« POLOS » d.o.o.

Korčulanska 1, 10000 Zagreb
OIB 54879376638
091 6180834
e-mail: polos.zg@gmail.com

Naručitelj Građevinski obrt Špelić
vlasnik Nikola Špelić
Lumbardenik 95, 47240 Slunj
OIB 04287712893

Građevina Fotonaponska elektrana na krovovima proizvodnog pogona

Lokacija: k.č. 2043/1 k.o. Slunj I

G.P.: 11-20E
Z.O.P.: P113/20
Mapa: 6.
Revizija: 0

RAZINA OBRADE	GLAVNI PROJEKT
STRUKOVNA ODREDNICA	ELEKTROTEHNIČKI
NAZIV PROJEKTNOG DIJELA	FOTONAPONSKA ELEKTRANA
NAZIV MJERA	OiE FOTONAPONSKA ELEKTRNA U INDUSTRIJSKOM SEKTORU EnU OSTALO/ UVOĐENJE CJELOVITE REGULACIJE S CILJM SMANJENJA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE PUTEM AUTOMATIZIRANIH UPRAVLJAČKIH SUSTAVA I SUSTAVA MJERENJA I NADZORA -SCADA

Glavni projektant: Ivana Sertić dipl.ing.arh.

IVANA SERTIĆ Digitally signed by IVANA SERTIĆ Date: 2021.01.28 09:31:14 +01'00'

Projektant: Milenko Musulin dipl.ing.el
Broj ovlaštenja E 1646

MILENKO MUSULIN Digitally signed by MILENKO MUSULIN DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA ELEKTROTEHNIKE, 2.5.4.97=VATHR-31185646618, ou=Identification, sn=MUSULIN, givenName=MILENKO, serialNumber=PNOHR-16179642576, cn=MILENKO MUSULIN Date: 2021.01.26 13:19:55 +01'00'

Direktor: Milenko Musulin dipl.ing.el

Mjesto i datum: Zagreb, prosinac 2020.

NASLOVNICA

1. OPĆI PRILOZI 3
2. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA 20
3. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE NA RADU 24
4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 27
5. TEHNIČKI OPIS I PRORAČUN 35
6. PRPRORAČUN UŠTEDA 61
7. GRAFIČKI PRILOZI 68

Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
mapa	6	

1. OPĆI PRILOZI

POPIS SASTAVNIH DIJELOVA GLAVNOG PROJEKTA I PROJEKTANATA

MAPA 1 ARHITEKTONSKI PROJEKT
BROJ PROJEKTA :P- 113/2020/A
Obnova d.o.o., Bledska 24, Karlovac
PROJEKTANT: Ivana Sertić, dipl.ing.arh.

MAPA 2 PROJEKT MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI
BROJ PROJEKTA : P- 113/2020/K
Obnova d.o.o., Bledska 24, Karlovac
PROJEKTANT: Mladen Sertić, dipl. ing. građ

MAPA 3 PROJEKT ELEKTROINSTALACIJA
BROJ PROJEKTA : E-049-GP-20
BUTKO d.o.o., Višnjevac, Dubrovačka 3
PROJEKTANT: Atila Butko,dipl.ing.el.

MAPA 4 PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA
BROJ PROJEKTA : TD 600/20
KLIMAPROING d.o.o., Zagreb, Zelengaj 45 1b
PROJEKTANT : Feđa Zekan, dipl. ing. stroj.

MAPA 5 PROJEKT INSTALACIJA VODOVODA I ODVODNJE
BROJ PROJEKTA : P- 113/2020/V
Obnova d.o.o., Bledska 24, Karlovac
PROJEKTANT: Mladen Sertić, dipl. ing. građ

MAPA 6 PROJEKT ELEKTROINSTALACIJA INTEGRIRANA FOTONAPONSKA ELEKTRANA
BROJ PROJEKTA : 11-20E
POLOS d.o.o., Korčulanska 1, Zagreb
PROJEKTANT: Milenko Musulin,dipl.ing.el.

MAPA 7 TROŠKOVNIK
BROJ PROJEKTA : 113-20T

REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
ISPOSTAVA ZA KATASTAR NEKRETNINA SLUNJ

NESLUŽBENA VERZIJA

K.o. SLUNJ 1, 337773
k.č. br.: 2017

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 2000
Izvorno mjerilo plana 1:1000



Datum ispisa: 29.06.2020

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1: 5000
Izvorno mjerilo plana 1:1000



Datum ispisa: 29.06.2020

NESLUŽBENA KOPIJA

REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Karlovcu
ZEMLJIŠNOKNJIŽNI ODJEL SLUNJ
Stanje na dan: 28.06.2020. 22:45

Katastarska općina: 337773, SLUNJ 1 **Broj ZK uloška: 1527**

Broj zadnjeg dnevnika/Upravnog rješenja: Z-12133/2018
Aktivne plombe:

Izvadak iz BZP-a
POVIJESNI PRIKAZ

A
Posjedovnica
PRVI ODJELJAK

Rbr.	Broj katastarske čestice	Broj D.L.	Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade	Površina/ m2	PPR	Temelj promjene
1.	*2043/1		**ULICA LADIHOVIĆEVA**	**9059**		Z-6729/2018
			PAŠNJAK	9059		
2.	*2043/1		**ULICA LADIHOVIĆEVA**	**18118**		UP/I 932-07/2018-02/73
			ZEMLJIŠTE POD ZGRADAMA	9059		
			PAŠNJAK	9059		
3.	2043/1		**ULICA LADIHOVIĆEVA**	**9058**		UP/I 932-07/2018-02/73
			ZEMLJIŠTE POD ZGRADAMA	1471		
			ZEMLJIŠTE POD ZGRADAMA	454		
			GOSPODARSKO DVORIŠTE	7133		
		UKUPNO:		**9058**		

DRUGI ODJELJAK

Rbr.	Predmet ispisa	Sadržaj upisa	Primjedba
1.1		Zaprimljeno 28.11.2018.g. pod brojem Z-12133/2018 ZABILJEŽBA, OBAVIJEST KATASTRA KLASA:UP/I-932-07/18-02/73, URBROJ: 541-13-05-01/2-18-4 27.11.2018, zabilježuje se da je za dvije gospodarske zgrade u ul. Ladihovićeva- naselju Gornje Taborište sagrađene na k.č.br. 2043/1 k.o. Slunj 1 u katastasrskom operatu priložena Uporabna dozvola klasa:UP/I-361-05/18-01/000053, urbroj:2133/1-07-02/01-18-0005 od 28. rujna 2018.g. izdana od strane Odsjeka za prostorno uređenje i graditeljstvo iz Karlovca.	zabilježba

B
Vlastovnica

Rbr.	Predmet ispisa	Sadržaj upisa	Primjedba
1. Vlasnički dio: 1/1			
ŠPELIĆ D.O.O., OIB: 55947067358, SLUNJ, LUMBARDENIK 95			
1.1		Temeljem zapisnika broj Z-656/2010/1527 uknjižuje se nositelj prava vlasništva na nekretnine upisane u A.	

Izvadak iz BZP-a

Katastarska općina: 337773, SLUNJ 1 **Broj ZK uloška: 1527**

C
Teretovnica

Rbr.	Predmet ispisa	Sadržaj upisa	Iznos	Primjedba
1.				
1.1		Zaprimljeno 24.11.2016.g. pod brojem Z-11004/2016 UKNJIŽBA, ZALOŽNO PRAVO, SPORAZUM O ZASNIVANJU ZALOŽNOG PRAVA NA NEKRETNINAMA I PRAVU NA NEPOSREDNU OVRHU BR. OV-12892/16 09.11.2016, a sve radi osiguranja novčane tražbine u iznosu koji je dobiven preračunavanjem iznosa od 13.812.598,50 HRK u EUR po srednjem tečaju PBZ d.d. za EUR na dan korištenja, te ostalim troškovima i uvijetima utvrđenim Ugovorom o dugoročnom kreditu s valutnom klauzulom br. 5110217113 i Sporazumom **PRIVREDNA BANKA ZAGREB D.D., OIB: 02535697732, RADNIČKA CESTA 50, 10000 ZAGREB**	13.812.598,50 HRK	zajednička hipoteka-glavni uložak
1.2		Zaprimljeno 24.11.2016.g. pod brojem Z-11004/2016 ZABILJEŽBA, SPOREDNI ULOŽAK, zabilježuje se da je sporedni uložak zk.ul.br. 686 k.o. Slunj 1		zabilježba na 1.1
2.				
2.1		Zaprimljeno 31.05.2017.g. pod brojem Z-5973/2017 UKNJIŽBA, ZALOŽNO PRAVO, OPĆI SPORAZUM O OSIGURANJU STJECANJEM ZALOŽNOG PRAVA I NEPOSREDNOM PROVOĐENJU PRISILNE OVRHE SOLEMNIZIRAN POD BR. OV-5964/17 29.05.2017, u iznosu od 900.000,00 EUR (slovima:devetsto tisuća eura) u kunskoj protuvrijednosti po prodajnom tečaju Privredne banke Zagreb d.d. važećem na dan plaćanja, sa zakonskom zateznom kamatom određenom za odnose iz trgovačkih ugovora, a koja je promjenjiva u skladu s propisima i trenutno iznosi 9,68 % računajući od dana dospijeća pa do podmirenja, uvećano za pripadajuće javnobilježničke troškove i pristojbe, sudske troškove i pristojbe, troškove zastupanja i sl., za korist: **PRIVREDNA BANKA ZAGREB D.D., OIB: 02535697732, ZAGREB, RADNIČKA CESTA 50**	900.000,00 EUR	zajednička hipoteka-glavni uložak
2.2		Zaprimljeno 31.05.2017.g. pod brojem Z-5973/2017 ZABILJEŽBA, SPOREDNI ULOŽAK, sporedni uložak zajedničke hipoteke je zk.ul.br. 686 k.o. Slunj 1		zabilježba na 2.1
3.				
3.1		Zaprimljeno 04.07.2018.g. pod brojem Z-6729/2018 UKNJIŽBA, PRAVO GRAĐENJA u zk.ul 2613, UGOVOR O OSNIVANJU PRAVA GRAĐENJA 27.04.2015, na k.č. 2043/1 radi izgradnje građevine:proizvodno-poslovne građevine- Linija za proizvodnju drvenih peleta, toplovodna kotlovnica na biomasu i kompresorska stanica na rok od 15 godina		pravo građenja

Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju baze zemljišnih podataka na datum 28.06.2020.

GODINA 2018	KOLIČINA POTROŠENE ENERGIJE (kWh) viša + niža tarifa	TROŠKOVI ELEKTRIČNE ENERGIJE (kn) viša + niža tarifa	NAKNADA ZA POTICANJE PROIZVODNJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA (kn)	OSTALE NAKNADE i TROŠARINE (kn)	UKUPNO (kn)
1.mj 2018.					
2.mj 2018.					
3.mj 2018.					
4.mj 2018.	172897	102.495,44 kn	18.154,19 kn	18.783,21 kn	139.432,84 kn
5.mj 2018.	193454	122.010,08 kn	20.312,67 kn	17.930,95 kn	160.253,70 kn
6.mj 2018.	161704	110.759,36 kn	16.978,92 kn	20.476,99 kn	148.215,27 kn
7.mj 2018.	111145	76.280,08 kn	11.670,23 kn	25.302,59 kn	113.252,90 kn
8.mj 2018.	68445	47.308,24 kn	7.186,73 kn	25.922,72 kn	80.417,69 kn
9.mj 2018.	194398	134.619,36 kn	20.411,79 kn	19.704,49 kn	174.735,64 kn
10.mj 2018.	228342	135.882,08 kn	23.975,91 kn	19.418,78 kn	179.276,77 kn
11.mj 2018.	281418	163.781,60 kn	29.548,89 kn	18.880,32 kn	212.210,81 kn
12.mj 2018.	171379	100.138,16 kn	17.994,80 kn	18.910,17 kn	137.043,13 kn
ukupno 2018.:	**1583182**	**993.274,40 kn**	**166.234,13 kn**	**185.330,22 kn**	**1.344.838,75 kn**

NAPOMENA: iskazane cijene su bez PDV-a koji se obračunava po iznosu od 13%
pogon je počeo sa radom u 4.mjesecu 2018.godine

GODINA 2019	KOLIČINA POTROŠENE ENERGIJE (kWh) viša + niža tarifa	TROŠKOVI ELEKTRIČNE ENERGIJE (kn) viša + niža tarifa	NAKNADA ZA POTICANJE PROIZVODNJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA (kn)	OSTALE NAKNADE (kn)	MREŽARINA HEP	UKUPNO (kn)
1.mj 2019.	125869	73.849,49 kn	13.216,25 kn	28.993,81 kn		116.059,55 kn
2.mj 2019.	29359	16.956,89 kn	3.082,70 kn	16.276,35 kn		36.315,94 kn
3.mj 2019.	118023	68.640,03 kn	12.392,42 kn	14.184,59 kn		95.217,04 kn
4.mj 2019.	163947	122.187,49 kn	17.214,44 kn	14.850,80 kn		154.252,73 kn
5.mj 2019.	236797	176.548,90 kn	24.863,69 kn	15.565,99 kn		216.978,58 kn
6.mj 2019.	228176	104.508,23 kn	23.958,48 kn	855,66 kn	40.729,63 kn	170.052,00 kn
7.mj 2019.	353052	160.929,64 kn	37.070,46 kn	1.323,95 kn	54.690,61 kn	254.014,66 kn
8.mj 2019.	281786	128.510,16 kn	29.587,53 kn	1.056,70 kn	46.968,46 kn	206.122,85 kn
9.mj 2019.	266258	121.501,11 kn	27.957,09 kn	998,47 kn	44.887,68 kn	195.344,35 kn
10.mj 2019.	329767	150.407,33 kn	34.625,54 kn	1.236,63 kn	52.799,61 kn	239.069,11 kn
11.mj 2019.	350420	159.304,94 kn	36.794,10 kn	1.314,08 kn	54.458,51 kn	251.871,63 kn
12.mj 2019.	113407	51.923,34 kn	11.907,74 kn	425,28 kn	27.839,66 kn	92.096,02 kn
ukupno 2019.:	**2596861**	**1.335.267,55 kn**	**272.670,44 kn**	**97.082,31 kn**	**322.374,16 kn**	**2.027.394,46 kn**

NAPOMENA: iskazane cijene su bez PDV-a koji se obračunava po iznosu od 13%

HEP OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA d.o.o.
ELEKTRA KARLOVAC
47000 KARLOVAC, VLADKA MAČEKA 44

GRAĐEVINSKI OBRT ŠPELIĆ, VL. ŠPELIĆ NIKOLA
LUMBARDENIK 95
47240 SLUNJ

TELEFON 047/661-111
TELEFAX 047/411-102
POŠTA 47000 KARLOVAC
IBAN HR4424840081500088552

NAŠ BROJ I ZNAK 4017001/3803/20DJ

VAŠ BROJ I ZNAK

PREDMET Elektroenergetska suglasnost

DATUM 03.11.2020.

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTRA KARLOVAC (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Uredbe o izdavanju energetskih suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu i Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, u postupku pokrenutom na zahtjev vlasnika/investitora građevine GRAĐEVINSKI OBRT ŠPELIĆ, VL. ŠPELIĆ NIKOLA, LUMBARDENIK 95, 47240 SLUNJ, OIB: 04287712893 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva) izdaje

ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)

Broj: 401700-200274-0012

Prihvaća se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 03.11.2020. godine, pod urudžbenim brojem 8303, za proizvodno poslovna građevina sa elektranom - kogeneracijsko postrojenje na drvene pelete i sunčana elektrana (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji: SLUNJ, LADIHOVIĆEVA BB, k.č.br. 2043/1, k.o. Slunj 1

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

I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: elektrana

Vrsta elektrane: OSTALE ELEKTRANE NA OBNOVLJIVE IZVORE

Ukupna instalirana snaga elektrane: 535,00 kVA

Predvidiva godišnja proizvodnja električne energije: 1.755.000 kWh.

Predvidiva godišnja potrošnja električne energije: 2.357.400 kWh.

II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

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

III. UVJETI PRIKLJUČENJA

1. IZVEDBA PRIKLJUČKA

2.1. Priključna snaga i mjesto priključenja na mrežu

Ukupna priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 950,00 kW

Postojeća priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 950,00 kW na OMM broj 7819592.

Ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 440,00 kW

Postojeća priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 0,00 kW na OMM broj 7819592.

Nazivni napon na mjestu priključenja na mrežu: 10 kV.

Mjesto priključenja na mrežu: RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO

Napajanje mjesta priključenja iz: TS 35/10(20) kV SLUNJ - 3T4 001, izvod 10(20) kV RJ05 RIZ.

2.2. Opis izvedbe priključka

Mjesto razgraničenja vlasništva i odgovornosti između Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a (mjesto predaje/preuzimanja energije) je: VP J06 ŠPELIĆ - prekidač za odvajanje u RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO

Uređaj za odvajanje smješten je u: SN blok u RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO

2.3. Obračunska mjerna mjesta

Popis obračunskih mjernih mjesta Građevine s tehničkim podacima nalazi se u Prilogu 1.

Mjesta mjerenja električne energije: MP J05 MJERNO POLJE u RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO

Oprema mjernog mjesta treba biti u skladu s Tehničkim uvjetima za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a.

IV. UVJETI PRIKLJUČENJA KOJE MORA ISPUNITI GRAĐEVINA

U SN postrojenju Građevine mora postojati mogućnost odvajanja i uzemljenja kabela Građevine prema susretnom postrojenju HEP ODS-a

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

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

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

Razina izolacije opreme u postrojenju i električnoj instalaciji Građevine mora biti dimenzionirana sukladno naponskoj razini na koju se priključuje. Ukoliko naponska razina na koju se postrojenje i električna instalacija Građevine priključuje iznosi 10 kV, razina izolacije opreme mora biti za naponsku razinu 20 kV.

Dimenzioniranje postrojenja i električne instalacije Građevine prema očekivanoj maksimalnoj struji tropolnog kratkog s

- na razini napona 10, 20, 30 i 35 kV: 16 kA.

Sustav zaštite od indirektnog dodira mora biti izveden automatskim isklapanjem dozemnih kvarova i uzemljenjem.

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

- na razini napona 10 i 20 kV: 2,0%.

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

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

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

ČLAN HEP GRUPE

• **UPRAVA DRUŠTVA** • DIREKTOR • **NIKOLA ŠULENTIĆ** •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS **080434230** • IBAN **HR6323400091110077557** PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •
• MB **1643991** • OIB **46830600751** • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL **699.436.000,00 HRK** •
• **www.hep.hr** •

Projektom Građevine, osim radova za koje se izdaje EES, mora biti obuhvaćeno i:
- elektroenergetski kabeli od Građevine do mjesta predaje/preuzimanja energije;
- razmjena informacija i stanja sklopnih uređaja u poljima priključenja kabela Građevine u susretnom postrojenju HEP ODS-a i SN postrojenju Građevine (uključeno / isključeno / uzemljeno).

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

V. DODATNI UVJETI PRIKLJUČENJA ZA ELEKTRANU

Način pogona: paralelno s distribucijskom mrežom

Izolirani pogon: nije predviđen

Otočni pogon: nije dopušten

Uređaj za sinkronizaciju: izmjenjivači, sinkroni generator

Sinkronizacija mora biti automatska uz sljedeće uvjete:

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

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

Uvjete paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta za paralelni pogon, zaštita mora odvojiti elektranu iz paralelnog pogona. Za paralelni pogon elektrana s mrežom, elektrana mora biti opremljena:

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

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

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

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

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

Za zaštitu od unutarnjih kvarova i odvajanje postrojenja od mreže nužno je postojanje uređaja za odvajanje korisnika mreže na srednjem naponu. Korisnikov uređaj za odvajanje ne treba sadržavati funkcije zaštite za odvajanje ako se sustav zaštite za odvajanje može realizirati preko drugih uređaja u instalaciji korisnika mreže, a u tom slučaju nužne su samo funkcije nadstrujne, kratkospojne i zemljospojne zaštite.

U elektrani mora biti ugrađen regulator snaga/frekvencija, koji treba biti opremljen i podešen tako da skokovita promjena snage pri opterećenju i rasterećenju bude manja od 10% nazivne snage generatora.

VI. EKONOMSKI UVJETI

Podnositelj zahtjeva je sklopio ugovor o priključenju s HEP ODS-om u kojim se uređuju uvjeti priključenja na distribucijsku mrežu, iznos naknade za priključenje i dinamika plaćanja, te odnosi (prava, dužnosti i obveze) Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a u postupku priključenja građevine na distribucijsku mrežu.

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

VII. UVJETI ZA POSTUPAK PRIKLJUČENJA NA MREŽU

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

Za priključenje na mrežu Podnositelj zahtjeva treba:
- ishoditi potvrdu glavnog projekta (ako je propisano),
- sklopiti ugovor o korištenju mreže,
- dostaviti zahtjev za početak korištenja mreže.

Prije podnošenja Zahtjeva za sklapanje ugovora o korištenju mreže Podnositelj zahtjeva dužan je izraditi i ishoditi suglasnost HEP ODS-a na:
- elaborat podešenja zaštite, u kojem treba razraditi i potvrditi usklađenost podešenja (selektivnost) zaštite elektrane i mreže,
- elaborat utjecaja na elektroenergetsku mrežu,
- operativni plan i program ispitivanja postrojenja u pokusnom radu.

Projektna dokumentacija Građevine mora biti izrađena u skladu s važećim propisima i normama i ovom EES. U projektnoj dokumentaciji, sukladno čl. 143. Zakona o gradnji i uvjetima iz ove EES, obraditi pokusni rad prema uvjetima ove EES.

Podnositelj zahtjeva je dužan od HEP ODS-a zatražiti Smjernice za izradu Elaborata utjecaja na elektroenergetsku mrežu, Elaborata podešenja zaštite i Operativnog plana i programa ispitivanja postrojenja u pokusnom radu.

Elaborat podešenja zaštite, Elaborat utjecaja na elektroenergetsku mrežu i Operativni plan i program ispitivanja postrojenja u pokusnom radu moraju biti dostavljeni na suglasnost u HEP ODS, najmanje 30 dana prije podnošenja zahtjeva za sklapanje ugovora o korištenju mreže.

Podnositelj zahtjeva dužan je, najmanje 30 dana prije priključenja, na propisanom obrascu, podnijeti Zahtjev za sklapanje ugovora o korištenju mreže.

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

Za početak korištenja mreže Podnositelj zahtjeva dužan je na propisanom obrascu podnijeti Zahtjev za početak korištenja mreže.

Prije početka korištenja mreže Podnositelj zahtjeva treba sklopiti Ugovor o opskrbi električne energije s opskrbljivačem i Ugovor o otkupu električne energije s otkupljivačem.

Tijekom pokusnog rada elektrane s mrežom provode se ispitivanja po Operativnom planu i programu ispitivanja postrojenja u pokusnom radu, kojima se potvrđuje spremnost elektrane za paralelni pogon s mrežom. Operativni plan i program ispitivanja postrojenja u pokusnom radu načelno sadrži slijedeća ispitivanja:

A) spremnost elektrane za prvo priključenje na mrežu: usklađenost postrojenja elektrane s uvjetima HEP ODS-a, okretno polje;

B) paralelni pogon elektrane s mrežom (normalni pogon): prva sinkronizacija na mrežu, normalno i interventno isključenje elektrane, sposobnost postizanja i održavanja parametara na sučelju s mrežom unutar zadanih granica, utjecaj elektrane na kvalitetu električne energije;

C) odziv elektrane na kvar u mreži: otočni pogon, odziv na APU, odziv na zemljospoj u mreži;

D) utjecaj elektrane na mrežu pri kvaru u elektrani: kvar u mjernom krugu sinkronizacije, nestanak napajanja vlastite potrošnje elektrane, neraspoloživost kompenzacije;

E) ostala ispitivanja.

Nakon provedenih ispitivanja u pokusnom radu, voditelj ispitivanja mora izraditi izvješće o ispitivanjima s navedenim uočenim nedostacima, te obveze i rok njihova otklanjanja, kao i rok za ponavljanje neuspješnih ispitivanja.

U Konačnom izvješću o ispitivanju u pokusnom radu, koje se izrađuje po otklanjanju uočenih nedostataka i nakon uspješno provedenih svih ispitivanja, voditelj ispitivanja mora jednoznačno iskazati spremnost elektrane za trajni pogon.

HEP ODS će, ako je suglasan s dostavljenim Konačnim izvješćem o ispitivanju u pokusnom radu, izdati Podnositelju zahtjeva Potvrdu za trajni pogon.

VIII. OSTALI UVJETI

Podnositelj zahtjeva snosi sve troškove ispitivanja u pokusnom radu, kao i eventualne štete koje nastanu kod HEP ODS-a ili trećih strana, a posljedica su rada elektrane izvan granica definiranih u ovoj EES.

Rok važenja EES za složeni priključak jednak je roku važenja ugovora o priključenju.

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

IX. UPUTA O PRAVNOM LIJEKU

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

Prilozi:

1. Tablica obračunskih mjernih mjesta
2. Prikaz postojeće i planirane distribucijske elektroenergetske mreže na lokaciji
3. Jednopolna shema susretnog postrojenja
4. Ugovor o priključenju

Direktor:

Zvonko Spudić, struc.spec.ing.

Dostaviti:

- Podnositelj zahtjeva
- HEP ODS, ELEKTRA KARLOVAC
- Pismohrani

HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o. ZAGREB
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE
ELEKTRA KARLOVAC
1

Prilog 1. Tablica obračunskih mjernih mjesta

Šifra OMM	Naziv OMM	Kategorija korisnika mreže	Napon OMM (kV)	Priključna snaga - potrošnja (kW)	Priključna snaga - proizvodnja (kW)	Dopušteni faktor snage - potrošnja	Dopušteni faktor snage - proizvodnja*	1F/ 3F
7819592	PROIZVODNO POSLOVNA GRAĐEVINA SA VLASTITOM ELEKTRANOM	KUPAC S VLASTITOM PROIZVODNJOM	10,00	950,00	440,00	0,95 ind. - 1	1	3

*na zahtjev HEP ODS-a i u drugačijem opsegu u okviru propisanih granica

ČLAN HEP GRUPE

• **UPRAVA DRUŠTVA** • DIREKTOR • **NIKOLA ŠULENTIĆ** •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS **080434230** • IBAN **HR6323400091110077557** PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •
• MB **1643991** • OIB **46830600751** • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL **699.436.000,00 HRK** •
• **www.hep.hr** •

Izjava projektanta – jednostavna građevina

Na temelju Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19 i 98/19) i Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17 i 39/19) kao projektant izdajem:

IZJAVU br. 11A-20E

Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

kojom potvrđujem da za izvođenje radova nije potrebno ishoditi potvrdu na projektom dokumentacijom (nije potreban Akt kojim se odobrava građenje), budući se radi o jednostavnoj građevini prema članku 5. Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN NN 112/17, 34/18, 36/19 i 98/19).

Zagreb, 09.12.2020.



Izjava projektanta o usklađenosti projekta sa posebnim zakonima i propisima

Na temelju Zakona gradnji (NN 153/13 i 20/17, 39/19), Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13 i 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19) i Pravilnika o sadržaju izjave projektanta o usklađenosti glavnog projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa (NN 98/99) donosi se:

IZJAVA 11B-20E

Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

Ovaj projekt, u dijelu koji obrađuje, je usklađen sa slijedećim zakonima, pravilnicima, normama i posebnim uvjetima:

- Prostorni plan uređenja Grada Slunja - izmjene i dopune - "Glasnik Karlovačke županije" br 09/2012. od 27.03.2012.

- Zakon o gradnji (NN 153/13 , 20/17, 39/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13 i 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19)
- Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14, 116/18)
- Ostala priznata tehnička pravila, zakoni i propisi iz područja energetske učinkovitosti u zgradarstvu

- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 3/19)
- Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera NN 111/2014
- Pravilnik o načinu obavljanja inspekcijskog nadzora građevinske inspekcije NN 9/2000, 99/2002
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina NN 118/19
- Pravilnik o suglasnosti za započinjanje obavljanja djelatnosti građenja, NN 43/09
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama NN 87/2008, 33/2010
- Karta grmljavinskih dana u boji koja je sastavni dio propisa, NN 33/2010

- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije NN 5/2010
- Pravilnik o načinu zatvaranja i označavanja zatvorenog gradilišta NN 42/14
- Pravilnik o sadržaju pisane Izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine NN 43/2014
- Pravilnik o tehničkom pregledu građevine NN 46/18)
- Pravilnik o održavanju građevina NN 122/14, 98/19

RAD

- Zakon o zaštiti na radu , NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/19

POŽAR

- Zakon o zaštiti od požara , NN 92/10
- Pravilnik o planu zaštite od požara (NN 51/12)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevnosti mjera zaštite od požara (NN 56/12)
- Pravilnik o sadržaju općeg akta iz područja zaštite od požara (NN 116/11)
- Pravilnik o zaštiti od požara u skladištima (NN 93/08)
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN 146/05)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN 44/12)
- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu (NN 88/11)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11) –
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN 29/13)

ZAŠTITA OKOLIŠA

- Zakon o zaštiti okoliša, NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18

ELEKTRONIČKE KOMUNIKACIJE

- Zakon o elektroničkim komunikacijama NN 73/2008, 90/2011, 133/12, 80/13
- Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obvezama investitora radova ili građevine NN 75/13
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada NN 155/2009
- Pravilnik o tehničkim i uporabnim uvjetima za svjetlovodne distribucijske mreže NN 108/2010
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju NN 114/2010, 29/13
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnostim NN 23/2011

SUSTAV ZASTITE OD UDARA MUNJE

- HRN EN 62305-1:2013, Zaštita od munje – 1. dio: Opća načela
- HRN EN 62305-3:2013, Zaštita od munje – 3. dio: Materijalne štete na građevinama i opasnost za život

- HRN EN 62305-4:2013, Zaštita od munje – 4. dio: Električki i elektronički sustavi unutar građevine
- HRN HD 60364-6:2016, Niskonaponske električne instalacije – 6. dio: Provjeravanje

ENERGETSKI ZAKONI

- Zakon o energiji (Narodne novine, br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18 - Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o regulaciji energetskih djelatnosti) – neslužbeni pročišćeni tekst
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (Narodne novine, br. 100/15)
- Zkon o izmjenama i dopunama Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinske kogenarcije (NN 111/18)
- Zakon o energetskoj učinkovitosti (Narodne novine, br. 127/14)
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o energetskoj učinkovitosti (NN116/18) .

PRAVILNIK

- Pravilnik o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije Narodne novine 132/13, 81/14, 93/14, 24/15, 99/15, 110/15

PRAVILA

- Pravila nestandardnih usluga HOPS-a i Cjenik nestandardnih usluga HOPS-a, HOPS 3/15 HOPS 2/19
- Pravila o promjeni opskrbljivača električnom energijom, Narodne novine 56/15, 33/17
- Pravila o korištenju registra jamstava podrijetla električne energije HROTE 16.04.2014., HROTE 29.09.2016.

- Pravila primjene nadomjesnih krivulja opterećenja HEP-ODS 12/17
- Pravila postupanja u slučaju prekoračenja snage povlaštenog proizvođača električne energije HERA 2/17
- Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (HOPS, 5/16, 3/17)
- Pravila o priključenju na prijenosnu mrežu, HOPS, 4/18

- Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu HEP-ODS 4/18
- Pravila o korištenju prekograničnih prijenosnih kapaciteta,HOPS 10/16)
- Mrežna pravila distribucijskog sustava Narodne novine 74/18

- Mrežna pravila prijenosnog sustava Narodne novine 67/17

Projektant:

Musulin Milenko, dipl. ing.el.



Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

2. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Opasnost širenja od požara mora se smanjiti odabirom odgovarajućih materijala. Sustavi razvođenja moraju se instalirati tako, da se smanji opća svojstva građevine i požarna sigurnost. Kabeli koji zadovoljavaju IEC 60332-1 i proizvodi s potrebnom požarnom otpornošću određenim u IEC 60614 za sustave razvođenja mogu se instalirati bez posebnih mjera opreza. Kod sustava razvođenja prolazi kroz elemente konstrukcije objekata kao podovi, zidovi, krovovi, stropovi, pregradne ili šuplje zidove, otvori koji ostaju nakon prolaza sustava razvođenja moraju se brtviti prema stupnju požarne otpornosti propisanom za odgovarajući element konstrukcije.

Električni kabeli i vodiči

Svi vodiči predviđenih kabela su izrađeni od bakra s izolacijom od samogasive plastične mase. Opskrbni ili razvodni vodiči/kabeli položeni u kabelske police /krovne plohe/ a u objektu se djelimično uvlače u samogasive cijevi ili polažu po kabelskim policama.

Za povezivenje elemenata fotonaponske elektrane korističemo sljedeče vodiče/kabele:

a. fotonaponski paneli i invertera na DC :
   - jednožilni fleksibilni kabeli s izolacijom umreženih polimera i bezhalogenog plašta, koji udovoljava slijedeče norme : IEC 60332-1-2, EN 50267-1-2, EN 50267-2-2, EN 60216, TÜ.

b. razdjelnika i invertera na AC strani i ostalih razdjelnika
   - Energetski i signalni 0,6/1 kV fleksibilni kabel izoliran tvrdom EPM-gumom i oplašten PVC-om, sa smanjenom emisijom korozivnih plinova , koji udovoljava slijedeče norme CEI 20-13 , CEI UNEL 35375, CEI UNEL 35377

c. Tipkalo za daljinski isklop
   - Bezhalogeni energetski i signalni 0,6/1 kV kabel, poboljšanih svojstava za slučaj požara, s očuvanom električnom funkcionalnošću 90 minuta, koji udovoljava slijedeče norme : DIN VDE 0266, FE180: IEC 60331, DIN VDE 0472 dio 814, E30: DIN 4102 dio 12

Električni razvodni uređaji

Ormari za smještaj sklopne oprema su izrađeni od dvostruko dekapiranog lima, opremljeni vratima i bravicom. Razdjelnik, biti će opremljeni jednopolnim shemama, oznakama, naljepnicama o opasnosti od električnog udara i mjeri zaštite od električnog udara.

Zaštita vodova od kratkog spoja na AC strani izvodi se automatskom osiguračima koji praktično tren-utno prekidaju strujni krug, udovoljavaju normama EN 60898- 1:2003+A1:2004+A11.2005+A12:2008+ A13.2012, IEC 60898-1 Ed.2.0:2015.

Zaštita vodova od kratkog spoja na DC strani izvodi se rastalnim uloščima CH 10×38 mm, 1100VDC(L/R 10 ms), 30kA DC koji praktično trenutno prekidaju strujni krug i udovoljavaju normi IEC 60269. Osigurači su integrirani u inverteru.

Fotonaponski moduli

Moduli koji se montiraju moraju imati certifikat o sukladnosti i CE znak (certifikat o sukladnosti s HRN EN (IEC) 61730-1:2008+A2.2013 – svojstvo sigurnosti fotonaponskog modula – 1 dio: Zahtjev za konstrukciju (izgrdanju) i EN (IEC) 61730-2:2007+A1.2012. PV moduli proizvode elekričnu energiju i pri oblačnom i maglovitom vremenu, te se oprema na strani istosmjerne struje mora smatrati da je pod naponom čak i kad je sustav iskloplјen od strane izmjenične struje . Na objektu gdje se postavljaju PV moduli treba postaviti trajnu oznaku dimenzija 10×10 cm, koja će upozoravati vatrogasce na prisustvo DC napona.

Svi elementi FN elektrane moraju nositi natpis upozorenja, koji upozorava da aktivni dijelovi mogu biti pod naponom i nakon odvajanja invertera. Isklop sklopnog elementa na AC strani moguće je daljinski isključiti

tipkalom JPr koji se posebno označava , a vodič do njega mora biti otporan na požar 90 min. Provjera ispravnosti sustava za isključenje vrši se u rokovima propisanim za sustave za zaštitu od požara.

Zaštita kabela od pregaranja i kratkog spoja

Strujna opteretivost kabela znatno je manja od dozvoljene. Primijenjeni su visokoučinski i automatski instalacijski osigurači.

Isključenje električne energije

Provjera ispravnosti sustava za isključenje vrši se u rokovima propisanim za sustave za zaštitu od požara. U slučaju potrebe nužnog isključenje električne energije moguće je pomoću tipkala JPr (daljinski) isključiti prekidač snage u razdjelnicima = N.+R1 .i =N.R2
U slučaju požara u građevini može se pritiskom na tipkalo kod ulaznih vrata u prostor GRO-a kompletna elektroinstalacija isključiti tj. staviti u beznaponsko stanje.

Zaštita od izravnih dodira

Svi aktivni dijelovi električne opreme moraju se zaštiti izolacijom, pokrovima ili kućištima koji sprečavaju izravan dodir.

Zaštita od neizravnih dodira

Ne smije se upotrijebiti zaštita nevodljivim prostorom i zaštita lokalnim izjednačivanje potencijala bez spoja sa zemljom.

Zaštita od LPS-a

Građevina je od atmosferskog pražnjenja zaštićena instalacijom zaštite od udara munje. Zaštita od požara uslijed statičkog elektriciteta provodi se uzemljenjem svih metalnih masa.

Pregled i provjera

Nakon izvođenja elektroinstalacija nužan je pregled i provjera istih prema odredbama i propisima Rezultati ispitivanja trebaju biti u skladu s Tehničkim propisom za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10) i Pravilnikom o sigurnosti i zdravlju pr radu električnom energijom (NN 88/12). Nakon završene kompletne montaže mora se izvršiti završna kontrolana ispitivanja.
Isitivanja obuhvačaju:

1) Pregled i mjerenja paramatara uzemljenja (otpor rasprostiranja, napon dodira i koraka)
2) Mjerenje otpora izolacije R_{iso}
3) Mjerenje otpora povezanosti metalne konstrukcije, okvira panela i ostalih metalnih veza
4) Mjerenje električnih paramametara stringa (V_{MPPT}, I_{MPPT}, P)

Ostalo

Osobe koje će rukovati uređajima i održavati instalaciju moraju biti obučene za pravilan i siguran rad.

Izvođač radova odnosno za to ovlaštena pravna osoba dužna je po završetku instalacija izvršiti provjeru i pregled fotonaponske elektrane (DC strana prema normi IEC 62446 i AC strana prema normi IEC 6100-4-30, klasaA i EN 50160), te o tome izdati ateste i uspostaviti revizionu knjigu zaštite od munje, a korisnik to mora raditi u toku eksploatacije u propisanim vremenskim razmacima kao preventivnu mjeru za pravovremeno otkrivanje eventualnih opasnosti.

Glavni projektant:
Milenko Musulin, dipl.ing.el.



Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

3. PRIKAZ MJERA ZAŠTITE NA RADU

Osnovni podaci električne instalacije

Način priključka korisnika na mrežu : 3L, 10(20)/0,4 kV, 50 Hz

Sustav zaštite od indirektnog dodira: **TN-S uz obaveznu izvedbu uzemljivača, RCD , zaštitnih sklopnih elemenata i glavnog izjedanačavanje potencijala .**

Zaštita od električnog udara

Zaštita od električnog udara u pravilnom radu tj. zaštita od izravnog dodira ili osnovna zaštita postiže se:

a) izoliranjem aktivnih dijelova,
b) pokrovima (pregradama, barijerama) ili omotačima,
c) stavljanjem izvana dohvata rukom,
d) dodatnom zaštitom strujnom zaštitnom sklopkom.

Zaštita od električnog udara u uvjetima kvara

Zaštita od električnog udara u uvjetima kvara, zaštita u slučaju kvara postiže se:

a) automatskim isklopom opskrbe s izjednačavanjem potencijala,
b) uporabom opreme razreda II ili jednakovrijednom izolacijom.

Zaštita od neizravnog dodira – automatski isklop opskrbe

Zaštita automatskim isklopom opskrbe napajanja primijenjena je usklađivanjem tipa razvodnog sustava u pogledu uzemljenja s izborom zaštitnih uređaja. Na predmetnoj građevini zaštita od neizravnog dodira primjenjivati će se prema uvjetima iz elektroenergetske suglasnosti.

Zaštita od toplinskog djelovanja struje

Električna oprema je odabrana tako da ne predstavlja opasnost od požara na okolne materijale, da je izolirana materijalima otpornima na djelovanje električnog luka i da u radu neće postići temperature koja bi mogla izazvati požar i ugroziti s tog aspekta sigurnost ljudi i susjednih objekata. Za odabir i ugradbu opreme u gips kartonskim zidovima ista treba udovoljiti sljedećim uvjetima:

a) električna oprema mora biti u skladu s odgovarajućim normama. Ako nije u skladu s normom, a ugrađuje se u navedene zidove mora se obložiti s 12 mm silikatnim vlaknima ili jednakim materijalom,
b) utičnice i vodovi ne smiju se ugraditi s nožicama,
c) kabeli i vodovi moraju udovoljiti zahtjev iz norme HD 405-1(EN 50265-2),
d) elektroinstalacijske cijevi moraju biti prema normi EN 50086.

Nadstrujna zaštita

Zaštita od struje preopterećenja

Zaštitne naprave od struje preopterećenja moraju prekinuti svaku struju u vodičima strujnog kruga prije nego ta struja prouzroči temperaturni porast štetan po izolaciju.

Zaštita od kratkog spoja

Zaštitne naprave od struje kratkog spoja moraju osigurati prekid struje kratkog spoja u vodičima prije nego struja prouzroči opasnost zbog toplinskih i mehaničkih učinaka nastalih u vodičima i spojevima. Očekivana struja kratkog spoja u bilo kojoj točki instalacije prikazane je u tehničkom proračunu.

Zaštita od struje preopterećenja je provedena je pravilnim izborom kabela ili vodova odgovarajućih presjeka te izborom zaštitnih uređaja odgovarajućih prekidnih karakteristika za zaštitu istih.

Prenaponska zaštita

Efektivna vrijednost dopuštenog napona naprezanja u NN instalacijama ne smije prijeći vrijednost: Uo + 250 V ako je vrijeme prekidanja veće od 5 sec odnosno Uo + 1 200 V ako je vrijeme prekidanja manje ili jednako 5 sec. Napon naprezanja energetske frekvencije je napon koji se pojavljuje preko izolacije NN opreme i preko valnih odvodnika prenapona spojenih na nn mrežu.

Uzemljenje i zaštitni vodič

U zemljani rov položen je uzemljivač, plosnati vodić dim FeZn dim. 30 × 4 mm, V2. Svi spojevi na zaštitnim vodičima moraju biti pristupačni zbog ispitivanja i mjerenja.

Pregled i ispitivanje električne instalacije

Provjerom i pregledom električnih instalacija treba sačuvati stupanj pouzdanosti i sigurnosti električne instalacije. Prema Pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona navode se sljedeći vizualni pregledi:

a) način zaštite od električnog udara,
b) način primijenjenih mjera zaštite protiv širenja požara,
c) podešavanje opsega zaštitnih uređaja, opreme i mjera zaštite prema vanjskim utjecajima,
d) uočljivost i mogućnost prepoznavanja N i PE vodiča, opomenskih tablica, oznake strujnih krugova, spojeva vodova, vodiča, kabela.

Prema članu 195. istog Pravilnika moraju se obaviti sljedeća ispitivanja na izgrađenoj instalaciji:

a) utvrđivanje neprekidnost zaštitnog vodiča i vodiča za glavno i dodatno izjednačenje potencijala,
b) provjera zaštite električnim rastavljanjem strujnih krugova,
c) provjera funkcioniranje električne instalacije.

Isključenje u nuždi napajanja električnom energijom građevine

Isključenje napajanja električnom energijom potrebno je izvršiti odmah po uočavanju požara ili u slučaju opasnosti. Isključenje je moguće izvršiti

- na razdjelnom ormaru / pomoću tipkala /
- na ulazu u građevinu

Glavni projektant:
Milenko Musulin, dipl.ing.el.



Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Na osnovu Zakon o gradnji (Narodne novine, br 153/13, 20/17, 39/19), Zakon o zaštiti od požara (Narodne novine, br. 92/2010) i Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14, 118, 154/14) daje se prikaz programa kontrole i osiguranja kvalitete električne instalacije.

Građevina , tijekom izgradnje i korištenja mora biti:

- pouzdana u cjelini kao i u svakom svom dijelu ili elementu;
- mehanički otporna i stabilna;
- sigurna u slučaju požara;
- neopasna za zdravlje ljudi u pogledu zagađivanja vode i tla;
- sigurna za korištenje u smislu smanjenja mogućnosti povreda od udara električne struje;
- neopasna u smislu proizvodnje prevelike buke i vibracija;
- toplinski zaštićena od prevelikog zagrijavanja odnosno gubitaka topline;
- zaštićena od štetnog djelovanja korozije.

Zbog osiguranja navedenih tehničkih svojstava bitnih za ovu građevinu potrebno je tijekom izgradnje i korištenja (nabavke opreme, građenja, puštanja u pogon i održavanja) izvršavati preglede, ispitivanja i mjerenja kako bi se dokazala i održala kvaliteta ugrađenih elemenata, odnosno izvedenih radova. Ovisno o vrsti građevine, važećim tehničkim propisima i normama određena je vrsta i periodičnost pregleda, ispitivanja i mjerenja kojih se moraju u potpunosti pridržavati i Izvođač i Korisnik. Svaki proizvođač opreme ili Izvođač radova prema ovom projektu treba primijeniti program kontrole i osiguranja kvalitete u skladu sa Zakonom o gradnji. Programom osiguranja kvalitete dana je provjera kao i izrada dokumentacije kojom će se dokazati da je postignuta željena kvaliteta. Primjena programa odnosi se na opseg isporuke i montaže opreme prema glavnom projektu. Odgovornost za provedbu ovog programa osiguranja kvalitete imaju i Naručitelj i Izvođač. Prilikom odabira Izvođača radova Investitor treba voditi računa o podobnosti istog na temelju prikupljenih podataka o izvršenim radovima na izradi sličnih građevina.

4.1. Uvjeti kojih se treba pridržavati tijekom građenja

Ovi uvjeti su sastavni dio projekta i obvezuju Investitora i Izvođača da se pri izgradnji građevine pored ostalog pridržavaju i ovih uvjeta, jer isti sadrže neke elemente koji nisu navedeni u tehničkom opisu i ostalim dijelovima projekta, a važni su za izvođenje radova.

4.2. Opći uvjeti

Izgradnju građevine treba izvesti prema projektnom zadatku, priloženim nacrtima, tehničkom opisu, popisu opreme i materijala i važećim tehničkim propisima i normama. Investitor je dužan tijekom izgradnje građevine osigurati trajni stručni nadzor nad izvođenjem radova. Prije početka radova, Izvođač je dužan detaljno se upoznati s projektom i sve eventualne primjedbe na vrijeme dostaviti Investitoru odnosno nadzornom inženjeru. Tijekom građenja Izvođač i Nadzorni inženjer su dužni provoditi stalnu kontrolu nad ugrađenom opremom i materijalima te obavljenim radovima. Ukoliko se tijekom građenja pojavi opravdana potreba za određenim odstupanjima ili manjim izmjenama projekta, Izvođač je dužan za to prethodno pribaviti suglasnost Nadzornog inženjera. Nadzorni inženjer će prema potrebi upoznati Projektanta s predloženim izmjenama i tražiti njegovu suglasnost. Tijekom izvođenja radova Izvođač je dužan sva nastala odstupanja od rješenja predviđenih projektom unijeti u projekt, a po završetku radova mora Investitoru predati projekt stvarno izvedenog stanja.

Za cijelo vrijeme trajanja radova Izvođač obvezatno mora voditi građevinski dnevnik sa svim podacima koji takav dokument predviđa, a svi zahtjevi i priopćenja kako od strane Nadzornog inženjera tako i od strane Izvođača, moraju biti upisani u dnevnik.

4.3. Tehnički uvjeti

Tehnički uvjeti građenja sadržani su dijelom u tehničkom opisu, a u cijelosti u navedenim tehničkim propisima i normama pa ih ovdje nismo posebno navodili. Potpuno poznavanje i primjena istih zakonska je obveza svakog izvoditelja

4.4. Nabavka i preuzimanje opreme

Prilikom isporuke opreme za izgradnju proizvođač je dužan dostaviti potvrde o kvaliteti ugrađene opreme, s kojima se dokazuje da je oprema izrađena i ispitana sukladno važećim tehničkim propisima i normama Republike Hrvatske odnosno drugim svjetski priznatim normama (IEC, DIN, VDE). Provodi se ulazna, međufazna i završna kontrola te ispitivanje i puštanje u pogon. Svrha ulazne kontrole je da se utvrdi usklađenost nabavljene opreme s narudžbom. Opseg i sadržaj ulazne kontrole definiran je planovima kontrole. Plan kontrole se radi na osnovu ocjene težine neispunjavanja utvrđenih zahtjeva. Kontrola može biti 100% ili prema planu kontrole. Ulazna kontrola sastoji se u rutinskom pregledu (provjera količine, vidljiva oštećenja, prateća dokumentacija o kvaliteti, itd.). Svi rezultati kontrole se dokumentiraju, a nabavljena oprema se ne daje montažeru bez odobrenja ulazne kontrole. Neusklađenosti kod isporuka se dokumentiraju, a oprema koja ne zadovoljava kriterij prihvatljivosti se jednoznačno obilježava i odlaže na odvojeno mjesto. Ulazna kontrola kvalitete u takvom slučaju pokreće postupak neusklađenosti. Na temelju zahtjeva kvalitete definirane u tehničkoj dokumentaciji, te specifičnih zahtjeva iz ugovora, u tijeku proizvodnje prema planovima kontrole kvalitete izvršavaju se kontrole i ispitivanja. Kontrolu i ispitivanje izvodi kvalificirano i ovlašteno osoblje. Kontrola ima pravo i obvezu zadržati opremu od daljnje obrade dok se ne postignu zadovoljavajući rezultati kontrole. Završna kontrola i ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje opreme u skladu sa specifikacijama, planovima ispitivanja, nacrtima i drugim odgovarajućim dokumentima. Ovlašteno i kvalificirano osoblje obavlja ispitivanje prema planovima kontrole kvalitete, internim uputama i propisima koji se izrađuju u skladu s domaćim i međunarodnim standardima. Nakon uspješno završenog ispitivanja izrađuju se izvješća o ispitivanju i kompletira se dokumentacija o kvaliteti u skladu s Planom kontrole kvalitete.

4.5. Rukovanje, pakiranje, skladištenje, isporuka i transport

U tijeku cijelog procesa ugrađivanja opreme , opremom koja će se ugraditi, rukuje se na takav način da su onemogućena oštećenja i utjecaj okoline na kvalitetu same opreme. Na osnovu odgovarajuće tehničke dokumentacije kontrolira se ispravnost ambalaže, pakiranja, zaštite i označavanje. Oprema se skladišti na takav način da je onemogućeno oštećenje i pogoršanje karakteristika. Svi posebni zahtjevi skladištenja bit će dokumentirani. Kod isporuke se osigurava kompletnost isporuke, odgovarajuća zaštita od oštećenja i utjecaja okoline kako se ne bi pogoršala kvaliteta isporučene opreme i dijelova. Na pošiljci se označava adresa primatelja i oznaka proizvoda. Za opremu za koju je to potrebno propisati će se svi zahtjevi za transport (specijalni tereti) i kontrolirati provođenje traženih zahtjeva.

4.6. Puštanje u pogon

Nakon montaže opreme u postrojenju prema opsegu ovog projekta potrebno je izvršiti slijedeća ispitivanja i mjerenja:

- funkcionalna ispitivanja;
- naponska ispitivanja;
- ispitivanje ožičenja;
- mjerenje otpora rasprostiranja uzemljivačkog sustava.

Ovlašteno i kvalificirano osoblje obavlja navedena ispitivanja prema planovima kontrole kvalitete u skladu s domaćim i međunarodnim standardima.

Nakon uspješno završenih ispitivanja i mjerenja potrebno je sastaviti slijedeće zapisnike i izvješća:

a) Izvješće o mjerenju otpora uzemljenja sukladno Tehničkim propisima o gromobranima.
b) Izvješće o vizualnom pregledu postrojenja.
c) Izvješće o funkcionalnom ispitivanju postrojenja.
d) Izvješće o rezultatima mjerenja otpora izolacije vodiča u električnim instalacijama
e) Izvješće o neprekinutosti zaštitnog vodiča i izjednačenja potencijala.
f) Izvješće o provjeri efikasnosti zaštite od previsokog napona dodira
g) Izvješće o ispitivanju sklopnih elemenata.

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

a) Fotonaponski moduli – Izrađeni i ispitani u skladu s:
   Tipsko ispitivanje:
   HRN EN 61215:2008
   Sigurnost:
   HRN EN 61730-1:2008
   HRN EN 61730-2:2008+A1:2012+A2:2013+A11:2015
   Korozija amonijakom:
   HRN EN 62716:2014
   Korozija u slanom mediju:
   HRN EN 61701:2012
   PID degradacija:
   TS IEC 62804 -1:2015
b) Mrežni izmjenjivač(i) – Izrađeni i ispitani u skladu s:
   Emisije:
   HRN EN 61000-6-3:2008
   HRN EN 61000-6-4:2007
   Smetnje:
   HRN EN 61000-3-3:2009
   HRN EN 61000-3-2:2008+A1:2010+A2.2010
   HRN EN 61000-3-11:2001

HRN EN 61000-3-12:2008

Otpornost:
HRN EN 61000-6-1:2008
HRN EN 61000-6-2:2008
Sigurnost:
HRN EN 50178:2001
HRN EN 62109-1:2011
Poluvodiči:
HRN EN 60146-1-1:2001

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

d) Razdjelni ormar(i): Izrađeni i ispitani u skladu sa:
IEC 61439-1/2
Tehnički propis za niskonaponske instalacije (NN RH br. 5/10)

1. Proizvođačka jamstva za ključnu opremu

Energetska, komunikacijska i signalna oprema mora imati minimalno proizvođačko jamstvo od jedne godine. Fotonaponski moduli moraju imati pozitivnu toleranciju na iskaz nazivne snage, moraju zadovoljiti ispitivanje elektroluminiscencijom, imati proizvođačko jamstvo od 10 godina, uz jamstvo snage modula od najmanje 90% nakon 12 godina i 80% nakon 25 godina.
Mrežni izmjenjivači moraju imati proizvođačko jamstvo od 10 godina.

1.1. Izvođenje i ispitivanje električnih instalacija

Nakon montaže opreme na objektu prema Glavnim i Izvedbenim projektima potrebno je izvršiti određena ispitivanja koja se mogu izvršiti u sklopu montaže opreme ili zasebno.
Uobičajena ispitivanja opreme uključuju sljedeće:

Razvodni ormar(i):

- Ispitivanja ormara (s ugrađenom atestiranom opremom) uz obaveznu izradu ispitnih listova kojima se garantira tehnička ispravnost i kvaliteta ormara,
- Istovjetnost podataka na natpisnim pločicama opreme s podacima naznačenim u projektu,
- Način označavanja opreme i ožičenja unutar ormara,
- Provjera primarnih strujnih krugova podnosivim izmjeničnim naponom,
- Provjera redoslijeda faza,
- Provjera dielektrične čvrstoće niskonaponskih krugova,
- Kontrola uklopnih i isklopnih strujnih krugova,
- Kontrola polariteta strujnih i naponskih mjernih transformatora,
- Provjera prijenosnog omjera strujnih i naponskih mjernih transformatora,

- Kontrola galvanske povezanosti svih metalnih kućišta opreme i njihov spoj na sabirnicu za izjednačenje potencijala ili uzemljivač,
- Podešenje i parametriranje zaštita (uložaka osigurača, prekidača, zaštitnih releja, terminala polja i sl.) prema Elaboratu podešenja zaštite ako ga je trebalo izraditi,
- Provjera uklopa i isklopa prekidača lokalno i daljinski;

0,4 kV kabeli:

- Provjera načina polaganja i spajanja prema projektu,
- Mjerenje otpora vodiča,
- Mjerenje otpora izolacije;

Sustav uzemljenja:

- Provjera galvanske povezanosti svih metalnih dijelova s uzemljivačem,
- Mjerenje otpora rasprostiranja uzemljivača.

Nakon svih provedenih ispitivanja korisniku se dostavljaju svi atesti za ključnu ugrađenu opremu kao i ispitni protokoli:

- Izjave o sukladnosti i jamstvene listove ugrađene opreme i kabela,
- Izvješća o izvršenom mjerenju otpora izolacije,
- Izvješća o izvršenoj kontroli učinkovitosti zaštite od indirektnog dodira,
- Ispitne listove ormara.

1.2. Neovisno ispitivanje elektrane

Naručitelj će ispitivanje elektrane povjeriti neovisnom ispitnom društvu. Ispitivanje će se provesti prema normi HRN EN 62446-1:2016.

Ispitivanje se mora sastojati od:

-Inspekcija istosmjernog dijela sunčane elektrane (točka 5.3.2. norme)

-Inspekcija prenaponske zaštite prema točki 5.3.3. norme

-Inspekcija izmjeničnog dijele sunčane elektrane na NN strani (točka 5.3.4. norme)

-Inspekcija oznaka i natpisa (točka 5.3.5. norme)

-Ispitivanje fotonaponskih stringova na kontinuitet uzemljenja, ispravan polaritet, ispitivanje u otvorenom krugu i kratkom spoju, funkcionalan test i ispitivanje otpora izolacije (točka 5.4. norme)

Izvoditelj je dužan u najkraćem roku ukloniti sve nedostatke utvrđene neovisnim ispitivanjem.

Svi moduli će biti termografski ispitani u skladu s točkom D norme. Ukoliko se utvrdi stanje vruće točke (eng. hotspots) u pojedinoj ćeliji modula ili u diodama priključne kutije, Izvođač je obvezan takve module zamijeniti ispravnim.

4.7. Kvaliteta u montaži i servisiranju

Isporučitelj opreme treba dati potrebne podatke o montaži, održavanju i uporabi isporučene opreme kao i osigurati rezervne dijelove. Izvođač montažnih radova ili druga pravna osoba treba na osnovu podataka o opremi izraditi program i plan montažnih radova (projekt montaže, tehnološke postupke montaže, program i plan za ispitivanje i puštanje u pogon objekta). Izvođač montažnih radova treba dokumentirati ostvarenu kvalitetu u

skladu s dokumentacijom o kvaliteti. Za servisiranje opreme Naručitelj uvodi i primjenjuje postupke za izvršavanje i potvrdu postavljenih zahtjeva pri servisiranju.

4.8. Dokumentacija o kvaliteti

Radi dokazivanja kvalitete proizvoda dosljedno se provodi sustav identifikacije, prikupljanja, popunjavanja, čuvanja i arhiviranja dokumentacije o kvaliteti. Svaki aparat mora imati certifikat kojim se dokazuje kvaliteta. Podaci se registriraju i arhiviraju na takav način da se u svakom trenutku mogu pronaći i koristiti. Završni paket QC dokumentacije dostavlja se Naručitelju u 2 primjerka najkasnije 15 dana nakon završenih aktivnosti kontrole. Završni paket QC dokumentacije sadrži podatke o zadovoljavanju propisanih zahtjeva za kvalitetu opreme, dokumentacije i usluge. QC dokumentacija sadrži:

- naziv i oznake opreme;
- sadržaj paketa;
- plan kontrole kvalitete;
- povezanost aktivnosti s dokazima o kvaliteti;
- dokaz o kvaliteti.

4.9. Održavanje

U nakani zadržavanja postignute kvalitete, a s ciljem zadovoljenja sigurnosti i pouzdanosti pogona, Investitor je obvezatan izraditi i provoditi program održavanja građevine tijekom njenog korištenja. Prilikom izrade programa održavanja treba poštivati uputstva proizvođača opreme, te zahtjeve tehničkih propisa i normi, koji definiraju određene obveze Investitora u pogledu periodičnosti i opsega pregleda, servisa, ispitivanja i mjerenja.
Tijekom redovnog održavanja treba provesti kontrolu.

a) pouzdanosti – jednom godišnje,
b) mehaničke otpornosti – jednom u dvije godine,
c) sigurnosti u slučaju požara – dva puta u tijeku godine,
d) antikorozivne zaštite – jednom godišnje.

Najmanje jednom mjesečno treba izvršiti preventivni servisni pregled postrojenja i poduzeti mjere za otklanjanje uočenih grešaka i nedostataka. Najmanje dva puta godišnje treba izvršiti funkcionalno ispitivanje cijelog postrojenja te izvršiti popravak ili zamjenu neispravnih dijelova ili uređaja. Smjernice i osnove za planiranje kao i radovi i rokovi uz redovno održavanje elektroenergetskih postrojenja definirani su Pravilnikom o održavanju elektroenergetskih postrojenja. Način obavljanja redovitih pregleda električne instalacije uključuje

a) Pregled u koji je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi električnih instalacija u ispravnom stanju
b) Mjerenja radi utvrđivanja je li električna instalacija u cjelini ispunjava zahtjeve određene projektom građevine što uključuje ispitivanje električne instalacije primjenom norme HRN HD 60364-6
c) Izvanredni pregled električne instalacije provodi se nakon svake promjene na istoj, nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva električne instalacije ili izaziva sumnju u uporabljivost električne instalacije te po zahtjevu iz inspekcijskog nadzora
d) Zamjena dijelova električne instalacije mora se provesti na način da se tim radovima ne utječe na zatečena tehnička svojstva građevine

Proizvodi kojima se zamjenjuju pojedini dijelovi postojeće električne instalacije moraju ispunjavati zahtjeve Tehničkog propisa za niskonaponske instalacije (NN br. 05/10) .Zamjena sastavnica postojeće električne

instalacije te njihova ugradnja mora biti takva da električna instalacija nakon ugradnje ispunjava najmanje zahtjeve iz Tehničkog propisa za niskonaponske instalacije (NN br. 05/10) Dokumentaciju o pregledima, te ugradnji dijelova električne instalacije, kao i drugu dokumentaciju o održavanju električne instalacije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. O provedenom redovitom ispitivanju i izvanrednom pregledu te o ispitivanju električne instalacije sastavlja se zapisnik .

4.10. Program rada kontrole i osiguranja kvalitete

Osnovne aktivnosti kontrole za predmetnu građevinu su:

a) Neprekidna kontrola projektnih rješenja i stanja u izvedbi. Sve izmjene se moraju evidentirati uz znanje i suglasje Projektanta.
b) Neprekidna kontrola postupaka u izvođenju radova prema tehničkoj i tehnološkoj dokumentaciji.
c) Kontrola mjera i kontrola postupaka.
d) Međufazno i fazno preuzimanje elemenata prije ugradnje što se evidentira zapisnikom o preuzimanju.
e) čuvanje svih dokumenata izvedbe.

4.11. Priprema za tehnički pregled i zapisnici o završenoj kontroli.

Provedbom programa kontrole, sastavljanjem kompletne dokumentacije o izvršenim pregledima, nalazima, atestima, potvrdama i ispravama, uključujući i završni izvještaj o pregledu osigurava kvalitetu ugrađenih materijala, pojedinih radova, kao i cjelinu izvedene građevine.

Glavni projektant:
Milenko Musulin, dipl.ing.el.



Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

5. TEHNIČKI OPIS i PRORAČUN

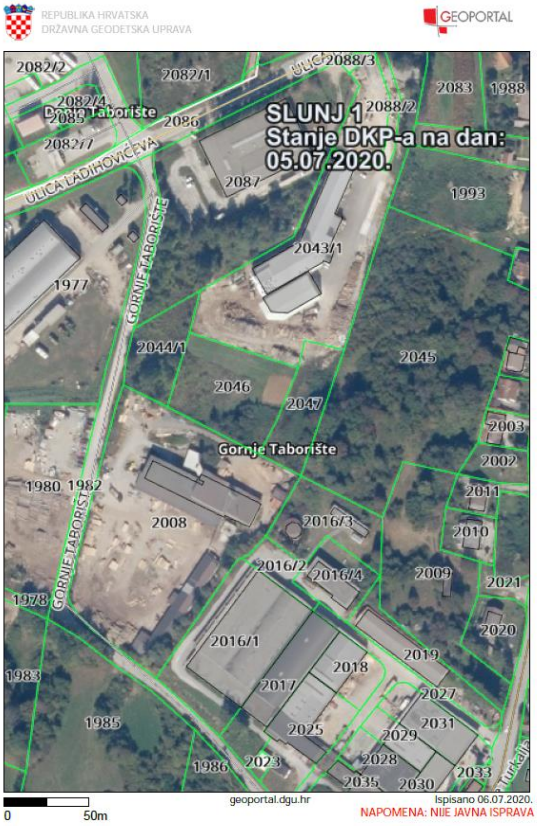
5.1. Uvod

Na k.č. 2043/1, k.o. Slunj I, izgrađena je građevine za proizvodnju peleta, površine 1.925 m^2

Prema uvjetima iz EES br. 401702-120012-0052, mjesto priključenja na mrežu, (kompleks u vlasništvu Špelić Nikole na lokaciji k.č. 2043/1) , nalazi se na srednjem naponu u TS Špelić Energo. Napajanje je iz TS 35/10 KV Slunj 3T4001, izvod 10(20) kV, izlaz 35RIZ, napon priključka 10kV.
Mjesto predaje električne enerije nalazi se na srednjem naponu u mjernom polju Špelić Energo. Podaci iz ESS dani su tablici.:

Tablica 1.

Sifra OMM	Brojilo	Ostalo	Napon OMM (kV)	Priključna snaga potrošnje (kW)	Dopušteni faktor snage potrošnja
7819592	Elektroničko kombi upravljano 3F/4T (GSM/GPRS mod)	SMT 60/5, NMT 10/0,1 kV, tarifni mod - bijeli	10,00	950,00	0,95-ind-1



Sl. 1. Smimka lokacije k.č. 2043/1 k.o. Slunj I

Radi povečane potrošnje električne energije iz godine u godinu investitor Nikola Špelić odlučilo je izgraditi fotonaponsku elektranu na krovovima postojećih hala i kogeneracijsko postrojenje - elektranu za proizvodnju električne i toplinske energije za vlastite potrebe u Gornjem Taborištu, k.č.br. 2043/1, k.o.Slunj 1.

Projektirana snaga kogenracijskog postrojenja iznosi maksimalno 180kW električno (nazivna snaga modula definirana od strane proizvođača opreme). Ugraditi će se jedan CHP modul kompaktne izvedbe smješten u namjenski izgrađene prostorije. Pozicija smještaja na čestici i dispozicija opreme u prostoru prikazane su na priloženim nacrtima. Plin proizveden u isplinjivaču peleta pogoni motor sa unutrašnjim sagorijevanjem tipa MAN D26 koji pokreće sinkroni generator tip Leroy-Somer LSA46.2 L10, napona 3x 230/400V, frekvencije 50Hz, maksimalne izlazne snage 240kW pri P.F 0.8.

Na krovnim plohama proizvodne građevine (raspoloživost krovnih ploha je cca 1700,00 m^2,) postaviti će se 560 kom pv panela pojedinačne snage 0,535kWp .

Izmjenična struja proizvedena u sinkronom generatoru i PV izmjenjivačima biti će predana u glavni elektroenergetski razvodni ormar građevine - NN blok u postojećoj trafostanici, prije postojećeg obračunskog mjernog mjesta nadležnog operatera distributivne mreže. Na taj način će se proizvedena energija potrošiti unutar same građevine. Eventualni viškovi električne energije, koji su mogući ali se u pravilu ne očekuju (npr. tijekom neradnh dana i sl.) će biti predani u mrežu. Količina predane energije biti će zabilježena dvosmjernim brojilom električne energije u vlasništvu operatera distributivne mreže. Formalno-pravno reguliranje ovoga odnosa treba izvršiti Investitor u suradnji sa nadležnim distributerom električne energije/operaterom distributivne mreže.

Priključak postrojenja na elektroenergetski sustav izvesti će se sukladno odredbama EES br.401700-200274-0012 od 03.11.2020.g., Priključna točka cijele lokacije je postojeće rasklopište RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO napajano iz TS 35/10(20) kV SLUNJ – 3T4 001, izvod 10(20)kV RJ05 RIZ. Mjesto razgraničenja vlasništva i odgovornosti između Podnositelja zahtjeva i HEP-ODS-a (mjesto predaje i preuzimanja energije) je: VP J06 Špelić – prekidač za odvajanja u RS 10(20kV) ŠPELIĆ ENERGO.
Uređaj za odvajanje smješten je u SN bloku u RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO.

Priključak

Niskonaponski priključak će se izvršiti na sabirnice /odvod br 4/ NN bloka RS 10(20) kV ŠPELIĆ ENERGO sa setom energetskih vodiča FG7R 2(4×1x150 mm^2) i spojti nae razdjelnik +N.R. K_FNE. U ormaru +N.R. K_FNE nalazi se prekidač za priključak opskrbnog kabela

- kogeneracije i
- FN elektrane

i ostala sklopna oprema. Kabeli će biti položeni unutar postojećeg kabelskog kanala na lokacije, te na novopostavljene kabelske police.

Fotonaponska elektrana

a) Podatci o sunčanoj elektrani na istosmjernoj strani

Tablica 1.

Podatci o pv panelima na lokaciji 2043/1					
Rb.br. polja	Br. pv panela u stringu	br. string-ova	br. pv panela	Snaga pv panela(kWp)	Ukpna snaga polja (kW)
polje 1	15	6	90	0,535	48.150
polje 2	14	8	112		59.920
polje 3	16	6	96		51.360
polje 4	16	4	64		34.240
polje 5	15	7	105		56.175
Ukupno pv panela			467		249.845

b) Podatci o sunčanoj elektrani na izmjeničnoj strani

Tablica 2.

Nazivni izlazni napon invertera (kV)		0,40/0,23
frekvencija (Hz)		50
faznost		3
broj invertera, na k.č. 2043/1		
Oznaka polja	kom	Snaga invertera (kw) /a.c
Polje 1	1	50,00
Polje 2	1	60,00
Polje 3	1	60,00
Polje 4	1	40,00
Polje 5	1	60,00
Ukupna snaga (kWa.c.)		270,00

Snagu invertera na a.c strani prema EES ograničiti na 260,00 kW

5.2. Kategorizacija korisnika mreže

-korisnik mreže u smislu smjera električne energije na obračunskom mjernom mjestu (OMM) je kupac/proizvođač

-mjesto isporuke/preuzimanja snage je na srednjem naponu (SN)

-kupac s 3 faznim priključkom, grupa 3 (< 500,00kW)

-sučelje fotonaponske elektrane s NN mrežom je inveter 0,23/0,40 kV

5.3. Osnovne analizirane karakteristike za priključak fotonaponske elektrane su :

- Dobra mogučnost pristupa te blizina priključka na HEP ODS
- Vrlo dobra insolacija i pozicija terena
- Postojeće krovne plohe proizvodno poslovnog kompleka namjenjanje za izgradnju Sunčane elektrane

Mjesto izgradnje, površinom i pozicijom u odnosu na istok/zapad pruža uvjete za izgradnju fotonaponske elektrane na tlu . Motiv za izgradnju je prvenstveno u području zaštite okoline koja je povezana s klimatskim promjenama , kao i proizvodnja električne enegije iz obnovljih izvora. Korištenje obnovljivih izvora i kogeneracije (Zakon o obnovljim izvorima električne energije i visokučinskoj kogeneraciji NN 100/15, 123/16, 131/17 i 111/18) temelji se na Zakonu o tržištu električne energije (NN 22/13, 102/15, 102715, 52/19).

Prema razradi glavnog projekta izgradnja Sunčane elektrane

DC strana elektrane obuhvača slijedeće:

- Fotonaponske module pojedinačne snage 535 Wp s montažnom na podkonstrukciju na krovne plohe. PV paneli postavljeni su pod kutem od 15°
- Vodići istosmjernog napona Uo/U 1200/1800 V (DC) od fotonaponskih modula do invertera. Vodiči su većim dijelom položu u kabelske police oznake Tc

AC strana elektrane obuhvača slijedeće:

- Invertere 3f, nazivnog napona 0,23/0,40kV.
- Razdjelnik SE elektrane
- Energetske kable od invertera do razdjelnika SE
- Kabelske police tip Sc.
- Energetski kabel od razdjelnika SE od NN bloka u TS

Karakteristike opreme fotonaponske elektrane dane su u poglavu Proračunu ušteda

5.4. **Opis s**mještaja građevine na građevinskoj čestici

FN elektrana će se graditi na postojećim krovnim plohama proizvodno poslovnog kompleksa , lokacija k.č. 2043/ k.o. Slunj I.

5.5. **Opis** namjene građevine

Namjena Sunčane elektrane je proizvodnja električne energije direktnom pretvorbom energije sunčevog zračenja i proizvedena energija predaje se u elektroenergetsku /distribucijsku/ mrežu. Predana energija u električnu mrežu obračunava se i naplačuje u skladu s važećim Pravilnicima i propisima RH.

Princip rada sustava zasniva se na fotonaponskom efektu , odnosno pojavi napona na kontaktima elektroničkih uređaja prilikom njihova izlaganju svjetlu. Osnovni elektronički element u kojima se događa fotonaponska pretvorba je fotonaponska čelija a iste su ugrađene u fotonaponske module. Za dobivanja željenog napona istosmjernog dijela internog dijela električne mreže , fotonaponski naponski moduli se serijskim vezama povezuju u nizove. Pretvorba električne energije na napon 0,40 kV 50 Hz vrši se u inverterima. Predaja električne

energije u distributivnu srednje naponsku mrežu ostvaruje se transformacijom napona u TS i izvodom srednjenaponskih vodova 10 kV u točku interpolacije u skladu sa EES HEP ODS-a.

5.6. **Način** priključenja na prometnu površinu

Građevinska čestica k.č. 2043/ k.o. Slunj I., ostavruje neposredan priključak na prometnicu.

5.7. Način zbrinavanja građevinskog otpada koji nastaje tijekom građenje građevine

Za vrijeme radova na izgradnji FN elektrane ne proizvodi se opasan otpad. Tijekom građenja može doći do viška iskopanog materijala i zemljanog materijala, otpadnog građevinskog materijala i ambalaže u kojoj će biti doprmjenja oprema te komunalnog otpada. S neopasnim otpadom postupa se sukladno Zakonu o gospodarenjem otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19) i Pravilnik o gospodarenju otpadnom električnom i elektroničkom opremom (NN 42/14, 48/14-ispravak, 107/14, 139/14, 11/19) . Sa viškom iskopanog materijala tijekom gradenja koja nije moguće uporabiti odvesti će se na deponiji za zbrinjavanje otpada. Izvođać je dužan prije izdavanja dozvole za trajni pogon Sunčane elektrane , sve privremene građevine izgrađene u okviru pripremnih radova , opreme gradilišta, neutrošeni građevinski i drugi materijal ukloniti, a zemljište na području gradilišta kao i na prilazu gradilišta dosvesti u uredno stanje u skaldu sa uvjetima utvrđenim u postupku odobravanja građevine.

5.8. Zaštita od induciranih i atmosferskih prenapona

Da bi se osigurao siguran i neprekidni rad FN elektrane kroz njezin radni vijek potrebno je predvidjeti zaštitu od atmosferskih i induciranih napona . Zaštita mora biti postavljena na izlaznoj strani invertra i na izlaznoj strani PV modula. U skaldu sa norom EN 62305-2 u očekivane rizike oštečenja spadaju direktni ili ne direktni udari groma. Zaštita od fotonaponskog sustava od atmosferskih i induciranih prenapona mora biti u skaldu sa EN 60364-7-712 / električna instalacija fotonaponskog sustava/ i grupu standarda EN 62305.

5.9. Fotonaponski paneli

Elemente fotonaponskih nizova predstavljaju paneli pojedinačne snage 535Wp. Tehničke k-ka pv modula dane su tablici 3.

Tablica 3. : Tehničke karakteristike fotonapnskih panela

Maksimalna snaga W_P	535,00
Napon V_{OC} (V)	37,10
Napon V_{MPP} (V)	30,80
Struja kratkog spoja I_{SC}(A)	18,31
Struja pri maksimalnoj snazi I_{MPP}(A)	17,21
korisnost (%)	20,30
α V_{OC}(%/ºC)	-0,25
α I_{SC}(%/ºC)	+0,04
α P_M(%/ºC)	-0,34
Dimenzije	2384×1096×35 mm
Temperatura	-40°C do +80°C

V_{OC} napon praznog hoda pri 25°C (V)
$V_{OC\ MAX}$ napon praznog hoda pri min. temp. modula (-40˚C) (V)
V_{MMP} napon pri kojem modul daje max. snagu pri 25°C (V)
I_{MMP} struja modula pri V_{MMP}, 25˚C (A)

5.10. DC razvod fotonaponskih panela

Nizovi fotonaponskih panela se smještaju na odgovarajuću aluminjsku podkonstrukcije koja se postavlja na krovne plohe. Sa stražnje strane svakog panela nalazi se ugrađena priključna kutija u IP 65 iz koje izlaze dva priključna kabela s završnim konektorima u standardnoj izvedbi koji omogućava priključak pozitivnog i negativnog pola fotonaponskog panela. Povezivanje (vidi nacrt 3) fotonaponskih panela u seriju (string) postižemo ulaznu naponsku razinu koja odgovara istosmjernoj naponskoj razini na ulazu mrežnog invertera. Svaki od nizova (stringova) fotonaponskih panela povezuju se kabelom sa standardiziranim konektorima na (+) i (-) ulaz invertera .

5.11. **Proračun prilika na istosmjernom razvodu**

Kod postavljanja konfiguracije elektrane, mora se voditi računa o maksimalnim vrijednostima struja i napona na ulazima pretvarača, kao i o nazivnim podacima FN modula. Maksimalno dozvoljene vrijednosti se ne smiju prekoračivati, kako ne bi dolazilo do ispada i kvarova na inverteru odnosno sklopnoj opremi.

5.12. **Proračun maksimalnog istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač**

Maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač nastaje kada se moduli nalaze u otvorenom krugu te je temperatura ćelija niska. Sustavi se projektiraju za maksimalni napon **1000 V_{DC}** uz temperaturu okoline **– 40°C**.
Maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač se računa prema formuli:

$$U_{DC\max} = N_{PV\,modul} \times V_{OC}(1 + \frac{\Delta T}{K}) \qquad (1)$$

Gdje je:

- Umax(DC) – maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač
- $N_{PVmodul}$ – broj FN modula koji su spojeni na jedan string
- Uoc – napon otvorenog kruga
  $\Delta T = T_{(-10^0C)} - T_{STC}$
  $\Delta T = -40^0C + 25^0C = -15^0C$
- k temperaturni koeficijent/100

Tablica 4.

Maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač						
Oznaka polja	NPVmodul	Uoc [V]	ΔT [°C]	K=temp.koeficijent	U max (DC)	U max < 1.100 V
polje 1	15	37.10 V	-25	-0.0025	591.28 V	DA
	15	37.10 V	-20	-0.0025	584.33 V	DA
	15	37.10 V	-15	-0.0025	577.37 V	DA
	15	37.10 V	-10	-0.0025	570.41 V	DA
	15	37.10 V	-5	-0.0025	563.46 V	DA

Maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač						
Oznaka polja	NPVmodul	Uoc [V]	ΔT [°C]	K=temp.koeficijent	U max (DC)	U max < 1.100 V
polje 2	14	37.10 V	-25	-0.0025	551.86 V	DA
	14	37.10 V	-20	-0.0025	545.37 V	DA
	14	37.10 V	-15	-0.0025	538.88 V	DA
	14	37.10 V	-10	-0.0025	532.39 V	DA
	14	37.10 V	-5	-0.0025	525.89 V	DA

Maksimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač						
Oznaka polja	NPVmodul	Uoc [V]	ΔT [°C]	K=temp.koeficijent	U max (DC)	U max < 1.100 V
polje 3	16	37.10 V	-25	-0.0025	630.70 V	DA
	16	37.10 V	-20	-0.0025	623.28 V	DA
	16	37.10 V	-15	-0.0025	615.86 V	DA
	16	37.10 V	-10	-0.0025	608.44 V	DA
	16	37.10 V	-5	-0.0025	601.02 V	DA

Ako na istosmjerni ulaz spojimo **16** fotonaponskih panela onda će maksimalana vrijednost napona biti manja od 1.000 V i zadani uvjet je **ZADOVOLJEN** .

5.13. Proračun minimalnog istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač

Proračun se vrši za slučaj kada se FN moduli nalaze u točci maksimalne snage Pmpp uz temperaturu okoline od +60°C.

Minimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač se računa prema formuli:

$$U_{DC\,\min} = N_{PV\,\mathrm{mod}\,ul} \times V_{MPP}(1 + \frac{\Delta T}{K}) \qquad (2)$$

gdje je:

- U_{min}(DC) – minimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač
- $N_{PVmodul}$ – broj FN modula koji su spojeni na jedan string
- Umpp – napon u MPP točci (točka maksimalne snage)

$$\Delta T = T_{(+60^0C)} - T_{STC}$$

$$\Delta T = 60^0C - 25^0C = 35^0C$$

- k temperaturni koeficijent/100

Tablica 5.

Minimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač					
Oznaka polja	**NPVmodul**	**Ummp [V]**	**ΔT [°C]**	**K=temp.koeficijent napona/100**	**U min (DC)**
polje 1	15	30.80 V	40	-0.0025	415.80 V
	15	30.80 V	30	-0.0025	427.35 V
	15	30.80 V	20	-0.0025	438.90 V
	15	30.80 V	10	-0.0025	450.45 V
	15	30.80 V	0	-0.0025	462.00 V

Minimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač					
Oznaka polja	**NPVmodul**	**Ummp [V]**	**ΔT [°C]**	**K=temp.koeficijent napona/100**	**U min (DC)**
polje 2	14	30.80 V	40	-0.0025	388.08 V
	14	30.80 V	30	-0.0025	398.86 V
	14	30.80 V	20	-0.0025	409.64 V
	14	30.80 V	10	-0.0025	420.42 V
	14	30.80 V	0	-0.0025	431.20 V

Minimalna vrijednost istosmjernog (DC) napona na ulazu u pretvarač					
Oznaka polja	**NPVmodul**	**Ummp [V]**	**ΔT [°C]**	**K=temp.koeficijent napona/100**	**U min (DC)**
polje 2	16	30.80 V	40	-0.0025	443.52 V
	16	30.80 V	30	-0.0025	455.84 V
	16	30.80 V	20	-0.0025	468.16 V
	16	30.80 V	10	-0.0025	480.48 V
	16	30.80 V	0	-0.0025	492.80 V

Najmanji očekivani MPP napon iznosi 443,52 V sto je veće od zadanog uvjeta za inverter koji starta pri naponu od 200 V.d.c. te je zadani uvjet je **ZADOVOLJEN**.

5.14. Inverter

Kod dimenzioniranja izmjenjivača za zadano fotonaponsko polje odabran je izmjenjivač koji svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima. Sustav je projektiran za maksimalni napon 1.000 V_{DC} uz temperaturu okoline – 20 °C. S obzirom na navedeno i na snagu polja odabran je pretvarač snage 100 i 60 KW(aC). Izlazne električne karakteristike (napon, struja, snaga) fotonaponskog polja u potpunosti odgovaraju ulaznim električnim karakteristikama izmjenjivača u cijelom temperaturnom opsegu rada elektrane. Izmjenjivač ima ugrađen sustav za praćenje točke maksimalne snage (MPPT-engleski: *minimum Power print treking*) fotonaponskog polja. Pretvarač ima 6 ili 12 (šest) ulaza na koji se spajaju fotonaponski moduli (nacrt 3). Inverter je bez transformatora najveće učinkovitosti 98,0 %. Ima ugrađen vrlo napredan sigurnosni sustav zaštite od otočnog pogona..

Tablica 6. Tehnički podaci o inverteru

	Inverter 60 kW
Stupanj korisnosti	98,70%, 400V
$U_{max}(DC)$	1.100 (V)
Max strija pri MPPT	22
Broj MPPT	6
U_{START}	200-1000 (V)
$P_N(AC)$	60,00 kW
I_N	86,70(A)/400V
Prigradnje	
DC odvodnik prenapona	Da (II)
AC odvodnik prenapona	Da (II)
RS 485	da
USB	da
PLC	da
Veličina	1075×555×300 (mm)
Masa	74,00

Tablica 7. Električne snage polja (DC) i invertera (AC)

Opis	$P_{POLJA(DC)}(kW)$	$P_{INVERTER(AC)}(kW)$
polje 1	48.150	50
polje 2	59.920	60
polje 3	51.360	60
polje 3	34.240	40

polje 3	56.175	60
Ukupna	249.845	270

Jedan od preduvjeta priključaka niza (stringa) fotonaponskih panela na inverter je mogućnost galvanskog odvajanja niza fotonaponskih panela od mrežnog invertera koji se ostvaruje DC rastavnom sklopkom za odvajanje. U ovom slučaju rastavna sklopka za odvajanje integriran je u inverteru te se sukladno tome isklapanje fotonaponskih nizova ostvaruje isključivo sljedećim redoslijedom:

- ostvariti odvajanje mrežnog invertera od mreže na AC strani iskopom sklopnog elemenat „ isklope"
- ostvariti vidljivo odvajanje fizički DC prekidača iz kućišta mrežnog invertere u skladu s uputama proizvođača
- fizičko od spajanje priključnih kabela nizova fotonaponskih panela s priključnica mrežnog invertera u skladu s uputama proizvođača.

Zbog specifičnih strujnih i naponskih karakteristika te specifičnog načina priključenja fotonaponskih panela kao i izloženosti fotonaponske elektrane atmosferskim pražnjenjima, a kako bi se zaštitilo ulaze mrežnog invertera od induciranih prenapona uslijed udara munje u hvataljku zbog blizine DC razvoda u inverterima predviđeno je postavljanje prenapone zaštite. Prenapona DC zaštita je naponske razine 1000V s kombiniranim odstojmo i kratko spojnim osiguračima s specijalnom izolacijom radi sprječavanja od požara uslijed DC luka.

Karakteristike prenapone zaštite

Norma	IEC 0675-6-11
Nazivna odvodna struja $I_n(8 / 20\mu s)$	20kA
Maksimalna odvodna struja $I_n(8 / 20\mu s)$	40Ka
Stupanj zaštite U_P pri $I_n(8 / 20\mu s)$	<2,6kV
Stupanj zaštite U_P pri $I_n(10 / 350\mu s)$	<2,4kV
Odzivno vrijeme t_a	<25ns

U predviđenom bou invertera montirana je sabirnica za IP na koju su povezani uzemljenje prenapone zaštite. Na istu PE sabirnicu zaštitnim P/F vodičem će se povezati na sustav zaštite od udara munje.

5.15. **Dimenzioniranje istosmjernog kabela**

Kabeli istosmjerne struje (DC kabeli) služe za povezivanje fotonaponskih modula s invertorom. Pri dimenzioniranju DC kabela i zaštitnih elemenata treba uzeti u obzir sljedeće:

- izloženost visokim vanjskim temperaturama do 90°C i niskim do -40°C
- izloženost UV zračenju, kiši i snijegu
- vođenje kabela u snopu , phed cijevima i perforiranim kanalima (faktor polaganja)

Jednožilni fleksibilni kabeli su pogodni za međusobno povezivanje raznih elemenata fotonaponskih sustava. Za istosmjerni ravod (povezivanje fotonaponskih panela do invertera) odabrali solarni kabel oznake PV1-F i presjeka 1x4 mm^2 Cu.

Kabeli mora udovoljiti slijedeće norme:

EN 50618:2014,TÜV 2 PfG 1169/08.2007, IEC 60228/VDE 0295, HD 605/A1, BS EN 60811-401, BS EN 60811-404, BS EN 60811-501, BS EN 60811-503-508, BS EN 53505, ASTM D624, BS EN 50289-3-7, HD516, BS EN50396, BS EN 60068-2-78, IEC/BS EN 60332-1-2, IEC/BS EN 60754-1, IEC/BS EN 61034-1, IEC/BS EN 60754-2, IEC/BS EN 60754-1, IEC/BS EN 60754-2, BS EN 50395 Clause 9

Tablica 8. Karakteristike kabela

Osnovne karakteristike kabela PV1-F		
Presjek kabela (mm²)	4	6
Nazivni napon Uo/U (DC), Ispitni napon DC	900/1800V	900/1800V
Minimalni unutarnji polupromer savijanja	4D	4D
Temperaturni uvjeti	-40°C do + 90 °C	-40°C do + 90 °C
Max radna temeperatura	120°C	120°C
Minimalna temeratura prilikom ugradnje/savijanja	-40°C	-40°C
Maksimalna sila naprezanje Cu vodiča prilikom polaganja vodiča	15N/m²	15N/m²
Strujno opterečenje (A) nazivno	55	75
Otpor vodiča kod +20 °C (Ω/km)	4,95	4,95

5.16. **Strujno dimenzioniranje DC kabela i osigurača**

Dimenzioniranje veličine presjeka kabela određeno je maksimalnom strujom (Imax) koja može teći kroz kabel. Kabel se ili dimenzionira za struju Imax, 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. Kabeli nizova moraju podnositi struju koja je **1,25 puta veća od struje kratkog spoja fotonaponskog modula (Isc)**, te se polažu tako da su osigurani od zemljospoja i kratkog spoja.

$$I_d \succ 1,25/_{SC} \qquad (4)$$

gdje je:

- Id – strujno opterećenje kabela
- Iopt – strujno opterećenje kabela
- k – faktor polaganja
- Isc – struja kratkog spoja fotonaponskog modula

$$I_{OPT} \times \succ 1,25/_{SC} \qquad (5)$$

Tablica 9.

Strujno dimenzioniranje istosmjernog (DC) kabela								
Tip i presjek kabela [mm²]	Nazivna struja FN modula In [A]	Maksimalna struja Isc [A]	Nazivna struja osigurača Io [A]	Faktor polaganja	Nazivna struja kabela kab. [A]	Dozvoljena struja u kabelu	Uvjet In<Io<Id	Uvjet 1,4*Isc≤Io≤2,4*Isc
PV1F - 1x4 mm²	17.21 A	18.31 A	30.00 A	0.65	55.00 A	35.75 A	ZADOVOLJAVA	ZADOVOLJAVA
PV1F - 1x6 mm²	17.21 A	18.31 A	30.00 A	0.65	75.00 A	48.75 A	ZADOVOLJAVA	ZADOVOLJAVA

5.17. DC zaštita stringa i polja

U serijskom spoju FN modula maksimalna struja jednaka je maksimalnoj struji modula, koja je opet jednaka maksimalnoj struji kratkog spoja modula Isc . Prema istoj struji trebamo dimenzionirati kabele i osigurače. Kod izbora kabela i struje topivog osigurača moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

a) Uvjet 1 -> **In < Io < Id**
b) Uvjet 2 -> **1.4×Isc ≤ Io ≤ 2.4×Isc**

Gdje je:
- In – nazivna struja u vodu [A] (**$In=I_{MPP}$**)
- Id – trajno dopuštena struja u vodu [A]
- Io – nazivna struja osigurača [A]
- Isc - struja kratkog spoja FN modula

5.18. Proračun gubitaka u istosmjernim kabelima

Dimenzioniranje presjeka kabela uzima u obzir što manje moguće gubitke u kabelima tj. dopušteni pad napona u DC krugu ne smije biti veći od 1%. Pad napona se računa prema formuli:

$$\Delta u_{dc} = \frac{P_{max} \times (\rho_1 l_1 + \rho_2 l_1)}{S \times U^2} \qquad (7)$$

gdje je:
- P_{max} – maksimalni iznos snege koju prenosi promatrani kabel [W]
- P_1 – specifični električni otpor (+) vodiča [Ωmm²/m]
- P_2 – specifični električni otpor (–) vodiča [Ωmm²/m]
- L_1 – projektirana dužina (+) vodiča [m]
- L_2 – projektirana dužina (–) vodiča [m]
- U – napon stringa [V]
- S – presjek odabranog vodiča [mm²]

Tablica. 10. Vrijednosti pada napona pri ΔT=35°C

Kontorla pada napona (DC - String)										
Oznaka stringa	Broj pv modula u stringu	Maksimalna snaga [W]	Presjek kabela [mm^2]	Duljina L1 [m]	Duljina L2 [m]	ρ1 [Ωmm2/m]	ρ2 [Ωmm2/m]	Napon Udc [V]	Pad napona [%]	Uvjet u[%]<1%
1	16	8,560 W	6 mm2	20 m	20 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0059	ZADOVOLJAVA
2		8,560 W	6 mm2	25 m	25 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0074	ZADOVOLJAVA
3		8,560 W	6 mm2	30 m	30 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0089	ZADOVOLJAVA
4		8,560 W	6 mm2	35 m	35 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0103	ZADOVOLJAVA
5		8,560 W	6 mm2	40 m	40 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0118	ZADOVOLJAVA
6		8,560 W	6 mm2	45 m	45 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0133	ZADOVOLJAVA
7		8,560 W	6 mm2	50 m	50 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0148	ZADOVOLJAVA
8		8,560 W	6 mm2	55 m	55 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0162	ZADOVOLJAVA
9		8,560 W	6 mm2	60 m	60 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0177	ZADOVOLJAVA
10		8,560 W	6 mm2	65 m	65 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0192	ZADOVOLJAVA
11		8,560 W	6 mm2	70 m	70 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0207	ZADOVOLJAVA
12		8,560 W	6 mm2	75 m	75 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0221	ZADOVOLJAVA
13		8,560 W	6 mm2	80 m	80 m	0.01793	0.01793	416.42 V	0.0236	ZADOVOLJAVA

Ožičenje istosmjerne strane sunčane elektrane treba izvesti tako da gubitak snage bude do ≤ 1% pod standardnim uvjetima testiranja (STC). Ukupan gubitak snage u kabelima istosmjernog razvoda se računa prema formuli:

$$P_{dc} = \frac{n \times L_M \times P_{ST}^2}{S \times U_{MMP}{}^2 \times \gamma} \qquad (8)$$

Gdje je:

- P_{DC} – gubitak snage u promatranom kabelu [W]
- n – dopušteni gubici (n ≤ 1%)
- L_M – projektirana dužina kabela [m]
- P_{ST} = Pmpp – snaga modula u standardnim uvjetima testiranja (STC)
- S – presjek odabranog vodiča
- U_{MPP} - napon u MPP točci (točka maksimalne snage)
- ɣ - specifična vodljivost kabela (za bakar ɣ = 56 Sm/mm^2)

Gubitak snage u kabelima istosmjernog razvoda izražen u % se računa prema formuli:

$$p\% = \frac{P_{DC}}{N_{PV_{MOD}} \times P_{ST}}$$

gdje je:

- p% - gubitak snage u promatranom kabelu [%]
- $N_{PVmodul}$ – broj FN modula koji su spojeni na jedan string
- P_{ST} – snaga jednog modula u standardnim uvjetima testiranja (STC)

U tablici br. su prikazane vrijednosti gubitaka snage na istosmjernim vodičima do invertera

Tablica 11. Gubitak snage

Proračun gubitaka snage u DC kabelima									
Oznaka stringa	Duljina Lm [m]	Snaga FN modula Pmpp[W]	Presjek kabela [mm2]	Napon Umpp[V]	ϒ [Ωmm2/m]	Broj FN modula u	Gubitak snage	Gubitak snage Pdc [%]	Uvjet Pdc[%]<1%
1	20 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	17.96 W	0.21	ZADOVOLJAVA
2	25 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	22.45 W	0.26	ZADOVOLJAVA
3	30 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	26.94 W	0.31	ZADOVOLJAVA
4	35 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	31.43 W	0.37	ZADOVOLJAVA
5	40 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	35.92 W	0.42	ZADOVOLJAVA
6	45 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	40.41 W	0.47	ZADOVOLJAVA
7	50 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	44.90 W	0.52	ZADOVOLJAVA
8	55 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	49.39 W	0.58	ZADOVOLJAVA
9	60 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	53.88 W	0.63	ZADOVOLJAVA
10	65 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	58.37 W	0.68	ZADOVOLJAVA
11	70 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	62.86 W	0.73	ZADOVOLJAVA
12	75 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	67.35 W	0.79	ZADOVOLJAVA
13	80 m	535 W	6.0 mm2	30.80 V	56	16	71.84 W	0.84	ZADOVOLJAVA
UKUPNI GUBICI NA DC RAZVODU:								583.69 W	

5.19. **Proračun prilika na izmjeničnom razvodu**

Dimenzioniranje niskonaponskih vodova je izvršeno prema strujnom opterećenju u ovisnosti o vršnoj snazi i faktoru snage. Struja prijenosa se računa prema sljedećim formulama:

- Za trofazne priključke:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

- Za jednofazne priključke:

$$I = \frac{P}{U_n \times \cos\varphi}$$

gdje je:

- P_{AC} – iznos električne snage koju kabel prenosi [W]
- U_N – nazivni napon [V] (400V za 3f, 230V za 1f)
- Cosf - fazni kut

Kod izbora kabela i struje osigurača mora biti ispunjen uvjeti **In < Io < Id** gdje je:

- In – nazivna struja u vodu [A]
- Io – nazivna struja osigurača [A]
- Id – trajno dopuštena struja u vodu [A]

Tablica 12.1. Strujno dimenzioniranje kabela FN elektrana

Strujno dimenzioniranje pogonskog AC kabela									
Tip i presjek kabela [mm²]	Snaga prijenosa [kW]	cos f	Nazivni napon [V]	Pogonska struja In [A]	Nazivna struja osigurača Io	Faktor polaganja	Nazivna struja kabela In kab.	Dozvoljena	Uvjet In<Io<Id
FG07R 4x25 mm²	40.00 kW	0.98	400.00 V	58.98 A	100.00 A	0.85	192.00 A	163.20 A	ZADOVOLJAVA
FG07R 4x35 mm²	60.00 kW	0.98	400.00 V	88.47 A	125.00 A	0.85	158.00 A	134.30 A	ZADOVOLJAVA

Tablica 12.2. Strujno dimenzioniranje kabela opskrbe

Strujno dimenzioniranje pogonskog AC kabela									
Tip i presjek kabela [mm²]	Snaga prijenosa [kW]	cos f	Nazivni napon [V]	Pogonska struja In [A]	Nazivna struja osigurača Io [A]	Faktor polaganja	Nazivna struja kabela In kab. [A]	Dozvoljena struja u kabelu Id [A]	Uvjet In<Io<Id
FG7R 2(1x150mm²	260.00 kW	0.98	400.00 V	383.39 A	500.00 A	0.85	718.00 A	610.30 A	ZADOVOLJAVA

Dopušteni pad napona između točke napajanja električne instalacije (KPMO) i bilo koje druge točke ne smije biti veći od sljedećih vrijednosti:

- 3% za strujne krugove rasvjete, 5% za sve ostale strujne krugove ako se eletrična instalacija napaja iz NN mreže
- 5% za strujne krugove rasvjete, 8% za sve ostale strujne krugove ako se električna instalacija napaja direktno iz trafo stanice

Pad napona u kabelima izmjeničnog razvoda izražen u % se računa prema formuli:

- Za trofazne priključke:

$$u(\%) = \frac{P \times l}{U_n^2 \times S \times \gamma} \times 100$$

- Za jednofazne priključke:

$$u(\%) = \frac{P \times l}{U_n^2 \times S \times \gamma} \times 200$$

Gdje je:

- u% – gubitak napona u promatranom kabelu [%]
- P_{AC} – iznos električne snage koju kabel prenosi [W]
- L – projektirana dužina kabela [m]
- U_N – nazivni napon [V] (400V za 3f, 230V za 1f)
- S – presjek odabranog kabela [mm²]
- γ – specifična vodljivost kabela (za bakar γ = 56 Sm/mm², a za aluminij γ = 35 Sm/mm²)

Tablica 13.1. Kontrola pada napona za FN elektranu

Kontrola padova napona (AC kabel)										
Dionica kabela		Tip kabela	Presjek kabela [mm²]	Vodič		Duljina [m]	Snaga prijenosa [kW]	Nazivni napon [V]	Pad napona [%]	Uvjet u[%]<5%
Od	do									
Inverter 2	N.FNE 1	N.FNE 1	25 mm2	cu		50 m	40.00 kW	400 V	0.8929	ZADOVOLJAVA
Inverter 3	N.FNE 1	N.FNE 1	35 mm2	cu		50 m	60.00 kW	400 V	0.9566	ZADOVOLJAVA

Tablica 13.2. Kontrola pada napona za kogenraciju

Kontrola padova napona (AC kabel)										
Dionica kabela		Tip kabela	Presjek kabela [mm²]	Vodič		Duljina [m]	Snaga prijenosa [kW]	Nazivni napon [V]	Pad napona [%]	Uvjet u[%]<5%
Od	do									
GRO	N.FNE _K	NAYY 2x4x150 mm²	300 mm2	Al		50 m	180.00 kW	400 V	0.5357	ZADOVOLJAVA

Tablica 13.3. Kontrola pada

Kontrola padova napona (AC kabel)										
Dionica kabela		Tip kabela	Presjek kabela [mm²]	Vodič		Duljina [m]	Snaga prijenosa [kW]	Nazivni napon [V]	Pad napona [%]	Uvjet u[%]<5%
Od	do									
GRO	N.FNE -K	FG7R	300 mm2	cu		50 m	440.00 kW	400 V	0.8185	ZADOVOLJAVA

Iz prethodnih proračuna je vidljivo da odabrani kabeli zadovoljava zadane uvjete.

Proračun struja kratkog spoja

Proračun struja, snaga i napona kratkog spoja u praksi se redovito koristi prvenstveno:

- za potrebe projektiranja odnosno dimenzioniranja postrojenja i odabir energetskih kablova budući da za vrijeme kratkog spoja dolazi do najvećih strujnih opterećenja (nastaju mehanička i termička opterećenja)
- za podešavanje iznosa struja na koje reagira zaštita i vremena nakon kojeg reagira zaštita

Za potrebe udešenja zaštite, proračun se vrši za stanja mreže u kojima se dobija određeni raspon struja kratkog spoja, tzv. **minimalna i maksimalna vrijednost** struje kratkog spoja. Prilikom proračuna se uz nazivni linijski napon se dodaje **naponski faktor (c)** čiji iznos ovisi o naponskim nivou na kojemu se računa kratki spoj, te namjeni proračuna (minimalna ili maksimalna struja kratkog spoja). Iznosi naponskog faktora c dani su u slijedećoj tablici:

Naponski faktor c		
Nazivni napon (Un)	**Cmax**	**Cmin**
100-1000 V	1.10	0.95
	1.05	0.95
Iznad 1 kV	1.10	1.00

(*) za niskonaponske mreže sa tolerancijom napona +6%
(**) za niskonaponske mreže sa tolerancijom napona +10%

5.20. **Maksimalna struja kratkog spoja** - struja tropolnog kratkog spoja

Tropolni kratki spoj (K3) nastaje kratkim spajanjem svih triju faza. To je jedini simetrični kratki spoj, tj. struje su u svim fazama iste. Struja tropolnog kratkog spoja (I_{K3}) je maksimalna vrijednost struje kratkog spoja, a mjerodavna je za dimenzioniranje opreme s obzirom na mehaničko naprezanje za vrijeme kratkog spoja. Struja I_{K3} se računa prema izrazu:

$$I_{k(3)} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times Z_d}$$

Gdje je:

- C – naponski faktor
- UN – nazivni linijski napon
- Zd - direktna impedancija $Z_d = \sqrt{R^2 + X^2}$

Uz pretpostavku da je ukupna impedncija 0,10 Ω i zbrajajući ovu vrijednost sa impedanciom kabela , dobijamo slijedeće rezutate

Tablica 14.

Br	Tip kabela	Duljina kabela [m]	R - radni otpor kabela [Ω]	XL - induktivni otpor kabela [Ω]	Zp - impedancija kabela [Ω]	Zo - impedancija mreže [Ω]	Ik3 - tropolna struja KS [kA]
	FG7R 5x35 mm^2	50 m	0.02620	0.00170	0.02626	0.12626	2.012
1	FG7R 5x70 mm^2	35 m	0.00938	0.00230	0.00966	0.10966	2.317
2	FG7R 5x70 mm^2	50 m	0.01340	0.00161	0.01350	0.11350	2.238
2	FG7R 4x185 mm^2	30 m	0.00318	0.00266	0.00414	0.10414	2.439

5.21. Utjecaj elektrane na na mjestu priključka sunčane (FN) elektrane

Ukupna struja tropolnog kratkog spoja dobije se zbrajanjem struje trofaznog kratkog spoja mreže I_{K3} i struje kratkog spoja pretvarača I_{KP} :

$$I_{k3/ukupno/} = I_{k3} + I_{kp}$$

Iznos struje tropolnog kratkog spoja I_{K3} daje HEP (operater distribucijskog sustava) dok je iznos struje I_{KP} je ograničen s nadstrujnom zaštitom pretvarača (maksimalni iznos struje kratkog spoja daje proizvođač pretvarača). U pravilu je struja kratkog spoja pretvarača I_{KP} višestruko manja od struje tropolnog kratkog spoja I_{K3} te je utjecaj sunčane elektrane zanemariv. Maksimalni doprinos struji kratkog spoja na izlaznoj strani sunčane elektrane od strane elektrane koji se može pojaviti ograničen je pretvaračima.

Maksimalni doprinos snazi tropolnog kratkog spoja na izlazu elektrane od strane pretvarača (S_{KP}) iznosi:

$$S_{kp} = \sqrt{3} \times I_{kp} \times U_n$$

$$S_{kp} = 0,260(mVA)$$

5.22. Sustav zaštite od udara munje

Na postoječim halama izveden je sustav zaštite od udara munje (projektna dokumtacija 005-04-PR-EL Izmjene i dopune glavnog projketa poslovne proizvodne građevine , knjiga 3). Zbog pozicija polja fotonaonske elektrane potrebno je na krovnim plohama demontirati postojeći sustav zaštite od munje te nakon postavljanja podkonstrukcije i pv modula potrebno je postaviti sustav zaštite od udara munje .

Pod sustavom zaštite od munje smatra se jedinstveni sustav zaštite koji se sastoji od vanjskog i unutarnjeg sustava. Vanjski sustav zaštite od munje sastoji se od:

- uzemljivača vrste B (položena pocinčana traka),
- uspravnih i vodoravnih uzemljivača,
- hvataljki i odvoda.

Materijal, profili i min. dimenzije uzemljivača dani su normom HRN EN 62305-3.

Funkcija vanjskog sustava zaštite su:

- da prihvati udar munje u građevinu (uz pomoć sustava hvataljki),
- da sigurno odvode struju munje prema zemlji (uz pomoć sustava odvoda),
- da raspršii struju munje u zemlju (uz pomoć sustava uzemljenja).

Funkcija unutarnjeg sustava zaštite je da spriječi opasna iskrenja unutar građevine uz pomoć izjednačivanja potencijala ili udaljavanja na sigurnosne razmake **s** (i zbog električnog odvođenja) između sastavnica zaštite LPS i drugih vodljivih dijelova unutar građevine.
Opasno iskrenje između raznih dijelova može se izbjeći:

- izjednačavanjem potencijala,
- postavljanjem električne izolacije.

Izjednačavanje potencijala postiže se spajanjem LPS s:

- metalnim dijelovima građevine,
- metalnim instalacijama,
- unutarnjim sustavima,
- vanjskim vodljivim dijelovima i vodovima spojenim sa građevinom.

Kada je uspostavljeno izjednačivanje potencijala LPS sa unutarnjim sustavom dio struje munje može poteći i u te sustave, pa se taj učinak mora uzeti u obzir. Međusobno spajanje (izjednačivanje potencijala) može se ostvariti:

- spajanjem vodičima za mjesta gdje se ne može osigurati električna neprekidnost putem prirodnih sastavnica,
- odvodnicima prenapona i struje munje (SPD), gdje se ne može izvesti izravno spajanje vodičima.

SPD mora biti postavljen tako da se može izravno nadzirati .

SABIRNICA ZA IP

Sabirnicu za izjednačivanje potencijala treba postaviti na unutarnjoj strani zida vanjskog zida blizu razine tla i blizu glavne električne razvodne ploče, te najkraćim putem spojiti na sustav uzemljivača .
Ako opskrbni vodovi koji ulaze u zgradu nemaju zaslon, djelična struja munje će poteći kroz vodiče pod naponom. U tom slučaju treba na mjestu ulaza postaviti SPD-ove koji mogu podnijeti struju munje. PE ili PEN vodiči se mogu spojiti izravno na sabirnicu za IP.

5.23. ODRŽAVANJE I PREGLED

Pregledatelju treba dati na uvid projekt LPS-a s potrebnom dokumentacijom. Svaki LPS treba pregledavati u sljedećim slučajevima:

- tijekom izvede LPS-a posebno tijekom postavljanja sastavnica koje su skrivene u konstrukciji građevine a naknadno im se ne može prići
- nakon dovršetka instalacije LPS-a
- u redovnim razdobljima prema tablici E.2 str. 152 HRN EN 62305-3:2013

Dodatno LPS-a treba pregledati kad dođe do znatnijih preinaka ili popravka na zaštićenoj građevini te nakon svakog uočenog izbijanja munje u LPS-a. Kod izmjerene vrijednosti otpora uzemljenja pokažu veća odstupanja nego što je predviđeno projektom, treba sustav uzemljivača poboljšati.

Pregled obuhvaća provjeru tehničke dokumentacije, vizualne preglede, ispitivanje i pisanje zapisnika o pregledu. Ispitivanje izvesti prema tčk. E.7.2.4. str. 154 HRN EN 62305-3-2013

Održavanje

LPS treba redovito održavati da bi se osigurao da instalacija ne propada, nego da i dalje ispunjiva zahtjeve za koje je izvorno projektirana. Programom održavanja LPS-a treba osigurati stalno obnavljanje LPS-a u skladu s važećom normom HRN EN 62305-3-2013. Mehaničke i električne značajke LPS- a treba u potpunosti održavati tijekom cijelog vijeka trajanja LPS-a da bi se zadovoljili zahtjevi HRN EN 62305-3-2013

5.24. UVJETI PRIKLJUČENJA

Način pogona -paralelno s distribucijskom mrežom
Izolirani pogon – nije predviđen
Otočni pogon – nije dopušten
Uređaj za snkronizaciju – inverter
Sinkronizacija mora biti automatska uz slijedeće uvjete:

1. Elektrana sa sinkronim generatorom ili izmjenjivačem
    a. Razlika napona nanja od ±10% nazivnog napona
    b. Razlika frekvencije mnja od ±0,5 Hz (±
    c. Razlika faznog kuta manja od ±10 stupnjeva

Uvjete paralelnog rada osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. U slučaju ostupanja od propisanih uvjeta za paralni pogon, zaštita mora odvojiti elektranu iz paralelnog pogona. Za paralelni pogon elektrana s mrežom mora biti opremljenja:

- Zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona pod/nadnaponska , pod/nadfrekvetna
- Zaštitom od smetnji i kvarova u mreži nadstrujnom, kratkospojnom , zemljospojnom , ograničenje istosmjernom komponemte struje
- Zaštitom od otočnog rada

Zaštita mora imati mogučnost zatezanja djelovanja pojedinačne zaštite i memoriranj događaja koji su uzrokovali proradu zaštite
U SN postrojenju Građevine mora postojati mogučnost odvajanja i uzemljenja kabela Građevine prema susretnom postojenju HEP ODS-a. Sustav zaštite od indirektnog dodira mora biti izveden automatskim isklopanjem dozemnih kvarova i uzemljenjem. Vrijednost faktora ukupnog harmoniskog izobličenja (THD) napona uzrokovnog priključenjem postrojenja i instalacije građevine , može iznositi najviše , na razini napona 10 i 20 kV, 2,0%. Navedena vrijednostodnosi se na 95% 10 minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.

5.25. **Zaštita od poremečaja i kvarova**

Prema mrežnim pravilima NN 74/2018, članak 35. Korisnik mreže je dužan ugraditi zaštitu od kvarova svog postrojenja s odgovarajučom zaštitom u mreži, tako da kvarovi na njegovu postrojenju i instalaciji ne uzrokuju poremečaje i kvarove u mreži ili kod drugih korisnika mreže i opasnasti za ljude. Djelovanje sustava zaštite , kroz podešenje radnih karakteristika i funkcija uređaja zaštite , zajedno za lokalnu i daljinsku dojavu pogonskih događaja i djelovanje zaštite, kako u mreži, tako i u postrojenju i instalaciji korisnika mreže mora osigurati:

- pozdano, selektivno i brzo isključenje kvara
- zaštitnu jedinicu mreže, posrojenja i instalacije korisnika mreže pogođenih kvarom, od večeg ili manjeg

oštečenja
- ograničenje poremečaja i kvara bez međusobnog ugrožavanja mreže te postrojenja I instalacija korisnika mreže
- pouzdano i privremeno ograničenja stanja poremečenog pogona mreže ili jedinice mreže i
- odvajanja proizvodnog postrojenja od mreže u slučaju nestanka nedopuštenih uvjeta paralelnog rada.

Prekidač -Q1, Q2 i Q3, montiran u razdjelniku N.R-K-FNE imaju slijedeće zaštite :

		In(A)	Napon (V)	Zaštite
Q1	Glavni prekidač proizvodnog postrojenja-montiran u - N.R-K-FNE	800A	400	- I>, I>> - U>, U>> - f>, f>> - U<, U< - f<
Q2	Generatorski prekidač kogeneracije 4P- N.R-K-FNE	400A/R300		- I>, I>> - U>, U>> - f>, f>> - U<, U< - f< - ZOOP - Sinhro
03	Generatorski prekidač fotonaponske elektrane 4P-N.R-K-FNE	630A/R400		- I>, I>> - U>, U>> - f>, f>> - U<, U< - f< - ZOOP - sinhro

SN prekidač -Q3 630A, 24KV (TRAFO POLJE TP) ima slijdeče zaštite
- niskopodesivu nadstrujnu zaštitu , oznake prema IEC I › (ANSI oznaka 51)
- visokopodesivu nadstrujnu zaštitu , oznake prema IEC I ›› (ANSI oznaka 50)
- zemljospojnu , oznaku prema IEC Io›
- termoprotektor

Za paralelni pogon elektrana s mrežom , inverteri su opremljenji:
- zaštitom koja osigurava uvjete paralelnog pogona:
    - podnaponskon (ANSI 27)
    - nadnaponskom (ANSI 59)
    - pod/nadfrekvetnom (ANSI 81)
    - ograničenje istosmjerne komponete struje
    - zaštitom od otočnog rada

Zaštita mora imati mogučnost zatezanja djelovanja pojedinačne zaštite i memoriranje događaja koji su uzrokovali proradu zaštite. Podešenje proradnih vrijednosti zaštite koje djeluje na proradu uređaja za isključenje s mreže moraju biti usaglašene s HEP ODS .

Ožičenje od sklopnih aparata do komunikacijskog ormara izvesti kabelom YSLCY 7×1,5 mm^2 . Kabel se djelimično uvlači u phed cijev a većim dijelom polaže se kabelskim kanalicama.

5.26. UVJETI ZA POSTUPAK PRIKLJUČENJA NA MREŽU

Prije podnošenja Zahtjeva za sklapanja Ugovora o korištenju mreže podnositelj zahtjeva dužan je izraditi i ishoditi suglasnost HEP ODS na

- Eleborat podešenja zaštite, u kojem treab razraditi i potvrditi usklađenost podešenja (selektivnosti) zaštite elektrane i mreže
- Elaborat utjecaja na elektroenergetsku mrežu
- Oprarativni plan i proram ispitivanja postojenja u pokusnom radu

Podnositelj zahtjeva je dužan od HEP ODS zatražiti Smjernice za izradu Eleborata utjecaj na elektroenergetsku mrežu, Elaborat podešenja zaštite i Operativnog plana i programa ispitivanja postrojenja u pokusnom radu.

5.27. NN priključni ormar fotonaponske elektrane (+N.FE)

Ormari za smještaj NN sklopne opreme su izrađeni od dvostruko dekapiranog lima, opremljeni vratima i bravicom.

Karakteristike ormara :

- Mehanička zaštita IP40 prema HRN EN 60529
- Električna zaštita prema HRN EN 60536
- Kategorija upotrebe prema HRN EN 60634
- Teperatura okoline AA4
- Prisutnost vode AD 4
- Prisutnot čvrstih tijela AE4
- Osposobljenost osoblja BA4

Razdjelnica sadrži sljedeće sklopne elemente:

- Prekidač snage sa ugrađenim nadogradnjama
- Sklopka rastavljač osigurač 3P+N, za ulaze strujne krugove iz invertera
- Automatske osigurače i
- Ostala oprema

Razdjelnicu je potrebno opremiti oznakama o priključnom naponu i sustavu zaštite od indirektnog napona. Kabele kojima se opskrbljuje trošilo mora imati oznaku iz koje je vidljivo na koje se trošilo spaja, tip kabele broj žila i presjek. U ormar je potrebno postaviti tropolnu shemu. Ispred ormara osigurati manipulativni prostor min 800 mm. Ormar mora imati stupanj zaštite IP 65. Isklop sa mreže obavlja se ručno pomoču udarnog tipkala (montaža na vrata) i tipkala montirano kod ulazni vrata, čime se isklapa prekidač .

5.28. Cijevi kabelske kanalizacije

Cijevi kabelske kanalizacije su osnovni konstruktivni element kabelske kanalizacije, a ovim projektom predviđa se korištenje cijevi promjera 160 mm. Radni pritisak cijevi iznosi najmanje 1000 kPas (10 bara). Za zaštitu signalnih kabela za prijenos podataka korističemo bezhalogene cijevi sukladno HRN EN 14280 čime se posebno doprinosi zaštiti okoliša. Stabilizatori koji se koriste u recepturama za ove cijevi su bezhalogeni, okolišu prihvatljivi tzv organski stabilizatori bazirani na specijalno organskoj molekuli. Cijevi imaju sljedeče karakteristika:

glatke iznutra
visokootporne na pritiske i udarce
visoko stabilne na utjecaj UV
temperaturno područje -40°C do 105°C
neodvojivost stijenki
optimalni presjek cijevi kod savijanja cijevi
jednostavno povezivanje pojedinih produženja
jednostavno uvlačenje kabela
mehanička svojstva prema DIN 16961

5.29. Tehnički uvjeti za gradnju kabelske kanalizacije

Prilikom gradnje kabelske kanalizacije potrebno je pridržavati se sljedećih minimalnih uvjeta:

a) u izgrađenim područjima (javne površine namijenjene prometu pješaka: nogostup, pločnik) najmanja dubina rova je 60 cm ili dublja – ovisno o poprečnom presjeku kabelske kanalizacije – tako da između cijevi i površine bude 50 cm nadsloja

b) za kabele i sustave kabelske kanalizacije na privatnim posjedima i uzduž neizgrađenog područja najmanja dubina je 80 cm ili dublja – ovisno o poprečnom presjeku kabelske kanalizacije – tako da između cijevi i površine bude 70 cm nadsloja. U kategoriji zemljišta A nadsloj se može smanjiti na 50 cm. Svako smanjenje nadsloja ispod 70 cm mora biti obrazloženo u projektu, te prema potrebi projektom predvidjeti i mjere zaštite potrebne zbog smanjenja nadsloja

c) za kolnike, raskrižja i druge površine namijenjene prometu vozila najmanja dubina rova je 80 cm ili dublja - ovisno o poprečnom presjeku kabelske kanalizacije – tako da između cijevi i površine bude 70 cm nadsloja, odnosno prema posebnim uvjetima upravitelja javne ili nerazvrstane ceste ili prema projektu ceste

d) za rovove do kuća (na privatnim posjedima), najmanja dubina rova je 40 cm ili dublja ovisno o poprečnom presjeku kabelske kanalizacije - tako da između cijevi i površine bude 35 cm nadsloja

e) u kamenitim zemljištima (kategorije zemljišta A i B) potrebno je obaviti zasipavanje pijeskom 5 cm ispod i 5 cm iznad položenih cijevi

f) pješčana posteljica će povećati dubinu rova za +5 cm, tako da se dosegne minimalni pokrov (50/ 70/ 35 cm)

g) za rovove do dubine 60 cm najmanja širina je 30 cm, za rovove dublje od 60 cm minimalna širina je 40 cm. Za rovove izrađene lančanim rovokopačem najmanja širina je 15 cm

h) ako se minimalni nadsloj ne može postići, zaštita cijevi izvodi se betonom debljine 10 cm.

Prilikom izbora kombinacije cijevi koja će se koristiti za **gradnju** određene dionice kabelske kanalizacije, potrebno je postići najekonomičnije rješenje koje će zadovoljiti planirane potrebe. Pri izboru kombinacije cijevi treba se pridržavati sljedećih smjernica:

a) cijevi malog promjera i cijevi promjera 50 mm predstavljaju standardno rješenje pri izgradnji kabelske kanalizacije. Pri određivanju potrebnog broja malih cijevi računa se da se u svaku cijev uvlači jedan metalni (bakreni) kabel, ili veći broj mikrocijevi, ovisno o dimenzijama ugrađenih cijevi malog promjera

Prilikom izbora tipa i dimenzija zdenca koji će se koristiti za **gradnju** određene dionice kabelske kanalizacije, nastoji se postići najekonomičnije rješenje tako da se ugrađuje najmanji zdenac koji će zadovoljiti planirane potrebe za prostorom. Pri izboru tipa zdenca (dimenzija) potrebno je voditi računa o potrebnom prostoru za smještaj kabela, smještaj rezervnih dužina kabela i svih planiranih spojnica na kabelima. Osim planiranih spojnica vodi se računa i o budućim potrebama za određenim postotkom neplaniranih spojnica, zbog neplaniranih potreba i kvarova na kabelima. Na trasama gdje je predviđeno polaganje samo spojnih kabela potrebno je predvidjeti prostor za 30% dodatnih neplaniranih spojnica, a na trasama kabelskih kanalizacija u pristupnom dijelu do 50% dodatnih neplaniranih spojnica. Broj planiranih spojnica se povećava za navedeni postotak.

Nakon **gradnje** svake kabelske kanalizacije potrebno je provesti ispitivanje prohodnosti cijevi postupkom kalibracije, te izraditi odgovarajući protokol o ispitivanju koji se prilaže kod tehničkog pregleda. Svi krajevi slobodnih (nekorištenih) cijevi moraju biti zatvoreni odgovarajućim čepovima, kako bi se spriječio ulazak mulja i blata u cijevi.

5.26. Vođenje dokumentacije izgrađene kabelske kanalizacije

Za izgrađenu kabelsku kanalizaciju mora se izraditi izvedbeno-tehnička dokumentacija. Izvedbeno-tehnička dokumentacija mora biti izrađena u elektronskom obliku.
Kao osnova za izradu izvedbeno-tehničke dokumentacije kabelske kanalizacije koriste se geodetski snimljene točke iz elaborata za katastar vodova. Geodetska snimanja kabelske kanalizacije i izrada katastarskog elaborata obavlja se prema važećim propisima iz područja državne izmjere i katastra nekretnina.
Svrha prikaza situacije kabelske kanalizacije je prikaz trase kabelske kanalizacije, dokumentiranje vrste i količine zdenaca, broja, dužine i vrste cijevi između dvaju zdenaca ili između zdenca i određenog objekta, te praćenje zauzetosti cijevi kabelske kanalizacije.

U okviru situacijskog prikaza kabelske kanalizacije potrebno je prikazati sljedeće podatke:

a) lokaciju zdenaca
b) trasu kabelske kanalizacije, broj i tip cijevi i njihove dimenzije (segmenti trase između zdenaca)
c) profile i zauzeća cijevi (rasklopi zdenaca – podatci o prostornom rasporedu cijevi moraju biti pridruženi svakom zdencu).

5.27. Generička kanalizacija

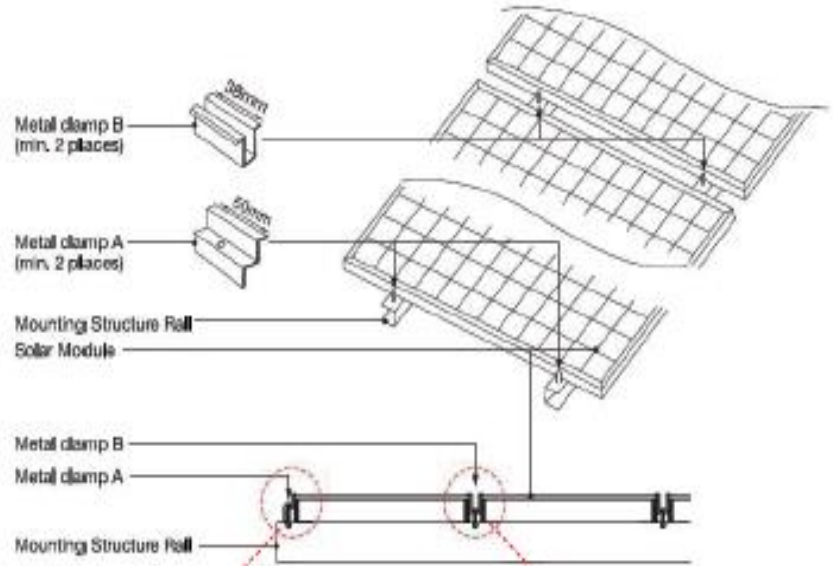
U svakom inverteru ugraden je port RS 485 koji se povezuje prema priloženom nacrtu. Zadnji inverter u nizu povezuje se na Smar logger i preko FE porta priključuče se na PC terminal. Za povezivanje portova koristiti FTP kabel, položen djelomićno u zemljan rov, pnt cijevi ili u metalne perforirane kanale.

Provjera i pregled generičkog kabela

Nakon što je generički kabel spojen i završeni su radovi na polaganju, potrebno je provjeriti njegovu ispravnost i kvalitetu. Na prijenosnim sustavima prvo je potrebno ispitati njegovu neprekinutost, od jednog do drugog kraja, a tek nakon toga treba ispitivati pogreške i probleme na njima. Ukoliko se radi o dugačkom linijama(> 90 m) koristiti svjetlovodni kabel.

5.29. MONTAŽA PANELA

Na krovu objekta pv moduli se montiraju na Al podkonstrukciju koja prati nagib krova od 10°. Moduli na krovu raspoređeni su da se koliko je moguće izbjegne zasjenjenje uzrokovano drugim površinama, da dispozicija modula prikazana je u nacrtu br.1.
Masa pv modula je 22,80 kg i ukupna masa 917 pv modula iznosi 18.340 kg. Prije montaže konstrukcije Prije montaže konstrukcije i pv panela potrebno je zatražiti mišljenje konstruktera.



Sl. 5.29.1 Prikaz montaže pv panela

5.30. ZAŠTITA OD POŽARA

Planirana građeviana dostupna je vatrogasnim vozilima s javne prometne površine . Pristup vatrogasnim vozilima omogućen je pješačko kolnim prilazom cestom koje će se smatrati požarnim pristupom imat će nosivost, širinu, nagib i radijuse koji odgovaraju zahtjevima i propisima Pravilnika o zaštiti od požara. Ostale mjere zaštite od požara provest će se u skladu s posebnim uvjetima iz ovog područja.

Projektant: Milenko Musulin, dipl.ing.el.



Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

6. PRPRORAČUN UŠTEDA

Projektant: Milenko Musulin, dipl.ing.el.

Aktivnosti ovoga projektnog prijedloga je da se ostvari mjera u cilju smnajenja potrošnje električne energije uz korištenja obnovljivih izvora energije (PV panela) , odnosno ugradnjom opreme (PV panela i invertera) koja proizvodnjom energije iz fotonaponskog generatora izvora, može zamijeniti energiju koja se isporučuje iz distribucijskih mreža (električna energija)
Provedbom ove mjere u cilju povećanje energetske učinkovitosti rezultira manjom električnom potrošnjom. Ugradnja fotonaponske elektrane (generator) je zasebna funkcionalna i energetska cjelina za koju je moguće mjeriti pripadajuću proizvodnju električne energije . Mjerni uređaj mjeri proizvodnju / potrošnju električne energije u građevini i smanjenje emisije CO_2 nakon provedbe aktivnosti , uspoređuju vrijednosti sa parametrima prije provedbe aktivnosti.

Projektom su obuhvačene slijedeće mjere

Mjera 1 Enu postavljanje novih sustav za proizvodnju energije u uvidjet učinkovitije kogeneracije
Mjera 2 Enu Ostalo/uvođenje regulacije s ciljem smanjenja potrošnje energijeputem automatiziacije upravljačkih sustav amjerenje i nadzora-SCADA

Mjera 3 Enu OiE (FN elektrana)

Mjerenje električne energije i smanjenje CO_2 nakon proveden mjera kao podatak biti će dostupan iz

- Kogeneracije
- Fotonaponske elektrane i
- Ukupnog proizvodnog pogona

Prema podacima HEP ODS Elektra Karlovac preuzeta električna energija iz mreže u 2019 iznosila je **2.596.861,00 kWh**

GODINA 2019	KOLIČINA POTROŠENE ENERGIJE (kWh) viša + niža tarifa	TROŠKOVI ELEKTRIČNE ENERGIJE (kn) viša + niža tarifa	NAKNADA ZA POTICANJE PROIZVODNJE IZ OBNOVLJIVIH IZVORA (kn)	OSTALE NAKNADE (kn)	MREŽARINA HEP	UKUPNO (kn)
1.mj 2019.	125869	73.849,49 kn	13.216,25 kn	28.993,81 kn		116.059,55 kn
2.mj 2019.	29359	16.956,89 kn	3.082,70 kn	16.276,35 kn		36.315,94 kn
3.mj 2019.	118023	68.640,03 kn	12.392,42 kn	14.184,59 kn		95.217,04 kn
4.mj 2019.	163947	122.187,49 kn	17.214,44 kn	14.850,80 kn		154.252,73 kn
5.mj 2019.	236797	176.548,90 kn	24.863,69 kn	15.565,99 kn		216.978,58 kn
6.mj 2019.	228176	104.508,23 kn	23.958,48 kn	855,66 kn	40.729,63 kn	170.052,00 kn
7.mj 2019.	353052	160.929,64 kn	37.070,46 kn	1.323,95 kn	54.690,61 kn	254.014,66 kn
8.mj 2019.	281786	128.510,16 kn	29.587,53 kn	1.056,70 kn	46.968,46 kn	206.122,85 kn
9.mj 2019.	266258	121.501,11 kn	27.957,09 kn	998,47 kn	44.887,68 kn	195.344,35 kn
10.mj 2019.	329767	150.407,33 kn	34.625,54 kn	1.236,63 kn	52.799,61 kn	239.069,11 kn
11.mj 2019.	350420	159.304,94 kn	36.794,10 kn	1.314,08 kn	54.458,51 kn	251.871,63 kn
12.mj 2019.	113407	51.923,34 kn	11.907,74 kn	425,28 kn	27.839,66 kn	92.096,02 kn
ukupno 2019.:	**2596861**	**1.335.267,55 kn**	**272.670,44 kn**	**97.082,31 kn**	**322.374,16 kn**	**2.027.394,46 kn**

NAPOMENA: iskazane cijene su bez PDV-a koji se obračunava po iznosu od 13%

Za proračun proizvodnje električne energije iz FN elektrane korističemo metodologiju izračuna prema Pravilniku

Metodologija izračuna

Ova metodologija daje formulu za ocjenu jedinične godišnje uštede energije koja je rezultat instalacije fotonaponskih sunčevih (PV) modula u postojećim ili novim stambenim zgradama i zgradama uslužnog sektora.

Ukupne godišnje uštede energije u neposrednoj potrošnji dobivaju se množenjem instalirane površine PV modula s godišnjom proizvodnjom električne energije po m^2 površine instaliranog PV modula.

Međutim, samo dio električne energije koji dovodi do smanjenja konačne potrošnje energije se može uračunavati za uštede energije (dakle, ne dio koji se predaje u mrežu).

Formula za izračun ušteda energije ostvarenih instalacijom PV modula u i zgradama uslužnog sektora:

$$FES = A_{PK} \times EE_{PV} \times (1 - ee_{net})$$

$$EE_{PV} = E_{SOL} \times PR \times \eta_{PK}$$

Pri čemu je:

FES [kWh/god]	Ukupna godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji
A_{pk} [m^2]	Ukupna površina instaliranog PV modula
EE_{PV} [kwh/m^2/god]	Godišnja proizvodnja električne energije po m^2 površine instaliranog PV modula
ee_{net} [-]	Udio proizvedene električne energije predane u mrežu (samostalni PV sustavi=0)
η_{pk} [-]	Učinkovitost PV modula*
PR [-]	Omjer učinkovitosti PV sustava**
E_{sol} [kwh/m^2/god]	Godišnje sunčevo ozračenje PV sustava***

Učinkovitost PV modula ovisi o vrsti PV modula (Mono-kristalični Silicij, Poli-kristalični Silicij, Tankoslojni amorfni Silicij, Ostali tankoslojni, Tankoslojni Bakar-Indij-Galij-Diselenid, Tankoslojni Kadmij-Telurid)

** Omjer učinkovitosti PV sustava (eng. Performance Ratio) definira se kao omjer između stvarno dobivene električne energije PV sustava i dobivene energije iz PV modula. Taj se omjer kreće između 70% i 85%

*** Izvor: Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama, Prilog E: Tablični prikazi meteoroloških veličina, položaja i visina za referentne postaje (NN 110/08)

POTREBNI PODACI

Za izračun ušteda potrebni podaci su ukupna instalirana površina PV modula, udio proizvedene električne energije predane u mrežu i vrsta PV modula. Također, potrebno je poznavati i mjesto u Hrvatskoj u kojem su instalirani PV moduli te orijentaciju i nagib PV modula, da se odredi godišnje sunčevo ozračenje PV sustava.

Potrebni podaci specifični za pojedini projekt:

Apk	Površina instaliranog PV modula	m^2	1.463,20 (tablica 5.2, str. 39)
ee_{net}	Udio proizvedene električne energije predane u mrežu (samostalni PV sustavi=0)	kWh	278.477,25
η_{pk}	Učinkovitost PV modula	%	20,30 (tablica 5.3, str. 40)
PR	Omjer učinkovitosti PV sustava	77,30	(260,000/336,421)=0,0,773
E_{sol}	Godišnje sunčevo ozračenje PV sustava	1200	Stvarna vrijednost

Referentne vrijednosti

Referentne vrijednosti			
ee_{net}	PV sustav u stambenoj zgradi	70%	Prilog B, tabica 9
	PV sutav u zgradi uslužnog sektora	10%	
	Samostalni PV sustavi	0%	
Referentne vrijednosti			
η_{pk}	Mono kristalični siliciji	0,14	Prilog B, tabica 10
	Poli kristalični siliciji	0,13	
	Samostalni PV sustavi	0%	

Godišnje smanjenje emisije stakleničkih plinova:

$$E_{CO_2} = \frac{FES \times e}{1000}$$

e (za električnu enrgiju) = 0,330 $\left[kgCO_2 \ / \ kWh\right]$

Životni vijek mjere je 23 godine

Proračun ušteda

Ušteda energije ostavrena instalacijom PV modula

$$FES = A_{PK} \times EE_{PV} \times (1 - ee_{net})$$
$$FES = (467 \times 2.537) \times 232,455 \times (1 - 0,1)$$
$$FES = 270401,00\left[kWh\right]$$

$$EE_{PV} = E_{SOL} \times PR \times \eta_{PK}$$

$E_{SOL}\left[kWh \ / \ m^2 \ / \ god\right]$ godišnje sunčevo ozračenje PV sustava

Napomena / kosina krovne plohe je 5-7°, Tehnički propisi o racionalnoj uprabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama , Prilog E tablični prikaz meteroloških veličina, položoja I visinu za referetne postaje NN 108/08, prikazuje nagib krovne plohe 0°, 10° i naviše. Za konkretan slučaj nema podatak pa je uzeta vrijednost za

$$E_{SOL} = 1.200,00 \left[kWh \,/\, m^2 \,/\, god \right]$$

Prema IEC 61724, (tablica 5.5., str. 42) $PR = 260 \,/\, 249,845 = 1,041$

$$EE_{PV} = 1.100 \times PR \times \eta_{PK}$$
$$EE_{PV} = 1200 \times 1,041 \times 0.2030 = 253,588 \left[kWh \,/\, m^2 \,/\, god \right]$$

Godišnje smanjenje emisije stakleničkih plinova:

$$E_{CO_2} = \frac{270401 \times 0,330}{1000} = 89,232 \left[tCO_2 \,/\, g \right]$$

Mjera 3 EnU Mjerenje potrošnje električne enrgije i smanjenja CO_2

Ugradnja mjernih uređaja za individualno mjerenje potrošnje električne energije i CO_2 nakon provednih mjera

Za potrebe pračenja potrošnje električne energije (kWh) i CO_2 realizirati će se nakon provednih mjera

- kogenaracija
- OiE (fotonaponska elektrana)
- U glavnom razdjelnuku proizvodnje

Korištenje ovog sustava omogućuje krajnjem korisniku detaljnu analizu potrošnje električne energije u većoj vremenskoj rezoluciji (15 minutno, satno, višesatno, dnevno) na osnovi koje se potrošnja može optimizirati. Slijedom toga, sultan ne pridonosi energetskim uštedama samom ugradnjom opreme, već se uštede ostvaruju promjenom ponašanja krajnjih korisnika i/ili prilagođavanjem režima rada tehničkih sustava i opreme na osnovi rezultata analiza koje ovi sustavi omogućavaju.

Rezulitirati će izvješćima koje će sadržavati analizu razmatrane potrošnje od izvora do trošila, prijedloge promjene u ponašanju , prijedlog investicijskih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti .
Ova mjera omogučava korisniku da u vremenskoj rezoluciji (1 mintno, 15 minutno, satno, dnevno…) detaljnu analizu potrošnje električne energije i vrijednost stakleničkih plinova CO_2

Način određivanja ušteda
Ušteda ugradnjom naprednih sustava na pojedinim točkama (razdjelnicima) nije poznata jer investitor nije ugradio mjerne instrumente pomoću kojih bi se registrirala potrošnja električne energije . Za izračun ušteda koristi ćemo račun koji prikazuje ukupnu godišnju potrošnju poduzeća Formator . Zbrajajući portošnju u 2019 (R1+R2) ukupna potrošena električna enrgija u 2019 je iznosila **2.596.861,00** kWh

Formula za izračun ušteda energije ostvarenih uvođenjem naprednih mjernih sustava za nadzor na kontrolnom mjestu , u slučaju da prethodna potrošnja nije poznata :

$$FES_{Ki} = \frac{E_1 \times r_{EL}}{1 - r_{EL}}$$

gdje je

$FES_{Ki}\left[kWh/god\right]$ ukupna godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji uvođenjem naprednih sustava

$E_1\left[kWh/god\right]$ godišnja potrošnja električne energije svih krajnjih kupaca u prvoj godini nakon instalacija mjernog sustava

r_{EL} faktor uštede električne energije zbog ugradnje naprednog mjernog sustava

Formula za izračun ukupnih ušteda energije ostvarenh uvođenjem naprednih mjernih sustava

$$FES = \frac{2596861 \times 0,01}{1 - 0,01} = 26230,919\left[kWh/god\right]$$

Faktor ušteda električne enrgije $r_{EL} = 0,010$, referetne vrijednosti za faktore uštede energije (preuzeto iz Pravilnika o metodama za određivanje uštede Republike Slovenije)

Smanjenje emisije stakleničkih plinova

$$E_{CO_2K} = \frac{E \times r_{EL} \times e_{EL}}{1000 \times (1 - r_{EL})}$$

$$E_{CO_2K} = \frac{26230,9161 \times 0,33}{1000} = 8,656\left[tCO_2/g\right]$$

Životni vijek mjere je 5 godina

Projektant:
Milenko Musulin, dipl.ing.elt.

MILENKO MUSULIN
dipl.ing.el.
E 1646 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE

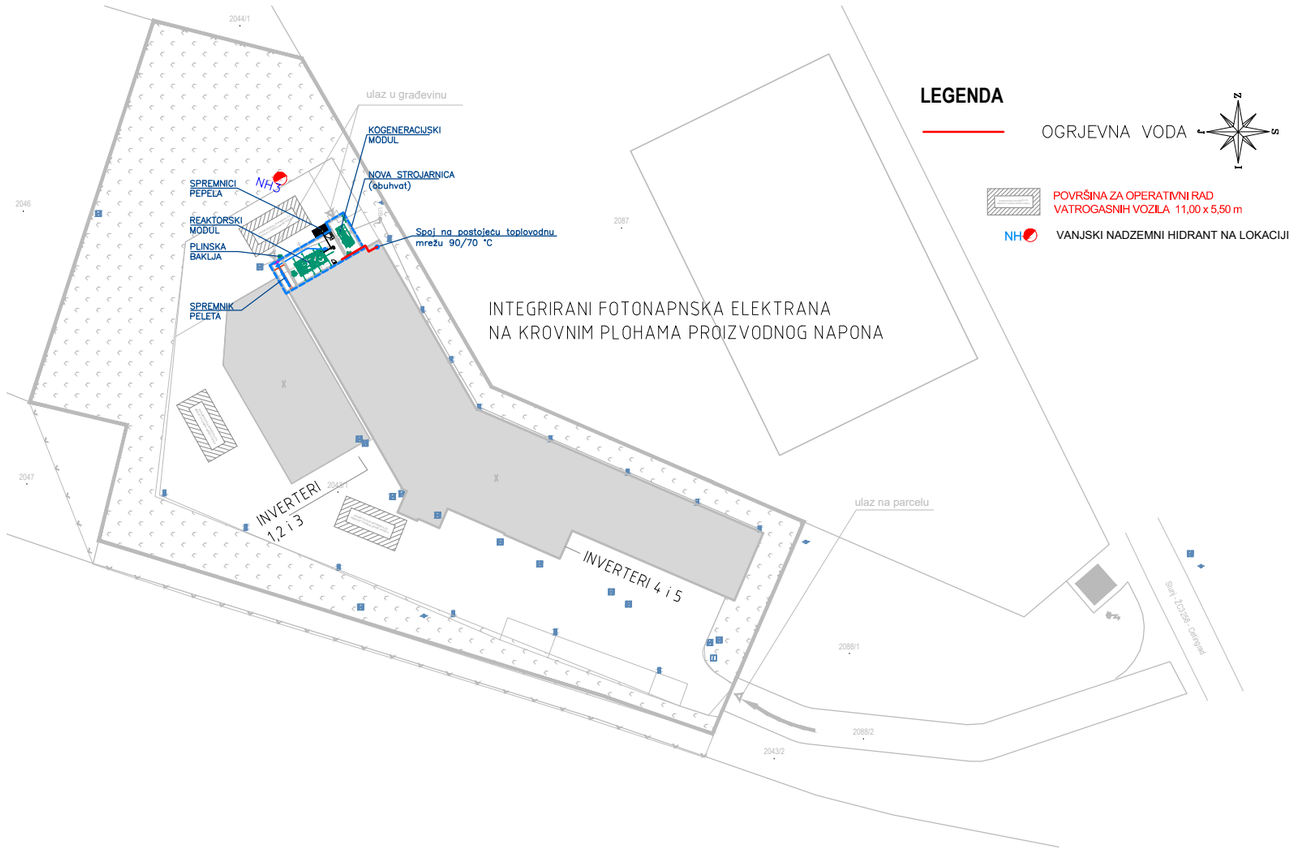
Investitor:	Građevinski obrt Špelić, vlasnik Nikola Špelić	
Adresa:	Lumbardenik 95, 47240 Slunj	
Građevina:	Fotonaponska elektrana na krovovima /integrirana elektrana/	
Lokacija :	k.č. 2043/1, k.o. Slunj I	
Razina obrade:	Glavni projekt	
	Strukovna odrednica	Elektrotehnički projekt
	Naziv projektnog dijela	Fotonaponska elektrana
ZOP	P 113/20	
Broj projekta :	11-20E	
Mapa	6	

7. GRAFIČKI PRILOZI

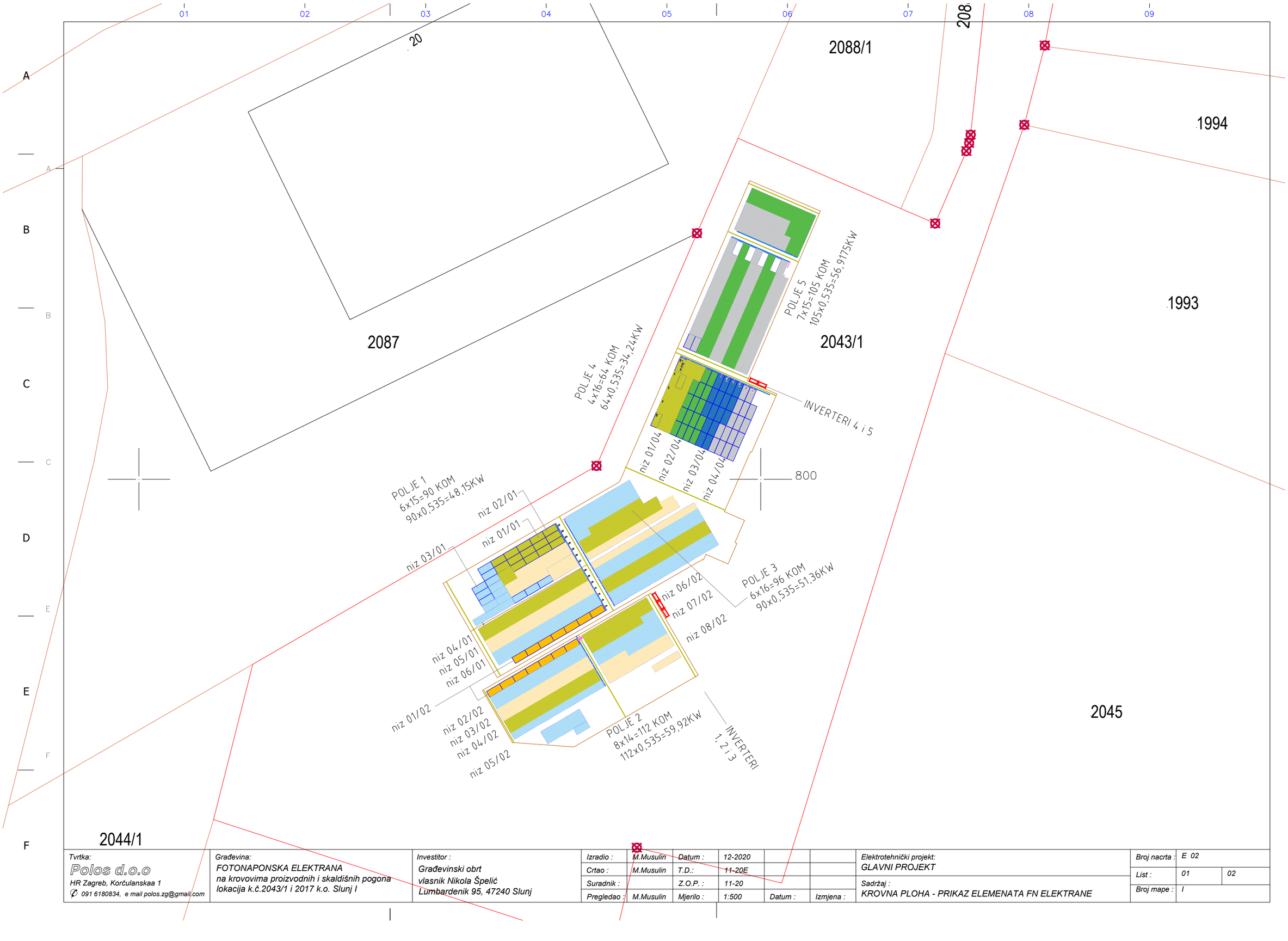
Projektant: Milenko Musulin, dipl.ing.el.

POPIS NACRTA

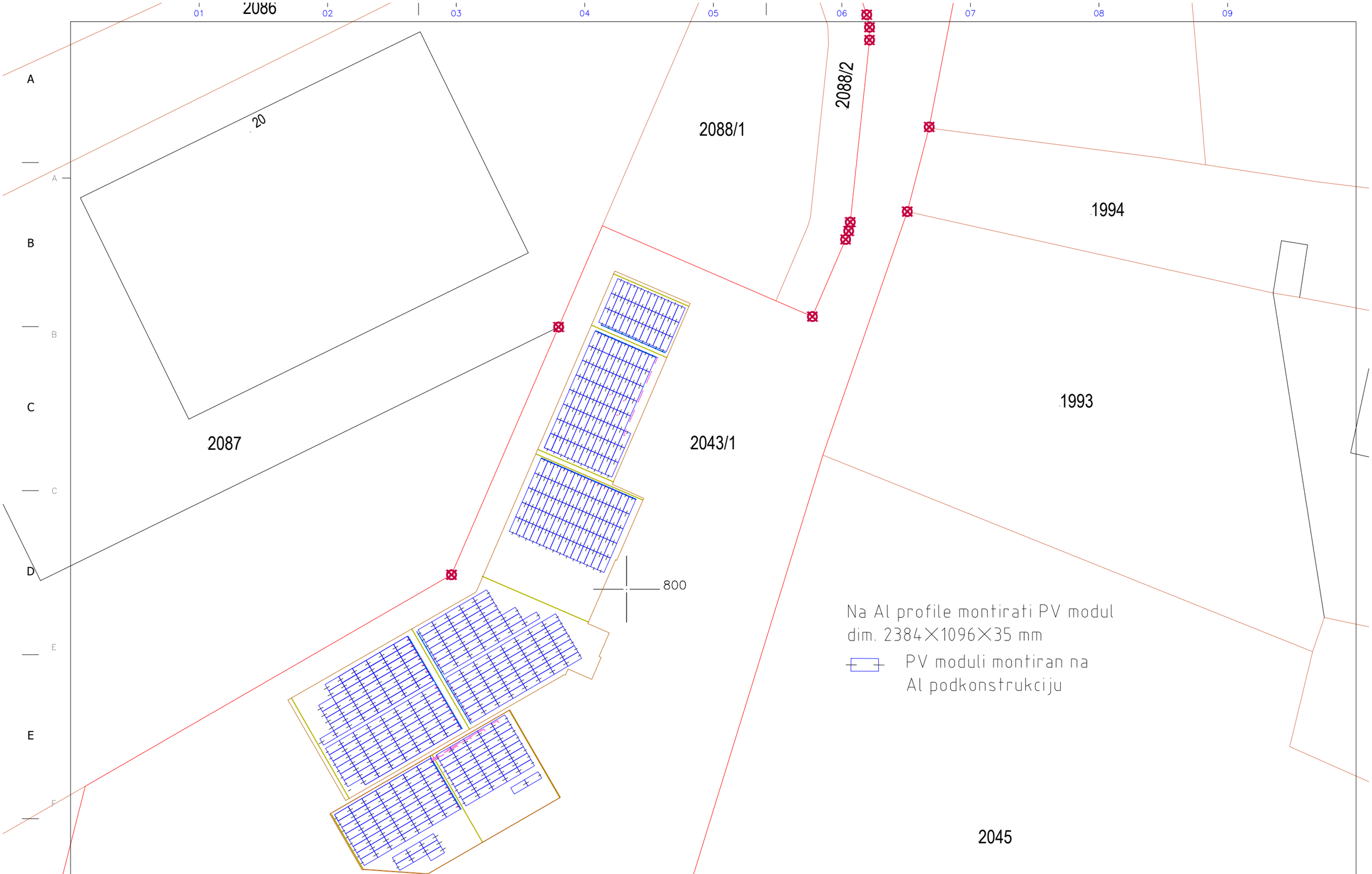
Situacija	01	
Krovne plohe položajni nacrt opreme za FN elektranu na k.č. 2043/1	02	1:100
Krovne plohe položajni nacrt pv panela na k.č. 2043/1	03	1:100
Blok shema invertera i priključak pv modula	04	
1 polona shema razdjelnika +N.R.1	05	
Blok shema mjerenjenja i pračenja CO_2	06	
1 shema SN postojenja	07	



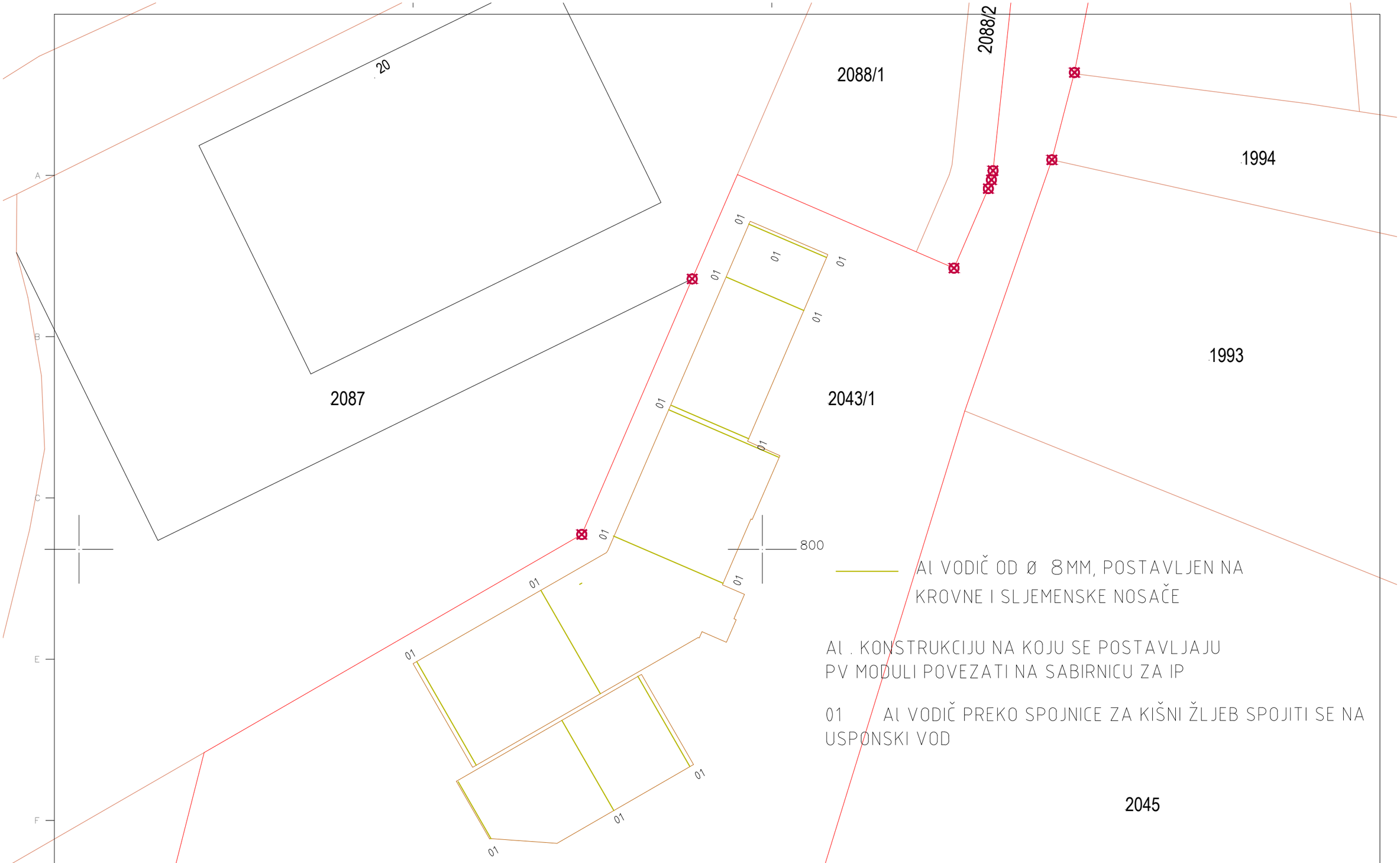
Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta :	E 01	
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List :	01	01
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : SITUACIJA - PRIKAZ KOGENERCIJSKOG POSTROJENJA i FNE	Broj mape :	I	
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :	1:100	Datum :	Izmjena :				



Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 02
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 01 02
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : KROVNA PLOHA - PRIKAZ ELEMENATA FN ELEKTRANE	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :	1:500	Datum :	Izmjena :		



Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 02
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 02 03
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : KROVNA PLOHA - KONSTRUKCIJE FN ELEKTRANE	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :	1:500	Datum :	Izmjena :		

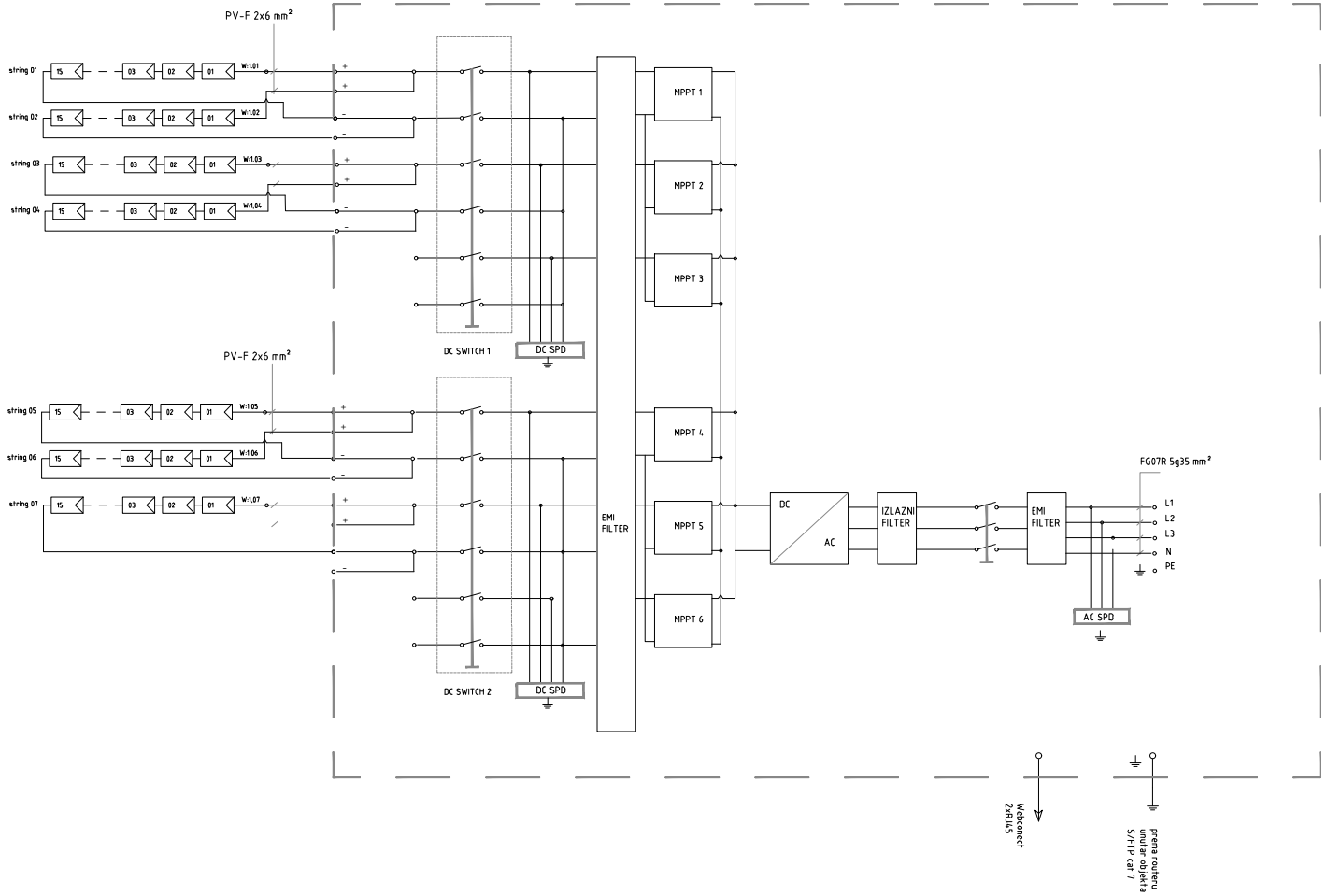


Al VODIČ OD Ø 8MM, POSTAVLJEN NA KROVNE I SLJEMENSKE NOSAČE

Al . KONSTRUKCIJU NA KOJU SE POSTAVLJAJU PV MODULI POVEZATI NA SABIRNICU ZA IP

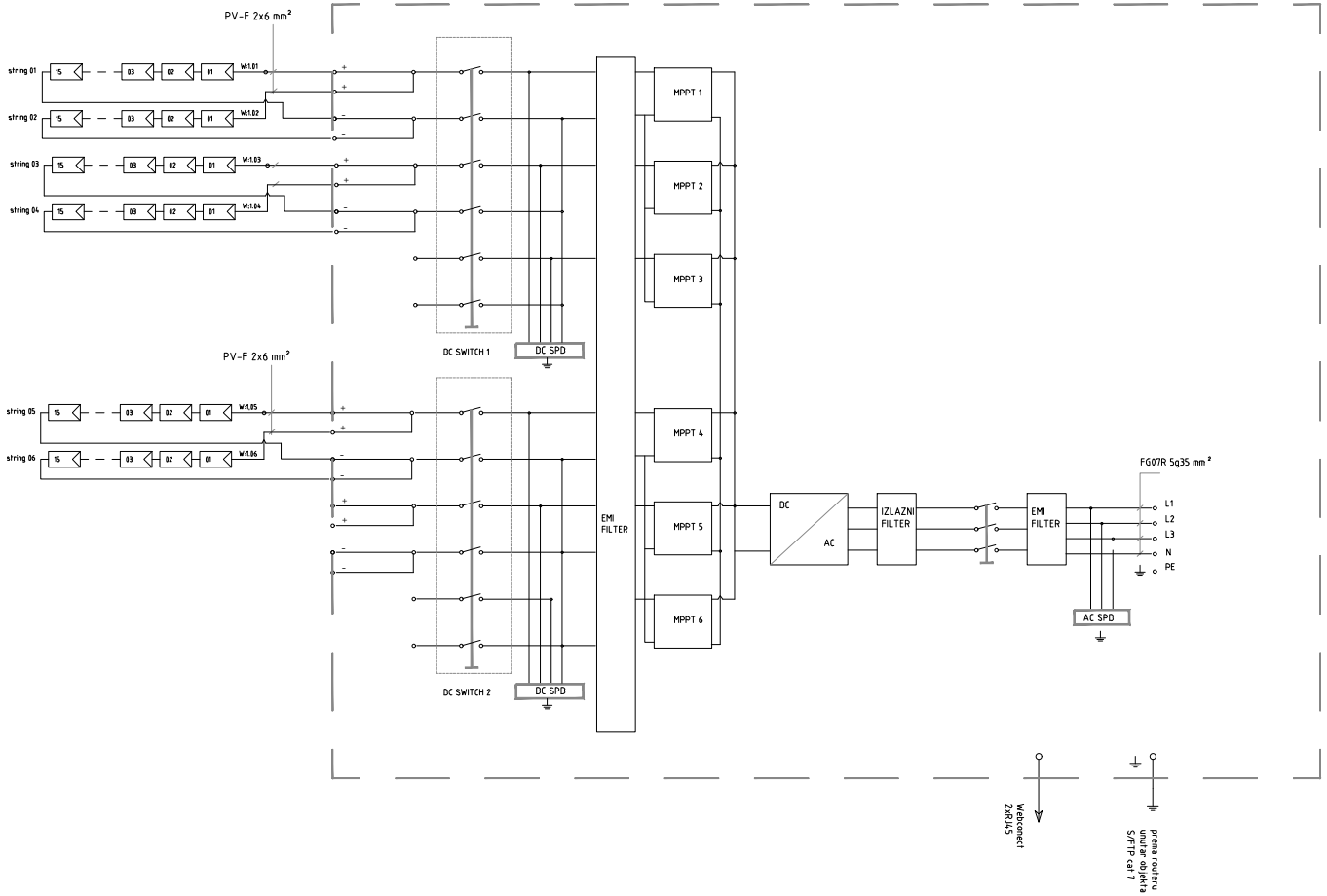
01 Al VODIČ PREKO SPOJNICE ZA KIŠNI ŽLJEB SPOJITI SE NA USPONSKI VOD

Tvrtka: polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta :	E 03	
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List :	03	03
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : KROVNE PLOHE - SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE LPS	Broj mape :	I	
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :	1:500	Datum :	Izmjena :				

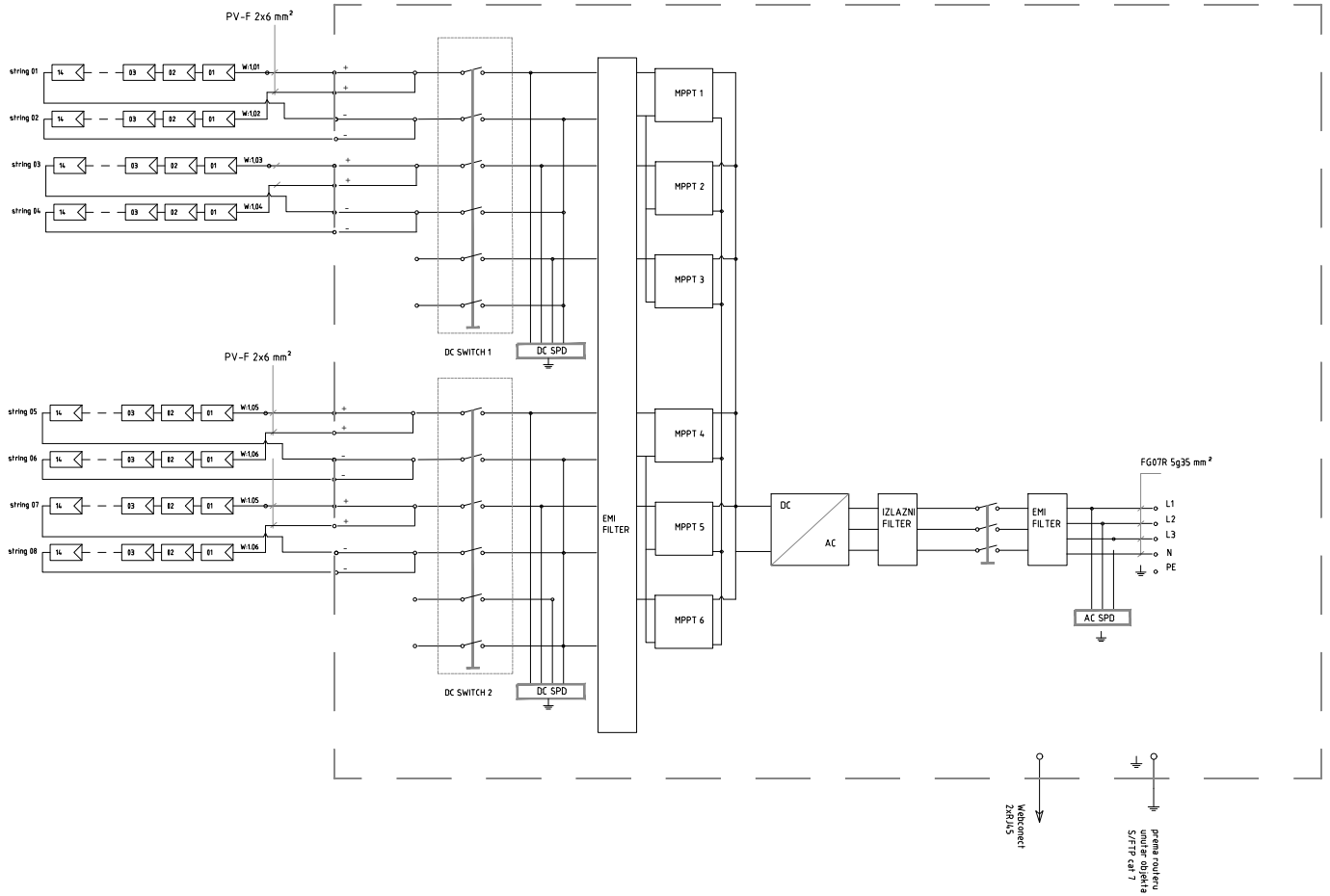


Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E			
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : BLOK SHEMA PRIKLJUČKA INVERTERA
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :	

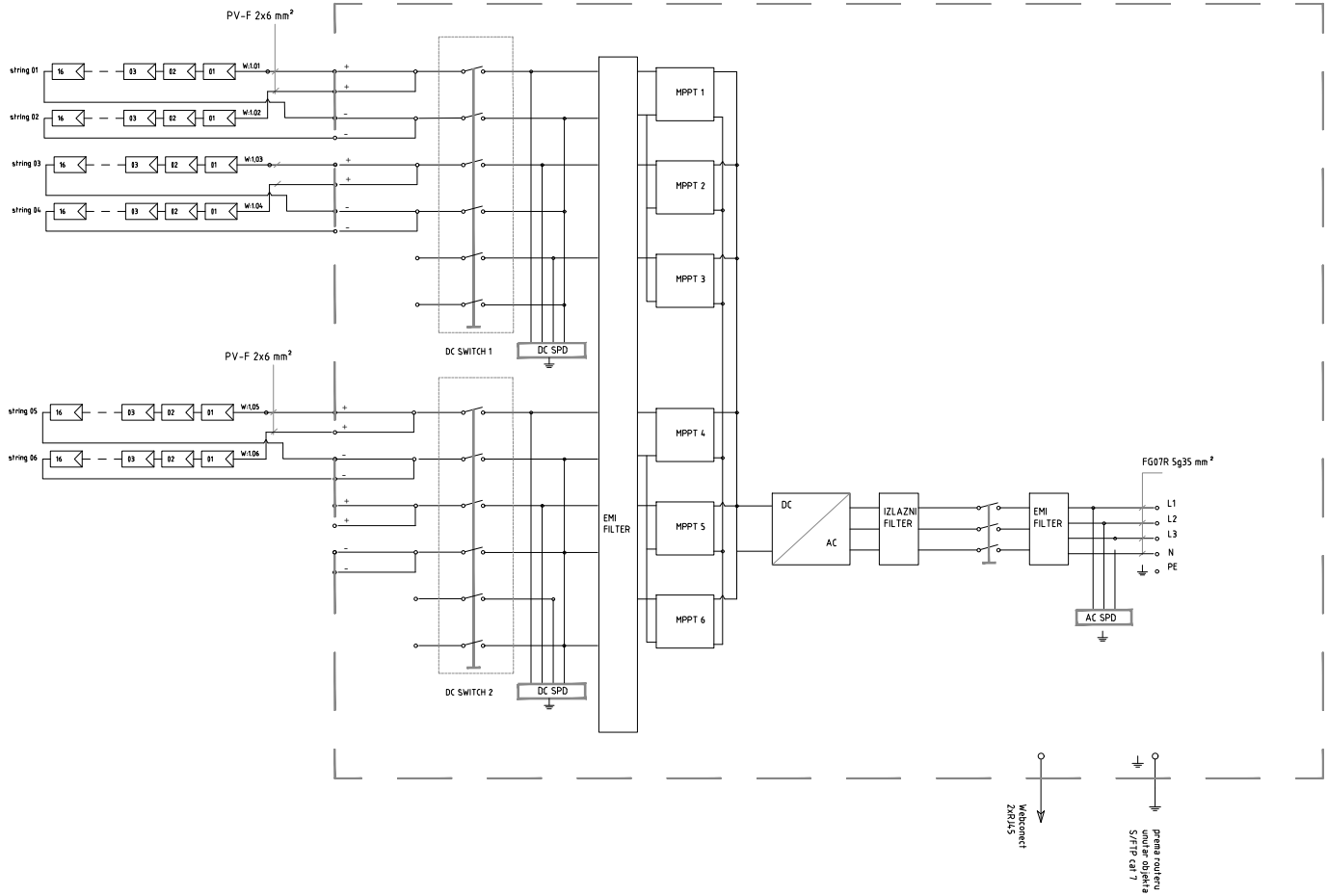
Broj nacrta :	E 03	
List :	01	02
Broj mape :	I	



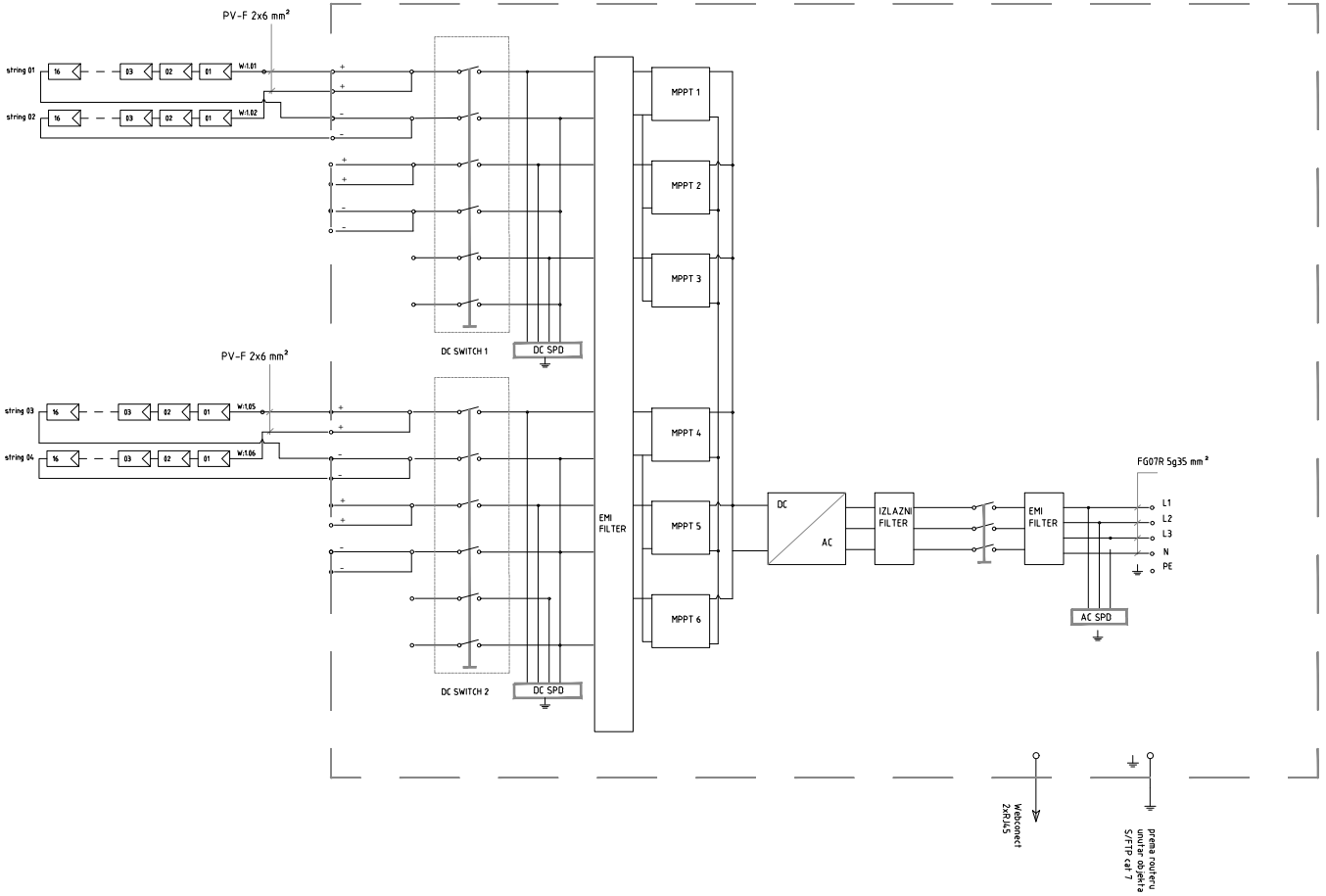
Tvrtka: **Polos d.o.o** *HR Zagreb, Korčulanskaa 1* *091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com*	*Građevina:* *FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I*	*Investitor :* *Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj*	*Izradio :*	*M.Musulin*	*Datum :*	*12-2020*			*Elektrotehnički projekt:* *GLAVNI PROJEKT*	*Broj nacrta :* *E 03*
			Crtao :	*M.Musulin*	*T.D.:*	*11-20E*				*List :* *02* *03*
			Suradnik :		*Z.O.P. :*	*11-20*			*Sadržaj :*	*Broj mape :* *I*
			Pregledao :	*M.Musulin*	*Mjerilo :*		*Datum :*	*Izmjena :*	*BLOK SHEMA PRIKLJUČKA INVERTERA*	



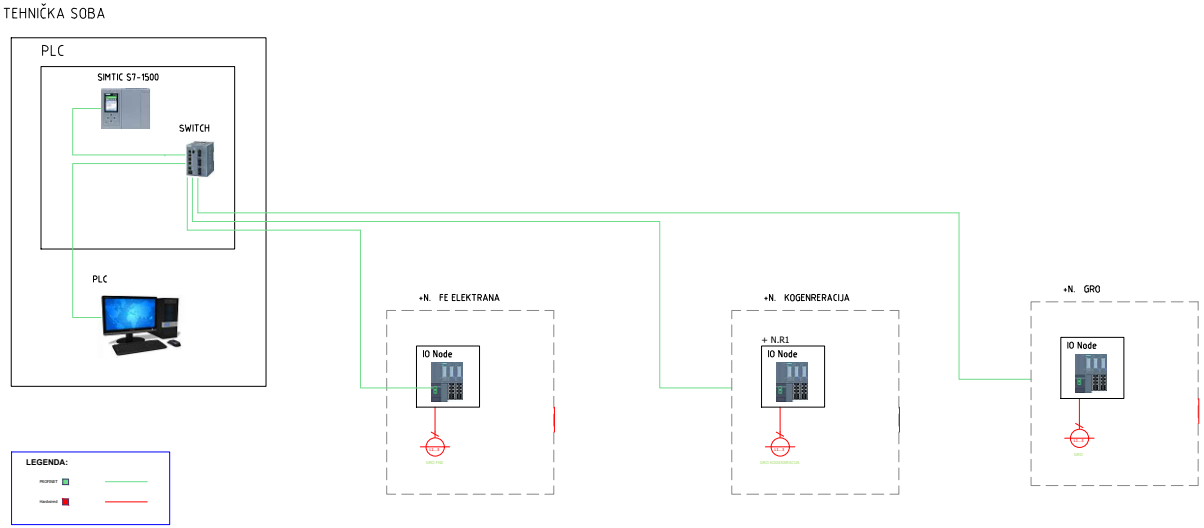
Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 03
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 03 04
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : BLOK SHEMA PRIKLJUČKA INVERTERA	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		



Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta :	E 03
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List :	04 / 05
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : BLOK SHEMA PRIKLJUČKA INVERTERA	Broj mape :	I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :			



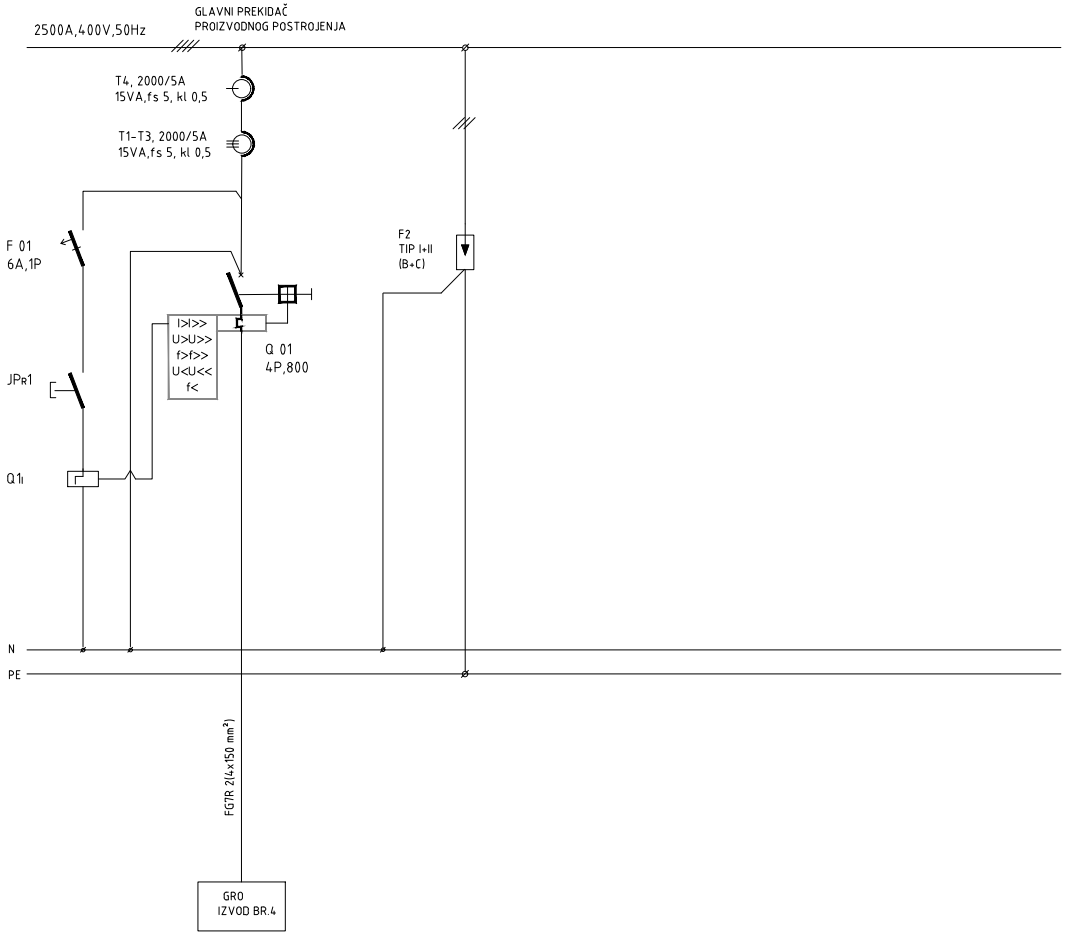
Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 03
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 05 05
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : BLOK SHEMA PRIKLJUČKA INVERTERA	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		



M Musulin

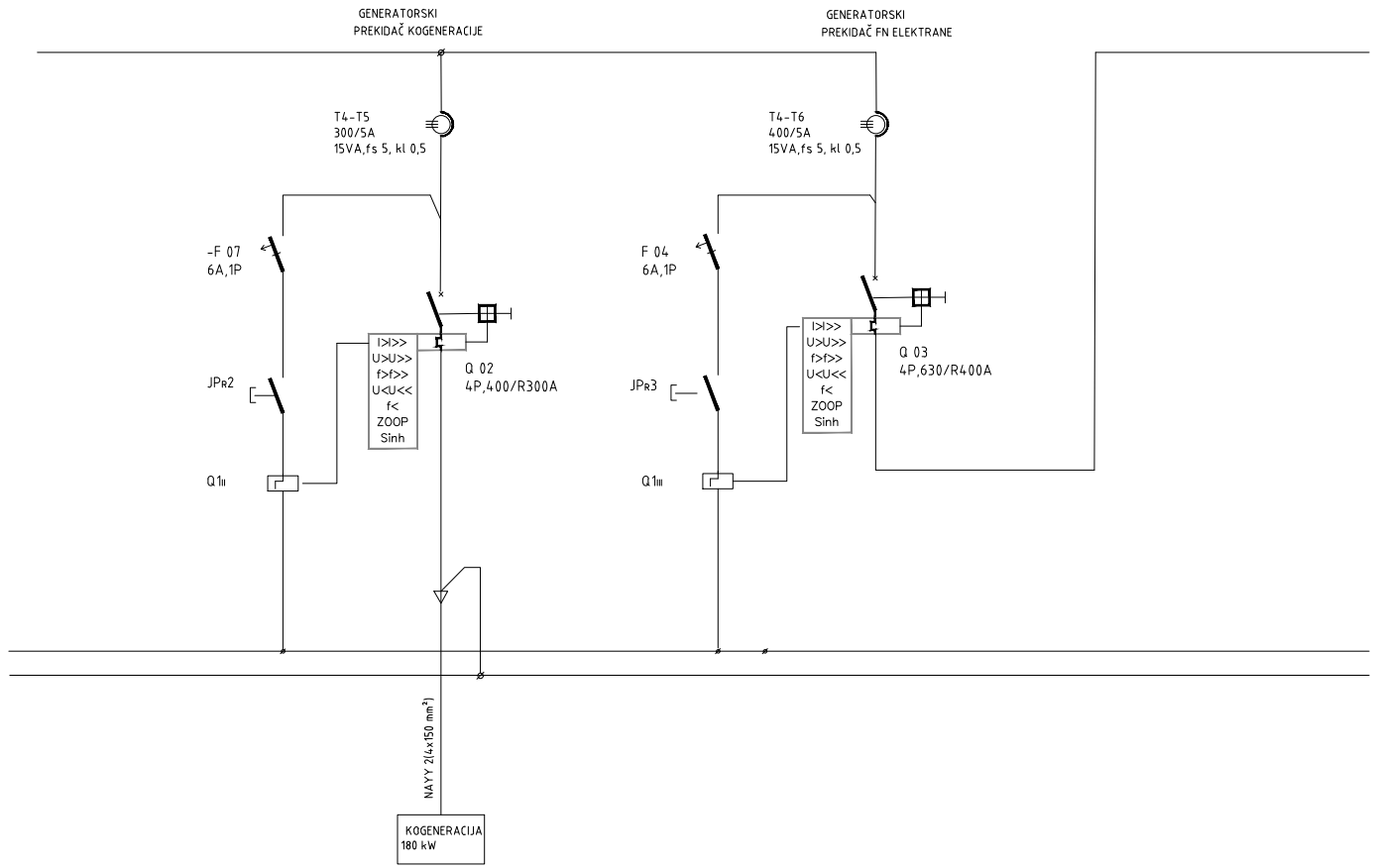
Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 04
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 01 / 01
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : BLOK SHEMA MJERENJA	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		

+N.R_FNE_K



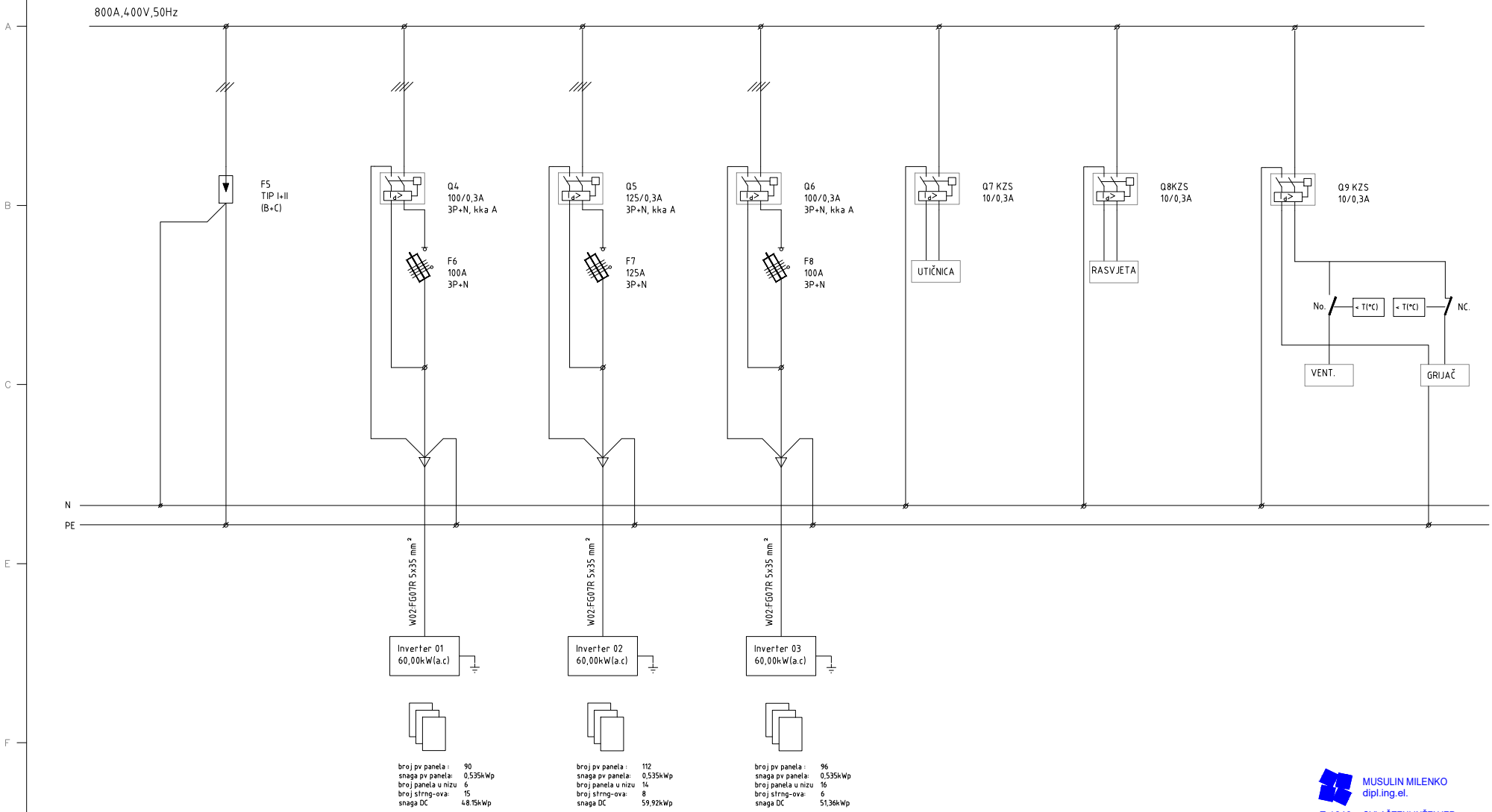
MUSULIN MILENKO
dipl.ing.el.
E 1646 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE
M Musulin

Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta :	E 05	
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List :	01	01
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNIKA +N.R_FNE_K	Broj mape :	I	
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :				



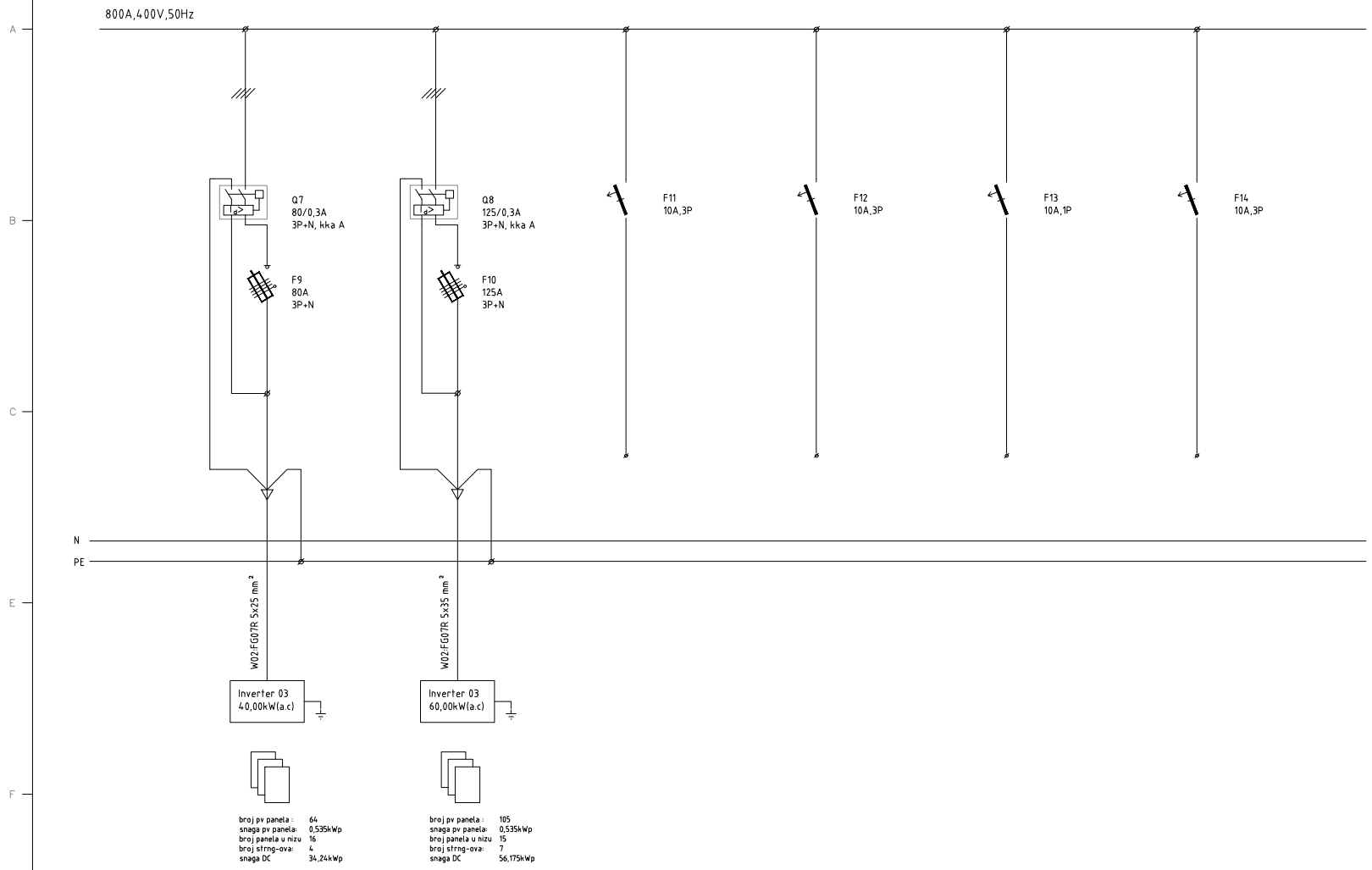
MUSULIN MILENKO
dipl.ing.el.
E 1646 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE
M Musulin

Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 05
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 02 03
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNIKA +N.R.F K-FNE	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		



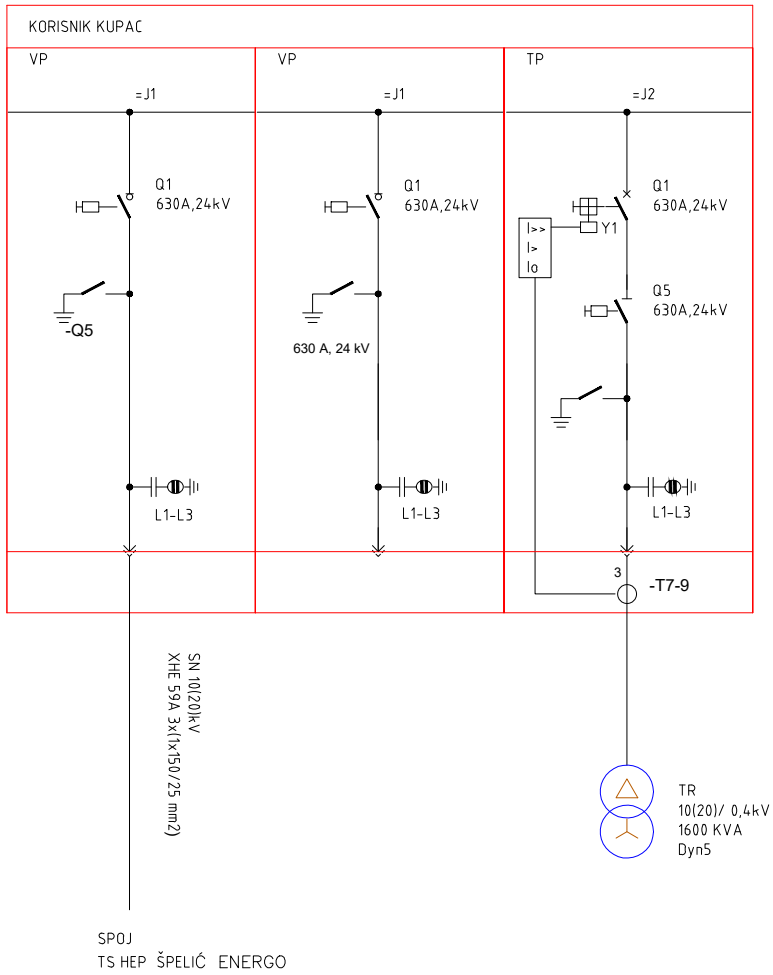
MUSULIN MILENKO
dipl.ing.el.
E 1646 OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE
M Musulin

Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 ✆ 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT Sadržaj : JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNIKA +N.R.F K-FNE	Broj nacrta :	E 05	
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List :	03	04
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20				Broj mape :	I	
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :				



MUSULIN MILENKO
dipl.ing.el.
E 1646 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE
M Musulin

Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 05
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 04 04
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : JEDNOPOLNA SHEMA RAZDJELNIKA +N.R.F K-FNE	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		



Tvrtka: Polos d.o.o HR Zagreb, Korčulanskaa 1 091 6180834, e mail polos.zg@gmail.com	Građevina: FOTONAPONSKA ELEKTRANA na krovovima proizvodnih i skaldišnih pogona lokacija k.č.2043/1 i 2017 k.o. Slunj I	Investitor : Građevinski obrt vlasnik Nikola Špelić Lumbardenik 95, 47240 Slunj	Izradio :	M.Musulin	Datum :	12-2020			Elektrotehnički projekt: GLAVNI PROJEKT	Broj nacrta : E 06
			Crtao :	M.Musulin	T.D.:	11-20E				List : 01 01
			Suradnik :		Z.O.P. :	11-20			Sadržaj : Jednopolna shema SN (kupac)	Broj mape : I
			Pregledao :	M.Musulin	Mjerilo :		Datum :	Izmjena :		