

PRILOGA 1A

NASLOVNA STRAN
PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

ROBOTINA d.o.o.

OIC-Hrpelje 38, 6240 Kozina

T: 05 68 92 020, F: 05 68 92 039

info@robotina.com



INVESTITOR

INVESTITOR 1

ime in priimek ali naziv družbe

OBČINA HRPELJE-KOZINA

naslov ali poslovni naslov družbe

Reška cesta 14, 6240 Kozina

INVESTITOR 2

ime in priimek ali naziv družbe

naslov ali poslovni naslov družbe

INVESTITOR 3

ime in priimek ali naziv družbe

naslov ali poslovni naslov družbe

PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje

POSTAVITEV SKUPNOSTNE SAMOOSKRBNNE SONČNE
ELEKTRARNE NA STREHO OSNOVNE ŠOLE HRPELJE

naziv gradnje se določi po namenu glavnega objekta

VRSTE GRADNJE



NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT

označiti vse ustrezne vrste gradnje



NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA



REKONSTRUKCIJA



SPREMEMBA NAMEMBNOSTI



ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA



LEGALIZACIJA



MANJŠA REKONSTRUKCIJA



VZDRŽEVANJE OBJEKTA

PODATKI O PROJEKTI DOKUMENTACIJI

vrsta dokumentacije (DPP, DGD, PZI, PZO, PID, DL)

PZI

številka projekta

24-ROB-091

datum izdelave

julij 2024

datum spremembe

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)

ROBOTINA d.o.o.

naslov

OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA

odgovorna oseba projektanta

Patricija CUBAN PALČIČ

podpis odgovorne osebe projektanta

Robotina d.o.o.
Hrpelje, OIC-Hrpelje 38
6240 Kozina 5

PODATKI O IZDELOVALCU OSNOVNEGA PRIKAZA / NAČRTA

izdelovalec osnovnega prikaza / načrta

Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka

IZS E-1012

projektant izdelovalca osnovnega načrta (naziv družbe)

ROBOTINA d.o.o.

naslov

OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA

PODATKI O VODJI PROJEKTIRANJA

VODJA PROJEKTIRANJA

Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.

identifikacijska številka

IZS E-1012

podpis vodje projektiranja

IVAN MORANO
univ. dipl. inž. el.
IZS E-1012

UDELEŽENI STROKOVNJAKI PRI PROJEKTIRANJU

UDELEŽENI STROKOVNJAKI PRI PROJEKTIRANJU

POOBlašČENI ARHITEKTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	Monika CVIRN, univ.dipl.inž.arh., ZAPS PA PPN 0786
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	David VESNAVER, univ.dipl.inž.grad., IZS G-2780
--	---

navedba gradiv, ki so jih izdelali	Statična presoja nosilne konstrukcije
------------------------------------	---------------------------------------

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	Ivan MORANO, univ.dipl.inž.el., IZS E-1012
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	Načrt elektrotehnike FVE
------------------------------------	--------------------------

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA STROJNIŠTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA TEHNOLOGIJE

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA POŽARNE VARNOSTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	Stanko OŽBOT, dipl.var.inž., IZS PI PV0653
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	Presoja požarne varnosti objekta
------------------------------------	----------------------------------

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GEOTEHNOLOGIJE IN RUDARSTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA GEODEZIJE

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI INŽENIRJI S PODROČJA PROMETNEGA INŽENIRSTVA

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI KRAJINSKI ARHITEKTI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

POOBlašČENI PROSTORSKI NAČRTOVALCI

ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka	
--	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

STROKOVNJAKI DRUGIH STROK

ime in priimek, strokovna izobrazba	
-------------------------------------	--

navedba gradiv, ki so jih izdelali	
------------------------------------	--

Neustrezno izpustiti ali po potrebi dodati vrstice.

Pri DPP, DGD se kot "gradiva, ki so jih izdelali" navedejo kakršna koli gradiva, ki jih vodja projektiranja uporabi pri pripravi zbirnega prikaza (skice, risbe, detajli, izračuni, strokovne podlage, ki jih pred izdelavo zahtevajo področni predpisi, npr. geodetski načrt, geomehansko poročilo), vključno s tehničnimi prikazi; pri PZI, PID se navedejo načrti, pri PZO, DL tehnični prikazi oz. posnetki obstoječega stanja.

IZJAVA PROJEKTANTA IN VODJE PROJEKTIRANJA V PZI

PROJEKTANT

projektant (naziv družbe)	ROBOTINA d.o.o.
naslov	OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA
odgovorna oseba projektanta	Patricija CUBAN PALČIČ

IN VODJA PROJEKTIRANJA

vodja projektiranja	Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.
---------------------	-----------------------------------

IZJAVLJAVA:

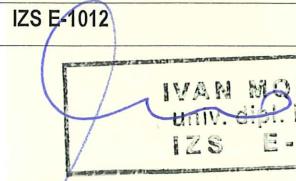
da je projektna dokumentacija za izvedbo gradnje (PZI):

številka projekta	24-ROB-091
datum izdelave	julij 2024

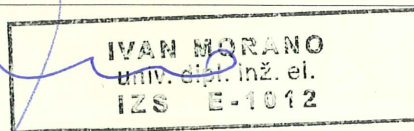
- skladna z zahtevami prostorskega izvedbenega akta;

- da so bili v izdelavo projektne dokumentacije vključeni ustrezni pooblaščen arhitekti, pooblaščen krajinski arhitekti in pooblaščen inženirji s področja gradbeništva, elektrotehnike, strojništva, tehnologije, požarne varnosti, geotehnologije in rudarstva, geodezije ali prometnega inženirstva ter strokovnjaki z drugih strokovnih področij, katerih strokovne rešitve so glede na namen in zahtevnost objekta ter namen izdelave projektne dokumentacije potrebni, tako da je ta izdelana celovito in medsebojno usklajena, in

- da je s projektno dokumentacijo v celoti zagotovljeno izpolnjevanje bistvenih in drugih zahtev objekta.

vodja projektiranja	Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1012
podpis vodje projektiranja	

odgovorna oseba projektanta	Patricija CUBAN PALČIČ
podpis odgovorne osebe projektanta	



3 NAČRT S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	POSTAVITEV SKUPNOSTNE SAMOOSKRIBNE SONČNE ELEKTRARNE NA STREHO OSNOVNE ŠOLE HRPELJE
kratek opis gradnje	Predmet gradnje je postavitve skupnostne samoskrbne sončne elektrarne na strehi Osnovne šole Hrpelje v lasti občine Hrpelje-Kozina
VRSTE GRADNJE	<input type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
označiti vse ustrezne vrste gradnje	<input checked="" type="checkbox"/> NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
	<input type="checkbox"/> REKONSTRUKCIJA
	<input type="checkbox"/> SPREMEMBA NAMEMBNOSTI
	<input type="checkbox"/> ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
	<input type="checkbox"/> LEGALIZACIJA
	<input type="checkbox"/> MANJŠA REKONSTRUKCIJA
	<input checked="" type="checkbox"/> VZDRŽEVANJE OBJEKTA

PODATKI O PROJEKTNIM DOKUMENTACIJI

vrsta dokumentacije	PZI
številka projekta	24-ROB-091

PODATKI O NAČRTU


strokovno področje načrta	3 - ELEKTROTEHNIKA
naziv načrta	SE OŠ Hrpelje
številka načrta	24-091/3
datum izdelave	julij 2024
datum spremembe	

PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	ROBOTINA d.o.o.
naslov	OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA
odgovorna oseba projektanta načrta	Patricija CUBAN PALČIČ
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

robotina d.o.o.
Hrpelje, OIC-Hrpelje 38
6240 Kozina 5

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Ivan MORANO, univ.dipl.inž.el.
identifikacijska številka	IZS E-1012
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

IVAN MORANO
univ. dipl. inž. el.
IZS E-1012

IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STOKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI IN PID

PROJEKTANT NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)	ROBOTINA d.o.o.
naslov	OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA
odgovorna oseba projektanta načrta	Patricija CUBAN PALČIČ

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.
------------------------	-----------------------------------

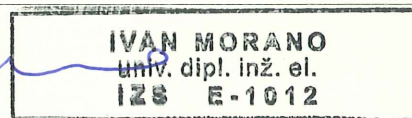
IZJAVLJAVA:

da načrt

vrsta dokumentacije	PZI
strokovno področje načrta	3 - ELEKTROTEHNIKA
naziv načrta	POSTAVITEV SKUPNOSTNE SAMOOSKRBNNE SONČNE ELEKTRARNE NA STREHO OSNOVNE ŠOLE HRPELJE
številka načrta	24-091/3
datum izdelave	julij 2024

upoštevam relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštevane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	Ivan MORANO, univ. dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1012
podpis pooblaščenega strokovnjaka	



odgovorna oseba projektanta načrta	Patricija CUBAN PALČIČ
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	



Robotina d.o.o.
Hrpelje, OIC-Hrpelje 38
6240 Kozina

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTROTEHNIKE št. 24-091/3

3	NASLOVNA STRAN NAČRTA	1
3	IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA	2
3	KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTROTEHNIKE ŠT. 24-091/3	3
3	TEHNIČNO POROČILO	4
3.1	SPLOŠNO O INVESTITORJU	4
3.2	SPLOŠNO O OBJEKTU	4
3.3	OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE	5
3.3.1	ZAKONODAJA	6
3.3.2	SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV	7
3.3.3	PRESOJA POŽARNE VARNOSTI	7
3.3.4	STATIČNA PRESOJA	8
3.4	OSNOVNI PODATKI FV ELEKTRARNE	8
3.5	FOTONAPETOSTNI MODULI	9
3.6	RAZSMERNIKI IN PRIPADAJOČI OPTIMIZATORJI	10
3.7	PREDVIDENA DELA ZA PRIKLOP FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE	13
3.8	MESTO NAMESTITEVE OPREME	13
3.9	INŠTALACIJE FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE	14
3.9.1	RAZSMERNIKI IN RAZDELILNIKI	14
3.9.2	KABELSKI VODNIKI	14
3.9.3	MERILNO LOČILNO MESTO FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE	21
3.9.4	PRIKLJUČNO MESTO FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE	22
3.9.5	STRELOVODNA ZAŠČITA	22
3.10	PREDVIDEN IZPLEN ELEKTRIČNE ENERGIJE	24
3.11	POPIS MATERIALA IN DEL	26
3.12	PRILOGE	47

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3 TEHNIČNO POROČILO

3.1 SPLOŠNO O INVESTITORJU

Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina Reška cesta 14, 6240 Kozina
Naročnik:	Občina Hrpelje-Kozina Reška cesta 14, 6240 Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje
Lokacija:	Objekt na naslovu: Osnovna šola Hrpelje Reška cesta 33, 6240 Kozina parcelna št.: 3222/7, 5040 k.o.: 2560 - HRPELJE
Faza:	PROJEKT ZA IZVEDBO - PZI

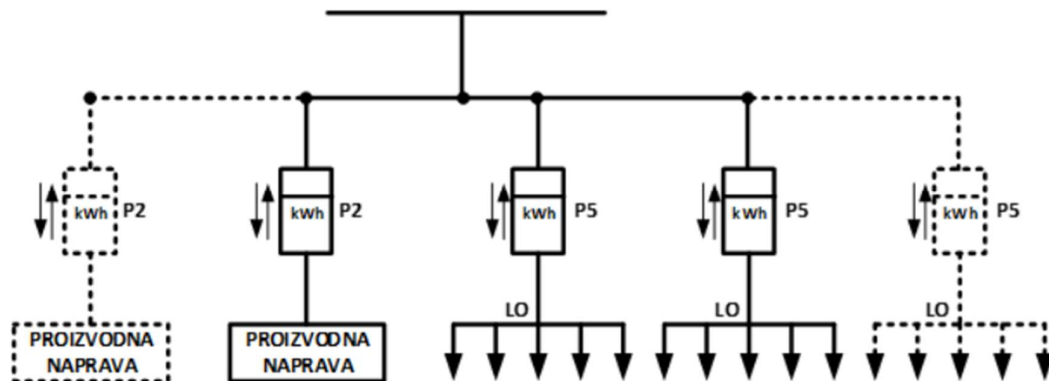
3.2 SPLOŠNO O OBJEKTU

Investitor namerava zgraditi fotonapetostno elektrarno inštalirane moči 224,68 kW. Električna energija, proizvedena v tej elektrarni bo porabljena znotraj skupnostne samooskrbe v katere spadajo: Osnovna šola Hrpelje, Športna dvorana Kozina in Vrtec Sežana enota Hrpelje.

Z integracijo inteligentnega upravljanja pretoka energije EMS (Robotina), bo mogoče upravljati profile odjema in nadzor elektroenergetskih naprav ter zmožnost priklopa na centralno nadzorni sistem prek API protokola.

Elektrarna bo priključena na NN distribucijsko omrežje, po shemi PS.3B iz sistemskih obratovalnih navodil za distribucijski sistem električne energije SONDSEE.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje



Tipska shema PS.3B

Fotonapetostni generator bo sestavljen iz monokristalnih solarnih modulov, ki svetlobno energijo sončnega obsevanja s pomočjo fotoefekta neposredno pretvorijo v enosmerno električno napetost in tok.

Razsmerniki pretvarjajo enosmerno napetost fotonapetostnega generatorja in tok v izmenične vrednosti, ter opravi sinhronizacijo z javnim NN električnim omrežjem. V sistemu bodo nameščena dva trifazna razsmernika moči 90 kW, ki bodo imeli priključen fotonapetostni generator.

Razsmernik ima na izmenični strani vgrajeno zaščito, ki jo sestavljajo podnapetostna, prenapetostna, podfrekvenčna, nadfrekvenčna in impedančna zaščita.

Na enosmerni strani (proti fotonapetostnemu generatorju) je vgrajena RDC omarica s prenapetostno ter kratkostično zaščito.

3.3 OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE

Projekt mora biti izveden v skladu z načelom, da se ne škoduje bistveno okoljskim ciljem Evropske unije (načelo DNSH), določenim v 17. členu Uredbe (EU) št. 2020/852 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 18. junija 2020 o vzpostavitvi okvira za spodbujanje trajnostnih naložb ter spremembi Uredbe (EU) 2019/2088 (UL L št. 198 z dne 22. junija 2020, str. 13) in Tehničnih smernic za uporabo »načela, da se ne škoduje bistveno« v skladu z Uredbo o vzpostavitvi mehanizma za okrevanje in odpornost, ki so bile objavljene dne 18. 2. 2021 v UL EU št. C58/01, še posebno v zvezi z zaščito biotske raznovrstnosti, kar pomeni da:

- projekt ne bo povzročil znatnih emisij toplogrednih plinov,
- projekt ne bo povzročil povečanega škodljivega vpliva na sedanje podnebje in pričakovano prihodnje podnebje, na dejavnost samo ali na ljudi, naravo ali sredstva,
- projekt ne bo imel negativnih vplivov na trajnostno rabo in varstvo vodnih in morskih virov, kar pomeni, da ne bo škodoval dobremu stanju ali dobremu ekološkemu

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

potencialu vodnih teles, vključno s površinskimi in podzemnimi vodami, ali dobremu okoljskemu stanju morskih voda,

- projekt ne bo bistveno škodoval krožnemu gospodarstvu, vključno s preprečevanjem nastajanja odpadkov in recikliranjem, kar pomeni, da ne bo:

- privedel do znatne neučinkovitosti pri uporabi materialov ali neposredne ali posredne rabe naravnih virov, kot so neobnovljivi viri energije, surovine, voda in zemlja, v eni ali več fazah življenjskega cikla proizvodov, vključno z vidika trajanja, popravljivosti, nadgradljivosti, možnosti ponovne uporabe ali recikliranja proizvodov,

- privedel do znatnega povečanja nastajanja, sežiganja ali odlaganja odpadkov, razen sežiganja nevarnih odpadkov, ki jih ni mogoče reciklirati,

- dolgoročno odlaganje odpadkov bistveno in dolgoročno škodovalo okolju,

- projekt ne bo povzročil znatnega povečanja emisij onesnaževal v zrak, vodo ali zemljo v primerjavi s stanjem pred začetkom izvajanja te dejavnosti,

- projekt ne bo znatno škodoval varstvu in ohranjanju biotske raznovrstnosti in ekosistemov, kar pomeni, da ne bo znatno škodoval dobremu stanju in odpornosti ekosistemov ali škodil stanju ohranjenosti habitatov in vrst, vključno s tistimi, ki so v interesu Unije.

3.3.1 ZAKONODAJA

Pri projektiranju so bilu upoštevani:

- Tehnična smernica TSG-N-001 - Požarna varnost v stavbah,
- Tehnična smernica TSG-N-002 - Niskonapetostne električne instalacije,
- Tehnična smernica TSG-N-003 - Zaščita pred delovanjem strele,
- Tehnična smernica TSG-1-004 - Učinkovita raba energije,
- Tehnična smernica SZPV 512 - Požarna varnost sončnih elektrarn, vključno pripadajoči standardi in pravilniki.
- Sistemskima obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE), z vsemi prilogami

Ker za tovrsten objekt ni zahtevano gradbeno dovoljenje, so bile v skladu z Uredbo o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 14/20), izdelane vse zahtevane preverbe (po prilogi uredbi).

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.3.2 SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV

Za postavitev in priključitev fotonapetostne elektrarne je bilo pridobljeno soglasje za priključitev in sicer:

- **Za števec P2: SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1469450 (EVprik-997/2024)**

Bistveni poudarek soglasja, upoštevan pri izdelavi projektne dokumentacije:

- Priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 14 kW.
- Priključna moč pri oddaji v distribucijski sistem: 170 kW (1 x 3 x 250 A)
- na fasadi objekta postaviti novo PMO_SE skladno s tipizacijo SONDSEE
- v PMO_SE vgraditi elemente za priklop naprave za skupnostno samooskrbo
- Elementi ločilnega mesta za posluževanje SODO morajo biti nameščeni pod ključem SODO, stalno dostopni in morajo obsegati:
 - o - preklopko za blokado vklopa odklopnika na ločilnem mestu
 - - položaj 0: blokada vklopa
 - - položaj 1: avtomatsko delovanje ločilnega mesta
 - o - indikator napetosti na strani distribucije
 - o - indikator položaja odklopnika ločilnega mesta
- Merilne naprave (P2):
 - o Direktni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z notranjo uro razreda točnosti A za delovno energijo in 2 za jalovo energijo z G3-PLC komunikacijskim vmesnikom.

3.3.3 PRESOJA POŽARNE VARNOSTI

Za objekt je bila izdelana:

- **Presoja požarne varnosti objekta št.: 104/24-PS (Lozej d.o.o.)**

Bistvene zahteve, ki so bile upoštevane pri načrtovanju SE:

- Odmik od vseh odprtin na strehi (jaški, svetlobniki, ...) je večji od 1 m.
- Velikost posameznih polj FV modulov je manjša od 40 x 40 m
- Odmik od robov strehe je večji od 1 m.
- Razsmerniki bodo nameščeni na negorljivi podlagi (beton) in v njihovi bližini ne bo gorljivih materialov.
- Izvedena bo zaščita pred neposrednim in posrednim dotikom
- Sistem SE ima predvideno možnost priklopa na sistem za javljanje požara, ki lahko prekine delovanje SE.
- Upoštevane so tudi vse ostale zahteve Presoje požarne varnosti.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.3.4 STATIČNA PRESOJA

Za objekt je bila izdelana:

- **Statična presoja OŠ DRAGOMIRJA BENČIČA BRKINA - HRPELJE (EEP, projektiranje in svetovanje, d.o.o.)**

Nosilna podkonstrukcija za pritrdjevanje FV modulov je bila zasnovana in preverjena s statično presojo za objekt.

Nosilnost primarne konstrukcije je zadostna in omogoča montažo elektrarne na predvideno lokacijo strehe.

3.4 OSNOVNI PODATKI FV ELEKTRARNE

Sončna elektrarna bo postavljena na objekte osnovne šole Hrpelje, ki so v lasti Občine Hrpelje - Kozina.

Ključne karakteristike fotovoltaične elektrarne:

Način postavitve modulov na strehi osnovne šole:

179 modulov bo preko aluminijske podkonstrukcije postavljenih na strehe z lesenim ostrešjem.

21 modulov bo preko obtežene aluminijske podkonstrukcije postavljenih na betonsko streho.

144 modulov bo preko obtežene aluminijske podkonstrukcije postavljenih na streho izdelano iz siporex plošč.

48 modulov bo preko obtežene aluminijske podkonstrukcije postavljenih na betonsko streho z nasutjem proda.

81 modulov bo preko obtežene aluminijske podkonstrukcije postavljenih na pločevinasto streho z leseni konstrukciji.

Orientacije in nakloni posameznih sekcij modulov so podane v prilogi:

24-091/3 PROIZVODNJA

Moč posameznega modula: 475 W

Število modulov: 473

Inštalirana moč modulov: **224,68kW**

Število optimizatorjev: 473

Nazivna moč razsmernika: 90 kW

Število razsmernikov: 2

Inštalirana moč razsmernikov: **90 kW**

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje



3.5 FOTONAPETOSTNI MODULI



Vgrajeni bodo fotonapetostni moduli proizvajalca AE SOLAR GmbH, ki so izdelani iz monokristalnega silicija in omogočajo optimalno pretvorbo električne energije iz sončne v vseh sevalnih pogojih.

Moduli so posebej načrtovani za fotonapetostne sisteme, ki delujejo vzporedno za javnim električnim omrežjem. Modul je sestavljen iz 120 celic monokristalnega silicija.

Kaljeno steklo zagotavlja odlično zaščito solarnega modula pred vplivi okolja, kot sta toča in led, hkrati pa odlično prepušča vpadlo svetlobo k sončnim celicam.

Solarni modul je obdan z okvirjem iz eloksiranega aluminija, ki mu zagotavlja dobro mehansko trdnost.

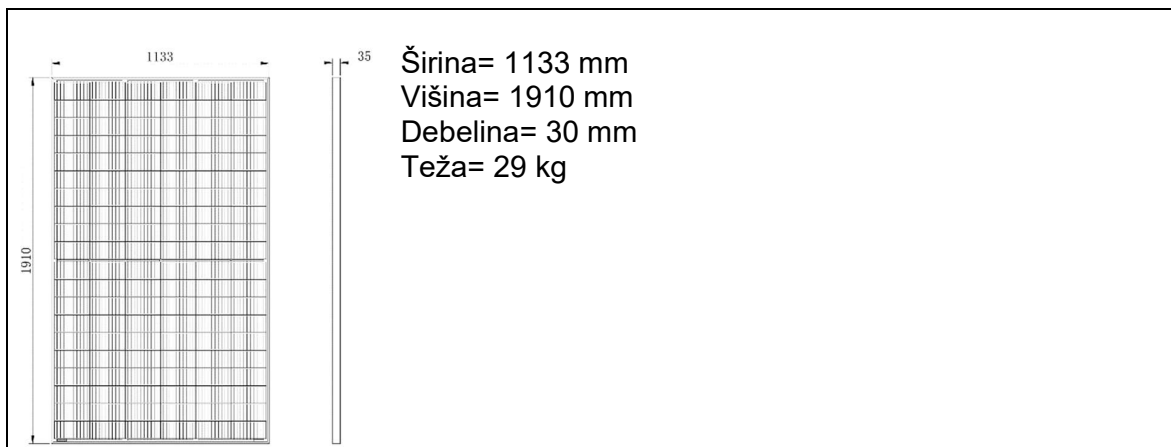
Električni parametri pri standardnih pogojih testiranja		
	TIP MODULOV	AE475CMD-120BDS
P_{max}	Maksimalna moč	475 (0 ~ +5W) W_p
U_{sys}	Največja sistemska napetost	1500 V
U_{MPP}	Napetost v točki največje moči	35,22 V
I_{MPP}	Tok v točki največje moči	13,49 A
U_{OC}	Napetost odprtih sponk	42,54 V
I_{SC}	Kratkostični tok	14,23 A

STC - standardni pogoji testiranja: sončno obsevanje $E = 1000 \text{ W/m}^2$, zračna masa $AM = 1.5$, temperatura celice $T = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperaturni parametri		
αP_{MAX}	Temperaturni koeficient moči	- 0,3%/ $^{\circ}\text{C}$
αU_{OC}	Temperaturni koeficient napetosti odprtih sponk	- 0,25%/ $^{\circ}\text{C}$
αI_{SC}	Temperaturni koeficient toka kratkega stika	+ 0,046%/ $^{\circ}\text{C}$

Dimenzije		
-----------	--	--

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje



3.6 RAZSMERNIKI IN PRIPADAJOČI OPTIMIZATORJI



Vgrajena bo oprema proizvajalca SOLAR EDGE.

Značilnosti razsmernikov Solar Edge:

- Razvit za delovanje s pomočjo optimizatorjev.
- Nadpovprečen izkoristek (98,3%).
- Enostavna nastavitve in zagon s pomočjo aplikacije na pametnem telefonu (SetApp).
- Malih dimenzij, najlažji v razredu.
- Vgrajen nadzor na nivoju modula.
- Povezljiv preko Ethernet priključka ali brezžično.

- IP65 – za zunanjo ali notranjo namestitvev.

-Primeren za različno dolžino nizov.

-Vgrajene napredne zaščite – detektor obloka.

Osnovni tehnični podatki razsmernika (tip: SE90K)

Enosmerni vhod	
Maksimalna vhodna napetost	1000 Vdc
Nazivna vhodna napetost	680-1000 Vdc
Največji vhodni tok	3x48,25 A
Največja vhodna moč solarnega generatorja	58,3 kW _p
Zaščita pred kratkim stikom proti zemlji	DA (občutljivost: 700kΩ)
Izmenični izhod	
Nazivna izhodna moč	100 kW
Največja izhodna moč	100 kW
Največji trajni izhodni tok	145 A
Izhodna napetost	400 / 230 Vac

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Obratovalno območje napetosti (L proti N)	184 - 264.5 Vac
Obratovalno območje frekvence omrežne napetosti	50/60 ± 5 Hz

Ostali parametri	
Največji izkoristek	98,3 %
Utežnostni euro izkoristek	98 %
Zaščita	IP 65
Dimenzije (V x Š x G)	Synergy Unit: 558 x 328 x 273 mm Synergy Manager: 360x560x295 mm
Masa	32+18 kg



Značilnosti optimizatorjev Solar Edge:

- Razviti za delovanje s SolarEdge razsmerniki.
- Do 25% več energije.
- Nadzor na nivoju dveh modulov.
- Odpravljajo probleme v primeru vgradnje različnih tipov modulov ter probleme senčenja.
- Nadpovprečen izkoristek (99,5%).
- Fleksibilna zgradba sistema za maksimalen izkoristek prostora.
- Izklop dveh modulov v primeru nedelovanja sistema – varnost za vzdrževalce in gasilce.
- Hitra montaža.

Osnovni tehnični podatki optimizatorjev (tip S500)

Vhod	
Nazivna vhodna moč	500 W
Maksimalna vhodna napetost	60 Vdc
MPPT področje vhodne napetosti	8 ÷ 60 Vdc
Največji vhodni tok (Isc)	15 Adc
Največji izkoristek	99,5 %
Utežnostni euro izkoristek	98,6 %
Izhod	
Največji izhodni tok	15 Adc
Največja izhodna napetost	60 Vdc
Ostali parametri	
Zaščita	IP 68
Dimenzije (Š x D x V)	129 x 155 x 30 mm
Masa (vključno s kabli)	0,72 kg

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.7 PREDVIDENA DELA ZA PRIKLOP FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE

Za priklop fotovoltaične elektrarne na NN omrežje bo potrebno izvesti sledeče:

- 1) Postaviti kovinsko podkonstrukcijo na strehe objekta, kjer bodo postavljeni fotovoltaični moduli.
- 2) Postaviti fotovoltaične module na kovinsko podkonstrukcijo ter izvesti električne povezave. Potek vodnikov od posameznih skupin modulov pa do razdelilnika enosmerne napetosti bo izveden v INOX kabelskih kanalnikih. Vsi moduli bodo na podkonstrukcijo pritrjeni preko kovinskih nosilcev.
- 3) Izdelati kabelsko inštalacijsko traso od FV modulov na strehi do razdelilnika RDC.
- 4) Urediti mesto za namestitev razsmernikov in pripadajoče opreme (RDC in RAC).
- 5) Izdelati novo merilno - ločilno mesto PMO, z vgrajenim P2 števcem, fotovoltaične elektrarne v skladu s priporočili SONDSEE.
- 6) Izdelati in inštalirati razdelilnika izmenične napetosti RAC ter enosmerne napetosti RDC.
- 7) Izdelati kabelsko inštalacijsko traso od merilnega ločilnega mesta PMO do RAC.
- 8) Izdelati temelj za montažo merilno ločilnega mesta PMO.
- 9) Izdelati podzemno kabelsko inštalacijsko traso od merilno ločilnega mesta PMO do priključnega mesta PMO.RO.
- 10) Gradbeno urediti površino platoja kjer bo inštaliran razdelilnik merilno ločilnega mesta.
- 11) Izvesti je potrebno izenačitev potencialov elementov fotovoltaične elektrarne.
- 12) Za zaščito direktnega udara strele, bo potrebno namestiti dodatne lovilne palice, ki se spojijo na obstoječo strelovodno inštalacijo.

3.8 MESTO NAMESTITEVE OPREME

Razsmernika ter razdelilnik enosmerne in izmenične napetosti bodo nameščeni na severni fasadi objekta F, nad strešnim platojem objekta E.

Kabli izmenične napetosti bodo potekali v kabelskih policah, prav tako žice fotonapetostnega generatorja do razsmernikov.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.9 INŠTALACIJE FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE

3.9.1 RAZSMERNIKI IN RAZDELILNIKI

Razsmerniki, razdelilnika enosmerne napetosti RDC in razdelilnik izmenične napetosti RAC bodo nameščeni na fasadi objekta. Prostostoječi razdelilnik merilno ločilnega mesta PMO bo nameščen ob obstoječim prostostoječim priključno merilnem razdelilniku PMO.RO na ploščadi ob vhodu v objekt šole.

3.9.2 KABELSKI VODNIKI

3.9.2.1 Opis

Na strehi bodo nameščeni fotovoltaični moduli, ki bodo na strešno konstrukcijo pritrjeni preko aluminijske podkonstrukcije, z nakloni 5°, 21°, 22° in 25° in usmerjenostjo modulov v smeri JV in JZ.

Vodniki električnih povezav med posameznimi moduli in optimizatorji ter razsmerniki fotovoltaične elektrarne bodo potekali po kovinskih inštalacijskih kanalih ali UV odpornih zaščitnih ceveh tako, da bodo zaščiteni pred mehanskimi vplivi ter vplivi UV svetlobe.

Inštalacija fotovoltaičnih modulov na strehah in priklop posameznih fotovoltaičnih nizov na razsmernike bo izvedena s solarni kabli tipa: H1Z2Z2-K 1x6 mm².

Povezava odvoda izmenične napetosti iz razsmernikov bo do pripadajočega razdelilnika RAC izvedena s kabli tipa: FG16OR16 5G70mm². KABELSKA povezava med RAC in razdelilnikom merilno ločilnega mesta PMO bo izvedena s kablom tipa: H07V-K 4x1x185mm².

Razdelilnik merilno ločilnega mesta PMO bo priključen na razdelilnik PMO.RO objekta s kablom tipa: H07V-K 4X1X240mm².

Kabli med razsmerniki in pripadajočimi razdelilniki, razdelilnikom PMO in razdelilnikom objekta PMO bodo potekali po kovinskih kabelskih policah delno po podzemni kabelski trasi.

Vsi kovinski deli fotovoltaične elektrarne bodo imeli izvedeno izenačitev potencialov. Za ta namen bo nameščena glavna ozemljitvena sponka elektrarne (GOS) ob razsmernikih.

3.9.2.2 Zaščita pred električnim udarom (TN sistem napajanja)

Izvesti je potrebno vse ukrepe zaščite pred električnim udarom, ki jih sestavljajo ukrepi zaščite pred neposrednim dotikom ter ukrep samodejnega odklopa napajanja kot zaščita pred posrednim dotikom, ki prepreči nastanek napetosti dotika, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje, prav tako pa je samodejni odklop napajanja nujen zaradi preprečitve nastanka požara.

Samodejni odklop napajanja se mora, v primeru okvare, zgoditi v predpisanem času, ki je odvisen od nazivne napetosti sistema proti zemlji.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Pri TN sistemu napajanja in pri napetosti $U_0 = 121$ do 230 V je vrednost t_i enaka:

- za napajalne tokokroge in tokokroge, ki napajajo neprenosljivo opremo: $t_i \leq 5$ s
- za končne tokokroge, ki napajajo prenosno opremo: $t_i \leq 0,4$ s

Zato, da bi zaščitni element, ki zagotavlja samodejni odklop napajanja, lahko odreagirala v predpisanem času, mora biti v primeru okvare vzpostavljena okvarna zanka, preko katere bo stekel dovolj velik tok, ki bo povzročil odklop napajanja. Zato je potrebno vse izpostavljene prevodne dele inštalacije povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Običajno je to tudi nevtralna točka sistema. Zaščitne naprave in prerezi vodnikov so izbrani tako, da v primeru okvare med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli naprav kjerkoli v instalaciji, samodejno odklopi napajanje dela instalacije, ki je v okvari.

V primeru okvare, mora biti izpolnjen naslednji pogoj:

$$Z_S \cdot I_A \leq U_0 \quad \text{kjer pomenijo:}$$

Z_S [Ω] – impedanca okvarne zanke
 I_A [A] – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne nap. v predpisanem času
 U_0 [V] – nazivna napetost proti zemlji

Za zaščitno napravo mora veljati:

$$I_A \leq I_{K1} \quad \text{kjer pomeni:}$$

I_{K1} [A] – minimalni kratkostični tok okvarne zanke (proti zemlji), ki se izračuna:

$$I_{K1} = \frac{c \cdot U_0}{Z_{K1}} \quad \text{kjer pomenijo:}$$

U_0 [V] – nazivna napetost proti zemlji
 Z_{K1} [Ω] – kratkostična impedanca enofaznega okvarnega tokokroga
 c – faktor rezerve (0,8 za eksplozijsko ogrožen, 0,95 za neogrožen prostor)

3.9.2.3 Izračuni

Konične moči

Pri določitvi koničnih moči in koničnih (bremenskih) tokov stikalnih blokov računamo z vsoto instaliranih moči posameznih priključkov in ocenjenimi faktorji istočasnosti, faktorji obremenitve ter izkoristka.

$$P_{ko} = \frac{P_i f_i f_o}{\eta} \quad \text{kjer pomenijo:}$$

P_{ko} [kW] - konična moč
 P_i [kW] - instalirana moč
 f_i - faktor istočasnosti
 f_o - faktor obremenitve
 η - izkoristek

Konični (bremenski) tok:

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

za enofazne bloke:

za trifazne bloke:

$$I_{ko} = \frac{P_{ko} \cdot 1000}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

$$I_{ko} = \frac{P_{ko} \cdot 1000}{U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}}$$

kjer pomenijo:

I_{ko} [A] - konični tok

P_{ko} [kW] - konična moč

$\cos \varphi$ - faktor moči

U_f [V] - fazna napetost

U [V] - medfazna napetost

Zaščita pred preobremenitvijo vodnikov

Pri izbiri vodnikov je potrebno upoštevati naslednja pogoja:

- 1.) $I_B \leq I_N \leq I_Z$ kjer pomenijo: I_B [A] - tok bremena
 I_N [A] - nazivni tok varovalne naprave
 I_Z [A] - zdržni tok vodnika

Pri določanju zdržnega toka vodnika I_Z je potrebno upoštevati tudi način polaganja, število obremenjenih vodnikov ter temperaturo okolice.

- 2.) $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$; $I_2 = k \cdot I_N$

kjer pomenijo: I_2 [A] - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

I_N [A] - nazivni tok varovalne naprave

k - faktor, ki je odvisen od tipa varovalnega elementa in je enak:

- za inštalacijske odklopnike: 1,45

- za bremenske odklopnike: 1,25

- za taljive varovalne elemente po tabeli:

do 4 A: 2,1

od 6 do 13 A: 1,9

od 16 A naprej: 1,6

Zaščita pred kratkostičnimi okvarnimi tokovi

V primeru kratkega stika se lahko v sistemu pojavi kratkostični okvarni tok, ki lahko povzroči poškodbe opreme ter prekomerno segrevanje vodnikov.

Minimalni presek vodnika, ki še ne bo povzročil pregrevanja, izračunamo po formuli:

$$S_{min} = \frac{I_K \cdot \sqrt{t_i}}{k}$$

kjer pomenijo:

S_{min} [mm²] – minimalni presek vodnika

t_i [s] – dopustni čas trajanja kratkega stika (0,4 ali 5 s)

I_K [A] – tok kratkega stika (medfazni, če je večji)

k – faktor vodnika (115 za Cu/PVC, 135 za Cu/guma, 74 za

Al/PVC,

87 za Al/guma)

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Izračun padcev napetosti

Padec napetosti v posameznem tokokrogu, od vira napajanja do porabnika, ne sme biti večji od:

- ko je transformatorska postaja izven objekta:
 - 3% za razsvetljavo
 - 5% za ostale tokokroge
- ko je transformatorska postaja v objektu:
 - 5% za razsvetljavo
 - 8% za ostale tokokroge

Padec napetosti na tokokrogih izračunamo po enačbi:

za enofazne tokokroge:

za trifazne tokokroge:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot l \cdot 10^5}{\lambda \cdot S \cdot U_N^2}$$

$$\Delta U = \frac{P \cdot l \cdot 10^5}{\lambda \cdot S \cdot U_N^2}$$

kjer pomenijo:

ΔU [%] - padec napetosti

P [kW] - moč

l [m] - dolžina kabla

λ [S/m] – specifična el. prevodnost vodnika (Cu: $56 \cdot 10^6$ S/m, Al: $36 \cdot 10^6$ S/m)

S [mm²] - prerez vodnika

U_N [V] – nazivna napetost omrežja

Pri izračunu padcev napetosti ter preseka kablov za DC tokokroge FV elektrarne je upoštevan maksimalni padec napetosti 2%.

Minimalni presek vodnika ki zadosti padcu napetosti $\leq 2\%$ je izračunan po formuli:

$$S_{min} = \frac{\rho \cdot l_c \cdot I_{MPP}}{2 \cdot U_{MPP}}$$

kjer pomenijo:

S_{min} [mm²] – minimalni presek vodnika

ρ [Ωm] – specifična el. upornost vodnika (Cu: $0,018 \cdot 10^{-6}$ Ωm, Al: $0,028 \cdot 10^{-6}$ Ωm)

l_c [m] – celotna dolžina tokokroga (seštevek dolžin obeh vodnikov)

I_{MPP} [A] – tok v točki največje moči (pri NMOT – normalna temperatura delovanja modula)

U_{MPP} [V] – napetost v točki največje moči (pri NMOT – normalna temperatura delovanja modula)

Pri določanju napetosti in toka v posameznem stringu je pomembno tudi to, kakšni optimizatorji so uporabljeni. Nekateri optimizatorji namreč zagotavljajo fiksno napetost v sistemu, ne glede na število modulov (npr.: Solar Edge).

Izberemo prvi standardni presek vodnika, ki je višji od izračunane vrednosti. Rezultati izračunov so prikazani v tabelah na naslednjih straneh.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

KONTROLNI IZRAČUNI ZA RAZDELILNIK PMO

IZVOR (RAZDELILNIK)				PMO.R	RAC	RAC	PMO	SKUPAJ	
ZAPOREDNA ŠTEV. TOKOKROGA				0					
PORABNIK				PMO	U1	U2	REZ.		
TIP NAPELJAVE				J	J	J	J		
NAZIVNA NAPETOST	U_n	V		400	400	400	400		
DELOVNA MOČ PORABNIKA	P	kW		169.99	84.72	84.72	0.55	169.99	=Pi
NAPRAVA ZA ZAGON (DIR, ZT, MZ, FP)					FP	FP	DIR		
cos φ				1.00	1.00	1.00	0.75	1.00	=cos φ
IZKORISTEK (η)				0.99	1.00	1.00	0.69	0.99	=η
cos φ * η				0.99	1.00	1.00	0.52	0.99	
NAZIVNI TOK PORABNIKA	I_b	A		246.94	122.85	122.85	1.53	247.23	A
NAVIDEZNA EL. MOČ PORABNIKA	S_{el}	kVA		171.08	85.11	85.11	1.06	171.29	=Sel
PRESEK FAZNEGA VODNIKA	S_f	mm ²	1x	185.00	70.00	70.00	1.50		
PRESEK NEUTRALNEGA VODNIKA	S_o	mm ²	1x	185.00	70.00	70.00	1.50		
ŠTEVILO VODNIKOV PO FAZI	n			1	1	1	1		
MATERIAL KABLA				Cu	Cu	Cu	Cu		
PREVODNOST KABLA		Sm/mm ²		56.00	56.00	56.00	56.00		
KOREKCIJSKI FAKTOR KABLA				0.90	0.90	0.90	0.90		
TRAJNI ZDRŽNI TOK ENEGA KABLA	I_z	A		374.0	199.0	199.0	19.5		
TRAJNI ZDRŽNI TOK SKUPAJ	I_z	A		374.0	199.0	199.0	19.5		
KORIGIRANI ZDRŽNI TOK KABLA	I_{z2}	A		336.60	179.10	179.10	17.55		
NAZIVNI TOK VAROVALKE	I_n	A	1x	250.00	160.00	160.00	1.53		
TIP VAROVALKE (NV, AVT, MS)				NV	NV	NV	MS		
KARAKTERISTIKA									
TOK DELOVANJA ZAŠČITE	I_2	A		325.0	230.0	230.0	1.9		
$I_{z2} \times 1,45$		A		488.1	259.7	259.7	25.4		
POVPREČNA DOLŽINA TOKOKROGA	l	m		25	6	6	20		
PREDVIDENA IMPEDANCA IZVORA	Z_o	ohm		0.001	0.01	0.01	0.01		
IMPEDANCA KABLA DO PORABNIKA	Z_1	ohm		0.005	0.00	0.00	0.48		
SKUPNA IMPEDANCA	Z	ohm		0.006	0.01	0.01	0.48		
TOK OKVARE	I_a	A		39476	25879	25879	477		
DEJANSKI ODKLOPNI ČAS <	t	s		0.10	0.20	0.20	0.20		
PREDVIDENI PADEC NAPETOSTI IZVORA	u_1	%		0.00	0.26	0.26	0.26		
PADEC NAPETOSTI DO PORABNIKA	u_2	%		0.26	0.08	0.08	0.08		
SKUPNI PADEC NAPETOSTI	u	%		0.26	0.34	0.34	0.34		
KONTROLA PRESEKA	S_{min}	mm ²		108.55	100.64	100.64	0.00		
KONTROLA $I_b \leq I_n \leq I_z$ $I_{z2} \leq 1,45 \cdot I_{z2}$				UST.	UST.	UST.	UST.		

INŠTALIRANA MOČ	P_i	169.99	kW
FAKTOR ISTOČASNOSTI	f_i	1.00	
FAKTOR OBREMENITVE	f_o	1.00	
cos φ x η		0.99	
KONIČNA MOČ	P_k	169.99	kW
KONIČNI TOK	I_k	246.94	A
NAPAJALNI KABEL	4x1x185	mm²	YYY-J
PREDVAROVALKA	250A	mm²	NV varovalčno stikalo
PREDVIDENA KOMPENZACIJA:	NE		

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

KONTROLNI IZRAČUN ZA DC KABLE

DIMENZIONIRANJE DC KABLOV ZA FVE (OPTIMIZATORJI: S1000)

Specifikacija modula pri NMOT	(800W/m; 20°C; AM=1,5)	
napetost v točki največje moči:	U_{MPP} [V]	33,1 V
tok v točki največje moči:	I_{MPP} [A]	10,79 A
število modulov v seriji:	n	28

napetost v stringu (pri NMOT):	U [V]	750 V
tok v stringu (pri NMOT):	I [A]	13,32 A
največja dolžina tokokroga (+ in - žica):	l [m]	150 m
material vodnika:		Cu
dovoljen padec napetosti:	ΔU [%]	2 %
dovoljen padec napetosti:	ΔU [V]	15,00 V
specifična upornost vodnika:	ρ [Ωm]	1,8E-08 Ωm

minimalni presek vodnika:	S_{min} [mm ²]	2,398 mm ²
---------------------------	------------------------------	-----------------------

izbrani presek vodnika:	S [mm ²]	6 mm ²
upornost izbranega vodnika:	R [Ω]	0,450 Ω
Padec napetosti pri izbranem preseku:	ΔU [V]	5,99 V
Padec napetosti pri izbranem preseku (6 mm ²):	ΔU [%]	0,80 %

OK

Primer izračuna je izveden za najdaljši kabel.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.9.3 MERILNO LOČILNO MESTO FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE

FVE bo imela merilno-ločilno mesto (PMO) nameščeno v NN delu transformatorske postaje. V njem bo vgrajena oprema ločilnega mesta fotovoltaične elektrarne. Ločilno mesto bo opremljeno v skladu s projektnimi pogoji distributerja električne energije (SONDSEE):

- PMO omara bo zaklenjena s SODO ključavnico
- Vgrajeno bo stikalo za blokado vklopa ločilnega mesta z označenimi položaji:
 - o 0: blokada vklopa,
 - o 1: avtomatsko delovanje ločilnega mesta.
- Vgrajeni bodo indikatorji:
 - o prisotnost napetosti na strani distribucije,
 - o položaja odklopnika ločilnega mesta,
 - o napaka odklopnika ločilnega mesta.
- Za zagotovitev napetostno-frekvenčne zaščite bo vgrajen zaščitni rele, ki meri parametre omrežja (napetost, frekvenca) in bo nastavljen v skladu z EN50549-1:2019 in zahtevami SONDSEE (Uf-B).
- Kratkostična zaščita bo zagotovljena s pomočjo odklopnika z motorskim pogonom in bo nastavljena na $6 \cdot I_n$.
- Zaščita pred preobremenitvijo bo zagotovljena s pomočjo odklopnika z motorskim pogonom in bo nastavljena na vrednost: 63 A.
- Zaščita pred povratno delovno močjo v distribucijsko omrežje bo izvedena z merilnim členom v števcu električne energije P2, ki bo vplival na izklop ločilnega mesta. Nastavitve bodo v skladu s soglasjem za priključitev.

Vklop ločilnega stikala in s tem priklop elektrarne na omrežje bo pod nadzorom podjetja za vzdrževanje el. omrežja.

Razsmerniki vsebujejo naprave za samodejni izklop v primeru izpada omrežja. Ta ima sledeče zaščite:

- podnapetost,
- prenapetost,
- prenizka frekvenca,
- previsoka frekvenca.

Zaščite bodo nastavljene v skladu s projektnimi pogoji distributerja električne energije ter standardom SIST EN50549-1:2019.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Razsmerniki so nastavljeni za delovanje po karakteristiki jalove moči J-N3 (SONDSEE). Nastavitve razsmernikov (parametri, ki so vneseni v razsmernik):

Q(U)		
P0	85	-100
P1	90	-67
P2	100	0
P3	105	33
P4	105	33
P5	110	67

Q(P)		
P0	0	0
P1	20	-4
P2	50	-9
P3	75	-14
P4	75	-14
P5	100	-19

Glede na pogoje, ki so podani v javnem razpisu za izdelavo PZI je potrebno omejiti maksimalno delovno moč razsmernikov tako, da proizvodnja električne energije na letnem nivoju ne presega 243,936 MWh.

Na razsmerniku U1, je nastavljena omejitev maksimalne delovne moči na P_{\max} : 84kW. Na razsmerniku U2, je nastavljena omejitev maksimalne delovne moči na P_{\max} : 84kW.

Skupaj: P_{\max} : **168kW**.

Fotovoltaična elektrarna ima nameščeno varnostno stikalo izklopa v sili (posredovanje gasilcev), ki je nameščeno na desnem boku razdelilnika PMO, tako, da je opazno s strani pristopa k objektu.

3.9.4 PRIKLJUČNO MESTO FOTOVOLTAIČNE ELEKTRARNE

Priključno mesto fotovoltaične elektrarne na interno omrežje bo izvedeno v razdelilniku priključno merilnega mesta (PMO.RO).

3.9.5 STRELOVODNA ZAŠČITA

Na objektu je obstoječa strelovodna inštalacija. Obstoječi odvodi so izvedeni na razdaljah od 16 do 20 m.

Zaradi postavitve FV modulov na streho in njihove zaščite, je potrebno obstoječo strelovodno zaščito nadgraditi.

Nadgradnja bo izvedena s pomočjo dodatnih lovilnih palic, ki bodo prestrezale atmosferska praznjenja na zahtevani višini.

Dolžina lovilnih palic je določena z metodo kotaleče krogle, ki določa, da se obod namišljene krogle, ki se kotali po strehi, nikjer ne sme dotakniti opreme, ampak mora obviseti na palicah.

Izbrani polmer kotaleče krogle je 45 m (III razred LPS).

Lovilne palice bodo nameščene v rastru obstoječih odvodov – na mestu spoja lovilne z odvodno strelovodno inštalacijo. Nameščene bodo na betonskih podstavkih in spojene na obstoječe lovilne vode.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

Izveden bo ločen sistem ozemljitve kovinskih elementov FV elektrarne od strelovodne inštalacije. Zato bo potrebno zagotoviti odmike strelovodne inštalacije od elementov FV elektrarne, ki bodo višji od minimalno določenih.

Izračun minimalne ločilne razdalje med kovinskimi deli FV elektrarne in LPS se izvede po formuli:

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

kjer pomenijo:

s [m] – ločilna razdalja

k_i – koeficient, odvisen od izbranega razreda LPS:

Razred LPS (zaščitni nivo)	k_i
I	0,08
II	0,06
III in IV	0,04

k_c – koeficient porazdelitve toka (odvisen od števila odvodov)

k_m – koeficient, odvisen od izolacijskega materiala

Material	k_m
Zrak	1
Beton, opeka, les	0,5

l [m] – največja dolžina vodnika do izenačitve potencialov

Izračun:

Določitev koeficienta geometrijske razdelitve odvodov k_c :		
število odvodov	n	13
razdalja do sosednjega odvoda	c [m]	20
enakomernost odvodov		ne
vertikalna razdalja med potencialnimi obroči	h [m]	20
koeficient porazdelitve toka	k_c	0,3385

Določitev koeficienta odvisnega od zaščitnega nivoja k_i :		
zaščitni nivo		IV
koeficient odvisen od razreda LPS	k_i	0,04

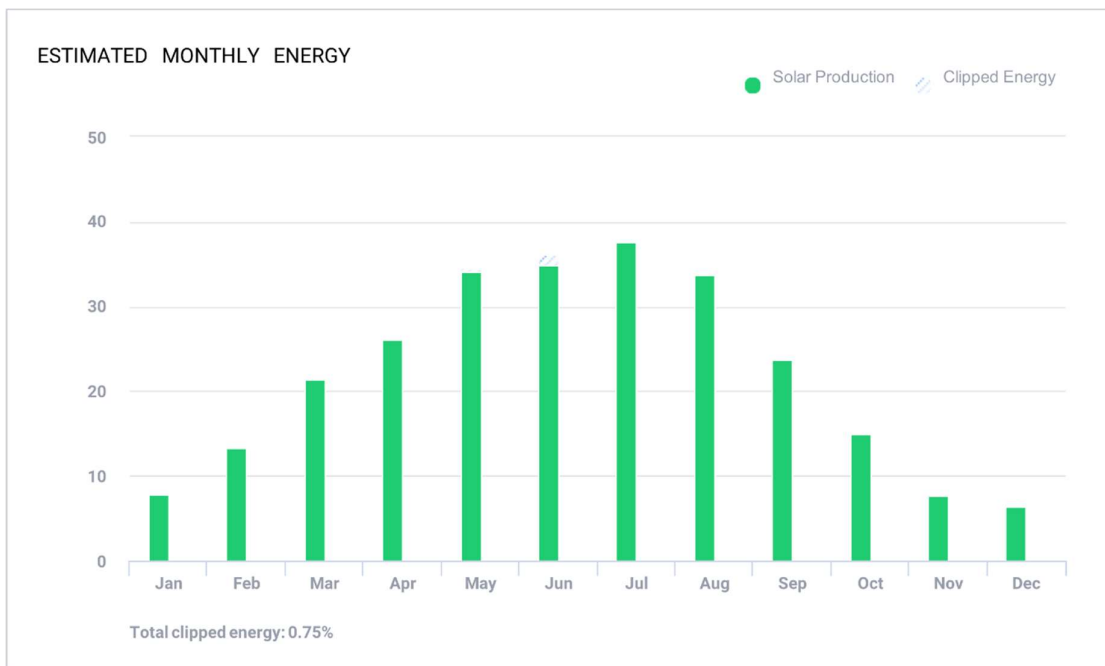
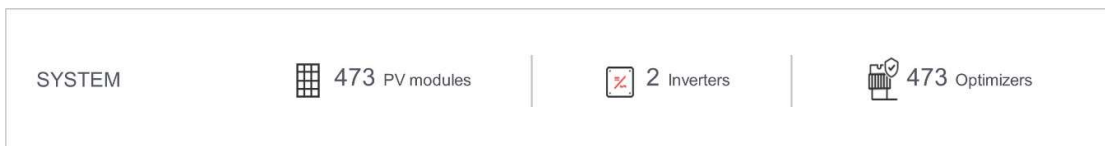
Določitev koeficienta odvisnega od materiala k_m :		
material		zrak
koeficient materiala	k_m	1
razdalja do točke približanja	l [m]	23

Ločilna razdalja:	s [m]	0,311
--------------------------	---------------------------	--------------

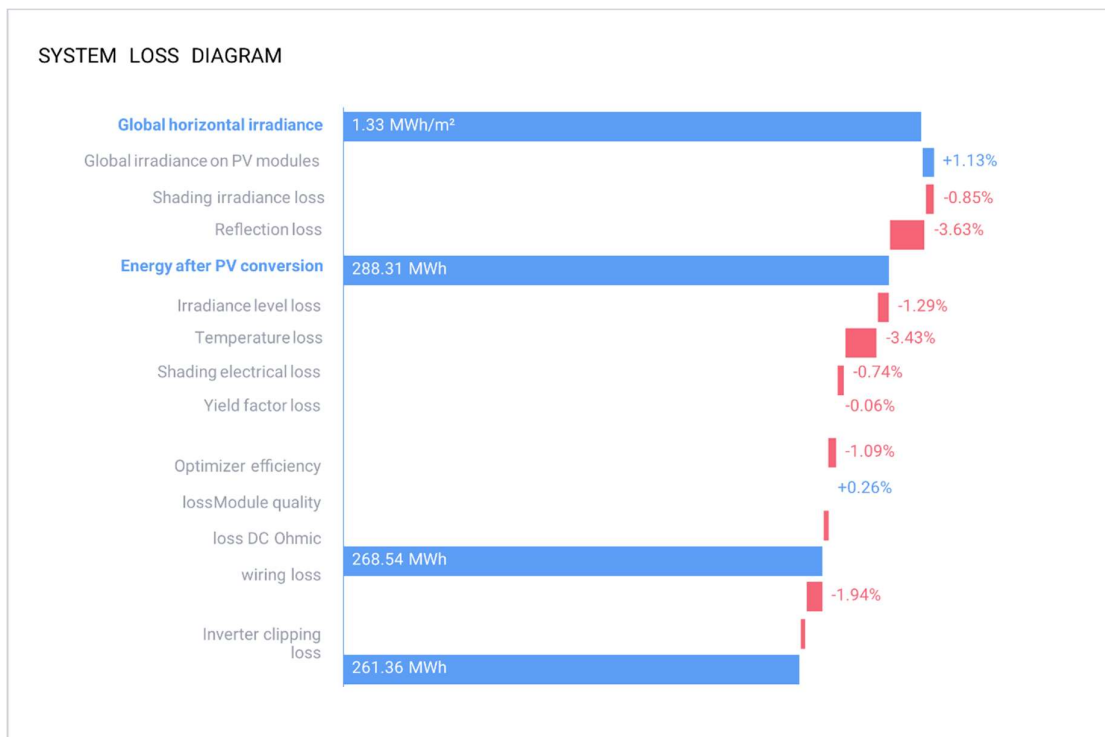
Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.10 PREDVIDEN IZPLEN ELEKTRIČNE ENERGIJE

Pri izračunu predvidene maksimalne moči [kW] ter energije [kWh/dan] je bila uporabljena aplikacija proizvajalca Solar Edge.



Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje



Možnost izplena električne energije na letni ravni bi lahko znašala 261,36 MWh. Glede na pogoje, ki so podani v javnem razpisu za izdelavo PZI je potrebno omejiti maksimalno delovno moč razsmernikov tako, da proizvodnja električne energije na letnem nivoju ne presega **243,936 MWh**.

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3.11 POPIS MATERIALA IN DEL

ELEKTRIČNE INŠTALACIJE - FVE Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

OPOMBE!

Predmet popisa so električne inštalacije izvedbe fotovoltaične elektrarne (FE), in sicer:

- razdelilniki (PMO, RAC, RDC),
- razsmerniki,
- pretvorniki in paneli na strehi objekta,
- vključno z inštalacijskim razvodom,
- strel vodna naprava

Pri izvedbi je potrebno upoštevati vsa pravila in postopke za varno delo v bližini elektroenergetskih postrojev in naprav!

Vsa oprema in material se smatrata kot vgrajena na objektu, vključno z nabavo, transportom, zavarovanjem, usklajevanjem, montažo, zagonom in vsem potrebnim drobnim montažnim materialom, razen kjer je navedeno drugače. Za vso vgrajeno opremo je potrebno investitorju dostaviti dokazno dokumentacijo veljavno v Slo, navodila za uporabo in vzdrževanje v slovenskem jeziku ter popravke oz. spremembe za PID dokumentacijo.

Za vso v popisu navedeno opremo velja, da je podana le kot primer. Dobavi se lahko enakovredna ali boljša oprema, ki je tehnično ustrezna navedeni.

Potrebno je izvesti vse zakonsko potrebne preglede in meritve, splošni pregled ter vključiti sodelovanje pri postopkih vključitve elektrarne na distr. omrežje!

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enoto	Upravični stroški	Neupravični stroški
3.11.1	GRADBENA DELA					
1.	Izkop betonskega platoja ob vhodu v objekt šole (ob obstoječem priključno merilnem prostostoječim razdelilniku PMO.RO) površine 2m2, izkop dela tlakovcev in tlaka (2m2), izdelava kablanskega prehoda med razdelilnikoma PMO in PMO.RO (1x) z vgradnjo dveh podzemnih fleksibilnih stigmaflex kablanskih cevi premera 160mm skupne dolžine 2m, izdelava kablanskega prehoda z vgradnjo podzemne fleksibilne stigmaflex kablanske cevi premera 160mm skupne dolžine 3m med razdelilnikom PMO in izvodom na fasado objekta (1x). Po gradbenih delih je potrebno območje vrniti v prvotno stanje.	kpl	1.00			
2	Izgradnja betonskega podstavka 1000mmx500mmx500m m PMO razdelilnika s podzemnimi uvodi fleksibilnih stigmaflex kablanskih cevi premera 160mm (3x)in njih vertikalnimi izvodi na zgornji ploskvi podstavka.	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

3	Nepredvidena dodatna dela, po dogovoru z odgovornim nadzornim organom in z vpisom v gradbeni dnevnik, obračunana po dejanskih vgrajenih količinah, ocenjeno	%	5.00			226.00
	GRADBENA DELA	€			4,520.00	226.00
	SKUPAJ					
	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enoto	Upravični stroški	Neupravični stroški
3.11.2	NN ELEKTRO PRIKLJUČEK					
1.	Izdelati in montirati prostostoječi razdelilnik PMO iz poliestra, ojačanega s steklenimi vlakni, kovinsko montažno ploščo, s prostorom za merilno garnituro, dim.:1000x1000x420mm, s podstavkom višine 500mm, ločilnim mestom proizvodne naprave, prenapetostno zaščito, števcem, stopnja zaščite IP55, zaprta z enojnimi vrati, zaklenjena z tipizirano distribucijsko ključavnico (Elektro Primorska), predpisno ožičena in označena ter z vgrajeno sledečo opremo, skladno s priloženo risbo in s smernicami ter tipizacijo Elektro Primorska in skladno s Soglasjem za priključitev:	kpl	1.00			
	odklopnik, tip A, 3-polni, 50kA, 250A	kos	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	prekritje priključkov odklopnika, kratko, 3-pol.	ko s	1.00			
	priključna sponka odklopnika, za 2,5-75mm ²	ko s	6.00			
	sprožnik, podnapetostni, 220-240VAC, za MX2	ko s	1.00			
	Motorski pogon, 220-240VAC/220VDC, za MX2	ko s	1.00			
	pomožni kontakt odklopnika NO	ko s	1.00			
	pomožni kontakt odklopnika NC	ko s	2.00			
	varovalčno ločilno podnožje NH2 (400 A), tripolno, za montažo na varovalčni sistem, komplet z varovalkami po vezalni shemi	ko s	1.00			
	varovalčno ločilno podnožje NH00 (160 A), tripolno, za montažo na varovalčni sistem, komplet z varovalkami po vezalni shemi	ko s	2.00			
	Prenapetostni odvodniki razreda I+II, 275V, 12kA na pol, TN-C sistem	kpl	1.00			
	Priključne sistemske Cu zbiralnice 60mm sestava 40x5mm, dolžine 3x0,6m, vključno s tremi podporami	kpl	1.00			
	Priključna PEN Cu zbiralnica 40x5 mm, dolžine 0,5 m, vključno s podporami	kpl	1.00			
	Priključitev kablskih Cu vodnikov 4x1x185 mm ² na varovalčni ločilnik, kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	Priključitev ozemljitvene povezave na ozemlj. sistem GIP, žica tipa H07V-K 70 mm ² , kompletno s pripadajočo spojno opremo	kpl	1.00			
	Samo montaža indirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom - za odjemalce in proizvajalce, dobavi Elektro Primorska	kpl	1.00			
	Skozniški certificirani tokovni transformator 250/5A, 5VA	kos	3.00			
	Sistemski kontrolnik napetosti in frekvence za izvedbo ločilnega mesta FE, 3x230/400V, z dvema preklopnima krmilnima kontaktoma 5A, 250V in nastavitvami pragov proženja v mejah in po navodilih soglasja odgovornega elektrodistribucijskega podjetja (ustreza proizvod Schrack, tip URNA0345-)	kpl	1.00			
	krmilno stikalo 1/0, 230 V, 16 A, 1NO, 1NC, za montažo na letev, z vidno indikacijo vključenosti/izključenosti in možnosti blokade pozicije s ključavnico	kpl	1.00			
	močnostni motorski kontaktor 3 kW, po AC3 kriteriju, 400 V, s tuljavo 230 V AC, tripolni,	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	komplet z dvema krmilnima preklopnima kontaktoma					
	krmilni rele 6A z enim preklopnim kontaktom 6A, tuljavo 230 V AC	ko s	1.00			
	enofazni instalacijski odklopnik tip C 6 A, 15 kA	ko s	1.00			
	trifazni instalacijski odklopnik tip C 6 A, 15 kA	ko s	1.00			
	signalne svetilke 230 V AC, za montažo na letev	ko s	6.00			
	vgradno tipkalo izklopa v sili za montažo na vrata razdelilnika (d=22mm)	ko s	1.00			
	vrstne sponke za montažo na letev 2,5 mm ² s priborom	ko s	6.00			
	perforirani kabelski kanal 60x80 mm	m	4.00			
	Tovarniško testiranje, meritve ter izdelava protokolov, prevoz, dostava, montaža in priključitev razdelilnika	kpl	1.00			
	Vezni, montažni in markirni material, enopolna shema, vrstne sponke, ustrezne izolacijske zaščite pred dotikom delov pod napetostjo, funkcionalno preizkušeno.	kpl	1.00			
2.	Izdelava NN povezav s kabelskimi vodniki tipa H07V-K 1x150 mm ² , ali enakovredno	m	1.00			
3.	Izdelava povezav s kablom tipa FG16R16 1x25 mm ² , ali enakovredno	m	1.00			
4.	Kabelska povezava RAC - PMO:					

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	Izdelava NN povezave s kabelskimi vodnikom tipa H07V-K 4x1x185 mm ² , potek kabla bo po novi kovinski kabelski trasi in delno kabelski podzemni cevi premera 160mm.	m	25.00			
	Kabelska povezava RAC - PMO:					
	Izdelava NN povezave s kabelskimi vodnikom tipa H07V-K 4x1x240 mm ² , potek kabla bo po novikabelski podzemni cevi premera 160mm.	m	3.00			
	kabelska polica PK 150 s pokrovom	m	50.00			
6.	Drobni nespecificirani material, transportni in manipulativni stroški, funkcionalni preizkus vseh tokokrogov in delovanja zaščitnih sistemov	kpl	1.00			
7.	Nepredvidena dodatna dela, po dogovoru z odgovornim nadzornim organom in z vpisom v gradbeni dnevnik, obračunana po dejanskih vgrajenih količinah, ocenjeno	%	5.00			967.50
	NN ELEKTRO PRIKLJUČEK SKUPAJ	€			19,350.00	967.50
	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enot o	Upraviče ni stroški	Neupraviče ni stroški
3.11.3	OPREMA SONČNE ELEKTRARNE					
1.	Izdelati in montirati razdelilnik RAC, Poliesterska elektro omara mere	ko s	2.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	1000x1000x312m, IP55, enokrnlina					
	Varovalčni ločilnik, vel.00, 160A, objemka 70mm²	ko s	2.00			
	Talilni vložek NV 00.400V/100A	ko s	6.00			
	PEN sponka za DIN letev 25mm	ko s	4.00			
	tesnjenje kablov na uvodu v omaro z ustreznimi uvodnicami, izolacijske zaščite	kpl	2.00			
	varovalčno ločilno podnožje NH2 (400 A), tripolno, za montažo na varovalčni sistem, komplet z varovalkami po vezalni shemi	ko s	1.00			
	varovalčno ločilno podnožje NH1 (250 A), tripolno, za montažo na varovalčni sistem, komplet z varovalkami po vezalni shemi	ko s	2.00			
	varovalčno ločilno podnožje NH00(160 A), tripolno, za montažo na varovalčni sistem, komplet z varovalkami po vezalni shemi	ko s	2.00			
	Prenapetostni odvodniki razreda I+II, 275V, 12kA na pol, TN-C sistem	ko s	1.00			
	Priključne systemske Cu zbiralnice 60mm sestava 40x5mm, dolžine 3x0,7m, vključno s tremi podporami	kpl	1.00			
	Priključna PEN Cu zbiralnica 40x5 mm, dolžine 0,5 m, vključno s podporami	kpl	1.00			
	krmilno stikalo 1/0, 230 V, 16 A, 1NO, 1NC, za montažo na vrata razdelilnika, z vidno	ko s	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	indikacijo vključenosti/izključenost i in možnosti blokade pozicije s ključavnico					
	signalna svetilka, 230 V, za montažo na vrata razdelilnika	ko s	1.00			
	Priključitev kabelskih Cu vodnikov 4x1x185 mm ² na varovalčni ločilnik, kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	kpl	1.00			
	Priključitev ozemljitvene povezave na ozemlj. sistem GIP, žica tipa H07V-K 70 mm ² , kompletno s pripadajočo spojno opremo	kpl	1.00			
	tovarniško testiranje, meritve ter izdelava protokolov, prevoz, dostava, montaža in priključitev razdelilnika	kpl	2.00			
	Vse skupaj ožičeno in označeno skladno z načrti tokokrogovo, funkcionalno preizkušeno ter spojeno na instalacijo.	kpl	1.00			
2.	Kabelska povezava Razsmernika U1 in U2 - RAC:					
	Izdelava NN povezave s kabelskimi vodniki tipa FG16R16 4x70mm ² , ali enakovredno	m	10.00			
3.	Izdelati in montirati razdelilnik RDC, Poliesterska elektro omara mere 1000x1000x312mm, IP55	ko s	1.00			
	prenapetostni odvodniki razreda I, 1000 VDC	ko s	21.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	varovalčni ločilnik za cilindrične taljive vložke 10x38, 2p	kos	21.00			
	cilindrični taljivi vložek za fotovoltaike, gPV, 10x38, 20A	kos	42.00			
	končna pritrdilka sponke za DIN letev	kos	42.00			
	Kabelske uvodnice PG7	kos	42.00			
	Kabelske uvodnice PG16	kos	1.00			
	priključitev kabelskih vodnikov Cu 1x6 mm ² na varovalke, kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	kpl	22.00			
	dvopolne vrstne sponke priklopa fotovoltaičnih vodnikov s priborom	kos	21.00			
	priključna PE Cu zbiralka	kpl	1.00			
	PVC kabelski kanalniki 60x80mm	m	5.00			
	PVC kabelski kanalniki 100x80mm	m	1.00			
	DIN montažna letev	m	3.20			
	tovarniško testiranje, meritve ter izdelava protokolov, prevoz, dostava, montaža in priključitev razdelilnika	kpl	1.00			
	Vse skupaj ožičeno in označeno skladno z enopolno in tokovno shemo, funkcionalno preizkušeno ter spojeno na instalacijo.					

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

4.	Dobava in montaža omrežnega pretvornika oz. razsmernika, ohišje s pripadajočo montažno opremo, pritrjeno na steno objekta, kompletno s priključitvami na AC in DC strani, parametriranjem, zagonom in preskusom delovanja ter ureditvijo daljninskega nadzora preko LAN/WEB vmesnika, po direktivah investitorja, izvedeno v stopnji zaščite IP 65 - kot SolarEdge, SE90K, nazivne moči 90 kW, kompletno z vsemi sestavnimi deli	ko s	2.00			
	komunikacijski vmesniki za prenos podatkov na LAN Ethernet za oddaljeni nadzor	kpl	2.00			
	priključitev kablskih vodnikov Cu 5x70 mm ² na pretvornik, kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	kpl	2.00			
	drobni in montažni ter priključni material	kpl	2.00			
	Vse skupaj ožičeno in označeno skladno z enopolno in tokovno shemo, funkcionalno preizkušeno ter spojeno na instalacijo.					
5.	Dobava in montaža aluminijaste podkostrukcije fotovoltaičnih panelov, proizvajalca K2 (ali enakovredno), za montažo panelov na kritino za projektno predviden obseg in					

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	količino FE panelov, kompletno z montažo po navodilih proizvajalca in investitorja, ustrezno vodotesne izvedbe, v sledečem sestavu:					
	Obtežena aluminijaska podkonstrukcija za montažo modula na pločevinasto streho naklona 2% , ki je položena na leseno nosilno konstrukcijo na katero je položena plast toplotne izolacije in Sika hidroizolacijska folija.	kpl	81.00			
	Obtežena nosilna aluminijaska konstrukcija za montažo modula na ravno betonsko streho na katero je položena plast toplotne izolacije in Sika hidroizolacijska folija z nasutjem proda.	kpl	48.00			
	Obtežena aluminijaska podkonstrukcija za montažo modula na streho naklona 5% izdelano iz siporex plošč položenih na kovinsko nosilno konstrukcijo na katero je položena plast toplotne izolacije in Sika hidroizolacijska folija.	kpl	144.00			
	Obtežena nosilna aluminijaska konstrukcija za montažo modula na ravno betonsko streho na katero je položena plast toplotne izolacije in Sika hidroizolacijska folija.	kpl	21.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	Nosilna aluminijska konstrukcija za montažo modula na leseno streho naklona 20% na katero so pritrjeni korec strešniki, konstrukcija naj bo pritrjena z inox sidrnimi vijaki opremljenimi s hidroizolacijskimi tesnili.	kpl	179.00			
6.	Fotonapetostni modul, montiran na pripravljeno Al nosilno konstrukcijo, kompletno z dobavo, montažo, priključitvijo ter potrebnim spojnim in montažnim priborom: - tip kot: AESOLAR, AE475CMD-120BDS, 475W	kos	473.00			
7.	Optimizatorji, montirani na pripravljeno Al nosilno konstrukcijo, kompletno z dobavo, montažo, priključitvijo ter potrebnim spojnim in montažnim priborom: - tip: SolarEdge Power Optimizer S500, 1000 W (dolžina kabla: vhodni 0,9 m in izhodni 2,2 m)	kos	473.00			
6.	EMS sistem za sonèno elektrarno, sestavljen iz: EMS krmilnik z licenèno programsko opremo: - komunikacija z razsmerniki (za podprte razsmernike) - upravljanje z elektrarno (preko razsmernikov in odklopnika) - izklop elektrarne v odvisnosti od prodajne cene elektrike - zajem podatkov iz merilnika energije/moči	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

7.	EMS gateway z spletnim uporabniškim vmesnikom (dostopen v lokalnem omrežju): - MQTT komunikacija na EMS storitveni strežnik - prikaz in nastavitve ključnih parametrov delovanja PV elektrarne - opozorila/alarmi v primeru napak - vmesnik za upravljanje z digitalnimi storitvami	kpl	1.00			
8.	digitalne storitve EMS strežnika - letna naročnina: procesirani podatki za upravljanje elektrarne	kpl	1.00			
9.	digitalne storitve EMS strežnika - letna naročnina: napreden daljinski dostop in backup podatkov	kpl	1.00			
10.	montaža na pripravljen prostor v električnem razdelilniku, povezava in testiranje	kpl	1.00			
11.	vklop digitalnih storitev in parametrizacija sistema	kpl	1.00			
12.	merilnik moči prilagojen za uporabo s tokovnimi transformatorji in možnostjo brezžične povezave na EMS	ko s	1.00			
13.	tokovni transformatorji kompatibili z merilnikom moči	ko s	3.00			
14.	Drobni nespecificirani material, transportni in manipulativni stroški, funkcionalni preizkus vseh tokokrogov in delovanja zaščitnih sistemov	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

15.	Nepredvidena dodatna dela, po dogovoru z odgovornim nadzornim organom in z vpisom v gradbeni dnevnik, obračunana po dejanskih vgrajenih količinah, ocenjeno	%	5.50			5,797.55
	OPREMA SONČNE ELEKTRARNE SKUPAJ	€			105,410.00	5,797.55
	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enoto	Upravičeni stroški	Neupravičeni stroški
3.11.4	INŠTALACIJSKI MATERIAL					
1.	MC4 kabelski par konektorjev - moški+ženski, skladen z izbrano opremo, kompletno s priključitvijo	kpl	80.00			
2.	Kabelska povezava RAC - Pretvornik: - Izdelava NN povezave s kabelskimi vodniki tipa FG16OR16 5G70 mm2, ali enakovredno	m	6.00			
3.	Kabelske povezave RDC - paneli na strehi: - Izdelava povezav s kabelskimi vodniki Cu 1x6 mm2, črn ali rdeč, z UV zaščito in dvojno izolacijo, tip H1Z2Z2-K	m	3360.00			
4.	Kabelska polica, vroče cinkana, komplet s pritrdilnim in spojnim materialom ter pripadajočimi pokrovi, montirana na betonske popdstavke in spojena na vodnik izenačitve potenciala, dimenzij:					
	kabelska polica PK 100, komplet s pokrovi	m	150.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	kabelska polica PK 50, komplet s pokrovi	m	35.00			
5.	Instalacijska plastična pregibna zaščitna UV odporna cev, pohodna, vključno drobní montažni in pritrdilni material, dimenzij:					
	zaščitna cev do $\Phi 16$ mm	m	200.00			
6.	Signalna komunikacijska povezava razsmernika s komunik. vozliščem objekta, vključno z dobavo, polaganjem in priklopom kabla U/FTP, kat.6a, 4x2xAWG23, po navodilih investitorja, pozicija vključuje izvedbo priključitve v IKT vozlišču in v pretvorniku(ih)	m	100.00			
7.	Signalna komunikacijska povezava med razsmerniki z RS485 Bus komunikacijo, vključno z dobavo, polaganjem in priklopom kabla U/FTP, kat.6a, 4x2xAWG23 v dolžini do 10 m	kpl	4.00			
8.	Zaskočno tipkalo v nadgradnem ohišju rdeče barve, s preklopnim kontaktom 230V, 10A, za zasilni izklop elektrarne, tipkalo zaprto za zaščitnim steklom, stopnja zaščite IP44, kompletno z inštalacijsko povezavo 3x2,5 mm ² dolžine 25 m	kpl	1.00			
9.	Drobni nespecificirani material, transportni in manipulativni stroški, funkcionalni preizkus	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	vseh tokokrogov in delovanja zaščitnih sistemov					
10.	Nepredvidena dodatna dela, po dogovoru z odgovornim nadzornim organom in z vpisom v gradbeni dnevnik, obračunana po dejanskih vgrajenih količinah, ocenjeno	%	5.08			1,285.45
	INŠTALACIJSKI MATERIAL SKUPAJ	€			25,300.00	1,285.45
	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enot o	Upravičeni stroški	Neupravičeni stroški
3.11.5	STRELOVODNA NAPRAVA, POTENCIALNE IZENAČITVE					
1.	Dobava in montaža: strelovodni vodnik iz Al legure Ø8 mm, pritrjen na tipske strešne nosilce, ki ustrezajo izvedeni strehi, na vsak tekoči meter, komplet z montažnim materialom za korec kritino ali pločevinaste obrobe	m	35.00			
2.	Dobava in montaža: strelovodna konica strelovodnega sistema iz aluminijaste zlitine, palica specificirane višine, ustrezno fiksirana na streho, vključno pripadajoča pritrdilna oporna in spojna oprema					
	nosilec lovilne palice LOP 16/10 Al	kos	30.00			
	lovilna palica LOP1 1m	kos	12.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	lovilna palica LOP1,5 1,5m	ko s	18.00			
3.	Izdelava križnega spoja med strelovodno žico Al Φ8 mm preko inoks sponke	ko s	20.00			
4.	Izvedba ozemljitev in izenačitev potenciala fotonapetostnih modulov, podkonstrukcije ter ostalih kovinskih mas, z vodniki tipa H07V-K, ru/ze barve, kompletno s spajanjem in montažo					
	povezave z vodniki H07V-K 1x25 mm ²	m	45.00			
	povezave z vodniki H07V-K 1x16 mm ²	m	150.00			
	povezave z vodniki H07V-K 1x6 mm ²	m	75.00			
	priključitev vodnika Cu 25 mm ² na GIP, DIP ipd., kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	ko s	7.00			
	priključitev vodnika Cu 16 mm ² na DIP, mont. konstr. ipd., kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	ko s	35.00			
	priključitev vodnika Cu 6 mm ² na kovinske mase, kompletno s potrebno spojno in zaključno opremo	ko s	15.00			
5.	GIP-FE zbiralka, montirana ob RAC omari, izvedena s Cu zbiralnico 20x5 mm, povprečne dolžine 0,6 m, kople s podporami, pritrditvijo in priključitvami	kpl	2.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

6.	Drobni nespecificirani material, transportni in manipulativni stroški, funkcionalni preizkus vseh tokokrogov in delovanja zaščitnih sistemov	kpl	1.00			
7.	Nepredvidena dodatna dela, po dogovoru z odgovornim nadzornim organom in z vpisom v gradbeni dnevnik, obračunana po dejanskih vgrajenih količinah, ocenjeno	%	5.00			375.00
	STRELOVODNA NAPRAVA, POTENCIALNE IZENAČITVE	€			7,500.00	375.00
	Vrsta materiala in storitve	E M	KOL.	Cena na enot o	Upravičeni stroški	Neupravičeni stroški
3.11.6	PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA					
1.	Nadzor in koordinacija pri izvedbi (udeležba vodje del na operativnih sestankih izvedbe)	kpl	15.00			
2.	Projektantski nadzor nad izvedbo	kpl	1.00			
3.	Priprava in ureditev gradbišča (zaščitne ograje, označba gradbišča, opozorilne table)	kpl	1.00			
4.	Izdelava predpisnih poročil o pregledu, preizkusu in meritvah električnih inštalacij in opreme (impedance okvarnih zank, prehodne upornosti ozemljitev, neprekinjenosti zaščitnih vodnikov, izolacijske upornosti,...),	kpl	1.00			

Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

	za AC in DC del FE, s strani pooblaščenega podjetja, za projektiran obseg del					
5.	Priprava podatkov, oddaja le-teh projektantu in izdelava načrta izvedenih del (PID) za potrebe vzdrževanja, kompletno z oddajo v elektronski obliki	kpl	1.00			
6.	Izdelava dokazila o zanesljivosti objekta, navodil za uporabo ter vzdrževanje, opozorilnih napisov (skladno s presojo PV), šolanje uporabnikov, sodelovanje ter priprava potrebnih dokumentov pri postopkih vključitve elektrarne na distr. omrežje!	kpl	1.00			
7.	Čiščenje gradbišča, odvoz odpadkov ter odstranitev zaščitne ograje	kpl	1.00			
8.	Poučitev upravljavca FVE	kpl	1.00			
	PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA SKUPAJ	€			6,430.00	

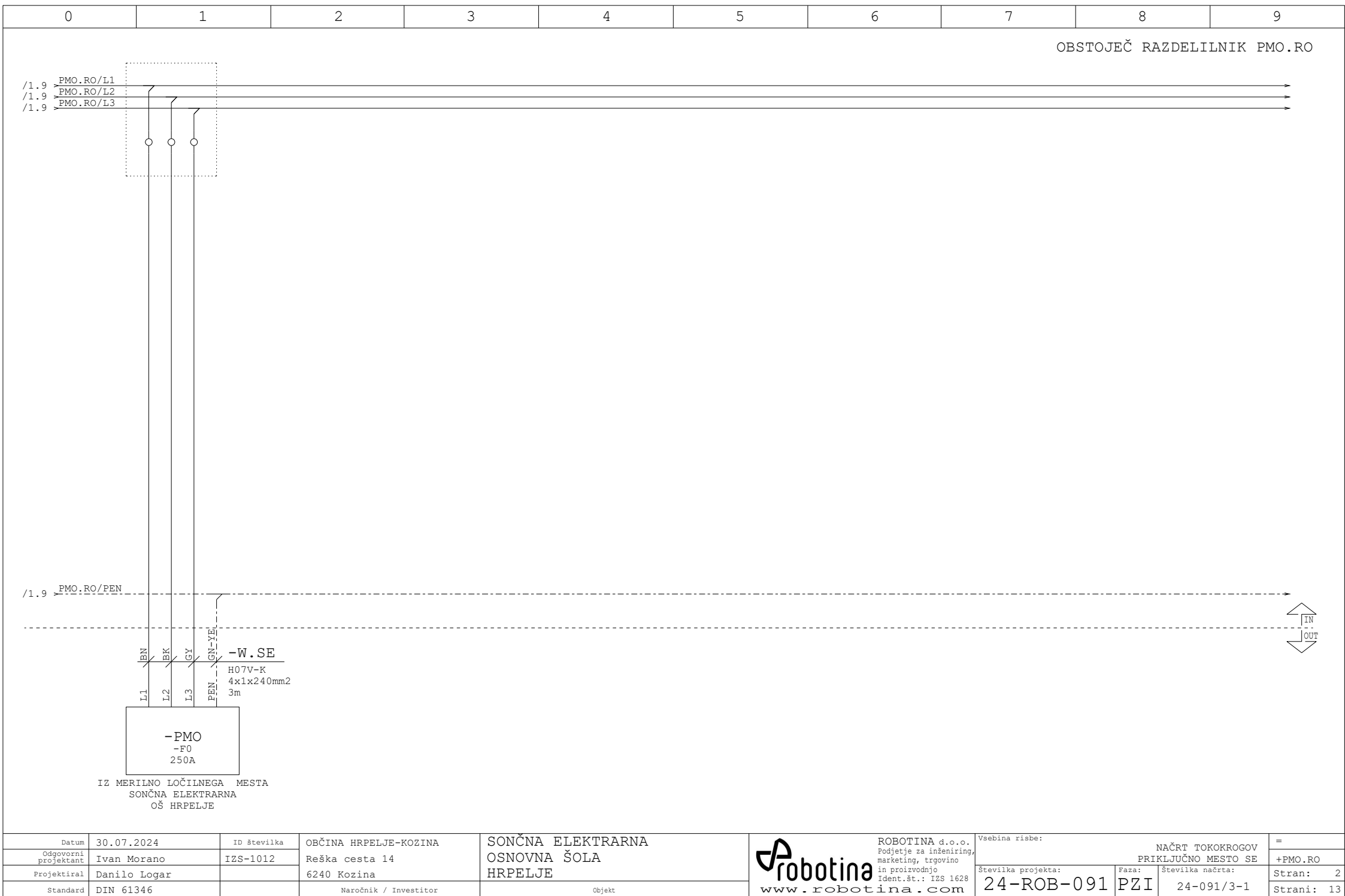
Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje


REKAPITULACIJA		STROŠKI	
		UPRAVIČENI	NEUPRAVIČENI
3.11.1	GRADBENA DELA	€ 4,520.00	226.00
3.11.2	NN ELEKTRO PRIKLJUČEK	€ 19,350.00	967.50
3.11.3	OPREMA SONČNE ELEKTRARNE	€ 105,410.00	5,797.55
3.11.4	INŠTALACIJSKI MATERIAL	€ 25,300.00	1,285.45
3.11.5	STRELOVODNA NAPRAVA, POTENCIALNE IZENAČITVE	€ 7,500.00	375.00
3.11.6	PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA	€ 6,430.00	0.00
	SKUPAJ brez DDV	€ 168,510.00	8,425.50
	Davek na dodano vrednost (22%)	€	38,925.81
	SKUPAJ	€ 168,510.00	47,351.31

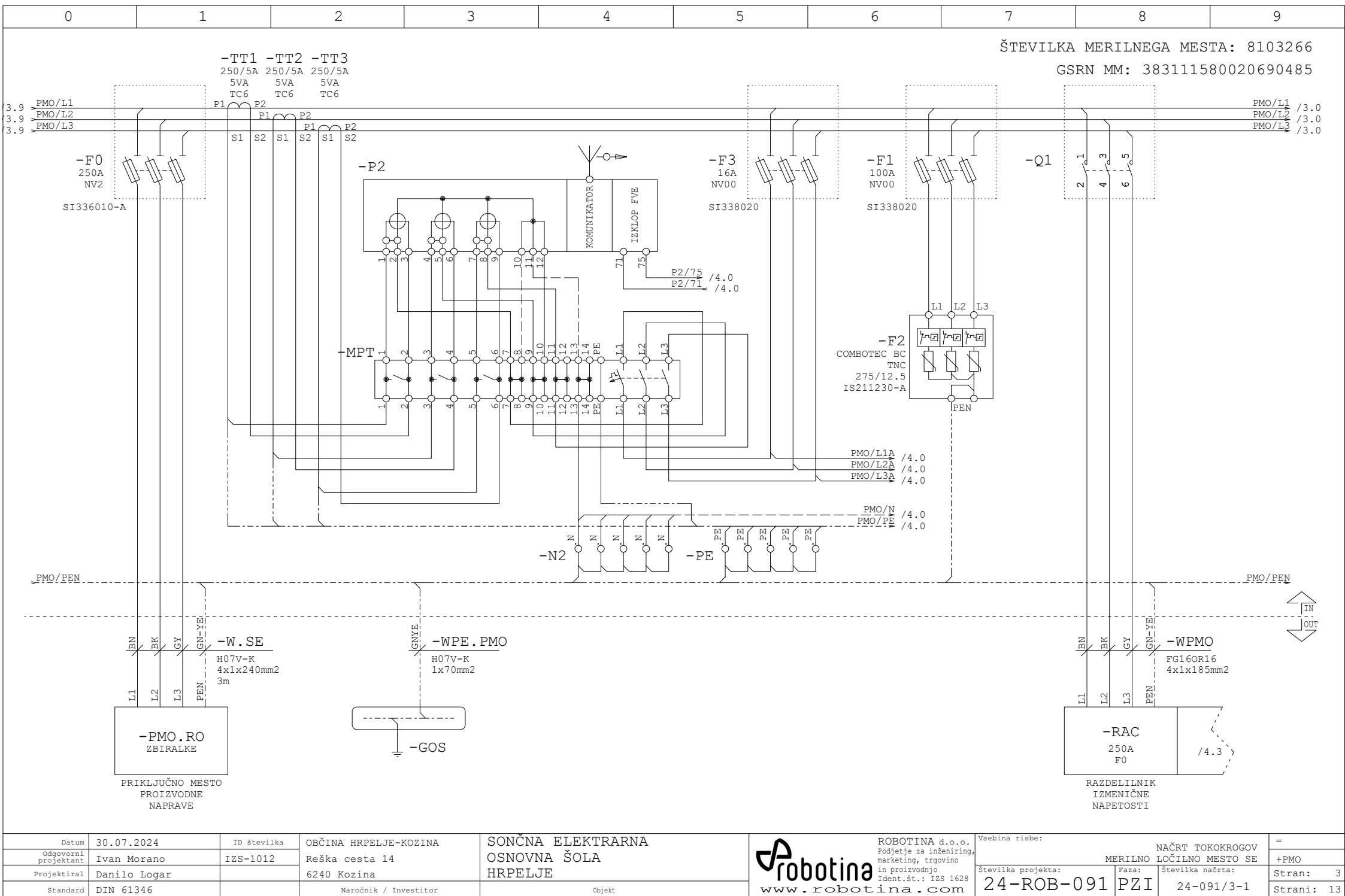
Št. projekta:	24-ROB-091
Št. načrta:	24-091/3
Datum:	julij 2024
Projekt:	PZI
Investitor:	Občina Hrpelje-Kozina
Objekt:	Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje

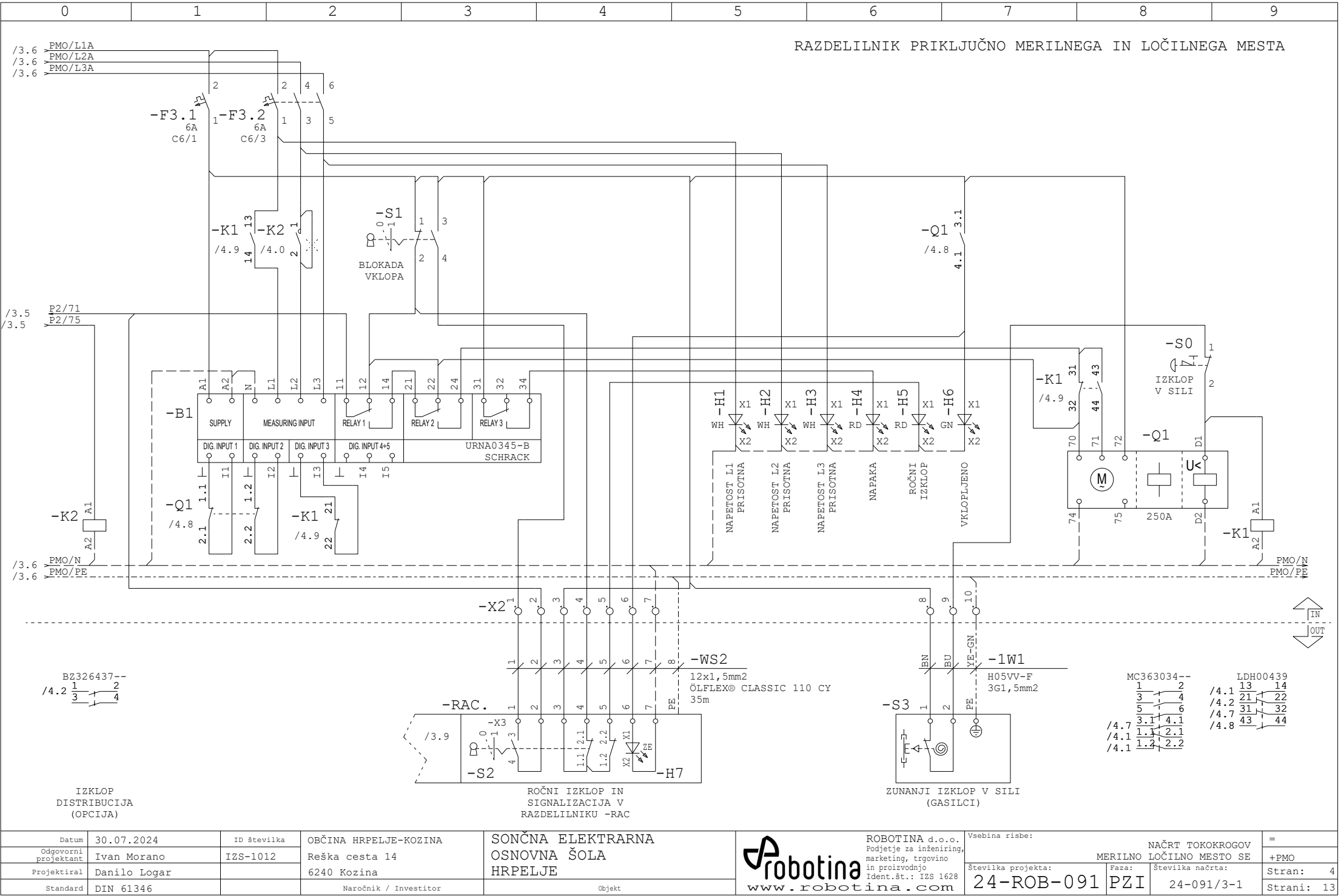
3.12 PRILOGE

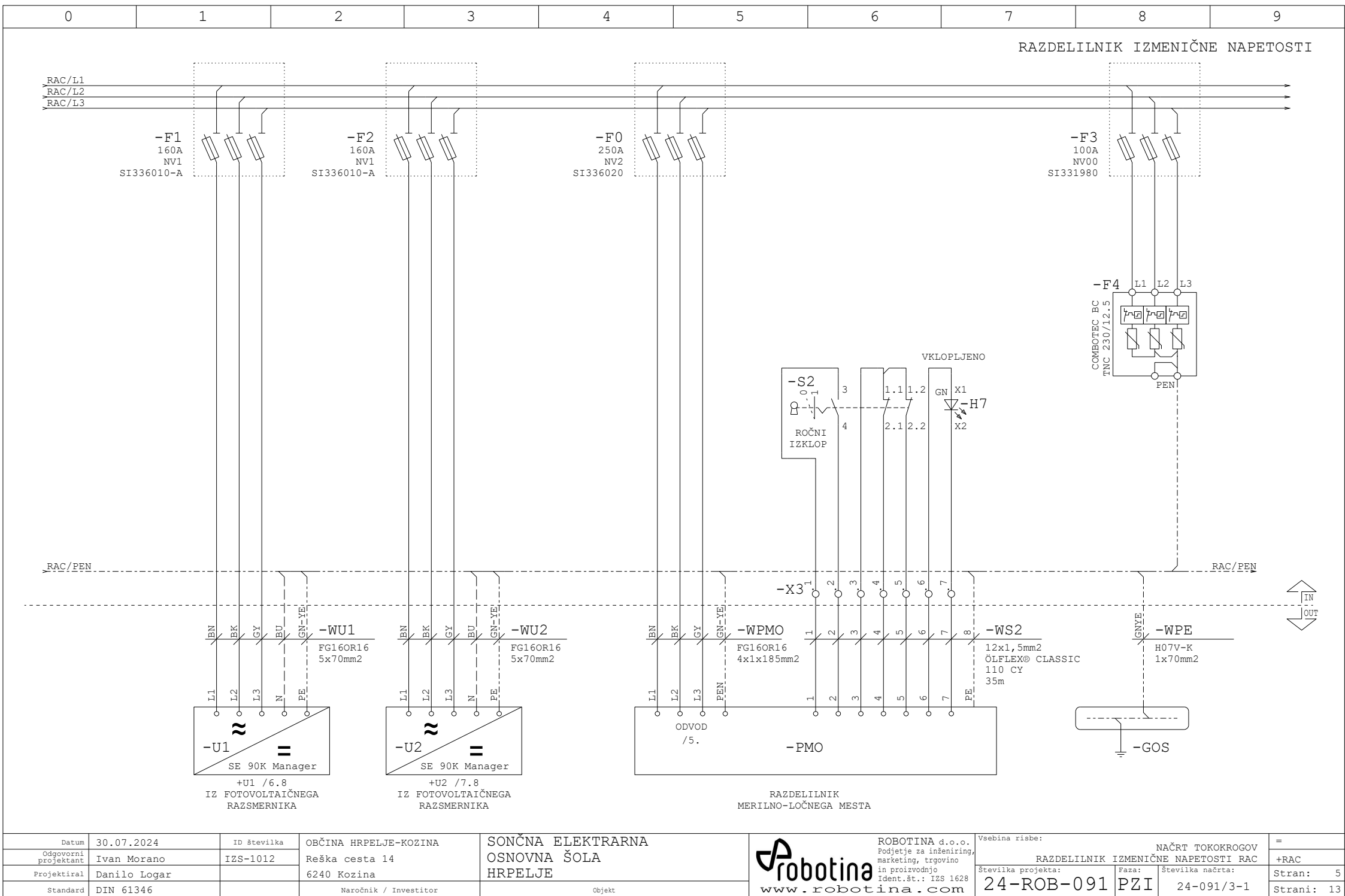
24-091/3-0	ENOČRTNA SHEMA
24-091/3-1	NAČRT TOKOKROGOV
24-091/3-2	IZGLED RAZDELILNIKA PMO
24-091/3-3	IZGLED RAZDELILNIKA RAC
24-091/3-4	IZGLED RAZDELILNIKA RDC
24-091/3-5	DISPOZICIJA OPREME
24-091/3-6	VEZAVA MODULOV
24-091/3-7	STRELOVOD
24-091/3-8	PROIZVODNJA
24-091/3-9	SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV




Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	 <div>ROBOTINA d.o.o. Podjetje za inženiring, marketing, trgovino in proizvodnjo Ident.št.: IZS 1628 www.robotina.com</div>	Vsebina risbe:			=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA		NAČRT TOKOKROGOV PRIKLJUČNO MESTO SE			+PMO.RO
Projektilar	Daniilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE		Številka projekta:	Faza:	Številka načrta:	Stran: 2
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt		24-ROB-091	PZI	24-091/3-1	Strani: 13

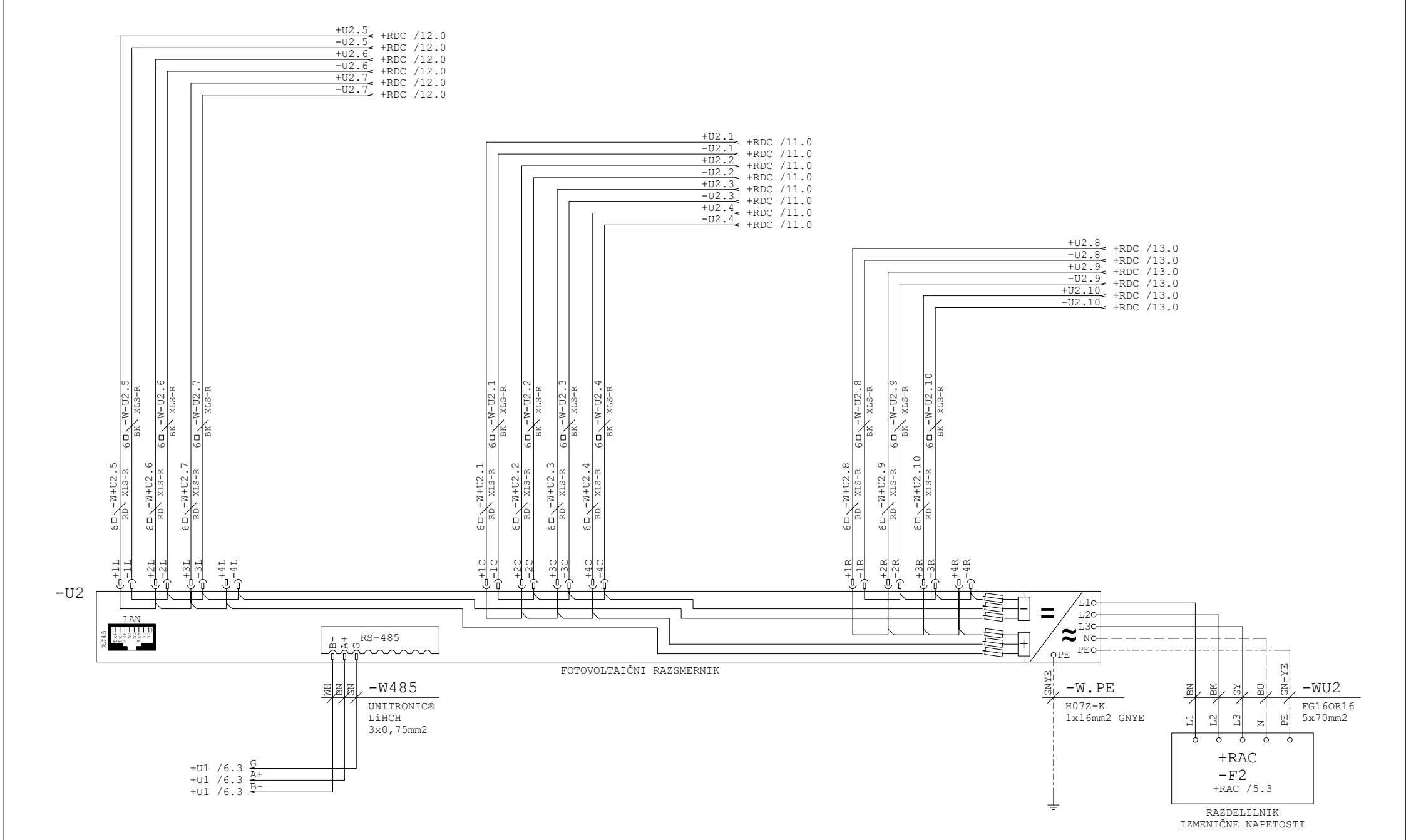






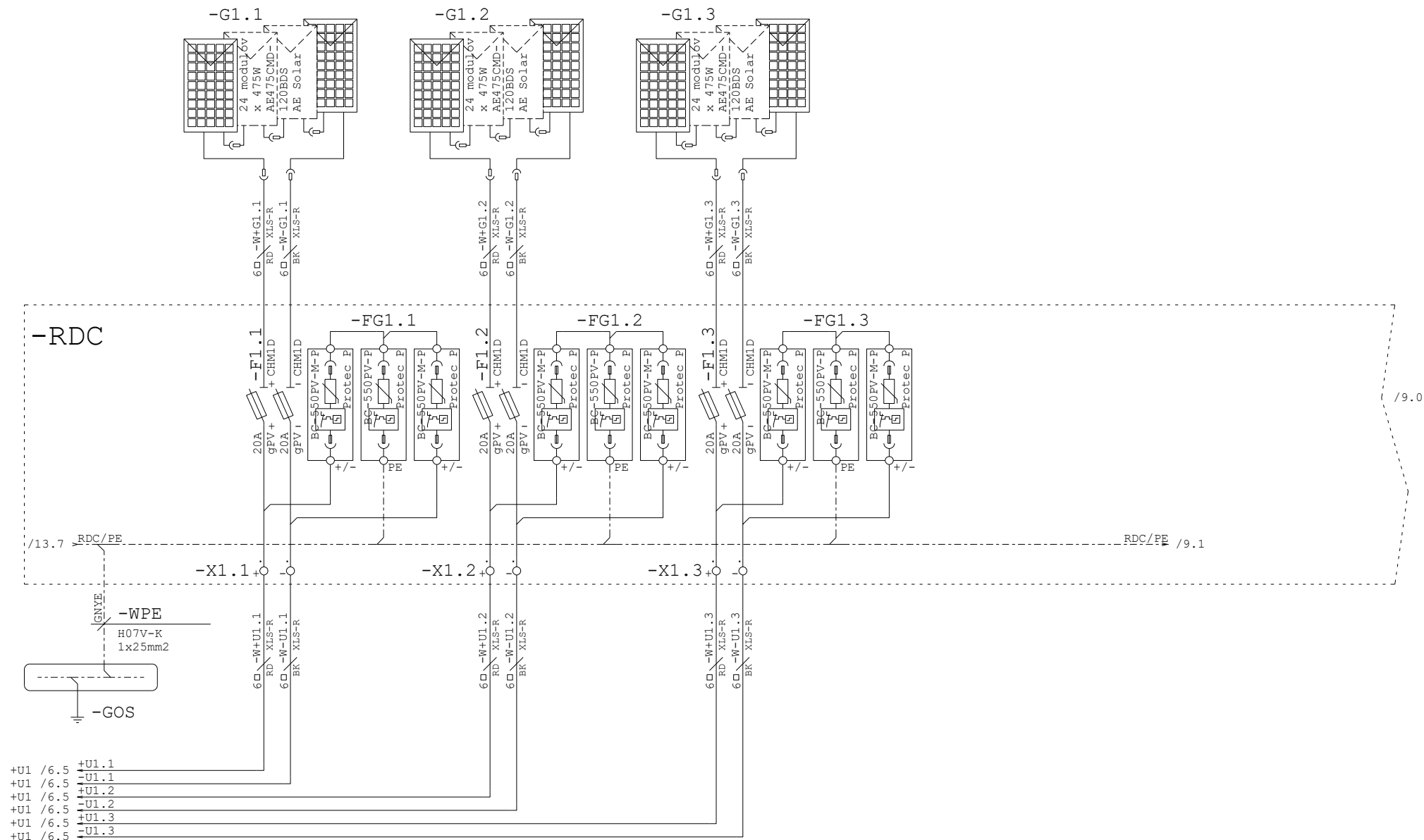
Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	 www.robotina.com	Vsebine risbe:		NAČRT TOKOKROGOV		=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA		RAZDELILNIK IZMENIČNE NAPETOSTI RAC			+RAC	
Projektiral	Danilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE		Številka projekta:	Faza:	Številka načrta:		Stran: 5
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt		24-ROB-091	PZI	24-091/3-1		Strani: 13


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



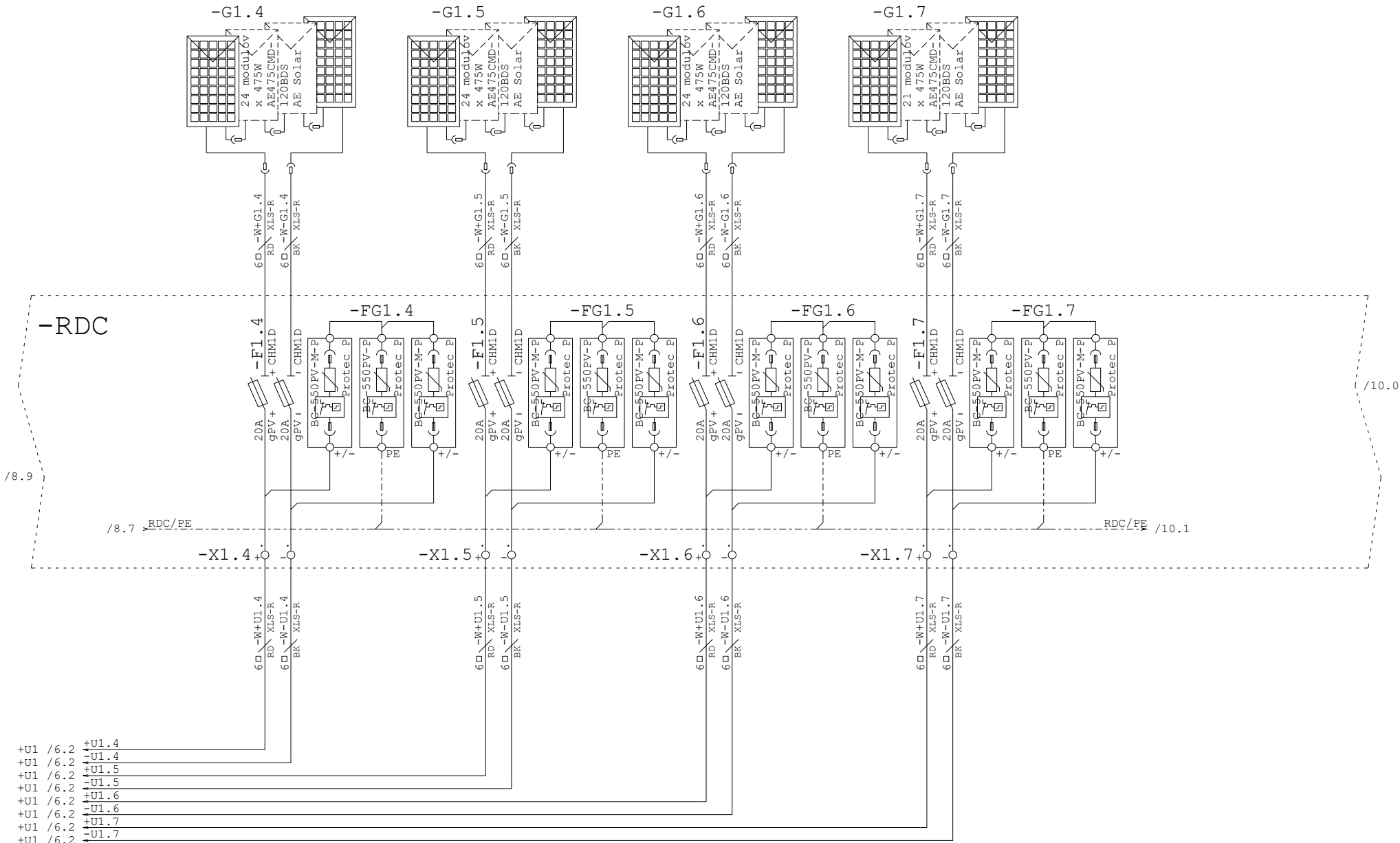
Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	ROBOTINA d.o.o.	Vsebina risbe:	NAČRT TOKOKROGOV	=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA	Podjetje za inženiring, marketing, trgovino	Številka projekta:	FOTOVOLTAIČNI RAZSMERNIK U2	+U2
Projektilar	Danilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE	in proizvodnjo	Faza:		Stran: 7
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt	Ident.št.: IZS 1628	Številka načrta:		Strani: 13
					www.robotina.com	24-ROB-091	PZI	24-091/3-1


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



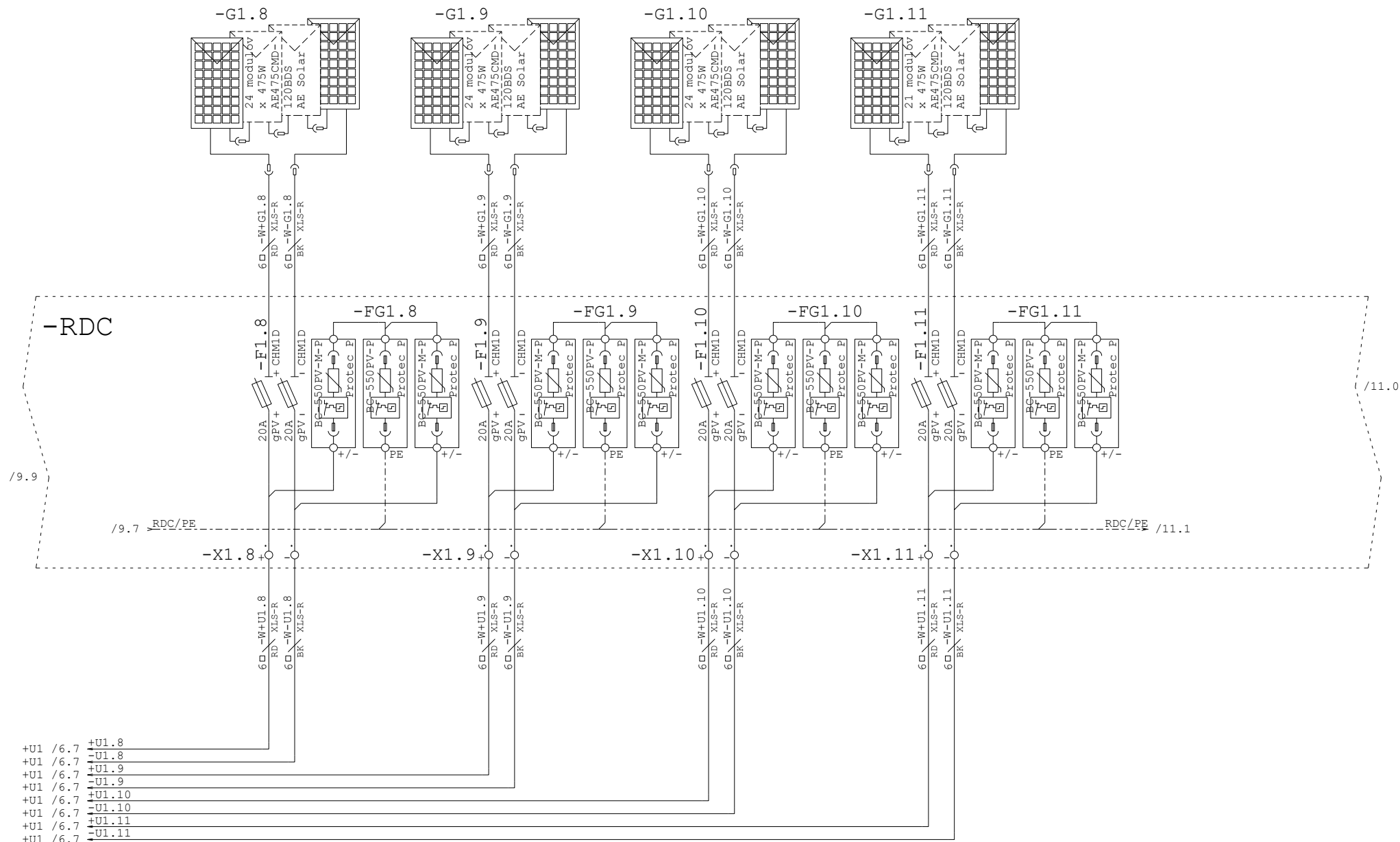
Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	 ROBOTINA d.o.o. Podjetje za inženiring, marketing, trgovino in proizvodnjo Ident.št.: IZS 1628 www.robotina.com	Vsebina risbe:			=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA		NAČRT TOKOKROGOV RAZDELILNIK ENOSMERNE NAPETOSTI RDC			+RDC
Projektiral	Danilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE		Številka projekta:	Faza:	Številka načrta:	Stran: 8
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt		24-ROB-091	PZI	24-091/3-1	Strani: 13

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



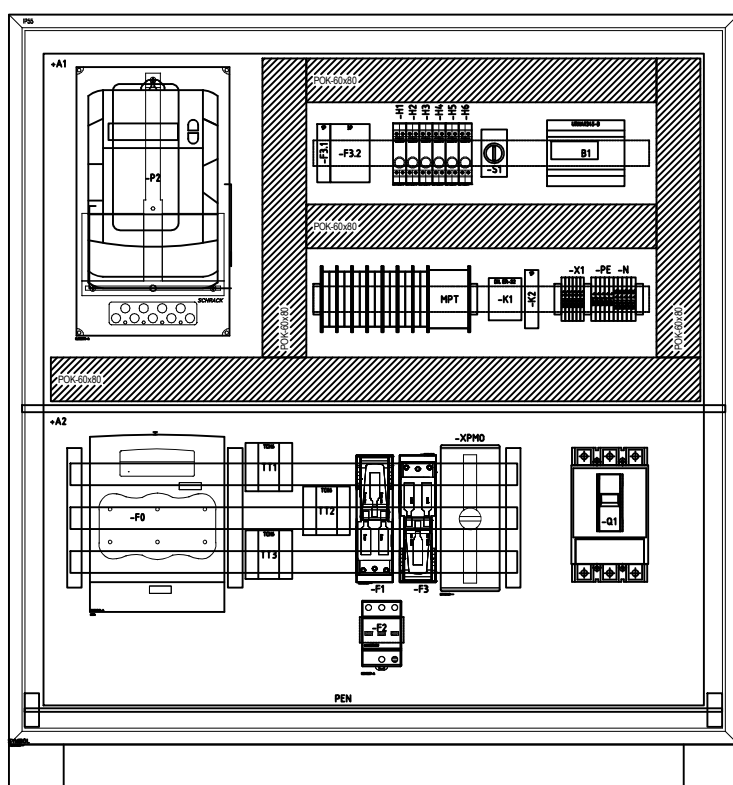
Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	 <div>ROBOTINA d.o.o. Podjetje za inženiring, marketing, trgovino in proizvodnjo Ident.št.: IZS 1628 www.robotina.com</div>	Vsebinska risba:			=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA		NAČRT TOKOKROGOV			
Projektiral	Danilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE		RAZDELILNIK ENOSMERNE NAPETOSTI RDC			+RDC
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt		Številka projekta: 24-ROB-091			Stran: 9
						Faza: PZI	Številka načrta: 24-091/3-1	Strani: 13	

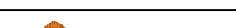
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

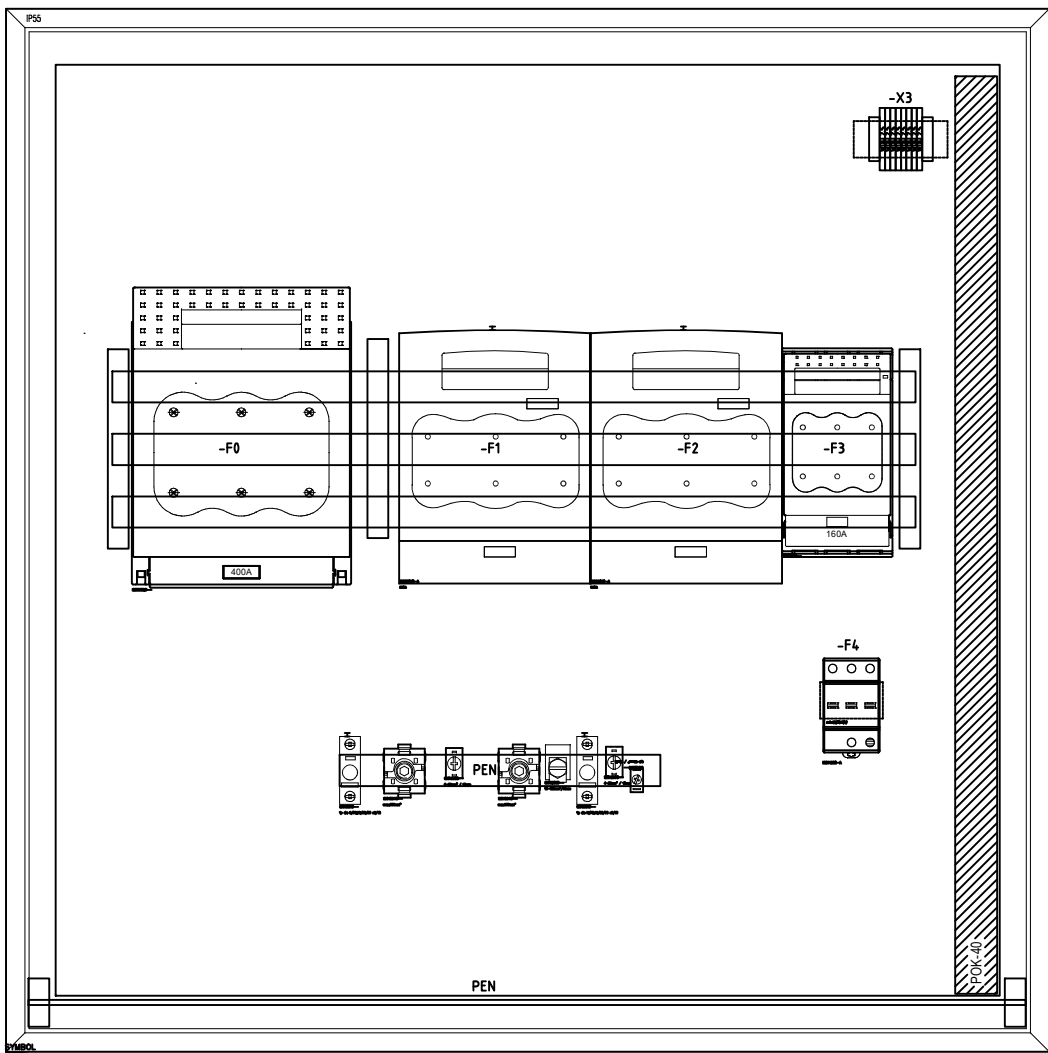
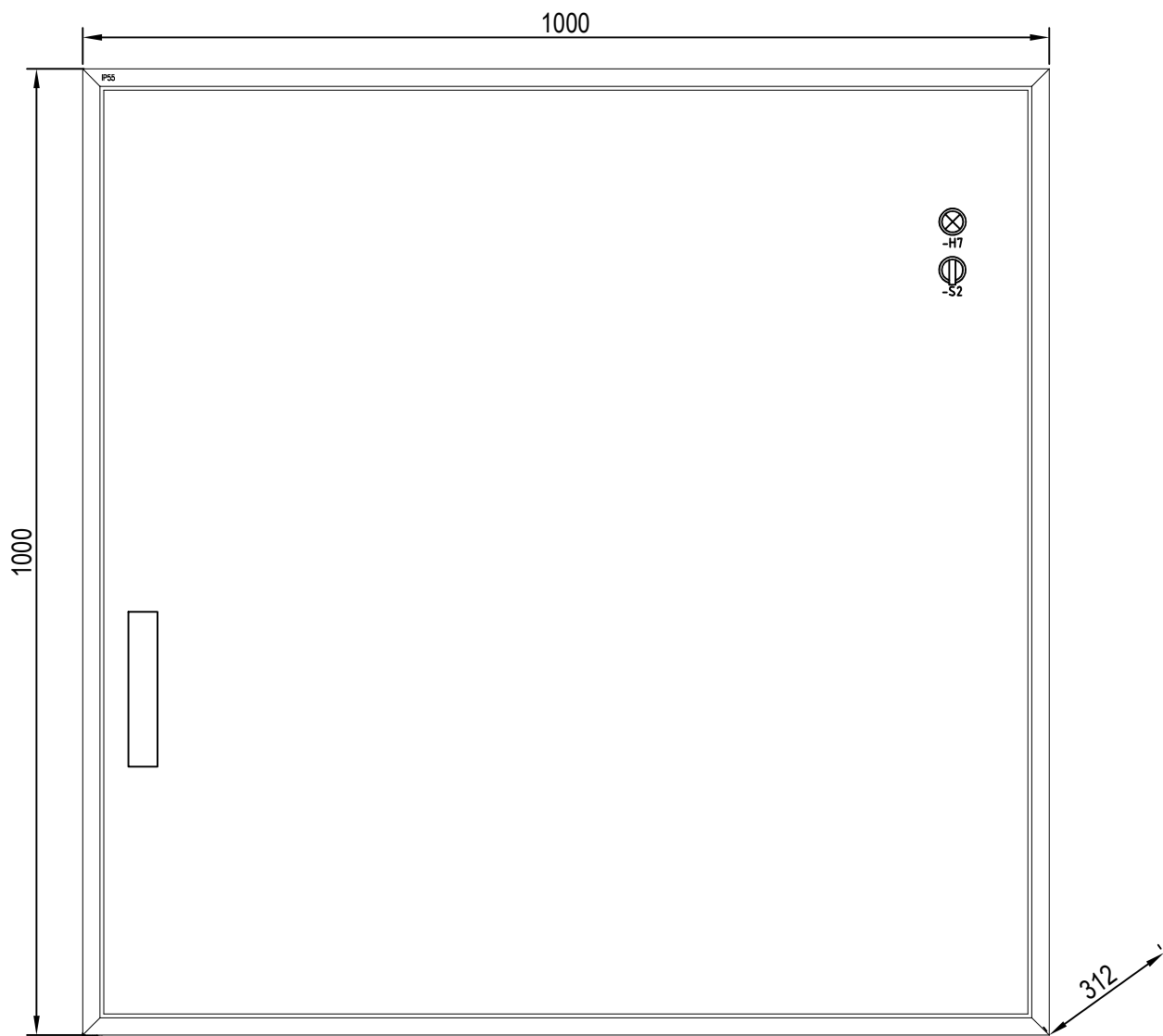



+U1 /6.7 +U1.8
+U1 /6.7 -U1.8
+U1 /6.7 +U1.9
+U1 /6.7 -U1.9
+U1 /6.7 +U1.10
+U1 /6.7 -U1.10
+U1 /6.7 +U1.11
+U1 /6.7 -U1.11

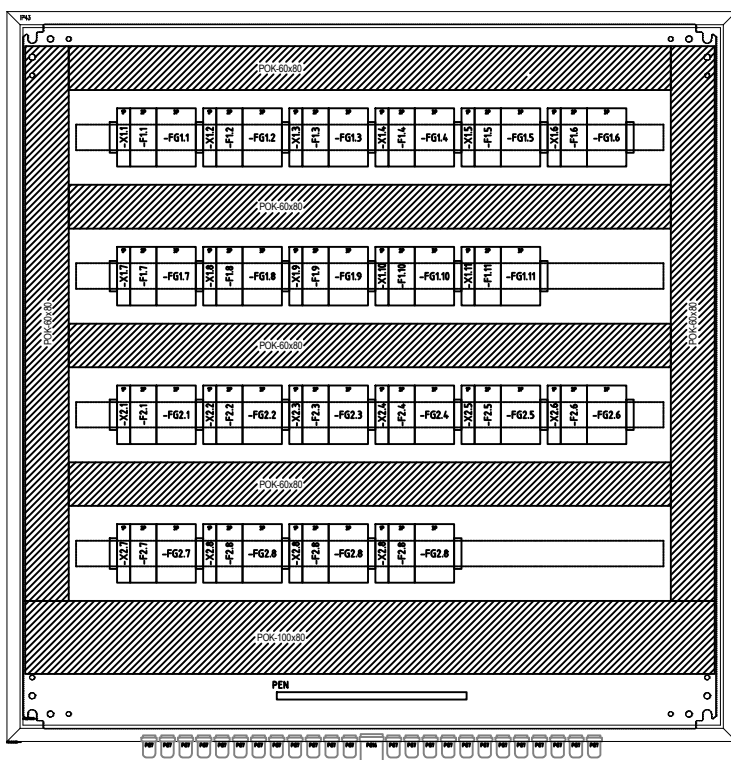
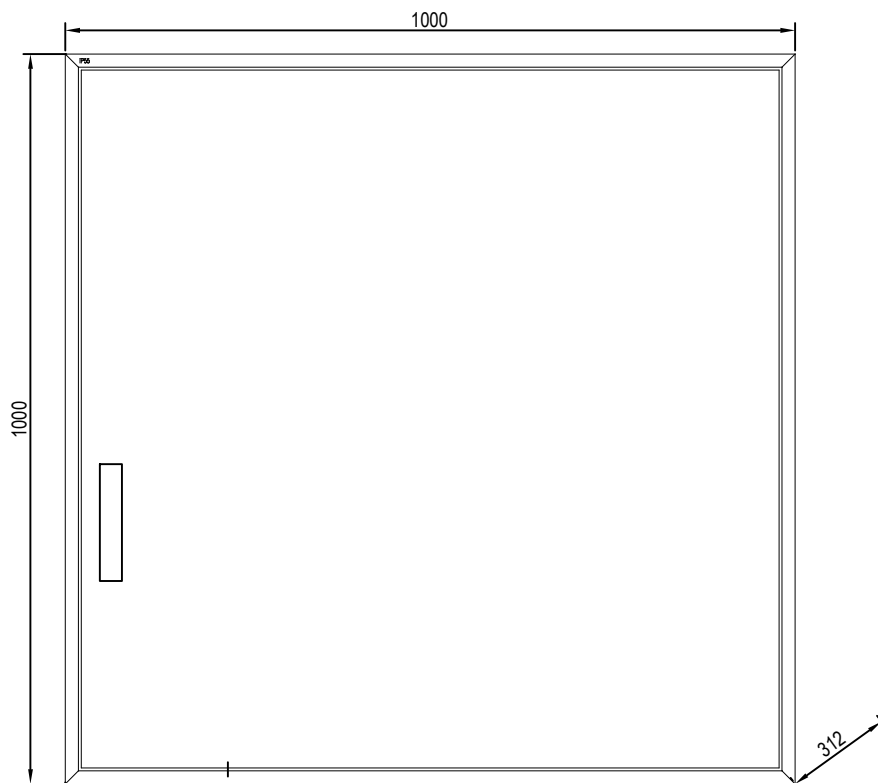
Datum	30.07.2024	ID številka	OBČINA HRPELJE-KOZINA	SONČNA ELEKTRARNA	ROBOTINA d.o.o.	Vsebinske risbe:		NAČRT TOKOKROGOV		=
Odgovorni projektant	Ivan Morano	IZS-1012	Reška cesta 14	OSNOVNA ŠOLA	Podjetje za inženiring, marketing, trgovino in proizvodnjo	RAZDELILNIK ENOSMERNE NAPETOSTI RDC		+RDC		
Projektilar	Danilo Logar		6240 Kozina	HRPELJE	Ident.št.: IZS 1628	Številka projekta:	Faza:	Številka načrta:	Stran:	10
Standard	DIN 61346		Naročnik / Investitor	Objekt	www.robotina.com	24-ROB-091	PZI	24-091/3-1	Strani:	13



 ROBOTINA d.o.o. OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA www.robotina.com Ident. št.: IZS 1628		Investitor/ naročnik	OBČINA HRPELJE-KOZINA Reška cesta 14 6240 Kozina		
		Objekt	SONČNA ELEKTRARNA OŠ HRPELJE		
Odgovorni vodja proj.		Vrsta projekta	PZI		
Odgovorni projektant	Ivan MORANO	Vsečina risbe	IZGLED RAZDELILNIKA PMO		
Projektiral	Danilo Logar	Št. projekta	24-ROB-091	Merilo	1:10
Datum	julij 2024	Št. načrta	24-091/3-2	Stran	1



<div><div>ROBOTINA d.o.o. OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA www.robotina.com</div></div> <div>Ident. št.: IZS 1628</div>		Investitor/ naročnik	OBČINA HRPELJE-KOZINA Reška cesta 14 6240 Kozina		
		Objekt	SONČNA ELEKTRARNA OŠ HRPELJE		
Odgovorni vodja proj.		Vrsta projekta	PZI		
Odgovorni projektant	Ivan MORANO	Vsebina risbe	IZGLED RAZDELILNIKA RAC		
Projektiral	Danilo Logar	Št. projekta	24-ROB-091	Merilo	1:10
Datum	julij 2024	Št. načrta	24-091/3-3	Stran	1



Ident. št.: IZS 1628

ROBOTINA d.o.o.
OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA
www.robotina.com

Investitor/
naročnik

OBČINA HRPELJE-KOZINA
Reška cesta 14
6240 Kozina

Objekt

SONČNA ELEKTRARNA
OŠ HRPELJE

Odgovorni vodja proj.

Vrsta projekta

PZI

Odgovorni projektant

Ivan MORANO

Vsebina risbe

IZGLAD RAZDELILNIKA RDC

Projektiral

Danilo Logar

Št. projekta

24-ROB-091

Merilo

1:10

Datum

julij 2024

Št. načrta

24-091/3-4

Stran

1



ROBOTINA d.o.o.
OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA
www.robotina.com

Ident. št.: IZS 1628

Odgovorni vodja proj.

Odgovorni projektant

Projektiral

Datum

Ivan MORANO

Danilo LOGAR

julij 2024

Investitor/
naročnik

Objekt

Vrsta projekta

Vsebina risbe

Št. projekta

Št. načrta

OBČINA HRPELJE-KOZINA
Reška cesta 14
6240 Kozina

SONČNA ELEKTRARNA
OŠ HRPELJE

PZI

DISPOZICIJA OPREME

24-ROB-091

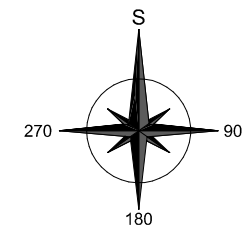
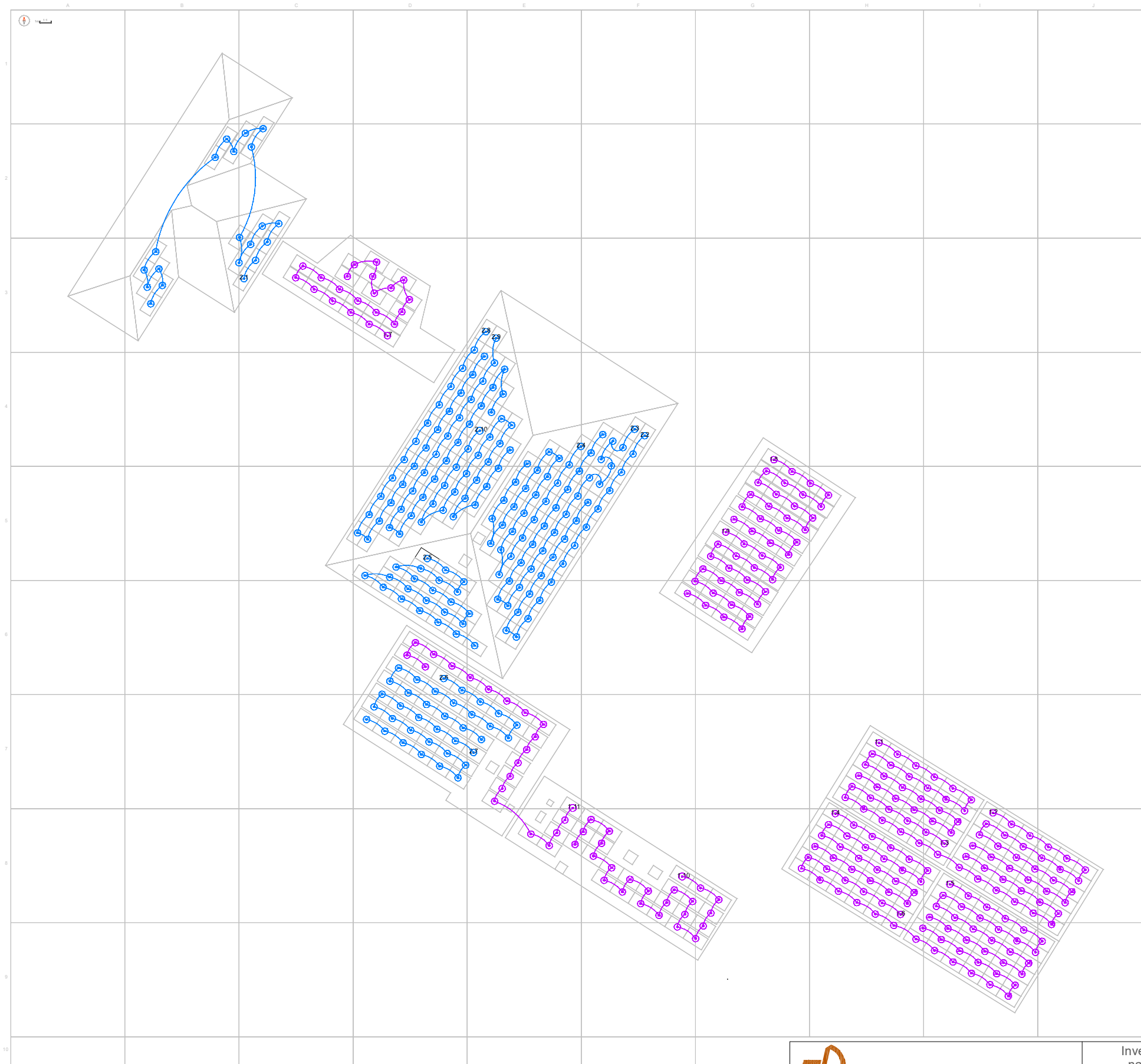
24-091/3-5

Merilo

Stran


/

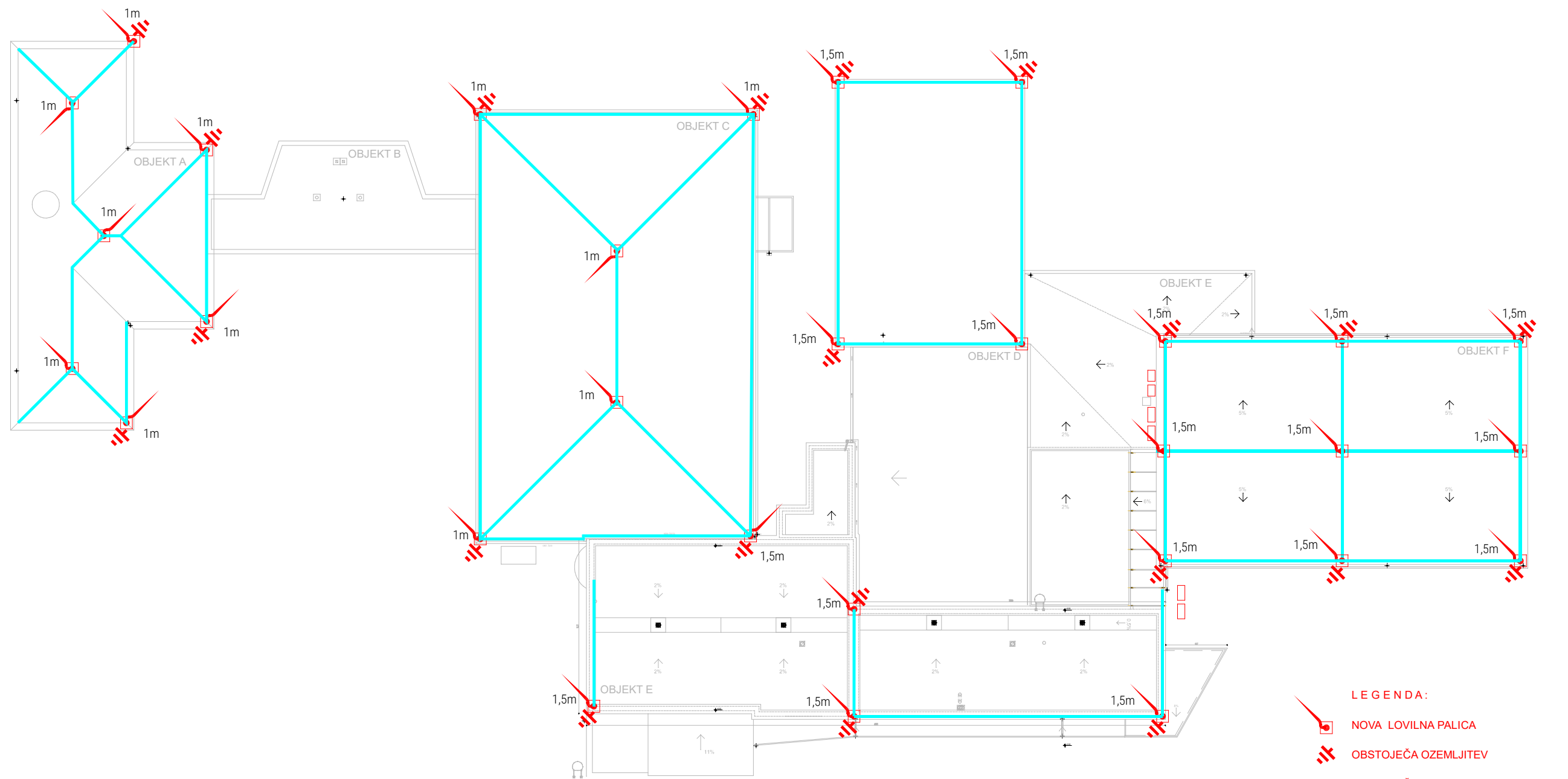
1



1	SE90K Synergy Manager	129%
Center:		
1	24 x S500	24
2	24 x S500	24
3	24 x S500	24
Left:		
4	24 x S500	24
5	24 x S500	24
6	24 x S500	24
7	21 x S500	21
Right:		
8	24 x S500	24
9	24 x S500	24
10	24 x S500	24
11	21 x S500	21

2	SE90K Synergy Manager	103%
Center:		
1	20 x S500	20
2	20 x S500	20
3	24 x S500	24
4	24 x S500	24
Left:		
5	23 x S500	23
6	18 x S500	18
7	18 x S500	18
Right:		
8	23 x S500	23
9	23 x S500	23
10	22 x S500	22

 <div>ROBOTINA d.o.o. OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA www.robotina.com</div>	Investitor/ naročnik	OBČINA HRPELJE-KOZINA Reška cesta 14 6240 Kozina		
	Objekt	SONČNA ELEKTRARNA OŠ HRPELJE		
Odgovorni vodja proj.		Vrsta projekta	PZI	
Odgovorni projektant	Ivan MORANO	Vsebina risbe	VEZAVA MODULOV	
Projektiral	Danilo LOGAR	Št. projekta	24-ROB-091	Merilo /
Datum	julij 2024	Št. načrta	24-091/3-6	Stran 1



<div>robotina</div> <div>ROBOTINA d.o.o.</div> <div>OIC Hrpelje 38, 6240 KOZINA</div> <div>www.robotina.com</div> <div>Ident. št.: IZS 1628</div>		Investitor/ naročnik	OBČINA HRPELJE-KOZINA Reška cesta 14 6240 Kozina		
		Objekt	SONČNA ELEKTRARNA OŠ HRPELJE		
Odgovorni vodja proj.		Vrsta projekta	PZI		
Odgovorni projektant	Ivan MORANO	Vsebina risbe	DISPOZICIJA OPREME		
Projektiral	Danilo LOGAR	Št. projekta	24-ROB-091	Merilo	/
Datum	julij 2024	Št. načrta	24-091/3-7	Stran	1

MFE OŠ HRPELJE

Na Gorici 30, Kozina, 6240, Slovenia | 7 Aug 2024



SYSTEM OVERVIEW

 473 PV modules

 2 Inverters

 473 Optimizers

SIMULATION RESULTS



Installed DC Power
224.68 kWp



Max Achieved AC Power
175.43 kW



Annual Energy Production
261.36 MWh



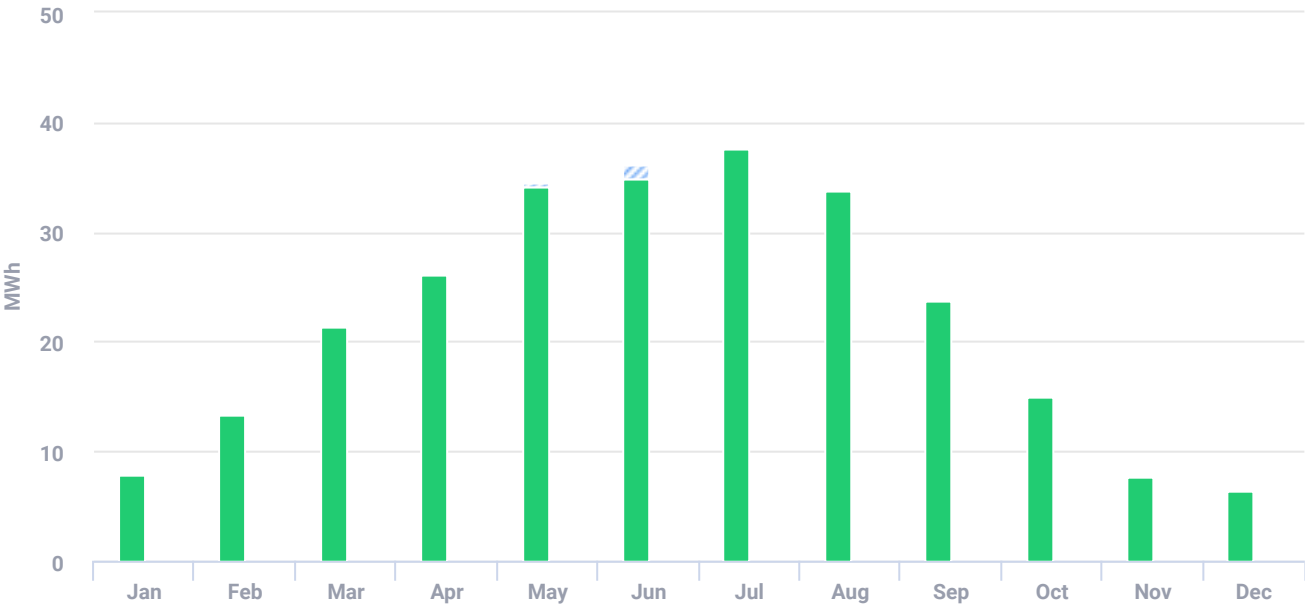
CO2 Emission Saved
(Annually)
66.39 t



Equivalent Trees Planted
(Annually)
3,049

ESTIMATED MONTHLY ENERGY

 Solar Production  Clipped Energy



Total clipped energy: 0.75%

MFE OŠ HRPELJE

Na Gorici 30, Kozina, 6240, Slovenia | 7 Aug 2024



PV MODULES

# Module	Model	Peak power	Racking type	Orientation	Azimuth	Tilt
6	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	2.9 kWp			127°	25°
72	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	34.2 kWp			212°	5°
51	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	24.2 kWp			213°	5°
72	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	34.2 kWp			32°	5°
23	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	10.9 kWp			213°	22°
48	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	22.8 kWp			213°	5°
21	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	10 kWp			213°	5°
1	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	0.5 kWp			213°	5°
8	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	3.8 kWp			127°	21°
68	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	32.3 kWp			303°	22°
29	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	13.8 kWp			225°	5°
6	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	2.9 kWp			127°	25°
68	AE Solar GmbH, AE475CMD-120BDS	32.3 kWp			123°	22°
Total:	473	224.7 kWp				

BILL OF MATERIALS (BOM)



Items	Part Number	Quantity	Price (€)	Total (€)
	SE90K Synergy Manager	2		

MFE OŠ HRPELJE

























Na Gorici 30, Kozina, 6240, Slovenia | 7 Aug 2024



BILL OF MATERIALS (BOM) (CONTINUED)

Items	Part Number	Quantity	Price (€)	Total (€)
 S500		473		
 AE475CMD-120BDS		473		

ELECTRICAL DESIGN

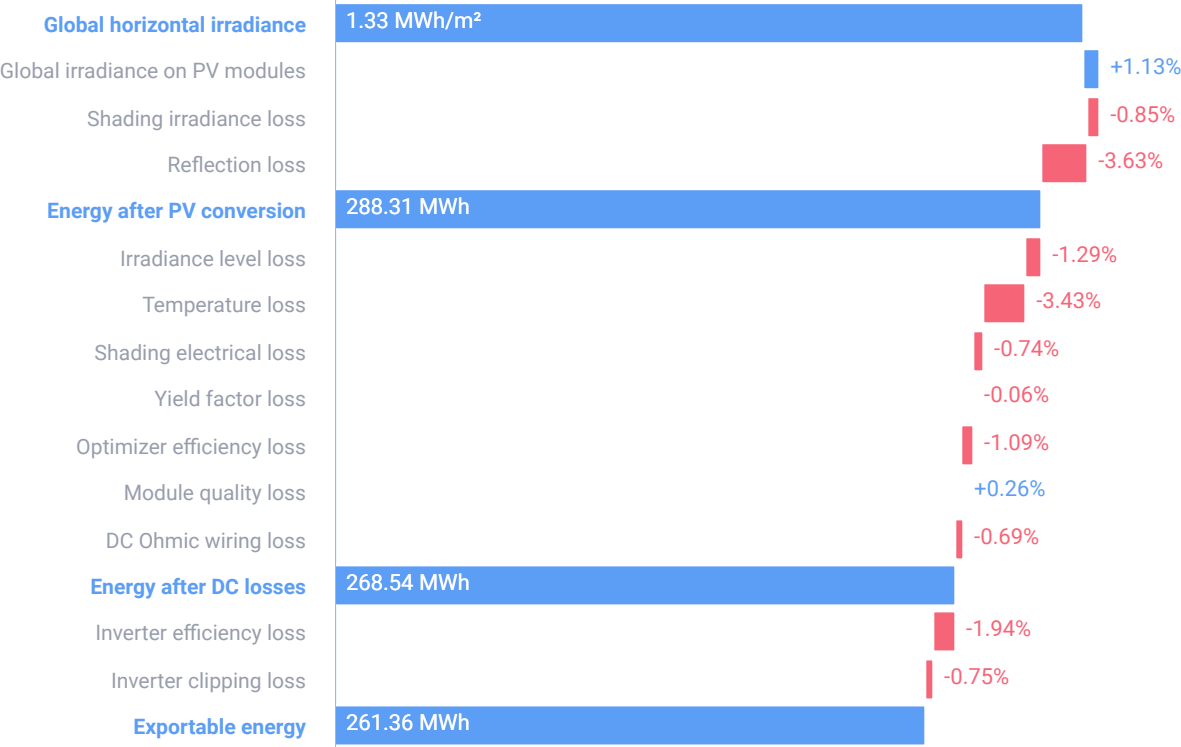
Inverters & Storage	Strings per inverter	Optimizers per string	PV modules per string
<div> 1 xSE90K Synergy ManagerCenter Unit 115.95kW 129% Oversizing</div>	⌋ 3 x strings	<div> 24 x S500</div>	<div> 24</div>
Left Unit			
	⌋ 3 x strings	<div> 24 x S500</div>	<div> 24</div>
	⌋ 1 x string	<div> 21 x S500</div>	<div> 21</div>
Right Unit			
	⌋ 3 x strings	<div> 24 x S500</div>	<div> 24</div>
	⌋ 1 x string	<div> 21 x S500</div>	<div> 21</div>
<div> 1 xSE90K Synergy ManagerCenter Unit 92.77kW 103% Oversizing</div>	⌋ 2 x strings	<div> 24 x S500</div>	<div> 24</div>
	⌋ 2 x strings	<div> 20 x S500</div>	<div> 20</div>
Left Unit			
	⌋ 1 x string	<div> 23 x S500</div>	<div> 23</div>
	⌋ 2 x strings	<div> 18 x S500</div>	<div> 18</div>
Right Unit			
	⌋ 2 x strings	<div> 23 x S500</div>	<div> 23</div>
	⌋ 1 x string	<div> 22 x S500</div>	<div> 22</div>

MFE OŠ HRPELJE

Na Gorici 30, Kozina, 6240, Slovenia | 7 Aug 2024



SYSTEM LOSS DIAGRAM



SIMULATION PARAMETERS



LOCATION & GRID

Time zone	CEST (Ljubljana)
Weather station	Trieste (16.09 km away)
Station altitude	10 m
Station data source	Meteonorm 7.1
Grid	400V L-L, 230V L-N



LOSS FACTORS

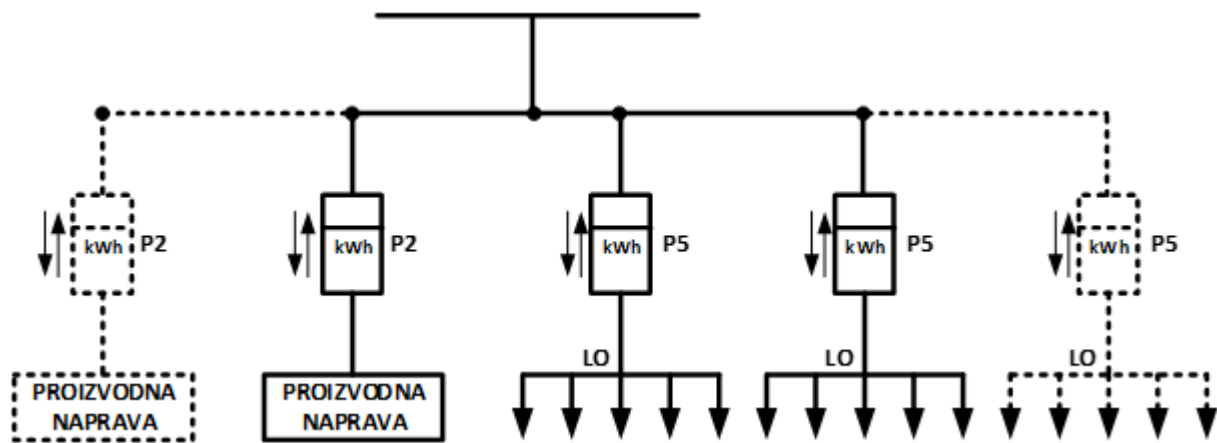
Near shading	Enabled
Albedo	0.20
Bi-Facial Albedo	0.30
Soiling/Snow	0%
Incidence angle modifier (IAM), ASHRAE b0 param.	0.05
Thermal loss factor Uc (const) Flush mount	20
Thermal loss factor Uc (const) Tilted	29
LID loss factor	0%
System unavailability	0%

ELES, d.o.o. na podlagi izdanega pooblastila osebi Vladimir Stopar, univ. dipl. inž. el., zaposleni pri ELEKTRO PRIMORSKA, d.d., in na osnovi 139. člena Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. člena Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) ter na osnovi vloge za objekt *SONČNA ELEKTRARNA*, SE OŠ Hrpelje, ki jo je podal imetnik soglasja OBČINA HRPELJE-KOZINA, HRPELJE - REŠKA CESTA 14, 6240 KOZINA v postopku izdaje soglasja za priključitev na distribucijski sistem naprave za skupnostno samooskrbo, izdaja naslednje

SOGLASJE ZA PRIKLJUČITEV št.: 1469450 (EVprik-99/2024) naprave za skupnostno samooskrbo

Imetniku soglasja OBČINA HRPELJE-KOZINA, HRPELJE - REŠKA CESTA 14, 6240 KOZINA se izda soglasje za priključitev naprave SE OŠ Hrpelje skupnostne samooskrbe skupnost OŠ Hrpelje, na parcelah št. 3222/7, 5040 (k.o. 2560 - HRPELJE), na naslovu HRPELJE-REŠKA CESTA 30 v kraju HRPELJE pod navedenimi pogoji.

Oznaka merilno-krmilne naprave	Številka merilnega mesta	GSRN MM
P2	8105740	383111580022787282



I. ELEKTROENERGETSKI POGOJI

A.) PROIZVODNJA

- Številka merilnega mesta: 8105740
- GSRN MM: 383111580022787282
- Tipška priključna shema: PS.3B
- Priključna moč oddaje v omrežje: 170 kW**
- Jakost omejevalca toka: $1 \times 3 \times 250$ A
- Način obratovanja: Paralelno z distribucijskim sistemom
- Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Varovalka

PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SONCA

- Delovna moč fotonapetostnih modulov: 224,94 kW
- Način namestitve fotonapetostnih modulov: Na objektu
- Podatki o elektroenergijskem modulu:
 - Primarni vir energije: Sonce
 - Opis razsmernikov:

Število razsmernikov	Vrsta razsmernika	Naznačena moč (kVA)	Naznačena napetost (V)
2	Trifazni	90	400

B.) ODJEM (LASTNA RABA)

1. Številka merilnega mesta: 8105740
2. GSRN MM: 383111580022787282
3. Skupina končnih odjemalcev: Odjem na NN z merjeno močjo
4. **Priključna moč pri odjemu iz distribucijskega sistema: 14 kW**
5. Jakost omejevalca toka: $1 \times 3 \times 250$ A
6. Jakost omejevalca toka NN izvoda: 260 A
7. Vrsta omejevalca toka NN izvoda: Varovalka

II. TEHNIČNI POGOJI

A.) PROIZVODNJA

1. Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski sistem)

- Lokacija oz. mesto priključitve:

Mesto priključitve	RO
NN izvod	TELOVADNICA IN ŠOLA
TP	TN392 HRPELJE VRTEC

- Nazivna napetost: 0,4 kV

- Vrsta priključka: Trifazni

Izvedba priključka	Dolžina priključka	Prerez priključka
podzemni vod	1 m	Cu 4x240 mm ²

- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem ozemljitve.

- Napajanje z električno energijo bo izvedeno iz:

TP	TN392 HRPELJE VRTEC
SN izvod	JA05 KBV STEKLARNA
RTP	RTPN HRPELJE 35/20KV

- Kratkostična moč: 350 MVA

- Enopolni tok zemeljskega stika iz strani distribucijskega sistema: 150 A

- Avtomatski ponovni vklop - prva stopnja: /

- Avtomatski ponovni vklop - druga stopnja: /

- Ostali tehnični pogoji:

- Tehnični pogoji na osnovi izvedene presoje vplivov motenj naprav na distribucijski sistem po 95. členu SONDSEE.

2. Tehnični pogoji za elektroenergijske module (naprave za skupnostno samooskrbo)

2.1. Proizvodnja električne energije iz energije sonca

Določba	Vrednost parametra
Tip elektroenergijskega modula (naprave za skupnostno samooskrbo)	B
Vrsta elektroenergijskega modula (naprave za skupnostno samooskrbo)	MPP
Število faz priključka	TRIFAZNI
Karakteristika delovne moči	D-1
Karakteristika jalove moči	J-N3

- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora biti za namen regulacije izhodne delovne moči opremljen z vmesnikom (vhodom), da se po prejemu navodila na vhodu zmanjša izhodna delovna moč. Operativna

uporaba vhoda se bo začela izvajati po vzpostavitvi sistema pri distribucijskem operaterju oziroma njegovem pooblaščenem izvajalcu naloge obratovanja distribucijskega sistema in izpolnitvi spodaj navedenih komunikacijskih zahtev.

- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve frekvenčne stabilnosti, skladno z zahtevami poglavja IX.1.1 iz Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede stabilnosti obratovanja, v odvisnosti od hitrosti spreminjanja frekvence (RoCoF), skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora izpolnjevati zahteve glede dopustnega zmanjšanja delovne moči iz največje izhodne delovne moči glede na padajočo frekvenco, skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.6, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora glede na tip izpolnjevati zahteve glede sposobnosti zagotavljanja obnovitve delovne moči po okvari skladno z zahtevami iz poglavja IX.1.9, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) tipov B, C in D, ki je sinhrono povezan z distribucijskim sistemom (vrste SPEM), mora glede kotne stabilnosti v obratovanju (FRT karakteristika) izpolnjevati zahteve poglavja X.1, Priloge 5, SONDSEE, Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) tipov B, C in D v proizvodnem polju (vrste MPP) pa zahteve iz poglavja X.2, Priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) bo po obvestilu distribucijskega operaterja morala glede na tip izpolniti komunikacijske zahteve, skladno s poglavjem XIII.1-5, Priloge 5, SONDSEE. Distribucijski operater bo obvestil imetnika soglasja o obvezi za izpolnitev navedenih zahtev po izgradnji svojega sistema za izmenjavo obratovalnih podatkov o proizvodni napravi najmanj 3 mesece pred začetkom izmenjave teh podatkov.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) mora glede na tip izpolniti zahteve glede delovanja sistemov posluževanja in prejema ukrepov na daljavo, skladno s poglavjem XIV.1-2, priloge 5, SONDSEE.
- Elektroenergijski modul (naprava za skupnostno samooskrbo) se lahko glede na tip ponovno vključi na sistem po nenamernem izklopu, ki je posledica motnje v omrežju (sistemu) in vgradnje sistemov za avtomatski ponovni vklop, če izpolni pogoje, določene v poglavju XV.1, Priloge 5, SONDSEE.

3. Ločilno mesto

- Lokacija: NN priključno merilna omarica
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Ločilno mesto mora smiselno ustrezati vsem zahtevam iz poglavja VIII, Priloga 5, SONDSEE. Nahajati se mora med prevzemno predajnim mestom in napravo za skupnostno samooskrbo oziroma posameznimi elektroenergijskimi moduli ter hranilnikom električne energije. Merjenje parametrov omrežja (napetost, frekvenca napetosti, tok) se mora izvajati med prevzemno predajnim mestom (za števcem) in ločilnim mestom.
- Ločilno mesto mora biti opremljeno s preklopko in stikalom blokade ponovnega vklopa ločilnega mesta, s katerima lahko manipulira samo distribucijski operater. Zagotovljen mora biti ročni izklop stikala na ločilnem mestu in blokada ponovnega vklopa.
- Pri večjem številu elektroenergijskih modulov naprave za skupnostno samooskrbo, skupne delovne moči do vključno 30 kW, je dovoljena izvedba popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta. Če je skupna moč vseh elektroenergijskih modulov naprave za skupnostno samooskrbo večja od 30 kW, je treba vgraditi dodatno (neporazdeljeno) zaščito na ločilno mesto, ki v primeru delovanja izključi vse elektroenergijske module te proizvodne naprave za skupnostno samooskrbo.
- Porazdeljenost ločilnega mesta glede na stikalo na katero delujejo zaščite: NE

Lokacija	Zahtevane zaščite	Shema Uf zaščit
Stikalo ločilnega mesta	Frekvenčna, Napetostna, Pred povratno delovno močjo, Pretokovna, Kratkostična	UF-B

- Naprava za skupnostno samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo glede izvedbe posameznih zaščit izpolnjevati zahteve iz poglavij VIII.1.1 do VIII.4., Priloga 5, SONDSEE.
- Spremembe nastavitve zaščitnih naprav na ločilnem mestu lahko odobri samo pooblaščen oseba distribucijskega operaterja.
- Naprava za skupnostno samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli morajo ustrezati zahtevam delovanja hitrega avtomatskega ponovnega vklopa v distribucijskem sistemu.
- Vsak izpad napetosti v javnem omrežju EES mora povzročiti zanesljiv izklop stikala na ločilnem mestu.

- Naprava za skupnostno samooskrbo oziroma posamezni elektroenergijski moduli se lahko po lastnem izklopu ponovno avtomatsko vključita v omrežje pod pogoji, določenimi v poglavju VIII.6, SONDSEE.
- Zaščita na ločilnem mestu in generatorska zaščita ne smeta omejevati vgradnje oziroma delovanja shunt stikala, ki ob zemeljskem stiku v SN omrežju za trenutek v RTP ozemlji fazo, na kateri je zemeljski stik.

Ostale zahteve za ločilno mesto:

- Če je na ločilnem mestu priključenih v omrežje več enofaznih naprav skupnostne samooskrbe hkrati, morajo biti čim bolj enakomerno razporejene po fazah. V nobenem primeru ne sme fazno neravnotežje v obratovanju presegati 3,7 kW (največja razlika delovne moči med posameznimi linijskimi vodniki). Moč enofaznega naprav skupnostne samooskrbe ne sme presegati 3,7 kW.
- To je predvsem treba upoštevati pri priključevanju vseh naprav skupnostne samooskrbe, ki uporabljajo enofazne razsmernike za povezavo z omrežjem. Največja dovoljena skupna delovna moč naprav skupnostne samooskrbe, ki vsebuje enofazne naprave skupnostne samooskrbe, ne sme presegati 11,1 kW.

4. Prezemno predajno mesto (mesto oddaje električne energije v distribucijski sistem) - pogoji za vložnika

- Lokacija: V omarici na fasadi objekta
- Nazivna napetost: 0,4 kV
- Merilne naprave:
 - Polindirektni trifazni dvosmerni števec delovne in jalove energije z merjeno močjo razreda točnosti B ali 1 za delovno energijo ter 2 za jalovo energijo, s komunikacijskim vmesnikom - za odjemalce in proizvajalce
 - Tokovni transformator r. 0,5 za vgradnjo v omrežje nazivne napetosti 230/400 V s prestavnim razmerjem 250/5 A
 - Priključno merilna omarica mora glede konstrukcije in tehničnih karakteristik, minimalnih dimenzij, uporabe in lokacije namestitve ustrezati zahtevam poglavja 6, Priloge 4 (Tipizacija omrežnih priključkov uporabnikov sistema in nizkonapetostnih priključnih omaric), SONDSEE. Pri tem mora biti za nizkonapetostne priključke v njo vgrajeno varovalčno podnožje, ustrezno izbrano glede na vrsto in presek priključka.
 - Stroške nakupa in namestitve zahtevane merilne in komunikacijske opreme ob prvi namestitvi na merilnem mestu in ob vsaki zamenjavi, ki je posledica zahteve imetnika soglasja, na podlagi katere obstoječa merilna oprema ne izpolnjuje več meroslovnih ali ostalih zahtev, plača imetnik soglasja distribucijskemu operaterju in so določeni v Ceniku drugih storitev, ki jih ELES, d.o.o. zaračunava uporabnikom sistema.

Namestitev in ožičenje merilne in komunikacijske opreme izvede distributer. Stroške plača imetnik soglasja distribucijskemu operaterju ELES, d.o.o. in so določeni v Ceniku drugih storitev, ki jih ELES, d.o.o. zaračunava uporabnikom sistema in se nahaja na spletni strani www.eles.si

B.) ODJEM (LASTNA RABA)

Mesto vključitve priključka lastne rabe v distribucijski sistem ter prezemno predajno mesto sta isti kot za proizvodnjo, navedeno v poglavju II. TEHNIČNI POGOJI A.) PROIZVODNJA.

1. Ostali tehnični pogoji - imetnik soglasja:

- zraven obstoječe R-PMO na fasadi telovadnice dograditi novo PMO za SE OŠ Hrpelje
- od R-PMO do nove PMO napeljat priključni kabel 4 x Cu 1x240 mm² (po projektu)
- v PMO vgraditi elemente za priklop SE OŠ Hrpelje
- pred začetkom del obvestiti nadzorništvo Hrpelje

OSTALI POGOJI

- Vgrajene naprave v proizvodni napravi skupnostne samooskrbe morajo izpolnjevati pogoje smernic elektromagnetne združljivosti (EMC), za kar morajo imeti ustrezne certifikate.
- Uporabnik se bo v sistem skupnostne samooskrbe vključil na podlagi Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21 in 189/21) (mesečni obračun).
- Kakovost električne energije, ki jo proizvodna naprava skupnostne samooskrbe oddaja v omrežje EES mora biti v skladu s SONDSEE, tako da obratovanje ostalih odjemalcev ali proizvajalcev na tem omrežju v nobenem primeru ni moteno, v nasprotnem primeru lahko distribucijski operater predpiše dodatne pogoje.

- Imetnik soglasja mora po dokončnosti tega soglasja z upravljavcem distribucijskega sistema skleniti pogodbo o priključitvi, v kateri bodo urejeni odnosi v zvezi s priključkom, plačilom omrežnine za priključno moč in izvedbe pregleda za priključitev na omrežje.
- Pred začetkom obratovanja mora imetnik soglasja skladno s Prilogo 5, SONDSEE in tipom proizvodne naprave pridobiti končno obvestilo o odobritvi obratovanja.
- Imetnik soglasja za priključitev mora pred začetkom odjema električne energije z izbranim dobaviteljem električne energije skleniti pogodbo o dobavi električne energije in z distribucijskim operaterjem pogodbo o uporabi distribucijskega sistema. Izbranega dobavitelja lahko po priključitvi uporabnik zamenja v skladu s predpisi za menjavo dobavitelja. Seznam dobaviteljev je objavljen na spletni strani ELES, d.o.o.. Primerjava stroškov dobave električne energije je mogoča na spletni strani Agencije za energijo. Uporabnik sistema, ki nima dostopa do spleta, lahko za uresničevanje pravic in obveznosti iz naslova sprememb na merilnem mestu, izbire dobavitelja elektrike s pomočjo seznama dobaviteljev elektrike, cenika omrežnine in prispevkov ter drugih storitev, izvajanje zasilne in nujne oskrbe ter v ostalih zadevah, pridobi informacije in si naroči vsebine ter dokumente, objavljene na spletu, po redni pošti na svoj naslov, in sicer tako, da kontaktira klicni center, ELEKTRO PRIMORSKA, d.d. na brezplačno telefonsko številko 080 34 32 ali ELES, d.o.o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.
- Imetnik soglasja za priključitev mora po dokončnosti tega soglasja in pred priključitvijo poravnati stroške omrežnine za priključno moč (OPM), neposredne stroške priključevanja (NSP) in stroške namestitve merilnih naprav. Ti stroški bodo določeni na podlagi cenikov distribucijskega operaterja družbe ELES, d.o.o., dosegljivih na spletni strani www.eles.si/ceniki, ki bodo veljavni na dan sklenitve pogodbe o uporabi sistema, in pogojev iz tega soglasja za priključitev. Za določitev višine OPM se upošteva skupina končnih odjemalcev in priključna moč odjema iz distribucijskega omrežja oziroma jakost omejevalca toka. Za določitev višine NSP se upošteva vrsta priključka in nazivna napetost. Za določitev višine stroškov namestitve merilnih naprav se upošteva obseg merilnih naprav skladno s Prilogo 2 - Tipizacijo merilnih mest SONDSEE. Dokončna višina teh stroškov bo določena v predračunu, ki bo imetniku soglasja za priključitev posredovan po prejemu popolne vloge za priključitev in uporabo sistema in z izdajo pogodbe o uporabi sistema.
- Pred priključitvijo naprave skupnostne samooskrbe mora biti s strani upravljavca distribucijskega sistema izvršen pregled priključka glede izpolnjevanja tehničnih ter drugih pogojev, določenih v soglasju za priključitev in predložen merilni protokol preizkusov zaščitnih naprav.
- Sestavni del zaprosila za priključitev so tudi obratovalna navodila sestavljena skladno s SONDSEE.
- Za vsako spremembo elektroenergetskih ali tehničnih pogojev tega soglasja za priključitev mora imetnik soglasja vložiti vlogo za spremembo soglasja za priključitev in k vlogi priložiti potrebno dokumentacijo.
- V primeru, ko distribucijski operater ugotovi, da uporabnik s svojo proizvodnjo električne energije povzroča motnje (nemiren odjem električne energije) ostalim uporabnikom električne energije, si distribucijski operater pridržuje pravico naknadno predpisati dodatne pogoje, v katerih od uporabnika zahteva odpravo teh motenj.
- To soglasje za priključitev preneha veljati, če imetnik soglasja v dveh letih ne izpolni vseh zahtev iz tega soglasja. Na predlog imetnika soglasja, ki mora biti vložen najkasneje 30 dni pred potekom veljavnosti soglasja, se veljavnost tega soglasja za priključitev lahko podaljša največ dvakrat, vendar vsakič največ za eno leto.
- Na uporabnikove elektroenergetske naprave ni dovoljeno brez soglasja upravljalca priključevati elektroenergetskih naprav drugih uporabnikov.
- Zaradi priključitve uporabnikovega objekta na distribucijski sistem ne smejo biti prizadete pravice in pravne koristi tretjih oseb. Škodo, ki bi nastala zaradi kršitev pravic in pravnih koristi teh oseb, nosi uporabnik.
- V postopku izdaje tega soglasja posebni stroški niso nastali.

O b r a z l o ž i t e v

Imetnik soglasja OBČINA HRPELJE-KOZINA, HRPELJE - REŠKA CESTA 14, 6240 KOZINA je dne 22. 12. 2023 z vlogo, ki smo jo zavedli pod zaporedno št. 1469450 zaprosil ELES, d.o.o. za izdajo soglasja za priključitev za potrebe skupnostne samooskrbe skupnost OŠ Hrpelje z elektroenergijskimi moduli za objekt SONČNA ELEKTRARNA, SE OŠ Hrpelje, na parcelah št. 3222/7, 5040 (k.o. 2560 - HRPELJE), na naslovu HRPELJE-REŠKA CESTA 30 v kraju HRPELJE.

ELES, d.o.o. ugotavlja, da je vložnik vlogi za izdajo soglasja za priključitev priložil vso potrebno dokumentacijo in dokazila, ki so pogoj za izdajo soglasja za priključitev.

ELES, d.o.o. je na podlagi dejstev, ugotovljenih v postopku, in v skladu s 139. členom Zakona o oskrbi z električno energijo (Ur.l. RS, št. 172/21), 42. členom Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (Ur.l. RS, št. 121/21, 189/21), Sistemskimi obratovalnimi navodili za distribucijski sistem električne energije (Ur.l. RS, št. 7/21, 41/22) ter Zakonom o splošnem upravnem postopku (Ur.l. RS št. 24/06 - uradno prečiščeno besedilo, 105/06, 126/07, 65/08, 08/10, 82/13, 175/20 in 3/22 - ZDeb) **odločil, kot je navedeno v izreku tega soglasja.**

POUK O PRAVNEM SREDSTVU:

Zoper to odločbo je dovoljena pritožba v 15 dneh od dneva vročitve na Agencijo za energijo, Strossmayerjeva ulica 30, 2000 Maribor. Pritožbo je potrebno vložiti na ELEKTRO PRIMORSKA, d.d., Erjavčeva ulica 22, 5000 Nova Gorica, pisno ali ustno na zapisnik oziroma poslati priporočeno po pošti.

Datum izdaje: **12. 4. 2024**

Postopek vodil/-a:

Vladimir Stopar, univ. dipl. inž. el.



Direktor ELES, d.o.o.:

mag. Aleksander Mervar

po pooblastilu

Vladimir Stopar, univ. dipl. inž. el.

Vročiti po elektronski pošti:- sasa.likavec@hrpelje.si

Vročiti:

- Arhiv



PRESOJA POŽARNE VARNOSTI

Investitor : Občina Hrpelje-Kozina
Reška cesta 14,
6240 Kozina

Vrsta in lokacija objekta: Sončna elektrarna na OŠ Hrpelje
Reška cesta 33, 6240 Kozina
parcelna št.: 3222/7, 5040 k.o.: 2560 - HRPELJE

Vrsta projektne dokumentacije: Presoja požarne varnosti objekta

Projektant: Inštitut za varnost Lozej d.o.o. Ajdovščina
Goriška cesta 62, Ajdovščina

Odgovorna oseba projektanta: Stanko Ožbot

Lozej d.o.o. z
Ajdovščina

Pooblaščen inženir požarne varnosti:

STANKO OŽBOT
dipl.var.inž.
IZS PI PV0653

Stanko OŽBOT, dipl.var.inž.

IZS PI PV0653

Podpis:

Strokovno presojo je v skladu s priporočilom Uprave Republike Slovenije za zaščito in reševanje izdelal pooblaščen inženir požarne varnosti, ki sme izdelati presojo požarne varnosti.

Številka dokumenta : 104/24-PS
Številka delovnega naloga: 1234/24
Številka izvoda: 1 2 A
Kraj in datum: Ajdovščina, avgust 2024

VSEBINA

A.	NALOGA.....	3
B.	TEHNIČNO POROČILO.....	3
1.	OPIS OBJEKTA.....	3
2.	NAČRTOVANI UKREPI POŽARNE VARNOSTI	4
C.	ZAKLJUČEK.....	8

A. NALOGA

Predvidena je namestitev fotonapetostnega sistema za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov na obstoječem objektu. Predvidena skupna nazivna moč elektrarne je **224,68 kWp**.

Pred priklopom na omrežje, je potrebno izvesti meritve ustreznosti ukrepa zaščite pred previsoko napetostjo dotika ter upravljavcu dostaviti zapisnik o uspešno opravljenih meritvah. Pred montažo modulov je potrebna statična presoja nosilnosti strešne konstrukcije, ki jo izdela pooblaščen statik.

B. TEHNIČNO POROČILO

1. OPIS OBJEKTA

Električna energija, proizvedena v tej elektrarni bo porabljena znotraj skupnostne samooskrbe v katere spadajo: Osnovna šola Hrpelje, Športna dvorana Kozina in Vrtec Sežana enota Hrpelje.

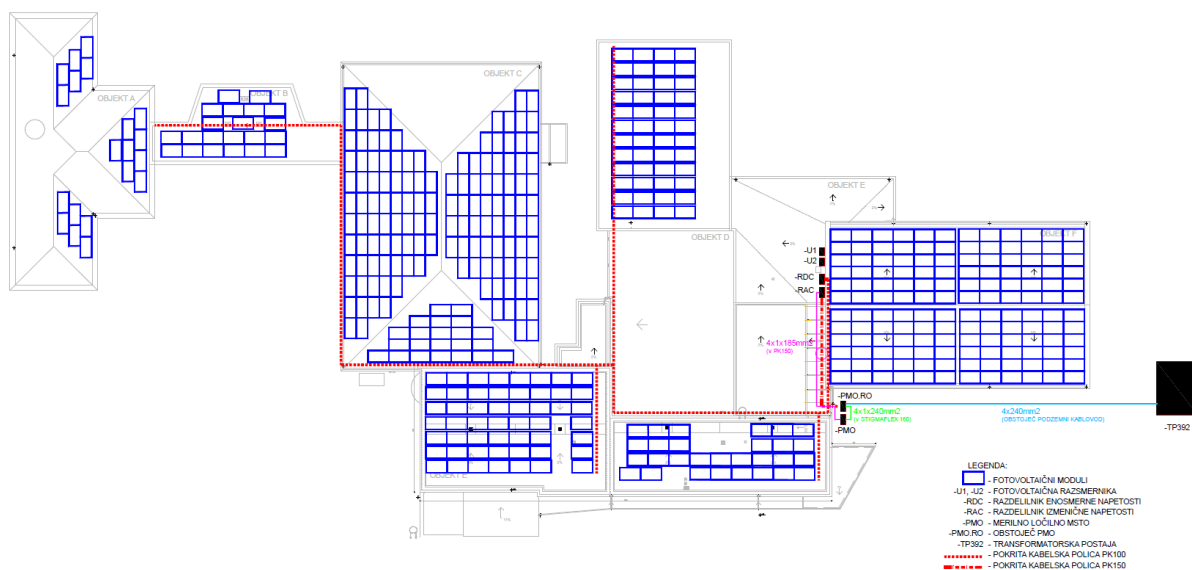
Z integracijo inteligentnega upravljanja pretoka energije EMS (Robotina), bo mogoče upravljati profile odjema in nadzor elektroenergetskih naprav ter zmožnost priklopa na centralno nadzorni sistem prek API protokola.

Elektrarna bo priključena na NN distribucijsko omrežje, po shemi PS.3B iz sistemskih obratovalnih navodil za distribucijski sistem električne energije SONDSEE.

Ključne karakteristike fotonapetostne elektrarne:

Način postavitve modulov na strehi poslovnih objektov:
79 modulov z naklonom 20° proti JZ (FV azimut: 241°)

Moč posameznega modula: 475 W
Število modulov: 473
Inštalirana moč modulov: 224,68kW
Število optimizatorjev: 473
Nazivna moč razsmernika: 90 kW
Število razsmernikov: 2
Inštalirana moč razsmernikov: 90 kW



Tipška shema PS.3B

Fotonapetostni generator bo sestavljen iz monokristalnih solarnih modulov, ki svetlobno energijo sončnega obsevanja s pomočjo fotoefekta neposredno pretvorijo v enosmerno električno napetost in tok.

Razsmerniki pretvarjajo enosmerno napetost fotonapetostnega generatorja in tok v izmenične vrednosti, ter opravi sinhronizacijo z javnim NN električnim omrežjem. V sistemu bodo nameščena dva trifazna razsmernika moči 90 kW, ki bodo imeli priključen fotonapetostni generator.

Razsmernik ima na izmenični strani vgrajeno zaščito, ki jo sestavljajo podnapetostna, prenapetostna, podfrekvenčna, nadfrekvenčna in impedančna zaščita.

Na enosmerni strani (proti fotonapetostnemu generatorju) je vgrajena RDC omarica s prenapetostno ter kratkostično zaščito.

Razsmernik se pritrdi na tipsko podkonstrukcijo na fasado objekta, ki mora biti v območju razsmernikov izdelana iz negorljivega materiala, oz. se **predhodno na fasado namesti 15 mm debela silikatna plošča, tako da bo segala z vseh strani 1 m okoli razsmernika**. Nad razsmernik se namesti preprosta strešica iz antikorozijsko zaščitene pločevine.

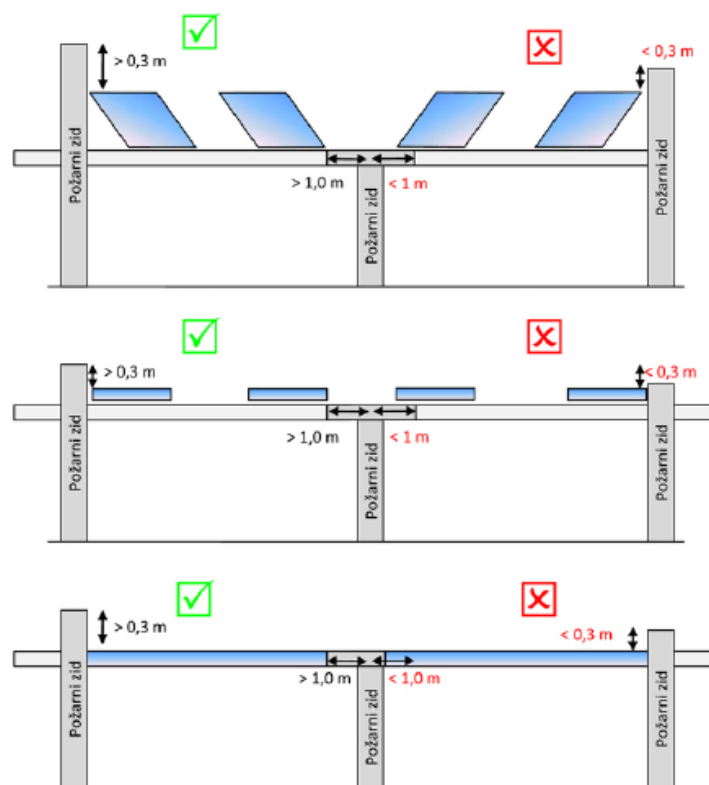
2. NAČRTOVANI UKREPI POŽARNE VARNOSTI

Pri načrtovanju sončne elektrarne je potrebno upoštevati določila smernice **SZPV 512**. Za podkonstrukcijo naj projektant izbere take materiale in proizvode, da imajo ustrezne požarne lastnosti glede na obstoječ požarno varnostni koncept in jih bo podkonstrukcija imela celo življenjsko dobo fotonapetostnega sistema.

Streha

Napetostni moduli morajo biti nameščeni na **negorljivi strešni kritini**. V kolikor se elektrarna namešča na ravnih strehah, ki so zaključene s folijo, se zahteva izvedba **negorljive izolacije** pod folijo. V kolikor je preko gorljive izolacije izveden mineralni sloj (prodec) debeline 5 cm se smatra prav tako za ustrezno.

Upogljivi moduli iz plastičnih mas, ki niso razreda $B_{\text{roof}}(t1)$, se lahko namestijo na stavbo le, če je to skladno s požarno zasnovo stavbe in je odmik od relevantne meje večji od 10 m oziroma od višine stavbe, če je ta večja.



Slika 3: Primeri pravilne in nepravilne postavitve modulov
(vir: Gregor Kušar)

Lokacija modulov ob požarnih zidovih in požarno nezaščitenih odprtinah

Pri postavitvi sončne elektrarne na stavbo je treba upoštevati delitev stavbe na požarne sektorje. Module je treba v okolici požarnih zidov namestiti tako, da ne pripomorejo k preskoku požara iz sektorja v sektor, preboji inštalacij pa morajo biti taki, da ne zmanjšujejo požarne varnosti stavbe (slika 3).

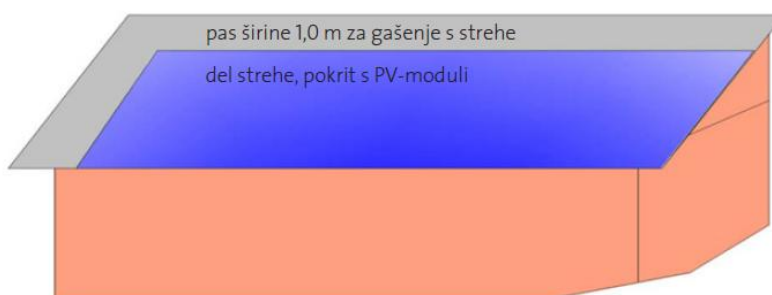
Odmik modulov sočne elektrarne od odprtin na strehi (jaški, svetlobniki,...) mora biti najmanj 1m na vse strani odprtine ne glede na tip predvidene strehe.

Zagotavljanje prostih poti za vzdrževanje in gašenje med polji modulov – Poševne strehe

V kolikor ima *dvokapnica* prisojno polovico strehe v celoti prekrita z moduli, dostop do podstrehe oziroma na streho pa je z obojne strani ni zahtev za zagotavljanje prostih poti.

V kolikor ima je poševna streha (eno- ali dvokapnica) v celoti pokrita z moduli, dostop do podstrehe pa je omogočen skozi okno s širino najmanj 0,9 m in z višino najmanj 1,2 m ni zahtev za zagotavljanje prostih poti.

V kolikor poševna streha (eno- ali dvokapnici), nima ustreznega okna za dostop, je treba zaradi gašenja zagotoviti pas s širino najmanj 1,0 m od roba strehe vsaj z ene strani in enak pas pod slemenom (slika 4).

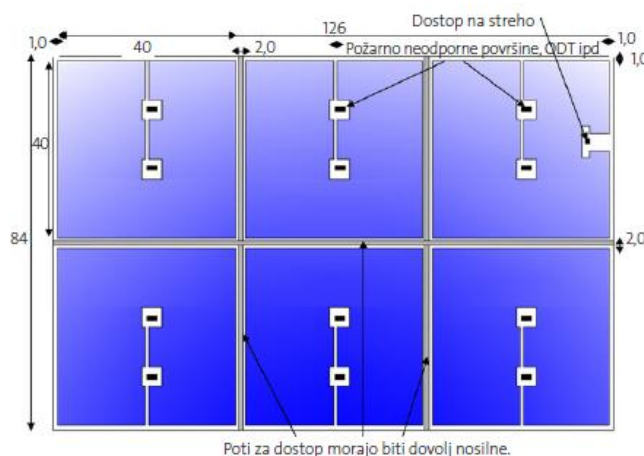


Slika 4: Primer, ko dostop do strehe oziroma pod streho ni možen skozi okno ali neposredno z zemljišča (vir: Gregor Kušar)

Zagotavljanje prostih poti za vzdrževanje in gašenje med polji modulov – Ravne strehe

Pri ravnih strehah s tlorisno površino manj kot 40,0 m x 40,0 m **brez ustreznega dostopa** na streho, je treba za dostop vzdrževalcev in gasilcev zagotoviti pas s širino najmanj 1,0 m in sicer vsaj z ene strani strehe.

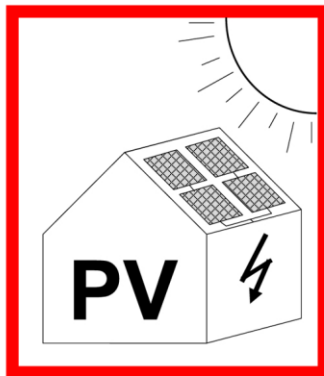
Pri ravnih strehah s površino več kot 40,0 m x 40,0 m je treba polja modulov omejiti na največ 40,0 m x 40,0 m. Med robom strehe in takim poljem mora biti najmanj 1,0 m širok pas za dostop. Med dvema takima poljema mora biti prost prehod s širino najmanj 2,0 m.



Slika 9: Postavitev 6 polj modulov na ravni strehi z ustreznim dostopom za intervencijo (merjeno v metrih) (vir: Gregor Kušar)

Objekt mora biti označen z opozorilo tablo:

SONČNA ELEKTRARNA NA OBJEKTU



POZORI!

NEVARNOST ELEKTRIČNEGA UDARA PRI
GAŠENJU Z VODO!

ENOSMERNI TOK – PO IZKLOPU LAHKO
NEKATERI DELI OSTANEJO POD NAPETOSTJO

Enosmerni tok se lahko, ob prisotnosti dnevne svetlobe, pojavi v vodnikih, ki vodijo od PV modulov do odklopne stikala, tudi kadar je sistem izklopljen.

Razsmerniki

Razsmerniki morajo ustrezati zahtevam SIST EN 62109 in SIST EN 50524. Pri montaži je treba upoštevati navodila SIST HD 60364-7-712. Pri določanju lokacije razsmernikov in priključnih omaric je treba upoštevati navodila proizvajalcev in zahteve tehnične smernice. **Razsmerniki morajo biti montirani na negorljivi podlagi.**

Razsmernike je treba namestiti izven območja evakuacijskih poti in dostopov za gasilce in jih glede na lokacijo ustrezno zaščititi pred prahom, vlago in vodo (IP-zaščita). Pri izbiri vrste razsmernika je treba upoštevati razmere v okolju, v katerem bo nameščen: temperaturo, vlažnost prostorov oziroma razmere na prostem. Če so razsmerniki v stavbi, morajo biti v suhem prostoru, kjer se ne praši in kjer niso izpostavljeni visokim temperaturam. Če so kabli do razsmernikov napeljani v požarno odpornih jaških ali kanalih, mora biti tudi prostor z razsmerniki požarno ločen od sosednjih prostorov.

Okrog razsmernikov mora biti zagotovljeno zračenje in hlajenje, ki je potrebno za njihovo brezhibno delovanje (zahteve so podane v navodilih proizvajalca). Razsmerniki morajo biti dovolj razmaknjeni tudi med seboj.

Razsmerniki se ne smejo nameščati neposredno na lesene gradbene elemente ali druge gorljive materiale. Med gorljiv material in razsmernik je treba namestiti negorljivo toplotno izolirno ploščo ustrezne debeline, ki naj na vseh straneh sega vsaj 1,0 m preko robov razsmernika. Ustrezna je npr. 15 mm debela plošča iz kalcijevega silikata ali suhomontažna plošča s primerljivo izolativnostjo.

V razdalji 1,0 m okoli razsmernikov ne sme biti gorljivih materialov. Razsmerniki ne smejo biti izpostavljeni hlapom in plinom agresivnih snovi, vodni pari, drobnim prašnim delcem, izlivu vode ali poplavi.

V prostoru z razsmerniki ali v bližini razsmernikov, če so razsmerniki na fasadni steni mora biti nameščen najmanj **en gasilnik s CO₂**, ki ima sposobnost gašenja vsaj 89 B (temu ustreza gasilnik s 5 kg CO₂). Prostor mora biti označen z naslednjim napisom:



Določitev odmikov od sosednjih objektov in parcel glede na požarne lastnosti zunanjih delov objekta

Postavitev fotovoltaične elektrarne ne spreminja odmikov od sosednjih parcel oziroma sosednjih parcelnih mej in objektov.

Električna napeljava

Zaščito pred električnim udarom delimo na zaščito pred neposrednim dotikom in zaščito pred posrednim dotikom.

Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem in s pregradami. Vsi vodniki so izolirani tako, da na vodnikih ne more priti do neposrednega dotika. Vodniki so spojeni v stikalnem bloku, v razvodnih škatlah in v napravah. Vsi spoji so prekriti s pregradami tako, da tudi pri spojih vodnikov (kjer je sneta izolacija) ni možen neposredni dotik delov pod napetostjo. Oprema stikalnih blokov je zakrita s pregradami tako, da tudi v stikalnih blokih ni možen neposredni dotik delov pod napetostjo. Vse navedeno velja za normalno uporabo.

Zaščita pred posrednim dotikom je izvedena s samodejnim izklopom napajanja. V primeru okvare, ko pride na zaščiteni napravi do nevarnosti posrednega dotika, nam zaščitne naprave izključijo tokokrog v okvari v predpisanem času.

Izenačitev potenciala

Vse kovinske dele instalacij je potrebno medsebojno povezati v **točko enotnega potenciala**. S tem se prepreči preboje ne ohišja in kovinske dele drugih naprav instalacij, ki so posledica razelektritvenega toka, ki ustvari po udaru strele močno magnetno polje v okoliških zankah, kar inducira napetost, ki uničuje naprave in predstavlja možnost za preskok iskre in s tem nastanka požara. Kriterije za izenačitev potenciala določa standard IEC 62305-1:2010.

Strelovodna zaščita

Strelovodna zaščita celotnega objekta je predvidena v obliki Faraday-eve kletke in je projektirana v skladu z veljavno zakonodajo (smernica **TSG-N-003:2021 – Zaščita pred delovanjem strele**). Zahteve za strelovodno zaščito fotovoltaične elektrarne – modulov so podane tudi v tehnični smernici **SZPV 512**.

C. ZAKLJUČEK

Z zahtevano ureditvijo, se s postavitvijo sončne elektrarne na streho objekta, požarna varnost objekta ne bo poslabšala. Investitor mora izdelati požarni načrt, ki bo prikazal načrt intervencije v primeru požara.

ROBOTINA d.o.o.

Oic – Hrpelje 38

6240 Kozina

Sežana, 23. avgust 2024

**PREDMET: MONTAŽA SISTEMA SOLARNIH PANELOV NA STREHO OŠ
DRAGOMIRJA BENČIČA - BRKINA – STATIČNA PRESOJA**

Projekt predvideva statično presojo za postavitve FV panelov na obstoječe strehe skupine objektov, ki sestavljajo kompleks OŠ Dragomirja Benčiča – Brkina v Hrpeljah na naslovu Reška cesta 30, 6240 Kozina.

Šolski kompleks je sestavljen iz več objektov, ki so bili zgarjeni v različnih obdobjih.

FV panele se postavlja na strehe sledečih objektov:

- Objekta A
- Objekta B
- Objekta C
- Objekta E nad upravnim delom
- Prizidka k objektu D
- Objekta F

Objekta A in C imata leseno ostrešje, sestavljeno iz povezij in špirovcev. Povezovalni objekt B med objektoma A in C ima ravno streho v AB izvedbi. Upravni del na objektu E je zasnovan kot zidana konstrukcija z ravno streho, kjer glavno konstrukcijo tvorijo leseni lepljeni nosilci preko katerih poteka trapezna pločevina. Prizidek k objektu D ima AB ravno streho iz PVP plošč. Objekt F ima dvokapno streho z minimalnim naklonom, kjer glavno konstrukcijo tvorijo jekleni palični nosilci preko katerih so položene nosilne siporeks plošče.

Dimenzija nosilnih elementov, upoštevanih v preračunu so v skladu s pridobljenimi podatki iz projektov in iz opravljenega ogleda na lokaciji.

Materjali uporabljeni pri konstrukcijah so:

- Masivni les C24
- Lepljeni les GL24h

- Beton C25/30
- Jeklo S235
- PVP plošče iz betona C40/50

Upoštevana vertikalna obtežba na okvirjih:

1) Objekt A		
Stalna	kritina (opečna kritina, izolacija)+ podkonstrukcija	0,60kN/m ²
2) Objekt B		
Stalna	kritina (, izolacija, sika)+ podkonstrukcija	0,40kN/m ²
3) Objekt C		
Stalna	kritina (opečna kritina, izolacija)+ podkonstrukcija	0,60kN/m ²
4) Objekt E		
Stalna	kritina (izolacija, sika)	0,20kN/m ²
5) Prizidek objekt D		
Stalna	prodniki + H.I. + izolacija + beton + instalacije	3,50kN/m ²
6) Objekt F		
Stalna	kritina (izolacija, sika)	0,20kN/m ²
Stalna	FV paneli z balasti v skupni teži	0,20kN/m ²
Koristna	sneg:Hrpelje , n.v. 489 m, M1, faktor izpostavljenosti 0,80, sk=0,63 kN/m ²	0,40 kN/m ²
Koristna	veter: Hrpelje, Cona 3, III, v _{b0} = 30 m/s,	q _w =0,56kN/m ²

Po izvedenih kontrolah po veljavnih standardih je bilo ugotovljeno, da nosilne konstrukcije streh kompleksa OŠ Dragomirja Benčiča Brkina Reška cesta 30, 6240 Kozina, **zagotavljajo** zadostno nosilnost konstrukcije za montažo sistema solarnih panelov na streho.

ODGOVORNI PROJEKTANT GRADBENIH KONSTRUKCIJ

David Vesnaver, u.d.i.g., G-2780



Priloge:

- Statični izračun in kontrola strešne konstrukcije za novo obtežno stanje

OŠ DRAGOMIRJA BENČIČA BRKINA - HRPELJE

Statična presoja

OBJEKT A

ŠPIROVCI



Staticna shema

Cross-sections

	Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]
1	140x160		Other	Rect.	160,0	140,0	0	0	0	0	0

	Name	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]
1	140x160	22400,00	18666,67	18666,67	6,9955E+7	4,7787E+7	3,6587E+7	0	4,7787E+7	3,6587E+7	0

	Name	I _ω [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
1	140x160	2,8318E+9	597333,3	597333,3	522666,7	522666,7	896000,0	784000,0	46,2	40,4	140,0	160,0

	Name	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]
1	140x160	70,0	80,0	0	0

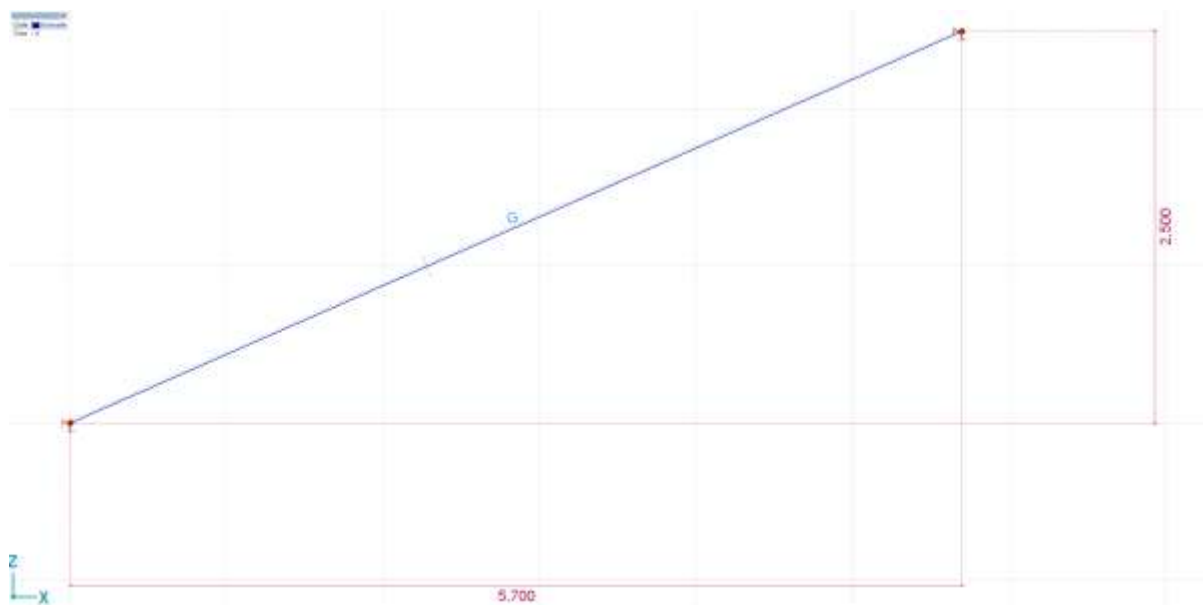
Name: Cross-section name; **Process:** Manufacturing process; **h:** Cross-section height; **b:** Cross-section width; **tw:** Web thickness; **tf:** Flange thickness; **r₁, r₂, r₃:** Rounding radius; **A_x:** Cross-section area; **A_y, A_z:** Shear area; **I_x:** Torsional inertia; **I_y, I_z:** Flexural inertia; **I_{yz}:** Centrifugal inertia; **I₁, I₂:** Principal flexural inertia; **α:** Principal directions; **I_ω:** Warping constant; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elastic section modulus; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plastic section modulus; **i_y, i_z:** Radius of inertia; **H_y:** Dimension in local y direction; **H_z:** Dimension in local z direction; **y_G:** y coordinate of the center of gravity; **z_G:** z coordinate of the center of gravity; **y_s:** y coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; **z_s:** z coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity;

Materials

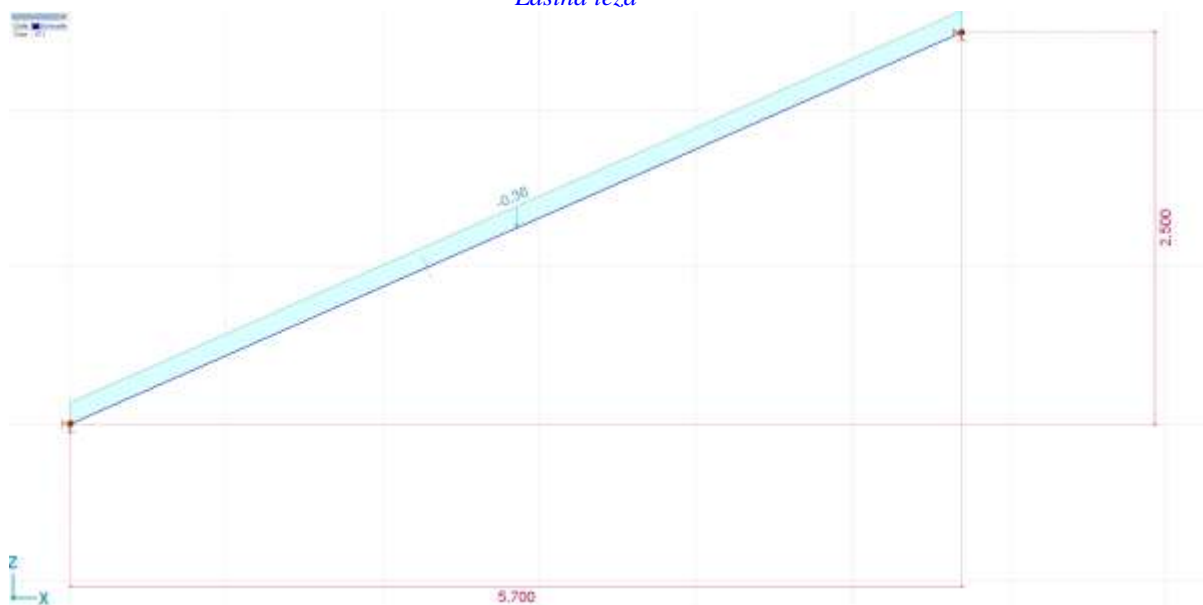
	Name	Type	National design code	Material code	Model	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]
1	C24	Timber	Eurocode	EN 338:2009	Linear	11000	370

	Name	ν	α _T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C24	0,20	8E-6	420

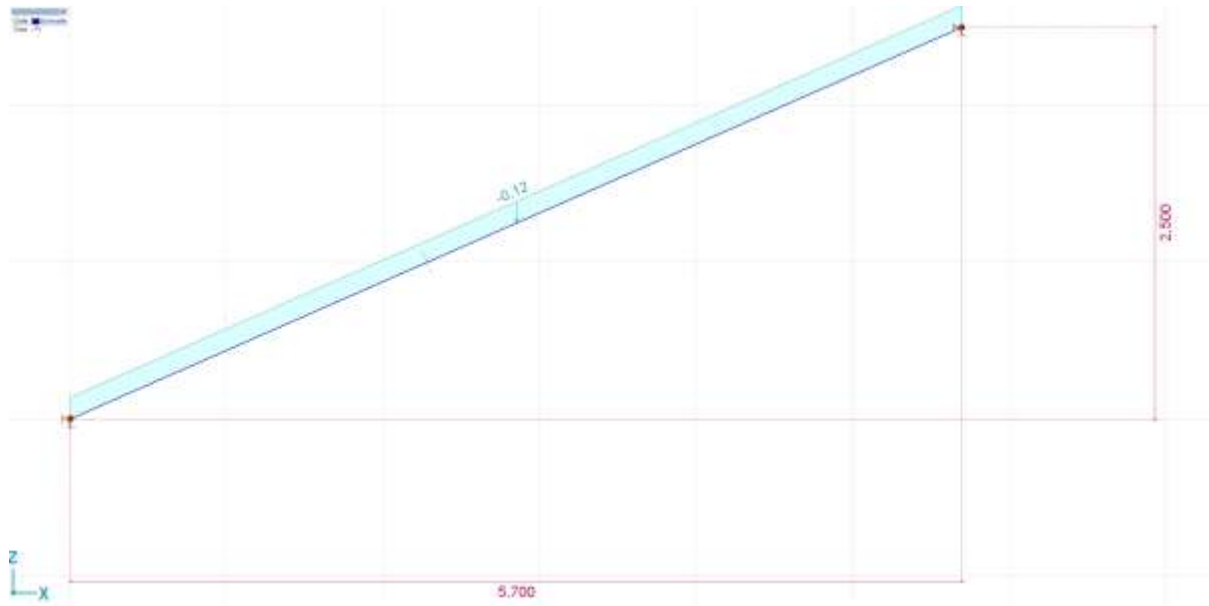
Name: Material name; **Type:** Type of material; **Model:** Material model; **E_x:** Young's modulus of elasticity in local x direction; **E_y:** Young's modulus of elasticity in local y direction; **ν:** Poisson's ratio; **α_T:** Thermal expansion coefficient; **ρ:** Density;



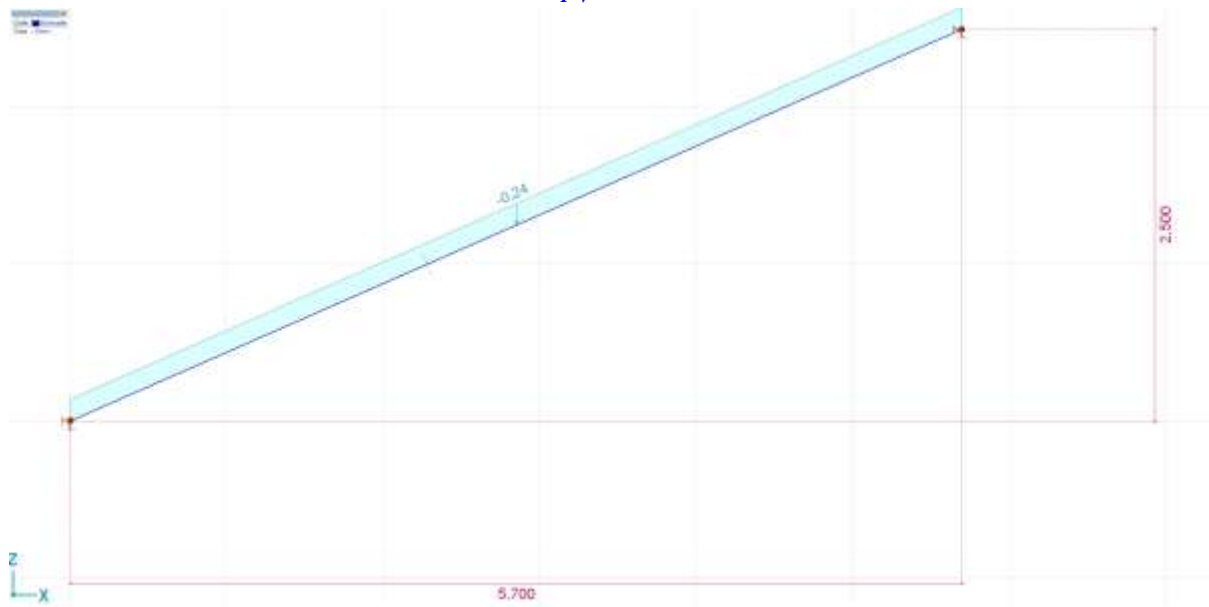
Lastna teža



Stalna obtežba

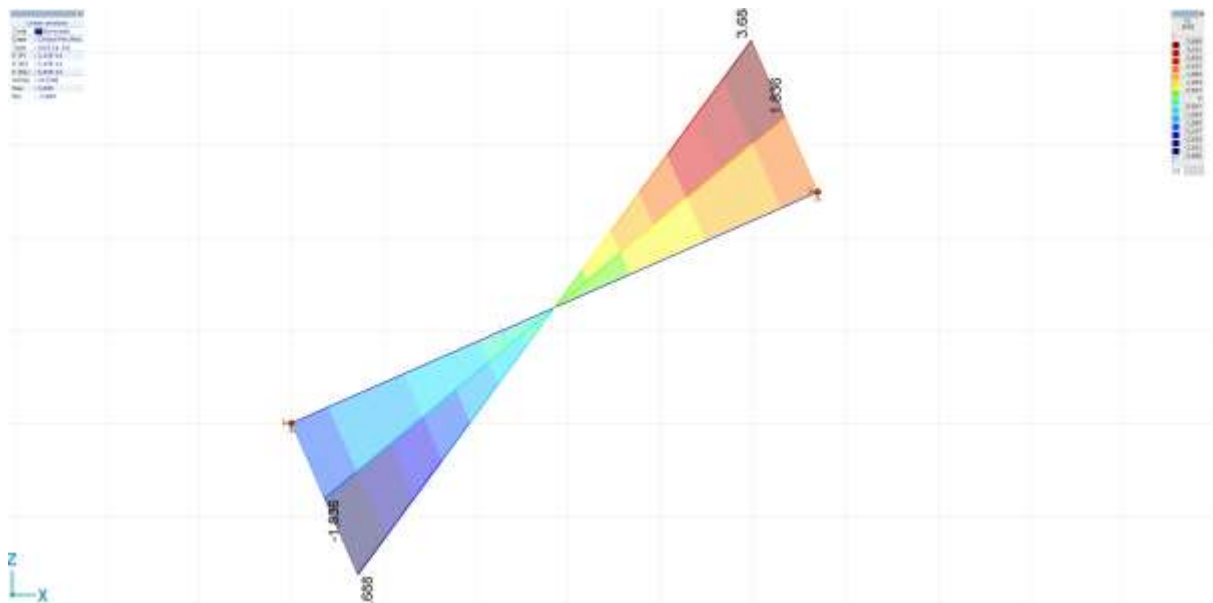


FV

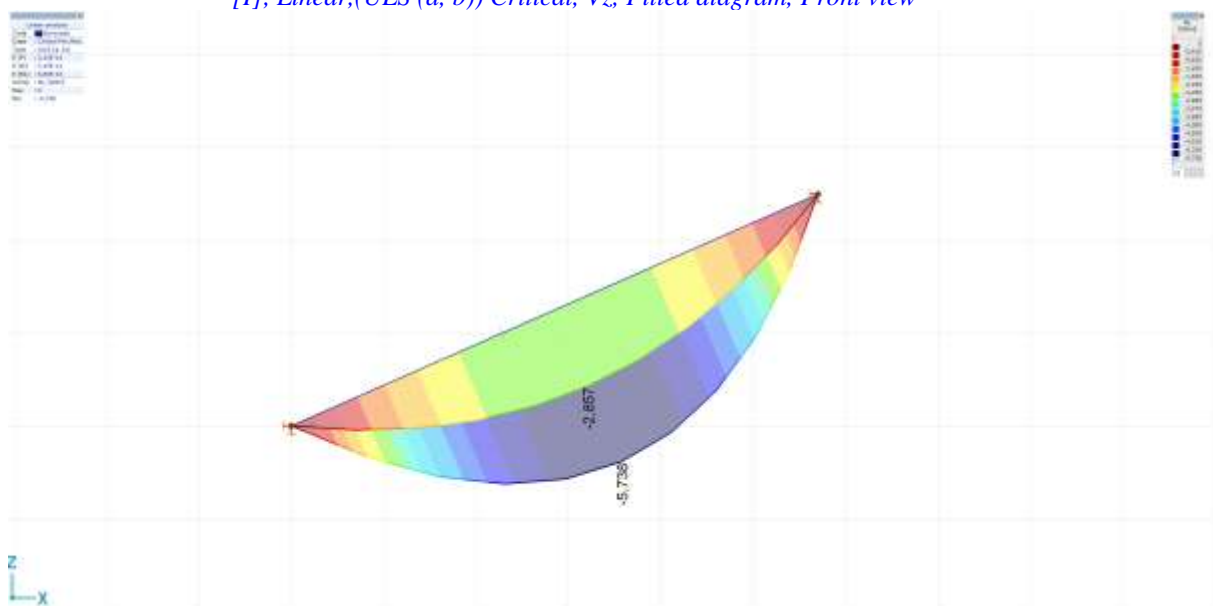


Sneg

Staticni preracun

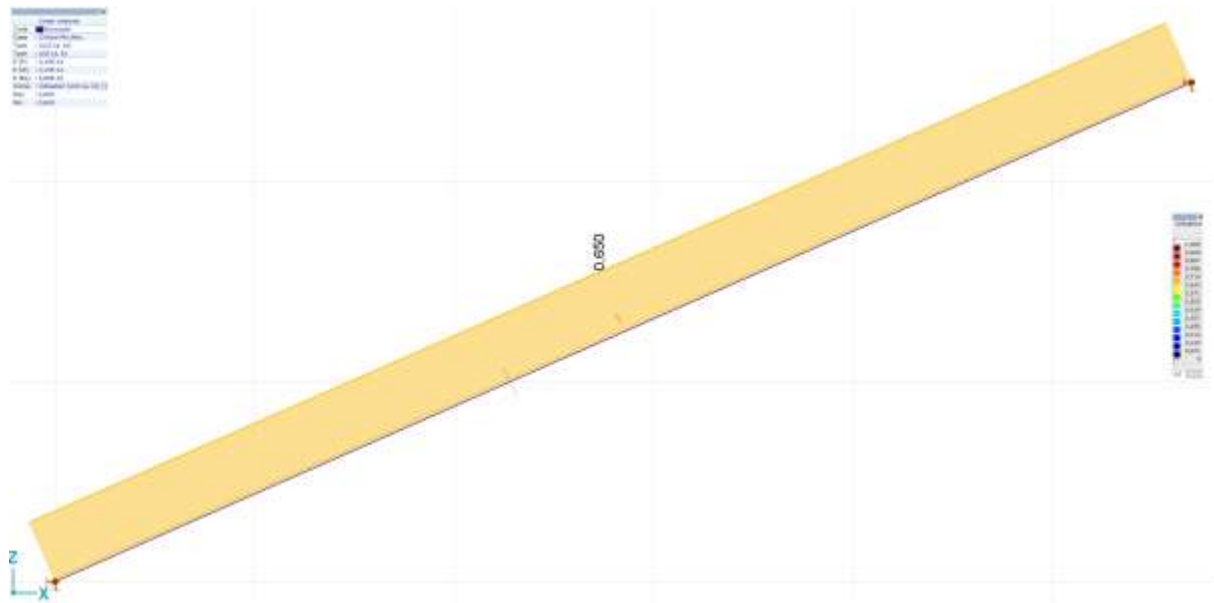


[I], Linear,(ULS (a, b)) Critical, V_z , Filled diagram, Front view



[I], Linear,(ULS (a, b)) Critical, M_y , Filled diagram, Front view

Dimenzioniranje



[TmI], Linear, (ULS (a, b)) Critical, Utilization, Filled diagram, Front view

TIMBER MEMBER DESIGN

Design member **1**

Nodes: **1-2**

Code: **Eurocode**

[EN 1995-1-1:2004 + A1:2008](#)

Material: **C24**

Service class: **2**

Cross-section: **140x160**

Load case: **Linear,(ULS (a, b)) Critical**

Load-duration class: **Linear,(ULS (a, b)) Critical**

1. Axial force

[EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4](#)

Critical combination: **[1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV] {1,5*KO} (1,5*0,5*Snow.)**

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 6224 = 6224$ mm

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{1617}{2,24 \cdot 10^4} = 0,072 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 14}{1,3} = 8,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,072}{8,6} = 0,8 \% \quad (6.1) \quad \text{passed}$$

2. Bending (y)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Critical combination: **[1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV] {1,5*KO} (1,5*0,5*Snow.)**

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 6224 = 3112$ mm

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 24}{1,3} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-5,7381 \cdot 10^6)|}{5,9733 \cdot 10^5} = 9,6 \text{ N/mm}^2 \quad (6.37)$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{9,6}{15} = 65,0 \% \quad \text{passed}$$

3. Bending (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|0|}{5,2267 \cdot 10^5} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{140} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1,014 \cdot 24}{1,3} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{15} = 0 \% \quad \text{passed}$$

4. Shear(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 140 \cdot 160} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V_y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4}{1,3} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{V_y,d}} = \frac{0}{2,5} = 0 \% \quad (6.13) \quad \text{passed}$$

5. Shear(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-3688)|}{0,67 \cdot 140 \cdot 160} = 0,37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4}{1,3} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,37}{2,5} = 15,0 \% \quad (6.13) \quad \text{passed}$$

6. Torsion

EN 1995-1-1: 6.1.8

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4}{1,3} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{160}{140} ; 1,3 \right) = 1,057 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,057 \cdot 2,5} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{passed}$$

INTERACTION CHECK

7. Axial Force-Bending

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 6224 = 3112 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{8,6} + \frac{|9,6|}{15} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{15} = 65,0 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{8,6} + 0,7 \cdot \frac{|9,6|}{15} + \frac{|0|}{15} = 45,5 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(65,0 ; 45,5) = 65,0 \% \quad \text{passed}$$

8. Compression-Bending-Buckling

EN 1995-1-1: 6.3.2

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1,5 \cdot \text{KO}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Snow.})$

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 6224 = 3112 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|9,6|}{15} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{15} = 65,0 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{|9,6|}{15} + \frac{|0|}{15} = 45,5 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(65,0; 45,5) = 65,0 \% \quad \text{passed}$$

9. Axial force-Bending-Lateral torsional buckling

EN 1995-1-1: 6.3.3

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV] {1,5*KO} (1,5*0,5*Snow.)

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 6224 = 3112 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 160_{max} = 320 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 140^2}{160 \cdot (1,00 \cdot 6224 + 320)} \cdot 7400 = 108 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{108}} = 0,47 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0}{0,14 \cdot 13} + \left(\frac{|9,6|}{1,00 \cdot 15} \right)^2 = 42,3 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|9,6|}{1,00 \cdot 15} = 65,0 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 65,0 \% \quad \text{passed}$$

10. Shear-Torsion

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV] {1,5*KO} (1,5*0,5*Snow.)

Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

At Point A (middle pont of the b side); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 160 \cdot 140} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,057 \cdot 2,5} + \left(\frac{0}{2,5} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

At Point B (middle point of the h side); $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1.5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1.5 \cdot |(-3688)|}{0.67 \cdot 160 \cdot 140} = 0.37 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1.057 \cdot 2.5} + \left(\frac{0.37}{2.5} \right)^2 = 2.2 \% \quad (\text{NA.55})$$

At Point O (center of the cross-section); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0}{2.5} \right)^2 + \left(\frac{0.37}{2.5} \right)^2 = 2.2 \% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0 ; 2.2 ; 2.2 ; 0 ; 15.0) = 15.0 \% \quad \text{passed}$$

11. Apex zone tensile stress perpendicular to the axis

EN 1995-1-1: 6.4.3

Critical combination: $[1.35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1.35 \cdot 0.85 \cdot \text{G} + 1.35 \cdot 1 \cdot \text{FV}] \{1.5 \cdot \text{KO}\} (1.5 \cdot 0.5 \cdot \text{Snow})$

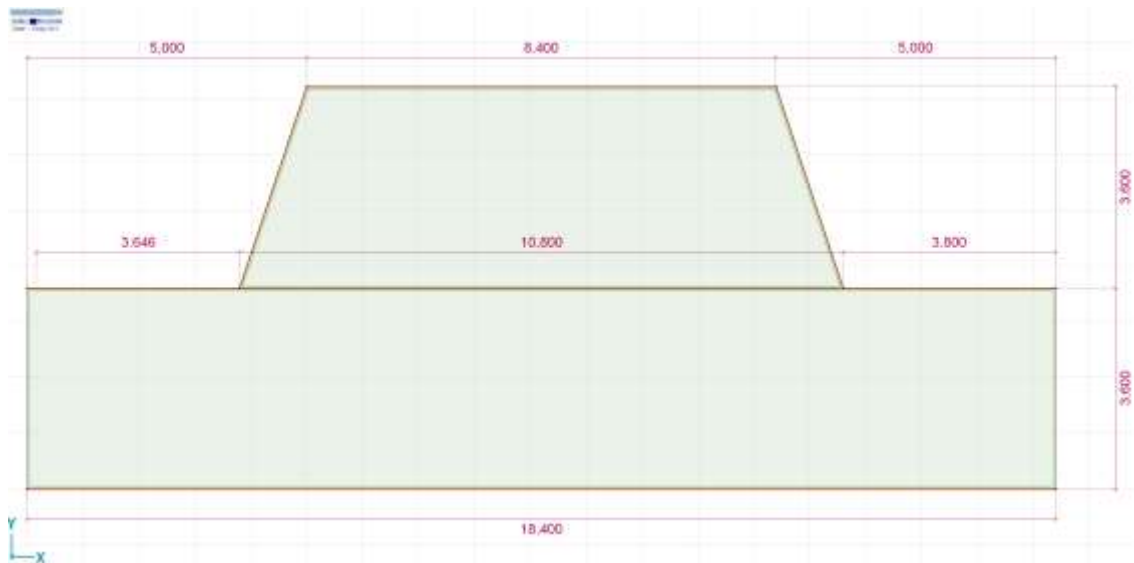
Load-duration class: **Medium term**

Critical section: $x = 0.00 \cdot L = 0.00 \cdot 6224 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{passed}$$

OBJEKT B

AB PLOŠČA



Staticna shema

Materials

	Name	Type	National design code	Material code	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]
1	C25/30	Concrete	Eurocode	EN 206	Linear	31500	31500

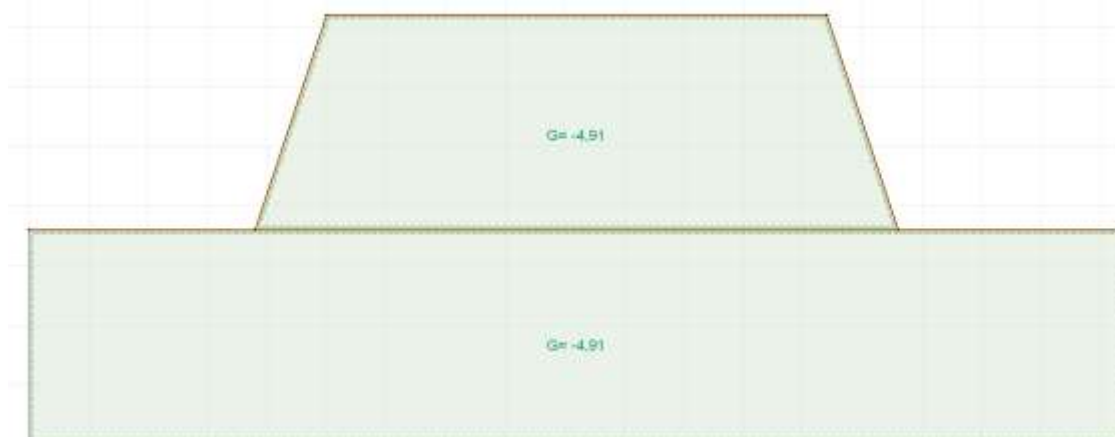
	Name	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C25/30	0,20	1E-5	2500

Name: Material name; **Type:** Type of material; **Model:** Material model; **E_x :** Young's modulus of elasticity in local x direction; **E_y :** Young's modulus of elasticity in local y direction; **ν :** Poisson's ratio; **α_T :** Thermal expansion coefficient; **ρ :** Density;

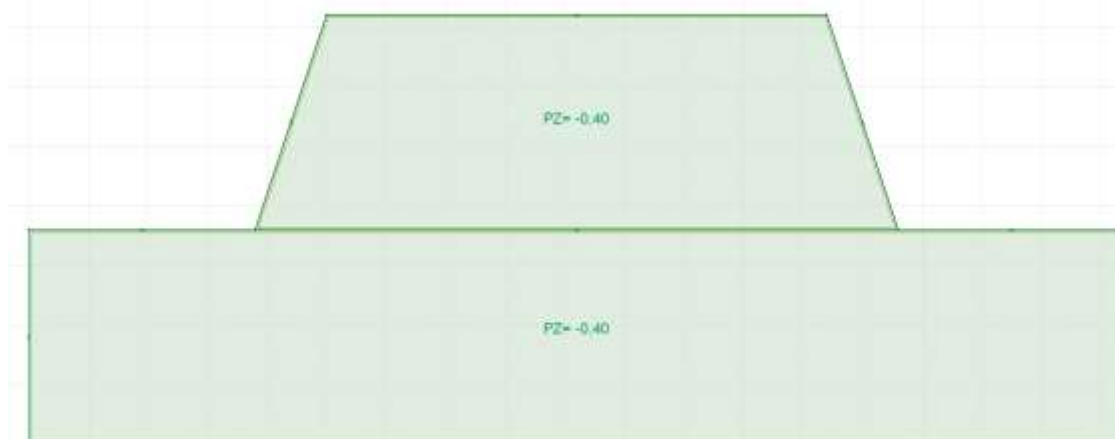
Domains

	Element type	Material	Ref _x	Ref _z	Thickness [mm]	$k_{bending}$ []	$k_{torsion}$ []	k_{shear} []	Area [m ²]	Hole	Mesh
1	Shell	C25/30	Auto	Auto	200	1,0000	1,0000	1,0000	66,240	-	1
2	Shell	C25/30	Auto	Auto	200	1,0000	1,0000	1,0000	34,560	-	1

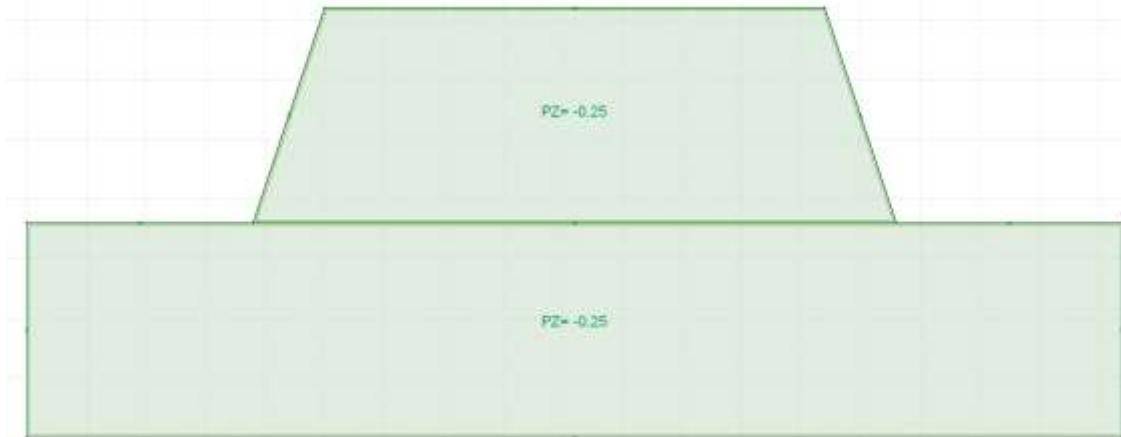
Element type: Surface element type; **Ref_x:** Reference for local x direction; **Ref_z:** Reference for local z direction; **$k_{bending}$:** Bending strength coefficient; **$k_{torsion}$:** Torsion strength coefficient; **k_{shear} :** Shear strength coefficient; **Area:** Domain area; **Hole:** Number of holes in domain; **Mesh:** Generated mesh;



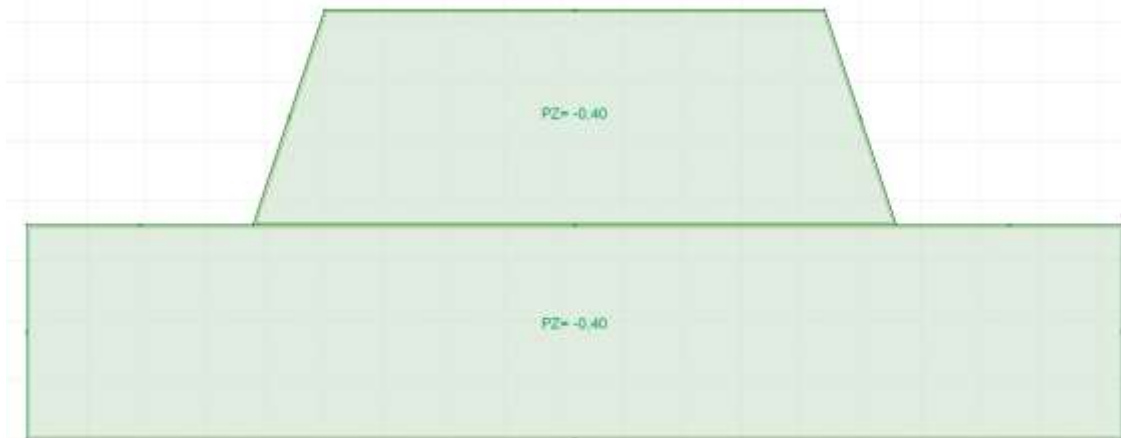
Lastna teža



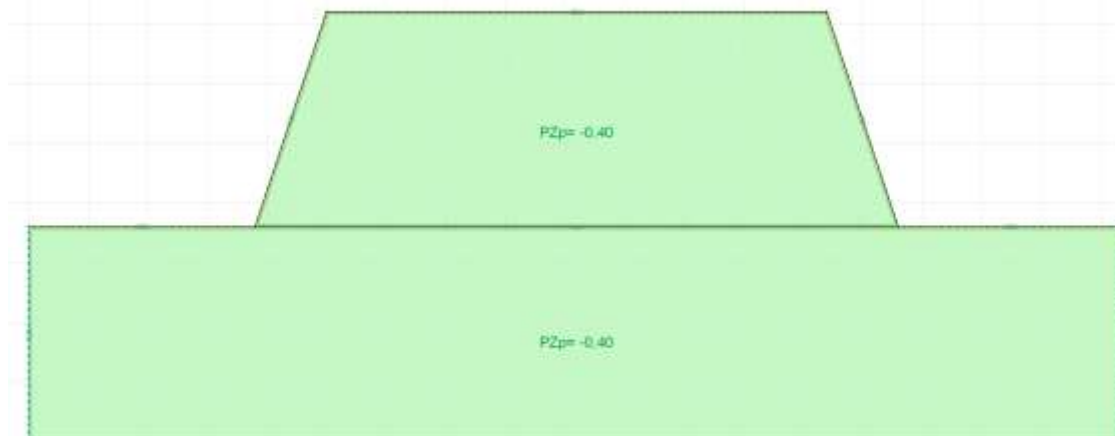
Stalna obtežba



FV paneli



KO kat. H



Sneg brez kopicenja



Sneg s kopicenjem

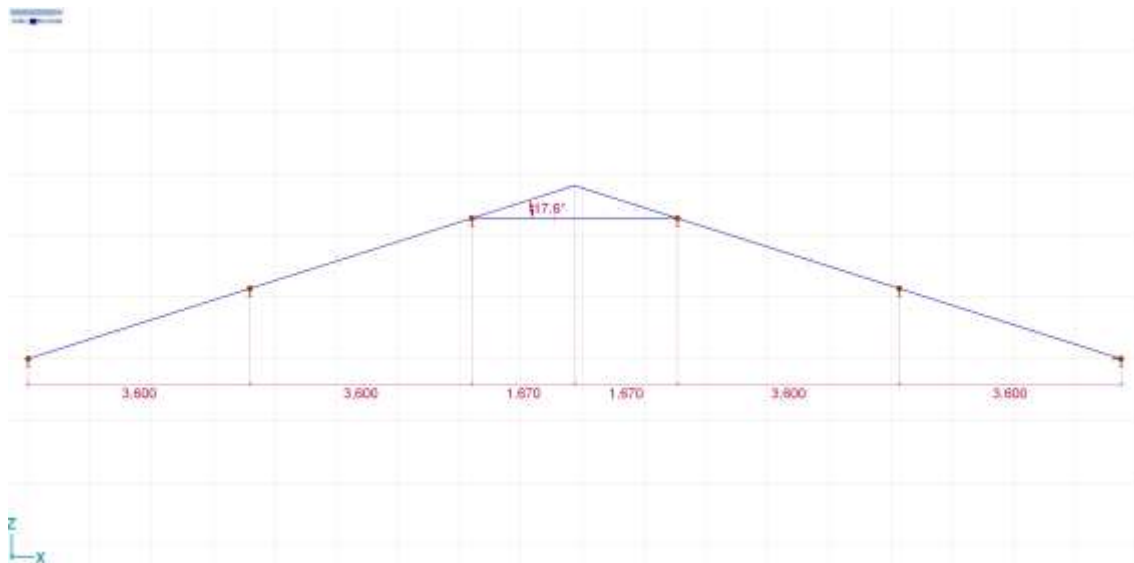
Custom load combinations by load cases

	Name	Type	G (LT)	ST1 (SO)	FV paneli (FV)	KO (KO kat. H)	Sneg UD (Snow)	Sneg DX+ (Snow)	Comment
1	Obstojece	ULS	1,35	1,35	0	0	0	1,50	
2	Novo	ULS	1,35	1,35	1,50	0	0	1,50	

Name: Load combination name; **Type:** Load combination type; **G (LT), ST1 (SO), FV paneli (FV), KO (KO kat. H), Sneg UD (Snow), Sneg DX+ (Snow):** Factor;

OBJEKT C

ŠPIROVCI



Statična shema

Cross-sections

	Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]
1	120x160		Other	Rect.	160,0	120,0	0	0	0	0	0
2	2x80x160		Other	Custom	160,0	280,0	0	0	0	0	0

	Name	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	I _{yz} [mm ⁴]
1	120x160	19200,00	16000,00	16000,00	4,9893E+7	4,096E+7	2,304E+7	0
2	2x80x160	25600,00	0	0	3,7469E+7	5,4613E+7	2,6965E+8	0

	Name	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]	I _ω [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]
1	120x160	4,096E+7	2,304E+7	0	4,658E+9	511999,9	511999,9	384000,0	384000,0
2	2x80x160	2,6965E+8	5,4613E+7	90,00	5,5679E+11	1926095,0	1926095,0	682666,6	682666,6

	Name	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]
1	120x160	768000,0	576000,0	46,2	34,6	120,0	160,0	60,0	80,0	0	0
2	2x80x160	2560000,0	1024000,0	46,2	102,6	280,0	160,0	140,0	80,0	0	0

Name: Cross-section name; **Process:** Manufacturing process; **h:** Cross-section height; **b:** Cross-section width; **tw:** Web thickness; **tf:** Flange thickness; **r₁, r₂, r₃:** Rounding radius; **A_x:** Cross-section area; **A_y, A_z:** Shear area; **I_x:** Torsional inertia; **I_y, I_z:** Flexural inertia; **I_{yz}:** Centrifugal inertia; **I₁, I₂:** Principal flexural inertia; **α:** Principal directions; **I_ω:** Warping constant; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elastic section modulus; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plastic section modulus; **i_y, i_z:** Radius of inertia; **H_y:** Dimension in local y direction; **H_z:** Dimension in local z direction; **y_G:** y coordinate of the center of gravity; **z_G:** z coordinate of the center of gravity; **y_s:** y coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; **z_s:** z coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity;

Materials

	Name	Type	National design code	Material code	Model	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]
1	C24	Timber	Eurocode	EN 338:2009	Linear	11000	370

	Name	v	α _T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C24	0,20	8E-6	420

Name: Material name; **Type:** Type of material; **Model:** Material model; **E_x:** Young's modulus of elasticity in local x direction; **E_y:** Young's modulus of

elasticity in local y direction; ν : Poisson's ratio; α : Thermal expansion coefficient; ρ : Density;

Legend

Line 1

Line 2

Line 3

Line 4

Line 5

Line 6

Line 7

Line 8

Line 9

Line 10

Line 11

Line 12

Line 13

Line 14

Line 15

Line 16

Line 17

Line 18

Line 19

Line 20

Line 21

Line 22

Line 23

Line 24

Line 25

Line 26

Line 27

Line 28

Line 29

Line 30

Line 31

Line 32

Line 33

Line 34

Line 35

Line 36

Line 37

Line 38

Line 39

Line 40

Line 41

Line 42

Line 43

Line 44

Line 45

Line 46

Line 47

Line 48

Line 49

Line 50

Line 51

Line 52

Line 53

Line 54

Line 55

Line 56

Line 57

Line 58

Line 59

Line 60

Line 61

Line 62

Line 63

Line 64

Line 65

Line 66

Line 67

Line 68

Line 69

Line 70

Line 71

Line 72

Line 73

Line 74

Line 75

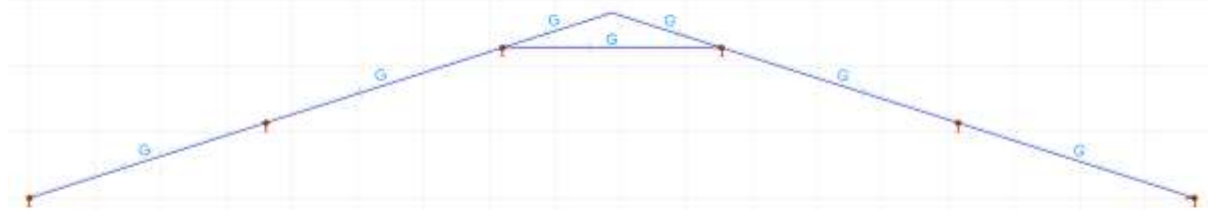
Line 76

Line 77

Line 78

Line 79

Line 80



Z
X

Lastna teža

Legend

Line 1

Line 2

Line 3

Line 4

Line 5

Line 6

Line 7

Line 8

Line 9

Line 10

Line 11

Line 12

Line 13

Line 14

Line 15

Line 16

Line 17

Line 18

Line 19

Line 20

Line 21

Line 22

Line 23

Line 24

Line 25

Line 26

Line 27

Line 28

Line 29

Line 30

Line 31

Line 32

Line 33

Line 34

Line 35

Line 36

Line 37

Line 38

Line 39

Line 40

Line 41

Line 42

Line 43

Line 44

Line 45

Line 46

Line 47

Line 48

Line 49

Line 50

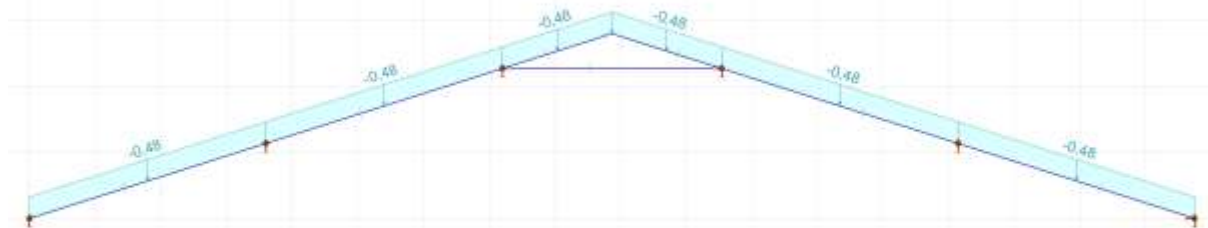
Line 51

Line 52

Line 53

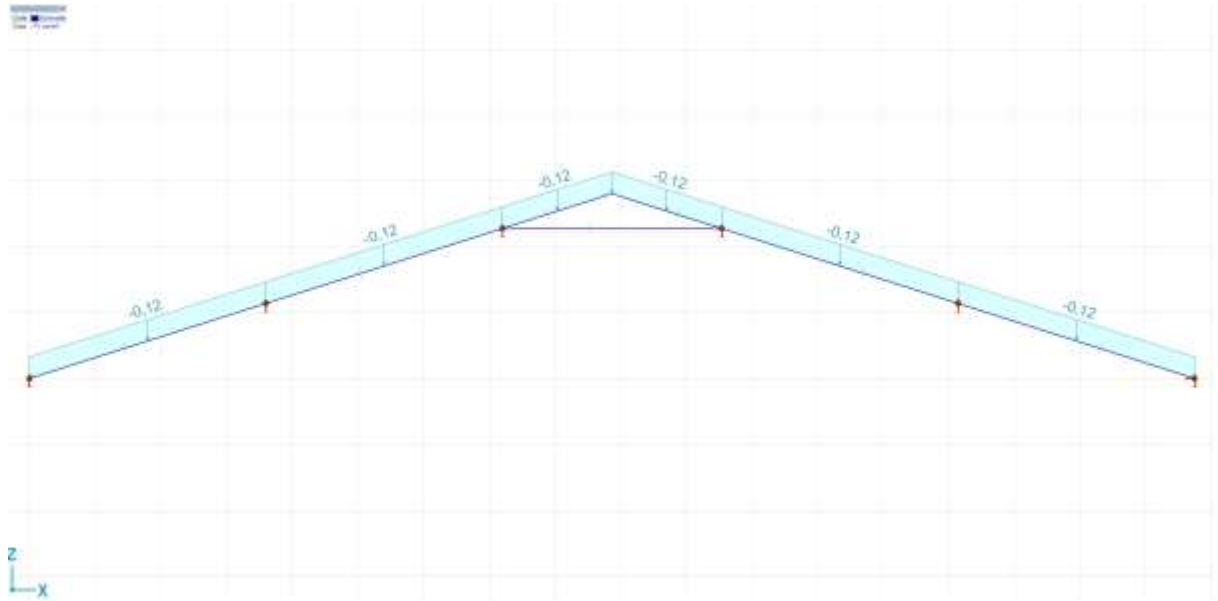
Line 54

Line 55

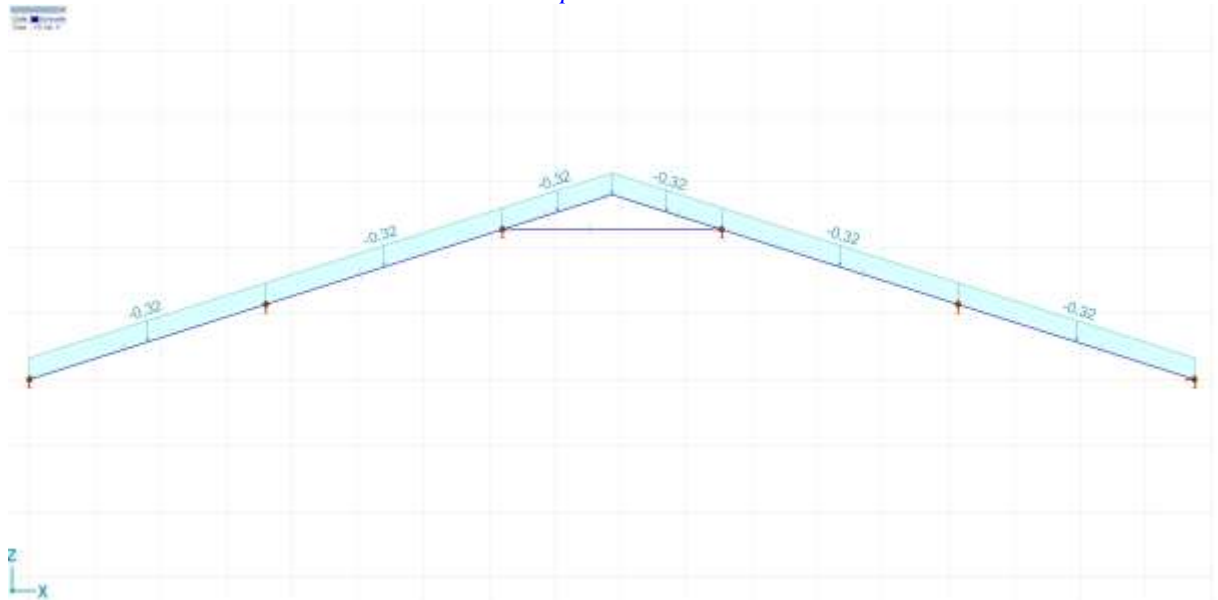


Z
X

Stalna obtežba



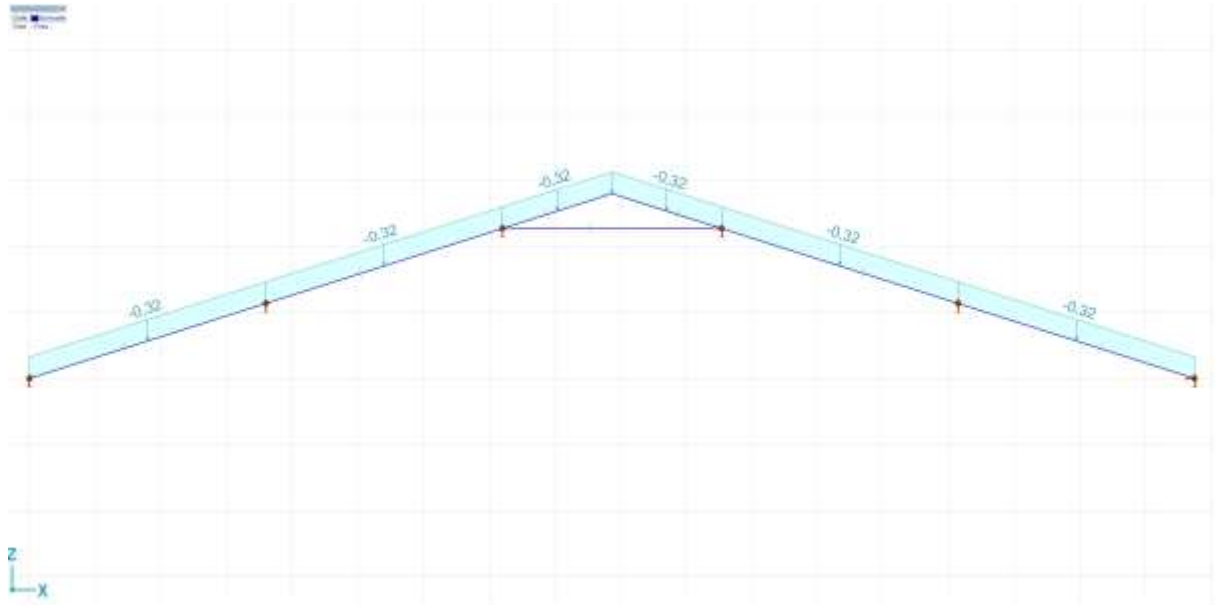
FV paneli



KO kat. H

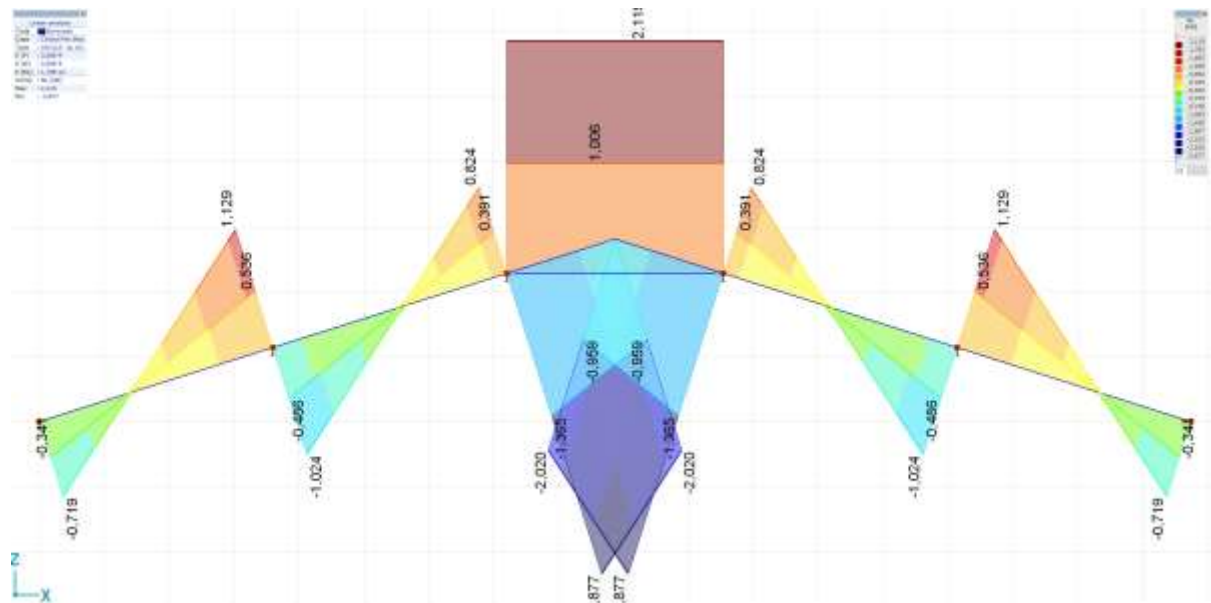


Resultant
Load
kN/m

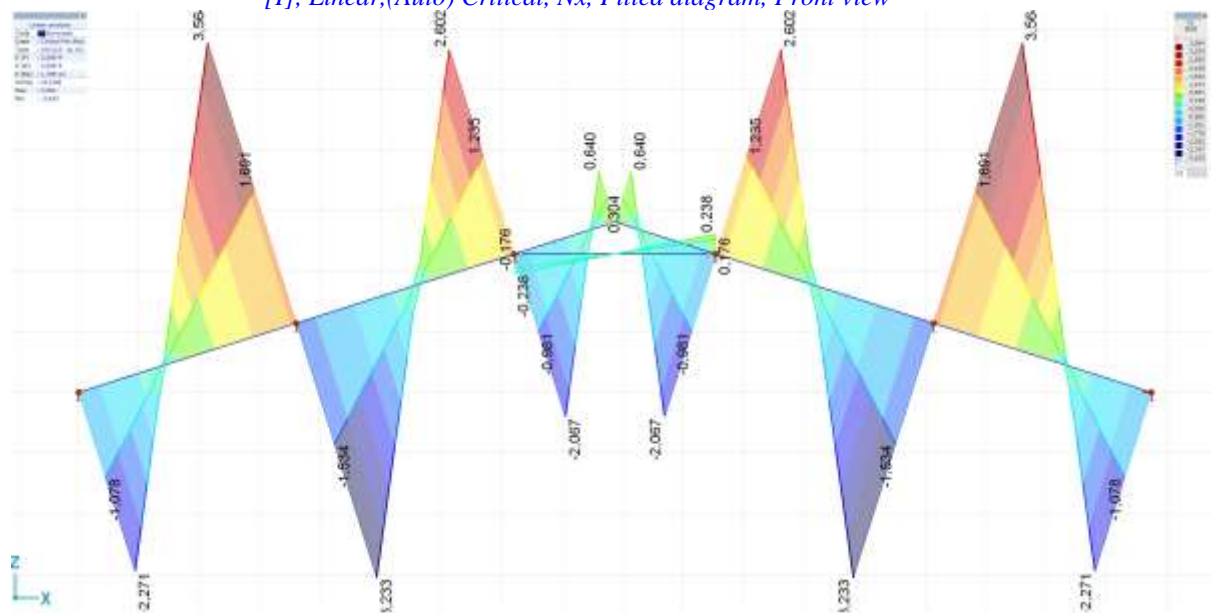


Sneg

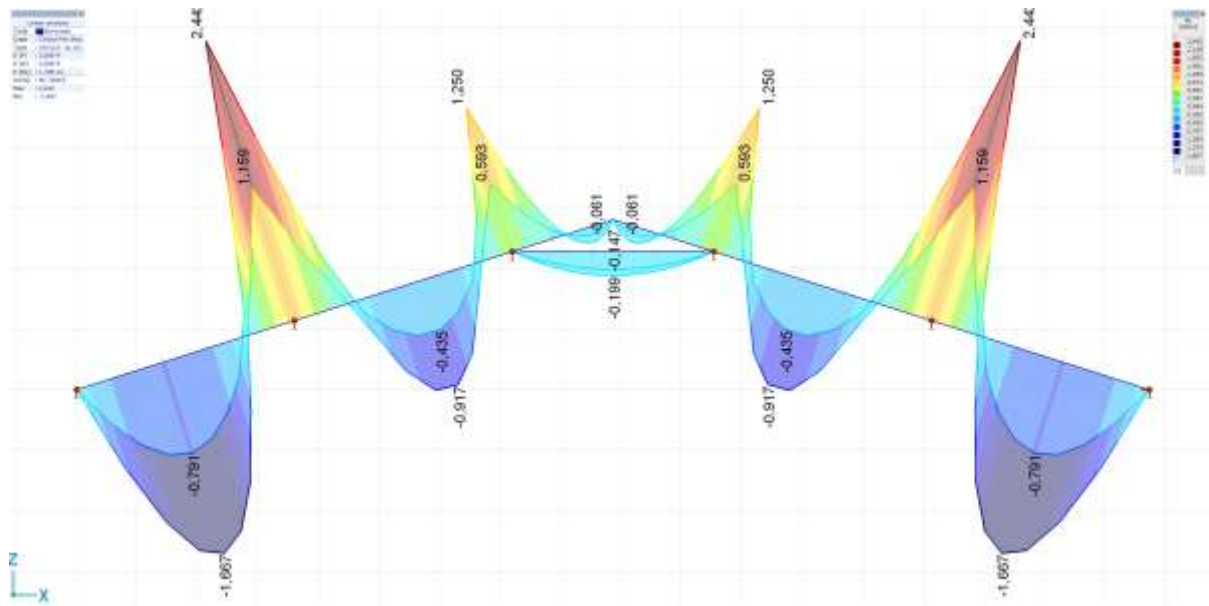
Staticni preračun



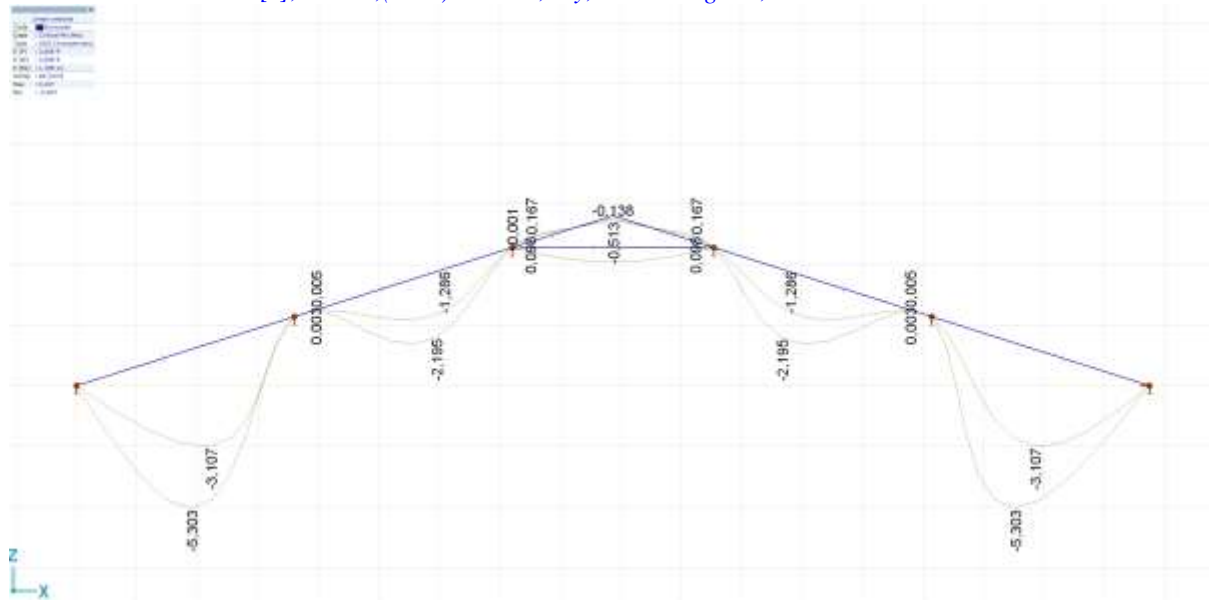
[I], Linear,(Auto) Critical, Nx, Filled diagram, Front view



[I], Linear, (Auto) Critical, Vz, Filled diagram, Front view

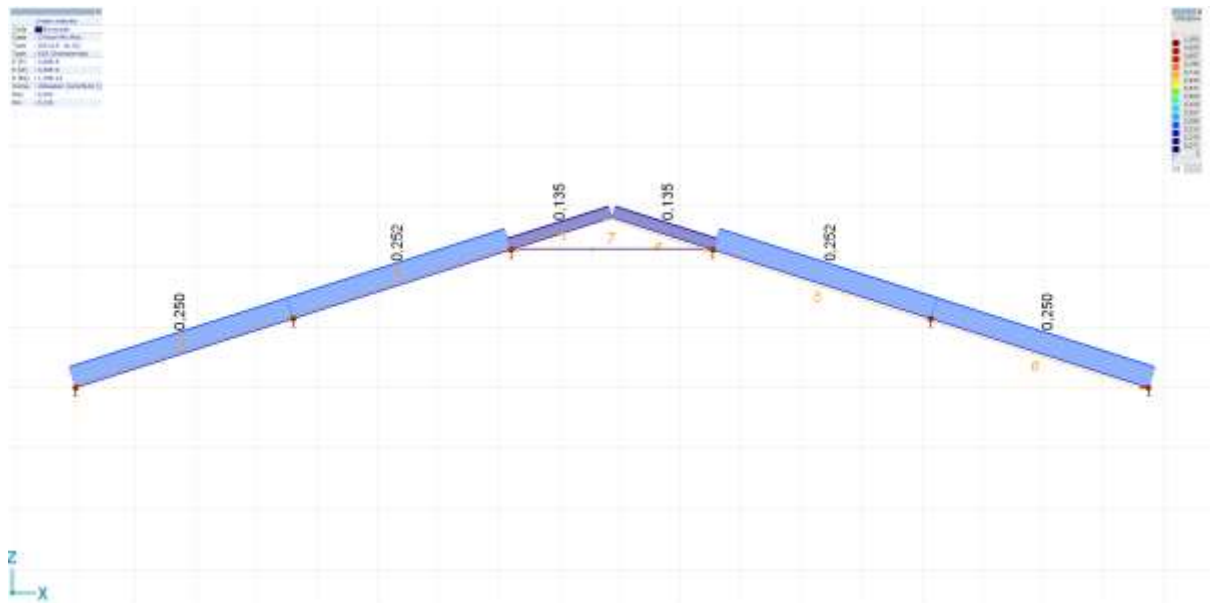


[I], Linear,(Auto) Critical, My, Filled diagram, Front view



[I], Linear,(Auto) Critical, eZ, Diagram, Front view

Dimenzioniranje



[TmI], Linear,(Auto) Critical, Utilization, Filled diagram, Front view

TIMBER MEMBER DESIGN

Design member **2**

Nodes: **2-3**

Code: **Eurocode**

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008

Material: **C24**

Service class: **2**

Cross-section: **120x160**

Load case: **Linear,(Auto) Critical**

Load-duration class: **Linear,(Auto) Critical**

1. Axial force

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Critical combination: **[1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg .}**

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 3776 = 3776$ mm

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{702}{1,92 \cdot 10^4} = 0,037 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1 \cdot 14}{1,3} = 9,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,037}{9,7} = 0,4 \% \quad (6.1) \quad \text{passed}$$

2. Bending (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Critical combination: **[1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg .}**

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 3776 = 378$ mm

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1 \cdot 24}{1,3} = 17 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|1,1338 \cdot 10^6|}{5,12 \cdot 10^5} = 2,2 \text{ N/mm}^2 \quad (6.37)$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,2}{17} = 13,3 \% \quad \text{passed}$$

3. Bending (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV paneli}] \{1,5 \cdot \text{KO kat. H}\}$
(1,5*0,5*Sneg.)

Load-duration class: **Instantaneous**

Critical section: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 3776 = 378 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|0|}{3,84 \cdot 10^5} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{120} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,046 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,046 \cdot 24}{1,3} = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{21} = 0 \% \quad \text{passed}$$

4. Shear(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV paneli}] \{1,5 \cdot \text{KO kat. H}\}$
(1,5*0,5*Sneg.)

Load-duration class: **Instantaneous**

Critical section: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 3776 = 378 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 120 \cdot 160} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{V_y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{V_y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4}{1,3} = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{V_y,d}} = \frac{0}{3,4} = 0 \% \quad (6.13) \quad \text{passed}$$

5. Shear(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Critical combination: $[1,35 \cdot 1 \cdot \text{ST1} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{G} + 1,35 \cdot 1 \cdot \text{FV paneli}] \{1,5 \cdot \text{Sneg.}\}$

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 3776 = 378 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-2257)|}{0,67 \cdot 120 \cdot 160} = 0,26 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 4}{1,3} = 2,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,26}{2,8} = 9,5 \% \quad (6.13) \quad \text{passed}$$

6. Torsion

EN 1995-1-1: 6.1.8

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*KO kat. II}
(1,5*0,5*Sneg.)

Load-duration class: **Instantaneous**

Critical section: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 3776 = 378 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4}{1,3} = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{160}{120} ; 1,3 \right) = 1,067 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,067 \cdot 3,4} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{passed}$$

INTERACTION CHECK

7. Axial Force-Bending

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg.}

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 3776 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,045}{15} \right)^2 + \frac{|4,1|}{17} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{17} = 24,5 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,045}{15} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|4,1|}{17} + \frac{|0|}{17} = 17,1 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(24,5 ; 17,1) = 24,5 \% \quad \text{passed}$$

8. Compression-Bending-Buckling

EN 1995-1-1: 6.3.2

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg.}

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 3776 = 0 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 3776}{46} = 81,8$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 3776}{35} = 109$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{81,8}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,4 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{109}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21}{7400}} = 1,8 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,4 - 0,3) + 1,4^2) = 1,57 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,8 - 0,3) + 1,8^2) = 2,36 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,57 + \sqrt{1,57^2 - 1,4^2}} ; 1 \right) = 0,43 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{2,36 + \sqrt{2,36^2 - 1,8^2}} ; 1 \right) = 0,26 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,045|}{0,43 \cdot 15} + \frac{|4,1|}{17} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{17} = 25,2 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,045|}{0,26 \cdot 15} + 0,7 \cdot \frac{|4,1|}{17} + \frac{|0|}{17} = 18,3 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{NM,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(25,2 ; 18,3) = 25,2 \% \quad \text{passed}$$

9. Axial force-Bending-Lateral torsional buckling

EN 1995-1-1: 6.3.3

Critical combination: **[1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg .}**

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 3776 = 0 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 160_{max} = 320 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 120^2}{160 \cdot (1,00 \cdot 3776 + 320)} \cdot 7400 = 127 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{127}} = 0,44 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,045}{0,26 \cdot 15} + \left(\frac{|4,1|}{1,00 \cdot 17} \right)^2 = 7,2 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|4,1|}{1,00 \cdot 17} = 24,5 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 24,5 \% \quad \text{passed}$$

10. Shear-Torsion

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*Sneg.}

Load-duration class: **Short term**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 3776 = 0 \text{ mm}$

At Point A (middle pont of the b side); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 160 \cdot 120} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,067 \cdot 2,8} + \left(\frac{0}{2,8} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

At Point B (middle pont of the h side); $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-2754)|}{0,67 \cdot 160 \cdot 120} = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,067 \cdot 2,8} + \left(\frac{0,32}{2,8} \right)^2 = 1,3 \% \quad (NA.55)$$

At Point O (center of the cross-section); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0}{2,8} \right)^2 + \left(\frac{0,32}{2,8} \right)^2 = 1,3 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0; 1,3; 1,3; 0; 11,6) = 11,6 \% \quad \text{passed}$$

11. Apex zone tensile stress perpendicular to the axis

EN 1995-1-1: 6.4.3

Critical combination: [1,35*1*ST1+1,35*0,85*G+1,35*1*FV paneli] {1,5*KO kat. H}

(1,5*0,5*Sneg.)

Load-duration class: **Instantaneous**

Critical section: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 3776 = 0 \text{ mm}$

$\eta_{Apex} = 0 \% \text{ (6.53) } \quad \textbf{passed}$

12. SLS (Serviceability Limit State) - Final deformation

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Critical combination: **[ST1+G+FV paneli] {KO kat. H} (0,5*Sneg.)**

Critical section: $x = 0,60 \cdot L = 0,60 \cdot 3776 = 2266 \text{ mm}$

$k_{def} = 0,8$

The presented deflection values already include the specified endpoint deflection correction.

$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-1,9)| = 1,9 \text{ mm}$

$w_{limit,z} = \frac{L}{200,0} = \frac{3776}{200,0} = 19 \text{ mm}$

$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{1,9}{19} = 9,9 \%$

$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 9,9 \% \quad \textbf{passed}$

NADZIDAVA OBJEKTA E

RAVNA STREHA

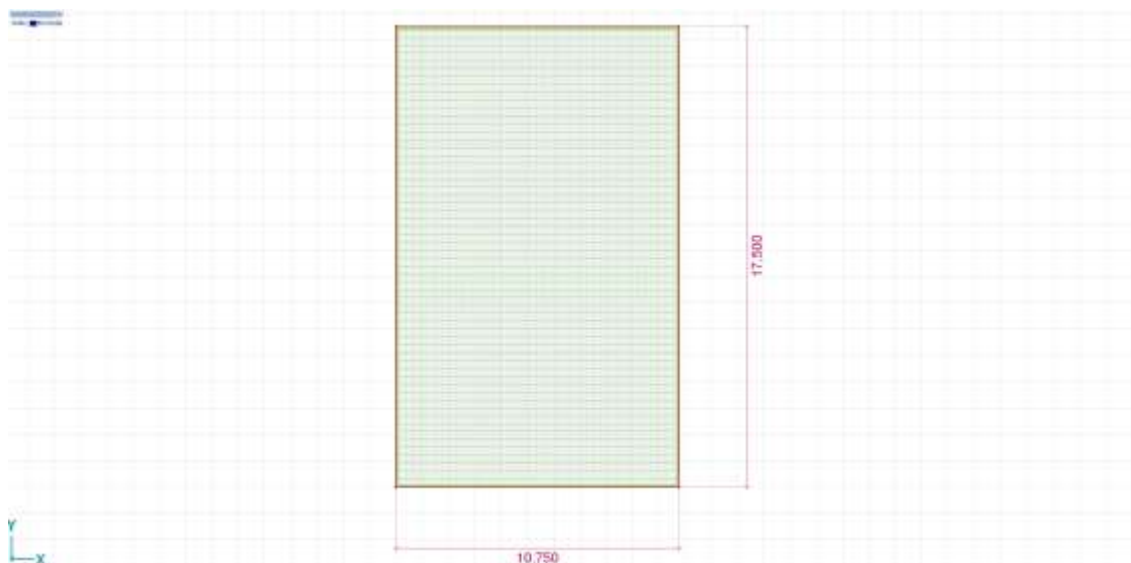
Pri pregledu PID projektne dokumentacije gradbenih konstrukcij ugotavljamo, da je projektat upošteval obtežbo snega v vrednosti $0,77 \text{ kN/m}^2$, kar je več od predpisanega za to območje. Zaradi izpostavljenosti objekta na veter se lahko upošteva obtežba snega na strehi v velikosti $0,40 \text{ kN/m}^2$, tako da imamo še rezervo v obtežbi v velikosti $0,37 \text{ kN/m}^2$.

Dodatna obtežba zaradi postavitve sončne elektrarne znaša $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Iz zapisanega sklepamo, da osnovna konstrukcija ima zadostno nosilnost za prenašanje novega obtežnega stanja.

PRIZIDEK OBJEKTA D

RAVNA STREHA



Staticna shema

Domains

	Element type	Type	Material	Ref _x	Ref _z	Thickness [mm]	k _{bending} []	k _{torsion} []	k _{shear} []	Area [m ²]
1	Shell	Hollow core	C40/50	Auto	Auto	300				188,125

	Hole	Mesh
1	-	1

Element type: Surface element type; **Ref_x:** Reference for local x direction; **Ref_z:** Reference for local z direction; **k_{bending}:** Bending strength coefficient; **k_{torsion}:** Torsion strength coefficient; **k_{shear}:** Shear strength coefficient; **Area:** Domain area; **Hole:** Number of holes in domain; **Mesh:** Generated mesh;

Materials

	Name	Type	National design code	Material code	Model	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]
1	C40/50	Concrete	Eurocode	EN 206	Linear	35200	35200

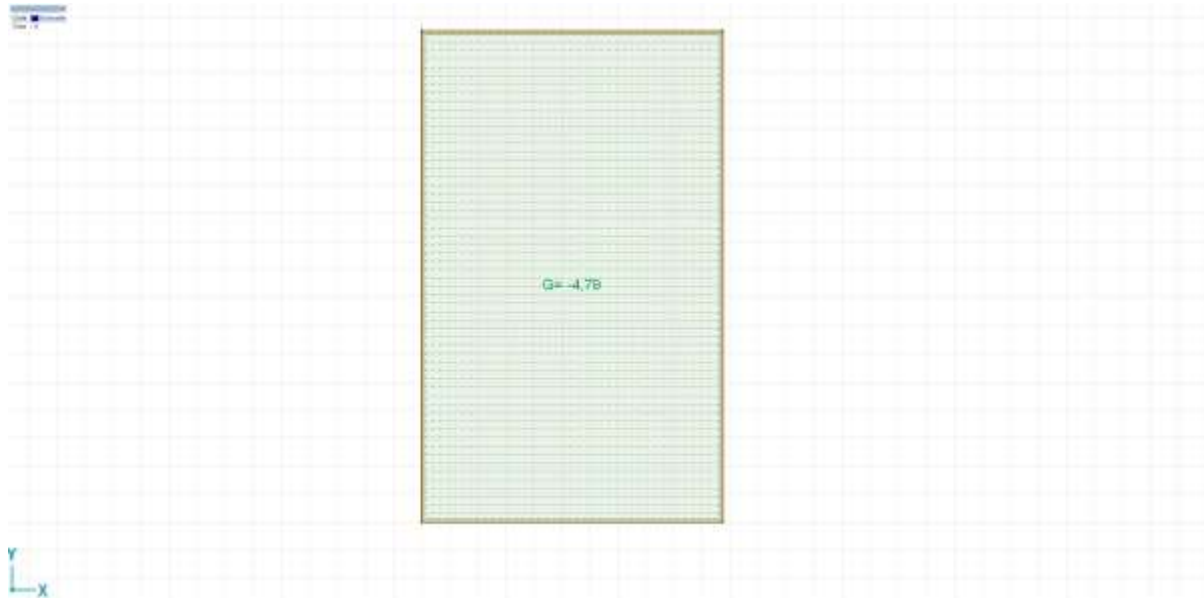
	Name	v	α _T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C40/50	0,20	1E-5	2500

Name: Material name; **Type:** Type of material; **Model:** Material model; **E_x:** Young's modulus of elasticity in local x direction; **E_y:** Young's modulus of elasticity in local y direction; **v:** Poisson's ratio; **α_T:** Thermal expansion coefficient; **ρ:** Density;

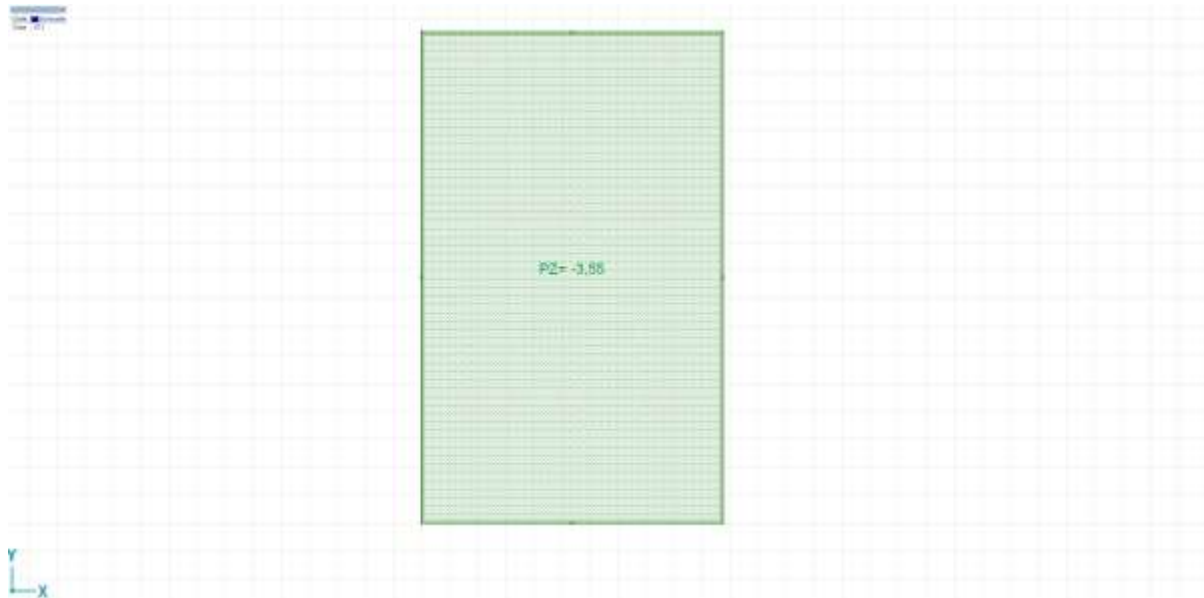
Line supports

	Line	Type	Ref. elem.	K _x [kN/m/m]	K _y [kN/m/m]	K _z [kN/m/m]	K _{xx} [kNm/rad/m]	K _{yy} [kNm/rad/m]	K _{zz} [kNm/rad/m]
1	1-2	Edge r.	Domain 1	1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0
2	2-3	Edge r.	Domain 1	1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0
3	3-4	Edge r.	Domain 1	1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0
4	1-4	Edge r.	Domain 1	1E+7	1E+7	1E+7	0	0	0

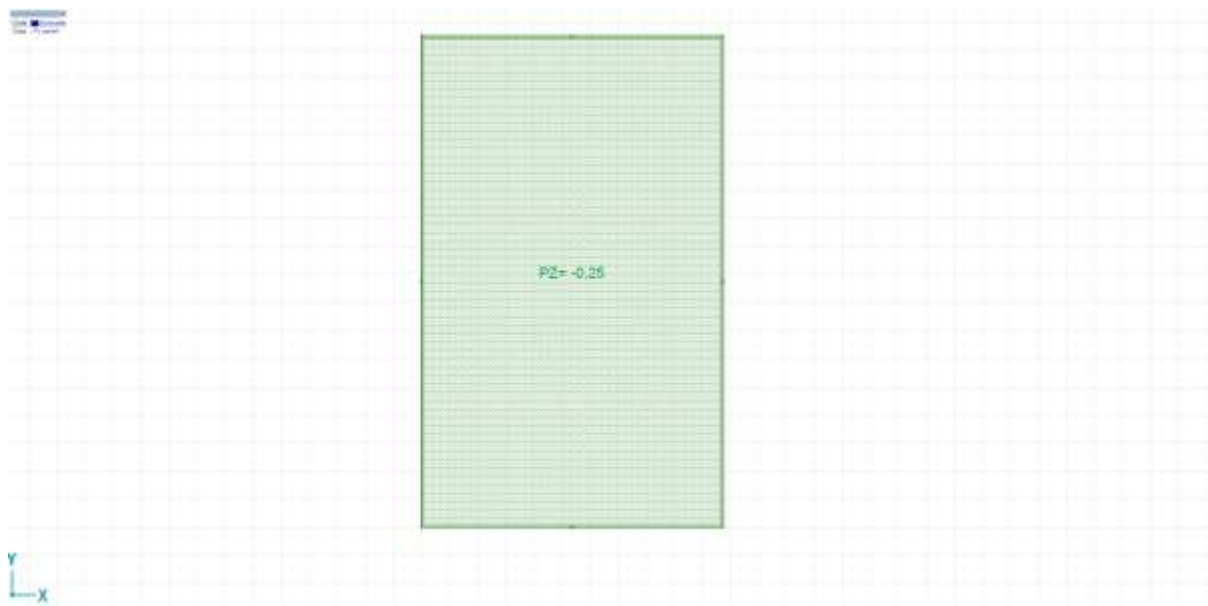
Line: Supported line element; **Type:** Support type; **Ref. elem.:** Reference element; **K_x, K_y, K_z:** Translation stiffness; **K_{xx}, K_{yy}, K_{zz}:** Rotation stiffness;



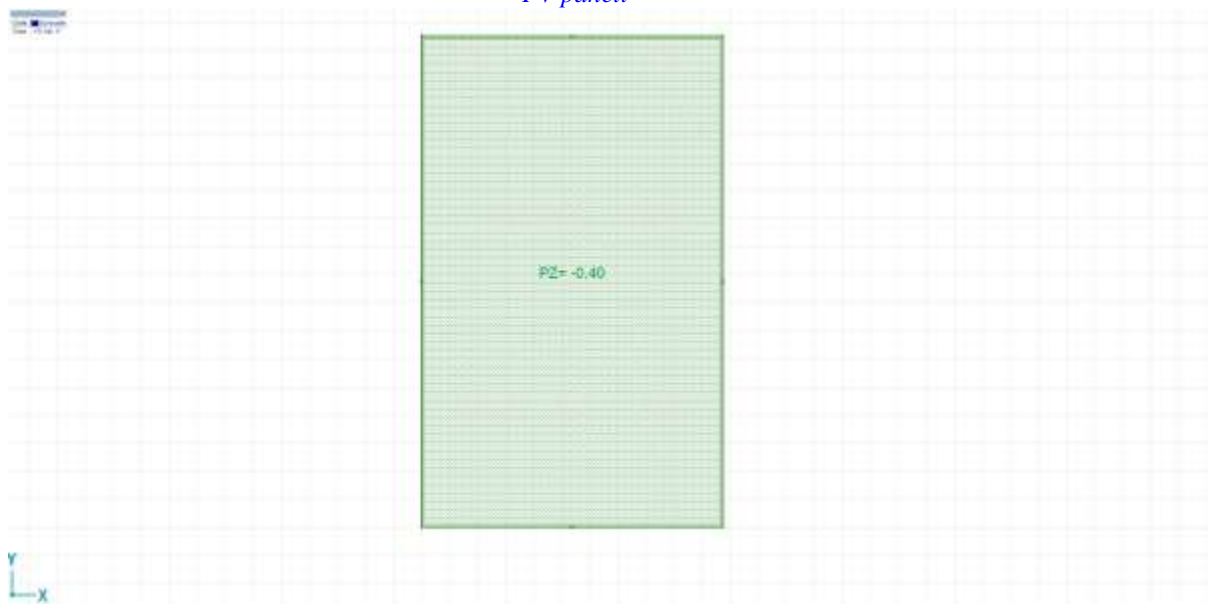
Lastna teža



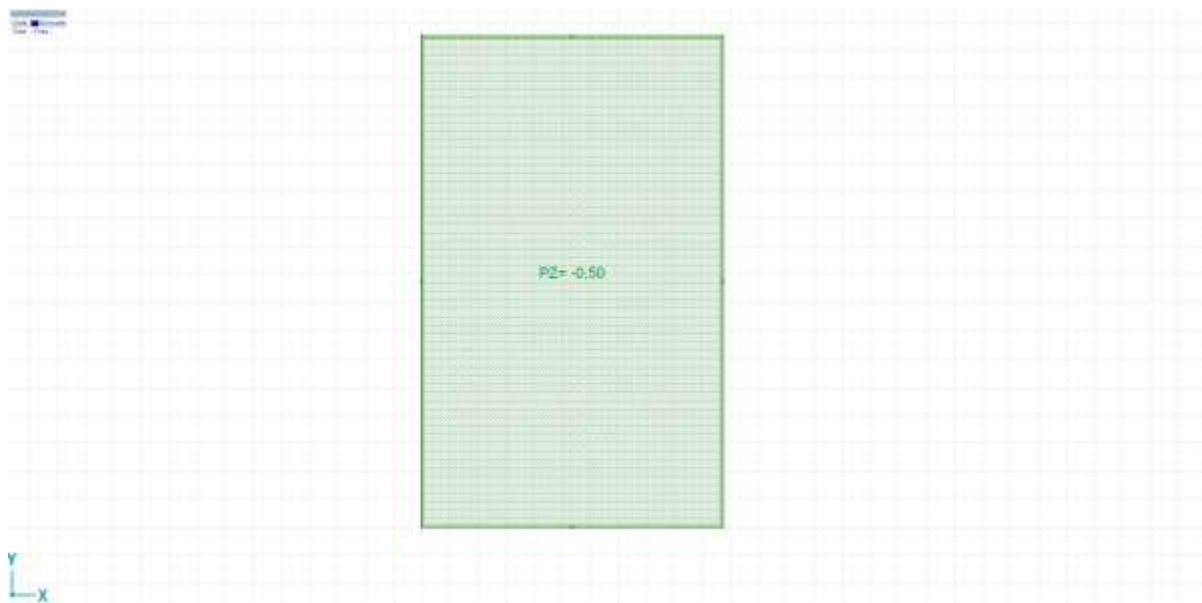
Stalna obtežba



FV paneli



KO kat. H,



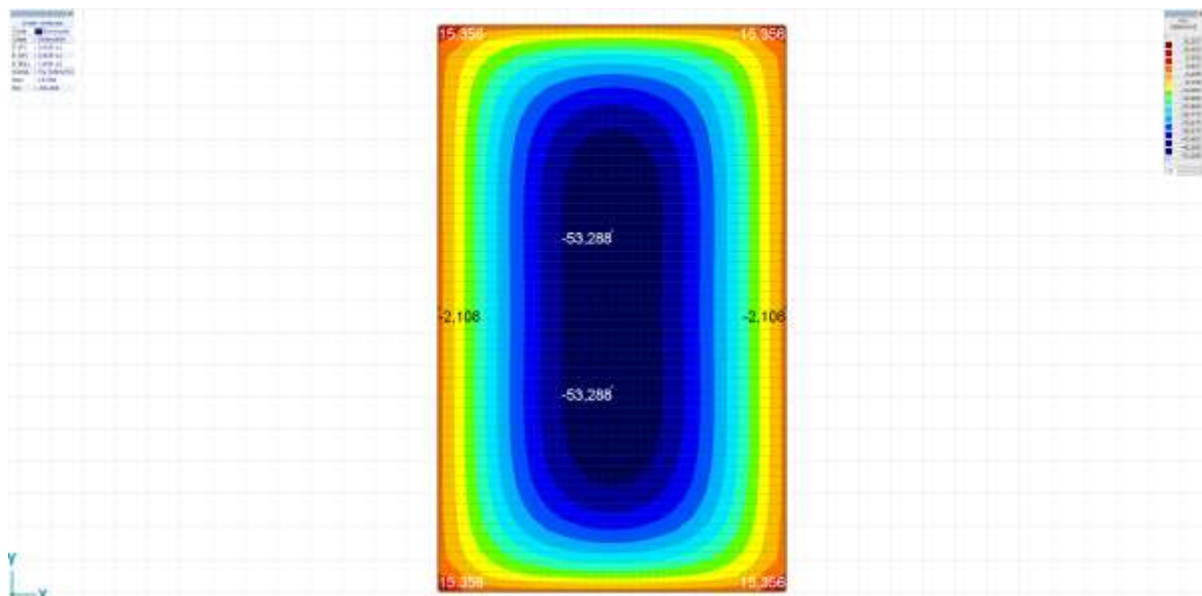
Sneg

Custom load combinations by load cases

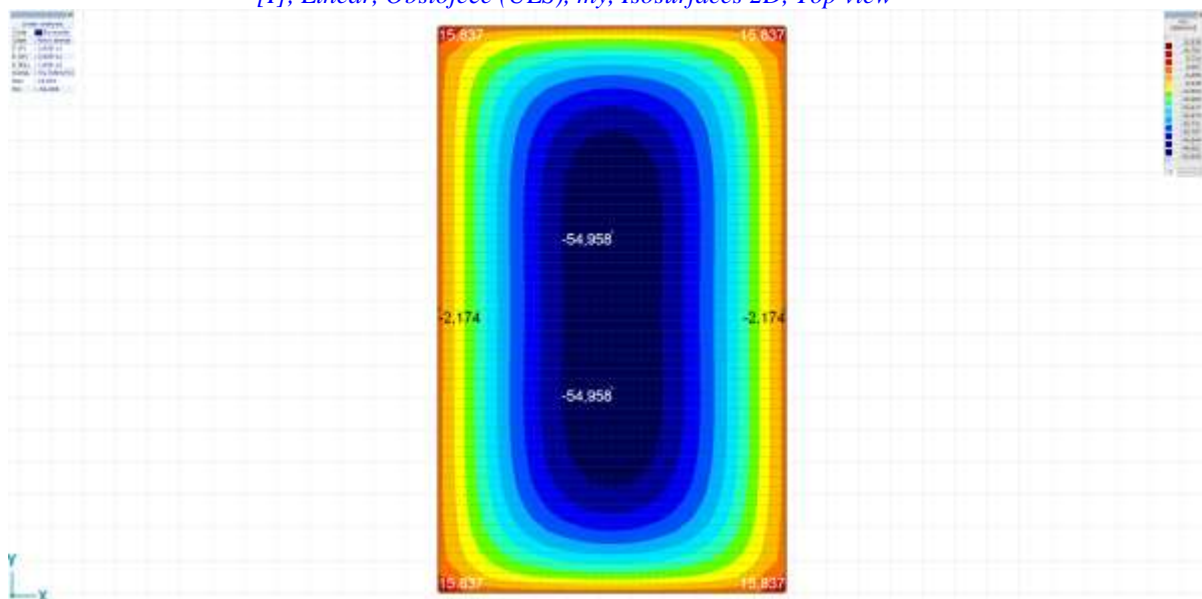
	Name	Type	G (Lastna teža)	ST1 (Stalna obtežba)	FV paneli (FV)	KO kat. H (KO)	Sneg . (Snow)	Comment
1	Obstoječe	ULS	1,35	1,35	0	0	1,50	
2	Novo stanje	ULS	1,35	1,35	1,50	0	1,50	

Name: Load combination name; **Type:** Load combination type; **G (Lastna teža), ST1 (Stalna obtežba), FV paneli (FV), KO kat. H (KO), Sneg . (Snow):** Factor;

Staticni preračun



[I], Linear, Obstoječe (ULS), my, Isosurfaces 2D, Top view



[I], Linear, Novo stanje (ULS), my, Isosurfaces 2D, Top view

Izvedela se je primerjava notranjih obremenitev med obstoječim stanjem in novim stanjem z dodatno obtežitvijo zaradi FV panelov na strehi.

Iz vrhnih diagramov je razvidno, da so razlike minimalne in da jih obstoječa plošča lahko brez težav prevzame.

OBJEKTA F

SIPOREKS PLOŠČE

Obstoječe siporeks strešne plošče so položne na vrh glavnih paličnih nosilcev in so debeline 10 cm. Palični nosilci so položeni na medosno razdaljo 3,05 m.

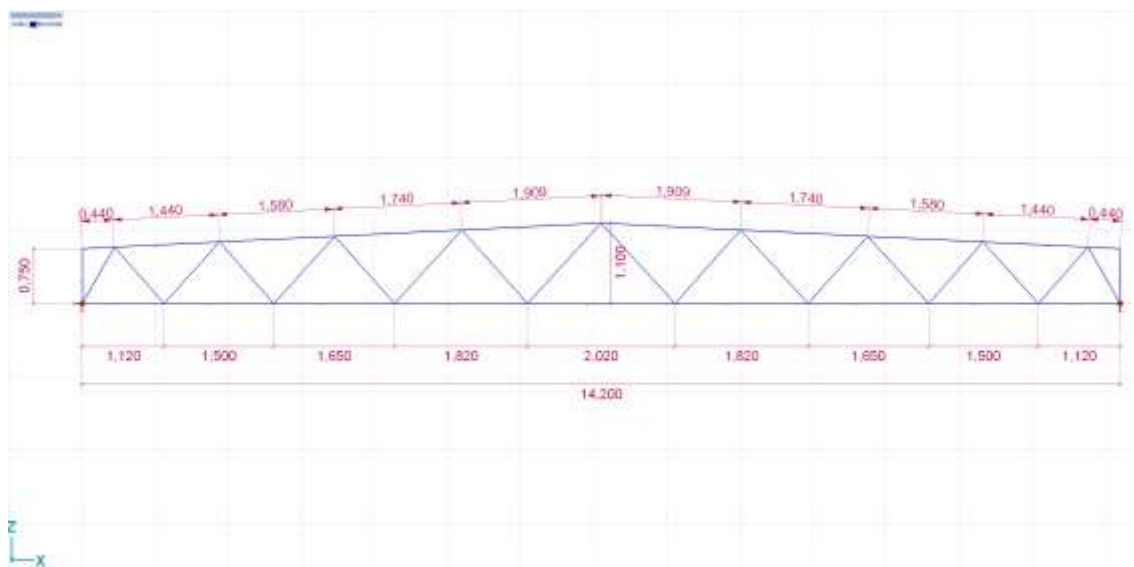
Taka vrsta konstrukcije je bila v obdobju izgradnje objekta zelo razširjena in smo jo srečali že pri drugih sanacijskih posegih. Glede na izkušnje in projektno dokumentacijo na drugih objektih tovrstne siporeks plošče imajo na takem razponu ocenjeno nosilnost $1,50 \text{ kN/m}^2$.

S postavitvijo sončne elektrarne na streho dobimo sledečo vrednost obremenitve:

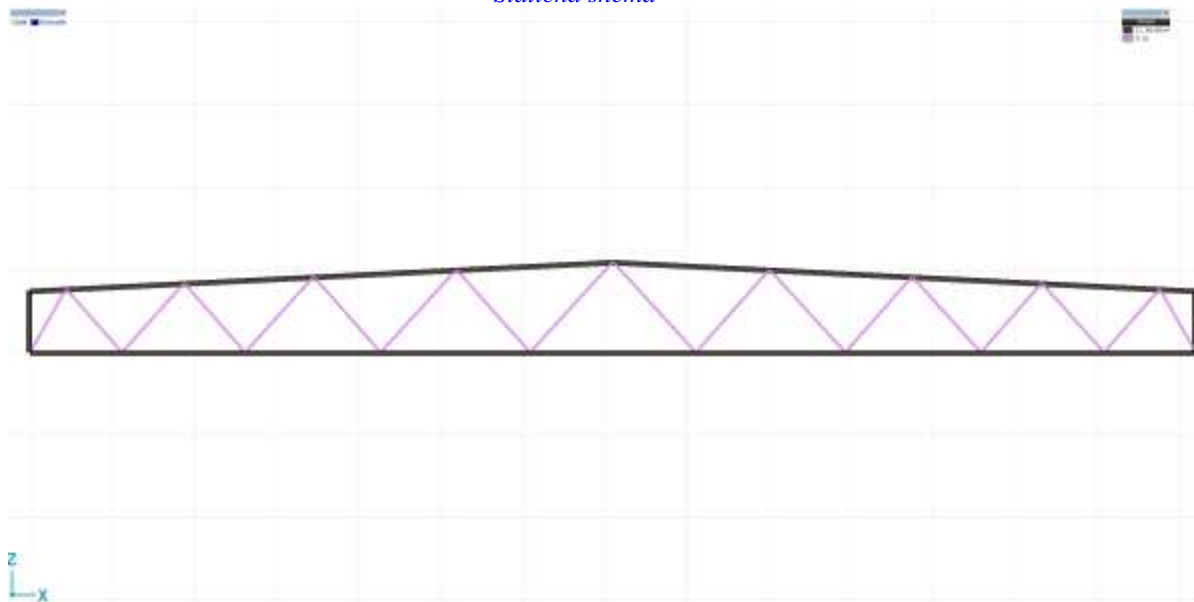
$$q_d = 0,20 + 0,25 + 0,40 = 0,85 \text{ kN/m}^2 < 1,50 \text{ kN/m}^2$$

Siporeks plošče imajo lastno težo $0,60 \text{ kN/m}^2$, kar se ne upošteva pri zgornjem izračunu, je pa potrebno upoštevati pri preverbi glavne nosilne konstrukcije

GLAVNI PALIČNI NOSILEC



Staticna shema



Staticna shema - profili

Cross-sections

	Name	Drawing	Process	Shape	h [mm]	b [mm]	tw [mm]	tf [mm]	r ₁ [mm]	r ₂ [mm]	r ₃ [mm]
1	O 32		Other	Round	32,0	32,0	0	0	0	0	0
2	2 L 60x60x4		Welded	2L	60,0	60,0	5,0	5,0	0	0	0

	Name	A _x [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _x [mm ⁴]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	I _{yz} [mm ⁴]	I ₁ [mm ⁴]	I ₂ [mm ⁴]	α [°]
1	O 32	804,08	689,22	689,22	102943,7	51451,0	51451,0	0	51451,0	51451,0	0
2	2 L 60x60x4	1150,00	0	0	9420,4	398156,7	828645,8	0	828645,9	398156,7	90,00

	Name	I _ω [mm ⁶]	W _{1,el,t} [mm ³]	W _{1,el,b} [mm ³]	W _{2,el,t} [mm ³]	W _{2,el,b} [mm ³]	W _{1,pl} [mm ³]	W _{2,pl} [mm ³]	i _y [mm]	i _z [mm]	H _y [mm]	H _z [mm]
1	O 32	0	3215,7	3215,7	3215,7	3215,7	5459,7	5459,7	8,0	8,0	32,0	32,0
2	2 L 60x60x4	9366498	13258,3	13258,3	23632,5	9226,8	22250,0	16615,1	18,6	26,8	125,0	60,0

	Name	y _G [mm]	z _G [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]
1	O 32	16,0	16,0	0	0
2	L 60x60x4	62,5	43,2	0	11,2

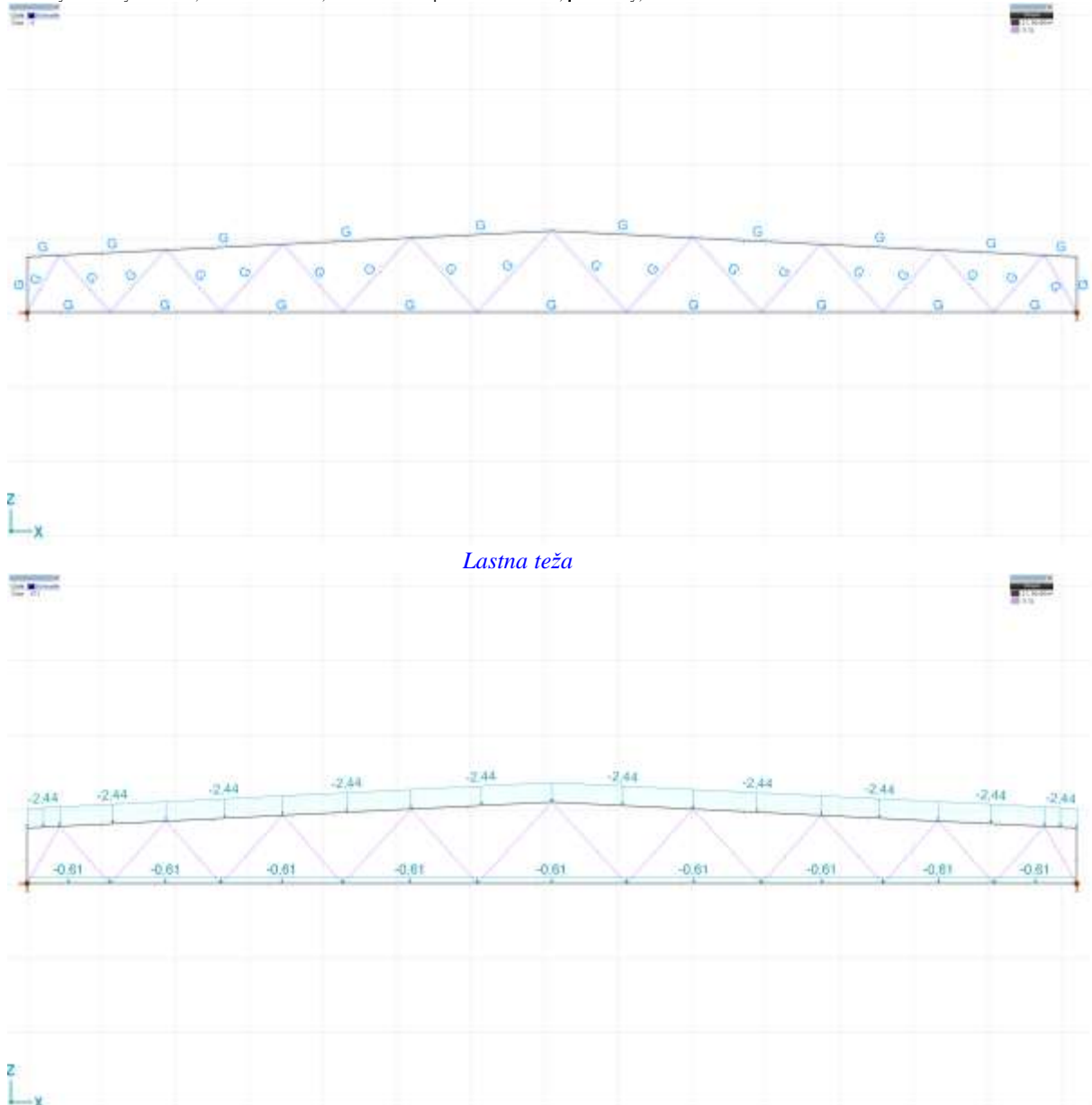
Name: Cross-section name; **Process:** Manufacturing process; **h:** Cross-section height; **b:** Cross-section width; **tw:** Web thickness; **tf:** Flange thickness; **r₁, r₂, r₃:** Rounding radius; **A_x:** Cross-section area; **A_y, A_z:** Shear area; **I_x:** Torsional inertia; **I_y, I_z:** Flexural inertia; **I_{yz}:** Centrifugal inertia; **I₁, I₂:** Principal flexural inertia; **α:** Principal directions; **I_ω:** Warping constant; **W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}:** Elastic section modulus; **W_{1,pl}, W_{2,pl}:** Plastic section modulus; **i_y, i_z:** Radius of inertia; **H_y:** Dimension in local y direction; **H_z:** Dimension in local z direction; **y_G:** y coordinate of the center of gravity; **z_G:** z coordinate of the center of gravity; **y_s:** y coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity; **z_s:** z coordinate of the shear (torsion) center relative to the center of gravity;

Materials

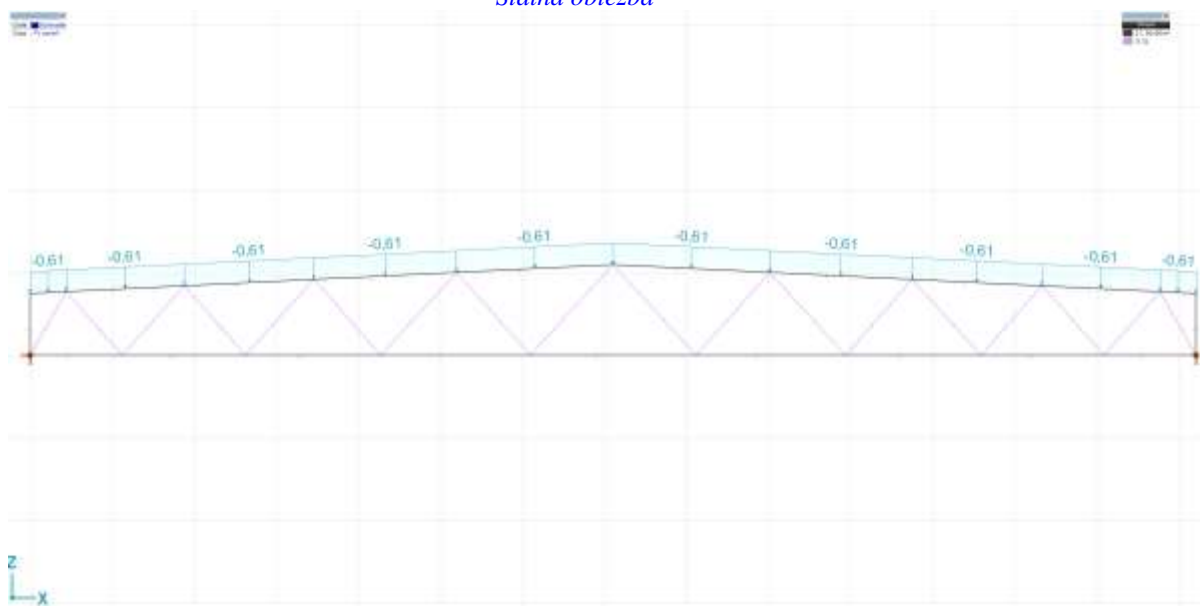
	Name	Type	National design code	Material code	Model	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]
1	S 235	Steel	Eurocode	10025-2	Linear	210000	210000

	Name	ν	α _T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	S 235	0,30	1,2E-5	7850

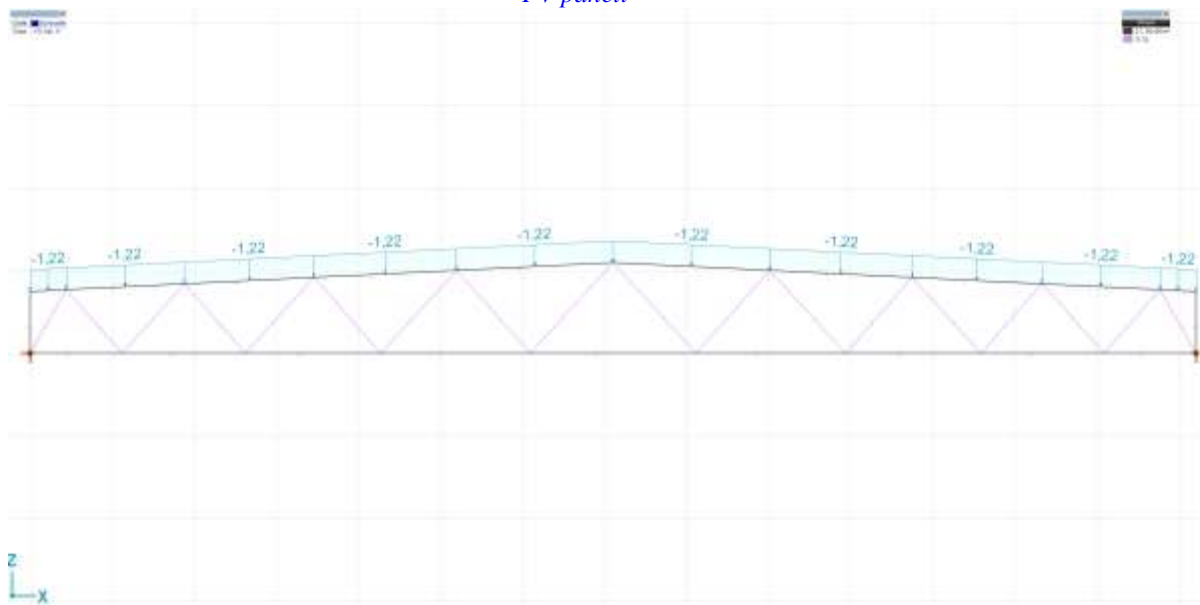
Name: Material name; **Type:** Type of material; **Model:** Material model; **E_x:** Young's modulus of elasticity in local x direction; **E_y:** Young's modulus of elasticity in local y direction; **ν:** Poisson's ratio; **α_T:** Thermal expansion coefficient; **ρ:** Density;



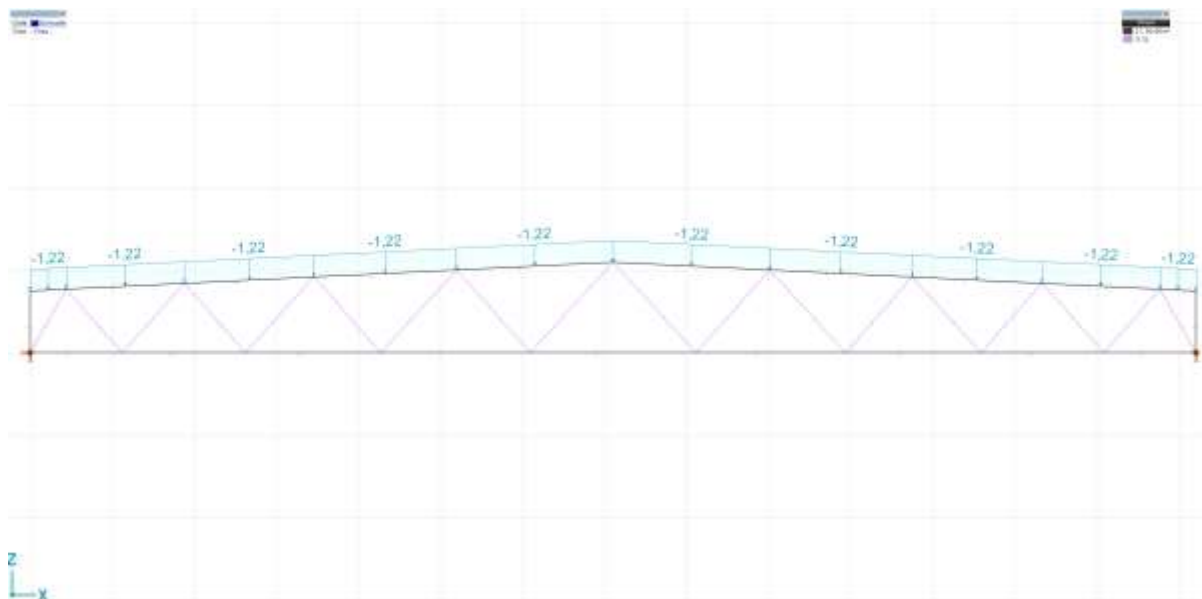
Stalna obtežba



FV paneli



KO kat. H



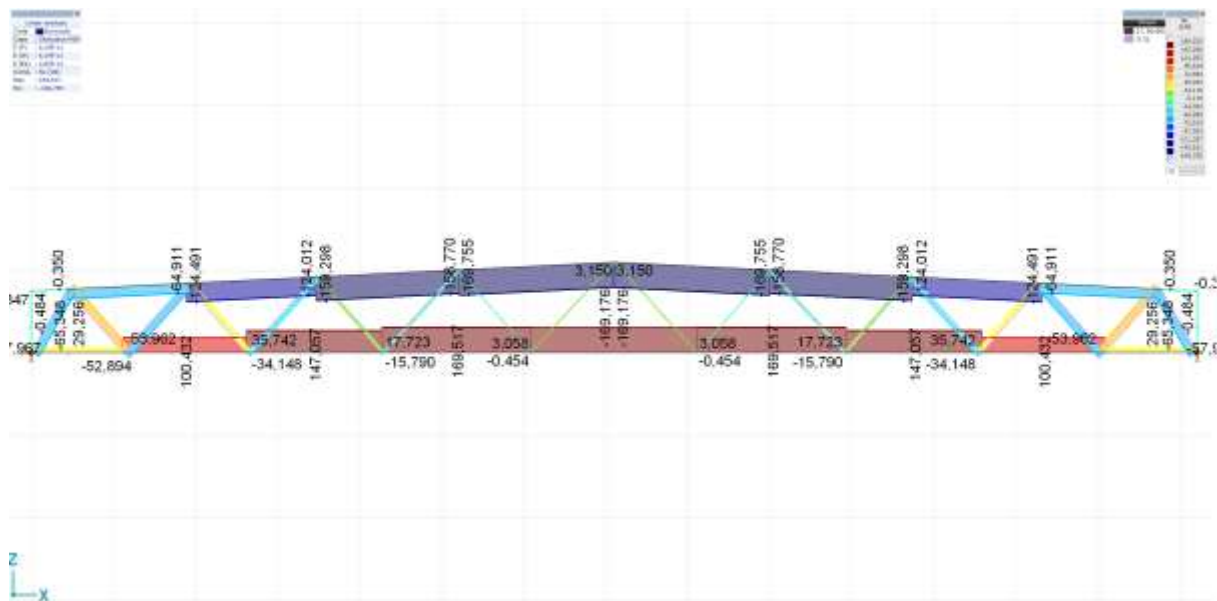
Sneg

Custom load combinations by load cases

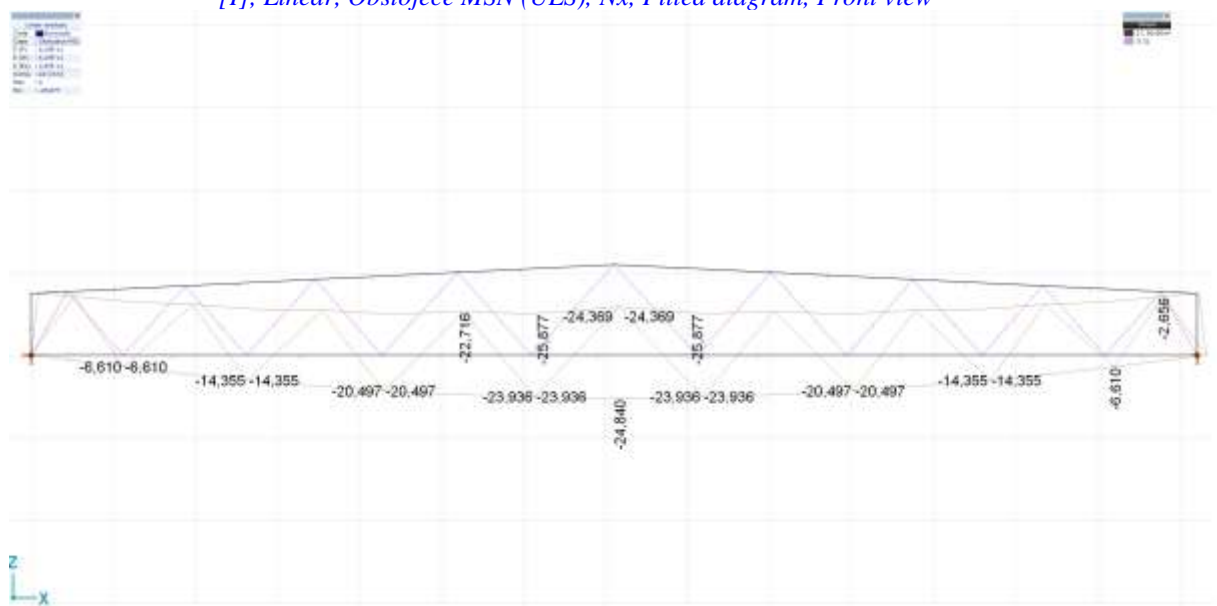
	Name	Type	G (Lastna teza)	ST1 (Stalna obtezbza)	FV paneli (FV)	KO kat. H (KO)	Sneg . (Snow)	Comment
1	Obstojece MSN	ULS	1,35	1,35	0	1,50	0,75	
2	Novo MSN	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0,75	
3	Obstojece MSU	SLS Frequent	1,00	1,00	0	1,00	0,50	
4	Novo MSU	SLS Frequent	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	

Name: Load combination name; **Type:** Load combination type; **G (Lastna teza), ST1 (Stalna obtezbza), FV paneli (FV), KO kat. H (KO), Sneg . (Snow):** Factor;

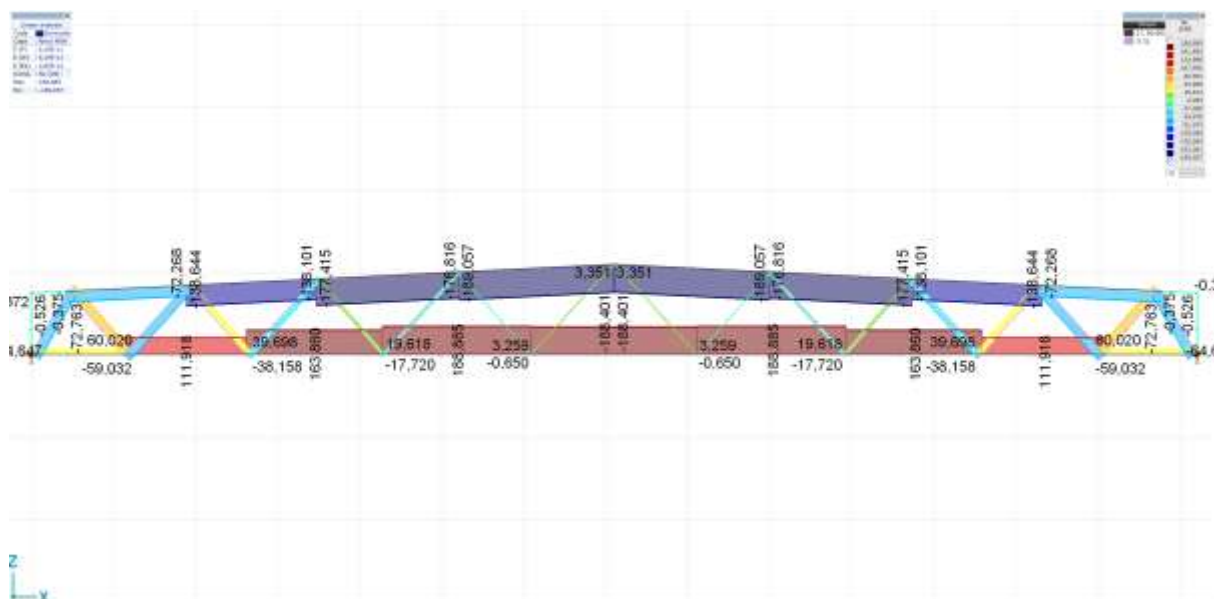
Staticni preračun



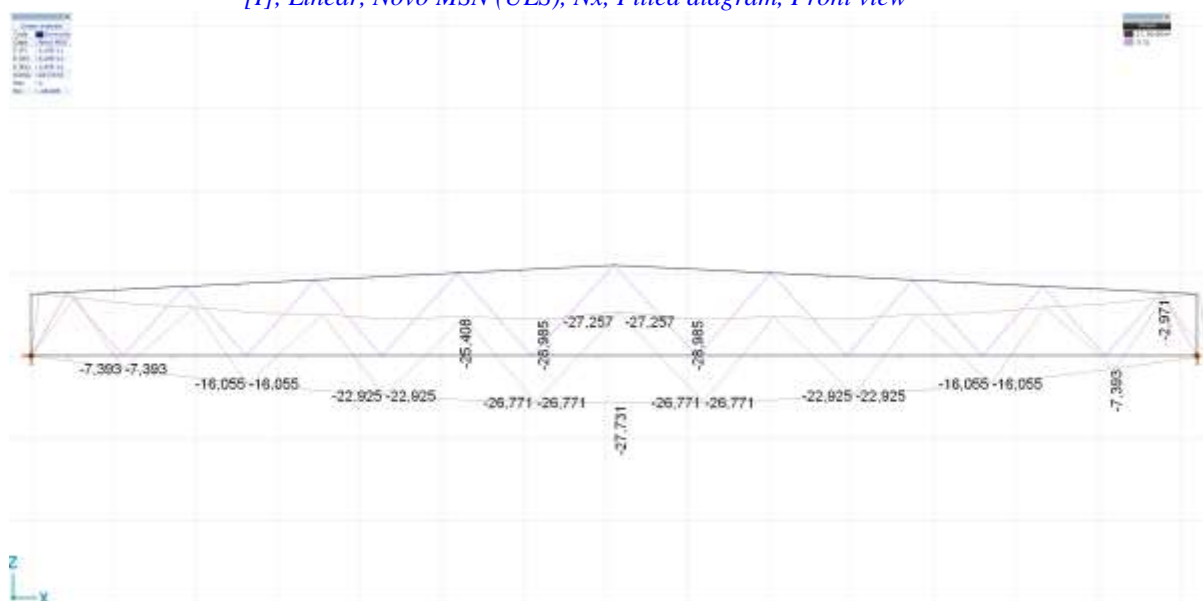
[I], Linear, Obstojece MSN (ULS), Nx, Filled diagram, Front view



[I], Linear, Obstojece MSU (SLS Frequent), eZ, Diagram, Front view



[I], Linear, Novo MSN (ULS), N_x , Filled diagram, Front view



[I], Linear, Novo MSU (SLS Frequent), eZ , Diagram, Front view

Izvedla se je primerjava notranjih obremenitev med obstoječim stanjem in novim stanjem z dodatno obtežitvijo zaradi FV panelov na strehi.

Iz vrhnih diagramov je razvidno, da so razlike v notranjih obremenitvah reda velikosti 10%. Z upoštevanjem vseh varnostnih faktorjev pri splošni projektantski praksi takšne rezlike ne povzročajo izgubo stabilnosti konstrukcijskega sistema.

V obeh primerjih pa je kontrola pomikov za mejno stanje uporabnosti zadoščena.