

# Elektrotehnički projekt obiteljske kuće

---

Škarica, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:590440>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-06**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU FAKULTET  
ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH  
TEHNOLOGIJA**

**Stručni studij**

**ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT OBITELJSKE  
KUĆE**

**Završni rad**

**Filip Škarica**

**Osijek, 2021.**



**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za završni ispit na preddiplomskom stručnom studiju

Osijek, 17.09.2021.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za završni ispit  
na preddiplomskom stručnom studiju**

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Filip Škarica
<b>Studij, smjer:</b>	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	A 4509, 23.07.2018.
<b>OIB studenta:</b>	78229392258
<b>Mentor:</b>	Zorislav Kraus
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	Izv. prof. dr. sc. Krešimir Fekete
<b>Član Povjerenstva 1:</b>	Zorislav Kraus
<b>Član Povjerenstva 2:</b>	Ružica Kljajić
<b>Naslov završnog rada:</b>	Elektrotehnički projekt obiteljske kuće
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Elektroenergetika (zn. polje elektrotehnika)</b>
<b>Zadatak završnog rada</b>	- važeće norme i pravilnici - dijelovi projekta (idejno rješenje, izvedbeni projekt..) - tlocrt objekta i sheme instalacija - upravljanje instalacijama - troškovnik Tema rezervirana za : Filip Škarica
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):</b>	Vrlo dobar (4)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 2 razina
<b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>	17.09.2021.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 20.10.2021.

**Ime i prezime studenta:**

Filip Škarica

**Studij:**

Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

A 4509, 23.07.2018.

**Turnitin podudaranje [%]:**

11

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Elektrotehnički projekt obiteljske kuće**

izrađen pod vodstvom mentora Zorislav Kraus

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.  
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. PROJEKTIRANJE .....	3
3. SADRŽAJ ELEKTROTEHNIČKOG PROJEKTA .....	4
3.1. Elektroenergetska suglasnost .....	6
3.2. Posebni uvjeti gradnje - HAKOM .....	6
4. TEHNIČKO RJEŠENJE.....	7
4.1. Projektni zadatak .....	7
4.2. Tehnički opis.....	7
4.2.1. Razdjelni ormari.....	8
4.2.2. Priključak .....	8
4.2.3. Instalacija rasvjete.....	10
4.2.4. Strukturno kabliranje .....	11
4.2.5. Temeljni uzemljivač.....	12
4.2.6. Sustav zaštite od munje.....	13
4.2.7. Izjednačenje potencijala.....	14
4.3. Proračuni.....	15
4.3.1. Proračun rizika od udara munje prema HRN EN 62305-2.....	15
4.3.2. Proračun nadrstrujne zaštite razdjelnog ormara GRO .....	15
4.3.3. Zaštita od indirektnog dodira u TN sustavu.....	17
4.3.4. Kontrola padova napona na napojnim vodovima trošila .....	19
4.3.5. Otpor rasprostiranja temeljnog uzemljivača .....	21
4.3.6. Provjera mjera zaštite za pravilno djelovanje uređaja diferencijalne struje (RCD).....	21
5. ZAKLJUČAK.....	22
6. SAŽETAK .....	23
7. LITRATURA.....	24
8. ŽIVOTOPIS.....	26
9. PRILOZI.....	27

# 1. UVOD

Ideja završnog rada je pobliže objasniti što je elektrotehnički projekt, tko ga izrađuje te na koji način. Rad je podjeljen u 5 poglavlja kako bi lakše shvatili cijeli koncept elektrotehničkog projekta.

U drugom poglavlju rada opisan je pojam projektiranja i zahtjevi za projektiranje. Navedeni su sudionici u gradnji i obveza projektanta kao jednog od sudionika. Prilikom izrade projektne dokumentacije važna je spona između investitora i projektanta.

Treće poglavlje završnog rada odnosi se na sadržaj elektrotehničkog projekta. Za projekt jednako su važni i tekstualni i grafički dio. Uz ostale dijelove tekstualnog dijela vrlo važno poglavlje je tehnički opis u kojem se opisuju zahtjevi za građevinu te projektirano rješenje elektroinstalacije. Proračuni su bitni za dokazivanje optimalnog rada elektroinstalacije. Crteži su dio grafičkog dijela projekta te se u njima nalazi rješenje elektroinstalacije za predmetnu građevinu prema kojem će se izvoditi projektirana instalacija.

Prilikom izrade elektrotehničkog projekta potrebno je voditi računa o sadržaju elektroenergetske suglasnosti te definiram uvjetima unutar iste. Dobivenim posebnim uvjetima od HAKOM-a te izjavama operatera o položaju elektroničke komunikacijske infrastrukture također treba dati pažnju.

Četvrtim poglavljem obuhvaćeno je tehničko rješenje elektrotehničke instalacije odabrane građevine. Projektnim zadatkom dane su smjernice za izradu tehničkog rješenja. Naveden je sadržaj tehničkog opisa i njegove bitne značajke. Elektrotehnička instalacija podjeljena je po segmentima – podpoglavljima u kojima su opisani dijelovi iste.

Na temelju izrađenog tehničkog rješenja elektrotehničke instalacije, rađeni su proračuni koji su također prikazani u četvrtom poglavlju.

Peto poglavlje rada sadrži grafički dio predmetne instalacije za odabranu građevinu. U nacrtom dijelu prikazana je situacija sa građevinom te detaljima vezanim za njezin priključak na infrastrukturu. Prikazani su tlocrti temeljnog uzemljivača ali i kompletna elektroinstalacija sa priključnicama, priključcima te rasvjetom.

Nacrtni dio sadržava i popratnu tropolnu shemu elektroinstalacije koja je korespondentna sa tlocrtom.

## 2. PROJEKTIRANJE

Projektiranje je proces kojim se daje tehničko rješenje na temelju dobivenog projektnog zadatka. Prilikom projektiranja elektrotehničkih instalacija potrebno je voditi računa o temeljnim zahtjevima za građevinu te posebnim uvjetima dobivenih od javnopravnih tijela. U fazi projektiranja bitno je pridržavati se zakona, pravilnika, tehničkih propisa i pravila struke.

Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevine definiran je način na koji se projekt izrađuje. Sadržaj i dijelovi projekta jasno su definirani, kao i način označavanja projekata, te je bitno pridržavati se tih smjernica.

Prema Zakonu o gradnji definirano je pet sudionika u gradnji, a to su:

1. investitor
2. projektant
3. izvođač
4. nadzorni inženjer
5. revident

Projektant je obavezan izraditi projekt koji ispunjava sve uvjete. Građevinu je potrebno projektirati u skladu s uvjetima za građenje građevina propisanim prostornim planom.

Prilikom definiranja sudionika u gradnji, investitor je dužan odrediti projektanta te s njim sklopiti ugovor o projektiranju. Nije nužno da investitor odabire projektanta. To može učiniti i druga osoba koja je određena ugovorom o projektiranju.

Ovisno o vrsti građevine koja se projektira te njezinih potreba, projekt se može sastojati od:

1. arhitektonski projekt
2. građevinski projekt
3. elektrotehnički projekt
4. strojarski projekt



### 3. SADRŽAJ ELEKTROTEHNIČKOG PROJEKTA

Dva su osnovna dijela projektne dokumentacije, a to su tekstualni dio i grafički dio.

Tekstualni dio elektrotehničkog projekta sastoji se od:

- općeg dijela
- tehničkog opisa
- proračuna
- programa kontrole i osiguranja kvalitete
- prikaza primjenjenih mjera zaštite od požara
- prikaza primjenjenih mjera zaštite na radu
- procjene troškova gradnje.

Opći dio sastoji se od:

- popisa mapa
- rješenja o registraciji djelatnosti
- rješenja o imenovanju projektanta
- rješenja o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike
- Izjave o usklađenosti projekta
- Posebnih uvjeta gradnje izdanih od HEP-a i Elektroenergetske suglasnosti - EES
- Posebnih uvjeta gradnje izdanih od Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti – HAKOM i Izjave operatera o položaju elektroničkih komunikacijskih kabela

Tehnički opis sastoji se od:

- projektnog zadatka
- posebnih uvjeta i uvjeta priključenja iz Elektroenergetske suglasnosti EES
- prikaza mjera za ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu
- opisa sigurnosnih i/ili pomoćnih izvora električne energije ukoliko ih ima
- mjera za izjednačivanje potencijala te zaštitnog uzemljenja
- opisa odabrane električne opreme i načina ugradnje
- opis zaštitnih i upravljačkih naprava
- opisa isklopa električne instalacije u opasnosti
- opisa glavnog energetskeg razvoda unutar građevine i izvan nje
- opisa sigurnosne rasvjete ukoliko je ima

- dijela koji se odnosi na održavanje električne instalacije
- dijela koji se odnosi na elaborat zaštite na radu
- dijela koji se odnosi na elaborat zaštite od požara

Proračuni moraju sadržavati:

- proračun instalirane snage, te prikaz odabrane vršne snage električne instalacije
- proračun projektiranih struja i ispravan odabir glavnih napojnih i drugih kabela
- odabir zaštitnih uređaja
- proračun minimalne struje kratkog spoja
- proračun maksimalne struje kratkog spoja
- provjeru toplinskih naprezanja u vodičima ukoliko dođe do kratkog spoja
- proračun pada napona u cijeloj instalaciji
- svjetlotehnički proračun, ukoliko postoji

Program kontrole i osiguranje kvalitete sadrži:

- svojstva bitnih značajki proizvoda koji se ugrađuju u električnu instalaciju
- potrebna ispitivanja i postupke kojima se dokazuje uporabljivost proizvoda koji se ugrađuju u električnu instalaciju
- zahtjeve i uvjete koji se moraju ispunjavati tijekom izvođenja
- zahtjeve za periodičnim pregledima tijekom uporabe električne instalacije
- zahtjeve za pregledavanjem i ispitivanjima električne instalacije

Crteži sadrže:

- situacijski prikaz građevine u kojem je prikazano mjesto priključenja na električnu mrežu te na komunikacijsku mrežu
- situacijski prikaz građevine u kojem je prikazan položaj kompletne infrastrukture, odnosno kableske kanalizacije.
- sheme razvodnih ormara s prikazom svih strujnih krugova.
- tlocrte s prikazanom elektrotehničkom instalacijom a koja je bazirana na signalizaciji (vatrodojava... itd) , te shemu djelovanja istih.

### **3.1. Elektroenergetska suglasnost**

Kako bi se definirali uvjeti priključenja građevine na elektroenergetsku mrežu, investitor, odnosno vlasnik građevine dužan je ishoditi Elektroenergetsku suglasnost EES od operatera.

Elektroenergetska suglasnost sadrži:

- osnovne tehničke podatke o građevini
- posebne uvjete za lokaciju građevine, ukoliko ih ima
- uvjete priključenja
- izvedbu priključka (priključnu snagu, nazivni napon, mjesto priključenja...)
- uvjete priključenja koje mora ispuniti građevina
- ekonomske uvjete
- uvjete za postupak priključenja na mrežu
- ostale uvjete (ako je definiran glavni napojni kabel mjesta priključenja, odnosno građevine)

### **3.2. Posebni uvjeti gradnje - HAKOM**

Posebne uvjete gradnje, na zahtjev investitora, definira Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti – HAKOM. U dokumentu izdanom od HAKOM-a definirani su zahtjevi za elektroničku komunikacijsku infrastrukturu – EKI, te drugu opremu. Izdanim posebnim uvjetima projektant se obvezuje projektirati EKI s obzirom na namjenu zgrade sukladno Pravilniku o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada. HAKOM posebnim uvjetima gradnje zahtjeva od investitora pribavljanje izjave o položaju EKI unutar zahvata od operatera javnih komunikacijskih mreža

## **4. TEHNIČKO RJEŠENJE**

Završnim radom obuhvaćeno je tehničko rješenje elektrotehničke instalacije na građevini obiteljske kuće.

### **4.1. Projektni zadatak**

Dane su sljedeće smjernice za izradu tehničkog rješenja:

- priključak na NN mrežu
- mjerenje električne energije, razdjelne ormare i glavni razvod
- elektroinstalacija snage i priključnica
- prateća elektroinstalacija strojarske opreme
- instalacija rasvjete
- strukturno kabliranje
- temeljni uzemljivač
- sustav zaštite od munje
- izjednačenje potencijala.

### **4.2. Tehnički opis**

U uvodnoj napomeni tehničkog opisa dobro je navesti izjave operatera o postojanju infrastrukture na predmetnoj katastarskoj čestici te zahtjeve iz posebnih uvjeta gradnje izdanih od strane distributera. U tehničkom opisu bitno je navesti detalje o priključku koji su definirani u Elektroenergetskoj suglasnosti – EES, izdane od strane distributera.

Predviđena građevina koja će biti obrađena u ovome završnom radu predviđeno je da se napaja iz NN mreže preko kućnog priključno mjernog ormara – KPMO, koji je smješten u ogradnom zidu na rubu parcele.

#### 4.2.1. Razdjelni ormari

Kućni priključno mjerni ormar KPMO opremljen je osigurač-rastavnim sklopkama, strujnim mjernim transformatorima, brojilom električne energije, sve s osnovnom funkcijom preuzimanja, mjerenja i distribucije električne energije.

KPMO je oprema koju daje distributer u sklopu ugovora o priključenju te je izrađen u skladu s granskom normom HEP N.070.01.

Glavni razdjelni ormar GRO opremljen je glavnom sklopkom s kojom se kompletna instalacija iza njega može staviti u beznaponsko stanje, ograničavalom strujnog opterećenja - limitatorom, diferencijalnim zaštitnim sklopkama, automatskim zaštitnim prekidačima te sklopnim i upravljačkim elementima s osnovnom funkcijom napajanja i upravljanja električnim trošilima. Prema tehničkom rješenju GRO je smješten u prostoru ulaza u građevinu.

Prema tehničkom rješenju za predmetnu građevinu odabran je ugradni razvodni ormar s metalnim vratima, prednjim pločama i DIN nosačima, dimenzije (VxŠxD) 470x588x136 mm , 2 reda po 24 modula.



*Slika 4.1. Uzidni razdjelnik [9]*

#### 4.2.2. Priključak

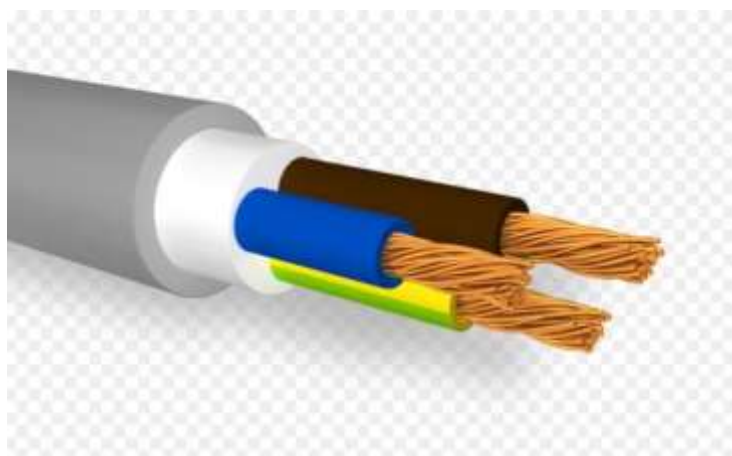
Glavni razvodni ormar GRO napajati će se iz KPMO-a kabelom FG16OR16 3x16 mm<sup>2</sup>. Napojni kabel vodi se trasom u kabelskom kanalu u zemlji u PEHD rebrastoj zaštitnoj cijevi Ø75 mm. Razvod instalacije u građevini izvodi se kabelima NYM-J i vodovima H07V-K u pripadajućoj PVC zaštitnoj cijevi i sve skupa polaže u energetske kanale u zemlju, pod žbuku ili u beton.

Razvod vanjske instalacije predviđeno je izvođenjem kabelom FG16OR16 polaganjem u kableske kanale ili uvlačenjem u zaštitne cijevi.

Presjeci kabela i vodova odabrani su prema snazi trošila i duljini strujnih krugova, a na temelju proračuna. Trošila će se priključivati direktnim priključkom (klima uređaji, kuhinjska trošila..itd) i priključnicama sa zaštitnim kontaktom (opća trošila). Priključnice će se montirati podžbukno na zid u tipske kutije.

Označena montažna visina instalacijske opreme od gotovog poda je sljedeća:

- priključnice – 30 cm
- priključnice uz noćne ormariće – 70 cm
- priključnice u kuhinji iznad radne plohe – 110 cm
- priključnice u kupaonici – 150 cm
- ormarić za izjednačenje potencijala OIP – 30 cm
- prekidači i tipkala – 110 cm



*Slika 4.2. Napojni kabel FG16OR16 3x16 mm<sup>2</sup> [10]*



*Slika 4.3. PEHD zaštitna rebrasta cijev Ø75 mm [11]*

#### **4.2.3. Instalacija rasvjete**

Tehničkim rješenjem za predmetnu građevinu obiteljske kuće, obzirom na funkciju predviđena je opća i dekorativna rasvjeta.

Opća rasvjeta pojedinih prostora podijeljena je u više strujnih krugova. Upravljanje rasvjetom predviđeno je izvesti lokalno na ulazu u pojedini prostor ili grupirano pomoću seta prekidača. Rasvjetne armature definirane su u ovisnosti o namjeni prostora. Projektom su predviđene svjetiljke koje se montiraju na strop, na zid, u pod i viseće.

Upravljanje vanjskom rasvjetom moguće je izvesti preko svjetlosnog osjetnika (luxomata) ili ručno. Svjetiljke koje se montiraju u okolišu moraju biti u zaštiti minimalno IP 65.



*Slika 4.4. Svjetlosna analogna sklopka [12]*

#### 4.2.4. Strukturno kabliranje

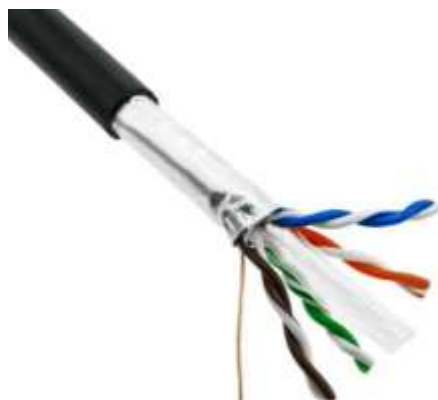
Strukturno kabliranje mora osigurati dovoljan broj priključaka za različite namjene, kao što su prijenos govora i prijenos podataka (telefon, video signal, Internet i sl.).

Priključak građevine na telekomunikacijsku mrežu izvodi se prema posebnom ugovoru između investitora i davatelja telekomunikacijskih usluga.

U svrhu priključka građevine na telekomunikacijsku mrežu, na granici parcele u ogradnom zidu predviđen je tipski telefonski ormarić 170x140x80 mm. Od telefonskog ormarića u ogradnom zidu polaže se PEHD zaštitna cijev Ø40 mm, u kojoj se vodi telekomunikacijski kabel TK 59-50 5x4x0,6 mm, do komunikacijskog ormara IT.

PEHD zaštitna cijev Ø40 mm polaže se u zajednički kabelski kanal dimenzija 0,6x0,8 m sa zaštitnim cijevima jake struje, u sloj pijeska (100 mm ispod i 100 mm iznad zaštitnih cijevi). Pri tome treba voditi računa da se zaštitne cijevi jake struje i zaštitne cijevi telefonskog kabela položu na međusobnoj udaljenosti od minimalno 0,2 m.

U ulaznom prostoru u građevinu smješten je komunikacijski ormar IT. U njemu su ugrađeni patch paneli i na taj način je ostvarena mogućnost prespajanja telefonskih i internet priključaka. Instalacija od IT ormara do pojedine priključnice RJ45 izvodi se kabelima UTP Cat 6 u PVC zaštitnoj cijevi Ø16 mm. Priključnice RJ45 montiraju se u zid na visini 0,3 m od gotovog poda ili prema projektu interijera. Prilikom izvođenja instalacije strukturnog kabliranja treba voditi računa o međusobnom razmaku s ostalim instalacijama. Razmak od električne instalacije jake struje mora iznositi min. 200 mm, a razmak od ostalih instalacija slabe struje min. 100 mm.



*Slika 4.5.. LAN kabel, Cat.6 U/UTP [13]*



#### 4.2.5. Temeljni uzemljivač

U svrhu stvaranja referentnog potencijala predmetne građevine te odvođenja struje munje u zemlju dano je rješenje za temeljni uzemljivač. Uzemljivač se sastoji od međusobno povezanih dijelova mreže uzemljivača ispod građevine maksimalnog rastera 20 m.

Temeljni uzemljivač izvesti trakom FeZn 25 x 4 mm položenom u temelje objekta. Nakon polaganja trake uzemljivača potrebno je od nje napraviti odcjepe za odvođe, odnosno odcjepe za uzemljenje metalnih masa u nivou terena. Sve spojeve trake u temelju izvesti odgovarajućom križnom spojnicom, koje je potrebno nakon spajanja impregnirati (uskom dekorodal trakom i zaliti bitumenom).

Kako bi se spriječila pojava korozije na priključcima koji izlaze iz zemlje, svaki takav priključak potrebno je u duljini 30 cm od izlaza iz zemlje na obje strane zaštititi dvostrukim premazom vrućeg bitumena. Uzevši u obzir činjenicu da su sve metalne mase vezane putem trake za izjednačenje potencijala na uzemljivač, potrebno je antikorozivnu zaštitu svih priključaka i spojeva izvesti maksimalno savjesno i kvalitetno, jer u principu svi elementi za izjednačenje potencijala trebaju imati isti vijek trajanja kao i građevina.

Sve metalne mase u zemlji na udaljenosti manjoj od 3 metra od uzemljivača treba spojiti najkraćim putem sa uzemljivačem. Iz temeljnog uzemljivača izvesti spojeve za povezivanje temeljnog uzemljivača sa svim glavnim ormarićima za izjednačenje potencijala – GIP.



*Slika 4.6. Traka uzemljivača FeZn 25x4 mm [14]*

#### 4.2.6. Sustav zaštite od munje

Na temelju proračuna rizika od udara munje za prdmetnu građevinu potrebno je projektirati instalaciju zaštite od munje (LPS) Class IV, s veličinom rastera 20 m, klasičnog tipa s uzemljivačem, odvodima i krovnim hvataljkama.

Priključcima trake na uzemljivač izvesti odvođe prema krovu, najprije trakom FeZn 25 x 4 mm u zemlji ili betonu, a ostali dio Al žicom Ø 8 mm. Odvođe je potrebno postaviti tako da maksimalan razmak između dva odvođa ne bude veći od 20 m. Na odvodima je potrebno ostaviti mjerni spoj (rastavnu sabirnicu), na visini 2 m iznad tla, koji je moguće rastaviti radi mjerenja otpora rasprostiranja. Kao krovne hvataljke i odvođe moguće je koristiti i metalni krov (min 0,5 mm debljine) pod uvjetom da je osiguran trajan i pouzdan spoj između sastavnih dijelova krova. Prijelaz odvođa na hvataljke, odnosno na krov, izvesti lukom tako da polumjer luka ne bude manji od 200 mm, a promjena pravca voda ne bude veća od 90°. Metalni žljebovi ne smiju se koristiti kao odvođi, ali moraju biti spojeni s odvodima.

Na instalaciju zaštite od munje mora biti spojena metalna konstrukciju građevine te armature armiranobetonskih dijelova građevine. Metalna konstrukcija građevine može se koristiti kao sastavnica gromobranskih odvođa. Kao prihvatni vod predviđeno je upotrijebiti Al žicu Φ 8 mm položenu na odgovarajućim nosačima za krov. Metalne mase na krovu (antenski stup i sl.) moraju biti nadvišene instalacijom zaštite od munje, moraju biti izolirane od instalacije zaštite od munje, a vodom P/F 1x16 mm<sup>2</sup> povezane na GIP. Nadvišenje mora biti toliko da metalne mase budu unutar zaštitne zone definirane polumjerom kotrljajuće kugle od 60 m. Sve metalne mase na fasadama čija je dužina veća od 2 m ili površina veća od 2 m<sup>2</sup> spojiti na instalaciju zaštite od munje, na odvođe ili direktno na temeljni uzemljivač posebno izvedenim priključkom.



*Slika 4.7.. Krovni nosač za sljeme sa žicom Al Ø8 mm [15]*

#### **4.2.7. Izjednačenje potencijala**

U građevini je potrebno izvršiti izjednačenje potencijala na svim većim metalnim masama (kućišta električnih uređaja, čelični profili, metalna bravarija, ograde i sl.) te na instalacijama izvedenim metalnim cijevima (vodovod i sl.) spajanjem na glavnu sabirnicu za izjednačenje potencijala - GIP.

U svim razdjelnim ormarima treba predvidjeti posebnu sabirnicu za izjednačenje potencijala koja je povezana na GIP, odnosno OIP i glavni zaštitni vodič (PE).

U sanitarijama je potrebno izvesti dopunsko izjednačenje potencijala ugradnjom kutija za dopunsko izjednačenje potencijala - OIP, na koje se vežu metalne mase cijevi tople i hladne vode, metalni odvodi i sl.



*Slika 4.8. Sabirnica za izjednačenje potencijala [16]*

### 4.3. Proračuni

#### 4.3.1. Proračun rizika od udara munje prema HRN EN 62305-2

Calculated Risk	Tolerable Risk	Direct Strike Risk	Indirect Strike	Calculated Risk
Loss of Human Life:	1.00E-06	3.54E-08	5.34E-06	5.37E-06
Loss of Public Services:	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Loss of Cultural Heritage:	1.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Economic Loss:	1.00E-03	5.05E-07	2.38E-04	2.37E-04

Slika 4.9. Proračun rizika udara munje prema Software-u IEC Risk Assessment Calculator [17]

Proračun rizika od udara munje rađen je u softveru IEC Risk Assessment Calculator.

Ne temelju proračuna rizika od udara munje potrebno je projektirati i izvesti sustav zaštite od munje.

#### 4.3.2. Proračun nadržujne zaštite razdjelnog ormara GRO

Ukupna maksimalna snaga razdjelnog ormara GRO uz faktor potražnje = 0,32

$$P_m = f_p \times \sum P = 0,32 \times 23,60 \cong 7,36 \text{ kW} \quad (4-1)$$

Projektirana (pogonska) struja, (ukupno strujno opterećenje),

$$I_b = \frac{P_m}{U_n \times \cos\phi} = 32 \quad (4-2)$$

Trajno podnosiva struja odabranog kabela prema IEC 60364-5-52

$$I_z = 81,0 \text{ A} \quad (4-3)$$

Nazivna struja rastalnog osigurača u KPMO

$$I_n = 40,0 \text{ A} \quad (4-4)$$

Nazivna struja limitatora u GRO

$$I_{n'} = 32,0 \text{ A} \quad (4-5)$$

Pri dimenzioniranju presjeka vodiča i zaštitnih uređaja moraju biti zadovoljeni sljedeći uvjeti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (4-6)$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

gdje je  $I_2$  struja koja osigurava učinkovitu proradu u dogovorenom vremenu zaštitnog uređaja

$$\text{za } I_n \leq 10 \text{ A} \rightarrow I_2 = 1,9 \times I_n$$

$$\text{za } I_n 16 - 25 \text{ A} \rightarrow I_2 = 1,75 \times I_n$$

$$\text{za } I_n > 25 \text{ A} \rightarrow I_2 = 1,6 \times I_n$$

Za glavni napoji kabel i rastalni osigurač u KPMO

$$I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 32,0 \leq 40,0 \leq 81,0 \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z \rightarrow 1,6 \times 40 = 64,0 \text{ A} \leq 1,45 \times 81,0 = 117,45 \text{ A} \rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$$

NAPOMENA: Za prekidače koji zadovoljavaju EN 60898 ili EN 60947-2 i osigurače gG koji zadovoljavaju EN 60269-2 i EN 60269-3, ako zadovolje uvjet  $I_b < I_n < I_z$  smatra se da su zadovoljili i uvjet  $I_2 < 1,45 \times I_z$  (napomena iz HRI R064-003:1999)

### 4.3.3. Zaštita od indirektnog dodira u TN sustavu

Proračun prema IEC 60364, HRI R064-003, Electrical installation guide (Schneider Electric) i Tehnički priručnik (Končar, 5. izdanje).

Zaštitni uređaj mora osigurati prekidanje struje kvara u vremenu manjem od 0,4 s (za fazni napon 230 V, odnosno za linijski napon 400 V) u TN sustavu. Struja prorade zaštitnog uređaja u zadanom vremenu mora biti manja od struje kvara.

Minimalnu struju jednopolnog kratkog spoja, za trofazne strujne krugove, računamo prema konvencionalnoj metodi iz razloga nepoznavanja parametara mreže prije KPMO.

$$I_m < I_{SC} = \frac{0,8 \times U_n}{Z_c} = \frac{0,8 \times 400}{\sqrt{(2R_c^2 + 2X_c^2)}} \quad (4-7)$$

Gdje je:

$I_m$  (A) - Struja prorade zaštitnog uređaja

B / C / D - Tip automatskog prekidača

$I_{SC}$  (A) - Minimalna struja jednopolnog kratkog spoja

$U_n$  (V) - Linijski napon NN strane TR (faza – faza)

$S$  (mm<sup>2</sup>) - Presjek vodova i kabela ( $S_{PH} = S_N$ )

$n$  - Broj vodova po fazi

$L$  (m) - Dužina vodova i kabela

$R_c$  (mΩ) - Radni otpor (rezistencija) vodova i kabela - prema HRI R064-003, Dodatak A

$X_c$  (mΩ) - Jalovi otpor (reaktancija) vodova i kabela - prema HRI R064-003, Tablica 3

$I_n$  (A) – Nazivna struja zaštitnog uređaja

Struja prorade automatskog prekidača je:

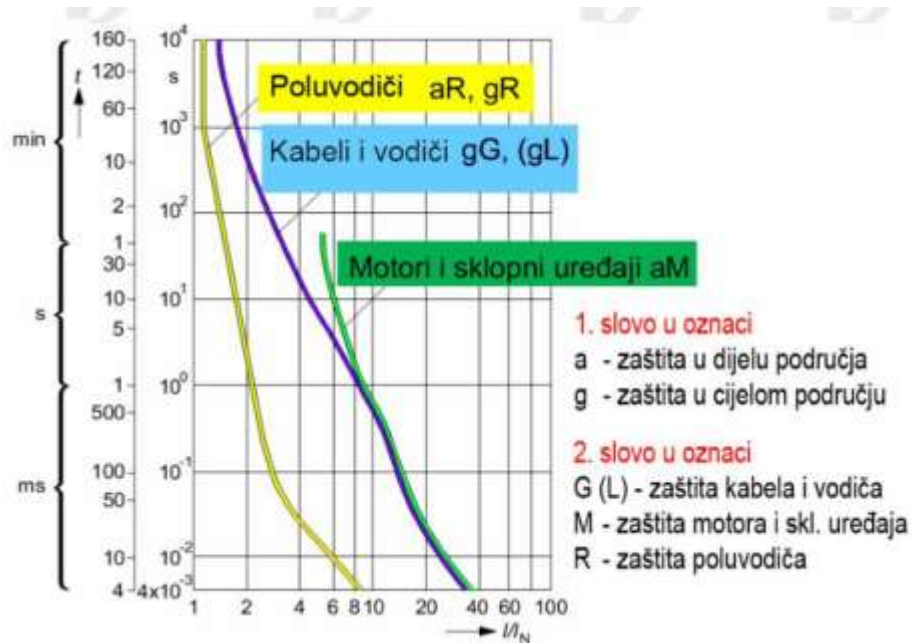
$$\text{za tip B} \rightarrow I_m = 5 \times I_n$$

$$\text{za tip C} \rightarrow I_m = 10 \times I_n$$

$$\text{za tip D} \rightarrow I_m = 20 \times I_n$$

Tablica 4.3.3.1. Proračun minimalne struje jednopolnog kratkog spoja

Mjesto KS – 1P	KPMO – GRO	GRO – S.K.2	GRO – S.K.22
U (V)	230	230	230
I <sub>n</sub> (A)	40	16	10
Tip	gG	C	B
Materija vodiča	Cu – PVC	Cu – PVC	Cu – PVC
S (mm <sup>2</sup> )	16	2,5	1,5
n	1	1	1
L (m)	10	15	30
R <sub>c</sub> (mΩ)	13,800	133,380	435,600
X <sub>c</sub> (mΩ)	0,900	1,650	3,450
R <sub>T</sub> (mΩ)	13,800	147,180	582,780
X <sub>T</sub> (mΩ)	0,900	2,550	6,000
I <sub>sc</sub> (kA)	16,36	1,54	0,39
zadovoljava	DA	DA	DA



Slika 4.10. Karakteristike rastalnih osigurača[18]

Glavni napojni kabel zaštićen je rastalnim osiguračem 40 A. Struja greške veća je od struje prorade zaštitnog uređaja, te će osigurati proradu u vremenu manjem od 0,4 s čime je zaštita od indirektnog dodira u TN sustavu pravilno dimenzionirana. Isto vrijedi i za ostale strujne krugove.

#### 4.3.4. Kontrola padova napona na napojnim vodovima trošila

Pad napona u jednofaznom strujnom krugu

$$\Delta u = \frac{100 \times \Delta U}{U_n} (\%) \quad (4-8)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I_b \times (R_c \cos \varphi + X_c \sin \varphi) \times L (V) \quad (4-9)$$

$$I_b = \frac{P}{U_n \times \cos \varphi} (A) \quad (4-10)$$

Gdje je:

$U_n$  (V) – Trofazni sustav – nazivni linijski napon (faza – faza)

$U_0$  (V) – jednofazni sustav - nazivni fazni napon (faza – PE)

$P$  (W) – Nazivna snaga

$\cos \varphi$  – Faktor snage

Kod proračuna pada napona za izoliranje vodiče i kabele uzima se specifični električni otpor pri 70°C za izolaciju od PVC-a i 90°C za izolaciju od XLPE.

Specifični električni otpor pri 70 C° (1,20 x 20 C°) – PVC  $\rho_{70}$  (mΩ. mm<sup>2</sup>/m)

Specifični električni otpor pri 90 C° (1,28 x 20 C°) – XLPE  $\rho_{90}$  (mΩ. mm<sup>2</sup>/m)

Presjek vodova i kabela  $S$  (mm<sup>2</sup>)

Broj vodova po fazi  $n$

Dužina vodova i kabela  $L$  (m)

Radni otpor (rezistencija) vodova i kabela - prema HRI R064-003, Dodatak A (mΩ/m)

Jalovi otpor (reaktancija) vodova i kabela - prema HRI R064-003, Tablica 3  $X_c$  (mΩ/m)



**Tablica 4.3.4.1. Kontrola padova napona na napojnim vodovima trošila**

Mjesto KS – 1P	KPMO – GRO	GRO – RO1	RO1_RO1_13	RO1_13 – s.k.2
$U_0/U_n$ (V)	400	400	230	230
P (W)	60000	12695	2000	50
$\cos\varphi$	0,95	0,95	0,95	0,95
$\varphi$ (°)	18,19	18,19	18,19	18,19
$\sin\varphi$	0,31	0,31	0,31	0,31
Materijal vodiča	Cu – XLPE	Cu - PVC	Cu - PVC	Cu - PVC
S (mm <sup>2</sup> )	50	16	6	1,5
n	2	1	1	1
L (m)	30	40	25	15
$R_c$ (mΩ/m)	0,248	1,380	3,696	14,520
$X_c$ (mΩ/m)	0,042	0,090	0,100	0,115
$I_b$ (A)	91,16	19,29	9,15	0,23
$\Delta U$ (V)	1,18	1,79	1,62	0,09
$\Delta u$ (%)	0,29	0,45	0,70	0,04
$\Sigma\Delta u$ (%)	0,29	0,74	1,45	1,49

Dozvoljeni pad napona od TS do zadnjeg rasvjetnog trošila je 6%, a do zadnjeg ostalog trošila je 8% (IEC 60364). Dozvoljeni pad napona između početka instalacije potrošača i zadnjeg trošila je 4% (HRN HD 384.5.52). Prema proračunu dionica KPMO – GRO – s.k. 2 ima najveći pad napona 1,03 %, koji je u granicama dozvoljenog.

#### 4.3.5. Otpor rasprostiranja temeljnog uzemljivača

$$R_R = \frac{\rho}{\pi \times d} \quad (\Omega) \quad (4-11)$$

$$\begin{aligned} \rho &= 200 \text{ } \Omega\text{m} - \text{specifični otpor tla} \\ V &= 68 \text{ m}^3 - \text{volumen temelja} \end{aligned}$$

$$d = 1,57 \times \sqrt[3]{V} = 1,57 \sqrt[3]{68} = 6,41 \quad (4-12)$$

$$R_R = \frac{200}{\pi \times 6,41} = 10 \leq 20 \text{ } \Omega$$

#### 4.3.6. Provjera mjera zaštite za pravilno djelovanje uređaja diferencijalne struje (RCD)

Struja prorade RCD uređaja s diferencijalnom strujom prorade 30 mA

$$I_{\Delta n} = \frac{U_1}{R_R} = \frac{50}{10} = 5,0 > 0,03 \text{ A} \quad (4-13)$$

Maksimalno dozvoljeni napon dodira  $U_1 = 50 \text{ V}$

Otpor izolacija strujnog kruga

$$R_i > \frac{U_0}{I_{\text{RCD}}} = \frac{230}{0,03} > 7667 \text{ } \Omega \quad (4-14)$$

U svim strujnim krugovima štićenim RCD uređajem s diferencijalnom strujom prorade 30 mA, otpor izolacije mora biti veći od 7667  $\Omega$ .

Navedeni uvjeti moraju biti dokazani ispitivanjem i mjerenjem.

## 5. ZAKLJUČAK

Prije izrade samog projekta bitno je znati da je projektiranje proces kojim se daje tehničko rješenje za građevinu na temelju dobivenog projektnog zadatka. Projektni zadatak je zahtjev investitora ili druge osobe za predviđenu elektroinstalaciju koja bi se trebala projektirati. Uz zahtjeve investitora, prilikom projektiranja projektant je dužan projektirati u skladu s temeljnim zahtjevima za građevinu i posebnim uvjetima dobivenih od javnopravnih tijela. Projektant je također obavezan pridržavati se zakona, pravilnika, tehničkih propisa te pravila struke.

Prilikom projektiranja projektant mora voditi računa o sadržaju i opremanju elektrotehničkog projekta. Obavezan je poštivati smjernice dane pravilnikom koji upućuju na opremanje i sadržaj projekta. Kod izrade projekta, projektant mora biti jasan te je obavezan definirati koncept projektirane instalacije.

## **6. SAŽETAK**

Cilj završnog rada je pobliže objasniti proces projektiranja odnosno objasniti što je to projekt, od čega se mora sastojati i što sve mora sadržavati. Tekstualni dio projekta sastoji se od općeg dijela, tehničkog opisa, proračuna, programa kontrole i osiguranja kvalitete, prikaza primjenjenih mjera zaštite od požara i zaštite na radu te procjene troškova gradnje. U radu je na primjeru jednostavnog tlocrta obiteljske kuće prikazana izvedba elektrotehničkih instalacija zajedno sa tlocrtom temeljnog uzemljivača, sustavom zaštite od udara munje, jednopolnom shemom KPM-ova, blok shemom glavnog razvoda, shema-ma GRO, blok shema-ma strukturnog kabliranja te antenskog sustava.

### **ABSTRACT**

The aim of the final work is to explain the design process, explain what a project is, what it must consist of and what it must contain. The textual part of the project consists of a general part, technical description, mathematical calculation, quality control and assurance program, presentation of applied fire protection and occupational safety measures and an estimate of construction costs. On the example of a simple floor plan of a family house, the paper presents the execution of electrical installations together with the grounding plan, lightning protection system, single-pole KPM scheme, main distribution block diagram and antenna system.

## 7. LITRATURA

- [1] Zakon o gradnji NN 125/19- <https://www.zakon.hr/z/690/Zakon-o-gradnji>
- [2] Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina NN 39/19– [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_12\\_118\\_2354.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_12_118_2354.html)
- [3] Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu - [https://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/Pristup\\_mrezi/pravila\\_o\\_prikljucenju\\_na\\_distribu\\_cijsku\\_mrezu.pdf](https://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/Pristup_mrezi/pravila_o_prikljucenju_na_distribu_cijsku_mrezu.pdf) , pristup stranici 27.6.2021.
- [4] Gianclaudio Pellizzer “Priručnik za projektiranje elektroničke komunikacijske mrežne infrastrukture zgrada” , HAKOM; Zagreb; listopad 2016.
- [5] Damir Miljački i Jelena Jelečanin “Upute za projektiranje niskonaponskih električnih instalacija”, HKIE; Osijek; veljača 2016.
- [6] Schrack technik - <https://www.schrack.hr/> , pristup stranici 23.5.2021.
- [7] Tim kabel - <http://www.tim-kabel.hr/content/view/459/449/lang,hrvatski/> , pristup stranici 6.6.2021.
- [8] Hermi - <https://hermi.hr/neprijetni-gromobrani/elementi-gromobrana/son-sljemenski-nosa> , pristup stranici 27.6.2021.
- [9] Slika 4.1. – uzidni razdjelnik, <https://www.schrack.hr/trgovina/ormari-kucista/modul-160/uzidni-razdjelnik-s-metalnim-vratima/p-z-razdjelnik-modul-160-sa-metalnim-vratima-2x24-modula-ilc2u224.html> , pristup stranici 27.06.2021
- [10] Slika 4.2. – Napojni kabel FG160R16 3x16 mm<sup>2</sup> ,<https://www.pecso.it/product/807fg16or16/?lang=en> , pristup stranici 27.06.2021.
- [11] Slika 4.3. – PEHD zaštitna rebrasta cijev  $\phi$ 75 mm, <https://cheap.cheaps2021.ru/category?name=rebrasta%20cijev%20za%20struju%20cijena> , pristup stranici 27.06.2021.
- [12] Slika 4.4. – Svjetlosna analogna sklopka, <https://www.schrack.hr/trgovina/svjetlosna-sklopka-analogna-2-2-000lx-1-kanal-16a-250v-bzt17a011.html> , pristup stranici 27.06.2021.

[13] Slika 4.5. – LAN kabel, Cat 6 U/UTP,

<http://www.tim-kabel.hr/content/view/326/429/lang,english/> , pristup stranici 27.06.2021.

[14] Slika 4.6. – Traka uzemljivača FeZn 25x4 mm ,

<https://www.aleta.hr/hr/proizvodi/traka-fe-zn-30x4/1659397> , pristup stranici 27.06.2021.

[15] Slika 4.7. – Krovni nosač za sljeme sa žicom AC  $\phi 8$  mm,

<https://www.obo.hr/proizvodi/zastitne-elektroinstalacije/vanjska-zastita-od-udara-munje/sustav-hvataljki/krovni-nosaci-za-sljeme/krovni-nosac-za-sljemenjak-185-260-mm-rd-8-a2-obo.html> , pristup stranici 27.06.2021.

[16] Slika 4.8. – Sabirnica za izjednačavanje potencijala,

[https://www.obo.hr/proizvodi/zastitne-elektroinstalacije/izjednacenje-potencijala/sabirnice-za-izjednacenje-potencijala-za-unutarnja-podrucja/sabirnica-za-izjednacenje-potencijala-1804-za-podzbuknu-montazu.html](https://www.obo.hr/proizvodi/zastitne-elektroinstalacije/izjednacenje-potencijala/sabirnice-za-izjednacenje-potencijala/sabirnice-za-izjednacenje-potencijala-za-unutarnja-podrucja/sabirnica-za-izjednacenje-potencijala-1804-za-podzbuknu-montazu.html) , pristup stranici 27.06.2021.

[17] Slika 4.9. – Proračun rizika od udara munje – Software IEC Risk Assessment calculator ; verzija 1.0.3

[18] Slika 4.10. – Karakteristike rastalnih osigurača

## **8. ŽIVOTOPIS**

Filip Škarica rođen je 07.10.1999g. u Slavonskom Brodu. Stanuje u Gradištu na adresi K.Zvonimira 135. Osnovnu školu pohađao je u Gradištu od 2007. do 2015.g. Po završetku osnovne škole upisao je Tehničku školu u Županji, smjer elektrotehničar koju je pohađao od 2015. do 2019.g. Nakon završene Tehničke škole upisao je FERIT u Osijeku – smjer Elektroenergetika.

## **9. PRILOZI**

Nacrt 1 – Legenda simbola

Nacrt 2 – Situacija

Nacrt 3 – Tlocrt temeljnog uzemljivača

Nacrt 4 – Tlocrt elektrotehničke instalacije

Nacrt 5 – Sustav zaštite od udara munje

Nacrt 6 – Jednopolna shema KPMO

Nacrt 7 – Blok shema glavnog razvoda

Nacrt 8 – Shema GRO

Nacrt 9 – Shema GRO

Nacrt 10 – Shema GRO

Nacrt 11 – Shema GRO

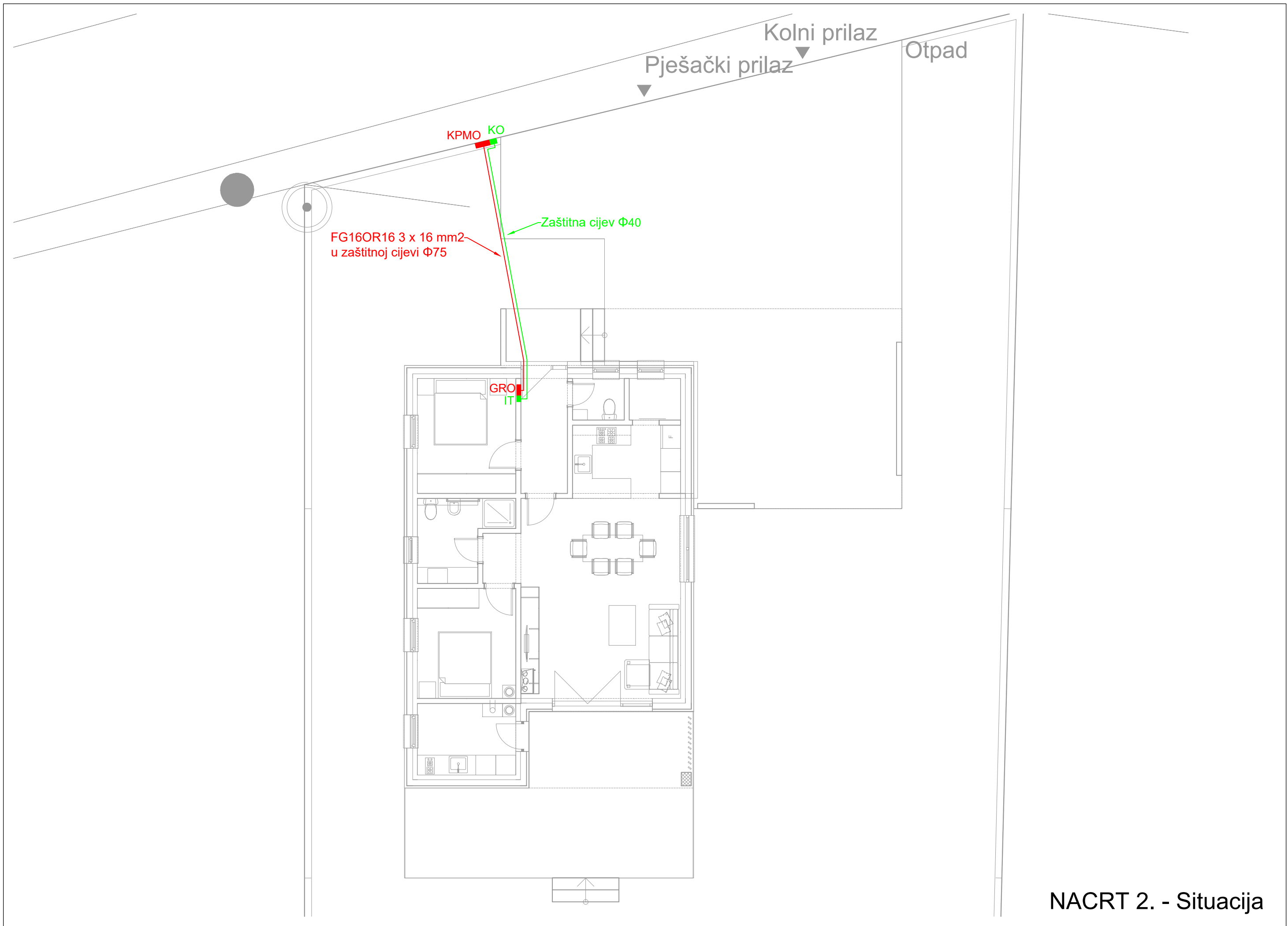
Nacrt 12 – Blok shema strukturnog kabliranja

Nacrt 13 – Blok shema antenskog sustava

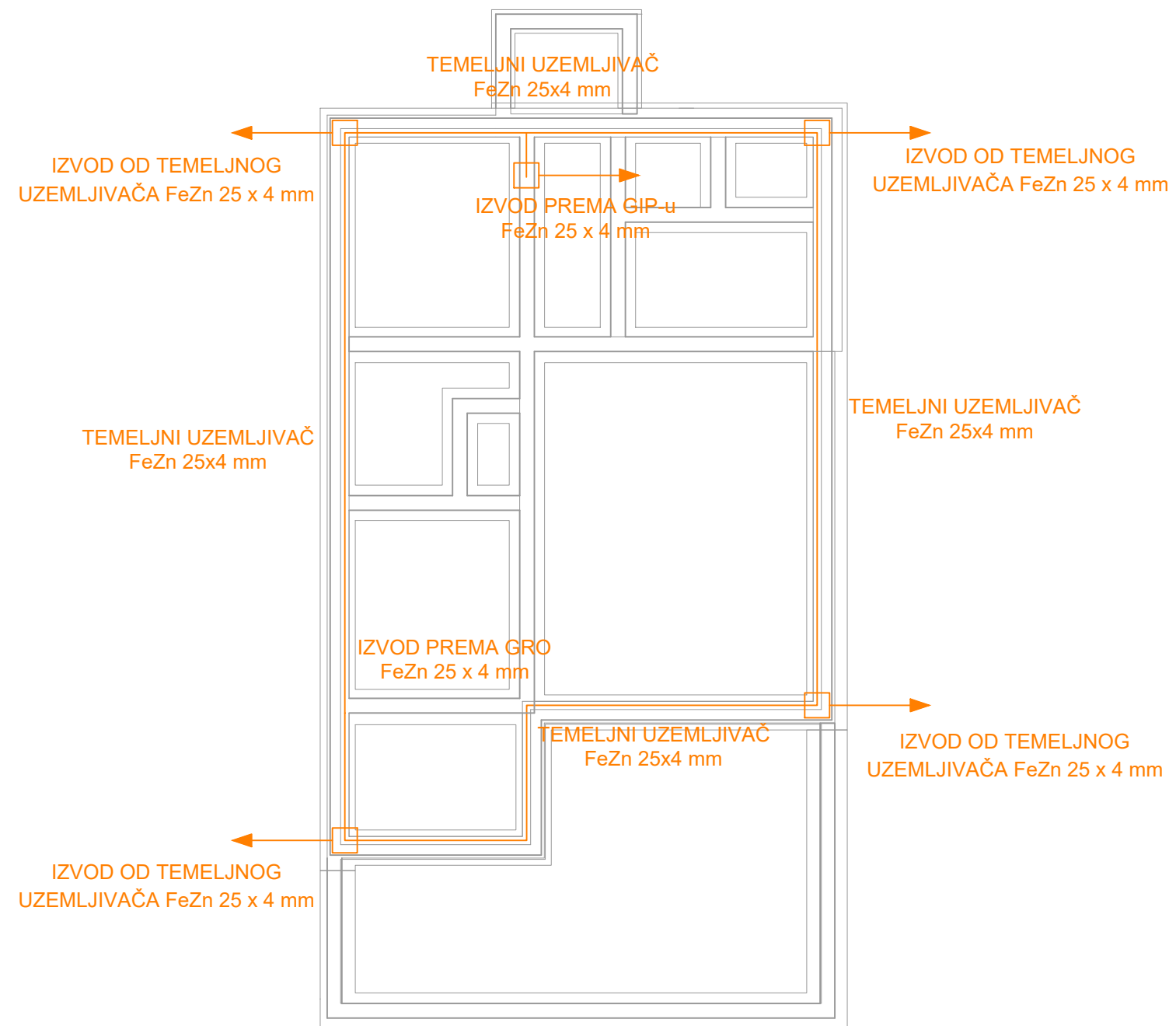


# LEGENDA SIMBOLA

	Ugradna kutija - broj modula		RJ45 - Komunikacijska priključnica
	Obični prekidač		TV priključnica
	Izmjenični prekidač		Izjednačenje potencijala
	Križni prekidač		Elektro ormar
	Stropna rasvjeta		Komunikacijski ormar
	Zidna rasvjeta		Ormarić glavnog izjednačenja potencijala
	Senzor pokreta		Izvod od temeljnog uzemljivača
	Priključnica P+N+PE		Gromobranska hvataljka
	Priključnica P+N+PE sa zaštitnim poklopcem		



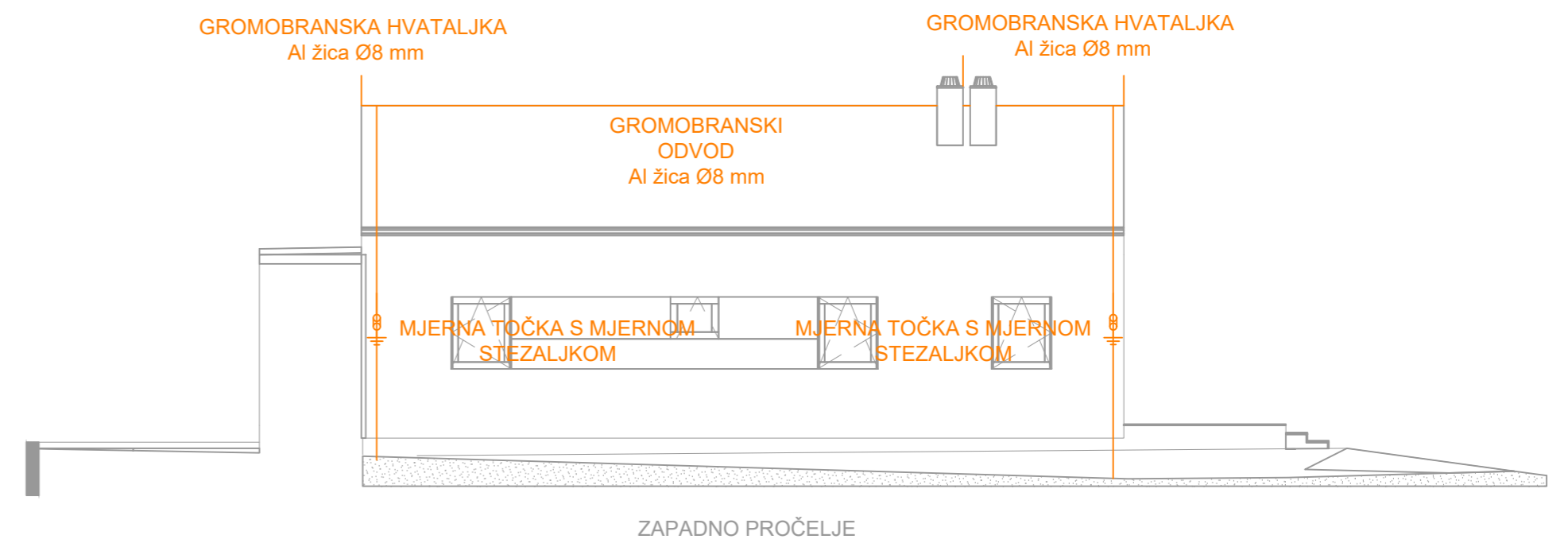
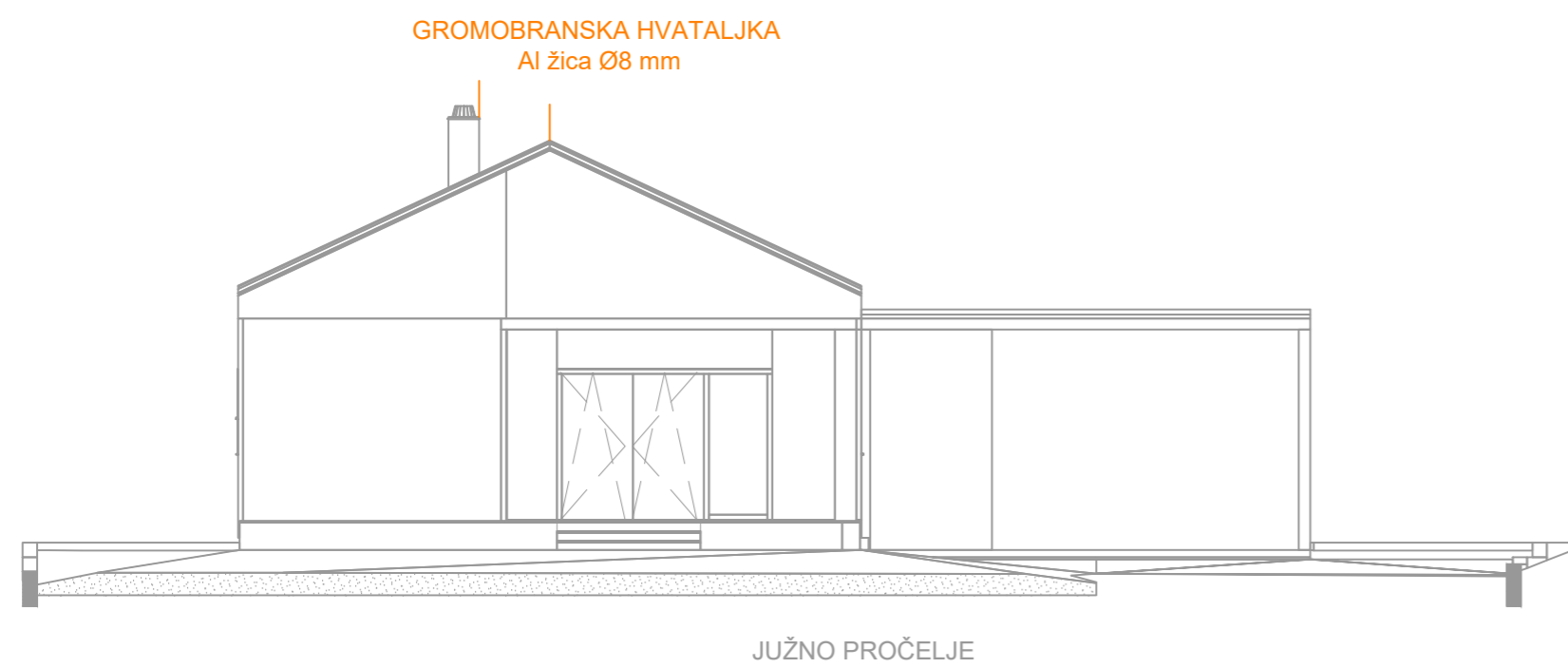
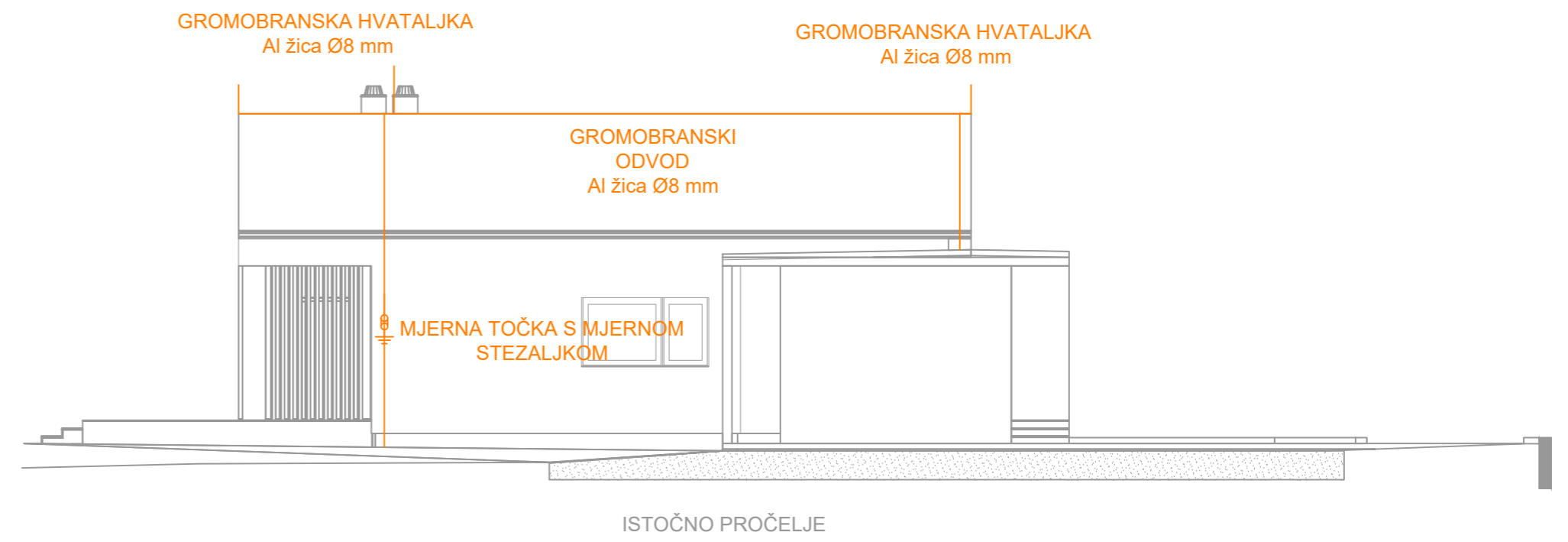
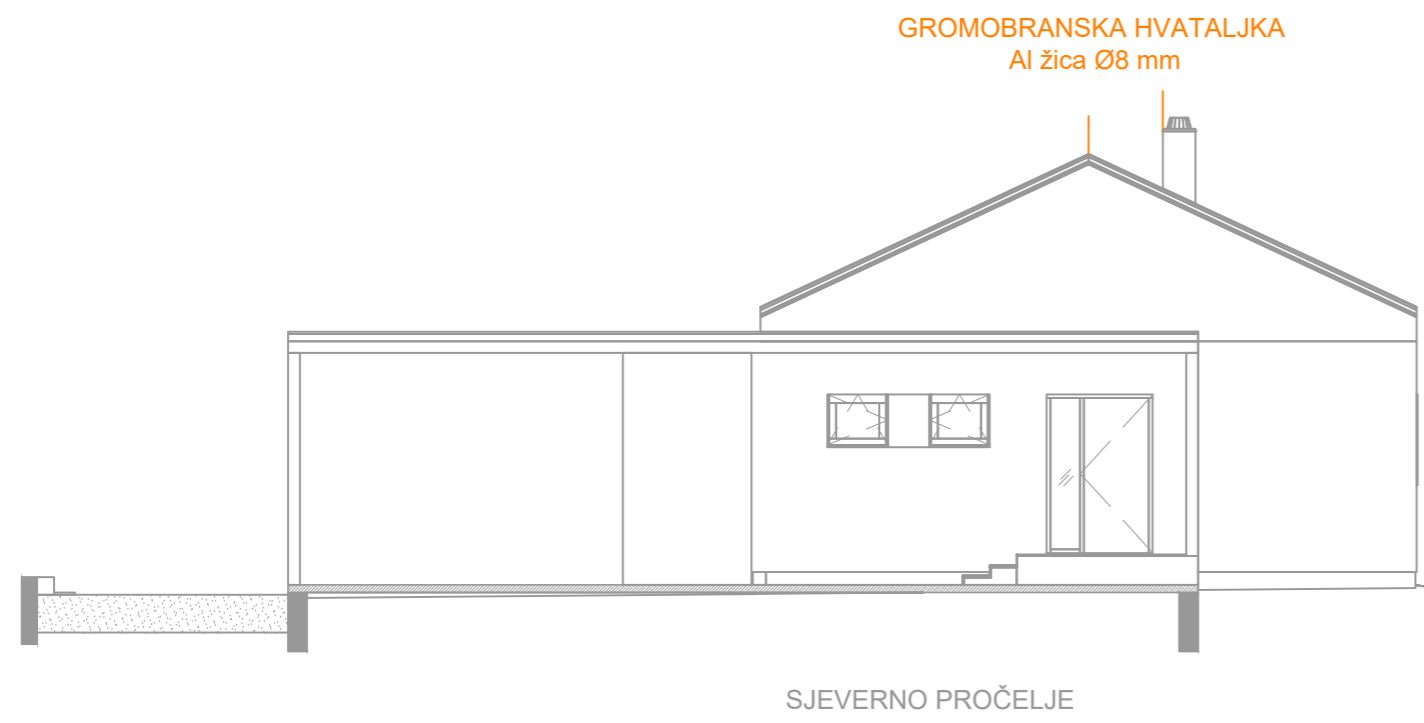
NACRT 2. - Situacija

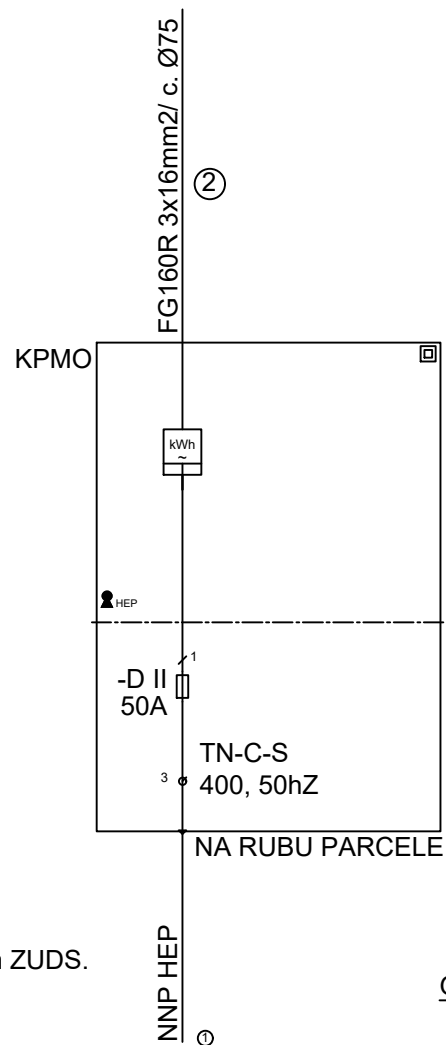


NACRT 3. - Tlocrt temeljnog uzemljivača



NACRT 4. - Tlocrt elektrotehničke instalacije



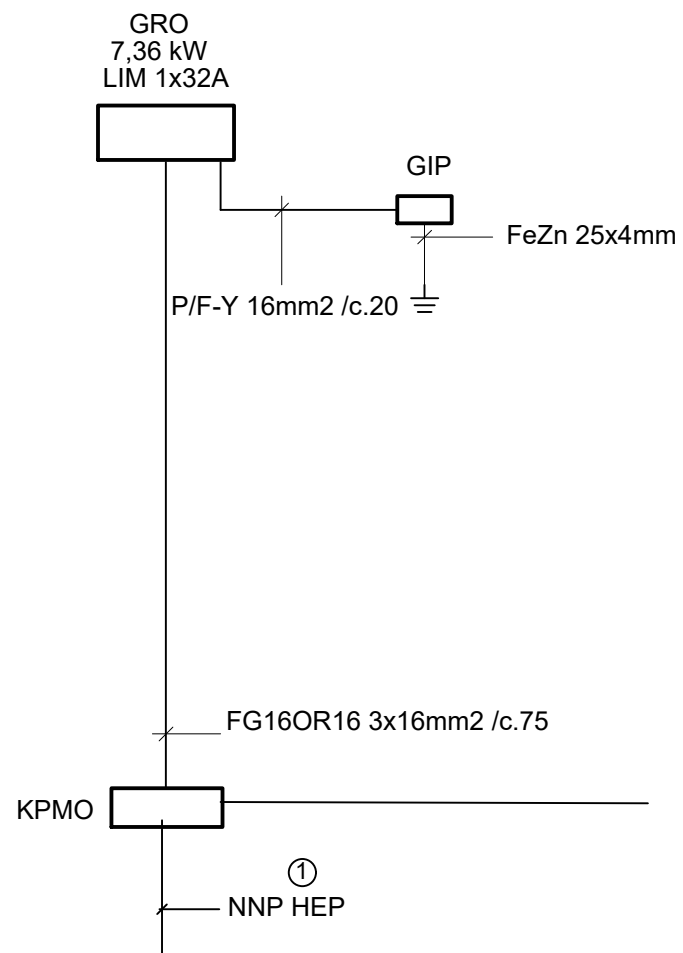


GRO = 7,36 kW - 1f

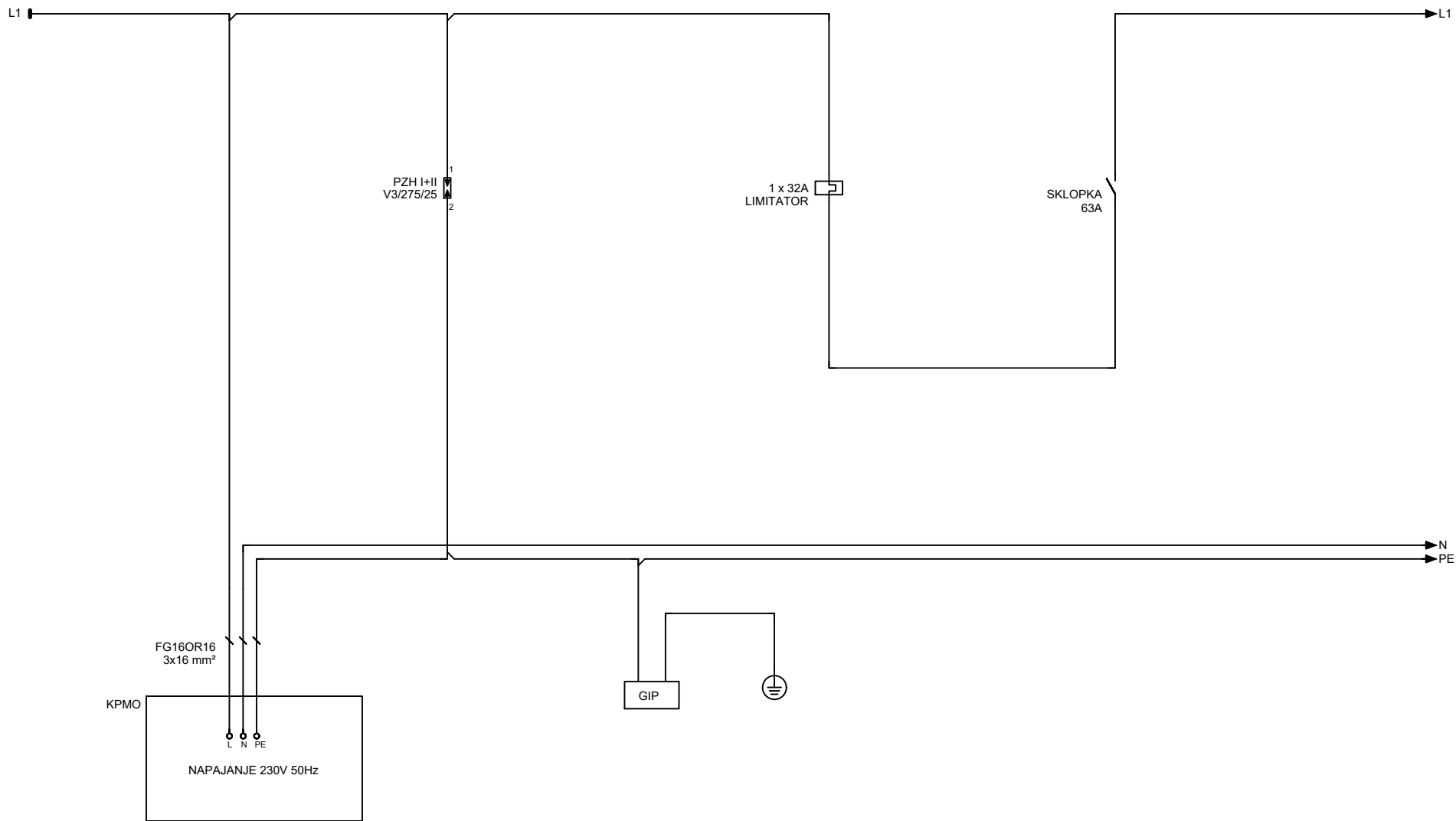
ZAŠTITA: -Automatsko isklapanje u TN-C-S sustavu, primjenom ZUDS.  
 -Glavno i dodatno izjednačenje potencijala

- ① Vanjski NNP po projektu HEP.
- ② Unutarnji NNP - Glavni vod

NACRT 6. - Jednopolna shema KPMO

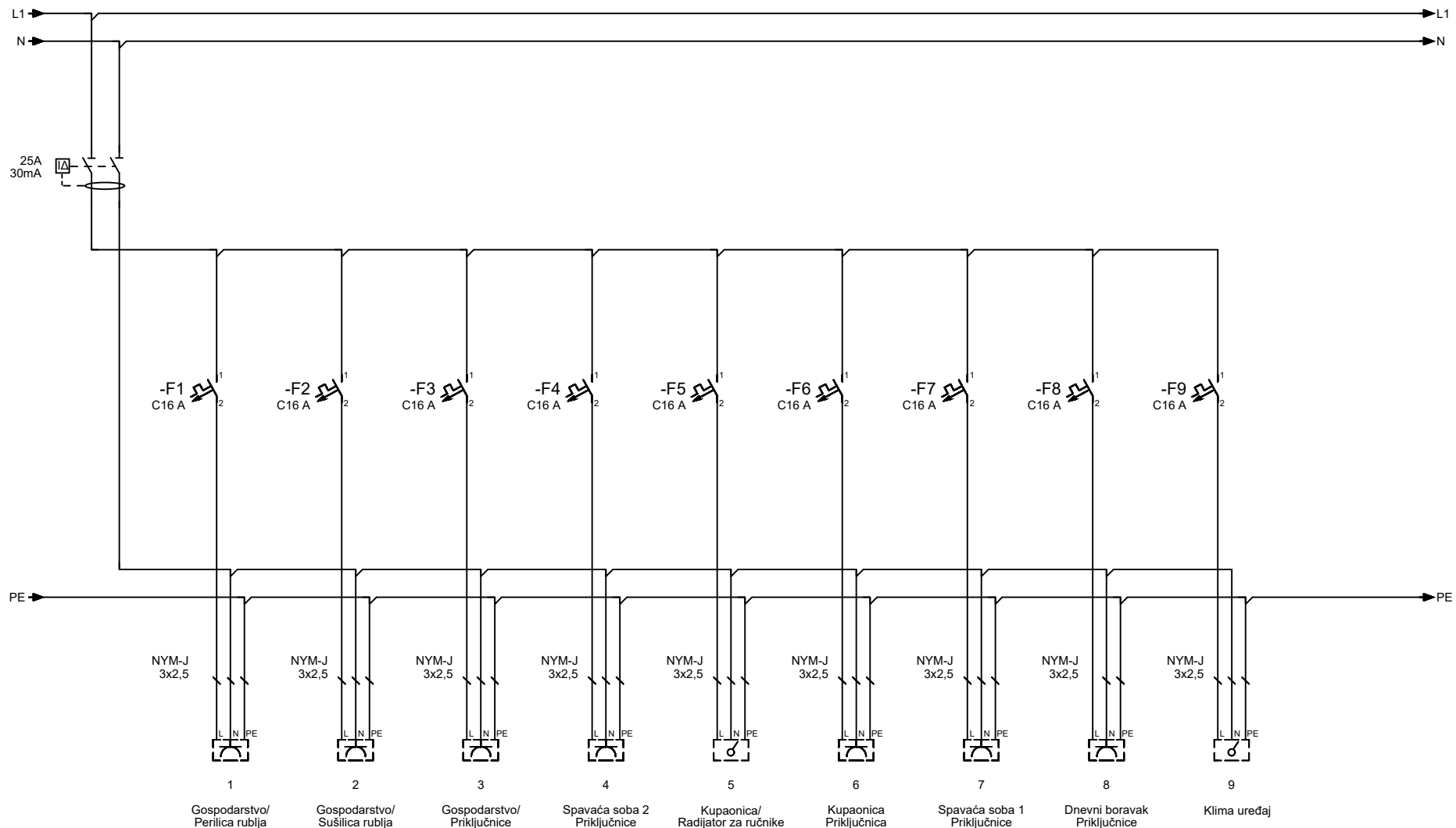


NACRT 7. - Blok shema glavnog razvoda

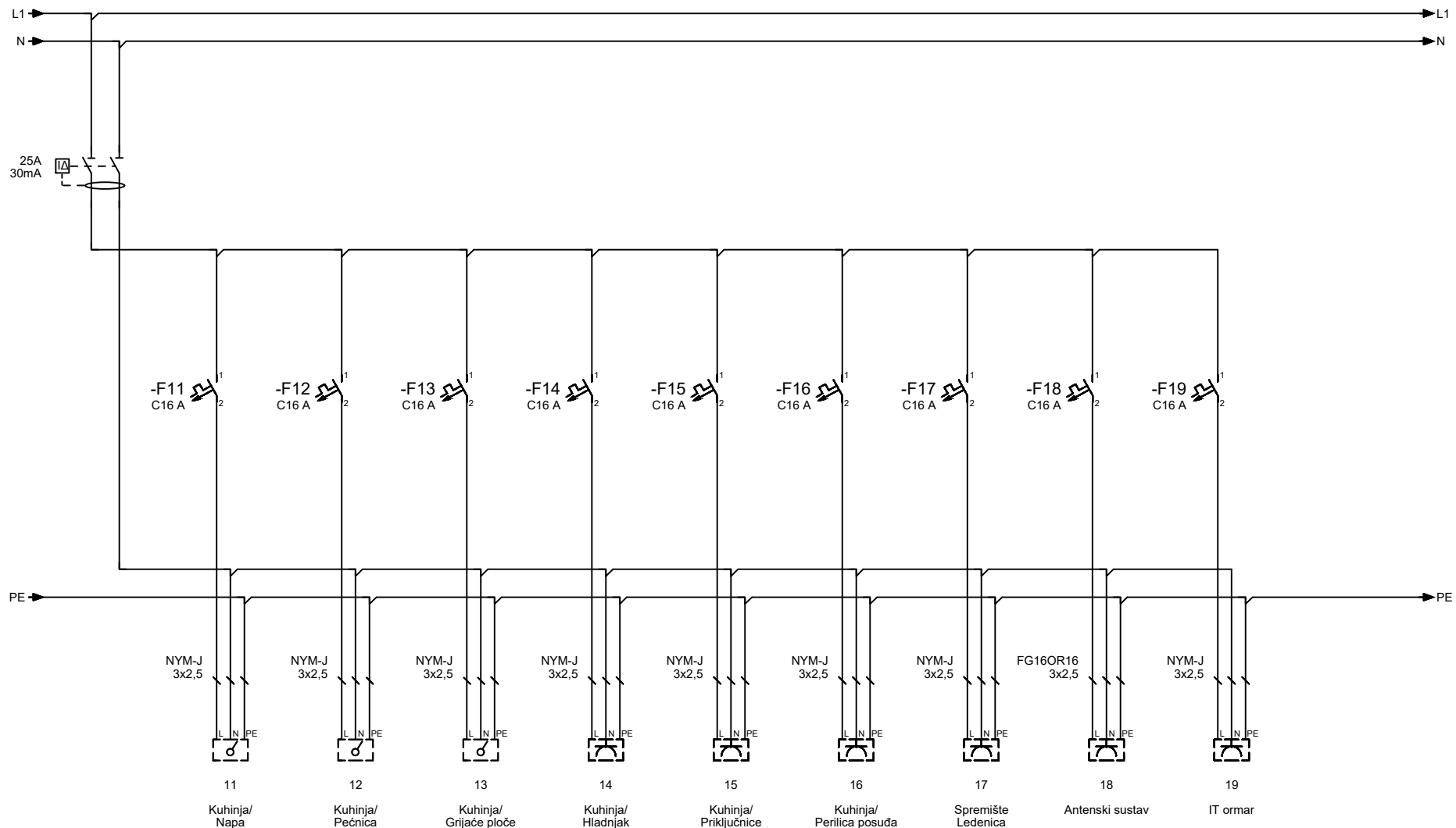


NACRT 8. - Shema GRO

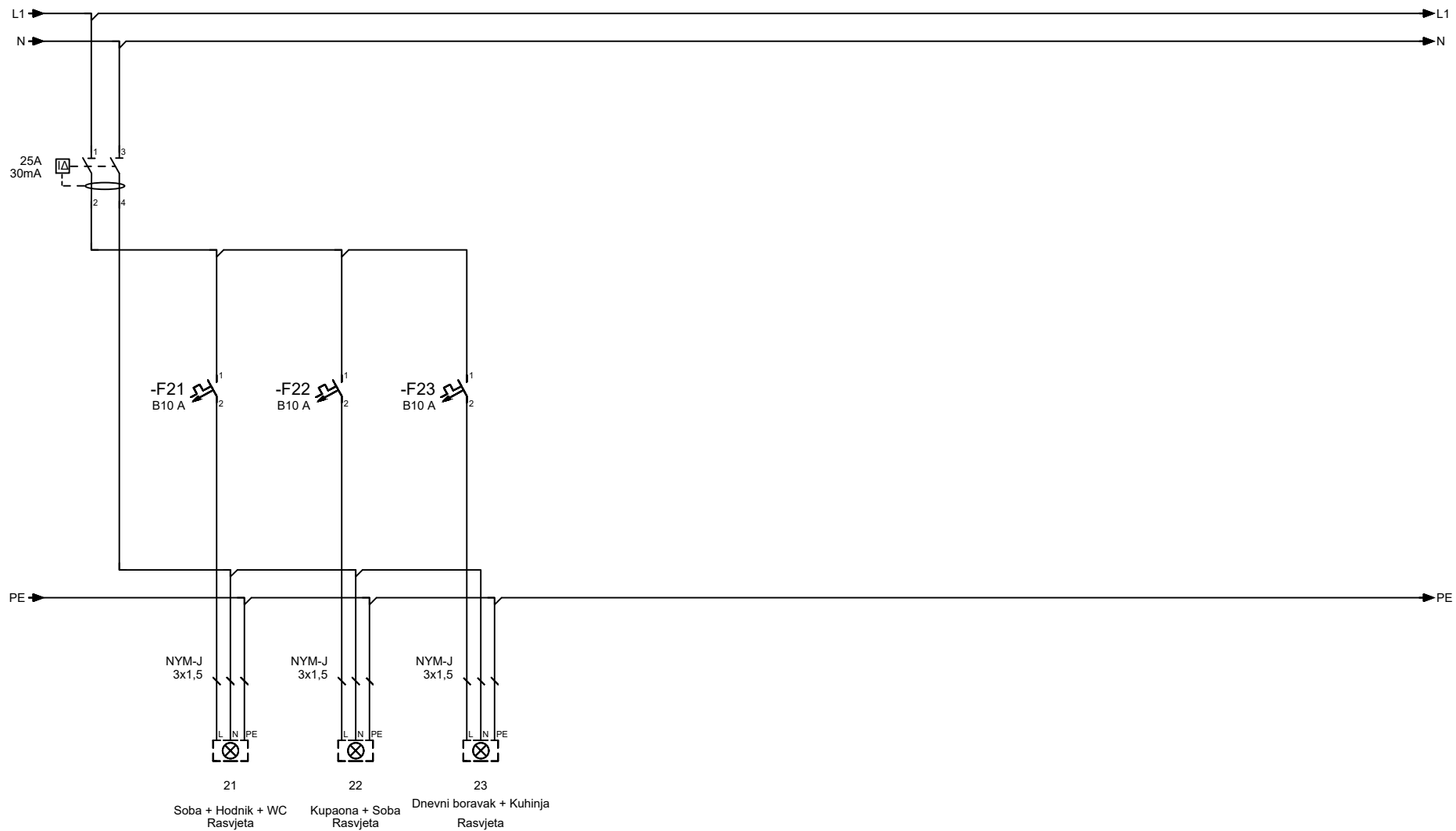




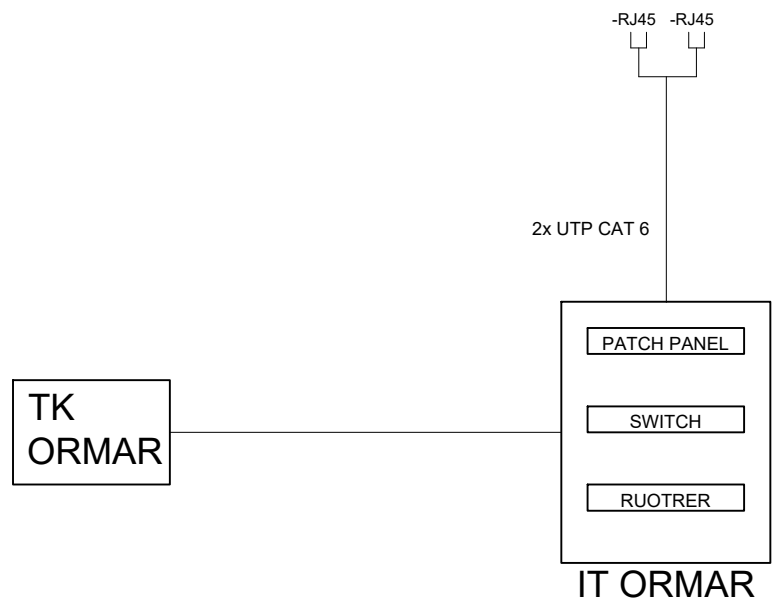
NACRT 9. - Shema GRO



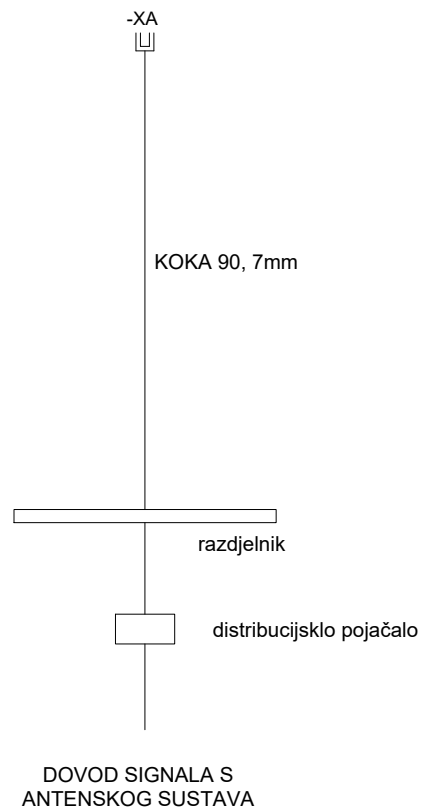
NACRT 10. - Shema GRO



NACRT 11. - Shema GRO



NACRT 12. - Blok shema strukturnog kabliranja



NACRT 13. - Blok shema antenskog sustava