

# Solektra projekt

d.o.o. za proizvodnju električne energije  
iz obnovljivih izvora energije

Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec

e-mail: info@solektra.hr

☎ 040 313 748

fax: 040 313 788

OIB: 46197280444

MB: 02630451

www.solektra.hr

---

**INVESTITOR:** PANA Windows d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec  
OIB 75204891070

**GRAĐEVINA:** PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS

**LOKACIJA:** Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, k.č. 2701/3, k.o. Čakovec

**VRSTA PROJEKTA:** 3.00 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

**ZAJ. OZNAKA** TENDER 20/2020  
**PROJEKTA:**

**TEH. DNEVNIK:** 44/2020

## GLAVNI PROJEKT ELEKTROINSTALACIJA

REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI  
UNUTARNJE RASVJETE,

OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA  
VANJSKE RASVJETE,

POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ  
ENERGIJE SUNCA

## MAPA II

**GLAVNI PROJEKTANT:**

MILAN JAKŠIĆ, dipl.ing.arh.

MILAN JAKŠIĆ

dipl.ing.arh.

OVLAŠTENI ARHITEKT

A 749

**PROJEKTANT:**

DUBRAVKO MAČEK, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

E 1369

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

**DIREKTOR:**

GORAN OREŠKI, mag.ing.el

**Solektra projekt d.o.o.**

Trg Eugena Kvaternika 9  
ČAKOVEC

Čakovec, prosinac 2020.

## SADRŽAJ

### OPĆI DIO:

- Popis projekata i projekatana
- Registracija poduzeća
- Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike
- Rješenje o imenovanju projektanta elektroinstalacija
- Izjava o tipu postrojenja
- Izjava o usklađenosti projekta
- Elektroenergetska suglasnost
- Prikaz mjera zaštite od požara
- Prikaz mjera za primjenu propisa i pravila zaštite na radu
- Program osiguranja i kontrole kvalitete

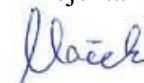
### TEKSTUALNI DIO:

1. PROJEKTNİ ZADATAK .....	26 -
2. OPIS POSTOJEĆEG STANJA I ISPORUČENE ENERGIJE .....	28 -
3. REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI UNUTARNJE RASVJETE (Zamjena unutarnje rasvjete) .....	30 -
4. OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Zamjena vanjske rasvjete) .....	69 -
5. POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane) .....	81 -
6. POKAZATELJ REZULTATA UŠTEDA.....	102 -

### TROŠKOVNIK:

### GRAFIČKI DIO:

Projektant:

  
Dubravko Maček, dipl.ing.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.


E 1369

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## POPIS PROJEKATA I PROJEKTANATA

BROJ	VRSTA PROJEKTA	TVRTKA	BR. TEH. DN:
MAPA I			
1.00	ARHITEKTONSKI	"TENDER" d.o.o. Čakovec	20/2020
2.00	PROJEKT ZGRADE U ODNOSU NA RACIONALNU UPORABU ENERGIJE I TOPLINSKU ZAŠTITU	"TENDER" d.o.o. Čakovec	20/2020
MAPA II			
3.00	ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT Glavni projekt elektroinstalacija REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI UNUTARNJE RASVJETE, OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE, POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA	"SOLEKTRA PROJEKT" d.o.o. Čakovec	44/2020
MAPA III			
4.00	TROŠKOVNIK	"TENDER" d.o.o. Čakovec	20/2020

Projektant:

  
Dubravko Maček, dipl ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

E 1369

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Marodi Ivan  
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

070103850

OIB:

46197280444

TVRTKA:

- 1 SOLEKTRA PROJEKT društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije
- 1 SOLEKTRA PROJEKT d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Čakovec (Grad Čakovec)  
Trg Eugena Kvaternika 9

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 \* - Proizvodnja električne energije
- 1 \* - Prijenos električne energije
- 1 \* - Distribucija električne energije
- 1 \* - Opskrba električnom energijom
- 1 \* - Organiziranje tržišta električnom energijom
- 1 \* - Trgovanje, posredovanje i zastupanje na tržištu energije
- 1 \* - Proizvodnja električne opreme
- 1 \* - Proizvodnja električne energije za povlaštene kupce
- 1 \* - Opskrba energije za povlaštene kupce
- 1 \* - Trgovina električnom energijom
- 1 \* - Proizvodnje električne energije za tarifne kupce
- 1 \* - Opskrba električnom energijom za tarifne kupce
- 1 \* - Transfer tehnologije i obnovljivih izvora energije
- 1 \* - Projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 \* - Nadzor nad gradnjom
- 1 \* - Stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 \* - Posredovanje u prometu nekretnina
- 1 \* - Poslovanje nekretninama
- 1 \* - Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
- 1 \* - Inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti
- 1 \* - Kupnja i prodaja robe
- 1 \* - Obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 \* - Zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 \* - Organizacija sajmova, koncerata, seminara, priredaba, izložaba, kongresa
- 1 \* - Istraživanje tržišta i ispitivanje javnoga mnijenja
- 1 \* - Promidžba (reklama i propaganda)
- 1 \* - Usluge informacijskog društva
- 1 \* - Djelatnosti iznajmljivanja i davanja u zakup
- 1 \* - Prijevoz za vlastite potrebe
- 1 \* - Tehničko ispitivanje i analiza



REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Marodi Ivan  
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- |     |  |
|-----|--|
| 1 * | - Znanstveno istraživanje i razvoj   |
| 1 * | - Izvođenje pripremni radova, građevinskih radova (uključujući građevinsko-završne radove) te ugradnja i montaža opreme, gotovih građevinskih elemenata i konstrukcija |
| 1 * | - Proizvodnja, projektiranje, montaža, popravak i održavanje solarne opreme te solarnih sistema  |

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- |   |   |
|---|---|
| 1 | SOLEKTRA društvo s ograničenom odgovornošću za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije, pod MBS: 070092264, upisan kod: Trgovački sud u Varaždinu, OIB: 29052227993<br>Nedelišće, Augusta Šenoa 14 |
| 1 | - jedini osnivač d.o.o.   |

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Marko Bratković, OIB: 88984598809<br>Nedelišće, Augusta Šenoa 14        |
| 1 | - direktor  |
| 1 | - zastupa društvo pojedinačno i samostalno                              |
| 1 | Goran Oreški, OIB: 27034783996<br>Dragoslavec Selo, Dragoslavec Selo 46 |
| 1 | - direktor  |
| 1 | - zastupa društvo pojedinačno i samostalno                              |

TEMELJNI KAPITAL:

- |   |                |
|---|----------------|
| 1 | 20.000,00 kuna |
|---|----------------|

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Izjava o osnivanju društva od dana 16.10.2012. godine. |
|---|--|

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	15.03.17	2016	01.01.16 - 31.12.16	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-12/2267-2	19.10.2012	Trgovački sud u Varaždinu
eu /	27.02.2013	elektronički upis
eu /	28.03.2014	elektronički upis
eu /	13.03.2015	elektronički upis
eu /	01.03.2016	elektronički upis
eu /	15.03.2017	elektronički upis

Otisnuto: 2017-04-28 11:49:50  
Podaci od: 2017-04-28 02:24:15

Stranica: 2 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA  
JAVNI BILJEŽNIK  
Marodi Ivan  
Čakovec, Matice hrvatske 14

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Pristojba: \_\_\_\_\_

Nagrada: \_\_\_\_\_





**REPUBLIKA HRVATSKA**  
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA  
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-310-34/99-01/ 1369  
Urbroj: 314-01-99-1  
Zagreb, 2000-02-16

Na temelju članaka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda ovlaštenih inženjera elektrotehnike, rješavajući po zahtjevu koji je podnio **Dubravko Maček, dipl.ing.el.**, Varaždin, za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike, donio je slijedeće:

**RJEŠENJE**

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike** upisuje se **Dubravko Maček**, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, u stručni smjer ovlaštenih inženjera elektrotehnike, pod rednim brojem 1369, s danom upisa **2000-02-16**.
2. Upisom u **Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike**, Dubravko Maček, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer elektrotehnike**" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se "**inženjerska iskaznica**" i stječe pravo na uporabu "**pečata**".

**Obrazloženje**

Dubravko Maček, (JMBG 1902965320021), dipl.ing.el., Varaždin, podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike.

Odbor za upise razreda ovlaštenih inženjera elektrotehnike proveo je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), a u svezi sa člankom 5. stavkom 4. i člankom 25. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike imenovani stječe pravo na izradu i uporabu pečata, sukladno članku 35. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i na izdavanje "inženjerske iskaznice".

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku 30 dana od dana primitka ovog Rješenja.



PREDSJEDNIK KOMORE

Ivan Franić, dipl.ing.arh.

Dostaviti:

1. Dubravko Maček, dipl.ing.el.  
Krajiška 8  
42000 Varaždin

uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi

2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

Na temelju ovlaštenja iz Statuta poduzeća, a vezano uz čl. 51. Zakona o gradnji (Narodne novine RH broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) izdaje se:

## RJEŠENJE

br: 2059-GP-44/2020

kojim se imenuje:

projektant elektrotehničkog projekta:

Dubravko Maček, dipl.ing.el.  
br. upisa u razred ovlaštenih inženjera: 1369  
KLASA:UP/I-310-34/99-01/1369  
Urbroj:314-01-99-1  
Zagreb 2000-02-16

GRAĐEVINA: PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS

LOKACIJA: Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, k.č. 2701/3, k.o. Čakovec

Imenovani je odgovoran da projekt kojega izrađuje zadovoljava propisane uvjete, a naročito da projektirana građevina ispunjava bitne uvjete za građevinu. Imenovani je upisan u Imenik ovlaštenih inženjera Hrvatske komore inženjera elektrotehnike, ima pravo na strukovni naziv: ovlašteni inženjer te time zadovoljava uvjete iz čl. 51. Zakona o gradnji (NN, br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Čakovec, prosinac 2020.

Direktor:

Goran Oreški, mag.ing.el.

**Solektra projekt d.o.o.**

Trg Eugena Kvaternika 9  
ČAKOVEC



## IZJAVA

**BR: 44/2020**

kojom potvrđujem da se projektirana sunčana elektrana PANA WINDOWS, na krovu proizvodne zgrade u Čakovcu, Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, k. č. 2701/3, k.o. Čakovec, investitora PANA Windows d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, OIB: 75204891070, smatra integriranom sunčanom elektranom, odnosno **jednostavnom građevinom** u smislu Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20), čl. 5, stavak 11. (*"11. Na postojećoj građevini priključenoj na elektroenergetsku mrežu kojim se postavlja sustav fotonaponskih modula u svrhu proizvodnje električne energije s pripadajućim razdjelnim ormarom i sustavom priključenja na javnu mrežu za predaju energije u mrežu;"*) iz čega slijedi da se bez građevinske dozvole, a u skladu s glavnim projektom mogu izvoditi radovi na postojećoj građevini priključenoj na elektroenergetsku mrežu kojim se postavlja sustav fotonaponskih modula u svrhu proizvodnje električne energije s pripadajućim razdjelnim ormarom i sustavom priključenja na javnu mrežu za potrebe te građevine i/ili za predaju energije u mrežu.

Svoju izjavu donosim na temelju dokumenta koji su dokaz legalnosti postojećih građevina u smislu Zakona o gradnji:

1. Potvrda izvedenog stanja izgrađene poslovne građevine (uredski prostori sa pratećim sadržajima), izdana od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo – Odsjeka za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji Međimurske županije – grada Čakovca, KLASA: 361-04/08-01/02, URBROJ: 2109/2-05-02-09-09 od 11. prosinca 2009. godine.
2. Uvjerenje o vremenu građenja za Građevinu 1, Građevinu s nadstrešnicom, Građevinu 2, Građevinu 3, Građevinu 5, Nadstrešnicu, Skladište drvene građe 1, Skladište drvene građe 2 i Portirnicu, izdano od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo – Odsjeka za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji Međimurske županije – grada Čakovca, KLASA: 361-08/08-01/17, URBROJ: 2109/2-05-02-09-07 od 29. prosinca 2009. godine.

Čakovec, 21. prosinca 2020.

Ovlašteni projektant:

Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.  
E 1369  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

Na temelju čl. 70. "Zakona o gradnji" (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Dubravko Maček, dipl.ing. el., kao projektant Glavnog projekta elektroinstalacija PROIZVODNE ZGRADE PANA WINDOWS, TD: 44/2020 daje:

## IZJAVU

Ovaj Glavni projekt je usklađen s odredbama:

- Elektroenergetske suglasnosti br: 400400-200451-0012, od 30.07.2020., izdane od HEP-ODS d.o.o. Elektra Čakovec

Ovaj Glavni projekt je usklađen s odredbama:

- a) Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- b) Zakona o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
- c) Zakona o preuzimanju Zakona o standardizaciji (NN RH br. 53/91, 44/95)
- d) Zakona o elektroničkim komunikacijama (NN 73/08, 90/11, 133/12, 83/13, 71/14, 72/17)
- e) Zakona o energiji (NN RH br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18)
- f) Zakona o tržištu električne energije (NN RH br. 22/13, 102/15, 68/18, 52/19)
- g) Zakona o regulaciji energetske djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
- h) Zakon o energetske učinkovitosti (NN RH br. 127/14, 116/18)
- i) Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN RH 100/15, 111/18)
- j) Zakona o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- k) Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN RH 85/15)
- l) Tehničkih propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevine (NN RH br. 87/08, 33/10)
- m) Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 05/10)
- n) Hrvatskih normi: HD 60364-1, HD 60364-4-41, HD 384.4.43 S2, HD 384.4.442 S1, HD 60364-4-443, HD 384.4.46 S2, HD 384.5.52 S1
- o) Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN RH br. 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20)
- p) Mrežnih pravila distribucijskog sustava (NN RH br. 74/18, 52/20)
- q) Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS, 4/2018)
- r) Pravilnika o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneraciji (NN RH br. 88/12)
- s) Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije, (NN RH br. 116/18)
- t) Tehničkih pravila za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-Operatera prijenosnih sustava (Bilten HEP-a br. 175)
- u) Tehničkih uvjeta za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten HEP-a br. 66)
- v) Odluka o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju (NN RH br. 87/17)
- w) Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN RH br. 78/15, 114/18, 110/19)
- x) Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14)
- y) Pravilnika o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN RH br. 118/19, 65/20)

Čakovec, prosinac 2020.

  
Projektant:  
Dubravko Maček, dipl.ing.el.

 DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.  
E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

**HEP** OPERATOR  
DISTRIBUCIJSKOG  
SUSTAVA d.o.o.  
ELEKTRA ČAKOVEC  
40000 ČAKOVEC, ŽRTAVA FAŠIZMA 2

PANA WINDOWS D.O.O.  
ZAGREBAČKA 42  
40000 ČAKOVEC

TELEFON 040/371-700  
TELEFAX 040/371-821  
POŠTA 40000 ČAKOVEC  
IBAN HR8023400091510077717

NAŠ BROJ I ZNAK 400400102/1638/20ZH

VAŠ BROJ I ZNAK

PREDMET Elektroenergetska suglasnost

DATUM 30.07.2020.

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTRA ČAKOVEC (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Uredbe o izdavanju energetskih suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu i Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, u postupku pokrenutom na zahtjev vlasnika/investitora građevine PANA WINDOWS D.O.O., ZAGREBAČKA 42, 40000 ČAKOVEC, OIB: 75204891070 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva), izdaje

#### ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)

Broj: 400400-200451-0012

Prihvaća se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 30.07.2020. godine, pod urudžbenim brojem 6258, za SE na objektu (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji: ČAKOVEC, ZAGREBAČKA 42, k.č.br. 2701/3, k.o. Čakovec

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

#### I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: elektrana

Vrsta elektrane: SUNČANA ELEKTRANA

Ukupna instalirana snaga elektrane: 192,00 kVA

Predvidiva godišnja proizvodnja električne energije: 85.000 kWh.

Predvidiva godišnja potrošnja električne energije: 170.000 kWh.

#### II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

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

#### III. UVJETI PRIKLJUČENJA

##### 1. IZVEDBA PRIKLJUČKA

##### 2.1. Priključna snaga i mjesto priključenja na mrežu

#### ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• [www.hep.hr](http://www.hep.hr) •

Ukupna priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 192,00 kW  
Postojeća priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 192,00 kW na OMM broj 3000239.  
Ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 100,00 kW

Nazivni napon na mjestu priključenja na mrežu: 0,4 kV.

Mjesto priključenja na mrežu: NN razvod u TS 115

Napajanje mjesta priključenja iz: TS 10(20)/0,4 kV Čakovec "Pilana" broj 115, izvod sa NN razvoda izlaz Međimurjeplet.

## 2.2. Opis izvedbe priključka

Mjesto razgraničenja vlasništva i odgovornosti između Podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a (mjesto predaje/preuzimanja energije) je: SSPMO

Uređaj za odvajanje smješten je u: SSPMO

## 2.3. Obračunska mjerna mjesta

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

Mjesta mjerenja električne energije: SSPMO

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

## IV. UVJETI PRIKLJUČENJA KOJE MORA ISPUNITI GRAĐEVINA

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

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

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

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

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

- na razini napona 0,4 kV: 25 kA za priključnu snagu iznad 20 kW

U niskonaponskoj električnoj instalaciji Građevine zaštita od električnog udara u slučaju kvara (indirektnog dodira) treba biti izvedena:

TT sustavom razvoda i zaštitnim uređajem dif.struje

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

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

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

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

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

## ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• [www.hep.hr](http://www.hep.hr) •



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

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

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

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

#### V. DODATNI UVJETI PRIKLJUČENJA ZA ELEKTRANU

Način pogona: paralelno s distribucijskom mrežom

Izolirani pogon: nije predviđen

Otočni pogon: nije dopušten

Uređaj za sinkronizaciju: izmjenjivač

Sinkronizacija mora biti automatska uz sljedeće uvjete:

a) elektrane sa sinkronim generatorom ili izmjenjivačem:

- razlika napona manja od  $\pm 10\%$  nazivnog napona,
- razlika frekvencije manja od  $\pm 0,5$  Hz ( $\pm 0,1$  Hz za vjetroelektrane sa sinkronim generatorom),
- razlika faznog kuta manja od  $\pm 10$  stupnjeva.

b) elektrane s asinkronim generatorom:

- Prije uključanja na distribucijsku mrežu pogonskim strojem postići brzinu vrtnje u granicama  $\pm 5\%$  u odnosu na sinkronu brzinu.

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

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

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

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

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

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

Načelni prikaz sustava zaštite na sučelju elektrane i mreže s prijedlogom podešenja prorađnih vrijednosti zaštite u elektrani je u prilogu.

#### VI. EKONOMSKI UVJETI

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

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

#### ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077567 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• [www.hep.hr](http://www.hep.hr) •



## VII. UVJETI ZA POSTUPAK PRIKLJUČENJA NA MREŽU

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

Za priključenje na mrežu Podnositelj zahtjeva treba:

- ishoditi potvrdu glavnog projekta (ako je propisano),
- sklopiti ugovor o korištenju mreže,
- dostaviti zahtjev za početak korištenja mreže.

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

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

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

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

Tijekom pokusnog rada elektrane s mrežom provode se ispitivanja po Operativnom planu i programu ispitivanja postrojenja u pokusnom radu, kojima se potvrđuje spremnost elektrane za paralelni pogon s mrežom.

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

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

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

## VIII. OSTALI UVJETI

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

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

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

## IX. UPUTA O PRAVNOM LIJEKU

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

### Prilozi:

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

### Dostaviti:

- Podnositelju zahtjeva
- HEP ODS, ELEKTRA ČAKOVEC
- Pismohrani

HEP - Direktor  
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE  
ELEKTRA ČAKOVEC  
Mladen Hren, mag. oec.

## ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077657 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• [www.hep.hr](http://www.hep.hr) •

5

Prilog 1. Tablica obračunskih mjernih mjesta

Šifra OMM	Naziv OMM	Kategorija korisnika mreže	Napon OMM (kV)	Priključna snaga - potrošnja (kW)	Priključna snaga - proizvodnja (kW)	Dopušteni faktor snage - potrošnja	Dopušteni faktor snage - proizvodnja	1F/3F
3000239	PANA STOLARIJA D.O.O.	KUPAC S VLASTITOM PROIZVODNjom	0,40	192,00	100,00	0,95 ind. - 1	0,95 ind. - 1	3

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

• TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU MBS 080434230 • IBAN HR5323400091110077557 PRIVREDNA BANKA ZAGREB d.d. •  
• MB 1643991 • OIB 46830600751 • UPLAĆEN TEMELJNI KAPITAL 699.436.000,00 HRK •  
• [www.hep.hr](http://www.hep.hr) •

## **PRIMJENJENI PROPISI I PRAVILNICI**

1. Tehnički uvjeti za mjernu opremu na obračunskom mjestu na niskom i srednjem naponu (bilten HEP-a br. 30/93)
2. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevine (NN RH br. 87/08, 33/10)
3. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 05/10)
4. Zakon o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
5. Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
6. Zakon o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10)
7. Zakon o normizaciji (NN RH br. 163/03)
8. Zakon o preuzimanju Zakona o standardizaciji (NN RH br. 53/91)
9. Zakon o energiji (NN RH br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18)
10. Zakon o tržištu električne energije (NN RH br. 22/13, 102/15, 68/18, 52/19)
11. Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (NN RH br. 120/12, 68/18)
12. Mrežna pravila distribucijskog sustava (NN RH br. 74/18, 52/20)
13. Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN RH br. 85/15)
14. Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu (HEP-ODS, 4/2018)
15. Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneraciji (NN RH br. 88/12)
16. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN RH br. 100/15)
17. Tehnička pravila za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP-Operatera prijenosnih sustava (Bilten HEP-a br. 175)
18. Tehnički uvjeti za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede (Bilten HEP-a br. 66)
19. Odluka o naknadi za obnovljive izvore energije i visokoučinkovitu kogeneraciju (NN RH br. 87/17)
20. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN RH br. 78/15, 114/18, 110/19)
21. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14, 32/19)
22. Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN RH br. 118/19, 65/20)

Pored navedenih zakona, propisa i pravila kod izrade projektne dokumentacije primijenjene su odgovarajuće hrvatske norme kao i prospekti materijal proizvođača opreme.

U odnosu na dozvoljena zagrijavanja u normalnom pogonu i na otpornost prema toplini, vatri i stvaranju vodljivih staza, projektom elektroinstalacija definirani su elektroinstalacijski materijali koji po svojim karakteristikama odgovaraju, a kvalitetom zadovoljavaju ispitivanja prema zahtjevima hrvatskih normi.

Zaštitu od požara organiziraju i osiguravaju njeno provođenje vlasnici, odnosno korisnici građevine, na način propisan zakonom, propisima donesenima na temelju zakona, priznatim pravilima tehničke prakse, planovima zaštite od požara i drugim odlukama tijela državne uprave te općim aktima pravnih osoba. Izgrađena postrojenja ne predstavljaju opasnost kao potencijalni izvor požara, pa se na njima ni ne projektiraju posebne mjere zaštite.

U svemu ostalom potrebno je pridržavati se propisa o mjerama zaštite od požara koje su propisane zakonom o zaštiti od požara (NN RH br. 92/10).

Gradilište je potrebno propisno osigurati kako ne bi došlo do požara od strane prolaznika. Unutar gradilišta izvođač radova mora urediti prostor za čuvanje opasnog materijala. Strojevi sa kojima se izvode radovi moraju biti u ispravnom stanju kako ne bi izazvali požar.

## PODACI O GRAĐEVINI

Postojeća električna instalacija građevine, osim za napajanje rasvjete, služi za napajanje električnom energijom utičnica i strojeva.

Princip razvođenja električne energije do pojedinih potrošača je sa kabelima PP-Y u SPN cijevima te u metalnim pocinčanim kanalicama.

Rasvjeta je izvedena uglavnom fluo svjetilkama te panik rasvjeta na glavnim izlazima. Svi dijelovi objekta te oprema ugrađena u prostore odabrana je u skladu sa tehničkim propisom za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10).

Električna instalacija sunčane elektrane služi za proizvodnju električne energije iz fotonaponskih modula.

Princip razvođenja električne energije od modula do izmjenjivača je kabelima u kanalicama.

Osnovni podaci o električnoj instalaciji:

- Napon: L(3)N- 50Hz, 230V(400V).
- Sistem razdiobe s obzirom na uzemljenje : TN-C-S
- Zaštita od direktnog dodira: dijelovi pod naponom su izolirani
- Zaštita od indirektnog napona dodira: zaštita od previsokog napona dodira izvedena je TN-C-S sustavom, a zaštita je automatsko isključenje napajanja uređaja u kvaru u vremenu manjem od 0,4 s, odnosno 5 s za glavne napojne vodove. Dodatna zaštita izvedena je zaštitnim uređajem diferencijalne struje (ZUDS)  $I_d = 0,3 \text{ A}$ .

## ANALIZA MOGUĆIH UZROKA NASTANKA POŽARA I MJERA ZA NJIHOVO OTKLANJANJE

U prvoj grupi javljaju se opasnosti koje se odnose na: opasnosti od preopterećenja vodiča, kabela i sklopnih aparata, opasnosti od kratkih spojeva izazvanih kvarom na uređajima ili probojem izolacije na elementima instalacije, te opasnost od iskrenja uslijed neispravne instalacije ili nepravilnog korištenja i održavanja instalacija.

Osnovni vid zaštite od navedenih opasnosti je upotreba kompletne instalacije i svih elemenata instalacije u granicama njihovih nominalnih vrijednosti, pravilno rukovanje uređajima i redovno održavanje instalacija u ispravnom stanju.

Posebne mjere za zaštitu od preopterećenja vodiča, kabela i sklopnih aparata izvedene su osiguračima.

Zaštita od kratkih spojeva provedena je ugradnjom odgovarajućih osigurača s topljivom umetkom na početku svakog napojnog voda (odnosno na mjestu promjene presjeka). Razdjelnica i razvodne kutije projektirane su tako da se izvedu od nezapaljivog i samogasivog materijala.

Da bi sve navedene mjere zaštite od nastanka požara bile djelotvorne potrebno je da se izvođač radova na elektroinstalacijama pridržava danih tehničkih rješenja, a radove izvede pažljivo i u skladu sa citiranim propisima.

Projektant:



Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

E 1369

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## **OPĆENITO**

Kao sastavni dio tehničke dokumentacije, na osnovu Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Zakona o zaštiti na radu (NN RH br. 71/14, 118/4, 154/14, 96/18) izrađen je ovaj prikaz tehničkih rješenja za primjenu pravila iz zaštite na radu koje projektirani objekt mora zadovoljavati za vrijeme korištenja.

Pri projektiranju su korišteni detalji iz navedenih Zakona, tehničkih propisa, pravilnika, standarda i normi koji su obvezujući za sve sudionike gradnje (izrada projektne dokumentacije, izvođenje radova i održavanje). Predmetni prikaz tehničkih rješenja za primjenu pravila zaštite na radu izrađeni su za postrojenje za proizvodnju i razvod električne energije, a sadrži sunčanu elektranu sa sustavom fotonaponskih modula, uz pripadajuću niskonaponsku opremu, izmjenjivače te razvodni ormar, te elektroenergetski kabelski razvod do obračunskog mjernog mjesta smještenog na poziciji postojećeg glavnog razvodnog ormara unutar objekta.

Zbog opasnosti koje se mogu pojaviti kod ovih vrsta elektroinstalacija, odnosno, pri automatskom radu postrojenja NN sunčane elektrane (fotonaponski moduli, izmjenjivači, razvodni ormari) bez prisutnosti ovlaštene osobe, potrebno je odrediti nužne mjere sigurnosti uz primjenu pravila i normativa zaštite na radu. U elaboratu se prikazuju tehnička rješenja i primijenjeni propisi projekta razvoda niskog napona sa razvodnim ormarom.

U ovom projektu prikazujemo osnovna pravila zaštite na radu:

1. Na vanjskoj strani vrata svih razdjelnika mora se nalaziti natpis koji upozorava na opasnost od električne struje.
2. Zaštitna oprema potrebna za primjenu zaštite na radu treba se nalaziti kod ekipa koje obavljaju radove.

## **ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA**

### **Sustav zaštite od previsokog dodirnog napona**

a) Način zaštite od slučajnog dodira uređaja pod naponom

Zaštita od izravnog dodira izvedena je tako da su svi neizolirani dijelovi električne instalacije, koji mogu biti pod naponom, smješteni u razdjelnik odnosno u kućice (izmjenjivači), gdje u normalnim uvjetima rada neće biti dostupni. Također će i sva spajanja i razdvajanja strujnih krugova biti izvedena samo direktno na izmjenjivačima i u razdjelnicima.

Dijelovi mreže koji su pod naponom zaštićeni su od slučajnog dodira izoliranjem i postavljanjem dijelova pod naponom izvan domašaja ruku (od stajališta čovjeka više od 2,5 m i više od 1,25 m niže, odnosno u horizontalnom pravcu).

b) Način zaštite od previsokog napona dodira (u uvjetima kvara)

Radi sprečavanja mogućnosti nastanka previsokog napona dodira mogu se za izvedbu mreže upotrebljavati samo dobro izolirani vodiči. Kao dopunska zaštitna mjera za zaštitu mreža od previsokog napona dodira – indirektnog dodira predviđen sistem TN-C-S je automatsko isključivanje instalacija u kvaru.

Minimalna struja jednopolnog kratkog spoja (zemljospoja) mjerodavna je za provjeru efikasnosti kratkospojne zaštite, u smislu termičke zaštite kabela u kratkom spoju, te prevencije od zadržavanja opasnog napona dodira u slučaju pojave greške.

Dodatna zaštita izvedena je zaštitnim uređajem diferencijalne struje (ZUDS)  $I_d = 0,3 \text{ A}$  (kombinirano sa zaštitnim prekidačem) za izmjenjivače. Prije puštanja mreže pod napon potrebno je izmjeriti otpor uzemljenja i kontrolirati efikasnost zaštite od previsokog napona dodira mjerenjem otpora petlje strujnih krugova. Na razdjelnicima mreže potrebno je staviti vidljivo upozorenje kakva se dopunska zaštita od previsokog napona koristi.



## **Zaštita od prekomjernih struja i kratkog spoja**

Osigurači – prekidači strujnih krugova odabrani su u skladu s trajno dopuštenim strujama vodova i kabela, te kontrola vodova i osigurača prema očekivanim strujama kratkog spoja.

Zaštita od preopterećenja i kratkog spoja svih pogona je izvedena je zaštitnim prekidačima (kombinirano s ZUDS) nazivnog napona 400V, prekidne moći do 25 kA /400V.

Na razvodnim ormarima mreže potrebno je staviti vidljivo upozorenje kakva se dopunska zaštita od previsokog napona koristi.

## **Natpisi upozorenja opasnosti od električne struje**

Na vanjskoj strani vrata razvodnih ormara mora se nalaziti natpis koji upozorava na opasnost od električne struje.

## **Provjera efikasnosti zaštite od previsokog napona dodira**

Prije puštanja mreže pod napon potrebno je izmjeriti otpor uzemljenja i kontrolirati efikasnost zaštite od previsokog napona dodira mjerenjem otpora petlje strujnih krugova.

## **Boja kabela i vodova**

Boje kabela i vodova su u skladu sa važećim standardima.

Boje izolacije vodiča su:

fazni vodiči:	crna, smeđa, siva
neutralni vodiči:	plava
zaštitni vodiči:	žuto-zelena.

## **Razvodne ploče**

Razvodne ploče bit će smještene na pristupačnom mjestu. Priključke nul vodiča izvesti pristupačno na sabirnicu tako da se mogu isključiti pojedinačno i raspoznati kojem strujnom krugu pripadaju. To se odnosi i na priključke zaštitnih vodiča koji se ne smiju prekidati. Svi dijelovi koji su normalno pod naponom zaštićeni su od slučajnog dodira. Razvodne ploče su iz negorivog (ili samogasivog) materijala.

U razvodnoj ploči postaviti jednopolnu shemu, trajno čitku, usklađenu sa stvarnim stanjem, koja treba sadržavati sljedeće podatke:

- radni napon i frekvenciju,
- presjeke svih dovodnih i odvodnih vodova i njihove oznake te nazive potrošača,
- nazivne struje svih prekidača, sklopki i osigurača,
- način zaštite od neizravnog napona dodira,
- svi aparati u razvodnoj ploči označeni prema oznakama iz sheme.

## **Izjednačenje potencijala metalnih masa**

Izvedeno je povezivanjem svih metalnih masa na sabirnicu za izjednačenje potencijala koja se nalazi u sklopu razdjelnika, a koja je dalje spojena na uzemljenje. Sabirnica za izjednačenje potencijala vezana je na postojeći temeljni uzemljivač objekta. Sve metalne dijelove elektrane na krovu potrebno je spojiti na vanjski sustav zaštite od munje jer nije moguće osigurati sigurnosni razmak.

## **Instalacija zaštite od udara munje**

Građevina ima instalaciju za zaštitu od djelovanja munje.

## **IZVOĐENJE, PREGLED I KONTROLA**

Investitor mora izvođenje instalacija povjeriti samo za to ovlaštenim izvođačima. Izvođač radova mora u Tijeku pripreme gradilišta i izvođenja instalacija primijeniti sve propise zaštite na radu tako da izvedene instalacije ne budu uzrok nesreće na radu, požara ili oštećenja imovine.

Investitor, izvođač i konačni korisnik moraju prema propisima prijaviti i zaštititi gradilište, upotrebljavati samo ispravna i atestirana sredstva za rad kod izvođenja i održavanja instalacija, izvoditi instalaciju prema svim važećim propisima.

Nakon izvedbe instalacije potrebno je izvedenu instalaciju ispitati prema propisima, a za izvedena ispitivanja treba izdati atest i potvrdu da je instalacija ispravna i da se može nesmetano koristiti.

Kod izvedbe instalacije radnici trebaju biti opremljeni odgovarajućim alatom, priborom i HTZ opremom. Radovi se moraju obaviti u beznaponskom stanju. Iza završetka svih građevinskih radova potrebno je ukloniti sve predmete koji bi mogli ugroziti sigurnost radova i ometati slobodno kretanje i ispitati instalaciju po strujnim krugovima (ispitati djelovanje sklopki, ispitati ispravnost spoja kabela, izmjeriti otpor petlje i izdati atest o mjerenju).

Pregled i kontrolu instalacije vrši ovlaštenu i kvalificiranu radnik na osnovu usmenog ili pismenog naloga i uputa rukovoditelja i da pri tome obrati pozornost na zaprljanost, ispravnost brava na razdjelnim ormarićima, stanje razvodnih ormarića, ispravnost, priključke razvodnog ormara na uzemljivač, stanje antikorozivne zaštite itd.

Popravke instalacije vrši ovlašten i kvalificiran radnik na osnovu naloga rukovoditelja, u beznaponskom stanju. Prije popravka na instalaciji potrebno je provjeriti s koliko pojmih točaka se napaja instalacija, isključiti osigurače na svim pojnim točkama i osigurati da ne dođe do uključivanja dok traju radovi na instalaciji. Nakon svih popravaka potrebno je izvršiti ispitivanje.

## **PRIKAZ MJERA ZAŠTITE NA RADU**

Rukovoditelj gradilišta dužan je upozoriti radnike na sva moguća ugrožavanja na radnom mjestu, odnosno gradilištu i o primjeni zaštitnih mjera kojih se treba pridržavati. Kod izvođenja radova na gradilištu treba biti prisutna stručna osoba s položenim ispitom o zaštiti na radu, koja treba voditi računa o primjeni svih mjera zaštite na radu.

Gradilište treba voditi uredno tako da je omogućeno nesmetano i sigurno odvijanje radova. Pri tome treba onemogućiti pristup nezaposlenim osobama. O uređenju gradilišta dužan je pobrinuti se izvođač na osnovi posebnog elaborata.

Izvođač je dužan:

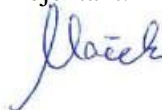
- osigurati granice gradilišta prema okolini, osigurati prolaz u zgrade kako ne bi došlo do ozljeda slučajnih prolaznika.

- odrediti mjesto i način razmještanja građevinskog materijala. Sav materijal, postrojenja i oprema potrebna za izgradnju objekta mora kod upotrebe biti složena pregledno, tako da je omogućeno nesmetano ručno ili mehanizirano uzimanje bez opasnosti od rušenja i slično.

- propisno obilježiti opasna mjesta na gradilištu odrediti vrstu i način izvođenja građevinskih skela.

- na mjestima gdje postoje i drugi podzemni objekti, radovi iskopa moraju se izvoditi prema uvjetima i pod nadzorom stručne osobe ili organizacije kojima pripadaju i koje održavaju te instalacije, odnosno objekte.

Projektant:



Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

E 1369

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## OPĆENITO

Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) definira tehnička svojstva bitna za građevinu, pa je prilikom isporuke proizvođač opreme dužan dokazati ispravnom njenu uporabljivost.

### Nadzor nad izvođenjem

Investitor mora osigurati nadzor nad izvođenjem radova na instalacijama. Nadzor se mora povjeriti pravnoj osobi i nadzornom inženjeru u skladu sa Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) .

### Kakvoća ugrađene opreme i materijala

Proizvodi, materijali i oprema mogu se upotrebljavati, odnosno ugrađivati samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti prema posebnom zakonu.

Materijali upotrijebljeni u izvedbi instalacija i sva oprema navedena u troškovniku mora zadovoljiti postojeće važeće tehničke norme i standarde propisane odgovarajućim zakonima Republike Hrvatske.

### Obaveze i dužnosti

Sav materijal za izvedbu radova predmetne instalacije obavezan je dobiti izvođač prema specifikaciji materijala u projektnoj dokumentaciji, a u skladu s važećim zakonskim propisima.

Za sav ugrađeni materijal i opremu moraju se dostaviti atesti i certifikati kojima se dokazuje kvaliteta ugrađenog materijala.

Naručitelj je obavezan osigurati stalni stručni nadzor nad izvedbom ugovorenih radova.

Naručitelj je obavezan prije početka radova dostaviti izvođaču imena ovlaštenih osoba za obavljanje nadzora nad izvedbom.

Izvođač je obavezan imenovati svog ovlaštenog predstavnika – rukovoditelja radova, prije početka radova i o tome pismeno izvijestiti naručitelja.

Sve probleme u pogledu ugovorenih radova, naručitelj će rješavati s izvoditeljem preko ovlaštene osobe za vršenje nadzora.

Izvoditelj se obvezuje da će redovito upisivati u montažni dnevnik sve potrebne podatke, koje je obavezan upisivati i da će osobi ovlaštenoj za vršenje nadzora omogućiti svakodnevno uvid u montažni dnevnik.

Svi radovi vezani uz predmetnu instalaciju moraju biti stručno i kvalitetno izvedeni točno po nacrtima i opisu, a po uputama projektanta i nadzornog organa.

Po završetku ugovorenih radova a prije početka korištenja odnosno stavljanja u pogon instalacije, naručitelj je obavezan zatražiti tehnički pregled izvedenih radova u svrhu utvrđivanja njihove tehničke ispravnosti.

Sve garantne listove, ateste i certifikate ugrađenog materijala i opreme zajedno sa svim potrebnim uputama za rukovanje i održavanje izvedene instalacije, izvoditelj je obavezan dostaviti naručitelju prije izvršenog tehničkog pregleda.

Za kvalitetu izvedenih radova izvoditelj jamči godinu dana od dana izvršenog tehničkog prijama, a za ugrađenu opremu prema garantnom listu proizvođača opreme.

Izvoditelj ne odgovara za kvarove nastale nasilnim oštećenjem ili nestručnim korištenjem izvedene instalacije.

Preglede sustava treba vršiti barem jednom godišnje i od strane ovlaštene organizacije pribaviti atest o ispravnom funkcioniranju (atest funkcionalnosti sustava).

Prije tehničkog pregleda obaveza je izvođača (isporučioća opreme) dostaviti (izraditi) priručnike za uporabu opreme i to:

- upute za pokretanje opreme,
- upute za montažu i demontažu,
- upute za održavanje opreme i
- upute za servisne preglede opreme.

## **Dokumentacija – isprave**

Ugrađeni materijal, elementi uređaja i tehnička oprema mora biti usklađena s važećim standardima i tehničkim propisima (treba imati valjane hrvatske isprave – uvjerenja o ispravnosti za namijenjenu svrhu), te će u tu svrhu priložiti kupcu prije tehničkog prijema kao dokaz sljedeću dokumentaciju:

- za opremu i materijale stranog porijekla mora se priložiti potvrda da je izrađena sukladno važećim Hrvatskim standardima, odnosno uz ispravu stranog isporučitelja, treba se pribaviti od distributera ili uvoznika za ugrađenu električnu opremu, propisane izjave o sukladnosti koja treba biti označena propisanom oznakom sukladnosti, a sve sukladno odredbama Zakona o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13, 14/14).

Sva oprema i materijal isporučeni po ovom projektu moraju biti sukladni važećim hrvatskim normama ili tehničkim dopuštenjima. Svaki komad opreme i materijala mora biti označen oznakom sukladnosti «CE», prema čl. 21 Zakona o građevnim proizvodima (NN RH br. 76/13; 30/14), a uz njega priložena potvrda ili izjava o sukladnosti, kao i tehnička uputa (prema odredbama istog Zakona).

## **Provjera i ispitivanje**

Instalacije je potrebno pregledati u prema Tehničkom propisu za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10). Nakon gore navedenog ispitivanja obavezno se vrši i funkcionalno ispitivanje elektroopreme i u sklopu pokusnog rada pogona koji investitor povjerava osobi koja ispunjava uvjete za obavljanje tih djelatnosti prema posebnom zakonu.

Prije planiranog pokusnog rada posebno će se planirati aktivnosti kontrole, provjere, mjerenja i podešavanja elektro parametara elektro opreme pogona a definirat će se i mjere osiguranja, zaštitne mjere za vrijeme trajanja pokusnog rada.

Praćenjem kvalitete pokazalo je da je takav pristup dovoljan za osiguranje pouzdanog i kvalitetnog rada te treba izvršiti sljedeća ispitivanja i provjeravanja:

- provjera ispravnosti postavljanja opreme, shema, natp. pločice, upute za rad,
- provjeravanje rada svih funkcija opreme i zaštite i
- provjera svih mjera zaštite na radu i od požara.

Svim ispitivanjima prisustvuje nadzorni inženjer, a uspješno ispitivanje se upisuje u montažni dnevnik i predstavnik izvoditelja izdaje odgovarajuća izvješća.

Nakon izvedenih radova potrebno je predati Investitoru sve certifikate, jamstvene listove i izvješća o izvršenim probama i ispitivanjima, te svu proizvođačku dokumentaciju. Sva dokumentacija treba biti predana uz pisani dokument i potpisom ovlaštenog predstavnika Investitora.

## **Pokusni rad**

Kako bi se osigurao funkcionalan i siguran rad postrojenja za proizvodnju i razvod električne energije te dokazalo ispunjenje bitnih zahtjeva za građevinu potrebno je provesti pokusni rad temeljem čl. 143 Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) .

Pripreme za pokusni rad teku neposredno nakon završetka montažnih radova, a sastoje se uglavnom od:

- provjere da li je sva oprema ugrađena sa projektnom dokumentacijom i uputama proizvođača opreme,
- pregleda sve opreme s uklanjanjem uočenih nedostataka te potrebne provjere, mjerenja i podešavanja elektroparametara i
- proglašavanje spremnosti postrojenja za pokusni rad.

Nakon osiguranja gore navedenih uvjeta instalacija se postupno pušta u rad. U Tijeku pokusnog rada treba ispitati i dokazati sve zahtjevne operacije instalacije. Pokusni rad predviđa se u trajanju minimalno 15 dana.

## **Sanacija gradilišta**

Svi otpadni materijali koji ostaju na gradilištu kod izvođenja instalacija moraju se u potpunosti prikupiti i odložiti na deponij otpadnog materijala ili ponuditi specijaliziranom poduzeću za zbrinjavanje otpadnog materijala.

Sve površine na kojima se izvodi polaganje kabela (stropne ploče i sl.), moraju se vratiti u prethodno stanje.

## **Projektirani vijek uporabe opreme elektroinstalacija jake i slabe struje te uvjeti za njeno održavanje**

Projektirani vijek opreme elektroinstalacija ugrađenih u sunčanu elektranu

Projektirani vijek projektirane građevine je 30 godina.

Ugrađena elektrooprema i elektroinstalacije:

- kabele i kablanski pribor 30 godina
- elementi snage 15 godina
- ostalo 30 godina

Građevina se nadgleda i kontrolira kontinuirano u radu, a u sklopu održavanja obnavlja. Nedostaci se, ovisno o vrsti, opsegu i "težini", otklanjaju odmah ili tijekom remonta, po propisanoj proceduri, a pisana se izvješća arhiviraju. Detaljna kontrola mora se provesti minimalno jednom godišnje.

## **Uvjeti za održavanje opreme elektroinstalacija jake i slabe struje**

### **Obveze vlasnika**

Nakon izvršenih ispitivanja i puštanja sunčane elektrane u rad vlasnik obavlja stalni nadzor nad radom elektroinstalacija elektrane i svih elektroinstalacija. Taj nadzor ima cilj utvrđivanja pravilnog rada, te otkrivanje mjesta na kojima je došlo do eventualnog oštećenja koje bi moglo prouzročiti nepravilnost u radu i sigurnosti elektrane.

U sklopu nadzora predviđena je kontrola ispravnosti elektroopreme, kontrola spojeva, kontrola ispravnosti zaštite od korozije (naročito spojeva), kontrola i ispitivanje funkcionalnosti sigurnosnih funkcija svih elektroinstalacija. Sve aktivnosti koje se poduzimaju na sustavu tijekom održavanja moraju se dokumentirati.

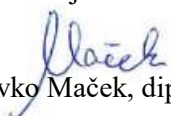
## **PROGRAM OSIGURANJA I KONTROLE KVALITETE**

1. Građenje građevina čiji je sustav sastavni dio, mora biti takvo da sustav ima tehnička svojstva i da ispunjava druge zahtjeve u skladu s tehničkim rješenjem građevine i uvjetima za građenje danih projektom, te da se osigura očuvanje tih svojstava i uporabljivost građevine tijekom njezina trajanja.
2. Pri izvođenju sustava izvođač je dužan pridržavati se dijela projekta građevine koji se odnosi na sustav i tehničkih uputa za ugradnju i upotrebu proizvoda koji se ugrađuju u sustav te određaba tehničkih propisa.
3. Kod preuzimanja proizvoda potrebnih za izvođenje sustava izvođač mora utvrditi:
  - je li građevni proizvod isporučen s oznakom sukladnosti u skladu s posebnim propisom kojim se uređuje označavanje građevnih proizvoda i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u propisanoj oznaci,
  - je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
  - jesu li svojstva, uključivo i rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost sustava sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.
4. Utvrđeno iz prethodnog zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je proizvod isporučen pohranjuje se među dokaze o sukladnosti proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.
5. Zabranjena je ugradnja proizvoda koji:



- je isporučen bez oznake sukladnosti u skladu s posebnim propisom,
  - je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
  - nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost sustava nisu sukladni podacima određenim projektom.
6. Ugradnju proizvoda odnosno nastavak radova mora, kada je to određeno glavnim projektom, odobriti nadzorni inženjer, što se upisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.
  7. Propisana svojstva i uporabljivost sustava utvrđuju se na način određen projektom i tehničkim propisima.
  8. Podatke o dokazivanju uporabljivosti i postignutim svojstvima sustava izvođač zapisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.
  9. Izvođenje sustava mora biti takvo da sustav ima tehnička svojstva i ispunjava zahtjeve određene projektom i tehničkim propisima.
  10. Uvjeti za izvođenje sustava određuju se programom kontrole i osiguranja kvalitete koji je sastavni dio glavnog projekta sustava najmanje u skladu s odredbama tehničkih propisa.
  11. Ako je tehničko rješenje sustava odnosno ako su uvjeti u kojima se izvode radovi i druge okolnosti koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva sustava takvi, da nisu obuhvaćeni odredbama propisa, tada se programom kontrole i osiguranja kvalitete moraju urediti posebni uvjeti građenja kojima se ispunjava zahtjev iz stavka 1. ovoga članka.
  12. Smatra se da sustav ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiv ako:
    - su proizvodi ugrađeni u sustav na propisani način i imaju ispravu o sukladnosti prema tehničkim propisima i drugu ispravu ako je to propisano posebnim propisom,
    - su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva sustava, bile sukladne zahtjevima iz projekta,
    - ako su rezultati pregleda i ispitivanja dijelova sustava tijekom izvođenja i cjelokupnog sustava nakon završetka radova sukladni propisanim ili projektom određenim vrijednostima,
    - te ako o svemu određenom točkama 1., 2. i 3. ovoga stavka postoje propisani zapisi i/ili dokumentacija.
  13. Ako se utvrdi da sustav nema projektom predviđena tehnička svojstva, mora se provesti naknadno dokazivanje da sustav ispunjava zahtjeve tehničkih propisa.
  14. U slučaju da se dokaže da postignuta tehnička svojstva sustava ne ispunjavaju zahtjeve tehničkih propisa mora se izraditi projekt sanacije sustava.

Projektant:

  
Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## 1. PROJEKTNII ZADATAK

Investitor PANA Windows d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, na proizvodnoj zgradi u Čakovcu, Zagrebačka 42, kat. čest. br. 2701/3, k.o. Čakovec planira provesti mjere energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u skladu s javnim pozivom Povećanje energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije u proizvodnim industrijama (referentni broj: KK.04.1.1.03).

### **Projektnu cjelinu čini proizvodni pogon i zgrada proizvodnog pogona.**

Projektna cjelina je proizvodni pogon prijavitelja PANA Windows d.o.o. na kojem se provode mjere povećanja energetske učinkovitosti i ugradnje opreme za korištenje obnovljivih izvora energije, a koji je zasebna funkcionalna i energetska cjelina za koju je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju isporučene energije te parametre koji utječu na potrošnju i zgrada proizvodnog pogona na kojoj se primjenjuju mjere energetske učinkovitosti, a koja je zasebna funkcionalna i energetska cjelina za koju je moguće mjeriti pripadajuću potrošnju isporučene energije te parametre koji utječu na potrošnju."

Mjere koje se planiraju provesti na temelju ovog projekta:

### **MJERA 2 - REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI RASVJETE (Unutarnja rasvjeta)**

Postojeću unutarnju FLUO i metalhalogenu rasvjetu u proizvodnoj zgradi PANA WINDOWS, koju čini 266 rasvjetnih tijela ukupne instalirane snage 32.097 W potrebno je zamijeniti s učinkovitijom LED rasvjetom uz zadržavanje iste razine osvijetljenosti prostora. Postojeća rasvjetna tijela zamijenit će se novim rasvjetnim tijelima manje instalirane snage uz zadržavanje postojećeg ožičenja. Ova mjera spada u podaktivnost energetska učinkovitost i obnovljivi izvori energije u proizvodnim pogonima.

### **MJERA 3 - OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Vanjska rasvjeta)**

Postojeću vanjsku metalhalogenu rasvjetu zgrade PANA WINDOWS, koju čini 12 rasvjetnih tijela ukupne instalirane snage 4.800 W potrebno je zamijeniti s učinkovitijom LED rasvjetom uz zadržavanje iste razine osvijetljenosti prostora. Postojeća rasvjetna tijela zamijenit će se novim rasvjetnim tijelima manje instalirane snage uz zadržavanje postojećeg ožičenja. Rasvjeta osvjetljava prometnicu koja vodi do upravne zgrade PANA WINDOWS. Ova mjera spada u podaktivnost energetska obnova zgrada.

### **MJERA 4 - POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA**

Na krovu proizvodne zgrade planira se izgraditi sunčana elektrana nazivne snage 192 kW. Sunčana elektrana izgradit će se na krovu kao konstruktivni sistem površine 1.457 m<sup>2</sup> modula pričvršćenih na aluminijsku podkonstrukciju. Elektranu će činiti fotonaponsko polje ukupne snage 285,78 kWp, četiri izmjenjivača ukupne nazivne snage 192 kW s razvodnom opremom te aluminijska konstrukcija za prihvata modula na krov građevine. Proizvedena električna energija će se pretežno koristiti za vlastite potrebe, a eventualni višak predavati u distribucijsku mrežu čime će se poboljšati energetska učinkovitost u cjelini. Elektrana se priključuje na postojeću instalaciju kupca, a maksimalna dopuštena predaja električne energije prema mreži iznosi 100 kW prema uvjetima EES-a broj 400400-200451-0012., od 30.07.2020. Investitor za predani višak električne energije u elektroenergetsku mrežu neće sklapati ugovor o otkupu električne energije po

povlaštenim odnosno subvencioniranim cijenama. Ova mjera spada u podaktivnost energetska učinkovitost i obnovljivi izvori energije u proizvodnim pogonima.

## 2. OPIS POSTOJEĆEG STANJA I ISPORUČENE ENERGIJE

### 2.1 OPĆI PODACI O GRAĐEVINI

Na lokaciji u Čakovcu, Zagrebačka 42, na kat. čest. br. 2701/3, k. o. Čakovec, tvrtka PANA Windows d.o.o. bavi se proizvodnjom drvene građevne stolarije (16.23 Proizvodnja ostale građevne stolarije i elemenata prema NKD-u 2007.). Poslovni kompleks sastoji se od nekoliko građevina koje su građene u nekoliko etapa, veći dio građevina izgrađen je prije 15. veljače 1968. godine dok je zadnja izgradnja bila 2007. godine za što su izdane sljedeće potvrde i uvjerenja:

1. Uporabna dozvola za pomoćnu zgradu (kotlovnicu) izdana od Upravnog odjela za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo Grada Čakovca - Odsjeka za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji, KLASA: UP/I-361-05/09-01/03. URBROJ: 2109/2-05-02-0917-17 od 01. listopada 2009. godine.
2. Potvrda izvedenog stanja izgrađene poslovne građevine (uredski prostori sa pratećim sadržajima), izdana od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo – Odsjeka za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji Međimurske županije – grada Čakovca, KLASA: 361-04/08-01/02, URBROJ: 2109/2-05-02-09-09 od 11. prosinca 2009. godine.
3. Uvjerenje o vremenu građenja za Građevinu 1, Građevinu s nadstrešnicom, Građevinu 2, Građevinu 3, Građevinu 5, Nadstrešnicu, Skladište drvene građe 1, Skladište drvene građe 2 i Portirnicu, izdano od strane Upravnog odjela za prostorno uređenje, zaštitu okoliša i graditeljstvo – Odsjeka za provođenje dokumenata prostornog uređenja i izdavanja akata o gradnji Međimurske županije – grada Čakovca, KLASA: 361-08/08-01/17, URBROJ: 2109/2-05-02-09-07 od 29. prosinca 2009. godine.

Ukupna površina kompleksa građevina je 5.015 m<sup>2</sup>.



Slika 2.1. Poslovna građevina PANA WINDOWS

### 2.1.1 Postojeća potrošnja energije

U tablici 2.1. prikazana je potrošnja električne energije (u kWh) na lokaciji u Čakovcu, Zagrebačka 42, za razdoblje od zadnjih 5 godina, a podaci su dobiveni iz energetske kartice izdane od HEP-ODS Elektra Čakovec.

Godina	Godišnja potrošnja električne energije (kWh)
2015.	519.624
2016.	527.608
2017.	563.212
2018.	457.422
2019.	548.146

Tablica 2.1. Postojeća isporučena električna energija preuzeta iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj lokaciji izražena u kWh

Kao referentno razdoblje za proračun ušteda uzeti ćemo 2019. u kojoj je ukupna godišnja isporučena električna energija projektnoj cjelini iznosila 548.146 kWh.

Od toga, 150.937,71 kWh odnosi se na dio projektne cjeline zgrada, a 397.208,29 kWh se odnosi na dio projektne cjeline proizvodni pogon.

Kod izračuna ušteda mjere 4 Izgradnja sunčane elektrane, kao polazna energija za izračun je uzeta ukupna isporučena električna energija nakon provedbe mjera 1, 2 i 3.

U referentnom razdoblju poslovna građevina ukupno je isporučila 15.518 komada izlaznih jedinica proizvoda.

### **3. REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI UNUTARNJE RASVJETE (Zamjena unutarnje rasvjete)**

#### **3.1 UVOD**

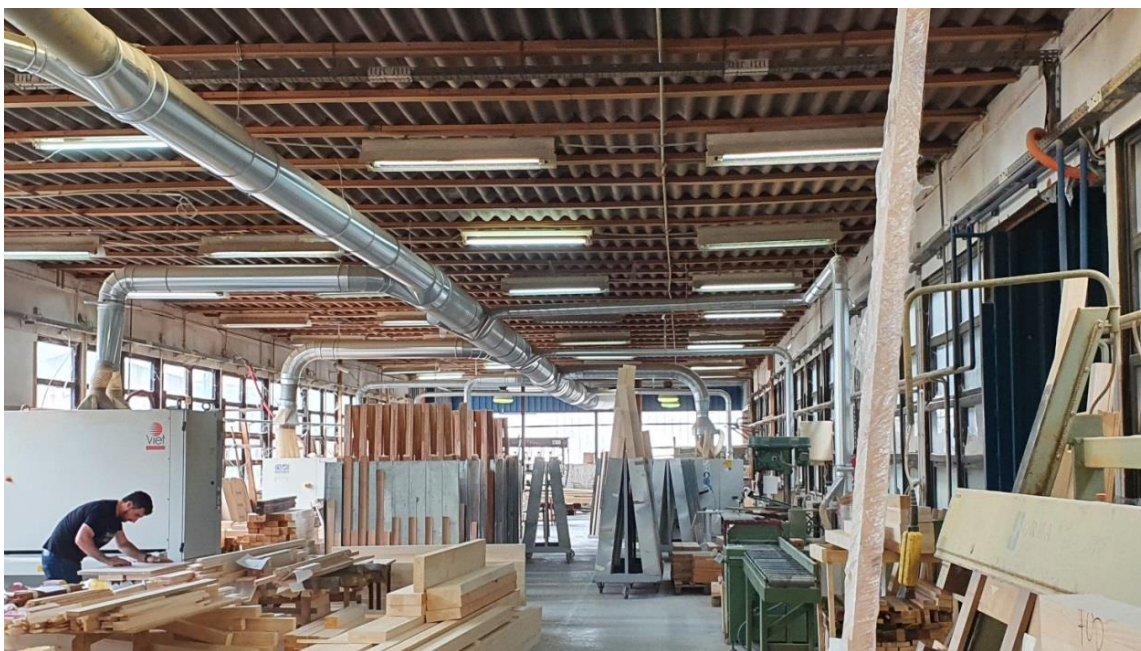
U sklopu aktivnosti povećanja energetske učinkovitosti i smanjenja emisije stakleničkih plinova sukladno učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji tvrtka PANA Windows d.o.o. u proizvodnoj zgradi planira zamijeniti stara metalhalogena i fluo rasvjetna tijela novim LED rasvjetnim tijelima pri čemu će se ostvariti uštede u potrošnji električne energije. U ostalim prostorijama se već koristi energetski učinkovita rasvjeta. Ovim projektom će se obuhvatiti samo izmjene rasvjetnih tijela, a ostali elementi razvoda elektroinstalacija ostaju kako su i predviđeni glavnim projektom elektroinstalacija prilikom izgradnje objekta. Kao podloga za projektiranje poslužit će postojeća projektna dokumentacija.

#### **3.2 OPIS POSTOJEĆEG STANJA**

##### **3.2.1 Opći podaci o građevini**

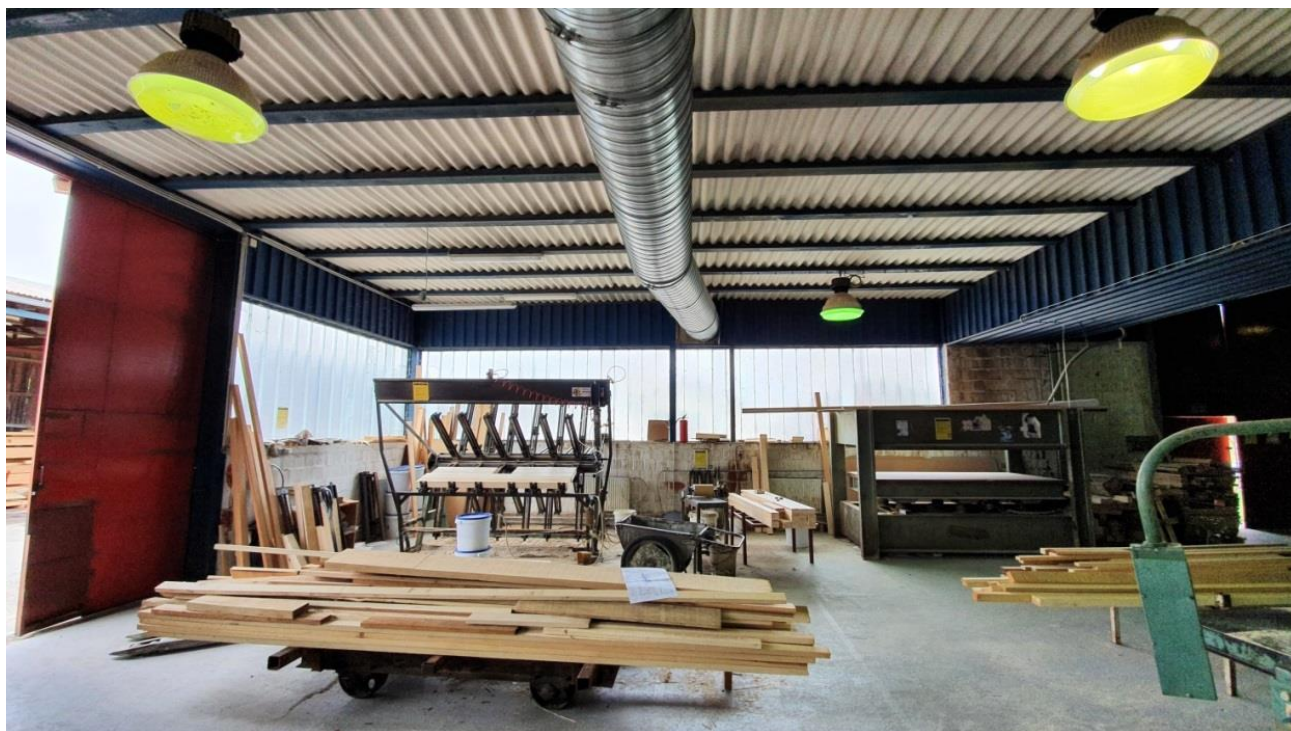
Na lokaciji u Čakovcu, Zagrebačka 42, na kat. čest. br. 2701/3, k. o. Čakovec, tvrtka PANA Windows d.o.o. bavi se proizvodnjom drvene građevne stolarije. Površina dijelova proizvodne zgrade u kojoj je previđena zamjena unutarnje rasvjete iznosi 3.600 m<sup>2</sup>, a zadnji dio značajnije izgradnje bio je 2007. godine.

##### **3.2.2 Fotodokumentacija**



Slika 3.1. HALA 1- priprema proizvodnje





Slika 3.2. HALA 1- priprema proizvodnje



Slika 3.3. HALA 2 - proizvodnja





Slika 3.4. HALA 4 - skladište



Slika 3.5. Ured – priprema proizvodnje

### 3.2.3 Tehnički podaci postojeće rasvjete

Starost rasvjetnih tijela je trinaest godina te su fluo i metalhalogena rasvjetna tijela dotrajala i potrebno ih je zamijeniti. Tijekom uporabe svjetlost polako tamni, gubi na oštini i jasnoći. Proces je polagan i teško se primjećuje. Korisnik najčešće postaje svjestan problema kada se pokraj stare postavi potpuno nova svjetiljka. Rasvjeta nema mogućnost regulacije.

Promjena rasvjete vrši se u proizvodnom pogonu, kotlovnici, skladištu, garderobi i uredima, a mijenjati će se i protupanična rasvjeta. U ostalim prostorijama se neće mijenjati rasvjeta.

Vrste postojećih rasvjetnih tijela i svjetlosnih izvora koji se mijenjaju su dani u sljedećoj tablici:

R.b.	Opis	Opis postojećeg rasvjetnog tijela	Količina [kom]	Snaga pojedinog rasvjetnog tijela [W]	Snaga ugrađenih rasvjetnih tijela [W]	Godišnji broj sati rada [h]	Godišnja isporuka električne energije [kWh]
1.	Proizvodni pogon	Ovjesna svjetiljka u obliku zvona E40	34	400	13.600	2.080	28.288
2.	Proizvodni pogon	Fluo svjetiljka 2x58W	81	116	9.396	2.080	19.544
3.	Kotlovnica	Fluo svjetiljka 2x58W	9	400	3.600	2.080	7.488
4.	Kotlovnica	Ovjesna svjetiljka u obliku zvona E40	2	116	232	2.080	483
5.	Uredi – priprema proizvodnje, skladište garderoba	Fluo svjetiljka 2x58W	27	116	3.132	2.080	6.515
6.	Uredi, garderoba, skladište	Downlight 2x26W	12	52	624	2.080	1.298
7.	Uredi, garderoba, skladište	Plafonjera	6	100	600	2.080	1.248
8.	Sigurnosna rasvjeta	Panic fluo za visoki strop 11W	51	11	561	8.760	4.914
9.	Sigurnosna rasvjeta	Panic fluo 8W	44	8	352	8.760	3.084
	<b>UKUPNO</b>		<b>266</b>		<b>32.097</b>		<b>72.862</b>

Tablica 3.1. Postojeća rasvjeta i isporuka električne energije preuzete iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj građevini izražene u kWh

Ukupno se mijenja 266 rasvjetnih tijela.

Ukupna snaga rasvjetnih tijela koje se mijenjaju iznosi 32.097 W.

Rasvjetna tijela godišnje rade 2.080 h, osim sigurnosne rasvjete koja radi 8.760 h.

Godišnja potrošnja rasvjete koja se mijenja je **72.862 kWh**.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije provedbe mjere je **4,6953 kWh/kom**.

**Prema** EN 12464-1:2012 odabrane su razine osvjetljenosti po prostorijama.

Legenda korištenih oznaka:

- $E_m$  ( $I_x$ ) - srednja horizontalna rasvjetljenost na radnoj površini (određuje se za radno područje na radnoj visini  $H_r$   
Radna visina, ako nije drugačije definirano, iznosi  $H_r = 0,85$  m. Za hodnik\_  $H_r = 0,2$  m)
- UGRL - faktor blještanja
- $U_o$  – ravnomjernost osvjetljenja
- $R_a$  - faktor uzvrata boje

Usporedne vrijednosti zahtijevane osvjetljenosti/rasvjete za određenu djelatnost u hrvatskim normama HRN EN 12464-1:2012

Prikaz je dan za određeni tip prostora, odnosno određenu djelatnost. Po grupama to izgleda ovako:

Proizvodnja i obrada drva					5.25
Tip interijera, zadatak ili aktivnost	$E_m$ ( $I_x$ )	$GR_L$	$U_o$	$R_a$	Opaske
Automatska obrada kao npr. sušenje, izrada šperploča	50	28	0,40	40	
Parne komore	150	28	0,40	40	
Okvir s pilom	300	25	0,60	80	Prevenirati stroboskopske efekte
Rad na stolu za sastavljanje, lijepljenje, sklapanje	300	25	0,60	80	
Poliranje, bojanje, ukrašavanje	750	22	0,70	80	
Rad na strojevima za obradu drva kao npr. guranje, dubljenje, ravnjanje, otpuštanje, blanjanje, rezanje, uranjanje	500	19	0,60	80	
Odabir drva za furniranje	750	22	0,70	90	$4000 K \leq T_{cp} \leq 6500 K$
Intarzija, umetanje u drvo	750	22	0,70	90	$4000 K \leq T_{cp} \leq 6500 K$
Kontrola kvalitete, inspekcija	1000	19	0,70	90	$4000 K \leq T_{cp} \leq 6500 K$
Uredi					5.26
Razvrstavanje, kopiranje, itd.	300	19	0,40	80	
Pisanje, tipkanje, čitanje, obrada podataka	500	19	0,60	80	
Tehničko crtanje	750	16	0,70	80	
CAD radne stanice	500	19	0,60	80	
Konferencije i sobe za sastanke	500	19	0,60	80	Rasvjeta treba biti upravljiva
Recepcijski stol	300	22	0,60	80	
Arhive	200	25	0,40	80	

Tablica 3.2. Usporedne vrijednosti zahtijevane osvjetljenosti/rasvjete za određenu djelatnost u hrvatskim normama HRN EN 12464-1:2012

### 3.3 PRIJEDLOG NOVE RASVJETE

Izrada optimalnog tehničkog rješenja rasvjete napravljena je uporabom programa Zumtobel. Prijedlog je da se umjesto postojećih metalhalogenih i fluo rasvjetnih tijela ugrade LED rasvjetna tijela kao proizvođača Thorn i Zumtobel. Rasvjetna tijela se u najvećem dijelu postavljaju na mjesta gdje je bila postojeća rasvjeta i koristiti će se postojeća noseća konstrukcija i postojeći elektrorazvod. Prema svjetlotehničkom proračunu u kotlovnici će se postaviti osam svjetiljki umjesto postojećih 6, a u proizvodnoj hali nije potrebno montirati sedam fluo svjetiljki.

Budući da je instalirana snaga novih rasvjetnih tijela manja od dosadašnje nije potrebno raditi izmjene na postojećem elektrorazvodu.

#### 3.3.1 Vrsta i broj novih rasvjetnih tijela

Vrste rasvjetnih tijela i svjetlosnih izvora su dani u sljedećoj tablici:

R.b.	Opis	Opis novog rasvjetnog tijela	Količina [kom]	Snaga pojedinog rasvjetnog tijela [W]	Snaga ugrađenih rasvjetnih tijela [W]	Godišnji broj sati rada [h]	Godišnja isporuka električne energije [kWh]
1.	Proizvodni pogon	<b>S1</b> HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	33	75,3	2.484,9	2.080	5.169
2.	Proizvodni pogon	<b>S2</b> AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF	50	32,6	1.630	2.080	3.390
3.	Proizvodni pogon	<b>S4</b> AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF	24	21,7	520,8	2.080	1.083
4.	Kotlovnica	<b>S1</b> HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	3	75,3	225,9	2.080	470
5.	Kotlovnica	<b>S3</b> AQFPRO L LED6400-840 PC WB HF	10	52,7	527	2.080	1.096
6.	Uredi, garderoba, skladište	<b>S4</b> AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF	8	21,7	173,6	2.080	361
7.	Uredi, garderoba, skladište	<b>S5</b> AQFPRO S LED2900-840 PC WB WMS	8	21,5	172	2.080	358
8.	Uredi, garderoba, skladište	<b>S2</b> AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF	11	32,6	358,6	2.080	746
9.	Uredi, garderoba, skladište	<b>S7</b> CHAL 200 LED3000-840 HF RSB	12	26,3	315,6	2.080	656

10.	Uredi, garderoba, skladište	<b>S6</b> KAT RD 1400-840 MWS	7	11,7	81,9	2.080	170
11.	Sigurnosna rasvjeta	<b>P1</b> RESCLITE PRO MSC ANT E3D WH IP65	50	4,7	235	8.760	2.059
12.	Sigurnosna rasvjeta	<b>P2</b> RESCLITE PRO MSC ESC E3D WH IP65	1	4,7	4,7	8.760	41
13.	Sigurnosna rasvjeta	<b>P3</b> VOYAGER COMPACT MS E3 WH	44	3	132	8.760	1.156
	<b>UKUPNO</b>		261		6.862		16.755

Tablica 3.3. Buduća rasvjeta i isporuka električne energije preuzete iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj građevini te ostvarene uštede izražene u kWh

Ukupna snaga instalirane nove rasvjete je **6.862 W**.

Rasvjetna tijela godišnje rade 2.080 h, osim sigurnosne rasvjete koja radi 8.760 h.

Ukupno godišnja utrošena energija na novu rasvjetu je **16.755 kWh**.

Ukupno godišnja utrošena energija na staru rasvjetu je **72.862 kWh**.

Ukupno godišnja ostvarena ušteda u električnoj energiji zamjenom rasvjete je **56.107 kWh**.

Ostvarene su uštede u iznosu od **77,00%** u odnosu na dosadašnju rasvjetu.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda poslije provedbe mjere je **1,0797 kWh/kom**.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjere iznosi **4,3487** (4,6953/1,0797).

Budući da će instalirana snaga novih rasvjetnih tijela biti manja od dosadašnje nije potrebno raditi izmjene na postojećem elektro razvodu.

**Postojeću rasvjetu demontirati će stručna osoba elektrostruke u skladu s uputama proizvođača rasvjete. Postojeća rasvjeta zbrinuti će se na to zakonom predviđen način od strane ovlaštene tvrtke za zbrinjavanje električnog i elektroničkog otpada.**

**Ugrađuju se nova rasvjetna tijela razreda energetske učinkovitosti minimalno A+.**



## ZUMTOBEL Group

ZG Lighting d.o.o.  
Hektorovičeva 2  
HR-10000 Zagreb  
OIB: 79173482413

### IZJAVA

kojom mi, ZG Lighting d.o.o. iz Zagreba kao predstavnici matične tvrtke ZUMTOBEL Group gmbh (AT), a sukladno Delegiranoj uredbi komisije (EU) br. 874/2012 od 12.srpnja 2012. o dopuni Direktive 2010/30/EU Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu označavanja energetske učinkovitosti električnih žarulja i rasvjetnih tijela\*

izjavljujemo

kako sve svjetiljke s LED izvorom zadovoljavaju jedan od energetske razreda A, A+ ili A++.

Budući da trenutno ne postoji odredba ili direktiva na snazi kojom bi se rasvjetno tijelo s LED izvorom moralo preciznije klasificirati unutar energetske razreda, a u želji da ukažemo na uvjete pripadnosti određenom razredu, prilažemo Tablicu 1. Priloga VI.\*

EEL žarulja određuje se u skladu s Prilogom VII.

Tablica 1.

Razredi energetske učinkovitosti za žarulje

Razred energetske učinkovitosti	Indeks energetske učinkovitosti (EEI) za neusmjerene žarulje	Indeks energetske učinkovitosti (EEI) za usmjerene žarulje
A++ (najviša učinkovitost)	$EEI \leq 0,11$	$EEI \leq 0,13$
A+	$0,11 < EEI \leq 0,17$	$0,13 < EEI \leq 0,18$
A	$0,17 < EEI \leq 0,24$	$0,18 < EEI \leq 0,40$

Dok iz Priloga VII.\* zaključujemo izračun EEI modela po formuli  $EEI = P_{cor}/P_{ref}$  gdje je:  $P_{cor}$  nazivna snaga ( $P_{rated}$ ) za modele bez vanjskog upravljačkog uređaja i nazivna snaga ( $P_{rated}$ ) korigirana u skladu s tablicom 2., istog Priloga, za modele s vanjskim upravljačkim uređajem gdje se za LED izvore izračunava  $P_{cor} = P_{rated} \times 1,10$ .

Prilogom 1\*\* ovoj izjavi potvrđujemo kako su sve naše svjetiljke opće rasvjete u LED izvedbi te da su energetske razreda A+ ili A++.

U Zagrebu, 02.12.2020.

ZG Lighting d.o.o.  
Ulica Petra Hektorovića 2  
10 000 Zagreb

Denis Biškup mag.ing.  
Brand Management & Business Development  
Central & Eastern Europe

\*javno dostupno na današnji datum te na HR jeziku na poveznici:  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0874&from=EN>

\*\*Prilog 1 – tablica kodova i naziva svjetiljaka zajedno s pripadnom klasifikacijom energetske razreda

## PRILOG 1

KOD	Naziv	Energetski razred
96630797	HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	A++
96630798	HIPAK LED15000-840 HF WD GEN3	A++
96630799	HIPAK LED20000-840 HF WD GEN3	A++
96630800	HIPAK LED25000-840 HF WD GEN3	A++
96630802	HIPAK LED35000-840 HF WD GEN3	A++
92901967	AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF	A++
96630753	AQFPRO S LED2900-840 PC MB HF	A++
92903544	AQFPRO S LED2900-840 PC WB MWS	A++
96630756	AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF	A++
92901898	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HF	A+
96630757	AQFPRO L LED6400-840 PC MB HF	A+
96631028	AQFPRO L LED6400-840 PC MB HF E3	A+
92901865	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HFI	A+
92903301	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HFI E3	A++
92902855	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HF E3	A++
92901918	AQFPRO L LED8000-840 PC WB HF	A+
96630755	AQFPRO S LED5200-840 PC MB HF	A+
96629367	KAT RD 2000-840 HF	A+
96631745	KAT RD 2000-840 MWS	A+
96629366	KAT RD 1400-840 HF	A+
92905298	KAT RD 1400-840 MWS	A+
42182128	MIRL A LED3800-840 L1200 EVG	A++
42182126	MIRL A LED3800-840 Q600 EVG	A++
42183053	MIRL DI LED3000-840 EVG WH ASQ1	A++
60815883	PANOS EVO R200H 22W LED840 AL WH	A+
60816754	PANOS EVO R200H 50W LED840 AL WH	A+
96631453	BETA 2 LED3000-840 HF Q600	A++
96631461	BETA 2 LED3000-840 HF E3 Q600	A++
96631464	BETA 2 LED3800-840 HF 300X1200	A+
96631442	BETA 2 LED3800-840 HF Q600	A++
96631450	BETA 2 LED3800-840 HF E3 Q600	A++
96629022	CHAL 200 LED3000-840 HF RSB	A++
96629020	CHAL 200 LED1400-840 HF RSB	A+
92900791	CHAL 200 LED1400-830 HFIX RSB	A+
96642310	CHAL 200 LED2000-830 HFIX RSB	A++
96630327	ELSA LED 600 1200 840 WH	A+
42186802	KXB M 6400-840 EVG ZONE2/22	A++
42183597	CRAFT M LED17000-840 PC WB LDO WH	A++
92913441	OP2 4400-840 MPT HFIX Q600	A++
96242097	CETUS LED 2000 HF 830	A+
96631305	KAT RD 2000-830 HF	A+
96630773	EQUAMINI L580 LED950-830	A+
96630767	EQUAMINI L1180 LED1900-830	A+
42183307	TECTON C LED7400-840 L2000 WB LDE WH	A++
42183322	TECTON C LED5500-840 L1500 WB LDE WH	A++
42183324	TECTON C LED5500-840 L1500 NB LDE WH	A++
96633103	LEDFIT S 45W A/S CL1 L830	A+
96628332	LEDFIT S 45W A/S CL1 L840	A+
96628333	LEDFIT M 90W A/S CL1 L840	A+
92904813	IP 72L70-740 EWC BPS CL2 M60 ANT	A++
96631027	AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF E3	A++
42186804	KXB L 7800-840 EVG ZONE2/22	A++

## ZUMTOBEL Group

**ZG Lighting d.o.o.**  
Hektorovičeva 2  
HR-10000 Zagreb  
OIB: 79173482413

### IZJAVA

kojom mi, ZG Lighting d.o.o. iz Zagreba kao predstavnici matične tvrtke ZUMTOBEL Group gmbh (AT),

izjavljujemo

da sve naše LED svjetiljke iz obitelji RESCLITE i CROSSIGN zadovoljavaju energetske razred A++.

U Zagrebu, 30.11.2020.

ZG Lighting d.o.o.  
Ulica Petra Hektorovića 2  
10 000 Zagreb



**Denis Biškup mag.ing.**  
Brand Management & Business Development  
Central & Eastern Europe

## ZUMTOBEL Group

**ZG Lighting d.o.o.**  
Hektorovičeva 2  
HR-10000 Zagreb  
OIB: 79173482413

### IZJAVA

kojom mi, ZG Lighting d.o.o. iz Zagreba kao predstavnici matične tvrtke ZUMTOBEL Group gmbh (AT),

izjavljujemo

da sve naše LED svjetiljke iz obitelji VOYAGER zadovoljavaju minimalno energetske razred **A+**.

U Zagrebu, 8.12.2020.

ZG Lighting d.o.o.  
Ulica Petra Hektorovića 2  
10 000 Zagreb



**Denis Biškup mag.ing.**  
Brand Management & Business Development  
Central & Eastern Europe

Postojeća rasvjetna tijela zamijenit će se sa rasvjetnim tijelima tipa kao ili boljim tehničkim karakteristikama:

### 96630797 HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3

LED 75W HIPK10WD	IP65	IK08	850°C	T <sub>a</sub> -30 +50
------------------	------	------	-------	---------------------------

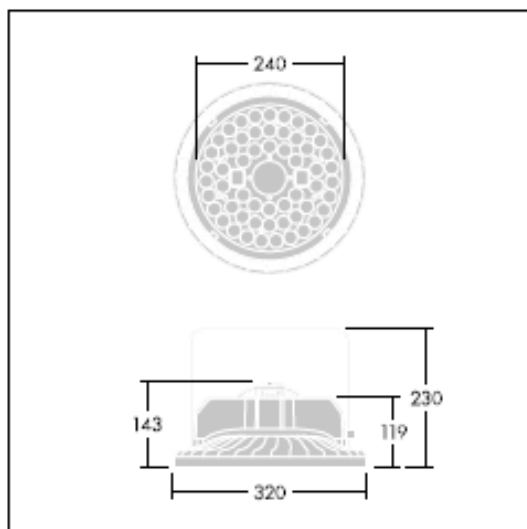
#### HiPak

An IP65 single point suspension LED high bay luminaire with wide beam optic. LED driver, for 220-240V, 50/60Hz supply. Class I electrical. IK08. Housing: die-cast aluminium. Lens/Diffuser: polycarbonate. Supplied with mounting hook. Equipped with quick fit electrical connection. Complete with 4000K LED.

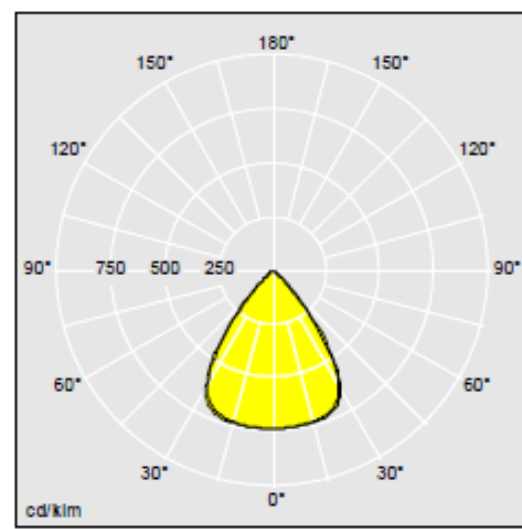
Dimensions: Ø320 x 143 mm  
Luminaire input power: 75.3 W  
Luminaire luminous flux: 10736 lm  
Luminaire efficacy: 143 lm/W  
Weight: 3.15 kg



TLG\_HIPK\_F\_3SPERS.jpg



TLG\_HIPK\_M\_3S.wmf



TL\_HIPK10WD.idt

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 10736 lm  
Luminaire efficacy\*: 143 lm/W  
Lamp efficacy: 142 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80

Ballast: 1 x 59010582 HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 4  
Rated median useful life\*:  
L85 50000h at 25°C  
L85 50000h at 50°C  
Luminaire input power\*: 75.3 W Power factor = 0.95  
LOR: 1,00 ULOR: 0,00 DLOR: 1,00

Slika 3.6. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S1, Thorn, HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3, pojedinačne snage 75,3 W



## 96630756 AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF

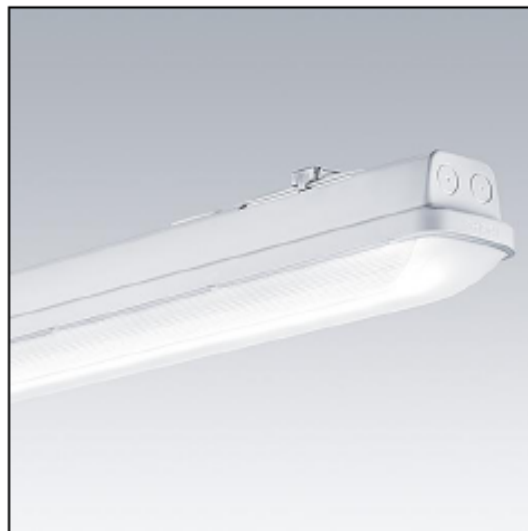
LED 33W Z_AQ4300-840 4520	IP66	IK08	CE	P	850°C	Ta -20 +45
---------------------------	------	------	----	---	-------	---------------

### Aquaforce Pro

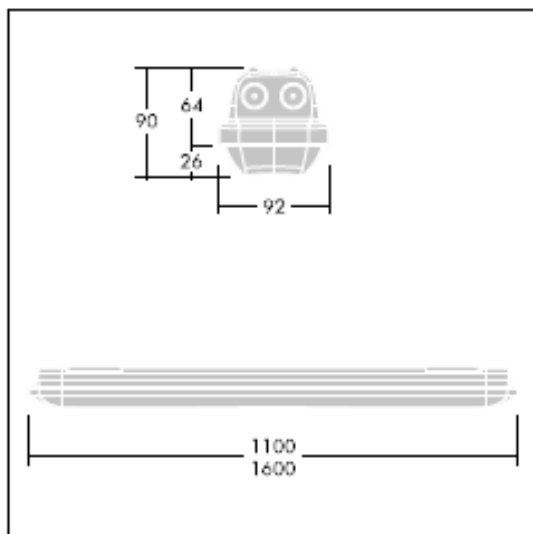
An IP66, dust and moisture resistant LED luminaire. Electronic, fixed output control gear. With wide beam distribution. Class I electrical. Canopy: light grey polycarbonate. Diffuser: high transmission opal polycarbonate with refraction prisms. Patented snap-on mechanism EasyClick for clipless mounting of diffuser. For surface or suspended mounting. Quick-fix brackets supplied for surface mounting. Suitable for ceiling or wall (both vertically and horizontally). Mounting kits for conduit, chain suspension and catenary suspension are available as accessories. Suitable for through wiring with H05VV or NYM cable (rated 10A). ambient temperature: -20°C to +45°C. Complete with 4000K LED..

Note: please contact your consultant if you are planning to use the luminaire in environments with chemical pollutants, high or condensing humidity and major variations in temperature.

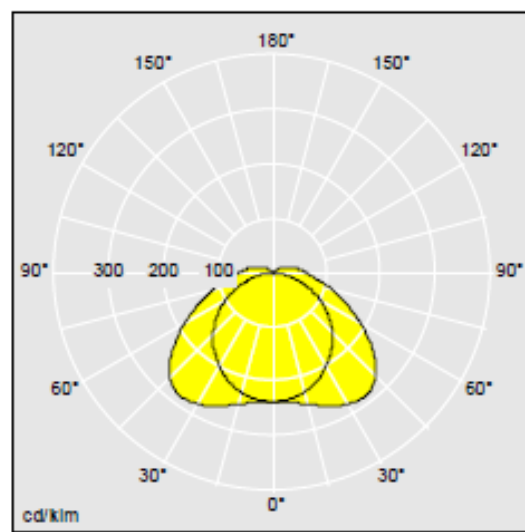
Dimensions: 1600 x 92 x 90 mm  
Luminaire input power: 32.6 W  
Luminaire luminous flux: 4520 lm  
Luminaire efficacy: 139 lm/W  
Weight: 2.1 kg



TLG\_AQUP\_F\_PDB\_1600WD.jpg



TLG\_AQUP\_M\_LD1.wmf



D42272AA\_AQFPRO\_L\_LED4300-840\_PC\_WB\_HF.idt

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 4520 lm  
Luminaire efficacy\*: 139 lm/W  
Lamp efficacy: 138 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80  
LOR: 1,00 ULOR: 0,08 DLOR: 0,92

Ballast: 1 x 87500784 DRV TR LC 35W 230mA 150V  
F #fixC sl SNC  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 3  
Rated median useful life\*:  
L80 50000h at 25°C  
Luminaire input power\*: 32.6 W Power factor = 0.96  
Dimming: FO

Slika 3.7. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S2, Thorn, AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF, pojedinačne snage 32,6 W





## 92901967 AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF

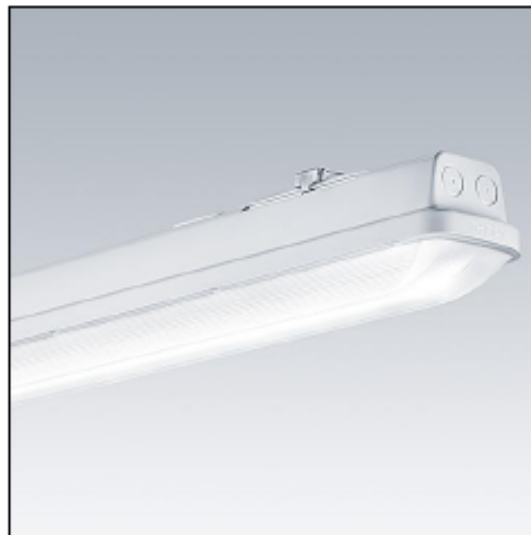
LED 22W Z_AQ2900-840 3020			IP66			IK08		CE		850°C	T <sub>a</sub> -20 +45	
---------------------------	--	--	------	--	--	------	--	----	--	-------	---------------------------	--

### Aquaforce Pro

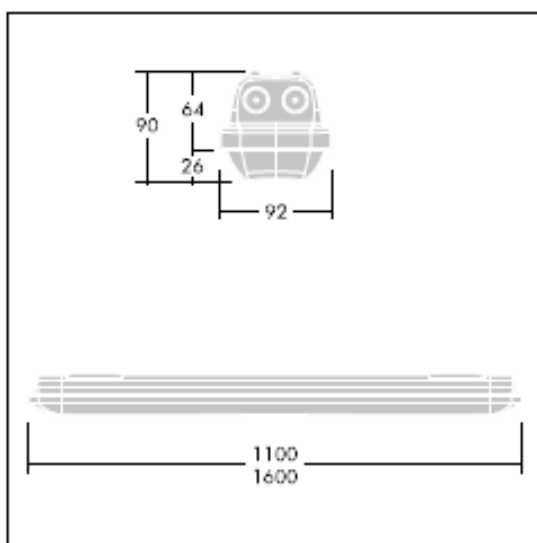
An IP66, dust and moisture resistant LED luminaire. Electronic, fixed output control gear. With wide beam distribution. Class I electrical. Canopy: light grey polycarbonate. Diffuser: high transmission opal polycarbonate with refraction prisms. Patented snap-on mechanism EasyClick for clipless mounting of diffuser. For surface or suspended mounting. Quick-fix brackets supplied for surface mounting. Suitable for ceiling or wall (both vertically and horizontally). Mounting kits for conduit, chain suspension and catenary suspension are available as accessories. Suitable for through wiring with H05VV or NYM cable (rated 10A). ambient temperature: -20°C to +45°C. Complete with 4000K LED..

Note: please contact your consultant if you are planning to use the luminaire in environments with chemical pollutants, high or condensing humidity and major variations in temperature.

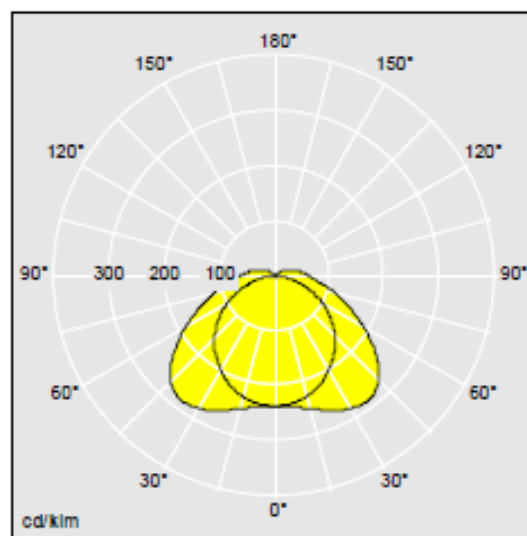
Dimensions: 1100 x 92 x 90 mm  
Luminaire input power: 21.7 W  
Luminaire luminous flux: 3020 lm  
Luminaire efficacy: 139 lm/W  
Weight: 1.7 kg



TLG\_AQUP\_F\_P06\_1100MED.jpg



TLG\_AQUP\_M\_LD1.wmf



D42272AA\_AQFPRO\_S\_LED2900-840\_PC\_WB\_HF.idt

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 3020 lm  
Luminaire efficacy\*: 139 lm/W  
Lamp efficacy: 139 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80  
LOR: 1,00 ULOR: 0,08 DLOR: 0,92

Ballast: 1 x 87500784 DRV TR LC 35W 230mA 150V  
F #fixC sl SNC  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 3  
Rated median useful life\*:  
L80 50000h at 25°C  
Luminaire input power\*: 21.7 W Power factor = 0.96  
Dimming: FO

Slika 3.9. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S4, Thorn, AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF, pojedinačne snage 21,7 W



## 96629022 CHAL 200 LED3000-840 HF RSB

LED 28W CHAL_3130	CB				IP20	IK03		CE		ERC	850 °C	T <sub>a</sub> 25	
-------------------	----	--	--	--	------	------	--	----	--	-----	--------	-------------------	--

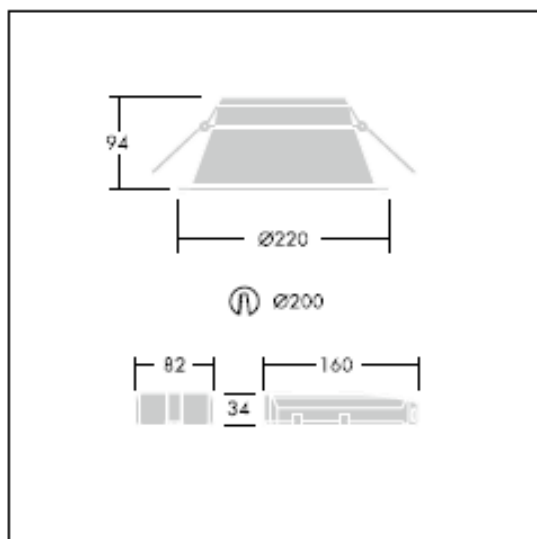
### Chalice

A recessed LED downlight. Remote fixed output control gear. IP54 (IP20 from above). Class II electrical. Body: aluminium, painted white (RAL 9016). Reflector: satinbrite. Suitable for mounting in ceiling thicknesses of 1-40mm in a Ø200mm cut-out. Complete with 4000K LED.

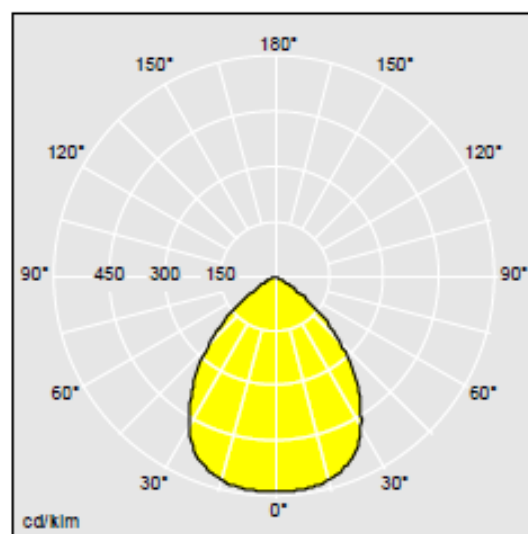
Dimensions: Ø220 x 94 mm  
Luminaire input power: 26.3 W  
Luminaire luminous flux: 3130 lm  
Luminaire efficacy: 119 lm/W  
Weight: 0.91 kg



TLG\_CHLC\_F\_P06.jpg



TLG\_CHLC\_M\_200TEC.wmf



TLG\_SP\_0042147.jpg

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 3130 lm  
Luminaire efficacy\*: 119 lm/W  
Lamp efficacy: 119 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80  
Ballast: 1 x 00154501 DRV FP LC 35W 1.05A 33.5V  
F #FY-8014 CSR

Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 3  
Rated median useful life\*:  
L80 50000h at 25°C  
Luminaire input power\*: 26.3 W Power factor = 0.95  
Dimming: FO  
Maintenance category: C - Closed Top Reflector  
LOR: 1,00 ULOR: 0,00 DLOR: 1,00

Slika 3.11. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S7, Thorn, CHAL 200 LED3000-840 HF RSB, pojedinačne snage 26,3 W

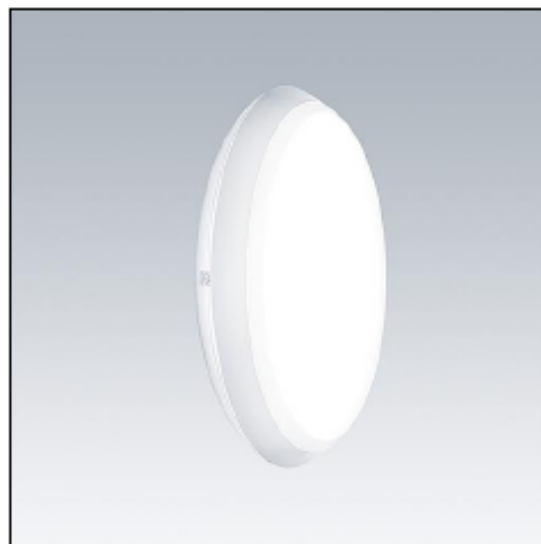
## 92905298 KAT RD 1400-840 MWS

LED 12W KATO_MO_84	IP65	IK10	CE	850°C	T <sub>a</sub> -15 +35
--------------------	------	------	----	-------	---------------------------

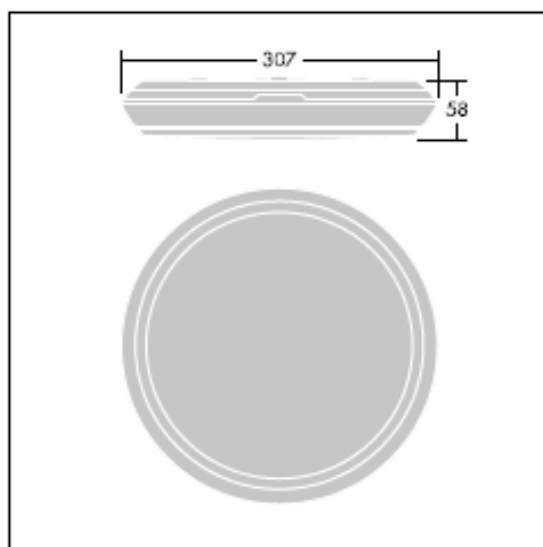
### Katona

A very slim, round functional LED luminaire. LED driver.  
Body: white polycarbonate. Diffuser: opal polycarbonate.  
Class II electrical, IP65, IK10. With integral motion sensor  
for on/off control. Complete with 4000K LED. Suitable for  
direct mounting to wall or ceiling. Loop-in, loop-out is  
possible for cables up to 2.5mm<sup>2</sup>. BESA compatible.

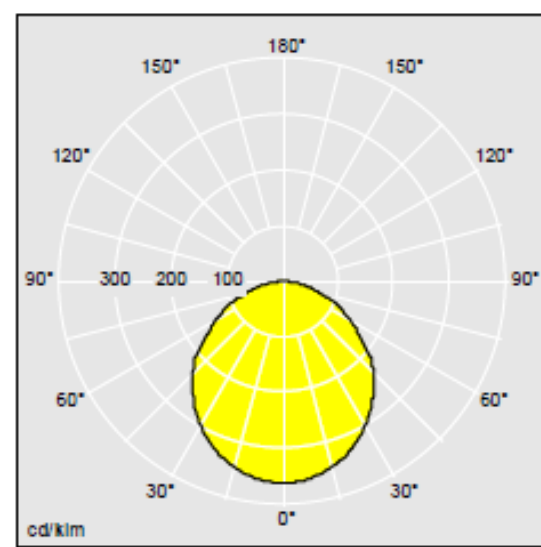
Dimensions: Ø307 x 58 mm  
Luminaire input power: 11.7 W  
Luminaire luminous flux: 1400 lm  
Luminaire efficacy: 120 lm/W  
Weight: 0.99 kg



TLG\_KATO\_F\_RD\_PDB.jpg



TLG\_KATO\_M\_RD\_LDS.wmf



TLG\_SP\_0043598.idt

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 1400 lm  
Luminaire efficacy\*: 120 lm/W  
Lamp efficacy: 119 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80

Ballast: 1 x 87500577 DRV TR LC 10W 350mA 28.6V  
F #fixC C SNC  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 3  
Rated median useful life\*:  
L80 50000h at 35°C  
Luminaire input power\*: 11.7 W Power factor = 0.91  
LOR: 1,00 ULOR: 0,03 DLOR: 0,97

Slika 3.12. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S6, Thorn, KAT RD 1400-840 MWS,  
pojedinačne snage 11,7 W



## RESCLITE PRO MSC surface-mounted ceiling IP65



## RESCLITE PRO MSC ANT E3D WH IP65

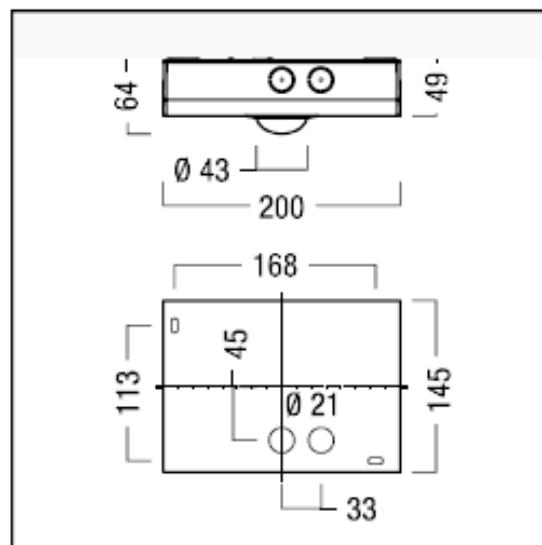
42185746

## Safety luminaire

LED emergency luminaire for antipanic lighting with min. 0,5 lux acc. to EN 1838; Room height 2.2 to 7 m; 2 high power LEDs, neutral white 4,000 K; lens of polycarbonate; optimum thermal management via heat sink; Ceiling surface-mounted luminaire; Screw mounting of the gear tray and IP65 cover; Luminaire housing made of diecast aluminium, powder-coated; housing colour white (close to RAL9016); White fibre-glass reinforced PC cover with transparent PC light outlet; Luminaire with local battery supply for 3 h emergency lighting in maintained or non-maintained mode, with automatic test (auto-test) via the luminaire, optional central monitoring via DALI, display of luminaire status via status LED; NFC interface for addressing, configuration and maintenance via PROset Pen (article no.: 22170290) or PROset app; addressing also alternatively possible visually or via EZ-addressing; Maintained mode: +5°C to +30°C, non-maintained mode: +5°C to +35°C; power supply: 220-240 V AC (+/- 10%), 50-60 Hz; Luminaire input power: 4.7 W; Non-maintained and maintained mode settable via jumper and NFC interface; IP65; SC1; Luminaire wired with halogen-free and silicone-free leads; Plug-in terminals for through-wiring up to 2.5 mm<sup>2</sup>; Impact strength: IK04; Dimensions: 200 x 145 x 64 mm; weight: 0.99 kg; Luminaire with ball-proof protection; Luminaire with D symbol (for use in environments in which the accumulation of conductive dust on the luminaire can be expected)



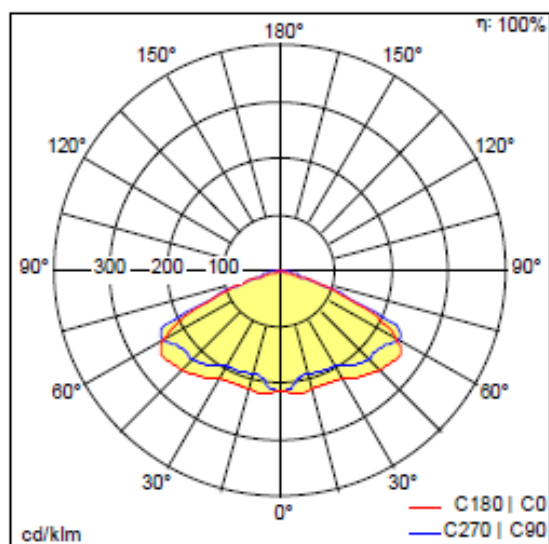
ZS\_RES\_F\_PRO\_MSC\_IP65\_ExD\_ANT\_WH.jpg



ZS\_RES\_M\_PRO\_MSC\_IP65.wmf

## Light Distribution

STD - standard



D39663AA\_RESCLITE\_PRO\_MSC\_ANT\_E3D\_WH\_IP65.kdt

- Light Source: LED
- Luminaire luminous flux\*: 161 lm
- Total emergency luminous flux: 161 lm
- Luminaire efficacy\*: 34 lm/W
- Ballast: 1 x 89800524 EM TR EM powerLED NTx 102 DIM 5W ZUM
- Rated median useful life\*: 50000h at 25°C
- Luminaire input power\*: 4.7 W Power factor = 0.7
- Standby Power\*: 1.2 W
- Charging power: 1.25 W
- Service life rating: 3 h

Slika 3.13. Tehnički podaci rasvjetnog tijela P1, Zumtobel, RESCLITE PRO MSC ANT E3D WH IP65, pojedinačne snage 4,7 W

## RESCLITE PRO MSC surface-mounted ceiling IP65

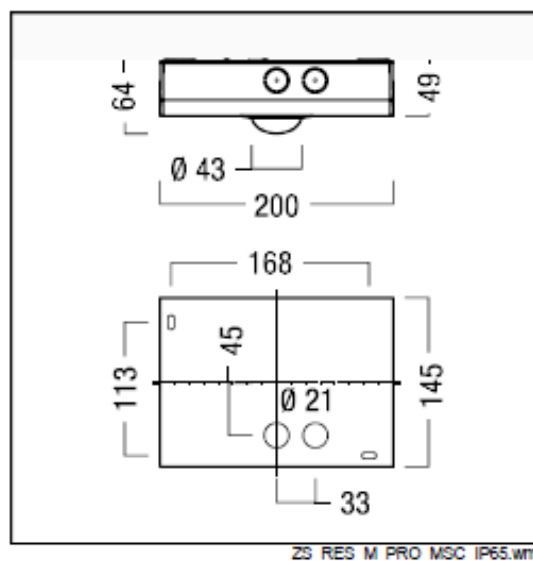


## RESCLITE PRO MSC ESC E3D WH IP65

42185747

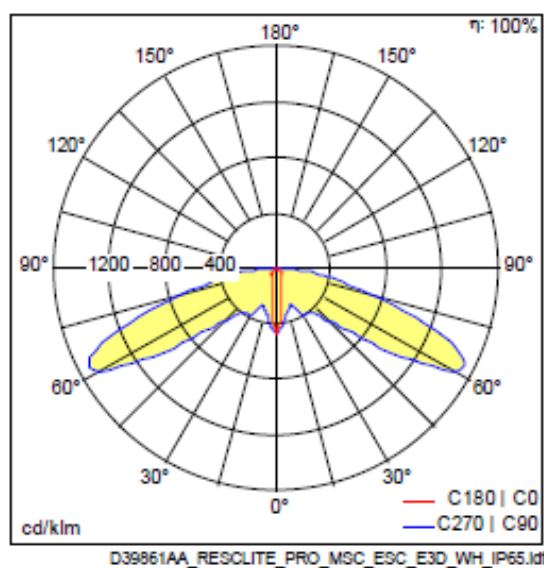
## Safety luminaire

LED emergency luminaire for escape route lighting with min. 1 lux compliant to EN 1838; Room height 2.2 to 7 m; 2 high power LEDs, neutral white 4,000 K; lens of polycarbonate; optimum thermal management via heat sink; Ceiling surface-mounted luminaire; Screw mounting of the gear tray and IP65 cover; Luminaire housing made of diecast aluminium, powder-coated; housing colour white (close to RAL9016); White fibre-glass reinforced PC cover with transparent PC light outlet; Luminaire with local battery supply for 3 h emergency lighting in maintained or non-maintained mode, with automatic test (auto-test) via the luminaire, optional central monitoring via DALI, display of luminaire status via status LED; NFC interface for addressing, configuration and maintenance via PROset Pen (article no.: 22170290) or PROset app; addressing also alternatively possible visually or via EZ-addressing; Maintained mode: +5°C to +30°C, non-maintained mode: +5°C to +35°C; power supply: 220-240 V AC (+/- 10%), 50-60 Hz; Luminaire input power: 4.7 W; Non-maintained and maintained mode settable via jumper and NFC interface; IP65; SC1; Luminaire wired with halogen-free and silicone-free leads; Plug-in terminals for through-wiring up to 2.5 mm<sup>2</sup>; Impact strength: IK04; Dimensions: 200 x 145 x 64 mm; weight: 0.99 kg; Luminaire with ball-proof protection; Luminaire with D symbol (for use in environments in which the accumulation of conductive dust on the luminaire can be expected)



## Light Distribution

STD - standard



- Light Source: LED
- Luminaire luminous flux\*: 175 lm
- Total emergency luminous flux: 175 lm
- Luminaire efficacy\*: 37 lm/W
- Ballast: 1 x 89800524 EM TR EM powerLED NTx 102 DIM 5W ZUM
- Rated median useful life\*: 50000h at 25°C
- Luminaire input power\*: 4.7 W Power factor = 0.7
- Standby Power\*: 1.2 W
- Charging power: 1.25 W
- Service life rating: 3 h

Slika 3.14. Tehnički podaci rasvjetnog tijela P2, Zumtobel, RESCLITE PRO MSC ESC E3D WH IP65, pojedinačne snage 4,7 W

## Voyager Compact LED

### VYBE3 / 96242092 Voyager Compact LED

THORN

LED 3W LED_VOYC_94	EN 60598-2-22	IP65			850°C	T <sub>a</sub> 0 +25	
--------------------	---------------	------	--	--	-------	----------------------	--

#### Voyager Compact LED

Compact LED emergency lighting bulkhead, maintained or non-maintained operation selectable by installer. Body and cowl: white polycarbonate. Diffuser: clear polycarbonate. IP65, IK03, Class II electrical. Mains connection via loop in / loop out terminal block. Four screw fixing with BESA and conduit mounting options. Complete with 6500K LED.

Converts to Exit sign with addition of self adhesive legends, to be ordered separately.

Dimensions: 210 x 115 x 70 mm

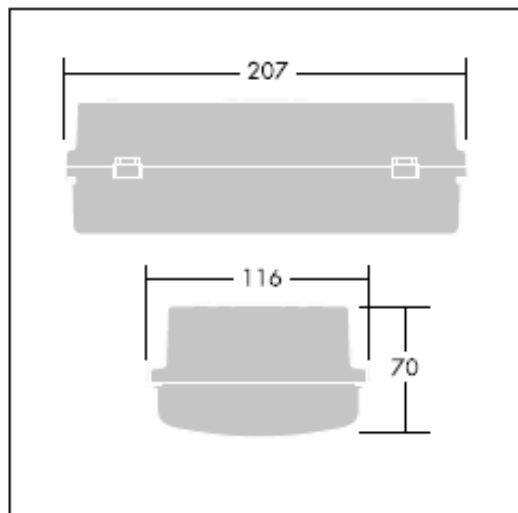
Total power: 3 W

Luminaire luminous flux: 94 lm

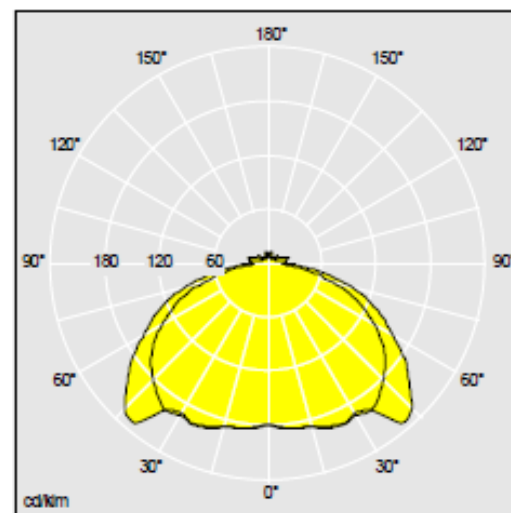
Weight: 0.5 kg



TLG\_VOYC\_F\_PDB2.jpg



TLG\_VOYC\_M\_CMPCTLD1.wmf



TLG\_SP\_0041844.idt

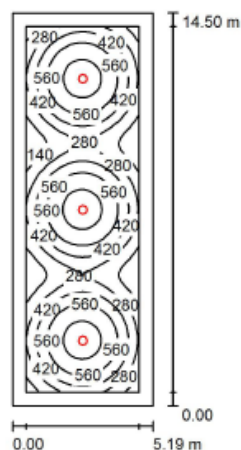
Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Total luminous flux\*: 94 lm  
Total emergency luminous flux: 81 lm  
Luminaire efficacy\*: 31 lm/W  
Lamp efficacy: 31 lm/W

Rated median useful life\*: 50000h at 25°C  
Ballast: 1x HF Tridonic EMpcLED BASIC  
Luminaire input power\*: 3 W Lambda = 0.7  
Charging power: 2 W  
Maintenance category: E  
LOR: 1,00 ULOR: 0,13 DLOR: 0,87

Slika 3.15. Tehnički podaci rasvjetnog tijela P3, Thorn, VOYAGER COMPACT MS E3 WH, pojedinačne snage 3 W

### 3.3.2 Svjetlotehnički proračun rasvjete

#### Kotlovnica - Skladiste / Summary



Height of Room: 4.400 m, Mounting Height: 3.900 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:187

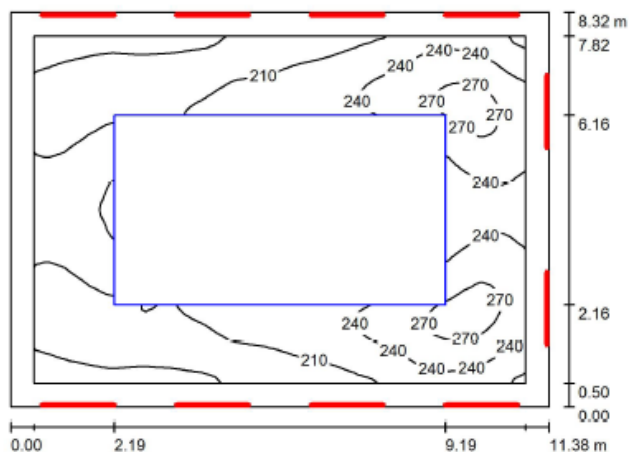
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	424	72	771	0.170
Floor	20	326	82	481	0.252
Ceiling	70	41	30	48	0.729
Walls (4)	50	60	27	210	/

#### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 64 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.113, Ceiling / Working Plane: 0.096.

#### Kotlovnica - Peč / Summary



Height of Room: 7.400 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:107

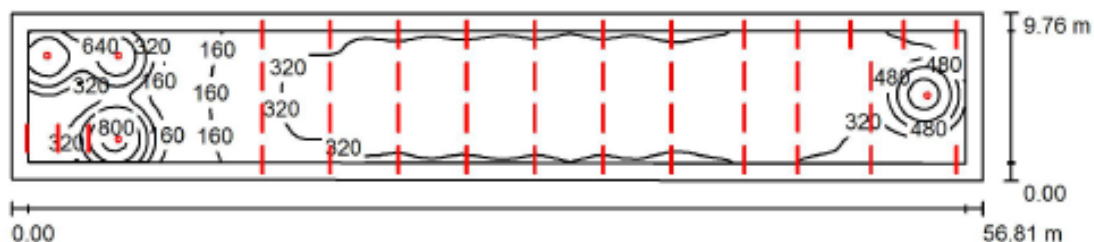
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	215	147	290	0.681
Floor	20	114	3.92	217	0.034
Ceiling	70	224	128	294	0.569
Walls (4)	50	185	67	658	/

#### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 64 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.916, Ceiling / Working Plane: 1.043.

## Hala 1 / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:407

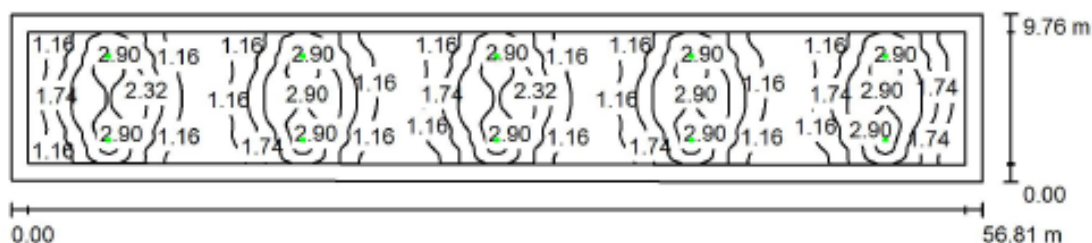
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	352	90	884	0.255
Floor	20	310	104	629	0.334
Ceiling	70	95	45	329	0.470
Walls (4)	50	181	67	524	/

### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.520, Ceiling / Working Plane: 0.267.

## Em - Hala 1 / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:407

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	1.82	0.63	3.50	0.343
Floor	20	1.47	0.45	2.47	0.307
Ceiling	70	0.01	0.00	3.49	0.029
Walls (4)	50	0.90	0.02	3.62	/

### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

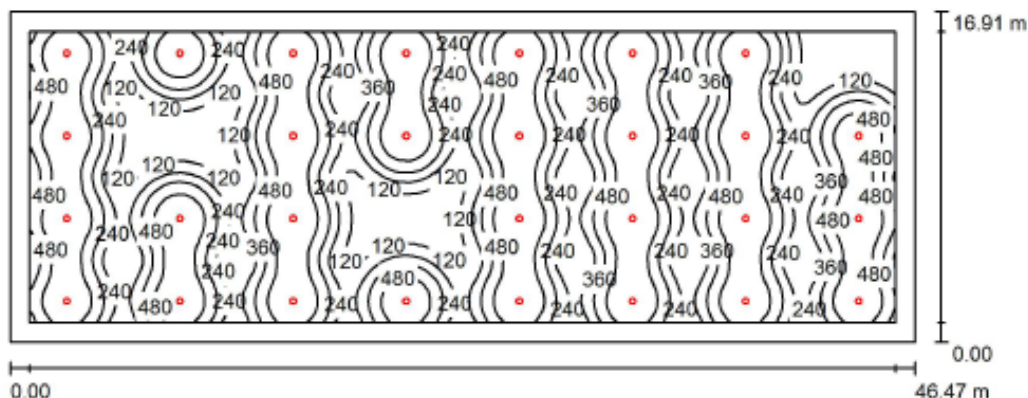
### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.473, Ceiling / Working Plane: 0.004.



## Hala 2 / Summary



Height of Room: 6.400 m, Mounting Height: 4.400 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:333

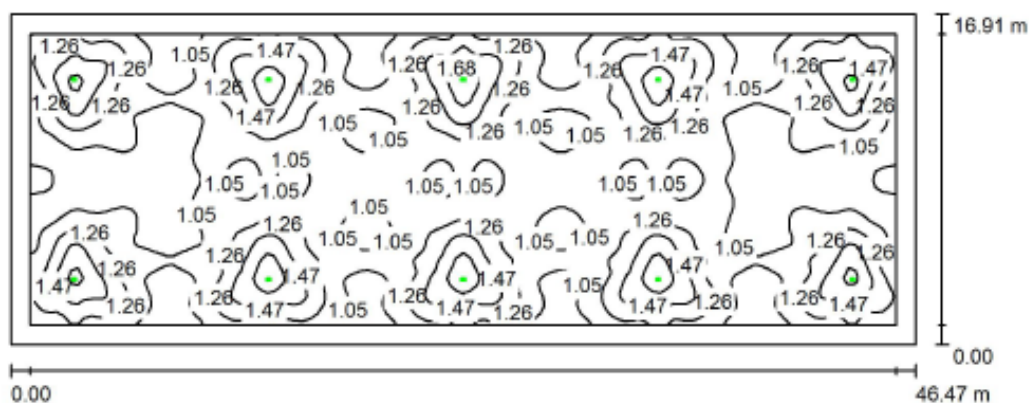
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	360	31	602	0.086
Floor	20	333	28	512	0.086
Ceilings (2)	70	58	27	68	/
Walls (4)	50	84	29	227	/

### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.144, Ceiling / Working Plane: 0.161.

## Em - Hala 2 / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 6.400 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:333

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	1.19	0.82	1.86	0.688
Floor	20	1.05	0.67	1.49	0.642
Walls (4)	50	0.76	0.04	2.13	/

### Workplane:

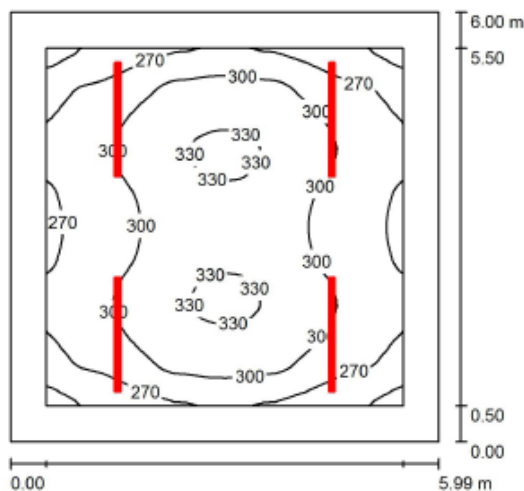
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.416, Ceiling / Working Plane: 0.017.

## Kompresorska stanica / Summary



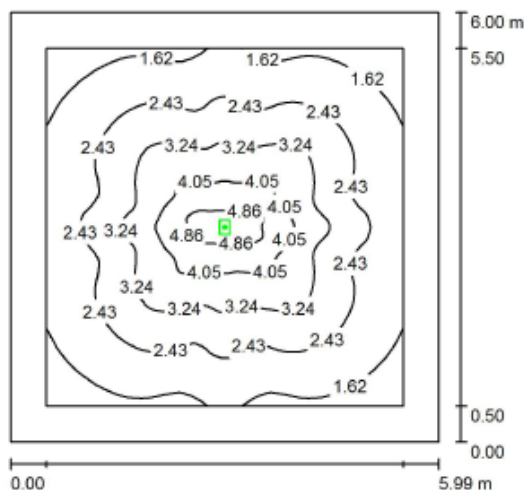
Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:77

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	295	227	335	0.770
Floor	20	226	160	274	0.705
Ceiling	70	101	65	337	0.643
Walls (4)	50	177	102	274	/

**Workplane:**  
Height: 0.850 m  
Grid: 64 x 64 Points  
Boundary Zone: 0.500 m  
UGR: 22  
Lengthways-: 22  
Across: 20  
to luminaire axis: 20  
(CIE, SHR = 1.00.)  
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.645, Ceiling / Working Plane: 0.341.

## EM - Kompresorska stanica / Light scene 1 / Summary



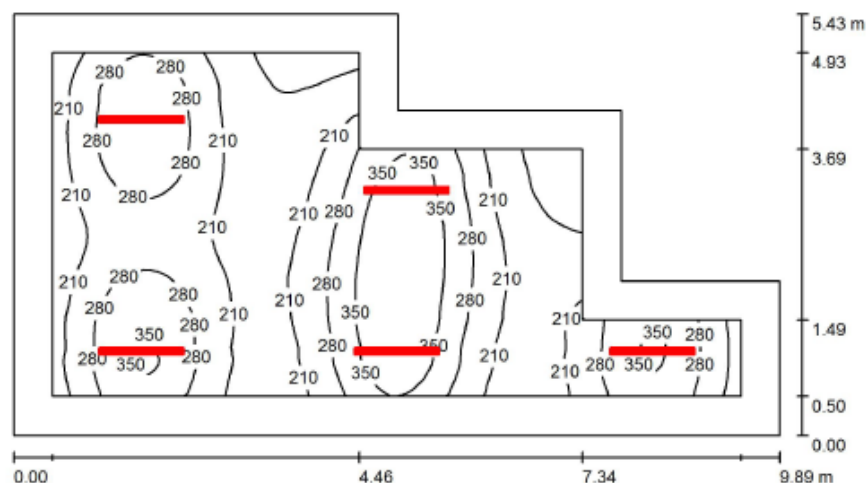
Height of Room: 3.200 m, Mounting Height: 3.200 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:77

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	2.59	1.11	5.15	0.430
Floor	20	1.53	0.79	2.75	0.514
Ceiling	70	0.01	0.00	3.63	0.000
Walls (4)	50	0.96	0.02	2.37	/

**Workplane:**  
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 0.500 m  
Emergency lighting scene (EN 1838):  
Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.  
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.347, Ceiling / Working Plane: 0.004.

### Skladiste 1 / Summary



Height of Room: 2.300 m, Mounting Height: 2.300 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:71

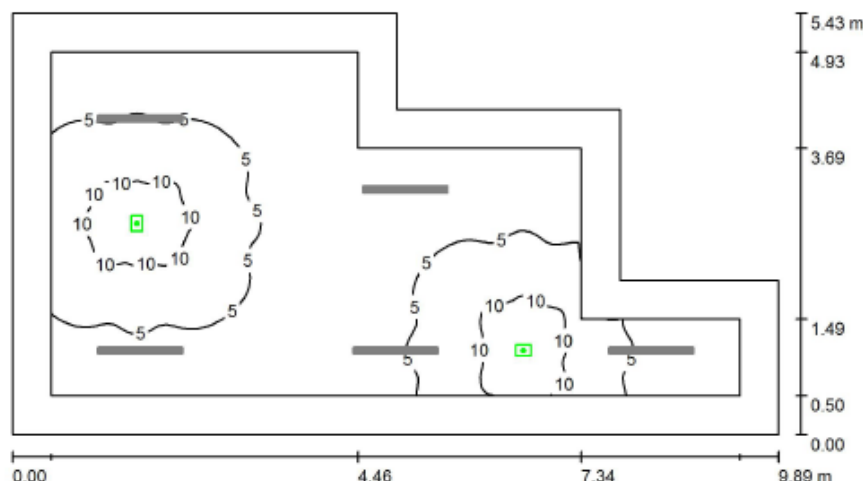
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	254	82	412	0.322
Floor	20	188	80	275	0.424
Ceiling	70	72	33	322	0.466
Walls (8)	50	132	47	368	/

#### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 64 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.550, Ceiling / Working Plane: 0.282.

### EM - Skladiste 1 / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 2.300 m, Mounting Height: 2.300 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:71

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	5.07	0.98	14	0.193
Floor	20	3.07	0.67	5.70	0.220
Ceiling	70	0.02	0.00	3.60	0.005
Walls (8)	50	1.77	0.02	17	/

#### Workplane:

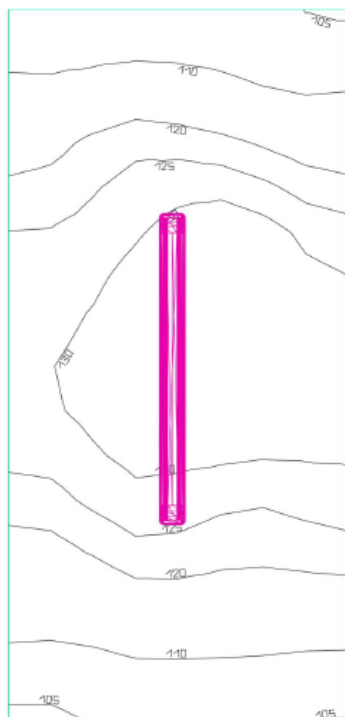
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

#### Emergency lighting scene (EN 1838):

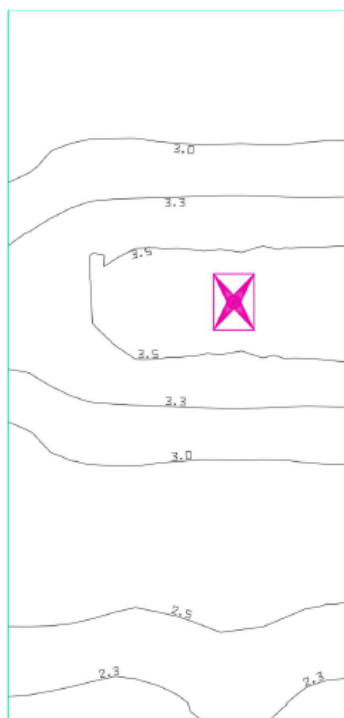
Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.333, Ceiling / Working Plane: 0.004.

## Hodnik



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Hodnik	122 lx	105 lx	137 lx	0.86	0.77
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.200 m					



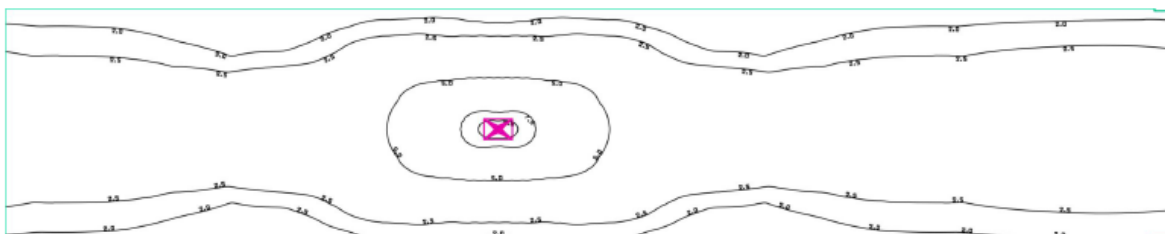
Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Hodnik	2.95 lx	2.12 lx	3.59 lx	0.72	0.59
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.200 m					

## Hodnik 2



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Hodnik 2	104 lx	54.8 lx	132 lx	0.53	0.42
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.200 m					

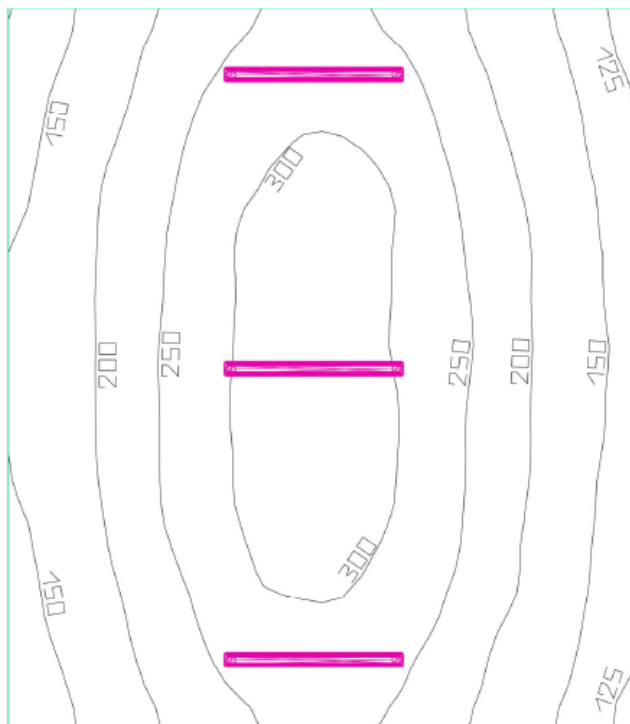
## Hodnik 2



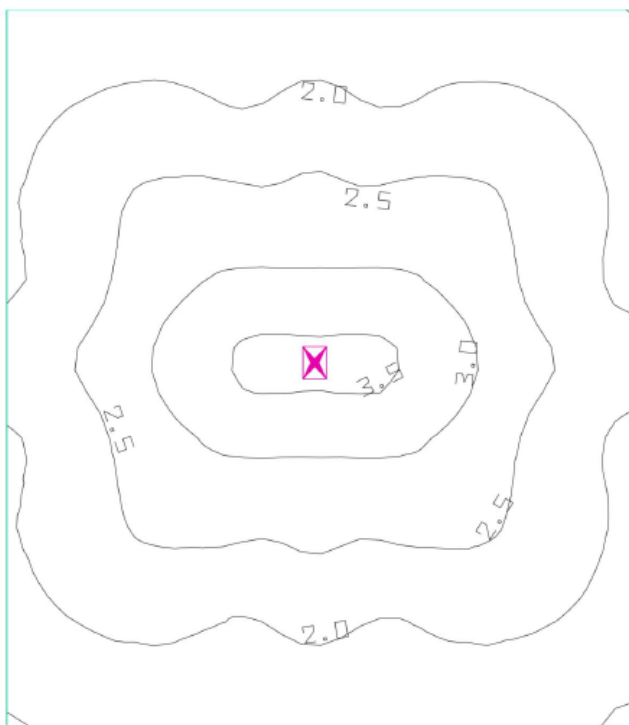
Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Hodnik 2	3.11 lx	1.19 lx	8.42 lx	0.38	0.14
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.200 m					



## Ured 1

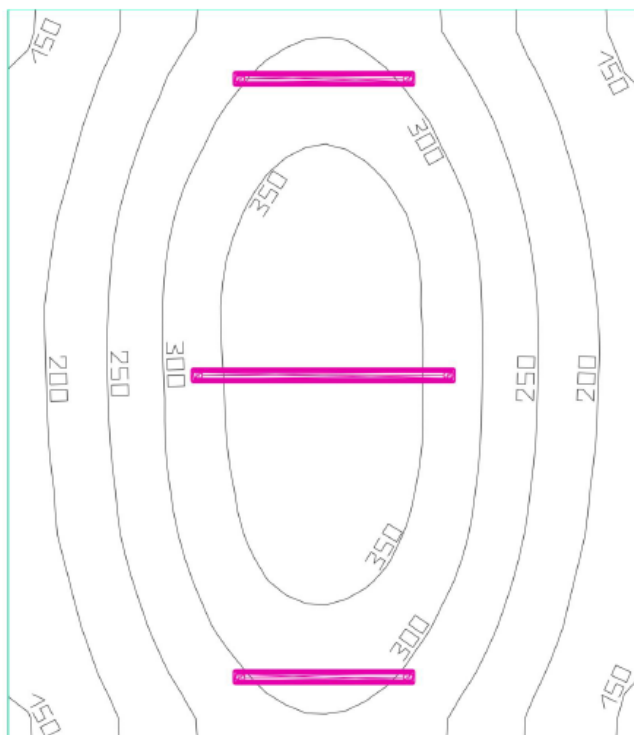


Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Ured 1 Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m	228 lx	119 lx	325 lx	0.52	0.37

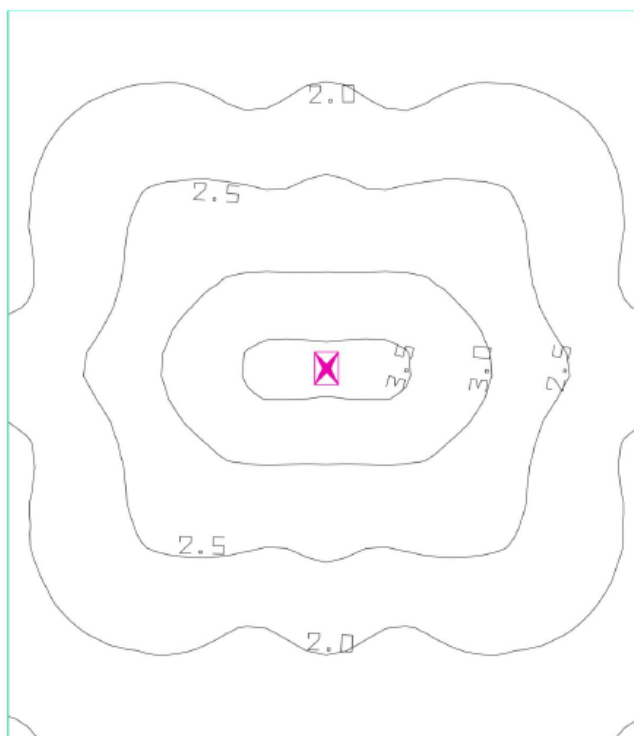


Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Ured 1 Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.000 m, Wall zone: 0.500 m	2.32 lx	1.45 lx	3.58 lx	0.63	0.41

## Ured 2

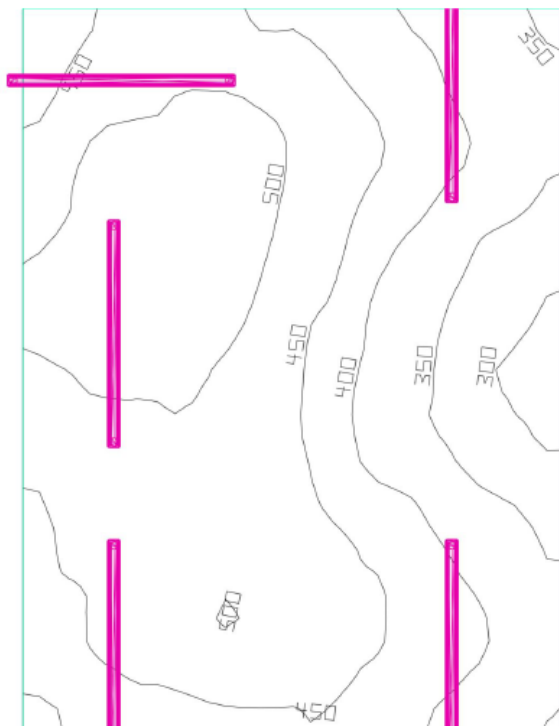


Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Ured 2	270 lx	141 lx	390 lx	0.52	0.36
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m					

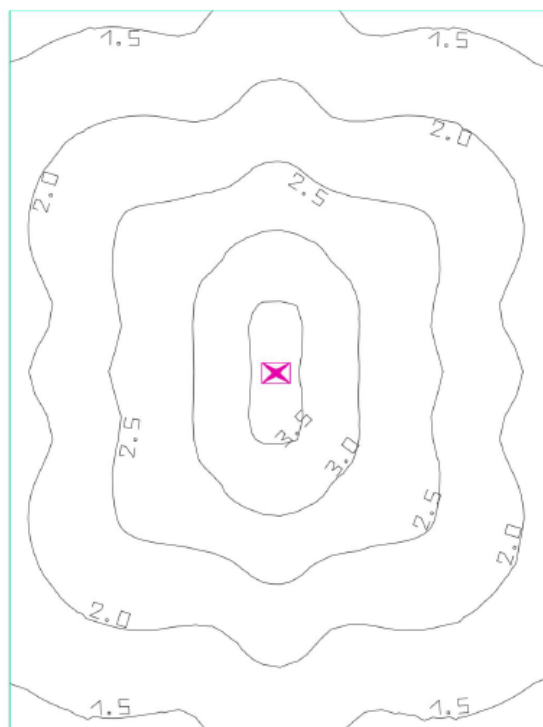


Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Ured 2	2.32 lx	1.46 lx	3.58 lx	0.63	0.41
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.500 m					

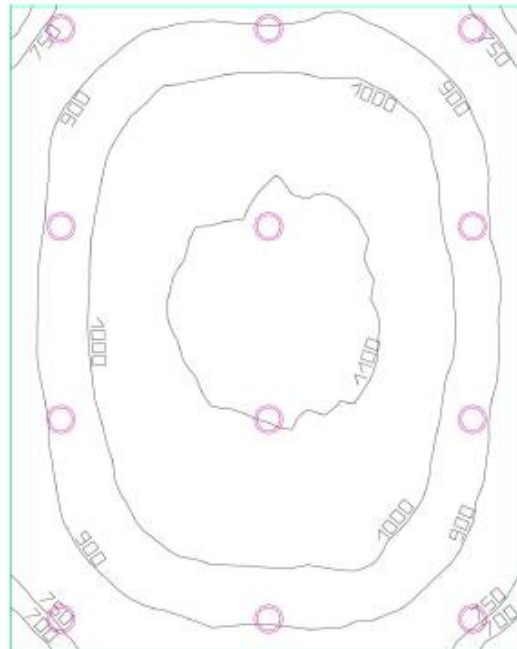
## Kantina



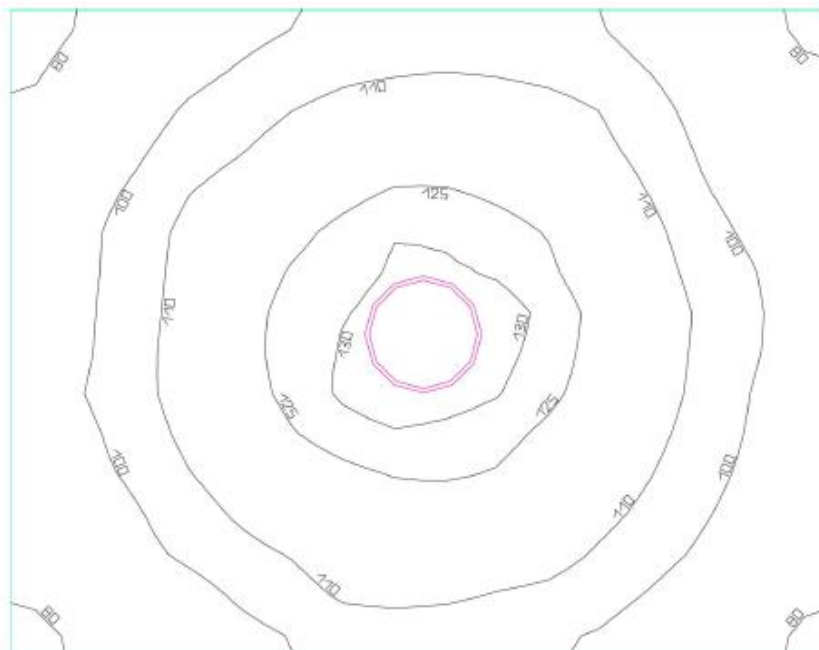
Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Kantina Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m	440 lx	282 lx	547 lx	0.64	0.52



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Kantina Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.000 m, Wall zone: 0.500 m	2.24 lx	1.34 lx	3.60 lx	0.60	0.37

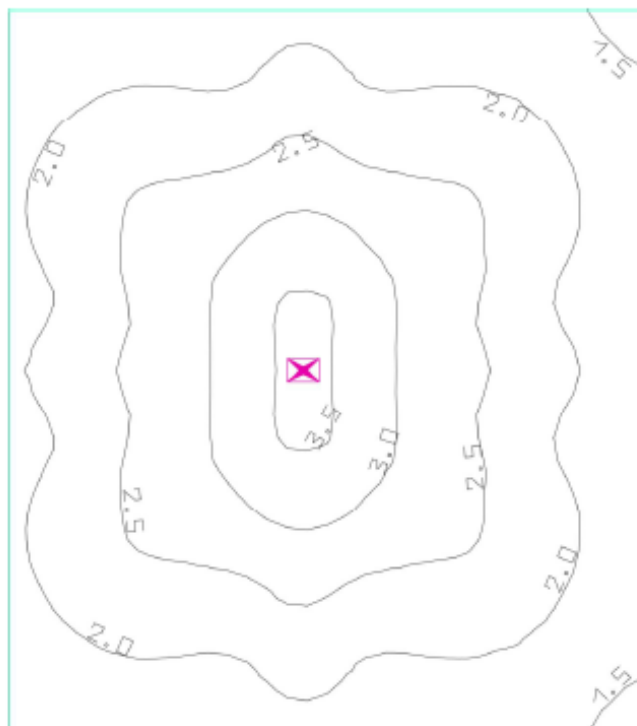


Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Blagavona Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m	976 lx	638 lx	1128 lx	0.65	0.57

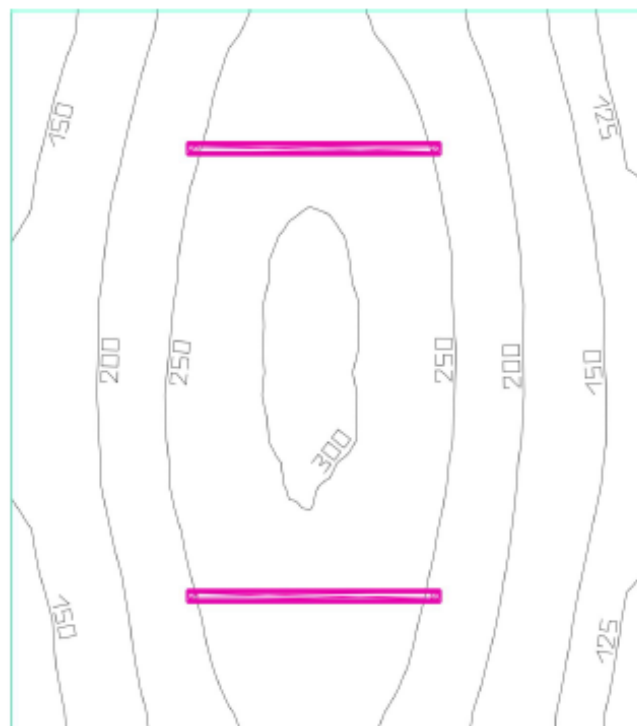


Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Arhiva Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.750 m, Wall zone: 0.200 m	107 lx	75.1 lx	132 lx	0.70	0.57

### Ured 3



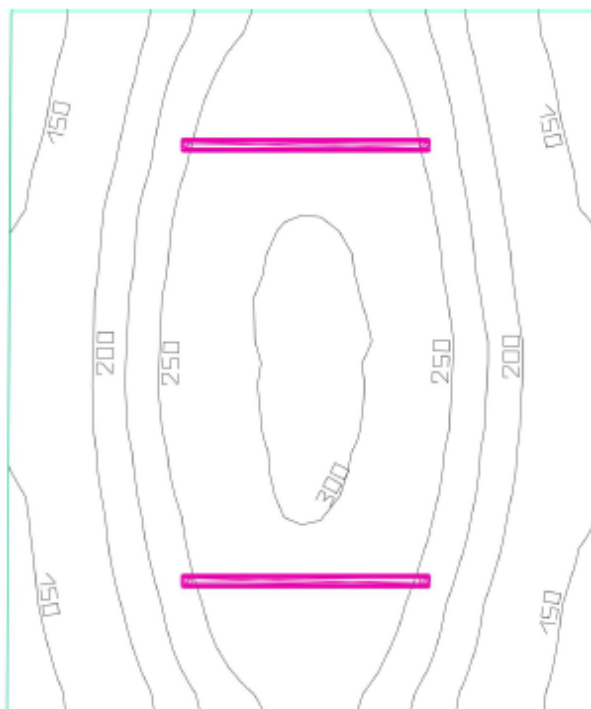
Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Ured 3	2.30 lx	1.39 lx	3.59 lx	0.60	0.39
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.500 m					



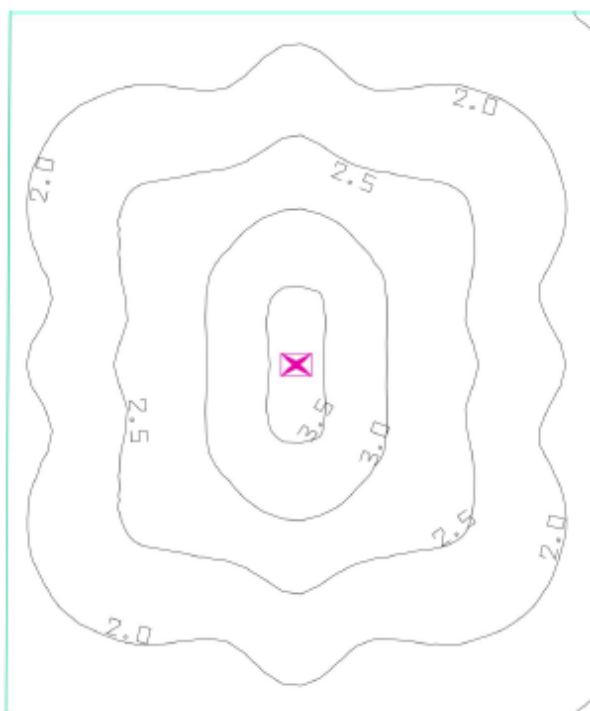
Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Ured 3	220 lx	114 lx	308 lx	0.52	0.37
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m					



#### Ured 4

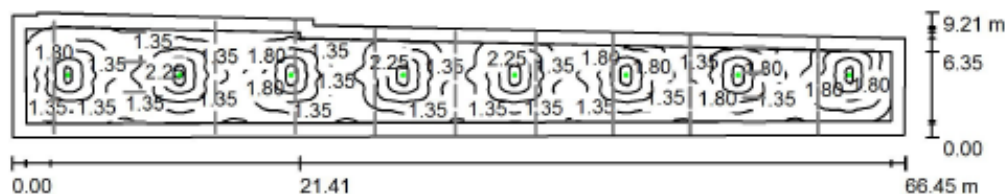


Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Ured 4	226 lx	131 lx	310 lx	0.58	0.42
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.750 m, Wall zone: 0.500 m					



Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
red 4	2.33 lx	1.48 lx	3.59 lx	0.64	0.41
Perpendicular illuminance (adaptive)					
Height: 0.000 m, Wall zone: 0.500 m					

### EM - Hala 3 / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:476

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	1.56	0.73	2.98	0.468
Floor	20	1.18	0.42	2.04	0.353
Ceiling	70	0.00	0.00	0.32	0.039
Walls (8)	50	0.66	0.02	2.53	/

#### Workplane:

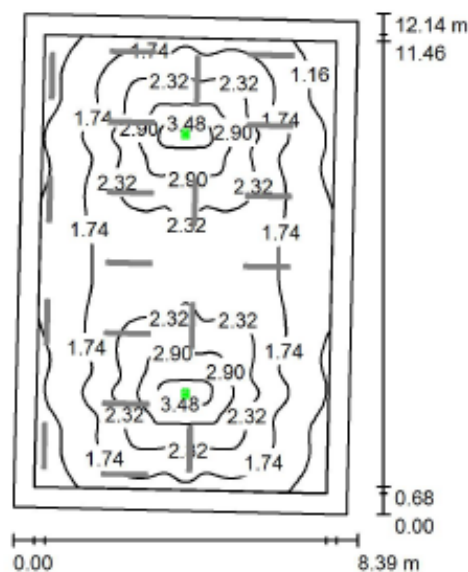
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 64 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

#### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.376, Ceiling / Working Plane: 0.004.

### EM - Hala 4 - Obrada / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 3.700 m, Mounting Height: 3.700 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:156

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	1.96	0.78	3.71	0.400
Floor	20	1.42	0.61	2.34	0.432
Ceiling	70	0.01	0.00	3.32	0.019
Walls (4)	50	0.81	0.02	2.70	/

#### Workplane:

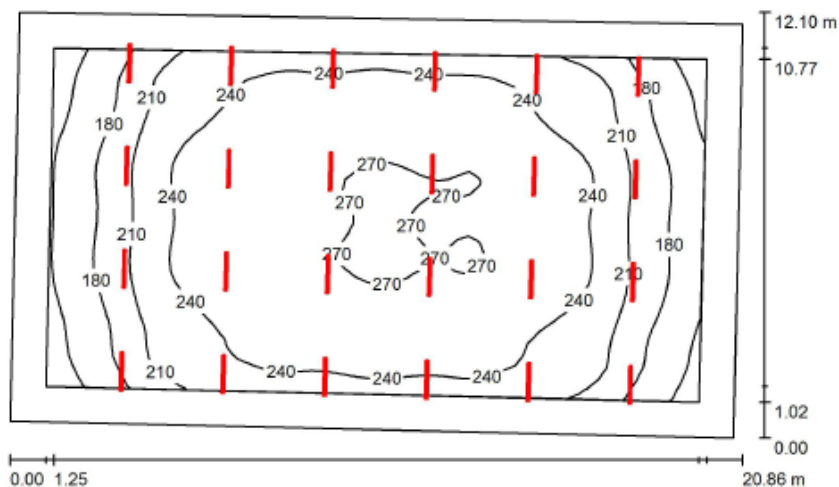
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

#### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.388, Ceiling / Working Plane: 0.004.

#### Hala 4 - Skladiste / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:156

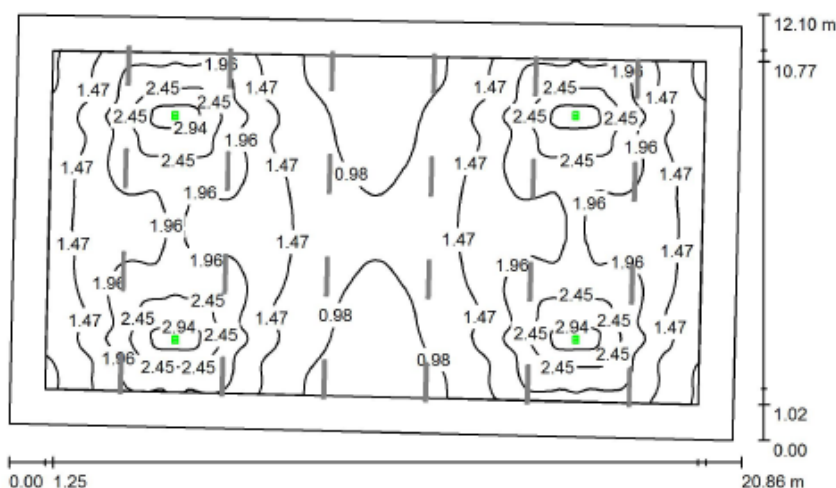
Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	228	128	275	0.561
Floor	20	194	101	255	0.521
Ceiling	70	65	41	310	0.623
Walls (4)	50	122	65	179	/

##### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 32 x 64 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.545, Ceiling / Working Plane: 0.286.

#### EM - Hala 4 - Skladiste / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 4.000 m, Mounting Height: 4.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:156

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Workplane	/	1.67	0.68	3.12	0.404
Floor	20	1.32	0.55	2.10	0.421
Ceiling	70	0.01	0.00	3.57	0.022
Walls (4)	50	0.76	0.02	3.46	/

##### Workplane:

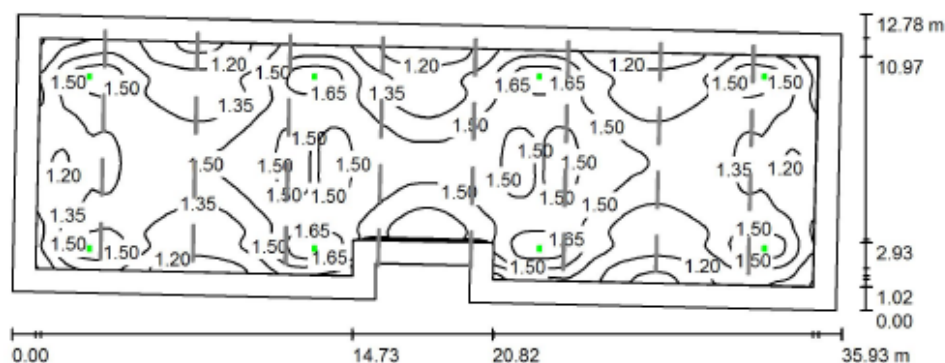
Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

##### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.445, Ceiling / Working Plane: 0.004.

### EM - Hala 4 - Lakirnica / Light scene 1 / Summary



Height of Room: 5.600 m, Mounting Height: 5.600 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:257

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$u0$
Workplane	/	1.41	1.00	1.76	0.710
Floor	20	1.21	0.70	1.48	0.577
Ceiling	70	0.01	0.00	3.62	0.022
Walls (8)	50	0.94	0.03	5.75	/

#### Workplane:

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 64 Points  
Boundary Zone: 1.000 m

#### Emergency lighting scene (EN 1838):

Only direct light is calculated. Contributions of reflected light are ignored.

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.707, Ceiling / Working Plane: 0.006.

### 3.4 SMANJENJE EMISIJA CO<sub>2</sub>

Nova LED rasvjeta ima nazivnu snagu od 6.862 W što je za 25.235 W manje od postojeće rasvjete te će na godišnjoj razini ostvariti smanjenje u isporuci električne energije u iznosu od 56.107 kWh te će se time tijekom jedne godine u okoliš ispustiti 18,52 tona manje CO<sub>2</sub> u odnosu na električnu energiju isporučenu iz elektroenergetske mreže za postojeću rasvjetu.

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	56.107 kWh
2.	Faktor emisije CO <sub>2</sub> za električnu energiju	0,33 kgCO <sub>2</sub> /kWh
3.	Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> [= 1. * 2. / 1.000]	18,52 t

Tablica 3.4. Izračun uštede CO<sub>2</sub>

### 3.5 PROCJENA TROŠKOVA INVESTICIJE

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	56.107 kWh
2.	Ukupni troškovi zamjene rasvjete (bez PDV-a)	384.647,00 kn
3.	Omjer smanjenja isporučene električne energije i troškova zamjene rasvjete [=1./2.]	0,1459 kWh/kn

Tablica 3.5. Procjena investicije i omjer ostvarene godišnje uštede ukupno isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova projekta (kWh/kn)

### 3.6 PROCJENA OSTVARENIH UŠTEDA U ODNOSU NA IZLAZNU JEDINICU PROIZVODA

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	56.107 kWh
2.	Količina proizvedenih jedinica proizvoda	15.518 kom
3.	Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda prije provedbe mjere EnU	4,6953 kWh/kom
4.	Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda nakon provedbe mjere EnU	1,0797 kWh/kom
5.	Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjera	4,3487

Tablica 3.6. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda



### 3.7 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu rasvjetu je vrhunske kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtjeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Održavanje će se povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Osnovne radnje održavanja su:

- vizualni pregled
- čišćenje plastičnih poklopaca i zaslona
- pritezanje spojeva
- pregled i obnavljanje znakova

Vijek trajanja je 50.000 sati rada uz redovite preglede, ispitivanja i zamjenu oštećenih dijelova instalacije. Održavanje će se povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Projektant:



Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## **4. OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Zamjena vanjske rasvjete)**

### **4.1 UVOD**

U sklopu aktivnosti povećanja energetske učinkovitosti i smanjenja emisije stakleničkih plinova sukladno učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji tvrtka PANA Windows d.o.o. planira zamijeniti vanjska stara metalhalogena rasvjetna tijela novim LED rasvjetnim tijelima pri čemu će se ostvariti uštede u potrošnji električne energije. Ovim projektom će se obuhvatiti samo izmjene rasvjetnih tijela, a ostali elementi razvoda elektroinstalacija ostaju kako su i predviđeni glavnim projektom elektroinstalacija prilikom izgradnje objekta. Kao podloga za projektiranje poslužit će postojeća projektna dokumentacija.

### **4.2 OPIS POSTOJEĆEG STANJA**

#### **4.2.1 Opći podaci o građevini**

Na lokaciji u Čakovcu, Zagrebačka 42, na kat. čest. br. 2701/3, k. o. Čakovec, tvrtka PANA Windows d.o.o. bavi se proizvodnjom drvene građevne stolarije. Planirana je zamjena vanjske rasvjete od koje se dio nalazi na proizvodnoj zgradi PANA WINDOWS, a dio na dva rasvjetna stupa uz prometnicu koja vodi do upravne zgrade.

#### **4.2.2 Fotodokumentacija**



Slika 4.1. Vanjska rasvjeta na proizvodnoj zgradi



Slika 4.2. Vanjska rasvjeta na rasvjetnim stupovima

#### 4.2.3 Tehnički podaci postojeće rasvjete

Starost rasvjetnih tijela je trinaest godina te su metalhalogena rasvjetna tijela dotrajala i potrebno ih je zamijeniti. Tijekom uporabe svjetlost polako tamni, gubi na oštini i jasnoći. Proces je polagan i teško se primjećuje. Korisnik najčešće postaje svjestan problema kada se pokraj stare postavi potpuno nova svjetiljka. Rasvjeta nema mogućnost regulacije.

Promjena rasvjete vrši se na vanjskom zidu objekta proizvodne zgrade te na dva rasvjetna stupa.

Vrste postojećih rasvjetnih tijela i svjetlosnih izvora koji se mijenjaju su dani u sljedećoj tablici:

R.b.	Opis	Opis postojećeg rasvjetnog tijela	Količina [kom]	Snaga pojedinog rasvjetnog tijela [W]	Snaga ugrađenih rasvjetnih tijela [W]	Godišnji broj sati rada [h]	Godišnja isporuka električne energije [kWh]
1	Rasvjetni stup	Fasadni reflektor	4	400	1.600	4.100	6.560
2	Vanjska rasvjeta na objektu	Fasadni reflektor	8	400	3.200	4.100	13.120
	<b>UKUPNO</b>		<b>12</b>		<b>4.800</b>		<b>19.680</b>

Tablica 4.1. Postojeća vanjska rasvjeta i isporuka električne energije preuzete iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj građevini izražene u kWh

Ukupno je montirano 12 rasvjetnih tijela.

Ukupna snaga rasvjetnih tijela koje se mijenjaju iznosi 4.800 W.

Sati rada godišnje 4.100 h.

Godišnja potrošnja postojeće rasvjete je **19.680 kWh**.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije provedbe mjere je **1,2682 kWh/kom**.

#### 4.2.4 Potrebna razina rasvjete

Prema EN 12464-2:2012 odabrane su razine osvijetljenosti po prostorijama.

Legenda korištenih oznaka:

- Em (lx) - srednja horizontalna rasvjetljenost na radnoj površini (određuje se za radno područje na radnoj visini Hr  
Radna visina, ako nije drugačije definirano, iznosi Hr = 0,85 m. Za hodnik\_ Hr = 0,2 m)
- UGRL - faktor blještanja
- Uo – ravnomjernost osvijetljenja
- Ra - faktor uzvrata boje

Usporedne vrijednosti zahtijevane osvijetljenosti/rasvjete za određenu djelatnost u hrvatskim normama HRN EN 12464-2:2012

Prikaz je dan za određeni tip prostora, odnosno određenu djelatnost. Po grupama to izgleda ovako:

Industrijska mjesta i skladišni prostori					5.7
Tip interijera, zadatak ili aktivnost	Em (lx)	GR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	Ra	Opaske
Kratkoročno rukovanje velikim jedinicama i sirovim materijalom, utovar i istovar čvrstog te rasutog tereta	20	55	0,25	20	
Dugoročno rukovanje velikim jedinicama i sirovim materijalom, utovar i istovar tereta, lokacije dizanja i spuštanja krana, otvorene utovarne rampa	50	50	0,40	20	
Čitanja adresa, zatvorene utovarne rampe, korištenje alata, uobičajeni zadaci u betonarama	100	45	0,50	20	
Zahtjevna električna, strojarska i vodovodna instalacije, inspekcije	200	45	0,50	60	Korištenje ručne rasvjete

Tablica 4.2. Usporedne vrijednosti zahtijevane osvijetljenosti/rasvjete za određenu djelatnost u hrvatskim normama HRN EN 12464-1:2012



### 4.3 PRIJEDLOG NOVE RASVJETE

Izrada optimalnog tehničkog rješenja rasvjete napravljena je uporabom programa Zumtobel. Prijedlog je da se umjesto postojećih vanjskih metalhalogenih rasvjetnih tijela ugrade LED rasvjetna tijela kao proizvođača Thorn. Rasvjetna tijela se postavljaju na mjesta gdje je bila postojeća rasvjeta i koristiti će se postojeća noseća konstrukcija i postojeći elektrorazvod.

Budući da je instalirana snaga novih rasvjetnih tijela manja od dosadašnje nije potrebno raditi izmjene na postojećem elektrorazvodu.

#### 4.3.1 Vrsta i broj novih rasvjetnih tijela

Vrste rasvjetnih tijela i svjetlosnih izvora su dani u sljedećoj tablici:

R.b.	Opis	Opis novog rasvjetnog tijela	Količina [kom]	Snaga pojedinog rasvjetnog tijela [W]	Snaga ugrađenih rasvjetnih tijela [W]	Godišnji broj sati rada [h]	Godišnja isporuka električne energije [kWh]
1	Vanjska rasvjeta na rasvjetnom stupu	<b>S9</b> LEDFIT M 90W A/S CL1 L840	4	90	360	4.100	1.476
2	Vanjska rasvjeta na objektu	<b>S9</b> LEDFIT M 90W A/S CL1 L840	5	90	450	4.100	1.845
3	Vanjska rasvjeta na objektu	<b>S8</b> LEDFIT S 45W A/S CL1 L840	3	45	135	4.100	554
	<b>UKUPNO</b>		12		945		3.875

Tablica 4.3. Buduća vanjska rasvjeta i isporuka električne energije preuzete iz elektroenergetske mreže (EEM) na predmetnoj građevini te ostvarene uštede izražene u kWh

Ukupna snaga instalirane nove rasvjete je **945 W**.

Rasvjeta ukupno godišnje radi 4.100 sati.

Ukupno godišnja utrošena energija na novu rasvjetu je **3.875 kWh**.

Ukupno godišnja utrošena energija na staru rasvjetu je **19.680 kWh**.

Ukupno godišnja ostvarena ušteda u električnoj energiji zamjenom rasvjete je **15.805 kWh**.

Ostvarene su uštede u iznosu od **80,31%** u odnosu na dosadašnju rasvjetu.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda poslije provedbe mjere je **0,2497 kWh/kom**.

Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjere iznosi **5,0789** (1,2682/0,2497).

Postojeću vanjsku rasvjetu demontirati će stručna osoba elektrostruke u skladu s uputama proizvođača rasvjete. Postojeća rasvjeta zbrinuti će se na to zakonom predviđen način od strane ovlaštene tvrtke za zbrinjavanje električnog i elektroničkog otpada.

Ugrađuju se nova rasvjetna tijela razreda energetske učinkovitosti minimalno A+.

## ZUMTOBEL Group

ZG Lighting d.o.o.  
Hektorovićeve 2  
HR-10000 Zagreb  
OIB: 79173482413

### IZJAVA

kojom mi, ZG Lighting d.o.o. iz Zagreba kao predstavnici matične tvrtke ZUMTOBEL Group gmbh (AT), a sukladno Delegiranoj uredbi komisije (EU) br. 874/2012 od 12.srpnja 2012. o dopuni Direktive 2010/30/EU Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu označavanja energetske učinkovitosti električnih žarulja i rasvjetnih tijela\*

izjavljujemo

kako sve svjetiljke s LED izvorom zadovoljavaju jedan od energetske razreda A, A+ ili A++.

Budući da trenutno ne postoji odredba ili direktiva na snazi kojom bi se rasvjetno tijelo s LED izvorom moralo preciznije klasificirati unutar energetske razreda, a u želji da ukažemo na uvjete pripadnosti određenom razredu, prilažemo Tablicu 1. Priloga VI.\*

EEI žarulja određuje se u skladu s Prilogom VII.

Tablica 1.

Razredi energetske učinkovitosti za žarulje

Razred energetske učinkovitosti	Indeks energetske učinkovitosti (EEI) za neusmjerene žarulje	Indeks energetske učinkovitosti (EEI) za usmjerene žarulje
A++ (najviša učinkovitost)	$EEI \leq 0,11$	$EEI \leq 0,13$
A+	$0,11 < EEI \leq 0,17$	$0,13 < EEI \leq 0,18$
A	$0,17 < EEI \leq 0,24$	$0,18 < EEI \leq 0,40$

Dok iz Priloga VII.\* zaključujemo izračun EEI modela po formuli  $EEI = P_{cor}/P_{ref}$  gdje je:  $P_{cor}$  nazivna snaga ( $P_{rated}$ ) za modele bez vanjskog upravljačkog uređaja i nazivna snaga ( $P_{rated}$ ) korigirana u skladu s tablicom 2., istog Priloga, za modele s vanjskim upravljačkim uređajem gdje se za LED izvore izračunava  $P_{cor} = P_{rated} \times 1,10$ .

Prilogom 1\*\* ovoj izjavi potvrđujemo kako su sve naše svjetiljke opće rasvjete u LED izvedbi te da su energetske razreda A+ ili A++.

U Zagrebu, 02.12.2020.

ZG Lighting d.o.o.  
Ulica Petra Hektorovića 2  
10 000 Zagreb

Denis Biškup mag.ing.  
Brand Management & Business Development  
Central & Eastern Europe

\*javno dostupno na današnji datum te na HR jeziku na poveznici:  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?url=CELEX:32012R0874&from=EN>

\*\*Prilog 1 – tablica kodova i naziva svjetiljaka zajedno s pripadnom klasifikacijom energetske razreda

## PRILOG 1

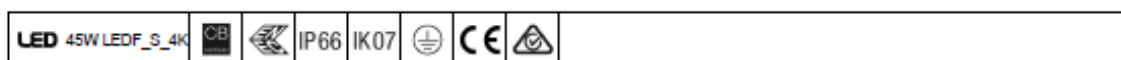
KOD	Naziv	Energetski razred
96630797	HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	A++
96630798	HIPAK LED15000-840 HF WD GEN3	A++
96630799	HIPAK LED20000-840 HF WD GEN3	A++
96630800	HIPAK LED25000-840 HF WD GEN3	A++
96630802	HIPAK LED35000-840 HF WD GEN3	A++
92901967	AQFPRO S LED2900-840 PC WB HF	A++
96630753	AQFPRO S LED2900-840 PC MB HF	A++
92903544	AQFPRO S LED2900-840 PC WB MWS	A++
96630756	AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF	A++
92901898	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HF	A+
96630757	AQFPRO L LED6400-840 PC MB HF	A+
96631028	AQFPRO L LED6400-840 PC MB HF E3	A+
92901865	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HFI	A+
92903301	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HFI E3	A++
92902855	AQFPRO L LED6400-840 PC WB HF E3	A++
92901918	AQFPRO L LED8000-840 PC WB HF	A+
96630755	AQFPRO S LED5200-840 PC MB HF	A+
96629367	KAT RD 2000-840 HF	A+
96631745	KAT RD 2000-840 MWS	A+
96629366	KAT RD 1400-840 HF	A+
92905298	KAT RD 1400-840 MWS	A+
42182128	MIRL A LED3800-840 L1200 EVG	A++
42182126	MIRL A LED3800-840 Q600 EVG	A++
42183053	MIRL DI LED3000-840 EVG WH ASQ1	A++
60815883	PANOS EVO R200H 22W LED840 AL WH	A+
60816754	PANOS EVO R200H 50W LED840 AL WH	A+
96631453	BETA 2 LED3000-840 HF Q600	A++
96631461	BETA 2 LED3000-840 HF E3 Q600	A++
96631464	BETA 2 LED3800-840 HF 300X1200	A+
96631442	BETA 2 LED3800-840 HF Q600	A++
96631450	BETA 2 LED3800-840 HF E3 Q600	A++
96629022	CHAL 200 LED3000-840 HF RSB	A++
96629020	CHAL 200 LED1400-840 HF RSB	A+
92900791	CHAL 200 LED1400-830 HFIX RSB	A+
96642310	CHAL 200 LED2000-830 HFIX RSB	A++
96630327	ELSA LED 600 1200 840 WH	A+
42186802	KXB M 6400-840 EVG ZONE2/22	A++
42183597	CRAFT M LED17000-840 PC WB LDO WH	A++
92913441	OP2 4400-840 MPT HFIX Q600	A++
96242097	CETUS LED 2000 HF 830	A+
96631305	KAT RD 2000-830 HF	A+
96630773	EQUAMINI L580 LED950-830	A+
96630767	EQUAMINI L1180 LED1900-830	A+
42183307	TECTON C LED7400-840 L2000 WB LDE WH	A++
42183322	TECTON C LED5500-840 L1500 WB LDE WH	A++
42183324	TECTON C LED5500-840 L1500 NB LDE WH	A++
96633103	LEDFIT S 45W A/S CL1 L830	A+
96628332	LEDFIT S 45W A/S CL1 L840	A+
96628333	LEDFIT M 90W A/S CL1 L840	A+
92904813	IP 72L70-740 EWC BPS CL2 M60 ANT	A++
96631027	AQFPRO L LED4300-840 PC WB HF E3	A++
42186804	KXB L 7800-840 EVG ZONE2/22	A++

Postojeća rasvjetna tijela zamijenit će se sa rasvjetnim tijelima tipa kao ili boljim tehničkim karakteristikama:

## LED Fit

96628332 LEDFIT S 45W A/S CL1 L840

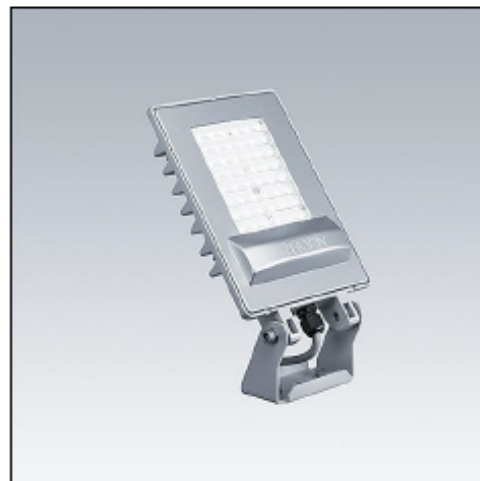
THORN



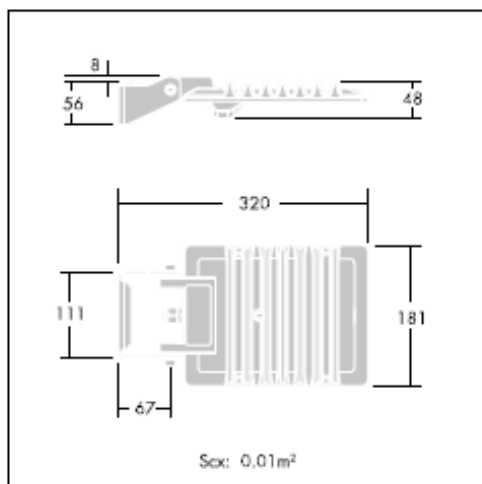
### LED Fit

A simple, ultra lightweight, small LED area floodlight with true asymmetric optic. Integral fixed output control gear. Class I electrical, IP66, Impact strength: IK07. Body: die-cast aluminium. Light grey 150 sanded textured (close to RAL9006). Stirrup: aluminium. Visor: polycarbonate with external surface powder coated Light grey 150 sanded textured (close to RAL9006). Pre-wired with 0.6m cable. Stirrup can be fixed by one M10 and/or two M8 fixation points, it is reversible allowing different mounting positions. Complete with 4000K LED.

Dimensions: 181 x 238 x 48 mm  
Luminaire input power: 45 W  
Luminaire luminous flux: 4500 lm  
Luminaire efficacy: 100 lm/W  
weight: 1.7 kg

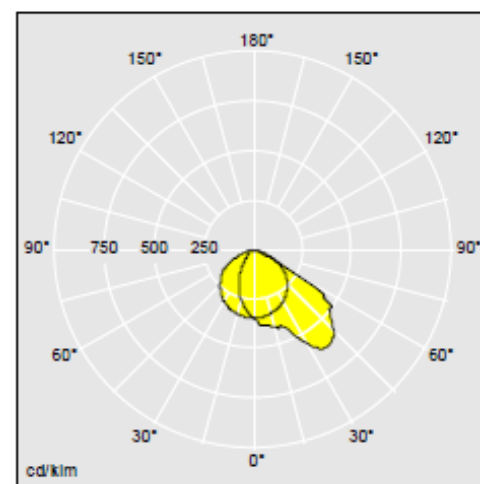


TLG\_LED\_F\_SP06.jpg



TLG\_LED\_F\_M\_45W.wmf

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 4500 lm  
Luminaire efficacy\*: 100 lm/W  
Lamp efficacy: 100 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80  
LOR: 1,00 ULOR: 0,00 DLOR: 1,00



TLLA\_LFIT545WAS4K\_DC.idt

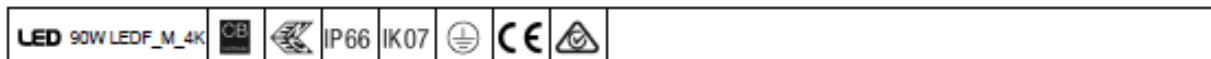
Ballast: 1 x 89602623 LEM Q48 45W 195 40-5300  
170x144#NIV1 SPR  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 7  
Rated median useful life\*:  
L70 50000h at 25°C  
Luminaire input power\*: 45 W Power factor = 0.94  
Dimming: FO

Slika 4.2. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S8, Thorn, LEDFIT S 45W A/S CL1 L840, pojedinačne snage 45 W

## LED Fit

96628333 LEDFIT M 90W A/S CL1 L840

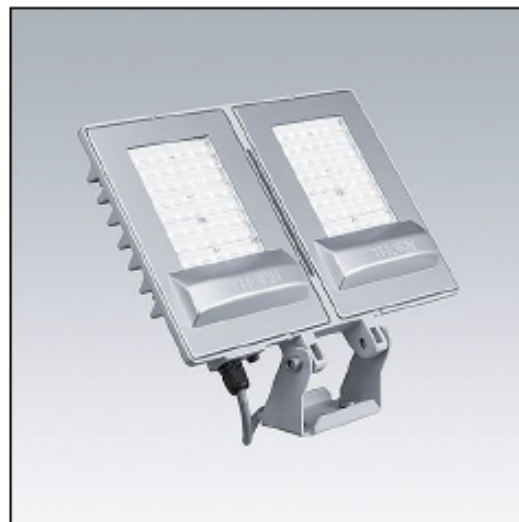
THORN



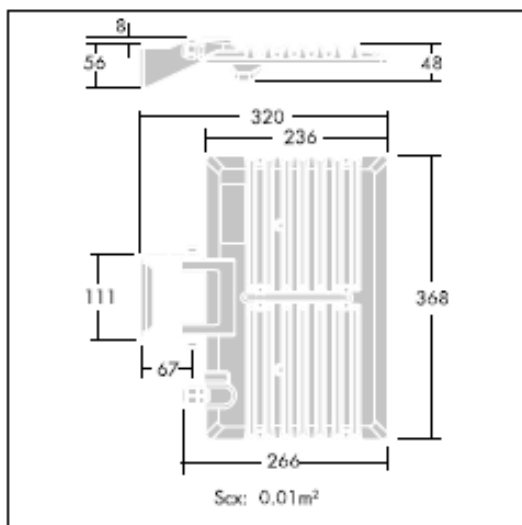
### LED Fit

A simple, ultra lightweight, medium LED area floodlight with true asymmetric optic. Integral fixed output control gear. Class I electrical, IP66, Impact strength: IK07. Body: die-cast aluminium Light grey 150 sanded textured (close to RAL9006). Stirrup: aluminium. Visor: polycarbonate with external surface powder coated Light grey 150 sanded textured (close to RAL9006). Pre-wired with 0.6m cable. Stirrup can be fixed by one M10 and/or two M8 fixation points, it is reversible allowing different mounting positions. Complete with 4000K LED.

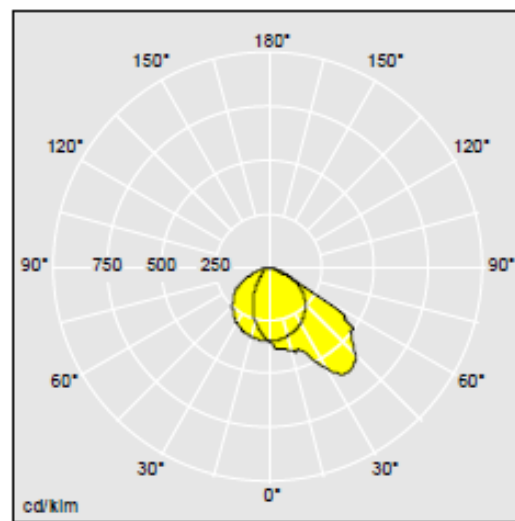
Dimensions: 368 x 236 x 48 mm  
Luminaire input power: 90 W  
Luminaire luminous flux: 9000 lm  
Luminaire efficacy: 100 lm/W  
weight: 3 kg



TLG\_LEDF\_F\_MPOB.jpg



TLG\_LEDF\_M\_90W.wmf



TLLA\_LFITM90WAS4K\_DC.idt

Lamp position: STD - standard  
Light Source: LED  
Luminaire luminous flux\*: 9000 lm  
Luminaire efficacy\*: 100 lm/W  
Lamp efficacy: 100 lm/W  
Colour Rendering Index min.: 80  
LOR: 1,00 ULOR: 0,00 DLOR: 1,00

Ballast: 2 x 89602823 LEM Q48 45W 195 40-5300  
170x144#NIV1 SPR  
Correlated colour temperature: 4000 Kelvin  
Chromaticity tolerance (initial MacAdam): 7  
Rated median useful life\*:  
L70 50000h at 25°C  
Luminaire input power\*: 90 W Power factor = 0.94  
Dimming: FO

Slika 4.3. Tehnički podaci rasvjetnog tijela S9, Thorn, LEDFIT M 90W A/S CL1 L840, pojedinačne snage 90 W



## 4.3.2 Svjetlotehnički proračun rasvjete

Site 1

Prostor ispred objekta



Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Index
Prostor ispred objekta Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	33.8 lx	13.0 lx	73.6 lx	0.38	0.18	S1

Site 1



Properties	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Index
Parking Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	15.8 lx	1.46 lx	63.9 lx	0.092	0.023	S2

#### 4.4 SMANJENJE EMISIJA CO<sub>2</sub>

Nova LED rasvjeta ima nazivnu snagu od 945 W što je za 3.855 W manje od postojeće rasvjete te će na godišnjoj razini ostvariti smanjenje u isporuci električne energije u iznosu od 15.805 kWh te će se time tijekom jedne godine u okoliš ispustiti 5,22 tona manje CO<sub>2</sub> u odnosu na električnu energiju isporučenu iz elektroenergetske mreže za postojeću rasvjetu.

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	15.805 kWh
2.	Faktor emisije CO <sub>2</sub> za električnu energiju	0,33 kgCO <sub>2</sub> /kWh
3.	Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> [= 1. * 2. / 1.000]	5,22 t

Tablica 4.4. Izračun uštede CO<sub>2</sub>

#### 4.5 PROCJENA TROŠKOVA INVESTICIJE

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	15.805 kWh
2.	Ukupni troškovi zamjene rasvjete (bez PDV-a)	33.600,00 kn
3.	Omjer smanjenja isporučene električne energije i troškova zamjene rasvjete [=1./2.]	0,4704 kWh/kn

Tablica 4.5. Procjena investicije i omjer ostvarene godišnje uštede ukupno isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova projekta (kWh/kn)

#### 4.6 PROCJENA OSTVARENIH UŠTEDA U ODNOSU NA IZLAZNU JEDINICU PROIZVODA

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	15.805 kWh
2.	Količina proizvedenih jedinica proizvoda	15.518 kom
3.	Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda prije provedbe mjere EnU	1,2682 kWh/kom
4.	Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda nakon provedbe mjere EnU	0,2497 kWh/kom
5.	Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjera	5,0789

Tablica 4.6. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda

#### 4.7 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu rasvjetu je vrhunske kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtjeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Održavanje će se povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Osnovne radnje održavanja su:

- vizualni pregled
- čišćenje plastičnih poklopaca i zaslona
- pritezanje spojeva
- pregled i obnavljanje znakova

Vijek trajanja je 50.000 sati rada uz redovite preglede, ispitivanja i zamjenu oštećenih dijelova instalacije. Održavanje će se povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Projektant:



Dubravko Maček, dipl.ing.el.



DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

## **5. POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)**

### **5.1 OPĆI PODACI**

#### **5.1.1 Uvod**

Električna energija se proizvodi u sunčanim ćelijama koje se sastoje dva sloja poluvodičkog najčešće silicijskog materijala. Upadom Sunčevog zračenja na površinu sunčane ćelije, između p i n sloja poluvodiča stvara se elektromotorna sila koja uzrokuje protok električne struje. Sunčane ćelije odnosno fotonaponski moduli su izuzetno pouzdani, dugotrajni i tihi uređaji za proizvodnju električne energije. Fotonaponski modul ovisno o tehnologiji izrade ćelija ima učinkovitost od 15 do 25 posto što znači da se čak i do jedne četvrtine upadne Sunčeve energije transformira u električnu energiju. Fotonaponski sustavi ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Za vrijeme radnog vijeka fotonaponski modul proizvede nekoliko desetaka puta više električne energije nego što je bilo potrebno uložiti za izradu samog modula pa je s time po jedinici proizvedene energije proizvedena električna energija znatno manje opterećena ugljičnim dioksidom od tehnologija fosilnih goriva. Fotonaponski modul ima životni vijek od preko trideset godina i jedan je od najpouzdanijih poluvodičkih proizvoda. Fotonaponskim sustavima potrebno je minimalno održavanje. Na kraju životnog vijeka moduli se mogu gotovo u potpunosti reciklirati, a visoki postotak sastavnih sirovina može se ponovno koristiti. Zbog povoljnog geografskog položaja na području Međimurske županije potencijali za proizvodnju električne energije su povoljni. Tipična očekivana proizvodnja po kilovatu instalirane snage za fiksni sustav iznosi oko 1.150 kWh godišnje.

#### **5.1.2 Obuhvat zahvata u prostoru**

Na krovu proizvodne zgrade PANA WINDOWS u Čakovcu, Zagrebačka 42, na kat. čest. br. 2701/3, k. o. Čakovec, investitora PANA Windows d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, planira se izgraditi sunčana elektrana snage 192 kW. Elektranu čini 866 fotonaponskih modula snage po 330 Wp, odnosno ukupne snage modula 285,78 kWp, četiri izmjenjivača pojedinačne nazivne snage 50 kW, ukupno 200 kW (ograničeno softverski na 192 kW, u smjeru predaje u distribucijsku mrežu ukupna snaga će se limitirati na 100 kW u skladu s EES) i aluminijska konstrukcija za prihvat modula.

Sunčana elektrana sa svojim razvodnim ormarom +GRSE se priključuje na instalaciju kupca u glavnom razvodnom ormaru objekta +GRO. Proizvedena električna energija će se pretežno koristiti za vlastite potrebe kupca, a eventualni višak predavati u distribucijsku elektroenergetsku mrežu (EEM). Priključna snaga sunčane elektrane u smjeru predaje električne energije iznosi 100 kW. Prijavitelj za predani višak električne energije u elektroenergetsku mrežu neće sklapati ugovor o otkupu električne energije po povlaštenim odnosno subvencioniranim cijenama.

Fotonaponski sustavi su pouzdani i učinkoviti, ne proizvode buku, nemaju pokretnih dijelova i ne ispuštaju onečišćujuće tvari u atmosferu. Životni vijek im je preko 30 godina, potrebno je minimalno održavanje i mogu se na kraju životnog vijeka reciklirati.

Sunčana elektrana projektirat će se na način da se poštuju svi relevantni tehnički propisi i zakoni te se jamči automatski rad u svim vremenskim uvjetima. Svi ugrađeni dijelovi i komponente moraju biti vrhunske kakvoće kako bi se uz minimalne potrebe za održavanjem osigurao siguran pogon i maksimalni radni vijek elektrane.

### **5.1.3 Namjena građevine**

Osnovna namjena građevine je proizvodnja električne energije iz Sunčevog zračenja.

## **5.2 TEHNIČKI OPIS SUNČANE ELEKTRANE**

### **5.2.1 Sunčana elektrana u umreženom pogonu**

Glavni dijelovi sunčane elektrane priključene na elektroenergetsku mrežu su fotonaponsko polje, izmjenjivač, nosiva konstrukcija za montažu fotonaponskih modula i priključna i mjerna oprema. Fotonaponsko polje sastoji se od međusobno serijski povezanih fotonaponskih modula. Sunčeva energija se u sunčanim ćelijama direktno pretvara u istosmjernu električnu energiju. Fotonaponski izmjenjivač pretvara istosmjerni napon u izmjenični odgovarajuće amplitude i frekvencije (400 V, 50 Hz). Osnovni dio izmjenjivača je poluvodički most sastavljen od upravljivih poluvodičkih sklopki koje visokom frekvencijom prekidaju istosmjerni napon i pretvaraju ga u izmjenični. Takav napon se filtrira i predaje elektroenergetskoj mreži. Osim pretvorbe istosmjernog u izmjenični napon izmjenjivač ima ugrađen još niz zaštitnih funkcija potrebnih za siguran rad sustava. U sklopu elektrane postoje mjerni i komunikacijski uređaji koji omogućuju praćenje proizvodnje putem računala.

### **5.2.2 Mjere zaštite okoliša**

Sam rad sunčane elektrane ne opterećuje okoliš. Pri radu se ne proizvode staklenički plinovi, nema buke, a oprema koja se ugrađuje ne sadrži ulje. Fotonaponski moduli ne reflektiraju svjetlost koja može nekome smetati.

### **5.2.3 Mjere zaštite od požara**

Svi ugrađeni elektromaterijali, fotonaponski moduli, kabeli, konstrukcija i razvodna oprema su slabo gorivi.

### **5.2.4 Izbor i dimenzioniranje osnovnih komponenata sunčane elektrane**

Sunčana elektrana PANA WINDOWS u osnovi je sastavljena od:

- fotonaponskih modula koji iz energije Sunčevog zračenja proizvode električnu energiju
- izmjenjivača koji istosmjernu struju pretvaraju u izmjeničnu
- priključne opreme (kabeli, ormar s osiguračima, prekidačem i dr.)
- komunikacijskog uređaja
- metalne konstrukcije

Blok sheme u prilogima prikazuju osnovni koncept i karakteristike elemenata fotonaponskog sustava i način priključenja.



### 5.2.4.1 Fotonaponski moduli

Za ugradnju su predviđeni fotonaponski moduli tipa kao Risen RSM120-6-330M, 330 Wp ili jednakovrijedni. Radi se o monokristaliničnom 120-ćelijskom fotonaponskom modulu nazivne snage 330 Wp. Moduli su certificirani i u skladu s HRN EN 61215 i HRN EN IEC 61730 normom i imaju sljedeće elektroenergetske karakteristike:

Tip modula	Risen RSM120-6-330M	
Tip sunčanih ćelija	monokristalične, (6x10+6x10)	
Broj ćelija	120	
Nominalna snaga	$P_{MPP}$	330 W
Napon otvorenog kruga	$U_{OK}$	40,3 V
Struja kratkog spoja	$I_{KS}$	10,3 A
Nominalni napon	$U_{MPP}$	34,05 V
Nominalna struja	$I_{MPP}$	9,70 A
Efikasnost modula	$\eta_m$	19,6 %
Dimenzije modula	1689 mm x 996 mm x 35 mm	
Standardni uvjeti ispitivanja	1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1,5	

Tablica 5.1. Tehničke karakteristike fotonaponskog modula

Ukupno se ugrađuje 866 modula ukupne nazivne snage 285,78 kWp. Dimenzije i elektroenergetske karakteristike fotonaponskih modula ovise o proizvođaču i modelu i mogu se promijeniti, ali po dimenzijama i karakteristikama neće se bitno razlikovati. Fotonaponski moduli se spajaju međusobno serijski. Dvadeset i jedan (21), dvadeset (20), devetnaest (19), osamnaest (18) ili sedamnaest (17) serijski spojenih modula čini jedan (1) string.

### 5.2.4.2 Izmjenjivač

Kod dimenzioniranja izmjenjivača za zadano fotonaponsko polje predložen je izmjenjivač koji svojim ulaznim naponskim i strujnim ograničenjima pokriva radno područje fotonaponskog polja u svim uvjetima. S obzirom na navedeno odabran je izmjenjivač tipa kao SMA Sunny Tripower CORE1. Izlazne električne karakteristike (napon, struja, snaga) fotonaponskog polja u potpunosti odgovaraju ulaznim električnim karakteristikama izmjenjivača u cijelom temperaturnom opsegu rada elektrane. Ukupno se koristi četiri (4) izmjenjivača maksimalne nazivne snage 50 kW.

SMA Sunny Tripower CORE1 je izmjenjivač bez transformatora, nominalne snage 50 kW i maksimalne učinkovitosti 97,8%. Izmjenjivači imaju ugrađene napredne sigurnosne podsustave zaštite od izoliranog pogona, nadstrujne i prenaponske zaštite fotonaponskog polja. Izmjenjivač ima sljedeće osnovne karakteristike:

Tip izmjenjivača	SMA Sunny Tripower CORE1
Maksimalna ulazna (DC) snaga	75.000 W
Maksimalni ulazni napon (DC)	1000 V
Radno područje ulaznog napona (DC)	150-800 V
Maksimalna izlazna (AC) snaga	50.000 W
Nominalni izlazni napon (AC)	230/400 V
Nominalna frekvencija izlaznog napona (AC)	50 Hz
Maksimalna izlazna struja (AC)	72,5 A
Maksimalna izlazna struja kratkog spoja (AC)	86 A

Tablica 5.2. Tehničke karakteristike izmjenjivača

Osim navedenog, izmjenjivači su trofazni i opremljeni prenaponskom zaštitom ulaza klase I+II, nadstrujnom zaštitom stringova, sustavom za praćenje rada mreže, uređajem za automatsku sinkronizaciju na napon mreže, sustavom za praćenje valnog oblika napona mreže, zaštitnim uređajem ( $U<$ ,  $U>$ ,  $f<$ ,  $f>$ ), sustavom zaštite od injektiranja istosmjerne struje u mrežu (1A;0,2s) uređajem za isključenje s mreže i uključanje na mrežu (isključenje s mreže u slučaju nedozvoljenog pogona i uključanje na mrežu nakon ispunjenja uvjeta paralelnog rada). Izmjenjivači će se montirati na krovu proizvodne zgrade PANA WINDOWS.

#### 5.2.4.3 NN kabele i mjerno - priključna oprema

Niskonaponski DC kabele PV1-F 6 mm<sup>2</sup> će se voditi od fotonaponskih modula do mrežastih kablskih kanalicama u instalacijskim cijevima. Po krovu će se NN DC kabele PV1-F 6 mm<sup>2</sup> voditi aluminijskom podkonstrukcijom u mrežastim kablskim kanalicama do izmjenjivača, koji će biti montirani na srednjem krovu građevine u blizini prostorije u kojoj je smješten glavni razvodni ormar +GRO i budući razvodni ormar sunčane elektrane +GRSE. Izmjenjivači će biti povezani s razvodnim ormarom +GRSE kablskim kanalicama s poklopcem (na vertikalama i na krovu s poklopcem) u koji će se položiti kabel FG16OR16 5x35 mm<sup>2</sup>.

Razvodni ormar sunčane elektrane instalirati će se uz razvodni ormar kompenzacije +Rkomp i glavni razvodni ormar građevine +GRO. Razvodni ormar sunčane elektrane +GRSE će biti povezan s glavnim razvodnim ormarom +GRO kablskom kanalicom u koju će se položiti kabel FG16OR16 4x1x240 mm<sup>2</sup> + Cu uže 50 mm<sup>2</sup> za PE. S obzirom na definirane požarne sektore, potrebno je pri prolazu instalacija iz jednog sektora u drugi kabele štititi propisanim zaštitnim protupožarnim materijalima.

Glavni razvodni ormar građevine +GRO potrebno je preurediti i dograditi za prihvata kabela iz +GRSE i ugradnju, na dolaznom vodu, strujnih mjernih transformatora 600/5A i uređaja za mjerenje tijeka električne energije u oba smjera, kompatibilan sa izmjenjivačem (tipa kao SMA Energy meter). Postojeći dvostruki kablski priključak, koji povezuje TS i +GRO, zamijeniti će se novim kablom 2 x NAYY 4x1x240 mm<sup>2</sup>, koji će povezivati +SPMO i +GRO. Ostala postojeća instalacija kupca neće se mijenjati.

#### 5.2.4.4 Instalacija komunikacija i sustav daljinskog nadzora

Radi povezivanja i kontrole rada izmjenjivača odnosno praćenje proizvodnje putem računala potrebno je povezati izmjenjivače kablom min. S/FTP cat6 u zaštitnoj cijevi Ø 20 mm koja se polaže u kablskoj kanalicama. Kabel S/FTP cat6 se spaja na ulazno-izlazni konektor svakog izmjenjivača, a kraj se dovodi do komunikacijskog uređaja ili postojeće LAN mreže objekta.

Daljinski nadzor rada sunčane elektrane izvodi se pomoću komunikacijskog uređaja SMA DATA MANAGER M, koji se povezuje sa izmjenjivačima, a montirati će se u +GRSE. Na taj način moguće je nadzirati rad sunčane elektrane sa bilo koje lokacije sa dostupnom internet vezom, putem standardnog web sučelja, na portalu proizvođača izmjenjivača.

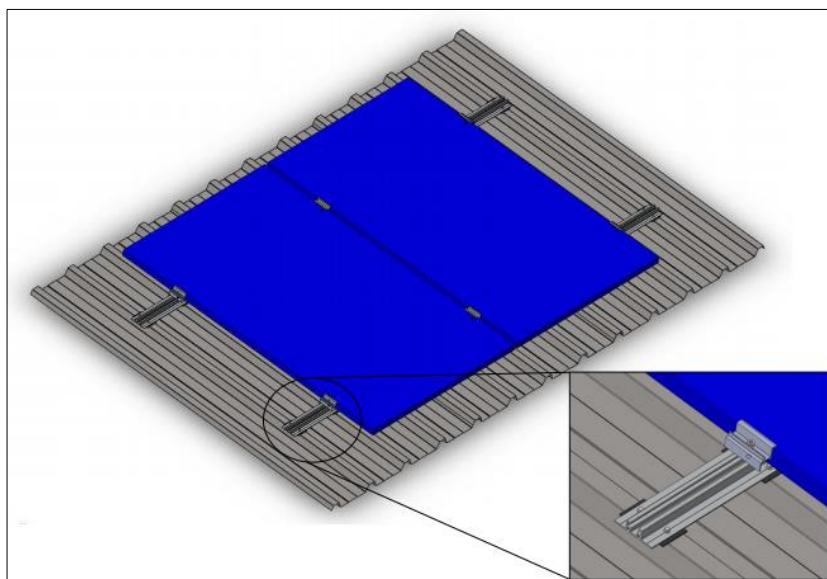
#### 5.2.4.5 Mjerenje proizvedene električne energije

Mjerenje predaje energije u smjeru NN mreže će se izvesti na način da će se uređajem za mjerenje tijeka električne energije (SMA Energy Meter ili jednakovrijedan) mjeriti izlazna snaga u smjeru NN mreže. Mjeri se strujno opterećenje preko strujnih mjernih transformatora ST 600/5 A (klasa točnosti 1) ugrađenih u +GRO na dolaznom kablom. Signal iz uređaja za mjerenje tijeka energije se šalje na uređaj za kontrolu rada izmjenjivača SMA DATA MANAGER M. Na standardnom web sučelju, na portalu proizvođača izmjenjivača, se mogu očitati vrijednosti trenutne i ukupne proizvedene električne energije iz sunčane elektrane, vrijednosti trenutne i ukupne potrošene električne energije iz sunčane elektrane za vlastite potrebe i vrijednosti trenutne i ukupne predane električne energije u mrežu u kWh.

Uređaj za mjerenje energije i uređaj za kontrolu rada izmjenjivača SMA DATA MANAGER M potrebno je povezati signalnim kablomima na LAN mrežu.

#### 5.2.4.6 Konstrukcija

Moduli će se pričvrstiti na limeni pokrov s aluminijskom podkonstrukcijom za prihvat fotonaponskih modula (tipa kao proizvođača NIKA Konstrukcije) predviđenu za instalaciju fotonaponskih modula na limeni krov. Elementi konstrukcije se izrađuju od ekstrudiranih profila, a međusobno se spajaju vijčanim spojevima. Moduli se na aluminijsku konstrukciju spajaju aluminijskim spojnicama. Konstrukcija je tipska i statički proračunata od strane proizvođača na način da izdrži sve propisane vanjske utjecaje snijega i vjetrova.



Komponente sustava

NS-TL-L500/L750	EPDM traka	SMD 5.5x25	NS-0005/NS-0006
NS-TL-MINI (sve komponente sustava) s krajnom sponom za pričvršćenje FN modula		NS-TL-MINI (sve komponente sustava) s srednjom sponom za pričvršćenje FN modula	

Slika 5.1. Komponente aluminijske konstrukcije

#### 5.2.5 Transport

Dijelovi konstrukcije i sva oprema koji se sklapaju na gradilištu su takvih dimenzija da se nesmetano mogu transportirati do mjesta ugradnje.

### **5.2.6 Montaža**

Montaža sunčane elektrane vrši se po sljedećem postupku:

- montaža aluminijskih nosača FN modula
- montaža i spajanje fotonaponskih modula
- polaganje istosmjernog kabela od FN modula do izmjenjivača
- postavljanje i spajanje izmjenjivača
- postavljanje +GRSE
- postavljanje kabelske kanalice između izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE te +GRO
- polaganje NN kabela izmjenične struje
- mjerenje, ispitivanje i puštanje u pogon

### **5.2.7 Ispitivanje i puštanje u pogon**

Pod ispitivanje i puštanje u pogon podrazumijeva se:

- ispitivanje i kontrola prilikom preuzimanja gotove opreme,
- ispitivanje i kontrola prilikom izgradnje,
- ispitivanje i kontrola prije puštanja u pogon.

### **5.2.8 Instalacija zaštite od munje**

Za zaštitu od direktnog udara munje postavljaju se Al hvataljke visine 0.5, 1m, 1,5m i 2m. Hvataljke se spajaju na postojeću instalaciju zaštite od munje na krovu vezanu na uzemljenje objekta – temeljni uzemljivač. Raspored hvataljki je odabran simulacijom korištenjem metode kotrljajuće kugle, a postignuta je zaštita nivoa LPS III.

### **5.2.9 Održavanje**

Za izvedbu fotonaponskog sustava koristi se oprema vrhunske tehnologije koja traži minimalno održavanje. Kako bi fotonaponski sustav ispravno i kvalitetno radio, održavanje treba biti usklađeno s uputama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi glede sigurnosti (zaštite) na radu, periodičnosti i opsega pregleda, servisa, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

### 5.3 PRORAČUNI ZA SUNČANU ELEKTRANU

#### 5.3.1 Podaci o opremi

U konkretnom slučaju predviđena je ugradnja četiri izmjenjivača snage po 50 kW, za vanjsku ugradnju sljedećih osnovnih karakteristika:

Tip izmjenjivača		SMA Sunny Tripower CORE1
Nominalna snaga	$P_{AC}$	50000 W
Maksimalni ulazni napon	$U_{DC}$	1000 V
Maksimalna struja kratkog spoja po MPPT	$I_{DSC}$	30 A
Maksimalna ulazna struja po MPPT	$I_{DC}$	20 A
Broj MMPT jedinica		6
Nominalni napon	$U_{AC}$	230/400 V
Maksimalna izlazna struja	$I_{AC}$	72,5 A
Maksimalna izlazna struja kratkog spoja	$I_{ACKS}$	86 A
Frekvencija mreže	$f$	50 Hz
AC izlaz		trofazan
Euro-Eta		97,8 %
Zaštita od reverznog polariteta ulaza		Da
DC rastavljač		Da
AC zaštita od kratkog spoja		Da
Zaštita od proboja na DC ulazu		Da
Praćenje rada mreže		Da
Ugrađena ZUDS klase A		Da
Prenaponska zaštita DC ulaza klase II		Da
Nadstrujna zaštita stringova		Da
Prepoznavanje greške na stringu		Da
Dimenzije(Š/V/D)		621 mm/ 733 mm/ 569 mm
Težina		84 kg
Potrošnja noću		4,8 W
Zaštita		IP 65

Tablica 5.3. Tehničke karakteristike izmjenjivača

Fotonaponski moduli Risen RSM120-6-330M imaju sljedeće elektroenergetske karakteristike:

Tip sunčanih ćelija	monokristalične, (6x10+6x10)	
Broj ćelija	120	
Nominalna snaga	$P_{MPP}$	330 W
Napon otvorenog kruga	$U_{OK}$	40,3 V
Struja kratkog spoja	$I_{KS}$	10,3 A
Nominalni napon	$U_{MPP}$	34,05 V
Nominalna struja	$I_{MPP}$	9,7 A
Efikasnost modula	$\eta_m$	19,6 %
Dimenzije modula		1689 mm x 996 mm x 35 mm
Standardni uvjeti ispitivanja		1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1,5

Tablica 5.4. Tehničke karakteristike fotonaponskog modula



Ukupno se ugrađuje 866 modula ukupne nazivne snage 285,78 kWp. Dimenzije i elektroenergetske karakteristike fotonaponskih modula ovise o proizvođaču i modelu i mogu se promijeniti, ali po dimenzijama i karakteristikama neće se bitno razlikovati.

### 5.3.2 Proračun kabela

FN moduli su podijeljeni u četrdeset i četiri (44) stringa, odnosno jedan (1) ili dva (2) stringa po MPPT ulazu izmjenjivača. Maksimalna snaga stringa je 6,93 kWp (najgori slučaj u vidu strujnog opterećenja), čiji je spoj na izmjenjivač izveden kabelom 2xPV1-F 6 mm<sup>2</sup>. U serijskom spoju fotonaponskih modula maksimalna struja u stringu jednaka je maksimalnoj struji pojedinog modula koja je jednaka struji kratkog spoja fotonaponskog modula koja prema tehničkim podacima za module Risen RSM120-6-330M iznosi  $I_{SC1} = 10,30$  A.

$$2xI_{DC1} = 2xI_{SC1} = 20,6A$$

Maksimalna struja kratkog spoja na DC ulazu izmjenjivača je 30 A, pa spajanjem dva (2) stringa na DC ulaz izmjenjivača maksimalne struje ulaza izmjenjivača zadovoljavaju.

Maksimalno strujno opterećenje kabela 2xPV1-F 6 mm<sup>2</sup> položenog u zraku iznosi 70 A pa odabrani kabel za istosmjerni krug zadovoljava.

Veza između izmjenične strane izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE izvesti će se peterožilnim kabelom FG16OR16 5x35 mm<sup>2</sup>. Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je:

$$I_{AC} = \frac{P}{U} = \frac{50000W}{\sqrt{3}x400V} = 72,17A$$

Maksimalno strujno opterećenje odabranog kabela položenog u zraku iznosi 130 A pa odabrani kabel zadovoljava.

Veza između razvodnog ormara +GRSE i +GRO izvesti će se jednožilnim kabelom FG16OR16 4x1x240 mm<sup>2</sup>. Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je:

$$I_{AC} = \frac{P}{U} = \frac{200000W}{\sqrt{3}x400V} = 288,68A$$

Maksimalno strujno opterećenje odabranog kabela položenog u zraku iznosi 490 A pa odabrani kabel zadovoljava.

Veza između razvodnog ormara +GRO i +SPMO izvesti će se dvostrukim četverožilnim kabelom 2 x NAYY 4x1x240 mm<sup>2</sup>. Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je:

$$I_{AC} = \frac{P}{U} = \frac{192000W}{\sqrt{3}x400V} = 277,13A$$

Maksimalno strujno opterećenje paralelno položenih kabela u zemlji iznosi  $2x375x0,85 = 637,5$  A (uz faktor paralelnog polaganja 0,85), pa odabrani kabel zadovoljava.

#### 5.3.2.1 Provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenja

Zaštita vodova i kabela od pregrijavanja se vrši nadstrujnim zaštitnim uređajima. Radna karakteristika nadstrujnog zaštitnog uređaja koja štiti od preopterećenja mora ispuniti dva uvjeta:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$
$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

pri čemu su:

$I_B$  – pogonska struja,

$I_N$  – nazivna struja zaštitnog uređaja,

$I_2$  – struja koja osigurava proradu zaštitnog uređaja i

$I_Z$  – trajno podnosiva struja voda.

Nazivna struja $I_N$ (A)	NVO gG osigurači	MCB – automatski osigurači tip B i C
	$I_2 = k I_N$ (A)	
do 4 A	2,1	1,45
od 4 do 16 A	1,9	1,45
od 16 A do 63 A	1,6	1,45

Tablica 5.5. Proradne karakteristike osigurača

Provjerom vodova i kabela te pripadnih zaštitnih uređaja vidljivo je da je proradna struja zaštitnog uređaja uvijek manja od dopuštene struje opterećenja voda ili kabela, te je na taj način osiguran ispravan rad zaštite od preopterećenja.

### 5.3.2.2 Provjera zaštite od kratkog spoja

Zaštitni uređaji trebaju osigurati prekidanje struje kratkog spoja prije nego što ta struja prouzroči štetna toplinska i mehanička naprezanja u vodičima i spojevima. Koordinacija zaštitnih uređaja i vodiča je odabrana tako da svaka struja kratkog spoja, koja se pojavi u nekoj točki strujnog kruga, bude prekinuta u vremenu koje ne prelazi ono vrijeme u kojem bi se vodič zagrijao do maksimalne dozvoljene temperature. Za kratke spojeve koji traju do 5 s, vrijeme  $t$  u kojem određena struja kratkog spoja zagrijava vodič od najviše dozvoljene temperature u normalnom radu do maksimalno dozvoljene temperature, približno se izračunava izrazom:

$$t = \left( k \times \frac{S}{I} \right)^2$$

gdje je:

$t$  – dozvoljeno vrijeme trajanja kratkog spoja [s]

$I$  – efektivna vrijednost struje kratkog spoja [A]

$k$  – konstanta materijala ( $k=115$  za Cu vodiče,  $k=70$  za Al vodiče, PVC izolacija)

Provjerom vrijednosti maksimalnih propuštenih struja kratkih spojeva u dokumentaciji i usporedbom s vrijednostima i karakteristikama zaštitnih uređaja (vidljivo iz jednopolnih shema razdjelnika), može se zaključiti da je uvijek osiguran „trenutni“ isklop ( $t < 0,1$  s), što u potpunosti zadovoljava navedeni uvjet dozvoljenog vremena.

### 5.3.3 Proračun kratkog spoja sa strane sunčane elektrane

Prema tehničkim specifikacijama izmjenjivača maksimalna izlazna struja kratkog spoja izmjenjivača je 86A. Ukupni maksimalni doprinos izmjenjivača u struji kratkog spoja sunčane elektrane iznosi:

$$I_{KS1max} = n \times I_{SC} = 4 \times 86 = 334 A$$

### 5.3.4 Izbor prekidača

U razvodnom ormaru +GRSE odabran je prekidač maksimalne nazivne struje 400 A, podešen na 300A (detaljno podešenje prekidača izvesti prema EPZ-u). Nazivna podešena struja prekidača veća je od nazivne struje elektrane ( $I_{ne} = 288,68 A$ ), a manja od struje kratkog spoja elektrane ( $I_{ks} = 334 A$ ) i nazivne struje priključnog kabela ( $I_{nk}=490$ ).

### 5.3.5 Proračun pada napona

#### 5.3.5.1 Istosmjerni krug sunčane elektrane

Pad napona proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka  $6 \text{ mm}^2$  u krugu istosmjerne struje između fotonaponskih modula i izmjenjivača. Procijenjena maksimalna duljina je 144 m, a presjek vodiča iznosi  $6 \text{ mm}^2$ .

Pad napona u vodiču ovisi o četiri činioca:

- specifične otpornosti materijala ( $\delta$ ) od koga je vodič sačinjen,
- površine poprečnog presjeka vodiča ( $s$ ),
- dužine vodiča ( $l$ ) i
- struje koja protječe kroz vodič ( $I$ ).

Za otpor vodiča vrijedi:

$$R = \frac{\rho \times l}{s},$$

a za pad napona Ohmov zakon:

$$U = I \times R.$$

Specifična otpornost materijala je konstanta koja je poznata za svaki provodni materijal. Za bakar, koji se najčešće koristi za proizvodnju vodiča iznosi  $0,0174 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .

U predmetnom kritičnom slučaju opor strujnog kruga iznosi:

$$R = \frac{\rho \times l}{s} = \frac{0,0174 \times 144}{6} = 0,42 \Omega$$

Maksimalna istosmjerna struja (u normalnom pogonu) koja prolazi spojnim kabelom do izmjenjivača jednaka je 9,7 A. Ukupni pad napona tada iznosi:

$$U = I \times R = 9,7 \times 0,42 = 4,07V$$

Pri nominalnoj snazi fotonaponskog polja maksimalni gubici snage u istosmjernom krugu maksimalno iznose 0,6 %, dok očekivano smanjenje proizvedene električne energije zbog gubitaka u istosmjernom krugu na godišnjoj razini iznosi maksimalno 0,3 %.

### 5.3.5.2 Izmjenični krug sunčane elektrane

Pad napona proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka  $35 \text{ mm}^2$  u krugu izmjenične struje između izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE. Procijenjena duljina 16 m, a presjek vodiča iznosi  $35 \text{ mm}^2$ . Specifična vodljivost bakra iznosi  $56 \text{ Sm/mm}^2$ .

$$u_1 = \frac{100 \times l \times P}{\kappa \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 16 \times 50000}{56 \times 400 \times 400 \times 35} = 0,26\% < 5\%$$

Ukupni maksimalni pad napona tada iznosi 1,04 V.

Pad napona priključnog kabela između razvodnih ormara +GRSE i +GRO proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka  $240 \text{ mm}^2$  u krugu izmjenične struje između izmjenjivača i razvodnog ormara +GRSE. Procijenjena duljina 6 m, a presjek vodiča iznosi  $240 \text{ mm}^2$ . Specifična vodljivost bakra iznosi  $56 \text{ Sm/mm}^2$ .

$$u_2 = \frac{100 \times l \times P}{\kappa \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 6 \times 200000}{56 \times 400 \times 400 \times 240} = 0,06\% < 5\%$$

Ukupni maksimalni pad napona tada iznosi 0,24 V.

Pad napona priključnog kabela između razvodnih ormara +GRO i +SPMO proračunat je za kritični slučaj najduljeg aluminijskog kabela presjeka  $2 \times 240 \text{ mm}^2$ . Procijenjena duljina je 100 m, a presjek vodiča iznosi  $240 \text{ mm}^2$ . Specifična vodljivost aluminija iznosi  $35 \text{ Sm/mm}^2$ .

$$u_3 = \frac{100 \times l \times P}{\kappa \times U^2 \times S} = \frac{100 \times 100 \times 192000}{35 \times 400 \times 400 \times 2 \times 240} = 0,71\% < 5\%$$

Ukupni maksimalni pad napona tada iznosi 2,84 V.

Ukupni pad napona od izmjenjivača II-I4 do +SPMO iznosi:

$$\Delta u = u_1 + u_2 + u_3 = 1,04 + 0,24 + 2,84 = 4,12 \text{ V} \rightarrow 1,03\% < 5\%$$

Ukupni pad napona je manji od maksimalne dozvoljene vrijednosti definirane zahtjevom iz Tehničkih propisa.

### 5.3.6 Proračun uzemljivača

Potrebno je provjeriti uzemljivač i instalaciju zaštite od udara munje, postupkom mjerenja otpora uzemljenja, kao i povezanost metalnih masa konstrukcije FN modula, odvoda i sl.

Usljed ugradnje prenaponske zaštite dolazimo do uvjeta na iznos uzemljenja  $< 5\Omega$ . Ispravnost istog provjeriti mjerenjem. Ukoliko izmjerena vrijednost ne zadovoljava treba je dovesti do tražene vrijednosti daljnjim dodavanjem pocinčane čelične trake ili zabijanjem sonde.

### 5.3.7 Provjera mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Korišten je TN-C-S sustav uzemljenja u kombinaciji sa RCD, za koje zaštita efikasno djeluje ako vrijedi:

$$R_{uz} \times I_{\Delta n} \leq U_0$$

gdje je :

$R_{uz}$  – otpor uzemljenja (zbroy otpora uzemljivača i zaštitnog PE vodiča)

$I_{\Delta n}$  – prorađna struja ZUDS (0,3 A) i

$U_0$  – maksimalno dozvoljeni napon dodira (50 VAC).

Za trajno dozvoljeni napon dodira  $U_0 = 50 \text{ V}$  i nazivnu diferencijalnu struju  $I_{\Delta n} = 0,3 \text{ A}$ , najveći otpor uzemljenja može biti  $R_{uz} = U_0 / I_{\Delta n}$ , odnosno  $167 \Omega$ . Otpor uzemljivača i otpor zaštitnog PE vodiča znatno su manji od traženog kriterija te će zaštita pouzdano djelovati.

### 5.3.8 Prenaponska zaštita

Od pojave prenapona zaštićeni su svi elektronički uređaji. Svi metalni dijelovi opreme i uređaja su uzemljeni.

DC ulazi izmjenjivača štite se katodnim odvodnicima prenapona tipa I+II nazivne struje 50 kA (8/20 $\mu$ s).

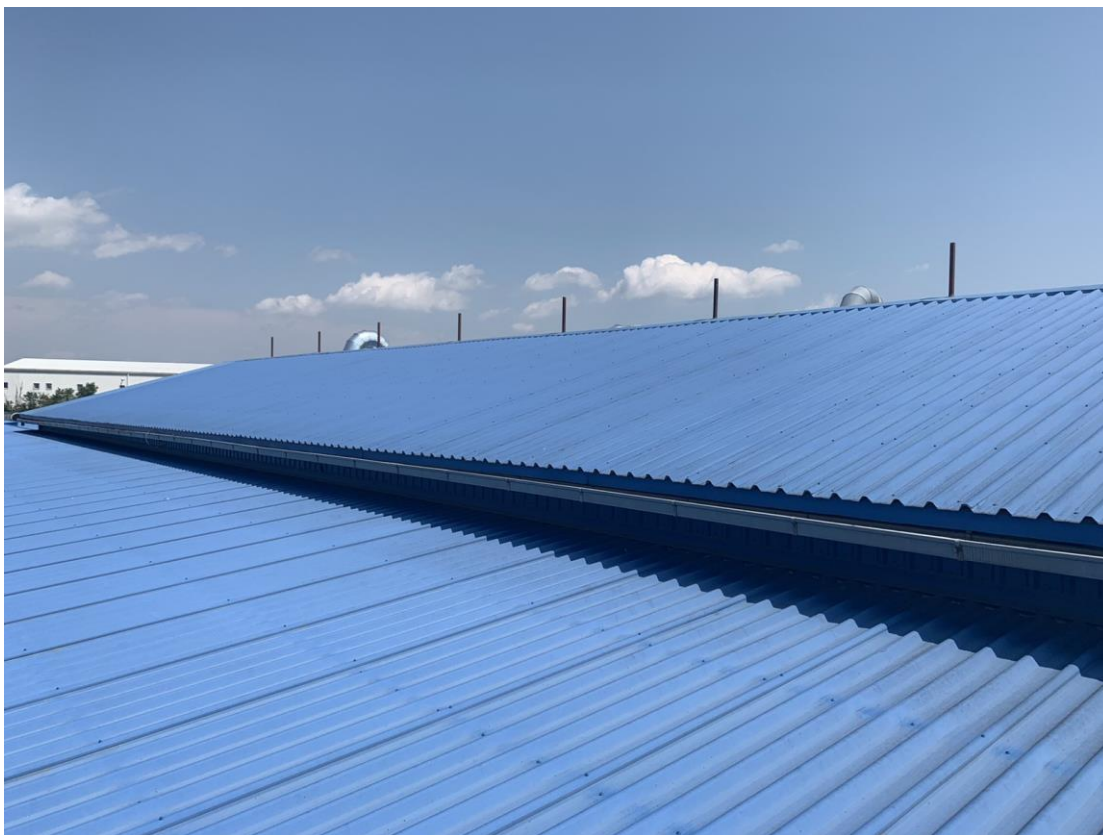
AC izlaz izmjenjivača štiti se četveropolno odvodnicima prenapona tipa I+II nazivne struje 20 kA (8/20 $\mu$ s).

## **5.4 OPIS POSTOJEĆEG STANJA**

### **5.4.1 Opći podaci o građevini**

Na lokaciji u Čakovcu, Zagrebačka 42, na kat. čest. br. 2701/3, k. o. Čakovec, tvrtka PANA Windows d.o.o. bavi se proizvodnjom drvene građevne stolarije. Na spomenutoj lokaciji do sada nisu korišteni nikakvi obnovljivi izvori energije, a novo planirana sunčana elektrana sveukupne površine 1.457 m<sup>2</sup> izvest će se na krovu proizvodne zgrade PANA WINDOWS. Objekt na kojem je planirana izgradnja sunčane elektrane zadnju veću dogradnju imao je 2007. godine, a ukupno bruto površina krovišta iznosi približno 3.070 m<sup>2</sup>.

### **5.4.2 Fotodokumentacija**



Slika 5.2. Krov građevine predviđen za izgradnju sunčane elektrane – 1. dio





Slika 5.3. Krov građevine predviđen za izgradnju sunčane elektrane – 2. dio



Slika 5.4. Krov građevine predviđen za izgradnju sunčane elektrane – 3. dio

### 5.4.3 Predviđena potrošnja električne energije nakon obnove ovojnice zgrade i ugradnje energetske učinkovitije unutarnje te vanjske rasvjete

U tablici 5.7. prikazana je predviđena godišnja potrošnja električne energije po mjesecima na lokaciji Zagrebačka 45 u Čakovcu, nakon obnove ovojnice zgrade te ugradnje energetske učinkovitije unutarnje rasvjete (EnU-R) i ugradnje energetske učinkovitije vanjske rasvjete (EnU-VR).

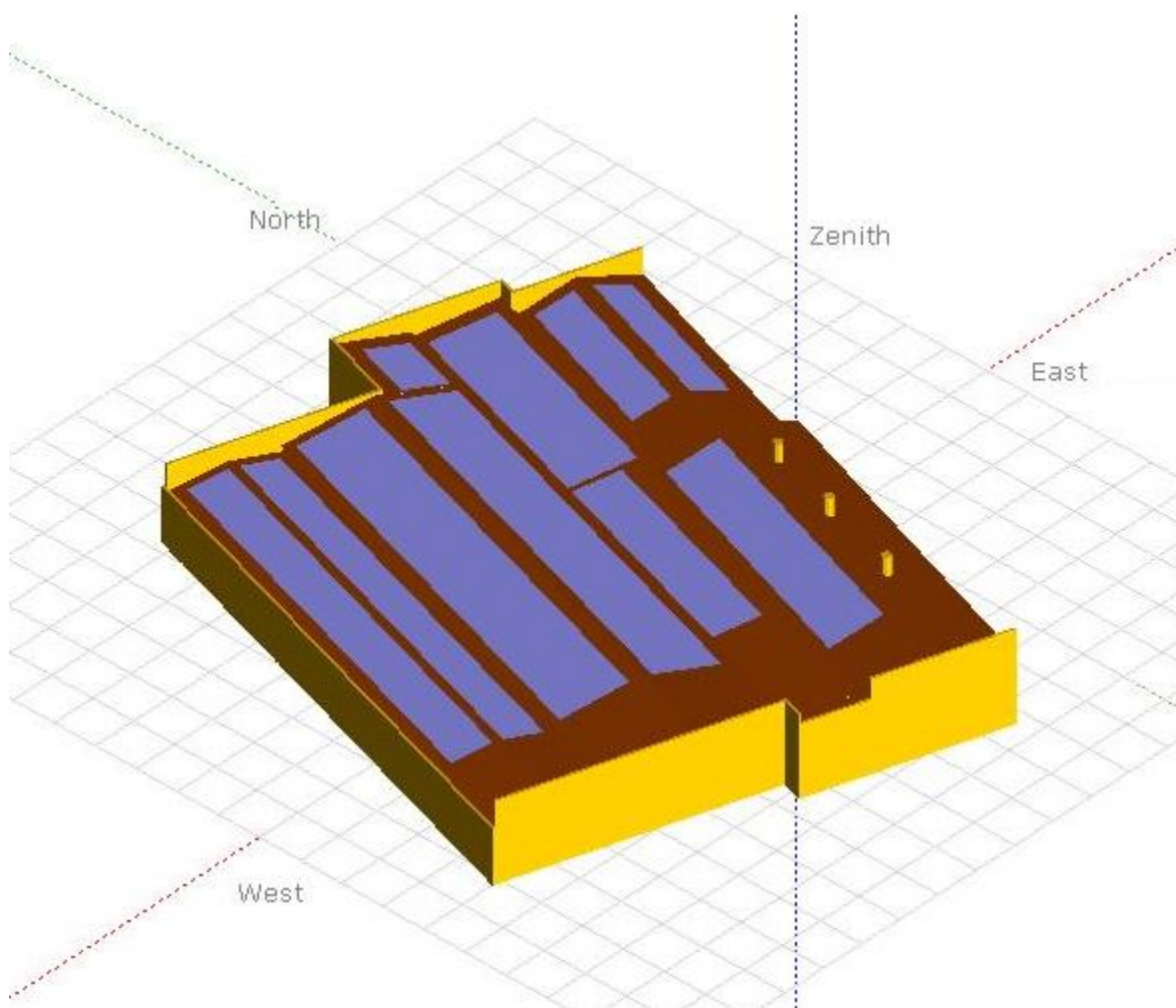
Mjesec	Predviđena isporučena električna energija temeljena na postojećoj potrošnji tijekom 2019. (kWh)	Smanjenje potrošnje električne energije ostvareno zbog obnove ovojnice zgrade (kWh)	Smanjenje potrošnje električne energije nakon ugradnje EnU -R(kWh)	Smanjenje potrošnje električne energije nakon ugradnje EnU - VR(kWh)	Ukupna predviđena godišnja potrošnja energije nakon obnove ovojnice zgrade te ugradnje EnU-R i EnU-VR (kWh)
siječanj	53.862	123	4.937	1.391	47.411
veljača	43.902	115	4.488	1.264	38.035
ožujak	41.913	123	4.713	1.328	35.749
travanj	42.002	119	4.713	1.328	35.842
svibanj	43.468	123	4.937	1.391	37.017
lipanj	39.525	119	4.040	1.138	34.228
srpanj	67.785	123	5.162	1.454	61.046
kolovoz	31.474	123	4.489	1.264	25.598
rujan	46.402	119	4.713	1.328	40.242
listopad	53.932	123	4.937	1.391	47.481
studeni	48.740	119	4.489	1.264	42.868
prosina	35.141	123	4.489	1.264	29.265
<b>UKUPNO</b>	<b>548.146</b>	<b>1.452</b>	<b>56.107</b>	<b>15.805</b>	<b>474.782</b>

Tablica 5.7. Predviđena godišnja potrošnja električne energije nakon obnove ovojnice te ugradnje EnU-R i EnU-VR u kWh

## 5.5 PROCJENA PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

### 5.5.1 Utjecaj zasjenjenja

3D-modeliranjem situacije u simulacijskom softveru PVSyst V7.1.1 određena je optimalna dispozicija nosive konstrukcije odnosno fotonaponskih modula na zadanoj površini s obzirom na planiranu ukupnu snagu elektrane i položaj elektrane.



Slika 3.2. 3D model elektrane

### 5.5.2 Procjena proizvodnje i ostvarenih ušteda

Procjena proizvodnje Sunčane elektrane PANA WINDOWS provedena je u programskom paketu PVsyst V7.1.4 i prema dostupnim meteorološkim podacima. Stvarna proizvodnja fotonaponskog sustava može odstupati zbog odstupanja klimatskih varijabli, efikasnosti modula i izmjenjivača te drugih utjecajnih faktora.

U tablici 5.8. prikazani su osnovni parametri Sunčane elektrane PANA WINDOWS. Iz rezultata simulacije vidimo da se očekivani godišnji prinosi dobiveni simulacijom kreću oko 919 kWh po instaliranom kilovatu snage fotonaponskog polja. Proračun je napravljen specijaliziranim programom PVsyst V7.1.4 prema dostupnim rezultatima mjerenja ozračenja najbliže lokacije za koje postoje mjerenja.

R.b.	Opis	
1.	Lokacija	Čakovec
2.	Vrsta sustava	fiksna
3.	Snaga FN polja	285,78 kWp
4.	Snaga izmjenjivača	200 kW (ograničeno na 192 kW)
Rezultati simulacije		
5.	Izvor podataka	Meteonorm 7.3
6.	Specifična godišnja proizvodnja	919 kWh/kW <sub>p</sub>
7.	Ukupna bruto godišnja proizvodnja energije iz SE	265,878 MWh
8.	Godišnje bruto smanjenje emisija CO <sub>2</sub> iz SE	87,74 t

Tablica 5.8. Osnovni parametri Sunčane elektrane PANA WINDOWS

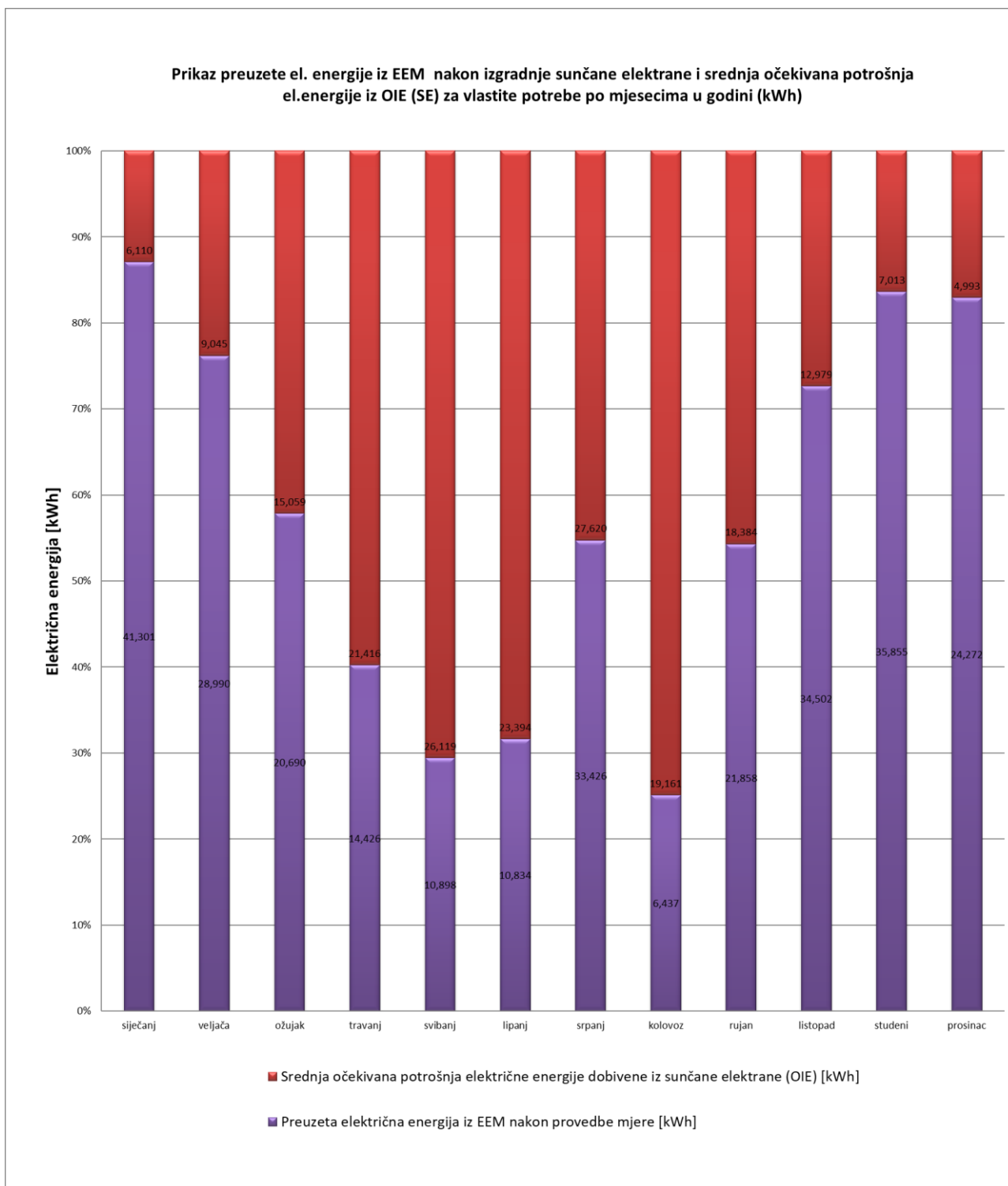
U tablici 5.9. prikazani su podaci o predviđenoj količini isporučene električne energije iz EEM (temeljeni na stvarnoj potrošnji u razdoblju 12 mjeseci tijekom 2019. umanjene za uštede dobivene zamjenom rasvjete), srednja očekivana proizvodnja električne energije iz OIE (obnovljivi izvori energije) po mjesecima u godini, količini isporučene električne energije iz EEM na lokaciji korisnika nakon izgradnje OIE, srednja očekivana potrošnja električne energije iz OIE za vlastite potrebe i srednja očekivana prodaja viška električne energije iz OIE koja nije potrošena za vlastite potrebe.

Mjesec	Predviđena količina isporučene el. energije iz EEM u razdoblju od 12 mjeseci [kWh]	Srednja očekivana proizvodnja električne energije iz OIE [kWh]	Količina isporučene el. energije iz EEM u razdoblju od 12 mjeseci nakon izgradnje OIE [kWh]	Srednja očekivana potrošnja el. energije iz OIE za vlastite potrebe [kWh]	Srednja očekivana prodaja viška el. energije iz OIE koja nije potrošena za vlastite potrebe [kWh]
siječanj	47.411	7.513	41.301	6.110	1.403
veljača	38.035	11.585	28.990	9.045	2.540
ožujak	35.749	20.296	20.690	15.059	5.237
travanj	35.842	28.532	14.426	21.416	7.116
svibanj	37.017	37.097	10.898	26.119	10.978
lipanj	34.228	35.604	10.834	23.394	12.210
srpanj	61.046	38.275	33.426	27.620	10.655
kolovoz	25.598	33.119	6.437	19.161	13.958
rujan	40.242	23.669	21.858	18.384	5.285
listopad	47.481	16.101	34.502	12.979	3.122
studeni	42.868	8.228	35.855	7.013	1.215
prosina	29.265	5.859	24.272	4.993	866
<b>UKUPNO</b>	<b>474.782</b>	<b>265.878</b>	<b>283.489</b>	<b>191.293</b>	<b>74.585</b>

Tablica 5.9. Srednja očekivana proizvodnja električne energije po mjesecima u godini Sunčane elektrane PANA WINDOWS i ostvareno smanjenje isporučene energije izraženo u kWh

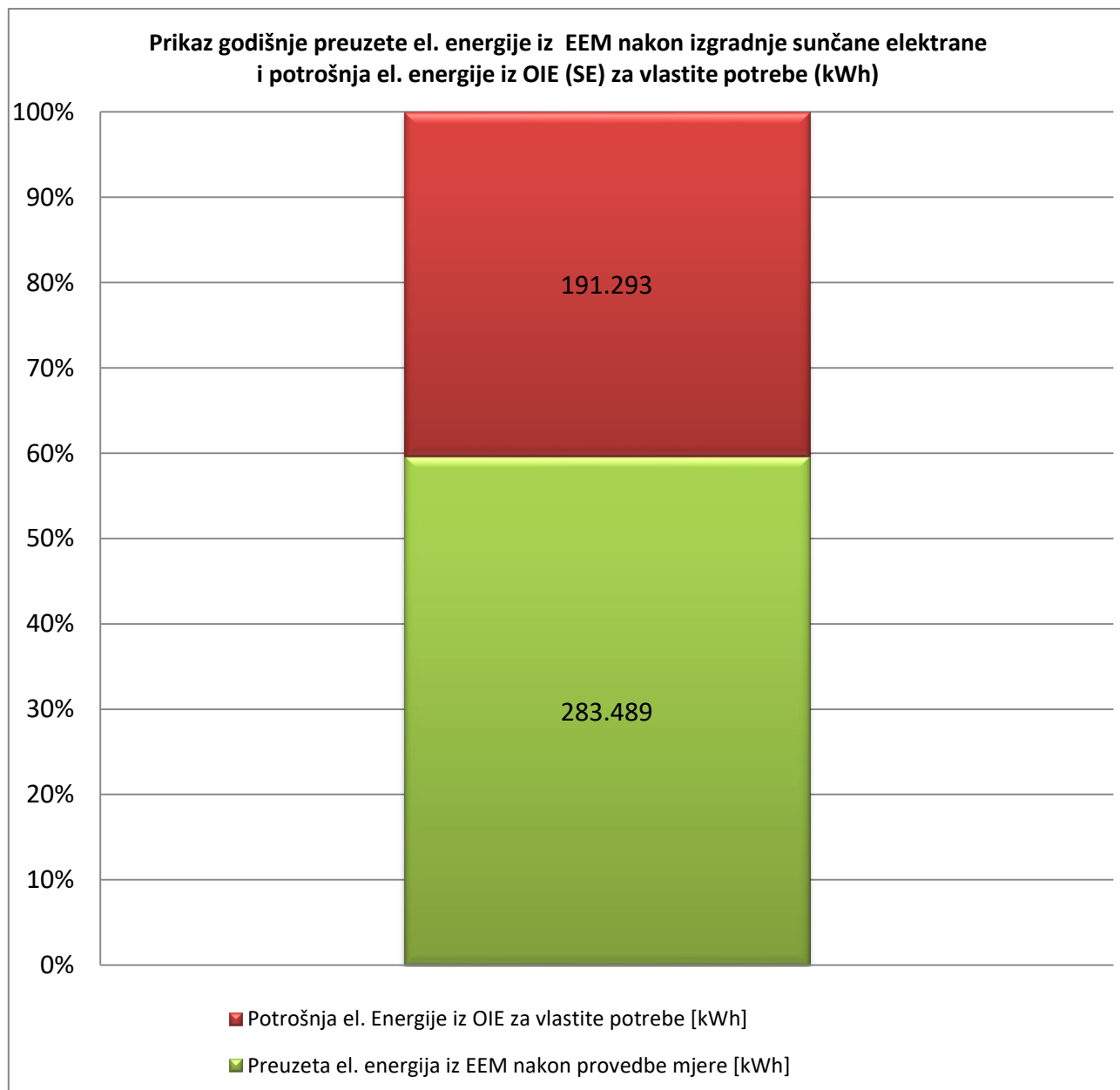


U grafikonu 5.1. prikazana je preuzeta električna energija iz EEM na lokaciji nakon provedbe mjere i srednja očekivana potrošnja električne energije dobivene iz sunčane elektrane (OIE) po mjesecima u godini.



Grafikon 5.1. Očekivana potrošnja električne energije dobivene iz SE i EEM

U grafikonu 5.2. prikazana je godišnja preuzeta električna energija iz EEM na lokaciji nakon provedbe mjere i srednja očekivana potrošnja električne energije dobivene iz sunčane elektrane (OIE).



Grafikon 5.2. Predviđena potrošnja električne energije iz SE i EEM

Nakon izgradnje sunčane elektrane i puštanja u paralelni rad sa EEM na godišnjoj razini ostvareno je smanjenje (zbog rada sunčane elektrane, OIE) u preuzetoj električnoj energiji iz EEM u iznosu od **191.293 kWh**, odnosno ostvareno je smanjenje u preuzetoj električnoj energiji iz EEM u iznosu **40,29 %**.

**Udio energije iz OIE u konačnoj isporučenoj energiji je 40,29%.**



### 5.5.3 Smanjenje emisije CO<sub>2</sub>

Sunčana elektrana PANA WINDOWS nazivne snage 192 kW ima očekivanu godišnju proizvodnju od 265.878 kWh ekološki čiste električne energije od čega će se 191.293 kWh iskoristiti za vlastitu potrošnju te će se time tijekom jedne godine u okoliš ispustiti oko 63,13 tona manje CO<sub>2</sub> u odnosu na električnu energiju isporučenu iz elektroenergetske mreže.

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	191.293 kWh
2.	Faktor emisije CO <sub>2</sub> za električnu energiju	0,33 kgCO <sub>2</sub> /kWh
3.	Godišnje smanjenje emisije CO <sub>2</sub> [= 1. * 2./ 1.000]	63,13 t

Tablica 5.10. Izračun uštede CO<sub>2</sub>

### 5.5.4 Procjena troškova investicije

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	191.293 kWh
2.	Ukupni troškovi izgradnje sunčane elektrane (bez PDV-a)	1.347.761,14 kn
3.	Omjer smanjenja isporučene električne energije i troškova izgradnje SE [=1./2.]	0,1419 kWh/kn

Tablica 5.11. Procjena investicije i omjer ostvarene godišnje uštede ukupno isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova projekta (kWh/kn)

### 5.5.5 Procjena ostvarenih ušteda u odnosu na izlaznu jedinicu sustava

R.b.	Opis	
1.	Godišnje smanjenje isporučene energije	191.293 kWh
2.	Količina proizvedenih jedinica proizvoda	15.518 kom
3.	Omjer isporučene energije prije provedbe mjera iz OIE u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda	30,5956 kWh/ kom
4.	Omjer isporučene energije nakon provedbe mjera iz OIE u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda	18,2684 kWh/ kom
5.	Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjera iz OIE	1,6748

Tablica 5.12. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava

## 5.6 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Oprema predviđena za ugradnju u projektiranu sunčanu elektranu je vrhunske kvalitete i tehnologije te zbog toga zahtjeva minimalno održavanje. Održavanje treba izvoditi prema uputama i preporukama proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu. Proizvođač opreme u svojim uputama propisuje periodičnost i opseg pregleda, servisiranja, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Osnovne radnje održavanja su:

- vizualni pregled fotonaponskih modula
- čišćenje filtera na ventilatoru izmjenjivača
- pritezanje spojeva
- pregled i obnavljanje znakova
- pregled ispravnosti odvodnika prenapona i automatskih prekidača


Pregled rokova redovitih pregleda i ispitivanja električne instalacije:

1. Redoviti pregled kompletne instalacije sunčane elektrane	svake godine
2. Redovito ispitivanje kompletne instalacije sunčane elektrane	svakih 4 godine

Pregled i ispitivanje mora izvoditi stručna osoba ovlaštena za ispitivanje elektroinstalacija. O svakom pregledu te o ispitivanju električne instalacije potrebno je sastaviti zapisnik. Dokumentaciju o pregledima električnih instalacija, te ugradnji dijelova električne instalacije kao i drugu dokumentaciju o održavanju električne instalacije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Vijek trajanja je 30 godina uz redovite preglede, ispitivanja i zamjenu oštećenih dijelova instalacije. Održavanje treba povjeriti pravnoj osobi ovlaštenoj za održavanje elektroenergetskih objekata.

Projektant:

  
Dubravko Maček, dipl.ing.el.



**6. POKAZATELJ REZULTATA UŠTEDA**

POKAZATELJ	JEDINICA MJERE	ISKAZ KOLIČINA
<b>MJERA 2. – REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI UNUTARNJE RASVJETE (EnU-R)</b>		
1. Snaga postojeće rasvjete	kW	32,0970
2. Snaga projektirane rasvjete	kW	6,8620
3. Smanjenje snage rasvjete	kW	25,2350
4. Godišnji broj sata rada rasvjete	h	2.080
5. Isporučena električna energija za rasvjetu prije provedbe mjera iz EnU-R	kWh	72.862
6. Isporučena električna energija za rasvjetu nakon provedbe mjera iz EnU-R	kWh	16.755
7. Isporučene količine CO <sub>2</sub> prije provedbe mjera iz EnU-R	t	24,04
8. Isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz EnU-R	t	5,53
9. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz EnU-R – apsolutno	kWh	56.107
10. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz EnU-R – relativno	%	77,00%
11. Smanjenje isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz EnU-R	t	18,52
12. Iznos investicije u EnU-R	kn	384.647,00
13. Omjer ostvarene godišnje uštede isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova zamjene rasvjete	kWh/kn	0,1459
14. Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda prije provedbe mjere EnU-R	kWh/ kom	4,6953
15. Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda nakon provedbe mjere EnU-R	kWh/ kom	1,0797
16. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjere EnU-R	-	4,3487
<b>MJERA 3. – OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (EnU-VR)</b>		
1. Snaga postojeće rasvjete	kW	4,8000
2. Snaga projektirane rasvjete	kW	0,9450
3. Smanjenje snage rasvjete	kW	3,8550
4. Godišnji broj sata rada rasvjete	h	4.100
5. Isporučena električna energija za rasvjetu prije provedbe mjera iz EnU-VR	kWh	19.680
6. Isporučena električna energija za rasvjetu nakon provedbe mjera iz EnU-VR	kWh	3.875
7. Isporučene količine CO <sub>2</sub> prije provedbe mjera iz EnU-VR	t	6,49
8. Isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz EnU-VR	t	1,28
9. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz EnU-VR – apsolutno	kWh	15.805
10. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz EnU-VR – relativno	%	80,31%
11. Smanjenje isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz EnU-VR	t	5,22
12. Iznos investicije u EnU-VR	kn	33.600,00
13. Omjer ostvarene godišnje uštede isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova zamjene rasvjete	kWh/kn	0,4704

14. Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda prije provedbe mjere EnU-VR	kWh/ kom	1,2682
15. Omjer isporučene električne energije u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda nakon provedbe mjere EnU-VR	kWh/ kom	0,2497
16. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici proizvoda prije i poslije provedbe mjere EnU-VR	-	5,0789
<b>MJERA 4. POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)</b>		
0. Isporučena električna energija prije provedbe mjera iz OIE	kWh	474.782
1. Snaga projektirane sunčane elektrane	kW	192
2. Ukupna očekivana godišnja proizvedena električna energija iz OIE	kWh	265.878
3. Isporučena električna energija iz OIE nakon provedbe mjera iz OIE	kWh	191.293
4. Isporučena električna energija nakon provedbe mjera iz OIE	kWh	283.489
5. Isporučena energija nakon provedbe mjera iz OIE	kWh	283.489
6. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz OIE - apsolutno	kWh	191.293
7. Smanjenje isporučene električne energije nakon provedbe mjera iz OIE – relativno	%	40,29%
8. Smanjenje isporučene energije nakon provedbe mjera iz OIE – relativno	%	40,29%
9. Udio električne energije iz OIE u bruto konačnoj potrošnji električne energije – apsolutni	kWh	191.293
10. Udio energije iz OIE u bruto konačnoj potrošnji energije – relativni	%	40,29%
11. Isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz OIE	t	93,55
12. Smanjenje isporučene količine CO <sub>2</sub> nakon provedbe mjera iz OIE	t	63,13
13. Iznos investicije u OIE	Kn	1.347.761,14
14. Omjer ostvarene godišnje uštede isporučene energije i ukupne vrijednosti prihvatljivih troškova provedbe mjere OIE	kWh/kn	0,1419
15. Omjer isporučene energije prije provedbe mjera iz OIE u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda	kWh/ kom	30,5956
16. Omjer isporučene energije nakon provedbe mjera iz OIE u odnosu na proizvedenu jedincu proizvoda	kWh/ kom	18,2684
17. Omjer isporučene energije po izlaznoj jedinici sustava prije i poslije provedbe mjera iz OIE	-	1,6748

Tablica 6.1. Prikaz ušteda i pokazatelja

# TROŠKOVNIK

INVESTITOR	PANA Windows d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS
LOKACIJA	Zagrebačka 42, 40000 Čakovec, k.č. 2701/3, k.o. Čakovec
VRSTA PROJEKTA	Glavni-elektrotehnički
PROJEKTANT	Dubravko Maček, dipl.ing.el.
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:	TENDER 20/2020
BROJ TEH. DNEVNIKA	44/2020
DATUM	12.2020.
DIREKTOR	Goran Oreški, mag.ing.el.

**TROŠKOVNIK OPREME I RADOVA**

	MJ	KOLIČINA	JED. CIJENA	UKUPNA CIJENA
--	----	----------	-------------	---------------

## A2 POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)

<b>1</b>	<b>GRAĐEVINSKI MATERIJAL I OPREMA</b>				
1.1	Aluminijski nosač za montažu na trapeznl lim (l = 77 cm) Vijak za pritezanje aluminijskog nosača.	kom	1.948	27,72	53.998,56
1.2	Specijalni samourezujući vijak s finim navojem, s bimetalnom glavom	kom	11.688	2,09	24.427,92
1.3	Izolacijska traka EPDM, rola 10m	kom	24,00	220,00	5.280,00
1.4	Predmontirani element za prihvat FN modula (srednji)	kom	1.516	9,90	15.008,40
1.5	Predmontirani element za prihvat FN modula (krajnji)	kom	432	9,90	4.276,80
	<b>UKUPNO:</b>				<b>102.991,68 kn</b>
<b>2</b>	<b>GRAĐEVINSKI RADOVI</b>				
2.1	Dopremanje i montaža podkonstrukcije iz točke 1	komplet	1	34.640,00	34.640,00
2.2	Dopremanje i montaža fotonaponskih modula na konstrukciju	komplet	1	43.300,00	43.300,00
2.3	Izrada prodora za kabelsku trasu -izrada prodora kroz krovšte (2 kom) -sanacija prodora	komplet	1	4.764,00	4.764,00
2.4	Rezanje asfalta debljine do 10 cm	m	73	24,00	1.752,00
2.5	Otkop asfalta širine 50 cm i odvoz na deponij Iskop i zatrpavanje kabelskih rovova u zemlji dubine 80 cm, širine 50 cm	m <sup>3</sup>	3,65	360,00	1.314,00
2.6	-iskop kabelskog rova -zasipavanje kabala pijeskom -zatrpavanje kabelskog rova	m	73	138,00	10.074,00
2.7	Priprema podloge i ponovno asfaltiranje na kabelskoj trasi	m <sup>2</sup>	36,50	252,00	9.198,00
2.8	Dopremanje i montaža okomitih fiksnih zidnih ljestvi s leđobranom (6 m)	komplet	1,00	24.948,00	24.948,00
	<b>UKUPNO:</b>				<b>129.990,00 kn</b>



**3 ELEKTRIČNA OPREMA**

	Fotonaponski modul, monokristalinični, min. snage 330 Wp, min. efikasnost FN modula 19,6%, sa spojnom kutijom i pripadajućim izvodima i priključcima	kom	866	738,53	639.566,98
3.2	DC instalacijski kabel za fotonaponske sustave PV1-F, presjek 6 mm <sup>2</sup>	m	4.000	5,10	20.400,00
3.3	Konektor za spajanje PV1-F kabela	kom	110	11,52	1.267,20
3.4	Fotonaponski izmjenjivač Karakteristike: -max. DC snaga 75 kW STC -max. AC snaga 50 kW -nominalna AC snaga min.: 50 kW -prenaponska zaštita min. klase II -maksimalna učinkovitost min. 98,1 % -euro učinkovitost min. 97,8% -zaštita min. IP 65 -broj MPPT min./broj DC ulaza min.: 6/12 -sučelja za komunikaciju-Ethernet, WLAN	kom	4	32.440,08	129.760,32
3.5	AC odvodnici prenapona za izmjenjivač, tip I/II	kom	4	345,28	1.381,12
3.6	DC odvodnici prenapona za izmjenjivač tip I/II	kom	4	756,35	3.025,40
3.7	Kabel FG16OR16 5x35 mm <sup>2</sup> , za spajanje izmjenjivača I1-I4 na GRSE	m	66	175,46	11.580,36
3.8	Kabel FG16OR16 1x240 mm <sup>2</sup> , za spajanje +GRSE na +GRO	m	24	219,20	5.260,80
3.9	Kabel NAYY 1x240 mm <sup>2</sup> , za spajanje +GRO na +SPMO	m	800	24,20	19.360,00
3.10	Mrežni kabel S/FTP Cat 6	m	100	5,52	552,00
3.11	Razvodni ormar elektrane +GRSE NŽ ŠxVxD 2000x1200x400 IP54 ožičen i opremljen s: -Odvodnici prenapona 3P+N, tip II, 20kA (1 kom) -Osigurač 63A s patronama 50A (1 kom) -glavni prekidač elektrane 400A, tropolni, s elektroničkom zaštitnom jedinicom i prigradenim naponskim okidačem -tipkalo gljiva s 1 NO (1 kom) -četveropolnim zaštitnim uređajem diferencijalne struje RCD 80/0,3/4p, tip A (4 kom) -tropolni automatski prekidač 80 A - B kar. (4 kom) -dvopolnim zaštitnim uređajem diferencijalne struje RCD 25/0,03/2p tip AC (1 kom) -jednopolni automatski prekidač C16/1 10kA - C karakteristika (2 kom) -jednopolni automatski prekidač C10/1 10kA - C karakteristika (1 kom) - naponsko-frekventni relej s pod/nadnaponskom i pod/nadfrekvencijskom zaštitom -šuko utičnica na šinu (2 kom) -rasvjetno tijelo (1 kom) -sabitnice i priključne stezaljke za dovodne i odvodne kabele -ispitan	kom	1	36.068,32	36.068,32
3.12	Rekonstrukcija razvodnog ormara +GRO koja je neophodna zbog priključenja elektrane, te ugradnja opreme za prihvata kabela s +GRSE-a i ugradnja uređaja za mjerenje električne energije kompatibilni s uređajem za komunikaciju s izmjenjivačima	komplet	1	56.263,70	56.263,70
3.13	Komplet opreme za komunikaciju (kompatibilan s izmjenjivačima) i akviziciju podataka preko interneta te napajanje komunikacijskog uređaja	kom	1	4.890,33	4.890,33
3.14	Opreme za uzemljenje i izjednačavanje potencijala -AH1 žica Al legura 8 mm za povezivanje metalne podkonstrukcije modula na odvođe sustava za zaštitu od udara munje, sa spojnicama i nosačima žice	komplet	1	1.440,00	1.440,00
3.15	Bakreno uže 50 za povezivanje PE sabirnice između razvodnih ormara elektrane +GRSE i +GRO	m	5	47,44	237,20

	Dobava i postava opreme sustava zaštite od udara munje: -štapne hvataljke izrađene od Al legure visine 0,5 m sa kompletom za pričvršćavanje (14 kom) -štapne hvataljke izrađene od Al legure visine 1 m sa kompletom za pričvršćavanje (2 kom) -štapne hvataljke izrađene od Al legure visine 1,5 m sa kompletom za pričvršćavanje (9 kom) -štapne hvataljke izrađene od Al legure visine 2 m sa kompletom za pričvršćavanje (5 kom) -AH1 žica Al legura 8 mm za povezivanje na uzemljivač objekta, sa spojnicama i nosačima žice				
3.16		komplet	1	25.892,64	25.892,64
3.17	Sitni materijal, vijci, kabliske stopice, konektori	komplet	1	1.000,00	1.000,00
UKUPNO:				957.946,37 kn	
4	ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI				
4.1	Izrada kablskog spoja istosmjerne struje između fotonaponskih modula	komplet	1	10.392,00	10.392,00
4.2	Dobava i postava vruće cinčanog kablskog kanala visine 35 mm i širine 50 mm, mrežasti kablški kanal za kablšku trasu po krovu objekta	m	45	97,85	4.403,25
4.3	Dobava i postava vruće cinčanog kablskog kanala visine 35 mm i širine 100 mm, mrežasti kablški kanal za kablšku trasu po krovu objekta	m	40	106,37	4.254,80
4.4	Dobava i postava vruće cinčanog kablskog kanala visine 35 mm i širine 200 mm, mrežasti kablški kanal za kablšku trasu po krovu objekta	m	50	117,36	5.868,00
4.5	Dobava i postava vruće cinčanog kablskog kanala s poklopcem širine 300 mm	m	26	264,60	6.879,60
4.6	Dobava i postava UV zaštitne cijevi promjera 41/50 mm	m	6	30,00	180,00
4.7	Dobava i postava UV zaštitne cijevi promjera 24,3/32 mm	m	80	27,60	2.208,00
4.8	Dobava i postava UV zaštitne cijevi promjera 18,3/25 mm	m	60	24,00	1.440,00
4.9	Dobava i postava plastične kanalice za mrežni kabel, 15x15 mm	m	40	16,80	672,00
4.10	Izrada kablskog spoja istosmjerne struje između fotonaponskih modula i izmjenjivača	komplet	1	10.000,00	10.000,00
4.11	Dopremanje i montaža izmjenjivača	kom	4	360,00	1.440,00
4.12	Postava kabela FG16OR16 5x35 mm² za kablški spoj izmjenjične struje između izmjenjivača I1-I4 i razvodnog ormara elektrane +GRSE	m	66	18,00	1.188,00
4.13	Postava kabela FG16OR16 1x240 mm² za kablški spoj izmjenjične struje između razvodnog ormara +GRSE i +GRO -sitni spojni materijal kao što su kleme, tuljci, stopice, uvodnice i dr.	komplet	1	1.200,00	1.200,00
4.14	Postava kabela NAYY 1x240 mm² i izrada kablskog spoja izmjenjične struje između razvodnog ormara +GRO i +SPMO -sitni spojni materijal kao što su kleme, tuljci, stopice, uvodnice i dr.	komplet	1	43.800,00	43.800,00
4.15	Dopremanje i montaža opreme za uzemljenje i izjednačavanje potencijala (stavka 3.14 ovog troškovnika)	komplet	1	1.500,00	1.500,00
4.16	Dopremanje i montaža sustava zaštite od udara munje -montaža komponenti sustava zaštite od munje (stavka 3.16 ovog troškovnika)	komplet	1	13.507,44	13.507,44
4.17	Dobava i montaža nosive konstrukcije nosača izmjenjivača na krov	kom	4	1.500,00	6.000,00
4.18	Dopremanje i montaža razvodnog ormara +GRSE	kom	1	600,00	600,00
4.19	Konfiguracija izmjenjivača	kom	4	360,00	1.440,00
4.20	Konfiguracija uređaja za komunikaciju i akviziciju podataka preko interneta i mjerenje električne energije	kom	1	360,00	360,00

4.21	Ispitivanje električnih instalacija sunčane elektrane, u skladu s tehničkim propisima	kom	1	4.000,00	4.000,00
Izrada dokumentacije za provedbu pokusnog rada elektrane					
- plan i program ispitivanja u pokusnom radu					
4.22	- puštanje u pogon	kom	1	35.500,00	35.500,00
- mjerenje kvalitete električne energije u pokusnom radu, prema normi EN 50160, izrada izvještaja					
- izvješće o provedenom pokusnom radu postrojenja					
<b>UKUPNO:</b>					<b>156.833,09 kn</b>
<b>POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)</b>					
1	GRAĐEVINSKI MATERIJAL I OPREMA				102.991,68 kn
2	GRAĐEVINSKI RADOVI				129.990,00 kn
3	ELEKTRIČNA OPREMA				957.946,37 kn
4	ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI				156.833,09 kn
<b>UKUPNO POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)</b>					<b>1.347.761,14 kn</b>

## A3 REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI RASVJETE (Unutarnja rasvjeta)

<b>5</b>	<b>DEMONTAŽA POSTOJEĆE UNUTARNJE RASVJETE</b>				
5.1	Pažljiva demontaža postojeće rasvjete u svim zonama	kom	266	150,00	39.900,00
5.2	Odvoz i zbrinjavanje stare rasvjete	komplet	1	9.310,00	9.310,00
5.3	Najam i korištenje hidraulične električne teleskopske platforme za rad na visini do 10m .	kom	2	13.000,00	26.000,00
5.4	Dovoz i korištenje raznih aluminijskih skela i ljestvi za rad na visini do 4 m	komplet	1	2.700,00	2.700,00
<b>UKUPNO:</b>					<b>77.910,00 kn</b>
<b>6</b>	<b>DOBAVA UNUTARNJE LED RASVJETE</b>				
Dobava i ugradnja rasvjetnih armatura prema navedenim tehničkim specifikacijama. U cijenu uključiti spojni i ovjesno / montažni materijal:					
<b>S1-Ovjesna svjetiljka sa LED izvorima svjetlosti, širokosnopna distribucija svjetlosti. Kućište svjetiljke izrađeno od lijevanog aluminija, difuzor i leće od polikarbonata. Svjetiljka se isporučuje kompletno sa ovjesnim priborom, tvornički spojenim napojnim kabelom i konektorima za brzo električno povezivanje. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre:</b> Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60Hz Maksimalna nazivna snaga: 76 W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke: 10650 lm Minimalna učinkovitost: 140 lm/W Minimalni faktor snage: 0,95 Temperatura boje: 4000 K					
6.1	Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 4 Minimalni vijek trajanja pri L85: 50.000h pri 25°C Minimalni vijek trajanja pri L85: 50.000h pri 50°C Minimalna IP zaštita: IP65 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK08 Temperaturno područje rada: od -30°C do +50°C Kategorija održavanja: D Minimalne dimenzije svjetiljke: Ø300mm x 125mm Maksimalne dimenzije svjetiljke: Ø325mm x 150mm Maksimalna masa svjetiljke: 3,3 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	36	1.530,00	55.080,00
6.2	Komplet žica za ovjes od 2 m za svjetiljku S1 ili sisteme kanala. Za podešavanje visine bez alata putem mehanizma kvačila.	kom	36	75,00	2.700,00

<b>S2-Vodotijesna nadgradna svjetiljka s LED izvorima</b> svjetlosti. Kućište svjetiljke izrađeno polikarbonata obojanog u svijetlo sivu boju, difuzor polikarbonatni s refrakcijskim prizmama. Qick-fix kopče za montažu. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 33W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:4500 lm Minimalna učinkovitost:136,4 lm/W Minimalni faktor snage:0,96 Temperatura boje: 4000K					
6.3	Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80	kom	61	770,00	46.970,00
Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK08 Temperaturno područje rada: od -20°C do +45°C Kategorija održavanja:D Minimalne dimenzije svjetiljke: 1590 x 85 x 85 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:1610 x 98 x 95 mm Maksimalna masa svjetiljke: 2,1 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina					
<b>S3-Vodotijesna nadgradna svjetiljka s LED izvorima</b> svjetlosti, Kućište svjetiljke izrađeno polikarbonata obojanog u svijetlo sivu boju, difuzor polikarbonatni s refrakcijskim prizmama. Qick-fix kopče za montažu. + Pribor za ovesnu montažu Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 53W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:6500 lm Minimalna učinkovitost:122,6 lm/W Minimalni faktor snage:0,96 Temperatura boje: 4000K					
6.4	Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80	kom	10	825,00	8.250,00
Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK08 Temperaturno područje rada: od -20°C do +35°C Kategorija održavanja:D Minimalne dimenzije svjetiljke: 1590 x 85 x 85 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:1610 x 98 x 95 mm Maksimalna masa svjetiljke: 2,1 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina					

6.5	<b>S4-Vodotijesna nadgradna svjetiljka sa širokosnopnim LED</b> izvorima svjetlosti. Kućište svjetiljke izrađeno polikarbonata obojanog u svijetlo sivu boju, difuzor polikarbonatni s refrakcijskim prizmama. Qick-fix kopče za montažu. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 22W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:3000 lm Minimalna učinkovitost:136,4 lm/W Minimalni faktor snage:0,96 Temperatura boje: 4000K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK08 Temperaturno područje rada: od -20°C do +45°C Kategorija održavanja:D Minimalne dimenzije svjetiljke: 1090 x 85 x 85 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:1110 x 98 x 95 mm Maksimalna masa svjetiljke: 1,7 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina				
	kom	32	600,00	19.200,00	
	<hr/>				
	<b>S5-Vodotijesna nadgradna svjetiljka sa širokosnopnim LED</b> izvorima svjetlosti i senzorom prisutnosti. Otporna na prašinu i vlagu. Kućište svjetiljke izrađeno polikarbonata obojanog u svijetlo sivu boju, difuzor polikarbonatni s refrakcijskim prizmama. Qick-fix kopče za montažu. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 22W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:2850 lm Minimalna učinkovitost:129,5 lm/W Minimalni faktor snage:0,96 Temperatura boje: 4000K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK08 Temperaturno područje rada: od -20°C do +45°C Kategorija održavanja:D Minimalne dimenzije svjetiljke: 1090 x 85 x 85 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:1110 x 98 x 95 mm Maksimalna masa svjetiljke: 1,74 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina				
	kom	8	805,00	6.440,00	



6.7	<b>S6-Tanka, okrugla funkcionalna LED svjetiljka sa senzorom prisutnosti. Tijelo svjetiljke bijelo, od polikarbonata. Difuzor od opalnog polikarbonata. Pogodno za izravnu montažu na zid ili strop. Za kablove do 2,5mm<sup>2</sup> pogodno za prolazno ožičenje.</b> Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 12W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:1350 lm Minimalna učinkovitost:112,5 lm/W Minimalni faktor snage:0,91 Temperatura boje: 4000K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000 pri 35°C Minimalna IP zaštita:IP65 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK10 Temperaturno područje rada: od -15°C do +35°C Kategorija održavanja:D Minimalne dimenzije svjetiljke:Ø300mm x 50mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:Ø315mmx65mm Maksimalna masa svjetiljke:0,99 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	7	655,00	4.585,00
6.8	<b>S7-Ugradna downlight svjetiljka s LED izvorima svjetlosti . Kućište svjetiljke izrađeno od aluminija obojanog u bijelu boju, reflektor od satiniranog stakla. Montira se u strop debljine 1-40 mm.</b> Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60Hz Maksimalna nazivna snaga: 27 W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke: 3100 lm Minimalna učinkovitost: 114,8 lm/W Minimalni faktor snage: 0,95 Temperatura boje: 4000 K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 3 Minimalni vijek trajanja pri L80: 50.000h pri 25°C Minimalna IP zaštita: IP54/IP20 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK03 Kategorija održavanja: C Minimalne dimenzije svjetiljke: Ø210mm x 90mm Maksimalne dimenzije svjetiljke: Ø230mm x 98mm Maksimalna masa svjetiljke: 0,91 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	12	830,00	9.960,00
6.9	Bijeli prsten za naknadnu ugradnju za smanjenje promjera instalacije spušenog stropa s 300 mm na izrez 200 mm	kom	12	236,00	2.832,00

<b>P1-Nadgradna sigurnosna LED svjetiljka s minimalno 0,5 luxa, polikarbonatna leća, optimalna odvodnja temperature putem pasivnog hladnjaka. Svjetiljka za spajanje na lokalnu bateriju trajanja 3h. Kućište svjetiljke izrađeno od lijevanog aluminijskog obojanog u bijelu boju. Ožičenje bez halogena i bez silikona. Namijenjeno za prostorije visine 2,2 do 7 m. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre:</b> Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 5W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke: 150lm Minimalna učinkovitost: 30 lm/W					
6.10	Minimalni faktor snage:0,7 Temperatura boje: 4000K Minimalni vijek trajanja: 50.000h pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP65 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK04 Temperaturno područje rada: od +5°C do +30°C Minimalne dimenzije svjetiljke: 190x140x60 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:210x150x68 mm Maksimalna masa svjetiljke:0,99 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	50	1.740,00	87.000,00
<b>P2-Nadgradna sigurnosna LED svjetiljka s minimalno 1 lux, polikarbonatna leća, optimalna odvodnja temperature putem pasivnog hladnjaka. Za osvjjetljenje evakuacijskih puteva. Svjetiljka za spajanje na lokalnu bateriju trajanja 3h. Kućište svjetiljke izrađeno od lijevanog aluminijskog obojanog u bijelu boju. Ožičenje bez halogena i bez silikona. Namijenjeno za prostorije visine 2,2 do 7 m. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre:</b> Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga:5W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:150 lm Minimalna učinkovitost: 30 lm/W					
6.11	Minimalni faktor snage:0,7 Temperatura boje: 4000K Minimalni vijek trajanja: 50.000h pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP65 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK04 Temperaturno područje rada: od +5°C do +35°C Minimalne dimenzije svjetiljke: 190x140x60 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:210x150x68 mm Maksimalna masa svjetiljke:0,99 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	1	1.740,00	1.740,00

<b>P3-Kompaktna sigurnosna LED svjetiljka, trajni/pripravni spoj po izboru zahtjeva. Tijelo i pokrov od bijelog polikarbonata. Difuzor od čistog polikarbonata. Svjetiljka opremljena sa odgovarajućim pokazivačem smjera. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre:</b> Maksimalna nazivna snaga: 3,5W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke: 90 lm Minimalna učinkovitost: 25,7 lm/W Minimalni faktor snage: 0,7 Temperatura boje: 6500K					
6.12	Minimalni vijek trajanja: 50.000h pri 25°C Minimalna IP zaštita: IP65 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK03 Temperaturno područje rada: 0°C do +25°C Kategorija održavanja: E Minimalne dimenzije svjetiljke: 200 x 110 x 60 mm Maksimalne dimenzije svjetiljke: 220 x 120 x 80 Maksimalna masa svjetiljke: 0,5 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	44	560,00	24.640,00
<b>UKUPNO:</b>					<b>269.397,00 kn</b>

#### 7 OSTALI ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI UNUTARNJE RASVJETE

Dobava i postava instalacijskog materijala za povezivanje rasvjetnih tijela na postojeću instalaciju:					
7.1	-kabel PP-Y 3x1,5mm <sup>2</sup>	m	620	12,00	7.440,00
7.2	-kabel PP-Y 5x1,5mm <sup>2</sup>	m	420	15,00	6.300,00
7.3	-PNT cijev 20 mm sa nosačima	m	280	11,00	3.080,00
7.4	-pocinčani kanal PK 50mm	m	60	43,00	2.580,00
7.5	-zidni nosač kanala širine 50mm	m	60	27,00	1.620,00
7.6	-gumena zaštitna cijev SAPA 16-20mm	m	140	19,00	2.660,00
7.7	-OG razvodna kutija 80x80mm	kom	152	17,50	2.660,00
7.8	Ispitivanje izvedene instalacije i izdavanje potrebnih ispitnih protokola	komplet	1	4.300,00	4.300,00
7.9	Sitni spojni i montažni materijal (tipli , vijci, objumice i sl.)	komplet	1	6.700,00	6.700,00
<b>UKUPNO:</b>					<b>37.340,00 kn</b>

#### REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI RASVJETE (Unutarnja rasvjeta)

5	DEMONTAŽA POSTOJEĆE UNUTARNJE RASVJETE	77.910,00 kn
6	DOBAVA UNUTARNJE LED RASVJETE	269.397,00 kn
7	OSTALI ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI UNUTARNJE RASVJETE	37.340,00 kn
<b>REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI RASVJETE (Unutarnja rasvjeta)</b>		<b>384.647,00 kn</b>

## A4 OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJEG SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Vanjska rasvjeta)

<b>8</b>	<b>DEMONTAŽA POSTOJEĆE VANJSKE RASVJETE</b>				
8.1	Pažljiva demontaža postojeće rasvjete u svim zonama obuhvaćenim projektom energetske obnove, 12 komada svjetiljki . Spremanje rasvjete na palete i priprema za odvoz na zbrinjavanje.	kom	12	150,00	1.800,00
8.2	Odvoz i zbrinjavanje stare rasvjete	komplet	1	420,00	420,00
8.3	Najam i korištenje hidraulične električne teleskopske platforme za rad na visini do 10m .	kom	0,3	13.000,00	3.900,00
	<b>UKUPNO:</b>				<b>6.120,00 kn</b>
<b>9</b>	<b>DOBAVA VANJSKE LED RASVJETE</b>				
	Dobava i ugradnja rasvjetnih armatura prema navedenim tehničkim specifikacijama. U cijenu uključiti spojni i ovjesno / montažni materijal:				
	<b>S8</b> -Vanjska LED svjetiljka s asimetričnom optikom, Klasa zaštite I, Kućište od lijevanog aluminija obojano u svijetlo sivu boju. Unaprijed ožičena s 0,6 m kabela. Mogućnost različitih položaja ugradnje. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 45,5W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke:4450 lm Minimalna učinkovitost:97,8 lm/W Minimalni faktor snage:0,94				
9.1	Temperatura boje: 4000K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 7 Minimalni vijek trajanja pri L70: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK07 Minimalne dimenzije svjetiljke:175x230x40mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:189x242x56mm Maksimalna masa svjetiljke:1,7 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	3	1.275,00	3.825,00
	<b>S9</b> -Vanjska LED svjetiljka s asimetričnom optikom, Klasa zaštite I, Kućište od lijevanog aluminija obojano u svijetlo sivu boju,Unaprijed ožičena s 0,6 m kabela. Mogućnost različitih položaja ugradnje. Svjetiljka mora zadovoljiti sljedeće tehničke parametre: Napajanje: integrirano, 220-240V, 50/60 Hz Maksimalna nazivna snaga: 90,5W Minimalni svjetlosni tok svjetiljke: 8950 lm Minimalna učinkovitost:98,9 lm/W Minimalni faktor snage:0,94				
9.2	Temperatura boje: 4000K Minimalni indeks uzvrata boje (CRI): 80 Min. kromatska tolerancija (inicijalni MacAdam): 7 Minimalni vijek trajanja pri L70: 50.000 pri 25°C Minimalna IP zaštita:IP66 Minimalna mehanička (IK) zaštita: IK07 Minimalne dimenzije svjetiljke:360x230x40mm Maksimalne dimenzije svjetiljke:370x242x56mm Maksimalna masa svjetiljke: 3 kg Jamstvo u trajanju od minimalno: 5 godina	kom	9	2.185,00	19.665,00
	<b>UKUPNO:</b>				<b>23.490,00 kn</b>

**10 OSTALI ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI VANJSKE RASVJETE**

Dobava i postava instalacijskog materijala za povezivanje rasvjetnih tijela na postojeću instalaciju:					
10.1	-kabel PP-Y 3x1,5mm <sup>2</sup>	m	80	12,00	960,00
10.2	-PNT cijev 20 mm sa nosačima	m	30	11,00	330,00
10.3	-gumena zaštitna cijev SAPA 16-20mm	m	40	19,00	760,00
10.4	-OG razvodna kutija 80x80mm	kom	8	17,50	140,00
10.5	Ispitivanje izvedene instalacije i izdavanje potrebnih ispitnih protokola	komplet	1	1.000,00	1.000,00
10.6	Sitni spojni i montažni materijal (tipli , vijci, objemice i sl.)	komplet	1	800,00	800,00
<b>UKUPNO:</b>					<b>3.990,00 kn</b>

**OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Vanjska rasvjeta)**

8	DEMONTAŽA POSTOJEĆE VANJSKE RASVJETE	6.120,00 kn			
9	DOBAVA VANJSKE LED RASVJETE	23.490,00 kn			
10	OSTALI ELEKTROINSTALACIJSKI RADOVI VANJSKE RASVJETE	3.990,00 kn			
<b>OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Vanjska rasvjeta)</b>					<b>33.600,00 kn</b>

11	<b>TROŠKOVI STRUČNOG NADZORA U FAZI IZVOĐENJA RADOVA</b>				
11.1	Provođenje stručnog nadzora elektroinstalacijskih radova od strane ovlaštenog inženjera elektrotehnike	komplet	1	15.000,00	15.000,00
<b>UKUPNO:</b>					<b>15.000,00 kn</b>

## REKAPITULACIJA

A2	POSTAVLJANJE NOVIH SUSTAVA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ ENERGIJE SUNCA (Izgradnja integrirane sunčane elektrane)	1.347.761,14 kn
A3	REVITALIZACIJA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA – UČINKOVITI SUSTAVI RASVJETE (Unutarnja rasvjeta)	384.647,00 kn
A4	OBNOVA TEHNIČKIH SUSTAVA ZGRADE – UGRADNJA UČINKOVITIJE SUSTAVA VANJSKE RASVJETE (Vanjska rasvjeta)	33.600,00 kn
<b>TROŠKOVI STRUČNOG NADZORA U FAZI IZVOĐENJA RADOVA</b>		<b>15.000,00 kn</b>

<b>UKUPNO:</b>	<b>1.781.008,14 kn</b>
<b>PDV 25%:</b>	<b>445.252,04 kn</b>
<b>SVEUKUPNO:</b>	<b>2.226.260,18 kn</b>

Projektant:

Dubravko Maček, dipl.ing



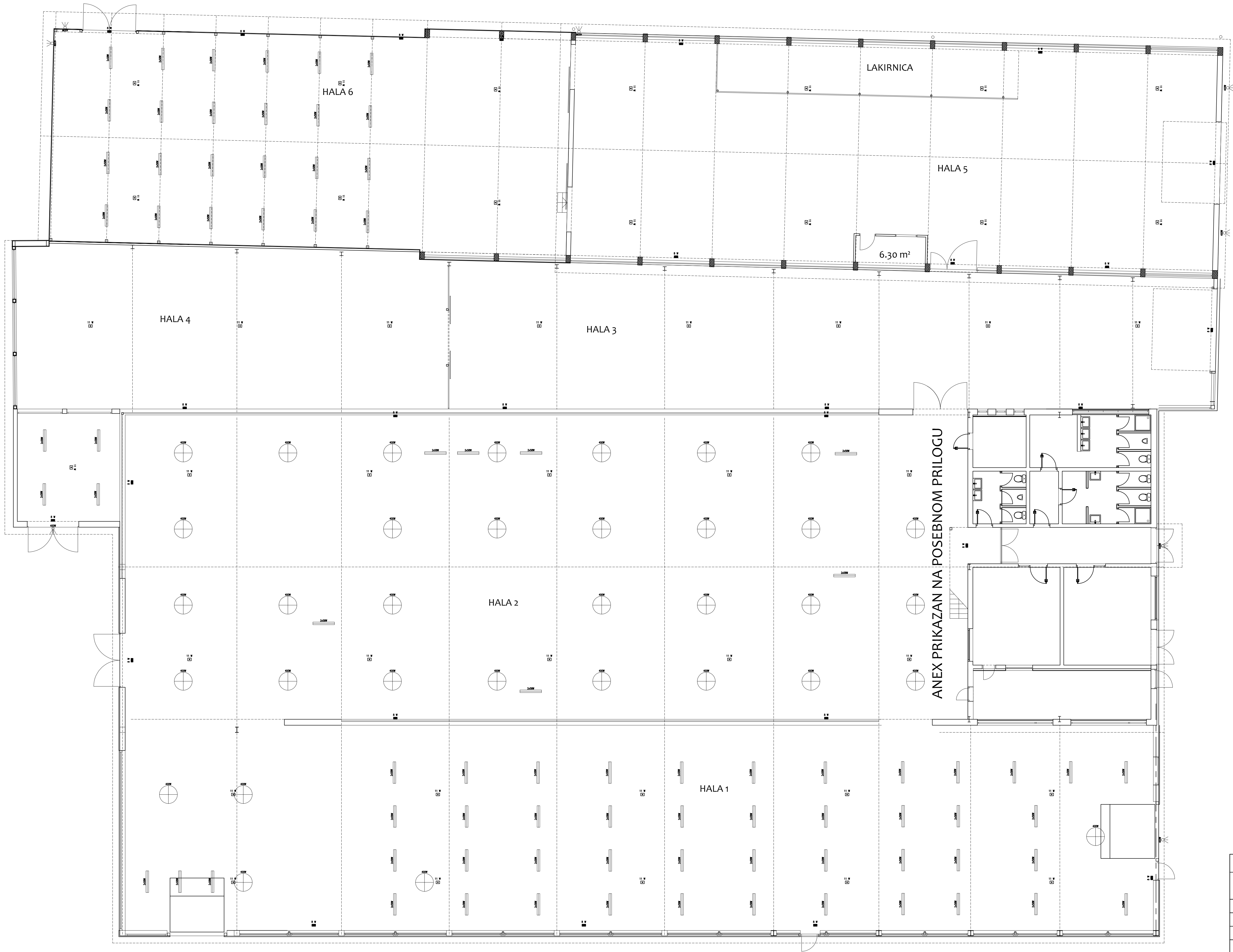
## GRAFIČKI DIO

### Izmjena rasvjete:

- Tlocrt proizvodnog pogona - postojeća rasvjeta	list br.	IR.01	1 : 100
- Tlocrt kotlovnice i skladišta - postojeća rasvjeta	list br.	IR.02	1 : 100
- Tlocrt garderobe i skladišta - postojeća rasvjeta	list br.	IR.03	1 : 100
- Tlocrt ureda, prvi kat - postojeća rasvjeta	list br.	IR.04	1 : 100
- Tlocrt proizvodnog pogona - nova rasvjeta	list br.	IR.05	1 : 100
- Tlocrt kotlovnice i skladišta - nova rasvjeta	list br.	IR.06	1 : 100
- Tlocrt garderobe i skladišta - nova rasvjeta	list br.	IR.07	1 : 100
- Tlocrt ureda, prvi kat - nova rasvjeta	list br.	IR.08	1 : 100

### Sunčana elektrana:

- Situacija	list br.	SE.01	1 : 2000
- Jednopolna shema sunčane elektrane	list br.	SE.02	
- Tropolna shema razdjelnika +GRSE	list br.	SE.03	
- Dispozicija FN modula i izmjenjivača	list br.	SE.04	1: 100
- Zaštita od udara munje - pozicije hvataljki	list br.	SE.05	1 : 100



ANEX PRIKAZAN NA POSEBNOM PRILOGU



stup 8m, cca.35m udaljen od objekta  
2kom reflektori 400W  
jedan usmjeren prema objektu, drugi na kontra stranu

stup 8m, cca.35m udaljen od objekta  
2kom reflektori 400W  
jedan usmjeren prema objektu, drugi na kontra stranu

LEGENDA		snaga (W)	broj
	glavna svjetlija, oblik zvona	400 W	34
	F2, FLUO	2x58 W	81
	panik rasvjeta	11 W	43
	panik rasvjeta	8 W	27
	R - fasadni reflektor	400 W	12

VRSTA PROJEKTA

INVESTITOR

GRADJEVINA

SADRŽAJ

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.

GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI

PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec

PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS

Tloort proizvodnog pogona - postojeća rasvjeta

DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.  
OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

Solektra projekt

članak 34. pr. prodavatelja električne energije  
iz obnovljivih izvora energije  
Trg Eugena Kvaternika 8, 40000 Čakovec  
tel: 043213 748  
info@solektra.hr  
www.solektra.hr

TEH. DN.

44/2020

prosinac 2020.

Z.O.P.

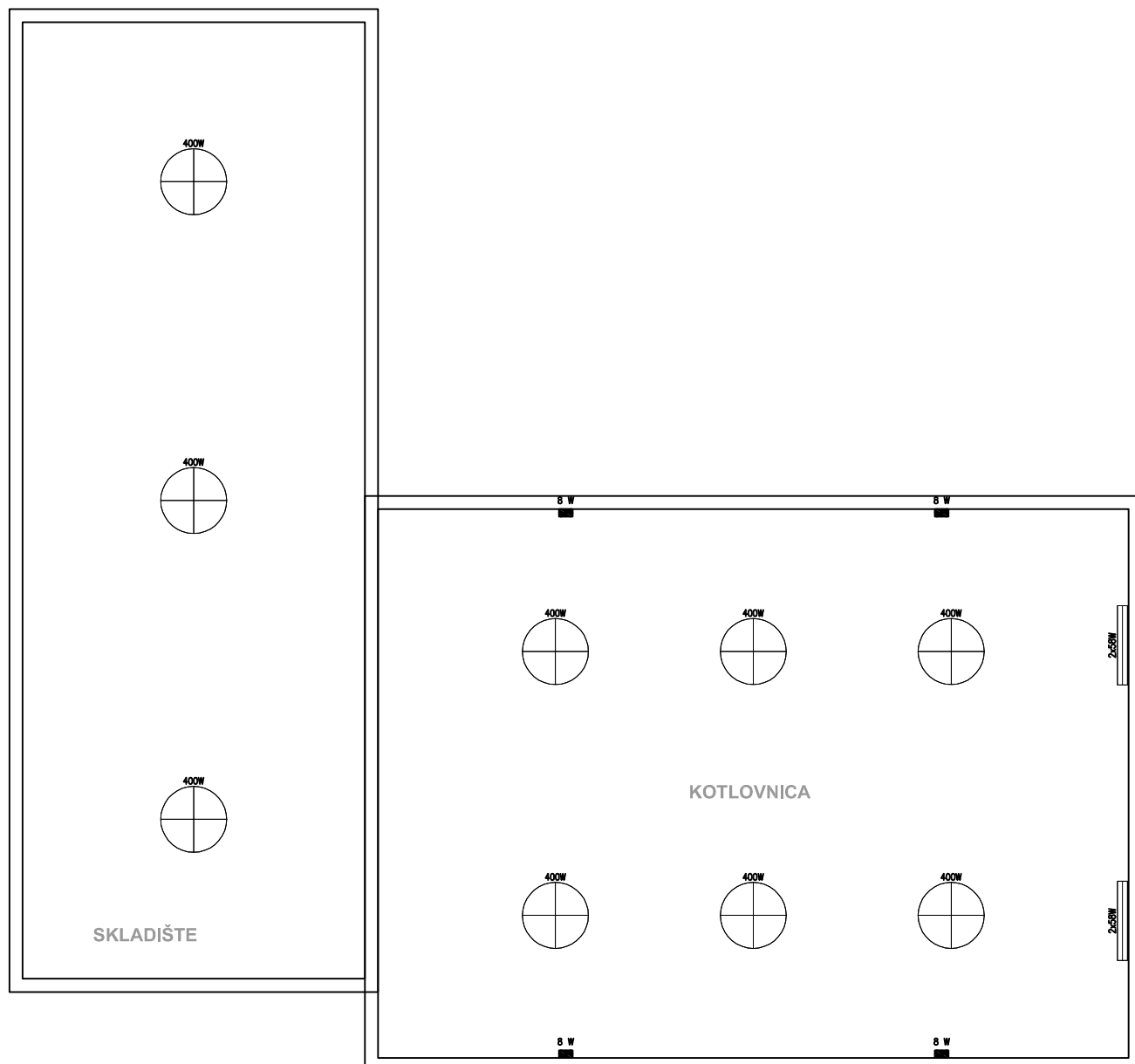
TENDER

20/2020



MJERILO

M 1:100

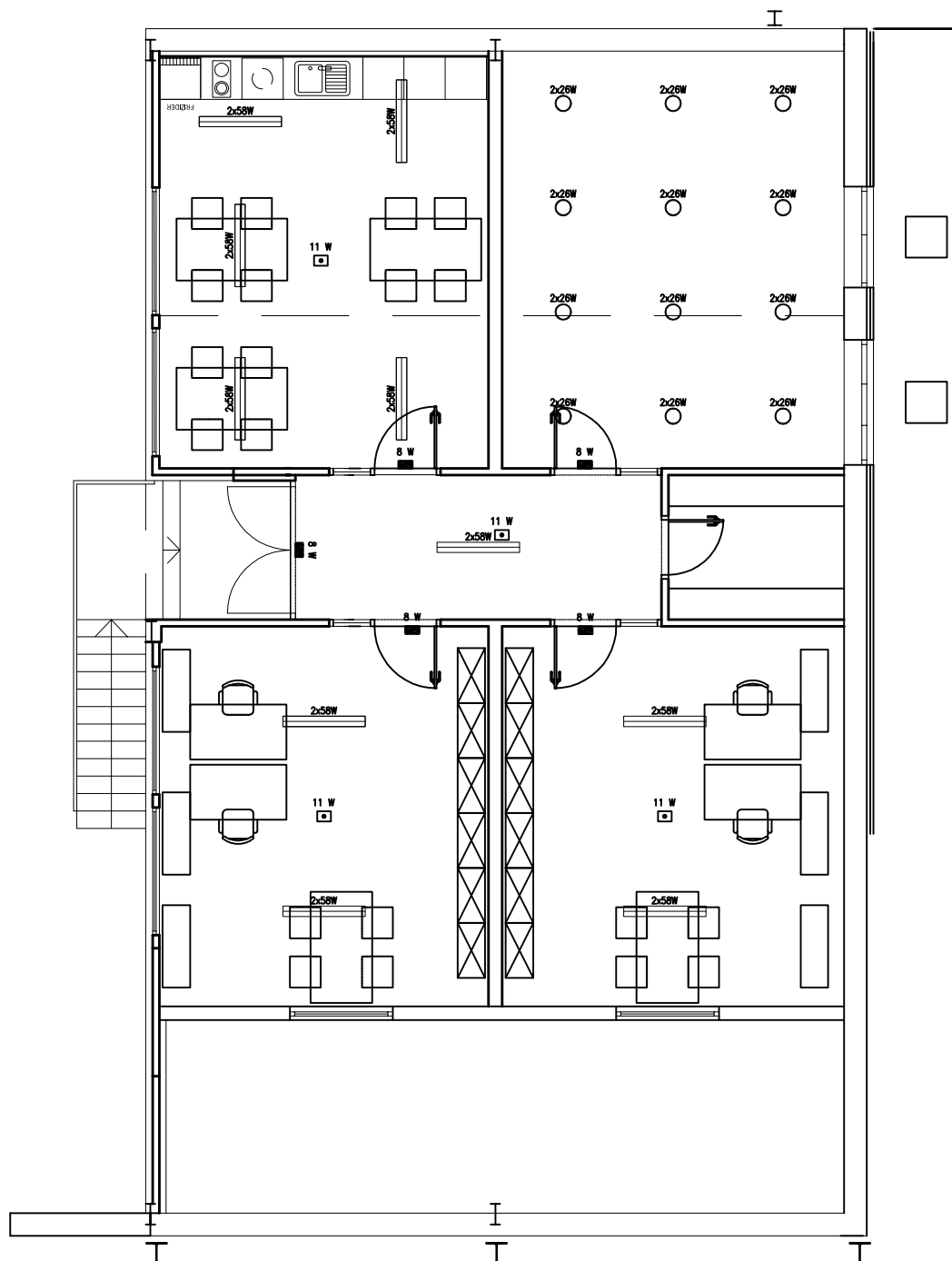
list br. IR.01




LEGENDA		snaga (W)	broj
	glavna svjetiljka, oblik zvona	400 W	9
	F2, FLUO	2x58 W	2
	panik rasvjeta	8 W	4

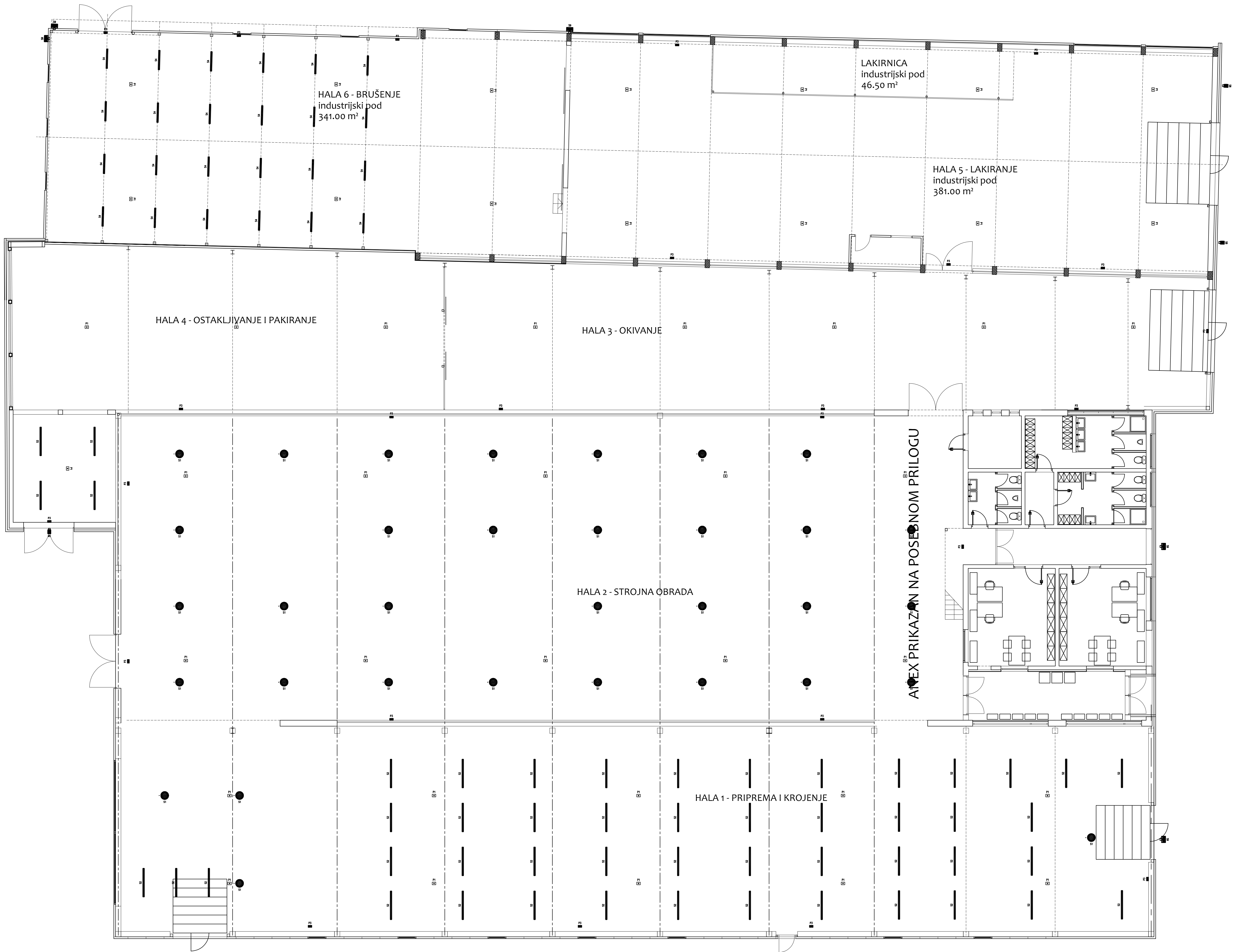
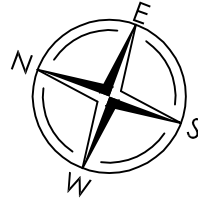
VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI		<div>Solektra projekt</div> <div>d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije</div> <div>Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec tel: 040/313 748 info@solektra.hr www.solektra.hr</div>											
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec													
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS													
SADRŽAJ	Tlocrt kotlovnice i skladišta - postojeća rasvjeta													
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.			<table><tr><td>TEH. DN.</td><td>Z.O.P.</td><td>MJERILO</td></tr><tr><td>44/2020</td><td>TENDER 20/2020</td><td>M 1:100</td></tr><tr><td colspan="2">prosinac 2020.</td><td>list br. IR.02</td></tr></table>			TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO	44/2020	TENDER 20/2020	M 1:100	prosinac 2020.		list br. IR.02
TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO												
44/2020	TENDER 20/2020	M 1:100												
prosinac 2020.		list br. IR.02												
<div><div><div>DUBRAVKO MAČEK</div><div>dipl.ing.el.</div><div>E 1369</div><div>OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE</div></div></div>														





LEGENDA		snaga (W)	broj
	F2, FLUO	2x58 W	10
	FC downlighter	2x26 W	12
	panik rasvjeta	11 W	4
	panik rasvjeta	8 W	5

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI		<div>Solektra projekt</div> <div>d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije</div> <div>Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec</div> <div>tel: 040/313 748</div> <div>info@solektra.hr</div> <div>www.solektra.hr</div>		
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec				
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS				
SADRŽAJ	Tlocrt ureda, prvi kat - postojeća rasvjeta				
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.			<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div>DUBRAVKO MAČEK</div><div>dipl.ing.el.</div></div></div><div><div>E 1369</div><div>OVLASŦENI INŽENJER</div><div>ELEKTROTEHNIKE</div></div></div>		
<div><div></div></div>					
			<div><div>TEH. DN.</div><div>44/2020</div><div>prosinac 2020.</div></div>		
			<div><div>Z.O.P.</div><div>TENDER</div><div>20/2020</div><div>list br.</div></div>		
			<div><div>MJERILO</div><div>M 1:100</div><div>IR.04</div></div>		



stup 8m, cca.35m udaljen od objekta  
Zkorn reflektori 400W  
jedan usmjeren prema objektu, drugi na kontra stranu

stup 8m, cca.35m udaljen od objekta  
Zkorn reflektori 400W  
jedan usmjeren prema objektu, drugi na kontra stranu

LEGENDA		snaga (W)	broj
	HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	75,3 W	33
	AQFPRO L LED4300 -840 PC WB HF	32,6 W	50
	AQFPRO S LED2900 -840 PC WB HF	21,7 W	24
	LEDFIT S 45W A/S CL1 L840	45 W	3
	LEDFIT M 90W A/S CL1 L840	90 W	9
	RESCLITE PRO MSC ANT E3D WH IP65	4,7 W	43
	VOYAGER COMPACT MS E3 WH	3 W	27

VRSTA PROJEKTA

INVESTITOR

GRADJEVINA

SADRŽAJ

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.

GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI

PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec

PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS

Tloort proizvodnog pogona - nova rasvjeta

DUBRAVKO MAČEK  
dipl.ing.el.

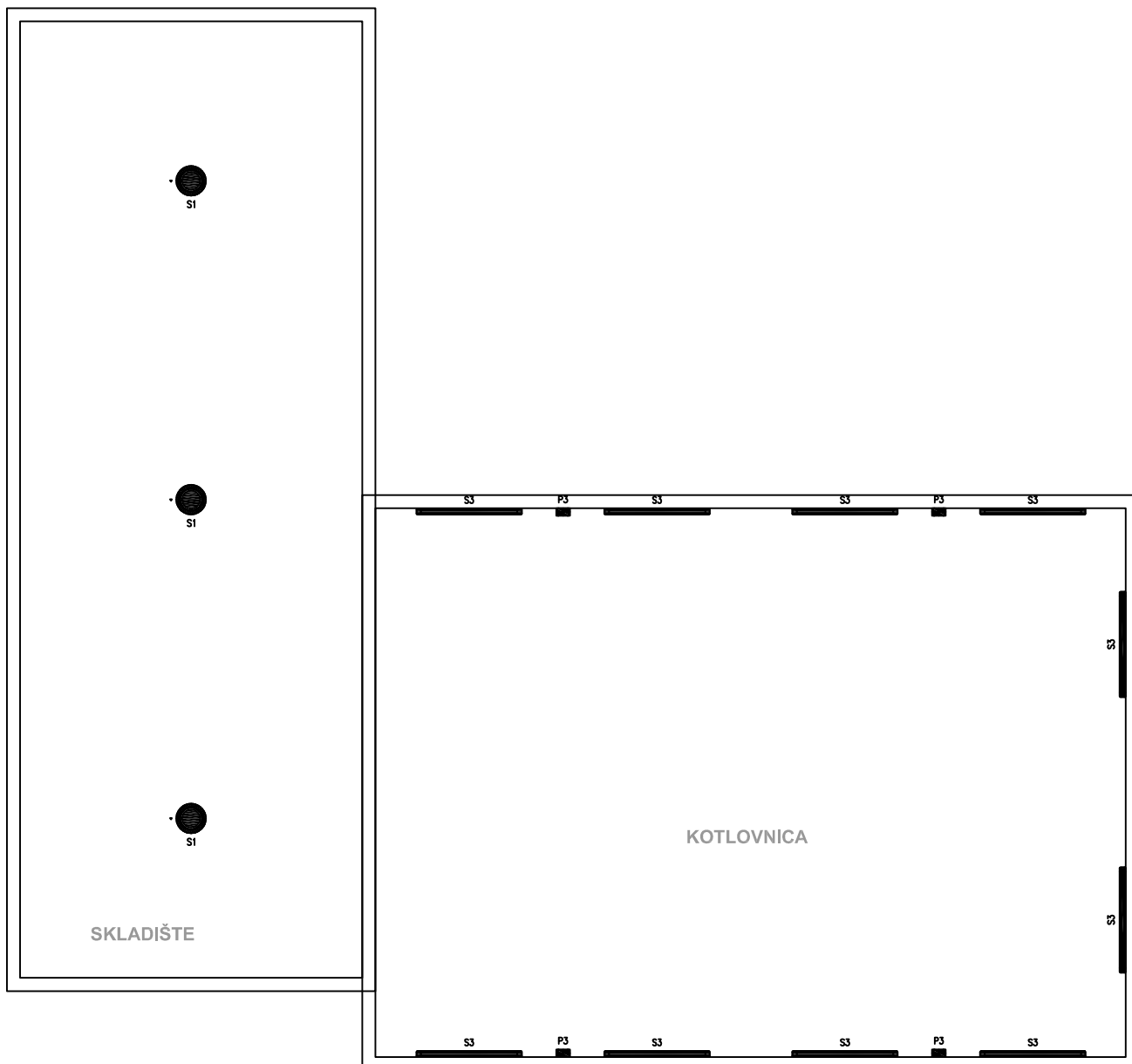
E 1369 OVLASTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

Solektra projekt



40000, 20. prosinac 2020. godine, 10.000  
iz obnovljive izvorne energije  
Trg Eugena Kvaternika 5, 40000 Čakovec  
tel: 043213 746  
info@solektra.hr  
www.solektra.hr

TEH. DN. 44/2020  
TENDER 20/2020  
M 1:100  
prosinac 2020. list br. IR.05

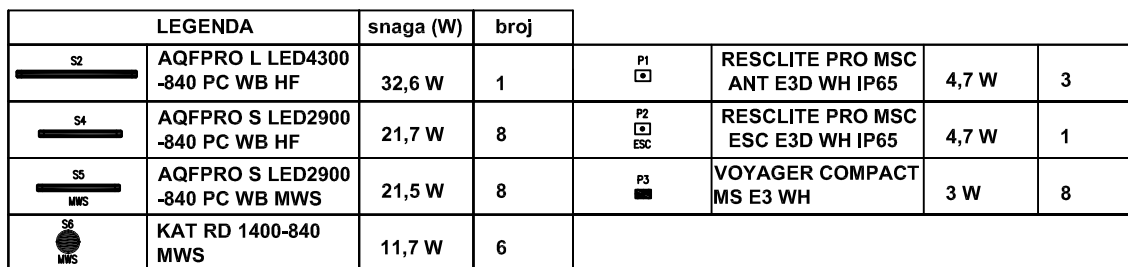
MJERILO



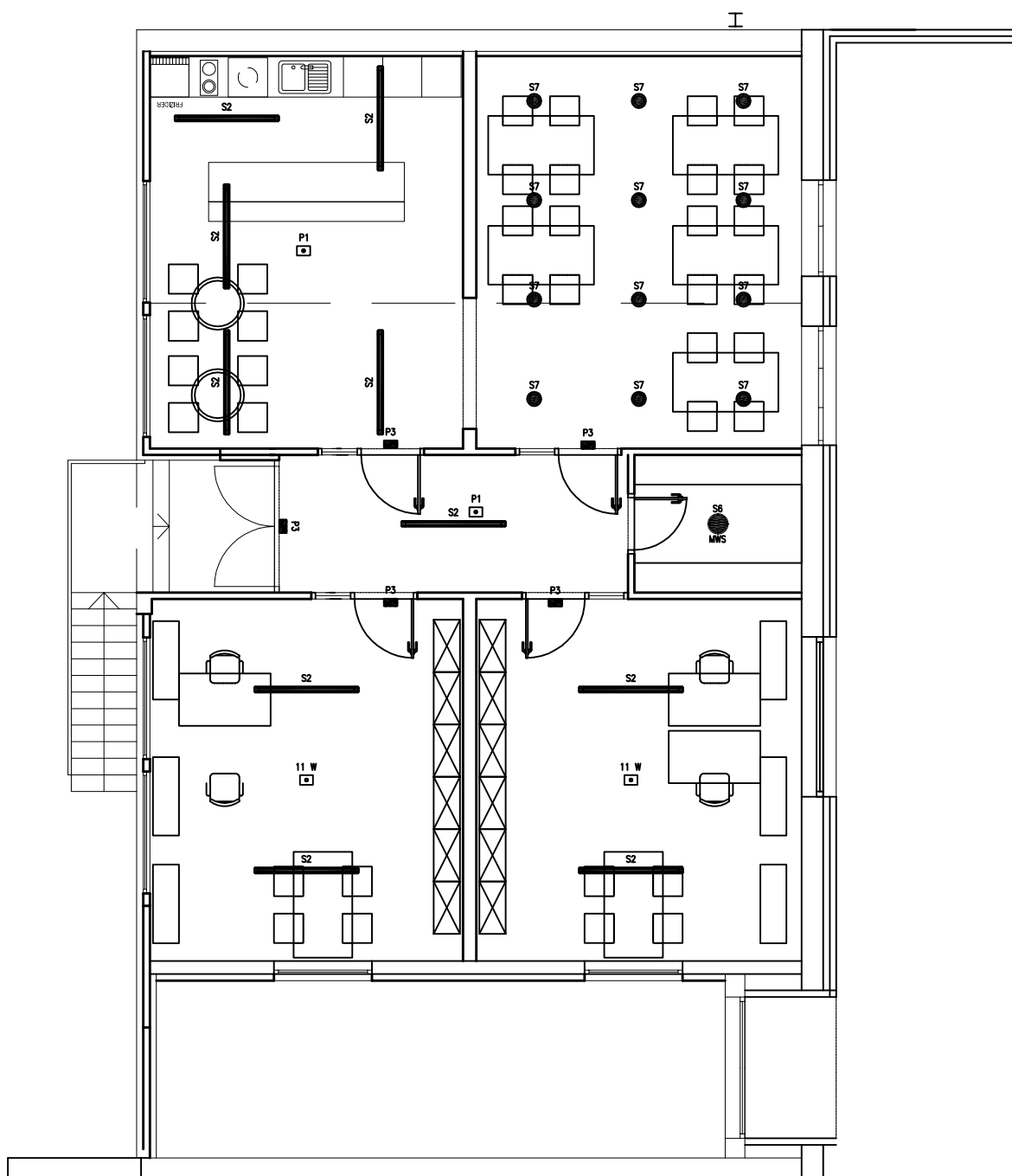
LEGENDA		snaga (W)	broj
	HIPAK LED10000-840 HF WD GEN3	75,3 W	3
	AQFPRO L LED6400 -840 PC WB HF	52,7 W	10
	VOYAGER COMPACT MS E3 WH	3 W	4

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI		<div>Solektra projekt</div> <div>d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije</div> <div>Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec</div> <div>tel: 040/313 748</div> <div>info@solektra.hr</div> <div>www.solektra.hr</div>		
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec				
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS				
SADRŽAJ	Tlocrt kotlovnice i skladišta - nova rasvjeta				
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.			<div><div><div></div><div><div>DUBRAVKO MAČEK</div><div>dipl.ing.el.</div><div>E 1369</div><div>OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE</div></div></div></div>		
			TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
			44/2020	TENDER 20/2020	M 1:100
			prosinac 2020.	list br.	IR.06



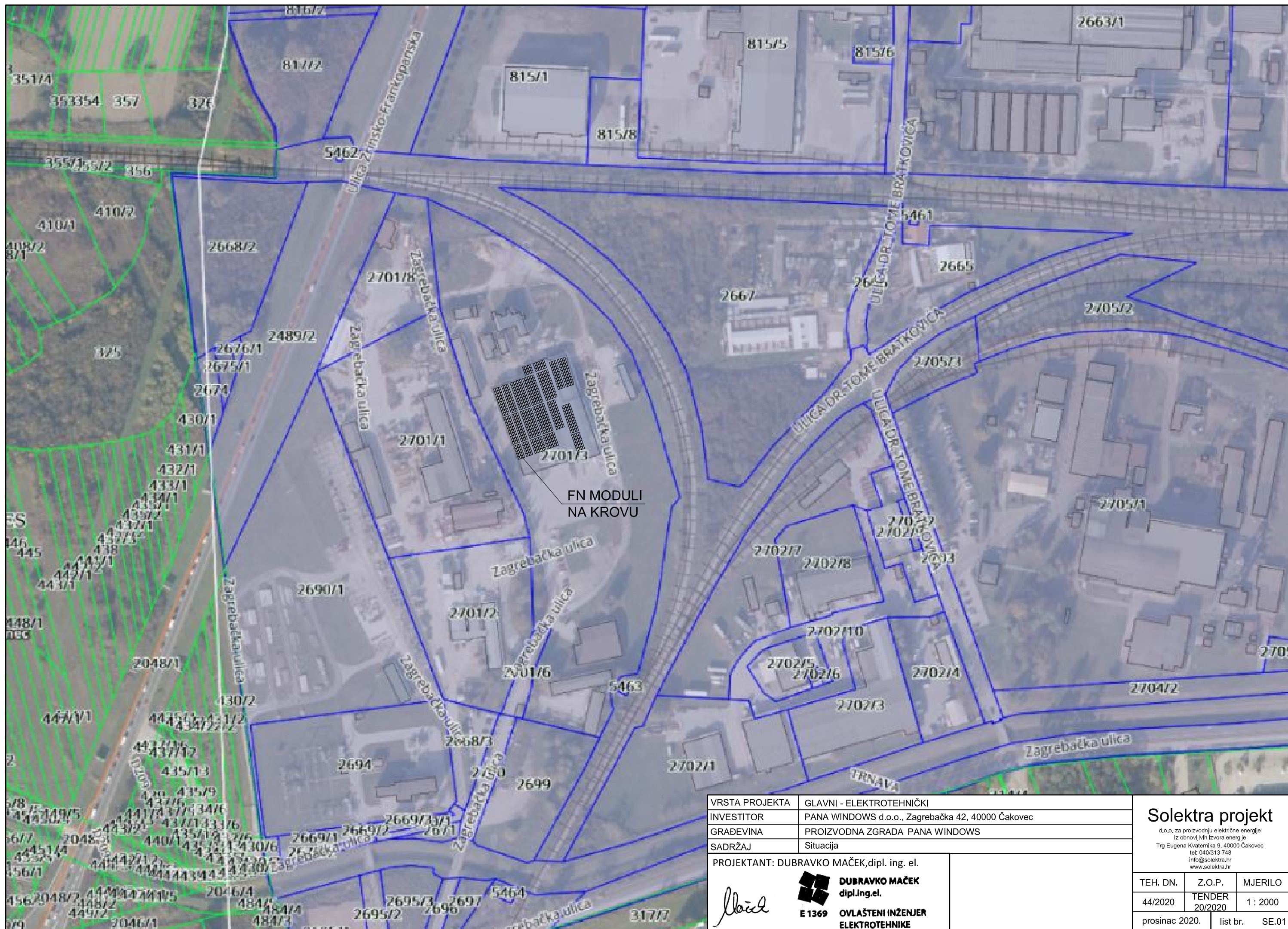


## Solektra projekt





LEGENDA		snaga (W)	broj
	AQFPRO L LED4300 -840 PC WB HF	32,6 W	10
	KAT RD 1400-840 MWS	11,7 W	1
	CHAL 200LED 3000-840 HF RSB	26,3W	12
	RESCLITE PRO MSC ANT E3D WH IP65	4,7 W	4
	VOYAGER COMPACT MS E3 WH	3 W	5

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI	<b>Solektra projekt</b> d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec tel: 040/313 748 info@solektra.hr www.solektra.hr	
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec		
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS		
SADRŽAJ	Tlocrt ureda, prvi kat - nova rasvjeta		
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.   <b>DUBRAVKO MAČEK</b> dipl.ing.el. <b>E 1369</b>		TEH. DN.    Z.O.P.    MJERILO 44/2020    TENDER 20/2020    M 1:100 prosinac 2020.    list br.    IR.08	
<b>OVLASŢENI INŢENJER</b> <b>ELEKTROTEHNIKE</b>			



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS
SADRŽAJ	Situacija

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.



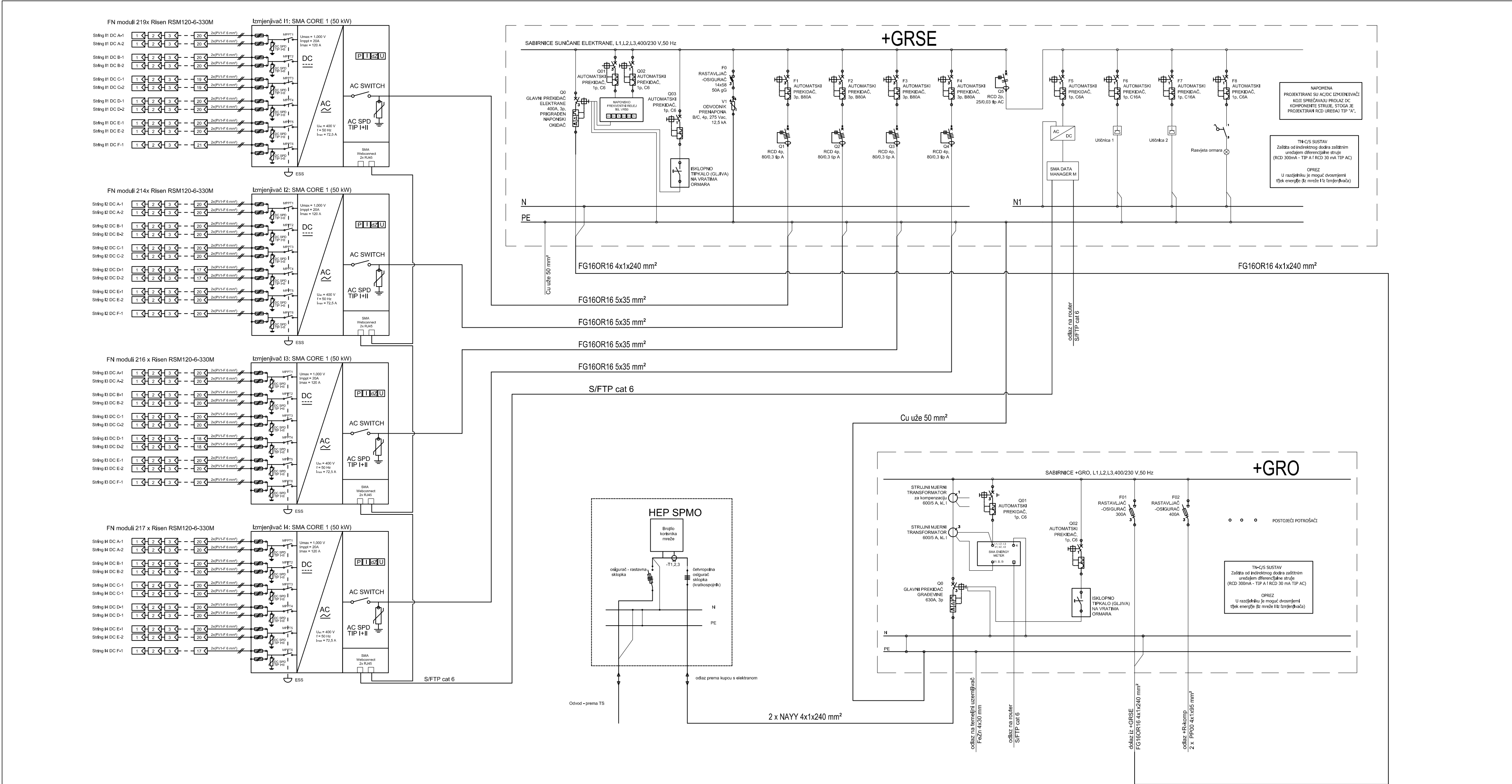
**DUBRAVKO MAČEK**  
dipl.ing.el.



**E 1369** OVLAŠTENI INŽENJER  
ELEKTROTEHNIKE

### Solektra projekt

d.o.o. za proizvodnju električne energije  
iz obnovljivih izvora energije  
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec  
tel: 040/313 748  
info@solektra.hr  
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
44/2020	TENDER 20/2020	1 : 2000
prosina 2020.	list br.	SE.01

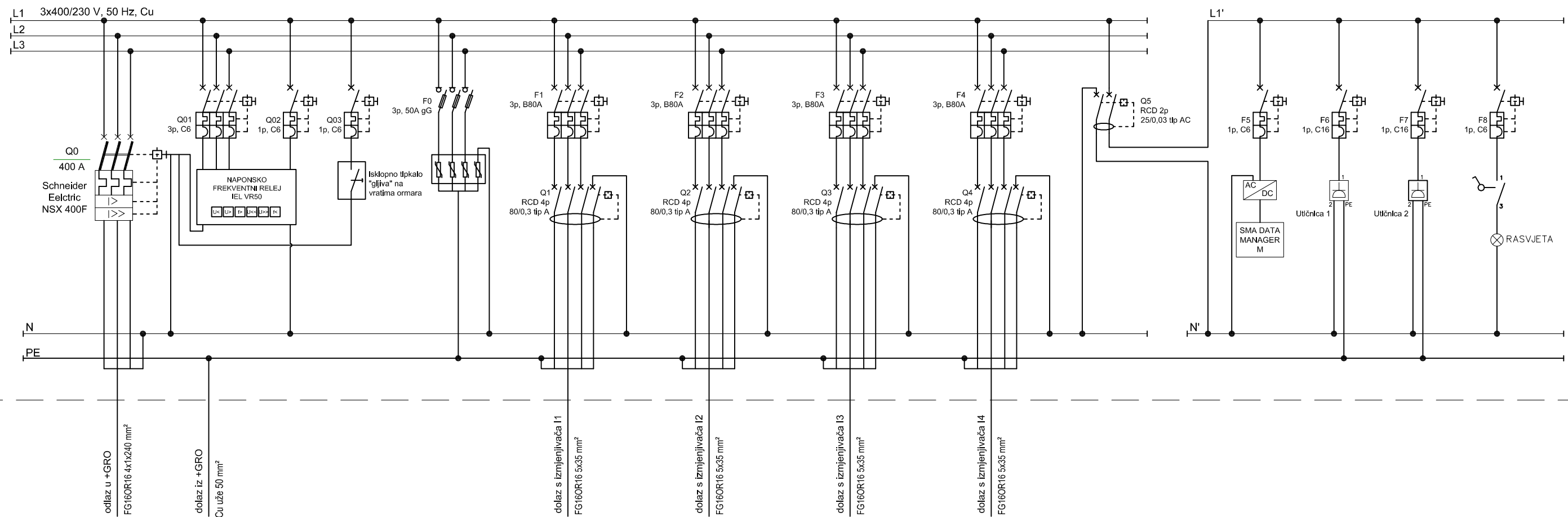


VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI		<div>Solektra projekt</div> <div>d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije</div> <div>Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec</div> <div>tel: 040/313 746</div> <div>Info@solektra.hr</div> <div>www.solektra.hr</div>											
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec													
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS													
SADRŽAJ	Jednopolna shema sunčane elektrane													
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK,dipl. ing. el.														
<div><div></div><div><div></div><div><div>DUBRAVKO MAČEK</div><div>dipl.ing.el.</div><div>E 1369</div><div>OVLAŠTENI INŽENJER</div><div>ELEKTROTEHNIKE</div></div></div></div>														
			<table><tr><td>TEH. DN.</td><td>Z.O.P.</td><td>MJERILO</td></tr><tr><td>44/2020</td><td>TENDER 20/2020</td><td>-</td></tr><tr><td>prosina</td><td>list br.</td><td>SE.02</td></tr></table>			TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO	44/2020	TENDER 20/2020	-	prosina	list br.	SE.02
TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO												
44/2020	TENDER 20/2020	-												
prosina	list br.	SE.02												

# +GRSE

NAPOMENA  
PROJEKTIRANI SU AC/DC IZMJENJIVAČI KOJI  
SPREČAVAJU PROLAZ DC KOMPONENTE STRUJE,  
STOGA JE PROJEKTIRAN RCD UREĐAJ TIP "A".

TN-C/S SUSTAV  
Zaštita od indirektnog dodira zaštitnim  
uređajem diferencijalne struje  
(RCD 300mA - TIP A i RCD 30 mA TIP AC)  
  
OPREZ  
U razdjelniku je moguć dvosmjerni  
tijek energije (iz mreže i iz izmjenjivača)



VRSTA PROJEKTA	GLAVNI - ELEKTROTEHNIČKI
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec
GRAĐEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS
SADRŽAJ	Tropolna shema razdjelnika +GRSE

PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.

*Dubravko Maček*



E 1369

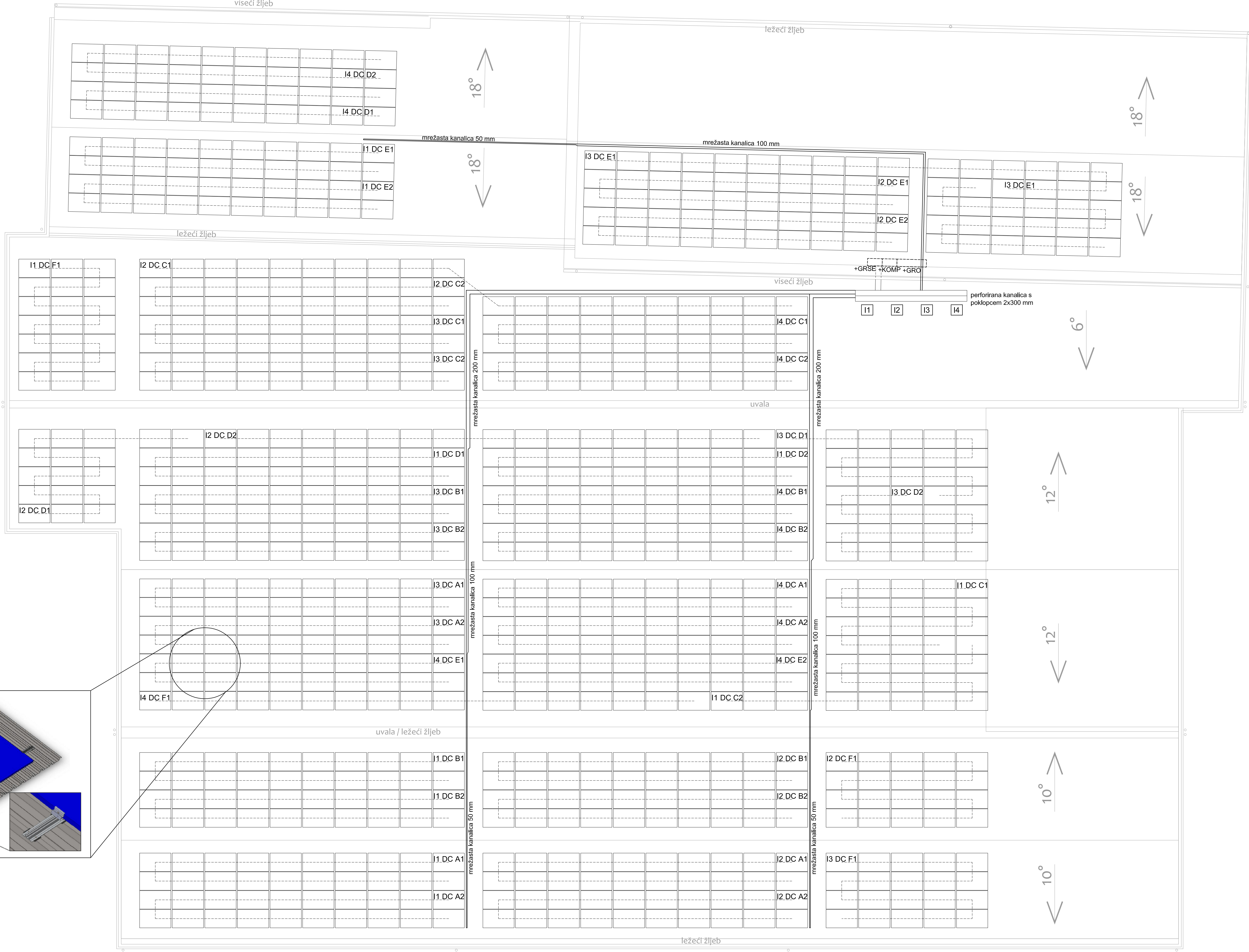
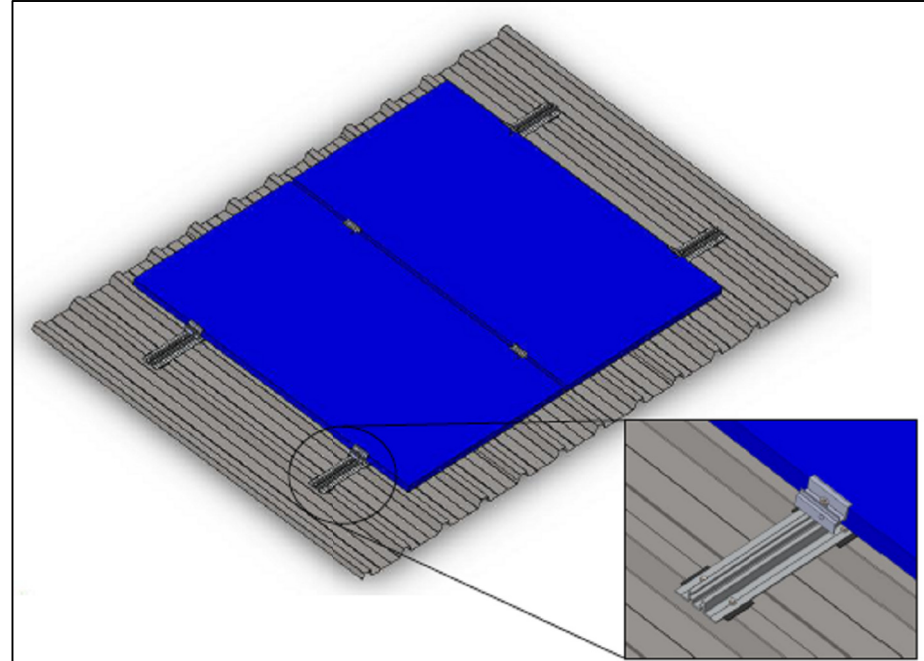
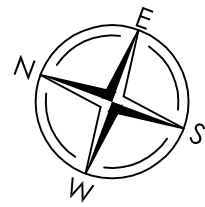
**DUBRAVKO MAČEK**  
dipl.ing.el.  
**OVLAŠTENI INŽENJER**  
**ELEKTROTEHNIKE**

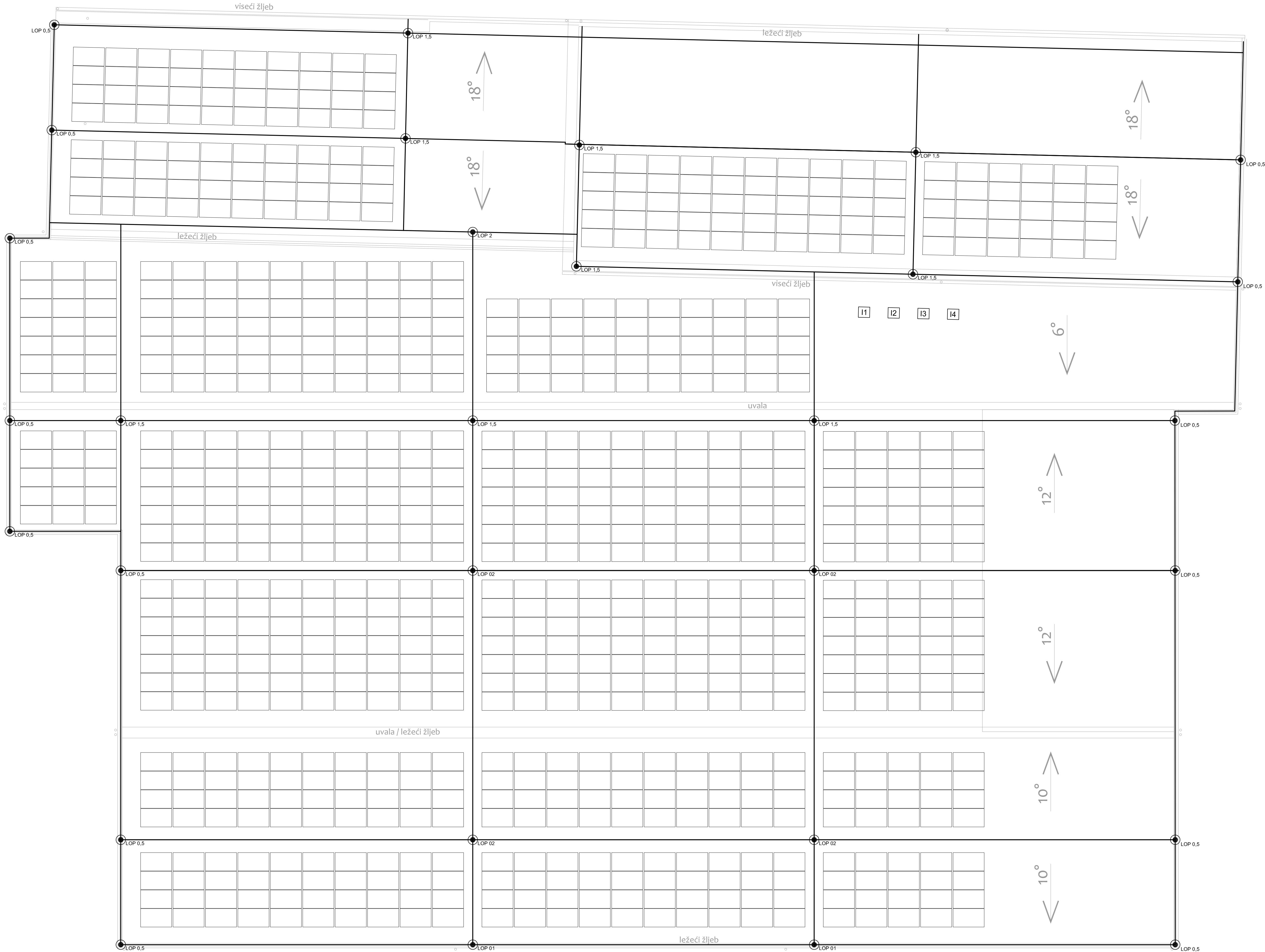
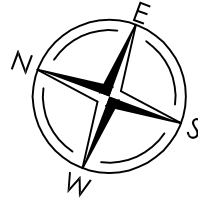
## Solektra projekt

d.o.o. za proizvodnju električne energije  
iz obnovljivih izvora energije  
Trg Eugena Kvaternika 9, 40000 Čakovec  
tel: 040/313 748  
info@solektra.hr  
www.solektra.hr

TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
44/2020	TENDER 20/2020	-
prosina 2020.	list br.	SE.03







LEGENDA:

LOP 0,5

loveća hvataljka visine h=0,5 m

LOP 01

loveća hvataljka visine h= 1,0 m

LOP 1,5

loveća hvataljka visine h=1,5 m

LOP 02

loveća hvataljka visine h=2 m

gromobranski vodič AH1 Al Ø8mm

VRSTA PROJEKTA	GLAVNI – ELEKTROTEHNIČKI	
INVESTITOR	PANA WINDOWS d.o.o., Zagrebačka 42, 40000 Čakovec	
GRADEVINA	PROIZVODNA ZGRADA PANA WINDOWS	
SADRŽAJ	Zaštita od udara munje - pozicije hvataljki	
PROJEKTANT: DUBRAVKO MAČEK, dipl. ing. el.		
<div><div></div><div><b>DUBRAVKO MAČEK</b> dipl.ing.el. E 1369 OVLAŠTENI INŽENJER ELEKTROTEHNIKE</div></div>		
<div><div></div><div>Solektra projekt d.o.o. za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije Trg Eugena Kvaternika 8, 40000 Čakovec tel: 040213 748 info@solektra.hr www.solektra.hr</div></div>		
TEH. DN.	Z.O.P.	MJERILO
44/2020	TENDER 20/2020	M 1:100
prosinač 2020.	list br.	SE.05