25 15:14:52 +02'00'

SURADNIK NA PROJEKTU
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

ODGOVORNA OSOBA
GORAN OREŠKI, mag. ing. el.

GORAN OREŠKI
Digitally signed by GORAN OREŠKI
Date: 2021.05.25 14:52:22 +02'00'

SADRŽAJ

OPĆI DIO:

- Popis projekata i projektanata
- Registracija poduzeća
- Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike
- Rješenje o imenovanju projektanta elektroinstalacija
- Izjava o tipu postrojenja
- Izjava o usklađenosti projekta
- Prikaz mjera zaštite od požara
- Prikaz mjera za primjenu propisa i pravila zaštite na radu
- Program osiguranja i kontrole kvalitete

TEKSTUALNI DIO:

TROŠKOVNIK:

GRAFIČKI DIO:

Projektant:

Dubravko Maček, dipl.ing.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

POPIS PROJEKATA I PROJEKTANATA

Broj	vrsta projekata	projektant / firma / rješenje
1.	ELEKTROINSTALATERSKI PROJEKT MAPA I. BR. TEH. DNEV. 59/2021	**DUBRAVKO MAČEK, dipl.ing.el.** "Solektra projekt" d.o.o., Čakovec Kl.UP/I-310-34/99-01/1369 od 16.2.2000.

Projektant:

Dubravko Maček, dipl ing.el.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Registracija poduzeća

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Marodi Ivan
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
070103850

OIB:
46197280444

TVRTKA:
1 SOLEKTRA PROJEKT društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije

1 SOLEKTRA PROJEKT d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
1 Čakovec (Grad Čakovec)
Trg Eugena Kvaternika 9

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	*	- Proizvodnja električne energije
1	*	- Prijenos električne energije
1	*	- Distribucija električne energije
1	*	- Opskrba električnom energijom
1	*	- Organiziranje tržišta električnom energijom
1	*	- Trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu energije
1	*	- Proizvodnja električne opreme
1	*	- Proizvodnja električne energije za povlaštene kupce
1	*	- Opskrba energije za povlaštene kupce
1	*	- Trgovina električnom energijom
1	*	- Proizvodnje električne energije za tarifne kupce
1	*	- Opskrba električnom energijom za tarifne kupce
1	*	- Transfer tehnologije i obnovljivih izvora energije
1	*	- Projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
1	*	- Nadzor nad gradnjom
1	*	- Stručni poslovi prostornog uređenja
1	*	- Posredovanje u prometu nekretnina
1	*	- Poslovanje nekretninama
1	*	- Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
1	*	- Inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti
1	*	- Kupnja i prodaja robe
1	*	- Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1	*	- Zastupanje inozemnih tvrtki
1	*	- Organizacija sajmova, koncerata, seminara, priredaba, izložaba, kongresa
1	*	- Istraživanje tržišta i ispitivanje javnoga mnijenja
1	*	- Promidžba (reklama i propaganda)
1	*	- Usluge informacijskog društva
1	*	- Djelatnosti iznajmljivanja i davanja u zakup
1	*	- Prijevoz za vlastite potrebe
1	*	- Tehničko ispitivanje i analiza

Otisnuto: 2017-04-28 11:49:50 D004
Podaci od: 2017-04-28 02:24:15 Stranica: 1 od 3

Registracija poduzeća

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Marodi Ivan
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

1 * - Znanstveno istraživanje i razvoj
1 * - Izvođenje pripremnih radova, građevinskih radova (uključujući građevinsko-završne radove) te ugradnja i montaža opreme, gotovih građevinskih elemenata i konstrukcija
1 * - Proizvodnja, projektiranje, montaža, popravak i održavanje solarne opreme te solarnih sistema

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

1 SOLEKTRA društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, pod MBS: 070092264, upisan kod: Trgovački sud u Varaždinu, OIB: 29052227993 Nedelišće, Augusta Šenoe 14
1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

1 Marko Bratković, OIB: 88984598809
Nedelišće, Augusta Šenoe 14
1 - direktor
1 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno

1 Goran Oreški, OIB: 27034783996
Dragoslavec Selo, Dragoslavec Selo 46
1 - direktor
1 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Izjava o osnivanju društva od dana 16.10.2012. godine.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	15.03.17	2016	01.01.16 - 31.12.16	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-12/2267-2	19.10.2012	Trgovački sud u Varaždinu
eu	/	27.02.2013	elektronički upis
eu	/	28.03.2014	elektronički upis
eu	/	13.03.2015	elektronički upis
eu	/	01.03.2016	elektronički upis
eu	/	15.03.2017	elektronički upis

Otisnuto: 2017-04-28 11:49:50
Podaci od: 2017-04-28 02:24:15

D004
Stranica: 2 od 3

Registracija poduzeća

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Marodi Ivan
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Pristojba:_____

Nagrada:_____

JAVNI BILJEŽNIK
Marodi Ivan
Čakovec, Matice hrvatske 14

REPUBLIKA HRVATSKA - ČAKOVEC - IVAN MARODI - JAVNI BILJEŽNIK

Za javnog bilježnika
PRISJEDNIK
Sandra Marodi

Otisnuto: 2017-04-28 11:49:50 D004
Podaci od: 2017-04-28 02:24:15 Stranica: 3 od 3

Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-310-34/99-01/ 1369
Urbroj: 314-01-99-1
Zagreb, 2000-02-16

Na temelju članaka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda ovlaštenih inženjera elektrotehnike, rješavajući po zahtjevu koji je podnio **Dubravko Maček, dipl.ing.el.,** Varaždin, za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, donio je slijedeće:

R J E Š E N J E

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike** upisuje se **Dubravko Maček**, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, u stručni smjer ovlaštenih inženjera elektrotehnike, pod rednim brojem 1369, s danom upisa **2000-02-16**.

2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike**, Dubravko Maček, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva ***"ovlašteni inženjer elektrotehnike"*** i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se ***"inženjerska iskaznica"*** i stječe pravo na uporabu ***"pečata"***.

O b r a z l o ž e n j e

Dubravko Maček, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike.

1/2

Odbor za upise razreda ovlaštenih inženjera elektrotehnike proveo je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), a u svezi sa člankom 5. stavkom 4. i člankom 25. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike imenovani stječe pravo na izradu i uporabu pečata, sukladno članku 35. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i na izdavanje "inženjerske iskaznice".

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku 30 dana od dana primitka ovog Rješenja.

PREDSJEDNIK KOMORE

Ivan Franić, dipl.ing.arh.

Dostaviti:

1. Dubravko Maček, dipl.ing.el.
   Krajiška 8
   42000 Varaždin

   uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi

2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

2/2

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

RJEŠENJE
br: 21056-GP-59/2021

kojim se imenuje:

projektant elektrotehničkog projekta:

Dubravko Maček, dipl.ing.el.
br. upisa u razred ovlaštenih inženjera: 1369
KLASA:UP/I-310-34/99-01/1369
Urbroj:314-01-99-1
Zagreb 2000-02-16

GRAĐEVINA: Sunčana elektrana NMP - PRODUKT

LOKACIJA: Ul. dr. Ivana Novaka 46, 40000 Čakovec, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec

Imenovani je odgovoran da projekt kojega izrađuje zadovoljava propisane uvjete, a naročito da projektirana građevina ispunjava bitne uvjete za građevinu. 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 (NN, br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Čakovec, svibanj 2021.

Direktor:

Goran Oreški, mag.ing.el.

Solektra
— projekt —

IZJAVA

BR: 59/2021

kojom potvrđujem da se projektirana sunčana elektran NMP - PRODUKT na krovovima postojeće poslovno-proizvodne građevine u Čakovcu, Ul. dr. Ivana Novaka 46, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec, investitora NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće, OIB: 19745985097, smatra integriranom sunčanom elektranom, odnosno **jednostavnom građevinom** u smislu Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20),), čl. 5, stavak 11. *("11. 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;")*, iz čega slijedi da se bez građevinske dozvole, a u skladu s glavnim projektom mogu 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 potrebe te građevine i/ili za predaju energije u mrežu.

Svoju izjavu donosim na temelju dokumenta koji su dokaz legalnosti postojećih građevina u smislu Zakona o gradnji:

1. Rješenje o izvedenom stanju, KLASA: UP/I-361-04/13-01/1234, URBROJ: 2109/2-05-02-14-08, od 09. rujna 2014. godine izdana po Upravnom odjelu za prostorno uređenje i europske fondove, Odsjek za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji, Grad Čakovec.

2. Uporabna dozvola, KLASA: UP/I-361-05/20-01/000049, URBROJ: 2109/2-05-02-21-0010, od 17.02.2021. godine izdana po Upravnom odjelu za urbanizam i prostorno uređenje, Odsjek za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji, Međimurska županija, Grad Čakovec.

Čakovec, 21. svibnja 2021.

Projektant:

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

Dubravko Maček, dipl.ing.el.

Na temelju čl. 70. "Zakona o gradnji" (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Dubravko Maček, dipl.ing. el., kao projektant Glavnog projekta sunčane elektrane NMP - PRODUKT, TD: 59/2021 daje:

IZJAVU

a) Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
b) Zakona o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
c) Zakona o preuzimanju Zakona o standardizaciji (NN RH br. 53/91, 44/95)
d) Zakona o elektroničkim komunikacijama (NN 73/08, 90/11, 133/12, 83/13, 71/14, 72/17)
e) Zakona o energiji (NN RH br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18)
f) Zakona o tržištu električne energije (NN RH br. 22/13, 102/15, 68/18, 52/19)
g) Zakona o regulaciji energetskih djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
h) Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN RH br. 127/14, 116/18)
i) Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN RH 100/15, 111/18)
j) Zakona o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
k) Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN RH 104/20)
l) Tehničkih propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevine (NN RH br. 87/08, 33/10)
m) Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 05/10)
n) Hrvatskih normi: HD 60364-1, HD 60364-4-41, HD 384.4.43 S2, HD 384.4.442 S1, HD 60364-4-443, HD 384.4.46 S2, HD 384.5.52 S1
o) Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN RH br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20)
p) Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN RH br. 118/19, 65/20)
q) Mrežnih pravila distribucijskog sustava (NN RH br. 74/18, 52/20)
r) Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS, 3/2021)
s) Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija, (NN RH br. 116/18, 60/20)
t) Tehničkih pravila za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-Operatera prijenosnih sustava (Bilten HEP-a br. 175)
u) Tehničkih uvjeta za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten HEP-a br. 66)
v) Odluka o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju (NN RH br. 87/17, 57/20)
w) Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN RH br. 78/15, 114/18, 110/19)
x) Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14)

Čakovec, svibanj 2021.

Projektant:

Dubravko Maček, dipl



PRIMJENJENI PROPISI I PRAVILNICI

1. Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjestu na niskom i srednjem naponu (bilten HEP-a br. 30/93)
2. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevine (NN RH br. 87/08, 33/10)
3. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 05/10)
4. Zakon o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
5. Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
7. Zakon o normizaciji (NN RH br. 163/03)
8. Zakon o preuzimanju Zakona o standardizaciji (NN RH br. 53/91)
9. Zakon o energiji (NN RH br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18)
10. Zakon o tržištu električne energije (NN RH br. 22/13, 102/15, 68/18, 52/19)
11. Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
12. Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN RH br. 74/18, 52/20)
13. Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN RH br. 104/20)
14. Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS, 3/2021)
15. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN RH br. 100/15)
16. Tehnička pravila za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-Operatera prijenosnih sustava (Bilten HEP-a br. 175)
17. Tehnički uvjeti za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten HEP-a br. 66)
18. Odluka o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju (NN RH br. 87/17, 57/20)
19. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN RH br. 78/15, 114/18, 110/19)
20. Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14, 32/19)
21. Pravilnika o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN RH br. 118/19, 65/20)

Pored navedenih zakona, propisa i pravila kod izrade projektne dokumentacije primijenjene su odgovarajuće hrvatske norme kao i prospektni materijal proizvođača opreme.

U odnosu na dozvoljena zagrijavanja u normalnom pogonu i na otpornost prema toplini, vatri i stvaranju vodljivih staza, projektom elektroinstalacija definirani su elektroinstalacijski materijali koji po svojim karakteristikama odgovaraju, a kvalitetom zadovoljavaju ispitivanja prema zahtjevima hrvatskih normi.

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.
Izgrađena postrojenja ne predstavljaju opasnost kao potencijalni izvor požara, pa se na njima ni ne projektiraju posebne mjere zaštite.

U svemu ostalom potrebno je pridržavati se propisa o mjerama zaštite od požara koje su propisane zakonom o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10).

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.

PODACI O GRAĐEVINI

Električna instalacija služi za proizvodnju električne energije iz fotonaponskih modula.

Princip razvođenja električne energije od modula do izmjenjivača je kabelima u zaštitnim cijevima.

Osnovni podaci o električnoj instalaciji:

- Napon: L(3)N- 50Hz, 230V(400V).
- Sistem razdiobe s obzirom na uzemljenje : TN-C-S
- Zaštita od direktnog dodira: dijelovi pod naponom su izolirani
- Zaštita od indirektnog napona dodira: zaštita od previsokog napona dodira izvedena je TN-C-S sustavom, a zaštita je automatsko isključenje napajanja uređaja u kvaru u vremenu manjem od 0,4 s, odnosno 5 s za glavne napojne vodove. Dodatna zaštita izvedena je zaštitnim uređajem diferencijalne struje (RCD) I_d = 0,3 A.

ANALIZA MOGUĆIH UZROKA NASTANKA POŽARA I MJERA ZA NJIHOVO OTKLANJANJE

U prvoj grupi javljaju se opasnosti koje se odnose na: opasnosti od preopterećenja vodiča, kabela i sklopnih aparata, opasnosti od kratkih spojeva izazvanih kvarom na uređajima ili probojem izolacije na elementima instalacije, te opasnost od iskrenja uslijed neispravne instalacije ili nepravilnog korištenja i održavanja instalacija.

Osnovni vid zaštite od navedenih opasnosti je upotreba kompletne instalacije i svih elemenata instalacije u granicama njihovih nominalnih vrijednosti, pravilno rukovanje uređajima i redovno održavanje instalacija u ispravnom stanju.

Posebne mjere za zaštitu od preopterećenja vodiča, kabela i sklopnih aparata izvedene su osiguračima.
Zaštita od kratkih spojeva provedena je ugradnjom odgovarajućih osigurača s topljivom umetkom na početku svakog napojnog voda (odnosno na mjestu promjene presjeka). Razdjelnica i razvodne kutije projektirane su tako da se izvedu od nezapaljivog i samogasivog materijala.

Da bi sve navedene mjere zaštite od nastanka požara bile djelotvorne potrebno je da se izvođač radova na elektroinstalacijama pridržava danih tehničkih rješenja, a radove izvede pažljivo i u skladu sa citiranim propisima.

Projektant:

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Dubravko Maček, dipl.ing.el.

OPĆENITO

Kao sastavni dio tehničke dokumentacije, na osnovu Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Zakona o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/74, 94/18, 96/18) izrađen je ovaj prikaz tehničkih rješenja za primjenu pravila iz zaštite na radu koje projektirani objekt mora zadovoljavati za vrijeme korištenja.
Pri projektiranju su korišteni detalji iz navedenih Zakona, tehničkih propisa, pravilnika, standarda i normi koji su obvezujući za sve sudionike gradnje (izrada projektne dokumentacije, izvođenje radova i održavanje).
Predmetni prikaz tehničkih rješenja za primjenu pravila zaštite na radu izrađeni su za postrojenje za proizvodnju i razvod električne energije, a sadrži sunčanu elektranu sa sustavom fotonaponskih modula, uz pripadajuću niskonaponsku opremu, izmjenjivače te razvodni ormar, te elektroenergetski kabelski razvod do obračunskog mjernog mjesta smještenog na poziciji postojećeg glavnog razvodnog ormara unutar objekta.
Zbog opasnosti koje se mogu pojaviti kod ovih vrsta elektroinstalacija, odnosno, pri automatskom radu postrojenja NN sunčane elektrane (fotonaponski moduli, izmjenjivači, razvodni ormari) bez prisutnosti ovlaštene osobe, potrebno je odrediti nužne mjere sigurnosti uz primjenu pravila i normativa zaštite na radu.
U elaboratu se prikazuju tehnička rješenja i primijenjeni propisi projekta razvoda niskog napona sa razvodnim ormarom.
U ovom projektu prikazujemo osnovna pravila zaštite na radu:

1. Na vanjskoj strani vrata svih razdjelnika mora se nalaziti natpis koji upozorava na opasnost od električne struje.
2. Zaštitna oprema potrebna za primjenu zaštite na radu treba se nalaziti kod ekipa koje obavljaju radove.

ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA

Sustav zaštite od previsokog dodirnog napona

a) Način zaštite od slučajnog dodira uređaja pod naponom
Zaštita od izravnog dodira izvedena je tako da su svi neizolirani dijelovi električne instalacije, koji mogu biti pod naponom, smješteni u razdjelnik odnosno u kućice (izmjenjivači), gdje u normalnim uvjetima rada neće biti dostupni. Također će i sva spajanja i razdvajanja strujnih krugova biti izvedena samo direktno na izmjenjivačima i u razdjelnicima.
Dijelovi mreže koji su pod naponom zaštićeni su od slučajnog dodira izoliranjem i postavljanjem dijelova pod naponom izvan domašaja ruku (od stajališta čovjeka više od 2,5 m i više od 1,25 m niže, odnosno u horizontalnom pravcu).

b) Način zaštite od previsokog napona dodira (u uvjetima kvara)
Radi sprečavanja mogućnosti nastanka previsokog napona dodira mogu se za izvedbu mreže upotrebljavati samo dobro izolirani vodiči. Kao dopunska zaštitna mjera za zaštitu mreža od previsokog napona dodira – indirektnog dodira predviđen sistem TN-C-S je automatsko isključivanje instalacija u kvaru.
Minimalna struja jednopolnog kratkog spoja (zemljospoja) mjerodavna je za provjeru efikasnosti kratkospojne zaštite, u smislu termičke zaštite kabela u kratkom spoju, te prevencije od zadržavanja opasnog napona dodira u slučaju pojave greške.
Dodatna zaštita izvedena je zaštitnim uređajem diferencijalne struje (RCD) Id = 0,3 A (kombinirano sa zaštitnim prekidačem) za izmjenjivače. Prije puštanja mreže pod napon potrebno je izmjeriti otpor uzemljenja i kontrolirati efikasnost zaštite od previsokog napona dodira mjerenjem otpora petlje strujnih krugova. Na razdjelnicima mreže potrebno je staviti vidljivo upozorenje kakva se dopunska zaštita od previsokog napona koristi.

Zaštita od prekomjernih struja i kratkog spoja

Osigurači – prekidači strujnih krugova odabrani su u skladu s trajno dopuštenim strujama vodova i kabela, te kontrola vodova i osigurača prema očekivanim strujama kratkog spoja.

Zaštita od preopterećenja i kratkog spoja svih pogona je izvedena je zaštitnim prekidačima (kombinirano s RCD) nazivnog napona 400V, prekidne moći do 25 kA /400V.

Na razvodnim ormarima mreže potrebno je staviti vidljivo upozorenje kakva se dopunska zaštita od previsokog napona koristi.

Natpisi upozorenja opasnosti od električne struje

Na vanjskoj strani vrata razvodnih ormara mora se nalaziti natpis koji upozorava na opasnost od električne struje.

Provjera efikasnosti zaštite od previsokog napona dodira

Prije puštanja mreže pod napon potrebno je izmjeriti otpor uzemljenja i kontrolirati efikasnost zaštite od previsokog napona dodira mjerenjem otpora petlje strujnih krugova.

Boja kabela i vodova

Boje kabela i vodova su u skladu sa važećim standardima.
Boje izolacije vodiča su:

fazni vodiči:	smeđa, crna, siva
neutralni vodiči:	plava
zaštitni vodiči:	žuto-zelena.

Razvodne ploče

Razvodne ploče bit će smještene na pristupačnom mjestu. Priključke nul vodiča izvesti pristupačno na sabirnicu tako da se mogu isključiti pojedinačno i raspoznati kojem strujnom krugu pripadaju. To se odnosi i na priključke zaštitnih vodiča koji se ne smiju prekidati. Svi dijelovi koji su normalno pod naponom zaštićeni su od slučajnog dodira. Razvodne ploče su iz negorivog (ili samogasivog) materijala.

U razvodnoj ploči postaviti jednopolnu shemu, trajno čitku, usklađenu sa stvarnim stanjem, koja treba sadržavati sljedeće podatke:

- radni napon i frekvenciju,
- presjeke svih dovodnih i odvodnih vodova i njihove oznake te nazive potrošača,
- nazivne struje svih prekidača, sklopki i osigurača,
- način zaštite od neizravnog napona dodira,
- svi aparati u razvodnoj ploči označeni prema oznakama iz sheme.

Izjednačenje potencijala metalnih masa

Izvedeno je povezivanjem svih metalnih masa na sabirnicu za izjednačenje potencijala koja se nalazi u sklopu razdjelnika, a koja je dalje spojena na uzemljenje. Sabirnica za izjednačenje potencijala vezana je na postojeći temeljni uzemljivač objekta.

Instalacija zaštite od udara munje

Građevina ima instalaciju za zaštitu od djelovanja munje.

IZVOĐENJE, PREGLED I KONTROLA

Investitor mora izvođenje instalacija povjeriti samo za to ovlaštenim izvođačima. Izvođač radova mora u tijeku pripreme gradilišta i izvođenja instalacija primijeniti sve propise zaštite na radu tako da izvedene instalacije ne budu uzrok nesreće na radu, požara ili oštećenja imovine.
Investitor, izvođač i konačni korisnik moraju prema propisima prijaviti i zaštititi gradilište, upotrebljavati samo ispravna i atestirana sredstva za rad kod izvođenja i održavanja instalacija, izvoditi instalaciju prema svim važećim propisima.
Nakon izvedbe instalacije potrebno je izvedenu instalaciju ispitati prema propisima, a za izvedena ispitivanja treba izdati atest i potvrdu da je instalacija ispravna i da se može nesmetano koristiti.
Kod izvedbe instalacije radnici trebaju biti opremljeni odgovarajućim alatom, priborom i HTZ opremom. Radovi se moraju obaviti u beznaponskom stanju. Iza završetka svih građevinskih radova potrebno je ukloniti sve predmete koji bi mogli ugroziti sigurnost radova i ometati slobodno kretanje i ispitati instalaciju po strujnim krugovima (ispitati djelovanje sklopki, ispitati ispravnost spoja kabela, izmjeriti otpor petlje i izdati atest o mjerenju).
Pregled i kontrolu instalacije vrši ovlašteni i kvalificirani radnik na osnovu usmenog ili pismenog naloga i uputa rukovoditelja i da pri tome obrati pozornost na zaprljanost, ispravnost brava na razdjelnim ormarićima, stanje razvodnih ormarića, ispravnost, priključke razvodnog ormara na uzemljivač, stanje antikorozivne zaštite itd.
Popravke instalacije vrši ovlašten i kvalificiran radnik na osnovu naloga rukovoditelja, u beznaponskom stanju. Prije popravka na instalaciji potrebno je provjeriti s koliko pojnih točaka se napaja instalacija, isključiti osigurače na svim pojnim točkama i osigurati da ne dođe do uključivanja dok traju radovi na instalaciji. Nakon svih popravaka potrebno je izvršiti ispitivanje.

PRIKAZ MJERA ZAŠTITE NA RADU

Rukovoditelj gradilišta dužan je upozoriti radnike na sva moguća ugrožavanja na radnom mjestu, odnosno gradilištu i o primjeni zaštitnih mjera kojih se treba pridržavati. Kod izvođenja radova na gradilištu treba biti prisutna stručna osoba s položenim ispitom o zaštiti na radu, koja treba voditi računa o primjeni svih mjera zaštite na radu.
Gradilište treba voditi uredno tako da je omogućeno nesmetano i sigurno odvijanje radova. Pri tome treba onemogućiti pristup nezaposlenim osobama. O uređenju gradilišta dužan je pobrinuti se izvođač na osnovi posebnog elaborata.
Izvođač je dužan:
-osigurati granice gradilišta prema okolini, osigurati prolaz u zgrade kako ne bi došlo do ozljeda slučajnih prolaznika.
-odrediti mjesto i način razmještaja građevinskog materijala. Sav materijal, postrojenja i oprema potrebna za izgradnju objekta mora kod upotrebe biti složena pregledno, tako da je omogućeno nesmetano ručno ili mehanizirano uzimanje bez opasnosti od rušenja i slično.
-propisno obilježiti opasna mjesta na gradilištu odrediti vrstu i način izvođenja građevinskih skela.
-na mjestima gdje postoje i drugi podzemni objekti, radovi iskopa moraju se izvoditi prema uvjetima i pod nadzorom stručne osobe ili organizacije kojima pripadaju i koje održavaju te instalacije, odnosno objekte.

Projektant:

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Dubravko Maček, dipl.ing.el.

OPĆENITO

Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) definira tehnička svojstva bitna za građevinu, pa je prilikom isporuke proizvođač opreme dužan dokazati ispravnom njenu uporabljivost.

Nadzor nad izvođenjem

Investitor mora osigurati nadzor nad izvođenjem radova na instalacijama. Nadzor se mora povjeriti pravnoj osobi i nadzornom inženjeru u skladu sa Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Kakvoća ugrađene opreme i materijala

Proizvodi, materijali i oprema mogu se upotrebljavati, odnosno ugrađivati samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti prema posebnom zakonu.
Materijali upotrijebljeni u izvedbi instalacija i sva oprema navedena u troškovniku mora zadovoljiti postojeće važeće tehničke norme i standarde propisane odgovarajućim zakonima Republike Hrvatske.

Obaveze i dužnosti

Sav materijal za izvedbu radova predmetne instalacije obavezan je dobaviti izvođač prema specifikaciji materijala u projektnoj dokumentaciji, a u skladu s važećim zakonskim propisima.
Za sav ugrađeni materijal i opremu moraju se dostaviti atesti i certifikati kojima se dokazuje kvaliteta ugrađenog materijala.
Naručitelj je obvezan osigurati stalni stručni nadzor nad izvedbom ugovorenih radova.
Naručitelj je obvezan prije početka radova dostaviti izvođaču imena ovlaštenih osoba za obavljanje nadzora nad izvedbom.
Izvođač je obvezan imenovati svog ovlaštenog predstavnika – rukovoditelja radova, prije početka radova i o tome pismeno izvijestiti naručitelja.
Sve probleme u pogledu ugovorenih radova, naručitelj će rješavati s izvoditeljem preko ovlaštene osobe za vršenje nadzora.
Izvoditelj se obvezuje da će redovito upisivati u montažni dnevnik sve potrebne podatke, koje je obvezan upisivati i da će osobi ovlaštenoj za vršenja nadzora omogućiti svakodnevno uvid u montažni dnevnik.
Svi radovi vezani uz predmetnu instalaciju moraju biti stručno i kvalitetno izvedeni točno po nacrtima i opisu, a po uputama projektanta i nadzornog organa.
Po završetku ugovorenih radova a prije početka korištenja odnosno stavljanja u pogon instalacije, naručitelj je obvezan zatražiti tehnički pregled izvedenih radova u svrhu utvrđivanja njihove tehničke ispravnosti.
Sve garantne listove, ateste i certifikate ugrađenog materijala i opreme zajedno sa svim potrebnim uputama za rukovanje i održavanje izvedene instalacije, izvoditelj je obvezan dostaviti naručitelju prije izvršenog tehničkog pregleda.
Za kvalitetu izvedenih radova izvoditelj jamči godinu dana od dana izvršenog tehničkog prijama, a za ugrađenu opremu prema garantnom listu proizvođača opreme.
Izvoditelj ne odgovara za kvarove nastale nasilnim oštećenjem ili nestručnim korištenjem izvedene instalacije.
Preglede sustava treba vršiti barem jednom godišnje i od strane ovlaštene organizacije pribaviti atest o ispravnom funkcioniranju (atest funkcionalnosti sustava).
Prije tehničkog pregleda obaveza je izvođača (isporučioca opreme) dostaviti (izraditi) priručnike za uporabu opreme i to:

- upute za pokretanje opreme,
- upute za montažu i demontažu,
- upute za održavanje opreme i
- upute za servisne preglede opreme.

Dokumentacija – isprave

Ugrađeni materijal, elementi uređaja i tehnička oprema mora biti usklađena s važećim standardima i tehničkim propisima (treba imati valjane hrvatske isprave – uvjerenja o ispravnosti za namijenjenu svrhu), te će u tu svrhu priložiti kupcu prije tehničkog prijema kao dokaz sljedeću dokumentaciju:

- za opremu i materijale stranog porijekla mora se priložiti potvrda da je izrađena sukladno važećim Hrvatskim standardima, odnosno uz ispravu stranog isporučitelja, treba se pribaviti od distributera ili uvoznika za ugrađenu električnu opremu, propisane izjave o sukladnosti koja treba biti označena propisanom oznakom sukladnosti, a sve sukladno odredbama Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14, 32/19).

Sva oprema i materijal isporučeni po ovom projektu moraju biti sukladni važećim hrvatskim normama ili tehničkim dopuštenjima. Svaki komad opreme i materijala mora biti označen oznakom sukladnosti «CE», prema čl. 21. Zakona o građevnim proizvodima (NN RH br. 76/13; 30/14,130/17, 39/19), a uz njega priložena potvrda ili izjava o sukladnosti, kao i tehnička uputa (prema odredbama istog Zakona).

Provjera i ispitivanje

Instalacije je potrebno pregledati i ispitati prema Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10). Nakon navedenog pregleda i ispitivanja elektrinstalacija obavezno se vrši i funkcionalno ispitivanje elektroopreme i u sklopu pokusnog rada pogona koji investitor povjerava osobi koja ispunjava uvjete za obavljanje tih djelatnosti prema posebnom zakonu.
Prije planiranog pokusnog rada posebno će se planirati aktivnosti kontrole, provjere, mjerenja i podešavanja elektro parametara elektro opreme pogona a definirat će se i mjere osiguranja, zaštitne mjere za vrijeme trajanja pokusnog rada.
Praćenjem kvalitete pokazalo je da je takav pristup dovoljan za osiguranje pouzdanog i kvalitetnog rada te treba izvršiti sljedeća ispitivanja i provjeravanja:

- provjera ispravnosti postavljanja opreme, shema, natp. pločice, upute za rad,
- provjeravanje rada svih funkcija opreme i zaštite i
- provjera svih mjera zaštite na radu i od požara.

Svim ispitivanjima prisustvuje nadzorni inženjer, a uspješno ispitivanje se upisuje u montažni dnevnik i predstavnik izvoditelja izdaje odgovarajuća izvješća.
Nakon izvedenih radova potrebno je predati Investitoru sve certifikate, jamstvene listove i izvješća o izvršenim probama i ispitivanjima, te svu proizvođačku dokumentaciju. Sva dokumentacija treba biti predana uz pisani dokument i potpisom ovlaštenog predstavnika Investitora.

Pokusni rad

Kako bi se osigurao funkcionalan i siguran rad postrojenja za proizvodnju i razvod električne energije te dokazalo ispunjenje bitnih zahtjeva za građevinu potrebno je provesti pokusni rad temeljem čl. 143 Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).
Pripreme za pokusni rad teku neposredno nakon završetka montažnih radova, a sastoje se uglavnom od:

- provjere da li je sva oprema ugrađena sa projektnom dokumentacijom i uputama proizvođača opreme,
- pregleda sve opreme s uklanjanjem uočenih nedostataka te potrebne provjere, mjerenja i podešavanja elektroparametara i
- proglašavanje spremnosti postrojenja za pokusni rad.

Nakon osiguranja gore navedenih uvjeta instalacija se postupno pušta u rad. U Tijeku pokusnog rada treba ispitati i dokazati sve zahtjevne operacije instalacije. Pokusni rad predviđa se u trajanju minimalno 15 dana.

Sanacija gradilišta

Svi otpadni materijali koji ostaju na gradilištu kod izvođenja instalacija moraju se u potpunosti prikupiti i odložiti na deponij otpadnog materijala ili ponuditi specijaliziranom poduzeću za zbrinjavanje otpadnog materijala.
Sve površine na kojima se izvodi polaganje kabela (stropne ploče i sl.), moraju se vratiti u prethodno stanje.

Projektirani vijek uporabe opreme elektroinstalacija jake i slabe struje te uvjeti za njeno održavanje

Projektirani vijek opreme elektroinstalacija ugrađenih u sunčanu elektranu
Projektirani vijek projektirane građevine je 30 godina.
Ugrađena elektrooprema i elektroinstalacije:

- kabeli i kabelski pribor 30 godina
- elementi snage 15 godina
- ostalo 30 godina

Građevina se nadgleda i kontrolira kontinuirano u radu, a u sklopu održavanja obnavlja. Nedostaci se, ovisno o vrsti, opsegu i "težini", otklanjaju odmah ili tijekom remonta, po propisanoj proceduri, a pisana se izvješća arhiviraju. Detaljna kontrola mora se provesti minimalno jednom godišnje.

Uvjeti za održavanje opreme elektroinstalacija jake i slabe struje
Obveze vlasnika

Nakon izvršenih ispitivanja i puštanja sunčane elektrane u rad vlasnik obavlja stalni nadzor nad radom elektroinstalacija elektrane i svih elektroinstalacija. Taj nadzor ima cilj utvrđivanja pravilnog rada, te otkrivanje mjesta na kojima je došlo do eventualnog oštećenja koje bi moglo prouzročiti nepravilnost u radu i sigurnosti elektrane.

U sklopu nadzora predviđena je kontrola ispravnosti elektroopreme, kontrola spojeva, kontrola ispravnosti zaštite od korozije (naročito spojeva), kontrola i ispitivanje funkcionalnosti sigurnosnih funkcija svih elektroinstalacija. Sve aktivnosti koje se poduzimaju na sustavu tijekom održavanja moraju se dokumentirati.

PROGRAM OSIGURANJA I KONTROLE KVALITETE

1. Građenje građevina čiji je sustav sastavni dio, mora biti takvo da sustav ima tehnička svojstva i da ispunjava druge zahtjeve u skladu s tehničkim rješenjem građevine i uvjetima za građenje danih projektom, te da se osigura očuvanje tih svojstava i uporabljivost građevine tijekom njezina trajanja.
2. Pri izvođenju sustava izvođač je dužan pridržavati se dijela projekta građevine koji se odnosi na sustav i tehničkih uputa za ugradnju i upotrebu proizvoda koji se ugrađuju u sustav te odredaba tehničkih propisa.
3. Kod preuzimanja proizvoda potrebnih za izvođenje sustava izvođač mora utvrditi:
   - je li građevni proizvod isporučen s oznakom sukladnosti u skladu s posebnim propisom kojim se uređuje označavanje građevnih proizvoda i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u propisanoj oznaci,
   - je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
   - jesu li svojstva, uključivo i rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost sustava sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.

4. Utvrđeno iz prethodnog zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je proizvod isporučen pohranjuje se među dokaze o sukladnosti proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.
5. Zabranjena je ugradnja proizvoda koji:
   - je isporučen bez oznake sukladnosti u skladu s posebnim propisom,
   - je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
   - nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost sustava nisu sukladni podacima određenim projektom.
6. Ugradnju proizvoda odnosno nastavak radova mora, kada je to određeno glavnim projektom, odobriti nadzorni inženjer, što se upisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.
7. Propisana svojstva i uporabljivost sustava utvrđuju se na način određen projektom i tehničkim propisima.
8. Podatke o dokazivanju uporabljivosti i postignutim svojstvima sustava izvođač zapisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.
9. Izvođenje sustava mora biti takvo da sustav ima tehnička svojstva i ispunjava zahtjeve određene projektom i tehničkim propisima.
10. Uvjeti za izvođenje sustava određuju se programom kontrole i osiguranja kvalitete koji je sastavni dio glavnog projekta sustava najmanje u skladu s odredbama tehničkih propisa.
11. Ako je tehničko rješenje sustava odnosno ako su uvjeti u kojima se izvode radovi i druge okolnosti koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva sustava takvi, da nisu obuhvaćeni odredbama propisa, tada se programom kontrole i osiguranja kvalitete moraju urediti posebni uvjeti građenja kojima se ispunjava zahtjev iz stavka 1. ovoga članka.
12. Smatra se da sustav ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiv ako:
    - su proizvodi ugrađeni u sustav na propisani način i imaju ispravu o sukladnosti prema tehničkim propisima i drugu ispravu ako je to propisano posebnim propisom,
    - su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva sustava, bile sukladne zahtjevima iz projekta,
    - ako su rezultati pregleda i ispitivanja dijelova sustava tijekom izvođenja i cjelokupnog sustava nakon završetka radova sukladni propisanim ili projektom određenim vrijednostima,
    - te ako o svemu određenom točkama 1., 2. i 3. ovoga stavka postoje propisani zapisi i/ili dokumentacija.
13. Ako se utvrdi da sustav nema projektom predviđena tehnička svojstva, mora se provesti naknadno dokazivanje da sustav ispunjava zahtjeve tehničkih propisa.
14. U slučaju da se dokaže da postignuta tehnička svojstva sustava ne ispunjavaju zahtjeve tehničkih propisa mora se izraditi projekt sanacije sustava.

Projektant:

Dubravko Maček, dipl.ing.

DUBRAVKO MAČEK dipl.ing.el. E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)

1. PROJEKTNI ZADATAK

2.1 Uvod

Električna energija se proizvodi u sunčanim ćelijama koje se sastoje dva sloja poluvodičkog najčešće silicijskog materijala. Upadom Sunčevog zračenja na površinu sunčane ćelije, između p i n sloja poluvodiča stvara se elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje. Sunčane ćelije odnosno fotonaponski moduli su izuzetno pouzdani, dugotrajni i tihi uređaji za proizvodnju električne energije. Fotonaponski modul ovisno o tehnologiji izrade ćelija ima učinkovitost od 15 do 25 posto što znači da se čak i do jedne petine upadne Sunčeve energije transformira u električnu energiju. Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Za vrijeme radnog vijeka fotonaponski modul proizvede nekoliko desetaka puta više električne energije nego što je bilo potrebno uložiti za izradu samog modula pa je s time po jedinici proizvedene energije proizvedena električna energija znatno manje opterećena ugljičnim dioksidom od tehnologija fosilnih goriva. Fotonaponski modul ima životni vijek od preko trideset godina i jedan je od najpouzdanijih poluvodičkih proizvoda. Fotonaponskim sustavima potrebno je minimalno održavanje. Na kraju životnog vijeka moduli se mogu gotovo u potpunosti reciklirati, a visoki postotak sastavnih sirovina može se ponovno koristiti. Zbog povoljnog geografskog položaja na području Međimurske županije potencijali za proizvodnju električne energije su povoljni. Tipična očekivana proizvodnja po kilovatu instalirane snage za fiksni sustav iznosi oko 1.150 kWh godišnje.

2.2 Obuhvat zahvata u prostoru

Na krovovima poslovno-proizvodne građevine u Čakovcu, Ul. dr. Ivana Novaka 46, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec, investitora NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće, OIB: 19745985097, planira se izgraditi sunčana elektrana nazivne snage 100 kW. Sunčana elektrana izgradit će se na krovu kao konstruktivni sistem površine 494 m^2 FN modula pričvršćenih na aluminijsku podkonstrukciju. Elektranu čini 220 fotonaponskih modula snage po 465 Wp, odnosno ukupne snage 102,3 kWp, dva izmjenjivača pojedinačne nazivne snage 50 kW, ukupno 100 kW i aluminijska konstrukcija za prihvat modula.

Elektrana se sa svojim razvodnim ormarom +GRSE priključuje na postojeću instalaciju kupca u glavnom razvodnom ormaru objekta +GR. Proizvedena električna energija će se pretežno koristiti za vlastite potrebe kupca, a eventualni višak predavati u distribucijsku elektroenergetsku mrežu (EEM). Priključna snaga sunčane elektrane u smjeru predaje električne energije iznosi 100 kW.

Fotonaponski sustavi su pouzdani i učinkoviti, ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Životni vijek im je preko 30 godina, potrebno je minimalno održavanje i mogu se na kraju životnog vijeka reciklirati.

Sunčana elektrana projektirat će se na način da se poštuju svi relevantni tehnički propisi i zakoni te se jamči automatski rad u svim vremenskim uvjetima. Svi ugrađeni dijelovi i komponente moraju biti vrhunske kakvoće kako bi se uz minimalne potrebe za održavanjem osigurao siguran pogon i maksimalni radni vijek elektrane.

2.3 Namjena građevine

Osnovna namjena građevine je proizvodnja električne energije iz Sunčevog zračenja.

2. TEHNIČKI OPIS SUNČANE ELEKTRANE

2.1 Sunčana elektrana u mrežnom pogonu

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu su fotonaponsko polje, izmjenjivač, nosiva konstrukcija za montažu fotonaponskih modula i priključna i mjerna oprema. Fotonaponsko polje sastoji se od međusobno serijski povezanih fotonaponskih modula. Sunčeva energija se u sunčanim ćelijama direktno pretvara u istosmjernu električnu energiju. Fotonaponski izmjenjivač pretvara istosmjerni napon u izmjenični odgovarajuće amplitude i frekvencije (400 V, 50 Hz). Osnovni dio izmjenjivača je poluvodički most sastavljen od upravljivih poluvodičkih sklopki koje visokom frekvencijom prekidaju istosmjerni napon i pretvaraju ga u izmjenični. Takav napon se filtrira i predaje elektroenergetskoj mreži. Osim pretvorbe istosmjernog u izmjenični napon izmjenjivač ima ugrađen još niz zaštitnih funkcija potrebnih za siguran rad sustava. U sklopu elektrane postoje mjerni i komunikacijski uređaji koji omogućuju praćenje proizvodnje putem računala.

2.2 Mjere zaštite okoliša

Sam rad sunčane elektrane ne opterećuje okoliš. Pri radu se ne proizvode staklenički plinovi, nema buke, a oprema koja se ugrađuje ne sadrži ulje. Fotonaponski moduli ne reflektiraju svjetlost koja može nekome smetati.

2.3 Mjere zaštite od požara

Svi ugrađeni elektromaterijali, fotonaponski moduli, kabeli, konstrukcija i razvodna oprema su slabo gorivi.

2.4 Izbor i dimenzioniranje osnovnih komponenata sunčane elektrane

SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT u osnovi je sastavljena od:

- fotonaponskih modula koji iz energije Sunčevog zračenja proizvode električnu energiju
- izmjenjivača koji istosmjernu struju pretvaraju u izmjeničnu
- mjerene i priključne opreme (kabeli, ormar s osiguračima, prekidačem i dr.)
- metalne konstrukcije

Sheme u prilozima prikazuju osnovni koncept i karakteristike elemenata fotonaponskog sustava i način priključenja.

2.5 Fotonaponski moduli

Za ugradnju su predviđeni fotonaponski moduli tipa kao Jinko Solar JKM465M-7RL3-V ili jednakovrijedni. Radi se o standardnom monokristaličnom 156-ćelijskom fotonaponskom modulu nazivne snage 465 Wp. Dimenzije modula su cca. 2182 mm x 1029 mm x 40 mm. Težina modula je 26,1 kg. Modul je certificiran i u skladu s HRN EN 61215 i HRN EN IEC 61730 normom.

Tip modula	JKM465M-7RL3-V	
Tip sunčanih ćelija	Monokristalične	
Broj ćelija		156
Nominalna snaga	P_{MPP}	465 W
Napon otvorenog kruga	U_{OK}	51,92 V
Struja kratkog spoja	I_{KS}	11,59 A
Nominalni napon	U_{MPP}	43,18 V
Nominalna struja	I_{MPP}	10,77 A
Efikasnost modula	η_m	20,71 %
Dimenzije modula		2182 mm x 1029 mm x 40 mm
Standardni uvjeti ispitivanja		1000 W/m^2, 25 °C, AM 1,5

Tablica 2.1. Tehničke karakteristike fotonaponskog modula

Ukupno se ugrađuje 220 modula ukupne nazivne snage 102,3 kWp. Dimenzije i elektroenergetske karakteristike fotonaponskih modula ovise o proizvođaču i modelu i mogu se promijeniti, ali po dimenzijama i karakteristikama neće se bitno razlikovati. Fotonaponski moduli se spajaju međusobno serijski. Petnaest (15) ili deset (10) serijski spojenih modula čini jedan (1) string.

2.6 Izmjenjivač

Kod dimenzioniranja izmjenjivača za zadano fotonaponsko polje predložen je izmjenjivač koji svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima.
S obzirom na navedeno odabran je izmjenjivač tipa kao SMA Sunny Tripower CORE1. Izlazne električne karakteristike (napon, struja, snaga) fotonaponskog polja u potpunosti odgovaraju ulaznim električnim karakteristikama izmjenjivača u cijelom temperaturnom opsegu rada elektrane. Ukupno se koriste dva (2) izmjenjivača pojedinačne maksimalne nazivne snage 50 kW.
SMA Sunny Tripower CORE1 je izmjenjivač bez transformatora, nominalne snage 50 kW i maksimalne učinkovitosti 97,8%. Izmjenjivači imaju ugrađene napredne sigurnosne podsustave zaštite od izoliranog pogona, nadstrujne i prenaponske zaštite fotonaponskog polja. Izmjenjivač ima slijedeće osnovne karakteristike:

Tip izmjenjivača	SMA Sunny Tripower CORE1
maksimalna ulazna (DC) snaga	75000 W
maksimalni ulazni napon (DC)	1000 V
radno područje ulaznog napona (DC)	150-800 V
maksimalna izlazna (AC) snaga	50000 W
nominalni izlazni napon (AC)	230/400 V
nominalna frekvencija izlaznog napona (AC)	50 Hz
maksimalna izlazna struja (AC)	72,5 A
maksimalna izlazna struja kratkog spoja (AC)	86 A

Tablica 2.2. Tehničke karakteristike izmjenjivača

Osim navedenog, izmjenjivači su trofazni i opremljeni prenaponskom zaštitom ulaza klase I/II, nadstrujnom zaštitom stringova, sustavom za praćenje rada mreže, uređajem za automatsku sinkronizaciju na napon mreže, sustavom za praćenje valnog oblika napona mreže, zaštitnim uređajem (U<, U>, f<, f>), sustavom zaštite od injektiranja istosmjerne struje u mrežu (1A;0,2s) uređajem za isključenje s mreže i uključenje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključenje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada). Izmjenjivači će se montirati na zid proizvodne građevine.

2.7 NN kabeli i mjerno – priključna oprema

Niskonaponski DC kabeli PV1-F 6 mm2 će se od fotonaponskih modula do mrežastih kabelskih kanalica voditi u instalacijskim cijevima. Po krovu će se DC kabeli PV1-F 6 mm2 voditi aluminijskom podkonstrukcijom u mrežastim kabelskim kanalicama dok će se po vertikalma objekta položiti u perforirane kanalice s poklopcem sve do izmjenjivača.

Izmjenjivači će biti povezani s razvodnim ormarom +GRSE kabelskim kanalicama s poklopcem u koji će se položiti kabeli FG16OR16 5x35 mm2.

Razvodni ormar +GRSE montirati će se pokraj postojećeg glavnog razvodnog ormara +GR. Razvodni ormari +GRSE i +GR biti će povezani kabelskom kanalicom u koju će se položiti kabeli FG16OR16 5x1x95mm^2, dok će ostala postojeća instalacija kupca ostati nepromjenjena odnosno napajana iz razvodnog ormara +GR.

2.8 Instalacija komunkacija i sustav daljinskog nadzora

Radi povezivanja i kontrole rada izmjenjivača odnosno praćenje proizvodnje putem računala potrebno je povezati izmjenjivače kabelom min. S/FTP cat6 u zaštitnoj cijevi Ø 20 mm koja se polaže u kabelskoj kanalici. Kabel S/FTP cat6 se spaja na ulazno-izlazni konektor svakog izmjenjivača, a kraj se dovodi do komunikacijskog uređaja ili postojeće LAN mreže objekta.

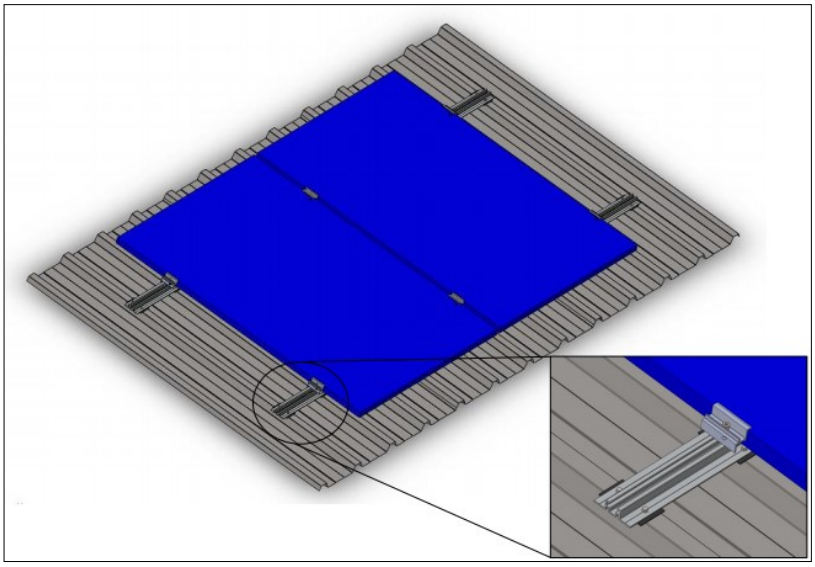
Daljinski nadzor rada sunčane elektrane izvodi se pomoću komunikacijskog uređaja SMA DATA MANAGER M ili jednakovrijedan, koji se povezuje sa izmjenjivačima, a montirati će se u +GRSE. Na taj način moguće je nadzirati rad sunčane elektrane sa bilo koje lokacije sa dostupnom internet vezom, putem standardnog web sučelja, na portalu proizvođača izmjenjivača.

2.9 Mjerenje proizvedene i potrošene električne energije

Mjerenje predaje energije u smjeru NN mreže će se izvesti na način da će se uređajem za mjerenje tijeka električne energije (SMA Energy Meter ili jednakovrijedan) mjeriti izlazna snaga u smjeru NN mreže. Mjeri se strujno opterećenje preko strujnih mjernih transformatora ST500/5 A (klasa točnosti 1) ugrađenih u +GR-u na dolaznom kabelu. Signal iz uređaja za mjerenje energije se šalje na uređaj za kontrolu rada izmjenjivača SMA DATA MANAGER M. Na standardnom web sučelju, na portalu proizvođača izmjenjivača, se mogu očitati vrijednosti trenutne i ukupne proizvedene električne energije iz sunčane elektrane, vrijednosti trenutne i ukupne potrošene električne energije iz sunčane elektrane za vlastite potrebe i vrijednosti trenutne i ukupne predane električne energije u mrežu u kWh.
Uređaj za mjerenje energije i uređaj za kontrolu rada izmjenjivača SMA DATA MANAGER M potrebno je povezati signalnim kabelima na LAN mrežu.

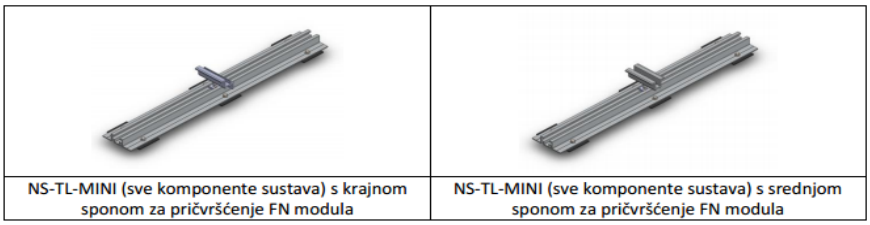
2.10 Konstrukcija

Moduli će se pričvrstiti na pokrov pokriven limom s aluminijskom podkonstrukcijom za prihvat fotonaponskih modula (tipa kao proizvođača NIKA Konstrukcije) predviđenu za instalaciju fotonaponskih modula na krov pokriven limom. Nosiva konstrukcija otporna je na opterećenja bez obzira na eksterne utjecaje vjetra ili snijega. Fotonaponski moduli montiraju se tako da prate liniju krova nagiba 8°.



Komponente sustava





Slika 2.1. Komponente aluminijske konstrukcije

2.11 Transport

Dijelovi konstrukcije i sva oprema koji se sklapaju na gradilištu su takvih dimenzija da se nesmetano mogu transportirati do mjesta ugradnje.

2.12 Montaža

Montaža sunčane elektrane vrši se po sljedećem postupku:

- montaža aluminijskih nosača FN modula
- montaža i spajanje fotonaponskih modula
- polaganje istosmjernog kabela od FN modula do izmjenjivača
- postavljanje i spajanje izmjenjivača
- postavljanje +GRSE
- polaganje NN kabela izmjenične struje
- mjerenje, ispitivanje i puštanje u pogon

2.13 Ispitivanje i puštanje u pogon

Pod ispitivanje i puštanje u pogon podrazumijeva se:

- ispitivanje i kontrola prilikom preuzimanja gotove opreme,
- ispitivanje i kontrola prilikom izgradnje,
- ispitivanje i kontrola prije puštanja u pogon.

2.14 Instalacija zaštite od munje

Za zaštitu od direktnog udara munje postavljaju se Al hvataljke, visine 1m. Hvataljke se spajaju na mrežu aluminijskih vodiča te na postojeću instalaciju odvoda sustava zaštite od munje vezanih na uzemljenje objekta – temeljni uzemljivač. Raspored hvataljki je odabran simulacijom korištenjem metode kotrljajuće kugle, a postignuta je zaštita nivoa LPS III.

2.15 Izjednačavanje potencijala

Budući da nije osiguran sigurnosni razmak sve odvojene metalne dijelove konstrukcije za montažu modula potrebno je međusobno galvanski povezati na postojeću instalaciju zaštite od udara munje na krovu. Okviri modula se posebnim aluminijskim zakačkama spajaju na konstrukciju za njihovu montažu te se tako i oni uzemljuju.

2.16 Održavanje

Za izvedbu fotonaponskog sustava koristi se oprema vrhunske tehnologije koja traži minimalno održavanje. Kako bi fotonaponski sustav ispravno i kvalitetno radio, održavanje treba biti usklađeno s uputama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi glede sigurnosti (zaštite) na radu, periodičnosti i opsega pregleda, servisa, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

3. TEHNIČKI OPIS SUNČANE ELEKTRANE

3.1 Podaci o opremi

U konkretnom slučaju koriste se dva (2) izmjenjivača pojedinačne snage 50 kW, za vanjsku ugradnju sljedećih osnovnih karakteristika:

Tip izmjenjivača		SMA Sunny Tripower CORE1
Nominalna snaga	P_{AC}	50000 W
Maksimalni ulazni napon	U_{DC}	1000 V
Maksimalna struja kratkog spoja po MPPT	I_{DSC}	30 A
Maksimalna ulazna struja po MPPT	I_{DC}	20 A
Broj MMPT jedinica		6
Nominalni napon	U_{AC}	230/400 V
Maksimalna izlazna struja	I_{AC}	72,5 A
Maksimalna izlazna struja kratkog spoja	I_{ACKS}	86 A
Frekvencija mreže	f	50 Hz
AC izlaz		trofazan
Euro-Eta		97,8 %
Zaštita od reverznog polariteta ulaza		Da
DC rastavljač		Da
AC zaštita od kratkog spoja		Da
Zaštita od proboja na DC ulazu		Da
Praćenje rada mreže		Da
Ugrađena ZUDS klase A		Da
Prenaponska zaštita DC ulaza klase II		Da
Nadstrujna zaštita stringova		Da
Prepoznavanje greške na stringu		Da
Dimenzije(Š/V/D)		621 mm/ 733 mm/ 569 mm
Težina		84 kg
Potrošnja noću		4,8 W
Zaštita		IP 65

Tablica 3.1. Tehničke karakteristike izmjenjivača

Fotonaponski moduli Jinko Solar JKM465M-7RL3-V imaju sljedeće elektroenergetske karakteristike:

Tip modula	Risen RSM120-6-330M	
Tip sunčanih ćelija	monokristalične	
Broj ćelija		120
Nominalna snaga	P_{MPP}	465 W
Napon otvorenog kruga	U_{OK}	51,92 V
Struja kratkog spoja	I_{KS}	11,59 A
Nominalni napon	U_{MPP}	43,18 V
Nominalna struja	I_{MPP}	10,77 A
Efikasnost modula	η_m	20,71 %
Dimenzije modula		2182 mm x 1029 mm x 40 mm
Standardni uvjeti ispitivanja		1000 W/m2, 25 °C, AM 1,5

Tablica 3.2. Tehničke karakteristike fotonaponskog modula

3.2 Proračun kabela

FN moduli su podijeljeni u šesnaest (16) stringova, odnosno dva (2) ili jedan (1) stringa po MPPT ulazu izmjenjivača. Maksimalna snaga stringa je 6,975 kWp (najgori slučaj u vidu strujnog opterećenja), čiji je spoj na izmjenjivač izveden kabelom 2xPV1-F 6 mm^2. U serijskom spoju fotonaponskih modula maksimalna struja u stringu jednaka je maksimalnoj struji pojedinog modula koja je jednaka struji kratkog spoja fotonaponskog modula koja prema tehničim podacima za module Jinko Solar JKM465M-7RL3-V iznosi I_{SC1} = 11,59 A

$$2xI_{DC1} = 2xI_{SC1} = 23{,}18A$$

Maksimalna struja kratkog spoja na DC ulazu izmjenjivača je 30 A, pa spajanjem dva (2) stringa na DC ulaz izmjenjivača maksimalne struje ulaza izmjenjivača zadovoljavaju.

Maksimalno strujno opterećenje kabela 2xPV1-F 6 mm^2 položenog u zraku iznosi 70 A pa odabrani kabel za istosmjerni krug zadovoljava.

Veza između izmjenične strane izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE izvesti će se peterožilnim kabelom FG16OR16 5x35 mm^2. Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je:

$$I_{AC} = \frac{P}{U} = \frac{50000W}{\sqrt{3}x400V} = 72{,}17A$$

Maksimalno strujno opterećenje odabranog kabela položenog u zraku iznosi 130 A, odnosno 114 A u zemlji pa odabrani kabel zadovoljava.

Veza između razvodnog ormara +GRSE i glavnog razvodnog ormara +GR izvesti će se jednožilnim kabelom FG16OR16 5x1x95 mm^2. Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je je:

$$I_{AC} = \frac{P}{U} = \frac{100000\ W}{\sqrt{3}x400V} = 144{,}34\ A$$

Maksimalno strujno opterećenje odabranog kabela položenog u zraku iznosi 269A pa odabrani kabel zadovoljava.

3.3 Provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenja

Zaštita vodova i kabela od pregrijavanja se vrši nadstrujnim zaštitnim uređajima. Radna karakteristika nadstrujnog zaštitnog uređaja koja štiti od preopterećenja mora ispuniti dva uvjeta:

$$\boldsymbol{I_B \leq I_N \leq I_Z}$$
$$\boldsymbol{I_2 \leq 1{,}45 \times I_Z}$$

pri čemu su:

I_B – pogonska struja,

I_N – nazivna struja zaštitnog uređaja,

I_2 – struja koja osigurava proradu zaštitnog uređaja i

I_Z – trajno podnosiva struja voda.

Nazivna struja I_N(A)	NVO gG osigurači	MCB – automatski osigurači tip B i C
	$I_2 = k\ I_N$ (A)	
do 4 A	2,1	1,45
od 4 do 16 A	1,9	1,45
od 16 A do 63 A	1,6	1,45

Tablica 3.3. Proradne karakteristike osigurača

Provjerom vodova i kabela te pripadnih zaštitnih uređaja vidljivo je da je proradna struja zaštitnog uređaja uvijek manja od dopuštene struje opterećenja voda ili kabela, te je na taj način osiguran ispravan rad zaštite od preopterećenja.

3.4 Provjera zaštite od kratkog spoja

Zaštitni uređaji trebaju osigurati prekidanje struje kratkog spoja prije nego što ta struja prouzroči štetna toplinska i mehanička naprezanja u vodičima i spojevima. Koordinacija zaštitnih uređaja i vodiča je odabrana tako da svaka struja kratkog spoja, koja se pojavi u nekoj točki strujnog kruga, bude prekinuta u vremenu koje ne prelazi ono vrijeme u kojem bi se vodič zagrijao do maksimalne dozvoljene temperature.
Za kratke spojeve koji traju do 5 s, vrijeme t u kojem određena struja kratkog spoja zagrijava vodič od najviše dozvoljene temperature u normalnom radu do maksimalno dozvoljene temperature, približno se izračunava izrazom:

$$\boldsymbol{t = \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2}$$

gdje je:
t – dozvoljeno vrijeme trajanja kratkog spoja [s]
I – efektivna vrijednost struje kratkog spoja [A]
k – konstanta materijala (k=115 za Cu vodiče, k=70 za Al vodiče, PVC izolacija)

Provjerom vrijednosti maksimalnih propuštenih struja kratkih spojeva u dokumentaciji i usporedbom s vrijednostima i karakteristikama zaštitnih uređaja (vidljivo iz jednopolnih shema razdjelnika), može se zaključiti da je uvijek osiguran „trenutni“ isklop (t < 0,1 s), što u potpunosti zadovoljava navedeni uvjet dozvoljenog vremena.

3.5 Proračun kratkog spoja sa strane sunčane elektrane

Prema tehničkim specifikacijama izmjenjivača maksimalna izlazna struja kratkog spoja izmjenjivača je 86 A. Ukupni maksimalni doprinos izmjenjivača u struji kratkog spoja sunčane elektrane iznosi:

$$I_{KS1\,Imax} = n \times I_{SC} = 2 \times 86 = 172\ A$$

3.6 Istosmjerni krug sunčane elektrane

U razvodnom ormaru +GRSE odabran je prekidač maksimalne nazivne struje 160 A, podešen na 160 A (detaljno podešenje prekidača izvesti prema EPZ-u). Nazivna podešena struja prekidača veća je od nazivne struje elektrane (I_{ne} = 144,34 A), a manja od struje kratkog spoja elektrane (I_{ks}= 172 A) i nazivne struje priključnih kabela (I_{nk}=269).

3.7 Istosmjerni krug sunčane elektrane

Pad napona proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka 6 mm^2 u krugu istosmjerne struje između fotonaponskih modula i izmjenjivača. Procijenjena maksimalna duljina je 80 m, a presjek vodiča iznosi 6 mm^2.

Pad napona u vodiču ovisi o četiri činioca:

- specifične otpornosti materijala (δ) od koga je vodič sačinjen,
- površine poprečnog presjeka vodiča (s),
- dužine vodiča (l) i
- struje koja protječe kroz vodič (l).

Za otpor vodiča vrijedi:

$$R = \frac{\rho \times l}{s},$$

a za pad napona Ohmov zakon:

$$U = I \times R.$$

Specifična otpornost materijala je konstanta koja je poznata za svaki provodni materijal. Za bakar, koji se najčešće koristi za proizvodnju vodiča iznosi 0,0174 Ω mm^2/m.
U predmetnom kritičnom slučaju opor strujnog kruga iznosi:

$$R = \frac{\rho \times l}{s} = \frac{0{,}0174 \times 160}{6} = 0{,}464\ \Omega$$

Maksimalna istosmjerna struja (u normalnom pogonu) koja prolazi spojnim kabelom do izmjenjivača jednaka je 10,77 A. Ukupni pad napona tada iznosi:

$$U = I \times R = 10{,}77 \times 0{,}464 = \ 5V$$

Pri nominalnoj snazi fotonaponskog polja maksimalni gubici snage u istosmjernom krugu maksimalno iznose 0,77 %, dok očekivano smanjenje proizvedene električne energije zbog gubitaka u istosmjernom krugu na godišnjoj razini iznosi maksimalno 0,39 %.

3.8 Izmjenični krug sunčane elektrane

Pad napona proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka 35 mm^2 u krugu izmjenične struje između izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE. Procijenjena duljina 46 m, a presjek vodiča iznosi 35 mm^2. Specifična vodljivost bakra iznosi 56 Sm/mm^2.

$$u_1 = \frac{100 \times l \times P}{\kappa \times U^2 \times S} = \frac{100 \text{ x } 46 \times 50000}{56 \times 400 \times 400 \times 35} = 0{,}73\% < 5\%$$

Ukupni maksimalni pad napona tada iznosi 2,92 V.

Pad napona priključnog kabela između razvodnih ormara +GRSE i glavnog razvodnog ormara +GR proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka 90 mm^2 u krugu izmjenične struje između +GRSE i GR-a. Procijenjena duljina 14 m, a presjek vodiča iznosi 90 mm^2. Specifična vodljivost bakra iznosi 56 Sm/mm^2.

$$u_2 = \frac{100 \times l \times P}{\kappa \times U^2 \times S} = \frac{100 \ \times \ 14 \times 100000}{56 \times 400 \times 400 \ \times \ 90} = 0{,}17\% < 5\%$$

Ukupni maksimalni pad napona tada iznosi 0,68 V.

Ukupni pad napona od izmjenjivača I1-I2 do glavnog razvodnog ormara +GR iznosi:

$$\Delta u = u_1 + u_2 = 2{,}92 + 0{,}68 = 3{,}6V \rightarrow 0{,}9\% < 5\%$$

Ukupni pad napona je manji od maksimalne dozvoljene vrijednosti definirane zahtjevom iz Tehničkih propisa.

3.9 Proračun uzemljivača

Potrebno je provjeriti uzemljivač i instalaciju zaštite od udara munje, postupkom mjerenja otpora uzemljenja, kao i povezanost metalnih masa konstrukcije FN modula, odvoda i sl.
Uslijed ugradnje prenaponske zaštite dolazimo do uvjeta na iznos uzemljenja < 5Ω. Ispravnost istog provjeriti mjerenjem.
Ukoliko izmjerena vrijednost ne zadovoljava treba je dovesti do tražene vrijednosti daljnjim dodavanjem pocinčane čelične trake ili zabijanjem sonde.

3.10 Provjera mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Korišten je TN-C-S sustav uzemljenja u kombinaciji sa RCD, za koje zaštita efikasno djeluje ako vrijedi:

$$R_{uz} \times I_{\Delta n} \leq U_0$$

gdje je :
R_{uz} – otpor uzemljenja (zbroj otpora uzemljivača i zaštitnog PE vodiča)
$I_{\Delta n}$ – proradna struja ZUDS (0,3 A) i
U_0 – maksimalno dozvoljeni napon dodira (50 VAC).

Za trajno dozvoljeni napon dodira U_0 = 50 V i nazivnu diferencijalnu struju $I_{\Delta n}$ = 0,3 A, najveći otpor uzemljenja može biti Ruz = $U_0/I_{\Delta n}$, odnosno 167 Ω. Otpor uzemljivača i otpor zaštitnog PE vodiča znatno su manji od traženog kriterija te će zaštita pouzdano djelovati.

3.11 Prenaponska zaštita

Od pojave prenapona zaštićeni su svi elektronički uređaji. Svi metalni dijelovi opreme i uređaja su uzemljeni.
DC ulazi izmjenjivača štite se odvodnicima prenapona tipa I/II nazivne struje 50 kA (8/20µs).
AC izlaz izmjenjivača štiti se četveropolno odvodnicima prenapona tipa II nazivne struje 20 kA (8/20µs).

4. OPIS POSTOJEĆEG STANJA

4.1 Opći podaci o građevini

Na krovovima poslovno-proizvodne građevine u Čakovcu, Ul. dr. Ivana Novaka 46, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec planira se izgraditi sunčana elektrana snage 100 kW. Na samoj lokaciji do sad se nisu koristili obnovljivi izvori energije.

4.2 Fotodokumentacija



Slika 4.1. Krovovi poslovno-proizvodne građevine predviđen za izgradnju sunčane elektrane



Slika 4.2. Krovovi poslovno-proizvodne građevine predviđen za izgradnju sunčane elektrane

4.3 Postojeća potrošnja

U tablici 4.1. prikazana je potrošnja električne energije (u kWh) u Čakovcu, Ul. Dr. Ivana Novaka 46, k.č. 2501/3, k.o Čakovec, za razdoblje od 5. mj. 2020. do 5. mj. 2021. godine, a podaci su dobiveni iz mjesečnih računa izdanih od HEP-OPSKRBE d.o.o.

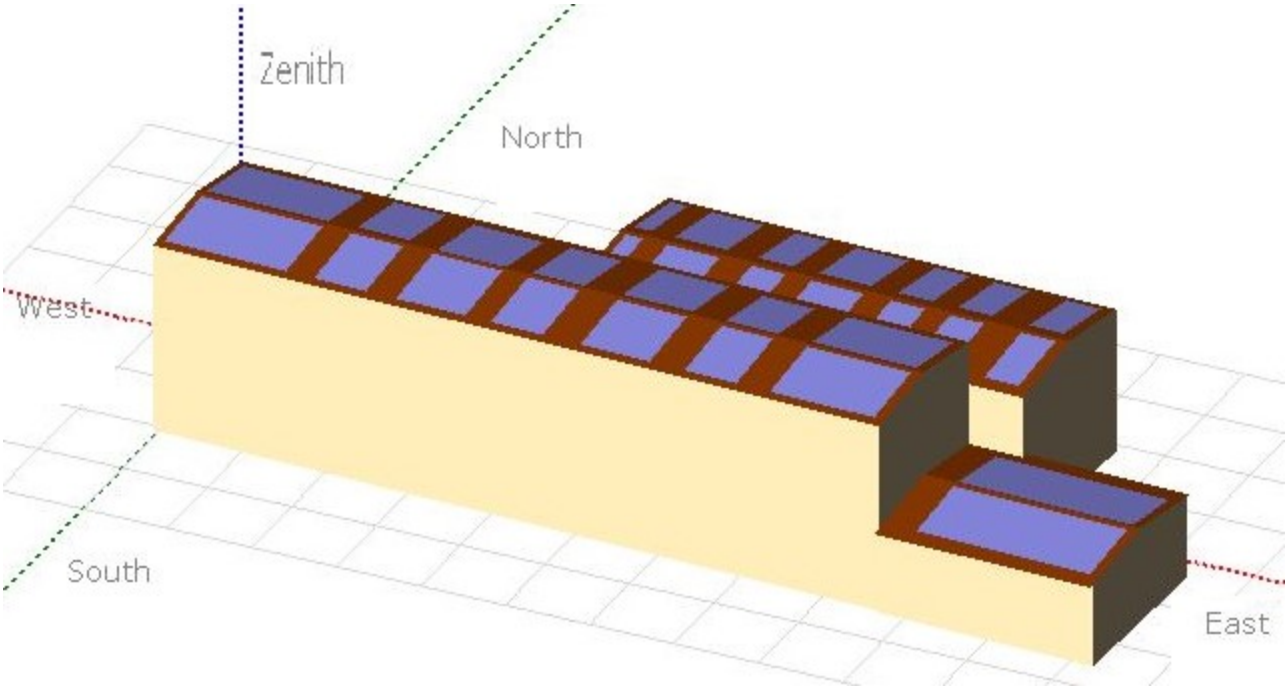
godina	Godišnja potrošnja električne energije (kWh)
5 mj. 2020 - 5 mj. 2021	**252.846**

Tablica 4.1. Postojeća isporučena električna energija preuzeta iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj lokaciji izražena u kWh

5. PROCJENA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

5.1 Utjecaj zasjenjenja

3D-modeliranjem situacije u simulacijskom softveru PVsyst određena je optimalna dispozicija nosive konstrukcije odnosno fotonaponskih modula na zadanoj površini s obzirom na planiranu ukupnu snagu elektrane i položaj elektrane. Fotonaponski moduli prate liniju krova nagiba 8°.



Slika 5.1. 3D model elektrane

5.2 Procjena proizvodnje i ostvarenih smanjenja isporučene energije

Procjena proizvodnje sunčane elektrane NMP - PRODUKT provedena je u programskom paketu PVsyst i prema dostupnim meteorološkim podacima. Stvarna proizvodnja fotonaponskog sustava može odstupati zbog odstupanja klimatskih varijabli, efikasnosti modula i izmjenjivača te drugih utjecajnih faktora.

U tablici 5.1. prikazani su osnovni parametri sunčane elektrane NMP - PRODUKT. Iz rezultata simulacije vidimo da se očekivani godišnji prinosi dobiveni simulacijom kreću oko 959 kWh po instaliranom kilovatu snage fotonaponskog polja. Proračun je napravljen specijaliziranim programom PVsyst prema dostupnim rezultatima mjerenja ozračenja najbliže lokacije za koje postoje mjerenja.

R.b.	Opis	
1.	Lokacija	Čakovec
2.	Vrsta sustava	Fiksna
3.	Snaga FN polja	102,3 kWp
4.	Snaga izmjenjivača	100 kW
Rezultati simulacije		
5.	Izvor podataka	Meteonorm 8.0
6.	Specifična godišnja proizvodnja	959 kWh/kW_p
7.	Ukupna bruto godišnja proizvodnja energije iz SE	98.016 kWh
8.	Godišnje bruto smanjenje emisija CO_2 iz SE	32,345 t

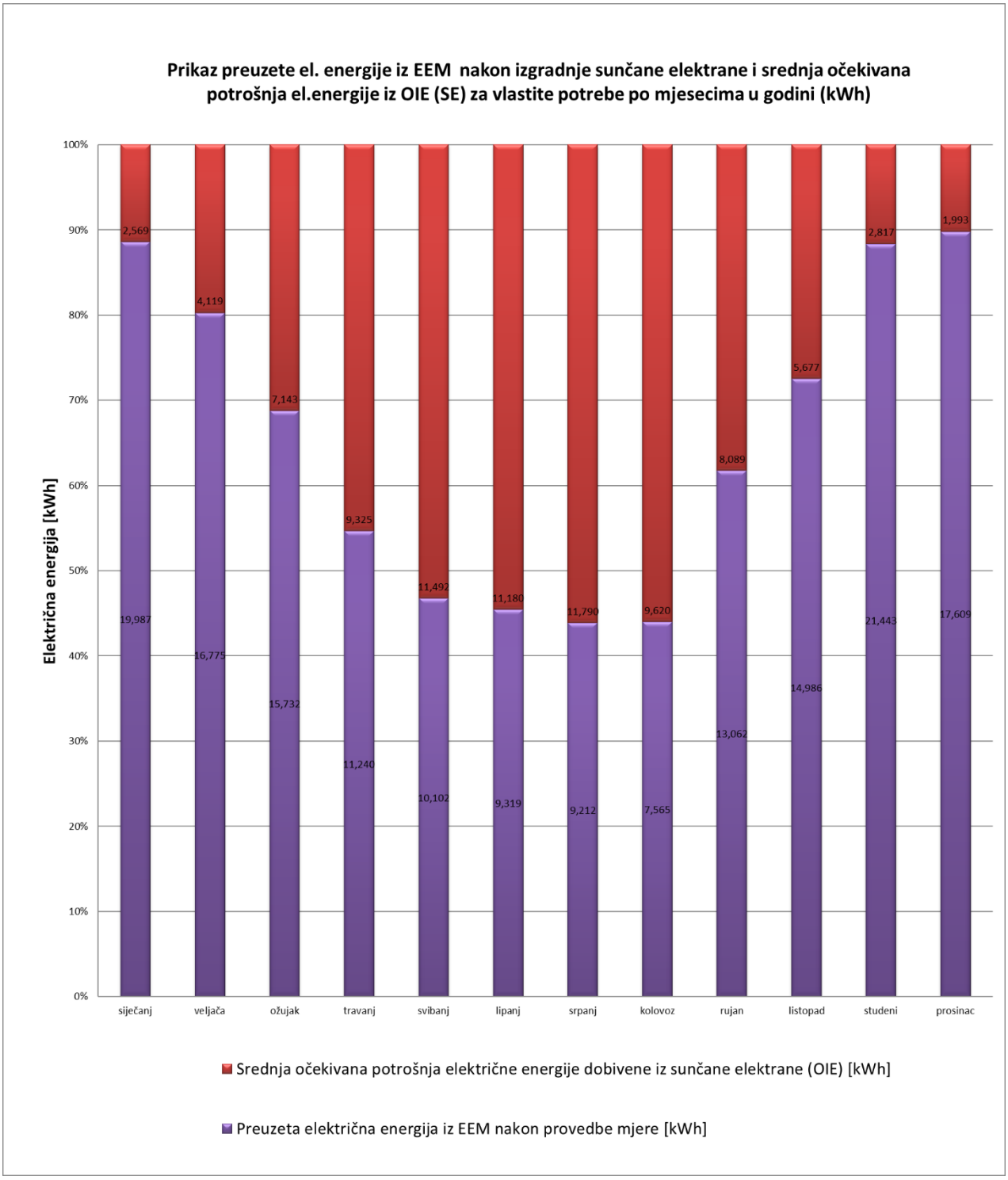
Tablica 5.1. Osnovni parametri Sunčane elektrane NMP - PRODUKT

U tablici 5.2. prikazani su podaci o postojećoj količini isporučene električne energije iz EEM u razdoblju 12 mjeseci (od 5. mj. 2020- 5. mj. 2021.), srednja očekivana proizvodnja električne energije iz OIE (obnovljivi izvori energije) po mjesecima u godini, srednja očekivana količina isporučene električne energije iz EEM na lokaciji korisnika nakon izgradnje OIE, srednja očekivana potrošnja električne energije iz OIE za vlastite potrebe i srednja očekivana predaja viška električne energije iz OIE koja nije potrošena za vlastite potrebe.

Mjesec	Pretpostavljena količina isporučene el. energije iz EEM u razdoblju od 12 mjeseci tijekom jedne godine [kWh]	Srednja očekivana proizvodnja električne energije iz OIE po mjesecima u godini [kWh]	Srednja očekivana količina isporučene el. energije iz EEM u razdoblju od 12 mjeseci nakon izgradnje OIE [kWh]	Srednja očekivana potrošnja el. energije iz OIE za vlastite potrebe [kWh]	Srednja očekivana predaja viška el. energije iz OIE koja nije potrošena za vlastite potrebe [kWh]
siječanj	22.556	2.569	19.987	2.569	-
veljača	20.894	4.119	16.775	4.119	-
ožujak	22.875	7.349	15.732	7.143	206
travanj	20.565	10.527	11.240	9.325	1.202
svibanj	21.594	13.849	10.102	11.492	2.357
lipanj	20.499	13.525	9.319	11.180	2.345
srpanj	21.002	14.624	9.212	11.790	2.834
kolovoz	17.185	12.335	7.565	9.620	2.715
rujan	21.151	8.599	13.062	8.089	510
listopad	20.663	5.710	14.986	5.677	33
studeni	24.260	2.817	21.443	2.817	-
prosinac	19.602	1.993	17.609	1.993	-
UKUPNO	**252.846**	**98.016**	**167.032**	**85.814**	**12.202**

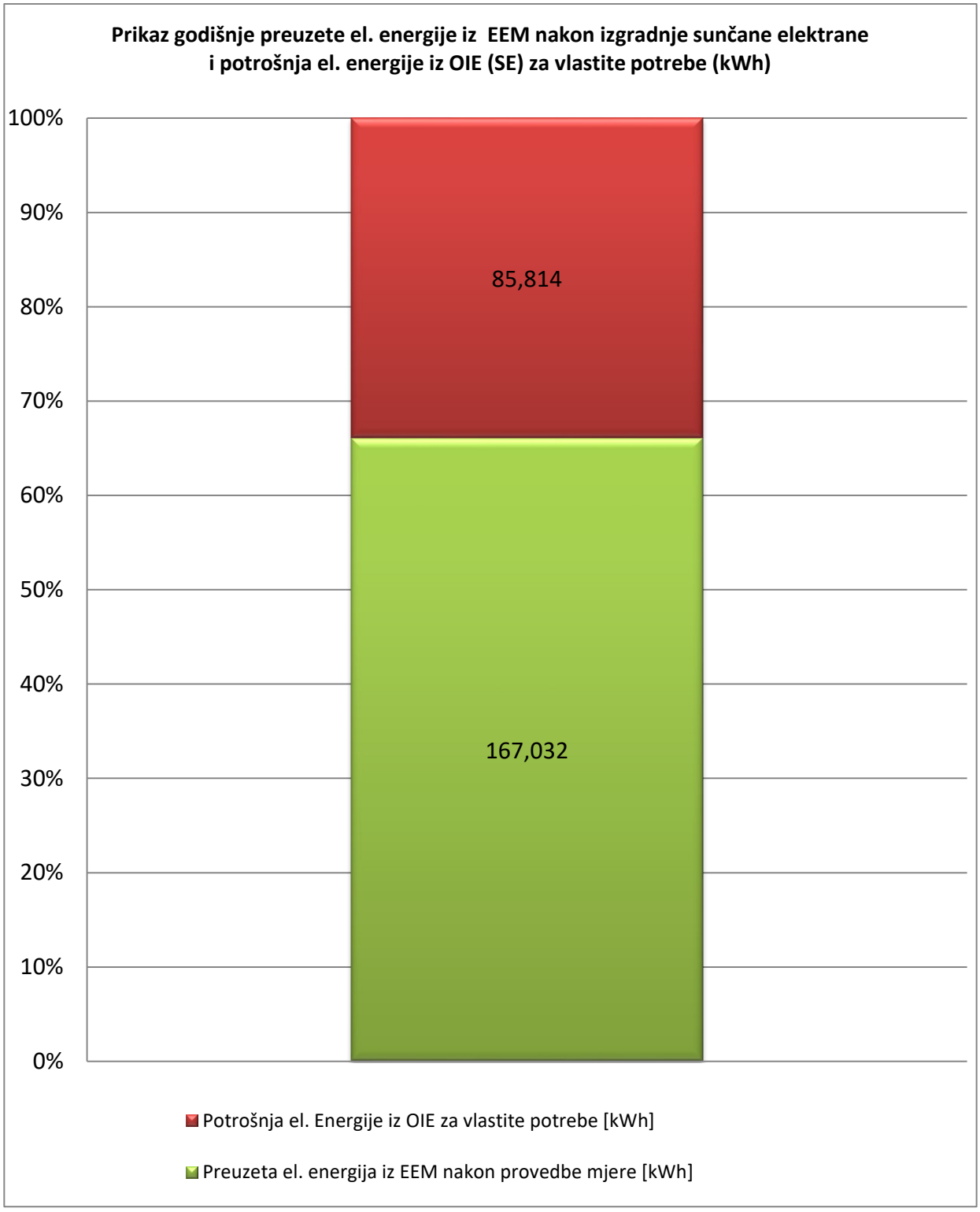
Tablica 5.2. Srednja očekivana proizvodnja električne energije po mjesecima

U grafikonu 5.1. prikazana je preuzeta električna energija iz EEM na lokaciji nakon provedbe mjere i srednja očekivana potrošnja električne energije dobivene iz sunčane elektrane (OIE) po mjesecima u godini.



Grafikon 5.1. Očekivana potrošnja električne energije dobivene iz SE i EEM

U grafikonu 5.2. prikazana je godišnja preuzeta električna energija iz EEM na lokaciji nakon provedbe mjere i srednja očekivana potrošnja električne energije dobivene iz sunčane elektrane (OIE)



Grafikon 5.2. Predviđena potrošnja električne energije iz SE i EEM

Nakon izgradnje sunčane elektrane i puštanja u paralelni rad sa EEM na godišnjoj razini ostvareno je smanjenje (zbog rada sunčane elektrane, OIE) u preuzetoj električnoj energiji iz EEM u iznosu od 85.814 kWh, odnosno ostvareno je smanjenje u preuzetoj električnoj energiji iz EEM u iznosu 33,94 %.

5.3 Smanjenje emisije CO_2

Sunčana elektrana nazivne snage 100 kW ima očekivanu godišnju proizvodnju od 98.016 kWh te će se time tijekom jedne godine u okoliš ispustiti oko 32,345 tona manje CO_2 u odnosu na električnu energiju isporučenu iz elektroenergetske mreže.

R.b.	Opis	
1.	Godišnja proizvodnja električne energije	98.016 kWh
2.	Faktor emisije CO_2 za električnu energiju	0,33 kgCO_2/kWh
3.	Godišnje smanjenje emisije CO_2 [= 1. * 2.]	32,345 t

Tablica 5.3. Izračun uštede CO_2

6. PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu sunčanu elektranu je vrhunske kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtjeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Osnovne radnje održavanja su:
- vizualni pregled fotonaponskih modula
- čišćenje filtera na ventilatoru izmjenjivača
- pritezanje spojeva
- pregled i obnavljanje znakova
- pregled ispravnosti odvodnika prenapona i automatskih prekidača

Pregled rokova redovitih pregleda i ispitivanja električne instalacije:

1. Redoviti pregled kompletne instalacije sunčane elektrane	svake godine
2. Redovito ispitivanje kompletne instalacije sunčane elektrane	svakih 4 godine

Pregled i ispitivanje mora izvoditi stručna osoba ovlaštena za ispitivanje elektroinstalacija. O svakom pregledu te o ispitivanju električne instalacije potrebno je sastaviti zapisnik. Dokumentaciju o pregledima električnih instalacija, te ugradnji dijelova električne instalacije kao i drugu dokumentaciju o održavanju električne instalacije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Vijek trajanja je 30 godina uz redovite preglede, ispitivanja i zamjenu oštećenih dijelova instalacije. Održavanje treba povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Projektant:

Dubravko Maček, dipl.ing.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

TROŠKOVNIK

INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće, OIB: 19745985097
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
LOKACIJA	Ul. dr. Ivana Novaka 46, 40000 Čakovec, k.č. 2501/3, k.o. Čakovec
VRSTA PROJEKTA	Glavni projekt
GLAVNI PROJEKTANT	Dubravko Maček, dipl.ing.el.
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA	
BROJ TEH. DNEVNIKA	59/2021
DATUM	05.2021.
DIREKTOR	Goran Oreški, mag.ing.el.

TROŠKOVNIK

		MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
	SUNČANA ELEKTRANA				
1	**MONTAŽNI MATERIJAL I OPREMA**				
1.1	Aluminijski nosač za montažu na trapeznI lim (l = 77 cm)	kom	560	27.85	15,596.00
1.2	Vijak, 5,5x25, inox, samorezujući s gumenom brtvom za pritezanje aluminijskog nosača.	kom	3,360	2.19	7,358.40
1.3	EPDM traka, rola 10m	kom	13	230.00	2,990.00
1.4	Predmontirani element za prihvat modula (srednji)	kom	320	10.35	3,312.00
1.5	Predmontirani element za prihvat modula (krajnji)	kom	240	10.35	2,484.00
	UKUPNO:				**31,740.40 kn**
2	**MONTAŽNI RADOVI**				
2.1	Dopremanje i montaža podkonstrukcije iz točke 1	komplet	1	11,385.00	11,385.00
2.2	Dopremanje i montaža fotonaponskih modula na konstrukciju	komplet	1	12,650.00	12,650.00
2.3	Izrada prodora za kabelsku trasu -izrada prodora kroz vanjski zid -sanacija prodora	komplet	1	2,300.00	2,300.00
	UKUPNO:				**26,335.00 kn**

		MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
3	**ELEKTRIČNA OPREMA**				
3.1	Fotonaponski moduli monokristalinični, snage 465 Wp, min. efikasnost FN modula 20.71%, 2182 mm x 1029 mm x 40 mm, HRN EN 61215, HRN EN IEC 61730 sa spojnom kutijom i pripadajućim izvodima i priključcima tipa kao MC4	kom	220	1,078.44	237,256.80
3.2	Kabel, tipa kao PV1-F, presjek 6 mm^2	m	2,500	6.96	17,400.00
3.3	Konektori tipa kao MC4	kom	95	11.19	1,063.05
3.4	Fotonaponski izmjenjivač Karakteristike: -max. DC snaga 75 kW STC -max. AC snaga 50 kW -nominalna AC snaga min.: 50 kW -prenaponska zaštita min. klase II -maksimalna učinkovitost min. 98,1 % -euro učinkovitost min. 97,8% -dimenzije 621 mm x 733 mm x 569 mm -zaštita min. IP 65 -broj MPPT min./broj DC ulaza min.: 6/12 -sučelja za komunikaciju-Ethernet, WLAN	kom	2	33,850.52	67,701.04
3.5	AC odvodnici prenapona za izmjenjivač, tip I/II	kom	2	330.90	661.80
3.6	DC odvodnici prenapona za izmjenjivač tip I/II	kom	2	724.84	1,449.68
3.7	Dobava kabel FG16OR16 5x35 mm^2 za kabelski spoj izmjenične struje između izmjenjivača I1-I2 i razvodnog ormara +GRSE	m	100	166.28	16,627.60
3.8	Dobava kabel FG16OR16 1x95 mm^2 za kabelski spoj izmjenične struje između razvodnog ormara +GRSE i razvodnog ormara +GR	m	90	86.51	7,786.31
3.9	Dobava kabela S/FTP cat.6	m	120	4.92	590.40
3.10	Razvodni ormar elektrane +GRSE SS ŠxVxD 2000x800x400 IP54 ožičen i opremljen s: -Odvodnici prenapona 3P+N, 20kA ,tip 1+2 (1 kom) -Osigurač 3P 63A s patronama 50A (1 kom) -glavni prekidač elektrane 160A, tropolni, s elektroničkom zaštitnom jedinicom i prigrađenim naponskim okidačem -tipkalo gljiva s 1 NO (1 kom) - naponsko-frekventni relej s pod/nadnaponskom i pod/nadfrekvencijskom zaštitom -četveropolnim zaštitnim uređajem diferencijalne struje RCD 80/0,3/4p, tip A (2 kom) -tropolni automatski osigurač 80 A - B karakteristika (2 kom) -dvopolnim zaštitnim uređajem diferencijalne struje RCD 25/0,03/2p, tip AC (1 kom) - tropolni automatski osigurač C6/3 10kA (1 kom) -jednopolni automatski osigurač C16/1 10kA (2 kom) -jednopolni automatski osigurač C6/1 10kA (7 kom) -šuko utičnica na šinu (2 kom) -rasvjetno tjelo (1 kom) -sabirnice i priključne stezaljke za dovodne i odvodne kabele -ispitan	kom	1	27,541.35	27,541.35

		MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
3.11	Oprema za dogradnju razvodnog ormara +GR za prihvat kabela s +GRSE -patrona NH1 160A (3 kom) -strujni mjerni transformator SMT 500/5 A, klase točnosti 1, sa priključnim kabelima (3 kom) -jednopolni automatski osigurač C6/10kA, (3 kom) -Sitni spojni materijal kao što su kleme, tuljci, stopice, uvodnice, P/F žica, bakar i dr.	komplet	1	2,875.00	2,875.00
3.12	Komplet opreme za komunikaciju i akviziciju podataka preko interneta i mjerenje električne energije	kom	1	6,703.38	6,703.38
3.13	Napajanje opreme za komunikaciju Top-hat rail pow.suppl.un. 24 V DC / 2,5 A	kom	1	301.14	301.14
3.14	Opreme za uzemljenje i izjednačavanje potencijala -AH1 žica Al legura 8 mm za povezivanje metalne podkonstrukcije modula na odvode sustava za zaštitu od udara munje, sa spojnicama i nosačima žice	komplet	1	2,200.00	2,200.00
3.15	Dobava i postava opreme sustava zaštite od udara munje: -štapne hvataljke izrađene od Al legure visine 1 m sa kompletom za pričvršćavanje (21 kom) -AH1 žica Al legura 8 mm za povezivanje na uzemljivač objekta, sa spojnicama i nosačima žice	komplet	1	16,200.00	16,200.00
3.16	Sitni materijal, vijci, kabelske stopice, konektori	komplet	1	1,500.00	1,500.00
	UKUPNO:				**407,857.55 kn**

		MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
4	**ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI**				
4.1	Izrada kabelskog spoja istosmjerne struje između fotonaponskih modula	komplet	1	2,640.00	2,640.00
4.2	Dobava i postava vruće cinčanog kabelskog kanala visine 35 mm i širine 50 mm, mrežasti kabelski kanal za kabelsku trasu po krovu objekta	m	114	117.26	13,367.64
4.3	Dobava i postava vruće cinčanog kabelskog kanala visine 35 mm i širine 100 mm, mrežasti kabelski kanal za kabelsku trasu po krovu objekta	m	24	124.10	2,978.40
4.4	Dobava i postava vruće cinčanog kabelskog kanala visine 35 mm i širine 200 mm, mrežasti kabelski kanal za kabelsku trasu po krovu objekta	m	12	132.42	1,589.04
4.5	Dobava i postava vruće cinčanog kabelskog kanala s poklopcem širine 100 mm	m	39	147.49	5,752.11
4.6	Dobava i postava vruće cinčanog kabelskog kanala s poklopcem širine 200 mm	m	15	212.88	3,193.20
4.7	Dobava i postava UV zaštitne cijevi promjera 41/50 mm	m	50	30.00	1,500.00
4.8	Dobava i postava KAOFLEX cijevi fi 20	m	20	13.08	261.60
4.9	Dobava i postava plastičnog kabelskog kanala za mrežni kabel	m	70	16.80	1,176.00
4.10	Postava kabela FG16OR16 5x35 mm2 za kabelski spoj izmjenične struje između izmjenjivača I1-I2 i razvodnog ormara +GRSE	m	100	40.25	4,025.00
4.11	Postava kabela FG16OR16 1x95 mm2 za kabelski spoj izmjenične struje između razvodnog ormara +GRSE i razvodnog ormara +GR	m	90	36.80	3,312.00
4.12	Dobava i montaža nosača izmjenjivača	kom	2	1,500.00	3,000.00
4.13	Konfiguracija izmjenjivača	kom	2	360.00	720.00
4.14	Izrada kabelskog spoja istosmjerne struje između fotonaponskih modula i izmjenjivača	komplet	1	6,250.00	6,250.00
4.15	Dopremanje i montaža razvodnog ormara +GRSE	kom	1	1,800.00	1,800.00
4.16	Dopremanje i montaža opreme za uzemljenje i izjednačavanje potencijala (stavka 3.14 ovog troškovnika)	komplet	1	1,210.00	1,210.00
4.17	Dopremanje i montaža sustava zaštite od udara munje -montaža komponenti sustava zaštite od munje (stavka 3.15 ovog troškovnika)	komplet	1	8,910.00	8,910.00
4.18	Postava mrežnog kabela u kabelske kanalice	m	70	6.60	462.00
4.19	Konfiguracija uređaja za komunikaciju i akviziciju podataka preko interneta i mjerenje električne energije	kom	2	360.00	720.00
4.20	Ispitivanje električnih instalacija sunčane elektrane, u skladu s tehničkim zahtjevima, izrada protokola, izdavanje atesta	kom	1	3,000.00	3,000.00
4.21	Izrada dokumentacije za provedbu pokusnog rada elektrane - plan i program ispitivanja u pokusnom radu - puštanje u pogon - mjerenje kvalitete električne energije u pokusnom radu, prema normi EN 50160, izrada izvještaja - izvješće o provedenom pokusnom radu postrojenja	kom	1	35,500.00	35,500.00
	UKUPNO:				**101,366.99 kn**

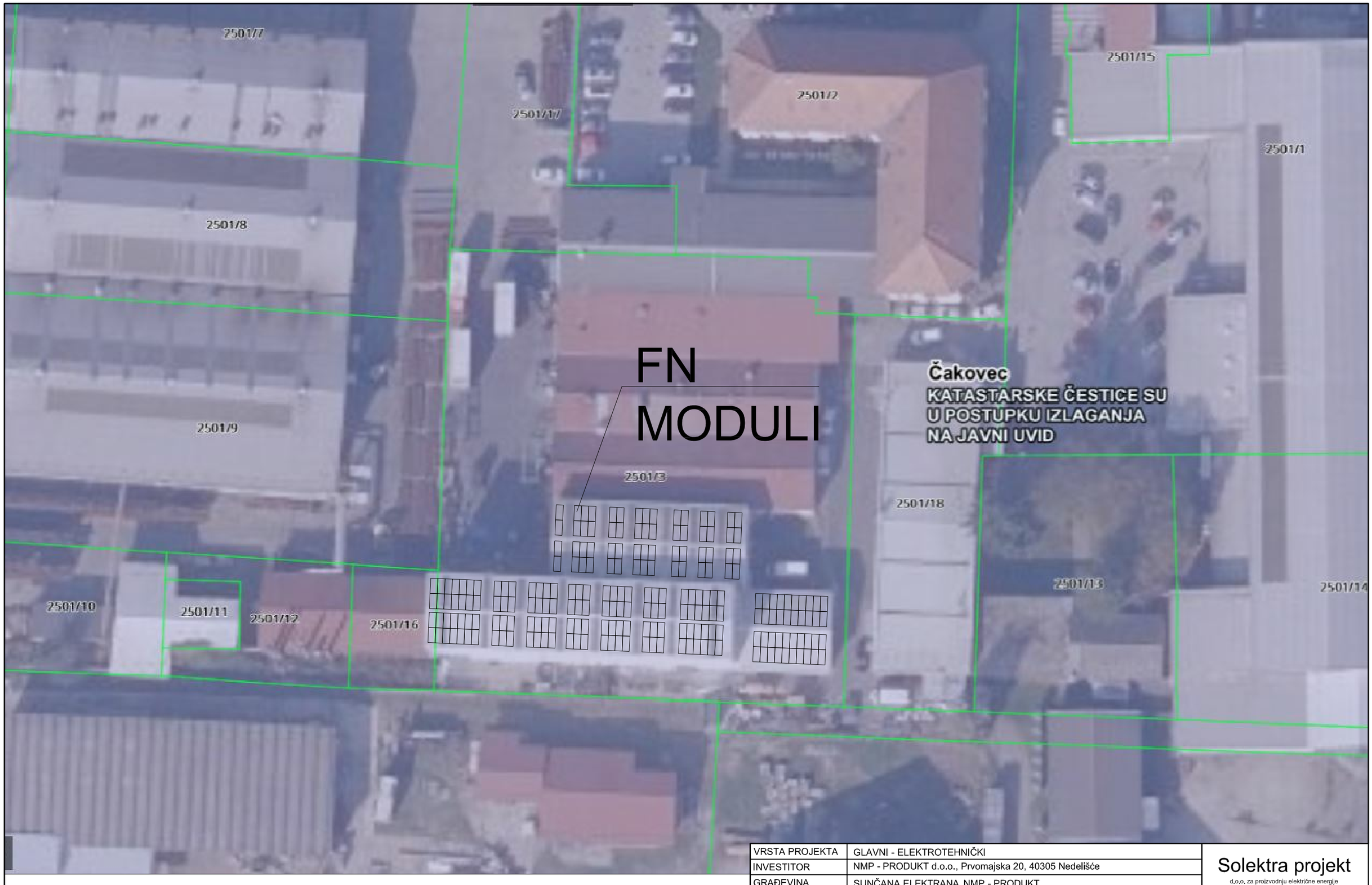
		MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
	SUNČANA ELEKTRANA				
1	MONTAŽNI MATERIJAL I OPREMA				31,740.40 kn
2	MONTAŽNI RADOVI				26,335.00 kn
3	ELEKTRIČNA OPREMA				407,857.55 kn
4	ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI				101,366.99 kn
	UKUPNO SUNČANA ELEKTRANA				**567,299.94 kn**

UKUPNO SUNČANA ELEKTRANA:	**567,299.94 kn**
PDV 25%:	**141,824.99 kn**
SVEUKUPNO:	**709,124.93 kn**

Projektant:
Dubravko Maček, dipl.ing.el

GRAFIČKI DIO

- Situacija	list br.	1	1 : 500
- Jednopolna shema sunčane elektrane	list br.	2	
- Tropolna shema razdjelnika +GR - postojeće stanje	list br.	3	
- Tropolna shema razdjelnika +GR - novo stanje	lsit.br.	4	
- Tropolna shema razdjelnika +GRSE	lsit.br.	5	
- Dispozicija FN modula, izmjenjivača I1-I2 i razvodnih ormara	list br.	6	1 : 100
- Zaštita od udara munje – pozicija hvataljki	list br.	7	1 : 100
- Pozicija izmjenjivača I1-I2	list br.	8	1 : 200



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Situacija

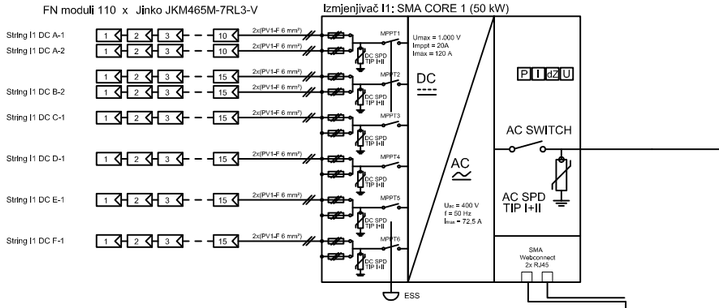
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

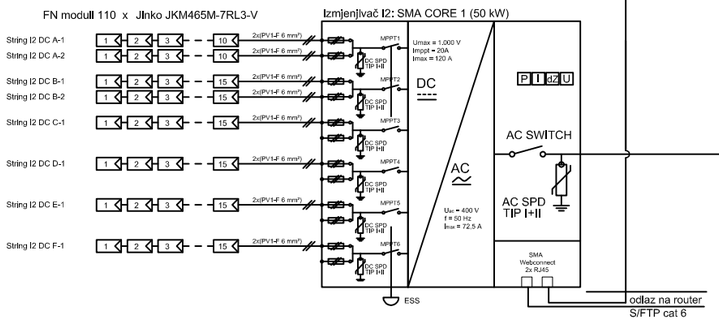
DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

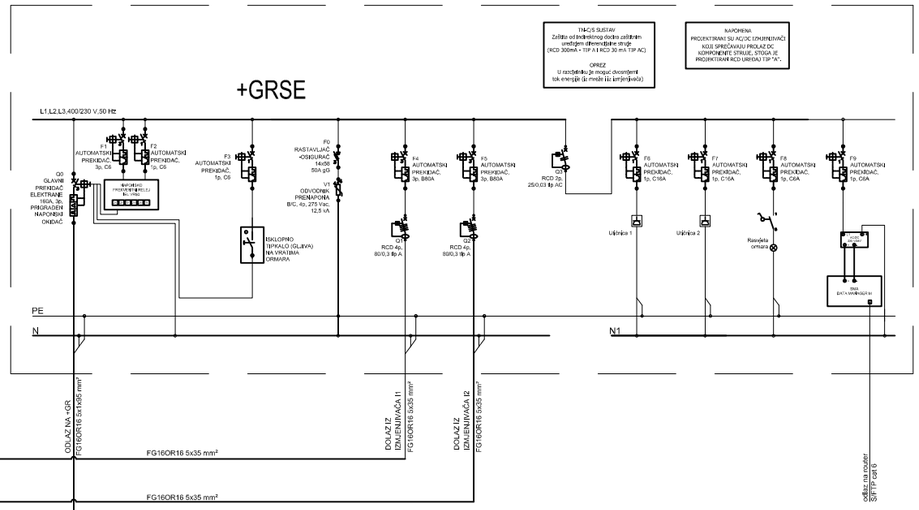
SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

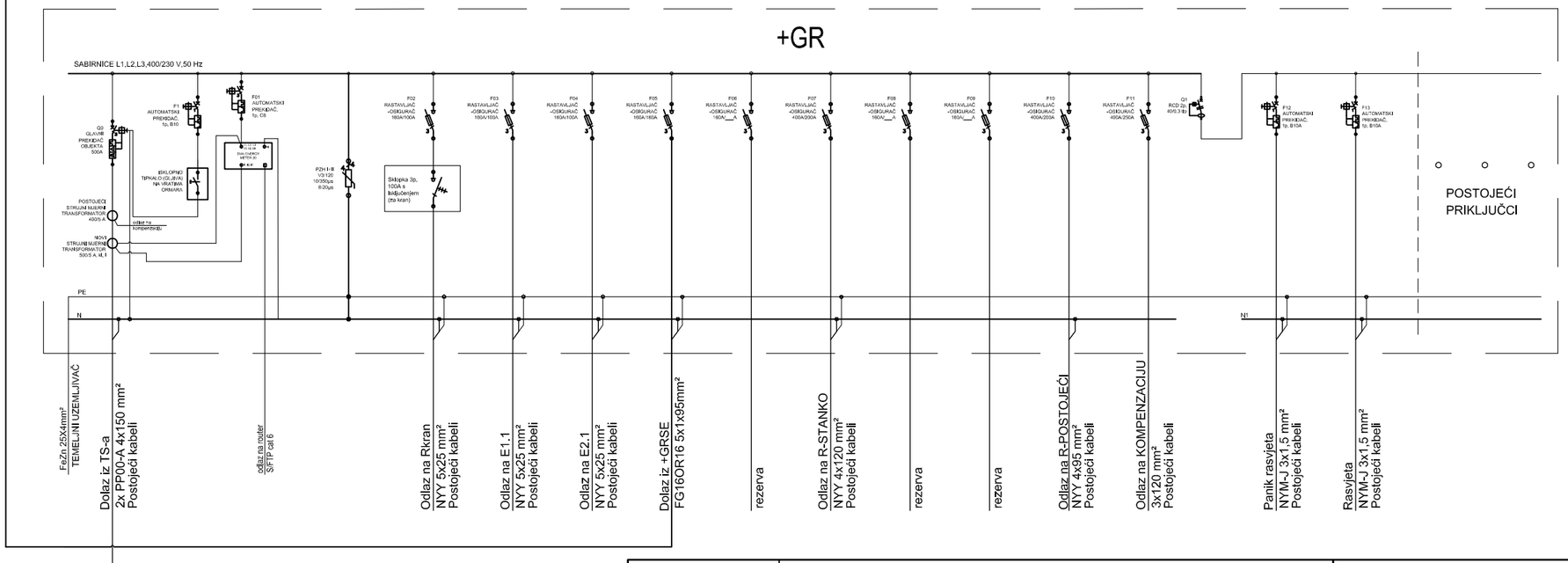
Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije
iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	1 : 500
svibanj 2021.	list br.	SE.01









ODLAZ NA NN RAZVOD TS-a

PP00-A 4x150 mm²

PP00-A 4x150 mm²

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Jednopolna shema sunčane elektrane

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

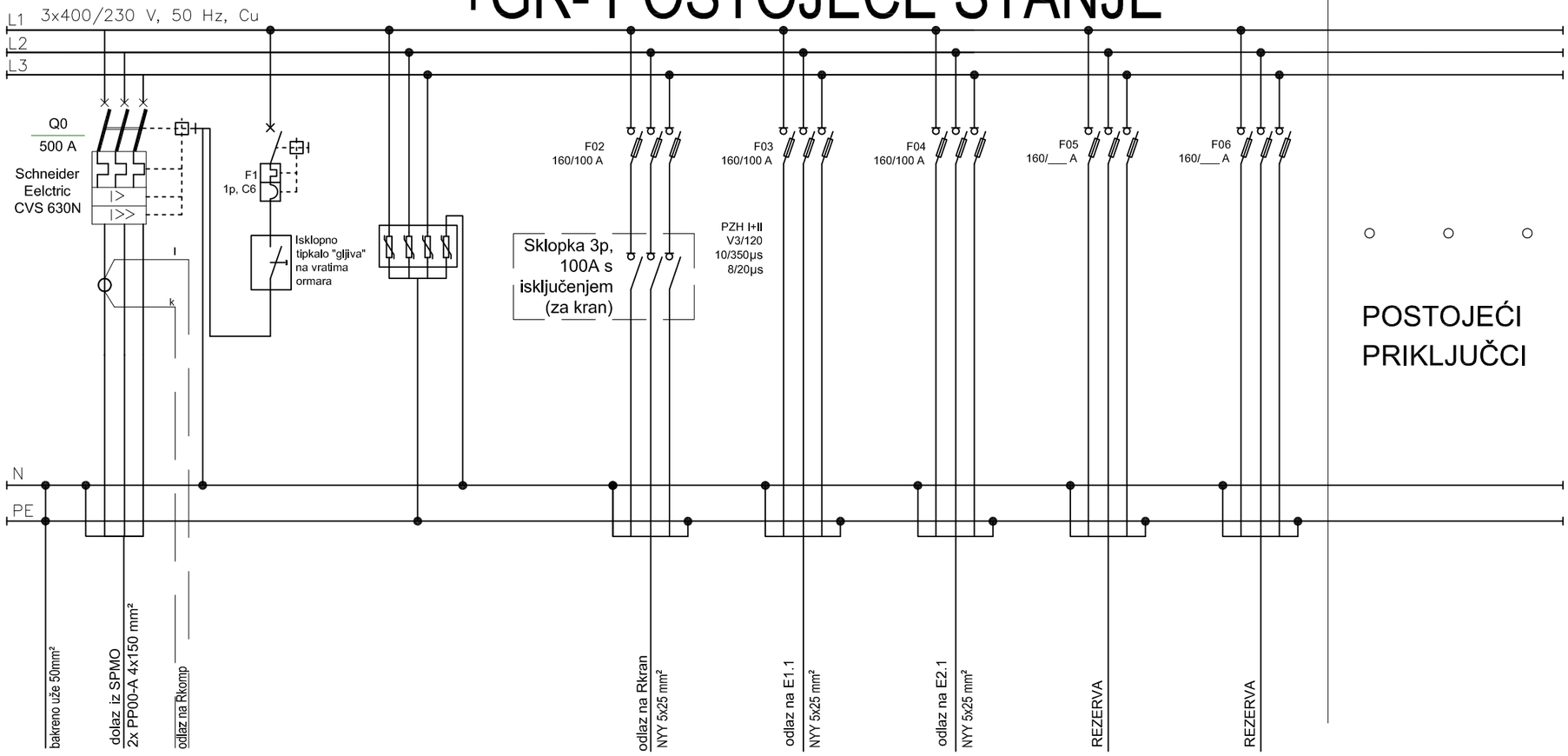
DUBRAVKO MAČEK dipl.ing.el. E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU: DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	-
svibanj 2021.	list br.	SE.02

+GR- POSTOJEĆE STANJE



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Tropolna shema razdjelnika +GR - postojeće stanje

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

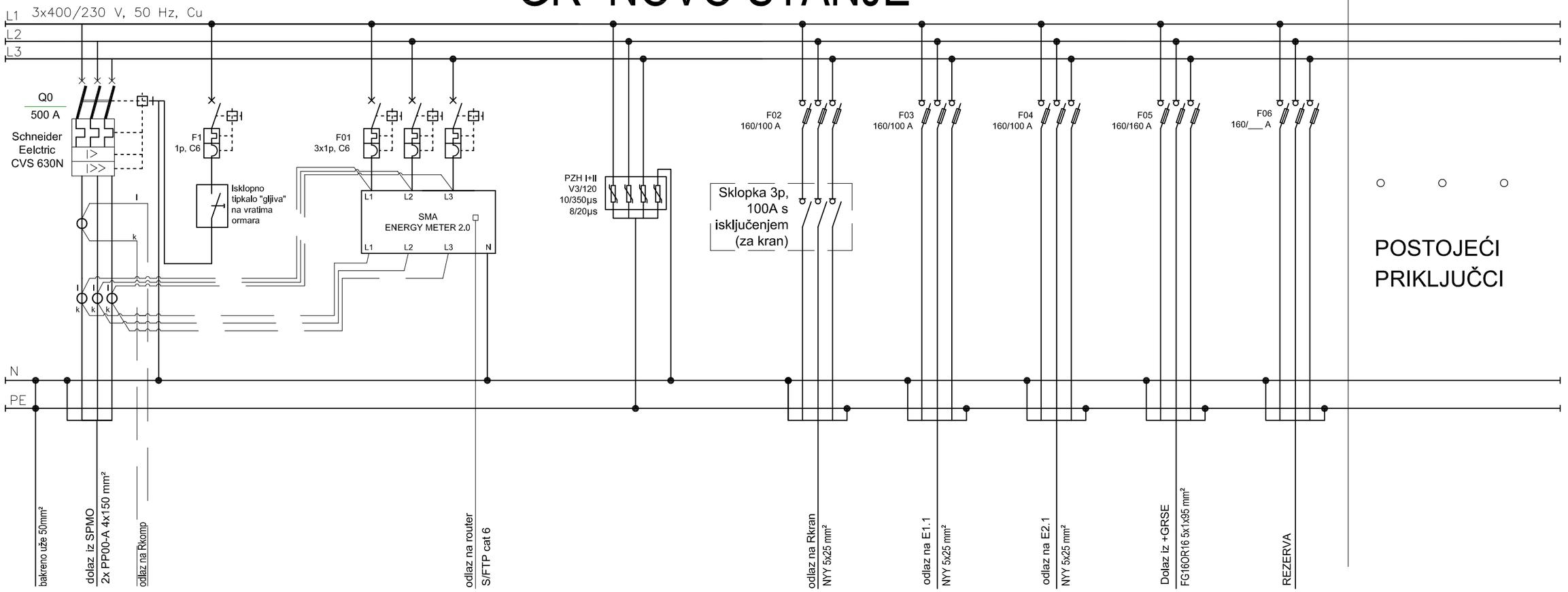
DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	-
svibanj 2021.	list br.	SE.03

+GR- NOVO STANJE



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Tropolna shema razdjelnika +GR - novo stanje

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije
iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

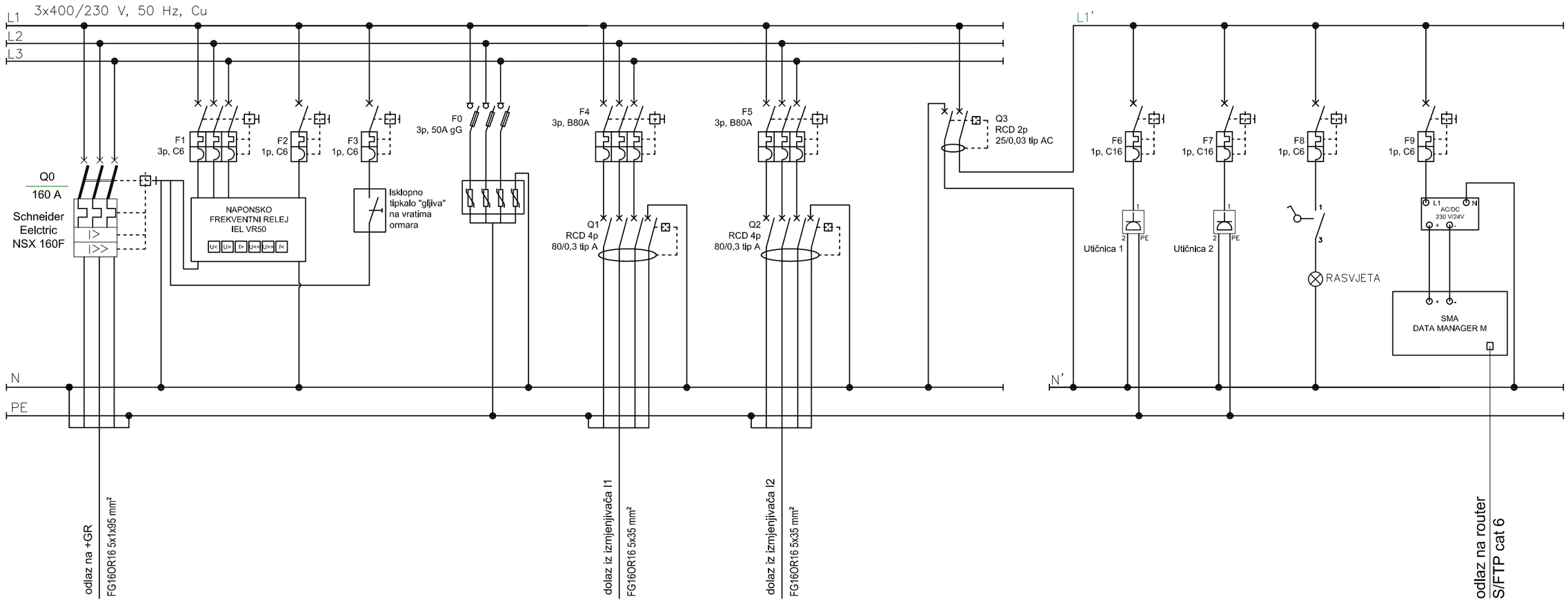
TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	-
svibanj 2021.	list br.	SE.04

+GRSE

NAPOMENA
PROJEKTIRANI SU AC/DC IZMJENJIVAČI KOJI SPREČAVAJU PROLAZ DC KOMPONENTE STRUJE, STOGA JE PROJEKTIRAN RCD UREĐAJ TIP "A".

TN-C/S SUSTAV
Zaštita od indirektnog dodira zaštitnim uređajem diferencijalne struje (RCD 300mA - TIP A i RCD 30 mA TIP AC)

OPREZ
U razdjelniku je moguć dvosmjerni tok energije (iz mreže i iz izmjenjivača)



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Tropolna shema razdjelnika +GRSE

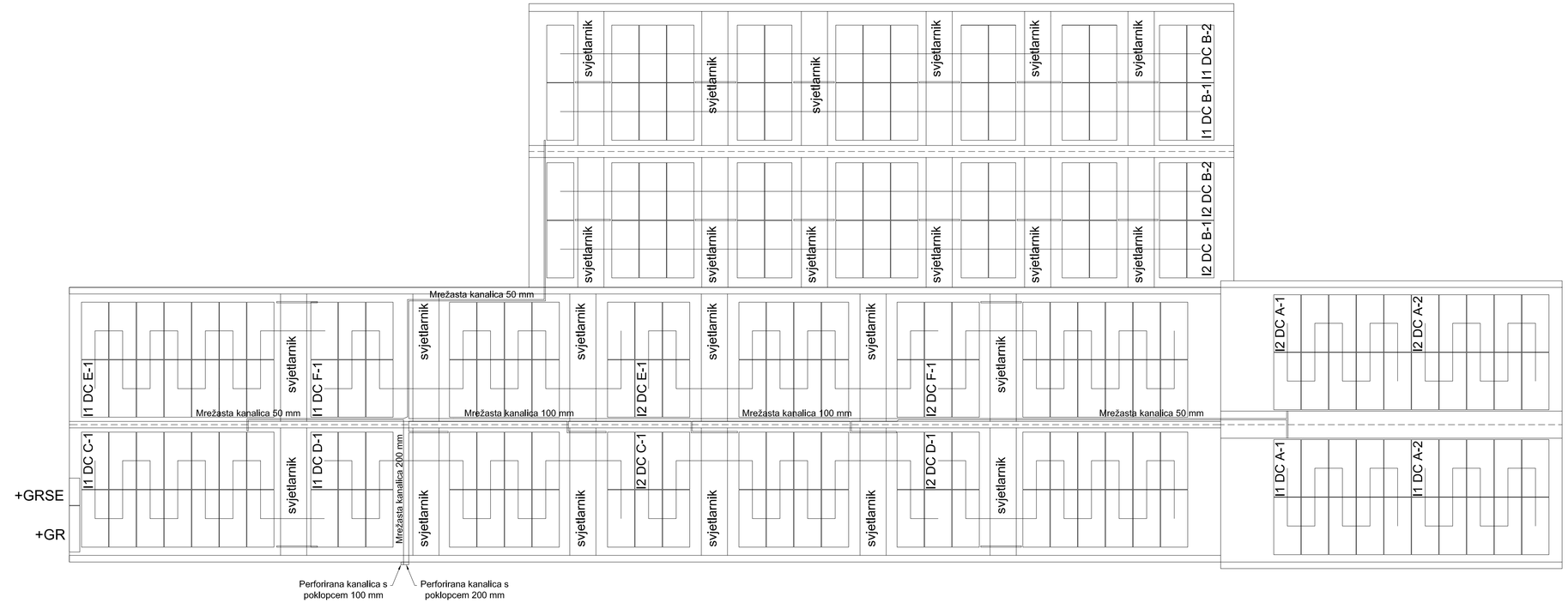
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

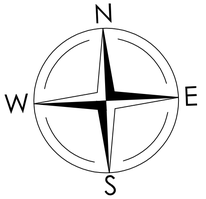
DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	-
svibanj 2021.	list br.	SE.05





VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišče
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Dispozicija FN modula, izmjenjivača I1-I2 i razvodnih ormara

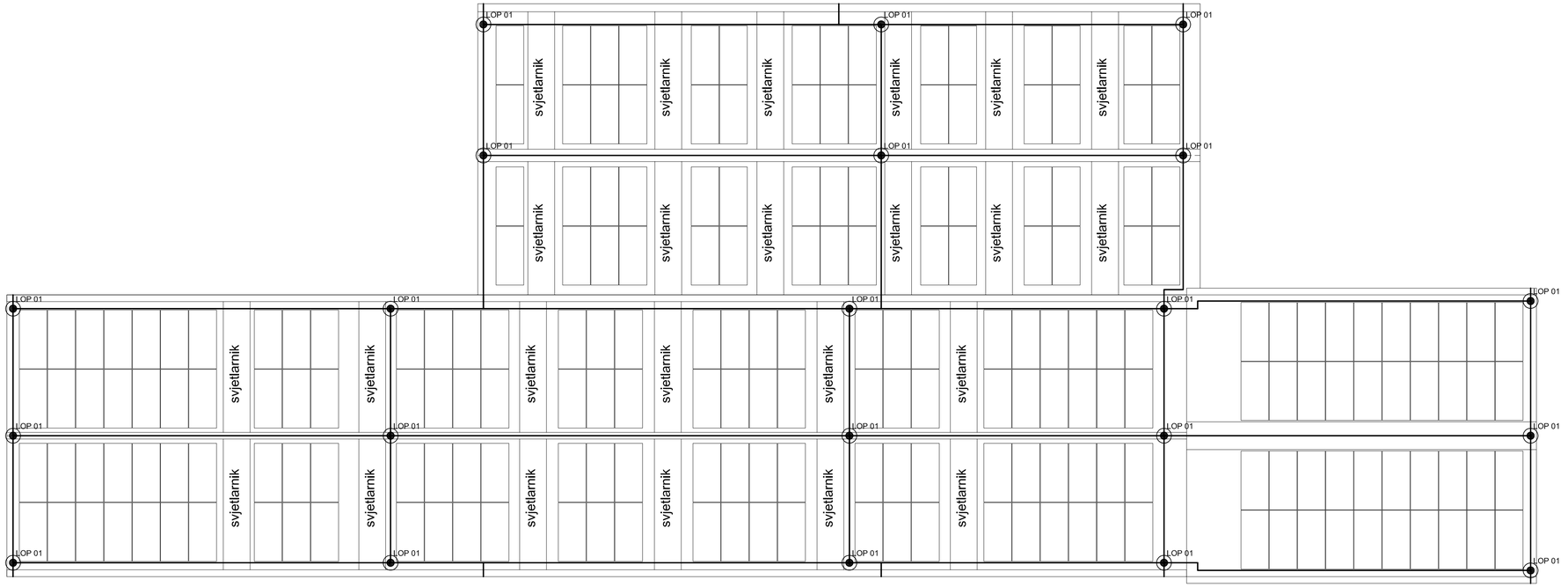
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

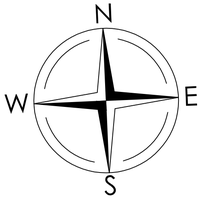
DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	1:100
svibanj 2021.	list br.	SE.06





LEGENDA:

gromobranski vodič AH1 Al Ø8mm

LOP 01 loveća hvataljka visine h= 1 m

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Zaštita od udara munje - pozicije hvataljki

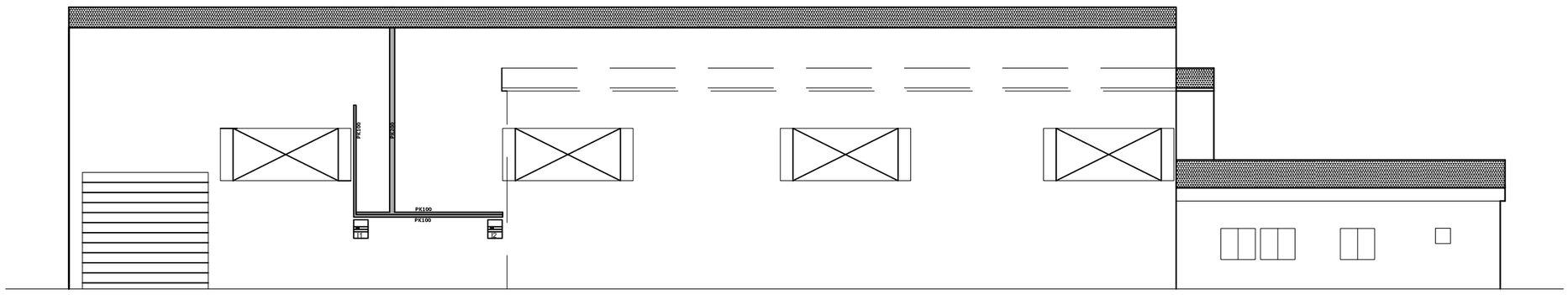
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ ČAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije
iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313.748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	1:100
svibanj 2021.	list br.	SE.07



JUŽNO PROČELJE

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	NMP - PRODUKT d.o.o., Prvomajska 20, 40305 Nedelišće
GRAĐEVINA	SUNČANA ELEKTRANA NMP - PRODUKT
SADRŽAJ	Pozicija izmenjivača I1-I2

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.

DUBRAVKO MAČEK
dipl.ing.el.
E 1369
OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

SURADNIK NA PROJEKTU:
DOMAGOJ CAPEK, mag. ing. el.

Solektra projekt
d.o.o. za proizvodnju električne energije
iz obnovljivih izvora energije
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec
tel: 040/313 748
info@solektra.hr
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
59/2021	-	1 : 200
svibanj 2021.	list br.	SE.08