

GLAVNI PROJEKT

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

KNJIGA 1

Zajednička oznaka projekta

AMS-FV2

Broj projekta

S366-10/2017

Investitor

A.M.S.-BIOMASA D.O.O., DARDA

Lokacija

VIROVITICA, k.č.br. 567, k.o. ANTUNOVAC

Građevina

SUNČANA ELEKTRANA FOTOVOLTAIKA 2

Projektant

Mario Kresonja, dipl.ing.el.

Projektant suradnik

Nikola Maljković, mag.ing.el.

Ivan Tutić, mag.ing.el.

Za S.E.G inženjering d.o.o.

Jurica Gorup, dipl.ing.el.

Osijek, listopad 2017.

S A D R Ž A J:

0. OPĆI DIO PROJEKTA

- 0.1. Izvadak iz sudskog registra
- 0.2. Rješenje o imenovanju projektanta
- 0.3. Izjava o usklađenosti
- 0.4. Izjava o jednostavnoj građevini
- 0.5. Isprava o zaštiti od požara
- 0.6. Prethodna elektroenergetska suglasnost
- 0.7. Posebni uvjeti zaštite nepokretnog kulturnog dobra

1. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

- 1.1. Općenito
- 1.2. Predaja električne energije
- 1.3. Fotonaponski moduli
- 1.4. Izmjenjivači
- 1.5. Zaštita od munje, prenapona i nadstruje
- 1.6. Zaštita od električnog udara
- 1.7. Tehnički uvjeti za izvedbu
- 1.8. Projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti za njeno održavanje
- 1.9. Utjecaj građevine na okoliš

2. IZRAČUNI

- 2.1. Bilanca instaliranog postrojenja
- 2.2. Energetska bilanca elektrane
- 2.3. Opis postojećeg stanja i izračun energetske uštede i smanjenje emisije CO₂
- 2.4. Izbor električnog razvoda i izbor presjeka vodiča
- 2.5. Izračun električne zaštite
- 2.6. Izračun DC osigurača
- 2.7. Procjena rizika udara munje

3. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA

- 3.1. Primijenjeni zakoni, pravilnici i propisi
- 3.2. Požarne opasnosti i mjere za njihovo otklanjanje

4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

5. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OKOLIŠA

6. ELABORAT ZAŠTITE NA RADU

- 6.1. Općenito
- 6.2. Mjere sigurnosti pri izvođenju radova
- 6.3. Opis tehničkih rješenja kojima se osiguravaju uvjeti za siguran rad
- 6.4. Popis zakona, normativa i normi koji su primijenjeni prilikom projektiranja, a koje je potrebno poštivati pri izvođenju radova i održavanju

7. TEHNOLOGIJA

- 7.1. Konstrukcija
- 7.2. Fotonaponski modul
- 7.3. Izmjenjivač
- 7.4. Vodiči i konektori za spajanje fotonaponskih modula
- 7.5. Ostala oprema

8. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

9. NACRTI

- 1. Izvod iz katastra
- 2. Situacija
- 3. Blok shema priključka elektrane
- 4. Ugradnja konstrukcije
- 5. Dispozicija FN modula
- 6. Elektrotehničke instalacije modula
- 7. Jednopolna shema
- 8. DETALJ: Fotonaponski modul
- 9. DETALJ: FN kabel i FN konektor

DOKUMENTACIJA

Osijek, listopad 2017.

Na temelju ZAKONA O GRADNJI (NN RH broj 153/13, 20/17), ZAKONA O PROSTORNOM UREĐENJU (NN RH broj 153/13) donosim slijedeće:

**RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
broj S366-10/2017**

Imenuje se "ovlašteni inženjer elektrotehnike" Mario Kresonja, dipl.ing.el. za projektanta pri izradi slijedeće projektne dokumentacije :

GLAVNI PROJEKT - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

Građevina : SUNČANA ELEKTRANA FOTOVOLTAIKA 2

Lokacija : VIROVITICA, k.č.br. 567, k.o. ANTUNOVAC

Investitor : A.M.S.-BIOMASA D.O.O., DARDA

Imenovani djelatnik ima položen stručni ispit i član je Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ispunjava Zakonom propisane uvjete.

Osijek, listopad 2017.

Za S.E.G. inženjering d.o.o.

Jurica Gorup, dipl.ing.el.

Temeljem ZAKONA O GRADNJI (NN RH broj 153/13, 20/17), ZAKONA O PROSTORNOM UREĐENJU (NN RH broj 153/13) i Pravilnika o sadržaju izjave o usklađenosti glavnog odnosno idejnog projekta s odredbama posebnog zakona i drugih propisa RH (NN br. 98/99) izdaje se:

IZJAVA O USKLAĐENOSTI br. S366-10/2017

Projektant: Mario Kresonja, dipl.ing.el.
Tvrtka: S.E.G. inženjering d.o.o.
J.J.Strossmayera 341
31000 Osijek

Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu za projektanta :

Klasa: UP/I- 800-01/16-01/80
Ur broj: 504 - 05 - 16 - 3
Redni broj: 2766
Zagreb: 2016 - 05 -12

GLAVNI PROJEKT - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

Broj projekta S366-10/2017
Građevina SUNČANA ELEKTRANA FOTOVOLTAIKA 2
Lokacija VIROVITICA, k.č.br. 567, k.o. ANTUNOVAC
Investitor A.M.S.-BIOMASA D.O.O., DARDA

Ovaj projekt je usklađen sa slijedećim Zakonima, propisima, pravilnicima i posebnim uvjetima gradnje:

- Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13);
- Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17);
- Zakon o građevnim proizvodima (NN RH 76/13);
- Zakon o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (NN RH 152/08, 49/11, 25/13);
- Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima (NN 21/09., 57/10., 126/10., 48/11., 81/12., 68/13);
- Zakon o zaštiti od požara (NN RH 92/10),
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN RH 146/05),
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN RH 9/87),
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN RH 29/05),
- Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN RH 39/06),
- Zakon o zaštiti od buke (NN RH 30/09, 55/13, 153/13),
- Pravilnik o najvišim razinama buke u sredini u kojoj ljudi radi i borave (NN RH 145/04),
- Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN RH 14/06),
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH 05/10),
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih trafostanica (Sl. list 13/78),

-
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN RH 87/08 i 33/10),
 - BILTEN Hrvatske elektroprivrede, broj 32, Zagreb, 10. prosinaca 1993. godine. "Tehnički uvjeti za izvođenje kućnih priključaka individualnih objekata",
 - BILTEN Hrvatske elektroprivreda, broj 22/93 - "Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1kV do 35kV",
 - Zakonom o elektroničkim komunikacijama (NN RH 73/08, 90/11, 133/12, 80/13),
 - Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obveze investitora radova ili građevine (NN RH 42/09, 39/11, 75/13),
 - Pravilnik o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada (NN RH 155/09),
 - Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN RH 41/10),
 - Zakon o normizaciji (NN RH 80/13),
 - Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN RH 103/08, 147/09, 87/10, 129/11),
 - Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN RH 30/09, 139/10, 14/14),
 - Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN RH 20/10),
 - Pravilnik o obliku, sadržaju i izgledu oznake sukladnosti proizvoda s propisanim tehničkim zahtjevima (NN RH 46/08),
 - Zakon o zaštiti okoliša (NN RH 80/13, 153/13),
 - Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama sa invaliditetom i smanjenom pokretljivosti (NN RH 151/05 i 61/07),
 - Pravila tehničke prakse,
 - Norme:
 - HRN EN 62305 - Zaštita od munje
 - Dokumenti prostornog uređenja:
 - Prostorni plan uređenja Grada Virovitice;
 - Prethodna elektroenergetska suglasnost br. 402000-170327-0011

Osijek, listopad 2017.

Za S.E.G. inženjering d.o.o.

Jurica Gorup, dipl.ing.el.

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

Temeljem ZAKONA O GRADNJI (NN RH broj 153/13, 20/17), ZAKONA O PROSTORNOM UREĐENJU (NN RH broj 153/13) te Pravilnika o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije (N.N. RH br 88/12) izdaje se :

IZJAVA O JEDNOSTAVNOJ GRAĐEVINI br. S366-10/2017

PROJEKTANT: **MARIO KRESONJA dip.ing.el.**
Tvrtka: S.E.G. Inženjering d.o.o.
J.J.Strossmayera 341, Osijek

GLAVNI PROJEKTANT: **MARIO KRESONJA dip.ing.el.**
Tvrtka: S.E.G. Inženjering d.o.o.
J.J.Strossmayera 341, Osijek

Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu za projektanta :

Klasa: UP/I- 800-01/16-01/80
Ur broj: 504 - 05 - 16 - 3
Redni broj: 2766
Zagreb: 2016 - 05 -12

IDEJNI ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

Broj projekta S366-10/2017
Građevina SUNČANA ELEKTRANA DRAVA
Lokacija OSIJEK, k.č.br. 11098/1, 11098/4 i 11098/5k.o. OSIJEK
Investitor DRAVA INTERNATIONAL D.O.O., OSIJEK

Prema članku 5. Pravilnika o jednostavnim građevinama (NN 112/17) **bez akta** kojim se odobrava građenje i lokacijske dozvole **moгу se** izvoditi radovi na **postojećoj građevini**, a kojima se izvodi postavljanje sustava fotonaponskih modula, odnosno **sunčane elektrane** u svrhu proizvodnje električne energije.

Postojeća građevina na kojoj se planira graditi predmetna građevina (sunčana elektrana) u smislu Zakona o prostornom uređenju (NN RH 153/13) te Zakona o gradnji (NN RH 153/13, 20/17) **je legalna**, odnosno sagrađena je na temelju građevinske dozvole, ili drugog građevinskog akta, za tu građevinu izdana je uporabna dozvola ili je izgrađena prije 15.02.1968. godine.

IZJAVLJUJEM

da je predmetna sunčana elektrana **jednostavna građevina** prema propisima s područja prostornog uređenja i gradnje

Osijek, listopad 2017. godine

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

Temeljem članka 14. stavka 3. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 92/10) izdaje se slijedeća:

ISPRAVA O ZAŠTITI OD POŽARA br. S366-10/2017

Kojom se potvrđuje da projekt oznake **AMS-FV2** pod brojem **S366-10/2017** sadrži sve propisane mjere zaštite od požara kojima projektirana građevina mora udovoljiti kada bude u uporabi, sukladno sa Zakonom o zaštiti od požara, uvjetima uređenja prostora, tehničkim normativima i HRN.

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

TEHNIČKI OPIS

Osijek, listopad 2017.

1.1. OPĆENITO

Investitor, A.M.S.-BIOMASA D.O.O., iz Darde, Osječka 69, ima namjeru izgraditi SUNČANU ELEKTRANU FOTOVOLTAIKA 2 u mjestu Virovitica, k.č.br. 567 k.o. Antunovac, na krovu predmetnog objekta.

Namjena građevine je proizvodnja električne energije koja bi se koristila za vlastite potrebe zgrade, a višak proizvedene električne energije bi se predavao HEP-ODS-u na niskonaponsku mrežu. Sunčana elektrana je snage 150 kW, a očekivana godišnja proizvodnja električne energije predmetne sunčane elektrane je oko 194 MWh.

Građevina će se nalaziti na krovu predmetne građevine, a bit će podijeljena na 31 niz fotonaponskih modula s različitim brojem modula po nizu. Ukupno će se koristiti 682 fotonaponskih modula, a najveća izlazna snaga elektrane bit će 150 kWp. Elektrana će biti postavljena na krov te će pratiti nagib krovišta od oko 8°.

Sunčana elektrana će prije puštanja u pogon odraditi probni rad u roku od 15 dana.

Projekt elektrotehničkih instalacija je izrađen na temelju postojećih arhitektonskih podloga, zahtjeva investitora te prethodne elektroenergetske suglasnosti, a u svrhu ishoda suglasnosti za spajanje na elektroenergetsku mrežu, koje izdaje HEP.

1.2. PREDAJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Električna energija (istosmjerni napon i struja), generirana u sunčanim ćelijama šalje se, vodičima PV WIRE RED/BLUE 6 mm², u DC sklopni blok DC_SBE u kojem se nalaze, između ostalog, DC cilindrični osigurači 1000 V/16 A. Dalje se električna energija kablovima PV WIRE 6,00 mm² šalje u izmjenjivače koji istosmjerni napon i struju pretvaraju u izmjenične.

Iz izmjenjivača se kabelom PP00-A 5x50mm² izmjenične komponente električne energije (napon i struja) šalju u sklopni blok elektrane AC_SBE u kojem se između ostalog nalaze četveropolne RCD sklopke tipa A 100/0,3 A, trolni automatski osigurači B 100 A, rastavljačka sklopka s kratkospojnikom na nultom vodu, prekidač snage 250A 25kA prenaponska zaštita tipa C 20 kA i ostalo.

Sklopni blokovi i izmjenjivači postaviti će se na odgovarajuće mjesto koje će prethodno biti dogovoreno s investitorom, uz uvjet poštivanja tehničkih i sigurnosnih propisa. Sklopne blokove potrebno je postaviti iznad ili pored izmjenjivača, na najmanje 30 cm udaljenosti od izmjenjivača.

Projektirani sklopni blokovi trebaju biti izrađeni od izolacijskog materijala, te moraju imati odgovarajuću klasu zaštite kućištem.

Izmjenjivač je namijenjen za korištenje u zatvorenom prostoru te ima klasu zaštite kućištem IP20.

Iz AC_SBE se električna energija (izmjenični napon i struja) šalje kabelom PP00-A 4x150 mm² + P/F 1x95 mm² u razdjelnicu građevine (GRO), a dalje do trošila građevine. Kabel je potrebno položiti kroz samogasivu instalacijsku cijev promjera 120 mm. AC-SBE je potrebno izvesti kao nadžbukni sa neprozirnim vratima. Minimalni stupanj zaštite AC_SBE treba iznositi IP40 te ga je potrebno ugraditi na vanjsku fasadu na visinu min 1,5 m od gotovog poda kao što je prikazano na crtežima. Višak električne energije će se predavati u NN mrežu putem postojećeg napojnog kabela građevine. Mjesto priključenja građevine na mrežu je NN mjerni modul u TS 10(20)/0.4kV Poduzetnička zona Antunovac-139.

Unutar postojeće TS 10(20)/0.4kV ugraditi će se novi NN mjerni modul kao produžetak NN sabirnice radi smještaja (premještanja) obračunskog mjernog mjesta kupca s elektranom, kako je opisano u prethodno elektroenergetskoj suglasnosti.

Proizvedena električna energija sunčane elektrane povezuje se s potrošačem oznake mjernog mjesta OMM 10009930, zakupljene snage 250 kW.

1.3. FOTONAPONSKI MODULI

Za izgradnju sunčane elektrane predviđena je ugradnja 682 fotonaponska modula nazivne snage 270 W. Predviđeni su moduli tipa Luxor EcoLine P60/270 njemačkog proizvođača Luxor Solar GmbH ili jednakovrijedni.

Fotonaponski modul sastoji se od 60 serijski spojenih multikristaličnih silicijskih ćelija dimenzija 156×156 mm. Ćelije su međusobno zalemljene bakrenim pokositrenim vodičima i laminirane između stakla izvrsnih optičkih i mehaničkih svojstava s prednje i polimernog zaštitnog bijelog filma sa stražnje strane. Nazivna snaga modula je 270 Wp, dimenzije modula su 1640×992×40 mm, a težina modula je 18,6 kg.

Fotonaponsko polje sadrži 682 modula, podijeljenih u 31 niz, kao što je prikazano na crtežima, a ukupna vršna snaga fotonaponskog polja je 184,14 kWp. Kablovi za spajanje su tipa PV WIRE RED/BLUE 6 mm². Koristit će se kablovi kao Schrack PV-1 6mm² ili drugog proizvođača, ali da imaju ista svojstva.

Specifikacije fotonaponskog modula Luxor EcoLine P60/270:

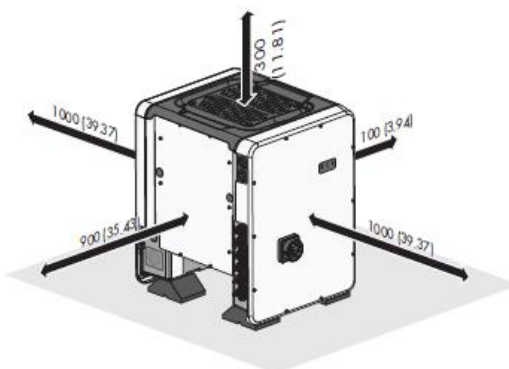
Struja kratkog spoja	Isc (A) = 8,74 A
Napon otvorenog kruga	Uoc (V) = 38,87 V
Vršna struja	Imp (A) = 8,50 A
Vršni napon	Umpp (V) = 31,80 V

Fotonaponski moduli postavljeni su tako da NE reflektiraju sunčevu svjetlost prema prometnicama te NE ugrožavaju sigurno odvijanje prometa. Fotonaponski moduli se postavljaju pod kutem od oko 8°.

1.4. IZMJENJIVAČ

Izmjenjivači svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima. Predviđena je ugradnja tri izmjenjivača njemačkog proizvođača SMA, tipa TriPower CORE 1 ili jednakovrijednog. Izmjenjivači imaju ugrađeni sustav za praćenje točke maksimalne snage (MPPT) fotonaponskog polja. SMA CORE 1 je izmjenjivač bez transformatora, nazivne snage 50 kW i najveće učinkovitosti 98,1 %. Ima ugrađene vrlo napredne sigurnosne sustave zaštite kako od otočnog pogona, tako i nadstrujne i prenaponske zaštite. Svi izmjenjivači tipa Sunny TriPower ne mogu propustiti zaostale DC struje u mrežu zbog njihovog dizajna CORE 1 time zadovoljava zahtjeve norme DIN VDE 0100-712 (IEC60364-7-712: 2002).

Na izmjenjivače se priključuje 6 neovisnih MPPT ulaza te je na svaki moguće priključiti po dva niza sunčane elektrane. Izmjenjivači se smještaju na pod pored ormara AC_SBE i ispod ormara DC_SBE, na način da se postavljaju u ravnini s podom (nema nagiba), te moraju biti na dovoljnoj udaljenosti kako od drugih izmjenjivača, ormara, tako i od ostalih zidova.



Priključno DC područje SMA TriPower CORE 1 izmjenjivača ima predviđena mjesta za spoj 12 nizova fotonaponskih. Na AC strani, postoji izlaz za petožilni kabel poprečnog presjeka vodiča od 35 mm² do 120 mm². Također, postoji mjesto za spoj dodatnog zaštitnog vodiča do najviše 30 mm²

1.5. ZAŠTITA OD MUNJE, PRENAPONA I NADSTRUJE

U sklopni blok AC_SBE ugrađuje se prenaponska zaštita klase C 20kA. U svrhu uzemljenja sunčane elektrane, svi nosivi aluminijski profile konstrukcije će se međusobno povezati preko metalnog krovišta građevine koje je adekvatno uzemljeno.

Zaštita od nadstruje bit će izvedena cilindričnim osiguračima gPV karakteristike 1000V/16A za DC strujne krugove, dok je zaštita izmjenične strane predviđena automatskim osiguračem tipa B. Također će se koristiti četveropolna RCD sklopka tipa A 100/0,3A.

1.6. ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA

Zaštita od električnog udara ostvaruje se primjenom sljedećih mjera :

- zaštitom od izravnog dodira
- zaštitom od neizravnog dodira

Zaštita od izravnog dodira ostvarena je kao zaštita dijelova pod naponom, izolacijom (tim se podrazumijeva svaki dodir s dijelovima pod naponom), zaštitnim pregradama ili pokrovima, koji sprječavaju namjerni i nenamjerni pristup do dijelova pod naponom.

Zaštita od neizravnog dodira izvedena je automatskim isklapanjem napajanja, koje ima, u slučaju kvara na instalaciji, zadaću spriječiti nastanak napona dodira takve vrijednosti i takvog trajanja, koji bi mogli izazvati opasnost u smislu štetnog fiziološkog djelovanja.

Opći principi zaštite od neizravnog dodira su:

- uzemljenje
- glavno i dodatno izjednačenje potencijala
- isključenje napajanja

1.6.1. Uzemljenje

Povezivanje metalnih masa elektrane, odnosno konstrukcije i fotonaponskih modula elektrane vrši se preko postojećeg temeljnog uzemljivača građevine.

1.6.2. Glavno izjednačenje potencijala

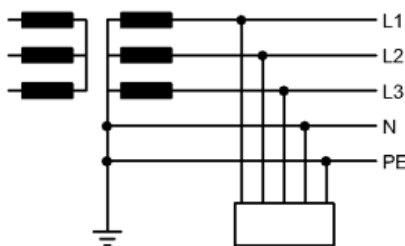
U svakoj građevini vodič za glavno izjednačenje potencijala mora međusobno povezati sljedeće provodne dijelove:

- glavni zaštitni vodič
- vodič PEN, ako je sustav TN i ako je dopušteni napon dodira 50V ili viši
- glavni zemljovod ili glavna stezaljka za uzemljenje
- cijevi i metalne konstrukcije unutar građevine
- metalne dijelove konstrukcije, centralnog grijanja
- sustav za klimatizaciju
- instalacije zaštite od munje

Metalni dijelovi koji izvana ulaze u građevinu moraju se povezati na glavno izjednačenje potencijala što bliže ulaznoj točki u građevinu. Da bi izjednačenje potencijala bilo djelotvorno potrebno je povezati aluminijske okvire FN modula međusobno preko aluminijskih nosača, te na temeljni uzemljivač.

1.6.3. Isključenje napajanja

Kao zaštitna mjera od udara električne struje predviđeno je automatsko isključenje napajanja (automatskim odnosno rastalnim osiguračima i zaštitnim sklopkama), predviđeni sustav razvoda je TN-S. TN-S sustav zahtijeva da sve dostupne metalne mase moraju biti spojene zaštitnim vodičem s uzemljenom točkom napojnog sustava. Kod TN-S sustava u cijeloj mreži zaštitni vodič (PE) je odvojen od neutralnog vodiča (N), što znači da pogonska struja ne teče kroz zaštitni vodič. Zaštitni uređaji i presjeci vodiča moraju se izabrati tako, da dođe do automatskog isključenja napajanja u trenutku koji odgovara navedenim vrijednostima u tablici 1, HRN N.B2.741, ako dođe do kvara odnosno do spoja zanemarivog otpora među faznim i zaštitnim vodičima odnosno dostupnim vodljivim dijelom u bilo kojoj točki instalacije.



TN-S sustav mreže

Osigurački elementi moraju biti izabrani tako da pri najvećem očekivanom naponu 400 V, 50 Hz, garantiraju isklopna vremena sukladno s HRN N.B2.741 i to:

- za neprijenosna trošila $t = 5 \text{ sek.}$
- za prijenosna trošila i priključnice $t = 0,4 \text{ sek.}$

- za eksplozivno ugrožena trošila

$t = 0,1 \text{ sek.}$

Smatra se, da je uvjet zadovoljen ako je: $Z_s \times I_a \leq U_0$ gdje je:

Z_s - impedancija strujnog kruga u kvaru (oštećenog strujnog kruga)

I_a - struja koja jamči automatsko isključenje zaštitnog uređaja

U_0 - nazivni napon prema zemlji

1.7. TEHNIČKI UVJETI ZA IZVEDBU

Električne instalacije trebaju se izvesti u svemu prema tehničkom opisu i grafičkoj dokumentaciji, odnosno prema važećim tehničkim propisima HRN (Hrvatskim normama) i Pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona.

Prije početka radova izvođač je dužan proučiti tehničku dokumentaciju te izvršiti poređenje dokumentacije sa stanjem i situacijom na objektu, pa ukoliko nađe da je neophodno izvršiti neke izmjene, zbog nastalih izmjena na građevini, treba konzultirati projektanta ili nadzornog inženjera, te instalacije izvesti prema stanju na gradilištu s tim što je investitor dužan priznati stvarne troškove u materijalu i radnoj snazi. Za svako odstupanje od projekta izvođač mora imati pismenu suglasnost projektanta ili nadzornog inženjera.

Sva ugrađena tehnologija i materijali moraju svojom kakvoćom i tehničkim značajkama odgovarati HRN-a te posjedovati ateste o ispitanoj kakvoći i značajkama. Materijal koji ne ispunjava te uvjete ne smije se koristiti. Isporuka kompletnog materijala i radovi (instalaterski, zidarski, monterski i ostali radovi koji su vezani sa izvođenjem građevine prema projektu) idu na teret izvođača radova.

Kod izvođenja radova treba voditi računa da bude što je moguće manje oštećenja na već izvedenim radovima i postrojenjima kao i postojećim konstrukcijama. Pored toga treba provesti punu koordinaciju poslova na građevini kako bi se izbjegle smetnje i zastoji u radu. Tijekom izvođenja instalacija izvođač je dužan sva nastala odstupanja od rješenja koja su dana projektom, unijeti u svoj primjerak projekta i grafički ih prikazati crvenom bojom (tušem).

Neutralni i posebni zaštitni vodiči ne smiju biti osigurani, uz to moraju činiti neprekidnu cjelinu u električnom i mehaničkom pogledu, da su istog presjeka kao i fazni vodiči, odnosno odgovarajućeg presjeka u smislu točke 3. HRN N.B2.754. Za izradu instalacije upotrijebiti kabele predviđene ovom dokumentacijom. U slučaju da se na tržištu ne mogu dobiti predviđeni kabele, može se koristiti i drugi tip kabela pod uvjetom da su istih ili boljih električnih, mehaničkih i izolacijskih značajki.

Spajanje i razdvajanje istosmjernih vodiča smije se vršiti samo pomoću posebnih konektora koji su opisani u dijelu Tehnologija. Izmjenični kabele se smiju spajati i razdvajati samo u razdjelnim kutijama pomoću stezaljki da bi se osigurao trajan i siguran kontakt-spoj. Prije presijecanja kabela, a nakon utvrđivanja mjesta polaganja i priključaka istih, izvođač je dužan na licu mjesta ustanoviti točne dužine kabela.

Sklopni blokovi moraju odgovarati svojim dimenzijama za propisan smještaj projektom predviđene opreme. Svi elementi postavljeni u unutrašnjosti i na prednjim pločama razdjelnog uređaja moraju biti pregledno razmješteni i prikladno označeni.

Instalacija se mora uskladiti sa propisima Instituta zaštite na radu i zaštite od požara, te prilikom izvođenja radova treba se pridržavati istih, a po gornjim propisima treba koristiti odgovarajuća sredstva.

Dužnost izvođača radova je da po završetku montaže izvrši funkcionalno ispitivanje izvedenih radova, te neispravnosti odmah otkloni. Prije samog tehničkog pregleda izvođač mora pribaviti sve ateste o kakvoći ugrađene opreme, kao i o rezultatima mjerenja i

ispitivanja otpora petlje, izjednačavanja potencijala metalnih masa te utjecaja elektrane na mrežu.

Mjerenje otpora izolacije treba vršiti prije upotrebe nove ili rekonstruirane instalacije, a vrši se između vodiča međusobno, kao i između vodiča i zemlje. Način mjerenja i dozvoljeni otpori izolacije dani su u članu 195. "Pravilnika o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona".

Otpor petlje mora zadovoljiti uvjet :

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Izjednačenje potencijala postiže se povezivanjem svih metalnih dijelova koji ne pripadaju električnoj instalaciji, na zaštitni vod ovisno o sustavu razvoda.

Instalacija se može predati investitoru po završenim svim radovima i nakon obavljenog probnog rada te tehničkog pregleda od strane nadležne komisije imenovane u tu svrhu od organa uprave. Prilikom pregleda elektro-energetskih instalacija i postrojenja treba utvrditi da su fazni vodiči i osigurači pravilno dimenzionirani, da zaštitni vodič ima propisan presjek i da je besprijekorno položen, da nema prekida i da je stručno priključen. Treba ustanoviti i da zaštitni vodič nije spojen sa vodičem pod naponom. Pregledom treba ustanoviti i da su neutralni i zaštitni vodiči propisno označeni po svojoj cijeloj dužini ili bar na svim priključnim i spojnim mjestima. Preuzimanje instalacije može biti tek poslije potpuno završenih radova i ispitivanja od strane mjerodavnih stručnjaka pomoću odgovarajućih mjernih instrumenata.

Izvođač je dužan voditi računa o već izvedenim radovima na objektu te ukoliko se nešto ošteti dužan je o svom trošku popraviti.

Električna instalacija pregledava se kad je isključena, a pregled obuhvaća provjeru prema članu 195. "Pravilnika o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ":

1. zaštite od električnog udara uključujući mjerenje razmaka kod zaštite zaprekama ili kućištima, pregradama ili postavljanjem opreme izvan dohvata ruke
2. zaštitnih mjera od širenja vatre i od toplinskih utjecaja vodiča prema trajno dopuštenim vrijednostima struje i dopuštenom padu napona
3. izbora i udešenosti zaštitnih uređaja za nadzor
4. ispravnost postavljanja odgovarajućih sklopnih uređaja u pogledu razdjelnog(rastavnog) razmaka
5. izbor opreme i zaštitnih mjera prema vanjskim utjecajima
6. raspoznavanje neutralnog i zaštitnog vodiča
7. postojanja shema, pločica s upozorenjem ili sličnih informacija
8. raspoznavanju strujnih krugova, osigurača, sklopki, stezaljki i druge opreme
9. spajanja vodiča
10. pristupačnost i raspoloživost prostora za rad i održavanje

Opća ispitivanja po članku 193., navedenog pravilnika moraju se izvesti ovim redom:

1. neprekinutost zaštitnog vodiča te glavnog i dodatnog vodiča za izjednačavanje potencijala
2. izolacijski otpor električne instalacije
3. zaštita električnim odvajanjem strujnih krugova
4. otpor poda i zidova
5. funkcionalnost

Ako se pri ispitivanju iskaže neusklađenost s odgovarajućim odredbama iz pravilnika, ispitivanja se moraju ponoviti nakon ispravljanja greške.

1.8. PROJEKTIRANI VIJEK UPOTREBE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Projektirani vijek uporabe građevine iznosi 30 godina. Za vrijeme trajanja građevine treba voditi računa o održavanju dijelova građevine. Elektrotehničke instalacije treba redovito pregledavati, najmanje jednom godišnje i u slučaju sumnje u ispravnost i trajnost instalacija (oštećenje izolacije, slab spoj u razdjelnim kutijama, iskrenja na spojevima itd.), zamijećeno odmah popraviti jer može bitna manjkavost na elektrotehničkim instalacijama može imati štetan utjecaj na trajnost dijelova građevine kao i građevine u cijelosti. Također kvar na elektrotehničkim instalacijama može dovesti do havarija i bitno smanjiti trajnost građevine. Vijek trajanja elektrotehničkih instalacija, uz dobro održavanje je 30 godina, nakon čega ih je potrebno zamijeniti novima.

1.9. UTJECAJ GRAĐEVINE NA OKOLIŠ

Građevina nema negativnih utjecaja na okoliš. Fotonaponski moduli ne zrače, nemaju pokretnih dijelova i ne stvaraju buku. Fotonaponski moduli bit će postavljeni tako da ne reflektiraju sunčevu svjetlost prema prometnicama.

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

IZRAČUNI

Osijek, listopad 2017.

2.1. BILANCA INSTALIRANOG POSTROJENJA

Predviđeno je da predmetna sunčana elektrana ima vršnu snagu na izlazu izmjenjivača $P_v = 150 \text{ kWp}$. Fotonaponski modul Luxor EcoLine P60/270 vršne je snage

$P_{FN} = 270 \text{ Wp}$. Za instalaciju predmetnog postrojenja ugrađuje se $n = 682$ fotonaponska modula.

Izmjenjivač **SMA TriPower CORE 1** ima instalirana 6 MPPT ulaza označenih s A,B,C,D,E,F te se na svaki od njih može priključiti po 2 niza fotonaponskih modula. Svaki ulaz je opremljen zasebnim MPPT što znači da ulazi nisu ovisni jedan o drugome.

Najveći dozvoljeni napon ulaza, $U_{max} = 1000 \text{ VDC}$, dok je najveća dozvoljena struja po ulazu, $I_{max} = 20 \text{ A}$. Kako je broj instaliranih FN modula $n = 682$, bit će ih potrebno rasporediti u **31 niz** s različitim brojem modula po nizu. Najveći napon koji generira nejanepovoljniji niz, onaj sa **23 serijski** spojenih FN modula iznosi:

$$U_{max} = n \cdot U_{oc}$$

Gdje je U_{oc} napon otvorenog kruga jednog FN modula, $U_{oc} = 38,87 \text{ V}$. Za zadani niz, $U_{max} = 894,01 \text{ V}$, iz čega je vidljivo da je niz veličine **23 FN modula** dozvoljeno priključiti na ulaz izmjenjivača. Najveća struja niza iznosi:

$$I_{max} = m \cdot I_{sc}$$

Gdje je I_{sc} struja kratkog spoja jednog FN modula, $I_{sc} = 8,74 \text{ A}$, dok je m broj paralelno spojenih nizova na ulaz A i B, $m = 2$. Za **1** niz, $I_{max} = 17,48 \text{ A}$, iz čega je vidljivo da je dozvoljeno priključiti planirane nizove FN modula na izmjenjivač.

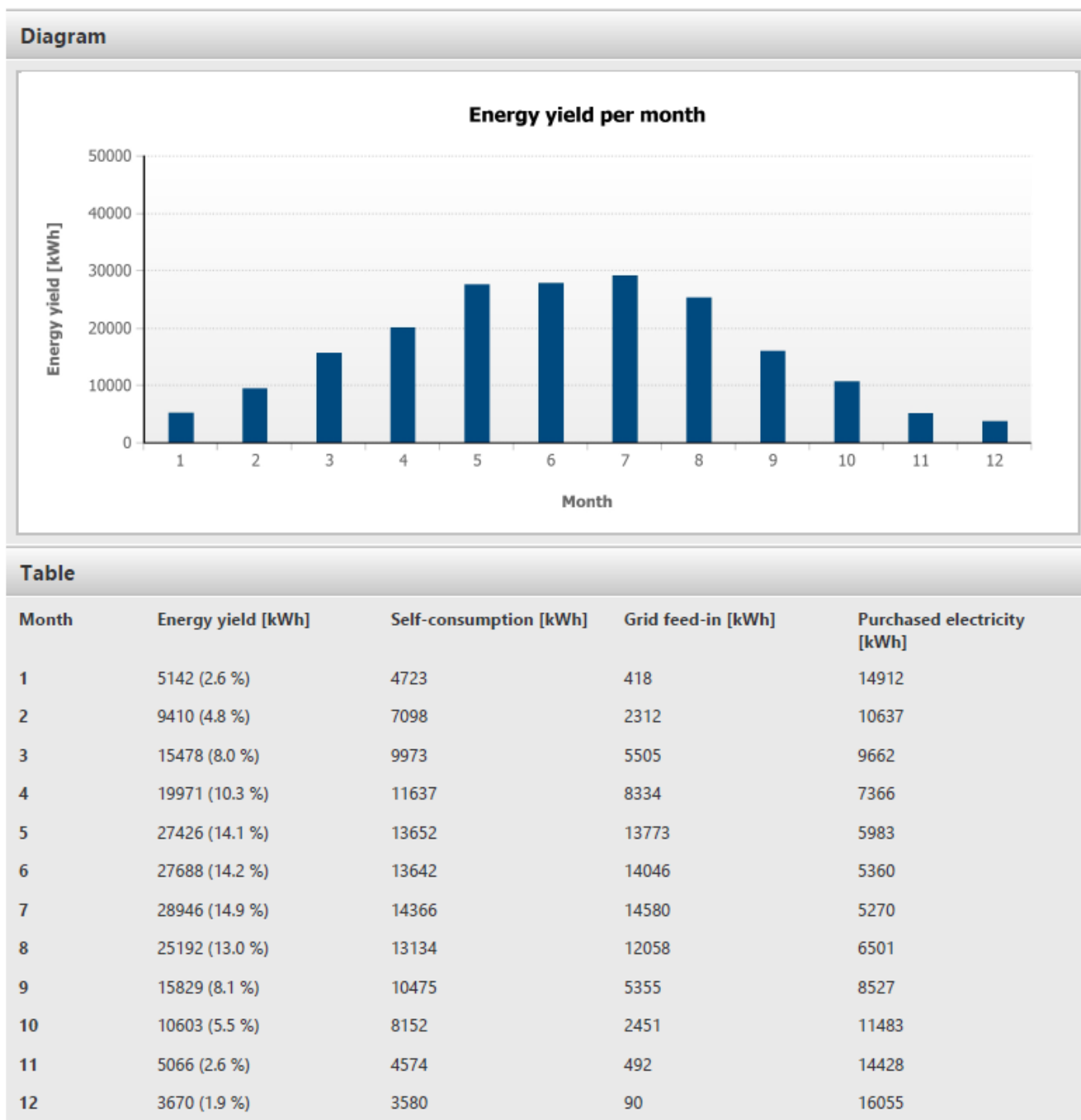
Vršna snaga FN polja	184,14 kWp
Vršna snaga na izlazu izmjenjivača	150 kWp
Broj FN modula	682
Broj izmjenjivača	3
Broj korištenih ulaza izmjenjivača	11,11,10
Broj nizova u FN polju	31
Broj FN modula po nizu	23,22,21,18
Najveći napon FN polja	894,01 V
Najveći dopušteni napon ulaza izmjenjivača	1000 V
Najveća struja kratkog spoja niza	17,48 A
Najveća dopuštena struja po ulazu	20 A

2.2. ENERGETSKA BILANCA ELEKTRANE

Energetska bilanca predstavlja način praćenja toka energije sunca i pretvorbe energije sunca u električnu energiju. Energetska bilanca elektrane radi se u programskom

paketu Sunny Web Design na temelju geografskih i metereoloških podataka lokacije gdje će se nalaziti postrojenje.

Simulacijom je proračunato da će sunčana elektrana SE FOTOVOLTAIKA 2 proizvesti godišnje oko 194 MWh električne energije.



2.3. OPIS POSTOJEĆEG STANJA I IZRAČUN ENERGETSKIH UŠTEDA I SMANJENJE EMISIJE CO2

Poduzeće A.M.S. - BIOMASA d.o.o. je drveno industrijsko poduzeće koje se bavi proizvodnjom ogrjevnog drveta i drvne sječke. Projektna cjelina u Virovitici je izgrađena 2011. godine na parceli od 15.743m² od čega objekti projektne cjeline zauzimaju površinu od 4.729,39m².

Objekt	Bruto površina (m ²)
Upravna zgrada	248,31
Nadstrešnica 1	1.324,59
Nadstrešnica 2	577,60
Nadstrešnica 3	482,89
Pomoćni (kružni objekt) 1	24,00
Pomoćni (kružni objekt) 2	24,00
UKUPNO:	4.729,39

Predmetna fotonaponska elektrana će se nalaziti na objektima Nadstrešnica 2 i 3, ali će ista napajati sve električne potrošače u svim objektima.



Nadstrešnica 1 naslonjena na pomoćnu zgradu



Nadstrešnica 2



Nadstrešnica 3



Pomoćne kružne građevina I (skladište) i II (glavna razdjelnica)

Količina isporučene energije prije provedbe mjera na projektnoj cjelini:

Godina/mjesec	Viša tarifa RVT (kWh)	Niža tarifa RNT (kWh)	UKUPNO RVT+RNT (kWh)	Obračunata angažirana snaga (kW)
2015/01	9.898	1.525	11.423	68,00
2015/02	9.702	1.469	11.171	68,00
2015/03	11.017	1.568	12.585	65,00
2015/04	11.705	2.093	13.798	73,00
2015/05	12.712	1.904	14.616	76,00
2015/06	11.791	2.429	14.220	77,00
2015/07	14.622	3.894	18.516	85,00

2015/08	12.222	2.594	14.816	81,00
2015/09	14.848	3.556	18.404	84,00
2015/10	12.757	2.162	14.919	76,00
2015/11	13.107	1.926	15.033	76,00
2015/12	9.456	1.764	11.220	78,00
2016/01	10.784	1.801	12.585	71,00
2016/02	13.525	1.907	15.432	75,00
2016/03	13.646	2.320	15.966	81,00
2016/04	12.522	3.239	15.761	83,00
2016/05	11.006	4.103	15.109	79,00
2016/06	9.781	3.988	13.769	80,00
2016/07	10.345	3.955	14.300	77,00
2016/08	13.519	3.727	17.246	82,00
2016/09	10.433	4.092	14.525	81,00
2016/10	14.818	4.472	19.290	85,00
2016/11	11.669	3.893	15.562	78,00
2016/12	13.604	3.007	16.611	93,00
2017/01	13.640	1.856	15.496	79,00
2017/02	13.588	3.694	17.282	85,00
2017/03	14.351	4.477	18.828	80,00
2017/04	12.570	4.027	16.597	84,00
2017/05	15.365	4.810	20.175	90,00
2017/06	13.543	4.673	18.216	91,00
2017/07	14.903	3.398	18.301	89,00
2017/08	14.152	4.970	19.122	89,00
2017/09	16.258	5.564	21.822	97,00
2017/10	17.708	5.648	23.356	102,00
2017/11	18.145	3.832	21.977	97,00
2017/12	15.365	4.810	20.175	90,00
UKUPNO:	469.077,00	119.147,00	588.224	102,00

Kao referentna godina određena 2017. godina, budući su u istoj nabavljeni novi strojevi te se potrošnja električne energije znatno povećala u odnosu na 2015. i 2016. godinu.

Energent	Isporučena energije (Edel)				Referentna emisija CO ₂
	2015	2016	2017	Referentna potrošnja (kWh)	
Električna energija	170.721	186.156	231.347	231.347	54,323 t

Izračun uštede nakon implemetnacije fotonaponske elektrane:

Ukupna investicija (HRK):	1.400.000,00
Prihvatljivi troškovi investicije (HRK):	1.400.000,00
Intenzitet potpore (%):	70
Iznos potpore (HRK)	980.000,00

Isporučena energija prije zahvata EnU (postojeće stanje) (kWh/god):	231.347,00
Proračunata isporučena energija nakon zahvata EnU (novo stanje) (kWh/god):	37.347,00
Ušteda energije (kWh/god):	194.000,00
Ušteda energije (%):	83,86
Omjer ostvarene godišnje uštede isporučene energije (kWh) i prihvatljivih troškova projekta po mjeri EnU (HRK):	0,13857143
Faktori primarne energije i emisija CO ₂ (kgCO ₂ /kWh):	0,23481
Smanjenje emisija CO ₂ * (t/god):	45,55314

2.4. IZBOR ELEKTRIČNOG RAZVODA I IZBOR PRESJEKA VODIČA

Izbor električnog razvoda vrši se na temelju vanjskih utjecaja, načina uporabe električnih instalacija i uređaja te o konstruktivnim značajkama građevine (HRN N.B2.730 i HRN N.B2.751).

Izračun i izbor električnih vodiča vrši se iz poznatih električnih veličina.

Tijek izračuna je sljedeći:

Instalirana snaga	P_i (kW)
Faktor istovremenosti	f_i (procjenjuje se)
Faktor snage	$\cos\varphi$
Napon	U (V)
Dužina	l (m)
Vodljivost	χ (S/m)

Računa se:

$$P_v = P_i \cdot f_i \text{ (kW)}$$

Uz instaliranu snagu $P_i = 150 \text{ kW}$, faktor istovremenosti $f_i=1$, dobiva se vršna snaga $P_v = 150 \text{ kW}$. Računa se najveća struja izmjeničnog kruga:

$$I = \frac{P_v}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \text{ (A)}$$

Uz $\cos\varphi = 1$, izlazna izmjenična struja iznosi $I = 216,51 \text{ A}$.

Korigirana struja $I_k = F_g \cdot k_{TH} \cdot I \text{ (A)}$, te uz očitane vrijednosti $F_g = k_{TH} = 1$, korigirana struja iznosi $I_k = 216,51 \text{ A}$, gdje je:

F_g – korekcijski broj za grupno polaganje kabela (tablice)

k_{TH} – korekcijski faktor ovisan o temperaturi okoline (tablice)

Odabire se nazivna struja osigurača prema struji I , s tim što mora biti zadovoljen uvjet:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \text{ (HRN N.B2.743)}$$

gdje je:

I_B – Struja za koju je strujni krug projektiran

I_n – Nazivna struja zaštitnog uređaja

I_z – Trajno podnosiva struja vodiča

Prema tipu električnog razvoda i korigiranoj struji, odabire se presjek izmjeničnog vodiča S (mm²). Tablično se odabire najpovoljniji presjek bakrenog vodiča:

Presjek (mm ²)	Struja Cu (A)	Osigurač Cu (A)	Struja Al (A)	Osigurač Al (A)
0,75	12	6	-	-
1	15	10	-	-
1,5	18	10	-	-
2,5	26	20	20	16
4	34	25	27	20
6	44	35	35	25
10	61	50	48	35
16	82	63	64	50
25	108	80	85	63
35	135	100	105	80
50	168	125	132	100
70	207	160	163	125
95	250	200	197	160
120	292	250	230	200
150	335	250	263	200
185	382	315	301	250
240	453	400	357	315
300	504	400	409	315

Prema duljini kabla i vršnoj struji stringa potvrđuje se da presjek istosmjernog kabla sunčane elektrane S_m (mm²) odgovara projektiranom postrojenju, te pad napona neće biti veći od 1% U_{mpp} :

$$S_m = \frac{2 \cdot l_m \cdot I_{st}}{1\% \cdot U_{mpp} \cdot k}$$

Struja stringa I_{st} je jednaka struji I_{mpp} pojedinog fotonaponskog modula u stringu i iznosi $I_{mpp} = I_{st} = 8,50$ A. Duljina kabla za najnepovoljnije postavljeni string u odnosu na izmjenjivač iznosi $l_m = 100$ m. U_{mpp} jednog fotonaponskog modula iznosi **31,80 V**, tada U_{mpp} stringa od **23 FN modula** iznosi $U_{mpp} = 731,4$ V. Faktor vodljivosti k iznosi 56 za bakar, te 34 za aluminij. Kako su projektirani bakreni istosmjerni vodiči, uzima se $k = 56$.

Dobiva se presjek istosmjernog kabela $S_m = 4,15$ mm². Projektirani presjek vodiča od **6 mm²** zadovoljava potrebe projektirane elektrane.

Računa se pad napona vodova izmjeničnog sustava sunčane elektrane:

$$u = \frac{100 \cdot P_v \cdot l}{\chi \cdot S \cdot U^2} \%$$

Gdje je P_v vršna snaga sustava, l duljina vodiča za najnepovoljniji strujni krug, χ vodljivost (56 za bakar, 37 za aluminij), S je presjek izmjeničnog vodiča u najnepovoljnijem strujnom krugu, a U je linijski napon $U=400$ V. Za najnepovoljniji strujni krug dobije se pad napona $u = 1,18$ %. Pad napona je u skladu sa članom 20. Pravilnika o tehničkim

normativima za električne instalacije niskog napona. Potrebno je izvršiti provjeru presjeka vodiča na djelovanje kratkog spoja (HRN N.B2.743) prema relaciji:

$$\sqrt{t} = \frac{k \cdot S}{I}$$

gdje je:

t – vrijeme trajanja kratkog spoja

S – presjek vodiča

I – efektivna vrijednost struje kratkog spoja

k – faktor ovisan o materijalu vodiča i izolacije (za Cu sa PVC k = 115)

Vrijeme trajanja kratkog spoja t mora biti u skladu s odredbama propisanim normom HRN N.B2.741.

2.5. IZRAČUN ELEKTRIČNE ZAŠTITE

Kao zaštitna mjera od previsokog napona dodira u TN sustavima koristi se glavno izjednačenje potencijala, te isklapanje u slučaju greške. Karakteristika zaštitnog uređaja i impedancija petlje kvara odabiru se tako da u slučaju kratkog spoja faznog i zaštitnog vodiča ili mase na nekom mjestu u instalaciji, nastupi učinkovito automatsko isključenje energetskog napajanja u određenom vremenskom intervalu. To će biti osigurano ako struja djelovanja uređaja za isključenje (I_a) u određenom vremenu, impedancija petlje kvara (Z_s) i nazivni napon prema zemlji (U_0) zadovoljavaju slijedeći uvjet:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Petlju kvara čine izvor, vodiči pod naponom do mjesta kvara i zaštitni vodič od mjesta kvara do izvora. Dozvoljeno vrijeme isključenja za razne nazivne napone definirano je normom N.B2.741, a prikazano u slijedećoj tablici:

U0 (V)	120	220 (230)	380 (400)	> 400
t (s)	0,8	0,4	0,2	0,1

Najduže dozvoljeno vrijeme isklapanja vrijedi za krajnje strujne krugove:

- Priključnice;
- Strujne krugove koji se napajaju direktno bez priključnica, ručne aparate klase I ili prenosive aparate koji se pomiču rukom prilikom uporabe.

Duže vrijeme isklapanja koje ne prelazi 5 s dozvoljava se za:

- Napojne strujne krugove;
- Krajnje strujne krugove koji napajaju samo neprenosivu opremu, kada su priključeni na razvodnu ploču, na koju su vezani strujni krugovi, za koje se zahtijevaju vremena isklapanja prema tablici, pod uvjetom da postoji lokalno izjednačenje potencijala u toj razvodnoj ploči, koja sadrži iste tipove stranih vodljivih dijelova kao glavno izjednačenje potencijala.

Impedancija petlje kvara računa se prema slijedećem izrazu:

$$Z_s = \frac{2 \cdot l}{k \cdot S} (\Omega)$$

Gdje je Z_s impedancija petlje kvara, l je duljina vodiča najnepovoljnijeg strujnog kruga, S presjek vodiča najnepovoljnijeg strujnog kruga, dok je k faktor vodljivosti koji iznosi

$k = 56$ za bakar i $k = 37$ za aluminij. Za primjer je uzeta konfiguracija petlje kvara za najnepovoljniji strujni krug broj, a petlja kvara izgleda ovako:

$$\begin{array}{ccc} AC_SBE & \rightarrow & GRO \\ l = 70\text{ m}, S = 150\text{ mm}^2 \end{array}$$

Iznos impedancije petlje kvara za najnepovoljniji strujni krug iznosi $Z_s = 0,025\ \Omega$. Za dozvoljeno vrijeme prorade $t = 0,4\text{ s}$ iz krivulja prorade sklopke **50 A**, očitava se struja prorade $8xI_n$, odnosno $I_a = 400\text{ A}$ pa vrijedi slijedeći izraz:

$$Z_s \cdot I_a = 0,025 \cdot 400 = 10\text{ V} \leq U_0$$

Na osnovu ovog proračuna zaključuje se da je zaštita od indirektnog dodira efikasno izvedena.

2.6. IZRAČUN DC OSIGURAČA

Na ulazu u izmjenjivač sunčane elektrane potrebno je postaviti DC osigurače dimenzionirane prema zahtjevima specifikacija fotonaponskih modula.

$$\begin{array}{ll} U_{mpp} = 31,80\text{ V} & U_{oc} = 38,87\text{ V} \\ I_{mpp} = 8,50\text{ A} & I_{sc} = 8,74\text{ A} \\ \text{Temp.koef. } U_{oc} = -0,32\text{ \%/}^\circ\text{C} & \\ \text{Temp.koef. } I_{sc} = 0,05\text{ \%/}^\circ\text{C} & \\ \text{Temp.koef. } P_{max} = -0,45\text{ \%/}^\circ\text{C} & \\ \Delta u = 45^\circ \text{ pri NOCT } (800\text{ W/m}^2; +20^\circ\text{C}), & \\ \text{Stringovi } N = 31 & \text{Moduli/stringu } M = 23,22,21,18 \\ \text{MPP napon najnepovoljnijeg stringa } U_{stringa} = 731,4\text{ V} & \\ \text{Napon otvorenog kruga stringa } U_{oc_stringa} = 894,01\text{ V} & \end{array}$$

$$\begin{array}{l} U_p \geq U_{oc_stringa} \cdot (1 + (\Delta\vartheta \cdot \text{tepm.koef. } U_{oc})) \\ U_p \geq 891,14\text{ V} \end{array}$$

Potreban je osigurač nazivnog napona najmanje **1000 V**.

Mora biti zadovoljen uvjet $I_N > I_{sc}$
 Pretpostavka ($I_n = 15\text{ A}$)

$$I_{N_red} = I_n' \cdot K_{TH} \cdot A_z \cdot K_{ZS} = 11,34\text{ A}$$

Gdje je K_{TH} koeficijent umanjenja zbog utjecaja okoline $K_{TH} = 0,84$, A_z je koeficijent promjenjivosti opterećenja $A_z = 0,9$, te $K_{ZS} = 1$ i predstavlja koeficijent zbog grupnog rada.

$$\begin{array}{l} I_{sc}' = I_{sc} \cdot (1 + (\Delta\vartheta \cdot \text{tepm.koef. } I_{sc})) = 8,74\text{ A} \\ I_{sc} = 1,2 \cdot I_{sc}' = 10,49\text{ A} \\ 11,34 > 10,49 \end{array}$$

Potreban je osigurač nazivne struje najmanje **15 A**.

2.7. PROCJENA RIZIKA UDARA MUNJE

Procjena rizika udara munje u građevinu odrađena je softverskim programom IEC Risk Assessment Calculator v 1.0.3., koji proračun rizika udara munje procjenjuje prema normativnim vrijednostima iz norme IEC 62305-2.

Za ulazne parametre dimenzija predmetne građevine i s grafikona iščitanih 30 grmljavinskih dana dobivaju se sljedeći rezultati:

Ad - sabirna površina za udare munje u usamljenu građevinu = $45\,239\text{ m}^2$

Nd - broj opasnih događaja uslijed udara munje u građevinu = 0,136 udar/godišnje

Am - površina utjecaja za udare munja pokraj građevine = $247\,950\text{ m}^2$

Nm - broj opasnih događaja uslijed udara munja pokraj građevine = 0,608 udar/godišnje

Ac1 - sabirna površina za udare munja u opskrbni nadzemni vod = $34\,704\text{ m}^2$

NL1 - broj opasnih događaja uslijed udara munja u opskrbni nadzemni vod = 0,104 udar/godišnje

AI1 - sabirna površina za udare munja pokraj opskrbnog nadzemnog voda = sva površina

NI1 - broj opasnih događaja uslijed udara munja pokraj opskrbnog voda = 0,3 udar/godišnje

Ac2 - sabirna površina za udare munja u opskrbni podzemni vod = $21\,556\text{ m}^2$

NI2 - broj opasnih događaja uslijed udara munja u opskrbni podzemni vod = 0,065 udar/godišnje

AI2 - sabirna površina za udare munja pokraj opskrbnog podzemnog voda = $559\,017\text{ m}^2$

NI2 - broj opasnih događaja uslijed udara munja pokraj opskrbnog voda = 0,168 udar/godišnje

Rizik gubitka ljudskog života:

Sastavnice rizika gubitka ljudskog života:

RA1 - povreda živih bića = $1,36 \cdot 10^{-7}$

RB1 - fizičke štete na građevini = $2,71 \cdot 10^{-6}$

RU1 - za udare u opskrbni vod - povrede živih bića = $1,94 \cdot 10^{-9}$

RV1 - za udare u opskrbni vod - štete na građevini = $1,94 \cdot 10^{-7}$

Prihvatljivi rizik $R_t = 1 \cdot 10^{-5}$

Rizik od direktnog udara munje u građevinu $R_d = 1,49 \cdot 10^{-6}$

Rizik od indirektnog udara munje u građevinu $R_i = 1,96 \cdot 10^{-7}$

Ukupni rizik gubitka ljudskog života **$R = 1,69 \cdot 10^{-6}$**

Zaključak: Ukupni rizik gubitka ljudskog života manji je od prihvatljivog rizika te je LPS klase III prihvatljiv.

Gubitak javne opskrbe:

Prihvatljivi rizik $R_t = 1 \cdot 10^{-3}$

Rizik od direktnog udara munje u građevinu $R_d = 0,00$

Rizik od indirektnog udara munje u građevinu $R_i = 0,00$

Ukupni rizik gubitka javne opskrbe **R = 0,00**

Zaključak: Rizik gubitka javne opskrbe u ovom slučaju ne postoji.

Gubitak kulturnog nasljeđa:

Prihvatljivi rizik $R_t = 1 \cdot 10^{-3}$

Rizik od direktnog udara munje u građevinu $R_d = 0,00$

Rizik od indirektnog udara munje u građevinu $R_i = 0,00$

Ukupni rizik gubitka kulturnog nasljeđa **R = 0,00**

Zaključak: Rizik gubitka kulturnog nasljeđa u ovom slučaju ne postoji.

Rizik gubitka gospodarskih vrijednosti:

Sastavnice rizika gubitka gospodarskih vrijednosti:

RB4 - fizičke štete na građevini = $1,36 \cdot 10^{-5}$

RC4 - kvarovi unutarnjih sustava - udari u građevinu = $4,07 \cdot 10^{-5}$

RM4 - kvarovi unutarnjih sustava - udari pored građevine = $6,08 \cdot 10^{-5}$

RV4 - za udare u opskrbeni vod - štete na građevini = $1,94 \cdot 10^{-6}$

RW4 - za udare u priključni opskrbeni vod - kvarovi unutarnjih sustava = $1,94 \cdot 10^{-5}$

RZ4 - za udare pored priključnog opskrbnog voda - kvarovi unutarnjih sustava = $2,06 \cdot 10^{-5}$

Prihvatljivi rizik $R_t = 1 \cdot 10^{-3}$

Rizik od direktnog udara munje u građevinu $R_d = 5,43 \cdot 10^{-5}$

Rizik od indirektnog udara munje u građevinu $R_i = 1,03 \cdot 10^{-4}$

Ukupni rizik gubitka ljudskog života **R = $1,57 \cdot 10^{-4}$**

Zaključak: Ukupni rizik gubitka gospodarskih vrijednosti manji je od prihvatljivog rizika te je LPS klase III prihvatljiv.

PROJEKTANT:

Mario Kresonja. dipl.ing.el.

PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA

Osijek, listopad 2017.

3.1. OPĆENITO

Električna oprema predviđena za ugradnju u građevini odabrana je i postavljena u ovisnosti o vanjskim utjecajima, odnosno u skladu sa normom HRN N.B2.751. Električna oprema predviđena za ugradnju u građevini odabrana je i postavljena u skladu sa uvjetima zaštite od toplinskog djelovanja, norma HRN N.B2.742. Svi kabeli i vodovi dimenzionirani su na nominalno vršno opterećenje u normalnom pogonu i u slučaju kratkog spoja. Sve instalacije i uređaji u sklopu instalacije odabrani su i izvedeni tako da odgovaraju mjestu ugradnje, namjeni i stupnju ugroženosti od vanjskih faktora. U instalaciji je izvedena zaštita od indirektnog dodira, primjenom automatskog isklapanja strujnog kruga. Predviđen je TN-S sistem, koji kroz cijelu instalaciju vodi odvojeni zaštitni PE vodič. Sama zaštita predviđena je rastalnim (DC strana) i automatskim (AC strana) osiguračima odgovarajuće nazivne struje i presjeku vodova pojedinih strujnih krugova, odnosno njihovoj trajno

dopuštenoj struji (HRN N B2.752). Presjeci vodova dimenzionirani su prema vršnim snagama, a kontrolirani su na dozvoljeni pad napona.

Požarne opasnosti zbog električnih instalacija nastaju: nepravilnim izborom opreme, preopterećenjem, kratkim spojem. Prilikom izgradnje sunčane elektrane bit će korišteni negorivi materijali (čelik, aluminij, staklo...), čime će se osigurati mjera zaštite od požara i toplinske zaštite elektrane. Fotonaponska elektrana je sustav koji ne sadrži pokretne dijelove, ne zrači, za njen rad nije potreban nikakav medij (ulje), te je radna temperatura FN ćelije do najviše +80°C. Oprema i električni vodovi odabrani su u skladu s uvjetima ugradnje, a pravilnim dimenzioniranjem je osigurano korištenje opreme u okviru nazivnih, odnosno dopuštenih vrijednosti. Zaštita od kratkog spoja i preopterećenja osigurana je automatskim osiguračima i ondje gdje je potrebno strujnim zaštitnim sklopovima.

3.2. PRIMJENJENI ZAKONI, PRAVILNICI, NORME I PROPISI

- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10);
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN br. 108/95, 56/10);
- Pravilnik o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN br. 123/05);
- Pravilnik o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama (NN br. 34/10);
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN br. 146/05);
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN br. 87/08, 33/10);
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl. List br. 53/88);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl. List br. 62/73);
- Zakon o normizaciji (NN br. 80/13);
- Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13);
- Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17);
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12);
- Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije (Sl. list br. 32/70, NN br. 53/91);
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima (NN br. 29/05);
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 05/10);
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN br. 30/09);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica (Sl. List br. 13/78, 37/95);
- HRN N.A0.826 Električne instalacije zgrada. Termini i definicije;
- HRN N.A5.070 Stupnjevi zaštite električne opreme ostvarene pomoću zaštitnih kućišta;
- HRN N.A9.001 Klasifikacija elektronskih i električnih uređaja s obzirom na zaštitu od električnog udara;
- HRN N.B2.730 Električne instalacije u zgradama. Opće karakteristike i klasifikacija;
- HRN N.B2.741 Električne instalacije u zgradama. Zaštita od električnog udara;
- HRN N.B2.742 Električne instalacije zgrada. Zaštita od toplinskog učinka;

-
- HRN N.B2.743 Električne instalacije u zgradama. Nadstrujna zaštita;
 - HRN N.B2.752 Električni razvod. Trajno dozvoljene struje;
 - HRN N.B2.754 Električne instalacije u zgradama. Uzemljenje i zaštitni vodiči;
 - HRN N.C0.006 Elektroenergetika. Označavanje izoliranih vodiča i kabela;
 - HRN N.C0.010 Elektroenergetika. Boje za označavanje i sustavi označavanja žila kabela i izoliranih vodiča za napone do 1000V;
 - HRN EN 60529 2000 Stupnjevi zaštite osigurani kućištima (IP code);

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

PROGRAM KONTORLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

Osijek, listopad 2017.

4.1. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Sve električne instalacije moraju se tijekom postavljanja, ili kada je postavljena, ali prije predaje na korištenje, pregledati i ispitati. Prilikom provjere i ispitivanja električne instalacije, moraju se poduzeti mjere zaštite za sigurnost osoba i zaštite električne i druge opreme odoštećenja i uništenja. Ako se električna instalacija mijenja, potrebno je izvršiti provjeru i ispitivanje nove električne instalacije kako bi se utvrdilo da je izmijenjena električna instalacija u skladu sa propisima.

Prilikom pregleda električne instalacije, treba obratiti pažnju na:

- Zaštitu od električnog udara, uključujući mjerenje razmaka kod zaštite preprekama ili kućištima, pregradama ili postavljanjem opreme izvan dohvata ruku;
- Mjere zaštite od širenja vatre i zaštita od termičkih utjecaja na vodič prema trajno dozvoljenim vrijednostima struje i dozvoljenom padu napona;

- Izbor i postavke zaštitnih uređaja za nadzor;
- Ispravnost postavljanja odgovarajućih rasklopnih uređaja glede rastavnog razmaka;
- Izbor opreme i mjere zaštite prema vanjskim utjecajima;
- Opremljenost razvodnih uređaja i ormara jednopolnim i strujnim shemama, tablicama s upozorenjima, oznakama uređaja i sličnim informacijama;
- Spajanje kabela i vodiča;
- Pristupačnost i raspoloživost prostora za rad i održavanje;
- Urednost glavnih energetske prostorijske i kabelaških kanala, odnosno vertikala;

4.2. ATESTI MJERENJA I ISPITIVANJA

Dokumenti koje je potrebno priložiti uz zahtjev za tehnički pregled i uporabnu dozvolu:

- ✓ Projekt izvedenog stanja;
- ✓ Atesti ugrađene opreme i kabela;
- ✓ Atesti o izvršenom mjerenju otpora izolacije;
- ✓ Atesti o izvršenoj kontroli efikasnosti zaštite od dodirnog napona;
- ✓ Atesti o mjerenju otpora uzemljenja;
- ✓ Atesti o izvršenom funkcionalnom ispitivanju;
- ✓ Prilikom izvođenja radova potrebno je uredno voditi dnevnik montaže, u koji se prilaže atestna dokumentacija ugrađenog materijala i opreme;

4.3. OSIGURANJE KVALITETE ELEKTRIČNE INSTALACIJE U TIJEKU EKSPLOATACIJE GRAĐEVINE

Najmanje dva puta godišnje izvršiti funkcionalno ispitivanje cijele instalacije, te izvršiti popravak ili zamjenu neispravnih dijelova ili uređaja. U cilju provjere kvalitete izvedenih elektrotehničkih instalacija, potrebno je provesti slijedeća ispitivanja i mjerenja:

- Neprekidnost zaštitnog vodiča, glavnog i dodatnog voda za izjednačavanje potencijala;
- Otpornost izolacije električne instalacije;
- Zaštita električnim odvajanjem strujnih krugova;
- Otpornost podova i zidova;
- Mjerenje otpora uzemljenja;
- Funkcionalnost;

Električna otpornost izolacije električne instalacije mora se mjeriti:

- Između vodiča pod naponom uzimajući dva po dva;
- Između svakog vodiča pod naponom i zemlje;

Električna otpornost izolacije mjeri se naponima koji nisu manji od vrijednosti danih u tablici broj 3 Pravilnika o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl.br. 53/88) i zadovoljava ako svaki strujni krug bez priključene opreme ima vrijednost koja nije manja od vrijednosti danih u tablici 3. Mjerenje se vrši istosmjernom strujom. Prilikom ispitivanja instalacije otpor izolacije faznog i nultog vodiča mora iznositi najmanje 220kΩ, otpor između faznih vodiča najmanje 380kΩ, kod uključenih prekidača i svjetiljki u koje nisu postavljene žarulje. Sklopni blokovi (razdjelnici, komandne ploče i sl.) moraju se funkcionalno ispitati. Kod zaštitnih uređaja provjerava se ispravnost, pravilnost postavljanja

i podešenost. Ako se kod ispitivanja pojave greške i sl., ispitivanja se moraju ponoviti poslije ispravljanja greške.

4.4. NORME I PROPISI KOJIM SE DOKAZUJE KVALITETA UGRAĐENIH PROIZVODA I OPREME GLEDE ZAŠTITE OD POŽARA

Kvaliteta ugrađenih proizvoda elektroinstalacije glede zaštite od požara temelji se na ispravama proizvođača kojima dokazuju da su njihovi proizvodi izrađeni u skladu sa slijedećim propisima i pravilnicima:

- Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13);
- Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17);
- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12);
- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10);
- Zakon o normizaciji (NN br. 80/13);
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (NN br. 55/96, 163/03 i Sl.l. br. 53/88);
- Tehnički propisi za niskonaponske električne instalacije (NN br. 05/10);
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN br. 9/87);
- Pravilnik za električne instalacije u zgradama (NN br. 68/88);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (NN br. 55/96 i Sl.l. br. 62/73);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica (Sl. list br. 13/78);
- Zaštita od električnog udara (HRN.N.B2.741);
- Trajno dozvoljene struje (HRN.N.B2.752);
- Standard o projektiranu sigurnosnih puteva i izlaza NFPA 101 (2009);

Izvođač radova je dužan pribaviti ateste, odnosno certifikate proizvođača za slijedeće izrađene i ugrađene dijelove elektroinstalacija: termoplastične izolacijske cijevi, kabele, priključnice, prekidače i rasvjetna tijela, razdjelnike. Nakon kompletne izvedbe svih instalacija, a prije tehničkog prijema građevine, potrebno je izvršiti pregled i ispitivanje izvedenih instalacija i o tome izdati potrebnu atestnu dokumentaciju, a koja mora sadržavati slijedeće:

- Vizualni pregled izvedene instalacije (HRN N.B2.751);
- Mjerenje otpora izolacije glavnog razdjela između pojedinih faza, te faza pojedinačno i zemlje (HRN N.C0.036);
- Kontrolu električne instalacije od indirektnog napona dodira (HRN N.B2.763);
- Kontrolu galvanske povezanosti metalnih masa i neprekinutost zaštitnog vodiča mjerenjem otpora (HRN N.B2.754);

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZAŠTITE OKOLIŠA

Osijek, listopad 2017.

5.1. ZAŠTITA OKOLIŠA

Sukladno Zakonu o prostornom uređenju (NN RH 153/13) i Zakonu o gradnji (NN RH 153/13, 20/17) predlažemo sanaciju okoliša gradilišta.

Projektom su predviđene mjere kojima se provodi sanacija okoliša gradilišta, u cilju ekoloških i ostalih uvjeta zaštite čovjekove okoline. Građevina ima namjenu koja nema štetnih utjecaja na okolinu, niti svojim položajem ugrožava okoliš. Namjena građevine je proizvodnja električne energije iz energije sunca. Projektirana tehnologija i korišteni materijali pri izvođenju elektrane, osiguravaju potrebne karakteristike građevine, što je ujedno i garancija funkcionalnosti iste. Svi materijali koji se ugrađuju u građevinu moraju imati certifikate o kvaliteti.

Nakon završetka radova, a radi dovođenja okoliša građevine u prvobitno stanje, potrebno je izvršiti sanaciju gradilišta. To se odnosi na površine koje su korištene za privremeno odvijanje prometa i odlaganje materijala, a van su obuhvata po ovom projektu,

te na okoliš čestice na kojoj se gradi građevina. Predmetna građevina ne zahtijeva nikakvu posebnu sanaciju okoliša. Sav otpadni materijal treba sukcesivno odvoziti sa gradilišnog deponija kako ne bi smetao.

Višak materijala, izvođač radova mora ukloniti s gradilišta, a sav otpadni materijal koji će nastati tijekom pripreme i izvođenja radova na instalacijama, a odnosi se na komade kabela, dijelove pocinčane trake, komade cijevi itd., izvođač radova dužan je odvesti na za to predviđenu deponiju otpada.

Eventualne štete na postojećim objektima za koje je izvođač znao ili morao znati da postoje, sanirati će izvođač bez posebne naknade. Izvođač je dužan pravovremeno obavijestiti investitora u slučaju bilo kakvih imovinsko-pravnih problema na gradilištu. Eventualne štete izvan zone građenja moraju se sanirati u dogovoru sa vlasnikom zemljišta.

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

ELABORAT O ZAŠTITI NA RADU

Osijek, listopad 2017.

6.1. OPĆENITO

Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12), osnovni je akt o provođenju mjera zaštite na radu, a na temelju Pravilnika o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN br. 9/87). Ova pravila će se obvezno primjenjivati pri radu na predmetnoj građevini, a radi zaštite života i zdravlja osoba koje se nalaze ili koje rade na građevini i radi sprječavanja nezgoda pri radu te oštećenja građevine, do čega može doći zbog nepoznavanja ili podcjenjivanja opasnosti. Sve osobe koje rade na izgradnji ili održavanju predmetne građevine obvezne su pridržavati se ovih pravila.

Radove na električnim instalacijama dijelimo na radove za vrijeme gradnje i radove pri korištenju istih. Obzirom na specifičnost radova kod izgradnje električnih instalacija izvođač mora biti registriran za izvođenje takvih radova, a radnici osposobljeni za te poslove. Prije početka radova radnici moraju biti upoznati sa svim opasnostima i primjenom zaštitnih sredstava.

6.2. MJERE SIGURNOSTI PRI IZVOĐENJU ELEKTROTEHNIČKIH RADOVA

Elektrotehnički instalacijski materijal kao i sve električne naprave, postrojenja, uređaji i zaštitna oprema moraju odgovarati važećim propisima, standardima i priznatim pravilima zaštite na radu. Električna oprema i električna instalacija za radne prostorije i radilišta mora biti izabrana i postavljena u zavisnosti od vanjskih utjecaja prema standardu i važećim propisima za takvu vrstu elektroenergetske instalacije.

Na elektroenergetskim objektima mogu samostalno raditi ili radom rukovoditi samo za to osposobljeni i ovlašteni radnici. Radnici moraju biti osposobljeni za rad na siguran način prema utvrđenim vrstama i opsegu opasnosti u skladu sa općim aktom o zaštiti na radu i Zakonom o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12). Na elektroenergetskim objektima mogu raditi i drugi radnici, ali isključivo prema uputi, odnosno uz nadzor ovlaštenog radnika.

Radovi na električnim postrojenjima dijele se na tri kategorije:

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

Ad. 1.)

Na otvorenom prostoru nisu dozvoljeni radovi:

- pri nevremenu praćenom atmosferskim pražnjenjima koje se može prenijeti na mjesto rada, a odluku o prekidu rada donosi rukovodilac radova;
- pri jačem vjetru (iznad 60 km/sat na visini iznad 3 m), a prema uvjetima na terenu, rukovodilac radova donosi odluku, da li je rad moguć i pri slabijem vjetru;
- kod temperatura nižih od - 18 °C (255 °K) ili viših od 35 °C (308 °K) u hladu.

Prije početka radova u beznaponskom stanju mora se osigurati mjesto rada primjenom pet pravila sigurnosti prema sljedećem redoslijedu:

- ✓ iskllopiti i vidljivo odvojiti od napona;
- ✓ spriječiti ponovo uključivanje;
- ✓ utvrditi beznaponsko stanje;
- ✓ izvršiti uzemljivanje i kratko spajanje;
- ✓ izvršiti ograđivanje mjesta rada od dijelova pod naponom.

Za postrojenja niskog napona primjenjuju se sljedeće dopunske mjere sigurnosti:

- ✓ postavljanje tablica zabrane uključenja što iznimno može biti jedini način sprečavanja ponovnog uključenja ako su otežani uvjeti primjene drugih mjera;
- ✓ u konstrukcijama sklopnih aparata, kod kojih prekid nije vidljiv, može se odustati od uvjeta vidljivosti;
- ✓ ako se strujnim krugom upravlja automatizirano, pri osiguranju mjesta rada u beznaponskom stanju treba onemogućiti njihovo funkcioniranje;
- ✓ kod radova na razvodima niskog napona u postrojenju, može se odustati od uzemljivanja i kratkog spajanja ako je osigurano beznaponsko stanje i ne postoji opasnost višestrukog napajanja i prodiranja atmosferskih pražnjenja na mjesto rada;
- ✓ pomoćni strujni krugovi koji se nalaze na mjestu rada ne moraju se isključiti ukoliko je spriječen neposredan dodir s neizoliranim dijelovima i ukoliko se preko njih ne može izazvati nekontrolirano uključivanje rasklopnih aparata.

- ✓ nije dozvoljena primjena improviziranih naprava za provjeru beznaponskog stanja (žarulja sa žarnom niti, "probir lampa" i sl.).

Ad. 2.)

Pri obavljanju rada koji se izvode u blizini napona treba susjedne dijelove pod naponom osigurati od direktnog ili indirektnog dodira dijelova pod naponom pomoću dovoljno čvrstih i pouzdano postavljenih izolacijskih zaštitnih pregrada, ploča, pokrivača i dr. Pri upotrebi ljestava, glomaznih predmeta i transportnih sredstava u vanjskim postrojenjima i kod radova na vodovima, najmanji sigurnosni razmak približavanja dijelovima pod naponom je 800 mm.

Ad. 3.)

Radovi na dijelovima objekata pod naponom dozvoljeni su ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:

- ✓ da radnik ima stručnu sposobnost za takav rad i da je osposobljen za rad n siguran način prema utvrđenim vrstama i opsegu opasnosti;
- ✓ da postoji odgovarajući izolirani alat, pomoćna sredstva, zaštitna oprema, osobna zaštitna sredstva i dr. za svaku vrstu rada u skladu s izabranim sistemom rada pod naponom;
- ✓ da je izabrani sistem rada pod naponom i radni postupak utvrđen i provjeren;
- ✓ da postoje pismene upute za svaku vrstu rada.

Radovi pod naponom su zabranjeni:

- ako na mjestu rada električna iskra može izazvati požar ili eksploziju;
- ako postoje uvjeti kao pri radu na otvorenom području;
- u uvjetima kada je ugrožen život ili zdravlje radnika jer se radne operacije iz bilo kojeg razloga ne mogu obaviti na propisani način.

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 ispitnog električnog alata. Radovi na dijelovima elektroenergetskog objekta koji su pod izmjeničnim naponom višim od 50 V odnosno 120 V istosmjernih, mogu se obavljati uz ispunjene uvjete koji su ranije navedeni u tekstu.

Zaštita od električnog udara ostvaruje se:

- zaštitom od direktnog dodira
- zaštitom od indirektnog dodira

Zaštita od direktnog dodira ostvarena je ugradnjom u kućište, te izoliranjem dijelova pod naponom, odnosno izradom električnih spojeva u za to predviđenim razvodnim kutijama, odnosno ostalim električnim elementima. Navedena kućišta odnosno elementi, osigurana su tako da se mogu otvoriti samo ključem ili alatom, te je onemogućen pristup nestručnim osobama.

Zaštita od indirektnog dodira u slučaju kvara na instalaciji odnosno uređajima ostvaruje se izvedbom instalacije u sustavu TN-C, a zaštitni uređaji za automatsko isključivanje napajanja dimenzionirani su da spriječe pojavu napona dodira većeg od 50 V. Izbor i montaža električne opreme predviđena je prema standardu HRN N.B2.751.

Zaštitna sredstva za rad u elektroenergetskim postrojenjima od električnog udara, djelovanja električnog luka, produkata gorenja i pada s visine su:

- Zaštitna oprema:
 - izolacijske motke (manipulativne, mjerne, motke za uzemljenje), izolirana kliješta (za osigurače i za električna mjerenja) i indikatori napona;
 - izolacijska sredstva za radove pod naponom većim od 1 kV i elektromonterski alat s izolacijskim ručicama - držačima;
 - prienosna 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, kaljače;
 - zaštitne naočale, kožne rukavice, plinske maske, sigurnosni pojas i zaštitni šljem.

U električnim postrojenjima napona do 1000 V kao osnovna izolacijska sredstva se primjenjuju izolacijske motke, izolirana kliješta za električna mjerenja, indikatori napona, izolacijske i kožne rukavice, elektromonterski alat s izoliranim ručicama - držačima.

Korisnici zaštitnih sredstava su dužni da se pridržavaju sljedećih pravila za korištenje zaštitnih sredstava:

- ✓ izolacijska zaštitna sredstva mogu se koristiti samo prema namjeni u električnom postrojenju i za napone za koje je predviđeno zaštitno sredstvo;
- ✓ osnovna izolacijska zaštitna sredstva predviđena su za primjenu u zatvorenim električnim prostorijama i na nadzemnim vodovima samo u suhom vremenu, a na otvorenom prostoru u vlažnim uvjetima mogu se koristiti, prema uputi proizvođača, izolacijska sredstva specijalne konstrukcije, koja su predviđena za rad u takvim uvjetima;
- ✓ prije svake upotrebe zaštitnog sredstva obavezan je pregled njegove ispravnosti, odsutnosti vanjskih oštećenja, čišćenje i odstranjivanje prašine i provjera roka upotrebe;
- ✓ zaštitna sredstva kojima je istekao rok upotrebe ne smiju se upotrebljavati.

6.3. MJERE SIGURNOSTI PRI IZVOĐENJU RADOVA NA KROVU

Radove na krovovima smiju vršiti samo radnici za to stručno osposobljeni i zdravstveno sposobni za rad na visinama. Osiguranje radnika od pada sa krova, u pravilu se vrši privezivanjem radnika za zaštitni pojas i zaštitno uže, ili pomoću prihvatnih skela, kao i drugim mjerama, a sve u ovisnosti od vrste krova. Na krovovima pokrivenim salonitom, limom i sličnim pokrivačima (industrijski krovovi), koji ne podnose veća opterećenja, moraju se prije početka radova provesti posebne mjere radi sprečavanja loma krovnog pokrivača i pada radnika u dubinu. Na ravnim krovovima i krovovima s padom (industrijske hale i sl.), moraju se postaviti sigurnosni prijelazi, prolazi i radne platforme za siguran rad pri pokrivanju krova i drugim građevinskim radovima na krovu. Prilazi i radne platforme moraju biti široki najmanje 80 cm, a po potrebi opskrbljeni i čvrstom zaštitnom ogradom. Svi industrijski krovovi, bez obzira na njihov oblik i vrstu pokrivača, moraju imati siguran pristup i stalne i sigurne prijelaze (metalne ljestve, rampe i

sl.). Prostor ispod krova, odnosno odgovarajući prostor oko objekta mora biti osiguran od pristupa osoba koje nisu zaposlene na gradilištu.

Uređaji i naprave za dizanje i prenošenje slobodno visećeg tereta (dizalice, koturače i dr.), moraju u pogledu zaštitnih mjera na uređajima i pri radu, odgovarati odredbama postojećih propisa o zaštiti na radu s dizalicama. Na gradilištu na kojem se za dizanje i prenošenje tereta koriste pokretne dizalice sa kukama i drugim zahvatnim napravama koje vise na čeličnom užetu, moraju se osigurati organizacijske i druge mjere za zaštitu od pada tereta ili osoba koje rade u ugroženoj zoni. Sva pomoćna noseća sredstva za dizanje tereta (čelična užad i užad od drugog materijala, lanci, karike, kuke i druga zahvatna noseća sredstva) koja se koriste na dizalicama ili samostalno, u pogledu zaštitnih mjera moraju odgovarati postojećim propisima o zaštiti na radu sa dizalicama.

6.4. POPIS ZAKONA, PRAVILNIKA I NORMI KOJI SU PRIMJENJENI PRILIKOM PROJEKTIRANJA, A KOJE JE POTREBNO POŠTIVATI PRILIKOM IZVOĐENJA RADOVA, U SVRHU ZAŠTITE NA RADU

- Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12);
- Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13);
- Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17);
- Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10);
- Zakon o normizaciji (NN RH br. 80/13);
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN br. 30/09, 139/10, 14/14);
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenu sukladnosti (NN br. 20/10);
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije (NN br. 9/87);
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl. list 53/88, NN br. 05/02);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl. list br. 62/73);
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja od prenapona (Sl. list br. 7/71, 44/76);
- HRN N.A2.001-201 - Standardni naponi i frekvencije el.mreže;
- HRN N.A3.003 - Elektrotehnički grafički simboli. Provodnici i pribor za spajanje;
- HRN N.B2.754/1 - Uzemljenje i zaštitni vodiči;
- HRN N.B2.730 - Električne instalacije u zgradama. Opće karakteristike i klasifikacija;
- HRN N.B2.741 - Električne instalacije u zgradama. Zaštita od električnog udara;
- HRN N.B2.743 - Električne instalacije u zgradama. Nadstrujna zaštita;
- HRN N.B2.743 - Električne instalacije u zgradama. Trajno dopuštene struje;
- HRN N.B2.754 i HRN N.B2.754/1 - Električne instalacije u zgradama. Uzemljenje i zaštitni vodiči;

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

TEHNOLOGIJA

Osijek, listopad 2017.

7.1. KONSTRUKCIJA

Konstrukcija je izrađena od aluminija. Planirano je postavljanje 682 fotonaponskih modula, ukupne težine od oko 12 700 kg. Konstrukcija koja će se koristiti pri izvedbi predmetne sunčane elektrane je MiniRail, tipska konstrukcija za kosi krov pokriven limom proizvođača K2 Systems iz Njemačke ili jednakovrijedna.

MiniRail nosači se postavljaju na limeni pokrov i vijcima učvršćuju u krovšte. Fotonaponski moduli se međusobno i na konstrukcijske elemente povezuje pomoću tipksih stezaljki.

U slučaju da proizvođač / dobavljač konstrukcije nije u mogućnosti isporučiti robu, moguće je upotrijebiti konstrukciju drugog proizvođača, ali dijelovi konstrukcije moraju imati ista ili slična svojstva kao K2 Systems konstrukcija.

7.2. Fotonaponski modul

Za izgradnju sunčane elektrane predviđena je ugradnja 682 fotonaponska modula nazivne snage 270 W. Predviđeni su moduli tipa Luxor EcoLine P60/270 njemačkog proizvođača Luxor Solar GmbH ili jednakovrijedni.

Fotonaponski modul sastoji se od 60 serijski spojenih multikristaličnih silicijskih ćelija dimenzija 156×156 mm. Ćelije su međusobno zalemljene bakrenim pokositrenim vodičima i laminirane između stakla izvrsnih optičkih i mehaničkih svojstava s prednje i polimernog zaštitnog bijelog filma sa stražnje strane. Nazivna snaga modula je 270 Wp, dimenzije modula su 1640×992×40 mm, a težina modula je 18,6 kg.

Specifikacije fotonaponskog modula Luxor EcoLine P60/270:

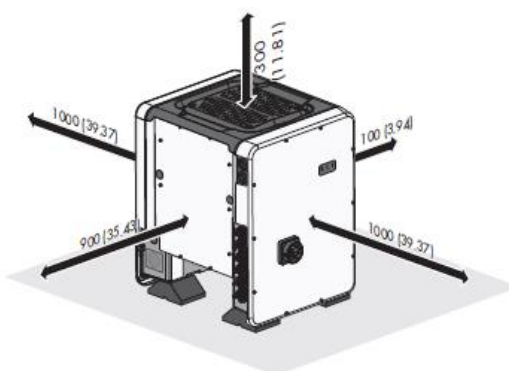
Struja kratkog spoja	Isc (A) = 8,74A
Napon otvorenog kruga	Uoc (V) = 38,87 V
Vršna struja	Impp (A) = 8,50 A
Vršni napon	Umpp (V) = 31,80 V
Najveći dopušteni napon	U (V) = 1000 V
Radna temperatura ćelije	t (°C) = 45 ± 2 °C
Efikasnost modula	η = 15,53 %
Temperaturni raspon	- 40 °C - + 85 °C
Mehaničko opterećenje	testirano do otpornost do 5400 Pa
Otpornost na udarce	testirano na tuču promjera 45mm, brzine 23m/s

U slučaju da proizvođač nije u mogućnosti isporučiti gore navedene fotonaponske module, moguće je upotrijebiti fotonaponske module drugog proizvođača, ali oni moraju imati iste ili kvalitetnije osobine kao gore nevedeni modul.

7.3. Izmjenjivač

Izmjenjivači svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima. Predviđena je ugradnja tri izmjenjivača njemačkog proizvođača SMA, tipa Sunny TriPower CORE 1 ili jednakovrijednog. Izmjenjivači imaju ugrađeni sustav za praćenje točke maksimalne snage (MPPT) fotonaponskog polja. SMA Sunny TriPower CORE 1 je izmjenjivač bez transformatora, nazivne snage 50 kW i najveće učinkovitosti 98,1 %. Ima ugrađene vrlo napredne sigurnosne sustave zaštite kako od otočnog pogona, tako i nadstrujne i prenaponske zaštite. Svi izmjenjivači tipa Sunny TriPower ne mogu propustiti zaostale DC struje u mrežu zbog njihovog dizajna. STP time zadovoljava zahtjeve norme DIN VDE 0100-712 (IEC60364-7-712: 2002).

Izmjenjivač je potrebno montirati na tlo okomito naspram ravnine, te je potrebno ostaviti određeni razmak između izmjenjivača i ostalih objekata u blizini zbog efikasnijeg hlađenja samog izmjenjivača:



Priključno DC područje SMA Sunny TriPower CORE 1 izmjenjivača ima predviđena mjesta za spoj 12 nizova fotonaponskih. Na AC strani, postoji izlaz za petožilni kabel poprečnog presjeka vodiča od 35 mm² do 120 mm². Također, postoji mjesto za spoj dodatnog zaštitnog vodiča do najviše 30 mm².

Tehničke specifikacije izmjenjivača SMA Sunny TriPower CORE 1 su:

DC ULAZ

Najveća dozvoljena snaga ulaza	51 000 W
Najveću ulazni napon	1000 V
Naponski MPP raspon	500 - 800 V
Nominalni ulazni napon	725 V
Najmanji ulazni napon	150 V
Napon pokretanja	188 V
Najveća MPP struja ulaza	20 A
Najveća struja kratkog spoja ulaza	30 A
Broj neovisnih MPP ulaza	6
Broj priključaka po MPPT ulazu	2

AC IZLAZ

Nominalna izlazna snaga	50 000 W
Najveća prividna snaga	50 000 VA
Nominalna NN mreža	230/400 V, 3P/N/PE
Naponska razina	202 – 264 V
Nominalna struja	72,5 A
Maksimalna struja	72,5 A
Struja kratkog spoja	0,44 kA
Faktor harmonika izlazne struje	<2 %
Nominalna frekvencija	50 Hz
Frekvencijska razina	44 – 55 Hz
Broj faza	3
Prenaponska zaštita prema IEC 60644-1	III

ZAŠTITA

Zaštita od obrnutog DC polariteta	kratkospojna dioda
-----------------------------------	--------------------

Rastavljač ulaza	DC prekidač
Zaštita od DC prenapona	termalni varistori
Nadzor struje kratkog spoja AC	nadzor struje
Nadzor mreže	SMA Grid Guard 4
Najveća dopuštena zaštita osiguračima	100 A
Nadzor kvara uzemljenja	Nadzor otpora izolacije $R_{iso} > 34 \text{ k}\Omega$
Nadzor rezidualnih struja	postoji
OPĆI PODACI	
Dimenzije	592*733*679 mm
Masa	84 kg
Klimatska kategorija	4K4H
Operativna temperatura	-25 – +60°C
Gubitci u noćnom režimu	5 W
Topologija	bez transformatora
Vrsta hlađenja	OptiCool: upravljani ventilatori
Klasa zaštite kućištem	IP65
Zaštitna klasa prema IEC 62103	I
Vrsta DC konektora	SunClix
Vrsta AC priključka	opruga
komunikacija	WebConnect modul
EFIKASNOST	
Najveća efikasnost	98,1 %
Euro efikasnost	97,8 %

U slučaju da proizvođač / distributer nije u mogućnosti isporučiti navedeni izmjenjivač, moguće je koristiti izmjenjivač drugog proizvođača, ali taj izmjenjivač mora imati ista ili bolja svojstva gore navedenom izmjenjivaču.

7.4. Vodiči i konektori za spajanje fotonaponskih modula

Potrebno je koristiti posebne vodiče za sunčane elektrane. To su vodiči oznake PV WIRE (PhotoVoltaic Wire = Fotonaponski vodič). To su posebni, dvostruko izolirani, pokositreni bakreni vodiči dizajnirani kako bi izdržali relativno visoke istosmjerne napone (do 1000 VDC). Oznake RED/BLUE su oznake boje vodiča koje služe kako bi se lakše razlučio pozitivni (+) vodič od negativnog (-) vodiča. Koristit će se vodiči kao Schrack, tipa PV-1, presjeka 6mm² ili jednakovrijedni.

Također, potrebno je posebnu pažnju obratiti na izbor konektora. Oni moraju biti posebno dizajnirani za svrhu spajanja fotonaponske opreme, moraju izdržati napon do 1000 VDC, te istosmjernu struju do 25 A. Također, moraju biti otporni na vlagu, prašinu i ostale vanjske utjecaje (odgovarajuća IP zaštita). Koristit će se konektori proizvođača MultiContact ili jednakovrijedni.

Ukoliko gore navedena oprema nije dostupna, moguće je koristiti i druge tipove kabela i konektora za DC krugove, ali u tome slučaju potrebno je obratiti pažnju da su kabele posebno dizajnirani za fotonaponske sustave, a kod konektora treba obratiti pažnju na tehničke specifikacije jer je konektor najosjetljiviji dio DC strujnog kruga.

7.5. Ostala oprema

Oprema koja gore nije navedena, a upotrebljava se pri izgradnji građevine mora biti kvalitetna, prethodno atestirana i mora zadovoljavati uvjete koji su zadani ovim glavnim – izvedbenim projektom. U slučaju uporabe opreme drukčijih karakteristika nego je navedeno po projektu i troškovniku, potrebno je prvo konzultirati se s nadzornim inženjerom gradilišta, te projektantom.

Projektant:

Mario Kresonja, dipl.ing.el

TROŠKOVNIK

Osijek, listopad 2017.

PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Sukladno Pravilniku o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14), danim prikazom tehničkih rješenja, procijenjuje se da će troškovi gradnje iznositi ukupno:

1.400.000,00 kn + PDV

(slovima: milijun i četrsto tisuća kuna)

Projektant:
Mario Kresonja, dipl.ing.el.

NACRTI

Osijek, listopad 2017.