

Projektiranje električnih instalacija i rasvjete u kućanstvu

Krešić, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:190:659186>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad

**PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA I
RASVJETE U KUĆANSTVU**

Rijeka, kolovoz 2023.

Iva Krešić

0069077555

SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Završni rad

PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA I
RASVJETE U KUĆANSTVU

Mentor: izv. prof. dr. sc. Rene Prenc

Rijeka, kolovoz 2023.

Iva Krešić
0069077555

Rijeka, 10. ožujka 2023.

Zavod: Zavod za elektroenergetiku
Predmet: Osnove projektiranja elektroenergetskih postrojenja
Grana: 2.03.01 elektroenergetika

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: Iva Krešić (0069077555)
Studij: Stručni prijediplomski studij elektrotehnike

Zadatak: Projektiranje električnih instalacija i rasvjete u kućanstvu / Design of electrical installations and lightning in the household

Opis zadatka:

Na početku rada će se precizirati osnovni dijelovi elektrotehničkih projekata. Objasniti će se izrada projektne dokumentacije kao i zakoni i propisi koje je potrebno slijediti pri projektiranju. Nadalje, obrazložiti će se projektiranje električnih instalacija unutar jednog stambenog objekta. Opisati će se postavljanje razvodnih ormara, ugradnja temeljnog uzemljivača i gromobrana. Naglasak će biti na postavljanju utičnica, ugradbenih priključaka te rasvjete. Rad će se zaključiti sa primjerom projekta instalacija i rasvjete stambenog objekta.

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

Iva Krešić

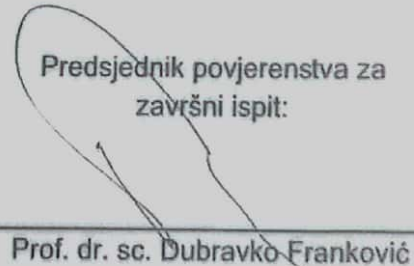
Zadatak uručen pristupniku: 20. ožujka 2023.

Mentor:



Doc. dr. sc. Rene Prenc

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:



Prof. dr. sc. Dubravko Franković

IZJAVA

Izjavljujem da sam samostalno izradila završni rad s naslovom „Projektiranje električnih instalacija i rasvjete u kućanstvu“ sukladno s člankom 9. Pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku prijediplomskog stručnog studija tehničkog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, uz nadzor mentora izv. prof. dr. sc. Rene Prenc.



Iva Krešić

0069077555

Rijeka, kolovoz 2023.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojim roditeljima, sestri i dečku na podršci prilikom ovog školovanja. Zahvaljujem se svom mentoru izv. prof. dr. sc. Reneu Prenc na strpljenju i mentorstvu u ovom radu.

Na posljetku se zahvaljujem sama sebi što sam bila uporna i što nisam odustala.

1. SADRŽAJ

1. SADRŽAJ	1
2. UVOD	2
3. ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT	3
3.1. Opći dio (projekta)	3
3.2. Tehnički dio	4
3.2.1. Opis građevine.....	4
3.2.2. Priključak građevine na mrežu	4
3.2.3. Opis elektroenergetskih instalacija.....	7
3.2.4. Instalacije utičnica, rasvjete i priključaka / Instalacije jake struje.....	12
3.2.5. Komunikacijska mrežna instalacija / Instalacije slabe struje	15
3.2.6. Instalacija sustava zaštite od djelovanja munje i izjednačenje potencijala.....	17
3.3. Tehnički proračuni	20
3.3.1. Provjera napojnog kabela na strujno opterećenje	21
3.3.2. Proračun vršne snage.....	22
3.3.3. Provjera mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom	22
3.3.4. Provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenje.....	22
3.3.5. Provjera zaštite od kratkog spoja.....	23
3.3.6. Provjera padova napona na napojnim vodovima trošila.....	24
3.3.7. Provjera otpora uzemljenja.....	24
3.4. Procjena troškova	25
3.5. Ispitivanje elektroinstalacija	25
3.6. Mjere zaštite na radu	27
3.7. Grafički dio	29
4. ZAKLJUČAK	35
5. LITERATURA	36
6. SAŽETAK	37

2. UVOD

Tema ovog rada je projektiranje električnih instalacija u kućanstvu te ću detaljno opisati kako nastaje elektrotehnički projekt.

Projektiranje je prije svega skup svih znanja, normi i zakona uz pomoć kojih se smisleno postavljaju elementi električnih instalacija u vidu tehničkog rješenja.

U današnje vrijeme, kada tehnologije sve više napreduju te se potreba za gradnjom objekata i kućanstava sve više povećava, elektrotehnika igra veliku ulogu u procesu izgradnje.

Da bi se izrealizirao jedan elektrotehnički projekt, prije svega je potreban investitor. Investitor ishoduje lokacijsku dozvolu, građevinsku dozvolu, priključenje na vodu, struju te ostale dozvole ovisno o daljnjim planovima. Zatim investitor kontaktira arhitekta koji njegove potrebe i želje prenosi na tlocrte objekta koji će se izgraditi ili renovirati.

Arhitekt potom kontaktira inženjera strojarstva i inženjera elektrotehnike, koji je dobio ovlaštenja projektanta. Predaje im svoje nacрте i sve investitorove ideje. Projektant elektrotehničke struke je ključan zbog napajanja objekta električnom energijom te se prilikom izrade svog projekta mora držati prostornih planova, zakona propisanih od strane Ustava Republike Hrvatske i aktualnih normi i uvjeta od HEP-a ili Hakoma.

Sadržaj glavnog projekta ovisi o vrsti građevine i on sadrži: arhitektonski projekt, građevinski projekt, elektrotehnički projekt, strojarski projekt te troškovnik projektiranih radova.

Projektna ili tehnička dokumentacija se može podijeliti na:

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

U idućim poglavljima ću opisati što sve sadrži jedan glavni elektrotehnički projekt.

3. ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

Elektrotehnički projekt možemo podijeliti u par poglavlja: opći dio, tehnički dio, tehničke proračune i grafičke prikaze. Da bi se izradio projekt potrebna je informatička oprema: računala, pisači i skeneri; opća programska podrška: Word, Excel, AutoCad; alati za projektiranje: Neplan, Power factory, Eplan te oprema za uvezivanje projekata.

3.1. Opći dio (projekta)

Opći dio projektne dokumentacije čine:

- naslovnica s potpisima i pečatima (digitalni potpis je obavezan te bez njega dokument nije valjan)
- sadržaj
- popis mapa projekatana i suradnika
- izjava glavnog projektanta o usklađenosti projekta
- prikaz katastarske čestice
- projektni zadatak.

Uz izjavu projektanta o usklađenosti projekta potrebno je istaknuti Zakon o prostornom uređenju [1] i Zakon o gradnji [2] te ostale zakone, tehničke propise i pravilnike koje je potrebno svakih par mjeseci dopunjavati. Projektni zadatak precizno opisuje što je potrebno napraviti u projektu.

Registraciju tvrtke i rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera elektrotehnike Hrvatske komore inženjera elektrotehnike projektant uvrštava proizvoljno u projekt.

Zakon o prostornom uređenju prati nekoliko ciljeva:

- praćenje ravnomjernog prostornog razvoja prostornim planom nekog grada, općine, županije
- razvijanje regija
- usklađenost različitih djelatnosti radi skladnosti zajednica
- zaštita kulturnih dobara
- uređenje javnog prijevoza i prometnica
- razvoj gospodarstva
- zaštita od prirodnih nepogoda.

Ovaj zakon je među prvima koji su od važnosti jer pri odabiru lokacije na kojoj želimo izgraditi neki objekt moramo prvo istražiti je li to mjesto pogodno i dostupno za izgradnju. [1]

Zakonom o gradnji je propisana izgradnja na području Republike Hrvatske. Ovim zakonom se građevine i radovi dijele u pet skupina:

1. građevine planirane Državnim prostornim planom
- 2.a građevine s posebnim uvjetima te za koje je potrebno napraviti procjenu utjecaja na okoliš
- 2.b građevine s posebnim uvjetima, ali nije potrebna procjena utjecaja na okoliš
- 3.a građevina za koju nisu potrebni posebni uvjeti
- 3.b stambene zgrade bruto površina manjih od 400 m², poljoprivredne zgrade čija je površina do 600 m² i za koju nisu određeni posebni uvjeti. [2]

3.2. Tehnički dio

U tehničkom dijelu je osvrst na:

- opis građevine
- priključak građevine na mrežu
- opis elektroenergetskih instalacija
- instalacije utičnica, rasvjete i priključaka
- komunikacijsku mrežnu instalaciju
- instalaciju sustava zaštite od djelovanja munje i izjednačenje potencijala.

3.2.1. Opis građevine

U par rečenica se sumira što se gradi/rekonstruira/dograđuje, gdje = katastarska čestica i katastarska općina te tko je točno Investitor (ime, prezime, OIB, adresa). Opiše se vrsta objekta, što sve sadrži (suteran, prizemlje, kat, bazen...) te na koje će sve mrežne instalacije biti priključen.

3.2.2. Priključak građevine na mrežu

U ovom poglavlju je potrebno opisati gdje će se postaviti kućni priključno-mjerni ormar (KPMO) koji je prikazan na slici 3.1. Ako se radi o rekonstrukciji objekta, mjesto mjernog ormara određuje HEP ODS (HEP operator distribucijskog sustava) koji izda posebne uvjete koji se odnose na prijašnju gradnju. Najčešće je to prema vanjskom rubu parcele kako bi se brojilo kasnije moglo

lakše očitati pri naplati potrošene energije, kako bi se mogla jednostavnije obaviti ispitivanja ili sanirati kvar. Potom se određuje dimenzioniranje opreme mjernog ormara te kabel/kablovi koji će se upotrijebiti za provođenje do objekta. Povezivanje objekta na elektroenergetsku mrežu se odvija nadzemno-podzemnom kombinacijom. [3] Dimenzioniranje opreme (kućišta ormara, osigurača, kabela..) se izvodi na dva načina. U teoriji bi se trebala točno izračunati snaga potrebna za zakup objekta te bi se određene dimenzije kablova trebale postaviti na odgovarajuća mjesta za odgovarajuće uređaje temeljene na njihovom dopuštenom strujnom opterećenju, međutim u praksi je to nešto drugačije. U praksi se najčešće događa da Investitor ili izvođač želi uštedjeti te se onda događa predviđanje snage koju je potrebno zakupiti. Na svakoj etaži objekta je potreban razdjelnik. Za spajanje glavnog razdjelnika objekta predviđa se kabel ovisno o faznosti, za monofazni sustav se predviđa FG16OR16 3x10 mm² dok se za trofazni sustav predviđa kabel FG16OR16 5x10 mm².



Slika 3.1. Kućni priključno-mjerni ormar [4]

U idućim tablicama 3.1., 3.2. i 3.3. su prikazi ograničavala strujnih opterećenja (OSO) odnosno limitatora, a oni se koriste za ograničavanje snage koja će se koristiti. Odabiru se ovisno o snazi koja je zakupljena za objekt. U tablici 3.1. vidimo da priključna snaga za jednofazni/monofazni priključak iznosi od 4,60 kW do 11,50 kW, a za trofazni simetrični priključak iznosi do 22 kW. Limitatori za trofazni nesimetrični priključak idu od 11,96 kW priključne snage do 20,47 kW.

Tablica 3.1. Limitatori za jednofazni priključak [5]

Nazivna struja OSO (A)	Priključna snaga (kW)
20	4,60
25	5,75
32	7,36
40	9,20
50	11,50

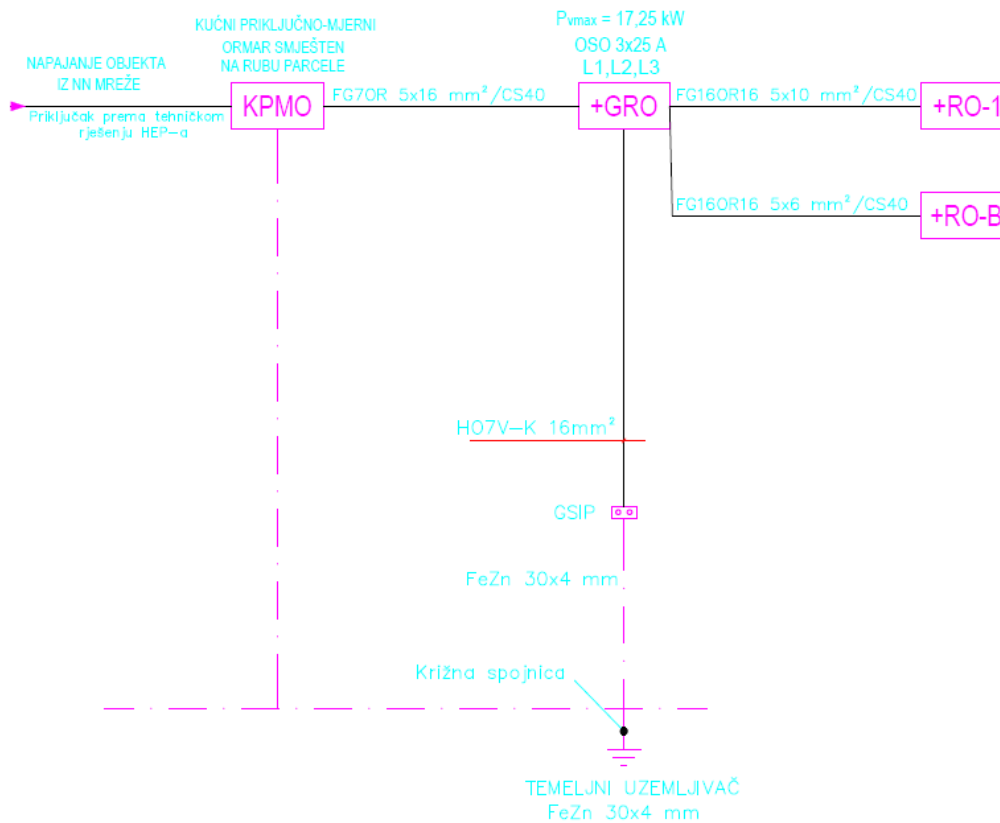
Tablica 3.2. Limitatori za trofazni simetrični priključak [5]

Nazivna struja OSO (A)	Priključna snaga (kW)
16	11,04
20	13,80
25	17,25
32	22

Tablica 3.3. Limitatori za trofazni nesimetrični priključak [5]

Nazivna struja OSO – L1 (A)	Nazivna struja OSO – L2 (A)	Nazivna struja OSO – L3 (A)	Suma struja (A)	Priključna snaga (kW)
16	16	20	52	11,96
16	20	20	56	12,88
16	16	25	57	13,11
16	20	25	61	14,03
20	20	25	65	14,95
25	16	25	66	15,18
20	25	25	70	16,10
20	20	32	72	16,56
20	25	32	77	17,71
25	25	32	82	18,86
20	32	32	84	19,32
25	32	32	89	20,47

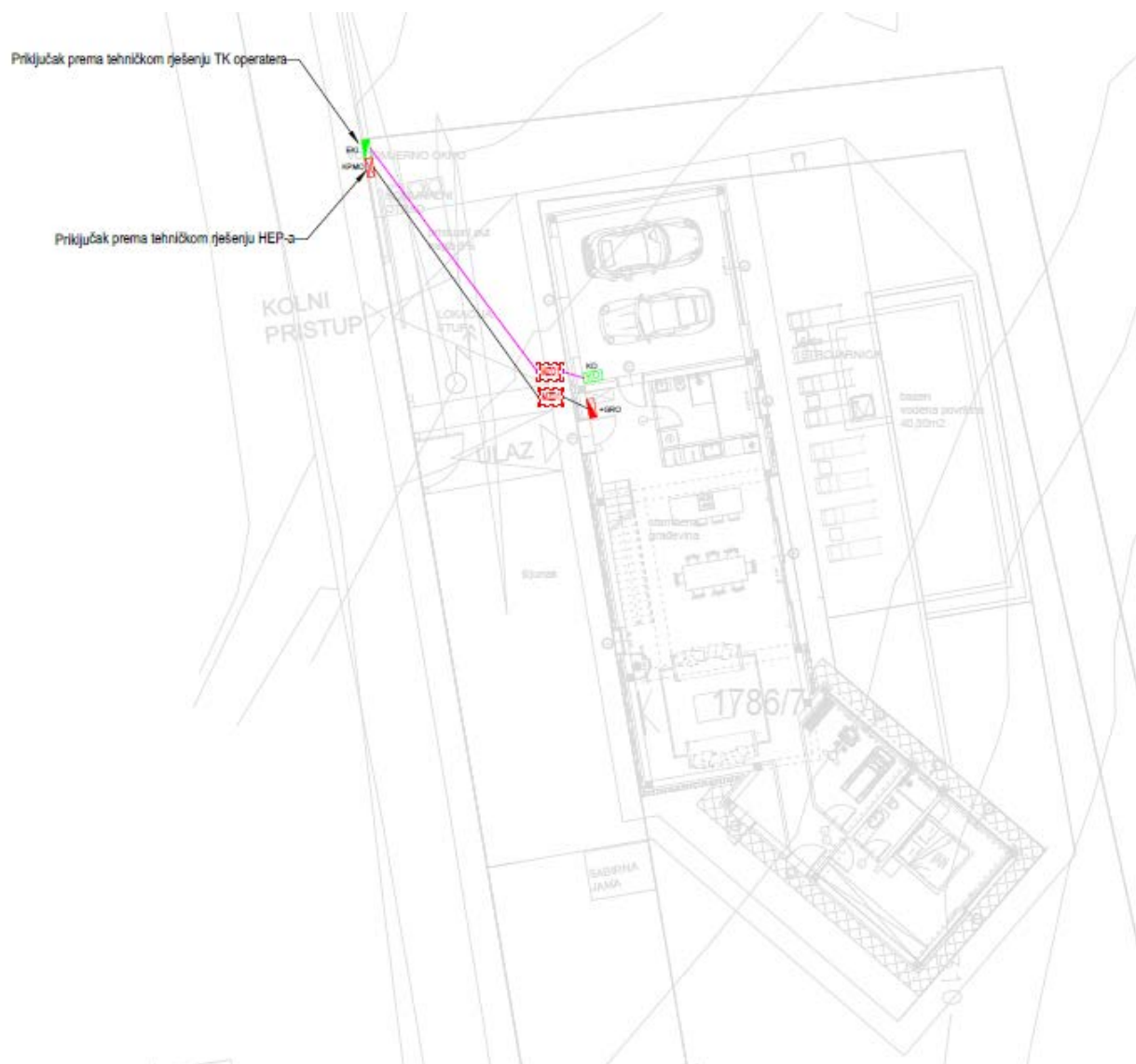
Na slici 3.2. vidimo detaljan prikaz glavnog razvoda iz kojeg možemo iščitati koji se razdjelnik na svakoj etaži iz čega napaja i kojim kablom.



Slika 3.2. Blok shema glavnog razvoda

3.2.3. Opis elektroenergetskih instalacija

U projektu se predviđa izrada dva sustava podzemne kableske kanalizijske mreže za priključak objekta na elektroenergetsku mrežu i telekomunikacijsku mrežu. Kableske mreže su prikazane na nacrtu situacije – slika 3.3. Razvodni vodovi su tipa FG16OR16, H07V-K, NYY-J i NYM-J i polažu se podžbukno u instalacijskim cijevima i u kableskim stazama po stropnoj konstrukciji, štice su odgovarajućim zaštitnim uređajima od nadstruje u razvodnim ormarima. Za manje objekte se najčešće koristi kabel FG16OR16 dimenzija ovisnih o faznosti i te podatke nalazimo u tablici 3.4.



Slika 3.3. Prikaz kableske mreže – situacija

Tablica 3.4. Dimenzije kabla FG16OR16 [6]

Dimenzije - broj žila x presjek vodiča	Vanjski promjer	Promjer vodiča	Debljina izolacije	Otpor vodiča pri 20 °C	Strujno opterećenje (30 °C u zraku u cijevl)	Strujno opterećenje (20 ° u zemlji)**	Težina kabela	Pakovanje*
nazivno N x mm ²	približno mm	nazivno mm	nazivno mm	maks. Ω/km	nazivno A	nazivno A	prib. kg/km	
Energetski FG16OR16								
2 x 1,5	12	1,6	0,7	13,3	22	23	125	REZ
2 x 2,5	13	2	0,7	7,98	30	30	151	REZ
2 x 4	14,2	2,6	0,7	4,95	40	39	207	REZ
2 x 6	15,4	3,4	0,7	3,3	51	49	256	REZ
2 x 10	17,3	4,4	0,7	1,91	66	69	395	REZ
2 x 16	19,4	5,7	0,7	1,21	91	86	576	REZ
2 x 25	23	6,9	0,9	0,78	119	111	806	REZ
2 x 35	25,7	8,1	0,9	0,554	146	136	1052	REZ
2 x 50	29,3	9,8	1	0,386	175	168	1465	REZ
2 x 70	33,1	11,6	1,1	0,272	221	207	2044	REZ
2 x 95	37,4	13,3	1,1	0,206	265	245	2917	REZ
2 x 120	41,5	15,1	1,2	0,161	305	284	3678	REZ
2 x 150	46,1	16,8	1,4	0,129	-	324	4028	REZ
2 x 185***	48,8	18,6	1,6	0,106	-	-	4500	REZ
2 x 240***	57,7	21,4	1,7	0,0801	-	-	5852	REZ
3 x 1,5	12,5	1,6	0,7	13,3	19,5	19	139	REZ
3 x 2,5	13,6	2	0,7	7,98	26	25	185	REZ
3 x 4	14,9	2,6	0,7	4,95	35	32	246	REZ
3 x 6	16,2	3,4	0,7	3,3	44	41	313	REZ
3 x 10	18,2	4,4	0,7	1,91	60	55	503	REZ
3 x 16	20,6	5,7	0,7	1,21	80	72	609	REZ
3 x 25	24,5	6,9	0,9	0,78	105	93	991	REZ
3 x 35	27,3	8,1	0,9	0,554	128	114	1370	REZ
3 x 50	31,2	9,8	1	0,386	154	141	1941	REZ
3 x 70	35,6	11,6	1,1	0,272	194	174	2680	REZ
3 x 95	40,4	13,3	1,1	0,206	233	206	3487	REZ
3 x 120	44,4	15,1	1,2	0,161	268	238	4406	REZ
3 x 150	49,5	16,8	1,4	0,129	300	272	5440	REZ
3 x 185	55,2	18,6	1,6	0,106	340	306	6750	REZ
3 x 240	61,9	21,4	1,7	0,0801	398	360	8778	REZ
3 x 300	68	22,5	1,8	0,0641	-	429	11000	REZ
5 G 1,5	14,4	1,6	0,7	13,3	14	19	204	FEZ
5 G 2,5	15,6	2	0,7	7,98	26	21	266	FEZ
5 G 4	17,3	2,6	0,7	4,95	35	32	361	FEZ
5 G 6	18,9	3,4	0,7	3,3	44	41	471	FEZ
5 G 10	21,5	4,4	0,7	1,91	60	55	756	FEZ
5 G 16	24,4	5,7	0,7	1,21	80	72	1119	FEZ
5 G 25	29,3	6,9	0,9	0,78	105	93	1597	FEZ
5 G 35	32,8	8,1	0,9	0,554	130	114	2140	FEZ
5 G 50	38,2	9,8	1	0,386	155	141	3004	FEZ
5 G 70***	44,6	11,6	1,1	0,272	194	174	4466	FEZ
5 G 95***	49,3	13,3	1,1	0,206	235	206	5811	FEZ
5 G 120***	55	15,5	1,2	0,161	267	238	7343	FEZ

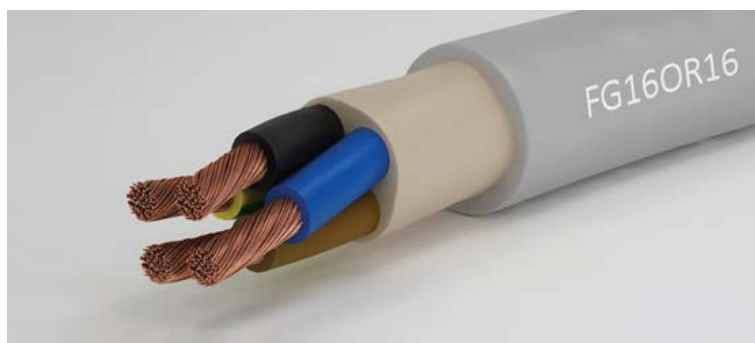
Prilikom izvedbe električne instalacije koristi se materijal, pribor i oprema za koju je potrebno imati određene tipske certifikate. Cjelokupnu elektroinstalaciju potrebno je izvesti u smislu i skladu s uvjetima Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10).

Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije se između ostalog odnosi i na to da električne instalacije trebaju biti projektom određene da zadovoljavaju sve karakteristike kako bi izdržale rad i kako ne bi imale negativan utjecaj na okoliš kao što su to: požar ili eksplozija, električni udari (prolazak struje kroz čovjeka ili životinju), buka veća od dopuštene, potrošnju električne energije u granicama koje su dopuštene. Pri izgradnji električnih instalacija potrebno je voditi građevinski dnevnik te sve na kraju potkrijepiti zapisnikom nakon ispitivanja instalacija.

Osim toga da je propisom propisano da je pri izvođenju radova potrebno detaljno pratiti glavni ili izvedbeni projekt, potrebno je imati sve certifikate i tehničke upute na hrvatskom jeziku svih proizvoda koji će se ugraditi te pri pregledu i održavanju električnih instalacija mora se ugraditi ista oprema ili drugačija, ali istih karakteristika koje su propisane projektom.

Uporabni vijek instalacija iznosi 25 godina osim ako nije drugačije dogovoreno.

Održavanja postojećih objekata bi se trebala vršiti svake četiri godine, dok je za nove građevine dovoljno u roku od osam godina. [3]



Slika 3.4. Prikaz kabla oznake FG16OR16 [6]

FG16OR16 je fleksibilni višezilni kabel izoliran tvrdom EPM- gumom i oplašten PVC-om, sa smanjenom emisijom korozivnih plinova. [6]

H07V-K je fleksibilni finožični, PVC-om izolirani kabel koji se koristi za polaganje u elektroinstalacijske cijevi.



Slika 3.5. Kabel oznake H07V-K

Na sljedećoj slici je prikazan kabel NYY koji može biti i energetska i signalna te je izoliran i omotan PVC-om. Koristi se u svim uvjetima: u vodi, u zemlji, na zraku, unutar objekta, u elektranama, u trafostanicama itd.



Slika 3.6. Kabel oznake NYY





Kabel oznake NYM je PVC-om izoliran i omotan instalacijski kabel. Može se koristiti i u kućanstvu i u industriji, ako se koristi vani treba biti zaštićen od direktnog sunčevog svjetla.












Slika 3.7. Kabel oznake NYM

3.2.4. Instalacije utičnica, rasvjete i priključaka / Instalacije jake struje

Sve instalacije se napajaju iz odgovarajućeg razdjelnika (mjernog ormara) po etažama, dok se svaka etaža napaja iz glavnog razdjelnika. Visinu i raspored postavljanja utičnica i uključanje rasvjete (sklopki) određuje Investitor. U koliko Investitor nema posebnih zahtjeva i odluku prepusti projektantu, najčešća visina utičnica od gotovog poda je 50 cm, dok je visina sklopke 120/125 cm od gotovog poda te se to naznačuje i u grafičkom dijelu projekta. Za uključivanje i isključivanje rasvjete predviđaju se standardne sklopke, dok će sve utičnice imati zaštitni kontakt (šuko utičnice).

- 
 - podžbukna utičnica 16A,230V,2P+PE,obična
- 
 - direktan priključak
- 
 - podžbukna utičnica 16A,230V,2P+PE,obična ugradnja na 1,25 m visine
- 
 - podžbukna utičnica 16A,230V,2P+PE,vodotjesna

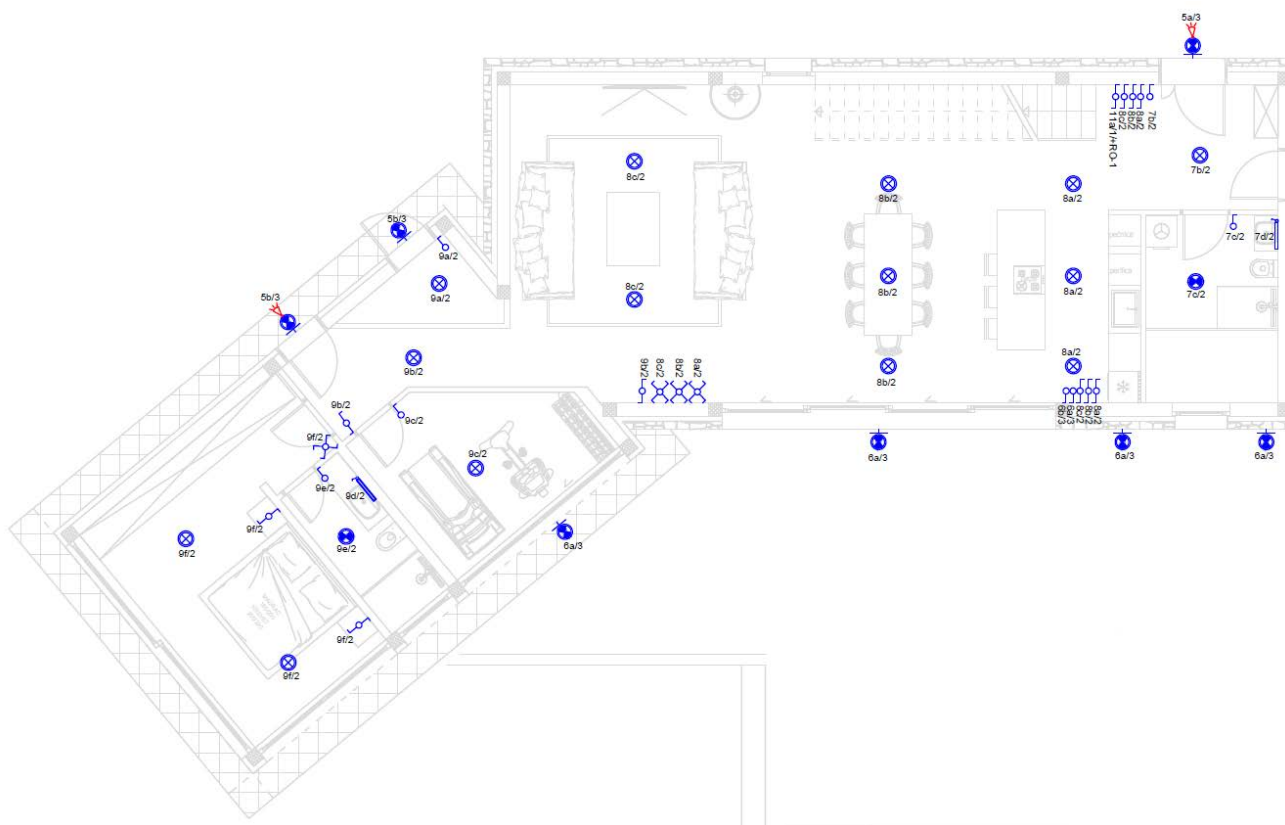
Slika 3.8. Simboli utičnica i direktan priključak

-  - zidna rasvjetna armatura
-  - stropna rasvjetna armatura
-  - podžbukno tipkalo rasvjete 16A,230V
-  - podžbukna sklopka rasvjete 10A,230V, obična
-  - podžbukna sklopka rasvjete 10A,230V, izmjenična
-  - podžbukna sklopka rasvjete 10A,230V, serijska
-  - podžbukna sklopka rasvjete 10A,230V, križna
-  - senzor pokreta (dan/noć)
-  - indikator, sklopke 3x2p, 16A sa tinjalicom

Slika 3.9. Simboli rasvjete i sklopki

Instalacije priključaka se odnose na dizalice topline, grijanje, hlađenje i ventilaciju, a to je određeno strojarskim projektom te ga je potrebno uskladiti sa elektrotehničkim projektom.

Na slikama 3.10. i 3.11. imamo prikaz razmještaja utičnica, direktnih priključaka i rasvjete na jednoj etaži.







Slika 3.11. Tlocrt prizemlja – elektroinstalacije rasvjete

3.2.5. Komunikacijska mrežna instalacija / Instalacije slabe struje

Priključak objekta na telekomunikacijsku mrežu je potrebno projektirati u skladu s Pravilnikom o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obvezama investitora radova ili građevine [7] te Pravilnikom o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada [8].

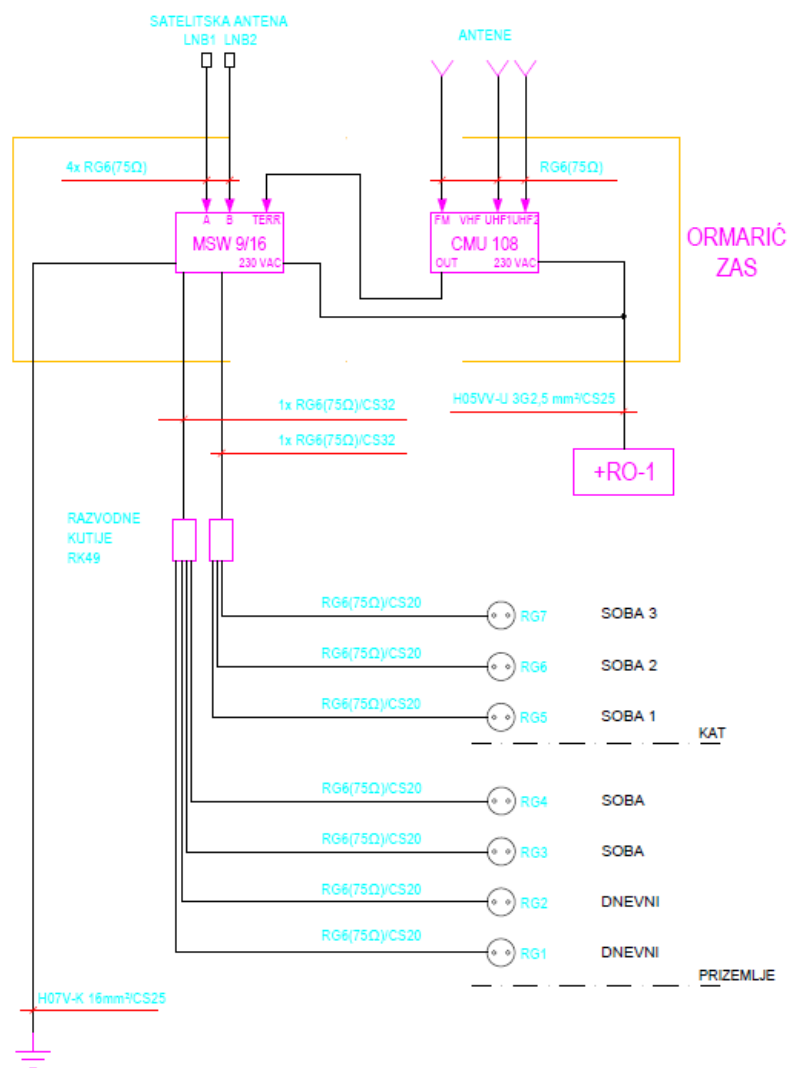
Priključni ormar za elektroničku telekomunikacijsku mrežu će se ugraditi pored kućnog priključnog mjernog ormara u ogradni zid parcele te je potrebno pripaziti na propisani razmak kabela od 50 cm te njihovo križanje. Mrežu, antene i pojačala odabire Investitor. U instalaciju slabe struje, osim antenskih priključaka i komunikacijskih priključnica RJ45 spada i portafonski sustav.

	- TO (telekomunikacijski priključak RJ 11 ili ICT-priključak RJ45), podžbukno
C 	- centrala parlafona
	- električna brava
CP ⊕	- pozivno tipkalo
	- parlafon

Slika 3.12. Simboli slabe struje

Na idućoj slici, 3.13. je prikazana blok shema zajedničkog antenskog sustava. Prikazuje nam da se na najvišoj etaži smješta ormarić ZAS = ormarić zajedničkog antenskog sustava te se do njega spaja sva komunikacijska mrežna instalacija, a sve je dakako potrebno uzemljiti.

KO = komunikacijski ormar, na slici predstavljaju razvodne kutije koje se smještaju na svaku etažu.



Slika 3.13. Blok shema zajedničkog antenskog sustava

3.2.6. Instalacija sustava zaštite od djelovanja munje i izjednačenje potencijala

„Proračun procjene rizika izvodi se prema „Tehničkom propisu za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama“, NN 87/2008 koji se za tu svrhu upućuju na hrvatsku normu HRN EN 62305, 2. dio.“ [9]

Sve metalne mase unutar objekta, na krovu, fasadi i okolišu potrebno je spojiti prema propisima. Uobičajeno se za izračun za sustav zaštite od udara munje koristi neki od programa za izračun procjene rizika da bi se utvrdilo je li zaštita potrebna. Kada je objekt javnog karaktera ili je zgrada s više etaža i stanova svakako je potrebno postaviti sustav zaštite.

Imamo četiri rizika za koje je potrebno napraviti proračune na građevini:

- R1 - rizik gubitka ljudskih života,
- R2 - rizik gubitka javne opskrbe,
- R3 - rizik gubitka kulturnog nasljeđa,
- R4 - rizik gubitka gospodarske vrijednosti.

Postavljanje gromobrana se postavlja metodom kotrljajuće kugle, a vrijednosti polumjera, širine petlje te zaštitnog kuta su prikazane u tablici 3.5.

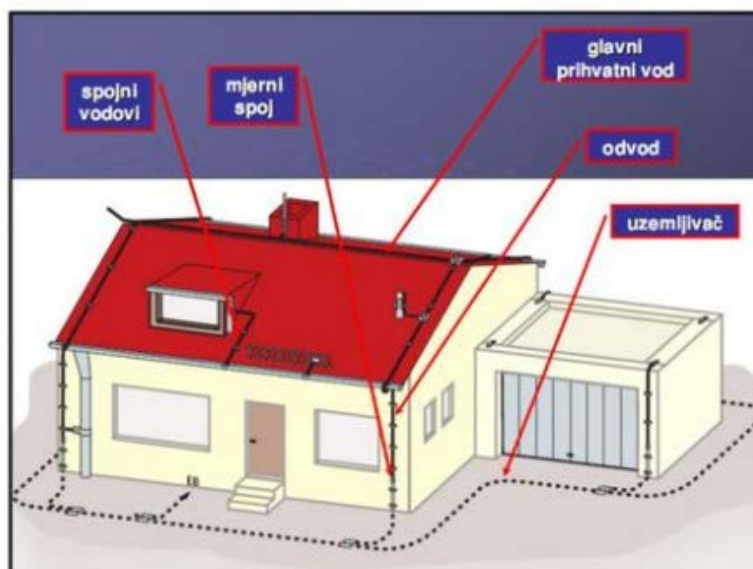
Tablica 3.5. Prikaz polumjera kugle, širina petlje i zaštitni kut

Razred zaštite od udara munje	Metoda zaštite		
	Polumjer kugle munje r	Širina petlje Š	Zaštitni kut
I	20 m	5 x 5 m	70 °
II	30 m	10 x 10 m	72 °
III	45 m	15 x 15 m	76 °
IV	60 m	20 x 20 m	79 °

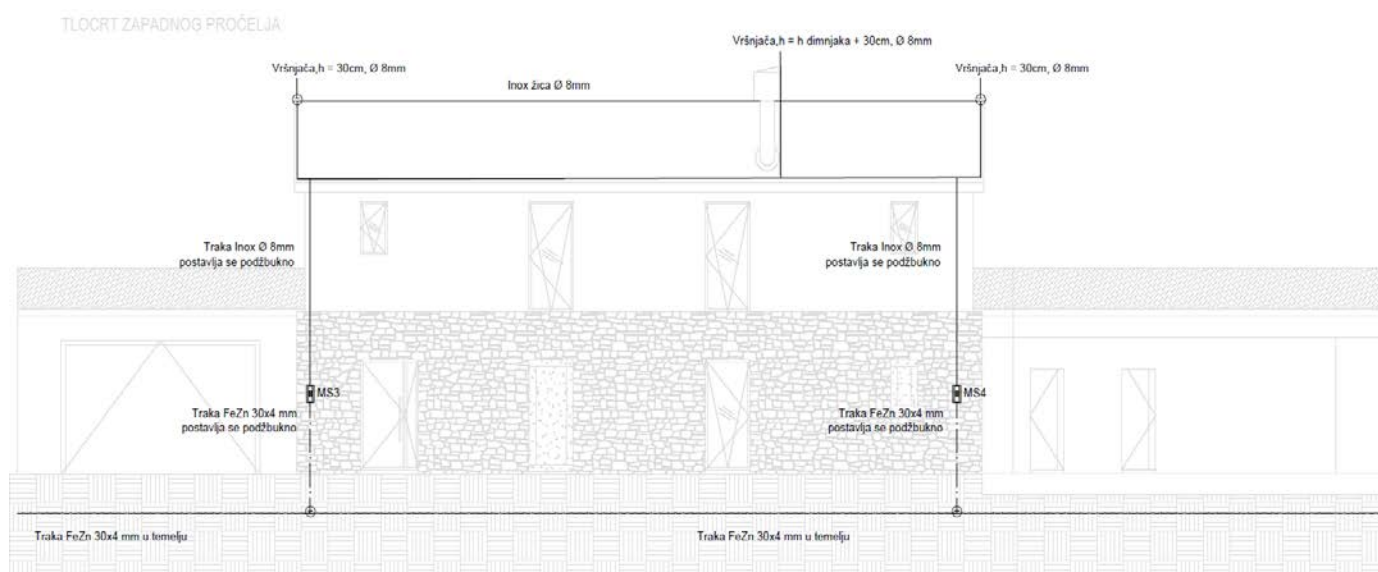
Dokaže li se izračunom procjene rizika da je potreban sustav zaštite od djelovanja munje (LPS = Lightning Protection System) potrebno ga je postaviti kako se ne bi ugrozili prvenstveno ljudski životi, a on se na posljeticu spoji na temeljni uzemljivač. [10]

Vanjski sustav zaštite od munje sadrži:

- hvataljke,
- odvode,
- zemne uvodnike,
- mjerne spojeve,
- uzemljivač.



Slika 3.14. Prikaz sustava zaštite od munja

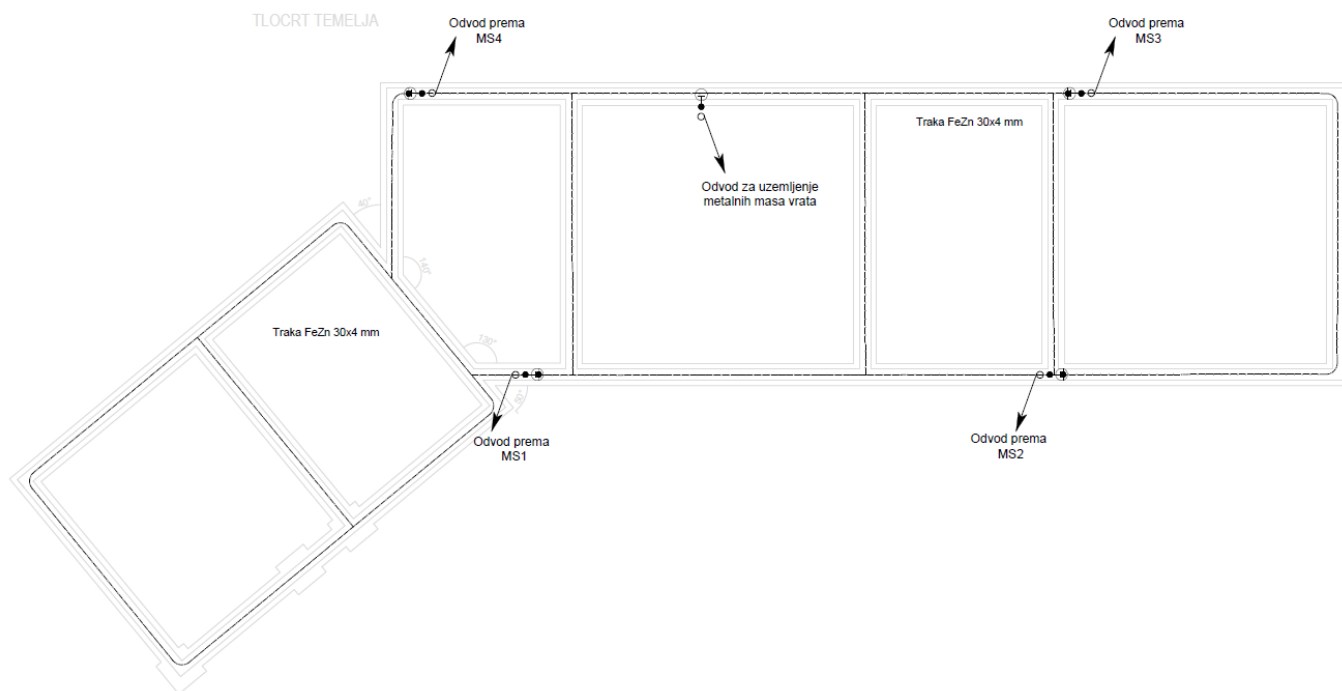


Slika 3.15. Nacrt Zapadnog pročelja – prikaz sustava zaštite od djelovanja munje

Kao dodatna mjera zaštite od dodirnog napona i statičkog elektriciteta, trebalo bi se izvesti izjednačenje potencijala svih većih metalnih masa i metalnih cjevovoda. Kao sustav za

izjednačenje potencijala koristi se uzemljivač građevine i zaštitni zeleno-žuti vod napojnih kablova.

Vanjske metalne mase (ograde, metalna vrata i sl.) spajaju se na temeljni uzemljivač objekta, on je prikazan na slici 3.16., dok se unutarnje metalne mase (metalni cjevovodi, sudoperi i sl.) spajaju na sabirnice za izjednačenje potencijala ugrađene u zasebnoj kutiji. [11]



Slika 3.16. Tlocrt temelja - uzemljivač

3.3. Tehnički proračuni

U poglavlju tehnički proračuni možemo više toga izračunati, primjerice:

- provjera napojnog kabla na strujno opterećenje
- proračun vršne snage
- provjera mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom
- provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenje
- provjera zaštite od kratkog spoja
- provjera padova napona na napojnim vodovima trošila
- provjera otpora uzemljenja.

Svi proračuni i provjere koje se vrše su proračuni za najnepovoljniji strujni krug ili najnepovoljniju situaciju.

3.3.1. Provjera napojnog kabla na strujno opterećenje

Prilikom ovog proračuna može se računati kabel koji napaja objekt iz KPMO-a (kućnog priključno-mjernog ormarića) i on može odgovarati monofaznom ili trofaznom sustavu.

Za monofazni sustav:

$$I_b = \frac{P_v}{U_n * \cos \varphi} \quad (3.1)$$

gdje su:

I_b = struja potrošača

P_v = vršna snaga

U_n = nazivni napon (230 V)

$\cos \varphi$ = faktor snage (0,95).

Za trofazni sustav:

$$I_b = \frac{P_v}{\sqrt{3} * U_n * \cos \varphi} \quad (3.2)$$

U_n = nazivni napon (400 V).

Zatim odabiremo kabel na osnovu struje I_b te za njega računamo strujno opterećenje tako što faktor snage pomnožimo sa strujom strujnog opterećenja tog kabla.

3.3.2. Proračun vršne snage

Kako bi izračunali vršnu snagu potrebno je izračunatu maksimalnu snagu objekta P_i pomnožiti s faktorom istovremenosti f_i , stoga vrijedi:

$$P_v = P_i * f_i \quad (3.3)$$

3.3.3. Provjera mjera zaštite od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Na primjeru jednopolne sheme na slici 3.12. vidi se korištenje TN-C-S sustava sa zaštitnim uređajima diferencijalne struje.

Uvjet pri kojem zaštita efikasno djeluje:

$$Z_S * I_a \leq U_f \quad (3.4)$$

gdje su:

U_f = napon faznog vodiča prema zemlji (V)

Z_S = impedancija petlje kvara (Ω)

I_a = struja djelovanja uređaja koja osigurava isključenje napajanja u zadanom vremenu

3.3.4. Provjera zaštite kabela i vodova od preopterećenje

Vodovi i kabele se štite od pregrijavanja nadstrujnim zaštitnim uređajima. Nadstrujni zaštitni uređaj koji štiti od preopterećenja mora ispuniti dva uvjeta:

$$1. I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (3.5)$$

$$2. I_2 \leq 1.45 I_Z \quad (3.6)$$

gdje su:

I_B = pogonska struja

I_N = nazivna struja zaštitnog uređaja

I_2 = struja koja osigurava proradu zaštitnog uređaja

I_Z = trajno podnosiva struja voda.

Zaključak: proradna struja mora biti manja od dopuštene struje opterećenja voda ili kabla stoga zaštita od preopterećenja može ispravno raditi.

3.3.5. Provjera zaštite od kratkog spoja

Provjera zaštite od kratkog spoja se mora izračunati kako ne bi došlo do neželjenih ishoda kao što su mehanička i toplinska naprezanja u vodičima i spojevima. Kratkim spojem bi se moglo dogoditi topljenje instalacije, gorenje, eksplozija i sl.

Vrijeme zagrijavanja vodiča prilikom kratkog spoja možemo približno izračunati izrazom:

$$t = \left(k * \frac{S}{I}\right)^2 \quad (3.7)$$

gdje su:

t = dozvoljeno vrijeme trajanja kratkog spoja u sekundama

I = efektivna vrijednost struje kratkog spoja u A

k = konstanta materijala ($k = 115$ za Cu vodiče; $k = 70$ za Al vodiče).

3.3.6. Provjera padova napona na napojnim vodovima trošila

Pad napona na napojnim vodovima se računa u postocima formulom za monofazna trošila:

$$u_{\%} = \frac{2 * l * P}{\sigma * S * U^2} * 100 \% \quad (3.8)$$

i za trofazna trošila:

$$u_{\%} = \frac{l * P}{\sigma * S * U^2} * 100 \% \quad (3.9)$$

pri čemu su:

$u_{\%}$ = pad napona na vodu (%)

P = snaga trošila (W)

l = duljina napojnog voda (m)

S = presjek žile voda (mm²)

U = napon napajanja (V)

σ = specifična el. vodljivost ($\sigma_{Cu} = 56, \sigma_{Al} = 35 \text{ Sm/mm}^2$).

3.3.7. Provjera otpora uzemljenja

Otpori uzemljenja bi trebali biti niskih vrijednosti (u objektima kao što su kućanstva i industrija preporučeni su otpori $< 25 \Omega$, a za javne objekte poput bolnice i HEP-a $\leq 5 \Omega$).

U temelje objekta se polaže FeZn (željezna pocinčana) traka. Otpor za određenu dubinu uzemljivača provjeravamo:

$$\rho_{iz} = \rho_{betona} * l_z \quad (3.10)$$

Oznake predstavljaju:

ρ_{iz} = specifični otpor trake u betonu (Ωm)

ρ_{betona} = specifični otpor betona (Ωm)

l_z = dubina na kojoj je postavljena traka (m)

Otpor uzemljenja uzemljivača u betonu se računa:

$$R_{uz} = 0,37 * \frac{\rho}{l} * \log\left(\frac{l^2}{d*H}\right) \quad (3.11) \quad [12]$$

gdje su:

R_{uz} = udarna otpornost uzemljivača

ρ = ukupni specifični otpor trake u betonu (Ωm)

l = ukupna duljina uzemljivača (m)

H = prosječna dubina ukopa (m)

d = promjer vodiča (m).

3.4. Procjena troškova

Pred kraj projekta se dodaje procjena troškova što može i ne mora uključivati PDV.

Ponekad se uz glavni projekt ili izvedbeni radi i troškovnik u koji je potrebno uvrstiti svaku stavku koja se navela u projektu, primjerice duljina kablova, broj sklopki i utičnica, sve osigurače i drugo.

Troškovnik se radi ponuda konkurencija izrađuje s cijenama i bez cijena te se i on naplaćuje od strane projektanta.

3.5. Ispitivanje elektroinstalacija

Nakon svakog završenog projekta slijedi izvođenje, a zatim ispitivanje instalacija. Prilikom izvođenja moraju se strogo pratiti nacrti u grafičkim prikazima, tehnički opis i proračuni, te svi zakoni i norme koji su propisani koji se odnose na građenje. Zabranjeno je izvođenje drugačije

nego što je isprojektirano u projektu od strane projektanta. Bilo koje odstupanje mora se prijaviti i biti odobreno od projektanta i nadzornog inženjera. Prije izvođenja radova potrebno je da izvođač detaljno prouči projekt te da se za sva pitanja i nedoumice obrati investitoru i nadzornom inženjeru. Za sve ugrađene instalacije, strojeve, opremu i materijal potrebno je dostaviti certifikat o ispravnosti te izjavu proizvođača.

Osim opreme i instalacije i sam rad izvođača mora pratiti određene protokole te mora biti kvalitetno izveden. Dogodi li se kakva pogreška ili šteta pri izvođenju radova, izvođač pokriva te troškove.

Izvođač je dužan voditi građevni dnevnik te o svim radovima obavještavati nadzornog inženjera.

Izvođač ne smije ugrađivati opremu za koju ne posjeduje certifikat ispravnosti niti smije ugrađivati oštećenu opremu. Izvođač radova ne može u isto vrijeme biti i nadzor na gradilištu (zbog sukoba interesa).

Kad su radovi završeni, prije puštanja objekta u korištenje potrebno je izvršiti pregled i ispitivanja elektroinstalacija. Ispitivanja elektroinstalacija obavlja ovlaštena i osposobljena osoba za taj rad.

„Za provjeravanje električne instalacije primjenjuje se norma:

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

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

- četiri godine za građevine javne namjene, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- četiri godine za električne instalacije za sigurnosne svrhe, ako posebnim propisima nije određen drugačiji rok,
- petnaest godina za građevine odnosno dijelove građevina stambene namjene,
- četiri godine za sve ostale građevine odnosno njihove dijelove.“ [13]

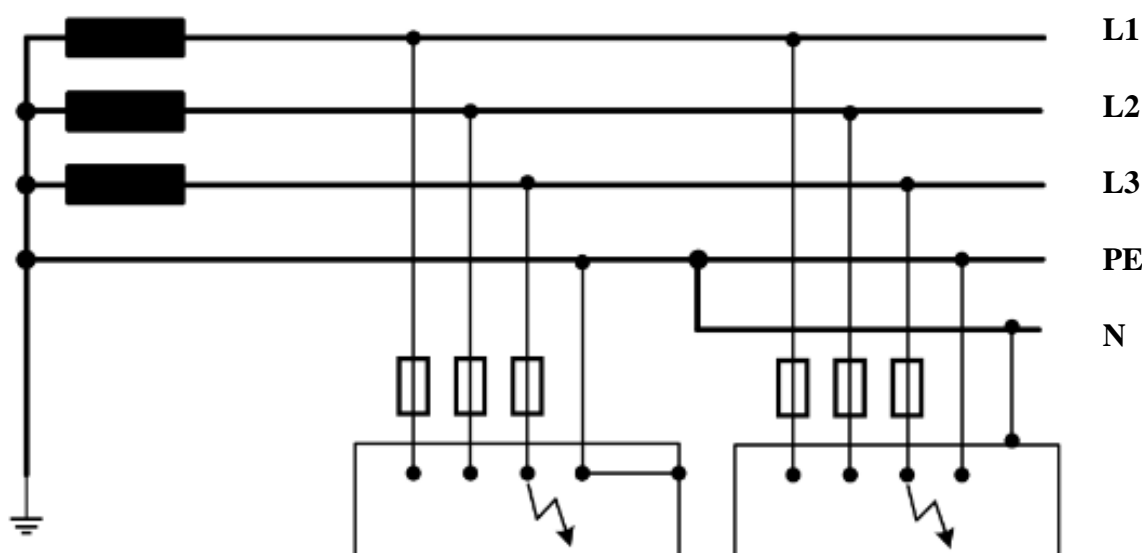
Ispitivanje se vrši na dva načina: pregledom ili mjerenjem. Pregledom se vide vanjski dijelovi, instalacije: utičnice, sklopke, rasvjeta, kablovi, razdjelni ormar, osigurači itd.

Mjerenjima se utvrđuje jesu li vrijednosti u dopuštenim granicama, mjere se otpori, struje kratkog spoja, vremensko isklapanje FID zaštite, neprekinutost trake temeljnog uzemljivača te ostala

mjerenja koja su potrebna da se objekt pusti u korištenje. Pomoću rezultata mjerenja, izvodi se zapisnik o ispitivanju elektroinstalacija te se na temelju njega dobiva dozvola korištenja.

3.6. Mjere zaštite na radu

Kompletna instalacija izvedena je sukladno s TN-C-S sustavom zaštite. Kod ovakvog sustava zaštite posebno se izvodi neutralni vodič (N- vodič) i zaštitni vodič (PE – vodič) do mjesta kućnog priključno-mjernog ormara (KPMO). U TN sustavu postoji izravna veza neutralnog vodiča izvora sa zemljom (uzemljeno je), dok su potrošači uzemljeni preko PEN vodiča (najčešće je to FeZn traka). Prilikom spajanja na NN mrežu često je izvođenje ovog sustava.



Slika 3.17. TN-C-S sustav zaštite

Prilikom izvođenja radova na objektima potreban je maksimalan oprez i usredotočenost. Potrebno je organizirati najveću moguću zaštitu radnika i ostalih osoba koje se mogu naći na gradilištu. Organizirajući gradilište, izvođač mora svim radnicima osigurati propisanu opremu za rad (npr. zaštitne rukavice, zaštitne naočale, zaštitnu kacigu, zaštitne cipele itd).

Razlikujemo nekoliko vrsta osiguranja:

- osiguranje gradilišta
- osiguranje djelatnika
- opremanje gradilišta te osobnih zaštitnih sredstava
- osiguranje od udara el. struje
- osiguranje radne površine i radnog mjesta
- osiguranje puteva za transport i evakuaciju djelatnika
- osiguranje osvjetljenja.

Osiguranje gradilišta podrazumijeva:

- ukloniti sav višak materijala s kojim se ne radi kako ne bi ometale djelatnike pri kretanju,
- postaviti oznake opasnosti na otvore, pored prolivenih tvari
- osigurati ograde na skelama
- osigurati rasvjetu u koliko se radi noću
- postaviti prometne znakove i upozorenje na cesti
- poduzeti mjere zaštite od požara.

Radnici moraju biti opremljeni odgovarajućim alatom i priborom za postavljanje instalacija.

Prije početka rada potrebno je provjeriti ispravnost alata i strojeva kojima se radi, potrebno je provjeriti opremu gradilišta te provjeriti zadovoljava li sve odredbe Zakona o zaštiti na radu. Kod izvođenja radova potrebno je koristiti: valjan alat i pribor, zaštitne rukavice i kacigu, radno odijelo, zaštitne cipele, opasač za rad ako se radi na visinama, ljestve, dizalice i ostale strojeve.

Kako bi se izvođači osigurali od udara električne struje potrebno je da se pokušaju ne dovesti u opasnost, ne koristiti uređaje koji su u kvaru. Trebali bi nositi izolacijske rukavice, pokušati biti u suhom radnom odijelu, koristiti određene alate koji su izolirani.

Radnu površinu bi svi trebali održavati urednom, pospremati nakon korištenja alata, paziti da se alati ne ostavljaju upaljeni ili na rubovima otvora i sl.

Sva pravila možemo sažeti u 5 pravila za osiguranje mjesta rada na električnim instalacijama:

1. „Isključiti i odvojiti napon
2. Osigurati od ponovnog uključanja
3. Utvrditi beznaponsko stanje
4. Uzemljiti i kratko spojiti
5. Ograditi od dijelova pod naponom“ [14]

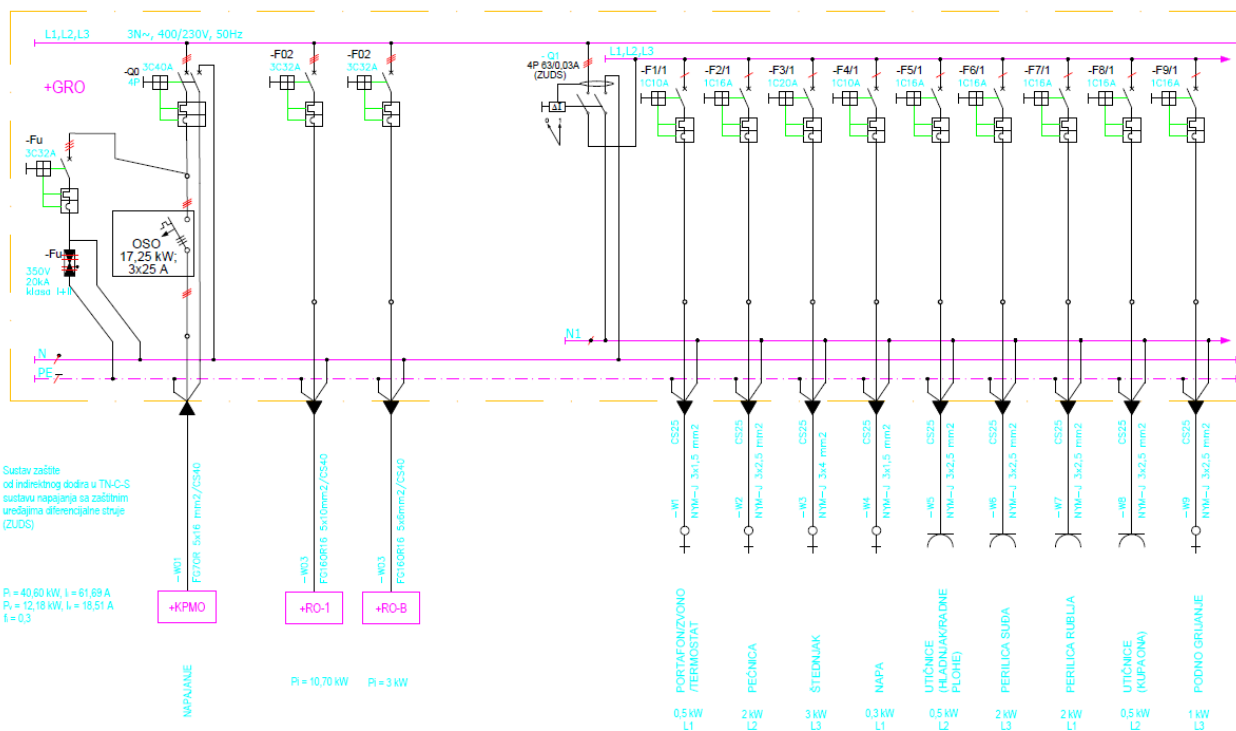
3.7. Grafički dio

U grafički dio projekta spadaju svi nacrti:

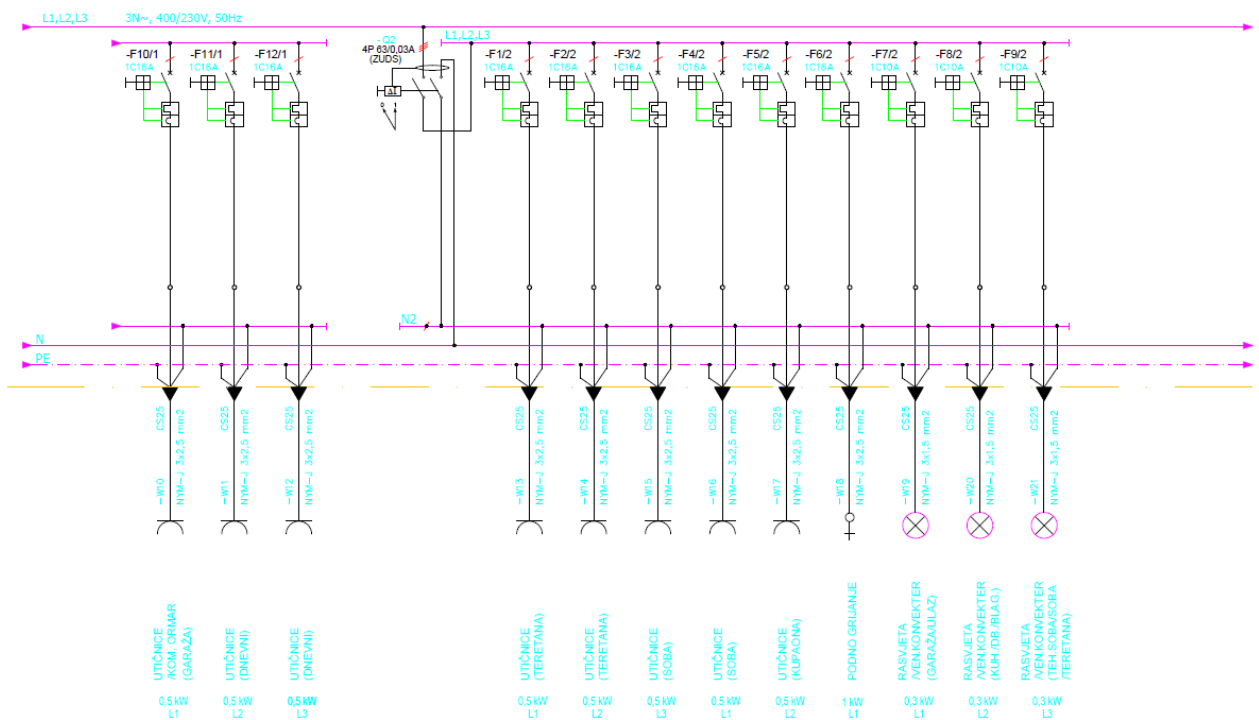
- nacrt legende svih simbola koji su se koristili u crtanju
- tlocrt situacije na kojoj je prikazan KPMO i TK mreža
- tlocrti svih etaža na koje se postavljaju utičnice, rasvjete te priključnice za klimu i ostale uređaje
- nacrt temeljnog uzemljivača i gromobrana
- blok shema glavnog razvodnog ormara
- blok shema strujnog kabliranja
- jednopolne sheme svih razdjelnih ormara.

Nacrt legende koja prikazuje simbole koji se koriste u grafičkom dijelu vidimo na slici 3.18.

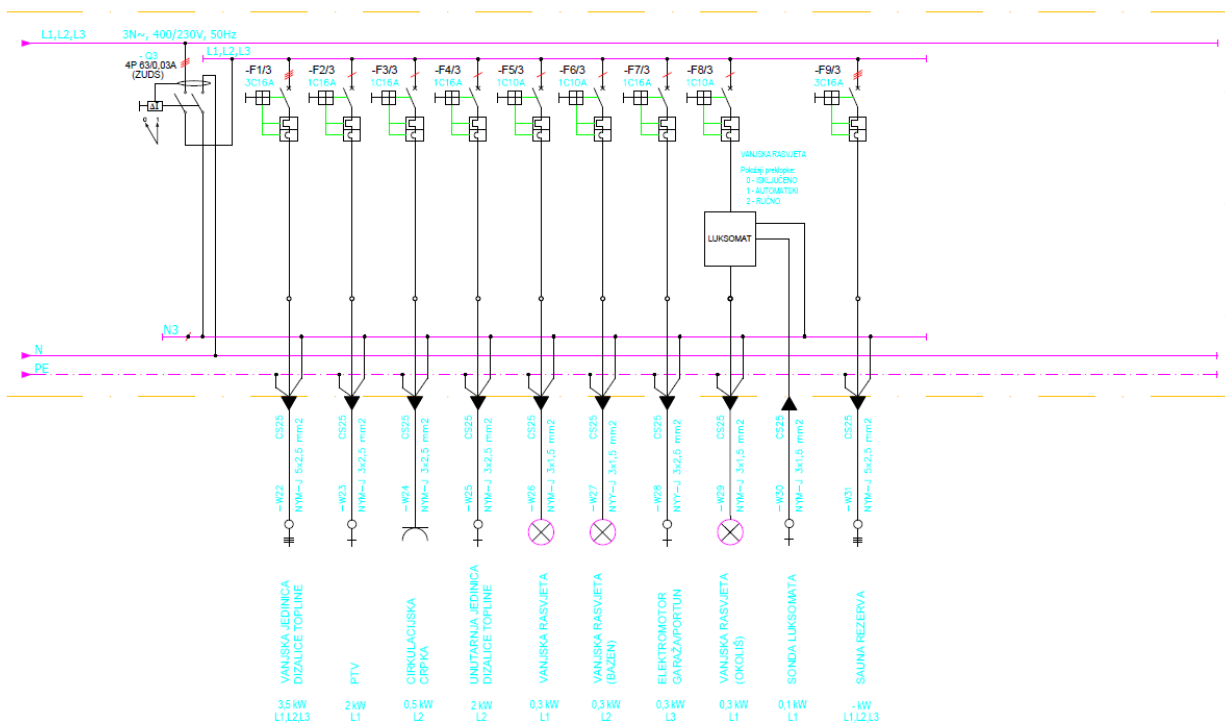
U jednopolnoj shemi su prikazani svi strujni krugovi, njihova snaga te odabiri kablova i osigurača na toj etaži. Elementi jednopolne sheme su: niskonaponski prekidači snage, odvodnik prenapona, minijaturni zaštitni prekidači, RCD sklopka (FID sklopka/ZUDS), instalacijski sklopnici, rastavne sklopke, transformatori, generatori, isklonpa tipkala, luksomat itd.



Slika 3.19. Jednopolna shema glavnog razvodnog ormara u prizemlju – 1



Slika 3.20. Jednopolna shema glavnog razvodnog ormara u prizemlju - 2



Slika 3.21. Jednopolna shema glavnog razvodnog ormara u prizemlju - 3

Prekidače snage dijelimo na visokonaponske i niskonaponske, u slučaju objekta kućanstva govorimo o niskonaponskom prekidaču. Prekidači služe za uklapanje i sklapanje strujnih krugova, ali se koriste i kao zaštita te se postavljaju prije rastavljača (rastavnih sklopki) jer će prije iskopčati.

Odvodnik prenapona je zaštitni uređaj koji se spaja na zemlju kako bi usred direktnog udara groma ili uslijed posljedice pražnjenja u blizini objekta koji štiti uzemljio svu količinu naponske struje.

Razlikujemo tri tipa zaštite:

- tip 1 – odvodnici struje groma tipa 1, nalaze se u glavnim razvodnim ormarima
- tip 2 – odvodnik prenapona tipa 2, nalaze se u razvodnim ormarima stanova
- tip 3 – odvodnici prenapona tipa 3, smještamo ih što bliže šticećenim uređajima.

Odvodnik prenapona se ugrađuje u razdjelni ormar ispred FID sklopke. Na samim uređajima postoji shema spajanja koja kaže da se s FID sklopke direktno vodi napajanje u odvodnik prenapona kao i nul vodič u svoj priključak. Zaštitni provodnik se prvo uvodi u odvodnik prenapona pa zatim u sabirnicu zaštitnog uzemljenja.

Osim odvodnika prenapona može se ugraditi LPS sustav. Odabiranje odvodnika se temelji na izmjerenoj struji kratkog spoja.

Minijaturnim zaštitnim prekidačima je glavna zadaća da štite uređaje od preopterećenja i kratkog spoja. Oni se odabiru prema jačini snage pojedinog uređaja za koji je namijenjen.

RCD sklopka / FID sklopka su zaštitni uređaji koji se koriste kao dodatna zaštita za objekt ili osobu. Postoje sklopke za monofaznu struju – dvopolne sklopke i za trofaznu struju – četveropolne. Mogu se podijeliti ovisno o njihovoj reakciji na: tip AC, tip A, tip U i tip B koja je ujedno i univerzalna i najosjetljivija pa odreagira kod svih grešaka.

Tipkalo za isklop u nuždi je prekidač koji kada se stisne prestaje dovod napajanja u razdjelni ormar i objekt ostaje bez struje. Najčešće se stavlja u javne objekte, u objekte koji imaju projektiran sustav vatrodojave, u objekte koji imaju bazen kojima je investitor firma.

Instalacijski sklopnici su također zaštitni uređaji, ali se oni ugrađuju u koliko je u pitanju trošilo velike snage koje treba dugo raditi ili treba daljinsko upravljanje ili kada je riječ o velikim objektima (zgrada, bolnica i sl.).

Rastavna sklopka se također ugrađuje u veće objekte u kojima je potrebno prebacivanje izolacije, na primjer stavljam ih u dvoranama zbog rasvjete.

4. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu sam prikazala kako bi trebao izgledati jedan kompletan glavni elektrotehnički projekt jednog kućanstva.

Na početku su navedeni dijelovi glavnog projekta: opći dio, tehnički dio, tehnički proračuni i grafički prikazi te kakve vrste elektrotehničkih projekata mogu biti: projektni zadatak, idejno rješenje, idejni projekt, investicijski elaborati, glavni projekt, izvedbeni projekt, dokumentacija za pogon i održavanje.

Prije samih nacрта bilo je bitno objasniti svako poglavlje koje se može naći u glavnom projektu. Od iznimne važnosti su tehnički proračuni kako bismo uvidjeli na što točno treba obratiti više pažnje pri crtanju. Električnu energiju koristimo svakodnevno, a kako bi bili sigurni da se ništa pogubno neće dogoditi potrebno je obratiti pozornost na tehničke regulative i propise te ih se držati.

Projekt kućanstva se u potpunosti prilagođava Investitorovim željama

5. LITERATURA

- [1] Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23
- [2] Zakon o gradnji, NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19
- [3] Tehnički propis za niskonaponske instalacije, NN 5/2010
- [4] Elektromaterijal, <https://www.elektromaterijal.hr/ormar-kpmo-1f-pz-530x700x210-ip54-ozicen-1043/58567/product/>
- [5] HEP Operator distribucijskog sustava, <https://www.hep.hr/ods/ostalo/obraci-i-dokumenti/obraci-i-dokumenti-vezani-uz-prikljucenje-na-mrezu/700>
- [6] Tim kabel, <http://www.tim-kabel.hr/content/view/459/449/lang,hrvatski/>
- [7] Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obvezama investitora radova ili građevine, NN 75/13
- [8] Pravilnik o tehničkim uvjetima za elektroničku komunikacijsku mrežu poslovnih i stambenih zgrada, NN 155/09
- [9] Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama NN 87/08
- [10] OBO Bettermann: OBO priručnik za zaštitu od munje, OBO Bettermann, 2016.
- [11] V. Srb, Električne instalacije i niskonaponske mreže, Tehnička knjiga, Beograd, 1991.
- [12] Elektrotehnički projekt – Jednoobiteljska stambena građevina s bazenom, K-tim, Rijeka, 2021.
- [13] HRN HD 60364-6 – Niskonaponske električne instalacije: Provjeravanje
- [14] Hrvatska Elektroprivreda D.D., Zagreb: Zbirka uputa za rad na siguran način, Zagreb, 2012.

6. SAŽETAK

Projektiranje je skup znanja, normi i zakona kojima dolazimo do tehničkog rješenja, odnosno glavnog projekta. Praćenjem zakona i normi postizemo valjani projekt. Pri projektiranju je bitno voditi računa o sigurnosti ljudskih života unutar objekta te se zbog toga postavlja sustav zaštite od munje. Prikazanim proračunima potvrđujemo da je odabir opreme te valjanost projekta zadovoljavajuća i točna. Na temelju znanja i proračuna izrađuje se nacrtna dokumentacija koja prikazuje smještaj instalacija u objektu.

Ključne riječi: projektiranje, zakoni, zaštita, proračun, nacrtna dokumentacija

ABSTRACT

The design of electrical installations is a set of knowledge, norms and rules with which we came to the technical solution and then it the main project. Following laws and norms, we achieve valid project. A lightning protection system is installed because it is important to take care of safety of human life inside the building. With all of the calculations it is confirm that equipment and the validity of the project are satisfactorily and correct. On the basis of knowledge and calculations we create draft documentation which represents placement of installations in the building.

Key words: designing, statute/law, protection, calculations, draft documentation