

# Elektrotehnički projekt gospodarske građevine proizvodne namjene

---

Klarić, Leo

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:267881>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Diplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Diplomski rad

**ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT GOSPODARSKE  
GRAĐEVINE PROIZVODNE NAMJENE**

Rijeka, studeni 2022.

Leo Klarić  
0069072405

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij elektrotehnike

Diplomski rad

**ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT GOSPODARSKE  
GRAĐEVINE PROIZVODNE NAMJENE**

Mentor: prof. dr. sc. Dubravko Franković

Rijeka, studeni 2022.

Leo Klarić  
0069072405

Rijeka, 21. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za elektroenergetiku**  
Predmet: **Projektiranje električnih postrojenja**  
Grana: **2.03.01 elektroenergetika**

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Pristupnik: **Leo Klarić (0069072405)**  
Studij: **Diplomski sveučilišni studij elektrotehnike**  
Modul: **Elektroenergetika**

Zadatak: **Elektrotehnički projekt gospodarske građevine proizvodne namjene /  
Production purpose commercial building's electric installation design**

### Opis zadatka:

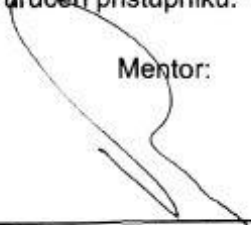
Izraditi elektrotehnički projekt na razini glavnog projekta za gospodarsku građevinu proizvodne namjene. U projektu je potrebno riješiti elektroinstalacije jake i slabe struje. Razraditi priključak objekta na NN distribucijsku mrežu, glavni razvod te instalaciju utičnica i rasvjete. Predvidjeti temeljni uzemljivač objekta te instalaciju za zaštitu od štetnog djelovanja munje. Od instalacija slabe struje predvidjeti informatičku mrežu.

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanje diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.


*Leo Klarić*

Zadatak uručen pristupniku: 21. ožujka 2022.

Mentor:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. dr. sc. Dubravko Franković

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. dr. sc. Viktor Sučić

## **IZJAVA**

Sukladno s člankom 8. Pravilnika o diplomskom radu, diplomskom ispitu i završetku diplomskih sveučilišnih studija Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, od siječnja 2020. godine, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom „Elektrotehnički projekt gospodarske građevine proizvodne namjene“, prema zadatku za diplomski rad od 21.03.2022.

*Leo Klarić*

---

Leo Klarić

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Dubravku Frankoviću na odvojenom vremenu i svim danim sugestijama prilikom izrade ovoga diplomskoga rada.*

*Zahvaljujem se svim profesorima i asistentima na prenesenom znanju tijekom mog studiranja.*

*Hvala svim kolegama i prijateljima koji su godine studiranja znatno olakšali i uljepšali.*

*Veliko Hvala mojim bliskim prijateljima i cimerima zbog kojih će studentski život uvijek ostati u lijepom sjećanju.*

*Posebno hvala Vladimiru Marincu od kojeg sam neizmjereno puno naučio vezanog za elektrotehniku, pogotovo u pogledu znanja iz prakse. Hvala i na svom danom vremenu i ponajviše strpljenju za sva moja „glupa“ pitanja.*

*Za kraj, neopisivo Veliko Hvala svoj mojoj obitelji, a posebice majci Suzani, ocu Draganu i sestri Karin, koji ste vjerovali u mene i podržavali me u svakom pogledu, kako kroz period studiranja, tako i kroz život.*

*Leo*

# Sadržaj

1.	UVOD .....	1
2.	OPĆENITO O PROJEKTIRANJU .....	3
2.1	Tijek projektiranja i izgradnja građevine.....	4
2.2	Razine projekata .....	5
2.2.1	Projektni zadatak .....	6
2.2.2	Idejna rješenja .....	6
2.2.3	Idejni projekt .....	7
2.2.4	Investicijski elaborat .....	7
2.2.5	Glavni projekt.....	7
2.2.6	Izvedbeni projekt.....	8
2.2.7	Dokumentacija za pogon i održavanje .....	8
2.3	Osnovna regulativa .....	9
3.	TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PROJEKTNE INSTALACIJE.....	11
3.1	Elementi električnih instalacija i trošila .....	11
3.2	Uvjeti zaštite na radu pri korištenju električnom energijom .....	15
3.3	Mjere zaštite na radu: zaštita od izravnog dodira .....	16
3.4	Mjere zaštite na radu: zaštita od neizravnog dodira .....	16
3.4.1	Zaštita od struje preopterećenja.....	18
3.4.2	Zaštita od struje kratkog spoja .....	18
3.5	Izjednačavanje potencijala metalnih masa .....	19
3.6	Mjere zaštite od požara.....	19
3.7	Mjere sigurnosti objekta: alarm i videonadzor .....	20
3.8	Način povezivanja građevina na NNM .....	20
3.9	Napajanje građevine .....	21
3.10	Isključenje u nuždi.....	21
3.11	Temeljni uzemljivač .....	22
3.12	Gromobranska instalacija .....	23
3.13	Kompenzacija jalove snage .....	24
3.14	Električna instalacija snage .....	25
3.15	Elektroinstalacija uz strojarske instalacije.....	26
3.16	Opća, nužna i sigurnosna panik-rasvjeta .....	27
3.17	Telekomunikacijska EKI instalacija.....	28
4.	TEHNIČKI PRORAČUNI.....	29
4.1	Bilanca snage.....	29
4.2	Kompenzacija jalove snage .....	32

4.3	Izračun potrebnog voda napajanja .....	32
4.4	Odabir kabela.....	34
4.5	Utvrđivanje maksimalnih radnih struja pojedinih vodova .....	35
4.6	Odabir presjeka vodova .....	36
4.6.1	Provjera na zagrijavanje .....	36
4.6.2	Provjera pada napona .....	38
4.7	Proračun uzemljivača zaštitnog voda PE.....	39
4.8	Provjera djelovanja ZUDS-a .....	40
4.9	Proračun jakosti rasvjete.....	41
4.10	Izračun potrebne razine zaštite LPS-a prema zadanim elementima .....	43
5.	ZAKLJUČAK .....	45
6.	LITERATURA.....	47
7.	SAŽETAK RADA I KLJUČNE RIJEČI NA HRVATSKOM I ENGLESKOM JEZIKU...	48
8.	PRILOG .....	50
8.1	Legenda – općenito.....	51
8.2	Legenda – rasvjetne armature.....	52
8.3	Situacija PMO, GRO, GRO1, ROKOM i ROK .....	53
8.4	Situacija priključak na EKI.....	54
8.5	Temeljni uzemljivač .....	55
8.6	Gromobranska instalacija krovnih hvataljki.....	56
8.7	Gromobranska instalacija južno pročelje .....	57
8.8	Gromobranska instalacija sjeverno pročelje.....	58
8.9	Utična kućišta utičnih grupa UG2, UG4 i ET .....	59
8.10	Utična grupa UG6 kućište i shema .....	60
8.11	Tlocrt snage prizemlja .....	61
8.12	Tlocrt snage kat .....	62
8.13	Tlocrt GMR prizemlja .....	63
8.14	Tlocrt GMR kat .....	64
8.15	Tlocrt rasvjete prizemlja.....	65
8.16	Tlocrt rasvjete kat .....	66
8.17	Blok shema .....	67
8.18	Jednopolna shema GRO1 .....	68
8.19	Jednopolna shema GRO .....	69
8.20	Jednopolna shema ROK .....	73
8.21	Shema TK razvoda .....	75



# 1. UVOD

Ovim je diplomskim radom obrađen elektrotehnički projekt gospodarske građevine proizvodne namjene. Investitor je tvrtka PAB Akrapović.

Poslovni subjekt PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. registriran je za djelatnost proizvodnje proizvoda od plastike, a primarna je djelatnost proizvodnja zaštitnih kaciga. Zbog sve većeg obima posla investitor se odlučio na novu građevinu proizvodne namjene. Prvotno je zamišljena kao građevina s prizemljem, no kasnije se investitor odlučio na dodavanje jednog kata, odnosno predviđena je građevina s prizemljem i 1. katom, za koju se u sklopu glavnoga projekta treba izraditi i elektrotehnički projekt, što je i tema ovoga diplomskog rada.

Kao uvod u ovaj diplomski rad iz predmeta projektiranje električnih postrojenja, u 2. poglavlju opisan će se općenito projektiranje u elektrotehnici uz navedene i ukratko opisane razine projekata. Treće poglavlje sadrži tehničke karakteristike projektne instalacije, gdje su zasebni podnaslovi prvo općenito tekstualno objašnjeni, a zatim i tehnički izvedeno opisani. Svi bitni tehnički proračuni koje mora sadržavati elektrotehnički projekt nalaze se u 4. poglavlju. Temeljem tekstualnog dijela rada i izvršenih tehničkih proračuna definiran je zaključak koji predstavlja 5. poglavlje ovog diplomskog rada. Korištena literatura navedena je u 6. poglavlju, nakon koje u 7. poglavlju slijedi sažetak rada i ključne riječi na hrvatskome i engleskome jeziku. Prilog ovom diplomskom radu smatra se potrebna nacrtana dokumentacija elektrotehničkog projekta PAB Akrapović, koja je data na kraju rada.

Prije izrade elektrotehničkog projekta, potrebno je na tzv. e-konferenciji zatražiti posebne uvjete, odnosno HAKOM (Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti) poziva operatere mobilnih i fiksnih TK usluga da daju svoju suglasnost kako nemaju instaliranu telekomunikacijsku infrastrukturu koja prolazi kroz k. č. (katastarsku česticu) gdje je predviđen objekt za izgradnju. Budući da su operateri dali svoju suglasnost, moglo se krenuti u izradu elektrotehničkog projekta i građevine. Također, mora se podnijeti zahtjev za elektroenergetsku suglasnost od HEP ODS-a (Hrvatska elektroprivreda, Operator distribucijskog sustava) (obrazac 1.2.1) kako bi se zatražio novi priključak objekta na elektroenergetsku mrežu.

Za izradu glavnog projekta građevine proizvodne namjene PAB Akrapović, koja će se realizirati na k. č. 2452/3 k. o. Buzet – Stari grad, elektrotehničkim projektom trebalo je predvidjeti:

- dovoljan broj utičnih i priključnih mjesta te njihovu lokaciju prilagoditi rasporedu opreme. Predvidjeti utične grupe opće namjene s po:

- 4 *schuko* i 2 utičnice 3P+N+6h 16A
- 4 *schuko* utičnice
- 2 *schuko* utičnice
- 1 utičnicom RJ45
- za napajanje strojeva u proizvodnom dijelu predvidjeti GMR (gornji motorni razvod)
- instalaciju rasvjete predvidjeti unutar objekta i na samom objektu, a jakost rasvjete odabrati prema vrsti djelatnosti. Razmještaj svjetiljki i njihovu visinu ugradnje odabrati tako da se dobije najpovoljnija ujednačenost osvjetljenosti.
- predvidjeti primjerenu elektroinstalaciju uz strojarske instalacije te telefonsku i informatičku instalaciju.

Po tablici obračunskog mjernog mjesta HEP uvjetuje građevinu na  $\cos \varphi > 0,95$ , stoga će se ugraditi kompenzacija jalove snage kako bi se postigla željena vrijednost faktora snage.

## 2. OPĆENITO O PROJEKTIRANJU

Pod pojmom projektiranje smatra se izrada projekta u skladu s nadležnim propisima, odnosno zakonima. Projektiranje je proces izrade dokumentacije novoga sustava iz poznatih podataka raspoloživih proizvoda, elemenata i podsustava primjenom verificiranih metoda i postupaka, a sve u skladu s propisima [1].

Krajnji rezultat procesa projektiranja jest projekt, odnosno skup tehničke dokumentacije, u koju se ubrajaju:

- tehničko rješenje,
- idejno rješenje,
- idejni projekt,
- glavni projekt,
- izvedbeni projekt i
- projekt izvedenog stanja.

Gospodarsku djelatnost projektiranja može obavljati trgovačko društvo (projektni ured i projektni biro) ili ured ovlaštenog inženjera.

Kako bi se uspješno proveo proces projektiranja, nužno je poznavati metode i postupke projektiranja u vidu tehničke i tehnološke strukture, tehničke metode proračuna i dimenzioniranja elemenata električnog postrojenja (primjerice proračun kratkog spoja), potrebno je poznavati dostupne proizvode, elemente i podsustave (katalozi i prospekti proizvođača opreme) te je obavezno poznavanje (elektrotehničkih) propisa budući da je njihova primjena obavezna. Kako bi krajnji projekt bio što uspješniji, preporučljiva je primjena normi i tehničkih preporuka.

Projekte izrađuju projektanti, tj. osobe koje su stekle naziv ovlaštenog inženjera (projektant ili glavni projektant) te osobe koje mogu biti suradnici u projektiranju.

Materijalna osnova koja je potrebna za proces projektiranja:

- alati za projektiranje: informatička hardverska i programska oprema, oprema za mjerenje i ispitivanje,
- oprema za kopiranje i uvezivanje projekata,
- oprema za arhiviranje projekata i
- prostor i osnovna oprema projektnog biroa.

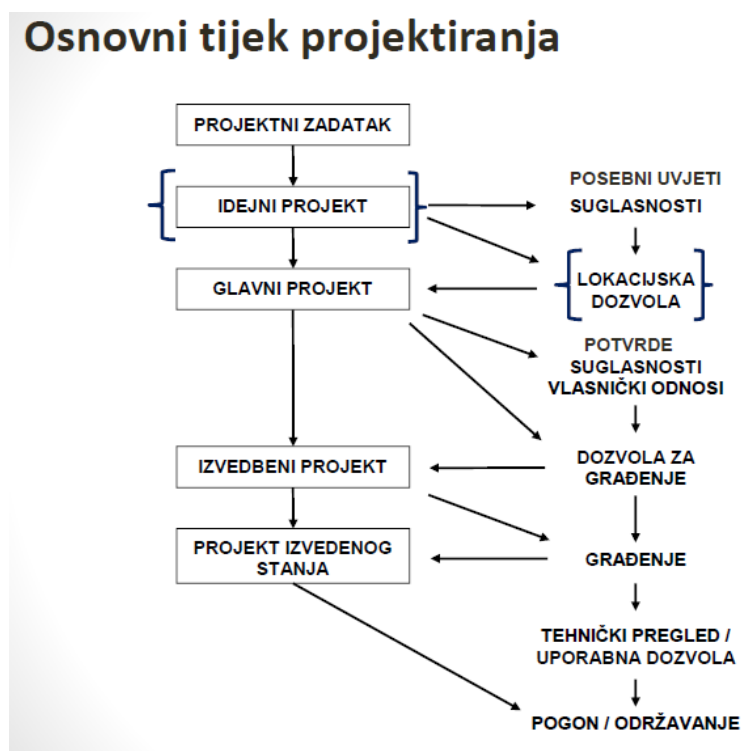
## 2.1 Tijek projektiranja i izgradnja građevine

Tijek izgradnje građevine sastoji se od sljedećih koraka:

1. Pribavljaju se posebni uvjeti (javnopravna tijela),
2. Izrađuje se projekt te se izdaju potvrde i uvjeti,
3. Ishođenje upravnih dokumenata za građenje – građevinska dozvola,
4. Građenje – građevinski radovi i elektromontažni radovi i ispitivanja,
5. Tehnički pregled – uporabna dozvola i
6. Pogon – održavanje.

Postoje 3 glavna subjekta pri projektiranju, a to su: investitor, izvođač i konzultant. Investitor predstavlja poslovni subjekt koji inicira izgradnju objekta te nakon izgradnje eksploatira taj objekt. Izvođač je zadužen i odgovoran za izgradnju objekta te puštanje u pogon. U pravilu, investitor angažira konzultanta u svrhu stručne pomoći prilikom ugovaranja, izvođenja i prijemu objekta [1].

Osnovni tijek projektiranja je sljedeći:



Slika 2.1 Osnovni tijek projektiranja [1]

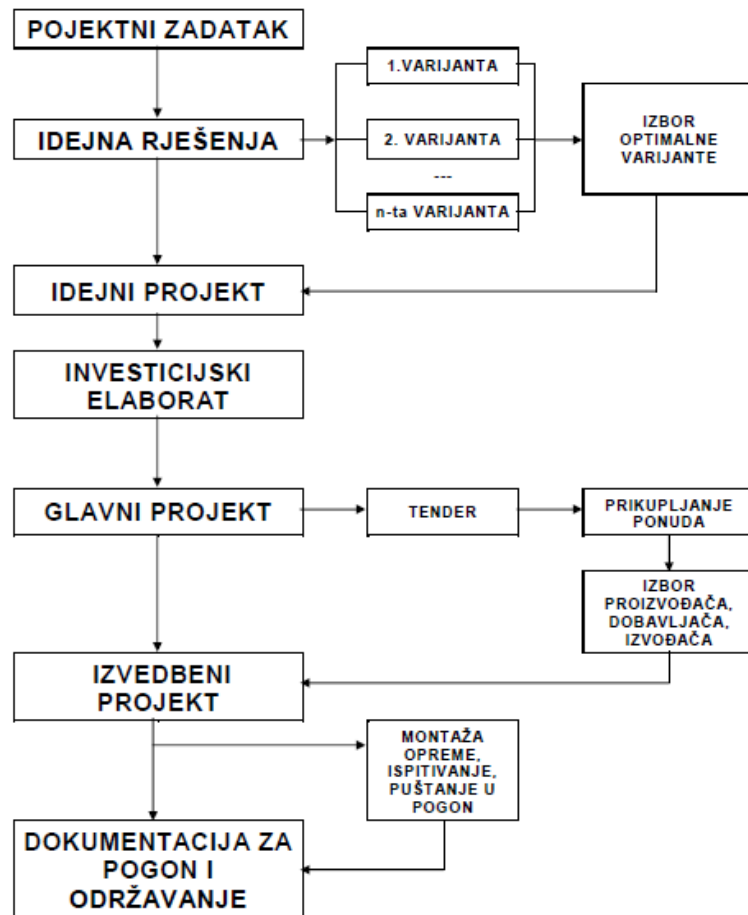
## 2.2 Razine projekata

Projektna ili tehnička dokumentacija određenoga električnog postrojenja (objekta, uređaja, sklopa, elementa) predstavlja skup svih dokumenata (koji mogu biti u pisanom, računalnom, slikovnom i dr. obliku), a kao cjelina omogućuju izradu narednih stupnjeva projektne ili tehničke dokumentacije te izradu i održavanje predmetnog postrojenja, objekta, uređaja, sklopa ili elementa. Može se promatrati i kao skup svih shema, nacrti i ostalih bitnih opisa rađenih za određeno postrojenje ili njegov dio ili element, kako bi im se odredila narav ili međusobne veze.

Dokumentacija se smatra završnim dijelom projektiranja, a „prati“ objekt od početne ideje do izgradnje i održavanja objekta. Iako postoje određeni propisi i principi koje treba uzeti u obzir, dokumentacija nije nigdje jednoznačno određena propisima s obzirom na opseg, vrstu i način izrade. Budući da postoji više faza u realizaciji objekta (postrojenja) koje je potrebno dokumentirati, projektna ili tehnička dokumentacija s obzirom na namjenu dijeli se na:

- projektni zadatak,
- idejno rješenje,
- idejni projekt,
- investicijski elaborat,
- glavni projekt,
- izvedbeni projekt i
- dokumentacija za pogon i održavanje.

**PROCES PROJEKTIRANJA  
ELEKTROENERGETSKOG POSTROJENJA**



*Slika 2.2 Proces projektiranja EEP-a [1]*

### 2.2.1 Projektni zadatak

Projektnim se zadatkom zadaju osnovni zahtjevi na projekt uz tehničku, ekonomsku, vremensku i pravnu stranu. Radi ga sam naručitelj ili uz stručnu pomoć projektanta. Projektni se zadatak smatra temeljem cijeloga projekta, stoga ima vrlo velik utjecaj na kvalitetu projekta.

### 2.2.2 Idejna rješenja

Idejnim se rješenjem određuju osnovni parametri željena rješenja na način da se ugrubo odabere oprema i izrađuje procjena troškova. Obično se radi usporedba po kvaliteti i troškovima više varijanti, svaka sa svojim tehničkim rješenjima i učincima. Cilj idejnoga rješenja jest pronaći optimalno tehničko-ekonomsko rješenje, odnosno dobiti osnovu za daljnju analizu i odluku o izabranoj optimalnoj varijanti.

### 2.2.3 Idejni projekt

Nakon što se odabrano idejno rješenje, dalje se ono mora razraditi zbog izrade investicijskoga elaborata i podloge za glavni projekt. Zakonom o gradnji iz 2014. godine donesena je odluka da izrada idejnoga projekta nije obvezna. No idejni se projekti mogu izraditi i kako bi bili podloga za ishođenje nekih posebnih uvjeta te kao osnova za tender. Razrada idejnoga projekta ide u dva smjera; jedan smjer u vidu elektroenergetskih tokova, pod koji spadaju: energetska bilanca, definiranje potrošača, način napajanja, približni proračun instalacija i broj razvoda, potrošnja električne energije itd.; a drugi smjer su informacijski tokovi, odnosno način upravljačke strukture, definiranje signala i njihove povezanosti, razina automatizacije...

### 2.2.4 Investicijski elaborat

Idejni projekt proširuje se ekonomskom analizom te se to smatra investicijskim elaboratom. Proviđi se u smislu: rentabilnosti, odnosa na tržištu, opravdanosti povećanja kapaciteta, zamjene ili modernizacije opreme te određivanja načina financiranja.

Projektni zadatak ili odabrano idejno rješenje je osnova za investicijski elaborat, koji služi kao dio obaveznog dokazivanja potrebnih sredstava za investicije.

### 2.2.5 Glavni projekt

Glavni projekt je osnova za izradu izvedbene dokumentacije i za izradu tendera. Prema Zakonu o gradnji, članku 68., glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta [2].

Glavnim projektom detaljno se razrađuje idejni projekt uz potpuno usuglašavanje pojedinačnih dijelova projekta uz sve podatke za izvođenje (primjerice da smještaj određenoga razvoda bude usklađen s građevinskim projektom, elementima u razvodu itd.). Njegovom se izradom omogućuje sakupljanje ponuda proizvođača, dobavljača i izvođača radova.

Ovisno o vrsti građevine odnosno radova, glavni projekt mora sadržavati:

- arhitektonski projekt,
- građevinski projekt,
- elektrotehnički projekt i
- strojarski projekt,

uz različite vrste elaborata, poput elaborata zaštite od požara, zaštite na radu, zaštite od buke itd.

### 2.2.6 Izvedbeni projekt

Izvedbeni projekt radi se na temelju idejnoga projekta i glavnoga projekta. Izvedbenim se projektom razrađuje tehničko rješenje dano glavnim projektom, koje ne smije biti izrađeno protivno glavnome projektu. Za razliku od glavnoga projekta, kod kojeg se isporučitelj opreme ne zna, stoga se ne mogu ni svi detalji razraditi, pri izvedbenome projektu poznat je isporučitelj opreme. Cilj izvedbenoga projekta je priprema sve dokumentacije kako bi se oprema mogla naručiti i obaviti montaža elektroenergetskoga postrojenja. Potrebno je znati: točne tipove opreme (tj. narudžbene podatke – listu materijala), duljine kabela i točne spojeve (stezaljke) te način montaže.

### 2.2.7 Dokumentacija za pogon i održavanje

Dokumentacija za pogon i održavanje spada u projektnu dokumentaciju izvedenoga stanja koja nije obavezna. U njoj su sadržani dokumenti (upute) za eksploataciju i pogon elektroenergetskoga postrojenja. Dokumentacija za pogon i održavanje nije uključena u uobičajenim projektima, već je investitor mora posebno zatražiti. Upute dane dokumentacijom moraju poštovati propise i posebno je bitno da su prilagođene razinama stručnosti osoblja koje upravlja i održava postrojenje.



## 2.3 Osnovna regulativa

Osnovna regulativa može se podijeliti u dvije skupine:

- 1) Građevinska regulativa: - Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
  - Zakon o prostornom uređenju (NN RH br. 153/13,65/17, 114/18, 38/19, 98/19)
  - Zakon o građevinskoj inspekciji (NN RH br. 153/13)
- 2) Elektrotehnička regulativa: - norme i propisi
  - razine normizacije

Prema NN RH br. 125/19, čl. 1, *Zakonom o gradnji uređuje se projektiranje, građenje, uporaba i održavanje građevina te provedba upravnih i drugih postupaka s tim u vezi radi osiguranja zaštite i uređenja prostora u skladu s propisima koji uređuju prostorno uređenje te osiguranja temeljnih zahtjeva za građevinu i drugih uvjeta propisanih za građevine ovim Zakonom i propisima donesenim na temelju ovoga Zakona i posebnim propisima* [2].

Zakon o gradnji sadržava opće odredbe, temeljne zahtjeve za građevinu, energetska učinkovitost, sudionike u gradnji, projekte, nadležna tijela za izdavanje građevinske i uporabne dozvole, građenje građevine, uporabu, održavanje i uklanjanje građevine, nadzor, i prekršajne odredbe.

Također zakon o gradnji navodi razvrstavanje tipa građevina, kojih postoji 5 skupina. Građevina opisana ovim diplomskim radom svrstana je u drugu skupinu. Prema zakonu o gradnji, 2. skupina su građevine za koje se prema posebnim propisima posebni uvjeti utvrđuju u postupku procjene utjecaja na okoliš i u postupku ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu [2].

Elektrotehnička regulativa dijeli se na obavezno primjenjive propise i dragovoljno primjenjive norme. Propise izrađuje i donosi tijelo državne uprave kako bi se osigurao javni interes, a normu donosi normirno tijelo konsenzusom, koja se izrađuje na temelju znanstvenih, tehničkih i iskustvenih spoznaja. Propisi sadržavaju obvezna zakonska pravila, a norme pravila, upute ili značajke djelatnosti s ciljem postizanja najboljeg stupnja uređenosti danog konteksta. Razine normizacije provode se u smislu zemljopisnog, političkog ili gospodarskog opsega normizacije, a dijele se na 3 razine:

1. Međunarodna razina – ISO, IEC
2. Regionalna razina – CEN, CENELEC, regionalna organizacija
3. Nacionalna razina – DIN, BSI, HZN

Norme je potrebno kupiti kako bi ih elektroinženjer mogao upotrebljavati. Članovi Hrvatske komore inženjera elektrotehnike mogu upotrebljavati i pozivati se na norme dane od komore, čime se zadovoljavaju sigurnosni uvjeti tehničkih proračuna.

### 3. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE PROJEKTNE INSTALACIJE

#### 3.1 Elementi električnih instalacija i trošila

U elemente električnih instalacija spadaju energetske izolirani vodiči, instalacijske cijevi i uvodnice, pribor za instalacijske vodiče, kanalni razvodi i razvodne kutije, instalacijski osigurači, prekidači, mjerni uređaji (električna brojila), razvodni ormari i elementi gromobranske instalacije.

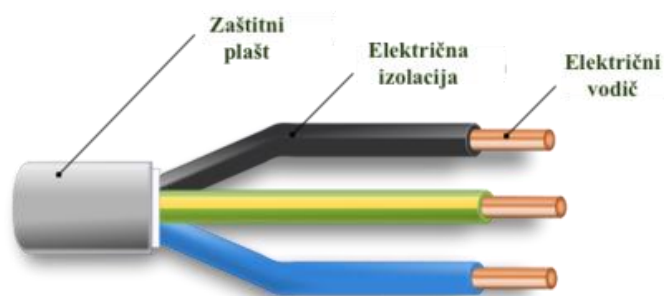
Trošilima električne energije smatraju se elektromotorna, elektrotermička, rasvjetna, elektronička i ostala (elektrokemijska) trošila.

- Energetske izolirani vodiči:

Energetski (električni) vodič je materijal koji može kontinuirano provoditi električnu struju, a najčešće korišteni provodni materijali bakar i aluminij izolirani su kako ne bi došlo do neželjenih dodira između samih vodiča (žica) u kabelu ili vanjskih dodira. Važna stavka prilikom odabira vodiča jest njegov presjek, pri čijem se odabiru mora uzeti u obzir više veličina.

Oznake boja u kabelu koje se koriste i njihovo značenje jesu:

- crna, smeđa ili siva: fazni vodovi
- svijetloplava: neutralni vod
- zelenožuta: zaštitni vod, uzemljenje.



Slika 3.1 Energetske izolirani vodič

- Instalacijske cijevi i uvodnice:

Instalacijskim se cijevima koristi kako bi se u njih polagali instalacijski (izolirani) kabeli te na taj način bili zaštićeni od mehaničkih, toplinskih i kemijskih utjecaja okoline. Uvodnice služe za uvođenje vodova u objekt, najčešće nadžbukne instalacije.



*Slika 3.2. Instalacijska cijev*

- Pribor za instalacijske vodiče:

Tuljak, stopica i stezaljka služe kako bi se povezao kraj vodiča s potrebnim instalacijskim elementom.



*Slika 3.3. Stopica, stezaljka i tuljak*

- Kanalni razvod i razvodna kutija:

Kanalni razvod i razvodna kutija služe za spajanje i nastavljavanje vodova.



*Slika 3.4. Razvodna kutija*

- Instalacijski osigurači i prekidači:

Osigurači i prekidači imaju zaštitnu funkciju – prekidaju strujni krug u slučaju doseganja određenih vrijednosti.

Kao zaštita kod velikih struja preopterećenja i struja kratkog spoja u NNM (nisko naponskim mrežama) koriste se osigurači. Osigurači predstavljaju najjednostavniji i najstariji oblik zaštite od struja kratkih spojeva. Također spadaju u vrstu termičke zaštite iz razloga što moraju pregorjeti prije nego što dođe do oštećenja štice objekta, zbog velike struje kratkog spoja. Osnovni parametri osigurača su nazivni napon, nazivna struja uložka, granična struja isključenja i vremenska karakteristika (I-t). Podjela osigurača prema načinu prekidanja strujnog kruga jest na rastalne i automatske.



*Slika 3.5. Rastalni i automatski osigurač*

- Mjerni uređaji – električna brojila:

Električna brojila služe za mjerenje potrošnje električne energije objekta koji se napaja iz EEM (elektroenergetske mreže), kako bi je pružatelj usluge napajanja električne energije mogao naplatiti po potrošenim jedinicama.



*Slika 3.6. Električno brojilo*

- Razvodni ormari:

Razvodni su ormari jedna od osnovnih komponenti električnih instalacija u zatvorenom prostoru. Sadržavaju module u koje se polažu i povezuju elementi električnih instalacija poput sklopki, osigurača i prekidača, kojima se upravlja i distribuira električnom energijom objekta.



*Slika 3.7. Razvodni ormar bez postavljenih elementa*

Priključci neutralnih vodiča pristupačno su izvedeni sabirnicom kako bi se mogli isključiti pojedinačno i kako bi se raspoznalo kojem strujnom krugu pripadaju. Isto se odnosi i na priključke zaštitnih vodiča koji se ne smiju prekidati. Svi dijelovi koji su pod naponom u normalnim uvjetima zaštićeni su od slučajnog dodira. Također u razvodne ormare potrebno je postaviti jednopolnu shemu, koja sadrži presjeke svih dovodnih i odvodnih vodova s pripadajućim oznakama, nazivnim strujama svih prekidača, sklopki i osigurača s navedenim načinom zaštite od neizravnog napona dodira. Na vratima ormara postavlja se oznaka opasnosti od električnoga udara i oznaka sustava zaštite.

- Elementi gromobranske instalacije:

Gromobranska instalacija služi kako bi se zaštitio objekt prilikom izravnog udara munje, a sastoji se od glavnoga prihvatnog voda, okomitih i pomoćnih vodova i uzemljivača. Za glavni prihvatni vod koristi se čelik, odnosno pocinčana čelična traka oznake FeZn.



*Slika 3.8. Gromobranska instalacija na krovu zgrade*

- Trošila električne energije:

Elektromotornim trošilima električne energije smatraju se električni strojevi. Električni strojevi najviše se koriste u objektima industrijske namjene. Elektrotermička trošila koriste se za zagrijavanje vode električnom energijom, a rasvjetna tijela kako bi se osvijetlio prostor. Elektronička trošila su računala, televizori i ostali uređaji koji u sebi sadrže matične ploče s tranzistorima (procesorima).

### **3.2 Uvjeti zaštite na radu pri korištenju električnom energijom**

Električna oprema i električna instalacija objekta odabrana je i postavljena u zavisnosti od vanjskih utjecaja prema važećim normama i propisima.

Električna instalacija izvedena je na način da se s jednog mjesta mogu isključiti svi vodiči pod naponom pomoću tipkala za daljinsko isključivanje ugrađenim u GRO 1 (glavni razvodni ormar 1), kao i na pročelju građevine.

Vodiči, kabeli i instalacijski pribor zaštićeni su od mehaničkih i kemijskih oštećenja odgovarajućim tipom električnog razvoda, načinom postavljanja, položajem i oblogom.

### 3.3 Mjere zaštite na radu: zaštita od izravnog dodira

Zaštita od izravnog dodira električne instalacije pod naponom ostvarena je odgovarajućom konstrukcijom elektroopreme (ormara, svjetiljki, utičnica i prekidača) s propisanim stupnjem električne i mehaničke zaštite, kao i izborom odgovarajućih vodiča i kabela s propisanim načinom polaganja.

Pojednostavljeno rečeno, zaštita od izravnog dodira izvedena je pravilnim odabirom opreme te pregradama i zaštitama.

### 3.4 Mjere zaštite na radu: zaštita od neizravnog dodira

Zaštita od neizravnog dodira električne instalacije pod naponom napravljena je pravilnim izborom uređaja za automatsko isključenje napajanja uređajima primjenom ZUDS (zaštitni uređaj diferencijalne struje) zaštite u TN-S sustavu razvoda. Radi postizanja selektivnosti isključenja u slučaju kvara, ugradit će se više ZUDS-a.

ZUDS, odnosno zaštitni uređaj diferencijalne struje svoj način rada zasniva na principu mjerenja struje prije ulaza u štice objekta i mjerenja struje na izlazu iz štice objekta. Spada pod uređaje diferencijalne zaštite, koji uspoređuju iste električne veličine (u ovom slučaju struju) po iznosu, smjeru i fazi na krajevima štice objekta. Uspoređivanje se izvodi pomoćnim vodom, komunikacijskim kabelom ili telekomunikacijskim kanalom. Diferencijalni releji služe kao brza, selektivna i vrlo osjetljiva zaštita, naziva FID sklopke. U tom slučaju mora biti zadovoljen uvjet:

$$R_a \times I_g \leq U_0 \quad (3.1)$$

gdje je:  $R_s$  ( $\Omega$ ) – otpor petlje kvara

$I_a$  (A) – struja kvara koja osigurava djelovanje ZUDS-a

$U_0$  (V) – nazivni napon mreže prema zemlji

U skladu s Tehničkim propisom za NN električne instalacije, prema normi HRN HD 60364-4-41:2017/A12:2019 u ovisnosti o naponskoj razini, različito je vrijeme isključivanja napajanja. Za jednofazni priključak na 230 V, ZUDS mora isključiti u periodu od 400 ms, odnosno 0.4 s. Za naponsku razinu u iznosu od 400 V vrijeme isključivanja je do 200ms (0.2 s) te za naponske razine više od 400V ograničeno je na 0.1 s. Diferencijalna struja prorade ZUDS-a iznosi 0.03 A.



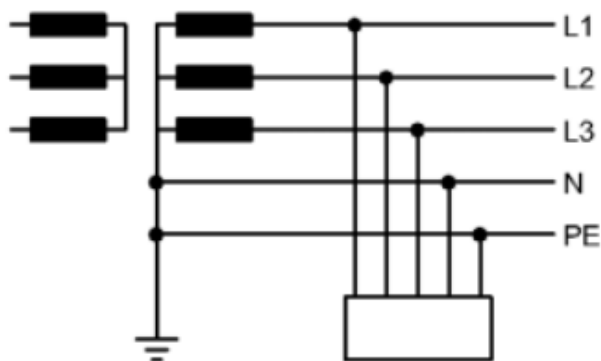
Po kriteriju primjene zaštitnih mjera od električnog udara, postoje 3 vrste sustava razvoda niskonaponskih mreža, a to su:

1. TN-sustav : -TN-S  
-TN-C  
-TN-C-S
2. TT-sustav
3. IT-sustav

Slovne oznake definirane su na način:

- Prvo slovo označava odnos mreže i uzemljenja:  
T – izravno spojena jedna točka mreže na uzemljenje  
I – svi aktivni dijelovi mreže izolirani su od zemlje.
- Drugo slovo označava odnos dohvatljivih vodljivih dijelova i uzemljenja:  
T – izravno na zemlju neovisno o sustavu uzemljenja  
N – izravno na zemlju u ovisnosti o sustavu uzemljenja.
- Dodatno slovo označava raspored neutralnog i zaštitnog vodiča:  
S – neutralni i zaštitni vodič međusobno su odvojeni u mreži  
C – zaštitni i neutralni vodič kombinirani su u jedan (PEN).

U ovom slučaju riječ je o TN-S sustavu razvoda NNM, kod kojeg je u cijeloj mreži od transformatora do potrošača zaštitni vodič (PE) odvojen od neutralnog vodiča (N). Spojeni su samo u jednoj točki i to na zvjezdištu transformatora.



Slika 3.9. Nadomjesna shema TN-S sustava razvoda NNM

### 3.4.1 Zaštita od struje preopterećenja

Ukoliko se trenutačna nadstrujna zaštita (izvedena osiguračima) radi u kombinaciji s diferencijalnom zaštitom, utoliko ona mora imati vremensku odgodu djelovanja jer se prednost daje diferencijalnoj zaštiti. Razlog tomu jest taj da diferencijalna zaštita sigurno reagira, dok nadstrujna ovisi o više uvjeta, kao što su: temperatura, tip osigurača, klasa točnosti itd. Primjer; ako je nadstrujna zaštita klase B 16A, ona će sigurno okinuti pri struji koja je 5 puta veća, odnosno kada struja pređe preko 80 A vrijednosti.

Izabrani osigurači (prema normi HRN HD 384.4.43 S1:1999) moraju prekidati svaku struju preopterećenja koja protječe vodičima prije nego što ona prouzrokuje povišenje temperature. Pri tomu je izvršena koordinacija presjeka vodiča i zaštitnih uređaja kako slijedi:

$$I_b < I_n < I_d \text{ ili } I_2 < 1,45 \times I_d \quad (3.2)$$

gdje je:

$I_b$  – pogonska struja [A]

$I_n$  – nazivna struja zaštitnog uređaja [A]

$I_d$  – trajno dozvoljena struja [A]

$I_2$  – struja pouzdanog djelovanja zaštitnog uređaja [A]

### 3.4.2 Zaštita od struje kratkog spoja

Uvažavajući norme, ne mora se raditi izračun (3.3), već se odabir osigurača provodi prema standardu iz tablice. Ako se radi izračun, izbor osigurača ovisi prema dozvoljenom vremenu djelovanja struje kratkog spoja prema izrazu:

$$t = (k \times S / I_k)^2 \quad (3.3)$$

gdje je:

$t$  – vrijeme trajanja pregaranja [s]

$S$  – presjek vodiča [mm<sup>2</sup>]

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

$k$  – faktor (115) za bakrene (Cu) vodiče i kabele s PVC izolacijom,

čime se onemogućuje povećanje temperature vodiča u kabelu iznad dozvoljene.

### **3.5 Izjednačavanje potencijala metalnih masa**

Definicija izjednačavanja potencijala metalnih masa označava galvanski način spajanja svih metalnih dijelova (masa) i različitih instalacija sa zaštitnim vodičem električne instalacije određenoga prostora.

Funkcionira na način da, ako se pojavi napon greške na nekom kućištu električnog trošila, ista ta vrijednost napona (odnosno taj isti potencijal) pojavit će se i na međusobno povezanim metalnim dijelovima drugih instalacija, stoga neće postojati razlika potencijala. Time je bitno smanjena šansa da na čovjeka djeluje napon dodira nekog kvara / neispravnog rada trošila / instalacija. Izjednačavanje potencijala može se provoditi kao glavno izjednačavanje potencijala kojim je obuhvaćen cijeli objekt ili lokalno-dopunsko, kojim je obuhvaćen uži prostor ili dio instalacija objekta.

Glavno izjednačenje potencijala (GIP) metalnih masa izvedeno je povezivanjem uzemljivača s PE sabirnicom u GRO (glavni razvodni ormar). Svi metalni dijelovi građevine (ograde, metalna vrata i prozori, instalacija grijanja i hlađenja, nosači vanjske jedinice klimatizacijskih uređaja) povezuju se s PE sabirnicom u razvodnim ormarima.

### **3.6 Mjere zaštite od požara**

Zaštitom od požara obuhvaćen je skup svih mjera i radnji normativne, upravne organizacijske i tehničke naravi. Projektirana građevina proizvodne namjene ne predstavlja opasnost u vidu potencijalnog izvora požara, stoga nije potrebno projektirati posebne mjere zaštite. Potrebno je poštovati ostale propisane mjere zaštite od požara.

Tehnička rješenja zaštite od požara:

- Odabrani osigurači prema standardu HRN HD 384.443 S2, prekidaju svaku struju opterećenja koja protječe vodovima prije nego što ona prouzroči nedozvoljeno povišenje temperature. Pri tome je napravljena koordinacija presjeka vodiča i zaštitnih uređaja. Zaštita je selektivna.
- Odabrana oprema zadovoljava normu HRN HD 384.4.482 S1 prema vanjskim utjecajima te osigurava pouzdanost tehničkih mjera zaštite prema normama: HRN HD 384.5.523 S2:2002 i HRN HD 384.4.3 S2:2002
- Razvodni ormari izrađeni su od lima.

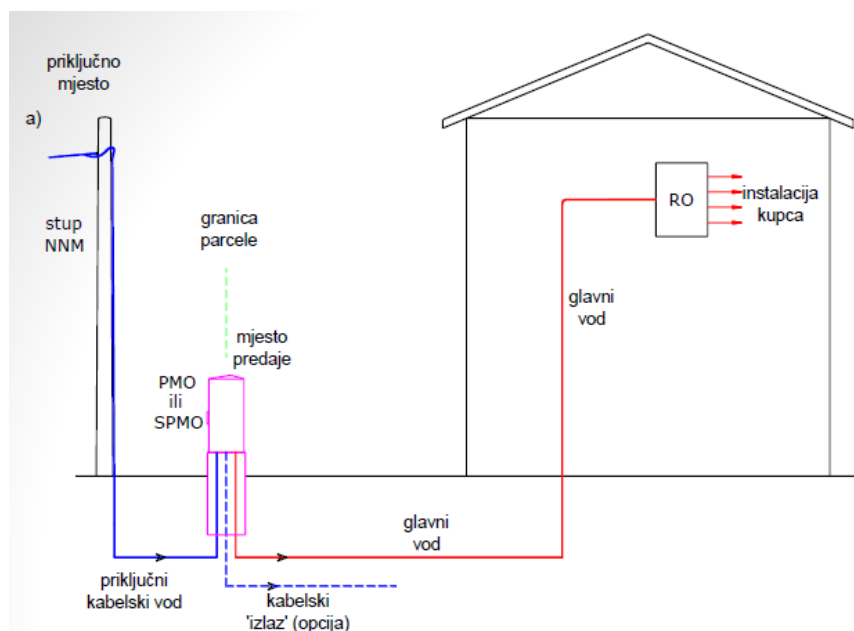
- Električna instalacija izvodi se kabelima tipa FG16R. Takav odabir kabela je iz razloga što je riječ o nadžbuknoj instalaciji, stoga u slučaju požara tip kabela FG16R ima smanjeni dim i otrove koje ispušta.
- Kabeli su dimenzionirani na nominalnu struju, a kontrolirani su na pad napona.
- Sve metalne mase povezuju se preko PE sabirnice razvodnim ormarima.

### 3.7 Mjere sigurnosti objekta: alarm i videonadzor

U ovoj fazi elektrotehničkog projekta predviđena je priprema pocinčanih polica oznake PK100, u koje će se smještati vodovi pojedine kamere i vodovi za senzore do centrale u uredu voditelja.

### 3.8 Način povezivanja građevina na NNM

Niskonaponska mreža (NNM) predstavlja mrežu pod naponom od 0.4 kV (400 V) koja služi za priključenje potrošača na elektroenergetsku mrežu (EEM). Priključenje potrošača može se izvesti dvama načinima: podzemnim energetskeim kabelom i nadzemnim samonosivim kabelskim snopom. Građevina PAB Akrapović povezat će se podzemnim priključkom.



Slika 3.10. Priključak energetskeim kabelom na nadzemnu mrežu preko ugradbenog PMO ili SPMO na granici parcele [1]

Kako bi se izveo podzemni priključak energetskim kabelom potrebno je odrediti početnu i krajnju točku napajanja. Početna točka napajanja je PMO (priključni mjerni ormar), odnosno SPMO (slobodnostojeći mjerni ormar) na granici parcele, nakon kojeg ide glavni vod do GRO-a (glavnog razvodnog ormara) koji se nalazi na pročelju građevine. Povezivanje je podzemnim putem, položenim u cijev.

### 3.9 Napajanje građevine

Građevina će se napajati preko PMO-a spojena na NNM. Investitor ima ishodu EES (elektroenergetsku suglasnost) na  $P_v = 100 \text{ kW}$ . Uvažavajući potrebu po određenoj pričuvi, napojni vod od PMO-a do GRO1 (glavni razvodni ormar 1) dimenzionirat će se za struju  $I = 200 \text{ A}$ , odnosno snagu  $P = 130 \text{ kW}$ , uz  $\cos \varphi > 0,95$ . Spoj od PMO-a do GRO1 izvest će se kabelom FG16R 3 x 95/50 ( $\text{mm}^2$ ) položenim u cijev NOVOTUMB 110/94 mm.

Priključenje na NNM u TN-S sustavu izvest će se s četirima žilama. Peta je iz uzemljivača, stoga nije potrebna. Neutralni vod i zaštitni PE vod spojeni su u GRO te su nakon toga odvojeni.

Uz  $P = 100 \text{ kW}$  i  $\cos \varphi = 0,95$ , struja iznosi  $152 \text{ A}$ , no uz uvažavanje 30 % pričuve, gdje je  $P = 130 \text{ kW}$ , struja iznosi  $I = 197,75 \text{ A}$ , stoga se napojni vod dimenzionira za  $I = 200 \text{ A}$ . Čak u slučaju kvara uređaja za kompenzaciju jalove snage, uz pretpostavku kvara uz  $P = 100 \text{ kW}$  i  $\cos \varphi = 0,76$ , struja bi iznosila  $I = 192,6 \text{ A}$ , što je manje od dimenzioniranih  $200 \text{ A}$ . Iz toga razloga uzima se 30 % pričuve, da bi tehnički sigurnosni uvjet bio i dalje zadovoljen.

Odabrani presjek kabela FG16R 3 x 95/50 po katalogu proizvođača dozvoljava struju do  $206 \text{ A}$ , a budući da je dimenzionirano (štićeno) do  $I = 200 \text{ A}$ , kabel zadovoljava tehnički uvjet. Presjek cijevi je takav da se odabrani kabel može uvući u nju.

Za potrebe dijela razvoda ugrađuju se kableske police PK200. U GRO1 ugrađuje se kompaktni prekidač 3P/250A/25 kA – trolni prekidač, s nazivnim razredom  $250 \text{ A}$ , kako bi bio veće vrijednosti od  $I = 200 \text{ A}$  i prekidnom moći od  $25 \text{ kA}$ , s daljinskim isklonikom (naponskim okidačem) kao glavnim prekidačem. Na vrata GRO1 ugrađuje se tipkalo T1 za isključenje u nuždi.

### 3.10 Isključenje u nuždi

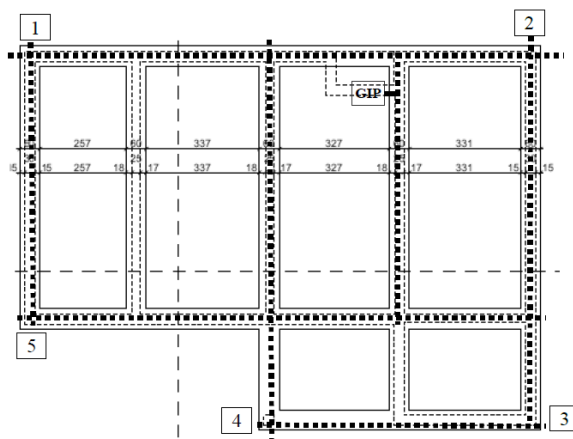
Za slučaj nužde osigurava se mogućnost potpunog prekida napajanja električnom energijom s više mjesta. Na vratima GRO1 ugrađeno je tipkalo T1. Pored tipkala GRO1, na

pročelju građevine kod glavnog ulaza i ulaza skladišta te kod ulaza u kompresorsku stanicu, ugradit će se tipkala T2 i T3, koja će u GRO1 djelovati na prekidač s naponskim okidačem te u potpunosti isključiti napajanje električnom energijom kompletne građevine. Tipkala na pročelju građevine postavljena su na visini od  $h = 1,5$  m, a ugrađuju se s kućištima minimalnog stupnja zaštite IP44 i označuju se sukladno pravilniku o sigurnosnim znakovima (NN 91/15; 102/15 i ispravak 6/16).

### 3.11 Temeljni uzemljivač

Temeljni uzemljivač ima funkciju izjednačavanja potencijala, a ugrađuje se u temelje građevine, prije njezine gradnje. Izvodi se trakom koja se najčešće proizvodi od pocinčanog čelika, koja se postavlja „na nož“, odnosno okomito pod  $90^\circ$ , a bitan je pravilan odabir dimenzije trake. Od uzemljivača do zaštitne sabirnice (PE) u glavnom razvodnom ormaru (GRO) izvodi se spoj vodičem zelenožute boje, također određenih dimenzija presjeka, koji se polažu u (ranije opisanu) instalacijsku cijev. Na takav sustav temeljnog uzemljivača spaja se gromobranska instalacija, u slučaju da je ona potrebna. Gromobranska instalacija preporučuje se uvijek iz sigurnosnih razloga, a ispituje se metodom procjene rizika od udara munje.

U temelje građevine ugradit će se temeljni uzemljivač pocinčanom trakom minimalnog presjeka  $30 \times 4 \text{ mm}^2$ . Zbog predviđenog dugog vijeka građevine, uzet je presjek od  $30 \text{ mm}^2$  umjesto primjerice  $25 \text{ mm}^2$ . Na temeljni uzemljivač spojit će se gromobranska instalacija. Za potrebe gromobranske instalacije, od mjernih mjesta do uzemljivača, izvest će se spojevi trakom FeZn  $25 \times 4 \text{ mm}^2$ . Svi se spojevi rade križnim FeZn spojnicama. Svi stupovi noseće konstrukcije povezuju se na temeljni uzemljivač trakom FeZn  $25 \times 4 \text{ mm}^2$ . Svi rezovi trake moraju se antikorozivno zaštititi bitumenom. Svi metalni dijelovi (kabelske police, vrata, prozori, cijevi itd.) povezuju se na zaštitnu PE sabirnicu u RO-u (razvodnom ormaru).



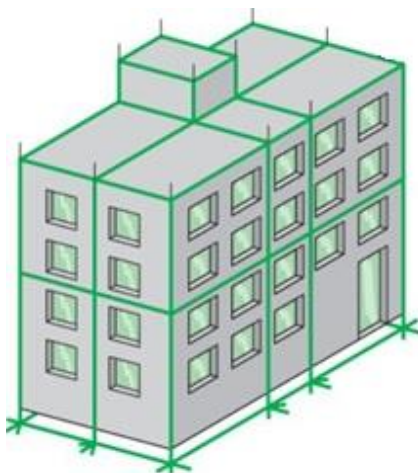
Slika 3.11 Primjer povezivanja temeljnog uzemljivača nekog objekta – tlocrt, s izvodima



*Slika 3.5.2. Izvod temeljnog uzemljivača predviđen crtežom - prilog 8.5*

### 3.12 Gromobranska instalacija

Procjenom rizika od udara munje, dokazano je da je potrebno izgraditi gromobransku instalaciju. Gromobranska instalacija izvodi se „klasičnim Faradayevim kavezom“. Faradayev kavez predstavlja zatvorenu metalnu mrežu (metalni okvir/oklop), koja štiti predmete ili ljude u svojoj unutrašnjosti od djelovanja električnog polja. Po definiciji, električni naboj koji se dovede na okvir kaveza, uvijek se raspoređuje po njegovoj površini na način da unutarnje električno polje uvijek ima jakost jednaku nuli, bez obzira na polja i naboje izvan kaveza. [3]



*Slika 3.12 Primjer gromobranske instalacije (Faradayeva kaveza) na objekt [3]*

Krovne hvataljke izvode se šipkom AlSi (Aluminij Silicij)  $\Phi = 8$  mm presjeka. Vertikalni spustovi od krovnih hvataljki do mjernih spojeva izvode se šipkom AlSi  $\Phi = 8$  mm. Vertikalni spustovi zaštićuju se od gotovog poda do mjernih spojeva mehanički. Od mjernih spojeva do temeljnog uzemljivača, spojevi se izvode trakom FeZn 25 x 4 mm<sup>2</sup>.

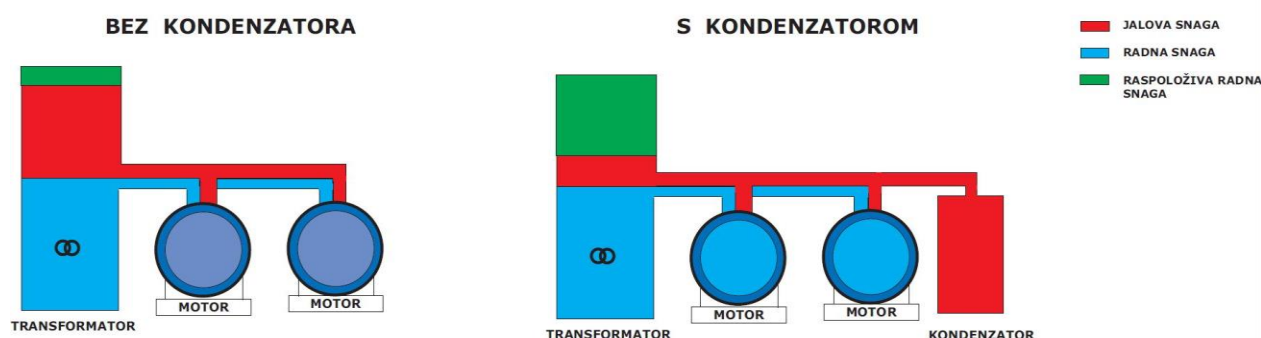
### 3.13 Kompenzacija jalove snage

Preuzeta snaga iz mreže  $P$  (W) računa se kao umnožak napona (V) i struje (A), no vrijedi samo za slučaj periodički promjenjivih veličina sinusnog oblika kod kojih su struja i napon u fazi. Struja i napon su u fazi ako u isto vrijeme prolaze kroz nulu te je tada riječ o omskim trošilima. U ovisnosti o induktivnome ili kapacitivnome karakteru trošila, dolazi do pomaka prolaza kroz nulu struje i napona – fazni pomak.

Rad motora i transformatora zasniva se na magnetskim poljima, za čije je nastajanje potreban dio energije. Ta se energija ne može pretvoriti u djelatnu snagu, već se ona naziva jalova snaga –  $Q$  (VAr). Budući da je za nastanak magnetskog polja potrebna jalova struja, električna pogonska sredstva (vodovi, transformatori i generatori) moraju se dimenzionirati i za ovaj dodatni udio struje, odnosno za geometrijski zbroj djelatnog i jalovog dijela. Geometrijski zbroj djelatne i jalove snage predstavlja  $S$  (VA).

Jalova snaga u vodovima stvara gubitke. Budući da je ona u prijenosu energije beskorisna, potrebno ju je držati na što manjim vrijednostima. No budući da jalovu snagu trebaju induktivna trošila, nju je potrebno osigurati na neki način, po mogućnosti ne preko elektroenergetske mreže. Kondenzatori su komponente kod kojih jalova struja prethodi naponu.

Kombinirajući udjele energije električnih polja (kondenzatorima) i magnetskih polja (induktivitetima) dolazi se do izjednačavanja energije. Taj se postupak naziva kompenzacija jalove snage [3]. Odnos djelatne snage  $P$  (W) i prividne snage  $S$  (VA) iskazuje se faktorom snage –  $\cos \varphi$ .



Slika 3.13. Kompenzacija jalove snage [4]

S obzirom na to da je potrebno postići faktor snage  $\cos \varphi > 0,95$ , potrebno je instalirati ormar za kompenzaciju jalove snage. Predviđen je uređaj reaktivne snage  $Pr = 30$  kVAr. Za potrebe automatskog rada uređaja u GRO1 ugrađuje se strujni transformator 250/5 A.



Kompenzacijski uređaj imat će automatsku regulaciju u 6 stupnjeva. Ormar kompenzacije treba dimenzionirati da se u njega može dodati još 30 kVAr reaktivne snage. Kućište ormara je metalno, AKZ (antikorozivno) zaštićeno i minimalnog stupnja zaštite IP 44.

Ormar je opremljen glavnim prekidačem, osiguračima, sklopnica i kondenzatorima za napon  $U = 440 \text{ V}$ .

### **3.14 Električna instalacija snage**

Od GRO1 (glavni razvodni ormar 1) napajanje se vodi na GRO (glavni razvodni ormar). GRO je metalni slobodno-stojeći, dimenzija 600 x 1899 x 250 / 264. Ormar ima 11 redova s 24 modularna mjesta u svakome redu. Stupanj zaštite GRO-a je IP54. U GRO se ugrađuju modularni elementi sukladno jednopolnoj shemi u prilogu 8.19.

Pri ožičenju i izvedbi instalacije potrebno je paziti da se upotrebljavaju sljedeće boje vodiča:

- CRNA, SMEĐA – za fazne vodiče
- PLAVA – za nulte vodiče
- ZELENOŽUTA – za zaštitne vodiče

Sve spojeve u razvodnim kutijama potrebno je izvoditi isključivo odgovarajućim stezaljkama. Napajanje trošila u proizvodnom dijelu izvest će se dvama sabirničkim vodovima GMR-a (gornjeg motornog razvoda) na svakoj etaži, utičnicama oznake 3P+N+PE, nazivnih struja  $I = 63 \text{ A}$ . Sabirnički vodovi GMR napajaju se preko osigurača i ZUDS-a iz GRO-a. Spoj od GRO-a do prekidača na pregradnom zidu i dalje do priključnih kutija svakog sabirničkog voda, vrši se kabelom FG16R 5 x 16 mm<sup>2</sup>, primjereno položenim i mehanički zaštićenim.

Svaki GMR (ukupno 4) – sabirnički vod, kao zasebna cjelina, sastoji se od:

- priključne kutije
- ravnih elemenata – dužine 3 m
- ravnih elemenata – dužine 2 m
- nosača

Proizvodna trošila napajaju se sa sabirničkih vodova GMR-a pomoću odcjepnih kutija u koje se ugrađuju osigurači. Sabirnički vodovi GMR vješaju se na poprečne nosače konstrukcije na visinu donje točke od 4 m.

Za potrebe opće instalacije ugrađuju se utične grupe: UG2; UG4 i UG6. Grupe UG6 imaju po 4 *schuko* utičnice u N/Ž (nadžbuknim) kućištima sa 6 mjesta i dvije utičnice oznake 3P+N+6h (16A). Grupe UG4 i UG2 ugrađuju se u 4 modularne kutije. Grupe UG6 napajaju se preko ZUDS 63/0,03 A iz GRO-a, kabelom FG16R 5 x 6 mm<sup>2</sup>, koji se povezuje od prve do zadnje grupe. Svaka UG6 utična grupa ima vlastite trole i jednopolne osigurače.

U prostor kompresorske stanice ugrađuje se ROK (razvodni ormar kompresorske stanice). Osim napajanja kompresorske stanice, iz ROK-a se napajaju utičnice sektora 3 (ured voditelja, prolaz, blagovaonica i garderoba). Dizalica topline, s pripadnom opremom, *multisplit*-klimatizacijski uređaj i radijatorsko grijanje također se napajaju iz ROK-a.

Za potrebe razvoda elektroinstalacije ugrađuju se kabelske police PK200.

### **3.15 Elektroinstalacija uz strojarske instalacije**

Napajanje vanjske jedinice klima-uređaja ureda privremenog skladišta dovodi se preko KZS-a (kombinirane zaštitne sklopke) oznake 16/0,03 A (16 A – nazivna struja, 0,03 – struja greške) kabel FG16R 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>, položen u cijevi kao FXP. Na jednak se način napaja vanjska jedinica klima-uređaja za ured voditelja i blagovaonice, ali preko ZUDS-a. Od vanjskih klimatizacijskih uređaja do unutarnjih, polažu se kabeli FG16R 5 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

Za potrebe napajanja klima-komore dovodi se kabel FG16R 5 x 2,5 mm<sup>2</sup>. Predmetna klima-komora ima vlastite upravljačke uređaje.

Na svaki radijator u garderobama i sanitarnom čvoru dovodi se kabel FG16R 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>. Radijatori imaju vlastito termostatsko upravljanje.

Kompresor s integriranim sušenjem napaja se iz ROK-a. U kompresorsku se stanicu ugrađuje spremnik stlačenog zraka, kojeg je pri dnu potrebno povezati vodičem H07V-K 1 x 10 mm<sup>2</sup> s PE sabirnicom u ROK.

Vanjska jedinica dizalice topline napaja se kabelom FG16R 5 x 2,5 mm<sup>2</sup>. Kućište dizalice topline povezuje se vodičem H07V-K 1 x 10 mm<sup>2</sup> na izvod temeljnog uzemljivača.

Za napajanje pričuvnih grijača unutarnje jedinice dizalice topline dovodi se kabel FG16R 5 x 2,5 mm<sup>2</sup>, a za potrebe napajanja cirkulacijskih pumpi dovodi se po jedan kabel FG16R 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>, koji završava u N/Ž kutiji 80 x 80 mm<sup>2</sup> stupnja zaštite IP 55. Do upravljačke kutije kanalnog odisnog ventilatora garderoba, dovodi se kabel FG16R 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>.

### 3.16 Opća, nužna i sigurnosna panik-rasvjeta

Jakost rasvjete odabrana je prema namjeni prostorije, sukladno normi HRN EN 12464. Razmještaj svjetiljki i njihova visina odabrani su tako da se dobije najpovoljnija jednolikost osvjetljenja, a da se sjene, kontrasti i reflektiranost svjetla nalaze u dozvoljenim granicama.

Ovim je projektom obrađena:

- opća rasvjeta – rasvjeta pri normalnim uvjetima rada
- nužna rasvjeta proizvodnog dijela – rasvjeta u slučaju rada pri nekakvu kvaru, no kada proizvodni dio mora i dalje biti u funkciji
- sigurnosna panik-rasvjeta – prilikom isključenja rasvjete u građevini, osvjetljenje sigurnosnog puta prema izlazu iz građevine

U tablici 3.1 prikazani su zadani – željeni i projektom postignuti intenziteti osvijetljenosti.

Tablica 3.1: Intenzitet rasvjete

Rb:	PROSTORIJA	Zadana vrijednost sukladno HRN EN 12464 (Lx)	Projektom postignut intenzitet (Lx)
1	Ured skladištara	500	538
2	Privremeno skladište gotovih proizvoda	200	269
3	Proizvodni pogon	500	646
4	Hodnik	500	646
5	Ured voditelja	500	538
6	Čajna kuhinja	200	255
7	Muški sanitarni čvor	200	255
8	Ženski sanitarni čvor	200	255
9	Kompresorska stanica	150	168
10	Nužna rasvjeta proizvodnog dijela	<1	2 do 4

Sve odabrane rasvjetne armature imaju temperaturu boje svjetlosti 4000 K i  $\cos \varphi = 0,95$ . U proizvodnome se dijelu armature vješaju na nosače konstrukcije građevine na način da je donja točka na visini od 4 m od poda. Prekidači se ugrađuju u svaku prostoriju. U garderobama i sanitarnome čvoru ugrađuju se armature sa senzorom pokreta, stoga prekidači nisu potrebni.

Prostor proizvodnoga dijela podijeljen je na 3 sektora; sektori 1 i 2 napajaju se iz GRO-a, a sektor 3 iz ROK-a. Prekidači u proizvodnome dijelu upravljaju armaturama na način da se svakim sektorom može koristiti neovisno jedno o drugom.

U slučaju nestanka električne energije, u proizvodnome su dijelu ugrađene armature označene sa C1E, koje pored opće funkcije trebaju osigurati i nužnu rasvjetu intenziteta  $E > 1 \text{ Lx}$ , autonomije 3 h.

Uz opću i nužnu rasvjetu, predviđena je i sigurnosna panik-rasvjeta. Armature se ugrađuju kod izlaza iz prostorije, LED izvedbe, autonomije 3 h. Rasvjetne armature moraju u konačnici biti označene sukladno pravilniku o sigurnosnim znakovima (NN 91/15; 102/15 i ispravak 6/16).

Za potrebe vanjske rasvjete ugrađuju se reflektori sa senzorom dan / noć i senzorom pokreta preko zasebnih prekidača za sektore 1 i 2 te sektor 3.

### **3.17 Telekomunikacijska EKI instalacija**

Sukladno preporuci HAKOM-a, od svih operatera zatražene su izjave o posjedovanju vlastita EKI-ja (elektroničke komunikacijske infrastrukture) u zoni zahvata. Svi su operateri izjavili da u predmetnoj zoni zahvata nemaju vlastiti EKI. Ovim je projektom predviđen podzemni spoj građevine na EKI.

Na rubu k. č. ugradit će se tipski zdenac MZD0. U ured voditelja ugradit će se ZKO (zidni komunikacijski ormar) DW MONOBLOCK 600 x 635 x 395, 19“, 12U. Od MZD0 do ZKO-a položiti će se dvije cijevi kao FXP 50. Od ZKO-a do svakog ethernet-utičnog mjesta RJ45, polaže se kabel F/FTP cat6a, 4x2Xawg 23/1, 500 Mhz i S03-3, Dca. Kabeli se polažu u zasebne kabelaške police PK100, zaštitne cijevi i zaštitne kanale SCAME.

## 4. TEHNIČKI PRORAČUNI

Tehničkim proračunima prikazat će se vrijednosti bilance snage trošila, vrijednosti potrebne kompenzacije jalove snage, strujna opterećenja voda napajanja i maksimalne radne struje pojedinih vodova, izvršit će se odabir presjeka vodova s obzirom na zagrijavanje vodiča i padove napona, odredit će se vrijednost otpora uzemljivača, provjeriti djelovanje ZUDS-a, napraviti proračun jakosti rasvjete te izračun potrebne razine zaštite od groma.

Kako bi se moglo pristupiti izračunu tehničkih proračuna, moraju se poznavati podaci bilance snage, odnosno koja će se strojarska oprema instalirati i nazivna snaga odabrane opreme.

### 4.1 Bilanca snage

Temeljem dobivenih podataka stručnih službi investitora, pristupa se izračunu potrebne vršne snage. Za izračun vršne snage uračunava se i potrebna snaga za rasvjetu i strojarske instalacije, uvažavajući faktore istodobnosti.

Faktor istodobnosti označava faktor koji predstavlja procjenu koliko će neko trošilo raditi pri konstantnoj snazi. Primjerice, ako kompresor radi s faktorom istodobnosti od 0.6, to znači da kompresor u jedinici od sat vremena radi sa 60 % konstantne nazivne snage.

Tablicom 4.1. prikazani su dobiveni podaci o trošilima.

Tablica 4.1. Instalirane snage trošila

Rb:	TROŠILO	Instalirana snaga (kW)
1	Kompresor	15,00
2	Stroj za odsijecanje platna i kože	15,00
3	Roll štanca	13,20
4	Uređaj za održavanje temperature 2 x 9,5 kW	19,00
5	Štanca 1	2,20
6	Štanca 2	2,20
7	Šivaća mašina 4 kom x 0,95 kW	1,80
8	Stupna bušilica 7 x 0,55 kW	3,85
9	Rezalica	0,4
10	Stroj za odsijecanje reflektirajuće folije	0,2
11	Motalica folije	0,2
12	Ostalo	1,97
13	Rasvjeta	4,37
14	Grijanje, hlađenje, ventilacija, PTV	10,00
15	Nepredviđeno	15,00

Izračun vršne snage pojedinog trošila proveden je na način da se vrijednost instalirane snage pojedinog trošila množi s procjenom faktora istodobnosti toga trošila. Ukupna vršna snaga jest zbroj redova vrijednosti snage u pojedinom stupcu. To je prikazano tablicom 4.2.

Tablica 4.2: Bilanca snage trošila i ukupna vršna snaga

Rb:	TROŠILO	Instalirana snaga (kW)	Procjena vlastitog faktora istodobnosti	Izračunata vlastita vršna snaga (kW)
1	Kompresor	15	0,6	9,00
2	Stroj za odsijecanje platna i kože	15	0,35	5,25
3	Roll štanca	13,2	0,35	4,62
4	Uređaj za održavanje temperature 2 x 9,5 kW	19	0,6	11,40
5	Štanca 1	2,2	0,35	0,77
6	Štanca 2	2,2	0,35	0,77
7	Šivaća mašina 4 kom. x 0,95 kW	1,8	0,3	0,54
8	Stupna bušilica 7 x 0,55 kW	3,85	0,3	1,16
9	Rezalica	0,4	0,35	0,14
10	Stroj za odsijecanje reflektirajuće folije	0,2	0,35	0,07
11	Motalica folije	0,2	0,35	0,07
12	Ostalo	1,97	0,6	1,18
13	Rasvjeta	4,37	0,8	3,50
14	Grijanje, hlađenje, ventilacija, PTV	10	0,55	5,50
15	Nepredviđeno	15	0,45	6,75
	<b>UKUPNO</b>	<b>104,39</b>		<b>50,71</b>

## 4.2 Kompenzacija jalove snage

Izračun potrebne kompenzacije jalove snage radi se na način da se za vrijednost faktora snage  $\cos \varphi$  uzima procjena najnepovoljnijeg slučaja iz razloga što, ako je normalno pogonsko stanje, svi će sigurnosni tehnički uvjeti biti zadovoljeni s obzirom na to da su vrijednosti struja manje nego pri dimenzioniranim.

Procjenjuje se da će ukupni faktor snage iznositi:  $\cos \varphi = 0,76$  iz razloga što su trošila pretežno induktivnoga karaktera.

S obzirom na to da je potrebno postići  $\cos \varphi > 0,76$ , odnosno prema uvjetu iz EES-a postići  $\cos \varphi > 95$ , potrebno je ugraditi uređaj za kompenzaciju jalove snage, koji će biti minimalne reaktivne snage u iznosu:

$$Pr = 50 \text{ kW} \times 0,52 = 26 \text{ kVAr} \quad (4.1)$$

gdje je: 50 – izračunata vlastita vršna snaga iz tablice 4.2

0,52 – po tablici / katalogu proizvođača za kompenzaciju [4]

Budući da je izračunatih 26 kVAr minimalna reaktivna snaga uređaja za kompenzaciju, zbog određene pričuve, odabrat će se tipski uređaj reaktivne snage  $Pr = 30 \text{ kVAr}$ .

## 4.3 Izračun potrebnog voda napajanja

Za odabir presjeka kabela napajanja građevine potrebno je prvo napraviti izračun s različitim slučajevima vršnih struja koje se mogu pojaviti, kako bi se odabrao kabel dimenzioniran po većoj vršnoj vrijednosti struja.

Po formuli:

$$P = \sqrt{3} \times I \times U \times \cos \varphi \quad (\text{W}) \quad (4.2)$$

gdje je: P – radna snaga (W)

I – nazivna struja (A)

U – nazivni napon (V),

podijeli li se izraz  $P = \sqrt{3} \times I \times U \times \cos \varphi$  s  $\sqrt{3} \times I \times U$  kako bi se dobila jednadžba za I,



slijedi:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \text{ (A)} \quad (4.3)$$

Iz izraza (4.3), uz  $P = 50 \text{ kW}$  (izračunata vlastita vršna snaga iz tablice 4.2) vršna struja bez kompenzacije iznosila bi:

$$I_v = \frac{50\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,76} = 94,98 \text{ A}$$

dok bi vršna struja uz kompenzaciju iznosila:

$$I_{vk} = \frac{50\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 75,96 \text{ A}$$

Primjećuje se razlika u vršnoj vrijednosti struje, koja iznosi  $I_v - I_{vk} = 94,8 - 75,96 = 19 \text{ A}$ . Razlika između tih dviju struja predstavlja gubitak radne energije. Povećanjem razlike između struja bez kompenzacije i s njom, povećavaju se radni gubici energije, veći su gubici u vodovima te je trošak energije u financijskome pogledu također veći.

Uvažavajući potrebu po određenoj pričuvi, izračuni potrebnog voda napajanja od PMO-a (prikjučni mjerni ormar) do GRO1 (glavni razvodni ormar 1), uz ishodu EES (elektroenergetsku suglasnost) na  $P = 100 \text{ kW}$ , vršit će se prema:

$$P_v = 100 \text{ kW}$$

$$P_v = 130 \text{ kW} - \text{uvažavajući pričuvu od } 30\%$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{100\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 151,93 \text{ A}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{100\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,76} = 189,92 \text{ A}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{130\,000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95} = 197,51 \text{ A}$$

Odabire se vrijednost napojnog voda dimenzionirana za struju  $I_v = 200 \text{ A}$ .

#### 4.4 Odabir kabela

U predmetnu građevinu predviđa se izvedba električne instalacije isključivo kabelima tipa FG16R. Tablicom 4.3 prikazuju se osnovni podaci o kabelima koji će se uzeti u obzir za daljnji proračun.

Tablica 4.3. Specifikacije kabela

	Kabel FG16R	Id – maksimalna dopuštena struja bez faktora istodobnosti	Vanjski promjer	Masa
R.br.:	(n x mm <sup>2</sup> )	(A)	(mm)	(kg/m)
1	5 x 4	28	14,1	0,37
2	5 x 6	36	16	0,52
3	5 x 10	50	18,7	0,75
4	5 x 16	68	21,5	1,30
5	5 x 25	80	26,1	1,66
6	5 x 30	110	29,6	2,27
7	5 x 50	134	34,5	3,04
8	3 x 95/50	207	38,9	4,20

Id predstavlja maksimalnu dopuštenu struju bez faktora istodobnosti, a pojedine vrijednosti za svaki presjek su prema normi, odnosno prema tablici proizvođača. Također ostale specifikacije kabela preuzete su iz kataloga proizvođača.

#### 4.5 Utvrđivanje maksimalnih radnih struja pojedinih vodova

Za odabir presjeka vodova prvo se moraju utvrditi maksimalne radne struje pojedinih vodova. Struju  $I_b$  pojedinih vodova određuje se po izrazu (4.4), mijenja se jedino vrijednost instalirane snage za pojedino trošilo, dok faktor snage iznosi 0,76 kako bi se dobila procjena najnepovoljnijeg slučaja.

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{P_{\text{trošila}}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,76} \quad (\text{A}) \quad (4.4)$$

Tablica 4.4. Izračun struje  $I_b$

Rb:	TROŠILO	Instalirana snaga (kW)	$I_b$ (A) – struja uz $\cos \varphi = 0,76$
1	Kompresor	15	28,49
2	Stroj za odsijecanje platna i kože	15	28,49
3	Roll štanca	13,2	25,07
4	Uređaj za održavanje temperature 2 x 9,5 kW	19	36,08
5	Štanca 1	2,2	4,18
6	Štanca 2	2,2	4,18
7	Šivaća mašina 4 kom. kx 0,95 kW	1,8	3,42
8	Stupna bušilica 7 x 0,55 kW	3,85	7,31
9	Rezalica	0,4	0,76
10	Stroj za odsijecanje reflektirajuće folije	0,2	0,38
11	Motalica folije	0,2	0,38
12	Napojni vod ROK	32	60,77
14	Grijanje, hlađenje, ventilacija, PTV	10	18,99
15	Napojni vod GMR	25	47,48
16	Nepredviđeno	15	28,49
17	Napojni vod PMO – GRO1	100	189,92
18	Napojni vod GRO1 – GRO	100	189,92
19	Napojni vod ROKOM	30	56,98

## 4.6 Odabir presjeka vodova

Odabir presjeka vodova, odnosno termičko dimenzioniranje napravljeno je sukladno:

- HRN HD 384.5.523 S2:2002 – trajno dozvoljene struje
- HRN HD 384.4.3 S2:20 – nadstrujna zaštita

Potrebno je zadovoljiti uvjet:

$$I_b < I_n < I_d \quad (4.5)$$

gdje je: -  $I_b$  – radna struja (A), prijašnje izračunata, tablica 4.4

-  $I_n$  – proradna struja zaštitnog uređaja (A), nazivna struja po katalogu proizvođača

-  $I_d$  – trajno dozvoljena struja (A), po katalogu proizvođača, tablica 4.3

### 4.6.1 Provjera na zagrijavanje

Prilikom odabira presjeka kabela za određeno trošilo, nakon izračunate radne struje  $I_b$ , uspoređuje se koji presjek kabela ima  $I_d$  (trajno dozvoljeno struju) veću od izračunate  $I_b$  te se odabire prvi sljedeći presjek koji zadovoljava uvjet (4.5). Također mora se obratiti pažnja da vrijednost  $I_n$ , odnosno proradna struja zaštitnog uređaja (osigurača / ZUDS), koja se odabire po katalogu proizvođača, bude između vrijednosti  $I_b$  i  $I_d$ . Zaštitni uređaji imaju standardne struje okidanja, stoga se odabire prva sljedeća vrijednost koja zadovoljava uvjet  $I_b < I_n$  (4.5).

Odabir presjeka kabela za određeno trošilo, uz provjeru na zagrijavanje, prikazano je tablicom 4.5.

Tablica 4.5. Provjera na zagrijavanje

R.br.:	TROŠILO	Instalirana snaga (kW)	Vod (mm <sup>2</sup> )	Ib (A)	In (A)	Id (A)
1	Kompresor	15	5x6	28,49	35	36
2	Stroj za odsijecanje platna i kože	15	5x6	28,49	35	36
3	Roll štanca	13,2	5x6	25,07	35	36
4	Uređaj za održavanje temperature 2 x 9,5 kW	19	5x6	34,08	35	36
5	Napojni vod ROK	32	5x16	60,77 A	63	68
6	Grijanje, hlađenje, ventilacija, PTV	10	5x4	18,99	25	28
7	Napojni vod GMR	25	5x16	47,48	50	68
8	Napojni vod PMO – GRO1	100	3x95/50	189,92	200	207
9	Napojni vod ROKOM	30	5x35	56,98	80	110
10	Napojni vod GRO1 – GRO	100	3x95/50	189,98	200	207

#### 4.6.2 Provjera pada napona

Proračun (provjera) postotnog pada napona radi se po formulama:

- za jednofazni napon:  $u1f\% = \frac{200 \times l \times P}{k \times S \times U^2}$  [%] (4.6)

- za trofazni napon:  $u3f\% = \frac{100 \times l \times P}{k \times S \times U^2}$  [%] (4.7)

gdje je: u% – pad napona [%]

l – duljina voda [m]

P – snaga [W]

k – specifična vodljivost (za Cu = 56, Al = 35)

s – presjek vodiča [mm<sup>2</sup>]

U – nazivni napon [V]

Tablica 4.6. Tablica izračuna pada napona:

R.br.:	Dionica voda	U (V)	l (m)	P (kW)	S (mm <sup>2</sup> )	u%	U1 (V)
1	Vodovi utičnica	230	15	6	2,5	2,43	5,59
2	Vodovi rasvjete	230	30	0,4	1,5	0,54	1,24
3	Kompresor	400	10	15	6	0,28	1,12
4	Stroj za odsijecanje platna i kože	400	10	15	6	0,28	1,12
5	Roll štanca	400	10	13,2	6	0,25	0,98
6	Uređaj za održavanje temperature	400	10	9,5	4	0,27	1,06
7	Napojni vod ROK	400	40	32	35	0,41	1,63
8	Napojni vod GMR	400	15	25	16	0,26	1,05
9	Napojni vod PMO – GRO1	400	20	100	95	0,23	0,94
10	GRO1 – GRO	400	2	100	95	0,02	0,09
11	ROKOM	400	30	3	35	0,03	0,11

Podaci za izračun tablice pada napona poznati su redom: U – napon na kojem je vod, l – duljina voda poznata po danim crtežima projekta (situacije), P – nazivna snaga trošila, s – odabrani presjeci po tablici 4.5.

Prema izračunu pada napona, vidljivo je da je pad napona rasvjete 2,4 %, a najviša vrijednost ostalih iznosi 0,54 %, što zadovoljava uvjete postavljene tehničkom regulativom, koja propisuje da je maksimalni pad napona 3 % strujnih krugova rasvjete i maksimalnih 5 % ostalih strujnih krugova napajanih iz NN mreže.

#### 4.7 Proračun uzemljivača zaštitnog voda PE

Nakon izračuna pada napona izračunava se vrijednost otpora uzemljivača  $R_z$  i dozvoljena vrijednost otpora uzemljivača  $R_{doz}$ , iz razloga kako bi se ispitao uvjet prorade ZUDS-a. Također provjerava se iznosi li otpor uzemljivača  $R_z$  manje od 20  $\Omega$ , kako bi bio zadovoljen uvjet za otpor uzemljenja gromobrana.

Uzemljivač je položen u temelje građevine, a njegov ukupni otpor izračunava se po formuli:

$$R_z = \frac{K \times \rho}{2 \times \pi \times l} \left( \ln\left(\frac{2 \times l}{d}\right) + \ln\left(\frac{l}{2 \times h}\right) \right) [\Omega] \quad (4.8)$$

gdje je:

K – korekcijski faktor = 1,5

$\rho$  – specifični otpor betona = 300  $\Omega\text{m}$

l – duljina uzemljivača = 140 m

d – ekvivalentni promjer trake uzemljivača = 0,0125 m

h – dubina ukopa = 0,8 m,

te iznosi:

$$R_z = \frac{1,5 \times 300}{2 \times \pi \times 140} \left( \ln\left(\frac{2 \times 140}{0,0125}\right) + \ln\left(\frac{140}{2 \times 0,8}\right) \right) = 7,41 \Omega$$

Budući da je  $R_z = 7,41 \Omega$ , što je manje od maksimalno dozvoljenih 20  $\Omega$ , zadovoljen je i uvjet za otpor uzemljenja gromobrana.

#### 4.8 Provjera djelovanja ZUDS-a

Zaštita od neizravnog napona dodira izvest će se automatskim isključenjem napajanja primjenom ZUDS-a. Za pravilno djelovanje ZUDS-a treba biti ispunjen uvjet:

$$R_{doz} > R_z \quad (4.9)$$

gdje je:  $R_{doz}$  – dozvoljeni otpor uzemljenja [ $\Omega$ ]

$R_z$  – otpor uzemljivača [ $\Omega$ ].

Dozvoljeni otpor uzemljenja računa se po Ohmovu zakonu, odnosno:

$$R_{doz} = \frac{U_{doz}}{I_{dif}} \quad [\Omega] \quad (4.10)$$

gdje je:  $U_{doz}$  – maksimalni dozvoljeni napon dodira (V)

$I_{dif}$  – diferencijalna struja ZUDS-a (A)

Dopušteni trajni napon dodira  $U_{doz}$  iznosi 50 V, a diferencijalna struja ZUDS-a  $I_{dif}$  iznosi 0,03 A, stoga je dozvoljeni otpor uzemljenja:

$$R_{doz} = \frac{U_{doz}}{I_{dif}} = \frac{50}{0,03} = 1666,67 \Omega$$

Za slučaj indirektnog dodira pri 230 V, dozvoljeni otpor bio bi slijedeći:

$$R_{doz230} = \frac{U_{230}}{I_{dif}} = \frac{230}{0,03} = 7666,67 \Omega$$

Provjera uvjeta prorade ZUDS-a:

$$R_{doz} > R_z$$

$$1666,67 > 7,41 \Omega$$

$$7666,67 > 7,41 \Omega$$

Uvjet (4.9) je ispunjen, dozvoljeni otpor uzemljenja u oba slučaja veći je od otpora uzemljivača.



## 4.9 Proračun jakosti rasvjete

Za proračun rasvjete koriste se formule:

$$\Phi = 1,25 \times \frac{E \times A}{\eta} \text{ [lm]} \quad (4.11)$$

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_1} \quad (4.12)$$

$$E = \frac{\eta \times n \times \Phi_1}{1,25 \times A} \text{ [lx]} \quad (4.13)$$

gdje je: -  $\Phi$  – potreban svjetlosni tok (lm)

- $\Phi_1$  – nazivni svjetlosni tok 1 ugrađene svjetiljke (lm)
- E – intenzitet osvjjetljenja (lx)
- A – površina prostorije (m<sup>2</sup>)
- n – broj svjetiljki
- $\eta$  – faktor iskoristivosti 0,91

Tablica 4.7. Izračun rasvjete pojedinih prostorija

R.br.:	Prostorija	Površina (m <sup>2</sup> )	E (lx) potreban	$\Phi$ (lm) potreban	$\Phi_1$ (lm) svake	n <sub>min</sub>	npr projekt	Epr (lx) projekt	P1 (W) svake	Puk (W)
1	Ured skladištara	7,5	500	5151,10	8580	1	1	833	46,6	46,6
3	Proizvodni pogon	400	500	274725,27	12660	22	33	760	65,2	2151,6
4	Hodnik	8,16	500	5604,40	3240	2	4	1156	17,8	71,2
5	Ured voditelja	11,7	500	8035,71	8580	1	2	1068	46,6	93,2
6	Čajna kuhinja	40,13	200	11024,73	5700	2	6	620	31	186
7	Muški sanitarni čvor	6,78	200	1862,64	3240	1	2	696	17,8	35,6
8	Ženski sanitarni čvor	6,62	200	1818,68	3240	1	2	713	17,8	35,6
9	Kompresorska stanica	9,71	150	2000,69	8580	1	2	1287	46,6	93,2

Pored opće rasvjete, prema pravilniku o zaštiti na radu za radna mjesta (NN 105/20) za proizvodni dio predviđena je i nužna rasvjeta čiji intenzitet mora biti:

$$E_n > 1 \text{ (lx)} \quad (4.14.)$$

Uz ugrađenih 7 modula, autonomije 3 h, u armature označene kao C1E u prilogu, koje daju po 450 lm svjetlosnog toka, izračun intenziteta nužne rasvjete iznosi:

$$E = \frac{n \times n \times \phi_1}{1,25 \times A} = \frac{0,91 \times 7 \times 450}{1,25 \times 400} = 5,733 \text{ [lx]}$$

čime je zadovoljen uvjet iz izraza (4.14).

#### 4.10 Izračun potrebne razine zaštite LPS-a prema zadanim elementima

Izračun potrebne razine zaštite LPS-a, odnosno potrebne razine zaštite od groma, izveden je prema podacima tablice 4.8, po određenim izrazima i uvjetima koje propisuje norma.

Tablica 4.8. Zadani elementi za izračun potrebne razine zaštite LPS-a

<b>L</b> = dužina objekta (m)	50
<b>W</b> = širina objekta (m)	20
<b>H</b> = visina objekta	15
<b>Cd</b> = koeficijent okoline = građevina okružena građevinama ili drvećem jednake ili manje visine	2
<b>A1</b> = materijal zidova (elementi od gipsa, nearmiranog betona ili opeke)	1
<b>A2</b> = materijal krovišta (lim)	1
<b>A3</b> = materijal krovišta (lim)	1
<b>A4</b> = neuzemljeni metalni dijelovi, antene	1
<b>A</b> = VRIJEDNOST KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE = $A1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot A4$	1
<b>B1</b> = opasnost od panike (bez opasnosti panike)	1
<b>B2</b> = vrsta opreme i predmeta u građevini (zapaljivi materijali (0,2), negorivi i teško zapaljivi materijali (1))	1
<b>B3</b> = vrijednost opreme i predmeta u građevini (oprema i predmeti)	2
<b>B4</b> = uvjeti i oprema za sprječavanje štete (nikakve posebne naprave)	1
<b>B</b> = VRIJEDNOST NAMJENE OBJEKTA I OPREME U OBJEKTU = $B1 \cdot B2 \cdot B3 \cdot B4$	2
<b>C1</b> = opasnost od zagađenja okoliša (bez opasnosti)	1
<b>C2</b> = ispad određenih funkcija koje onemogućuju naprave u objektu	1
<b>C3</b> = ostale štete	1
<b>C</b> = VRIJEDNOST ŠTETE = $C1 \cdot C2 \cdot C3$	1
<b>Td</b> = broj olujnih dana	40
<b>Ng</b> = prosječna godišnja gustoća udara groma u zemlju	4

Tablica 4.9. Izračun potrebne razine zaštite LPS-a prema zadanim elementima

<b>Ae</b> = ekvivalentna površina objekta m <sup>2</sup> $= L * W + 6 * H * (L + W) + 9 * \pi * H * H$	13658,5
<b>Nd</b> = OČEKIVANA GODIŠNJA GUSTOĆA UDARA GROMA U GRAĐEVINU = $N_{g,max} * Ae / 1000000 * Cd / god$	
0,109268	
<b>Nc</b> = PRIHVATLJIVA UČESTALOST IZRAVNIH UDARA U GRAĐEVINU = $((5,5 * 10 / 1000)) / B$	0,0275
<b>UVJET:</b> Nd > Nc zaštita od groma je potrebna; Nd < Nc zaštita od groma nije potrebna	
<b>E</b> = efikasnost zaštite = $E > 1 - (Nc / Nd)$	0,748325219
UČINKOVITOST % = $E / Nc * 100 \%$	2721,182614
<b>POTREBNA RAZINA ZAŠTITE – LPS RAZINE – treba / ne treba</b>	<b>TREBA</b>

## 5. ZAKLJUČAK

Projektiranje je proces izrade dokumentacije novoga sustava iz poznatih podataka raspoloživih proizvoda, elemenata i podsustava, primjenom verificiranih metoda i postupaka, a sve u skladu s propisima. Osnovni tijek projektiranja kreće s projektnim zadatkom, a krajnji rezultat procesa projektiranja jest skup tehničke dokumentacije, koja sadržava skup svih shema, nacрта i svih potrebnih opisa određenoga postrojenja (ili dijela postrojenja), pod kojim spada i glavni elektrotehnički projekt.

Projekte izrađuju projektanti, tj. osobe koje su stekle naziv ovlaštenog inženjera te osobe koje mogu biti suradnici u projektiranju, a potrebno je da znaju metode i postupke projektiranja, raspoložive elemente i proizvode te, vrlo bitno, propise, jer je njihova primjena obvezna.

Tema ovoga diplomskog rada jest izrada elektrotehničkoga projekta na razini glavnoga projekta za gospodarsku građevinu proizvodne namjene prema dobivenome projektnom zadatku. Nakon pribavljenih posebnih uvjeta suglasnosti i dozvola, moglo se krenuti s izradom glavnoga elektrotehničkoga projekta. Trećim dijelom ovoga diplomskog rada opisane su tehničke karakteristike projektne instalacije, kako u općenitom smislu i uvjetima koje tehničke instalacije trebaju zadovoljiti, tako i s točnim tehničkim opisom posebno određenim za građevinu koja će se izgraditi na k. č. 2452/3 k. o. Buzet – Stari grad. Građevina će se povezati podzemnim putem na NNM, uz zakupljenu energiju od  $P = 100 \text{ kW}$ . Budući da HEP uvjetuje faktor snage građevine na  $\cos \varphi > 0,95$ , potrebno je ugraditi kompenzaciju jalove snage u iznosu od 30 kVAr. Odabir kabela pojedinih vodova rađen je prema tehničkim proračunima uvažavajući norme, s obzirom na maksimalne radne struje i provjeru na pad napona pojedinih vodova, a odabir elementa rasvjete također je vođen vrijednostima norma. Vrijednost uzemljivača zaštitnog voda PE izračunata je na  $7,41 \Omega$ , što spada u dozvoljenu vrijednost spajanja na gromobransku zaštitu i sigurnu proradu djelovanja zaštitnog uređaja diferencijalne struje. Izračunom potrebne razine zaštite LPS-a dokazana je potreba instaliranja zaštite od udara groma. Rezultati tehničkih proračuna dokazuju da su svi uvjeti propisani normama zadovoljeni. Potrebni crteži i nacrtana dokumentacija u sklopu ovoga elektrotehničkoga projekta nalaze se u prilogu diplomskoga rada, pod poglavljem 8.

Proces projektiranja, a u konačnici i sam završetak gradnje građevine do trenutka njezine eksploatacije, vrlo je dugotrajan proces. Ovaj je elektrotehnički projekt rađen na sad već zastarjelom principu projektiranja, u kojem se naišlo na mnogo problema od kojih je svaki zahtijevao određeno vrijeme rješavanja, ponajviše zbog loše i spore komunikacije između različitih struka koje su uključene u proces projektiranja. Sadašnjost, a pogotovo budućnost projektiranja i građenja građevina nalazi se u mnogo većem udjelu korištenja posebnim

programskim alatima, gdje su sve struke objedinjene u jednome programu. Takvi programi nazivaju se BIM (eng. *Building Information Modeling*), odnosno informacijski model građevina. Najveća je prednost pri korištenju BIM-om mnogo kraće vrijeme trajanja procesa projektiranja i građenja te smanjen broj mogućih grešaka. Razlog tomu jest taj da sve uključene struke (pa tako i investitor) imaju istovremeno uvid i mogućnost promjene svih crteža i modela, pa se promjena neke informacije u procesu projektiranja očituje promjenom cijeloga modela građevine, što bitno pospješuje proces projektiranja u mnogim stavkama.

## 6. LITERATURA

- [1] Franković, D.: Predavanja s kolegija Projektiranje električnih postrojenja, 2020/2021.
- [2] „Zakon o gradnji“, s interneta, <https://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji>, 20.08.2022.
- [3] „Klasični Faradayev kavez“ s interneta, <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=69617> , 25.08.2022.
- [4] Katalog za kompenzaciju jalove snage tvrtke ERG, s interneta, <https://erg.hr/>, 5.09.2022.
- [5] Katalog zaštitne FID sklopke tvrtke Termometal, s interneta, <https://termometal.hr/zastotne-sklopke-fid-grupa-408/> , 28.08.2022 .
- [6] „Pad napona“ s interneta: <https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/pad-napona.html>, 01.10.2022.
- [7] „Odabir kabela“, s interneta: <https://www.elteh.net/el-instalacije/dimenzioniranje/odabir-kabela.html> , 01.10.2022.
- [8] „BIM“, s interneta: <https://bim-hrvatska.hr/bim-building-information-modeling/>, 28.10.2022.

## **7. SAŽETAK RADA I KLJUČNE RIJEČI NA HRVATSKOM I ENGLISKOM JEZIKU**

Osnovni tijek projektiranja kreće s projektnim zadatkom, a krajnji rezultat procesa projektiranja jest projekt, odnosno skup tehničke dokumentacije, u koju se ubraja i glavni projekt. Glavni projekt je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta. Prema dobivenome projektnom zadatku, ovim diplomskim radom izradio se elektrotehnički projekt na razini glavnog projekta za gospodarsku građevinu proizvodne namjene. Tehničke karakteristike projektne instalacije prvo su tekstualno objašnjene, a zatim i tehnički izvedeno opisane. Tehnički proračuni provedeni su za bilancu snage, kompenzaciju jalove snage, potrebnog voda napajanja, odabir kabela, provjeru na zagrijavanje i pada napona vodova, uzemljivača, proračun jakosti rasvjete i potrebne razine zaštite LPS-a. Prilog rada sadrži potrebnu nacrtanu dokumentaciju elektrotehničkog projekta.

Ključne riječi: projektiranje, tehnička dokumentacija, glavni projekt, elektrotehnički projekt, tehnički proračuni



## **ABSTRACT AND KEY WORDS**





















The basic course of designing starts with the design task, and the final result of the design process is the project, that is, a set of technical documentation, which includes the main project. The main project is a set of coordinated projects that provide a technical solution for the building and prove the fulfillment of the basic requirements for the building and other prescribed and specified requirements and conditions. According to the received project assignment, electrotechnical project at the level of the main project for an economic building for production purposes is created and described in this paper. The technical characteristics of the project installation are first explained textually, and then described in technical terms. Technical calculations were carried out for the power balance, reactive power compensation, required power line, cable selection, checking for heating and voltage drop of the lines, grounding device, lighting intensity calculation and required LPS protection level. The work attachment contains the necessary drawing documentation of the electrical project.

Key words: designing, technical documentation, main project, electrotechnical project, technical calculations

## **8. PRILOG**

Prilog sadrži legendu te sve potrebne crteže i sheme projektne dokumentacije koju mora imati glavni elektrotehnički projekt, kao što su različiti crteži situacije, temeljnoga uzemljivača i gromobranske instalacije, tlocrti snaga i rasvjete te blok i jednopolne sheme strujnih krugova.

## 8.1 Legenda – općenito

1		KPMO; RO
2		Rasvjetna armatura
3		Prekidač
4		Prekidač izmjenični
5		Prekidač grupni
6		
7		Tipkalo isključenja u nuždi ili tipkalo općenito
8		Zvonce
9		Utičnica schuko modulna jedno ili višestruka
10		Telefonska utičnica
11		Antenska utičnica
12		Oznaka strujnog kruga
13		Kutije termostata
14		Izvodi iz temeljnog uzemljivača
15		Izvodi vodova strojarskih instalacija – većih trošila
16		Kutija glavnog izjednačenja potencijala
17		Trofazna utičnica
18		Stalni priključak
19		Kutija $\varnothing=60$ (mm) za priključak zvučnika
20		Zidna rasvjetna armatura
21		Sigurnosna-panika rasvjetna armatura

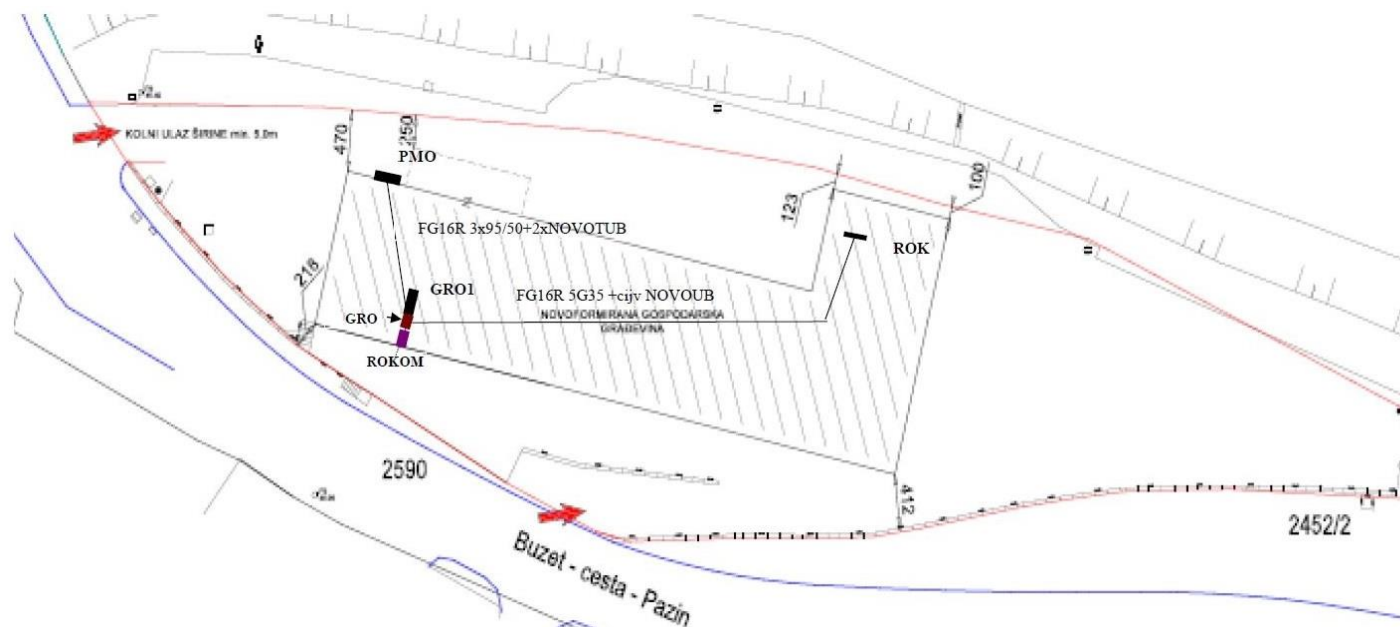
## 8.2 Legenda – rasvjetne armature

### LEGENDA – RASVIJETNE ARMATURE

1		C1	ARTIKAL 1501724W4		NADGRADANA LED METALNA 65 W ; IP 44; 4000 oK; 194 Lm/W 1210x230x60 (mm) klasa:A++ VIJEK:72000 (h) težina: 3,8 (kg)
2		C1E	ARTIKAL 1501724WT4		NADGRADANA LED METALNA 65 W ; IP 44; 4000 oK; 194 Lm/W 1210x230x60 (mm) klasa:A++ VIJEK:72000 (h) težina: 3,8 (kg) + 450 (Lm) ZA NUŽNU RASVIJETU
3		C2	ARTIKAL 6121722G4		NADGRADANA LED POLIKARBONATNA 46,6 W ; IP 44; 4000 oK; 184 Lm/W 1280x100x100 (mm) VIJEK:72000 (h)
4		C3	ARTIKAL 1001722G4		NADGRADANA LED METALNA 46,8 W ; IP 20; 4000 oK; 184 Lm/W 1210x230x60 (mm) klasa:A++ VIJEK:72000 (h) težina: 3,8 (kg)
5		C4	ARTIKAL 4401722W4		NADGRADANA LED METALNA 46,8 W ; IP 20; 4000 oK; 184 Lm/W 1265x107x70 (mm) klasa:A++ VIJEK:72000 (h) težina: 3,8 (kg)
6		C5	ARTIKAL 4631712W4		NADGRADANA LED POLIKARBONATNA 17,8 W ; IP 65; 4000 oK; 182 Lm/W 1280x100x100 (mm) klasa:A++ VIJEK:60000 (h)
7		W1	ARTIKAL 236643208		ZIDNI LED REFLEKTOR 70 W ; IP 65; 4000 oK; 148 Lm/W 450x283x97 (mm) SA SENZORM POKRETA
8		E1	ARTIKAL GS24F30ABR		NADGRADANA LED POLIKARBONATNA 3W, AUTONOMIJA 3 (h);260 (Lm) 240x112x33 (mm)

SVE RASVIJETNE ARMATURE SU PROIZVODNJE ELTOR PAZIN; USKLAĐENE SA:  
NN (43/16) ; HRN EN 60598-1-2015 i HRN EN 60598-1-2008

### 8.3 Situacija PMO, GRO, GRO1, ROKOM i ROK

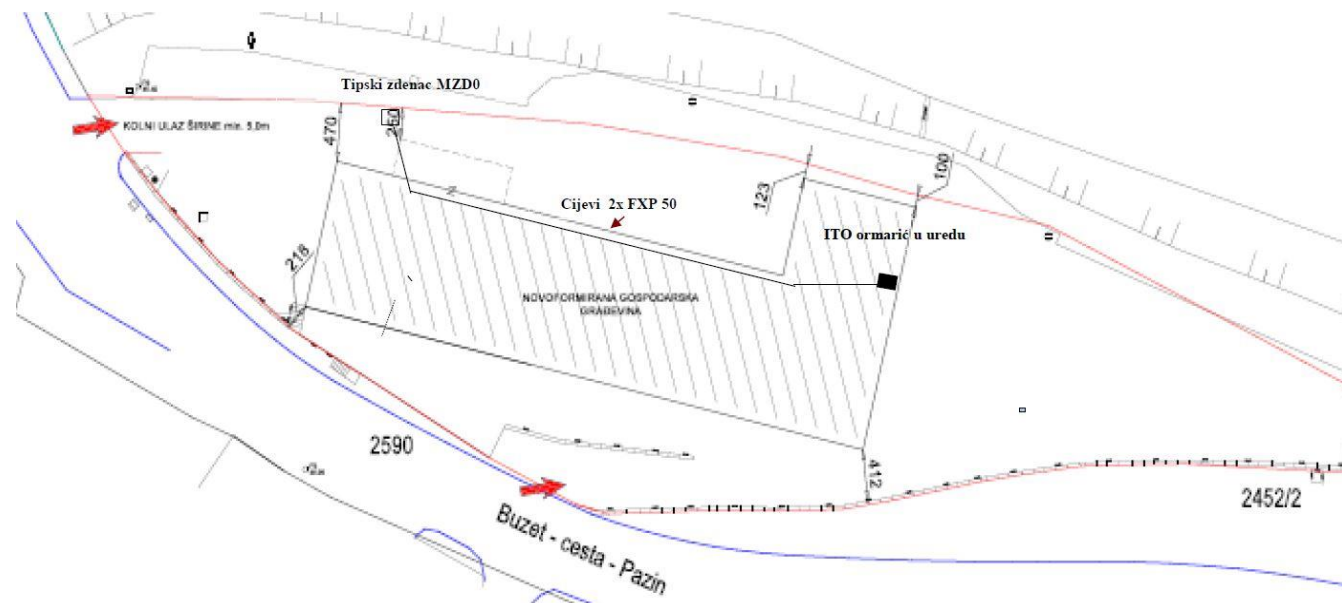


- PMO** - priključni mjerni ormar  
**GRO** - glavni razvodni ormar  
**ROK** - razvodni ormar kompresorske stanice  
**ROKOM** - ormar kompenzacije jalove snage

- PE** - SABIRNICE GRO I ROK  
 VEZUJU SE NA TEMELJNI  
 UZEMLJIVAC

Projektant:		Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:		GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad	
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE	
Datum: 10/2022	Sadržaj: SITUACIJA PMO, GRO, GRO1, ROKOM I ROK	Nacrt: List: 1	

## 8.4 Situacija priključak na EKI

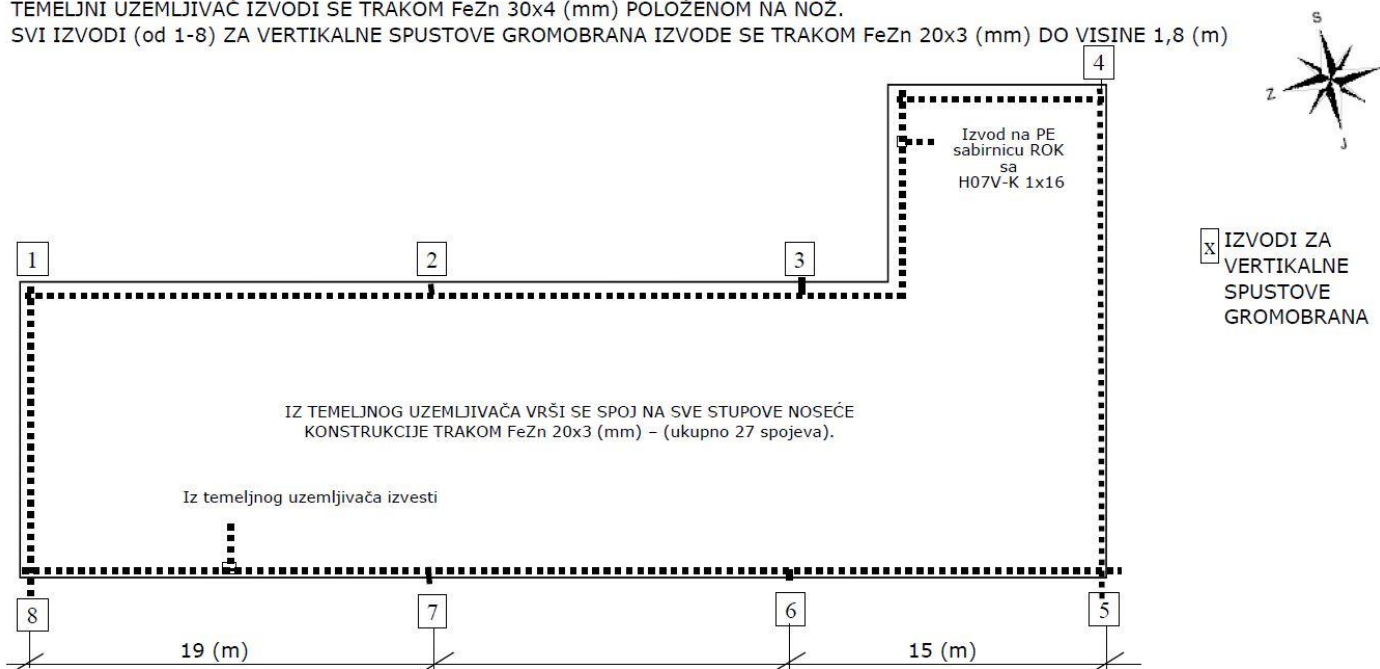


**SPAJANJE NA EKI VRŠI SE PREMA PLANU ODABRANOG OPERATERA.  
PROJEKTOM JE PREDVIĐENA PRETPRIPRMA ZA PODZEMNI PRIKLJUČAK.**

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: SITUACIJA PRIKLJUČAK NA EKI	Nacrt: List: 1

## 8.5 Temeljni uzemljivač

TEMELJNI UZEMLJIVAČ IZVODI SE TRAKOM FeZn 30x4 (mm) POLOŽENOM NA NOŽ.  
 SVI IZVODI (od 1-8) ZA VERTIKALNE SPUSTOVE GROMOBRANA IZVODE SE TRAKOM FeZn 20x3 (mm) DO VISINE 1,8 (m)



SVI SPOJEVI VRŠE SE KRIŽNIM FeZn SPOJNICAMA. SVI REZOV I ZAŠTIĆUJU SE ANTIKOROZIVNO BITUMENOM.

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIC d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Građevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: TEMELJNI UZEMLJIVAČ	Nacrt: List: 1

## 8.6 Gromobranska instalacija krovnih hvataljki

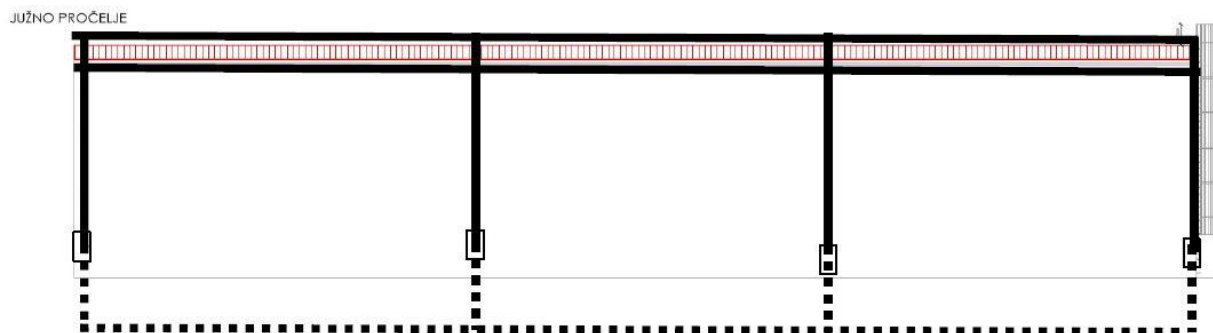
KROVNE HVATALJKE IZVODE SE ŠIPKOM AISI  $\Phi$  8 (mm)



Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: GROMOBRANSKA INSTALACIJA KROVNIH HVATALJKI	Nacrt: List: 1



## 8.7 Gromobranska instalacija južno pročelje



□ MJERNI SPOJEVI NA  $h = 1,8$  (m) OD GOTOVOG PODA

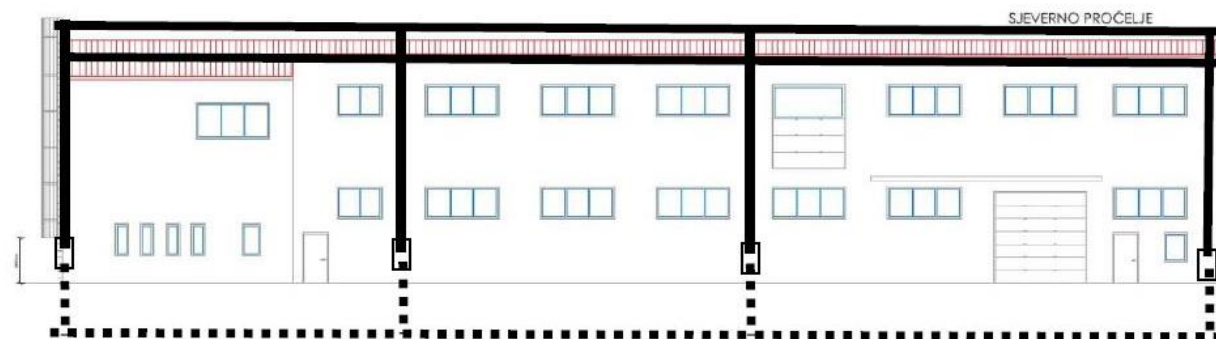
VERTIKALNI SPUSTEVI OD KROVNIH HVATALJKI DO MJERNIH SPOJEVA  
VRŠE SE SA AISI  $\Phi 8$  (mm)

VERTIKALNI SPUSTEVI OD MJERNIH SPOJEVA DO TEMELJNOG  
UZEMLJIVAČA IZVODE SE TRAKOM FeZn 20x3 (mm).

VERTIKALNI SPUSTEVI OD MJERNIH SPOJEVA DO PODA MEHANIČKI SE  
ZAŠTIĆUJU

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: GROMOBRANSKA INSTALACIJA JUŽNO PROČELJE	Nacrt: List: 1

## 8.8 Gromobranska instalacija sjeverno pročelje



□ MJERNI SPOJEVI NA h= 1,8 (m) OD GOTOVOG PODA

VERTIKALNI SPUSTEVI OD KROVNIH HVATALJKI DO MJERNIH SPOJEVA  
VRŠE SE SA AISI  $\Phi$  8 (mm)

VERTIKALNI SPUSTEVI OD MJERNIH SPOJEVA DO TEMELINOG  
UZEMLJIVAČA IZVODE SE TRAKOM FeZn 20x3 (mm).

VERTIKALNI SPUSTEVI OD MJERNIH SPOJEVA DO PODA MEHANIČKI SE  
ZAŠTIĆUJU

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRADEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: GROMOBRANSKA INSTALACIJA SJEVERNO PROČELJE	Nacrt: List: 1

## 8.9 Utična kućišta utičnih grupa UG2, UG4 i ET



KUTIJA UTIČNOG MJESTA ETHERNETA (IP 55) ZA  
MODULNU UTIČNICU RJ 45

OZNAKA U PRROJEKTU E



KUTIJA UTIČNOG MJESTA (IP 55) ZA  
DVIJE MODULNE UTIČNICE

OZNAKA U PRROJEKTU UG 2



KUTIJE UTIČNOG MJESTA (IP 55) ZA  
2 x 2 MODULNE UTIČNICE

OZNAKA U PRROJEKTU UG 4

## 8.10 Utična grupa UG6 kućište i shema

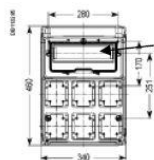


UGRADNA SCHUKO  
UTIČNICA 250 (V)  
16 (A) IP 65



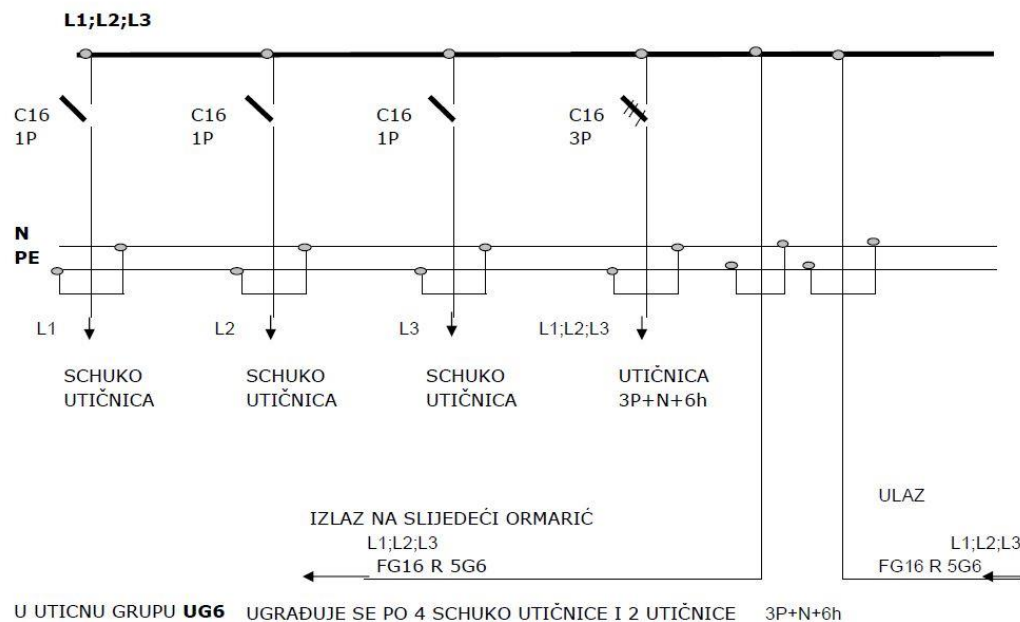
UGRADNA UTIČNICA  
3P+N+6h  
16 (A) IP 65

ORMARIĆ UGRADNE  
GRUPE



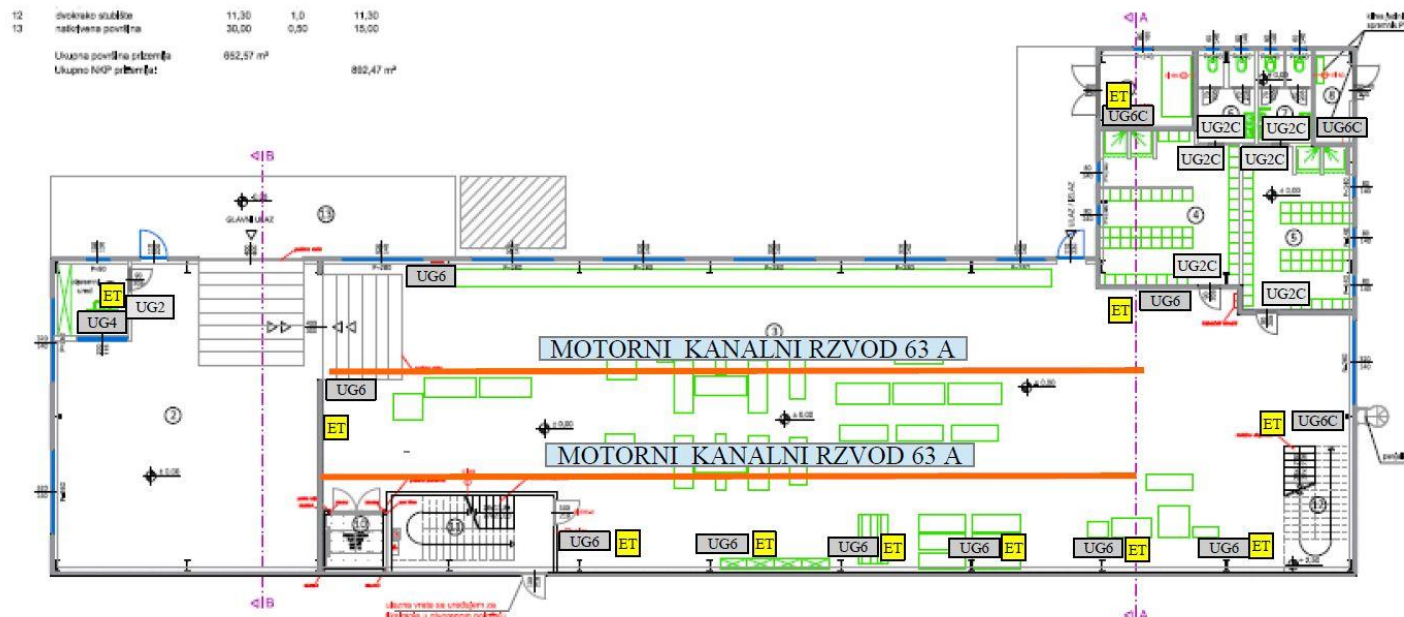
OZNAKA U PROJEKTU **UG6**

OSIGURAČI  
ORMARIĆ PVC  
SAMOGASNI  
MIN IP 44



Projektant: Leo Klarić, bacc.ing.el		
Faza projekta: GLAVNI PROJEKT		Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: UTIČNA GRUPA UG6 KUĆIŠTE I SHEMA	Nacrt: List: 1

## 8.11 Tlocrt snage prizemlja

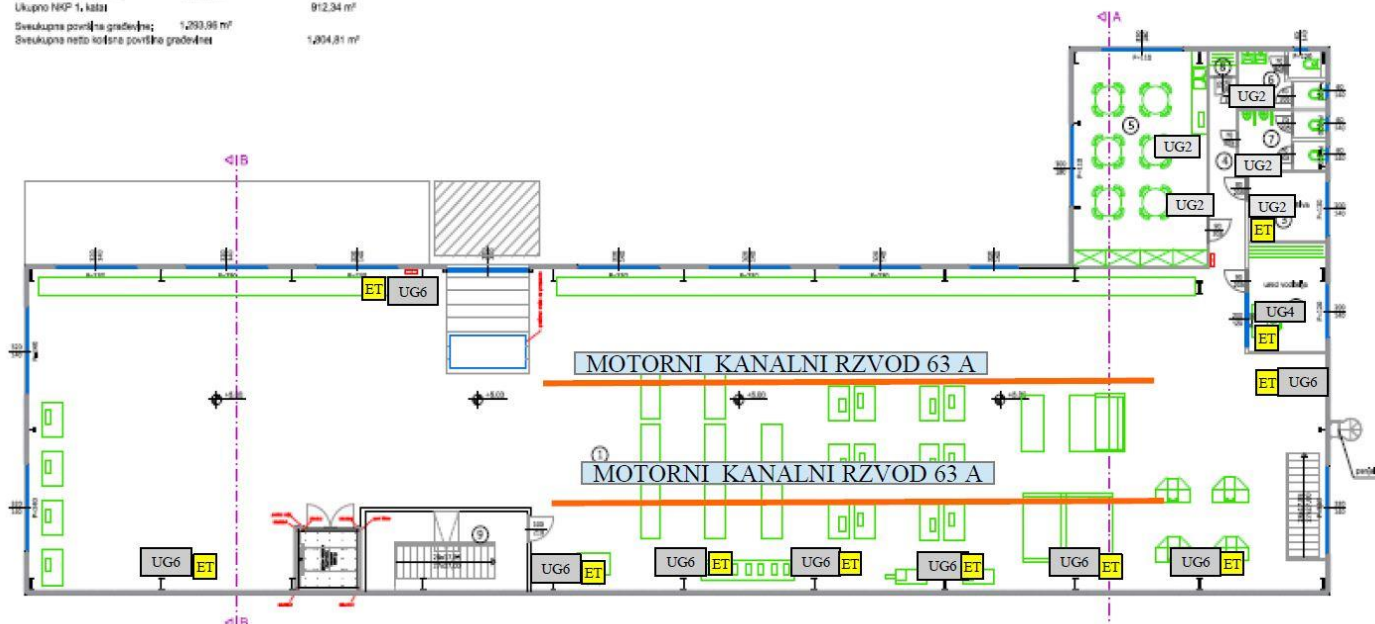


UG2C UTIČNA GRUPA SA 2 SCHUKO UTIČNICE  
 UG UTIČNA GRUPA SA 4 SCHUKO UTIČNICE  
 UG UTIČNA GRUPA SA 4 SCHUKO UTIČNICE  
 ET UTIČNO MJESTO SA RJ 45 I DVIJE 3P+N+6h 16 (A)

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradjevina: GRADEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: TLOCRT SNAGE PRIZEMLJA	Nacrt: List: 1

## 8.12 Tlocrt snage kat

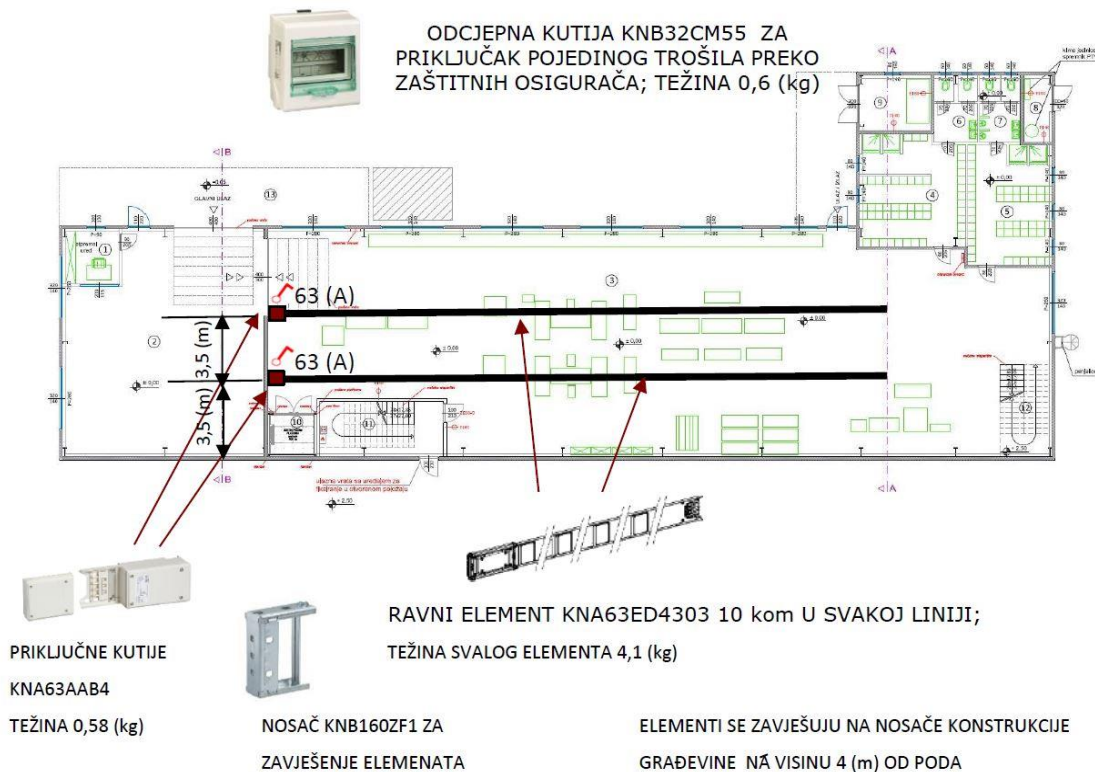
proporcionalno sklađanje	17,70	1,0	17,70
Ukupna površina 1. kata	641,39 m <sup>2</sup>		912,34 m <sup>2</sup>
Ukupno NKP 1. kata			
Sveukupna površina građevine	1.293,98 m <sup>2</sup>		
Sveukupna neto korisna površina građevine	1.804,81 m <sup>2</sup>		



UG2 UTIČNA GRUPA SA 2 SCHUKO UTIČNICE   
 UG4 UTIČNA GRUPA SA 4 SCHUKO UTIČNICE   
 UG6 UTIČNA GRUPA SA 4 SCHUKO UTIČNICE I DVIJE 3P+N+6h 16 (A)   
 ET UTIČNI MJESTO SA RJ 45

Projektant:		Leo Klarić, bacc.ing.el
Faza projekta:		Br. Projekta:
Mjerilo:		GLAVNI PROJEKT
ZOP:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
Datum:	Gradjevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
10/2022	Sadržaj: TLOCRT SNAGE KAT	Nacrt: List: 1

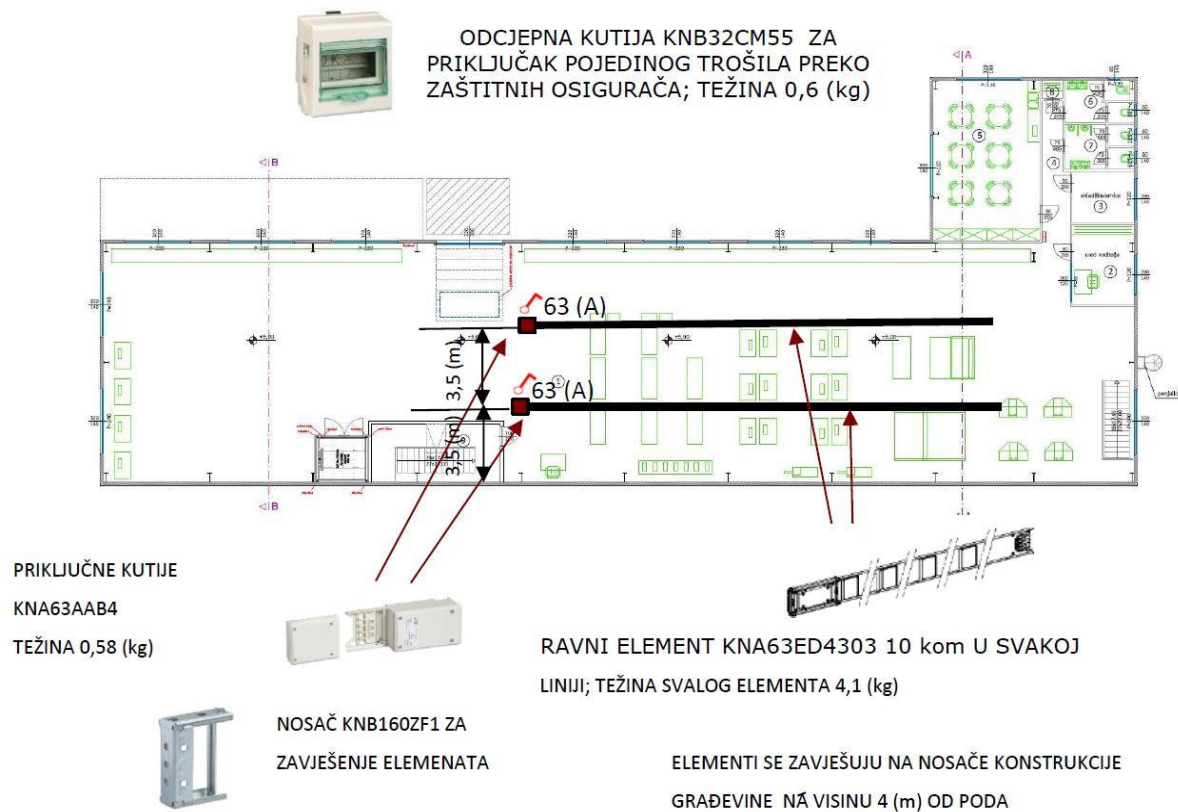
## 8.13 Tlocrt GMR prizemlja



Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: TLOCRT GMR PRIZEMLJA	Nacrt: List: 1



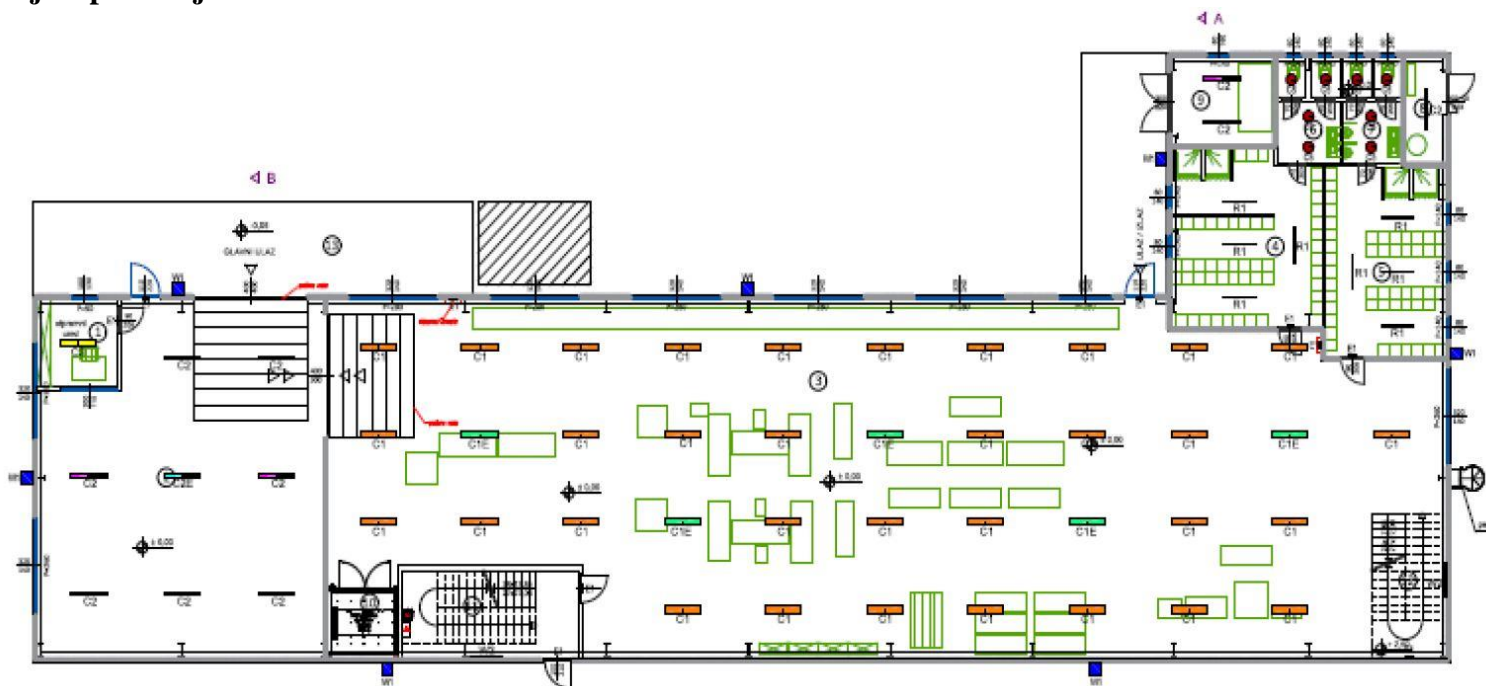
## 8.14 Tlocrt GMR kat



Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Građevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: TLOCRT GMR KAT	Nacrt: List: 1

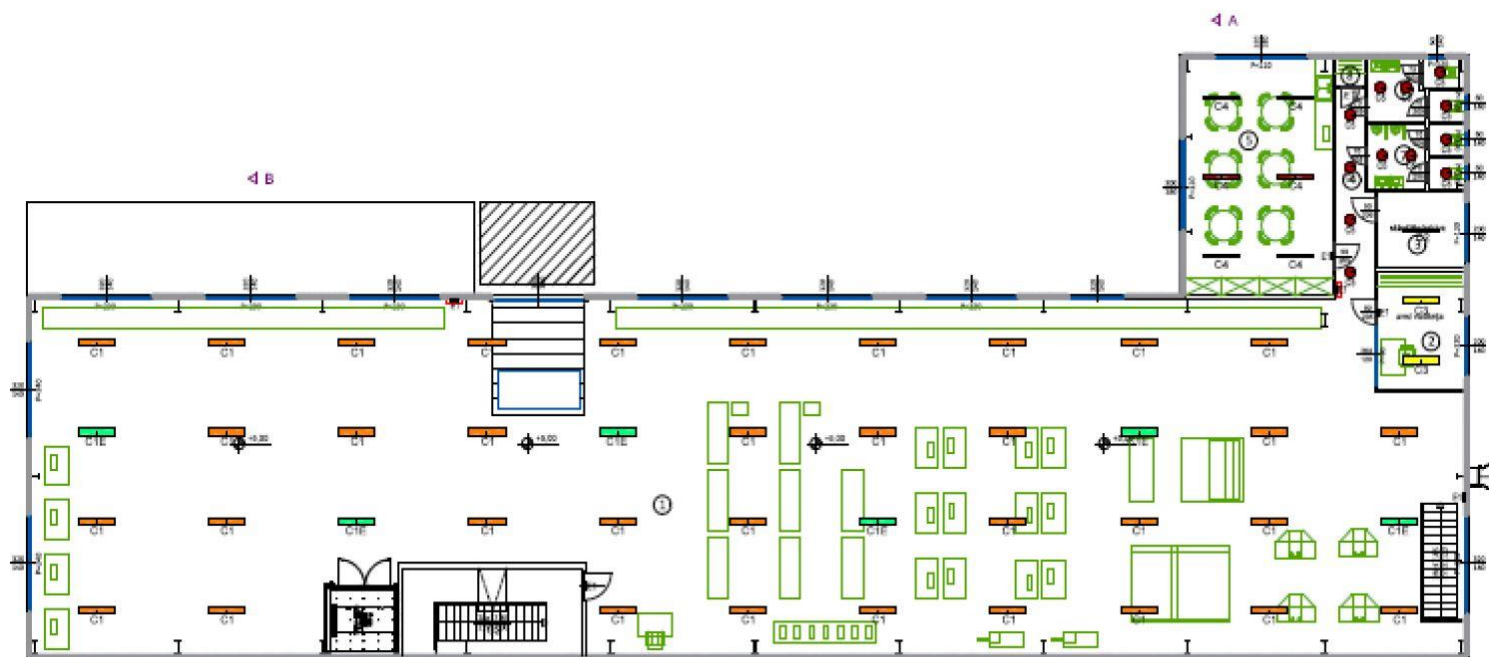


## 8.15 Tlocrt rasvjete prizemlja



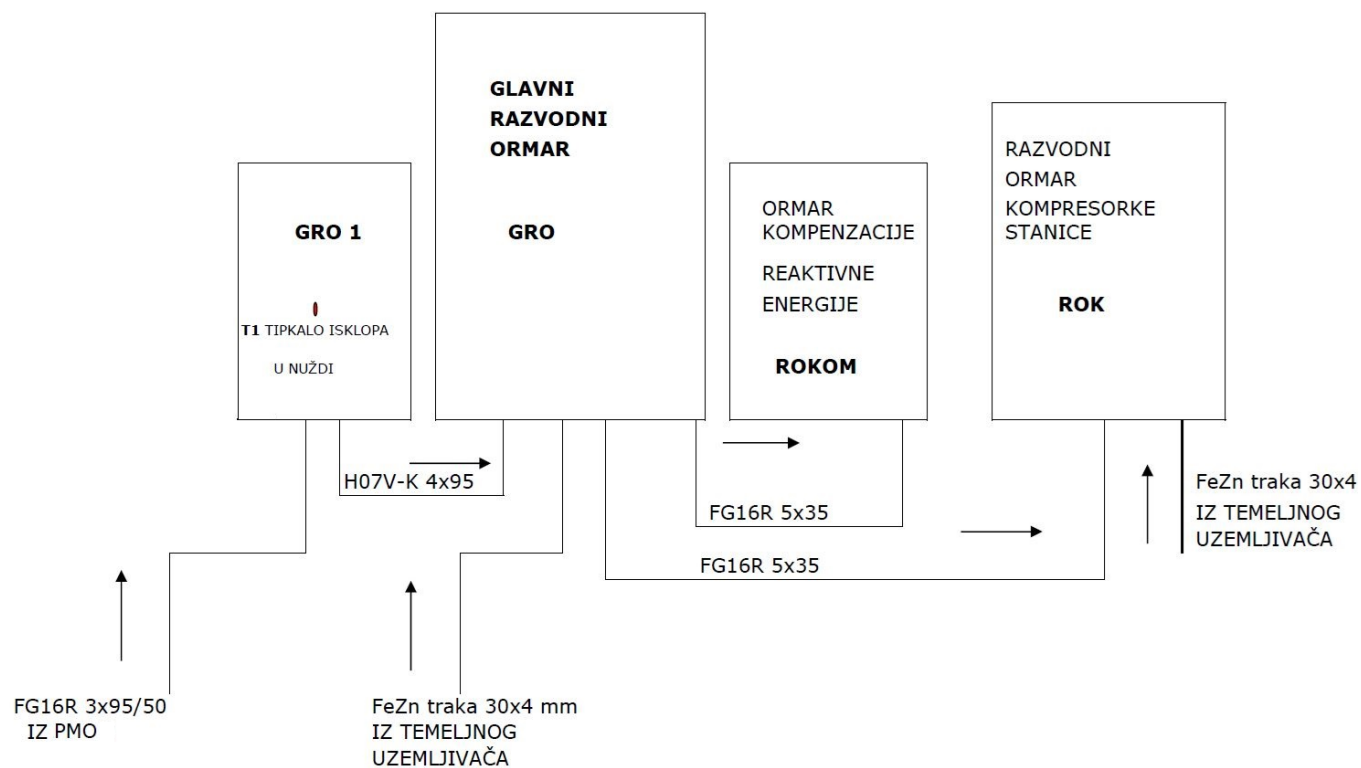
Projektant:		
Faza projekta:		Br. Projekta:
Mjerilo:		Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Gradjevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Nacrt: List: 1
Sadržaj: TLOCRT RASVEJTE PRIZEMLJA		

## 8.16 Tlocrt rasvjete kat



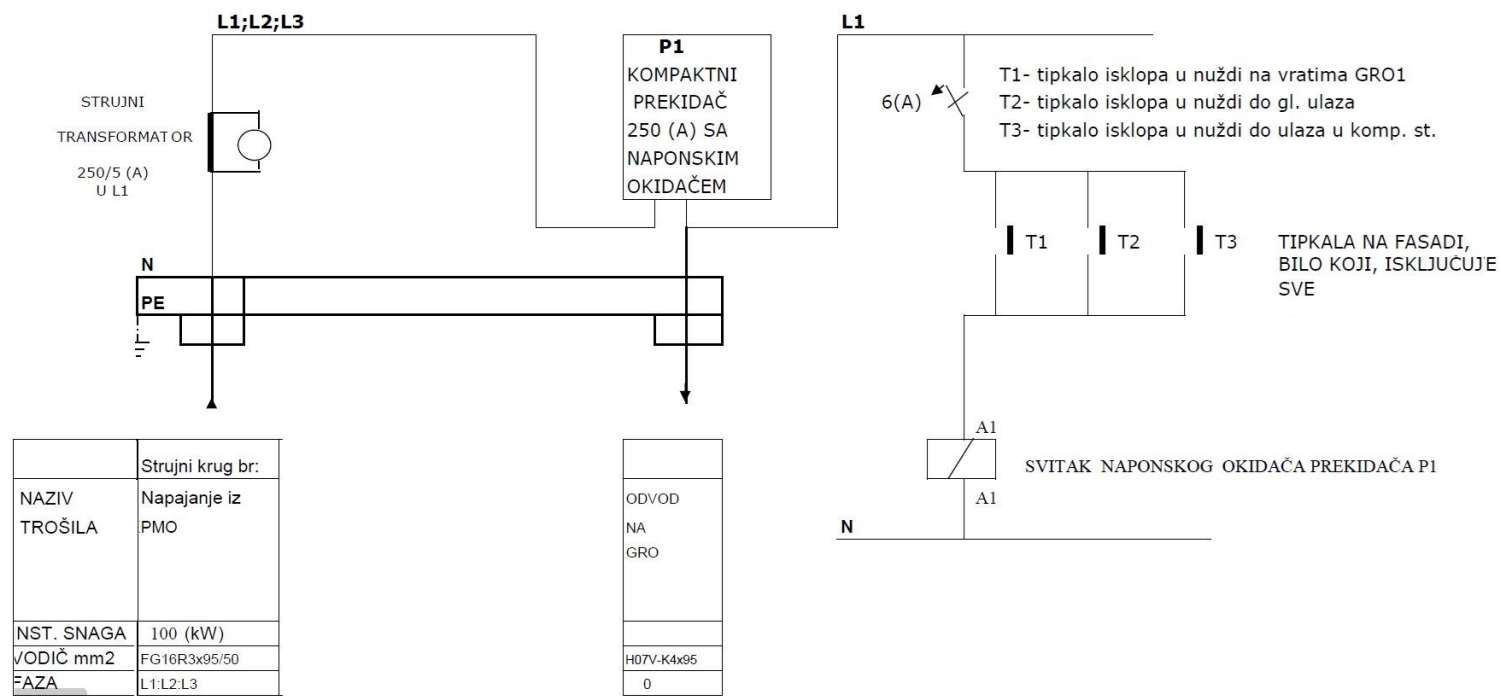
Projektant:		
Faza projekta:		Br. Projekta:
Mjerilo:		Lokacija:
ZOP:		Vrsta projekta:
Datum:		Nacrt:
List:		List:

## 8.17 Blok shema



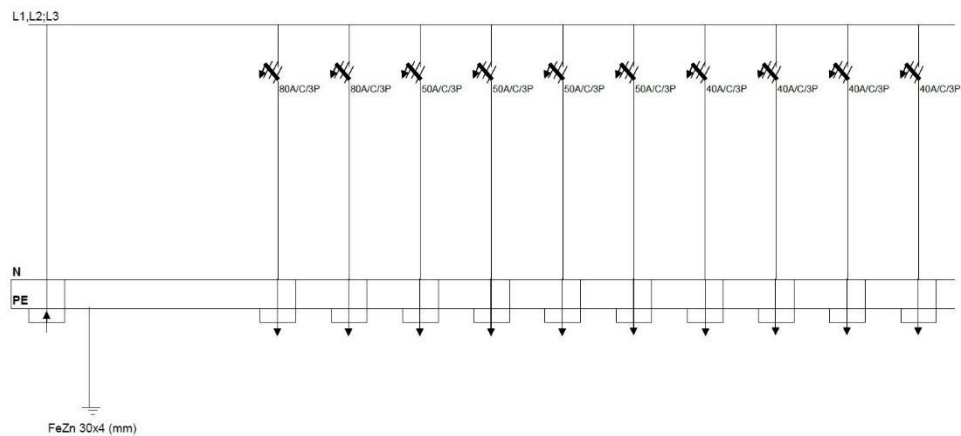
Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Br. Projekta:
ZOP:	Građevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
Datum: 10/2022	Sadržaj: BLOK SHEMA	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
		Nacrt: List: 1

## 8.18 Jednopolna shema GRO1

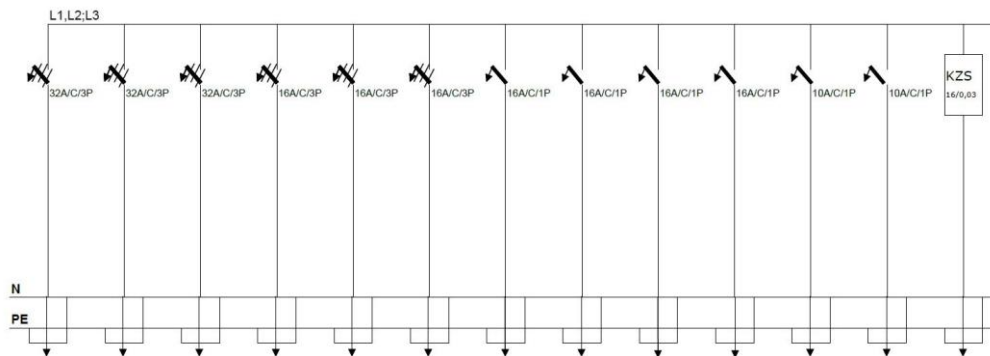


Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Građevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: JEDNOLNA SHEMA GRO1	Nacrt: List: 1

## 8.19 Jednopolna shema GRO



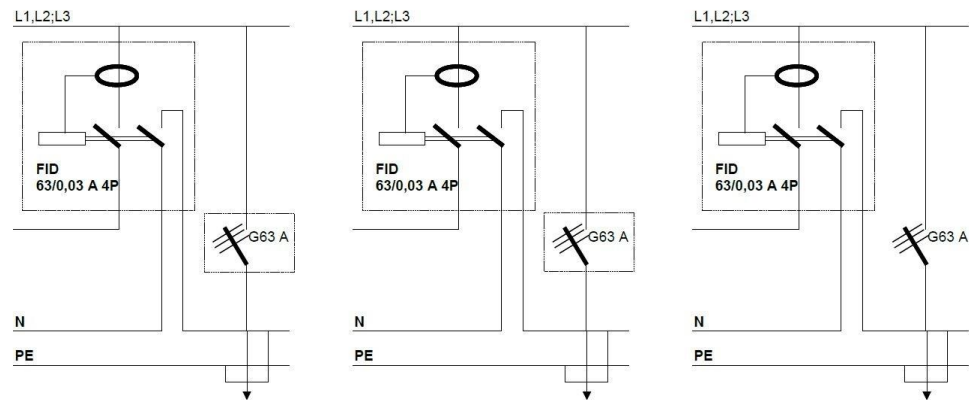
NAPAJANJE IZ: PMO FG16R 3x95/50	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SUSTAV INSTALACIJE: TN-S	ODVOD NA ROK	ODVOD NA ROKOM	ODVOD NA FID GMR1	ODVOD NA FID GMR2	ODVOD NA FID GMR3	ODVOD NA FID GMR4	ODVOD NA FID U TIČNIH GRUPA UG6 PRIZEMLJA	ODVOD NA FID U TIČNIH GRUPA UG6 KATA	ODVOD NA FID OPĆA TROŠILA PRIZEMLJA	ODVOD NA FID OPĆA TROŠILA KAT
VOD:	FG16R 5x35	FG16R 5x50	H07V-K 4x16	H07V-K 4x16	H07V-K 4x16	H07V-K 4x16	H07V-K 4x10	H07V-K 4x10	H07V-K 4x10	H07V-K 4x10
FAZA:	L1,L2,L3		L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3



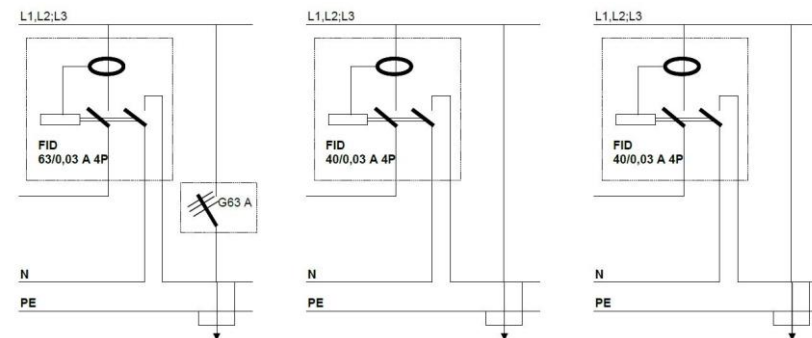
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
ODVOD NA FID RASVJETE PRIZEMLJE	ODVOD NA FID RASVJETE KAT	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	PRIČUVA	VANJSKA JEDINICA KLIME SKLADIŠTA
H07V-K 4x6	H07V-K 4x6											FG16R 3x2,5
L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1	L2	L3	L1	L2	

Projektant: Leo Klarić, bacc.ing.el		
Faza projekta: GLAVNI PROJEKT		Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradovina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA GRO	Nacrt: List: 1

# Jednopolna shema GRO – nastavak 1



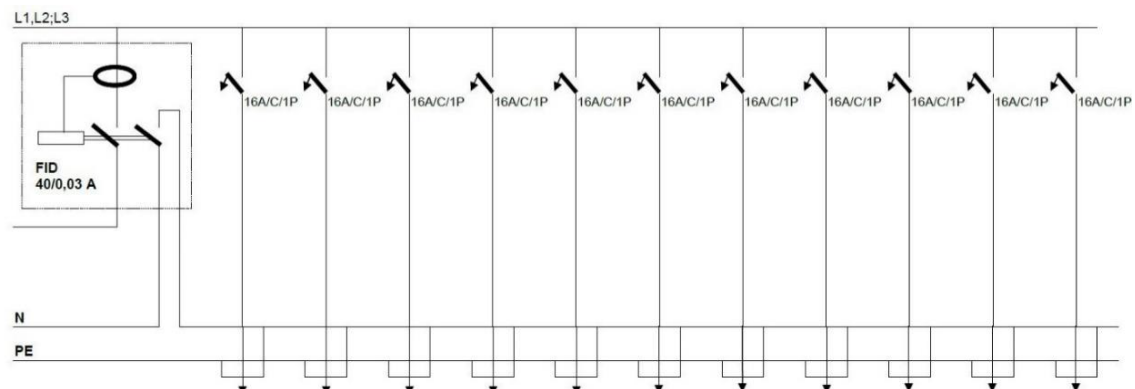
<b>NAPAJANJE IZ:</b>		<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
		NAPAJANJE IZ KRUGA 3 ODVOD NA GMR 1	NAPAJANJE IZ KRUGA 4 ODVOD NA GMR 2	NAPAJANJE IZ KRUGA 5 ODVOD NA GMR 3
<b>VOD:</b>		FG16R 5x16	FG16R 5x16	FG16R 5x16
<b>FAZA:</b>	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3



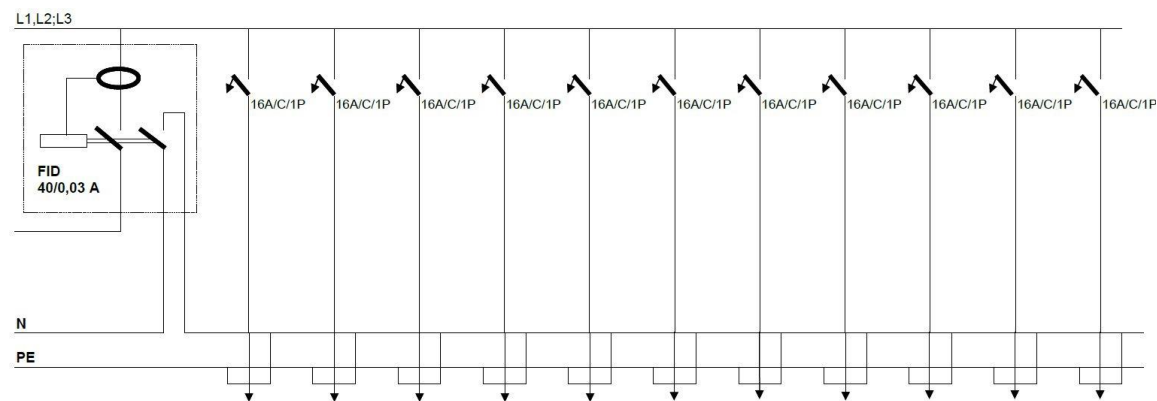
<b>NAPAJANJE IZ:</b>		<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>
		NAPAJANJE IZ KRUGA 6 ODVOD NA GMR 4	NAPAJANJE IZ KRUGA 7 ODVOD NA UG6 PRIZEM	NAPAJANJE IZ KRUGA 8 ODVOD NA UG6 KAT
<b>VOD:</b>		FG16R 5x16	FG16R 5x16	FG16R 5x16
<b>FAZA:</b>	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3	L1,L2,L3

Projektant:	Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:	GLAVNI PROJEKT	Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA GRO	Nacrt: List: 2

## Jednopolna shema GRO – nastavak 2



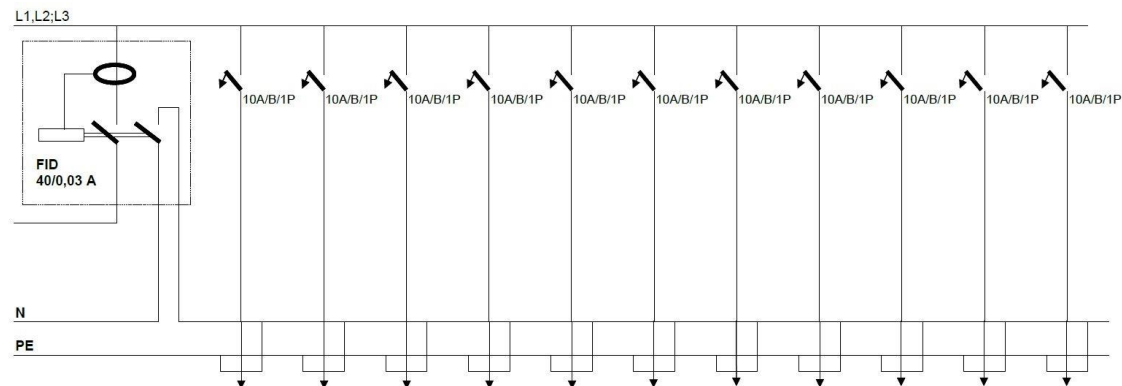
NAPAJANJE IZ: KRUGA 9	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE	OPĆA TROŠILA PRZEMLJE
VOD: H07V-K 4x10	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5
FAZA: L1,L2,L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2



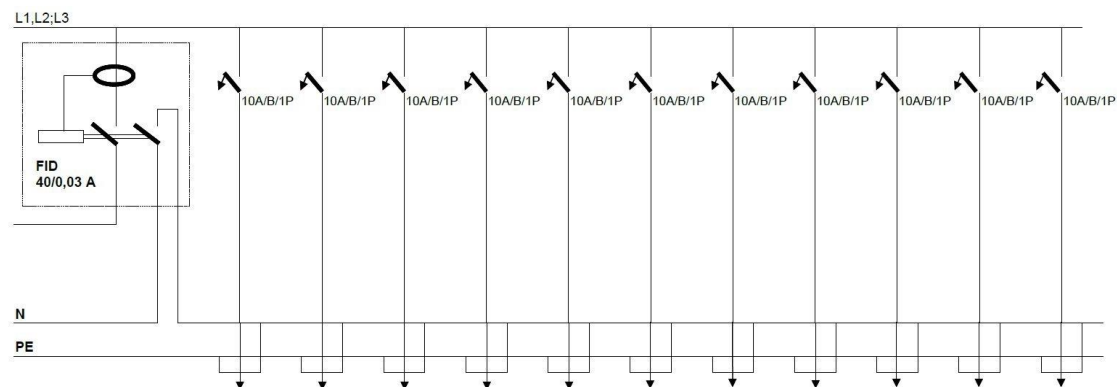
NAPAJANJE IZ: KRUGA 10	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT	OPĆA TROŠILA KAT
VOD: H07V-K 4x10	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5	FG16R 3x2,5
FAZA: L1,L2,L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2

Projektant: Leo Klarić, bacc.ing.el		
Faza projekta: GLAVNI PROJEKT		Br. Projekta:
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradovina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA GRO	Nacrt: List: 3

## Jednopolna shema GRO – nastavak 3



<b>NAPAJANJE IZ:</b> <b>KRUGA 11</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>
	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 1	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 2	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 3	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 4	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 5	RASVIJETA PRIZEMLJE SEKTOR 6	RASVIJETA PRIZEMLJE PANIK	RASVIJETA PRIZEMLJE SANITARLJE	RASVIJETA PRIZEMLJE UREDI	RASVIJETA PRIZEMLJE SKLADIŠTE	RASVIJETA PRIZEMLJE VANJSKA
<b>VOD:</b> HO7V-K 4x10	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5
<b>FAZA:</b> L	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2

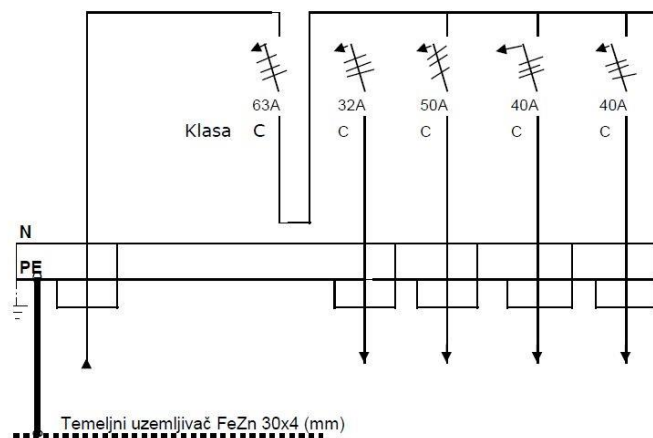


<b>NAPAJANJE IZ:</b> <b>KRUGA 12</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>73</b>
	RASVIJETA KAT SEKTOR 1	RASVIJETA KAT SEKTOR 2	RASVIJETA KAT SEKTOR 3	RASVIJETA KAT SEKTOR 4	RASVIJETA KAT SEKTOR 5	RASVIJETA KAT SEKTOR 6	RASVIJETA KAT PANIK	RASVIJETA KAT ČAJNA KUHINJA	RASVIJETA KAT UREDI	RASVIJETA KAT UREDI	RASVIJETA KAT VANJSKA
<b>VOD:</b> HO7V-K 4x10	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5	FG16R 3x1,5
<b>FAZA:</b> L	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2

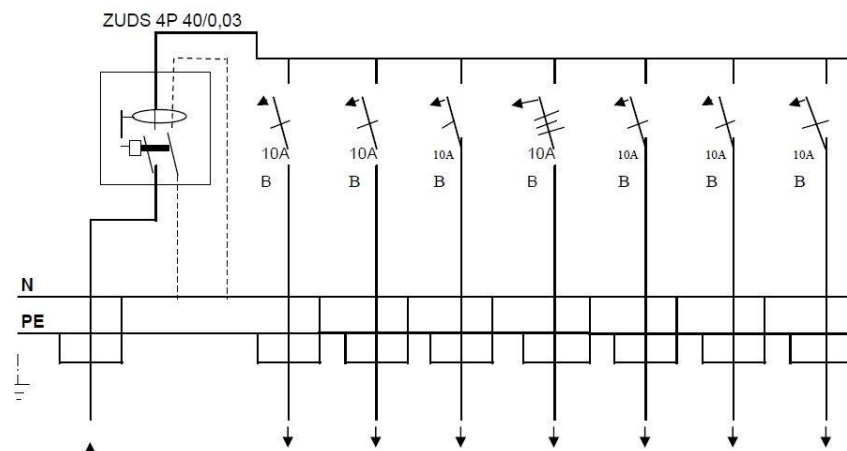
<b>Projektant:</b> Leo Klarić, bacc.ing.el		
<b>Faza projekta:</b> GLAVNI PROJEKT		<b>Br. Projekta:</b>
<b>Mjerilo:</b>	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	<b>Lokacija:</b> k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
<b>ZOP:</b>	Gradovina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	<b>Vrsta projekta:</b> PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
<b>Datum:</b> 10/2022	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA GRO	<b>Nacrt:</b> List: 4



## 8.20 Jednopolna shema ROK



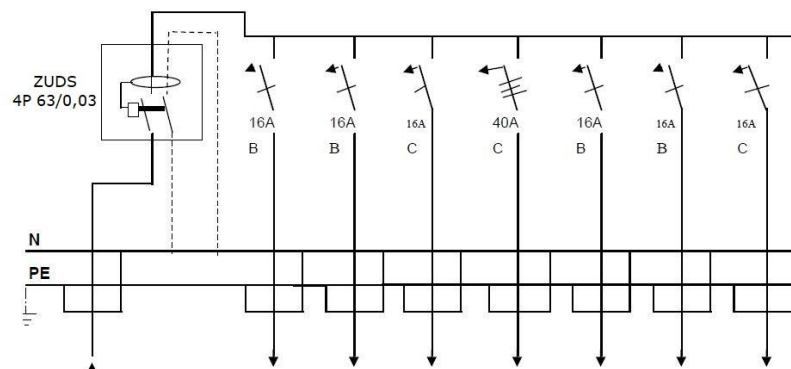
Strujni krug br:		1	2	3	4	5
NAZIV TROŠILA	Napajanje iz GRO	GLAVNI PREKIDAČ	ODVOD NA FID RASVIJETE	ODVOD NA FID KOMPR. I UTIČNICA	ODVOD NA FID GRIJANJA HLAĐENJA	PRIČUVA
INST. SNAGA (kW)						
VODIČ mm <sup>2</sup>	FG16R 5x35		H07V-K4x10	H07V-K4x16	H07V-K4x16	
FAZA	L1:L2:L3	L1:L2:L3	L1:L2:L3	L1:L2:L3	L1:L2:L3	L1:L2:L3



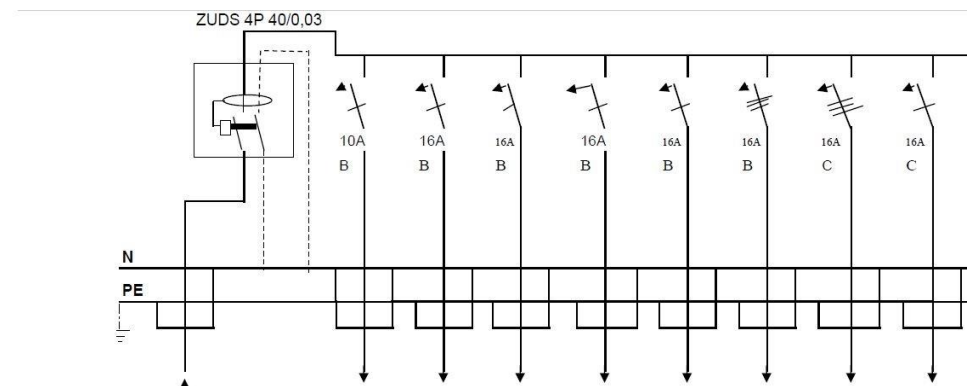
Strujni krug br:		6	7	8	9	10	11	12
NAZIV TROŠILA	Napajanje iz Strujnog kruga 2	VANJSKI REFLEKTOR SEKTOR 3	RASVIJETA KOMP. STANICA I SIGURN. PANIK	RASVIJETA GARDEROBE	RASVIJETA PROIZV. SEKTOR 3	RASVIJETA PROIZV. SEKTOR 3	RASVIJETA URED VODITELJA BLAGOV.	NAPAJANJE MODULA NUŽNE RASVIJETE SEKTOR 3
INST. SNAGA (kW)								
VODIČ mm <sup>2</sup>	H07V-K 4x10	FG16R3X1,5						
FAZA	L1:L2:L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1

Projektant:		Leo Klarić, bacc.ing.el	
Faza projekta:		GLAVNI PROJEKT	
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad	
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE	
Datum: 10/2022	Sadržaj: JEDNOPOLNA SHEMA ROK	Nacrt: List: I	

## Jednopolna shema ROK – nastavak



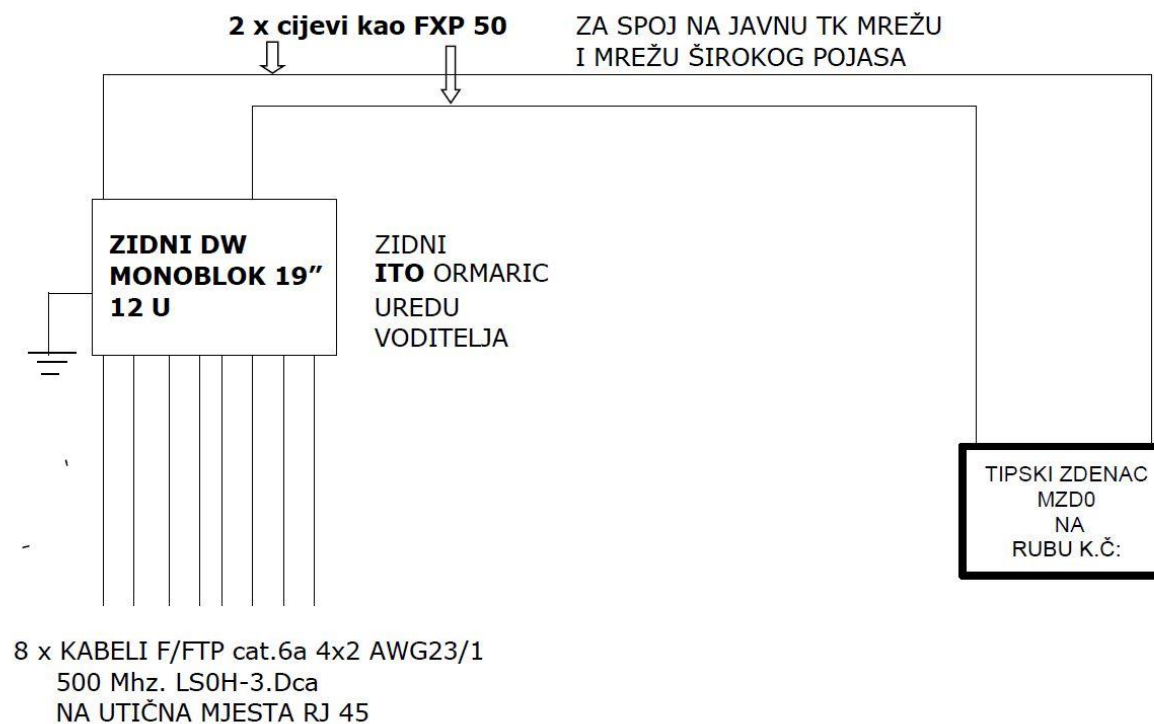
Strujni krug br:		13	14	15	16	17	18	19
NAZIV TROŠILA	Napajanje iz Strujnog kruga 3	UTIČNICE URED VODITELJA	UTIČNICE BLAGOV.	UTIČNICE KOMP. STANICA	NAPAJANJE KOMPRES.	UTIČNICE UG2 PROIZV. SEKTOR	UTIČNICE GARDER.	PRIČUVA
INST. SNAGA	(kW)							
VODIČ mm2	H07V-K 4x10	FG16R3X2,5			FG16R5x10	FG16R3X2,5		
FAZA	L1:L2:L3	L1	L2	L3	L1:L2:L3	L1	L2	L3



Strujni krug br:		20	21	22	23	24	25	26	27
NAZIV TROŠILA	Napajanje iz Strujnog kruga 4	ODSISNI VENTILATOR	RADIJATOR MUŠKA GARDER.	RADIJATOR ŽENSKA GARDER.	VANJSKA KLIMA UREDAJ	PRIKLJUČCI CIRKULAC. PUMPI	PRIČUVNI GRIJAČI	DIZALICA TOPLINE	PRIČUVA
INST. SNAGA	(kW)								
VODIČ mm2	H07V-K 4x16	FG16R3X1,5	FR16R3x2,5				FG16R5x2,5		
FAZA	L1:L2:L3	L1	L2	L3	L1	L2	L1:L2:L3	L1:L2:L3	L3

Projektant:		Leo Klarić, bacc.ing.el
Faza projekta:		GLAVNI PROJEKT
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Br. Projekta:
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
Datum:	Sadržaj: JEDNOLPNA SHEMA ROK	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
10/2022		Nacrt: List: 2

## 8.21 Shema TK razvoda



Projektant:		Leo Klarić, bacc.ing.el
Faza projekta:		Br. Projekta:
GLAVNI PROJEKT		
Mjerilo:	Investitor: PAB AKRAPOVIĆ d.o.o. Most 26, Buzet	Lokacija: k.č. 2452/3 k.o. Buzet – Stari Grad
ZOP:	Gradevina: GRAĐEVINA PROIZODNE NAMJENE, 2b skupine	Vrsta projekta: PROJEKT ELEKTROINSTALACIJE
Datum: 10/2022	Sadržaj: SHEMA TK RAZVODA	Nacrt: List: 1