



INVESTITOR:

GRAD ŠIBENIK

Trg palih branitelja Domovinskog rata 1

22000 Šibenik

OIB: 55644094063

GRAĐEVINA:

IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE

LOKACIJA:

k.č.br. 2130/18, k.o. Vrpolje

OZNAKA MAPE / BR. T.D. 0117/25-S

zajednička oznaka projekta: GP-026/24

REDNI BROJ MAPE:

MAPA 6

RAZINA RAZRADE / NAMJENA PROJEKTA:

GLAVNI PROJEKT

STRUKOVNA ODREDNICA / VRSTA PROJEKTA:

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT – projekt fotonaponske sunčane elektrane
– ISPRAVAK 1 (04/2026)

GLAVNI PROJEKTANT:

Damir Ivšić, dipl.ing.arh

ovlašteni inž. arh. A129



Damir Ivšić

2026.04.30

11:56:57

+02'00'

(digitalni potpis)

Digitally signed by Nenad Novak

DN: c=HR, o=HKIE,

2.5.4.97=VATHR-311856466

18, ou=Signature,

sn=Novak,

givenName=Nenad,

serialNumber=PNOHR-1571

6046477, cn=Nenad Novak



HRVATSKA
KOMORA
INŽENJERA
ELEKTROTEHNIKE

PROJEKTANT:

Nenad Novak, dipl.ing.el.

ovlašteni inž. elektrotehnike E1987

(digitalni potpis)

Digitally signed by NENAD

NOVAK

DN: c=HR, o=CTING D.O.O.,

2.5.4.97=HR46523827321,

l=LEPOGLAVA, sn=NOVAK,

givenName=NENAD,

cn=NENAD NOVAK,

serialNumber=HR157160464

77.1.21

**NENAD
NOVAK**

(digitalni potpis)

DIREKTOR:

Nenad Novak, dipl.ing.el

Lepoglava, siječanj 2025.

POPIS MAPA

Br.	Vrsta projekta / Knjiga / Br. T.D.	Projektant / Tvrtka / Rješenje
1.	Arhitektonski projekt, projekt hortikulturnog i vanjskog uređenja te opremanja zgrade MAPA 1 – dio 1/2 T.D.: 02-01-2025	Damir Ivšić, dipl.ing.arh. Arcitec Ivšić d.o.o., Veslačka ulica 23, 10000 Zagreb
	Prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara MAPA 1 – dio 2/2 Broj elaborata: 820125	Željko Mužević, univ.spec.aedif. FLAMIT d.o.o. Jurja Dijanića 24a, 10430 Samobor
2.	Građevinski projekt - projekt građevinske konstrukcije MAPA 2 T.D.: 026/24	Jerko Bošković, mag.ing.aedif. Building d.o.o., Trg bana Jelačića 14, Varaždin
3.	Strojarski projekt – projekt vodovoda i odvodnje MAPA 3 T.D.: 24/139_H	Zoran Bahunek, dipl.ing.str. ECO Plan d.o.o., Duga ulica 35, 42223 Varaždinske Toplice
4.	Građevinski projekt - projekt cestovnog prilaza i manipulativnih površina MAPA 4 T.D.: 027/24	Jerko Bošković, mag.ing.aedif. Building d.o.o., Trg bana Jelačića 14, 42000 Varaždin
5.	Elektrotehnički projekt – projekt elektroinstalacija, gromobrana i sustava za dojavu požara MAPA 5 T.D.: 0117/25-E	Nenad Novak, dipl.ing. el. CTing d.o.o. Lepoglava, I. Mažuranića 4a, 42250 Lepoglava
6.	Elektrotehnički projekt – projekt fotonaponske sunčane elektrane MAPA 6 T.D.: 0117/25-S	Nenad Novak, dipl.ing. el. CTing d.o.o. Lepoglava, I. Mažuranića 4a, 42250 Lepoglava
7.	Strojarski projekt – projekt termotehničkih instalacija MAPA 7 T.D.: 24/139_S	Zoran Bahunek, dipl.ing.str. ECO Plan d.o.o., Duga ulica 35, 42223 Varaždinske Toplice
8.	Strojarski projekt – projekt vertikalnog transporta MAPA 8 T.D.: PPN 6956/25	Rok Pietri, mag.ing.nav.arch., PPN PROJEKT d.o.o. Gustava Krkleca 14, 10000 Zagreb
9.	Građevinski projekt – projekt racionalne uporabe energije i toplinske zaštite MAPA 9 T.D.: 028/24	Jerko Bošković, mag.ing.aedif. Building d.o.o., Trg bana Jelačića 14, 42000 Varaždin
10.	Strojarski projekt – projekt sprinkler sustava MAPA 10 T.D.: 2339-25	Branimir Cindori, dipl.ing.stroj. APIN PROJEKT d.o.o. Ožujaska 8, 10000 Zagreb
11.	Elektrotehnički projekt – projekt sustava automatizacije i upravljanja zgradom MAPA 11 T.D.: 06-25-22	Željka Rajšić, dipl.ing.el. ELEKTRONA PROJEKTIRANJE d.o.o. Slavka Kolara 68a, 10410 Velika Gorica

Elaborati koji su poslužili izradi Glavnog projekta:

1.	Elaborat zaštite na radu Broj elaborata: 410225	Željko Mužević, univ.spec.aedif. FLAMIT d.o.o. Jurja Dijanića 24a, 10430 Samobor
2.	Elaborat zaštite od buke Broj elaborata: EZOB – 025/24	Jerko Bošković, mag.ing.aedif. Building d.o.o., Trg bana Jelačića 14, 42000 Varaždin
3.	Geotehnički elaborat Broj elaborata: 391/23	Marko Maglov, dipl.ing.građ. Građevinski projekt d.o.o. Trtarska 84, 22000 Šibenik

SADRŽAJ MAPE**OPĆI DIO**

Naslovna stranica.....	0
Popis svih mapa glavnog projekta	1
Sadržaj mape.....	3
Rješenje o imenovanju projektanta	4
Izjava o usklađenosti glavnog projekta s posebnim zakonima, propisima i uvjetima.....	5
1. TEHNIČKI OPIS.....	6
1.1. Projektni zadatak	7
1.2. Općenito	8
1.3. Lokacija	12
1.4. Sunčana elektrana	12
1.5. Priključak na elektroenergetsku instalaciju građevine	16
1.6. Vođenje električnih instalacija	16
1.7. Mjere zaštite	16
1.8. Instalacije zaštite od munje.....	17
2. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA	20
2.1. Proračun snage sunčane elektrane	21
2.2. Dimenzioniranje vodova.....	22
2.3. Ukupna učinkovitost sunčane elektrane	25
2.4. Proračun uštede električne energije ugradnjom sustava sunčane elektrane	26
2.5. Ekološki utjecaj elektrane	26
2.6. Proračun zaštite od indirektnog dodira	27
2.7. Mjere zaštite na radu.....	27
2.8. Mjere zaštite od požara.....	28
3. PRIKAZ KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	30
3.1. Program kontrole i osiguranja kvalitete	31
3.2. Vijek trajanja projektirane elektro instalacije	32
3.3. Održavanje opreme.....	32
4. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRADNJE	34
5. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM	36
5.1. Primijenjeni propisi	37
5.2. Gospodarenje otpadom	37

grafički prikazi

1. SITUACIJA
2. TLOCRT KROVA – PRIKAZ OPREME SUNČANE ELEKTRANE
3. PREGLEDNA SHEMA SUNČANE ELEKTRANE
4. JEDNOPOLNA SHEMA – RAZVODNI ORMAR SUNČANE ELEKTRANE GR.E

Prema članku 51. Zakona o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 39/19, 125/19 i 145/24) donosi se

**R J E Š E N J E br. 0117/25-S
O IMENOVANJU PROJEKTANTA**

PROJEKTANT:

Nenad Novak, dipl.ing.el.
ovlašteni inženjer elektrotehnike
Klasa: UP/I-310-34/05-01/1987
Urbr: 314-05-05-1
Upisan pod brojem **E1987**
s danom upisa **07. veljače 2005.**

FAZA PROJEKTA:

GLAVNI PROJEKT
ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

GRAĐEVINA:

IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE
ŠKOLE VRPOLJE

LOKACIJA:

k.č.br. 2130/18, k.o. Vrpolje

INVESTITOR:

Grad Šibenik

koji ispunjava uvjete iz gore navedenog Zakona.

Lepoglava, siječanj 2025.

DIREKTOR

Nenad Novak, dipl.ing.el.


CTing d.o.o. Lepoglava
I. Mažuranića 4a, Lepoglava

IZJAVA PROJEKTANTA

na temelju Zakona o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 39/19, 125/19 i 145/24)
izjavljujem da je glavni elektrotehnički projekt, mapa 6, TD 0117/25-S za zahvat:

Investitor: **Grad Šibenik, Trg palih branitelja Domovinskog rata 1, 22000 Šibenik, OIB:55644094063**
Zahvat: **ENERGETSKA OBNOVA ZGRADE HRVATSKIH VODA U ZAGREBU**
Lokacija: **k.č.br. 2130/18, k.o. Vrpolje**
ZOP: **GP-026/24**

izrađen u skladu:

Uvjetima za građenje propisanim prostornim planovima:

- **Rješenje o izmjeni lokacijske dozvole** (KLASA: UP/I-350-05/25-01/000038, URBROJ: 2182-1-08-26-0012, Šibenik, 12.03.2026.) izdan po Šibensko-kninskoj županiji, Grad Šibenik, Upravni odjel za provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnju, koja je postala pravomoćna 08.04.2026. - **Potvrda o pravomoćnosti rješenja** (KLASA: UP/I-350-05/25-01/000038, URBROJ: 2182-1-08-26-0014, Šibenik, 10.04.2026.)
- HEP-ODS d.o.o., Elektra Šibenik, 22000 Šibenik, Ante Šupuka 1, Elektroenergetska suglasnost broj: 4015-70303080-100006694, od 16.04.2025. godine

Važećim Zakonima i Propisima:

- Općih uvjeta isporuke električne energije (NN 14/06).
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN RH br. 87/08, 33/10)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10 od 11.01.2010.).
- Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu NN mreže i pripadajućih transformatorskih stanica (Sl.list 13/78)
- Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona (Sl.list 7/71 i 44/76)
- Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl.list 62/73)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (NN 62/94 i 32/97)
- Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/12)
- Pravilnik o planu zaštite od požara (NN 51/12)
- Pravilniku o sustavima za dojavu požara (NN RH 56/99)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN RH 139/23).
- Zakona o zaštiti na radu (NN RH 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19 i 145/24).
- Zakona o zaštiti od požara (NN RH 92/2010, 114/22)
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
- Zakon o tržištu električne energije (NN 111/21)
- Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN RH br. 133/13, 151/13, 20/14, 107/14, 100/15)
- Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN RH br. 88/12)
- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN RH br. 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15, 110/15)
- Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija (NN RH br. 116/18, 60/20)
- Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20)
- Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP ODS, 2/2021, 7/2023)

Lepoglava, siječanj 2025.

PROJEKTANT:
Nenad Novak, dipl.ing.el.



1. TEHNIČKI OPIS

1.1. PROJEKTNI ZADATAK

Na krovu nove građevine na k.č.br. 2130/18 k.o. Vrpolje, planira se izgradnja sunčane elektrane za proizvodnju električne energije izlazne snage 99 kW. Fotonaponski moduli postavljaju se na ravni krov orijentacije FN modula orijentacije istok/zapad.

Na predviđenu površinu krova objekta pogodnu za montažu fotonaponskih modula potrebno je, prema zahtjevima Investitora, uvažavajući nagib i orijentaciju krova rasporediti fotonaponske module, odrediti njihov broj, kut nagiba i azimut, predložiti način učvršćenja nosive konstrukcije, predložiti DC/AC fotonaponski izmjenjivač i razvodni ormar sunčane elektrane te način njegovog električnog spajanja na postojeći glavni razvodni ormar električne instalacije kupca, procijeniti ukupne troškove instalacije te godišnju proizvodnju električne energije.

Potrebno je izraditi Glavni projekt, izraditi tehničko rješenje spajanja na NN mrežu sukladno zahtjevima iz elektroenergetske suglasnosti, izraditi sve potrebne sheme i proračune te izraditi troškovnik za izvođenje radova. Sunčanu elektranu projektirati prema svim važećim propisima i zakonima. Oprema mora biti kvalitetna kako bi se uz minimalno održavanje osigurao siguran pogon i maksimalni radni vijek elektrane.

Projektna dokumentacija treba sadržavati:

- tehnički opis,
- potrebne nacрте i sheme sa ucrtanim položajem priključnih mjesta, trasama kabela i kabelskih kanala,
- dispozicijske nacрте rasporeda opreme.
- popis opreme i potrebnih radova s troškovnikom,

Projektну dokumentaciju potrebno je izraditi u skladu s važećim zakonima, pravilnicima i normama koje definiraju ovo područje.

1.2. OPĆENITO

1.2.1. ZAJEDNIČKI TEHNIČKI OPIS

Na temelju zahtjeva naručitelja: Grada Šibenika, Trg palih branitelja Domovinskog rata 1, potrebno je izraditi Glavni projekt za zahvat u prostoru: Izgradnja škole i sportske dvorane OŠ Vrpolje.

Predmetni zahvat ovog projekta je Izgradnja škole i sportske dvorane druge OŠ Vrpolje na k.č.br. 2130/18, nastaloj k.o. Vrpolje. Na građevnoj čestici predviđena je izgradnja osnovne škole s pripadajućom školskom sportskom dvoranom te servisne ceste s parkingom.

Predviđena je izgradnja tri dilatacije osnovne škole:

DILATACIJA 1 – Sportska dvorana

DILATACIJA 2 – Učionice i prateći sadržaji

DILATACIJA 3 – Učionice i prateći sadržaji

te uređenje okoliša osnovne škole.

1. FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA

Zgrada je koncipirana tako da su grupirane, projektnim zadatkom definirane, cjeline, koje su međusobno povezane horizontalnim i vertikalnim vezama.

Zgrada se sastoji prizemlja i kata. Uvažavajući zadani program, propise i standarde, te karakteristike mikrolokacije, zgrada je projektirana na način da ju čine tri povezana volumena postavljena tako da zatvaraju školsko dvorište. Na ovaj način formiralo se od vjetra zaštićeno školsko dvorište koje djeca mogu koristiti bez obzira na vremenske prilike, koje su zbog konfiguracije terena često nepovoljne samo zbog jakog djelovanja vjetra.

U krilu građevine orijentiranom na jug smještene su gotovo sve učionice. Učionica likovnog odgoja u kojoj se preferira sjeverno osvjetljenje smještena je na kat u sjeverno kril čime je postignuta optimalna osvjetljenost i potrebna izdvojenost. Kat sjevernog krila škole definiran je na način da je u budućnosti, u koliko bi se za to ukazala potreba, bilo moguće izvršiti dogradnju jedne do dvije učionice.

Upravni trakt sa zbornicom smješten je neposredno uz ulaz u školu, te je na taj način spriječeno kretanje stranaka po samoj zgradi, a istovremeno je omogućena kontrola od strane nastavnika unutarnjih i vanjskih prostora škole. Ovaj dio građevine je izbačen prema istoku kako bi zaštitio sam prilaz i ulaz u školu (školski trg i trijem) od udara najneugodnijeg i najjačeg vjetra-bure.

Treće krilo zgrade smješteno je na zapadu i čini ga sportska dvorana sa popratnim sadržajima.

Okoliš građevine je uređen na način da je veći dio ozelenjen autohtonim vrstama zelenila, te primjereno osvjetljen na način da su posebno naglašeno rasvijetljeni svi pristupi i parkirališta, te školsko dvorište i vježbalište, kod kojega se predviđa postava posebne reflektorske rasvjete, kako bi se moglo aktivno koristiti i noću. Pješačke staze i školski trg popločati će se betonskim opločnicima omeđenim rubnjacima. Parkirališta unutar školskog kruga (uz pristup dvorani za vanjske korisnike) završno će se obraditi šupljim betonskim opločnicima, dok će gospodarsko dvorište, vježbalište kao i parkiralište van školskog kruga biti asfaltirano.

Školsko dvorište i sam ulaz u školu popločati će se štokovanim kamenom dolitom.

2. FAZNOST GRADNJE

Želja je Investitora da realizaciju projekta podijeli u dvije etape i/ili faze, na način da se u 1. etapi i/ili fazi, temeljem Građevinske dozvole 1 etape i/ili faze, izgradi prva od dvije dilatacije škole i to ona u kojoj je smješten sadržaj učionica i pratećih sadržaja, te da se na temelju te Građevinske dozvole i izgrađene 1 etape i/ili faze zgrade osnovne škole ishodi Rješenje o uporabi tako izgrađenog dijela zgrade, a potom da se temeljem iste Lokacijske dozvole (do isteka važenja Lokacijske dozvole), ishodi Građevinska dozvola za preostali dio zgrade osnovne škole, tj za drugu dilataciju u kojoj su smješteni sportska dvorana i prateći sadržaji, te da se na temelju te (druge) Građevinske dozvole i izgrađenog preostalog dijela zgrade ishodi Rješenje o uporabi zgrade.

Dakle realizacija zgrade osnovne škole VRPOLJE biti će u dvije navedene etape i/ili faze, uključivo i okoliš zgrade.

3. SMJEŠTAJ GRAĐEVINE NA GRAĐEVINSKOJ ČESTICI

Zgrada je na građevnu česticu smještena, kako je to prikazano u grafičkom dijelu situacijom, a u skladu s odrednicama PPU-a Grada Šibenika.

Relativnoj koti +/- 0,00 koja se nalazi na razini hodne plohe završenog poda prizemlja zgrade, odgovara apsolutna kota od 111,60 m.n.v.

Prilikom odabira načina smještaja na parcelu uvaženi su svi zahtjevi kojima trebaju udovoljiti vanjski prostori:

- dvorišta ispred zgrade
 - parkirališna mjesta za vozila djelatnika i korisnika
 - prostori za vježbu,
- te zahtjevi u pogledu pristupa na građevnu česticu

4. NAMJENA GRAĐEVINE

Predmetna katastarska čestica k.č. 2130/18 k.o. Vrpolje prema Prostornom planu uređenja grada Šibenika nalazi se na neizgrađenom građevinskom području naselja.

5. PRIKLJUČENJE ČESTICE NA JAVNU PROMETNU POVRŠINU I PARKIRANJE

Građevna čestica ima osiguran pristup s puta, dio k.č.: 2130/1, k.o. Vrpolje za koji je ishoda Lokacijska dozvola, a koji tangira građevnu česticu k.č. 2130/18 k.o. Vrpolje u Vrpolju, te je na taj način, do građevne čestice i zgrade, omogućen pristup pješacima i vozilima.. Kako bi se osiguralo kvalitetno prometno rješenje planira se interna prometnica s dvosmjernim prometom.

6. IZMJENE U ODNOSU NA LOKACIJSKU DOZVOLU

Radi optimizacije rješenja došlo je do promjene smještaja gospodarskih sadržaja u prizemlju građevine. Unatoč tome, urbanistički parametri se nisu promijenili na način da bi se negativno odstupalo od parametara na temelju kojih je izdana lokacijska dozvola.

7. NAČIN PRIKLJUČENJA NA KOMUNALNU INFRASTRUKTURU

Građevine će biti priključena i opremljena sljedećim instalacijama:

- Voda: Opskrba iz vodovoda od strane -Vodovod i odvodnja d.o.o. Šibenik
- Odvodnja: Odvodnju otpadnih fekalnih voda riješiti privremeno do izgradnje kanalizacijske mreže preko trodijelne vodonepropusne septičke jame
- Električna struja: novi podzemni priključak (HEP-ODS) do NN ormara
- Telekomunikacije: građevina će biti priključena na TK mrežu
- Grijanje i Hlađenje: Za potrebe hlađenja, ali i po potrebi grijanja, pretpostavlja se i korištenje rashladnog uređaja u reverzibilnoj izvedbi (dizalica topline) sa zrakom hlađenim kondenzatorom.
- Ventilacija: putem klima komora ugrađenih na krov građevine; prostor kuhinje- preko zasebnih split klima sustava

8. POKUSNI RAD GRAĐEVINE

Ne predviđa se pokusni rad građevine.

9. MOGUĆNOST I UVJETI UPORABE DIJELA GRAĐEVINE PRIJE DOVRŠETKA GRAĐENJA CIJELE GRAĐEVINE

Želja je Investitora da realizaciju projekta podijeli u dvije etape i/ili faze, na način da se u 1. etapi i/ili fazi, temeljem Građevinske dozvole 1 etape i/ili faze, izgradi prva od dvije dilatacije škole i to ona u kojoj je smješten sadržaj učionica i pratećih sadržaja, te da se na temelju te Građevinske dozvole i izgrađene 1 etape i/ili faze zgrade osnovne škole ishodi rješenje o uporabi tako izgrađenog dijela zgrade, a potom da se temeljem iste Lokacijske dozvole (do isteka važenja Lokacijske dozvole), ishodi Građevinska dozvola za preostali dio zgrade osnovne škole, tj za drugu dilataciju u kojoj su smješteni sportska dvorana i prateći sadržaji, te da se na temelju te (druge) Građevinske dozvole i izgrađenog preostalog dijela zgrade ishodi Rješenje o uporabi zgrade.

Dakle realizacija zgrade osnovne škole VRPOLJE biti će u dvije navedene etape i/ili faze, uključivo i okoliš zgrade.

10. UVJETI ZA NESMETAN PRISTUP, KRETANJE, BORAVAK I RAD OSOBA SMANJENE POKRETLJIVOSTI
Osnovna škola sa školskom sportskom dvoranom i bazenom projektirana je u skladu s „Pravilnikom o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti“ (NN 78/13, 153/13).

Ovim projektom osigurana je pristupačnost školi osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti) i to prema člancima 10 (rampa), 11 (stubište), 12 (dizalo), 16 (ulazni prostor), 17 (komunikacije), 18 (wc), 21 (soba, učionica, radni prostor), 34 (oglasni pano).

Predmetna građevina projektirana je tako da organizacijski, postavom vertikalne i horizontalne komunikacije omogućava pristupačnost gotovo svih dijelova građevine (prizemlja i kata).

Radi savladavanja visinske razlike od 60 cm okolnog terena i ulaza u škola je opremljena rampama širine kraka 120 cm, širine podesta 150 cm i nagiba 6%, koji su obrađeni protukliznom površinom i opremljeni s propisanim rukohvatom. Prema Pravilniku, članak 10. „Iznimno, za visinsku razliku do uključivo 76 cm, dopušteni nagib smije biti do uključivo 1:12 (8,3%).“

Unutar zgrade škole biti će izvedeno dizalo unutarnjih svjetlih dimenzija 120 x 150 cm, s vratima širine svjetlog otvora 90 cm i rukohvatom u dizalu na visini 90 cm.

U sklopu sanitarnih čvorova škole predviđeni su WC-i prilagođeni osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću.

Na parceli su osigurana 2 parkirališna mjesta koja su prilagođena osobama smanjene pokretljivosti (5% ukupnog broja PM). Parkirališta se nalaze na parking u uz školsku sportsku dvoranu i na parking u uz glavni ulaz u školu.

1.2.2. OPĆENITO O FOTONAPONSKOJ TEHNOLOGIJI

Električna energija proizvodi se u fotonaponskim (FN) ćelijama od slojeva poluvodičkog materijala. Sunčeva svjetlost (fotoni) pobuđuju elektrone u poluvodičkom elementu te oni postaju slobodni nosioci naboja i pod utjecajem električnog polja PN spoja kreću se u jednom smjeru te tako nastaje električna struja. Što je intenzitet Sunčevog zračenja veći to je i veći tok električne energije.

Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu prilikom rada. Fotonaponskim sustavima je potrebno minimalno održavanje. Na kraju životnog vijeka moduli se mogu gotovo u potpunosti reciklirati, a sastavne sirovine mogu se ponovno koristiti.

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu su fotonaponsko polje (koje se sastoji od FN panela povezanih u stringove), noseća podkonstrukcija na koju se direktno instaliraju paneli, DC/AC izmjenjivači, spojni kabeli, niskonaponska sklopna oprema i pripadni ormari. Načelna shema sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu prikazana je na blok shemi.

Fotonaponsko polje se sastoji od FN panela koji se povezuju serijski u stringove, tipično 10 do 20 panela serijski u jedan string. Paneli se sastoje od niza FN ćelija spojenih u vodoopornom kućištu.

Sunčeva energija se u FN ćelijama direktno pretvara u istosmjernu električnu energiju. Tako dobiveni napon potrebno je pretvoriti u izmjenični, sinusoidalni, odgovarajućeg napona i frekvencije (400V, 50HZ) te ga sinkronizirati s mrežnim naponom.

Navedenu transformaciju napona iz FN polja odrađuje odgovarajući DC/AC izmjenjivač (inverter).

Osnovni dio izmjenjivača je poluvodički most sastavljen od upravljivih poluvodičkih sklopki koje visokom frekvencijom prekidaju istosmjerni napon i pretvaraju ga u izmjenični napon jednak mrežnom naponu. Takav napon se filtrira, sinkronizira i predaje elektroenergetskoj mreži. Osim pretvorbe istosmjernog u izmjenični napon izmjenjivač obavlja ostale zadatke potrebne za siguran rad sustava.

DC/AC izmjenjivač treba imati ugrađenu zaštitu od otočnog rada sunčane elektrane, dakle uređaj sam treba detektirati ispad mrežnog napajanja i u tom slučaju ne smije više davati energiju u mrežu.

Uz samu elektranu ugrađuju se i mjerni i komunikacijski uređaji koji omogućuju daljinsko praćenje proizvodnje.

1.2.3. TEHNIČKI PODACI

Investitor planira sagraditi sunčanu, fotonaponsku, integriranu elektranu na krovu nove građevine na k.č.br. 2130/18 k.o. Vrpolje.

Građevina ima ravni krov. Ukupna površina krova građevine je 1.808 m², dok je iskoristiva površina krova građevine s obzirom na orijentaciju 1.193 m². Nagib krovnih plohe na koju se planiraju montirati fotonaponski moduli je 0°, fotonaponski moduli će se ugraditi pod kutom od 10° u odnosu na ravni krov, orijentacije jugoistok (azimut -65°) i sjeverozapad (azimut 115°) i istok (azimut -90°) i zapad (azimut 90°).

Fotonaponski moduli će se montirati na odgovarajuću metalnu podkonstrukciju.

Predviđeno je ukupno 274 komada FN panela pojedinačne snage 445W.

Izmjenjivači fotonaponskog sustava će se nalaziti vani na ravnom krovu građevine (prikazano u grafičkom dijelu). Duljina DC kabela od fotonaponskih modula do izmjenjivača iznosi 75-180m položen nadžbukno u zaštitnoj kanalici.

Instalirana snaga instaliranih fotonaponskih modula sunčane elektrane je 121,93 kWp, a proizvedena energija trošit će se pretežno za vlastitu potrošnju objekta na kojem je predviđena.

Paneli će se povezati serijski u više stringova i tako spojiti na DC stranu izmjenjivača (DC/AC inverter), a na AC strani izmjenjivači će predavati električnu energiju u mrežnu instalaciju.

Predviđeni su odgovarajući DC/AC izmjenjivač, 2x izmjenjivač, svaki pojedinačne snage 50 kW AC (sustav je potrebno dinamički ograničiti na na priključnu snagu u smjeru proizvodnje od 99 kW – navedeno predstavlja razliku proizvodnje sunčane elektrane i potrošnje kupca u njegovoj električnoj instalaciji s uključenim gubicima). Predmetni izmjenjivač mora biti kompatibilan s normom HREN 50549-1 koja se odnosi na zahtjeve za niskonaponski priključak elektrane na distribucijsku mrežu.

Mjerna oprema

Radi evidencije i obračuna preuzeta/predana električne energije u NN mrežu HEP ODS d.o.o. Elektre Šibenik prije puštanja u pogon sunčane elektrane ugraditi će se dvosmjerno brojilo.

Predmetna elektrana priključuje se direktno na instalaciju Investitora. Mjerenje proizvedene električne energije iz elektrane integrirano je u samim izmjenjivačima. Izmjenjivači su međusobno povezani u komunikacijski lanac te s ostalom međusobno kompatibilnom mjernom i komunikacijskom opremom (Energy Meter, Dana Manager) u sustav nadzora i praćenja rada elektrane prikazan na shemama iz grafičkih prikaza ovog glavnog projekta.

Osim praćenja rada elektrane, sustav omogućava i upravljanje radom izmjenjivača te putem web portala omogućava udaljeni pristup postavkama i dijagnostici izmjenjivača, podacima o proizvodnji električne energije kumulativno i za svaki izmjenjivač zasebno te pristup trenutnim vrijednostima izmjenjivača (DC i AC struje i naponi, snaga, itd.).

Priključna snaga predmetne sunčane elektrane bit će dinamički ograničena na 99 kW u smjeru predaje u NN mrežu, preko novog mjerila električne energije (Energy meter) koje se ugrađuje u GR.E razvodni ormar uz pripadajuće strujne mjerne transformatore (koji se ugrađuju u GRO građevine) te uređaja za upravljanje radom izmjenjivača (Data manager).

Predmetna sunčana elektrana se sastoji od solarnog polja snage 121,93 kWp i 2x izmjenjivača, svaki pojedinačne snage 50 kW za maksimalnu snagu sunčane elektrane od 100 kW koja je dinamički ograničena na način da se maksimalno 99 kW predaje direktno u NN mrežu HEP ODS d.o.o. Elektre Šibenik, a ostalih 1 kW moguće je trošiti u predmetnoj građevini ovisno o potrebi el. instalacije predmetne građevine.

Ukoliko sunčana elektrana u NN mrežu predaje maksimalnih 99 kW a predmetna građevina nema potrebe za potrošnjom ostalih 1kW snage rad sunčane elektrane se softverski ograniči pomoću Data managera na način da se u NN mrežu predaje 99 kW a ostatak proizvodnje sunčane elektrane (el. energije koja se troši za potrebe el. instalacije građevine) se prilagođava trenutnoj potrebi el. instalacije.

U skladu s člankom 51. Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/15, 123/16, 131/17, 111/18), opskrbljivači električne energije dužni su preuzimati viškove električne energije kupaca korisnika postrojenja za samoopskrbu koji, između ostalog, zadovoljavaju uvjet da priključna snaga krajnjeg kupca korisnika postrojenja za samoopskrbu kao proizvođača ne prelazi priključnu snagu kao kupca.

1.3. LOKACIJA

Sunčana elektrana će se graditi na krovu nove građevine na k.č.br. 2130/18 k.o. Vrpolje.

Projektirana sunčana elektrana će imati izlaznu snagu 99 kW (2x izmjenjivač, svaki pojedinačne snage 50 kW).

Elektrana je smještena na jednoj građevini, plohe na koje se montiraju fotonaponski moduli su sljedeće:

	PLOHA 1 ravni krov I orijentacija FN modula	PLOHA 2 ravni krov Z orijentacija FN modula	PLOHA 3 ravni krov JI orijentacija FN modula	PLOHA 4 ravni krov SZ orijentacija FN modula
Orijentacija plohe	-90°	90°	-65°	115°
Nagib plohe	0°	0°	0°	0°
Površina plohe (ukupna)	433		770	
Površina plohe (iskorištena)	80	80	188	200
Nagib modula na plohi	10°	10°	10°	10°
Broj instaliranih modula	40	40	94	100
Snaga pojedinog modula	445 W	445 W	445 W	445 W
Instalirana snaga svih modula	17.800W	17.800W	41.830W	44.500W

1.4. SUNČANA ELEKTRANA

1.4.1. OPĆENITO

Predviđeno je korištenje monokristalinih fotonaponskih modula snage 445W.

Stupanj korisnog djelovanja fotonaponskih sunčanih modula iznosi 22,27%.

Za elektranu instalirane snage fotonaponskih modula 121,93 kWp projektirana su dva pretvarača istosmjernog u izmjenični napon, tzv. izmjenjivač, svaki pojedinačne snage 50 kW.

Zbog optimiziranja samog sustava moduli će biti povezani u 17 fotonaponska niza na sljedeći način:

IZMJENJIVAČ 1, snage 50kW												
ULAZ IZMJENJIVAČA	A		B		C		D		E		F	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2
BROJ MODULA	18	18	15	15	15	15	20	20	-/-	-/-	-/-	-/-

IZMJENJIVAČ 2, snage 50kW												
ULAZ IZMJENJIVAČA	A		B		C		D		E		F	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2
BROJ MODULA	10	-/-	15	15	15	15	17	17	17	17	-/-	-/-

Na izmjenjivače su raspoređeni moduli čija je snaga unutar granica dozvoljenih u pogledu snage i ulaznog napona. Izmjenjivači će biti smješteni vani na ravnom krovu građevine (prikazano u grafičkom dijelu). Ostala oprema sunčane elektrane će se ugraditi u razvodni ormar sunčane elektrane GR.E (smješten na zidu u radionici majstora u prizemlju građevine).

Moduli se montiraju na aluminijsku i čeličnu tipsku potkonstrukciju za ravne krovove na način da se postavljaju pod kutom od 10° u odnosu na ravni krov i orijentacije istok/zapad.

U razvodni ormar sunčane elektrane GR.E će se ugraditi rastavna sklopka, glavni prekidač elektrane s mogućnošću daljinskog isklapanja, osigurači za pomoćne strujne krugove, i zaštitna FID sklopka. Pored osigurača ugraditi će se katodni odvodnici prenapona na izlaznom strujnom krugu.

Izlaz sunčane elektrane spojiti će se u novom razvodnom GRO ormaru prije zaštitne (FID) sklopke novog GRO ormara građevine koji će biti smješten u prizemlju građevine.

Električna će se energija iz elektrane predavati u niskonaponsku električnu instalaciju građevine, preko spomenutog trofaznog DC/AC izmjenjivača i opreme sunčane elektrane priključkom u postojeći glavni razvodni ormar električne instalacije građevine, gdje će se trošiti za vlastite potrebe, a eventualni će se višak predavati u javnu, niskonaponsku, distribucijsku mrežu HEP ODS d.o.o. Elektre Šibenik preko pripadajućeg obračunskog mjernog mjesta. Izmjenjivač ujedno osigurava iskapčanje u slučaju pojave kvara kao i sinkronizaciju na mrežu prilikom spajanja.

1.4.2. KONSTRUKCIJA ZA MONTAŽU FOTONAPONSKIH MODULA

Moduli se na krovu montiraju na aluminijsku i čeličnu potkonstrukciju (tipski i tvornički predgotovljeni konstrukcijski elementi) za ravne krovove na način da se postavljaju pod kutom od cca 10° u odnosu na ravni krov orijentacije istok/zapad. Prilikom montaže modula potrebno je osigurati da su uzdignuti od površine krova minimalno 6cm čime je omogućeno strujanje zraka ispod i hlađenje fotonaponskih modula.

Prilikom odabira konstrukcije za montažu fotonaponskih modula potrebno je osigurati da konstrukcija ima povećanu otpornost na udare vjetra i sol s obzirom da će se ugraditi u području česte pojave bure. Prilikom ugradnje konstrukcije na ravnom krovu potrebno je predvidjeti i lim za zaštitu FN modula od uzlaznog opterećenja (udar vjetra)

PREDNOSTI

Jednostavna montaža – sustav se sastoji od malog broja pred-montiranih elementa konstrukcije

Fleksibilno rješenje – elementi sustava dimenzionirani za različite vrste pokrova s mogućnošću podešavanja na mjestu montaže

Mala masa i sigurnost – rješenje se optimira za uvjete opterećenje na lokaciji (opterećenje od vjetra snijega)

Korozijska postojanost – elementi konstrukcije izrađeni od kvalitetnih materijala (aluminij i nehrđajući čelik)

ORIJENTACIJA MODULA ISTOK - ZAPAD



1.4.3. FOTONAPONSKI MODULI

U projektiranoj sunčanoj elektrani predviđeno je korištenje 274 fotonaponska modula snage 445W. Oni su raspoređeni u 17 niza, 1 niza od 10 modula svaki, 8 niza od 15 modula svaki, 4 niza od 17 modula svaki, 2 niza od 18 modula svaki i 2 niza od 20 modula svaki. Osnovne tehničke karakteristike modula su:

Fotonaponski moduli –	FOTONAPONSKI MODUL SNAGE 445W
maksimalna snaga	445W
maksimalno odstupanje izlazne snage	±3%
Struja kratkog spoja	13,93A
napon praznog hoda	39,59V
napon kod maksimalnog opterećenja	33,02V
struja kod maksimalnog opterećenja	13,48A
temperaturni koeficijent snage	-0,30%/°K
temperaturni koeficijent napona	-0,25%/°K
čelije	108 čelija monokristalični Si (PERC)
staklo	3,2 kaljeno sunčano staklo
dimenzije	1762×1134×30mm
masa	22,0kg

1.4.4. IZMJENJIVAČ

Za predmetnu sunčanu elektranu projektirana su dva izmjenjivača, svaki pojedinačne snage 50 kW koji služi za pretvaranje istosmjerne struje proizvedene u fotonaponskim modulima u izmjeničnu struju napona 400V i frekvencije 50 Hz. Pored toga imaju ugrađene zaštitne funkcije na ulazu i izlazu i funkciju za automatsku sinkronizaciju na mrežni napon. Osnovne tehničke karakteristike izmjenjivača su:

Ulaz (DC):	IZMJENJIVAČ SNAGE 50 kW
- maksimalni ulazna snaga	75.000W
- maksimalni ulazni napon	1.100V
- raspon ulaznog napona	150 do 1.000V
- početni ulazni napon	188 do 1.000V
- maksimalna ulazna struja (po MPPT)	20A (za 2 stringa na MPPT)
- maksimalna struja po MPPT kod kratkog spoja	30A
- broj MPPT ulaza	6
- broj stringova po MPPT ulazu	2
Izlaz (AC):	
- izlazna snaga (230V, 50 Hz)	50.000W
- nominalni napon	400V
- namještena frekvencija	50Hz
- maksimalna izlazna struja	72,5A
- broj faznih vodiča	3
Efikasnost:	
- maksimalna efikasnost	98,10%
-euro faktor iskoristivosti	97,80%
Opći podaci:	
- dimenzije	569×733x621mm
- težina	84kg
- radna temperatura	-25 do +60°C
- stupanj zaštite	IP62

Oko izmjenjivača mora biti osigurana ventilacija i hlađenje prema uputama proizvođača. U krugu 1m oko izmjenjivača ne smije biti zapaljivih materijala. Izmjenjivač se mora postavljati na negorivu konstrukciju.

Uređaj za sinkronizaciju na mrežu je izmjenjivač. Uvjeti sinkronizacije su sljedeći:

- sinkronizacija mora biti automatska
- razlika napona manja od $\pm 10\%$ nazivnog napona
- razlika frekvencije manja od $\pm 0,5$ Hz
- razlika faznog kuta manja od ± 10 stupnjeva

Elementi za osiguranje primjerenog paralelnog pogona postrojenja elektrane s mrežom su:

- 1) Izmjenjivač (inverter) koji mora biti opremljen sa:
 - a) prekidačem – uređajem za isključenje s mreže i uključanje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključanje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada)
 - b) sustavom za praćenje mrežnog napona
 - c) uređajem za automatsku sinkronizaciju elektrane i mreže
 - d) odgovarajućim zaštitama (pod/nadnaponska, pod/nadfrekventna, ograničenje istosmjerne komponente struje isporučene u mrežu, zaštita od otočnog rada)
 - e) mogućnošću podešenja intervala „promatranja“ mreže prije uklopa izmjenjivača
- 2) Glavni prekidač koji mora biti trofazni, B karakteristike i opremljen zaštitama:
 - a) nadstrujna zaštita (preopterećenje, kratki spoj)

Uvjeti 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 biti opremljena sa:

- Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona: pod(nad)naponska; pod(nad)frekventna.
- Zaštita mora biti tako podešena da kod nestanka napona u mreži dođe do odvajanja elektrane od mreže
- Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži: zaštita od preopterećenja, kratkog spoja (u mreži i u elektrani)
- Zaštitom od otočnog pogona
- Zaštitom od smetnji i kvarova u elektrani

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

1.4.5. RAZDJELNICA SUNČANE ELEKTRANE

Smještaj opreme za zaštitu sunčane elektrane izvesti će se u razvodni ormar sunčane elektrane GR.E. AC izlazi iz izmjenjivača spojiti će se u novi niskonaponski ormar GR.E. U razdjelnicu GR.E ugraditi će se zaštitne FID sklopke za ulazne strujne krugove iz izmjenjivača, prenaponska zaštita AC strane (tip I+II), naponsko frekvencijski relej (zaštita od nepovoljnog utjecaja sunčane elektrane na NN mrežu), glavni prekidač elektrane s mogućnošću daljinskog isklapanja i rastavna sklopka za odvajanje sunčane elektrane od NN mreže, koja je ujedno i izvod za glavni izlazni kabel iz sunčane elektrane prema instalaciji Kupca (glavnoj razdjelnici objekta).

Ormare je potrebno opremiti oznakama o priključenom naponu i sistemu zaštite od indirektnog dodira (zaštitni uređaji nadstruje i zaštitni uređaji diferencijalne struje). Svaki kabel kojim se napaja trošilo ili grupa trošila mora imati oznaku iz koje je vidljivo na koje se trošilo spaja, tip kabla, broj žila i presjek. U ormare je potrebno staviti jednopolnu shemu. Iskapčanje priključka na mrežu obavlja se ručnim isključivanjem pojedinog osigurača grupe panela ili izmjenjivača.

Zaštitna sabirnicu razdjelnice **GR.E** potrebno je vezati pocinčanom trakom 30×4mm na sustav uzemljenja. Prije spajanja sunčane elektrane na mrežu obavezno se mora provjeriti otpor izolacije kabela i izmjeriti otpor uzemljivača kako bi se provjerila učinkovitost zaštite od indirektnog dodira i po potrebi dograditi sustav uzemljenja što je obveza investitora.

Za povezivanje izmjenjivača na lokalnu informacijsku mrežu koristi se mrežni kabel Cat6e S/FTP kabel (sa pojedinačnim zaslonom od aluminijske folije i zajedničkim opletom) koji se polaže u kabelaške kanale zajedno s AC kabelima. Prije priključenja sunčane elektrane na distribucijsku mrežu mora se obavezno provjeriti otpor izolacije kabela.

1.5. PRIKLJUČAK NA ELEKTROENERGETSKU INSTALACIJU GRAĐEVINE

Predmetna elektrana priključuje se direktno na instalaciju Kupca te preko priključnog voda prema NN mreži.

Budući se elektrana gradi pretežno za vlastitu potrošnju, elektrana će se priključiti iza službenog brojila HEP ODS-a, gledano od smjera distributivne mreže, tj., na strani instalacije kupca (u GRO). Brojilo koje HEP ODS uvjetuje jest dvosmjerno i evidentira prolaz energije u oba smjera.

U distributivnu mrežu plasirati će se samo višak energije iz sunčane elektrane, ostalo se potroši na predmetnoj građevini.

1.6. VOĐENJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

Za polaganje energetskih i fotonaponskih kabela, predviđene su PK police i zaštitne cijevi. Fotonaponske kabele na krovu položiti ispod samih panela, uz profile potkonstrukcije, kabele učvrstiti na profile pomoću plastičnih vezica, tako da spojni fotonaponski konektori budu odignuti od krova, da nisu u vodi. FN kabele izvan PK kanalice položiti u zaštitne instalacijske cijevi.

1.6.1. DC I AC KABELI

Za razvod DC kabela, koriste se pripremljene spojne kutije na svakom modulu s postojećim izvodima i pripremljenim tipskim konektorima. Krajnji izvodi svake grupe modula postavljaju se po utoru nosivih profila i pričvršćuju vezicama te dijelom postavljaju u metalni kabelski kanal na dijelu trase po krovu i zidu. Kabeli svake grupe dovode se na pripadni ulaz izmjenjivača. Za DC razvod predviđen je DC solarni kabel PV1-F 1x6mm²

Izlaz pojedinog izmjenjivača spaja se na zaštitne elemente u spojnom ormaru GR.E kabelom FG16OR16 5x25mm². Izlazni kabel prema glavnom razvodnom ormaru građevine GRO spaja kabelom s FG16R16 4x95mm² + 1x50mm². Kabeli se polažu u metalne kanalice ili u plastične kanale.

1.7. MJERE ZAŠTITE

Postrojenje se treba izvesti tako da bude spriječeno nenamjerno dodirivanje aktivnih dijelova ili nenamjerno zadiranje u područje opasnosti u blizini aktivnih dijelova. FN paneli sami za sebe ne predstavljaju opasnost, FN kabeli i DC/AC izmjenjivači su izolirani prema predmetnoj normi i pretpostavka jest da zadovoljavaju uvjete zaštite.

1.7.1. ZAŠTITA U SLUČAJU KVARA

Na DC strani predviđena je zaštita samo za FN kabele (od panela do izmjenjivača) koji predstavljaju jedini mogući izvor previsokog napona na DC strani. FN kabeli imaju pojačanu izolaciju te dodatnu izolaciju pomoću zaštitnih izolacijskih cijevi na kritičnim dijelovima trase FN kabela.

FN paneli pojedinačno sami za sebe ne predstavljaju opasnost od el. udara, maksimalni generirani napon na jednom panelu iznosi cca 39,59V.

Zaštita istosmjernih krugova ugrađena je direktno u izmjenjivač. Zaštita istosmjernih (DC) strujnih krugova sastoji se od prenaponske zaštite i zaštite od kratkog spoja niza i reverznih struja i prenaponska zaštita ugrađeni su direktno u izmjenjivač. Na ulazu svakog fotonaponskog niza nalaze se rastavna sklopka i odvodnik prenapona predviđeni za zaštitu DC strane sunčane elektrane (smješteni u razvodni ormar Rod)

Za zaštitu izmjeničnih krugova predviđena je ugradnja zaštitnih FID sklopki za ulazne strujne krugove iz izmjenjivača, prenaponska zaštita AC strane (tip I+II), rastavna sklopka za zaštitu odvodnika prenapona, kompaktni prekidač kao glavni prekidač elektrane s mogućnošću daljinskog isklapanja (zaštita od el. udara) i rastavna sklopka za odvajanje sunčane elektrane od NN mreže.

Na AC strani zaštita od električnog udara riješena je automatskim isključenjem napajanja pomoću zaštitnih FID sklopki snage koji su predviđeni u sklopnom ormaru.

Za zaštitu od prenapona na AC sabirnicu predviđena je i ugradnja odvodnika prenapona tipa I+II.

Po izvršenom spajanju i ispitivanju predviđa se probni rad sunčeve elektrane. Trajanje probnog rada ugovaraju investitor i HEP prema odredbama ugovora o priključenju, a u osnovi on obuhvaća:

- mjerenje MTU signala
- sinkronizacija elektrane na elektroenergetsku mrežu

- prepoznavanje kvara na mreži
- simetričnost napajanja mreže
- vizualni pregled elektrane i mjernog mjesta

1.7.2. ISKLJUČIVANJE U NUŽDI

Potpuno isključenje sunčane elektrane izvedeno je preko trolejne rastavne sklopke u spojnom ormaru GR.E.

Oprez: i nakon isključenja izmjenjivača, kod prisustva dnevnog svjetla u DC dijelu sustava (FN paneli i DC kabele) je prisutan DC napon (do 1000Vdc)!

1.7.3. POKUSNI RAD

Po izvršenom spajanju i ispitivanju predviđa se probni rad sunčeve elektrane. Trajanje probnog rada ugovaraju investitor i HEP prema odredbama ugovora o priključenju, a u osnovi on obuhvaća:

- mjerenje MTU signala
- sinkronizacija elektrane na elektroenergetsku mrežu
- prepoznavanje kvara na mreži
- simetričnost napajanja mreže
- vizualni pregled elektrane i mjernog mjesta

Postupak ispitivanja obuhvaća sljedeće radnje:

- ispitivanje i kontrola prilikom preuzimanja svakog elementa sustava u pogledu karakteristika prema projektu i u pogledu karakteristika prema priloženoj dokumentaciji
- ispitivanja u svakoj fazi montaže i spajanja
- ispitivanje i kontrola prije puštanja u probni rad
- ispitivanje tehničkih parametara prema protokolu HEP-a
- ispitivanje sustava zaštite i iskapčanja
- mjerenje kvalitete električne energije

Nakon dovršenja provjeravanja nove instalacije ili dopune ili preinake postojeće instalacije, mora se pribaviti početni izvještaj. Ta dokumentacija mora sadržavati pojedinosti proširenja instalacije obuhvaćene izvještajem zajedno sa zapisima pregledavanja i ispitnim rezultatima.

Početni izvještaj mora sadržavati:

- zapise pregledavanja
- bilješke o ispitivanim strujnim krugovima i ispitne rezultate.

Bilješke o pojedinostima strujnog kruga i ispitni rezultati moraju se utvrditi za svaki strujni krug, uključujući s njim povezanu zaštitnu napravu i moraju se zabilježiti rezultati odgovarajućih ispitivanja i mjerenja. Izvođač je dužan investitoru predati izvedbenu dokumentaciju i upoznati ga s načinom korištenja i održavanja izvedene instalacije.

Sunčana elektrana treba na mjestu priključenja na javnu EE mrežu zadovoljiti uvjete kvalitete napona prema HRN EN 50160:2008 i elektromagnetsku kompatibilnost prema HRN EN 61000. Prije puštanja u pokusni rad i za vrijeme pokusnog rada treba se mjeriti kvaliteta električne energije prema HR EN 20160 i provjeriti jesu li izmjerene vrijednosti unutar zadanih granica. Sunčana elektrana ne smije ometati rad mrežnog tonfrekventnog signala i sustava daljinskog vođenja. Vrijednost ukupnog harmonijskog izobličenja (THD) napona uzrokovanog priključenjem SE na mjestu preuzimanja na 0,4kV može iznositi najviše 2,5%.

SE treba biti izvedena, održavana i vođena u pogonu tako da njen povratni utjecaj na mrežu, odnosno poremećaji i smetnje budu u granicama koje ne ugrožavaju propisanu razinu kvalitete opskrbe električnom energijom prema zahtjevima iz Mrežnih pravila distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20).

Tehnički uvjeti su definirani elektroenergetskom suglasnošću EES od strane HEP-a i treba ih se u svim odredbama pridržavati.

Konkretno, u pokusnom radu postrojenja Korisnika mreže (Investitora) provode se ispitivanja prema Operativnom planu i programu ispitivanja u pokusnom radu (OPIP). Potrebu pojedinih ispitivanja u pokusnom radu koordinira Voditelj ispitivanja čija je obveza da zajedno s Investitorom osigura uvjete i mjere za rad na siguran način. OPIP treba biti

pripremljen i verificiran od članova tima za ispitivanje. Usporedne vrijednosti parametara koji se ispituju u pokusnom radu i vrijednosti tolerancije su tehničke karakteristike i performanse električne opreme koje su garantirane ugovorenim listama tehničkih podataka opreme, a ispituju se prema OPIP-u te u skladu sa zakonskim odredbama, Mrežnim pravilima distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20) i važećom elektroenergetskom suglasnosti ishodenom od HEP-ODS-a.

Za predmetnu sunčanu elektranu prema OPIP-u potrebno je provesti sljedeća tipska ispitivanja:

PROVJERA PREDUVJETA ZA PROVEDBU OPERATIVNOG PLANA I PROGRAMA ISPITIVANJA (*po potrebi)

- Pregled i verifikacija projektne, tehničke i ostale dokumentacije
- Utvrđivanje postojanja predviđenih zaštitnih elemenata te potvrda

PROVEDBA OPERATIVNOG PLANA I PROGRAMA ISPITIVANJA (*po potrebi)

- Utvrđivanje i usklađivanje okretnog polja
- Uključenje proizvodnog postrojenja i sinkronizacija na mrežu
- Ispitivanje sposobnosti proizvodnog postrojenja za rad u definiranom režimu rada
- **Ispitivanje ograničenog frekvencijski osjetljivog načina rada u slučaju nadfrekvencije (LFSM-O)
- *Provjera ograničenja snage predaje u mrežu
- Ispitivanje izlaska proizvodnog postrojenja iz paralelnog pogona s mrežom (normalni isklup)
- Ispitivanje odziva Korisnika mreže na nestanak mrežnog napona
- *Ispitivanje automatskog ponovnog uključenja proizvodnog postrojenja (resinkronizacije) nakon povratka mrežnog napona
- *Ispitivanje sinkronizacije nakon rada u izoliranom pogonu
- *Ispitivanje djelotvornosti zaštite od neželjenog otočnog pogona

MJERENJE KVALITETE NAPONA I POVRATNOG UTJECAJA NA MREŽU

- Mjerenje kvalitete napona i povratnog utjecaja na mrežu na OMM-u Korisnika mreže

* po potrebi

** ne provodi se ispitivanje, već se samo postavljaju parametri predmetnog načina rada

Fotonaponski sustav može se pustiti u trajni pogon nakon uspješno obavljenog pokusnog rada.

1.8. INSTALACIJE ZAŠTITE OD MUNJE

1.8.1. GROMOBRANSKA I UZEMLJIVAČKA INSTALACIJA

Za predmetnu građevinu projektiran je sustav gromobranske instalacije koji je detaljno opisan u mapi 4 ovog Glavnog projekta.

Sve odvojene metalne dijelove konstrukcije za montažu modula potrebno je međusobno galvanski povezati kabelom P/F 16 mm² i dalje istim kabelom na PE sabirnice razvodnog ormara GR.E najkraćim putem kroz kabelske kanale/instalacijske cijevi. Sve metalne kabelske kanale potrebno je također međusobno galvanski povezati kabelom P/F 16 mm² i dalje istim kabelom također na PE sabirnice razvodnog ormara GRO, koja mora biti spojena s postojećim temeljnim uzemljivačem objekta kabelom H07V-K (P/F) 50 mm².

Prije priključenja sunčane elektrane na distribucijsku mrežu obavezno se mora provjeriti otpor izolacije kabela i izmjeriti otpor uzemljivača kako bi se provjerila učinkovitost zaštite od indirektnog dodira. Prema HRN EN 62305 otpor uzemljivača za siguran rad odvodnika prenapona mora biti $< 5\Omega$, što se mora potvrditi rezultatima mjerenja i po potrebi dograditi sustav uzemljenja što je obveza investitora.

1.8.2. IZJEDNAČENJE POTENCIJALA

Kod spajanja sustava za izjednačenje potencijala važno je da u direktan kontakt ne dođu metali između kojih se javlja galvanizacija, a to u praksi znači da je zabranjeno direktno spajanje bakra, aluminija, pocinčanog željeza jer vijek trajanja ove instalacije mora biti minimalno 25 godina.

Tehnika međusobnog spoja 2 modula mora biti takva da skidanje (odspajanje) jednog modula ne smije uzrokovati odspajanje cijelog niza modula u smislu galvanske povezanosti radi izjednačenja potencijala, već povezanost mora biti održana i u slučaju da se bilo koji modul mora odspojiti (popravak ili slično).

Kod ove potkonstrukcije postoji kontinuirani aluminijski profil te je u svrhu izjednačenja potencijala potkonstrukcija spojena na postojeći uzemljivač. Izjednačenje potencijala ostale opreme izvršiti spajanjem PE žile kabela na PE sabirnicu unutar razvodnih ormara. PE sabirnice povezati na postojeći temeljni uzemljivač objekta.

Projektant:
Nenad Novak, dipl.ing.el.



2. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

2.1. PRORAČUN SNAGE SUNČANE ELEKTRANE**2.1.1. SNAGA FN MODULA U NIZU**

U predmetnoj sunčanoj elektrani koristiti će se kupno 274 fotonaponska modula snage 445W. Oni su raspoređeni u 17 niza, 1 niza od 10 modula svaki, 8 niza od 15 modula svaki, 4 niza od 17 modula svaki, 2 niza od 18 modula svaki i 2 niza od 20 modula svaki. Ukupna snaga modula računa se s obzirom na vršnu snagu modula koja vrijedi za standardne ispitne uvjete (STC – Standard Testing Conditions) i u točki maksimalne snage, prema sljedećoj formuli:

$$P_{ST} = n \cdot P_{MPP}$$

	n	P _{MPP}	P _{ST}
Niz 1	10	445 W	3.560W
Niz 2	15	445 W	6.675W
Niz 3	15	445 W	6.675W
Niz 4	15	445 W	6.675W
Niz 5	15	445 W	6.675W
Niz 6	15	445 W	6.675W
Niz 7	15	445 W	6.675W
Niz 8	15	445 W	6.675W
Niz 9	15	445 W	6.675W
Niz 10	17	445 W	7.565W
Niz 11	17	445 W	7.565W
Niz 12	17	445 W	7.565W
Niz 13	17	445 W	7.565W
Niz 14	18	445 W	8.010W
Niz 15	18	445 W	8.010W
Niz 16	20	445 W	8.900W
Niz 17	20	445 W	8.900W

2.1.2. PRORAČUNI ULAZNOG NAPONA U IZMJENJIVAČ

Naponska klasa standardnih kabela kreće se u rasponu od 450 V do 1.000 V. Maksimalni napon praznog hoda fotonaponskog niza od 20 modula (najgori slučaj) izračunat je na projektnoj temperaturi od -10°C, dok je minimalni napon u MPP točki fotonaponskog niza od 10 modula (najgori slučaj) izračunat na projektnoj temperaturi od 60°C, iz čega je vidljivo da navedeni naponi ne prelaze naponsku klasu standardnih kabela niti minimalni/maksimalni dozvoljeni napon izmjenjivača.

PRORAČUN MAKSIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U IZMJENJIVAČ

- do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u otvorenom krugu i temperatura ćelija je niska

- kontrola na -10 °C

-20 fotonaponskih modula snage 445W po fotonaponskom nizu (stringu)

Najveći očekivani napon na ulazu u izmjenjivač iznosi:

$$U_{\max(DC)} = N_{PV\text{modul}} \cdot U_{OC} \cdot (1 + \Delta_T \cdot K); \Delta_T = T_{-10C} - T_{STC}$$

$$U_{\max(DC)} = 20 \cdot 39,59 \cdot \left(1 + (-35) \cdot \left(-\frac{0,25}{100} \right) \right) = 859,76 \text{ V}$$

Najveći očekivani napon manji je od 1.000 V.

Uvjet je ZADOVOLJEN.

PRORAČUN MINIMALNOG DC NAPONA NA ULAZU U IZMJENJIVAČ

- do pojave dolazi u slučaju kada se moduli nalaze u MPP točki i temperatura ćelija je visoka

- kontrola na +60 °C

- 10 fotonaponskih modula snage 445W po fotonaponskom nizu (stringu)

Najmanji očekivani napon na ulazu u izmjenjivač iznosi:

$$U_{\max(DC)} = N_{PV\text{modul}} \cdot U_{mpp} \cdot (1 + \Delta_T \cdot K); \Delta_T = T_{60C} - T_{STC}$$

$$U_{\max(DC)} = 10 \cdot 33,02 \cdot \left(1 + (+35) \cdot \left(-\frac{0,3}{100}\right)\right) = 295,53V$$

Najmanji očekivani MPP napon unutar je granica MPPT raspona izmjenjivača.

Uvjet je ZADOVOLJEN.

2.2. DIMENZIONIRANJE VODOVA

Proračun trajno podnosive struje AC kabela:

Izlaz pojedinog izmjenjivača spaja se na zaštitne elemente u spojnom ormaru GR.E kabelom FG16OR16 5x25mm². Izlazni kabel prema glavnom razvodnom ormaru građevine GRO spaja kabelom s FG16R16 4x95mm² + 1x50mm².

Maksimalna izlazna struja pojedinog izmjenjivača snage 50kW iznosi: $I_{AC} = 72,5A$

Maksimalno strujno opterećenje projektiranog kabela FG16OR16 5x25 mm² iznosi 105A, u odnosu na maksimalnu izlaznu struju pojedinačnog izmjenjivača projektirani kabel zadovoljava uvjete.

Maksimalna izlazna sunčane elektrane iznosi: $I_{AC} = 145A$.

Maksimalno strujno opterećenje projektiranog kabela FG16OR16 4x95 mm² iznosi 235A, u odnosu na maksimalnu izlaznu struju predmetne sunčane elektrane projektirani kabel zadovoljava uvjete.

Proračun trajno podnosive struje DC kabela:

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

$$I_{\max} = I_{SCP} - I_{SC\text{string}}$$

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

Upotrijebiti će se spojni kabel: PV1-F 6 mm² --- max. dozvoljena struja: 70 A uz faktor 0,7 proizlazi 49 A

Struja kratkog spoja pojedinačnog fotonaponskog modula snage 445W iznosi 13,93A, s obzirom da se FN moduli spajaju serijski u FN niz, maksimalna struja pojedinog fotonaponskih niza će iznositi :

$$I_{SC_DC} = 27,86A$$

Maksimalna struja kratkog spoja DC strane izmjenjivača, snage 100 kW iznosi 40A po MPPT ulazu.

S obzirom na maksimalne struje kratkog spoja pojedinačnog izmjenjivača, struje pojedinačnog fotonaponskog niza zadovoljavaju uvjete

Uzimajući u obzir struju kratkog spoja pojedinačnom fotonaponskog niza ($I_{SC_DC} = 13,93A$) i strujno opterećenje projektiranog kabela PV1-F 6mm², odabrani kabel za istosmjerni krug zadovoljava uvjete.

Proračun padova napona u DC kabelima

Dimenzioniranje presjeka kabela uzima u obzir što manje moguće gubitke u kabelima/padovi napona. Dimenzioniranje kabela također zadovoljava zahtjevima za polaganje prema IEC 60512.

Presjek kabela fotonaponskog biti će 6 mm² te je odabran zbog izloženosti kabela atmosferilijama jer ima bolja mehanička svojstva. Proračun pada napona i snage u DC kabelima računa se prema sljedećim formulama:

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

PRORAČUN GUBITAKA U DC KABELIMA

- uz 8, 15, 17 i 18 modula po fotonaponskom nizu (stringu) i uz projektirane dužine kabela
- za bakreni kabel PV1-F 6mm² ($\kappa=56 \text{ Sm/mm}^2$)
- 2x izmjenjivač, svaki pojedinačne snage 50kW

IZMJENJIVAČ 1

String	L_M [m]	$u\%$	P_{DC} [W]	$P_{DC}\%$
+1A1 ($P_{st}=8.010 \text{ W}$, $V_{MPP}=594,36 \text{ V}$)	105	1,42%	113,51	1,42%
+1A2 ($P_{st}=8.010 \text{ W}$, $V_{MPP}=594,36 \text{ V}$)	160	2,16%	172,97	2,16%
+1B1 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	110	1,78%	118,92	1,78%
+1B2 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	165	2,67%	178,38	2,67%
+1C1 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	145	2,35%	156,76	2,35%
+1C2 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	175	2,83%	189,18	2,83%
+1D1 ($P_{st}=8.900 \text{ W}$, $V_{MPP}=660,40 \text{ V}$)	130	1,58%	140,54	1,58%
+1D2 ($P_{st}=8.900 \text{ W}$, $V_{MPP}=660,40 \text{ V}$)	175	2,13%	189,19	2,13%
UKUPNI GUBICI SNAGE NA DC RAZVODU			1.260,45	2,08%

IZMJENJIVAČ 2

String	L_M [m]	$u\%$	P_{DC} [W]	$P_{DC}\%$
+2A1 ($P_{st}=4.450 \text{ W}$, $V_{MPP}=330,20 \text{ V}$)	90	2,19%	97,30	2,19%
+2B1 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	90	1,46%	97,30	1,46%
+2B2 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	95	1,54%	102,70	1,54%
+2C1 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	90	1,46%	97,30	1,46%
+2C2 ($P_{st}=6.675 \text{ W}$, $V_{MPP}=495,30 \text{ V}$)	95	1,54%	102,70	1,54%
+2D1 ($P_{st}=7.565 \text{ W}$, $V_{MPP}=561,34 \text{ V}$)	75	1,07%	81,08	1,07%
+2D2 ($P_{st}=7.565 \text{ W}$, $V_{MPP}=561,34 \text{ V}$)	80	1,14%	86,49	1,14%
+2E1 ($P_{st}=7.565 \text{ W}$, $V_{MPP}=561,34 \text{ V}$)	75	1,07%	81,08	1,07%
+2E2 ($P_{st}=7.565 \text{ W}$, $V_{MPP}=561,34 \text{ V}$)	80	1,14%	86,49	1,14%
UKUPNI GUBICI SNAGE NA DC RAZVODU			832,44	1,36%

Proračun padova napona na AC kabelima

Izmjenjivači će biti smješteni vani na ravnom krovu građevine (vidljivo u grafičkom dijelu) dok će oprema sunčane elektrane biti ugrađena u razvodni ormar sunčane elektrane GR.E koji će biti smješten na zidu prostora radionice majstora u prizemlju. Maksimalna izlazna struja iz izmjenjivača ograničena je samim izmjenjivačem na 72,5A

Proračun presjeka AC priključnih kabela od izmjenjivača do priključne točke na mrežu dozvoljava pad napona od najviše 3% u odnosu na nazivni napon mreže.

Gubici $P_{ACcable}$ nastali u kabelu na izlazu izmjenjivača, izračunavaju se prema sljedećoj formuli:

$$u\% = \sqrt{3} \times \frac{L_{AC} \times I_{nAC}}{\kappa \times A_{AC} \times U_N} 100 \quad P_{ACcable} = 3 \times \frac{I_{nAC}^2 \times L_{ACcable}}{\kappa \times A_{ACcable}}$$

IZMJENJIVAČ 1

U_N	A_{AC}	$L_{ACcable}$	I_{nAC}	$u\%$	$P_{ACcable}$	$p\%$
400V	25 mm ²	40m	72,5A	0,90%	450,54W	0,90%

IZMJENJIVAČ 2

U_N	A_{AC}	$L_{ACcable}$	I_{nAC}	$u\%$	$P_{ACcable}$	$p\%$
400V	25 mm ²	40m	72,5A	0,90%	450,54W	0,90%

Ukupni proračunati gubici elektrane

P_{DC_uk}	P_{AC_uk}	P_{IZMJ}	$P_{elektrane}$	$P\%$
2.092,89 W	901,08 W	950 W	3.943,97W	3,94%

Proračun zaštite DC kabela od preopterećenja:

Proračunom trajno podnosive struje DC kabela koja je izvedena s vrijednostima maksimalne struje kratkog spoja dokazana je ujedno i ispravnost kabela na preopterećenje.

Proračun zaštite DC kabela od kratkog spoja:

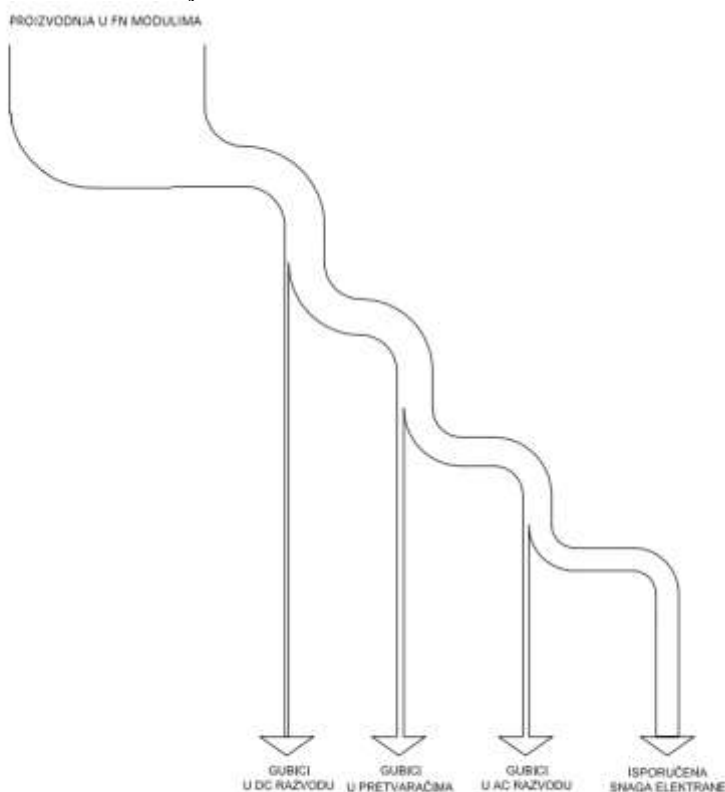
Proračunom trajno podnosive struje DC kabela koja je izvedena s vrijednostima maksimalne struje kratkog spoja dokazana je ujedno i ispravnost kabela na kratki spoj.

2.3. UKUPNA UČINKOVITOST SUNČANE ELEKTRANE

Ukupna učinkovitost sustava računa se u STC (*engl. standard test conditions*) radnoj točki sustava koja pretpostavlja sljedeće parametre:

- Ozračenost fotonaponskih modula s 1.000 W/m²
- Temperatura ćelija fotonaponskih modula od 25 °C
- Izmjenjivač(i) na nazivnoj snazi

i gleda se na mjestu predaje energije iz elektrane u instalaciju korisnika mreže ili izravno u distribucijsku mrežu - u ovom slučaju u glavnom razvodnom ormaru objekta GRO.



Ukupnu učinkovitost elektrane definiramo kao omjer doznačene snage i isporučene snage na pragu elektrane i ona iznosi:

$$P_R = \eta_{IZM} \cdot \eta_{DC1} \cdot \eta_{DC2} \cdot \eta_{AC1} \cdot \eta_{AC2} = 97,80\% \cdot 97,80\% \cdot 97,92\% \cdot 98,64\% \cdot 99,10\% \cdot 99,10\% = 90,73\%$$

2.4. PRORAČUN UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE UGRADNJOM SUSTAVA SUNČANE ELEKTRANE

U skladu sa Pravilnikom o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN 98/21, 30/22 i 96/23), prema poglavlju 15. *FOTONAPONSKI SUNČEVI MODULI* točke 15.1., 15.2. i 15.3. donosi se proračun uštede električne energije ugradnjom predmetne sunčane elektrane na predmetnoj građevini. Korištenjem faktora $ee_{net} = 0$ dobiva se proračun proizvodnje el. energije predmetne sunčane elektrane:

$$FES = P_{pv} * h * PR * (1 - ee_{net})$$

$$= 121,93 * 1.800 * 0,9073 * (1 - 0) = 199.128,76 \text{ kWh/god}$$

gdje su:

FES [kWh/god]	Ukupna godišnja proizvodnja el. energije predmetne sunčane elektrane	199.128,76 kWh/god
P_{pv} [kW]	Instalirana snaga fotonaponskog sustava	121,93 kW
h(h/god)	Trajanje sunčeve svjetlosti pri 1000W/m ²	1.800 h/god
ee_{net}	Udio el. energije koji se predaje u javnu mrežu	0
PR	Omjer učinkovitosti fotonaponskog sustava – definiran kao omjer stvarno dobivene el. energije iz fotonaponskog sustava i dobivene energije iz fotonaponskih modula	0,9073

Na temelju navedenog, godišnja proizvodnja energije za predmetnu sunčanu elektranu iznosi 199.128,76 kWh/god.

2.5. EKOLOŠKI UTJECAJ ELEKTRANE

S krajem 2021., proizvodnja električne energije u RH većinom se odnosi na obnovljive izvore energije, pri čemu se na velike hidroelektrane odnosi 51%, a na ostale obnovljive izvore 15% ukupne proizvodnje električne energije na teritoriju RH.

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

Sukladno Prilogu I. Pravilnika o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije (NN 98/21), za utvrđivanje smanjenja emisija CO₂, koje je posljedica ušteda određene vrste energenta ili energije koristi se faktor emisija CO₂ iz Tablice I-2: Faktori primarne energije i faktori emisija CO₂. Navedenim je Pravilnikom u hrvatsko zakonodavstvo preuzeta Direktiva 2012/27/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2012 i izmijenjena Direktivom (EU) 2018/2002 Europskog parlamenta i Vijeća od 11. prosinca 2018. o izmjeni Direktive 2012/27/EU o energetske učinkovitosti (SL L 328, 21. 12. 2018.)

Za električnu energiju faktor emisije CO₂ u Hrvatskoj iznosi 158,57 tCO₂/GWh odnosno kgCO₂/MWh. Slijedom navedenog, u nastavku je izračunat ekološki utjecaj predmetne sunčane elektrane u smislu godišnjeg smanjenja emisije CO₂:

$$\text{Godišnje smanjenje CO}_2 = \text{PROIZVODNOST U GWh} \times 158,57 = \text{IZNOS tCO}_2/\text{god}$$

$$\text{proizvodnost sunčane elektrane} = 199,12876 \text{ MWh} = 0,19912876 \text{ GWh}$$

$$\text{Godišnje smanjenje CO}_2 = 0,19912876 \text{ GWh} \times 158,57 = \mathbf{31,58 \text{ tCO}_2/\text{god}}$$

Na temelju navedenog, godišnje smanjenje CO₂ za predmetnu sunčanu elektranu iznosi 31,58 t.

2.6. PRORAČUN ZAŠTITE OD INDIREKTOG DODIRA

Za sigurno djelovanje zaštite od neizravnog dodira automatskim isključenjem opskrbe zaštitnom strujnom sklopkom (RCD), mora biti ispunjen uvjet

$$R_A \times I_A \leq 50$$

gdje je $I_A = 0,3$ A, nazivna diferencijalna proradna struja zaštitnog uređaja (RCD) za varijantu diferencijalnog zaštitnog uređaja veće nazivne proradne struje s obzirom da će za veću vrijednost nazivne struje biti definiran manji otpor uzemljenja.

$$R_a \leq \frac{50}{0,3} = 166,7 \Omega$$

Uzemljivač je postojeći, izveden s pocinčanom trakom 30x4 mm.

U slučaju da izmjerena vrijednost otpora premašuje proračunatu vrijednost, potrebno je u dogovoru s projektantom izvesti polaganje dodatnog uzemljivača radi smanjenja otpora na proračunatu vrijednost.

2.7. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Temeljni zahtjev pravila zaštite na radu za osiguranje od udara električne struje je uporaba vodova, kabela i uređaja u granicama nazivnih vrijednosti. U projektu su primijenjena sljedeća tehnička rješenja glede udovoljavanja tom zahtjevu: Dimenzioniranje vodova i kabela te odabir elektroinstalacijskog materijala i opreme provedeno je prema:

- toplinskom i električnom naprezanju prouzročenom prolaskom struje u normalnom pogonu i kratkom spoju,
- utjecaju okoline (prašina, vlaga, mehanička i toplinska naprezanja),
- funkcionalnim zahtjevima uporabe.

Električni vodovi, kabele i uređaji zaštićeni su od prekomjernog zagrijavanja uslijed djelovanja električne struje instalacijskim osiguračima s topljivim umetkom, automatskim instalacijskim osiguračima, osiguračima velike prekidne moći ili prekidačima sa zaštitom od preopterećenja i kratkog spoja, odabranim prema nazivnim vrijednostima struje trošila i dozvoljenim strujama odabranog presjeka voda ili kabela. Takvo dimenzioniranje omogućuje uporabu vodova i opreme u granicama nazivnih vrijednosti.

Električni vodovi zaštićeni su na mjestima gdje su moguća mehanička oštećenja cijevima od tvrdog PVC, savitljivim metalnim cijevima, odnosno metalnim ili alkatnim cijevima položenim u pod.

U prostorijama sa prašnjavom, vlažnom ili agresivnom atmosferom, upotrijebljena je oprema u odgovarajućoj zaštiti.

Dopunski zahtjev pravila zaštite na radu za osiguranje od udara električne struje je sprečavanje nastanka previsokog napona dodira na uređaju u kvaru, ograničavanje vremena trajanja tog napona i sprečavanje pojave razlike napona na ostalim metalnim masama, koje ne pripadaju električnom uređaju, a mogle bi se rukom premostiti ili dohvatiti sa mjesta stajanja. U projektu su primijenjena sljedeća tehnička rješenja za udovoljenje tog zahtjeva:

- Sustav zaštite od previsokog napona dodira (TN-S) predviđen je automatskim isključivanjem napajanja primjenom zaštitnog uređaja nadstruje uz dodatnu upotrebu zaštitnog uređaja diferencijalne struje (ZUDS). U tu svrhu razvod elektroinstalacija za presjeke do 16 mm² izvesti trožilnim kabelima koji u sebi sadrže posebni zaštitni vodič (PE vodič) s izolacijom u žuto-zelenoj boji. Na taj vodič spojeni su zaštitni kontakti priključnica i svi metalni dijelovi električnih uređaja i trošila koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, a u slučaju kvara mogu doći pod napon i nisu stupnja dvostruke izolacije. Drugim krajem vodič je spojen na zaštitnu sabirnicu u odgovarajućoj razdjelnici. Zaštitna sabirnica je odvojena od sabirnice na koju su vezani neutralni vodiči vodova i kabela instalacije. Za presjeke iznad 16 mm² razvod izvesti četverožilnim vodovima i kabelima uz petu žilu smanjenog presjeka. U glavnoj razdjelnici neutralna i zaštitna sabirnica spojene su vidljivom rastavljivom vezom. Neutralni vodič (N vodič) ima isti stupanj izolacije kao i fazni.
- Na električnim uređajima primijenjena je odgovarajuća mehanička zaštita (od prašine i vlage), koja ujedno sprečava slučajni dodir dijelova pod naponom. Električni vodovi zaštićeni su svojim izolacijskim plaštem, a na posebno ugroženim mjestima dodatnom mehaničkom zaštitom. Uređaji u otvorenoj izvedbi (osigurači, priključci, kontakti prekidača i sl.) postavljeni su u zatvoreno kućište, odnosno razdjelnicu. Vrata razdjelnice ne mogu se otvoriti bez uporabe alata, a na vratima će biti postavljen natpis s upozorenjem približavanju dijelovima pod naponom. Sa unutarnje strane vratiju, preko aparata sa otvorenim kontaktima, bit će postavljena izolacijska pregrada. Ispred razdjelnice predviđen je manipulativni prostor od minimum 0.8 m.

Za eliminiranje mogućnosti nastanka razlike potencijala između metalnih masa koje u normalnom pogonu nisu pod naponom, predviđeno je njihovo međusobno povezivanje ekvipotencijalnom vezom, izvedeno pocinčanom trakom 20x3 mm, odnosno vodičem P/F 4mm² spojenim preko sabirničke kutije na uzemljivač vodičem P/F minimalnog presjeka 6 mm².

**RADOVE UGRADNJE SUNČANE ELEKTRANE SMIJU IZVODITI SAMO OVLAŠTENI IZVOĐAČI
ELEKTROINSTALACIJA SUKLADNO PRAVILIMA I PROPISIMA STRUKE.**

2.8. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

U skladu sa smjernicom SZPV 512 ovim projektom sunčane elektrane zadovoljeni su slijedeći osnovni uvjeti mjera zaštite od požara:

- od ruba krova osigurano je se minimalno 1 m (ispod zona postavljanja modula nema predviđenih vatrootpornih prekidnih udaljenosti u krovu).
- fotonaponski moduli postaviti će se tako da ne ometaju pristup dimnjacima, ventilacijskim otvorima, kupolama i sličnim otvorima u krovu.
- svi otvori na krovu su udaljeni od solarnih panela najmanje 1 m kako je to propisano točkom 2.3.1 navedene smjernice.
- krovne plohe u dijelu solarnih panela moraju biti negorive (klasa A1 ili A2). Odnosi se na sloj krova ispod fotonaponskih modula i do udaljenosti 1 m od krajnjeg panela.
- polja panela imaju površinu manju od 40x40 m, a između dva takva polja predviđen je razmak od minimalno 2,0 m.
- predviđeno je zasebno tipkalo za isključenje napajanja sa sunčane elektrane.
- FN moduli će se montirati pod kutom od 10° u odnosu na ravni krov čime će se osigurati djelotvorno prozračivanje stvaranjem razmaka od gornje strane pokrova i zadnje strane FN modula minimalno 6cm

Oprez: i nakon isključenja izmjenjivača, kod prisustva dnevnog svjetla u DC dijelu sustava (FN paneli i DC kabele) je prisutan DC napon (do 1000Vdc)!

Označavanje građevine na kojoj je smještena solarna elektrana



POSTAVLJANJE OZNAKE:

- NA DOBRO VIDIJIVOM MJESTU
- VELIČINA CRVENOG RUBA OZNAKE MINIMALNO FORMAT PAPIRA A6

Označavanje trase kablova istosmjerne struje unutar građevine



POSTAVLJANJE OZNAKE:

- NA SVAKIH 3-5 m

Označavanje prostora unutar građevine s instalacijom istosmjerne struje i prostora sa pretvaračem



Označavanje sklopke za isključivanje solarne elektrane



Požarni nacrt solarne elektrane

- za svaku građevinu na kojoj je montirana solarna elektrana mora biti izrađen požarni nacrt
- požarni nacrt nije uputstvo za postupanje u slučaju požara već daje informaciju o elektrani vatrogasnoj postrojbi
- vlasnik građevine nakon montaže požarni nacrt mora dostaviti na uvid nadležnoj vatrogasnoj postrojbi koja na osnovu njega izrađuje operativno-taktički plan gašenja u slučaju požara te građevine
- požarni nacrt treba biti u požarnom ormariću na pročelju koji je u svakom trenutku dostupan u slučaju vatrogasne intervencije

Općeniti opis mjera zaštite od požara

Uzroci nastajanja požara zbog električne struje mogu se podijeliti u dvije grupe:

U *prvu grupu* spadaju opasnosti od preopterećenja vodova, kabela i sklopnih aparata, opasnosti od kratkih spojeva izazvanih kvarom na uređajima ili probojem izolacije na elementima instalacije, te opasnost od iskrenja uslijed neispravne instalacije ili nepravilnog korištenja i održavanja.

Temeljni način zaštite od navedenih opasnosti je uporaba kompletne instalacije i svih njenih elemenata u granicama njihovih nominalnih vrijednosti, pravilno rukovanje uređajima prema uputama proizvođača i redovno održavanje elektroinstalacija.

Posebne mjere zaštite od preopterećenja vodova, kabela i sklopnih aparata za napajanje razdjelnica i termičkih trošila provedene su niskonaponskim osiguračima za upotrebu u domaćinstvu i slične svrhe, instalacijskim automatskim osiguračima ili niskonaponskim osiguračima velike prekidne moći.

Zaštita vodova, kabela i na njih priključenih uređaja od kratkog spoja provedena je ugradnjom instalacijskih osigurača ili niskonaponskih visokoučinskih osigurača na početku svakog napojnog voda.

Kod postavljanja elemenata instalacija na lako zapaljivu podlogu, između instalacije i podloge, postavljene su nezapaljive i toplinski izolirajuće podloge, ili su elementi ugrađeni na sigurnom razmaku od zapaljive podloge.

U *drugu grupu* spadaju opasnosti vezane uz specifične uvjete u kojima dodatna toplinska, kemijska, električna ili mehanička naprezanja (odnosno kombinacija više njih) elektroinstalacijskog materijala i pribora, povećavaju mogućnost pojave kvara.

Jednako tako specifične su opasnosti vezane uz posebna stanja atmosfere (vlaga, prašina) u kojima pojava kvara na elektroinstalacijama, zbog takvog stanja atmosfere, prouzrokuje znatno teže posljedice nego što bi one bile kod normalnog stanja atmosfere.

Za prvi slučaj zaštita je provedena jačim dimenzioniranjem parametara:

- uporabom većeg presjeka ili voda sa silikonskom izolacijom u slučaju viših temperatura
- pojačavanjem izolacije dodatnim uvlačenjem vodova u izolacijske cijevi
- odabiranjem vodova s mehanički pojačanom izolacijom ili njihovim uvlačenjem u metalne cijevi radi dodatne mehaničke zaštite.

U drugom slučaju ne dolazi do nenormalnih naprezanja materijala, no zbog sastava atmosfere posljedice kvara su znatno teže. To se odnosi na prisutnost prašine ili vlage. Da bi se smanjila ili eliminirala opasnost za takve uvjete predviđeno je:

- u slučaj prašine u zraku, zaštita od povećane opasnosti nastanka kvara, a time i mogućnosti izbijanja požara, provedena je ugradnjom elemenata razvoda u prahotjesnoj izvedbi.
- u slučaju postojanje vlage u zraku, mogućnosti polijevanja dijelova instalacija vodom ili se pojedini elementi nalaze uronjeni u vodi ugrađena je oprema u odgovarajućoj zaštiti od prodora vode.

Fotonaponski moduli i izmjenjivači koji se ugrađuju vani izvode se u stupnju zaštite IP 65 minimalno. Ostala oprema (osigurači, prekidači itd.) ugrađuje se u nadgradni ormar (razvodni ormar GR.E) koji se izvodi u vodotijesnoj/prahotijesnoj izvedbi, te mu je osiguran sustav ventiliranja kako bi se izbjeglo pregrijavanje i pojava kondenzacije, odnosno grijanja kako bi se izbjegle preniske temperature za rad prekidača.

Svaki izmjenjivač ima ugrađenu prenaponsku zaštitu te zaštitu od krivog polariteta na ulaznom dijelu (DC ulaz), nadnaponsku, podnaponsku, nadfrekvencijsku i podfrekvencijsku zaštitu te limitiranje struje na izlaznom dijelu (AC izlaz). Također, svaki izmjenjivač ima ugrađen i sustav zaštite u slučaju ispada jedne ili više faza ili nule mrežnog napajanja.

Pojavu prenapona na ulaznom dijelu izmjenjivača sprečavaju zaštitni odvodnici prenapona ugrađeni u same izmjenjivače a pojavu prenapona na izlaznim sabirnicama zaštitni AC odvodnik prenapona ugrađenu glavni razdjelni ormar. Zaštitni vod instalacije spaja se na postojeći temeljni uzemljivač objekta. Isto se tako uzemljuje i glavni razdjelni ormar. Razdjelnica i razvodne kutije projektirane su tako da se izvode od nezapaljivih materijala. Kako bi sve navedene mjere zaštite od nastanka požara bile djelotvorne, izvođač radova na elektroinstalacijama treba se pridržavati danih tehničkih rješenja, a radove treba izvoditi pažljivo i u skladu s navedenim propisima i praksom.

Projektant:
Nenad Novak, dipl.ing.el.



3. PRIKAZ KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

3.1. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 39/19, 125/19 i 145/24) definira tehnička svojstva bitna za građevinu.

Tijekom izgradnje građevine (nabave opreme, izgradnje, puštanja u pogon) potrebno je obaviti ispitivanja i mjerenja kako bi se po završetku gradnje mogla dokazati kvaliteta ugrađenih elemenata i izvedenih radova.

Izvođač je obavezan ugrađivati materijale, poluproizvode, elemente, uređaje i tehničku opremu koji svojom kvalitetom i karakteristikama odgovaraju hrvatskim normama (HRN), poštivati preporuke proizvođača opreme kod montaže i posebne tehničke uvjete dane ovim projektom. Radove treba izvesti u skladu sa tehničkim propisima, pravilnicima, poštujući iskustva struke i dobre prakse.

Kao dokaze da je ispunio navedene uvjete, izvođač je nakon završetka radova, a prije tehničkog pregleda obavezan nadzornom inženjeru dostaviti:

1. Ispitne protokole kao dokaz o kvaliteti i ispravnosti izvedenih radova
2. Dokaz o sukladnosti proizvoda; dokazuje se Izjavom o sukladnosti prema Zakonu o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 126/21)
3. Za opremu, uređaje i materijal stranog podrijetla uvoznik je obavezan na tržište stavljati samo proizvod koji je sukladan s odredbama propisa koji se primjenjuju na taj proizvod. U slučaju kada Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 126/21) to traži, uz proizvod moraju biti priložene upute i podaci o sigurnosti na hrvatskom jeziku. Svaki proizvod za koji je to tehničkim propisom propisano mora biti označen oznakom sukladnosti u skladu s Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 126/21).

Sva ugrađena oprema/proizvodi moraju biti proizvedeni tako da zadovoljavaju najmanje slijedeće propise:

- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN RH 43/16)
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC) (NN RH br. 28/16, 88/19)
- Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN RB br. 28/11),

kao i posebne propise koji se mogu odnositi na konkretnu opremu/proizvod

Ispitni protokoli uvjetovani točkom 1. ovog "programa" trebaju imati označeno:

- predmet ispitivanja
- vrsta ispitivanja
- metoda ispitivanja
- rezultat ispitivanja

Predmet ispitivanja: uzemljenje, rasvjeta, elektroenergetski razvod (vodovi, kabeli, razdjelnice), elementi zaštite (previsoki napon dodira, kratki spoj, preopterećenje, mehanička zaštita), uzemljivač, instrumentacijski krugovi i ostale instalacije ovisno o važnosti glede sigurnosti ljudi.

Vrste ispitivanja: neprekinutost trake uzemljivača, mjerenje otpora uzemljenja, utvrđivanje galvanske povezanosti svih metalnih dijelova građevine (iznad 1 m² površine) i opreme, kontrola ispravnosti montaže instalacije za zaštitu od djelovanja munje, mjerenje jakosti rasvjete, otpora petlje struje kratkog spoja, izolacijskog otpora instalacije, provjera nazivne struje osigurača u odnosu na presjek štice kabela, i ostale vrste specifičnih ispitivanja koja su nužna da se potvrdi ispravnost instalacije čija bi neispravnost mogla dovesti u opasnost ljude i građevinu.

Metode ispitivanja:

Pregledom: nazivne struje osigurača, stupanj mehaničke zaštite u odnosu na stvarni vanjski utjecaj, propisno označavanje neutralnog (N) i zaštitnog (PE) voda, način spajanja vodiča u razvodnim kutijama i razdjelnicama, oznake strujnih krugova, vodova i kabela, postojanje shema izvedenog stanja razdjelnica, funkcionalnih pločica i pločica upozorenja, pristupačnost opremi i uređajima za posluživanje i održavanje, zaštita od električnog udara mjerenjem razmaka kod zaštitnih prepreka i kućišta, zaštitne mjere od širenja vatre i toplinskog utjecaja vodova i kabela opterećenih nazivnim strujama, ispravnost postavljanja sklopnih uređaja glede sigurnosnog razmaka lučnih komora prema ostalim elementima i kućištu, prorada zaštitnog uređaja diferencijalne struje, isključenje glavne sklopke tipkalom preko naponskog okidača.

Mjerenjem: otpor rasprostiranja uzemljivača, neprekidnost galvanske sustava zaštitnih vodiča i ekvipotencijalnih traka, izolacijski otpor instalacije, otpor petlje struje kratkog spoja, jakost rasvjete.

Neprekinutost zaštitnog vodiča i vodiča za izjednačavanje potencijala ispituje se mjerenjem električnog otpora naponom 4 do 24 V istosmjernom ili izmjeničnom struje, s najmanjom strujom od 0,2 A.

Električni izolacijski otpor mjeri se između vodiča pod naponom, uzimajući dva po dva (prije povezivanja opreme), te između svakog vodiča pod naponom i zemlje (fazni vodiči i neutralni mogu se spojiti zajedno). Ispitni napon je 500 V, a otpor ne smije biti manji od 500 kΩ.

Jačina rasvjete mjeri se luksmetrom s fotoelementom.
Otpor rasprostiranja uzemljivača mjeri se instrumentom s pomoćnim sondama.

Rezultat ispitivanja:

Sve rezultate vizualnog pregleda, funkcionalnog ispitivanja i mjerenja treba prikazati u propisanim formularima sa unesenim podacima o načinu mjerenja, oznakama instrumenata, rezultatima mjerenja i zaključkom da li rezultati ispitivanja potvrđuju ispravnost instalacija. Svaki ispitni protokol treba imati naziv firme, broj protokola, datum, ime i prezime ispitivača, potpis odgovorne osobe i pečat.

Sve ispitne protokole, ateste i izvještaj o funkcionalnom ispitivanju treba unijeti na posljednju stranicu građevinskog dnevnika.

Popis hrvatskih normi čija je primjena obvezatna kod izvođenja radova na elektroinstalacijama građevine:

- HRN EN 60529: 2000+A1: 2008 – Stupnjevi zaštite osigurani kućistima (IP kod) (IEC 60529: 1989+am1: 1999; EN 60529: 1991+corr 1: 1993+A1: 2000)
- Norme iz serije HRN HD 60364 (HRN HD 384): Električne instalacije zgrada – 4. dio - Sigurnosna zaštita
- Norme iz serije HRN HD 60364 (HRN HD 384): Električne instalacije zgrada – 5. dio: Odabir i ugradba električne opreme

Za provjeravanje električne instalacije primjenjuje se norma:

HRN HD 60364-6: 2007 Niskonaponske električne instalacije — 6. dio: Provjeravanje (IEC 60364-6: 2006, MOD; HD 60364-6: 2007)

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja električne instalacije provode se sukladno zahtjevima iz projekta građevine, ali ne rjeđe od:

- četiri godine za građevine javne namjene, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- četiri godine za električne instalacije za sigurnosne svrhe, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- petnaest godina za građevine odnosno dijelove građevina stambene namjene,
- četiri godine za sve ostale građevine odnosno njihove dijelove.

Potrebna mjerenja i ispitivanja

Nakon završetka svih radova izvođač je dužan provesti sva potrebna mjerenja:

- izmjeriti otpor izolacije električne instalacije
- izmjeriti otpor zaštitnog uzemljenja
- ispitati ispravnost djelovanja zaštite od previsokog napona dodira
- ispitati da li je izvršeno spajanje svih metalnih masa u objektu i spajanje na sabirnicu za izjednačenje potencijala

3.2. VIJEK TRAJANJA PROJEKTIRANE ELEKTRO INSTALACIJE

Uporabni vijek električne instalacije iz koja je predmet ovog projekta je 25 godina, uz uvjet da se instalacija održava redovito i u skladu s važećim propisima.

3.3. ODRŽAVANJE OPREME

Sunčana fotonaponska elektrana automatizirano je postrojenje koje ne zahtijeva posebne uvjete korištenja u normalnom i prijelaznom radu. Intervencije stručnih osoba potrebne su samo u slučajevima kvara pojedinih komponenti. Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu sunčanu elektranu vrhunske je kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtijeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja. Osnovne radnje održavanja su:

- vizualni pregled fotonaponskih modula i pranje površine modula vodom (posebno treba obratiti pažnju na pucanje

okvira, pucanje stakla i defekte na priključnoj kutiji, a u pravilu češće treba periodično isprati nečistoću s fotonaponskih modula postavljenih na krovove objekata s veoma blagim nagibom),

- čišćenje filtera na ventilatorima izmjenjivača i razvodnih ormara,
- pritezanje vijčanih spojeva,
- pregled i obnavljanje oznaka (posebno obratiti pažnju na strelice koje označavaju tok energije),
- pregled stanja automatskih osigurača,
- pregled stanja FID sklopki (RCD),
- pregled odvodnika prenapona,
- zamjena baterija u (svakom) izmjenjivaču.

3.4. POKUSNI RAD

U pokusnom radu postrojenja Korisnika mreže (Investitora) provode se ispitivanja prema Operativnom planu i programu ispitivanja u pokusnom radu (OPIP). Potrebu pojedinih ispitivanja u pokusnom radu koordinira Voditelj ispitivanja čija je obveza da zajedno s Investitorom osigura uvjete i mjere za rad na siguran način. OPIP treba biti pripremljen i verificiran od članova tima za ispitivanje. Usporedne vrijednosti parametara koji se ispituju u pokusnom radu i vrijednosti tolerancije su tehničke karakteristike i performanse električne opreme koje su garantirane ugovorenim listama tehničkih podataka opreme, a ispituju se prema OPIP-u te u skladu sa zakonskim odredbama, Mrežnim pravilima distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20) i važećom elektroenergetskom suglasnosti ishodenom od HEP-ODS-a.

Za predmetnu sunčanu elektranu prema OPIP-u provode sljedeća tipska ispitivanja :

PROVJERA PREDUVJETA ZA PROVEDBU OPERATIVNOG PLANA I PROGRAMA ISPITIVANJA (*po potrebi)

- Pregled i verifikacija projektne, tehničke i ostale dokumentacije
- Utvrđivanje postojanja predviđenih zaštitnih elemenata te potvrda

PROVEDBA OPERATIVNOG PLANA I PROGRAMA ISPITIVANJA (*po potrebi)

- Utvrđivanje i usklađivanje okretnog polja
- Uključenje proizvodnog postrojenja i sinkronizacija na mrežu
- Ispitivanje sposobnosti proizvodnog postrojenja za rad u definiranom režimu rada
- **Ispitivanje ograničenog frekvencijski osjetljivog načina rada u slučaju nadfrekvencije (LFSM-0)
- *Provjera ograničenja snage predaje u mrežu
- Ispitivanje izlaska proizvodnog postrojenja iz paralelnog pogona s mrežom (normalni isklup)
- Ispitivanje odziva Korisnika mreže na nestanak mrežnog napona
- *Ispitivanje automatskog ponovnog uključenja proizvodnog postrojenja (resinkronizacije) nakon povratka mrežnog napona
- *Ispitivanje sinkronizacije nakon rada u izoliranom pogonu
- *Ispitivanje djelotvornosti zaštite od neželjenog otočnog pogona

MJERENJE KVALITETE NAPONA I POVRATNOG UTJECAJA NA MREŽU

- Mjerenje kvalitete napona i povratnog utjecaja na mrežu na OMM-u Korisnika mreže

* po potrebi

** ne provodi se ispitivanje, već se samo postavljaju parametri predmetnog načina rada

Projektant:
Nenad Novak, dipl.ing.el.



4. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRADNJE

PROCJENA TROŠKOVA IZGRADNJE INTEGRIRANE SUNČANE ELEKTRANE

1. OSNOVNA OPREMA ELEKTRANE
2. DOSTAVA I MONTAŽA OPREME
3. DOKUMENTACIJA, ISPITIVANJE I PUŠTANJE U POGON

Ukupno – procjena troškova gradnje: 118.000,00 € +PDV

Projektant:

Nenad Novak, dipl.ing.el.



5. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I GOSPODARENJE OTPADOM

5.1. PRIMIJENJENI PROPISI

1. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN RH br. 87/08, 33/10)
2. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 5/10 od 11.01.2010.)
3. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu NN mreže i pripadajućih transformatorskih stanica (Sl.list 13/78)
4. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona (Sl.list 7/71 i 44/76)
5. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl.list 62/73 i NN RH br. 59/96)
6. Zakon o zaštiti na radu (NN RH 71/14, 118/14)
7. Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17, 39/19, 125/19 i 145/24)
8. Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN RH 56/99)
9. Zakon o zaštiti od požara (NN RH 92/2010)
10. Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN 088/12)
11. Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija (NN RH 35/94, 110/05, 28/10)
12. Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtjevnosti mjera zaštite od požara (NN RH 56/12)
13. Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljavati u slučaju požara NN RH 29/03) s pripadajućim popratnim hrvatskim normama iz tog područja
14. Zakon o normizaciji (NN RH 55/96, 163/03)
15. Zakon o preuzimanju Zakona (NN RH 53/91)
16. Zakon o tržištu električne energije (NN 111/21)
17. Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN RH br. 133/13, 151/13, 20/14, 107/14, 100/15)
18. Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN RH br. 88/12)
19. Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (NN RH br. 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15, 110/15)
20. Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovitih kogeneracija (NN RH br. 116/18, 60/20)
21. Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22 i 155/23)
22. Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN 74/18, 52/20)
23. Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP ODS, 2/2021, 7/2023)

Osim navedenih tehničkih propisa, pravilnika i zakona, kod izrade projektne dokumentacije primijenjene su odgovarajuće hrvatske norme.

5.2. GOSPODARENJE OTPADOM

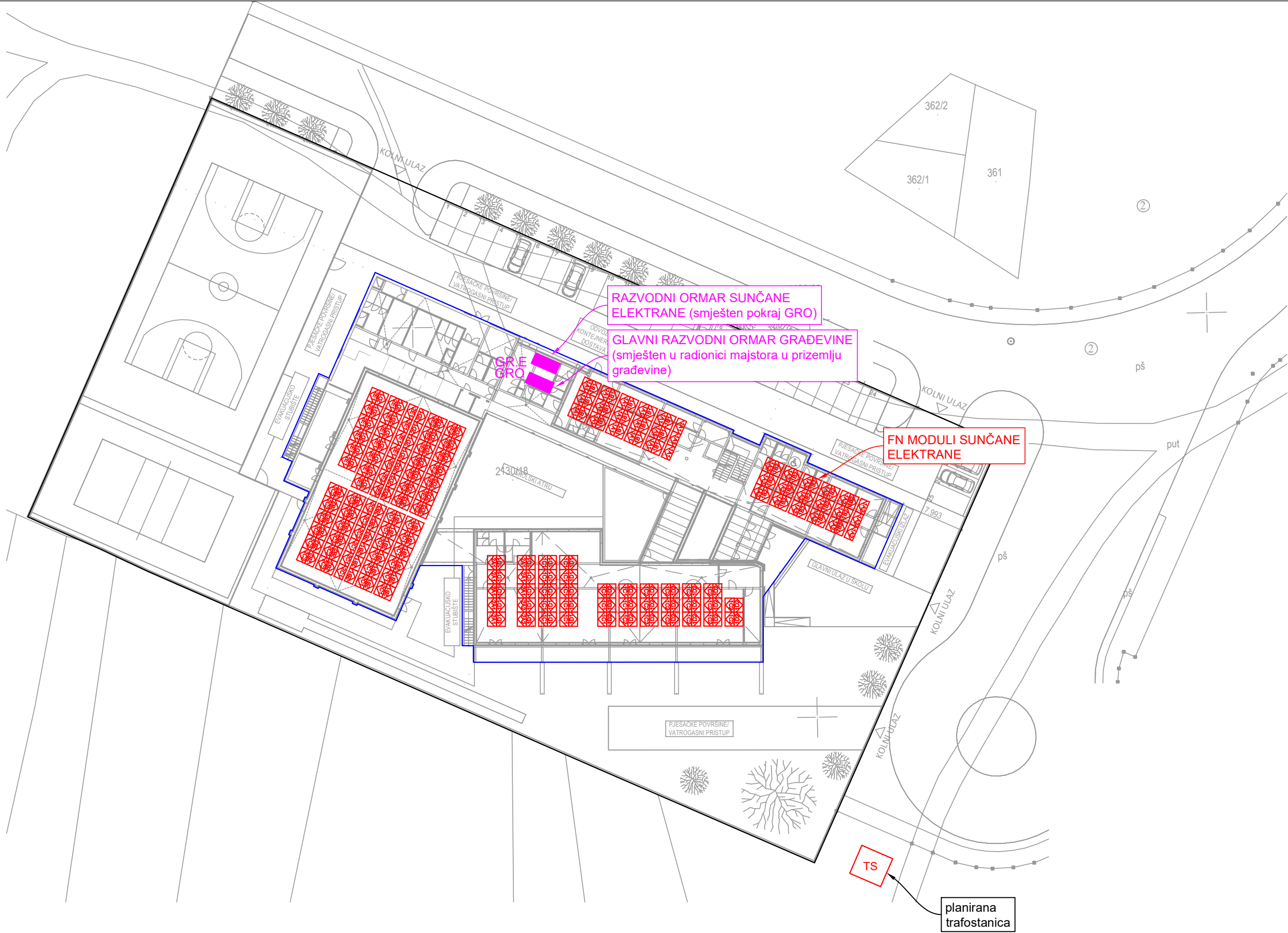
Građevinski otpad koji će nastati u procesu građenja nije opasan otpad i može se sortirano deponirati na gradilištu, odnosno odvesti na deponiju komunalnog otpada preko nadležnog komunalnog poduzeća ili zbrinuti preko ovlaštenog koncesionara za određenu vrstu otpada.

Projektant:

Nenad Novak, dipl.ing.el.

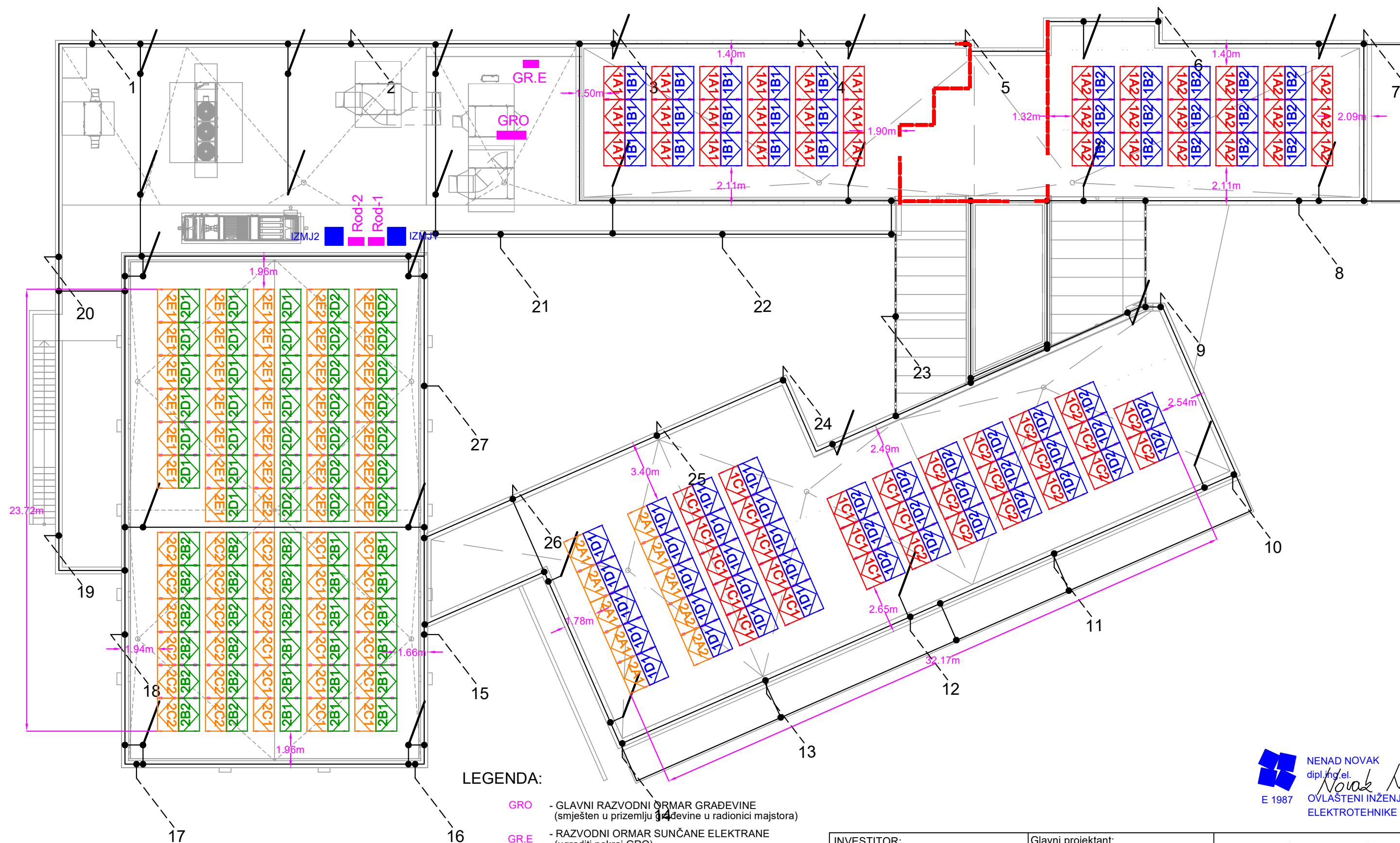


GRAFIČKI PRIKAZI



 **NENAD NOVAK**
dipl.ing.el.
E 1987
Novak N
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

INVESTITOR: GRAD ŠIBENIK Trg palih branitelja Domovinskog rata 1 22000 Šibenik	Glavni projektant: Damir Ivšić, dipl.ing.arh.	CTing d.o.o. www.cting.hr 095/504-3021 ZA PROJEKTIRANJE, INŽENJERING KONZALTING, TRGOVINU I USLUGE	
	Projektant: Nenad Novak, dipl.ing.el.		
GRAĐEVINA: IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE	Suradnik: Dejan Rešetar, bacc.ing.el.	Faza: Glavni projekt	Teh. dnev. 0117/25-S
	Zajednička oznaka projekta: GP-026/25-Š	Datum: 01.2025.	Broj lista: 1.
LOKACIJA: Šibenik	SADRŽAJ: SITUACIJA	Mjerilo: 1:500	Broj nacрта: 1.



LEGENDA:

- | | |
|-------------|---|
| GRO | - GLAVNI RAZVODNI ORMAR GRAĐEVINE
(smješten u prizemlju građevine u radionici majstora) |
| GR.E | - RAZVODNI ORMAR SUNČANE ELEKTRANE
(ugraditi pokraj GRO) |
| Rod1/Rod2 | - RAZVODNI ORMAR ODVOD ODVODNIKA PRENAPONA
(zaštita DC strane sunčane elektrane, min. IP65,
ugraditi poraj izmjenjivača na zid građevine) |
| IZMJ1/IZMJ2 | - IZMJENJIVAČ SNAGE 50kW
(ugraditi vani na ravnom krovu građevine) |
| 1A1 | - MODUL IZMJENJIVAČA 1, STRING A, br.1 |
| 2A1 | - MODUL IZMJENJIVAČA 2, STRING A, br.1 |
| □ | - SREDNJA SPONA ZA PRIHVAT FN MODULA |
| □ | - KRAJNJA SPONA ZA PRIHVAT FN MODULA |

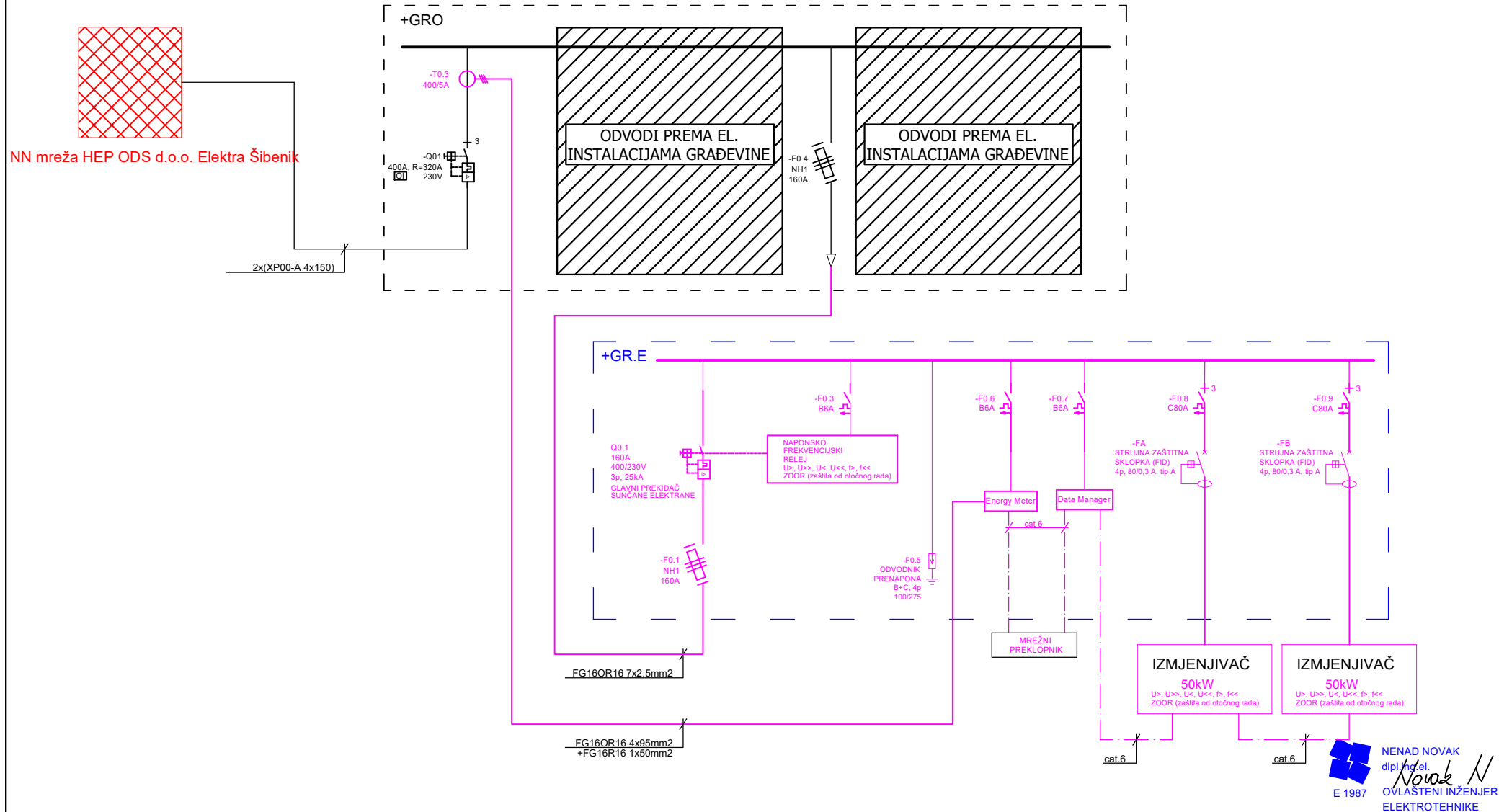
A INVESTITOR: GRAD ŠIBENIK Trg palih branitelja Domovinskog rata 1 22000 Šibenik	Glavni projektant: Damir Ivšić, dipl.ing.arh.	 www.cting.hr 095/504-3021 ZA PROJEKTIRANJE, INŽENJERING KONZALTING, TRGOVINU I USLUGE	
	Projektant: Nenad Novak, dipl.ing.el.		
GRAĐEVINA: IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE	Suradnik: Dejan Rešetar, bacc.ing.el.	Faza: Glavni projekt	Teh. dnev. 0117/25-S
	Zajednička oznaka projekta: GP-026/25-Š		
LOKACIJA: Šibenik	SADRŽAJ: TLOCRT KROVA PRIKAZ OPREME SUNČANE ELEKTRANE	Datum: 01.2025.	Broj lista: 1.
		Mjerilo: 1:200	Broj nacrtu: 2.

SUNČANA ELEKTRANA (99 kW)

UKUPNA SNAGA MODULA: $274 \times 445\text{W} = 121.930\text{W (DC)}$

IZMJENJIVAČ 1 : snage 50 kW IZMJENJIVAČ 2 : snage 50 kW

UKUPNA SNAGA IZMJENJIVAČA: $50\text{kW} + 50\text{kW} = 100\text{kW (AC, 3f)}$

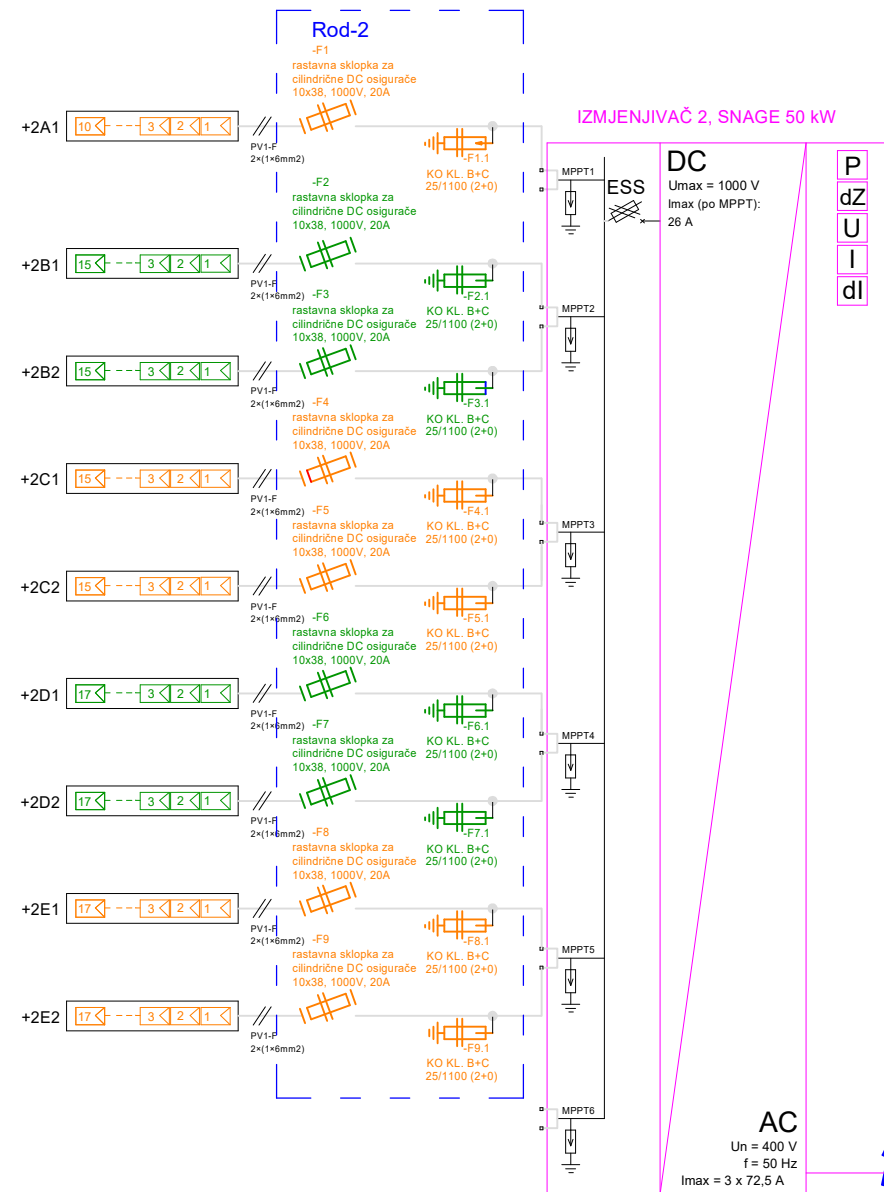
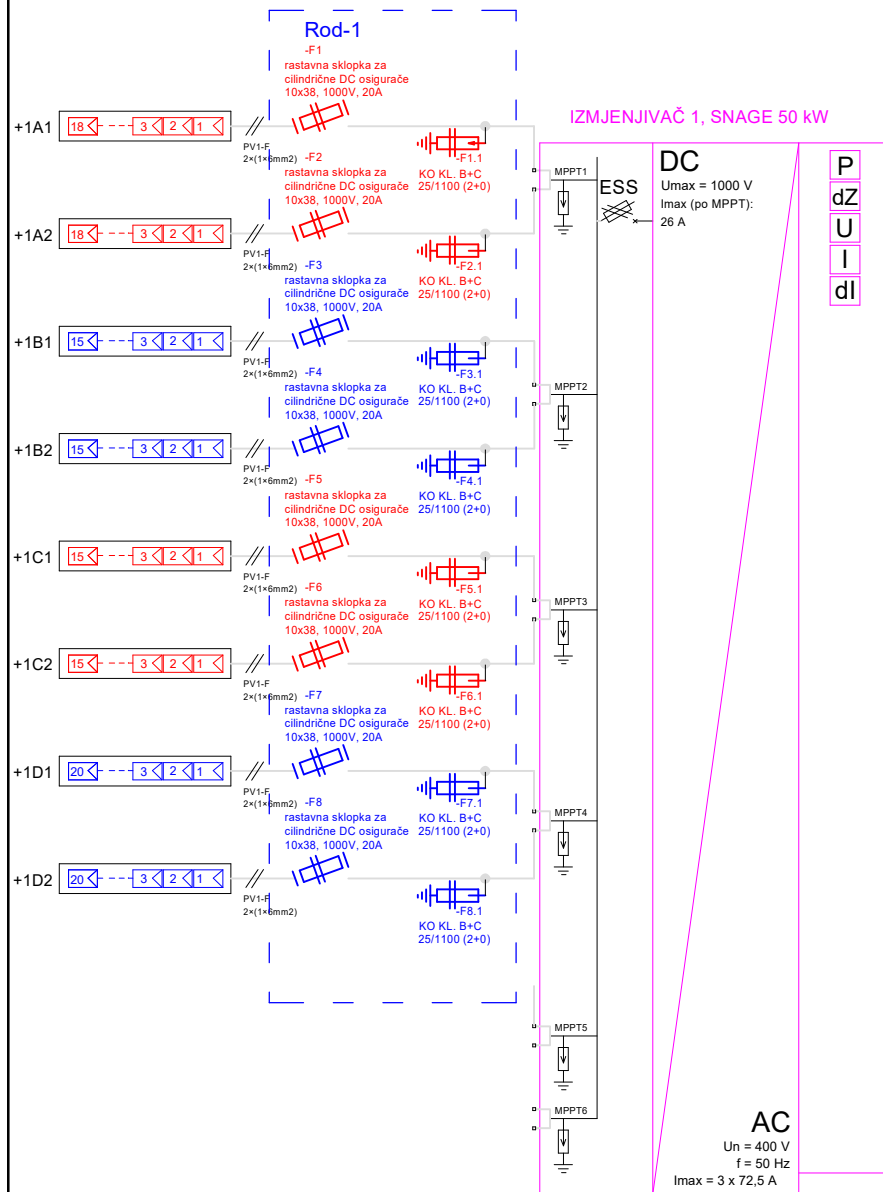


NAPOMENA:

-predmetni izmjenjivač potrebno je dinamički ograničiti na priključnu snagu u smjeru proizvodnje od 99 kW - navedeno predstavlja razliku proizvodnje sunčane elektrane i potrošnje kupca u njegovoj električnoj instalaciji s uključenim gubicima

-sustav za dinamičko ograničenje za nadzor i praćenje rada izmjenjivača potrebno je integrirati u CNUS sustav građevine (obrađen mapom 11 ovog Glavnog projekta)

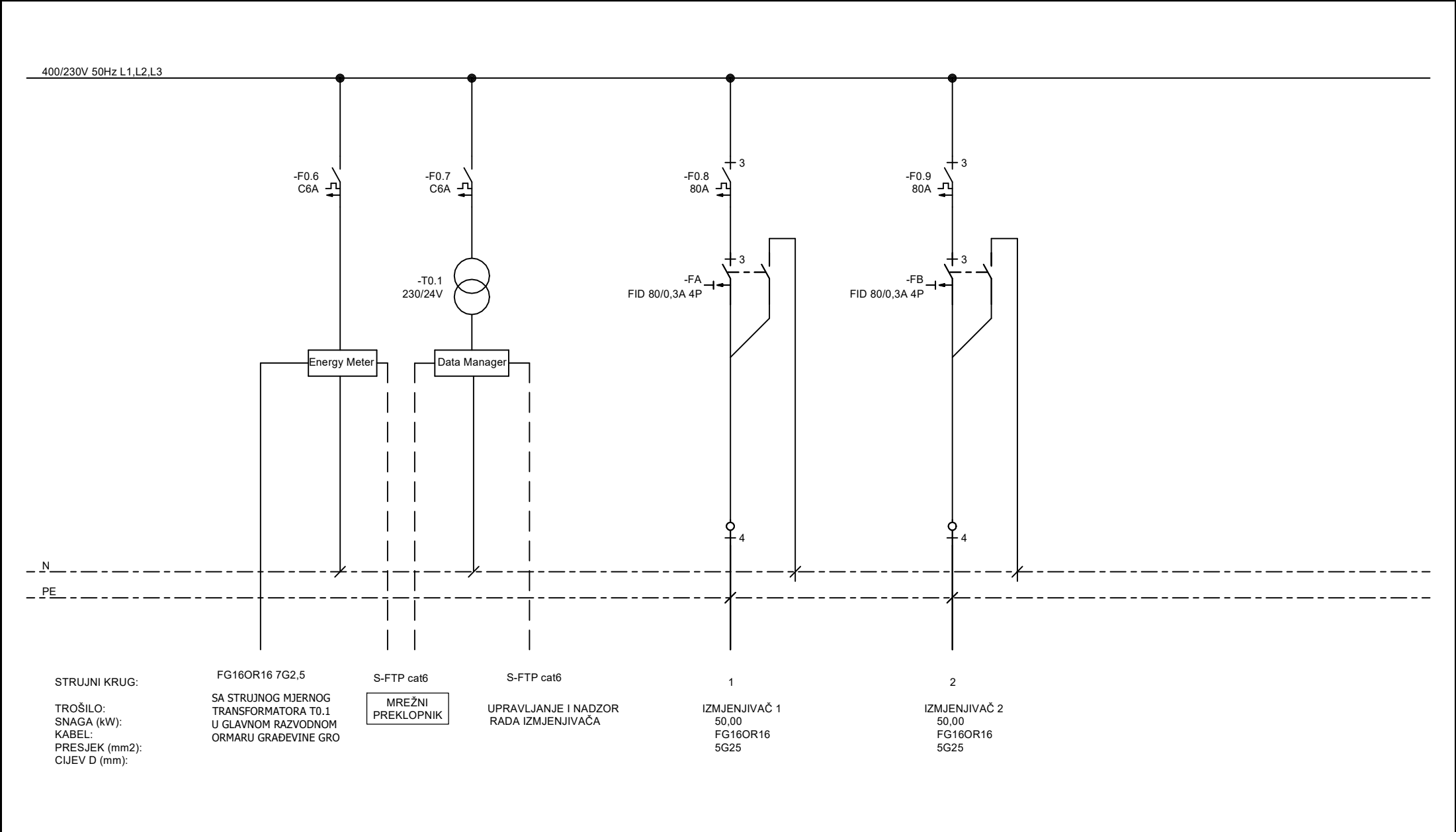
INVESTITOR: GRAD ŠIBENIK Trg palih branitelja Domovinskog rata 1 22000 Šibenik	Glavni projektant: Damir Ivšić, dipl.ing.arh.	CTing d.o.o. www.cting.hr 095/504-3021 ZA PROJEKTIRANJE, INŽENJERING KONZALTING, TRGOVINU I USLUGE	
GRAĐEVINA: IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE	Projektant: Nenad Novak, dipl.ing.el.		
LOKACIJA: Šibenik	Suradnik: Dejan Rešetar, bacc.ing.el.	Faza: Glavni projekt	Teh. dnev. 0117/25-S
	Zajednička oznaka projekta: GP-026/25-Š	Datum: 01.2025.	Broj lista:
	SADRŽAJ: PREGLEDNA SHEMA SUNČANE ELEKTRANE	Mjerilo: -	Broj nacrt: 3.



NENAD NOVAK
dipl.ing.el.
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

E 1987

INVESTITOR: GRAD ŠIBENIK Trg palih branitelja Domovinskog rata 1 22000 Šibenik	Glavni projektant: Damir Ivšić, dipl.ing.arh.	CTing d.o.o. www.cting.hr 095/504-3021 ZA PROJEKTIRANJE, INŽENJERING KONZALTING, TRGOVINU I USLUGE	
GRAĐEVINA: IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE	Projektant: Nenad Novak, dipl.ing.el.		
LOKACIJA: Šibenik	Suradnik: Dejan Rešetar, bacc.ing.el.	Faza: Glavni projekt	Teh. dnev. 0117/25-S
	Zajednička oznaka projekta: GP-026/25-Š	Datum: 01.2025.	Broj lista:
	SADRŽAJ: PREGLEDNA SCHEMA IZMJENJIVAČA	Mjerilo: -	Broj nacrtā: 4.



	Građevina: IZGRADNJA NOVE ZGRADE OSNOVNE ŠKOLE VRPOLJE	Investitor: GRAD ŠIBENIK Trg palih branitelja Domovinskog rata 1, 22000 Šibenik	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA RAZVODNI ORMAR SUNČANE ELEKTRANE GR.E	Faza projekta: GLAVNI PROJEKT ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	CTing d.o.o. www.cting.hr 095/504-3021 ZA PROJEKTIRANJE, INŽENJERING KONZALTING, TRGOVINU I USLUGE	Broj nacрта: 005
+GR.E	Glavni projektant: Damir Ivšić, dipl. ing. arh.	Projektant: Nenad Novak, dipl.ing.el.	Suradnik: Dejan Rešetar, bacc.ing.el.	Datum: 01.2025.	Broj teh.dnev.: 0117/25-S	List br. 2/2

PROSTOR ZA OVJERU TIJELA GRADITELJSTVA