

SAEPTUM

d.o.o. za savjetovanje,
arhitektonske i energetske usluge

Investitor: **VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o.**
Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb
OIB: 17461987750

Građevina: **Villa Brezovica**

Lokacija: **Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb**
k.č. 2877/2, k.o. Brezovica

Zajednička oznaka projekta: **SAE-16-2018**
Tehnički dnevnik: **16-2018/E**
Razina razrade projekta: **Glavni projekt**

Vrsta projekta: **ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT**
RADOVI PREMA ČL.5 PRAVILNIKA O JEDNOSTAVNIM I DRUGIM
GRAĐEVINAMA I RADOVIMA (NN 112/2017, NN 34/18)

Mapa: **3**

Projektant: **Goran Vrdoljak, mag. ing. el.**


Glavni projektant: **Toni Borković, dipl. ing. arh.**

Izradio: **SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge,**
Travnička 50/a, 40000 Čakovec, Amruševa 10, 10000 Zagreb

Direktorica: **Željka Hrs Borković, dipl. ing. arh.**

Mjesto i datum: **Zagreb, rujan 2018.**



POPIS MAPA PROJEKTA:

POPIS MAPA PROJEKTA:

MAPA 1

GLAVNI ARHITEKTONSKI PROJEKT

Projektant: Toni Borković, dipl. ing. arh., A2706
SAEPTUM d.o.o., Travnička 50/A Čakovec, Amruševa 10, Zagreb

Z.O.P. SAE-16-2018

T.D. 16-2018

PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE

Projektant: Toni Borković, dipl. ing. arh., A2706
SAEPTUM d.o.o., Travnička 50/A Čakovec, Amruševa 10, Zagreb

Z.O.P. SAE-16-2018

T.D. 16-2018

MAPA 2

GLAVNI PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA

Projektant: Danijel Jantol, mag.ing.mech, S1782
SAEPTUM d.o.o., Travnička 50/A Čakovec, Amruševa 10, Zagreb

Z.O.P. SAE-16-2018

T.D. 16-2018

MAPA 3

GLAVNI PROJEKT ELEKTROTEHNIČKIH INSTALACIJA

Projektant: Goran Vrdoljak, mag.ing.el., E2398
SAEPTUM d.o.o., Travnička 50/A Čakovec, Amruševa 10, Zagreb

Z.O.P. SAE-16-2018

T.D. 16-2018

MAPA 4

TROŠKOVNIK RADOVA I PRORAČUN UŠTEDA

Projektanti: Toni Borković, dipl. ing. arh., A2706
Danijel Jantol, mag.ing.mech, S1782
Goran Vrdoljak, mag.ing.el., E2398

SAEPTUM d.o.o., Travnička 50/A Čakovec, Amruševa 10, Zagreb

Z.O.P. SAE-16-2018

T.D. 16-2018



SADRŽAJ:

1. OPĆI DIO	1
1.1. IMENOVANJE PROJEKTANTA	1
1.2. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA	2
1.3. ISPRAVA O PRIMIJENJENIM MJERAMA ODRŽAVANJA I UNAPREĐENJA TEMELJNIH ZAHTEJEVA ZA GRAĐEVINU	4
1.4. PROJEKTNII ZADATAK	5
2. TEHNIČKI OPIS	7
2.1. REKONSTRUKCIJA RASVJETE	7
2.1.1. POSTOJEĆE STANJE UNUTRAŠNJE RASVJETE	7
2.1.2. NOVO STANJE UNUTARNJE RASVJETE	8
OPIS REKONSTRUKCIJE	8
OPIS DEMONTAŽNIH RADOVA	10
2.1.2. PRORAČUN UNUTARNJE RASVJETE.....	10
2.1.3. POSTOJEĆE STANJE VANJSKE RASVJETE.....	12
2.1.4. NOVO STANJE VANJSKE RASVJETE.....	13
OPIS REKONSTRUKCIJE	13
2.1.5. UKUPNE UŠTEDE U RASVJETI NAKON REKONSTRUKCIJE	14
OPIS DEMONTAŽNIH RADOVA	14
2.2. ELEKTRIČNE INSTALACIJE STROJARSKIH SUSTAVA.....	15
2.2.1. RAZVOD KABELA	15
2.2.2. INSTALACIJA PRIKLJUČAKA I UTIČNICE	15
2.2.3. INSTALACIJA IZJEDNAČENJE POTENCIJALA	16
2.2.4. ZAŠTITA	16
2.2.5. OZNAČAVANJE	17
2.2.6. ISPITIVANJE, MJERENJE I ATESTI	17
2.2.7. PRORAČUNI	18
2.2.7.1. DIMENZIONIRANJE KABELA PREMA NAZIVNOM OPTEREĆENJU	18
2.2.7.2. DIMENZIONIRANJE KABELA PREMA PADU NAPONA	18
2.2.7.3. PRORAČUN ZAŠTITE OD PREOPTEREĆENJA I STRUJE KRATKOG SPOJA	20
2.2.7.4. PRORAČUN ZAŠTITE OD INDIREKTOG DODIRA	22
2.3. FOTONAPONSKA ELEKTRANA	24
2.3.1. OBUHVAT ZAHVATA U PROSTORU I ELEKTROENERGETSKA SUGLASNOST	24
2.3.2. NAMJENA GRAĐEVINE	33
2.3.3. OPIS, VELIČINA I POVRŠINA GRAĐEVINE	33
2.3.4. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA	33
2.3.5. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA.....	33
2.3.6. OPIS OPREME	34
2.3.6.1. FOTONAPONSKI MODULI	34
2.3.6.2. IZMJENJIVAČ	35
2.3.6.3. RAZVODNI ORMAR RO-FN	35
2.3.6.4. NN KABELI I MJERNO-PRIKLJUČNA OPREMA	35
2.3.6.5. NOSIVA KONSTRUKCIJA	36
2.3.7. TRANSPORT	36
2.3.8. MONTAŽA	36
2.3.9. ISPITIVANJE I PUŠTANJE U POGON	36
2.3.10. ODRŽAVANJE I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA GRAĐEVINE	37
2.3.11. PRORAČUN KABELA	37



2.3.12. PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA.....	38
2.3.14. PRORAČUN STRUJE PADA NAPONA.....	39
2.3.15. GROMOBRANSKA ZAŠTITA.....	40
3. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	41
3.1. PRIMIJENJENI PROPISI.....	41
3.2. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE NA RADU.....	46
3.3. PROGRAM TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA	48
3.4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJE KAKVOĆE	48
3.5. PRIKAZ TEHNIČKIH MJERA ZA PRIMJENU PROPISA I PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA	55
4. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA REKONSTRUKCIJE ELEKTROTEHNIČKIH INSTALACIJA- MAPA 457	
5. GRAFIČKI DIO	59



1. OPĆI DIO

1.1. IMENOVANJE PROJEKTANTA

Ovlašteni inženjer Goran Vrdoljak, mag. ing. el., član Hrvatske komore inženjera elektrotehnike, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike pod rednim brojem E 2398 imenuje se za Projektanta Glavnog elektrotehničkog projekta za **Glavni projekt rekonstrukcije u svrhu energetske obnove zgrade Villa Brezovica, na adresi Desprimska 1a, Brezovica, Zagreb, k.č. 2877/2, k.o. Brezovica, Z.O.P. SAE-16-2018** prema Zakonu o gradnji (NN 153/13. i 20/2017.).

Zagreb, rujan 2018.

Direktor:

Željka Hrs Borković, dipl. ing. arh.

SAEPTUM
d.o.o. za savjetovanje,
arhitektonske i energetske usluge
Travnička 50/a, Čakovec



1.2. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA

Na osnovi odredbe članka 108. **Zakona o gradnji** (NN 153/13, 20/17) daje se:

IZJAVA

kojom se potvrđuje kako je Glavni projekt rekonstrukcije svrhu energetske obnove zgrade Villa Brezovica, na adresi Desprimska 1a, Brezovica, Zagreb, k.č. 2877/2, k.o. Brezovica, u smislu **Pravilnika o jednostavnim i drugim građevinama i radovima** (NN 112/17, 34/18) jednostavna građevina, kao i da je ovaj projekt:

Investitor: Villa Brezovica nova d.o.o.
Građevina: Villa Brezovica
Razina razrade projekta: GLAVNI PROJEKT
Vrsta projekta: ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
TD: 016-2018/E

izrađen u skladu s propisima:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17)
- Zakon o energetske učinkovitosti (NN 127/14)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju suglasnosti (NN 80/13, 14/14)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN 38/08)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 117/17)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (NN 71/14, 118/14, 154/14)
- Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN 28/11)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje završnih radova u građevinarstvu (Sl.l. 21-90-preuzet NN 53/91)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN RH br. 88/12)
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN 101/11, 74/13)
- Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96, NN 50/05)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima (NN 51/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 49/86 NN 59/96)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)



- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN br. 125/18, 70/18, 73/18)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 5/10)

Norme za proračun i projektiranje

Rasvjeta

- HRN EN 12464-1:2008 – Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2008)
- HRN EN 13201-2:2016 - Cestovna rasvjeta - 2. dio: Zahtijevana svojstva (EN 13201-2:2015)

Fotonaponski moduli

- HRN EN 60904, Photovoltaic devices
- HRN EN 50380:2008, Datasheet and nameplate information for photovoltaic modules
- HRN EN 61215:2008, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval (IEC 61215:2005; EN 61215:2005)
- HRN EN 61730:2008, Photovoltaic (PV) module safety qualification

Izmjenjivači i elektro oprema

- HRN 61000-3-3:2013, Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 3-3: Granice - Ograničenje kolebanja napona i treperenja u niskonaponskim sustavima napajanja za opremu s nazivnom strujom ≤ 16 A
- HRN 61000-6-3:2008, Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) -- Dio 6-3: Norme srodnih područja - Otpornost za stambena, poslovna i lakoindustrijska područja
- HRN EN 61727:2008, Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface
- HRN EN 61724:2008, Photovoltaic system performance monitoring - Guidelines for measurement, data exchange and analysis
- HRN EN 61683:2008, Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency
- HRN EN 62109-1:2011, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements
- HRN EN 62093:2008, Balance-of-system components for photovoltaic systems – Design qualification natural environments
- HRN EN 50178:2001, Elektronička oprema za uporabu u energetske instalacijama
- HRN HD 60364, Niskonaponske električne instalacije

Kabeli

- HRN HD 603 S1/A3, Distribucijski kabeli nazivnog napona 0,6/1 kV
- HRN HD 603 S1:2001+A2:2007, Distribucijski kabeli nazivnog napona 0,6/1 Kv
- HRN EN 50085-1:2002, Sustavi za nošenje (pokriveni instalacijski kanali) i sustavi za vođenje (profilne cijevi) kabela za električne instalacije
- HRN EN 50085-1:2007/A1:2014, Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) za električne instalacije
- HRN EN 50085-2-1:2007/A1:2012, Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) za električne instalacije - Dio 2-1: Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) namijenjeni ugradbi na zidove i stropove

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:



GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Goran Vrdoljak, mag.ing. el.



1.3. ISPRAVA O PRIMIJENJENIM MJERAMA ODRŽAVANJA I UNAPREĐENJA TEMELJNIH ZAHTEVA ZA GRAĐEVINU

kojom se potvrđuje da su u glavnom projektu za građevinu:

Glavni elektrotehnički projekt rekonstrukcije u svrhu energetske obnove zgrade Villa Brezovica, na adresi Desprimska 1a, Brezovica, Zagreb, k.č. 2877/2, k.o. Brezovica

broj tehničkog dnevnika:

16-2018/E

predviđene mjere unapređenja temeljnih zahtjeva za građevinu - energetskih svojstava građevine u skladu sa Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17), te svim ostalim pravilnicima određenim Zakonom i važećim hrvatskim propisima i normama.

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing. el.



E 2398

GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

**OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE**



1.4. PROJEKTNİ ZADATAK

VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o., Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb, OIB: 17461987750, koju zastupa Dr. Ana Jelanić, direktor (u daljnjem tekstu: **Naručitelj**) temeljem ugovora o realizaciji projekta izrade projektne dokumentacije vezane za projekt energetske obnove zgrade s tvrtkom **SAEPTUM d.o.o.** za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge, Travnička 50/A, Čakovec, Amruševa 10, Zagreb, koju zastupa Željka Hrs Borković, dipl.ing.arh., direktor, (u daljnjem tekstu: **Projektant**), prihvaća sljedeći

PROJEKTNİ ZADATAK

Glavnim arhitektonskim projektom s troškovnikom bit će obuhvaćeno sljedeće:

1. **Rekonstrukcija ostakljenih konstrukcija (zamjena prozora i ostakljenja staklenih stijena)** s ciljem smanjenja toplinskih gubitaka kroz otvore. Nova stolarija projektirat će se kako bi zadovoljila koeficijent prolaska topline $U \leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ za cijeli prozor/vrata ($U \leq 0.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ za staklo), ostakljenje: trostruko IZO staklo c6/16Ar/4/16Ar/c4 s dva stakla niske emisije, ispunjena argonom. U projekt će biti uključeni svi radovi potrebni za uklanjanje stare i ugradnju nove stolarije. Nova stolarija ugradit će se s drvo aluminijskim profilima u boji po izboru naručitelja i projektanta. Na staklenim stijenama vjetrobrana i stubišta promijenit će se samo stakla, gore navedenih toplinskih karakteristika.
2. **Rekonstrukcija vanjskih zidova izvedbom ETICS sustava toplinske izolacije mineralnom vunom u debljini 16 cm** (u skladu s proračunom), s rješavanjima detalja radi sprečavanja nastajanja toplinskih mostova, te postizanje koeficijenta prolaska topline, gdje je to moguće, $U \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$; toplinska izolacija podnožja zgrade izvodi se XPSom, uključivo i podrumске zidove. Toplinska izolacija izvodi se s vanjske strane zidova, uz prethodno uklanjanje postojeće toplinske izolacije od EPSa i pripremu podloge za postavu novog ETICS sustava.
3. Rekonstrukcija poda natkrivene terase u svrhu kvalitetnijeg rješenja odvodnje
4. Skidanje postojećih limenih fasadnih i krovnih opšava i zamjena novima nakon postave toplinske izolacije (uključivo prekrajanje limarije krovne odvodnje – oluci i žlijebovi)
5. Toplinska izolacija cijelog neizoliranog dijela krovišta s unutarnje strane uključivo i spuštenu strop za zatvaranje izolacije

Svi dijelovi projekta biti će izrađeni prema trenutno važećim propisima, pravilima struke, posebnim tehničkim uvjetima propisanim od strane raspoloživih EU fondova – MGIPU/FZOEU.



Glavnim projektom strojarskih instalacija s troškovnikom bit će obuhvaćeno slijedeće:

1. **Rekonstrukcija sustava grijanja i zagrijavanja potrošne tople vode (izvora toplinske energije)** s ciljem korištenja ekonomski i ekološki povoljnijeg energenta. Projektom je potrebno predvidjeti demontažu postojećeg spremnika i kotla na loživo ulje, te ugradnju dizalice topline zrak-voda. Za niske vanjske temperature predvidjeti kotao na drveni pelet s automatskim punjenjem i automatskim čišćenjem ložišta.
2. **Rekonstrukcija sustava hlađenja.** Za emisiju topline u prostor predvidjeti zidne ventilokonvektore za koje se rashladni medij priprema dizalicom topline zrak-voda.
3. **Rekonstrukciju sustava grijanja i zagrijavanja i hlađenja prostora „kafića“** na način da se ugrade stropni kazetni ventilokonvektori. Ogrjevni/rashladni medij priprema se dizalicom topline zrak-voda.

Postojeći radijatori koji služe za grijanje se zadržavaju u novoprojektiranom stanju. Postojeće MULTI SPLIT sustave koji služe za hlađenje zajedničkih prostorija i hodnika, potrebno je izmjestiti na krov ukoliko je moguće. Ukoliko to tehnički nije moguće izvesti, MULTI SPLIT sustave je potrebno deinstalirati, a za hlađenje koristiti ventilokonvektore koje je potrebno spojiti na novi sustav hlađenja.

Glavnim projektom elektroinstalacija s troškovnikom bit će obuhvaćeno slijedeće:

1. **Rekonstrukcija dijela unutarnje rasvjete** na način da se postojeće energetske neučinkovite fluorescentne rasvjetne armature u uredima i kotlovnici zamijene novima temeljenim na LED tehnologiji uz prilagodbu/zamjenu postojećih rasvjetnih armatura pri čemu svjetlotehnički pokazatelji rasvjetljenosti prostora trebaju biti u skladu s normi za unutarnju rasvjetu HRN EN 12464-1:2012.
2. **Rekonstrukcija vanjske rasvjete** na način da se postojeće energetske neučinkovite rasvjetne armature sa živinim žaruljama zamijene novima temeljenim na LED tehnologiji.
3. **Izvedba električnih instalacija** potrebnih za osiguravanje napajanja novoizvedenih strojarskih sustava (dizalica topline, ventilokonvektori...).
4. **Izvedba fotonaponske elektrane** po principu da se proizvedena električna energija koristi prvenstveno za napajanje električnih trošila u zgradi, a da se eventualni višak predaje u mrežu.

Za Naručioca:

Villa Brezovica-nova d.o.o.
VILLA BREZOVICA NOVA
d.o.o.

Direktor:

Dr. Ana Jelanić

Datum potpisa:



2. TEHNIČKI OPIS

2.1. REKONSTRUKCIJA RASVJETE

Shodno projektnom zadatku postojeća rasvjeta će biti rekonstruirana na način da se energetske neefikasne izvore svjetlosti zamijene odgovarajućim baziranim na LED tehnologiji.

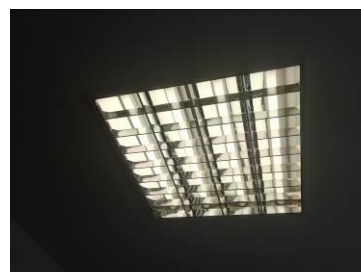
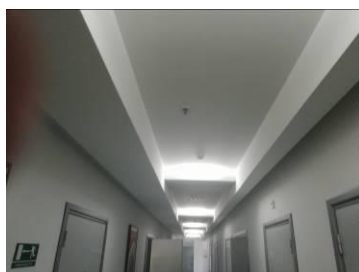
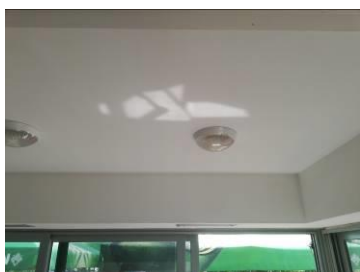
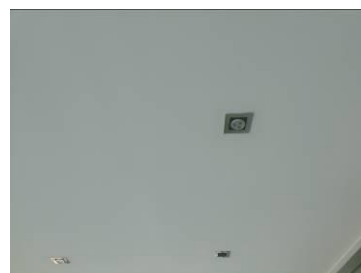
2.1.1. POSTOJEĆE STANJE UNUTRAŠNJE RASVJETE

Instalirana električna snaga unutarnje rasvjeteljice: cca 14,84 kW

Sustav unutarnje električne rasvjeteljice većinom se sastoji od LED rasvjeteljice (LED cijevi, žarulje, paneli) i djelomično od fluorescentnih T8 cijevi sa elektromagnetskim prigušnicama koje se nalaze raster armaturama.

Rasvjeteljica je redovito održavana te je u zadovoljavajućem stanju kao i ispunjava normu HRN EN 12464-1 rasvjetljenosti prostora.

Podaci o vrsti i količini rasvjetljice tijela dobiveni su iz snimka izvedenog stanja rasvjeteljice, a detaljniji prikaz sustava rasvjeteljice može se vidjeti u sljedećim tablicama i slikama.





Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Broj jedinica u armaturi	Snaga jedinice	Ukupan broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga s uključenom snagom predspojne naprave	Godišnja potrošnja električne energije
	[kom]	[kom]	[W]	[kom]	[kW]	[kWh/a]
LED žarulja 1x7W	348	1	7	348	2,44	11.225
LED žarulja 1x11W	2	1	11	2	0,02	101
LED žarulja 1x12W	55	1	12	55	0,66	3.041
LED cijev 1x18W	49	1	18	49	0,88	4.064
LED žarulja 2x7W	16	2	7	32	0,22	1.032
LED žarulja 2x11W	230	2	11	460	5,06	23.316
LED cijev 2x18W	39	2	18	78	1,40	6.470
LED cijev 4x9W	46	4	9	184	1,66	7.631
Fluorescentna cijev 4x18W	58	4	18	232	4,59	21.167
Ukupno	843			1.440	16,94	81.469

Prema danom prikazu i proračunatoj potrebnoj električnoj energiji za rasvjetu Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 125/18, 70/18, 73/18) i Algoritmu za određivanje energijskih zahtjeva za rasvjetu prema HRN EN 15193:2008 Energijska svojstva zgrade – Energijski zahtjevi za rasvjetu pri čemu je korištena kombinacija složene i brze metoda proračuna izračunata je ukupna električna energija potrebna za unutarnju rasvjetu u iznosu:

$$E_L = 81.469 \text{ kWh}_{el}$$

Odnosno procijenjena godišnja potrošnja rasvjete po m² korisne površine (Ak= 3.771,26 m²) iznosi 21,60 kWh/m².

2.1.2. NOVO STANJE UNUTARNJE RASVJETE

OPIS REKONSTRUKCIJE

Kako je snimkom izvedenog stanja postojeće rasvjete utvrđen dio koji nije energetski učinkovit proveden je proračun rasvijetljenosti tipskog prostora uz uporabu energetski učinkovitijih izvora svjetlosti (LED cijevi) kako bi se utvrdilo da li novoprojektirana rasvjeta odgovara normiranim vrijednostima. Rekonstrukcija postojeće rasvjete će se izvesti na način kako će se zadržati postojeće raster rasvjetne armature koje će se prilagoditi za ugradnju energetski učinkovitijih izvora svjetlosti (LED cijevi).

Ovim projektom je predviđena prilagodba postojećih rasvjetnih armatura s fluorescentnim cijevima i elektromagnetskim prigušnicama na način da se u njih mogu ugraditi odgovarajuće LED cijevi (prema shematskom prikazu prilagodbe danom u nacrtu 5.3.).



Prilagodbom rasvjetnih armature i izvora svjetlosti te zamjenom neodgovarajućih rasvjetnih armatura bi se obuhvatilo sljedeće:

Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Broj jedinica u armaturi	Snaga jedinice	Ukupan broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga s uključenom snagom predspojne naprave
	[kom]	[kom]	[W]	[kom]	[kW]
POSTOJEĆE STANJE					
LED žarulja 1x7W	348	1	7	348	2,44
LED žarulja 1x11W	2	1	11	2	0,02
LED žarulja 1x12W	55	1	12	55	0,66
LED cijev 1x18W	49	1	18	49	0,88
LED žarulja 2x7W	16	2	7	32	0,22
LED žarulja 2x11W	230	2	11	460	5,06
LED cijev 2x18W	39	2	18	78	1,40
LED cijev 4x9W	46	4	9	184	1,66
Fluorescentna cijev 4x18W	58	4	18	232	4,59
Ukupno postojeće stanje	843			1.440	16,94
STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE					
LED žarulja 1x7W	348	1	7	348	2,44
LED žarulja 1x11W	2	1	11	2	0,02
LED žarulja 1x12W	55	1	12	55	0,66
LED cijev 1x18W	49	1	18	49	0,88
LED žarulja 2x7W	16	2	7	32	0,22
LED žarulja 2x11W	230	2	11	460	5,06
LED cijev 2x18W	39	2	18	78	1,40
LED cijev 4x9W	104	4	9	416	3,74
Ukupno nakon rekonstrukcije	843			1.440	14,43

Iz prethode tablice vidljivo je mogućnost smanjenja instalirane snage rasvjetnih tijela ($16,94 - 14,43 = 2,51$ kW) koje iznosi cca 15% instalirane snage postojeće unutarnje rasvjete.

S obzirom kako su postojeće električne instalacije projektirane i dimenzionirane prema postojećoj snazi rasvjetnih tijela u ovom slučaju kada dolazi do smanjenja instalirane snage (cca 15%) sa sigurnošću možemo potvrditi kako nema potrebe za zamjenom postojećih električnih instalacija (instaliranih vodiča) rasvjete.

Temeljem Algoritma pretpostavljena je potrošnja postojeće rasvjete u iznosu od cca 81.469 kWh/a, a uz pretpostavku istog načina korištenja rasvjete kao prije rekonstrukcije za očekivati je kako će nakon rekonstrukcije potrošnja električne energije biti proporcionalno manja smanjenju instalirane snage za 2,51kW/a što na godišnjem nivou predstavlja uštedu od cca 14.967 kWh, odnosno cca 15%.

Prikaz ušteda	Prije	Poslije	Ušteda	
			[kW / kWh]	[%]
Snaga [kW]	16,94	14,43	2,51	14,82%
Energija [kWh]	81.469	66.502	14.967	18,37%



OPIS DEMONTAŽNIH RADOVA

Prilikom izvođenja radova na prilagodbi postojećih rasvjetnih armatura i montaži nove rasvjete potrebno je osigurati da se radovi izvode sa isključenim napajanjem te sukladno nacrtu 5.3. izvršiti prilagodbu raster armatura za prihvrat odgovarajućih LED cijevi.

Troškovnikom su pobliže određeni radovi:

- demontaže i zbrinjavanje opreme koja se uklanja iz upotrebe
- demontaže i privremeno skladištenje opreme i pribora, koji ostaju za eventualnu daljnju upotrebu.

2.1.2. PRORAČUN UNUTARNJE RASVJETE

U dijelovima u kojima je potrebno izvesti zamjenu rasvjetnih armature i izvora svjetlosti potrebno je napraviti svjetlotehničke proračune u skladu s normama HRN EN 12464-1 gdje su za predmetnu zgradu propisani sljedeće razine osvijetljenosti:

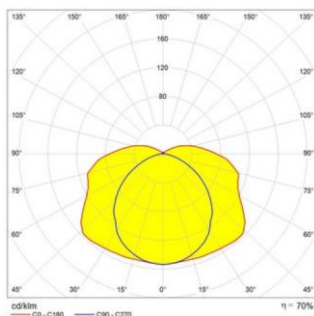
Opis prostora	E_m	U_o	UGRL	R_a
Ured	300	0,40	19	80

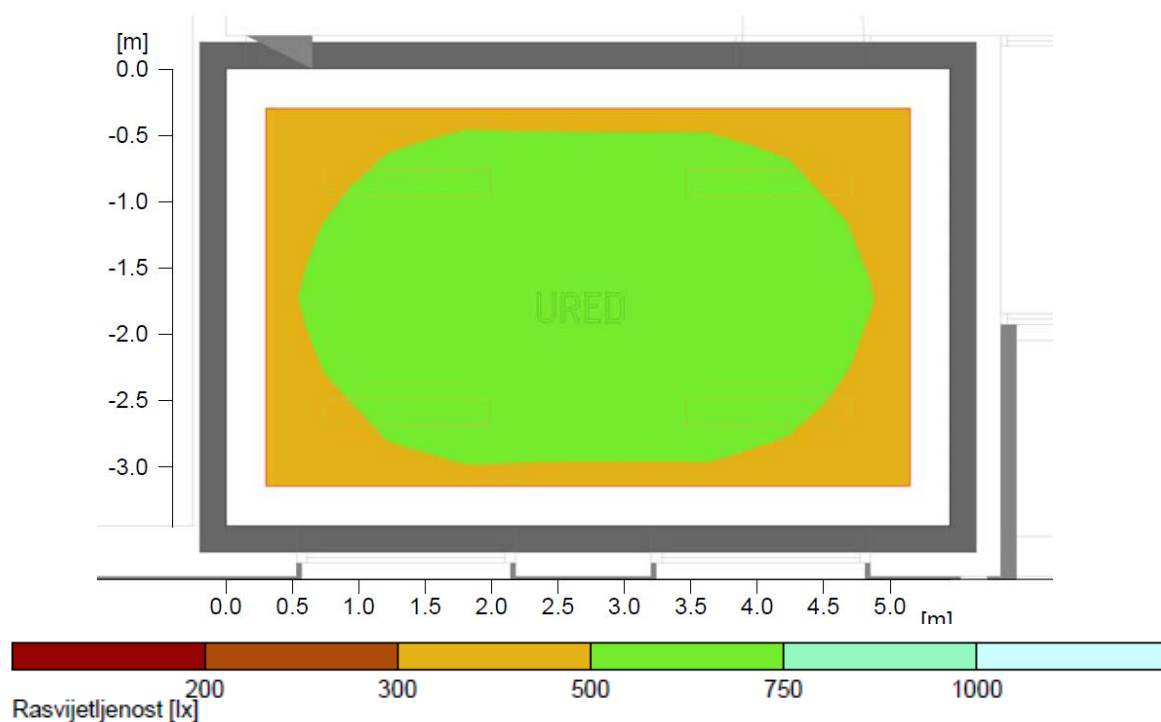
Proračun rasvjetljenosti prostora napravljen je u programskom alatu ReluxPro verzija 2016.1.1.0, a rezultati proračuna su dani u nastavku po svakoj od tipskih prostorija u kojima se izvodi zamjena armature i izvora svjetlosti.

Tipski ured:

Svjetiljka: Raster armatura s LED cijevima 4x9W 5 kom

Svjetl. iskoristivost svjetiljke:	67,3%	Izvor svjetlosti:	LED cijev T8, 9W
Efikasnost svjetiljke:	70,67 lm/W	Broj izvora svjetlosti:	4
Snaga:	36 W	Boja:	4.000 – 4.500 K
Svjetlosni tok:	2.543,94 lm	Svjetlosni tok:	945 lm
Dimenzije:	620 x 620 x 85 mm		





Upotrijebljeni računski algoritam:	Svjetiljke s dir./indirektnom raspodjelom
Visina svjetiljke:	2,70 m
Faktor održavanja:	0,8
Ukupan svjetlosni tok svih žarulja:	15.264 lm
Ukupna snaga:	216 W
Ukupna snaga po površini (17,05 m ²):	12,67 W/m ² (2,78 W/m ² /100 lx)
Visina referentne površine:	0 m
Srednja rasvjetljenost E _{sr} :	456 lx
Minimalna rasvjetljenost E _{min} :	351 lx
Jednolikost U _o E _{min} /E _{sr} :	0,77

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing. el.



E 2398

GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE



2.1.3. POSTOJEĆE STANJE VANJSKE RASVJETE

Instalirana električna snaga vanjske rasvjete: cca 1,61 kW

Sustav vanjske električne rasvjete sastoji se od visokotlačnih žarulja i fluokompaktnih žarulja.

Rasvjeta je redovito održavana te je u zadovoljavajućem stanju kao i ispunjava normu HRN EN 13201-2:2016 rasvjetljenosti prostora.

Podaci o vrsti i količini rasvjetnih tijela dobiveni su iz snimka izvedenog stanja rasvjete, a detaljniji prikaz sustava rasvjete može se vidjeti u sljedećim tablicama i slikama.



Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Broj jedinica u armaturi	Snaga jedinice	Ukupan broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga s uključenom snagom predspojne naprave	Godišnja potrošnja električne energije
	[kom]	[kom]	[W]	[kom]	[kW]	[kWh/a]
Visokotlačna žarulja 1x100W	11	1	100	11	1,38	5.638
Fluokompaktna žarulja 1x18W	16	1	18	16	0,29	1.181
Ukupno	27			27	1,66	6.818

Prema danom prikazu i proračunatoj potrebnoj električnoj energiji za vanjsku izračunata je ukupna električna energija potrebna za vanjsku rasvjetu u iznosu:

$$E_L = 6.818 \text{ kWh}_{el}$$



2.1.4. NOVO STANJE VANJSKE RASVJETE

OPIS REKONSTRUKCIJE

Kako je snimkom izvedenog stanja postojeće rasvjete utvrđen dio koji nije energetski učinkovit te će se rekonstrukcija postojeće vanjske rasvjete izvesti na način kako će se visokotlačne žarulje na stupovima zamijeniti odgovarajućim LED svjetiljkama.

Predmetnom rekonstrukcijom bi se obuhvatilo sljedeće:

Tip rasvjete	Broj svjetiljki	Broj jedinica u armaturi	Snaga jedinice	Ukupan broj rasvjetnih tijela	Ukupna snaga s uključenom snagom predspojne naprave
	[kom]	[kom]	[W]	[kom]	[kW]
POSTOJEĆE STANJE					
Visokotlačna žarulja 1x100W	11	1	100	12,65	1,27
Fluokompaktna žarulja 1x18W	16	1	18	16	0,29
Ukupno postojeće stanje	27			29	1,55
STANJE NAKON REKONSTRUKCIJE					
LED reflektor 30W	11	1	30	11	0,33
Fluokompaktna žarulja 1x18W	16	1	18	16	0,29
Ukupno nakon rekonstrukcije	27			27	0,62

Iz prethode tablice vidljivo je mogućnost smanjenja instalirane snage rasvjetnih tijela ($1,55 - 0,62 = 0,94$ kW) koje iznosi cca 60% instalirane snage postojeće vanjske rasvjete.

S obzirom kako su postojeće električne instalacije projektirane i dimenzionirane prema postojećoj snazi rasvjetnih tijela u ovom slučaju kada dolazi do smanjenja instalirane snage (cca 60%) sa sigurnošću možemo potvrditi kako nema potrebe za zamjenom postojećih električnih instalacija (instaliranih vodiča) rasvjete.

Temeljem proračuna (na bazi 4.100 sati rada godišnje) pretpostavljena je potrošnja postojeće rasvjete u iznosu od cca 6.818 kWh/a, a uz pretpostavku istog načina korištenja rasvjete kao prije rekonstrukcije za očekivati je kako će nakon rekonstrukcije potrošnja električne energije biti proporcionalno manja smanjenju instalirane snage za 0,91 kW/a što na godišnjem nivou predstavlja uštedu od cca 4.000 kWh, odnosno cca 58%.

Prikaz ušteda	Prije	Poslije	Ušteda	
			[kW / kWh]	[%]
Snaga [kW]	1,55	0,62	0,935	60,21%
Energija [kWh]	6.818	2.804	4.014	58,87%



2.1.5. UKUPNE UŠTEDE U RASVJETI NAKON REKONSTRUKCIJE

Predmetnom rekonstrukcijom unutarnje i vanjske rasvjete omogućiti će se značajnije uštede u potrošnji električne energije i smanjene instalirane snage što je prikazano u sljedećoj tablici:

Prikaz ušteda	Prije	Poslije	Ušteda	
			[kW / kWh]	[%]
Snaga [kW]	18,49	15,05	3,45	18,63%
Energija [kWh]	88.287	69.306	18.981	21,50%

OPIS DEMONTAŽNIH RADOVA

Prilikom izvođenja radova na zamjeni postojeće rasvjete na stupovima i montaži nove rasvjete potrebno je osigurati da se radovi izvode sa isključenim napajanjem.

Troškovnikom su pobliže određeni radovi:

- demontaže i zbrinjavanje opreme koja se uklanja iz upotrebe
- demontaže i privremeno skladištenje opreme i pribora, koji ostaju za eventualnu daljnju upotrebu.



2.2. ELEKTRIČNE INSTALACIJE STROJARSKIH SUSTAVA

Predmet projekta je izrada tehničke dokumentacije elektroinstalacija za napajanje novoizvedene opreme strojarskih sustava u sklopu rekonstrukcije i to:

- električno napajanje dizalice topline
- električno napajanje novih pumpi u strojarnici
- električno napajanje automatske regulacije klima komora
- električno napajanje novoizvedenih ventilokonvektora u smještajnim jedinicama
- signalno-kontrolno ožičenje automatske regulacije klima komora
- signalno-kontrolno ožičenje sobnih kontrolera i senzora otvaranja prozora

2.2.1. RAZVOD KABELA

Za niskonaponski razvod napanja koristit će se kabeli tipa NYM (PP-Y) ili za vanjski razvod i teže uvjete rada 600/1000V tip kao NYY (PP00).

Minimalni presjek vodiča za pojedine instalacije:

Energetski kabeli	2.5 mm ²
Upravljački kabeli	0,75 mm ² / 1.5 mm ²

Dimenzioniranje kabela ovisit o veličini struje i padu napona, te uputama proizvođača. Kod dimenzioniranja kabela u obzir će se uzeti i faktor temperature, način polaganja kabela i broj kabela koji se polažu paralelno.

Zaštitni uređaji moraju biti dimenzionirani prema otporu petlje u slučaju kratkog spoja.

Općenito kabeli će biti položeni p/ž ili n/ž u zaštitne PVC cijevi ili SAPPa cijevi odnosno u kabelske metalne police.

Kabeli koji se polažu samostalno (pojedinačni kabeli) mogu se polagati na odg. odstoje obujmice, s time da nije narušena sigurnost i estetika ili u zaštitne krute i čelične cijevi odg. promjera. Minimalno odstojanje između kabela i termotehničkih izoliranih instalacija iznosi 250 mm, a za neizolirane termičke instalacije min. razmak iznosi 350 mm.

Razmak između trasa kabela slabe struje (kabeli signalnih, komunikacije i tehničke zaštite) i trase kabela jake struje iznosi min. 300 mm.

2.2.2. INSTALACIJA PRIKLJUČAKA I UTIČNICE

Instalacija priključaka dizalice topline, opreme strojarnice i ventilokonvektora u smještajnim jedinicama izvodi se prema specificiranoj opremi i poziciji opreme strojarskog projekta.



2.2.3. INSTALACIJA IZJEDNAČENJE POTENCIJALA

Sve metalne mase koje mogu doći u dodira sa naponom treba spojiti na gromobransko uzemljenje. Svi kabele koji se spajaju na sabirnice uzemljenja moraju imati odgovarajuću kablsku stopicu, a sam spoj se izvodi čvrstom vijčanom vezom.

Međusobno povezivanje traka izvesti vijčanim spojem M10 i to za glavne sa tri vijka a za ostalo sa 2 vijka.

Tamo gdje se ne može ostvariti vijčani spoj (cijevi i sl.) koristiti odgovarajući vruće pocinčane čelične obujmice.

Uzemljenje metalnim masa izvesti vodičima žutozelene boje kako slijedi:

- sve cjevovode odg. obujmicama kabelom P/F 6mm²
- kutije za izjednačenje potencijala P/F 10mm²

2.2.4. ZAŠTITA

Zaštita od previsokog napona dodira

Temeljna zaštita od indirektnog napona dodira je nulovanje sa trećim odnosno petim vodičem (TN-S sustav).

Svi kabele moraju imati zasebni zaštitni vodič žutozelene boje u istom plaštu.

Zaštitni vodič se na jednom kraju spaja u razdjelnici na zaštitnu sabirnicu (PE), a na drugom kraju na metalno kućište el. uređaja, koji zbog greške na instalaciji može doći pod napon.

Glavni zaštitni vodovi polažu se odvojeno od napojnih vodova i to od glavnog razdjelnika do pojedinog razdjelnika u građevini. U sklopu svakog razvodnog ormara ugrađeni su odvodnici prenapona za zaštitu strujnih krugova od atmosferskih i sklopnih prenapona.

Zaštita od kratkog spoja izvedena je izborom automatskih instalacijskih prekidača-osigurača, visokoučinskim osigurača sa rastalnim ulošcima ili prekidačima u glavnim krugovima, a čije vrijednosti su dane u priloženim jednopolnim shemama razvodnih ormara.

Zaštita od preopterećenja strujnih krugova i motora izvedena je izborom osigurača odgovarajuće nazivne struje ili bimetalnim relejima za motore.

Zaštita električne instalacije od prenapona

Navedno je provedeno tako da se u svim razvodnim ormarima tako da se ugrađuju odgovarajući katodni odvodnici prenapona. Katodni odvodnici se postavljaju između sabirnica L1, L2, L3, N i zaštitne sabirnice PE.

Zaštita od slučajnog dodira dijelova pod naponom izvedena je izborom odgovarajućih materijala te izvedbom razdjelnika u traženoj razini zaštite.

Zaštita od prodora vlage i prašine izvedena je izborom opreme za traženu razinu.

Zaštita od mehaničkih oštećenja sprovedena je metalnim policama i cijevima na visinama nižim od 2m.

Zaštita od korozije sprovedena je zaštitnim temeljnim bojenjem i bojenje lakom svih
Če konstrukcija el. instalacije ili izborom odgovarajuće opreme (kanali, pocinčane trake i sl.).

Za mjere zaštite od udara groma u građevini je predviđena gromobranskom instalacijom sa temeljnim uzemljivačem FeZn 40x4mm te mrežom krovnih vodova i odvoda.



Sprovedno je Izjednačenje potencijala svih metalnih masa: razvodni ormari, limeni kabelski kanali, cjevovodi, zračni kanali, sanitarni prosotri i sva metalna kućišta opreme, antenski sustav i sl. na potencijalnu sabirnicu uzemljenja. Navedeno se izvodi bakrenim vodovima 6-25mm².

2.2.5. OZNAČAVANJE

Sva oprema treba biti označena odgovarajućim oznakama i natpisima.

Također, svi razvodni ormari, sklopke, rastavljači, razvodne kutije, itd. trebaju biti označeni pripadajućim brojem strujnog kruga i izvora napajanja. Oznake trebaju biti trajne izvedbe prilagođene radnoj okolini i uvjetima mjesta montaže.

Oznake za unutar objekta trebaju biti napravljene na crno-bijelim (ili crveno)-bijelim pločicama od laminirane plastike s graviranim slovima. Oznake i upute biti će ispisane crnim slovima, a upozorenja crvenim slovima.

Minimalna veličina slova treba biti 3mm.

2.2.6. ISPITIVANJE, MJERENJE I ATESTI

Nakon obavljenih elektromontažnih i instalacijskih radova nužno je sprovesti odgovarajuće preglede, ispitivanja i mjerenja, te pripremiti dokumentaciju za tehnički pregled:

- a) uredno vođen građevinski dnevnik
- b) ispitni protokol o izmjerenom otporu izolacije kabela
- c) ispitni protokol o efikasnosti djelovanja zaštite
- c) ispitni protokol o izmjerenom otpotu zaštitnog uzemljenja
- d) ispitni protokol o mjerama izjednačenja potencijala
- e) Izjava o funkcionalnom ispitivanju el. Instalacija
- f) ispitni protokol gromobrana i gromobranskog uzemljenja
- g) atesti aparata, uređaja i kabela i ostalog materijala
- h) projektну dokumentaciju sa statusom-izvedeno stanje

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing.el.



GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE



2.2.7. PRORAČUNI

2.2.7.1. DIMENZIONIRANJE KABELA PREMA NAZIVNOM OPTEREĆENJU

Presjek i tip izoliranih vodiča i kabela određuje se prema trajno dopuštenoj struji kabela (N.B2.752), odnosno uvjet vrijedi da je trajno dopuštena struja kabela veća od nazivne struje potrošača kojeg kabel napaja.

U slijedećoj tablici prikazan je proračun kabela za karakteristične strujne krugove, a s obzirom na zagrijavanje vodiča za projektirane strujne krugove.

Opis	P (kW)	I _{naz} (A)	S (mm ²)	I _{kab} (A)	F _g	F _t	I _{dop} (A)
GRO - Dizalica topline	101,00	266,88	4x120 +70	285	0,95	0,94	254,51
ROKO - Pumpa 3	0,50	1,32	3 x 2,5	25	0,95	0,94	22,33
RKO - Aut. Regulacija	0,14	0,37	3 x 2,5	25	0,95	0,94	22,33
RO (soba) - Ventilokonvektor	0,25	0,66	3 x 1,5	20	0,95	0,94	17,86

gdje su:

- P** nazivna snaga trošila
- I_{naz}** nazivna struja trošila
- S** presjek kabela
- I_{kab}** nazivna trajno dopuštena struja kabela
- F_g** korekcijski faktor zbog grupnog polaganja
- F_t** korekcijski faktor zbog temperature okoline
- I_{dop}** stvarno dozvoljeno strujno opterećenje kabela

Iz tablice je vidljivo da su trajno dopuštene struje kabela veće od nazivnog trajnog opterećenja potrošača, te možemo zaključiti da je izbor presjeka kabela zadovoljava u smislu članka 2.2.2. standarda N.B2.752

2.2.7.2. DIMENZIONIRANJE KABELA PREMA PADU NAPONA

Dopušteni pad napona definira se prema članku 20. pravilnika (SI.I. 53/88) i glasi:

Dopušteni pad napona između napojne točke el. instalacije i bilo koje druge točke na smije biti veći od ovih vrijednosti prema nazivnom naponu el. instalacije:

- 1) za strujni krug rasvjete 3%, a za strujni krug ostalih trošila 5% ako se el. instalacija napaja iz niskonaponske mreže
- 2) za strujni krug rasvjete 5%, a za strujni krug ostalih trošila 8% ako se el. instalacija napaja neposredno iz transformatorske stanice koja je priključena na visoki napon.



Za električnu instalaciju čija je duljina veća od 100m dopušteni pad napona povećava se za 0,005% po dužinskom metru iznad 100m, ali ne više od 0,5%.

Pad napona računamo prema izrazu:

Trofazni strujni krug

$$\Delta u = \frac{100 \times l \times P}{\chi \times S \times U^2} \%$$

Jednofazni strujni krug

$$\Delta u = \frac{100 \times 2 \times l \times P}{\chi \times S \times U^2} \%$$

gdje su:

- Δu** pad napona u %
- P** snaga potrošača (W)
- l** dužina strujnog kruga (m)
- S** presjek vodiča [mm²]
- χ** vodljivost (56 S/m za Cu, 37 S/m za Al)
- U** nazivni napon [V]

U slijedećoj tablici prikazan je proračun kabela s obzirom na dozvoljeni pad napona za karakteristične krugove:

Opis	U (V)	P (kW)	S (mm ²)	voda l (m)	κ (Sm/mm ²)	pad napona %	max. dozvoljeni %	pad napona < max. dozvoljenog
GRO - Dizalica topline	400	101,00	120	35,0	56	0,33	5	da
ROKO - Pumpa 3	230	0,50	2,5	2,0	56	0,01	5	da
RKO - Aut. Regulacija	230	0,15	2,5	5,0	56	0,01	5	da
RO (soba) - Ventilokonvektor	230	0,25	2,5	3,0	56	0,01	5	da

Iz tablice je vidljivo da su dobivene vrijednosti padova napona za karakteristične krugove (najudaljeniji krugovi rasvjete i priključnica) manje od dopuštenih, te možemo zaključiti da je izbor presjeka kabela zadovoljava u smislu Pravilnika o dozvoljenom padu napona u električnoj instalaciji.



2.2.7.3. PRORAČUN ZAŠTITE OD PREOPTEREĆENJA I STRUJE KRATKOG SPOJA

Uređaj za nadstrujnu zaštitu postavlja se na početku svakog strujnog kruga, odnosno na mjestima gdje se smanjuje dozvoljena struja kratkog spoja. Postavljanje uređaja na mjestima promjene presjeka kabela i vodiča može se izbjeći ako uređaj ispred tih mjesta štiti i kabel manjeg presjeka. Odabrani zaštitni uređaji (automatski i rastalni osigurači) prekidaju struje reopterećenja prije nego što struja preopterećenja uzrokuje štetno povišenje temperature.

Izbor opreme odgovara zahtjevima iz točaka 4. i 5. standarda N.B2.743 i to:

Radne karakteristike uređaja za zaštitu od preopterećenja odabrane su prema nominalnom opterećenju strujnog kruga i dozvoljenom opterećenju kabela tj. Moraju biti zadovoljeni uvjeti

- a) $I_b < I_n < I_z$
- b) $I_2 < 1,45 \times I_z$

gdje su:

- I_b nazivna struja trošila
- I_z trajno podnosiva struja kabela
- I_n nazivna struja zaštitnog uređaja
- I_2 struja koja izaziva pouzdano djelovanje zatitnog uređaja
 $I_2 = k \times I_n$

pri čemu je koeficijent k definiran tablicom:

I_n (A)	< 4	4 < ... < 10	10 < ... < 25	> 25
k	2,1	1,9	1,75	1,6

U slijedećoj tablici prikazan je proračun zaštite od preopterećenja karakterističnih krugova:

Opis	I_b	I_n	I_z	k	I_2	$I_b < I_n < I_z$	$I_2 < 1,45 I_z$
GRO - Dizalica topline	153,45	285	400	1,60	456,0	da	da
ROKO - Pumpa 3	1,32	16	43	1,75	28,0	da	da
RKO - Aut. Regulacija	0,40	16	43	1,75	28,0	da	da
RO (soba) - Ventilokonvektor	0,66	10	43	1,75	17,5	da	da

Iz tablice je vidljivo da izabrani zaštitni uređaji i kabeli za pet karakterističnih krugova zadovoljavaju navedena dva uvjeta, te možemo zaključiti da je izbor zaštitnih uređaja i presjeka kabela zadovoljava i prema zahtjevima standarda N.B2.743 za zaštitu od preopterećenja.



Za proračun zaštite od kratkog spoja, za kratke spojeve koji traju do pet sekundi, vrijeme unutar kojeg vodiči dosežu dopuštenu temperaturnu granicu računa se prema izrazu

$$\sqrt{t} = k \times \frac{S}{I_{KS}} \text{ (s)}$$

gdje su:

- t** vrijeme unutar kojeg odabrani zaštitni uređaj treba isklopiti [s]
- S** presjek vodiča [mm²]
- I_{KS}** efektivna vrijednost stvarne struje kratkog spoja [A]
- k** koeficijent ovisan o vrsti vodiča i definiran je tablicom:

Tip vodiča	Cu vodič sa PVC izolacijom	Cu vodič izoliran gumom ili umreženim polietilenom	Al vodič sa PVC izolacijom	Al vodič izoliran gumom ili umreženim polietilenom
k	115	135	74	87

s time da koeficijent k nije definiran za:

- vodiče presjeka manjeg od 10 mm²
- kratke spojeve dulje od pet sekundi
- druge vrste spojeva vodiča
- gole vodiče
- vodiče sa mineralnom izolacijom.

U slijedećoj tablici prikazan je vremena prorade zaštitnih uređaja pet karakterističnih strujnih krugova:

Opis	P (kW)	I (A)	I _n osig. (A)	S (mm ²)	R (Ω)	I _{KS} (kA)	t (s)
GRO - Dizalica topline	101,00	35	400	4 x 120 +70	0,005	1.091,01	trenutno
ROKO - Pumpa 3	0,50	2	16	3 x 2,5	0,014	3,26	trenutno
RKO - Aut. Regulacija	0,15	5	16	3 x 2,5	0,001	3,92	trenutno
RO (soba) - Ventilokonvektor	0,25	3	10	3 x 2,5	0,021	1,33	trenutno



2.2.7.4. PRORAČUN ZAŠTITE OD INDIREKTNOG DODIRA

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

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

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

U_0 (V)	120	220 (230)	380 (400)	>400
t (s)	0,8	0,4	0,2	0,1

Najduže dozvoljeno vrijeme isklapanja vrijedi za krajnje strujne krugove:

- priključnice
- strujne krugove koji se napajaju direktno bez priključnica, ručne aparate klase I ili prenosive aparate koji se pomiču rukom prilikom uporabe

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

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



Za primjer je uzeta konfiguracija petlje kvara za strujni krug od GRO do Dizalice topline, kao najnepovoljniji slučaj, te petlja kvara izgleda:

GRO – Dizalica topline

35 m

120 mm²

Impedanciju petlje kvara iznosi računa se prema formuli:

$$Z_s = 2 \times L \times r$$

gdje je:

L – dužina strujnog kruga (km)

r – specifični otpor vodiča (Ω/km)

pa dobivamo za iznos impedancije petlje kvara Z_s :

$$Z_s = 2 \times 0,035 \times 0,124 = 0,000868 \, \Omega$$

za dozvoljeno vrijeme prorade $t=0,4s$ iz krivulja prorade visokoučinkovitog osigurača 400A, 120kA prekidne moći, očitava se $I_a = 70A$ pa nam vrijedi:

$$Z_s \times I_a = 0,000868 \times 8.000 = 6,94 \, V < U_0$$

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

Zagreb, rujan 2018.



GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing.el.



2.3. FOTONAPONSKA ELEKTRANA

Republika Hrvatska je na putu prema EU prihvatila te ciljeve i definirala ih kroz razne strategije kao npr. u:

- Strategiji prostornog uređenja Republike Hrvatske (donio Sabor 1997.god.)
- Strategiji održivog razvitka Republike Hrvatske (donio Sabor 2009. god.),
- Nacionalnom programu Republike Hrvatske za pristupanje Europskoj uniji – 2009. godina.
- Nacionalnoj strategiji zaštite okoliša (donio Sabor 2009. god)

Iz navedenog razloga na snazi je i Pravilnik o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN RH 88/2012) koji propisuje uvjete i mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije i kogeneracije.

Villa Brezovica nova planira izgradnju solarne elektrane snage 19,44 kW ugradnjom fotonaponskih modula na krov predmetne zgrade.

Fotonaponski sustav Ville Brezovica biti će u osnovi sastavljen od:

- fotonaponskih modula koji iz energije sunca proizvode električnu energiju,
- izmjenjivača koji istosmjernu struju pretvaraju u izmjeničnu,
- mjerne i priključne opreme (kabeli, ormar s brojilom, osiguračkom sklopkom i dr.)
- nosive metalne podkonstrukcije

Solarna elektrana Villa Brezovica biti će priključena na niskonaponsku mrežu HEP-a, blok shema priključenja na niskonaponsku mrežu i smještaj fotonaponskog sustava prikazan je u grafičkim prilogima.

2.3.1. OBUHVAT ZAHVATA U PROSTORU I ELEKTROENERGETSKA SUGLASNOST

Obuhvat zahvata u prostoru – fotonaponske elektrane, nalazi se na krovu zgrade Villa Brezovica, Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb, k.č. 2877/2, k.o. Brezovica. Za fotonaponsku elektranu izdana je Elektroenergetska suglasnost, u nastavku.



VILLA BREZOVICA NOVA D.O.O.
DESPRIMSKA 1A
10257 BREZOVICA

TELEFON 01/4601-111
TELEFAX 01/4856-329
POŠTA 10000 ZAGREB
IBAN HR1023400091510077619

NAŠ BROJ I ZNAK 400100103/18291/18TR

VAŠ BROJ I ZNAK

PREDMET Elektroenergetska suglasnost

DATUM 11.09.2018.

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTRA ZAGREB (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Uredbe o izdavanju energetske 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 VILLA BREZOVICA NOVA D.O.O., DESPRIMSKA 1A, 10257 BREZOVICA, OIB: 17461987750 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva), izdaje

ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)

Broj: 400101-180227-0012

Prihvaća se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 06.09.2018. godine, pod urudžbenim brojem 38715, za (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji: ZAGREB, DESPRIMSKA 1 A, k.č.br. 2877/2, k.o. BREZOVICA

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

I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: elektrana

Vrsta elektrane: SUNČANA ELEKTRANA

Ukupna instalirana snaga elektrane: 19,44 kVA

Predviđiva godišnja proizvodnja električne energije: 19.000 kWh.

Predviđiva godišnja potrošnja električne energije: 5.600 kWh.

II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

Za eventualno neizbježno premještanje, zaštitu, rekonstrukciju i/ili uklanjanje postojećih elektroenergetskih vodova i objekata treba zatražiti izradu projekta/tehničkog rješenja i naručiti radove od HEP-ODS d.o.o., ELEKTRE Zagreb.

Svi troškovi projektiranja i izvođenja zahvata na postojećoj nn mreži, troškovi zaštite mreže zbog radova u blizini, kao i troškovi popravka kvarova na el. en. vodovima koji bi eventualno nastali pri izvođenju građ. radova, idu na teret kupca.

Navedeni troškovi nisu obuhvaćeni Ponudom/Ugovorom o priključenju.



Kupac/Proizvođač je dužan djelatnicima HEP-ODS d.o.o. u svakom trenutku osigurati neometan pristup SPMO-e ormaru.

III. UVJETI PRIKLJUČENJA

1. IZVEDBA PRIKLJUČKA

2.1. Priključna snaga i mjesto priključenja na mrežu

Ukupna priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 110,00 kW

Postojeća priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže: 110,00 kW na OMM broj 12446250.

Ukupna priključna snaga u smjeru predaje u mrežu: 19,44 kW

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

Mjesto priključenja na mrežu: NN sabirnice

Napajanje mjesta priključenja iz: TS 5064 DREŽNIK 1, izvod S.K. 6 i 7.

2.2. Opis izvedbe priključka

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

Uređaj za odvajanje smješten je u: SPMO-E

2.3. Obračunska mjerna mjesta

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

Mjesta mjerenja električne energije: SPMO-E

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:

TN-C-S sustavom

U niskonaponskoj električnoj instalaciji Građevine kod primjene TN sustava uzemljenja obvezno 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.

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: Inverter

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 ± 10 stupnjeva.

b) elektrane s asinkronim generatorom:

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

Uvjeti paralelnog pogona osiguravaju međusobno usklađene zaštite elektrane i distribucijske mreže. U slučaju odstupanja od propisanih uvjeta za paralelni pogon, zaštita mora odvojiti elektranu iz paralelnog pogona. Za paralelni pogon 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 proradnih 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.

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 EE: izjaviti prigovor na rad HEP ODS-a Hrvatskoj energetskej regulatornoj agenciji, Ulica grada Vukovara 14, 10000 Zagreb

Prilozi:



5

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 ZAGREB
- Pismohrani

Direktor:

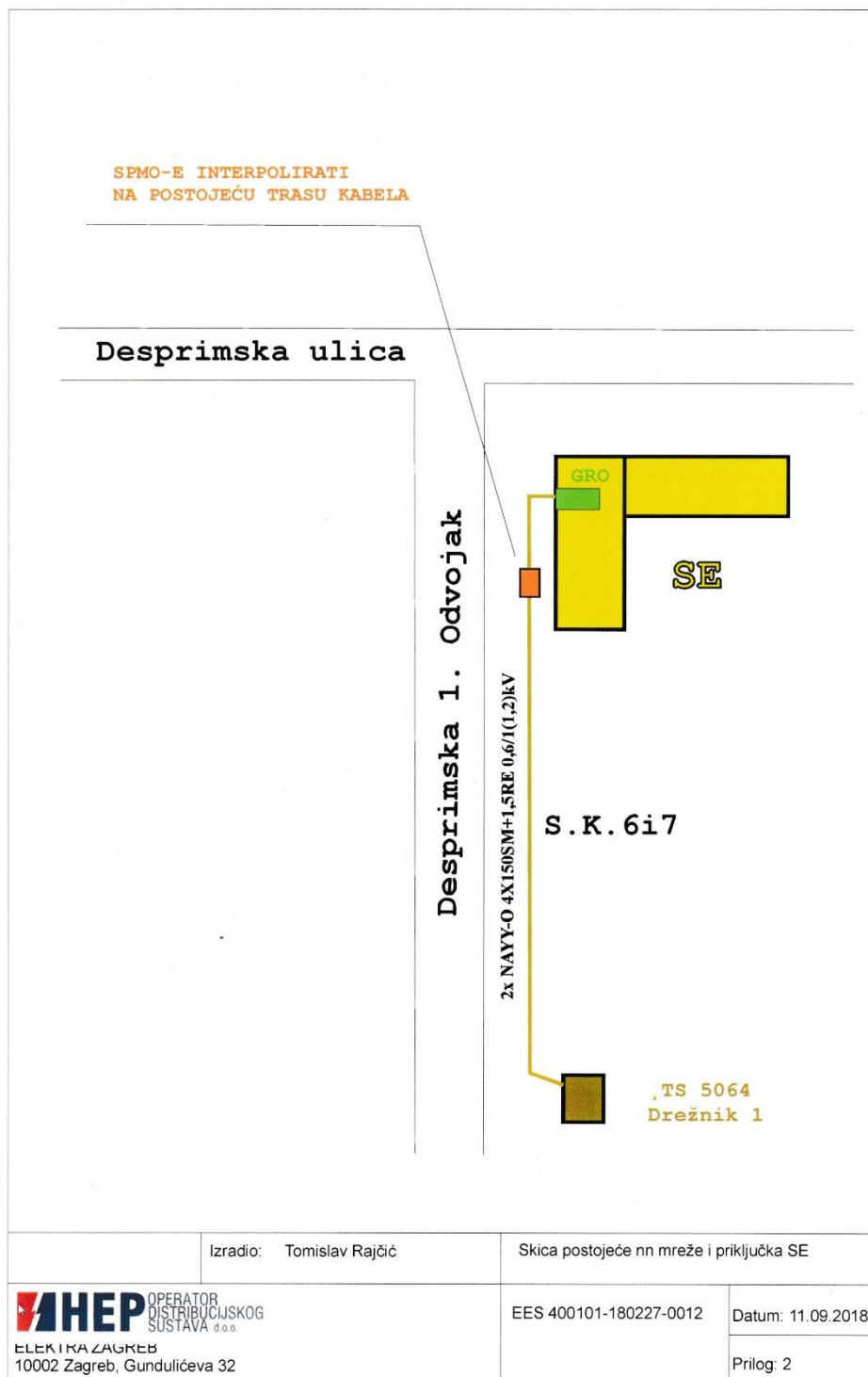
Jure Jozic, dipl.ing.

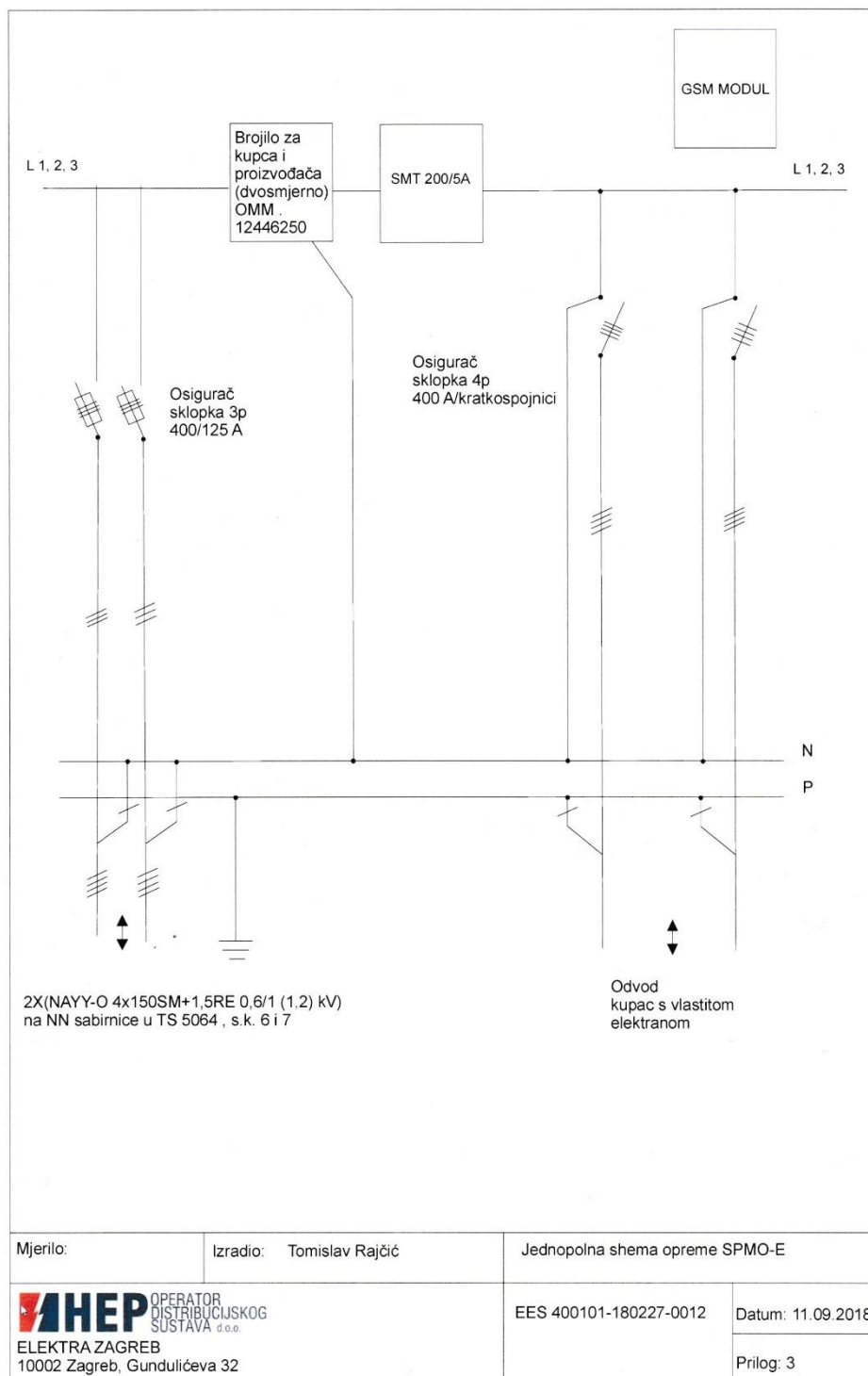
HEP - Operator distribucijskog sustava d.o.o. ZAGREB
DISTRIBUCIJSKO PODRUČJE ELEKTRA ZAGREB 3



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
12446250	VILLA BREZOVICA NOVA D.O.O.	KUPAC S VLASTITOM PROIZVODNjom	0,40	110,00	19,44	0,95 ind. - 1	1	3







2.3.2. NAMJENA GRAĐEVINE

Građevina, solarna elektrana Villa Brezovica, će biti projektirana za paralelni rad sa električnom mrežom, odnosno mogućnost korištenja električne energije za potrebe korisnika objekta kao i mogućnost predaje električne energije u sustav NN električne mreže HEP ODS Elektra Zagreb.

2.3.3. OPIS, VELIČINA I POVRŠINA GRAĐEVINE

Na dijelu krova zgrade, kao što je prikazano u nacrtima, postaviti će se na tipsku montažnu podkonstrukciju ukupno 72 fotonaponska modula.

Moduli su okvirnih dimenzija (V x Š x D) 1650 x 992 x 40 mm svaki (veličina ovisi o proizvođaču, ali se neće bitnije razlikovati).

Moduli se slažu u redove, duljim bridom orijentiranim u smjeru sjever-jug.

Izmjenjivači za pretvorbu istosmjerne struje u izmjeničnu smjestiti će se na krovu objekta kako je prikazano u nacrtu 3.3., a neposredno uz njih će se ugraditi novi razvodni ormarić (RO-FN). Od razvodnog ormarića položiti će se kabel NYY-O 5x16 mm² do postojećeg mjerno-priključnog ormarića smještenog uz recepciju na glavnom ulazu u objekta (predviđeno mjesto spoja na HEP-ovu mrežu).

Način priključka i opremanje kućnog priključno-mjernog ormarića (KPMO) biti će sukladno uvjetima HEP ODS-a, definiranim u elektroenergetskoj suglasnosti (EES) u kojoj će biti i definirana nabava, doprema i izvedba priključka i polaganja kabela za spoj sa postojećim priključnim ormarićem.

2.3.4. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA

Sam rad fotonaponskog sustava 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.

2.3.5. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Svi ugrađeni elektromaterijali, fotonaponski moduli, nosači opreme i nosiva podkonstrukcija su slabo gorivi pa posebne mjere zaštite od požara nisu potrebne.



2.3.6.. OPIS OPREME

Fotonaponski sustav je u osnovi sastavljen od:

- fotonaponskih modula koji iz energije sunca proizvode električnu energiju,
- izmjenjivača koji istosmjernu struju pretvaraju u izmjeničnu,
- mjerne i priključne opreme (kabeli, ormar s brojilom, osiguračkom sklopkom i dr.)
- nosiva metalna podkonstrukcija

Blok shema u nacrtu 3.1. prikazuje osnovni koncept i karakteristike elemenata fotonaponskog sustava i način priključenja.

2.3.6.1. FOTONAPONSKI MODULI

Fotonaponski moduli služe za izravnu pretvorbu sunčane energije u električnu energiju. Dimenzije modula koji bi se ugradili su (V x Š x D) 1650 x 992 x 40 mm, težina im je približno 19 kg i imaju sljedeće elektroenergetske karakteristike:

- maksimalna snaga 270 Wp
- napon pri maksimalnoj snazi 31,6 V
- struja pri maksimalnoj snazi 8,57 A
- napon otvorenog kruga 39,0 V

Dimenzije i elektroenergetske karakteristike fotonaponskih modula ovise o proizvođaču i modelu i mogu se promijeniti, ali po dimenzijama i karakteristikama neće se bitnije razlikovati.

Fotonaponsko polje čini ukupno 72 modula, a sastoji se od 3 niza (stringa) svaki po 24 serijski spojenih fotonaponskih modula. Fotonaponsko polje je spojeno na poseban izmjenjivač nazivne izlazne snage od 12 kVA.

Uz pretpostavku korištenja ukupno 72 fotonaponskih modula snage 270 W ukupna vršna snaga fotonaponskog sustava iznosi **19,44 kWp**.

Tehnički podaci fotonaponskog sustava:

Naziv	Fotonaponska elektrana Villa Brezovica
Nazivna snaga FN sustava	19,44 kWp
Način rada	Paralelno s NN električnom mrežom
Vrsta pogona	Sunčevo zračenje
Broj modula	72
Tehnologija	Monokristalični Si



2.3.6.2. IZMJENJIVAČ

Izmjenjivač pretvara istosmjernu struju u izmjeničnu te na izlazu daju izmjenični napon reguliranog iznosa i frekvencije sinkroniziran s naponom NN mreže. U konkretnom slučaju predviđena je ugradnja tri (3) izmjenjivača za vanjsku ugradnju slijedećih osnovnih karakteristika:

3 x SMA TRIPOWER 7000 TL	
Max. ulazna DC snaga	7.500 Wp
Max. izlazna AC snaga	7.000 VA
Max. DC napon	1.000 V
PV napon, MPP područje	290-800 V
Max ulazna struja	15 A

Osim navedenog, izmjenjivač je opremljen i sustavom za praćenje rada mreže, uređajem za automatsku sinkronizaciju, zaštitnim urjeđajima kao npr. zaštita od prenapona, zaštita od injektiranja istosmjerne struje u mrežu i dr.

Dimenzije predviđenog izmjenjivača bi približno iznosile (Š x V x D) 470 x 730 x 240 mm, težine cca 37 kg. Karakteristike i dimenzije izmjenjivača ovise o proizvođaču i modelu i mogu se promijeniti, ali po dimenzijama i karakteristikama neće se bitnije razlikovati.

2.3.6.3. RAZVODNI ORMAR RO-FN

Razvodni ormar RO-FN treba biti napravljen za definiranu svrhu za vanjsku ugradnju, kakvoće i odgovarajuće veličine za ugradnju opreme, s odgovarajućom zadnjom aranžirnom pločom i vratima s pregradom za smještaj dokumentacije i dovoljno praznog prostora za eventualnu dogradnju zaštitnih uređaja u slučaju proširenja. Stupanj mehaničke zaštite je minimalno IP64.

Razvodni ormar treba biti opremljen glavnim prekidačima na dovodu, bakrenim sabirnicama (L1, L2, L3, N i PE), a na odvodima odgovarajućim automatskim zaštitnim osiguračem za zaštitu strujnog kruga od struja kratkog spoja i preopterećenja.

U sklopu razdjelnika predviđeni su džepovi za nacрте kao i svi elementi za priključak strujnih krugova označavanje opreme i natpisi upravljačkih funkcija upravljačke i signalne opreme koja se montira na vrata razdjelnika.

2.3.6.4. NN KABELI I MJERNO-PRIKLJUČNA OPREMA

Istosmjerni kabeli će se podžbukno spustiti do mjesta postavljanja invertera. Uz inverter će se montirati razvodni ormarić iz kojeg će se položiti izmjenični kabel za priključak na mjerno-priključno mjesto na NN mrežu HEP-a. Mjerno-priključni ormarić za priključak na NN HEP-a biti će opremljen osiguračima, sklopkom četveropolne izvedbe, prenaponskom zaštitom i obračunskim brojiлом u skladu sa uvjetima od HEP-a (prema EES-u).



2.3.6.5. NOSIVA KONSTRUKCIJA

Postojeći krov je kombinacija ravnog i bačvastog krova, a fotonaponski moduli se smještaju u dijelu ravnog krova orijentiranom prema jugu.

Fotonaponske module potrebno je učvrstiti na tipičnu montažnu podkonstrukciju za ravne krovove. Podkonstrukcijske elemente potrebno je učvrstiti izravno nosivu konstrukciju krovšta, te na njih montirati nosači na koje će se montirati fotonaponski moduli. Pričvrsne rupe osigurati od prodora vode i antikorozivno zaštititi. Međusobno učvršćivanje fotonaponskih modula na nosače je potrebno izvesti s posebnim stezaljkama za pričvršćivanje fotonaponskih modula.

2.3.7. TRANSPORT

Svi dijelovi opreme koji se ugrađuju, nabavljaju se gotovi ili predgotovljeni (tipska nosiva konstrukcija) i kao takvi se dopremaju i montiraju na mjestu ugradnje. Dijelovi su takvih dimenzija da se nesmetano mogu transportirati do mjesta ugradnje.

2.3.8. MONTAŽA

Montaža fotonaponskog sustava vrši se po sljedećem postupku:

a) građevinski radovi:

- montaža nosive podkonstrukcije za montažu fotonaponskih modula; svi elementi se na mjestu ugradnje spajaju vijčanim spojevima, a na krovu će biti montirani i učvršćeni na način koji omogućava jednostavnu demontažu.

b) montaža elektroopreme

- montaža i spajanje fotonaponskih modula
- postavljanje i spajanje izmjenjivača,
- polaganje NN kabela do mjerno-priključnog ormara i ugradnja opremljenog ormara
- mjerenja, ispitivanja i puštanje u pogon s izdavanjem odgovarajućih ispitnih protokola.

2.3.9. 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.



2.3.10. ODRŽAVANJE I PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA GRAĐEVINE

Za izvedbu fotonaponskog sustava koristi će se oprema vrhunske tehnologije koja traži minimalna održavanja.

Kako bi fotonaponski sustav ispravno i kvalitetno radio, održavanje treba biti usklađeno s uputstvima proizvođača opreme i zahtjevima tehničkih propisa i normi glede sigurnosti (zaštite) na radu, periodičnosti i opsega pregleda, servisa, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

Projektom predviđeni vijek trajanja građevine tj. funkcionalno korištenje solarne elektrane je 25 godina. Tijekom tog vremena potrebno je koristiti opremu koja zadovoljava normativno definirane okvire vremenske degradacije kako bi se osiguralo projektom predviđena funkcionalnost i primjenjivost građevine uz pridržavanje uputa za korištenje i održavanje.

Zagreb, rujan 2018.



GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing.el.

2.3.11 PRORAČUN KABELA

FN moduli su podijeljeni u 3 skupine snage 6,48 kW od koja je svaka sastavljena od jednog stringa sa po 24 (dvadesetičetiri) FN panela vršne snage 270 Wp. Svako polje je spojeno do istosmjerne strane izmjenjivača solarnim kabelom 2 x PV1-F. Istosmjerna struja koja prolazi spojnim kabelom do izmjenjivača jednaka je:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6,48 \text{ kW}}{758,40 \text{ V}} = 8,54 \text{ A}$$

U normalnom pogonu mogu se očekivati manji iznosi struja budući da će napon istosmjerne veze biti veći. Proračun je napravljen s minimalnom vrijednošću napona i maksimalnom vrijednošću snage pa je proračun na strani sigurnosti.

Maksimalna ulazna istosmjerna struja izmjenjivača na ulazima A i B je 15 A/10 A pa izmjenjivač zadovoljava.

Maksimalno strujno opterećenje solarnog kabela 2 x PV1-F 6 mm² iznosi 70 A pa odabrani kabel za istosmjerni dio kruga zadovoljava svojim karakteristikama.

Veza između izmjenjivača i priključnog ormarića (RO-FN), te od njega do priključnog mjesta u GRO izvedena je kabelom NYY 5 x 16 mm². Maksimalna struja koja prolazi istim kabelom jednaka je:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U} = \frac{19,44 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V}} = 28,42 \text{ A}$$

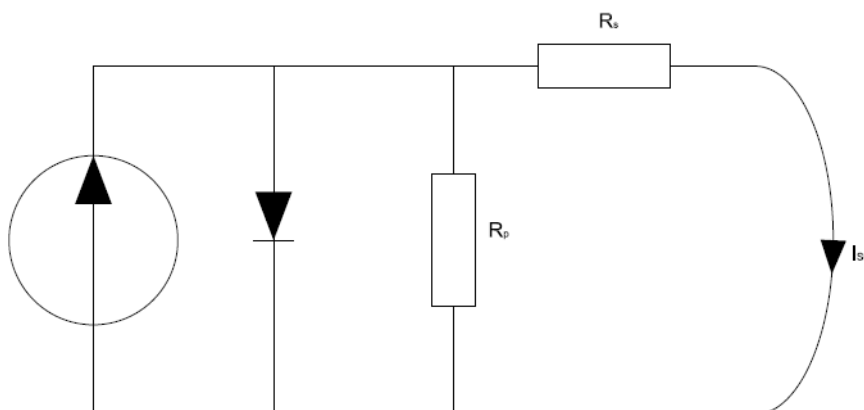
Maksimalno strujno opterećenje NYY 5 x 16 mm² iznosi 78 A pa odabrani kabel za izmjenični dio kruga zadovoljava.

Potrebno je u GRO na dovlažu iz RO-FN ugraditi osigurač C 35 A te izvršiti spajanje sustava na mrežu shodno elektroenergetskoj suglasnosti.



2.3.12. PRORAČUN STRUJE KRATKOG SPOJA

Fotonaponski moduli modeliraju se kao strujni izvori sukladno sljedećoj slici:



Pri tom je struja I_{sc} prilikom spajanja međusobno u serijske kombinacije, 24 serijski spojenih modula čini 1 string, 2 polja, svako ukupne maksimalne snage od 6,48 kW.

Pojedinačni doprinos jednog stringa ukupnoj struji kratkog spoja iznosi $I_{sc}=8,57$ A (prema podacima proizvođača FN modula). S tri paralelne takve kombinacije dobije se ukupni doprinos struji kratkog spoja izmjenjivača od:

$$I_{sc,uk} = n_s \times I_{sc} = 3 \times 8,57 = 25,71 \text{ A}$$

Ova struja kratkog spoja javlja se isključivo pri maksimalnoj snazi.

Vidljivo je da je doprinos struji kratkog spoja zanemarivog iznosa ukoliko se uzme da je struja kratkog spoja od strane mreže reda veličine kA tako da postojeću opremu unutar postojećih razvodnih ormara (prekidače, sabirnice, kabele...) nije potrebno mijenjati.



2.3.14. PRORAČUN STRUJE PADA NAPONA

Pad napona proračunat je za kritični slučaj najduljeg bakrenog kabela presjeka 6 mm² i to u krugu istosmjerne struje između FN modula i izmjenjivača. Procijenjena max. duljina je 95 m, a presjek vodiča iznosi 6 mm².

Pad napona u istosmjernim krugovima računa se prema formuli:

$$\Delta u_{DC} \% = \frac{\rho \times 100 \times I_N \times l}{S \times U_S} = 1,57 \%$$

Δu_{DC}	pad napona u %
I_N	nazivna struja (A)
l	dužina strujnog kruga (m)
S	presjek vodiča [mm ²]
ρ	specifični otpor (0,0174 S/m Ωmm ² /m za Cu)
U_S	nazivni napon [V]

U slučaju krugova izmjenične struje napravljen je kontrolni obračun pada napona od RO-FN do GRO koji pokazuje:

U (V)	P (kW)	S (mm ²)	voda l (m)	κ (Sm/mm ²)	pad napona %
400	19,44	16	30,0	56	0,41

Iz navedenog je vidljivo kako izabrani kabel NYY 5x16 mm² udovoljava po pitanju dozvoljenog pada napona (max 5%).



2.3.15. GROMOBRANSKA ZAŠTITA

Kako se za predmetni fotonaponski sustav koji se montira na postojeći objekt nije potrebno proračunavati i montirati posebni sustav zaštite od groma (Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18); Tehnički propis za sustave zaštite od munja na građevinama, NN 87/08, 33/10)) kako bi se osigurala sigurnost i zaštita od atmosferskog pražnjenja i pojave nedozvoljenih naponskih vrijednosti na metalnim dijelovima, izvest će se povezivanjem nosive metalne konstrukcije s postojećom gromobranskom instalacijom postavljenom na krovnu konstrukciju (metalne trake), a sve sukladno važećim normativnim preporukama i pozitivnoj praksi. Povezivanje je potrebno izvesti sa svake strane konstrukcije (istok-zapad) na postojeću gromobransku traku s pripadajuće strane.

Metalnu nosivu konstrukciju za FN module, potrebno je spojiti trakom Fe/Zn 25x4 mm s postojećom gromobranskom trakom na krovu zgrade.

Na zaštitni vodič spajaju se svi metalni dijelovi instalacije koji bi, uslijed kvara, mogli doći pod napon. Kako bi se to ostvarilo, potrebno je povezati sve metalne dijelove međusobno (dijelove nosive metalne konstrukcije). Za međusobno povezivanje metalnih dijelova i spoj na zaštitni vodič za potrebe izjednačavanja potencijala koristi se kabel NYY (žuto/zelene boje plašta) presjeka 16 mm².

Nakon završenih radova izmjeriti uzemljenje objekta koje mora biti manje od 25 ohm. Ukoliko taj zahtijev nije zadovoljen potrebno je kontaktirati projektanta o poduzimanju odgovarajućih mjera.

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing. el.



E 2398

GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.

OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE



3. DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

3.1. PRIMIJENJENI PROPISI

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17)
- Zakon o energetske učinkovitosti (NN 127/14)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju suglasnosti (NN 80/13, 14/14)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14, 61/17)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN 38/08)
- Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 117/17)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri uporabi radne opreme (NN 71/14, 118/14, 154/14)
- Pravilnik o sigurnosti strojeva (NN 28/11)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje završnih radova u građevinarstvu (Sl.l. 21-90-preuzet NN 53/91)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN RH br. 88/12)
- Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN 101/11, 74/13)
- Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96, NN 50/05)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima (NN 51/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri utovaru i istovaru tereta (NN 49/86 NN 59/96)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13)
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN br. 125/18, 70/18, 73/18)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 5/10)
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (SL 53/88 i dopuna 12/89):
 - HRN.N.AO.826. Termin i definicije
 - HRN.N.B2.741. Zaštita od električnog udara
 - HRN.N.B2.742. Zaštita od toplinskog djelovanja
 - HRN.N.B2.743. Zaštita od previsokih struja
 - HRN.N.B2.751. Izbor i postavljanje električne opreme u ovisnosti o vanjskim utjecajima
 - HRN.N.B2.752. Električni razvod, trajno dozvoljene struje
 - HRN.N.B2.754. Uzemljenje i zaštitni vodiči
 - HRN.N.B2.761. Metode mjerenja električnog otpora zidova i podova
 - Pravilnik o standardima za električne instalacije u zgradama (SL 68/88)



- Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje priključaka i ormara u zgradama (SL 35/74)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih trafostanica (SL 13/78)
- Pravilnik o standardu za električne instalacije niskog napona (SL 12/89)

- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (SL 62/70)
- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN RH br. 5/10)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN br. 33/10, 87/10, 146/10, 81/11, 100/11, 130/12, 81/13, 136/14)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN br. 110/08, 89/09, 79/13, 90/13.)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 97/14, 130/14)

Norme za proračun i projektiranje

Rasvjeta

- HRN EN 12464-1:2008 – Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2008)
- HRN EN 13201-2:2016 - Cestovna rasvjeta - 2. dio: Zahtijevana svojstva (EN 13201-2:2015)

Fotonaponski moduli

- HRN EN 60904, Photovoltaic devices
- HRN EN 50380:2008, Datasheet and nameplate information for photovoltaic modules
- HRN EN 61215:2008, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval (IEC 61215:2005; EN 61215:2005)
- HRN EN 61730:2008, Photovoltaic (PV) module safety qualification

Izmjenjivači i elektro oprema

- HRN 61000-3-3:2013, Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 3-3: Granice - Ograničenje kolebanja napona i treperenja u niskonaponskim sustavima napajanja za opremu s nazivnom strujom ≤ 16 A
- HRN 61000-6-3:2008, Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) -- Dio 6-3: Norme srodnih područja - Otpornost za stambena, poslovna i lakoindustrijska područja
- HRN EN 61727:2008, Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface
- HRN EN 61724:2008, Photovoltaic system performance monitoring - Guidelines for measurement, data exchange and analysis
- HRN EN 61683:2008, Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency
- HRN EN 62109-1:2011, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements
- HRN EN 62093:2008, Balance-of-system components for photovoltaic systems – Design qualification natural environments
- HRN EN 50178:2001, Elektronička oprema za uporabu u energetske instalacijama
- HRN HD 60364, Niskonaponske električne instalacije

Kabeli

- HRN HD 603 S1/A3, Distribucijski kabeli nazivnog napona 0,6/1 kV
- HRN HD 603 S1:2001+A2:2007, Distribucijski kabeli nazivnog napona 0,6/1 kV
- HRN EN 50085-1:2002, Sustavi za nošenje (pokriveni instalacijski kanali) i sustavi za vođenje (profilne cijevi) kabela za električne instalacije



- HRN EN 50085-1:2007/A1:2014, Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) za električne instalacije
- HRN EN 50085-2-1:2007/A1:2012, Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) za električne instalacije - Dio 2-1: Sustavi za nošenje i sustavi za vođenje kabela (instalacijski kanali) namijenjeni ugradbi na zidove i stropove

Predmetne instalacije izvoditelj treba izvesti u cijelosti prema projektu, a detalje koji nisu definirani tehničkim opisom izvesti prema važećim tehničkim propisima ili u dogovoru s projektantom.

Bez suglasnosti projektanta ili nadzornog inženjera nije dozvoljeno odstupiti od projekta ili njegovih dijelova, mjenjati načine izvedbe instalacije ili koristiti materijale koji nisu specificirani troškovnikom.

Obzirom na neophodnost provođenja mjera sigurnosti na predmetnoj građevini razlikujemo slijedeće radnje:

- radovi na izvedbi instalacije
- korištenje instalacije
- kontrola i ispitivanje instalacije

Radovi na izvedbi instalacije

Osiguranje gradilišta

Po završetku grubih građevinskih radova potrebno je ukloniti sve predmete koji bi mogli ometati slobodno kretanje djelatnika ili koji bi mogli ugroziti sigurnost radova.

Osiguranje djelatnika

Djelatnici moraju biti opremljeni odgovarajućim alatom i priborom za nesmetanu montažu instalacije.

Isto tako moraju biti opremljeni odgovarajućom zaštitnom opremom.

Sredstva i osobna zaštitna sredstva

Navedena sredstva moraju biti u potpunosti ispravna i izrađena sukladno sa pravilima zaštite na radu.

Posebno je važno da se prije početka rada provjeri ispravnost sredstava rada.

Kao osobna zaštitna sredstva koriste se rukavice, kacige, odjeća i obuća od izolacijskog materijala, alati s izoliranim drškama (npr. kliješta, odvijači, izolirke itd.), pribor za uzemljenje i spajanje, indikatori plina, izolacijske podloge i sl.

Sva osobna sredstva moraju biti u ispravnom stanju.



Osiguranje od udara el. energije

Zbog induktivnog utjecaja elektroenergetskih postrojenja ili atmosferskog pražnjenja, na kabelima ili aparatima može doći do pojave opasnog povišenog potencijala. Za vrijeme rada potrebno je izolirati cijelo tijelo prema zemlji ili barem na opasnim dijelovima. Mjere sigurnosti u svezi navedenog su slijedeće:

- stajati na nevodljivim materijalima (izolacijski tepisi),
- upotrebljavati izolacijske rukavice,
- držati radno odijelo suhim,
- kod rada na kabelima obvezatno uzemljiti kabele s obje strane.

Osiguranje radne površine i radnog mjesta

Radna površina predstavlja cjelokupnu građevinu. U sklopu ove površine posebno je potrebno osigurati priručne radionice i skladišta za postojeće materijale i opremu.

Sve otvore vertikala zaštititi ogradom, a alat držati udaljen najmanje 20cm od ruba otvora.

Osiguranje puteva za transport i evakuaciju djelatnika

Obvezatno osigurati puteve za horizontalni i vertikalni nesmetani transport materijala i opreme. Omogućiti nesmetan pristup do nužnih izlaza za slučaj potrebne evakuacije.

Osiguranje osvjjetljenja

Za nesmetano odvijanje radova obvezatno osigurati pomoćno osvjjetljenje priključkom na postojeću električnu mrežu građevine, a preko odgovarajućeg radilišnog ormarića sa propisnom i ispravnom zaštitom od previsokog napona dodira i struja kratkog spoja ili koristiti postojeće razvodne ormare.

Korištenje instalacije u pogonu

- da bi instalacija bila efikasna potrebno je eventualne zamjene elemenata instalacije vršiti atestiranim uređajima istih karakteristika
- osobitu pozornost treba obratiti da svi metalni dijelovi razdjelnika i čelični plaštevii kabela budu propisno uzemljeni,
- svi dodatni kabeli jake i slabe struje, u slučaju potrebe za proširenjem, položiti će se na propisanim međusobnim razmacima (prema važećim tehničkim propisima).



Kontrola i ispitivanje instalacije

Nakon završetka radova treba kompletnu elektroinstalaciju pregledati i ispitati sa izdavanjem atesta i protokola u svrhu dokaza kvalitete i to za:

- otpora izolacije
- otpor petlje, tj. efikasnost djelovanja zaštite od previsokog napona dodira
- otpor uzemljenja
- povezanost metalnih masa
- ispitni list razdjelnika

Nakon izvedbe radova potrebno je predati Investitoru tri primjerka dokumentacije izvedenog stanja instalacija sa ucrtanim svim promjenama u odnosu na projektiranu dokumentaciju.

Nakon uspješno obavljenog tehničkog pregleda objekta, i početka uporabe objekta korisnik je dužan u skladu sa tehničkim propisima povremeno vršiti kontrolu kvalitete izvedenih električnih instalacija. Ispitivanje može vršiti samo kvalificirana osoba sa potrebnim atestiranim instrumentima. O rezultatima mjerenja treba izdati atest kojeg treba trajno čuvati.



3.2. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA PRIMJENU PRAVILA ZAŠTITE NA RADU

Zaštita od previsokog napona dodira

Zaštita je izvedena isklapanjem strujnih krugova primjenom nulovanja. U slučaju bilo kratkog ili dozemnog spoja, uređaj mora isključiti oštećeni strujni krug prije no što se na metalnim masama trošila pojavi opasan napon dodira, odnosno da spriječi njegovo zadržavanje duže od propisanog vremena.

Zaštita od slučajnog dodira elemenata pod naponom

Zaštita se izvodi izolacijskim pokrovima na prekidačima i utičnicama, razvodnim kutijama te razdjelnicima električne energije.

Zaštita od opasnih struja kratkog spoja

Zaštita se izvodi automatskim osiguračima brze karakteristike okidanja, dimenzioniranim prema strujnom opterećenju i presjeku voda. U slučaju kratkog ili dozemnog spoja osigurač šticećenog kruga mora isključiti napajanje u vremenima kraćim od:

Vrijeme isklapanja (s)	Napon dodira (V)
5,00	50
1,00	75
0,50	90
0,20	110
0,10	150
0,05	220
0,03	280

Zaštita od zadržavanja napona na metalnim masama

Zaštita je izvedena povezivanjem svih metalnih masa kao vodovodnih, kanalizacijskih i cijevi centralnog grijanja, ventilacijskih kanala, okvira metalnih vrata vodičima žuto-zelene boje na kutije za izjednačavanje potencijala i zaštitnu sabirnicu razdjelnika električne energije.

Zaštita od mehaničkih oštećenja kabela

Zaštita je izvedena polaganjem vodova van dohvata ruke polaganjem u instalacione kanale i zaštitne cijevi.

Zaštita od vode i prašine

Zaštita je izvedena pravilnim izborom opreme, shodno uvjetima rada i mikro klimi.



Zaštita od nestručnog rukovanja

Zaštita je izvedena pravilnim instaliranjem opreme, postavljanjem tablica sa upozorenjem o stanju uključenih trošila, zabranama korištenja nekvalificiranim radnicima, posjedovanjem izvedbene dokumentacije, normativnim aktima i regulativi o osobama koje smiju rukovati opremom i otklanjanjem kvarova.

Kabeli i vodiči

Za razvod kabela u objektu koriste se :

- perforirane kableske police
- PVC cijevi
- odstoje obujmice

Primjenom ovog načina polaganja postiže se slijedeće:

- koncentracija kabela u malom prostoru
- jednostavnost polaganja kabela
- laka kontrola
- laka izmjena kabela i polaganje dodatnih strujnih krugova

Kompletna instalacija izvodi se kabelima tipa NYY.

Pri paralelnom polaganju energetskih i telekomunikacijskih kabela minimalni razmak iznosi 30 cm. Pri paralelnom polaganju kabela i cjevovoda potrebno je ostvariti min. razmak od 50 cm. Instalacija se izvodi kabelima tipa NYY prema važećim standardima HRN N. C5 220 i HRN N. C3. 220

Instalacijske cijevi i instalacijske kutije prema standardu HRN N. E1. 008 i HRN N. E1. 101 , 112.

Razvodni ormari

Stupanj zaštite električne opreme u razdjelnicima ostvaren je pomoću zaštićenih kućišta prema standardu NHR N. B2.070

Priključci neutralnih vodiča su pristupačno izvedeni sabirnicom, 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 zatvaranjem u razvodne ormare.

Zaštita od nedovoljnog inteziteta rasvjete

Zaštita je izvedena pravilnim izborom i rasporedom rasvjetnih tijela, a jakost rasvjete je u skladu sa normama (HRN EN 12464-1:2008)



3.3. PROGRAM TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA

Dotrajalu opremu i materijal izvoditelj radova je u obvezi ukloniti odgovarajućim prijevoznim sredstvima na mjesta predviđena za otpad, tako da se ničim ne narušava i ne nagrađuje okoliš oko građevine i puta do mjesta otpada.

Upotrebjeni materijali elektroinstalacija ne zagađuju okoliš, a električni uređaji ne proizvode buku ili vibracije, ili je ista u granicama dozvoljenih.

3.4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJE KAKVOĆE

Zakon o gradnji (NN RH 153/13, 20/17) definira tehnička svojstva bitna za građevinu.

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

Izvođač je obavezan ugrađivati materijale, poluproizvode, elemente, uređaje i tehničku opremu koji svojom kvalitetom i karakteristikama odgovaraju hrvatskim normama (HRN), poštivati preporuke proizvođača opreme kod montaže i posebne tehničke uvjete dane ovim projektom.

Radove treba izvesti u skladu sa tehničkim propisima, pravilnicima, poštujući iskustva struke i dobre prakse.

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

1. Ispitne protokole kao dokaz o kvaliteti i ispravnosti izvedenih radova
2. Dokaz o sukladnosti proizvoda; dokazuje se Izjavom o sukladnosti prema Zakonu o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13)
3. Za opremu, uređaje i materijal stranog podrijetla uvoznik je obavezan na tržište stavljati samo proizvod koji je sukladan s odredbama propisa koji se primjenjuju na taj proizvod. U slučaju kada Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN RH br. 80/13) to traži, uz proizvod moraju biti priložene upute i podaci o sigurnosti na hrvatskom jeziku. Svaki proizvod za koji je to tehničkim propisom propisano mora biti označen oznakom sukladnosti u skladu s Pravilnikom o obliku, sadržaju i izgledu oznake sukladnosti proizvoda s propisanim tehničkim zahtjevima (NN RH br. 46/08).

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

- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN RH 41/10)
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC) (NN RH br. 23/11)
- Pravilnik o sigurnosti strojeva, (NN RB br. 28/11), kao i posebne propise koji se mogu odnositi na konkretnu opremu/proizvod

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

- predmet ispitivanja
- vrsta ispitivanja
- metoda ispitivanja



- rezultat ispitivanja

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

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

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

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

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

Električni izolacijski otpor mjeri se između vodiča pod naponom, uzimajući dva po dva (prije povezivanja opreme), te između svakog vodiča pod naponom i zemlje (fazni vodiči i neutralni mogu se spojiti zajedno).

Ispitni napon je 500 V, a otpor ne smije biti manji od 500 kΩ.

Jačina rasvjete mjeri se luksmetrom s fotoelementom.

Otpor rasprostiranja uzemljivača mjeri se instrumentom s pomoćnim sondama.

Rezultat ispitivanja: Sve rezultate vizualnog pregleda, funkcionalnog ispitivanja i mjerenja treba prikazati u propisanim formularima sa unesenim podacima o načinu mjerenja, oznakama instrumenata, rezultatima mjerenja i zaključkom da li

rezultati ispitivanja potvrđuju ispravnost instalacija. Svaki ispitni protokol treba imati naziv firme, broj protokola, datum, ime i prezime ispitivača, potpis odgovorne osobe i pečat.

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

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

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



- Norme iz serije HRN HD 60364 (HRN HD 384): Električne instalacije zgrada – 5. dio: Odabir i ugradba električne opreme
- Norme iz serije HRN HD 60364 (HRN HD 384): Električne instalacije zgrada – 7. dio: Zahtjevi za posebne instalacije ili prostore

Za provjeravanje električne instalacije primjenjuje se norma:

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

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

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

Izvoditelj daje na svoje radove garanciju od dvije godine. Garantni rok počinje teći od dana tehničkog prijema instalacije, odnosno od dana predaje instalacije na upotrebu Investitoru, ako je isti zatražio prijem instalacije na upotrebu prije tehničkog prijema. Od garancije su isključeni dijelovi instalacije podložni trošenju.

Izvoditelj je dužan otkloniti sve nedostatke na instalacijama u garantnom roku. Ako se izvoditelj ne odazove na poziv Investitora da otkloni nedostatke, Investitor će iste otkloniti po trećem licu na teret izvoditelja.

Po isteku garantnog roka, Investitor treba izvršiti superkolaudaciju, to razriješiti Izvoditelja garancije. Ako Investitor ne izvrši superkolaudaciju, garantni rok se automatski prekida.

Sav korišteni materijal kod izvođenja instalacija mora odgovarati postojećim propisima i standardima, kao i popisu u troškovniku. Radove treba izvesti točno po nacrtu i opisu, a po uputama projektanta i nadzornog organa. Radove treba izvesti stručno i solidno.

Izvoditelj radova mora prilikom tehničkog prijema objekta dostaviti sve potrebne dokaze kvalitete izvedenih radova i ugrađenog materijala, to izvedbenu dokumentaciju.

Investitor je dužan da tijekom izvođenja radova na objektu osigurati stručni nadzor nad izvođenjem radova.

Tijekom izvođenja radova izvoditelj je dužan da sva nastala odstupanja trasa od onih predviđenih projektom unese u projekt, a po završetku radova treba predati Investitoru projekt stvarno izvedenog stanja.

Puštanje instalacije u eksploataciju dozvoljeno je tek nakon obavljenog tehničkog pregleda i dobijanja uporabne dozvole.

Ako troškovnikom i tehničkim opisom nije drugačije dato, narudžba materijala obuhvaća isporuku pripadajućeg materijala i proizvoda uključujući istovar, skladištenje i otpremu do mjesta ugradnje.

Za kompletan ugrađeni materijal i proizvode treba osigurati i priložiti atest o ispravnosti i kvaliteti, od ovlaštene organizacije. Ako nije u tekstu od strane Investitora drugačije napisano, ponuditelj se obvezuje za ponuđene proizvode, kod predaje ponude, dokazati kvalitet proizvoda i priložiti atest ovlaštene organizacije.

To naročito važi za proizvode kojima se kvaliteta (vrijednost) ne vidi na temelju tehničkih podataka.



U slučaju da se atest kvalitete ne priloži, Investitor će za dotični proizvod, u tehničkom opisu, odvojiti proizvod od atesta (proizvod+atest).

Kada ponuđeni proizvodi mijenjaju troškovnik i planove Investitor može dati svoju suglasnost uz uvjet da izvoditelj preuzima cijenu koštanja izmjene - promjene.

Za neophodna izvršenja i isporuke, koje nisu predviđene troškovnikom ili su nastale uslijed mijenjanja nacрта od strane Investitora, vrijede samo naknadne odredbe, dane u pismenom obliku - pravovremeno - prije izvođenja radova.

Naročitu pozornost kod pakiranja, transporta i skladištenja na radilištu, treba posvetiti kod

- razdjelnika
- uključnih uređaja - rasvjetnih tijela ili drugih osjetljivih dijelova uređaja.

Zagađeni ili oštećeni dijelovi uređaja neće se preuzeti.

Investitoru stoji na raspolaganju da ograniči, proširi ili potpuno prekriži pojedine pozicije.

Za nove pozicije treba Investitor u vremenu od 7 dana ili kraće, dostaviti ponovnu ponudu.

To treba učiniti kroz rad i potvrdu Investitora.

Jedinične cijene važe i tada kad količine pojedine instalacije odstupaju više od 20% količine ponude.

Za davanje ponuda ponuditelji moraju i trebaju predložiti referentne liste.

Ponuditelj treba, prije davanja ponude; pogledati radilište, pogledati sve mogućnosti prilaza i mogućnosti dostave. Također treba eventualne nejasnoće ili količine prije predaje ponude dogovoriti s planerima (tehnolozima) i s rukovodstvom gradilišta.

Nadzorna služba mora imati uvid u terminski plan to se mora odazvati na svaki poziv.

Za svako neopravdano produženje termina koje utvrdi nadzorna služba biti će u ugovoru određena kazna.

Ako drugačije nije dogovoreno izvoditelj od Investitora osigurano, bez posebnih dozvola, mogućnost skladištenja i prilaznih puteva kao i dozvoljeno korištenje vode i struje.

Izvoditelj daje jamstvo da, kod prenošenja dijela ugovora na jednog ili više kooperanata, preuzima sve ugovorne obveze iz ugovora zaključenog sa investitorom, to da će se istog pridržavati.

Ako drugačije nije dogovoreno, izvoditelj treba, bez posebnih zahtjeva, čistiti svoje radno mjesto.

Izvoditelj mora u tijeku gradnje s radilišta odvesti svu građevinsku šutu, sav otpadni materijal i nepotrebne uređaje.

Ako se ustanovi da kod konačnog obračuna suma prelazi ugovorenu sumu, a radi izmjene količina za više od 10%, izvođač treba obavijestiti investitora.

Pri izvođenju radova izvoditelj je dužan voditi računa o već izvedenim radovima na objektu. Ako bi se izvedeni radovi pri montaži električnih instalacija nepotrebno i uslijed nemarnosti i nestručnosti oštetili, troškove štete snosit će izvoditelj el. instalacija.

Rušenje i siječenje čeličnih armirano betonskih greda i stupova ne smije se vršiti bez znanja i odobrenja nadzornog organa za ove radove.

Svaki izvoditelj ima pravo izbora kome će dati ispitati kvalitetu i funkcionalnost, no to svakako mora biti ovlaštena organizacija. Troškove ispitivanja snosi ugovarač.

U slučaju da se ne održi i prekorači rok gradnje, ili pojedini dogovorni termini, može ponuditelj - izvoditelj platiti ugovorenu kaznu, koja se navodi a međusobnom ugovoru Investitor - ponuditelj (izvoditelj). U tom ugovoru navodi se i sva pravna regulativa.



Opći tehnički uvjeti jake struje

Kabelske trase

Na trasama kojima prolazi više kabela postavljaju se kabelske metalne police na standardne stropne ili zidne nosače čija se nosivost i dimenzije određuju ovisno o količini kabela. Na priloženim nacrtima prikazane su trase i naznačena njihova širina. Koriste se pocinčane ili galvanizirane trase visine 50mm. Ako se trase montiraju na visinu manju od 2m obavezno se moraju postaviti poklopci.

Razvod kabela iznad zemlje

Kabeli se polažu direktno u zemlju, u instal. PVC cijevi ili u utore u drvenim stijenama koje unaprijed treba planirati i izvesti prije montaže drvenih pregrada na objektu.

Kod polaganja više kabela trebe koristiti povezne trake. Sva učvršćenja kabela moraju biti izvedene tako da ne dolazi do dodatnog naprezanja kabela.

Razvod kabela u cijevima

Cijevi moraju biti deblje stijenke i minimalnog promjera 20mm. Svakih 6m postaviti prolaznu kutiju radi povlačenja kabela. Učvršćenje cijevi izvodi se na slijedećim minimalnim razmacima:

Cijev promjera (mm)	Min. razmak učvršćenja (mm)
Do 25	500
Iznad 25	1200

Priključak kabela

Vodiči moraju biti položeni što ravnije. Križanje i upetljavanje kabela nije dozvoljeno. Prije spajanje kabela potrebno je provjeriti je li kabel korektno položen.

Treba obratiti pažnju na ispravnost obilježavanja kabela. Sva naknadna korekcija faze glede smjera vrtnje treba biti izvedeno na priključnim kutijama.

Svi rezervni kabeli trebaju biti priključeni na redne stezaljke i uzemljenji na oba kraja.

Samo jedan vodič se spaja na jednu rednu stezalju. Za slučaj spajanja paralelno više vodiča koristiti nove redne stezaljke i spojnike-premosnike.

Kod uvida kabela u opremu (aparati, raz. ormari, raz. kutije i sl.) obvezatno zadržati stupanj mehaničke zaštite predmetne opreme..

Neiskorišteni kabelski ulazi obvezatno zabrtviti vijčanim čepovima ili. sl., a pri tome poštivati zahtjevani stupanj mehaničke zaštite.

Na mjestima gdje se očekuje povećano zagrijavanja treba koristiti odg. uvodnice i izolacijske materijale koji su otporni na povećanu temperaturu. (više od 105°C).



Kabeli i vodiči

Svi kabeli biti će označeni na oba kraja kvalitetnim oznakama (u smislu skidanja ili izbljeđivanja natpisa) sukladno oznakama iz jednopolnih shema ili razvoda instalacija.

Vodiči upravljačkih, kontrolnih i signalnih kabela trebaju se označiti kod svakog priključnog mjesta prema pripadajućim crtežima.

Pregledi, kontrole, ispitivanja i mjerenja

Tijekom pregleda električne instalacija objekta treba obratiti pozornost na:

- glavni razvodni ormar,
- provjeriti ispravnost (mjerenja) petlji uzemljenja i izjednačenje potencijala,
- stanja uzemljenja razdjelnika, metalnih trasa, te eventualno uzemljene opreme,
- prepoznavanje i stanje neutralnog i zaštitnog vodiča,
- stanje i opremljenost shemama, tablicama i oznakama,
- stanje i opremljenost oznakama, razdjelnika, str. krugova, trošila i sl.,
- ispravnost spajanja kabela,
- pristupačnost i prostor za rad.

Dobiveni rezultati ispitivanja i mjerenja moraju zadovoljavati slijedeće kondicije:

- između vodiča ne postoji dodir,
- vodiči-kabeli nisu u prekidu,
- otpor petlje odgovara otporu koji osigurava efikasnu zaštitu od indirektnog napona dodira,
- otpor izolacije između vodiča istog kabela ili različitog kabela nije manji od $20\text{M}\Omega$,
a otpor između bilo kojeg vodiča i zemlje nije manji od $10\text{M}\Omega$,
- otpor uzemljenja nije veći od 20Ω ,

Atesti, mjerenja i ispitivanja koje je potrebno priložiti uz zahtjev za tehnički pregled i uporabnu dozvolu

1. Atesti ugrađene opreme i kabela.
2. Atesti o izvršenom mjerenju otpora izolacije, otpora petlje i otpora uzemljenja
3. Atesti o ispitivanju zaštite od indirektnog napona dodira
4. Atest o ispitivanju sustava izjednačenje potencijala i neprekidnosti zaštitnog vodiča
5. Ispitne listove razvodnih ormara



Sigurnost u slučaju požara

Sigurnost je postignuta izborom odgovarajuće opreme i materijala, načinom ugradnje, primjenom tehničkih mjera i rješenja zaštite na radu i zaštite od požara, primjenom preporuka određenih od strane Ministarstva unutarnjih poslova, te primjenom mjera određenih u uvjetima uređenja prostora za cjelokupni objekt.

Zaštita od ugrožavanja zdravlja ljudi

Projektom predviđena oprema i tehničke mjere zaštite sprečavaju ugrožavanje zdravlja ljudi prilikom pravilnog rukovanja pogonski ispravnom opremom.

Elementi tehničkih mjera zaštite provjereni su odg. proračunom u okviru ovog ili dr. el. projekta, te nije dopušteno mjenjati projektom predviđene karakteristike zaštitnih elemenata.

Naročitu pozornost valja posvetiti slijedećem:

- najstrože se zabranjuje ugradnja osigurača koji nisu tvorničke izvedbe,
- bravica na razdjelniku mora biti ispravna, a ormar zaključan,
- vodovi za izjednačenje potencijala, posebni uzemljivač i mjerni spojevi uzemljivača moraju biti pogonski ispravni i pod stalnom kontrolom,
- najstrože se zabranjuje rad na opremi ili el. instalaciji pod naponom,
- nakon isključenja napona, primijeniti slijedeće tehničke mjere:
 - stavljanje sklopke-prekidača u 0-položaj,
 - postavljanje opomenskih tablica,
 - provjera beznaponskog stanja,
 - kratko spajanje,
 - uzemljenje.

Zaštita od korozije

Izvoditelj radova je u obvezi sprovoditi mjere zaštite od korozije metalnih konstrukcija i dijelova koji su izrađeni ili predviđeni na temelju ovog projekta (npr. limeni kanali, razdjelnici, razvodne kutije, kućišta opreme, razni nosači, konzole i dr. ovjesi).

Sva oštećenja nastala tijekom izvedbe radova moraju se popraviti.

Obnavljanje antikorozivne zaštite izvodi se u slijedećim vremenskim razmacima:

- nakon 5 godina za metalne konstrukcije zaštićene antikorozivnim premazima,
- nakon 10 godina za metalne konstrukcije zaštićene cinčanjem.



3.5. PRIKAZ TEHNIČKIH MJERA ZA PRIMJENU PROPISA I PRAVILA ZAŠTITE OD POŽARA

Uz pretpostavku da su ostvarene građevinske požarno preventivne mjere, kao i mjere za efikasno gašenje požara, u ovom prikazu navedena su samo tehnička rješenja koja će smanjiti opasnost nastanka požara uslijed kvarova na električnim instalacijama i to:

- Pravilnim dimenzioniranjem vodiča i kabela obzirom na strujno opterećenje, struju kratkog spoja, pad napona i uvjete polaganja te pravilnim izborom zaštitnih elemenata ostvarena je zaštita od prevelikih termičkih opterećenja, a time i smanjena opasnost od nastanka požara.
- Svi strujni krugovi, osigurani su odgovarajućim osiguračima koji će trenutno prekinuti svaki strujni krug, u kojem bi došlo do kvara (proboj faza-faza ili faza-zaštita).
- Obvezatno se moraju primijeniti ispravni osigurači, veličina navedenih u jednopolnim shemama.
- Razdjelnici su izrađeni od lima te PVC mase koja ne podržava gorenje pa se eventualni požar u njima neće proširiti na okolinu.
- Sav materijal je atestiran i ima pojedinačne ili tipske ateste o kontroli kvalitete.
- U instalaciji nema gorivih materijala.
- Zaštita od gašenja požara vodenim mlazom riješena je isključivanjem glavnih prekidača u razvodnim ormarima.
- Nakon završetka radova na elektroinstalacijama izvoditelj će izmjeriti otpor izolacije vodiča i kabela, svakog strujnog kruga, provjeriti veličine upotrebljenih umetaka osigurača, te podesiti funkcionalnost cjelokupne instalacije.

Shodno pretodno navedenom požar zbog greške na električnim instalacijama ima vrlo malu vjerojatnost.

Mjere zaštite od požara prilikom izvedbe radova

Opasnost od požara javlja se prilikom transporta, uskladištavanja i manipuliranja sa zapaljivim materijalima koji se koriste pri izvedbi radova. Sva zavarivanja, brušenja i bušenja izvoditi u za to predviđenim radionicama. Ukoliko je neophodno da se ovi radovi izvode a građevini, potrebno je osigurati mjesto rada s odgovarajućim aparatima za gašenje požara sa suhim prahom.

Provoditi ostale mjere zaštite od požara prema propisima i internim aktima izvoditelja radova.

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing.el.


GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.
E 2398
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE





4. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA REKONSTRUKCIJE ELEKTROTEHNIČKIH INSTALACIJA - MAPA 4

Rekapitulacija

Investitor: **VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o., Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb**
OIB: 17461987750

Građevina: **VILLA BREZOVICA VILLA BREZOVICA VILLA BREZOVICA**

Lokacija: **Desprimska 1 A, B Desprimska 1 A, B Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb**
k.č. 2877/2, k.o. B.k.č. 2877/2, k.o. B.k.č. 2877/2, k.o. Brezovica

Izradio: **SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge,**
Travnička 50/a, 40000 Čakovec, Amruševa 10, 10000 Zagreb

TROŠKOVNIK ELEKTROTEHNIČKIH RADOVA

SVEUKUPNA REKAPITULACIJA

1. TROŠKOVNIK REKONSTRUKCIJE UNUTARNJE RASVJETE I ELEKTRIČNIH INSTALACIJA	kn	135.755,00
2. TROŠKOVNIK IZVEDBE FOTONAPONSKE ELEKTRANE	kn	268.858,04
3. TROŠKOVNIK ZAMJENE VANJSKE RASAVJETE	kn	35.200,00
SVEUKUPNO:	kn	439.813,04
STRUČNI NADZOR 3.00%	kn	13.194,39
SVEUKUPNO S NADZOROM:	kn	453.007,43
PDV 25%	kn	113.251,86
SVEUKUPNO S PDV-OM:	kn	566.259,29

Zagreb, rujan 2018.

Projektant:

Goran Vrdoljak, mag.ing.el.

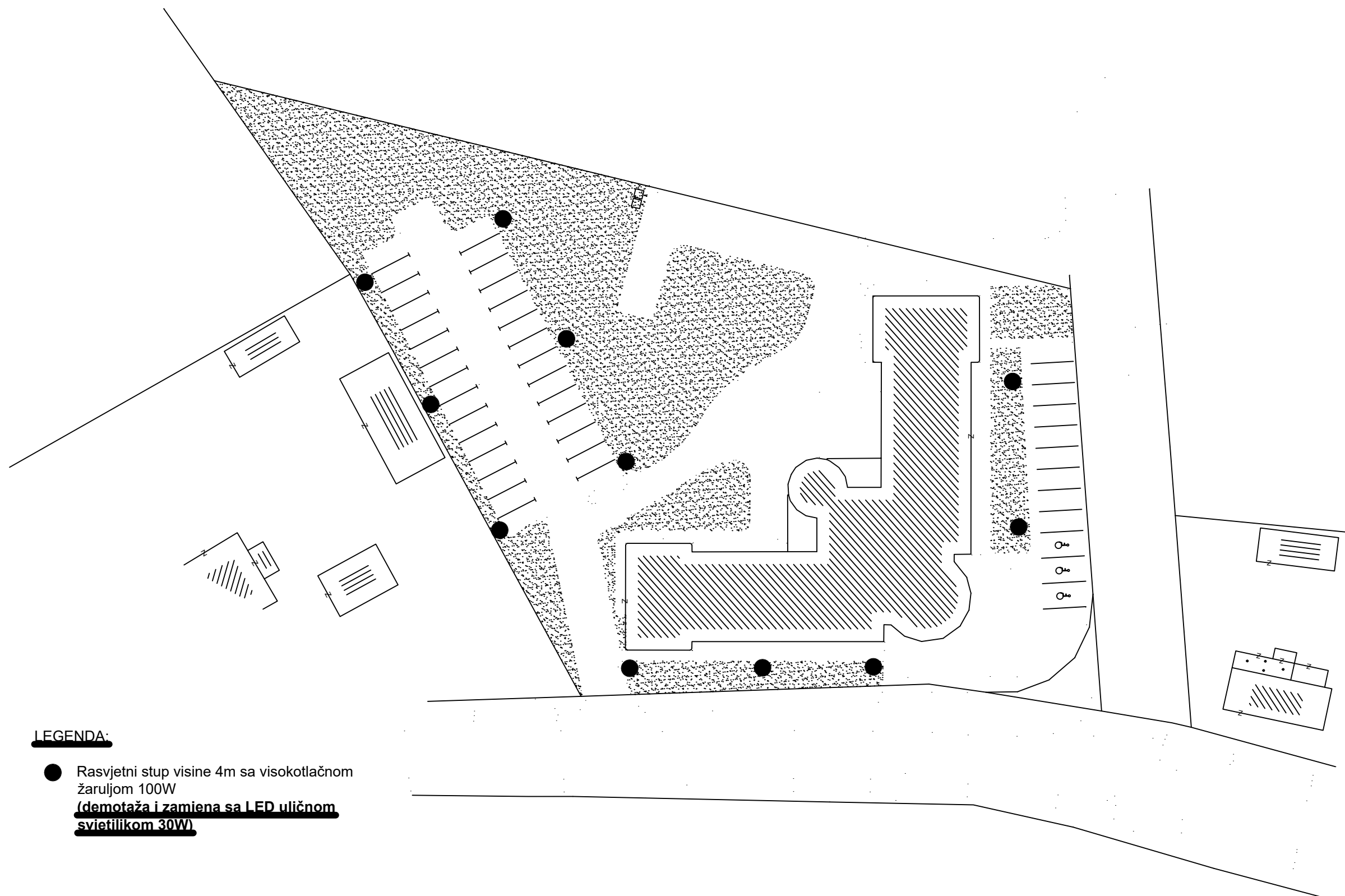


GORAN VRDOLJAK
mag.ing.el.
OVLAŠTENI INŽENJER
ELEKTROTEHNIKE



5. GRAFIČKI DIO

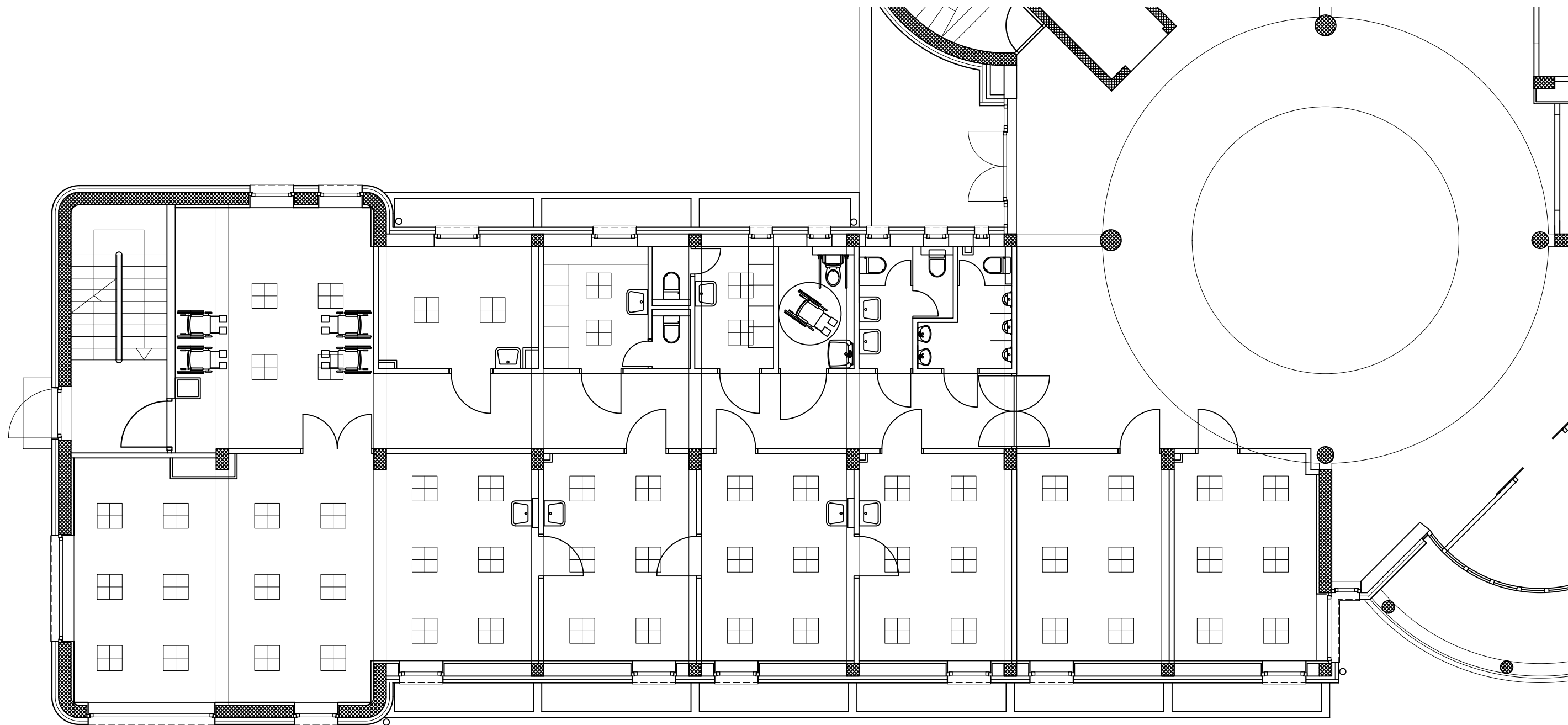
- 5.1. Vanjska rasvjeta (predmet rekonstrukcije)
- 5.2. Rasvjeta prizemlja (predmet rekonstrukcije)
- 5.3. Shema prilagodbe rasvjetnih armatura
- 5.4. Električne instalacije strojarnice
- 5.5. Električne instalacije dizalica topline
- 5.6. blok shema priključka fn sustava na nn mrežu HEP-a
- 5.7. Situacija na ortofoto karti (dof5)
- 5.8. situacija na kopiji katastarskog plana
- 5.9. Tlocrt krova
- 5.10. Sjeveroistočno pročelje



LEGENDA:

- Rasvjetni stup visine 4m sa visokotlačnom žaruljom 100W
(demočaža i zamjena sa LED uličnom svjetiljkom 30W)

 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SIJEDIŠTE URED Travička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI		FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Vanjska rasvjeta (predmet rekonstrukcije)		MJERILO 1:1000	BROJ LISTA 5.1.
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb		PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.		T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.
GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ dipl.ing.arh.		DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ D.I.A.	



LEGENDA:

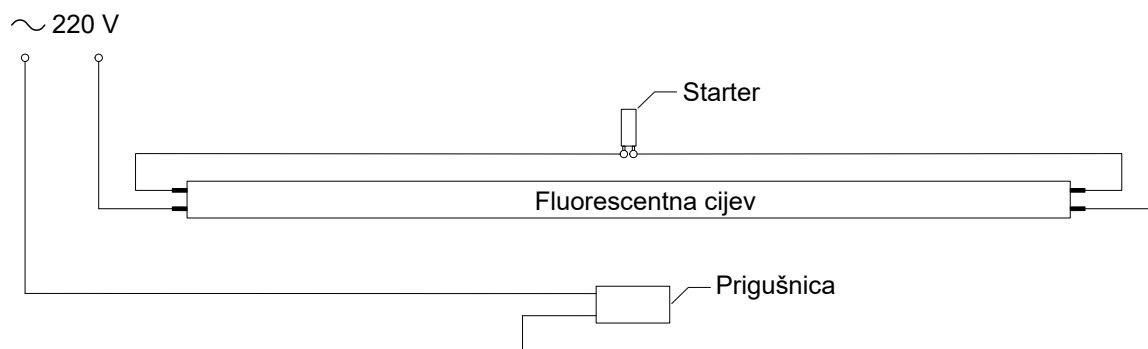


Raster armatura s fluorescentnim cijevima 4x18W

(potrebno napraviti prilagodbu za LED cijevi i ugraditi LED cijevi 4x9W)

 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SIJEDIŠTE URED Travnička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI	FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Rasvjeta prizemlje (predmet rekonstrukcije)	MJERILO 1:100	BROJ LISTA 5.2.
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.	T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.	
GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ dipl.ing.arh.	DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ D.I.A.	

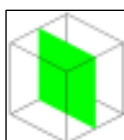
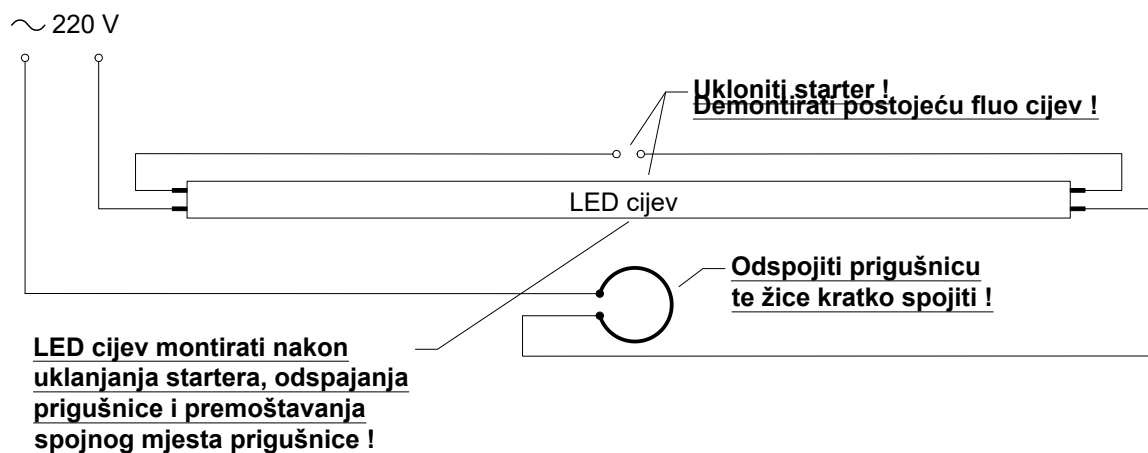
Spoj fluorescentne cijevi u postojećoj armaturi



PAŽNJA !!!

Osigurati da se radovi izvode sa isključenim napajanjem!

Prilagodba postojeće armature za ugradnju LED cijevi



SAEPTUM

d.o.o. za savjetovanje,
arhitektonske i energetske usluge

SIJEDIŠTE Travnička 50A, Čakovec
URED Amruševa 10, Zagreb

info@saeptum.hr
M +385 98 302 785
T +385 1 5602 505

VRSTA PROJEKTA
ELEKTROTEHNIČKI

SADRŽAJ LISTA
Shema prilagodbe rasvjetnih armatura

PROJEKTANT
GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.

GLAVNI PROJEKTANT
TONI BORKOVIĆ, dipl.in.arh.

FAZA
GLAVNI PROJEKT

MJERILO
shema

T.D. 16-2018/EI
Z.O.P. SAE-16-2018

DIREKTOR
ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.

BROJ LISTA
5.3.

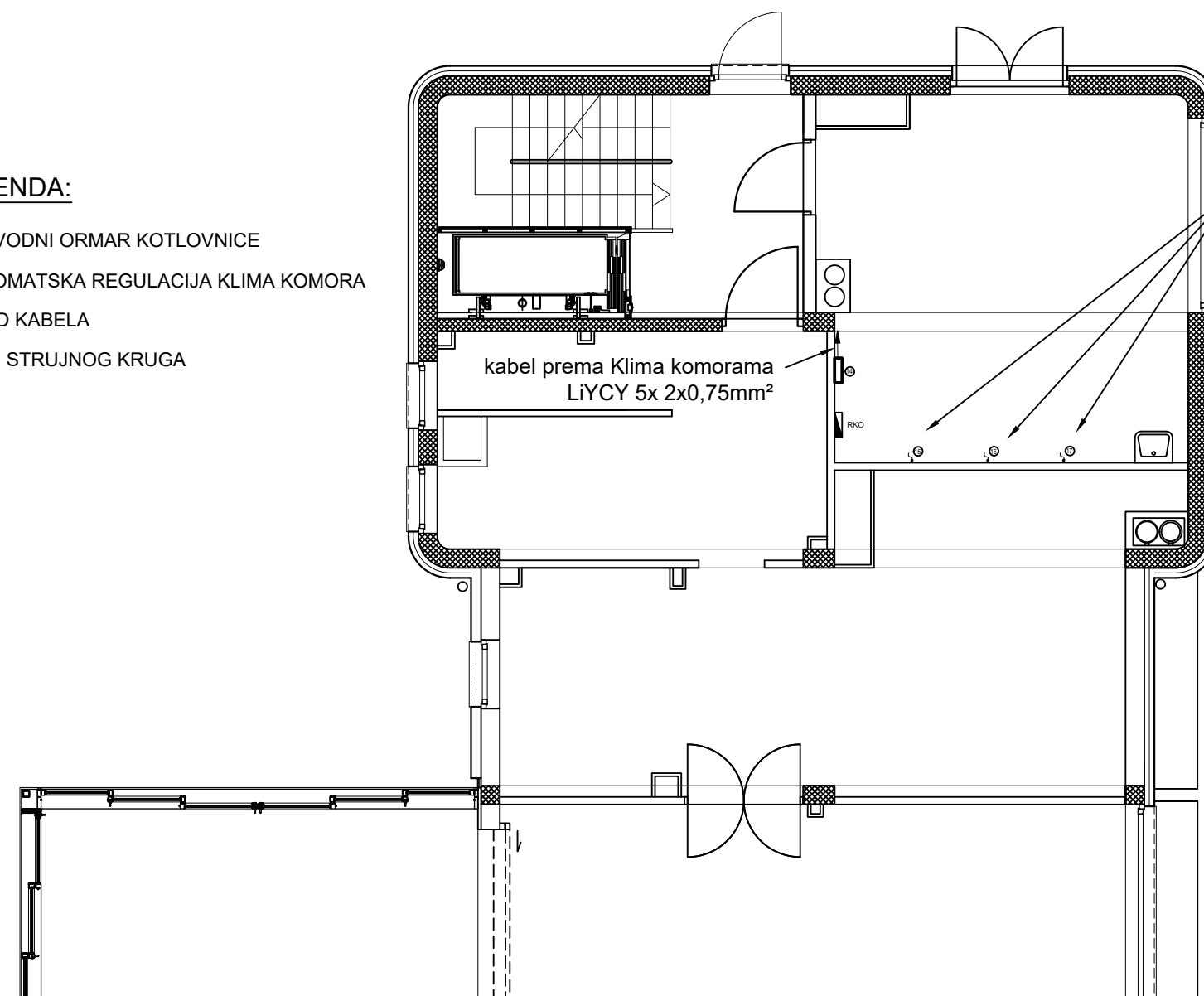
DATUM
Rujan 2018.

INVESTITOR
VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o.
Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb

GRAĐEVINA
VILLA BREZOVICA

LOKACIJA
Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb

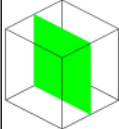
- LEGENDA:**
- RKO  - RAZVODNI ORMAR KOTLOVNICE
-  - AUTOMATSKA REGULACIJA KLIMA KOMORA
-  - IZVOD KABELA
- ① - BROJ STRUJNOG KRUGA

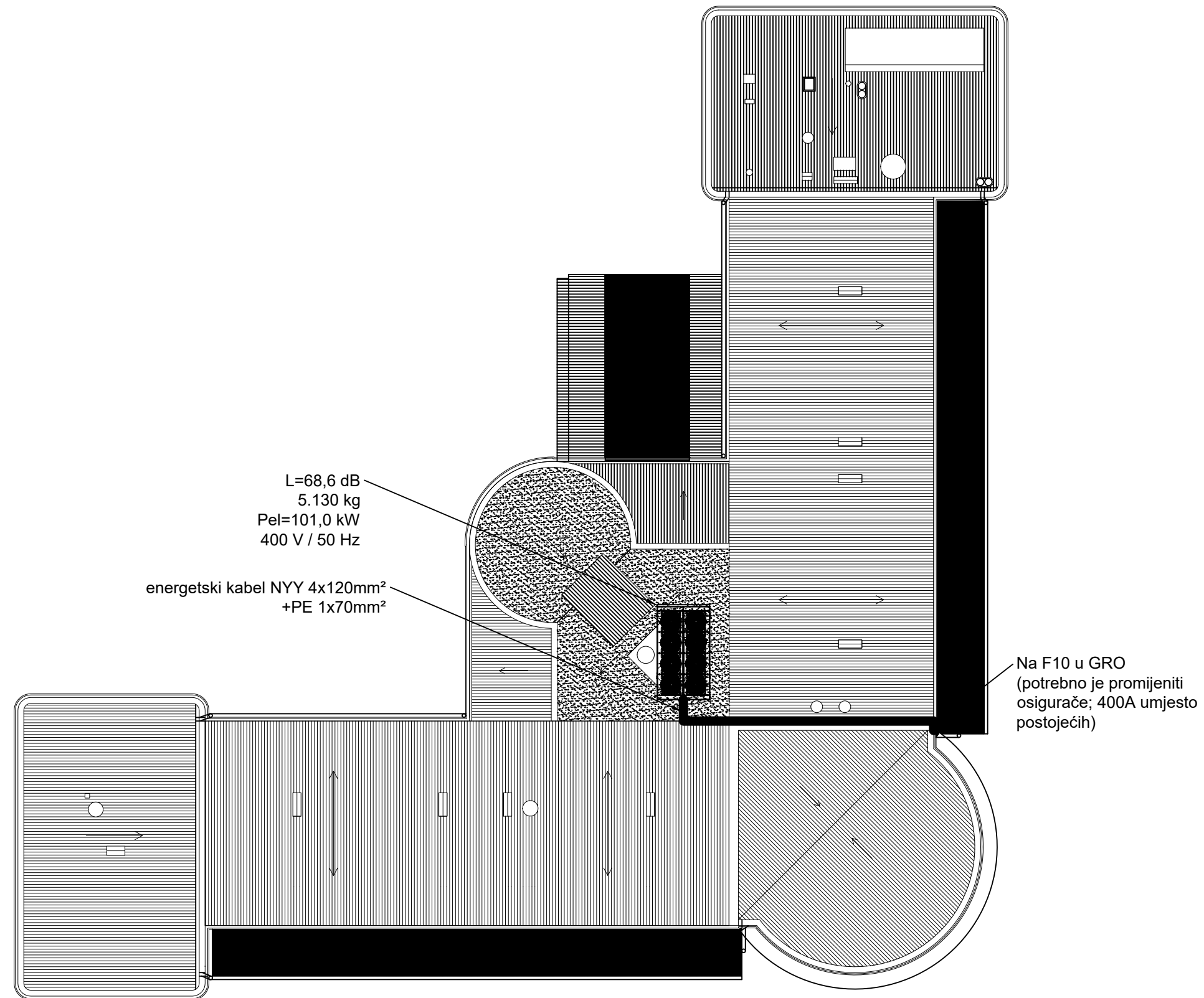


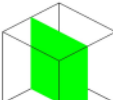
Novopostavljene pumpe
3x 0,5 kW, 230V/50Hz

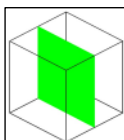
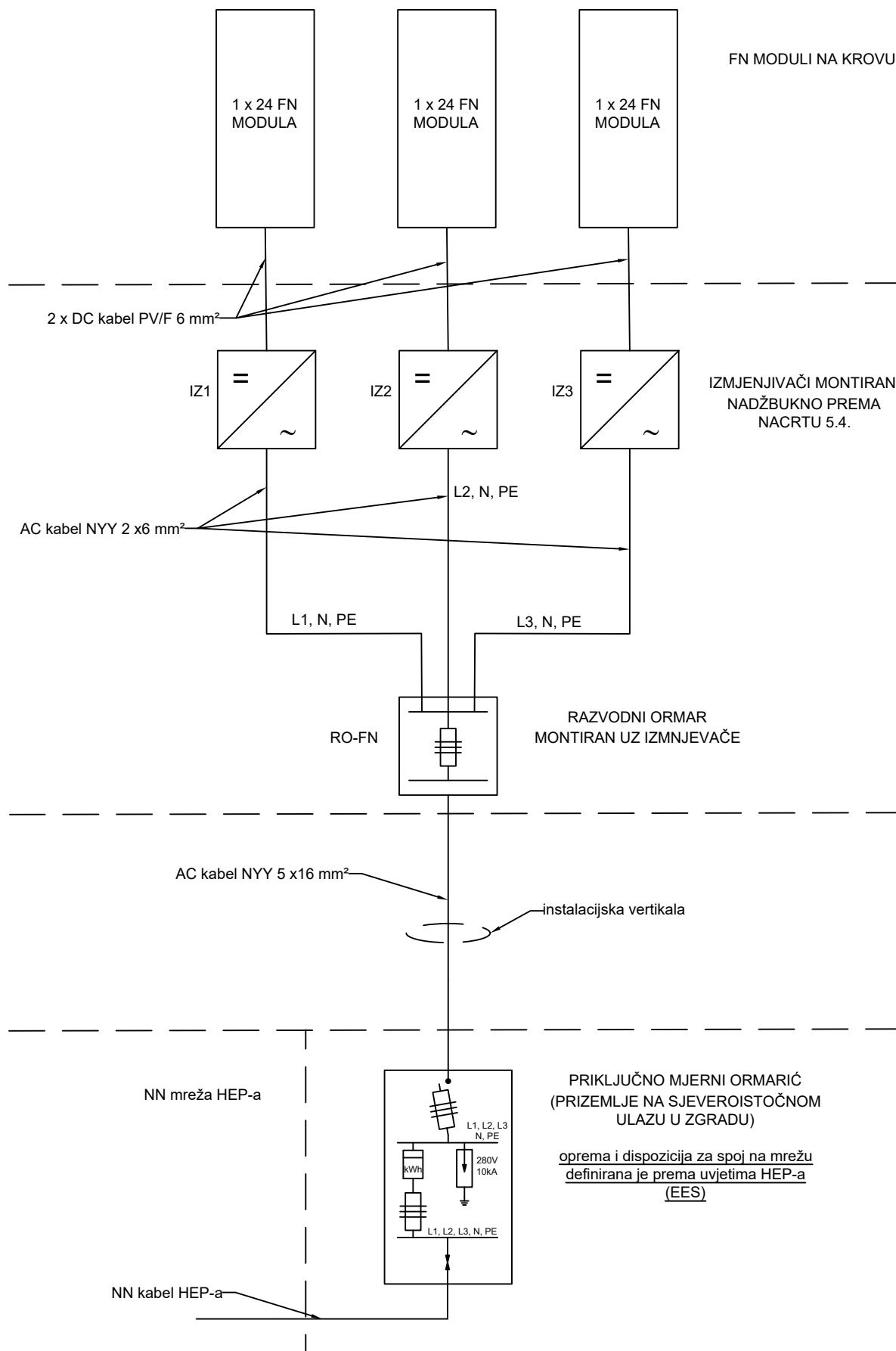
NAPOMENE:

- U RKO je potrebno na izvodu za automatiku (14) ugraditi osigurač tip C 10A, na izvodima za pumpe (15, 16 i 17) ugraditi osigurače tipa C 16A
- Automatska regulacija se napaja kabelom tip NYY 3x1,5mm²
- Napajanje pumpi riješiti kabelom tip NYY 3x2,5mm²

 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SJEDIŠTE URED Travnička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI	FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Električne instalacije strojarnice	MJERILO 1:100	BROJ LISTA 5.4.
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o. Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.	T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.
GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA		GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.	DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	



 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SIJEDIŠTE URED Travnička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI		FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Električne instalacije - dizalica topline		MJERILO 1:100	BROJ LISTA 5.5.
INVESTITOR VILLA BREZOVIKA NOVA d.o.o Desprimska 1A, Brezovica, Zagreb		PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.		T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.
GRAĐEVINA VILLA BREZOVIKA	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.		DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	



SAEPTUM

d.o.o. za savjetovanje,
arhitektonske i energetske usluge

SIJEIŠTE Travnika 50A, Čakovec
URED Amruševa 10, Zagreb

info@saeptum.hr
M +385 98 302 785
T +385 1 5602 505

VRSTA PROJEKTA
ELEKTROTEHNIČKI

SADRŽAJ LISTA
Blok shema priključenja FN sustava na mrežu

PROJEKTANT
GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.

GLAVNI PROJEKTANT
TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.

FAZA
GLAVNI PROJEKT

MJERILO
shema

T.D. 16-2018/EI
Z.O.P. SAE-16-2018

DIREKTOR
ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.

BROJ LISTA

5.6.

DATUM
Rujan 2018.

INVESTITOR
VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o.
Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb

GRAĐEVINA
VILLA BREZOVICA

LOKACIJA
Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb

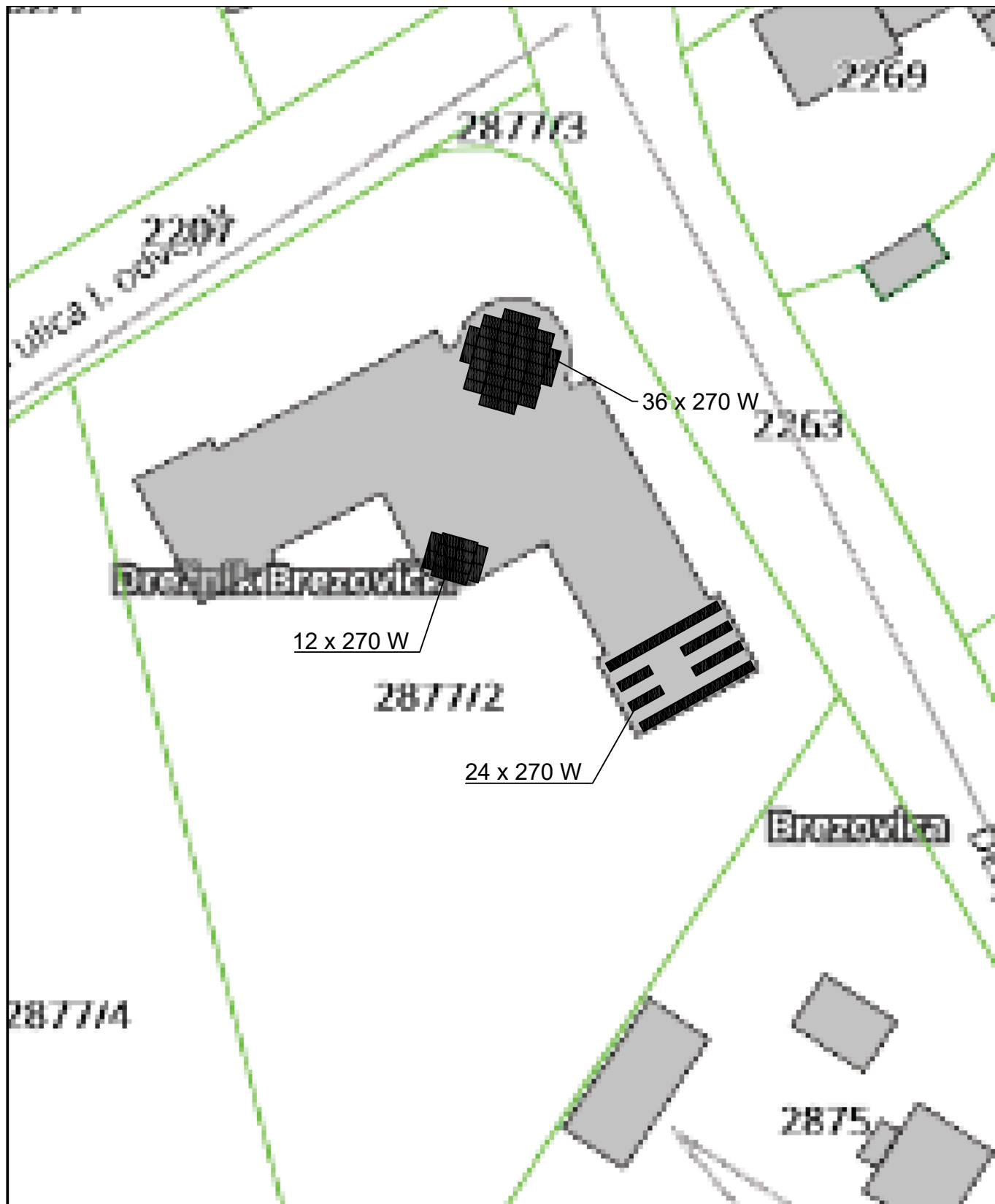


UKUPNO:

72 modula

instalirana snaga $72 \times 0,27 = 19,44 \text{ kW}$

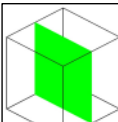
 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SIJEDIŠTE Travnika 50A, Čakovec URED Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI		FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Situacija na ortofoto karti (DOF5)		MJERILO 1:1000	BROJ LISTA 5.7.
INVESTITOR VILLA BREZOVIKA NOVA d.o.o Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb		PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.		T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.
GRAĐEVINA VILLA BREZOVIKA	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.		DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	

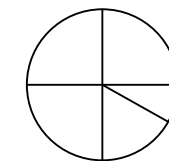


UKUPNO:

72 modula

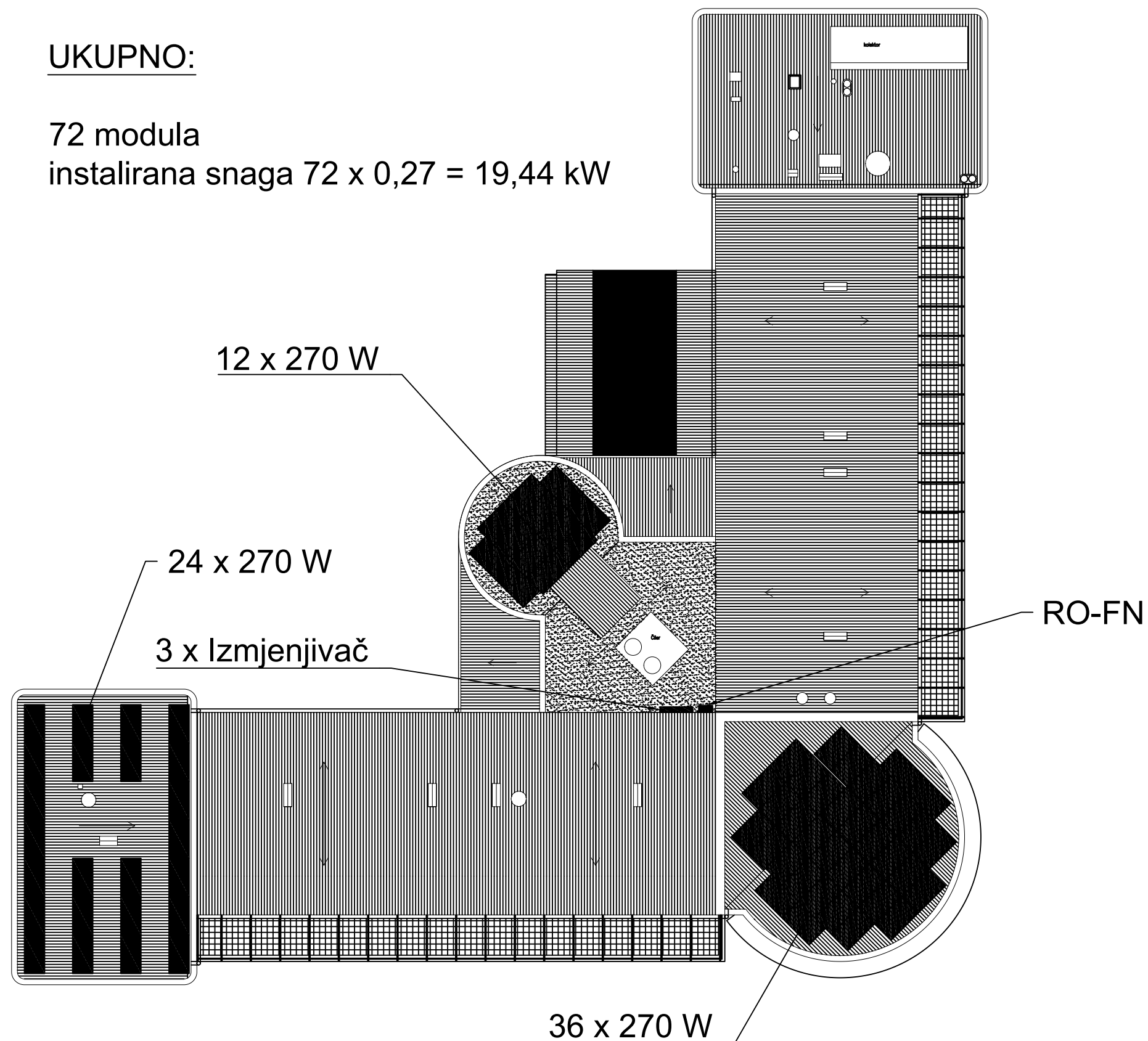
instalirana snaga $72 \times 0,27 = 19,44 \text{ kW}$

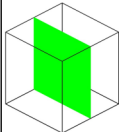
 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge		SIJEDIŠTE Travnika 50A, Čakovec URED Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505		VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI		FAZA GLAVNI PROJEKT	
				SADRŽAJ LISTA Situacija na kopiji katastarskog plana		MJERILO 1:1000 BROJ LISTA 5.8.	
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb				PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.		T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018 DATUM Rujan 2018.	
GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA		LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb		GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.		DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	

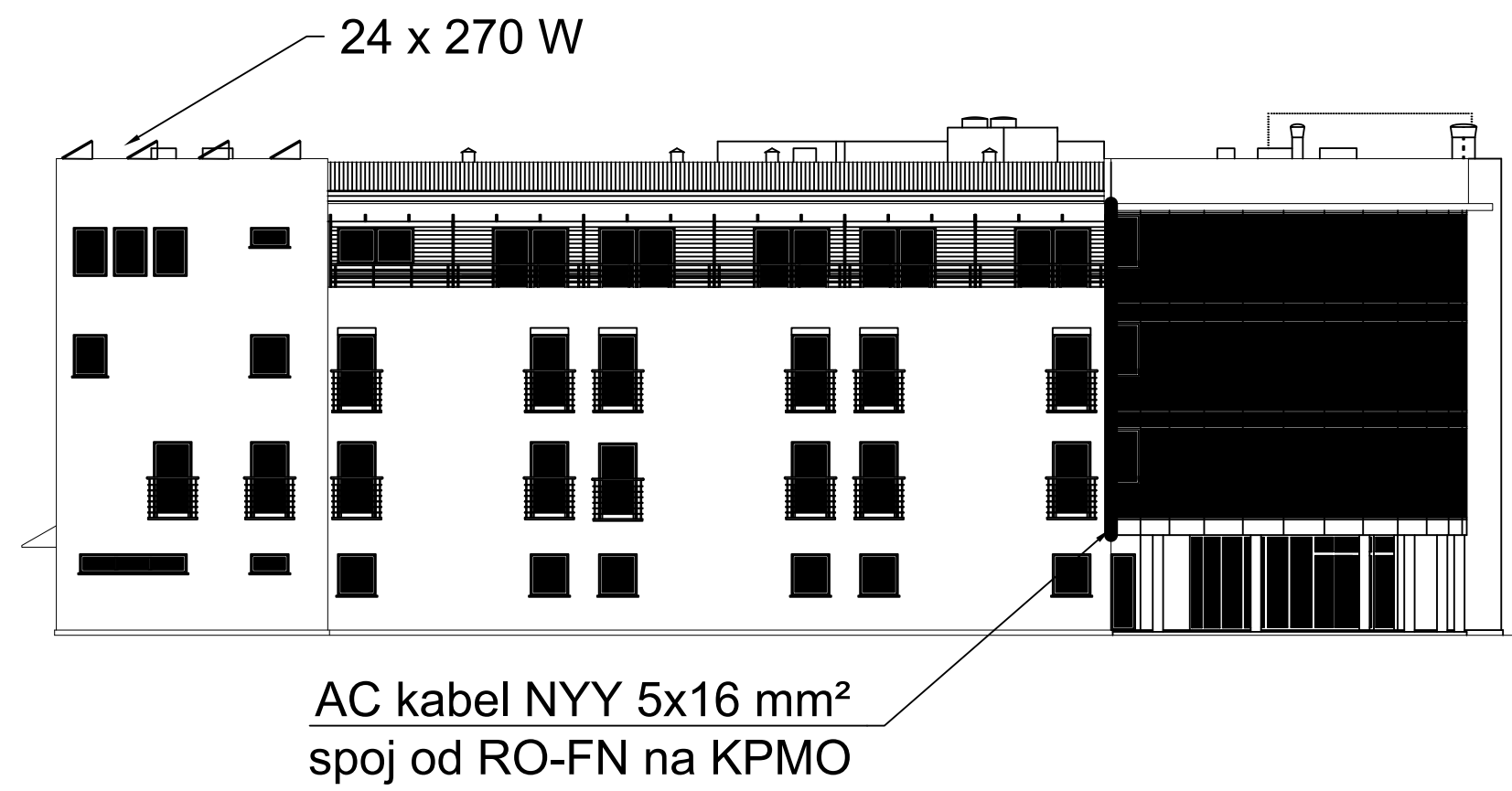


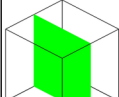
UKUPNO:

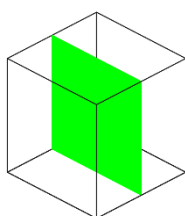
72 modula
instalirana snaga $72 \times 0,27 = 19,44 \text{ kW}$



 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SJEDIŠTE URED Travnička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505	VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI	FAZA GLAVNI PROJEKT	
		SADRŽAJ LISTA Tlocrt krova	MJERILO 1:200	BROJ LISTA 5.9.
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o. Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA	LOKACIJA Desprimska 1 A, Brezovica, Zagreb	PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.	T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018	DATUM Rujan 2018.
		GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.	DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	



 SAEPTUM d.o.o. za savjetovanje, arhitektonske i energetske usluge	SIJEDIŠTE URED Travnička 50A, Čakovec Amruševa 10, Zagreb info@saeptum.hr M +385 98 302 785 T +385 1 5602 505		VRSTA PROJEKTA ELEKTROTEHNIČKI		FAZA GLAVNI PROJEKT		
			SADRŽAJ LISTA Sjeveroistočno pročelje		MIJERILO 1:200 BROJ LISTA 5.10.		
INVESTITOR VILLA BREZOVICA NOVA d.o.o Desprimska 1A, Brezovica, Zagreb			PROJEKTANT GORAN VRDOLJAK, mag.ing.el.		T.D. 16-2018/EI Z.O.P. SAE-16-2018 DATUM Rujan 2018.		
GRAĐEVINA VILLA BREZOVICA		LOKACIJA Desprimska 1A, Brezovica, Zagreb		GLAVNI PROJEKTANT TONI BORKOVIĆ, dipl.ing.arh.		DIREKTOR ŽELJKA HRS BORKOVIĆ, D.I.A.	



SAEPTUM

d.o.o. za savjetovanje,
arhitektonske i energetske usluge