LC design d.o.o.

Grgura Budislavića 101, 23000 Zadar, OIB: 35811343192

tel. 023/235-520, fax. 023/492-534, GSM: 098/320-217
e-mail: lcdesigndoo@gmail.com

INVESTITOR: ***OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA, Ivana Pavla II 53, PRIVLAKA,*** **OIB: 63233501548**

GRAĐEVINA: ***DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA***

LOKACIJA: ***k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)***

RAZINA OBRADE: ***IZVEDBENI PROJEKT***

VRSTA PROJEKTA: ***ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT***

PROJEKT ELEKTRIČNIH INSTALACIJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE

TEHNIČKI DNEVNIK BR:	***64-I/2025***
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:	***16/25***
MAPA:	***9***
PROJEKTANT ELEKTROTEHNIKE:	***Luciano Ćustić dipl.ing.el. (E1773)***

Luciano Ćustić
Digitalno potpisao: Luciano Ćustić
DN: c=HR, o=HKIE, 2.5.4.97=VATHR-31185646618, ou=Identification, sn=Ćustić, givenName=Luciano, serialNumber=PNOHR-34523233054, cn=Luciano Ćustić
Datum: 2025.11.10 08:35:52 +01'00'

GLAVNI PROJEKTANT: ***Ana Šoša Gulam dipl.ing.arh. (A3567)***

Ana Šoša Gulam
Digitally signed by Ana Šoša Gulam
Date: 2025.11.27 13:58:20 +01'00'

DIREKTOR: ***Luciano Ćustić dipl.ing.el.***

Zadar, studeni 2025. god.

S A D R Ž A J

1. Projektni zadatak 4
2. ISPRAVE 5
2.1 Rješenje o upisu u sudski registar 5
2.2 Rješenje o imenovanju projektanta elektrotehničkog projekta 7
2.3 IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I PROPISA TE S MJERODAVNIM PLANOVIMA 10
2.4 Uvjeti javno-pravnih tijela 15
3 TEHNIČKI OPIS 20
3.1 Opći dio 20
3.2 Tehnički podaci 20
3.3 Energetska bilanca elektrane 22
3.3.1. Analiza lokacije i proizvodnje 22
3.3.2. Smanjenje emisije CO2 24
3.4 Dijelovi fotonaponske elektrane 24
3.4.1 Fotonaponski moduli 25
3.4.1.1. Osnovne karakteristike 25
3.4.1.2. Primjena 26
3.4.2 Nosiva konstrukcija 27
3.4.3 Izmjenjivač 28
3.4.2.1. Osnovne karakteristike 28
3.4.2.2. Primjena 29
3.4.4 Ožičenje DC strane 30
3.4.3.1. DC ormar 30
3.4.3.2. DC kabeli 31
3.4.3.3. Konektori 32
3.4.5 Ožičenje AC strane 32
3.4.4.1. AC ormar 32
3.4.4.2. AC kabeli 33
3.5 Zaštita FN elektrane 33
3.5.1 Paralelni pogon s mrežom 33
3.5.2 Zaštita od električnog udara 34
3.5.3 Uzemljenje, sustav za zaštitu od munje i prenaponska zaštita 34
4 PRORAČUN ELEKTRIČNE INSTALACIJE 37
4.1 Izmjenični dio električnih instalacija 37
4.1.1 Izmjenični razvod FN sustava 37
4.1.2 Proračun efikasnosti djelovanja zaštite od indirektnog dodira 37
4.1.3 Dimenzioniranje AC kabela od GRO do RO-SE i dalje do izmjenjivača 37
4.1.4 Izračun pada napona 38
4.2 Istosmjerni dio fotonaponske elektrane 39
4.2.1 Usklađivanje izmjenjivača i broja fotonaponskih modula 39
4.2.1.1 Minimalni i maksimalni broj modula u nizu 39
4.2.1.2 Maksimalna struja fotonaponskog modula $I_{sc\ MAX}$ 40
4.2.1.3 Odabir snage izmjenjivača 40

4.2.1.4 Dodatne zaštite ... 40
4.2.2 Dimenzioniranje DC kabela od fotonaponskih modula do izmjenjivača ... 41
4.2.2.1 Gubitak snage u nizu ... 41
5 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE NA RADU ... 42
5.1 Tehničke mjere zaštite od strujnog udara ... 42
5.2 Vodovi i pribor ... 42
5.3 Razdjelnici ... 43
5.4 Zaštitni elementi ... 43
5.5 Ispitivanje elektroinstalacije ... 43
5.6 Mjere zaštite na radu pri izvedbi elektroinstalacije ... 44
5.7 Primijenjeni propisi za primjenu pravila zaštite na radu ... 46
5.8 Izjava o primjeni pravila zaštite na radu ... 47
6 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OD POŽARA ... 48
6.1 Mjere zaštite od požara ... 48
6.2 Mjere zaštite od požara prilikom izvedbe elektroinstalacije ... 50
6.3 Primijenjeni propisi za zaštitu od požara ... 51
Isprava o primjeni tehničkih rješenja za primjenu pravila o zaštiti od požara ... 52
7 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OKOLIŠA ... 53
8. POKUSNI RAD ... 54
9 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE ... 56
9.1 Održavanje građevine ... 60
10 PROCIJENA INVESTICIJE ... 62
11 DODATAK ... 63
12 TROŠKOVNIK ... 64
13. NACRTI

Dispozicija FN modula na građevini list br. 1
Povezivanje modula u stringove list br. 2
Blok shema FN elektrane list br. 3
Shema FN elektrane list br. 4
Shema RO-SE ormara list br. 5
Shema RO-SE ormara list br. 6
Izjednačenje potencijala postrojenja list br. 7

POPIS MAPA PROJEKTA :

MAPA 1 - **ARHITEKTONSKI PROJEKT**
VIA FACTUM d.o.o.,
sjedište: Ulica Donje Svetice 46c, 10000 Zagreb
ured zadar: Zrinsko-Frankopanska 10/1, 23000 Zadar
Projektant: Ana Šoša Gulam, dipl. Ing. arh.

MAPA 2 - **GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT ZGRADE U ODNOSU NA RACIONALNU UPORABU ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE I TOPLINSKU ZAŠTITU I PROJEKT ZAŠTITE OD BUKE**
VIA FACTUM d.o.o.,
sjedište: Ulica Donje Svetice 46c, 10000 Zagreb
ured zadar: Zrinsko-Frankopanska 10/1, 23000 Zadar
Projektant: Ante Bilušić, struč.spec.ing.aedif.

MAPA 3 - **GRAĐEVINSKI PROJEKT – PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI**
ORLANDINI PROJEKT
Ivana Gundulića 26A/III, 21 000 Split
Projektant: Ivo Orlandini, mag. Ing. aedif.

MAPA 4 - **GRAĐEVINSKI PROJEKT – VODOOPSKRBA I ODVODNJA**
TERMO PLUS PROJEKT d.o.o.
Pavla Rittera Vitezovića 29, 23 000 Zadar
Projektant: Tomislav Čolak, dipl.ing.stroj.

MAPA 5 - **PROJEKT ELEKTRIČNE INSTALACIJE I INSTALACIJE ZAŠTITE OD MUNJE**
LC DESIGN d.o.o.,
Grgura Budislavića 101, 23 000 Zadar
Projektant: Luciano Ćustić, dipl.ing.el.

MAPA 6 - **STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA**
TERMO PLUS PROJEKT d.o.o.
Pavla Rittera Vitezovića 29, 23 000 Zadar
Projektant: Tomislav Čolak, dipl.ing.stroj.

MAPA 7 - **STROJARSKI PROJEKT – PROJEKT VERTIKALNOG TRANSPORTA**
PPN PROJEKT d.o.o
Gustava Krkleca 14, 10000 Zagreb
Projektant: Rok Pietri mag.ing.nav.arch.

MAPA 8 - **PROJEKT PROTUPOŽARNIH INSTALACIJA (KUHINJSKI SUSTAV)**
APIN PROJEKT d.o.o.
Ožujska 8, Zagreb
Projektant: Goran Križanec mag.ing.mech.

MAPA 9 - **PROJEKT FOTONAPONSKE ELEKTRANE**
LC DESIGN d.o.o.,
Grgura Budislavića 101, 23 000 Zadar
Projektant: Luciano Ćustić, dipl.ing.el.

1. PROJEKTNI ZADATAK

Potrebno je izraditi izvedbeni elektrotehnički projekt fotonaponske elektrane na krovu osnovne škole u Viru na k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)

Proizvedena električna energija treba nadomjestiti potrebe za potrošnjom električne energije navedenog objekta.

Navedeni objekt priključen je na distribucijsku elektroenergetsku mrežu preko obračunskog mjernog mjesta s odobrenom priključnom snagom od 130 kW. Priključak je trofazni.
Zahtjev investitora je proizvodnja 70-90% godišnje potrošnje iz fotonaponskih panela.

Predlažem da se elektrana zove FNE „OŠ VIR“.

Projektom je potrebno obuhvatiti slijedeće:

- odrediti optimalni broj i raspored fotonaponskih modula,
- procijeniti godišnju proizvodnju,
- predložiti nazivnu snagu fotonaponskog izmjenjivača,
- mjesto priključka objekta na niskonaponsku mrežu,
- elektroenergetski razvod unutar objekta te
- procijeniti ukupne troškove instalacije.

Projekt treba biti napravljen u skladu s važećim tehničkim normativima i standardima.

Za investitora:
OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

2. ISPRAVE

2.1 Rješenje o upisu u sudski registar

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZADRU

MBS:110050700
Tt-15/478-4

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Zadru po sucu pojedincu Ardena Bajlo u registarskom predmetu upisa u sudski registar upis osnivanja društva s ograničenom odgovornošću po prijedlogu predlagatelja LC DESIGN d.o.o. za projektiranje i nadzor, sa sjedištem u Zadar, Ivana Viteza od Sredne 13, 12.03.2015. godine

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

osnivanje društva s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom LC DESIGN d.o.o. za projektiranje i nadzor, sa sjedištem u Zadar, Ivana Viteza od Sredne 13, u registarski uložak s MBS 110050700, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U ZADRU

U Zadru, 12. ožujka 2015. godine

S U D A C
Ardena Bajlo

Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv ovog rješenja ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes. Žalba se podnosi u roku od 8 (osam) dana Visokom trgovačkom sudu Republike Hrvatske u dva primjerka, putem prvostupanjskog suda. Predlagatelj nema pravo žalbe.

D003, 2015-03-12 10:40:38 Stranica: 1 od 1

TRGOVAČKI SUD U ZADRU MBS: 110050700
Tt-15/478-4 Datum: 12.03.2015

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku LC DESIGN d.o.o. za projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

TVRTKA:
LC DESIGN d.o.o. za projektiranje i nadzor

LC DESIGN d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
Zadar (Grad Zadar)
Ivana Viteza od Sredne 13

PRAVNI OBLIK:
društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:
* - Projektiranje elektroinstalacija i nadzor izvedbe projekata elektroinstalacija
* - Tehničko ispitivanje i analiza
* - Inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje
* - Izvođenje elektroinstalacijskih radova
* - Ispitivanje elektrotehničkih instalacija
* - Ispitivanja sustava zaštite od djelovanja munje
* - Ispitivanje tehničkih osobina proizvoda i usluga
* - Usluge vještačenja na području elektrotehnike
* - Stručni poslovi prostornog uređenja
* - Projektiranje i građenje građevina, te stručni nadzor građenja
* - Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
* - Iznajmljivanje strojeva i opreme bez rukovatelja
* - Kupnja i prodaja robe
* - Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
* - Zastupanje inozemnih tvrtki
* - Pružanje usluga u trgovini
* - Prijevoz za vlastite potrebe

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

Luciano Ćustić, OIB: 34523233054
Zadar, Put Vrela 83
- jedini član d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

2.2 Rješenje o imenovanju projektanta elektrotehničkog projekta

˝LC DESIGN˝ d.o.o.
za projektiranje i nadzor
Grgura Budislavića 101
23000 Zadar

Na temelju članka 22 i 23 „Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje“ (N.N. br. 78/15, 114/17, 110/19) donosim sljedeće:

RJEŠENJE ZA PROJEKTANTA

Luciano Ćustić dipl.ing.el. imenuje se projektantom električnih instalacija za:

INVESTITOR: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA, Ivana Pavla II 53, PRIVLAKA,
OIB: 63233501548
GRAĐEVINA: FOTONAPONSKA ELEKTRANA NA KROVU OŠ ŠIMUNA KOŽIČIĆA BENJE
LOKACIJA: k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)
RAZINA OBRADE: IZVEDBENI PROJEKT
VRSTA PROJEKTA: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
TEHNIČKI DNEVNIK BR: 64-I/2025

1. Imenovani je upisan u imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, pod rednim brojem **1773**, te ispunjava uvjete iz čl. 17. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)

2. Imenovani je u stalnom radnom odnosu u "LC DESIGN" d.o.o., Grgura Budislavića 101, 23000 Zadar, pa su ispunjeni uvjeti iz članka 19. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19).

Zadar, studeni 2025. god.

direktor:

Luciano Ćustić, d.i.e.

LC DESIGN d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE I NADZOR
Grgura Budislavića 101, HR-23000 Zadar
MB: 4352288 • OIB: 35811343192

Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-310-34/01-01/ 1773
Urbroj: 314-01-01-1
Zagreb, 21. svibnja 2001.

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99) i Pravilnika o upisima u strukovne razrede Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a na temelju Odluke Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike od 18.05.2001. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis Ćustić Luciano, dipl.ing.el., ZADAR , S. Radića 3/2, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi

RJEŠENJE

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike** upisuje se **Ćustić Luciano** , (JMBG 1010970383955), dipl.ing.el., ZADAR, pod rednim brojem **1773**, s danom upisa **18.05.2001**. godine.

2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike**, Ćustić Luciano, dipl.ing.el., 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. Ovlašteni inženjer elektrotehnike stječe pravo na **"inženjersku iskaznicu"** i **"pečat"**.

4. Ovlašteni inženjer elektrotehnike poslove iz točke 2. ovoga rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno.

5. Ovlašteni inženjer elektrotehnike dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda.

Obrazloženje

Ćustić Luciano, dipl.ing.el., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike.

Odbor za upise razreda inženjera elektrotehnike proveo je na sjednici održanoj 18.05.2001. godine postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 4. i člankom 25. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 40/99 i 112/99), donio Odluku o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike. Predmetna Odluka dostavljena je stručnoj službi Komore na dovršetak postupka i na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike može obavljati poslove projektiranja i/ili stučnog nadzora u samostalnom uredu ili u projektantskom društvu, odnosno u drugoj pravnoj osobi registriranoj za poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike dužan je poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora obavljati stvarno i stalno sukladno članku 25. stavku 2. Zakona o gradnji "Narodne novine", br. 52/99).

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 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 od 30 dana od primitka ovog Rješenja.

REPUBLIKA HRVATSKA 1 ZAGREB Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu

PREDSJEDNIK KOMORE
Damir Delač, dipl.ing.el.

Dostaviti:

1. Luciano Ćustić, 23000 ZADAR, S. Radića 3/2
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

2.3 IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I PROPISA TE S MJERODAVNIM PLANOVIMA

Na temelju Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) članak 70. i Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina članak 16. stavak 2. projektant izjavljuje sljedeće:

I. Ime ovlaštenog projektanta, tvrtka i adresa:

Luciano Ćustić, dipl.ing.el. E 1773
LC DESIGN d.o.o.
Grgura Budislavića 101, Zadar

II. Oznaka rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, Hrvatske komore inženjera elektrotehnike:

Klasa: UP/I-310-34/01-01/ 1773
Urbroj: 314-01-01-1
Zagreb, 21. svibnja 2001. godine
red. br. **1773**.

III. Oznaka projekta:

Izvedbeni elektrotehnički projekt
INVESTITOR: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA, Ivana Pavla II 53, PRIVLAKA, OIB: 63233501548
GRAĐEVINA: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA
LOKACIJA: k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)
RAZINA OBRADE: IZVEDBENI PROJEKT
VRSTA PROJEKTA: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
TEHNIČKI DNEVNIK BR: 64-I/2025
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: 16/25

Ovaj projekt je usklađen sa slijedećim propisima:

- Zakon o gradnji (NN 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)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20, 90/23)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Tehnički propis za niskonaponske el. instalacije (NN 5/10)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN 76/22, 14/24)

Projekt je usklađen i s normama s tehničkim zahtjevima za električne instalacije i opremu, sustave zaštite od djelovanja munje i komunikacijsku mrežnu infrastrukturu:

- **HRN IEC 60050-826: 2008** - Međunarodni elektrotehnički rječnik – 826. poglavlje: Električne instalacije zgrada (IEC 60050-826: 2004)
- **HRN HD 60364-1:2008** - Niskonaponske električne instalacije -- 1. dio: Osnovna načela, određivanje općih značajka, definicije (IEC 60364-1:2005, MOD; HD 60364-1:2008)
- **HRN HD 60364-4-41:2007 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-41: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od električnog udara (IEC 60364-4-41:2005, MOD; HD 60364-4-41:2007)
- **HRN HD 60364-4-42:2012 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-42: Sigurnosna zaštita - - Zaštita od toplinskih učinaka (IEC 60364-4-42:2010, MOD; HD 60364-4-42:2011)
- **HRN HD 60364-4-43:2011 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-43: Sigurnosna zaštita -- Nadstrujna zaštita (IEC 60364-4-43:2008, MOD+Corr.1:2008; HD 60364-4-43:2010)
- **HRN HD 60364-4-442:2012** - Električne instalacije zgrada -- 4. dio: Sigurnosna zaštita -- 44. poglavlje: Prenaponska zaštita -- 442. odjeljak: Zaštita niskonaponskih instalacija od zemljospoja u visokonaponskim mrežama (HD 384.4.442 S1:1997)
- **HRN HD 60364-4-443:2016** - Električne instalacije zgrada -- Dio 4-44: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od naponskih i elektromagnetskih smetnji -- 443.odjeljak: Prenaponska zaštita od atmosferskih ili sklopnih prenapona (IEC 60364-4- 44:2001/am1:2003, MOD; HD 60364-4-443:2006)
- **HRN HD 60364-4-444:2011** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 4-444: Sigurnosna zaštita -- Zaštita od naponskih i elektromagnetskih poremećaja (IEC 60364-4-444:2007 (CLAUSE 444), MOD; HD 60364-4-444:2010)
- **HRN IEC 60364-4-481:1999 -** Električne instalacije zgrada -- 4. dio: Sigurnosna zaštita -- 48. poglavlje: Odabir zaštitnih mjera ovisno o vanjskim utjecajima -- 481. odjeljak: Odabir zaštitnih mjera od električnog udara u odnosu na vanjske utjecaje (IEC 60364-4-481:1993)
- **HRN HD 60364-5-51: 20XX** - Električne instalacije zgrada – – 5-51. dio: Odabir i ugradba električne

opreme – Zajednička (opća) pravila (IEC 60364-5-51: 2005, MOD;HD 60364-5-51: 2009)

- **HRN HD 60364-5-52:2012 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-52: Odabir i ugradnja električne opreme -- Sustavi razvođenja (IEC 60364-5-52:2009, MOD+Corr:2011; HD 60364-5-52:2011)
- **HRN HD 60364-5-53:2016** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-53: Odabir i ugradnja električne opreme -- Sklopni i upravljački uređaji (HD 60364-5- 53:2015)
- **HRN HD 60364-5-534:2016** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-53: Odabir i ugradnja električne opreme -- Odvajanje, sklapanje i upravljanje -- Točka 534: Naprave za zaštitu od prolaznih prenapona (IEC 60364-5-53:2001/am2:2015, MOD; HD 60364-5-534:2016)
- **HRN HD 60364-5-537:2016** - Električne instalacije zgrada – – 5. dio: Odabir i ugradba električne opreme – 53. poglavlje: Sklopni i upravljački uređaji – 537. odjeljak: Naprave za odvajanje i sklapanje (IEC 60364-5-537: 1981, +am1: 1989,MOD;HD 384.5.537 S2: 1998)
- **HRN HD 60364-5-54:2012 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-54: Odabir i ugradnja električne opreme -- Uzemljenja i zaštitni vodiči (IEC 60364-5- 54:2011; HD 60364-5-54:2011)
- **HRN HD 60364-5-551:2011** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-55: Odabir i ugradnja električne opreme -- Druga oprema -- 551. točka: Niskonaponski električni izvori (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (CLAUSE 551); HD 60364-5- 551:2010)
- **HRN HD 60364-5-559:2013 -** Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-559: Odabir i ugradnja električne opreme -- Svjetiljke i instalacije rasvjete (IEC 60364-5- 55:2011, MOD; HD 60364-5-559:2012)
- **HRN HD 60364-5-56:2011** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 5-56: Odabir i ugradnja električne opreme -- Instalacije za sigurnosne svrhe (IEC 60364- 5-56:2009; HD 60364-5-56:2010)
- **HRN HD 60364-7-701: 2007** - Niskonaponske električne instalacije – – 7-701. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Prostor s kadom ili tušem (IEC 60364- 7-701: 2006 MOD; (HD 60364-7-701: 2007)
- **HRN HD 60364-7-702:2011** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 7-702: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore -- Bazeni za plivanje i vodoskoci (IEC 60364-7-702:2010, MOD; HD 60364-7-702:2010)
- **HRN HD 60364-7-703: 2007** - Električne instalacije zgrada -- 7-703. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Sobe i kabine sa sauna grijačima (IEC 60364- 7-703: 2004;HD 60364-7-703: 2005)
- **HRN HD 60364-7-704: 2007** - Niskonaponske električne instalacije -- 7-704. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Instalacije gradilišta i rušilišta (IEC 60364-7-704: 2005 MOD; HD 60364-7-704: 2007)
- **HRN HD 60364-7-705: 2007** - Niskonaponske električne instalacije – – 7-705. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Poljodjelske i vrtlarske prostorije (IEC 60364-7-705: 2006 MOD;(HD 60364-7-705: 2007)
- **HRN HD 60364-7-706: 2007** - Niskonaponske električne instalacije – 7-706. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Vodljivi prostori s ograničenom slobodom kretanja (IEC 60364-7-706: 2005 MOD; HD 60364-7-706: 2007)
- **HRN HD 60364-7-708: 20XX** - Niskonaponske električne instalacije zgrada --7- 708. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Kampovi ili slični prostori (IEC 60364-7-708: 2007, MOD; HD 60364-7-708: 2009)
- **HRN HD 60364-7-709: 2009** - Niskonaponske električne instalacije -- 7-709. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Marine i slični prostori (IEC 60364-7- 709: 2007, MOD; HD 60364-7-709: 2009)
- **HRN HD 60364-7-710:2013** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 7-710: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore -- Prostori za medicinsku upotrebu (IEC 60364-7-710:2002, MOD; HD 60364-7-710:2012)
- **HRN HD 60364-7-712: 2007** - Električne instalacije zgrada – – 7-712. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Sustavi za sunčanu fotonaponsku (PV) energetsku opskrbu (IEC 60364-7-712: 2002MOD; HD 60364-7-712: 2005)
- **HRN IEC 60364-7-713: 2013** - Električne instalacije zgrada – 7. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – 713. odjeljak: Namještaj (IEC 60364-7-713: 1999)
- **HRN HD 60364-7-714:2013** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 7-714: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore -- Instalacije vanjske rasvjete (IEC 60364-7-714:2011; HD 60364-7-

714:2012)

- **HRN HD 60364-7-715:2013** - Niskonaponske električne instalacije -- Dio 7-715: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore -- Instalacije rasvjete malog napona (IEC 60364-7-715:2011, MOD; HD 60364-7-715:2012)
- **HRN HD 60364-7-717: 2007** – Električne instalacije zgrada – – 7.-717. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Pokretne i prevozive jedinice (IEC 60364-7-717: 2001 MOD; HD 60364-7-717: 2004)
- **HRN HD 60364-7-729: 20XX** - Niskonaponske električne instalacije – – 7-729. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Prolazi za pogon i održavanje (IEC 60364-7-729: 2007,MOD;HD 60364-7-729: 2009)
- **HRN HD 60364-7-740: 2007** - Električne instalacije zgrada – – 7.-740. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore – Privremene instalacije za objekte, zabavna sredstva i izložbene prostore na sajmištima, zabavnim parkovima i cirkusima IEC 60364-7-740: 2000,MOD; HD 60364-7-740: 2006)
- **HRN EN 61140: 2002 + A1: 2007** - Zaštita od električnog udara – Zajednička gledišta na instalaciju i opremu (IEC 61140: 2001+am1: 2004 MOD, EN 61140: 2002+A1: 2006)
- **HRN EN 12464-1:2012 -** Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2011)
- **HRN EN 62305-1:2008** - Zaštita od munje – 1.dio: Opća načela (IEC 62305- 1:2006; EN 62305-1: 2006)
- **HRN EN 62305-2:2008** - Zaštita od munje – 2.dio: Upravljanje rizikom (IEC 62305- 2: 2006; EN 62305-2: 2006)
- **HRN EN 62305-3:2008** - Zaštita od munje – 3.dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život (IEC 62305-3: 2006; EN 62305-3: 2006)
- **HRN EN 62305-4:2008** - Zaštita od munje – 4.dio: Električni i elektronički sustavi unutar građevina (IEC 62305-4:2006; EN 62305-4: 2006)
- **HRN HD 472 S1: 1998 + Ispr.1: 2008** - Nazivni naponi za niskonaponske javne električne opskrbne sustave (mreže) (IEC 60038: 1983 MOD, HD 472 S1: 1988 + A1: 1995+AC: 2002)
- **HRN EN 60529: 2000+A1: 2008** - Stupnjevi zaštite osigurani kućištima (IP kod) (IEC 60529: 1989+am1: 1999; EN 60529: 1991+corr 1: 1993+A1: 2000)
- **HRN EN 50173-1: 2008** - Informacijska tehnika, Generički sustavi kabliranja – – 1. dio: Opći zahtjevi (EN 50173-1: 2007)
- **HRN EN 50173-2: 2008** - Informacijska tehnika – Generički sustavi kabliranja – – 2. dio: Uredske zgrade (EN 50179-2: 2007)
- **HRN EN 50173-3: 2008** - Informacijska tehnika – Generički sustavi kabliranja – – 3. dio: Industrijske zgrade (EN 50173-3: 2007)
- **HRN EN 50173-4: 2008** - Informacijske tehnike – Generički sustavi kabliranja – – 4. dio: Kuće (EN 50173-4: 2007)
- **HRN EN 50173-5: 2008** - Informacijska tehnika – Generički sustavi kabliranja -- 5. dio: Podatkovni centri (EN 50173-5:2007/A1:2010)
- **HRN EN 60670-22:2007** - Kutije i kućišta za električni pribor za kućanstvo i slične fiksne električne instalacije -- 22. dio: Posebni zahtjevi za razvodne kutije i kućišta
- **HRN EN 60670-24:2013** - Kutije i kućišta za električni pribor za kućanstvo i slične fiksne električne instalacije -- 24. dio: Posebni zahtjevi za kućišta za smještaj zaštitnih uređaja i ostale električne opreme s disipacijom snage
- **HRN 60269-1:2009, HRN EN 60269-1:2009/A1:2010, HRN EN 60269- 1:2009/A2:2015** Niskonaponski osigurači -- 1. dio: Opći zahtjevi EN
- **HRN HD 60269-2:2013** - Niskonaponski osigurači -- 2. dio: Dodatni zahtjevi za osigurače kojima rukuju ovlaštene osobe (osigurači uglavnom namijenjeni za primjenu u industriji) - - Primjeri normiranih sustava osigurača A do K
- **HRI CLC/TR 60269-5:2013** - Niskonaponski osigurači -- 5. dio: Upute za primjenu niskonaponskih osigurača
- **HRN EN 60269-6:2013** - Niskonaponski osigurači -- 6. dio: Dodatni zahtjevi za rastalne uloške za zaštitu solarnih fotonaponskih energetskih sustava
- **HRN EN 50539-11:2014/A1:2015 -** Prenaponske zaštitne naprave za niski napon -- Prenaponske zaštitne naprave za posebnu primjenu uključujući istosmjernu struju -- 11. dio: Zahtjevi i ispitivanja

za SPD-e u fotonaponskim primjenama (EN 50539-11:2013/A1:2014)

- **HRN EN 61643-11:2013/A11:2018 -** Prenaponske zaštitne naprave za niski napon -- 11. dio: Prenaponske zaštitne naprave spojene na niskonaponske energetske sustave -- Zahtjevi i metode ispitivanja (EN 61643-11:2012/A11:2018)
- **HRN EN 61643-31:2019 -** Prenaponske zaštitne naprave za niski napon -- 31. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja za prenaponske zaštitne naprave za fotonaponske instalacije (IEC 61643-31:2018, MOD, EN 61643-31:2019)

Projekt je također usklađen i s odredbama sljedećeg prostornog plana:

- ***PPUO Privlaka ("Službeni glasnik Zadarske županije" br. 02/03, 04/04 - ponovna odluka)***
- **PPUO Privlaka - izmjene i dopune ("Službeni glasnik Zadarske županije" br. 02/07, 16/11)**

Projektant elektrotehnike:
Luciano Ćustić dipl.ing.el.

Zadar, studeni 2025. god.



2.4 Uvjeti javno-pravnih tijela

HEP OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA d.o.o.

ELEKTRA ZADAR
Služba za realizaciju investicijskih projekata i pristup mreži
ULICA KRALJA ZVONIMIRA 8
23000 ZADAR
Telefon: 0800 300 414
www.hep.hr/ods
info.dpzadar@hep.hr

OSNOVNA ŠKOLA
PRIVLAKA
PRIVLAKA
23233 PRIVLAKA (DALMACIJA)

NAŠ BROJ: 401400102/6019/25AD **VAŠ BROJ:** **DATUM:** 21.05.2025.

PREDMET: Elektroenergetska suglasnost

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTRA ZADAR, (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, u postupku pokrenutom na zahtjev vlasnika/investitora građevine OSNOVNA ŠKOLA, PRIVLAKA, PRIVLAKA, 23233 PRIVLAKA (DALMACIJA), OIB: 63233501548 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva), izdaje:

ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)
broj 4014-70317907-100015938

Prihvaća se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 15.05.2025. g. pod urudžbenim brojem 401400102/11607/25AS, za gospodarski objekt s SE (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji:

PUT LOZICA bb, 23234 VIR, k.č.br. 4368, 4369, 4370, 4371/1; k.o. Vir.

Utvrđuje se da su ispunjeni uvjeti za izdavanje ove elektroenergetske suglasnosti (u daljnjem tekstu: EES), te se određuju sljedeći uvjeti priključenja na elektroenergetsku distribucijsku mrežu radi: priključenja novog korisnika mreže, a na temelju idejnog rješenja Građevine.

I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: Poslovna
Vrsta proizvodnog postrojenja: sunčana elektrana
Ukupna instalirana snaga proizvodnog postrojenja: 50,00 kVA
Planirano godišnje preuzimanje energije iz mreže: 70.000,00 kWh
Planirana godišnja predaja energije u mrežu: 70.000,00 kWh

II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

Na široj lokaciji predmetnog zahvata u prostoru, a prema raspoloživoj dokumentaciji, ne nalazi se postojeća i/ili planirana distribucijska elektroenergetska mreža.

III. UVJETI PRIKLJUČENJA

3.1. Priključna snaga i mjesto priključenja na mrežu

Ukupna priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 130,00 kW
Ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 50,00 kW
Nazivni napon na mjestu priključenja na mrežu: 0,4 kV
Mjesto priključenja na mrežu: NN sabirnice u TS
Napajanje mjesta priključenja iz: 2TS2164 PODVORNICA / izvod: J4
Mjesto razgraničenja vlasništva i odgovornosti između Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a (mjesto predaje/preuzimanja energije) je: SPMO.
Mrežni uređaj za odvajanje smješten je u: SPMO.

3.2. Obračunska mjerna mjesta

Popis obračunskih mjernih mjesta Građevine s tehničkim podacima nalazi se u Prilogu 1.
Mjesta mjerenja električne energije: SPMO.
Oprema mjernog mjesta treba biti u skladu s Tehničkim uvjetima za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a.

IV. UVJETI PRIKLJUČENJA KOJE MORA ISPUNITI GRAĐEVINA

Postrojenje i električna instalacija Građevine trebaju biti projektirani i izvedeni prema važećim zakonima, tehničkim propisima, normama i preporukama, Mrežnim pravilima distribucijskog sustava i Pravilnikom o općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom te uvjetima iz ove EES.

Izvedba spoja Građevine na susretno postrojenje mora biti usklađena s tehničkim karakteristikama uređaja u susretnom postrojenju na kojeg se priključuje.

Postrojenje i električna instalacija Građevine moraju ispunjavati minimalne tehničke uvjete propisane Mrežnim pravilima, koji se odnose na: valni oblik napona, nesimetriju napona, pogonsko i zaštitno uzemljenje, razinu kratkog spoja, razinu izolacije, zaštitu od kvarova i smetnji, faktor snage i povratno djelovanje na mrežu.

Razina izolacije opreme u postrojenju i električnoj instalaciji Građevine mora biti dimenzionirana sukladno naponskoj razini na koju se priključuje.

Dimenzioniranje postrojenja i električne instalacije Građevine prema očekivanoj maksimalnoj struji tropolnog kratkog spoja od 25 kA u mreži niskog napona.

Zaštita od električnog udara u slučaju kvara (indirektni dodir) u elektroenergetskoj mreži operatora distribucijskog sustava izvedena je:

- TN-C-S sustavom uzemljenja.

U niskonaponskoj električnoj instalaciji Građevine kod primjene TN sustava uzemljenja obvezno je zasebno izvođenje neutralnog vodiča (N-vodiča) i zaštitnog vodiča (PE-vodiča) do mjesta razgraničenja vlasništva između Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a.

Vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem postrojenja i instalacija Građevine može iznositi najviše:

- na razini napona 0,4 kV: 2,5%,

Navedene vrijednosti odnose se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.

Podnositelj zahtjeva dužan je zaštitu Građevine od kvarova uskladiti s odgovarajućom zaštitom u distribucijskoj mreži, tako da kvarovi na njegovu postrojenju i električnoj instalaciji ne uzrokuju poremećaje u distribucijskoj mreži ili kod drugih korisnika mreže.

Ukoliko podnositelj zahtjeva u svojoj instalaciji koristi vlastiti izvor napajanja koji se uključuje isključivo u slučaju prekida napajanja električnom energijom iz mreže, dužan je projektirati i izvesti blokadu uklopa vlastitog izvora napajanja na mrežu.

Projektom Građevine, osim radova za koje se izdaje EES, mora biti obuhvaćeno i:

- elektroenergetski kabeli od Građevine do mjesta predaje/preuzimanja energije.

Postrojenje i električna instalacija Građevine ne smije biti spojeno s postrojenjem i električnom instalacijom građevine drugog korisnika mreže (priključenih preko drugog obračunskog mjernog mjesta).

V. DODATNI UVJETI PRIKLJUČENJA ZA ELEKTRANU

Način pogona definiran je u Prilogu 1. Tablica obračunskih mjernih mjesta

Otočni pogon: nije dopušten

Uređaj za sinkronizaciju: Izmjenjivač

Sinkronizacija mora biti automatska uz sljedeće uvjete:

A) proizvodnog postrojenja sa sinkronim generatorom ili izmjenjivačem:
   - razlika napona manja od ± 10% nazivnog napona,
   - razlika frekvencije manja od ± 0,5 Hz (± 0,1 Hz za vjetroelektrane sa sinkronim generatorom)
   - razlika faznog kuta manja od ± 10 stupnjeva.

B) proizvodnog postrojenja s asinkronim generatorom:
   - Prije uključenja na distribucijsku mrežu pogonskim strojem postići brzinu vrtnje u granicama ± 5% u odnosu na sinkronu brzinu.

Uvjete paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite proizvodnog postrojenja i distribucijske mreže. U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta za paralelni pogon, zaštita mora odvojiti proizvodno postrojenje iz paralelnog pogona. Za paralelni

pogon proizvodnog postrojenja s mrežom, proizvodno postrojenje mora biti opremljeno:

- Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona: pod/nadnaponskom, pod/nadfrekventnom;
- Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži i elektrani: nadstrujnom, kratkospojnom, zemljospojnom, ograničenje istosmjerne komponente struje;
- Zaštitom od otočnog pogona.

Zaštita mora imati mogućnost zatezanja djelovanja pojedinačne zaštite i memoriranja događaja koji su uzrokovali proradu zaštite.

Instalacija sunčane elektrane treba biti izvedena prema HRN HD 60364-7-712.

Svaka proizvodna jedinica u proizvodnom postrojenju mora biti opremljena generatorskim prekidačem, koji može biti i samostalni uređaj ili integriran u izmjenjivač. U slučaju više proizvodnih jedinica, više uređaja/mjesta za sinkronizaciju ili mogućnosti izoliranog pogona proizvodno postrojenje mora biti opremljeno i glavnim prekidačem.

Podešenja proradnih vrijednosti zaštita koje djeluju na proradu uređaja za isključenje s mreže moraju biti usuglašena s HEP ODS-om. HEP ODS pridržava pravo promjene podešenja zaštite u mreži radi specifičnosti konfiguracije lokalne mreže ili temeljem rezultata ispitivanja u pokusnom radu elektrane.

VI. EKONOMSKI UVJETI

Podnositelj zahtjeva je dužan s HEP ODS-om zaključiti ugovorni odnos iz ponude/ugovora o priključenju, čime se uređuju uvjeti priključenja na distribucijsku mrežu, iznos naknade za priključenje i dinamika plaćanja, te odnosi (prava, dužnosti i obveze) Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a u postupku priključenja građevine na distribucijsku mrežu.

Obveza Podnositelja zahtjeva je s HEP ODS-om sklopiti ugovore za reguliranje imovinsko-pravnih odnosa na svojim nekretninama za izgradnju elektroenergetskih objekata nužnih za priključenje njegove građevine na mrežu.

VII. UVJETI ZA POSTUPAK PRIKLJUČENJA NA MREŽU

Na temelju ove EES, Građevina ne može biti priključena na mrežu HEP ODS-a.

Za priključenje na mrežu Podnositelj zahtjeva treba:

- ishoditi potvrdu glavnog projekta (ako je propisano),
- dostaviti zahtjev za priključenje.

Podnositelj zahtjeva dužan je, najmanje 30 dana prije planiranog priključenja, na propisanom obrascu, podnijeti Zahtjev za priključenje. sa svim potrebnim prilozima.

HEP ODS će ponuditi Ugovor o korištenju mreže ako su ispunjeni svi uvjeti definirani u ovoj EES, i nakon što su ispunjene sve obveze po Ugovoru/Ponudi o priključenju.

Prije početka korištenja mreže Podnositelj zahtjeva treba sklopiti Ugovor o opskrbi električne energije s opskrbljivačem, odnosno ugovor kojim se određuje otkup električne energije, za obračunska mjerna mjesta koja imaju definiranu priključnu snagu u smjeru predaje u mrežu.

VIII. OSTALI UVJETI

Rok važenja EES za jednostavni priključak je dvije godine od dana izdavanja.

Iznimno, ukoliko je EES sastavni dio lokacijske ili građevinske dozvole Građevine, rok važenja EES vezan je uz rok važenja lokacijske, odnosno građevinske dozvole.

IX. UPUTA O PRAVNOM LIJEKU

U slučaju neslaganja s uvjetima iz ove EES, Podnositelj zahtjeva može u roku 15 dana od dana dostave ove EES izjaviti prigovor na rad HEP ODS-a Hrvatskoj energetskoj regulatornoj agenciji, Ulica grada Vukovara 14, 10000 Zagreb.

Prilozi:

1. Tablica obračunskih mjernih mjesta
2. Ponuda / Ugovor o priključenju

Direktor

Mario Selapek, dipl.ing.el.
HEP- Operator distribucijskog sustava d.o.o. ZAGREB
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE 1
ELEKTRA ZADAR

Dostaviti:

- Podnositelju zahtjeva
- HEP ODS, ELEKTRA ZADAR
- Pismohrani

Prilog 1. Tablica obračunskih mjernih mjesta

Šifra OMM	Naziv OMM	Kategorija korisnika mreže	Napon OMM (kV)	Priključna snaga - potrošnja (kW)	Priključna snaga - proizvodnja (kW)	Dopušteni faktor snage - potrošnja	Dopušteni faktor snage - proizvodnja*	1F/ 3F	NP**
1497411772	gospodarski objekt s SE	Kupac s vlastitom proizvodnjom	0,4 kV	130,00	50,00	0,95 ind. -1	0,95 - 1	3	1

*na zahtjev HEP ODS-a i u drugačijem opsegu u okviru propisanih granica
**NP - način pogona: 1 - paralelno s distribucijskom mrežom
2 - paralelno s distribucijskom mrežom i mogućnošću izoliranog pogona

3 TEHNIČKI OPIS

3.1 Opći dio

Predmet ovog projekta je izgradnja integrirane fotonaponske elektrane na krovu osnovne škole na k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) za investitora OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA.

Fotonaponska elektrana proizvodit će električnu energiju iz obnovljivih izvora (sunčeva energija) te će se priključiti na postojeću elektrodistribucijsku mrežu niskog napona s ciljem proizvodnje električne energije i prodaje eventualnog „viška“ energije u distribucijsku niskonaponsku mrežu (prema HEP-u: priključenje novog proizvođača na instalaciju postojećeg kupca –kupac s vlastitom proizvodnjom).

Odobrena priključna snaga postojećeg OMM u smjeru potrošnje je 130kW. Priključak je trofazni.
Planirana je FN elektrana priključne snage 50kW. Oprema elektrane biti će smještena na krovu objekta, sastojati će se od izmjenjivača, RO-DC i RO-SE ormara. Prema proračunu izmjenjivač, RO-SE i GRO ormar potrebno je povezati kabelom NYY-O 4x50mm^2. DC stranu instalacije činit će deset stringova ukupne instalirane snage 61,2 kW$_p$. U RO-DC ormar potrebno je postaviti odvodnike prenapona T1+2 1100/12,5 s odvodnim vodičem tipa H07V-K 16mm^2. U RO-SE ormaru biti će smještena sva oprema za zaštitu elektrane uključujući kompaktni prekidač snage, RCD modul, naponsko/frekventni relej za mjerenje kvalitete napona, odvodnik prenapona te tipkalo za isključenje u slučaju nužde koje će se nalaziti pokraj ormara.

3.2 Tehnički podaci

Ispod je navedena sva odabrana oprema, a u nastavku slijede poglavlja kojim je dano objašnjenje za odabrano.

1	Naziv elektrane	FN “ OŠ VIR “, 61,2 kW$_p$
2	Tip elektrane	Fotonaponska; pretvorba sunčane u električnu energiju
3	Namjena	Proizvodnja električne energije za vlastite potrebe
4	Mjesto gradnje	Na ravnom krovu, na k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir)
5	Položaj u mreži	Krajnja, isporuka u NN mrežu
6	Nazivni napon na izlazu elektrane	400 V, 50 Hz
7	Pozicioniranje FNP	Prostorna usmjerenost: I i Z Pomak u odnosu na jug: 53° i -127°

8	Oprema elektrane		
	a	Fotonaponski moduli Tip kao proizvod TRINA SOLAR TSM-450-NEG9R.28 . Električno povezivanje izvedeno u deset (10) nizova - stringova. Montaža direktno na ravni krov u konfiguraciji istok-zapad	
	b	1xIzmjenjivač DC/AC Tip kao Huawei, SUN2000-50KTL-M3, trofazni Izmjenjivač na ulazu, odnosno DC strani ima integriran rastavni uređaj, nadzor zemljospoja, zaštitu od DC reverznog polariteta	
	c	RO-DC distribucijski ormarić sa rednim stezaljkama fotonaponskog stringa i: 10x prenaponska zaštita - odvodnici prenapona tip kao T1+2-PV 1100/12,5 s odvodnim vodićem H07V-K 16mm^2	
	d	AC distribucijski ormarić sa rednim stezaljkama i : a. Kompaktni prekidač snage 125A/25kA s daljinskim okidačem 230V, FID modulom 0,6A, Tip A b. Naponsko/frekventni relej za nadzor kvalitete napona c. 1x prenaponska zaštita - odvodnik prenapona tip kao ETITEC T1+2 275/20kA 4p, sa odvodnim vodičem 16mm^2 d. Grijačem i ventilatorom za sprečavanje nastanka kondenzacije	
	e	Mjesto isporuke proizvedene električne energije. Postojeće obračunsko mjerno mjesto proizvođača (OMM) električne energije i kupca. Izrada po tehničkim uvjetima Operatera distribucijskog sustava i EES	
9	LPS	postojeći	
10	Uzemljenje	združeno	
11	Zaštita elektrane		

a. istosmjerni dio
- prenapona : odvodnici prenapona
- prekomjernih struja, struja kratkog spoja: gPV osigurači
- struja obrnutog polariteta: diode u priključnoj kutiji panela

b. izmjenični dio
-prenapona: odvodnici prenapona
-prekomjernih struja, struja kratkog spoja: četveropolni kompaktni prekidač snage

c. zajednički dio
-izvedba izjednačenja potencijala za cijelu građevinu : Cu ožičenje - pletenice, > 6mm^2 tj. > od 1/2 presjeka najvećeg zaštitnog vodiča u građevini

3.3 Energetska bilanca elektrane

3.3.1. Analiza lokacije i proizvodnje

Na proizvodnju električne energije iz fotonaponske elektrane uz tehničke specifikacije opreme uvelike utječe lokacija, orijentacija i nagib fotonaponske elektrane.

Postoji više načina montiranja fotonaponskih modula na kosi krov, na ravni krov, integrirano u krov, na fasadu, kao slobodnostojeća konstrukcija, kao slobodnostojeća rotirajuća konstrukcija u 2D, kao slobodnostojeća rotirajuća konstrukcija u 3D. Nagib modula ovisi i o načinu montiranja, pa tako kad imamo krov s nagibom, module postavljamo najčešće direktno na nagib krova. Kad imamo ravni krov ili slobodnu ravnu površinu moduli su iskoristiviji pod određenim nagibom, no zbog zasjenjenja susjednih redova potrebno ostvariti razmak, a nemamo uvijek dovoljno površine za realizaciju.
U ovom slučaju imamo ravni krov pa ćemo fotonaponske module montirati u konfiguraciji istok-zapad.

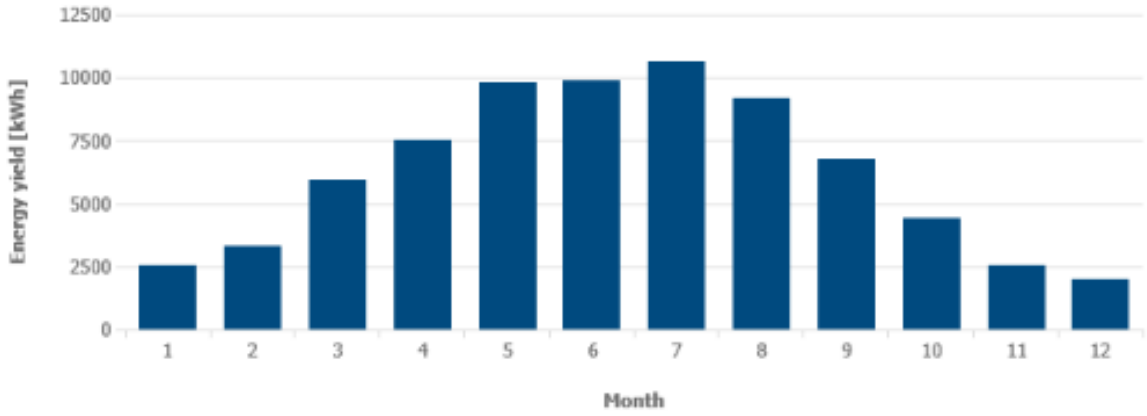
U nastavku je dana procjena proizvodnje za predmetnu fotonaponsku elektranu snage 61,2 kWp, na lokaciji k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) .

ULAZNI PODACI:

FN tehnologija	Monokristalni silicij	
Instalirana snaga sustava	61,2	kWp
Izmjenična vršna snaga	50	kW
Priključna snaga preuzimanja iz mreže	130	kW
Potrošnja na lokaciji (uk)	80000	kWh/god
Kut nagiba	10	°
Orijentacija od juga	53 i -127	°

IZLAZNI PODACI:

Proizvodnja sustava (AC)	74000	kWh/god
Specifični godišnji prinos	1214	kWh/kWp
Pokrivanje vlastitih potreba	92	%
Procijenjena električna energija predana u mrežu	40000	kWh
Udio proizvedene električne energije koji se predaje u mrežu	54	%
Procijenjena potrošnja vlastito proizvedene energije na lokaciji	34000	kWh
Procijenjena električna energija preuzeta iz mreže	46000	kWh



Graf 1. Predviđena godišnja proizvodnja električne energije prema mjesecima

3.3.2. Smanjenje emisije CO2

Sunčane elektrane prilikom eksploatacije ne ispuštaju onečišćujuće tvari u okoliš, zapravo energiju koju sunčana elektrana proizvede zamjenjuje energiju iz konvencionalnih izvora čim se radi ušteda emisije CO_2.

Sukladno Metodologiji provođenja energetskog pregleda zgrada 2021. jedan proizvedeni kWh električne energije smanjuje emisiju u iznosu od 234,81g CO_2/kWh, odnosno godišnje smanjenje emisija ugljičnog dioksida iznosi 17375 kg/god.

3.4 Dijelovi fotonaponske elektrane

Fotonaponska elektrana sastoji se od sljedećih funkcionalnih dijelova;

-fotonaponski moduli
-izmjenjivač (inverter)
-razvodni ormari i zaštitna oprema (na DC i AC strani)
-kabeli, vodiči i spojna oprema
-nosiva konstrukcija

Sve navedeno i odabrano ovim projektnim zadatkom predstavljeno je u nastavku.

3.4.1 Fotonaponski moduli

3.4.1.1. Osnovne karakteristike

Odabrani su fotonaponski moduli proizvođača TRINA SOLAR TSM-450-NEG9R.28- 136kom.
Montiranje fotonaponskih modula izvodi se na ravni krov u konfiguraciji istok-zapad s dodatnim nagibom od (10º)

Svi podaci za točku najveće snage (MPPP - maximum power point) vrijede za +25°C.
Standardni uvjeti ispitivanja STC (standard test condition): zračenje 1000 W/m2, temperatura okoline +25°C i spektralna raspodjela AM (air mass) 11,5.

Tablica 1. Osnovni podaci o izabranim fotonaponskim modulima.

MODEL: **TSM-450-NEG9R.28 VERTEX S**			
Vršna snaga	P_{MPP}	[W]	450
Struja kratog spoja	I_{SC}	[A]	10.74
Napon praznog hoda	U_{OC}	[V]	52.9
Nazivna struja	I_{MPP}	[A]	10,09
Nazivni napon	U_{MPP}	[V]	44.6
Efikasnost modula (STC)		[%]	22.5
TEMPERATURNI KOEFICIJENTI			
Temperaturni raspon		[°C]	45
Temperaturni koeficijent snage P_{MPP}		[%/°C]	-0.29
Temperaturni koeficijent struje I_{SC}	α	[%/°C]	0.04
Temperaturni koeficijent napona U_{OC}	β	[%/°C]	-0.24
RADNI UVJETI			
Najveći dopušteni napon	Udc	(V)	1500
Najveća dopuštena prekidana struja osigurača po nizu fotonaponskih modula	I	(A)	20
MEHANIČKI PARAMETRI			
Materijal			Monokristalni silicij
Dimenzije		(mm)	1762x1134x30
Težina		(kg)	21.8

Ostali podaci o fotonaponskom modulu nalaze se u dodatku projekta.

3.4.1.2. Primjena

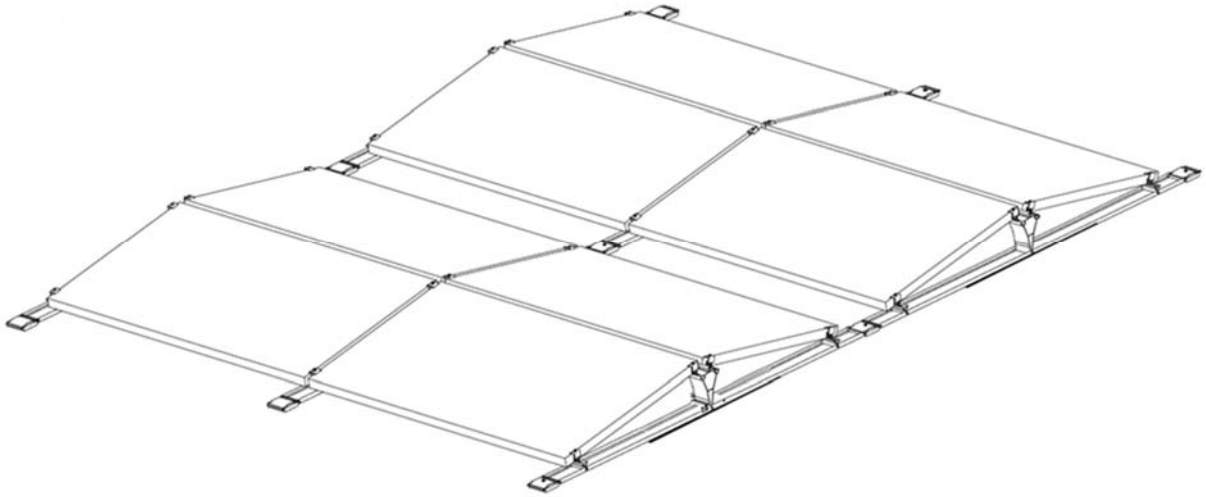
Fotonaponski modul je osnovna montažna jedinica fotonaponskog postrojenja, a sastoji se od niza ćelija koje su električki povezane. Fotonaponski modul se proizvodi kao gotov tvornički proizvod spreman za montiranje i električno spajanje sa ostalim dijelovima sustava fotonaponske elektrane.

Za potrebe proizvodnje električne energije, fotonaponski moduli se električki povezuju u veće cjeline pri čemu se serijski povezuju radi povećanja ukupnog napona - tako nastaju nizovi (stringovi) i paralelno za potrebe povećanja proizvodne struje čime se dobivaju PV Array / fotonaponska polja.
U ovom slučaju odabrano je 136 fotonaponska modula snage 450W_p izvedenih u deset nizova (stringova) s ukupnom snagom od 61,2 kW_p.

Fotonaponski modul je najčešće obrubljen aluminijskim obručem, sa prednje strane su ćelije zaštićene staklenom površinom od atmosferskih utjecaja, a na poleđini se nalazi kutija sa diodnom zaštitom panela i žičanim izvodima. Montažna oprema za fotonaponske module je u pravilu aluminijske izvedbe sa utorima koji omogućavaju vijčano spajanje bez nekog specijalnog alata, dok su nosači u pravilu od nehrđajučeg čelika. Uzemljenje konstrukcije opisano je u poglavlju ispod i shematski prikazano na nacrtima.

3.4.2 Nosiva konstrukcija

Fotonaponski sustav postavlja se direktno na ravni krov u konfiguraciji istok-zapad s dodatnim nagibom od 10°.



Ukupna masa novougrađene opreme je minimalno 136x21,8= 2965 kg te u ovom projektu nije obrađena statički proračun nosivosti.

Montiranje ovisi o tipu krovišta i građevinskoj izvedbi, a mora biti izvedeno da izdrži udare vjetra i dodatni teret od snijega. Iznosi dodatnog opterećenja izazvanog snijegom i vjetrom se određuje prema normama HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 i HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012. Ovim projektnom nije obuhvaćen proračun statike, tj. nije napravljen proračun koliko će dodatni teret postavljanjem fotonaponske elektrane imati utjecaj na postojeću statiku građevine.

3.4.3 Izmjenjivač

3.4.2.1. Osnovne karakteristike

Za izmjenjivač predviđen je izmjenjivač proizvođača Huawei, SUN2000-50KTL-M3

Tablica 2. Osnovni podaci o izabranom izmjenjivaču

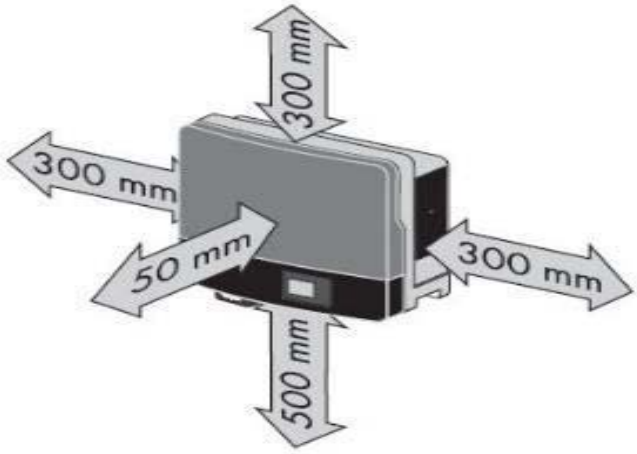
ULAZ (DC):	
Max DC ulazni napon [V]:	1100
Max DC ulazna snaga (max generator power) [Wp]:	75000
MPP naponsko područje / nazivni ulazni napon [V]:	200-1000 / 600
Startni ulazni napon [V]:	200
Max ulazna struja – ulaz A / ulaz B [A]:	22A
Max DC kratkospojna struja – ulaz A / ulaz B [A]:	30A
Broj nezavisnih MPP ulaza / broj string-ova po MPP ulazu:	6 / 2
IZLAZ (AC)	
Nazivna izlazna snaga	50000 W
Max prividna AC snaga:	55000 VA
Nazivni AC napon:	N/PE, 230V
Frekvencija AC mreže / odstupanja:	50 Hz / -5 Hz do +5Hz
Max izlazna struja:	79.4A
Faktor snage (cosφ) kod nazivne snage:	1
Max stupanj korisnosti:	98.70%
Europski stupanj korisnosti:	98.50%
ZAŠTITNE FUNKCIJE:	
Rastavni uređaj na DC strani	
Nadzor zemljospoja / nadzor mreže	
Zaštita od DC reverznog polariteta	
Prenaponska kategorija DC (prema IEC 60664-1): II	
Zaštita od kratkog spoja na AC strani	
RCD zaštitni uređaj (svi polovi)	
Klasa zaštite (prema IEC 62103): I	
Prenaponska kategorija AC (prema IEC 60664-1): II	
Zaštita protiv otočnog rada: izmjenjivač se isključuje kod nestanka napona mreže	
Kontinuirani nadzor mreže i isključivanje izmjenjivača u slučaju nestanka napona mreže ili napona i frekvencije izvan dozvoljenih tolerancija	
OSTALO:	
Dimenzije (ŠxVxD): 1075x555x300 mm	
Težina: 74 kg	
Rad na temperaturi okoline (minimalno): -25ºC do +60ºC	
Stupanj zaštita (prema IEC 60529) : IP65	
Komunikacijsko sučelje: Webconnect, Modbus	

Izmjenjivač zadovoljava uvjete temeljem normi i standarda EN 50549-1:2019 „Zahtjevi za priključak elektrane na distribucijsku mrežu – 2. dio: Priključak na niskonaponsku distribucijsku mrežu – Elektrane do uključivo tipa B“ i DIN V VDE 0126-1:2006 „Automatsko isključenje između generatora i distribucijske niskonaponske mreže“.

3.4.2.2. Primjena

Predviđena je ugradnja izmjenjivača tip **kao Huawei, SUN2000-50KTL-M3, najveće izlazne snage 50kW. Odabrani izmjenjivač ima zasebne ulaze A, B, C, D, E i F. Ulaznu snagu s dvanaest nizova on pretvara u izmjeničnu trofaznu 400V, 50Hz.**
Izmjenjivač ima ugrađene napredne sustave zaštite od otočnog pogona, nadstrujne i prenaponske zaštite. Na ulazu, odnosno DC strani ima rastavni uređaj i odvodnik prenapona kat. II

Izmjenjivači se proizvode u **IP65 zaštiti** te su namijenjeni vanjskom i unutarnjem montiranju i to isključivo zidnim montiranjem ili postavom u specijalne nosače**. Izmjenjivač smjestiti što bliže fotonaponskim modulima.** Montiranje izvesti na zid u skladu sa uputama proizvođača pri čemu se prilikom montiranja, a i naknadno tijekom uporaba, mora osigurati da izmjenjivač nije pod direktnim sunčevim zračenjem i da oko njega ima dovoljno prostora za ventiliranje.



Slika 1 Osiguranje razmak za rad izmjenjivača

Za potrebe kontrole i nadzora, izmjenjivač ima RJ45 priključnicu - za spoj sa internetom. Investitoru se ostavlja mogučnost da naknadno u slučaju iskazane potrebe izmjenjivač spoji na internet preko javne mreže.

3.4.4 Ožičenje DC strane

3.4.3.1. DC ormar

Fotonaponski moduli povezuju u veće cjeline s ciljem povećanja izlaznog napona što se provodi

povezivanjem u seriju, u stringove ili nizove, te radi povećanja struje u paralelu tj. u fotonaponska polja.
To dovodi do potrebe zaštite DC strane. DC stranu štitimo zasebnom opremom koja uključuje:

- odvodnike prenapona tip kao ETITEC B PV, ETI
- rastavna teretna sklopka
- osigurač

Odabrani izmjenjivač na ulazu, odnosno DC strani ima rastavni uređaj i odvodnik prenapona kat. II. Prema tablici 3. potrebna je ugradnja dodatniha odvodnik prenapona T1 na DC strani instalacije.

Za PV sustave koji sadrže tri ili više niza (stringa) povezana paralelno, potrebna je nadstrujna zaštita PV osiguračima. U slučaju nadstrujnog opterećenja osigurača, sigurno odvajaju niz - string koji je u kvaru. Preostali stringovi nesmetano nastavljaju proizvoditi električnu energiju.
Međutim, sustavi s manje od tri niza nisu sposobni generirati dovoljno kratkospojne struje da bi mogla nastati oštećenja na vodičima ili fotonaponskim modulima. - Sukladno normi HD 60364-7-712:2016.
U našem slučaju imamo samo dva niza (stringa), stoga nije potrebno ugrađivati osigurače.

3.4.3.2. DC kabeli

Za kabele u istosmjernim strujnim krugovima predviđeni su posebni dvostruko izolirani, pokositreni bakreni vodiči dizajnirani kako bi izdržali relativno visoke istosmjerne napone (do 1500 V_{DC}) te otporni na UV

zračenje, fleksibilni na niskim temperaturama, predviđeni za radne temperature -40°C do +90(120)°C, otporni na vodu, bezhalogenski itd. Najčešće su isti označeni kao Photovoltaic kabeli.

Koristit će se vodiči kao 2x PV1-F 1x6mm² ili jednakovrijedni , čije strujno opterećenje iznosi 70 A.

Dimenzioniranje kabela odrađeno je proračunom u poglavlju.

3.4.3.3. Konektori

Osim kabela potrebno je obratiti pozornost i na izbor konektora koji također trebaju izdržati napon do 1000 VDC te istosmjernu struju do 25 A. Nužno je da budu otporni na vlagu, prašinu s odgovarajućem IP zaštitom. Predviđeni konektor za priključak DC kabela na modulu je tipa H4.



Slika 2. MC4 konektori

3.4.5 Ožičenje AC strane

3.4.4.1. AC ormar

Sukladno uvjetima lokalnog distributera iskazanih u EES, te mogućnosti koje ima odabrani izmjenjivač, definirala se i potreba za AC ormarom te njegovo opremanje. Opremit će se:

a. DIN šinom
b. Kompaktni prekidač snage 125A/25kA/4p s daljinskim okidačem 230V, FID modulom 0,6A, Tip A
c. Naponsko/frekventnim relejom za nadzor kvalitete napona
d. prenaponskom zaštitom - odvodnici prenapona tip kao ETITEC T1+2 275/20 sa odvodnim vodičem 16mm^2
e. tipkalom za isključenje u slučaju nužde
f. grijačem i ventilatorom za sprječavanje nastanka kondenzata

Bitno je napomenuti da AC ormar mora biti kompaktan, montiran u dostupnom dijelu što bliže izmjenjivaču, min. IP 44, sa okovom koji omogućava otvaranje samo sa ključem.

3.4.4.2. AC kabeli

Predviđena je ugradnja kabela NYY-O 4x50mm^2 između izmjenjivača i razvodnog ormara AC strane RO-SE. Od RO-SE do GRO polaže se kabel NYY-O 4x50mm^2.

Navedeni kabeli trebaju izdržavati napon do 1000 V. Kabeli se polažu u samogasivu PVC cijev promjera 110 mm.

U postojeći GRO ormar na dolazni kabel iz RO-SE potrebno je ugraditi rastavnu sklopku 160A/400V s rastalnim uloškima 125A.

3.5 Zaštita FN elektrane

3.5.1 Paralelni pogon s mrežom

Osnovna značajka svake male elektrane je paralelni pogon sa mrežom, stoga elektrana mora biti opremljena za paralelni pogon s distribucijskom mrežom i to u uvjetima svih redovnih i izvanrednih pogonskih okolnosti, bez nedopuštenoga povratnog djelovanja na distribucijsku mrežu i ostale korisnike mreže.

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.

Za paralelni pogon elektrane s mrežom, elektrana mora imati:

a) zaštitu koja osigurava uvjete paralelnog pogona
b) zaštitu od smetnji i kvarova u elektrani i
c) zaštitu od smetnji i kvarova u mreži.

Proizvođač je dužan poduzeti potrebne mjere u cilju isporuke standardne razine kvalitete električne energije u elektrodistribucijsku mrežu.

3.5.2 Zaštita od električnog udara

Da bi se osigurao siguran i neprekidani rad fotonaponske elektrane sustava kroz njegov životni vijek potrebno je predvidjeti cjelokupnu zaštitu od atmosferskih i induciranih prenapona već u fazi projektiranja fotonaponske elektrane i provedbi projekta. Zaštita mora biti osigurana ne samo na izlaznoj strani izmjenjivača, već i na izlaznoj strani fotonaponskih modula.

Zaštita istosmjernih krugova elektroničkim DC osiguračima integrirana je u izmjenjivaču kao i odvodnika prenapona tipa II dok je na izmjeničnoj strani zaštita od električnog udara izvedena automatskim isključenjem napajanja pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje (RCD).

Kod razmatranja zaštitnih mjera od opasnih struja i dodirnih napona treba u vidu imati cijelu mrežu tj. transformatorsku stanicu, vod NN mreže, instalaciju te fotonaponsku elektranu. Obavezna je izvedba izjednačenja potencijala metalnih masa.

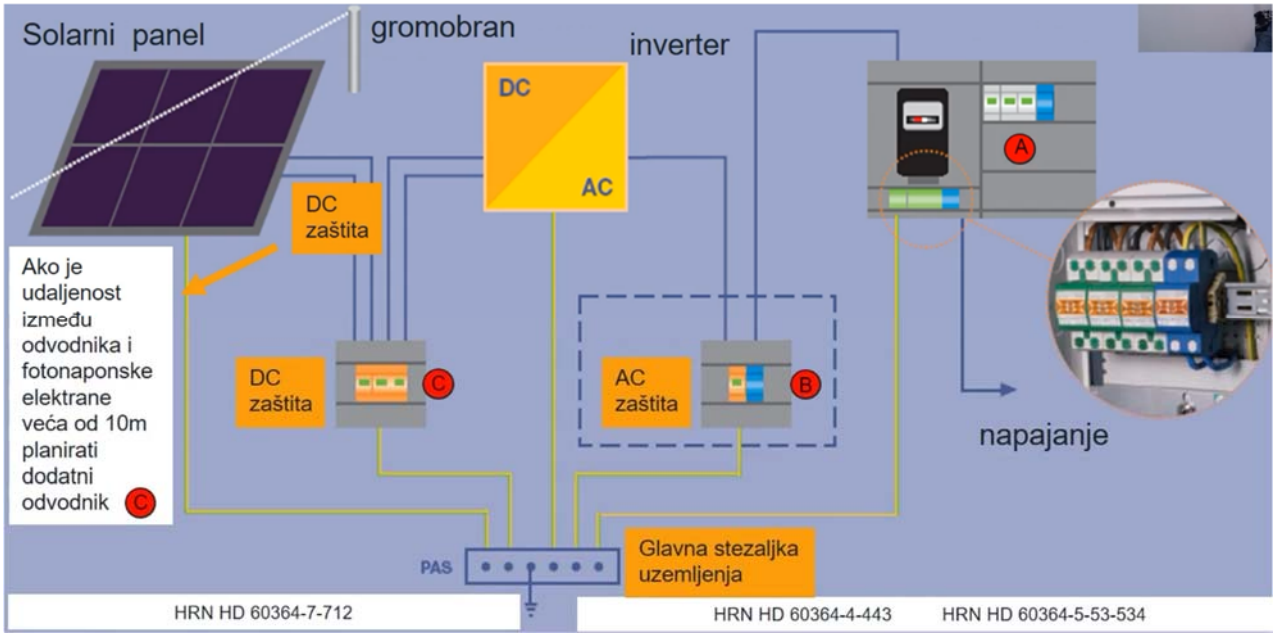
3.5.3 Uzemljenje, sustav za zaštitu od munje i prenaponska zaštita

Uzemljivač i LPS nisu obrađeni ovim projektom već su predmet mape 5.

Na instalaciju uzemljenja spajaju se sve metalne mase i unutarnji dijelovi fotonaponske elektrane (kućište izmjenjivača, sabirnice "PE" u razdjelnicima, aluminijska podkonstrukcija, metalni kabelski kanali) preko instalacije izjednačenja potencijala.

Kako bi se osigurao galvanski spoj FN modula i konstrukcije potrebno je koristiti podložne pločice za proboj eleksiranog sloja na FN panelu. Sve odvojene metalne dijelove konstrukcije za montažu modula potrebno je međusobno galvanski povezati vodičem H07V-K 16mm^2 i povezati na sabirnicu za izjednačenje potencijala-SIP u RO-SE ormaru.
Izmjenjivač, RO-SE i RO-DC povezati na SIP vodičem H07V-K 25mm^2. Bakar i aluminij smiju se spajati samo pomoću posebnog uloška Al-Cu određenog presjeka. Sve je shematski prikazano na nacrtima.

Za zaštitu od indirektnog udara munje i pojave atmosferskih prenapona postavlja se usklađena zaštita pomoću odvodnika prenapona.
Odabrani izmjenjivač na ulazu, odnosno DC strani uz integriran rastavni uređaj ima integriran i odovodnik prenapona kat. II.
Za potrebe zaštite opreme fotonaponske elektrane od prenapona sa strane NN mreže, u AC ormariću montiranom uz inverter će se pored već definirane opreme montirati i prenaponska zaštita uporabom četveropolnog odvodnika prenapona T1+2 275/20,sa odvodnim vodičem 16mm^2.
Odabir odvodnika prenapona ovisi o postojanju instalacije LPSa i ispunjenju uvjeta sigurnosnog razmaka.
Sve je prikazano tablicom i slikom ispod.



Slika 3. Pozicioniranje odvodnika prenapona u FNE

PRIMJER OBJEKTA		PROMJER ZAŠTITNOG VODIČA	SPD (POZICIJA A)	SPD (POZICIJA B)	SPD (POZICIJA C)
A	**Objekt bez LPSa**	6mm^2	SPD 2	SPD 2	SPD 2
B	**Objekt sa LPS i sigurnosnim razmakom**	6mm^2	SPD 1	SPD 2	SPD 2
C	**Objekt sa LPS i bez sigurnosnog razmaka**	16mm^2	SPD 1	SPD 1	SPD 1

Tablica 3. Odabir kategorije prenaponske zaštite i dimenzioniranje zaštitnog vodiča

POZICIJA A – glavni razvodni ormar GRO

POZICIJA B – ormar AC strane (RO-SE)

POZICIJA C - ormar DC strane (RO-DC)

ako je između panela i odvodnika DC strane veća od 10 m postaviti dodatni odvodnik prenapona što bliže panelima

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

4 PRORAČUN ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Instalirati će se nazivna snaga fotonaponske elektrane:
$\mathbf{P_e = 61{,}2\ kW_p}$

4.1 Izmjenični dio električnih instalacija

4.1.1 Izmjenični razvod FN sustava

Na izmjeničnoj strani, predviđena je ugradnja razvodnog ormara izmjenične struje (RO-SE) u kojem se nalazi RCD sklopka tip A (nužno da izmjenjivač omogućuje ugradnju sklopke tipa A), prenaponska AC zaštita i tropolni automatski osigurač.

Kako bi se izmjenjivač zaštitio od djelovanja prenapona koji preko mjernog mjesta dolaze iz mreže, u glavni razvodni ormar objekta potrebno je postaviti odvodnik prenapona T1+T2 ukoliko nisu postavljeni.

4.1.2 Proračun efikasnosti djelovanja zaštite od indirektnog dodira

Za efikasno djelovanje zaštite ZUDS uređajem diferencijalne struje otpor uzemljenja ne smije biti veći od:

$$R = \frac{U_d}{I_g}\Omega$$

U_d - dozvoljeni napon dodira iznosi 50 V

I_g - nazivna struja greške iznosi 0,3 A ili 0,03 A

$$R_{0,3} = \frac{50}{0,3} = 166,7\Omega \qquad R_{0,03} = \frac{50}{0,03} = 1666,7\Omega$$

Efikasnost zaštite kontrolirat će se mjerenjem otpora uzemljenja za što će se izraditi odgovarajući ispitni protokol.

4.1.3 Dimenzioniranje AC kabela od GRO do RO-SE i dalje do izmjenjivača

Maksimalna struja koja će teći od izmjenjivača preko RO-SE do GRO preračunati će se prema nazivnoj snazi izmjenjivača. Kako je predviđena ugradnja izmjenjivača nazivne snage 50 kW, struja koja će teći od izmjenjivača do GRO-a je:

$$I_{se} = \frac{P}{U \cdot \cos\,\varphi} = \frac{50000}{3 * 230 * 0,95} = 76,3\ A$$

Između izmjenjivača, RO-SE i GRO-a potrebno je položiti unutar cijevi PVC Ø110 mm kabel tipa NYY-O 4x50 mm^2 čije strujno opterećenje iznosi 149 A pa predloženi kabel **zadovoljava** kako strujno opterećenje tako i izdržavanje naponske razine do 1 kV.

4.1.4 Izračun pada napona

Za kabel od IZMJENJIVAČA do razvodnog ormara RO-SE:

$$U_1\% = \frac{0{,}0113 \cdot l \cdot P_{vr}}{A} = \frac{0{,}0113 \cdot 5 \cdot 50}{50} = 0.05 \quad [\%]$$

Za kabel od RO-SE do glavnog razvodnog ormara GRO:

$$U_{12}\% = \frac{0{,}0113 \cdot l \cdot P_{vr}}{A} = \frac{0{,}0113 \cdot 35 \cdot 50}{50} = 0.4 \quad [\%]$$

Za najduži strujni krug razvodnog ormara GRO:

$$U_2\% = \frac{0{,}068 \cdot l \cdot P_{vr}}{A} = \frac{0{,}068 \cdot 20 \cdot 3}{2{,}5} = 1{,}63 \quad [\%]$$

$$U_{uk} = U_1 + U_{12} + U_2 = 2{,}08 < 4 \quad [\%]$$

gdje je:

l - dužina voda [m]

P_{vr} - vršna snaga [kW]

A - presjek kabela [mm^2]

4.2 Istosmjerni dio fotonaponske elektrane

4.2.1 Usklađivanje izmjenjivača i broja fotonaponskih modula

Odabrani moduli proizvođača TRINA SOLAR TSM-450-NEG9R.28, 450Wp i izmjenjivač Huawei, SUN2000-50KTL-M3 imaju sljedeće tehničke specifikacije:

Tablica 4. Osnovni podaci o izabranim FN modulima i izmjenjivaču

Fotonaponski moduli	
Struja kratkog spoja I_{sc} (A)	10.74
Napon praznog hoda U_{oc} (V)	52.9
Nazivna struja I_{mpp} (A)	10,09
Nazivni napon U_{mpp} (V)	44.6
Temp. koeficijent napona β (%/°C)	-0.24
Temp. koeficijent struje α (%/°C)	0.04
$T_{ambient}$ (°C)	35
T_{min} (°C)	-15

Izmjenjivač	
Max DC ulazna snaga (max generator power) (W):	75000
Max DC ulazni napon (V):	1100
Startni ulazni napon [V] :	200
MPP naponsko područje $U_{MIN(DC)}$ i $U_{MAX(DC)}$ (V):	200-1000
Max struja po MPPT (A)	22
Max struja kratkog spoja po MPPT (A)	30

4.2.1.1 Minimalni i maksimalni broj modula u nizu

Maksimalni broj modula po nizu se izračuna prema sljedećem izrazu:

$$N_{PVMAX} \leq \frac{U_{MAX(DC)}}{U_{OC}\cdot\left[1+\frac{\beta}{100}(T_{min}-25)\right]} = 18{,}97$$

pri čemu je T_{min} očekivana najmanja temperatura.

Maksimalni broj modula u nizu je 18.

Minimalni broj modula po nizu se izračuna prema sljedećem izrazu:

$$N_{PVMIN} \geq \frac{U_{MIN(DC)}}{U_{OC}\cdot\left[1+\frac{\beta}{100}(T_{cell}-25)\right]} = 4{,}24$$

pri čemu je $T_{cell} = T_{ambient} + 35$ najveća temperatura ćelije na lokaciji, a $T_{ambient}$ najveća temperatura okoline

Minimalni broj modula u nizu je 5.

Broj fotonaponskih modula u nizu je 12 i 15 što **ZADOVOLJAVA.**

4.2.1.2 Maksimalna struja fotonaponskog modula $I_{sc\ MAX}$

Maksimalna struja fotonaponskog modula je struja kratkog spoja $I_{sc\ MAX}$ koja se izračunava prema sljedećem izrazu:

$$I_{sc\ MAX} = I_{sc} \cdot \left[1 - (\frac{\alpha}{100}) \cdot (25 - T_{cell})\right] = 10{,}93\ [A]$$

4.2.1.3 Odabir snage izmjenjivača

Maksimalna snaga niza je:

$$P_{max1} = n \cdot I_{mpp} \cdot U_{mpp} = 15 \cdot 10{,}09A \cdot 44{,}6V = 6750W_p$$
$$P_{max2} = n \cdot I_{mpp} \cdot U_{mpp} = 14 \cdot 10{,}09A \cdot 44{,}6V = 6300W_p$$
$$P_{max3} = n \cdot I_{mpp} \cdot U_{mpp} = 12 \cdot 10{,}09A \cdot 44{,}6V = 5400W_p$$

ukupna instalirana snaga fotonaponskih panela je 61,2 kW_p
Nazivna snaga izmjenjivača na DC ulazu je 75 kWp> 61,2 kWp pa odabrani izmjenjivač zadovoljava.

4.2.1.4 Dodatne zaštite

Zaštita od prenapona i zaštita od krivog polariteta ugrađene su u izmjenjivač

4.2.2 Dimenzioniranje DC kabela od fotonaponskih modula do izmjenjivača

Kabeli se dimenzioniraju sukladno IEC 60364-5-52 i IEC 60364-7-712.

Predviđa se ugradnja kabela tip **2x PV1-F 1x6mm² ili jednakovrijedni** po jednom nizu čije nazivno strujno opterećenje iznosi 70 A dok je maksimalno strujno opterećenje niza 13,43A pa predviđeni kabel **zadovoljava.**

Navedeni kabel je dimenzioniran za naponsku razinu 1500 V dok je maksimalni napon u DC nizu:

$$U_{MAX(DC)} = N_{PV} \cdot U_{OC} \cdot \left[1 + \frac{\beta}{100}(T_{min} - 25)\right] = 870 \text{ [V}_{DC}\text{]}$$

što je manje od 1000 V pa predviđeni kabel **zadovoljava.**

4.2.2.1 Gubitak snage u nizu

Izračun gubitka snage u watima za istosmjernu mrežu se računa prema:

$$Pv = a \cdot R \cdot I^2$$

a – koeficijent za broj vodova, a=1 za jednofazno

$$R = b \cdot \rho \cdot l/S$$

b – faktor za kabel, b=2 za jednofazni vod

ρ – otpor materijala, pri 100°C otpor bakra je 0,023 Ωmm/m

l – duljina voda

S – presjek voda

Za niz duljine 20 m, presjeka 4 mm², otpor iznosi:

$$R = 2 \cdot 0{,}023 \cdot \frac{20}{6} = 0{,}38\ \Omega$$

Iz čega slijedi da je gubitak snage u nizu:

$\Delta P = 1 \cdot 0{,}3 \cdot 10{,}09^2 = 38\ W$, odnosno relativni gubitak snage iznosi 0,7% za niz.

Prihvatljivi gubitak snage iznosi do 1%, čime duljina i otpor niza **zadovoljava**.

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

5 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE NA RADU

5.1 Tehničke mjere zaštite od strujnog udara

Zaštita od slučajnog dodira dijelova pod naponom (zaštita od direktnog dodira).

- ⇒ Mogućnost od slučajnog dodira dijelova pod naponom električnih uređaja ne postoji s obzirom da su svi uređaji izolirani odnosno smješteni u zatvorena kućišta.
- ⇒ Za zaštitu od električnog udara, u skladu s IEC 60364-7-712, na istosmjernoj strani PV postrojenja mora se koristiti dvostruka ili ojačana izolacija kabela.

Zaštita od indirektnog dodira.

- ⇒ Zaštita od previsokog napona dodira izvedena je sistemom zaštite automatskim isključenjem napajanja nadstrujnim zaštitnim uređajima sa posebnim zaštitnim vodičem (TN-C-S sustav), po kojem se sve metalne mase koje se trebaju štititi od previsokog napona dodira priključe na poseban zaštitni vod. Zaštitni vod se uzemljuje i povezuje sa zvjezdištem transformatora u transformatorskoj stanici. Kod spoja sa metalnim masama u svim strujnim krugovima napon dodira i vrijeme djelovanja zaštite bit će u dozvoljenim granicama (Ud < 50 V).
- ⇒ Sve metalne dijelove potrebno je vezati na zaštitni uzemljivač, na predviđena mjesta. Za ostale dijelove potrebno je osigurati kvalitetan vodljiv spoj.

5.2 Vodovi i pribor

- ⇒ Svi predviđeni energetski napojni vodovi izvode se bakrenim vodičima. Svi instalacijski vodovi izvode se vodičima u klasi izolacije 0,6/1 kV izvedenih podžbukno i nadžbukno.
- ⇒ Spojevi ne smiju biti mehanički opterećeni. Sav instalacijski materijal mora odgovarati HRN-u i uvjetima tehničkih propisa i normativa.
- ⇒ Predviđena je takva električna oprema koja odgovara za predviđeno opterećenje i druge parametre strujnih krugova u koje se ugrađuje.

5.3 Razdjelnici

- ⇒ Razdjelnici su čvorna mjesta instalacije za smještaj elektrotehničkih aparata i opreme.
- ⇒ Razdjelnici su mehanički otporni, izvedeni u skladu s HRN EN 60670, kvalitetno uzemljeni i zadovoljavati odgovarajuću zaštitu od neizravnog dodira.
- ⇒ Svi razdjelnici imaju osiguran prostor za rukovanje i veći je od 80 cm. Odabrana oprema odgovara veličini struje kratkog spoja, a smještaj opreme je takav da zadovoljava propisanih 40 mm razmaka golih vodiča pod naponom i kućišta razdjelnice, odnosno dijelova koji se štite od izravnog dodira.
- ⇒ Nulti "N" i zaštitni "PE" vodovi priključivat će se svaki na svoje, ali odvojeno postavljene sabirnice.
- ⇒ U razdjelnik je potrebno postaviti jednopolnu shemu, a ispod svakog elementa staviti natpisnu pločicu određenog strujnog kruga.
- ⇒ Na vanjskom dijelu razdjelnika postaviti uočljivu oznaku upozorenja iz koje se vidi da je uređaj sastavni dio elektroinstalacije, sa naznakom koji je sustav od indirektnog dodira proveden.
- ⇒ Opasnost od indirektnog dodira postoji na razvodnim ormarima koji su napravljeni od metala. U tom slučaju potrebno je uzemljiti kućište i vrata razvodnog ormara. U mreži je primijenjena zaštita TN-C-S sustavom.

5.4 Zaštitni elementi

- ⇒ Za zaštitu vodova od struje kratkog spoja i preopterećenja predviđaju se zaštitni prekidači naznačenih karakteristika okidanja i naznačenih dimenzija. Izvedba treba odgovarati HRN 60269.
- ⇒ U slučaju kvara na instalaciji dolazi do isključenja onog dijela instalacije koji je u kvaru, dok ostali dio ostaje pod naponom namijenjen svojoj upotrebi.
- ⇒ Selektivnost zaštite od kratkog spoja riješena je pravilnim odabiranjem osigurača spojenih u seriju. Osigurač, odnosno zaštitni prekidač, treba prekinuti strujni krug koji je najbliži mjestu kvara, dok ostali u seriji ne smiju djelovati.

5.5 Ispitivanje elektroinstalacije

- ⇒ Prije stavljanja elektroinstalacije u pogonsko stanje mora se, ali prije predaje korisniku, izvršiti kompletan pregled i ispitivanje elektroinstalacije u skladu odredbi TEHNIČKOG PROPISA ZA NISKONAPONSKE ELEKTRIČNE INSTALACIJE (NN 05/10) i PRAVILNIK O SIGURNOSTI I ZDRAVLJU PRI RADU S ELEKTRIČNOM ENERGIJOM (NN 88/12), kao i obvezatna ispitivanja prema HRN HD 60364-6.
- ⇒ Za sva mjerenja potrebno je kompletirati ispitnu dokumentaciju u više primjerka.

5.6 Mjere zaštite na radu pri izvedbi elektroinstalacije

Izvođači elektromontažnih radova

Izvođač mora biti ovlašten za izvođenje potrebnih radova, a radnici osposobljeni za te poslove. Prije početka radova radnici moraju biti upoznati sa svim opasnostima i primjenom zaštitnih sredstava.

Osiguranje radilišta

Po završetku grubih građevinskih radova potrebno je ukloniti sve predmete koji bi mogli ometati slobodno kretanje djelatnika ili koji bi mogli ugroziti sigurnost radova.

Osiguranje djelatnika

Djelatnici moraju biti opremljeni odgovarajućim alatom i priborom za nesmetanu montažu instalacije. Isto tako moraju biti opremljeni odgovarajućom HTZ opremom.

Sredstva i osobna zaštitna sredstva

Navedena sredstva moraju biti u potpunosti ispravna i izrađena sukladno sa pravilima zaštite na radu. Posebno je važno da se prije početka rada provjeri ispravnost sredstva rada. Kao osobna zaštitna sredstva koriste se rukavice, kacige, odjeća i obuća od izolacijskog materijala, alati s izoliranim drškama (npr. kliješta, odvijači, izolirke itd.), pribor za uzemljenje i spajanje, indikatori plina, izolacijske podloge i sl. Sva osobna sredstva moraju biti u ispravnom stanju.

Osiguranje od udara el. energije

Zbog induktivnog utjecaja elektroenergetskih postrojenja ili atmosferskog pražnjenja, na kabelima ili aparatima može doći do pojave opasnog povišenog potencijala. Za vrijeme rada potrebno je izolirati cijelo tijelo prema zemlji ili barem na opasnim dijelovima. Mjere sigurnosti u svezi navedenog su slijedeće:

- stajati na nevodljivim materijalima (izolacijski tepisi),
- upotrebljavati izolacijske rukavice,
- držati radno odijelo suhim,
- kod rada na kabelima obvezatno uzemljiti kabele s obje strane.

Radovi na električnim postrojenjima dijele se na tri kategorije:

1. radovi u beznaponskom stanju;
2. radovi u blizini napona;
3. radovi pod naponom.

Preporučuje se izvođenje svih radova u beznaponskom stanju. U slučaju ukoliko nije moguće osigurati beznaponsko stanje, rad u blizini napona je moguć uz obavezno osiguranje od direktnog ili indirektnog dodira s dijelovima pod napomenom pomoću izolacijskih zaštitnih ploča, prekrivača i dr. U svakom trenutku potrebno je osigurati najmanji sigurnosni razmak od 300 mm pri radnu na elektroenergetskom postrojenju ispod 1000 V. Rad pod naponom je dopušten samo u slučaju ukoliko su radnici osposobljeni za rad po naponom i osigurana su zaštita tehnička sredstva. Na dijelovima elektroenergetskih objekata kod kojih nazivni naponi između aktivnih vodiča ili napon između aktivnih vodiča i zemlje ne prelazi 50 V napona, odnosno 120 V istosmjernog napona, dozvoljen je rad pod naponom uz primjenu kožnih zaštitnih rukavica i izoliranog i ispitanog električnog alata.

Zaštitna oprema:

- izolirana kliješta (za osigurače i za električna mjerenja) i indikatori napona;
- prijenosna naprava za uzemljenje i kratko spajanje;
- sredstva za ograđivanje i izoliranje od dijelova pod naponom i oznake upozorenja i zabrane;
- izolacijski tepisi, pokrivači i izolacijska postolja.

Osobna zaštitna sredstva:

- izolacijske rukavice, čizme;
- zaštitne naočale, kožne rukavice, plinske maske, sigurnosni pojas i zaštitni šljem.

Osiguranje radne površine i radnog mjesta

Radna površina predstavlja cjelokupnu građevinu. Sve otvore vertikala zaštiti ogradom, a alat držati udaljen najmanje 20cm od ruba otvora.

Osiguranje puteva za transport i evakuaciju djelatnika

Obvezatno osigurati puteve za horizontalni i vertikalni nesmetani transport materijala i opreme. Omogućiti nesmetan pristup do nužnih izlaza za slučaj potrebne evakuacije.

Osiguranje pri izvođenju radova na krovu

Radovi koji se obavljaju na visini većoj od 1 m od tla etaže smatraju se radovima na visini. Kod ovih radova potrebno je provesti mjere zaštite da bi se onemogućilo pad radnika. Na onim mjestima gdje nije moguće provesti tehničku zaštitu od pada sa visine radnicima se moraju dati zaštitni opasači i osigurati sigurna privezišta. Prije izvođenja radova na krovnim površinama potrebno je provesti posebne mjere radi sprečavanja puknuća krova i pada radnika kroz istog. Prilikom izvođenja radova ispod prostora gradilišta obavezno zabraniti pristup osobama koje nisu zaposlene na gradilištu.

U slučaju korištenja dizala i dizalica potrebno je poštivati odredbe Pravilnika o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 049/1986).

Prije početka radova potrebno je osigurati rad u beznaponskom stanju primjenom pet pravila sigurnosti prema slijedećem redoslijedu:

1. Isključi i vidljivo odijeli od napona
2. Spriječi ponovno uključivanje
3. Utvrdi beznaponsko stanje
4. Uzemljiti i kratko spojiti
5. Ograditi mjesto rada od dijelova pod naponom

- Vodiče treba uzemljiti i kratko spojiti na mjestu rada i na mjestu rastavljanja od napona.

NAPOMENA:

U slučaju prekida isporuke električne energije u mrežu (proizvodnje) voditi brigu da fotonaponski moduli proizvode napon sve dok su osvijetljeni te su istosmjerni (DC) strujni krugovi (nizovi) pod naponom i opasni po život!

5.7 Primijenjeni propisi za primjenu pravila zaštite na radu

1. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
2. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
3. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 88/12)
4. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)
5. Zaštita objekata od munje HRN EN 62305 (1-4)
6. Zakon o elektroničkim komunikacijama (76/22)
7. Pravilnik o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom, (NN 74/07, 133/08, 31/09, 156/09, 143/12, 86/13, 42/14, 48/14)
8. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 5/10)
9. Električna instalacija zgrada – hrvatske norme iz grupe HRN HD 384 i HRN HD 60364.
10. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)
11. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14)
12. Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14)
13. Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).

Projektant elektrotehnike:
Luciano Ćustić dipl.ing.el.

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

5.8 Izjava o primjeni pravila zaštite na radu

Na temelju "ZAKONA O ZAŠTITI NA RADU" (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18) izdaje se ova:

Izjava BR 64-I/2025 -ZNR

KOJOM SE POTVRĐUJE DA SU U GLAVNOM PROJEKTU ELEKTRIČNE INSTALACIJE NA FOTONAPONSKOJ ELEKTRANI FNE „OŠ VIR", INV. OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA TD 64-I/2025 NA k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) , PRIMIJENJENA TEHNIČKA RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE NA RADU.

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.

Zadar, studeni 2025. god.



6 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OD POŽARA

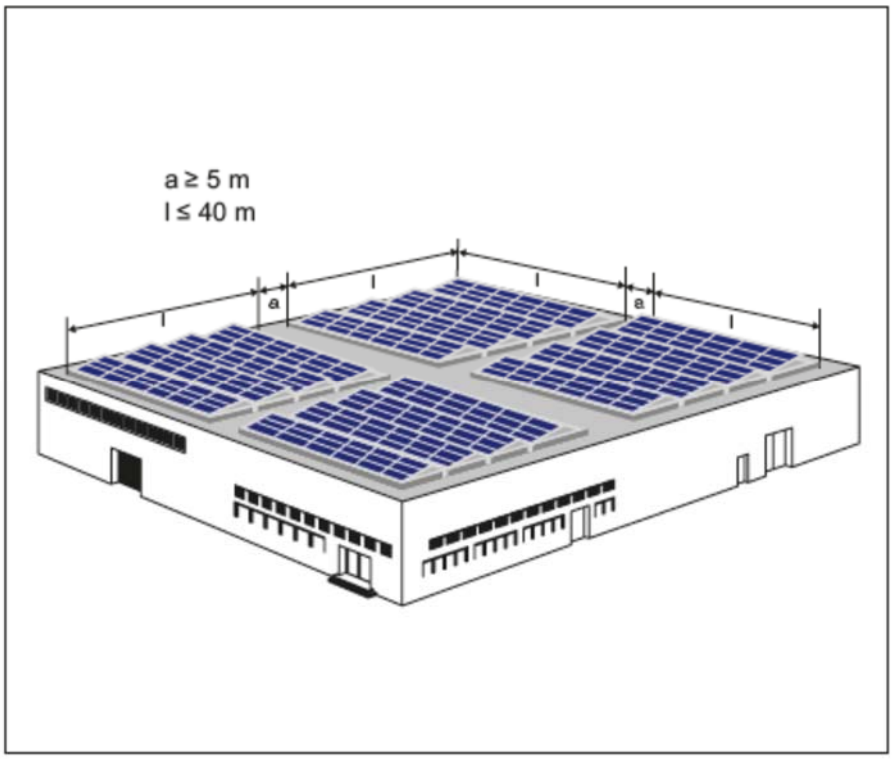
Odobrena priključna snaga postojećeg OMM u smjeru potrošnje je 130kW. Priključak je trofazni. Planirana je FN elektrana priključne snage 50kW. Oprema elektrane biti će smještena na krovu objekta, sastojati će se od izmjenjivača, RO-DC i RO-SE ormara. Prema proračunu izmjenjivač, RO-SE i GRO ormar potrebno je povezati kabelom NYY-O 4x50mm^2. DC stranu instalacije činit će deset stringova ukupne instalirane snage 61,2 kW$_p$. U RO-DC ormar potrebno je postaviti odvodnike prenapona T1+2 1100/12,5 s odvodnim vodičem tipa H07V-K 16mm^2. U RO-SE ormaru biti će smještena sva oprema za zaštitu elektrane uključujući kompaktni prekidač snage, RCD modul, naponsko/frekventni relej za mjerenje kvalitete napona, odvodnik prenapona te tipkalo za isključenje u slučaju nužde koje će se nalaziti pokraj ormara.

U sklopu glavnog projekta izrađen je elaborat zaštite od požara, na temelju kojeg su projektirana tehnička rješenja zaštite od požara ovog projekta.

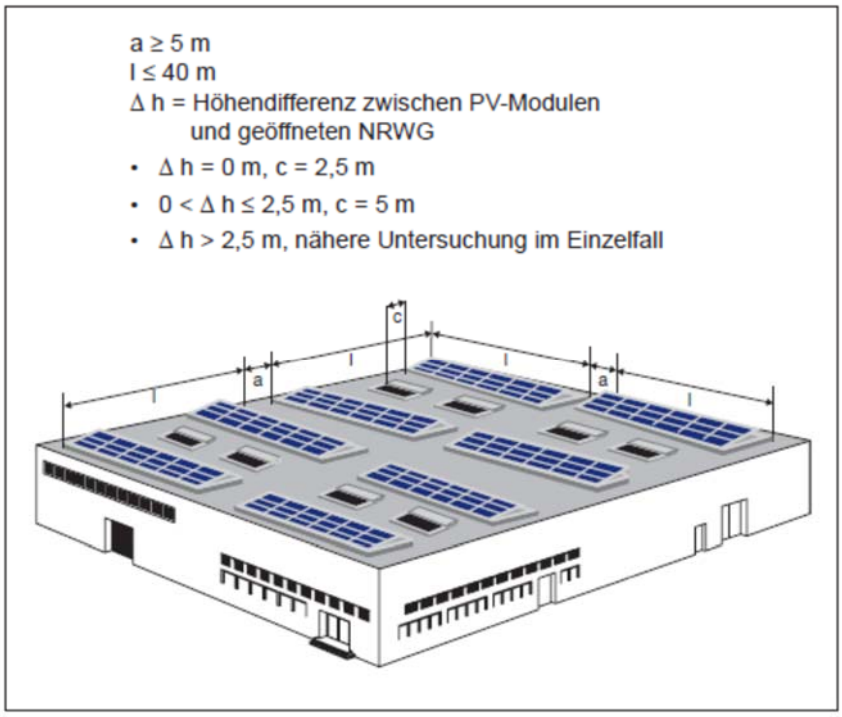
6.1 Mjere zaštite od požara

Ovim dijelom projekta izvršen je prikaz mjera i normativa zaštite od požara u sklopu elektrotehničke instalacije na temelju članka 12. Zakona od požara (NN RH br. 92/10). Zaštita od požara u smislu Zakona iz gornjeg stava obuhvaća zbir mjera i aktivnosti na sprečavanju izvora opasnosti od nastanka požara.

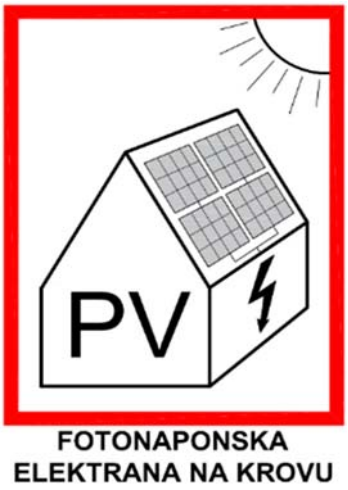
- ⇒ Svi vodovi odabrani su u skladu sa HRN HD 60364-5-52:2012. Trajno dopuštene struje (A) za el. vodove su veće od el. struja potrošačkog i proizvođačkog kruga. Prema izračunatim vrijednostima struja koja prolazi kroz bilo koji vodič u tijeku neprekidnog napajanja nije veća od temperature navedene u spomenutim HRN i u trenu kratkog spoja, uz normalne uvijete okolne temperature.
- ⇒ Korišteni kabeli su proizvedeni prema Hrvatskim normama. Plaštevi kabela su izvedeni od teško zapaljivog izolacijskog materijala.
- ⇒ Zaštita vodova od nadstruje i preopterećenja riješena je osiguračima i zaštitnim prekidačima, podijeljenim u klasifikaciju prema funkcionalnim i pogonskim razredima, dobro odabrani i selektivno usklađeni po vertikali, tj. spojeni u seriju. Zaštitni uređaji osiguravaju prekidanje prekomjernih struja koje protiču kroz vodiče strujnog kruga prije nego prouzrokuju opasnosti toplinskim i mehaničkim razornim djelovanjem.
- ⇒ Potrebno je izvesti izjednačenje potencijala na nosivoj konstrukciji FN modula vodičem H07V-K 16mm^2.
- ⇒ Kako bi se osigurao galvanski spoj FN modula i konstrukcije potrebno je koristiti i podložne pločice za proboj eleksiranog sloja na FN panelu.
- ⇒ Isključenje elektrane u slučaju nužde predviđeno je putem tipkala koje se nalazi pokraj glavnog ormara elektrane RO-SE
- ⇒ Potrebno je ugraditi RO-DC ormar s odvodnicima prenapona T1+2 1100/12,5



Slika 8 Primjer rasporeda modula na ravnom krovu



Slika 9 Primjer udaljenosti od kupola za odimljavanje



Slika 10 Oznaka za fotonaponsku elektranu

- ⇒ Sukladno normi HRN_HD_60364-7-712_2016 propisan je oblik označavanja instalacija gdje je ugrađena fotonaponska elektrana. Navedene instalacije je potrebno označiti na više mjesta kao npr.:
  - o glavni razvodni ormar,
  - o priključno mjerno mjesto i
  - o po potrebni negdje drugdje.
- ⇒ Zaštita od požara uslijed kratkog spoja putem zaštite od nadstruje sastoji se u tome što se presjeci vodiča i kabela dimenzioniraju tako da kod potpunog 1- polnog i 2-polnog kratkog spoja, a na kraju strujnog kruga, protječe struja koja je minimalno tolika koliko iznosi struja isključenja najbližeg prethodnog zaštitnog uređaja od nadstruje.
- ⇒ Kompletni zaštitni uređaji i oprema smješteni su u zatvorene, tehnički riješene, rasklopne aparature koje su osigurane od slučajnog nastanka požara.
- ⇒ Korisnik stabilne elektroinstalacije dužan je voditi brigu o redovitim pregledima i zakonom propisanim ispitivanjima, radi održavanja elektroinstalacije u ispravnom i funkcionalnom stanju.
- ⇒ U glavni razvodni ormar GRO, potrebno je ugraditi odvodnike za dio instalacija s izmjeničnom strujom. Također je i u razvodni ormar s istosmjernom strujom potrebno ugraditi odvodnike ukoliko isti nisu instalirani u izmjenjivač.
- ⇒ Pri prodorima instalacija na mjestima razgraničenja požarnih zona potrebno je poduzeti mjere za sprečavanje prodiranja vatre i dima u susjedne požarne zone.
- ⇒ Sav materijal je atestiran i ima pojedinačne ili tipske ateste o kontroli kvalitete.
- ⇒ Nakon završetka radova na elektroinstalacijama izvoditelj će izmjeriti otpor izolacije vodiča i kabela svakog strujnog kruga, provjeriti veličine upotrijebljenih uređaja za zaštitu od nadstruje u skladu s jednopolnim shemama te podesiti funkcionalnost cjelokupne instalacije.
- ⇒ Korisnik je obvezan sačiniti kompletan program zaštite od požara i program održavanja elektroinstalacije i uređaja.
- ⇒ Tehnička rješenja predviđena projektom su takva da električne instalacije u ispravnoj eksploataciji neće predstavljati izvor opasnosti od požara.

Shodno prethodno navedenom, nastanak požara zbog greške na elektroinstalacijama ima vrlo malu vjerojatnost.

6.2 Mjere zaštite od požara prilikom izvedbe elektroinstalacije

- ⇒ Opasnost od požara javlja se prilikom transporta, uskladištavanja i manipuliranja sa zapaljivim materijalima koji se koriste pri izvedbi radova. Sva zavarivanja, brušenja i bušenja izvoditi u za to predviđenim radionicama. Ukoliko je neophodno da se ovi radovi izvode a građevini, potrebno je osigurati mjesto rada s odgovarajućim aparatima za gašenje požara sa suhim prahom.
- ⇒ Provoditi ostale mjere zaštite od požara prema propisima i internim aktima izvoditelja radova

6.3 Primijenjeni propisi za zaštitu od požara

1. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
2. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)
3. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10)
4. Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13, 87/15)
5. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13, 105/2020)
6. Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN 91/15, 102/15, 61/16)
7. HRN DIN 4102-9:1996 Ponašanje građevinskih gradiva i građevnih elemenata u požaru 9.dio: Pregrade za kabele
8. HRN EN 1366-3:2009 Ispitivanje otpornosti servisnih instalacija na požar dio 3: Brtvljenja
9. HRN DIN 4102-12:1998 Ponašanje građevinskih gradiva i građevinskih elemenata u požaru: Očuvanje funkcije sustava električnih kabela
10. IEC 60332-3-22:2008 Ispitivanje kabela, izoliranih vodova i svjetlovodnih kabela u slučaju požara - dio 3-22 Ispitivanje okomito postavljenog snopa kabela i izoliranih vodova na okomito širenje požara.

Projektant elektrotehnike:
Luciano Ćustić dipl.ing.el.



Isprava o primjeni tehničkih rješenja za primjenu pravila o zaštiti od požara

Na temelju odredbi članka 25. "ZAKONA O ZAŠTITI OD POŽARA" (NN 92/2010) izdaje se ova:

ISPRAVA BR 64-I/2025 -ZOP

KOJOM SE POTVRĐUJE DA SU U GLAVNOM PROJEKTU ELEKTRIČNE INSTALACIJE NA FOTONAPONSKOJ ELEKTRANI FNE „OŠ VIR", INV. OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA , TD 64-I/2025 NA k.č. 4368, 4369, 4370, 4371/1 k.o. Vir (novoformirana k.č. 4371/1 k.o. Vir) , PRIMIJENJENA SVA TEHNIČKA RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA O ZAŠTITI OD POŽARA U SKLADU SA ZAKONOM O ZAŠTITI OD POŽARA TE S PROPISANIM TEHNIČKIM NORMATIVIMA I NORMAMA ZA OVO PODRUČJE.

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.

Zadar, studeni 2025. god.



7 PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OKOLIŠA

- ⇒ Sukladno Zakonu o prostornom uređenju (NN RH 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19) i Zakonu o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 125/19) potrebno je obratiti pozornost na zaštitu okoliša i sanaciju gradilišta.
- ⇒ Građevina nema štetnih utjecaja na okolinu niti svojim položajem štetni okolišu.
- ⇒ U slučaju nastanka ostataka materijala izvođač je istog potrebno ukloniti s gradilišta tako da se otpadni materijal sortira i preda na za to predviđeni deponiju otpada.
- ⇒ Nakon završetka radova potrebno je vratiti okoliš građevine u prvobitno stanje, tj. potrebno je napraviti sanaciju gradilišta. Navedeno se prvenstveno odnosi na prostor koji je korišten radi pripreme izgradnje građevine gdje se privremeno odvijao promet i odlagao materijal.
- ⇒ Svrha građevine je proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije zbog čega će doći do smanjenje potrošnje ostalih energenata što ima pozitivan utjecaj na zaštitu okoliša

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.



Zadar, studeni 2025. god.

8. POKUSNI RAD

Pokusni rad je niz planiranih ispitivanja ograničenog trajanja u stvarnim pogonskim uvjetima kojima se utvrđuje spremnost građevine korisnika mreže za primjereni paralelni pogon s mrežom. Nakon što se ispitivanjima u pokusnom radu provjeri i dokaže primjerenost odziva korisnika na mrežu i potvrdi spremnost korisnika za primjerni paralelni pogon s mrežom, HEP ODS može dati korisniku Dozvolu za trajni pogon. Pokusni rad moraju provoditi svi korisnici mreže koji aktivno utječu na okolnosti u mreži. Aktivni utjecaj na okolnosti u mreži ima svaki korisnik mreže u čijem postrojenju/instalacijama postoji izvor radne ili jalove električne energije

U skladu s Zakonom o gradnji (NN. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), ČL. 143, te pravilima o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP ODS 2018 članak 95-110) odnosno Mrežnim pravilima distribucijskog sustava (NN 74/2018, 52/20) pokusni rad kupca s vlastitom proizvodnjom sadrži sljedeća ispitivanja:

- Spremnost elektrane za prvo priključenje
    1. Pregled i verifikacija projektno-tehničke dokumentacije
    2. Utvrđivanje postojanja predviđenih zaštitnih elemenata te potvrda podešenja parametara električne zaštite u skladu s EPZ-om (Elaborat podešenja zaštite)
    3. Ispitivanje ispravnosti komunikacijske mreže Korisnik mreže – Susretno postrojenje-Nadležni dispečerski centar
    4. Provjera djelovanja blokade uključenja Mrežnog uređaja za odvajanje kada je u SN postrojenju Korisnika vodno polje prema mreži uzemljeno
    5. Utvrđivanje istoimenosti faza te postojanja istog okretnog polja elektrane i mreže na mjestu sinkronizacije
- Provedba operativnog plana i programa ispitivanja
    1) Prva sinkronizacija (ručnim nalogom za automatsku sinkronizaciju svakom izmjenjivaču zasebno)
    2) Postavljanje režima rada proizvodnog postrojenja prema uvjetima iz EES
    3) Ispitivanje izlaska proizvodnog postrojenja iz paralelnog pogona s mrežom bez negativnog povratnog utjecaja na mrežu
    4) Ispitivanje automatskog ponovnog uključenja proizvodnog postrojenja nakon povratka mrežnog napona, uz zadovoljavanje traženih uvjeta

    a) Napon ±10% Un
    b) Frekvencija 49,9Hz ≤ f ≤ 50,1Hz
    c) Gradijent povećanja radne snage nakon sinkronizacije ne smije biti veći od 20%P_{max}/P_{min}

Vrijeme promatranja mreže tijekom kojeg trebaju biti zadovoljeni uvjeti a) i b) iznosi minimalno 60 sekundi.

5) Provjera ograničenja predaje snage u mrežu
6) Ispitivanje odziva Korisnika mreže na nestanak mrežnog napona
7) Ispitivanje djelotvornosti zaštite od otočnog pogona proizvodnog postrojenja

- Mjerenje povratnog utjecaja na mrežu i kvalitete napona na OMM-u Korisnika mreže
  1) Prije priključenja proizvodnog postrojenja, mjerenjima utvrditi da je na OMM Korisnika kvaliteta napona unutar propisanih granica
  2) Nakon priključenja proizvodnog postrojenja, mjerenjima utvrditi da je na OMM Korisnika kvaliteta napona unutar propisanih granica

Kvaliteta napona mjeri se kontinuirano kroz period od 7 dana prije odnosno poslije priključenja proizvodnog postrojenja.

Projektant elektrotehnike:

Luciano Ćustić dipl.ing.el.



9 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

- ⇒ Izvođač je dužan izvoditi elektromontažne radove na način i u rokovima određenim u Ugovoru o građenju, propisima i pravilima struke, tehničkim normativima i hrvatskim standardima.
- ⇒ Izvođač je dužan ugrađivati materijal, prerađevine, elemente uređaja i tehničku opremu koji isključivo odgovaraju hrvatskim standardima i važećim propisima.
- ⇒ Za materijale za koje ne postoji hrvatski standard, prethodno je potrebno pribaviti (prije montaže) dokaz o kvaliteti u kome su naznačena područja i uvjeti upotrebe tog materijala, u protivnom, ukoliko dođe do ugradnje, izvođač mora demontirati o svom trošku.
- ⇒ Dokumentirati kakvoću radova pojedinih faza elektroinstalacije, te kvaliteta pojedinih elemenata i pogonskih cjelina, prema tehničkim propisima i osobitostima objekta.
- ⇒ Pravovremeno poduzimati mjere za sigurnost elektroinstalacije i objekta u cjelini, opreme i materijala, djelatnika, prolaznika i susjednih objekata i okoline.
- ⇒ Sve nejasnoće između projekta i specificiranih radova po ovom projektu moraju se prije ponude definirati. Sa predajom ponude izvođač se izjašnjava da je projekte u cijelosti proučio i u potpunosti usuglasio.
- ⇒ Izvođač radova obvezuje se da će u roku od 15 dana od dana potpisivanja Ugovora usuglasiti sve potrebne otvore, prodore, kanale i šliceve u objektu za vođenje instalacije pregledati, usuglasiti ili dopuniti, u protivnom eventualne izrade istih idu na teret izvođača.
- ⇒ Izvođač radova je dužan da elektromontažne radove izvodi odgovarajućom stručnom i kvalitetnom djelatnom snagom u dovoljnom broju, da svoj rad koordinira sa ostalim radovima koji se paralelno izvode na objektu.
- ⇒ Izvođač radova je obvezan kod izvođenja elektroinstalacija obratiti posebnu pozornost na zaštitu od opasnog napona dodira, ukrućenju pojedinih konzola, nosača vodova i kabela.
- ⇒ Svi dijelovi instalacije koji su izloženi opasnosti od korozije moraju se prije izvođenja, odnosno poslije montaže premazati antikorozivnim zaštitnim bojama. Moguća oštećenja u toku montaže moraju se premazati prije tehničkog pregleda.
- ⇒ Razvodne ormare opremiti potrebnom izvedbenom dokumentacijom, kao i odgovarajućim zaštitnim uvjetima koji su propisani (oznake, jednopolne sheme, vrste zaštite, upozorenje, natpisne pločice, vrijednosti osigurača i ostalo).
- ⇒ Prije i poslije polaganja svih kablova potrebno je provjeriti kontinuitet galvanskih veza pojedinih vodiča, otpor izolacije između svakog vodiča i zaštitnog uzemljenja. Izmjerene vrijednosti moraju udovoljavati hrvatskim standardima.
- ⇒ Sve napojne vodove obilježiti prema shemi glavnog razvoda, obujmicama od nekorodirajućeg materijala s utisnutim brojem i slovima. Duže kablove obilježiti na svakih 20 m, a kraće na početku i na kraju.
- ⇒ Voditi računa o temperaturi pri kojoj se polažu kabeli, odnosno ista ne smije biti ispod +5 °C. Ukoliko se vrši polaganje i kod nižih temperatura, iste je potrebno zagrijavati uz suglasnost i odobrenje djelatnika koji neposredno provodi nadzor.

⇒ Izvođač radova dužan je osigurati investitoru ispitnu dokumentaciju za izvršena mjerenja i ispitivanja izvedene električne instalacije i ugrađenih materijala u pismenoj formi protokola za:

- kontrola efikasnosti zaštite od opasnog dodirnog napona
- mjerenje otpora izolacije i električnih uređaja
- ispitivanje i kontrola zaštite od kratkog spoj
- ispitivanje i kontrola povezivanja (integracija svih metalnih masa)
- funkcijska ispitivanja električne instalacije

⇒ Isporuka dokumentacije:

- Ispitno protokolarna dokumentacija kompletira se u tri uveza sa specifikacijom sadržaja.
- Kompletiranje ispitnih listova kao dokaz o kvaliteti isporučenog materijala u jednom uvezu sa specifikacijom sadržaja.
- Kompletiranje garantnih listova isporučenih uređaja i sklopova u jednom uvezu sa specifikacijom sadržaja.
- Dokumentacija se predaje nadzornom inženjeru investitora prije zakazanog tehničkog pregleda.

⇒ Nakon obavljenih radova potrebno je izvršiti provjeru koja se sastoji od pregledavanja i ispitivanja probom i mjerenjem, a pregledavanje prethodi probi i mjerenju te se izvodi u beznaponskom stanju. provjeravanje, pregledavanje i ispitivanje električne instalacije vrši se u skladu sa HRN HD 60364-6.

⇒ Izvođač radova dužan je dostaviti dokaze o kvaliteti proizvođača za elektroopremu, te za sve kablove i vodove.

⇒ Jedinične cijene u troškovnicima obuhvaćaju i niže specificirane faze rada:

- isporuka i montaža svih materijala specificirana u troškovniku sa svim pomoćnim i sitnim materijalom potrebnim za kompletiranje i stavljanje u ispravno stanje,
- ugradnja potrebnih nosača, konzola, držača, uključujući potrebna udubljenja u zidu, odnosno otvora manjih dimenzija koje se normalno kod zidanja ne ostavljaju,
- ugradnja potrebnih skela i drugih montažnih pomagala, čišćenje prostorija, odnosno radilišta,
- osiguranje transporta, montaže, osiguranje od krađe, provale i sl.
- razrada dokumentacije izvedenog stanja el. instalacije u četiri istovjetna primjerka sa posebnom pismenom izjavom u prilogu,
- provizorni vodovi električne energije za vlastite potrebe,
- sva eventualna potrebna odobrenja, suglasnosti i dokumentacija iz djelokruga svojih obveza.

- ⇒ Izvođač je obvezan sva bušenja u stropnoj odnosno betonskoj konstrukciji izvoditi strojno, bez oštećenja,
- ⇒ Izvođač je dužan osigurati sve zaštitne mjere pri radu i provoditi ih u cijelosti, dostupno kontroli investitora,
- ⇒ Ukoliko se izvođač ne pridržava propisanih mjera zaštite na radu, investitor mora prekinuti radni proces na teret i odgovornost izvođača radova,
- ⇒ Na gradilištu, odnosno objektu, izvođaču je osigurana potrebna električna energija i voda,
- ⇒ Garantni rok za kvalitetu izvedene el. instalacije iznosi dvije godine od dana tehničkog pregleda, odnosno primopredaje investitoru pismenim putem, osim za ugrađenu opremu za koju vrijedi garantni rok proizvođača opreme - dokumentirano.
- ⇒ Izvođač je dužan sedam dana prije početka izvođenja radova dostaviti investitoru pismenim putem ime odgovornog rukovoditelja radova.
- ⇒ Vremenski program izvođenja ugovorenih radova (operativni plan) izrađuje izvođač radova u skladu s dinamičkim planom i ugovorenim završetkom radova, odnosno pojedinih faza i nakon pismenog usuglašavanja postaje obveza ugovorenih strana.
- ⇒ Izvođač radova dužan je svojom dispozicijom radova osigurati i izvođenje radova drugih izvođača na istom objektu.
- ⇒ Pregledavanjem se potvrđuje: da je električna oprema koja je dio stalne instalacije u skladu sa sigurnosnim zahtjevima predmetnih norma za opremu, da je odabrana i ugrađena prema HRN i uputama proizvođača i da nije vidljivo oštećena u mjeri da to šteti sigurnosti.
- ⇒ Sve izmjene, dopune ili dogradnje, koje bi se ukazale tijekom radova, moraju se registrirati pismenim putem, upisom u građevinski dnevnik. Za predložena odstupanja ili nadopune potrebno je usuglasiti pismenim putem analizu cijena za pojedinu vrstu radova.

- ⇒ **Projektirani uporabni vijek električne instalacije u ovoj građevini, sukladno "Zakonu o gradnji" (NN 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) te Tehničkim propisima o niskonaponskim električnim instalacijama (NN 05/10, članak 18, stavak 3) je 25 godina, uz uvjet da će građevina tijekom izvođenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitne zahtjeve zaštite od požara, sigurnosti u korištenju, zaštite od buke i uštede energije i toplinske zaštite u odnosu na utjecaj električne instalacije te uz obavezu redovitog pregledavanja i održavanja.**

⇒ Pregledavanje obuhvaća:

1. Način zaštite od električnog udara, uključujući mjerenje razmaka kao kod zaštite pokrovima (barijerama) ili omotačima (kućištima), preprekama ili smještajem izvan dohvata rukom.
2. Prisustvo pregrada protiv vatre i drugih mjera protiv širenja vatre i prisustvo zaštite od toplinskog učinka.
3. Odabir vodiča prema trajno podnosivim strujama i padu napona.
4. Odabir i udešenost zaštitnih i nadzornih naprava.
5. Postojanje i ispravni smještaj prikladnih naprava za odvajanje i sklapanje.
6. Odabir opreme i zaštitnih mjera prema vanjskim utjecajima.
7. Označavanje (prepoznavanje) strujnih krugova, osigurača, sklopki, stezaljki itd.
8. Primjerenost spojeva vodiča (provjeriti otpor spoja koji ne smije biti veći od otpora vodiča duljine 1m najmanjeg presjeka spojenog u stezaljku).
9. Dostupnost za lako posluživanje, prepoznavanje i održavanje.

⇒ Ispitivanje (probom i mjerenjem):

1. Neprekinutost zaštitnih vodiča i spojeva glavnog i dodatnog izjednačivanja potencijala.
2. Izolacijski otpor električne instalacije.
3. Zaštita automatskim isklopom opreme.
4. Polaritet.
5. Funkcionalna ispitivanja.
6. Pad napona.

⇒ Ako se pri nekom ispitivanju ustanovi pogreška, to se ispitivanje kao i svako prethodno, na čiji bi rezultat mogla utjecati pogreška, mora ponoviti nakon ispravka pogreške. Mjerni uređaji i oprema za nadzor moraju biti u skladu s EN 61557. Ako se rabi druga oprema mora imati barem jednaka svojstva i sigurnost.

⇒ Ukoliko je prilikom izvođenja došlo do određenih odstupanja od projekta, potrebno je napraviti projekt izvedenog stanja.

Preuzimanje opreme

Pri puštanju fotonaponske sunčane elektrane u pogon dostavljaju se potvrde o kvaliteti isporučene opreme, odnosno atesti i ispitni izvještaji pojedinačnih ispitivanja, kojima se dokazuje da je oprema izrađena i ispitana u skladu s važećim normama. Pojedini dijelovi, odnosno elementi fotonaponske elektrane moraju imati potvrde o kvaliteti u skladu sa sljedećim propisima i normama:

a) Fotonaponski moduli: Izrađeni i ispitani u skladu s:

HRN EN 61215:2008, HRN EN 61730-1:2008, HRN EN 61730-2:2008+A1:2012+A2:2013+A11:2015

b) Mrežni izmjenjivač(i): Izrađeni i ispitani u skladu s:

Emisije: HRN EN 61000-6-3:2008, HRN EN 61000-6-4:2007

Smetnje: HRN EN 61000-3-3:2009, HRN EN 61000-3-2:2008+A1:2010+A2.2010, HRN EN 61000-3-11:2001, HRN EN 61000-3-12:2008

Otpornost: HRN EN 61000-6-1:2008, HRN EN 61000-6-2:2008

Sigurnost: HRN EN 50178:2001, HRN EN 62109-1:2011

Poluvodiči: HRN EN 60146-1-1:2001

c) Kabeli: Izrađeni i ispitani u skladu s: VDE 0482-332-1-2, HRN EN 60332-1-2:2007, HRN HD 603, 626, 627 S1

d) Razdjelni ormar(i): Izrađeni i ispitani u skladu s: IEC 61439-1/2

Tehnički propis za niskonaponske instalacije (NN 5/10)

9.1 Održavanje građevine

- ⇒ Potrebno je osigurati neophodna propisana sredstva i alate za održavanje električnih instalacija niskog napona izvedenih po ovom projektu.
- ⇒ Potrebno je osigurati kvalificiran i stručni kadar za održavanje električnih instalacija niskog napona izvedenih po ovom projektu.
- ⇒ Periodički je potrebno izvršiti vizualni pregled ukupne električne instalacije, posebno razdjelnica te svih spojeva i priključaka; obvezno zamijeniti dotrajale ili po bilo kojem parametru sumnjive elemente i/ili spojeve (korozija, pregrijavanje, oslabljeni spojevi…).
- ⇒ Potrebno je periodički obnoviti mjerenja koja su urađena prije puštanja elektroinstalacije u rad, kako bi se i na taj način imao uvid u stanje instalacije.
- ⇒ **Učestalost redovitih ispitivanja sukladno Tehničkom propisu za NN električne instalacije (NN 5/10) u svrhu održavanja instalacije potrebno je obaviti svakih petnaest godina, dok je svake godine potrebno napraviti vizualni pregled i prema potrebi servis**
- ⇒ Pregledom se utvrđuje ispravnost svih dijelova električne instalacije, a mjerenjem ispunjavanje zahtjeva određenih projektom (ispitivanje primjenom norme HRN HD 60364-6 i normama na koje ona upućuje te Tehničkog propisa za NN električne instalacije, (NN 5/10) osim ispitivanja otpora izolacije ako stanje ne ukazuje na potrebu za istim.

- ⇒ Izvanredni pregled električne instalacije provodi se nakon svake promjene na istoj, nakon izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva električne instalacije ili izaziva sumnju u njezinu uporabljivost te po zahtjevu inspekcijskog nadzora.
- ⇒ Periodički (preporuka godišnje) je potrebno kontrolirati antikorozivnu zaštitu instalacije te izvršiti saniranje korozijom napadnutih dijelova instalacije.

Projektant elektrotehnike:
Luciano Ćustić dipl.ing.el.



10 PROCIJENA INVESTICIJE

Procijenjeni trošak izgradnje fotonaponske elektrane na građevini iznosi:

T_R = 70 000 € bez PDV-a

11 DODATAK

EU Declaration of Conformity

(No. CE-04397112-02)

We **Huawei Technologies Co., Ltd.**

Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd., Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, P.R.C

declare that the product

Name/Trademark : **SOLAR INVERTER/HUAWEI**

Model : **SUN2000-50KTL-M0**

SUN2000-60KTL-M0

complies with the following directives:

- **2014/35/EU (Low Voltage Directive)**
- **2014/30/EU (EMC Directive)**
- **2011/65/EU (RoHS Directive)**

For the evaluation of the compliance with these Directives, the following standards/implementing regulations have been applied:

Safety	**EN 62109-1:2010** **EN 62109-2:2011**
EMC	**EN 61000-3-12:2011** **EN 61000-3-11:2000** **EN 61000-6-1:2007** **EN 61000-6-2:2005** **EN 61000-6-3:2007+A1:2011*** **EN 61000-6-4:2007+A1:2011***
RoHS	**EN 50581: 2012**

"*"The PLC communication mode or AC 480V power supply mode of Solar Inverter is not apply to this standard.

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

CE Marking Date: 2018-10-08

Responsible for making this declaration is the:

☑ Manufacturer ☐ Authorised representative established within the EU

Signed for and on behalf of: Huawei Technologies Co., Ltd.

Print name/Title : Ling HongDong / Regulation Compliance Manager

Shenzhen, China (Place) Oct.08, 2018 (Date) Ling Hong Dong (Signature)

12 TROŠKOVNIK

TROŠKOVNIK ELEKTRORADOVA FOTONAPONSKE ELEKTRANE, INV. OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

	jedinica mjere	količina	jedinična cijena	ukupna cijena

NAPOMENA:

Cijena za svaku stavku troškovnika mora obuhvatiti dobavu, montažu, spajanje po potrebi, uzemljenje, te dovođenje svake stavke u stanje potpune funkcionalnosti.

U cijenu također ukalkulirati sav potreban materijal, spojni i montažni (potpuno funkcioniranje svake od stavki).

Prije davanja ponude obavezno pročitati tehnički opis i pogledati nacrte.

A) INSTALACIJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE

1.	**Dobava, ugradnja i spajanje fotonaponskog modula 450Wp :** - tehnologija:monokristalni silicij - snaga modula: 450Wp - nazivni napon UMPP: 44,6V - nazivna struja IMPP:10,09A - struja kratkog spoja 10,74A - napon praznog hoda 52,9V - efikasnost modula (STC): 22,5% - dimenzije: 1762x1134x30mm - Temperaturno područje -40 do 85 °C U cijenu uključiti Al spojnu kutiju s diodama, ožičenjem i konektorima.	komplet	136
2	**Dobava i ugradnja razvodnog ormara istosmjerne struje "RO-DC",** , izrađene od lima min. Zaštite IP44 četvero redna (12x4 modula) . U ormar montirati sljedeće elemente:	kom	1
-	Odvodnik valnog prenapona (istosmjerni) s pridruženom zaštitom T1+2 1100/12,5	kom	10
-	materijal, stopice, spojni kabeli, kanali, vijci i stezaljke.	paušal	1
	RAZVODNI ORMAR **"RO-DC"** SVEUKUPNO	kompl	1
3	**Dobava i ugradnja razvodne ploče "RO-AC ",** izrađenog od dvostrukog dekapiranog lima 2,0mm (boja siva RAL), ormar je zidni min. Zaštite IP44. Ormar je širine max. 0,8 m, visine po potrebi, dubine min. 30cm. U ormar montirati sljedeće elemente:	kom	1
-	Kompaktni prekidač snage 4p/125A/50kA s daljinskim okidačem 230V, mogučnošću podešenja r člana (Ir, tr, odnosno nazivna struja i vrijeme isklopa) i strujom kratkog spoja (Isd, tsd)	kom	1
-	Naponsko frekventni nadzorni relej	kom	1
-	RCD isklopni relej sa strujnim transformatorom In=150A;Idn=600mA 4p Tip A	kom	1
-	prenaponsku zaštitu - odvodnik prenapona T1+2 275/20 4p	kom	1
-	Tipkalo za nužni isklop 230V	kom	1
-	Kombinacija prekidač/strujna zaštitna sklopka 25/0,03A/2P	kom	1
-	Grijač 50W za grijanje razvodnog ormara, komplet sa osjetnikom temperature	kom	1
-	Ventilator za razvodni ormar, komplet sa osjetnikom vlage	kom	1
-	Utičnica 16A/230V, ugradnja na DIN shinu	kom	1
-	Instalacijski prekidač 1p, 16A tip B	kom	1
-	Instalacijski prekidač 1p, 10A tip B	kom	2
-	Instalacijski prekidač 1p, 6A tip B	kom	4
-	Instalacijski prekidač 3p, 2A tip B	kom	1
-	materijal, stopice, spojni kabeli, kanali, vijci i stezaljke.	paušal	1
	RAZVODNI ORMAR **"RO-AC"** SVEUKUPNO	kompl	1

		jedinica mjere	količina	jedinična cijena	ukupna cijena
4	**Dobava, ugradnja i spajanje invertera/izmjenjivača;** - Ulazna snaga: 75000 Wdc - Max ulazni napon: 1100Vdc - MPP naponsko područje: 200-1000V - Nazivna izlazna snaga: 50000 W - Broj nezavisnih MPPT ulaza: 6 - Nazivni AC napon: 3/N/Pe, 230V - Max izlazna struja (po fazi): 79.4A	kom	1		
5	Dobava i ugradnja aluminijske konstrukcije za ugradnju FN modula (montažni profil od aluminijske legure) zajedno sa svim potrebnim spojnim elementima od nehrđajučeg čelika Montaža na ravni krov, istok-zapad .(za 136 FN modula) Krov je prekriven gumenom hidroizolacijom potrebno je predvidjeti zaštitu iste (tipa EPDM guma)	kompl	1		
6	Dobava i ugradnja podložnih pločice za proboj eleksiranog sloja FN modula	kom	280		
7	Dobava, polaganje i spajanje solarnog kabela PV kabel 1x6mm2, struje opterećenja 70A, dvostruko izolirani pokositreni,1000Vdc, u crvenoj i crnoj boji, pola pola	m	800		
8	Dobava i ugradnja solarnih konektora - Nazivni napon ≥ $1500V_{DC}$ - Deklarirana struja ($6mm^2$) ≥ 35A - Zaštita kad je konektor priključen ≥ IP66	kom	20		
9	Dobava i polaganje kabela NYY-O $4x50mm^2$ za povezivanje invertera i AC ormarića	m	5		
10	Dobava i polaganje kabela NYY-O $4x50mm^2$ za povezivanje AC ormarića i GRO	m	20		
11	Dobava i spajanje stopica Cu-$50mm^2$ gnječenjem	kom.	16		
12	Dobava i ugradnja kabelskog završetke za kabel NYY-O $50mm^2$	kom	4		
13	Dobava, ugradnja i spajanje rastavne sklopke u postojeći GRO ormar, 3+N/160A, zajedno s rastalnim uloščima NH00 125A/400V	kom	1		
14	Dobava i polaganje mrežnog kabela U/UTP cat.6 do izmjenjivača	m	40		
15	Dobava i ugradnja PVC tičino cijevi u zid sa štemanjem šliceva				
-	Φ 32mm	m	40		
16	Izvedba izjednačenja potencijala sa SIP-a				
-	dobava i ugradnja vodiča za vanjsku ugradnju H07V-25 mm^2	m	50		
-	dobava i ugradnja vodiča H07V-16 mm^2	m	140		
17	Dobava i ugradnja spojnica Al/Cu za spoj bakrenog vodiča za izjednačenje potencijala i aluminijske konstrukcije	kom	20		
18	Dobava i ugradnja samogasive kaoflex Φ 32 mm cijevi, otporna na UV zračenje za provlačenje DC kabela	m	300		
19	Dobava i ugradnja perforiranih metalnih kabelskih kanala 100x60x3000 zajedno s poklopcem	kom	8		
20	Dobava i ugradnja nadstrešnice za zaštitu invertera i ormara od vremenskih utjecaja	kpl	1		

		jedinica mjere	količina	jedinična cijena	ukupna cijena
21	Vatrogasni aparat S6, min. 12JG , 6kg s postoljem	kom	1		
22	Sitni potrošni materijal, izolir traka, stopice, vijci i sl.	kpl	1		
23	ISPITIVANJE I PUŠTANJE U RAD FOTONAPONSKE ELEKTRANE TE IZDAVANJE SVIH POTREBNIH CERTIFIKATA I ATESTA	kpl	1		
	INSTALACIJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE			***UKUPNO:***	

jedinica mjere	količina	jedinična cijena	ukupna cijena

R E K A P I T U L A C I J A

A) INSTALACIJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE

UKUPNO:

Projektant elektrotehnike:

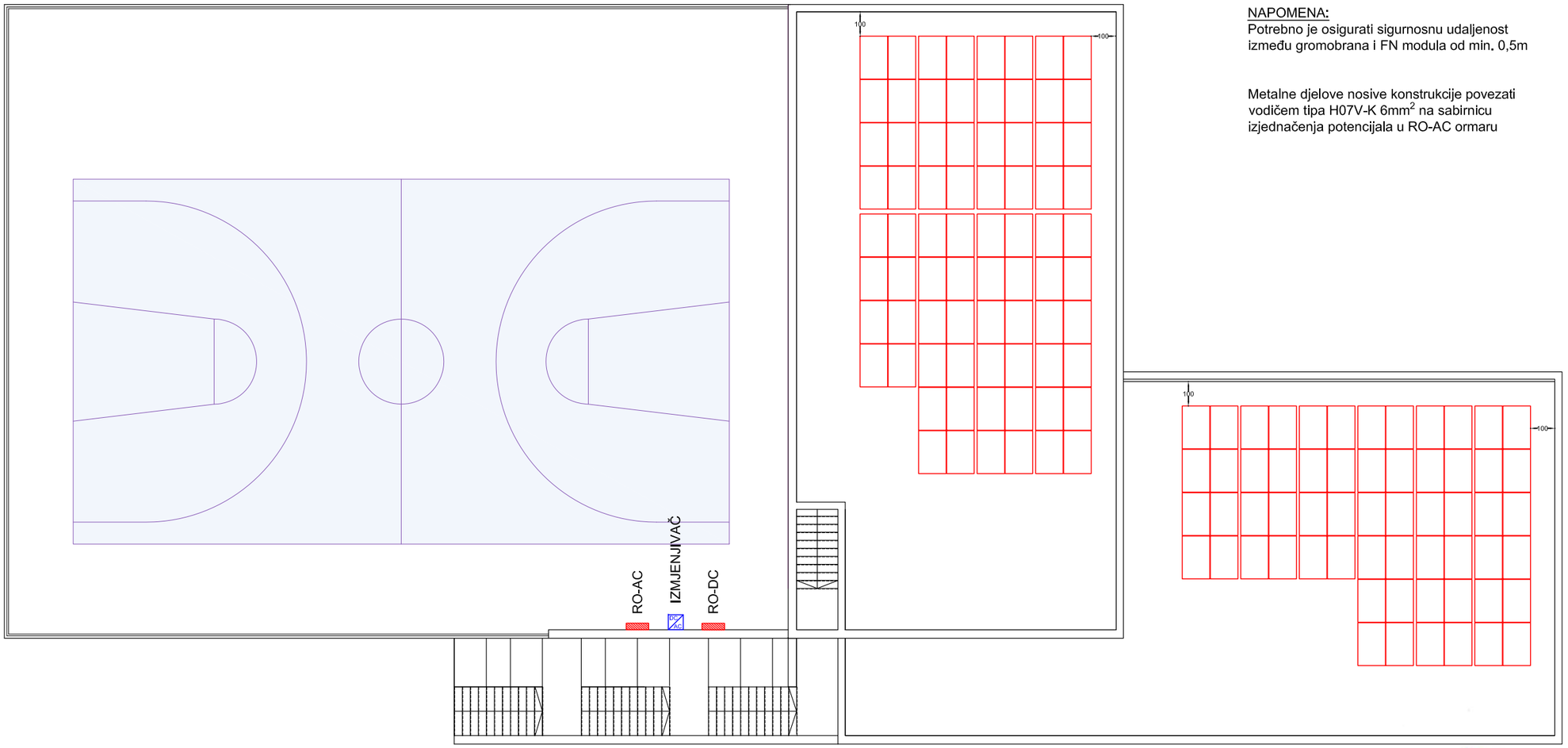
Luciano Ćustić dipl.ing.el.

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Ponuđač radova:

U ZADRU, srpanj 2025.god.

TLOCRT KROVA



NAPOMENA:
Potrebno je osigurati sigurnosnu udaljenost između gromobrana i FN modula od min. 0,5m

Metalne djelove nosive konstrukcije povezati vodičem tipa H07V-K 6mm^2 na sabirnicu izjednačenja potencijala u RO-AC ormaru

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

T.D. 64-I/2025	faza: izvedbeni elektrotehnički	mjerilo: 1:200	br. lis. 01	datum/godina 11/2025

investitor: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA

naziv građevine: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

sadržaj: DISPOZICIJA FN MODULA NA GRAĐEVINI

projektant elektroteh.: Luciano Ćustić d.i.e. | glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.

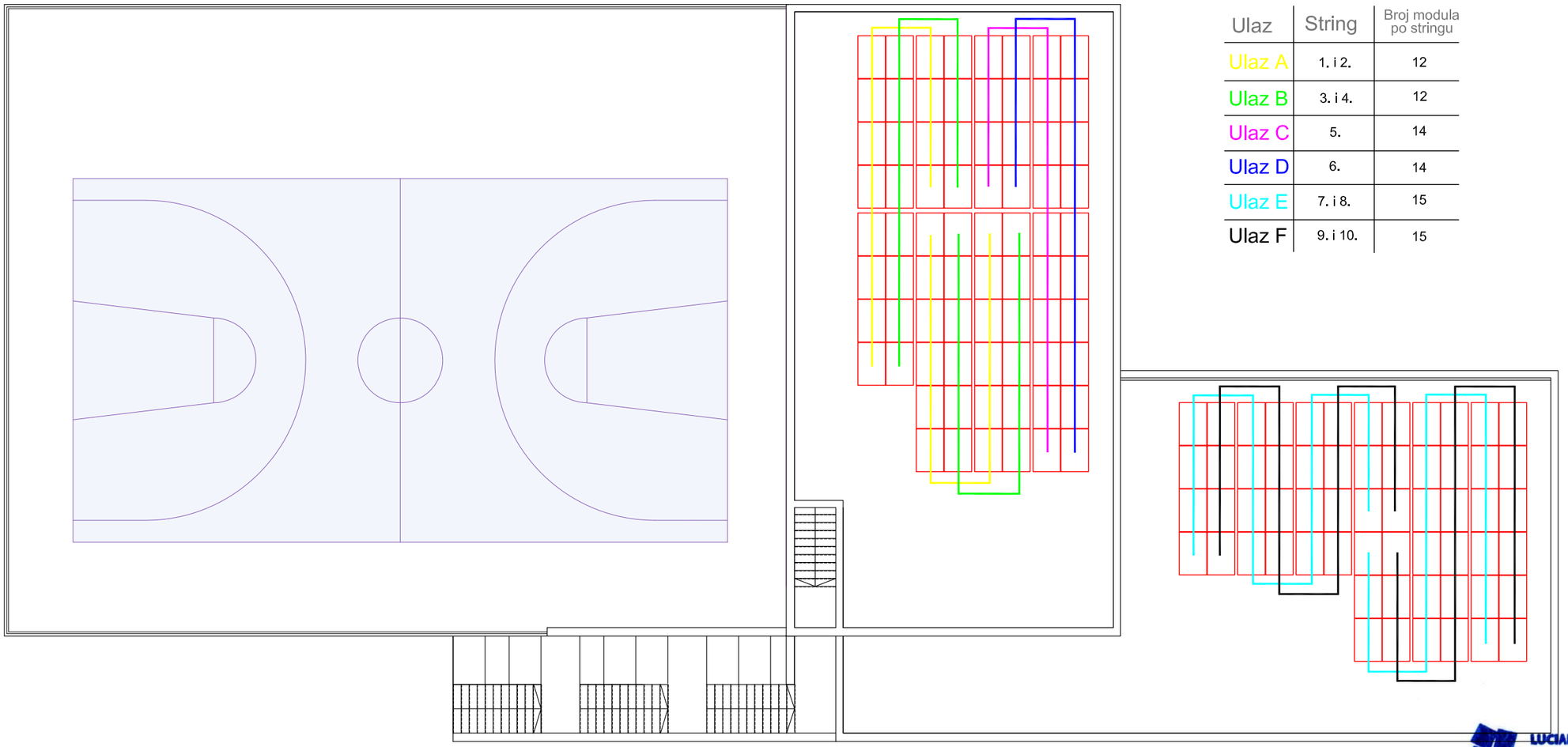
suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e

Grgura Budislavića 101
tel. 023/235-520
23 000 Zadar

LC DESIGN d.o.o. OIB: 35811343192

TLOCRT KROVA

NAPOMENA:
DC kabele potrebno je uvući u PVC cijev koja je otporna na UV i samogasiva, tipa Kaoflex Φ32mm



IZMJENJIVAČ

Ulaz	String	Broj modula po stringu
Ulaz A	1. i 2.	12
Ulaz B	3. i 4.	12
Ulaz C	5.	14
Ulaz D	6.	14
Ulaz E	7. i 8.	15
Ulaz F	9. i 10.	15

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

T.D. 64-I/2025	faza: izvedbeni elektrotehnički	mjerilo: 1:200	br. lis. 02	datum/godina 11/2025

investitor: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA

naziv građevine: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

sadržaj: POVEZIVANJE FN MODULA U STRINGOVE

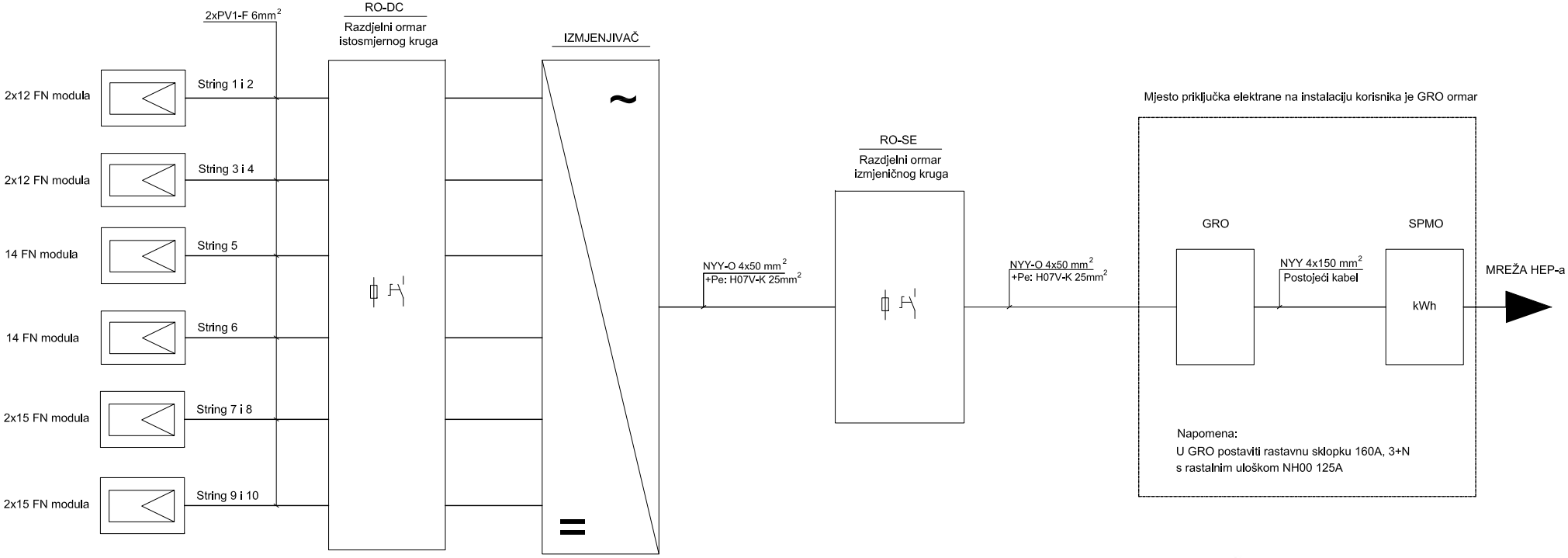
projektant elektroteh.: Luciano Ćustić d.i.e. | glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.

suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e

LC
Grgura Budislavića 101
tel. 023/235-520
23 000 Zadar

LC DESIGN d.o.o. OIB: 35811343192

BLOK SHEMA ELEKTRANE



T.D. 64-I/2025	faza: izvedbeni elektrotehnički	mjerilo:	br. lis. 03	datum/godina 11/2025

investitor: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA

naziv građevine: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

sadržaj: BLOK SHEMA FN ELEKTRANE

projektant elektroteh.: Luciano Ćustić d.i.e. | glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.

suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e

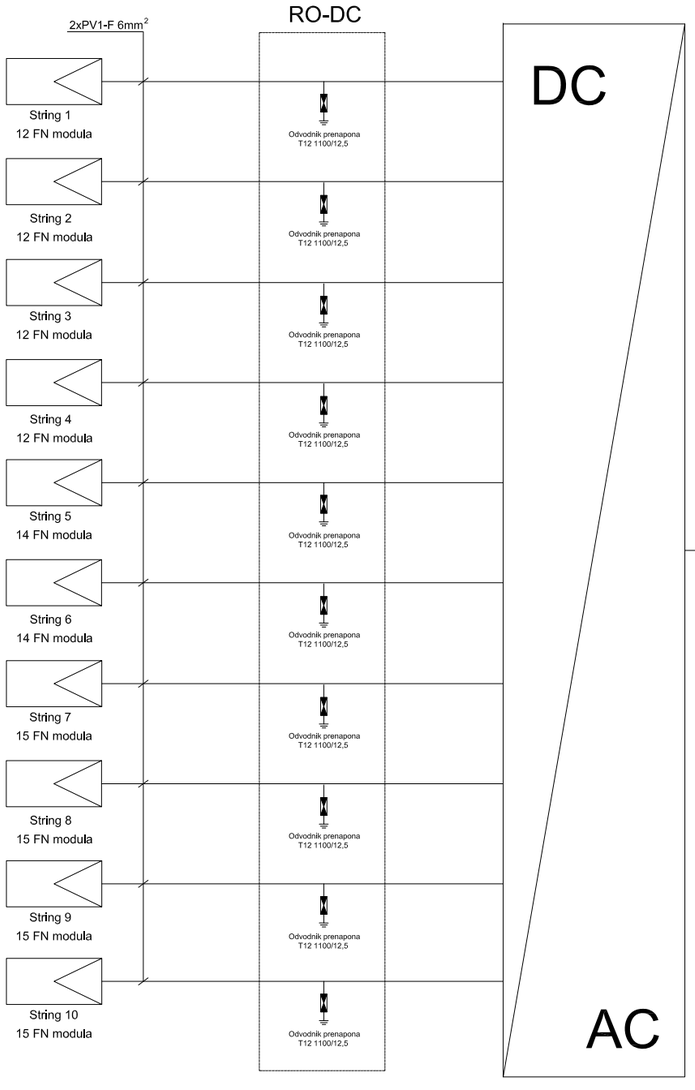
LC

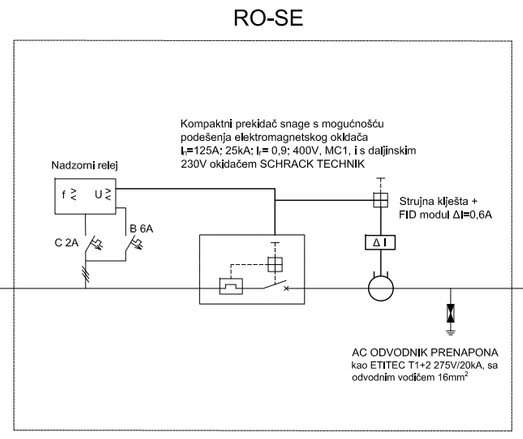
Grgura Budislavića 101
tel. 023/235-520
23 000 Zadar

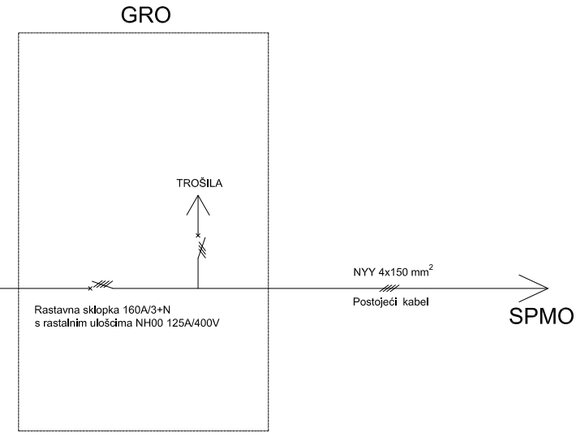
LC DESIGN d.o.o. OIB: 35811343192

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

JEDNOPOLNA SHEMA ELEKTRANE







LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

T.D. 64-I/2025	faza: izvedbeni elektrotehnički	mjerilo:	br. lis. 04	datum/godina 11/2025

investitor: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA

naziv građevine: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

sadržaj: SHEMA FOTONAPONSKE ELEKTRANE

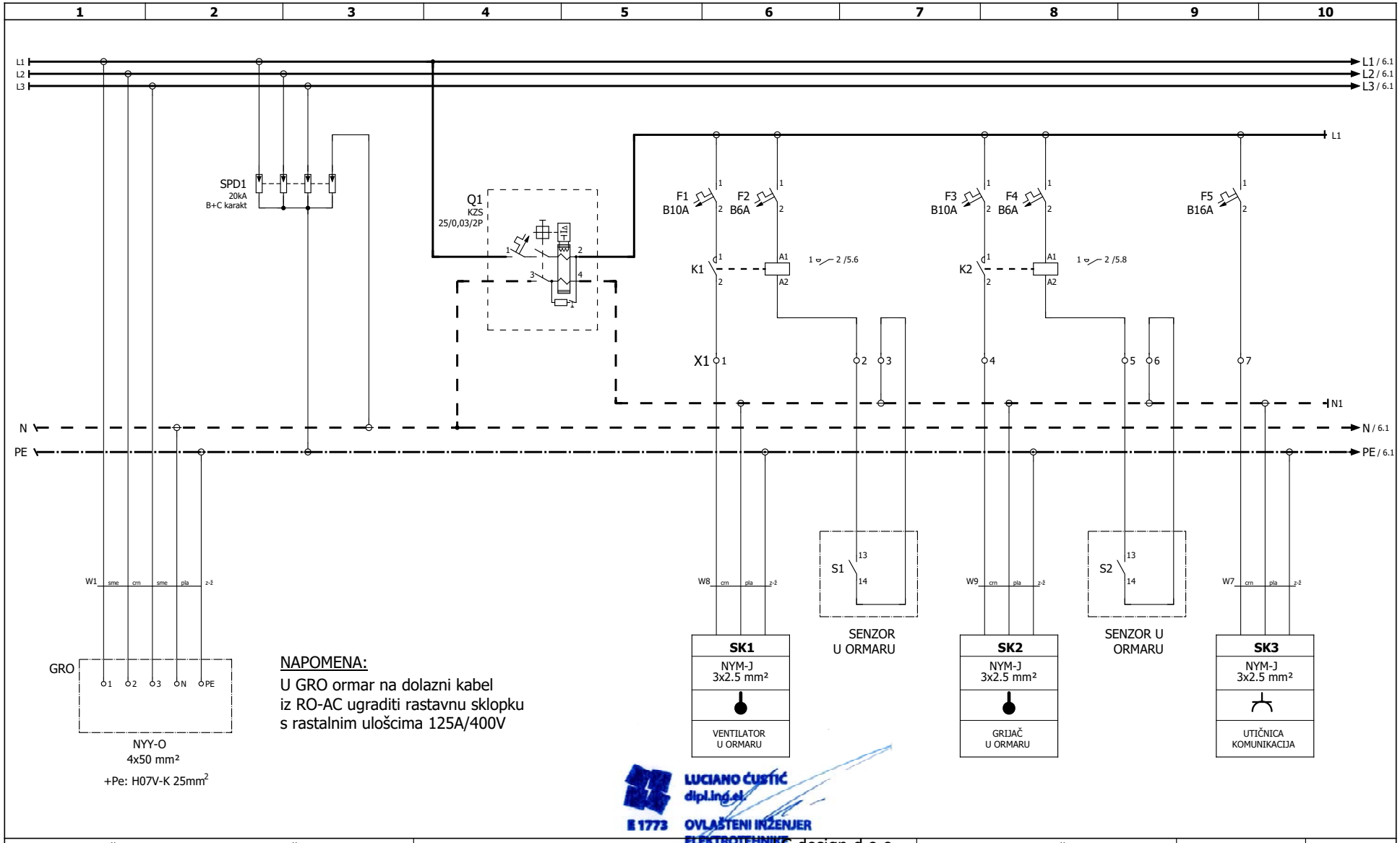
projektant elektroteh.: Luciano Ćustić d.i.e. | glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.

suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e

Grgura Budislavića 101
tel. 023/235-520
23 000 Zadar

LC DESIGN d.o.o. OIB: 35811343192

LC DESIGN d.o.o. pridržava sva autorska prava korištenja i umnožavanja ovog dokumenta. Investitor ima pravo da ovaj dokument koristi samo za navedenu namjenu u skladu s ugovorom



NAPOMENA:

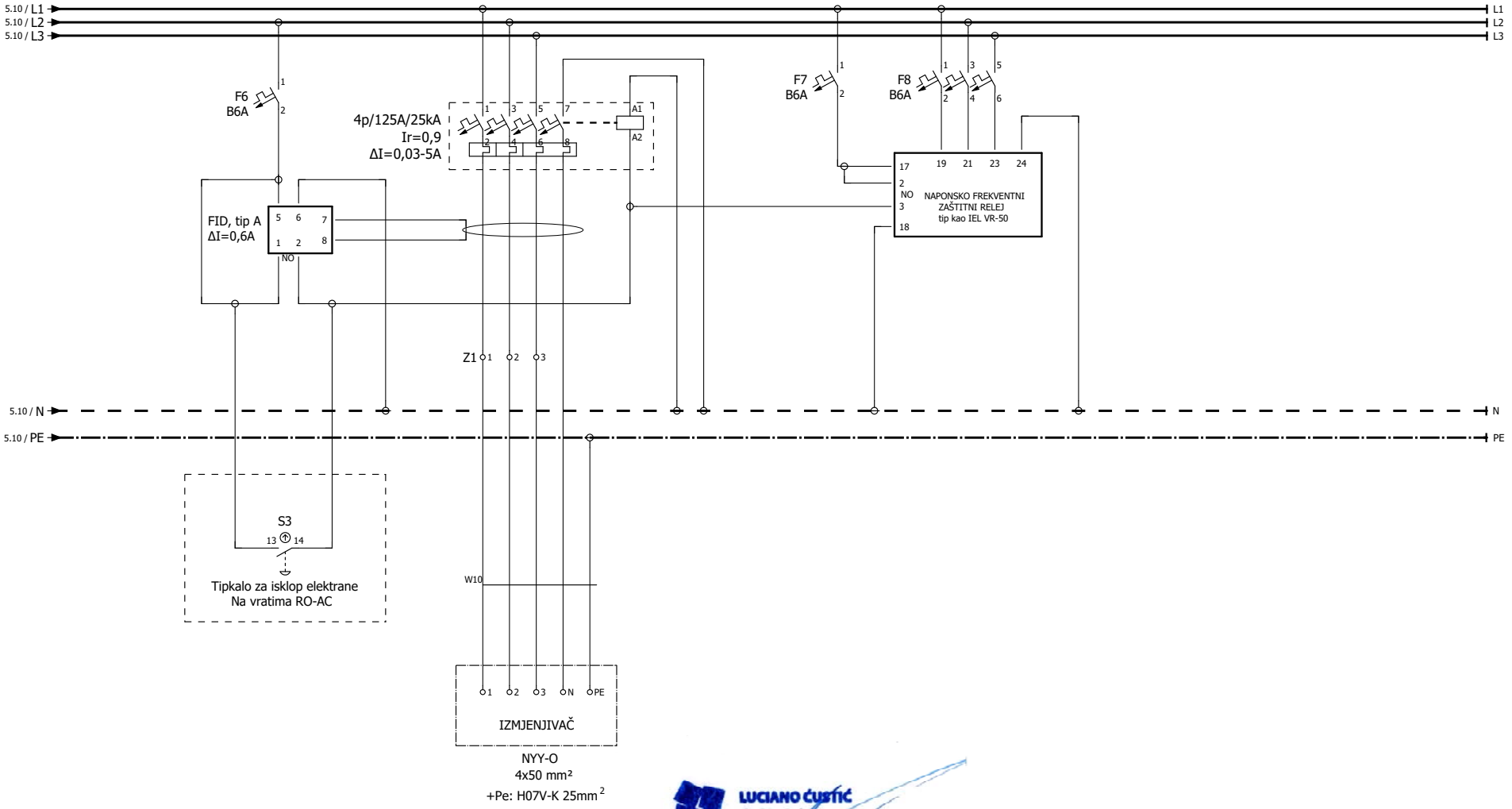
U GRO ormar na dolazni kabel iz RO-AC ugraditi rastavnu sklopku s rastalnim uloščima 125A/400V

LUCIANO ĆUSTIĆ dipl.ing.el. E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

Naziv građevine: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA	Sadržaj: Razvodni ormar RO-SE Strujna shema	LC design d.o.o. Grgura Budislavića 101 23 000 Zadar tel: 023/235-520, fax: 023/492-534 lcdesigndoo@gmail.com	Glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.	Faza: izvedbeni	Dio projekta: =HO1
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA	Z.O.P.		Projektant elektrotehnike: Luciano Ćustić d.i.e.	T.D. 64-I/2025	Razdjelnik: +RO-AC
			Suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e.	Datum: 11/2025	List: 5

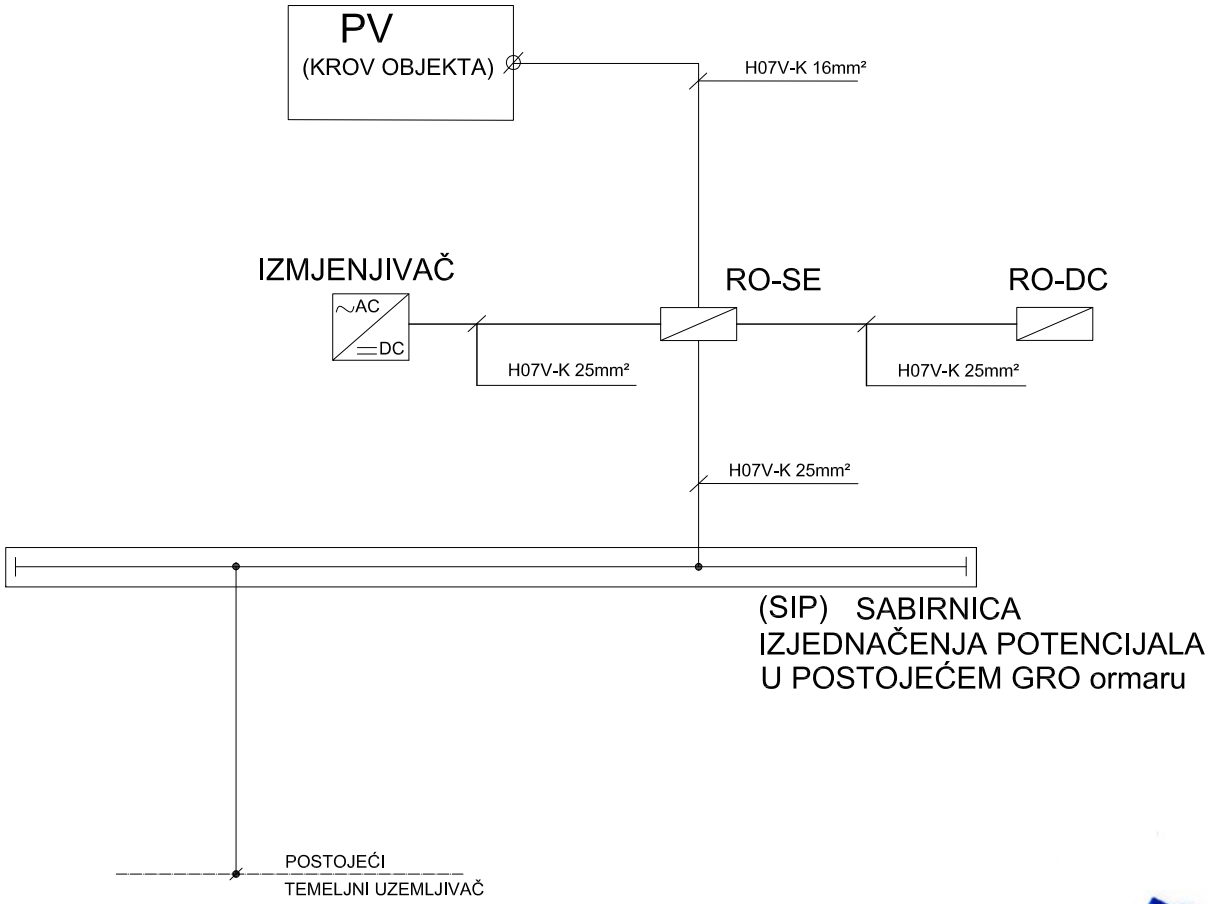
LC DESIGN d.o.o. pridržava sva autorska prava korištenja i umnožavanja ovog dokumenta. Investitor ima pravo da ovaj dokument koristi samo za navedenu namjenu u skladu s ugovorom

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Naziv građevine: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA	Sadržaj: Razvodni ormar RO-SE Strujna shema	LC design d.o.o. Grgura Budislavića 101 23 000 Zadar tel: 023/235-520, fax: 023/492-534 lcdesigndoo@gmail.com	Glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.	Faza: izvedbeni	Dio projekta: **=HO1**
Investitor: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA	Z.O.P.		Projektant elektrotehnike: Luciano Ćustić d.i.e.	T.D. 64-I/2025	Razdjelnik: **+RO-AC**
			Suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e.	Datum: 11/2025	List: **6**



T.D. 64-I/2025	faza: izvedbeni elektrotehnički	mjerilo:	br. lis. 07	datum/godina 11/2025

investitor: DRUŠTVENA GRAĐEVINA OSNOVNA ŠKOLA

naziv građevine: OSNOVNA ŠKOLA PRIVLAKA

sadržaj: IZJEDNAČENJE POTENCIJALA FN POSTROJENJA

projektant elektroteh.: Luciano Ćustić d.i.e. | glavni projektant: Ana Šoša Gulam d.i.a.

suradnik: Filip Bogdanić s.s.i.e

LC DESIGN d.o.o. OIB: 35811343192

Grgura Budislavića 101
tel. 023/235-520
23 000 Zadar

LUCIANO ĆUSTIĆ
dipl.ing.el.
E 1773 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE