

Informacijsko modeliranje građevine u suvremenom programskom okruženju

Balić, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:200:655531>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**

Repository / Repozitorij:

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



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

Diplomski studij elektroenergetike

**INFORMACIJSKO MODELIRANJE GRAĐEVINE U
SUVREMENOM PROGRAMSKOM OKRUŽENJU**

Diplomski rad

Filip Balić

Osijek, 2023.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	2
1. UVOD	1
1.1 Općenito o BIM-u.....	1
1.2 Usklađenost rada sa prostornim planom i drugim propisima	4
2. TEHNIČKI DIO	6
2.1 Opći dio	6
2.2 Razvodni ormar	7
2.3 Automatski osigurači i zaštitna oprema	10
2.4 Elektroenergetski vodovi	13
2.5 Elektroenergetski elementi i rasvjeta	15
2.6 Elektronička komunikacijska instalacija	19
2.7 Napajanje strojarne opreme	22
2.8 Uzemljenje i zaštita od udara munje	24
3. PROJEKTIRANJE U BIMU	26
3.1 Odabir zaštitne opreme.....	26
3.2 Odabir rasvjete i elektroenergetskih elemenata	32
3.3 Projektiranje antenske i elektroničke komunikacijske instalacije	37
3.4 Projektiranje uzemljivača i sustava zaštite od munje.....	39
4. PRORAČUNI	42
4.1 Proračun otpora rasprostiranja uzemljivača	42
4.2 Proračun nazivnih struja i padova napona.....	43
4.3 Proračun nazivnih snaga	45
4.4 Proračun svjetlotehlike	48
4.5 Proračun rizika od udara munje	49
5. ZAKLJUČAK.....	54
LITERATURA	55
SAŽETAK.....	56
SAŽETAK (ENG)	56
ŽIVOTOPIS.....	57

1. UVOD

1.1 Općenito o BIM-u

Napredovanjem tehnologije i povećanjem potrebe bržeg i preciznijeg projektiranja građevina došlo je do potrebe da se softwareskim rješenjima olakša i ubrza proces. Jedan od tih software-a je BIM (eng. Building information modeling) koji nam pomaže vizualizirati sve tipove instalacija u trodimenzionalnom modelu građevine, te omogućava građevinskim, strojarским i elektrotehničkim projektantima suradnju tijekom projektiranja.

Informacijsko modeliranje (eng. Building information modeling, BIM) je proces koji uključuje stvaranje i upravljanje digitalnim trodimenzionalnim programom, te podržava razne alate i tehnologije koje ubrzavaju i olakšavaju projektantski posao. BIM su računalne datoteke koje se mogu razmjenjivati ili umrežiti kako bi se podržalo donošenje odluka u vezi projektiranja zgrada.

Koncept BIM-a razvija se od 1970-ih, ali je postao dogovoreni program za projektiranje tek početkom 2000-ih. Razvoj standarda i usvajanje BIM-a napreduje različitom brzinom u različitim zemljama. Norme razvijene u Ujedinjenom Kraljevstvu od 2007. nadalje činile su osnovu međunarodne norme ISO 19650, pokrenute u siječnju 2019.

BIM softver koriste pojedinci i tvrtke koje planiraju, projektiraju, grade, upravljaju i održavaju zgrade i različite fizičke parametre vezane za vodu, otpad, električnu energiju, plin, komunikacijske usluge, promet... BIM omogućava projektantima različitih struka (građevina, elektrotehnika, strojarstvo) da u realnom vremenu istovremeno projektiraju građevinu kako bih izbjegli kolizije tijekom projektiranja.

Ovaj način projektiranja nastoji eliminirati fragmentiranost procesa donošenja tehničkih rješenja, te omogućuje pravovremenu razmjenu točnih informacija među svim sudionicima procesa. Na taj se način optimiziraju faze projektiranja i smanjuje mogućnost za bilo kakvu neujednačenost tijekom tog procesa.

Razina razrade BIM projekta definira se s LOD (level of development), te govori projektantima do koje razine se razrađuje projekt. Razrada se odlučuje ovisno o potrebama građevine te osiguravanju njene namjene. Te razine projektiranja povećavaju se u intervalima od 100, te se na taj način omogućava fleksibilnost pri slučaju potrebe definiranja međuvrijednosti (npr LDO 250).

LOD 100:

Elementi građevine prikazuju se simbolom.

LOD 200:

Elementima građevine definiraju se pozicije, dimenzije i njihova količina.

LOD 300:

Elementima građevine definira se točna pozicija, dimenzije te njihova količina.

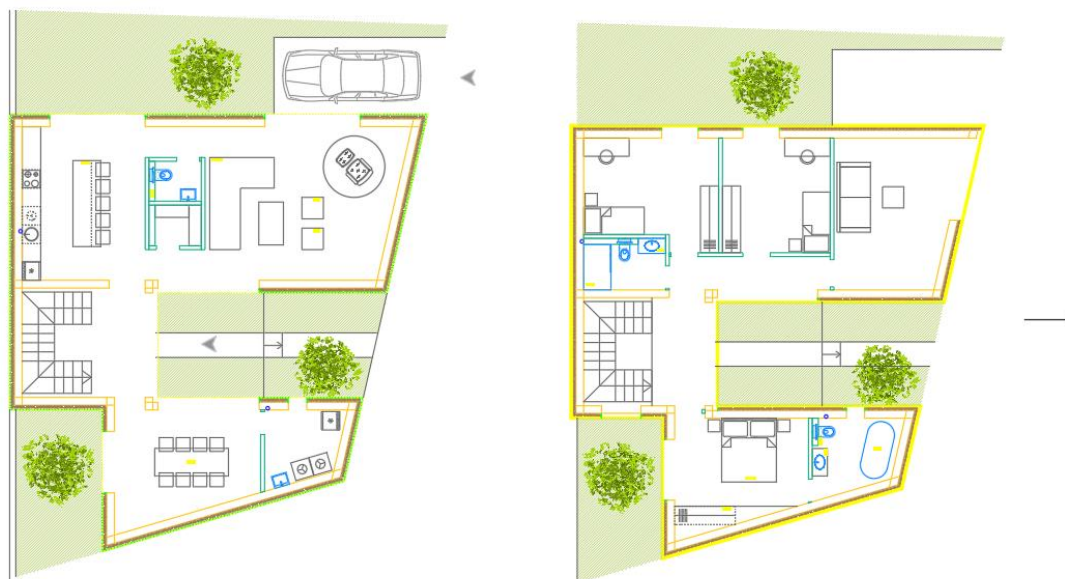
LOD 400 (350):

[10, str.68]

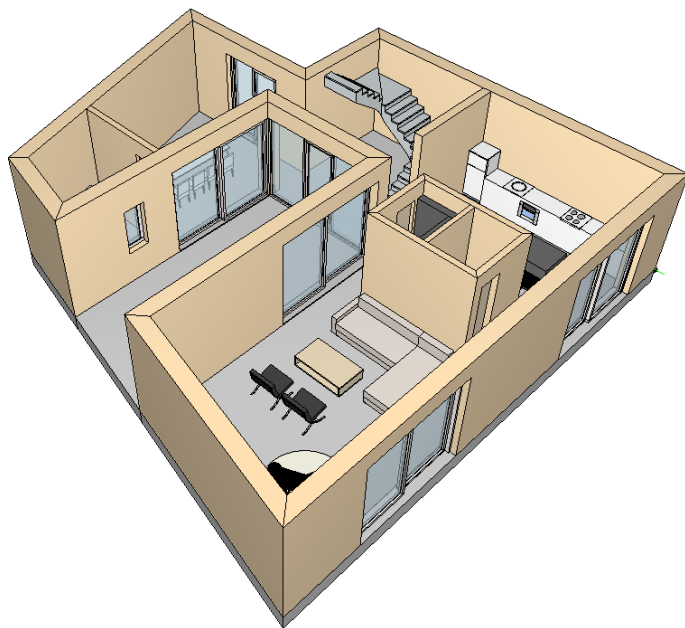
Elementima građevine definira se točna pozicija, dimenzije te njihova količina. Također definiramo njihovu orijentaciju, način ugradnje i detalje proizvodnje elemenata.

Ovaj se rad bazira na projektiranju elektroenergetske i komunikacijske instalacije. Cilj je projektiranjem dati tehnička rješenja elektrotehničkih instalacija u svrhu izgradnje obiteljske stambene zgrade.

BIM program koji je odabran za projektiranje je DDS CAD. Dizajniran za projektiranje elektroenergetskih projekata. Arhitekt dostavlja dvodimenzionalan tlocrt građevine (slika 1.1) kojeg je za svrhe projektiranja potrebno „podići“ u trodimenzionalni prostor (slika 1.2).

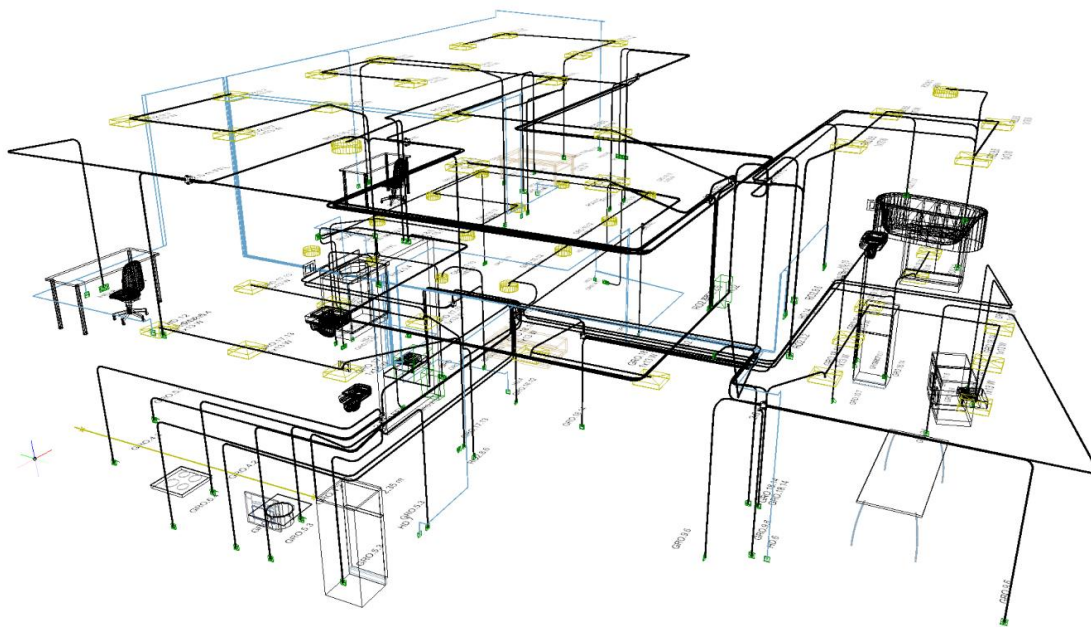


Slika 1.1 prikaz prizemlja i 1. kata građevine u 2D-u



Slika 1.2 3D prikaz prizemlja stambene zgrade

U skladu sa zakonskim okvirima projektant je dužan građevinu projektirati tako da zadovoljava zahtjeva iz projektnog zadatka. To uključuje mehaničku sposobnost i stabilnost, sigurnost u slučaju požara, sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe, zaštitu od buke, gospodarenje energijom, očuvanje topline, održivu uporabu prirodnih izvora. Također, projektant je dužan tehničkim rješenjem ispuniti sve zahtjeve investitora.



Slika 1.3 3D prikaz svih elektroenergetskih instalacija stambene zgrade

1.2 Uskladenost sa prostornim planom i drugim propisima

Tijekom projektiranja građevine, projektant je dužan uzeti u obzir slijedeće zakone i uredbe:

1. Zakon o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19,125/19)
2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
3. Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
4. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
5. Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN br. 68/18, 110/18, 32/20)
6. Zakon o normizaciji (NN br. 80/13, 88/19)
7. Zakon o obavljanju geodetske djelatnosti (NN br. 25/18)
8. Zakon o gospodarenju otpadom (NN br. 84/21)
9. Zakon o državnom inspektoratu (NN br. 115/18, 117/21)
10. Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN br. 76/22)
11. Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (N.N. br. 14/19)
12. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18,96/18)
13. Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09,55/13, 153/13, 41/16,114/18, 14/21)
14. Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)
15. Zakon o zaštiti okoliša (NN br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18,118/18)
16. Zakon o zaštiti prirode (NN br. 80/13, 15/18, 14/19,127/19)
17. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN br. 126/21)

UREDBE:

1. Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (N.N. 118/19, 65/20)
2. Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN br. 81/20)
3. Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN br. 48/18)
4. Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN br.118/19)
5. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (N.N. RH br.5/2010)
6. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (N.N. RH br. 87/08, 33/10)

Te odredbe s uvjetima priključenja, tehničkim propisima i drugim propisima donesenim na temelju Zakona o gradnji, drugim propisima kojima se uređuju zahtjevi i uvjeti za građevinu i pravilima struke te svim ostalim važećim zakonima, pravilnicima, propisima, smjernicama, tehničkim uvjetima i normama, kao i prema svim postojećim internim pravilnicima. [1]

2. TEHNIČKI DIO

2.1 Opći dio

Projektiranjem građevine daju se tehnička rješenja elektrotehničke instalacije u svrhu izgradnje stambene zgrade. Tipovi instalacija koji se izvode na građevini su:

- elektroenergetska instalacija – opće priključnice, priključak strojarske opreme, opća rasvjeta
- elektronička komunikacijska i antenska instalacija
- sustav uzemljenja i zaštite od udara munje

Projekt je potrebno izraditi na temelju konzultacija sa investitorom i prema važećim zakonima i propisima, te u skladu s planovima gradnje.

Također treba uzeti u obzir moguću opasnost od požara zbog električnih instalacija. Ta opasnost potječe od :

- električnog udara
- struje kratkog spoja
- razlike potencijala
- atmosferskog pražnjenja

Definiranje priključka građevine na niskonaponsku i komunikacijsku mrežu, kao i detaljan opis procesa projektiranja svih navedenih tipova instalacija bit će objašnjen u nastavku.

2.2 Razvodni ormar

Priključenje stambene zgrade na elektroenergetsku mrežu vrši se preko samostojećeg priključnog mjernog ormara (u nastavku SSPMO). Polaganje kabela NYY-J 5x10 mm² vrši se podzemno u zemljanom rovu dubine 0,8 m, te se polaže u PEHD cijev promjera Ø63 mm. Kabel se rubom parcele vodi od SSPMO-a do glavnog razvodnog ormara (u nastavku GRO). Odabiremo kabel 5x10 mm² iako se radi o jednofaznom priključku kako bi investitoru u budućnosti omogućili priključak na trofazni sustav bez ponovnog iskapanja kanala te mijenjanja kabela iz trožilnog u peterožilni. Razvodni ormar SSPMO koji je u vlasništvu Hrvatske elektroprivrede (HEP) se nalazi izvan katastarske čestice, te ne ulazi u obuhvat ovog rada (*Slika 2.2*). Za ormar GRO odabiremo lokaciju, tip te sve elemente koji se nalaze u njemu. Razvodni ormar postavljamo na prizemlju u prostoriji ostave kako ne bi narušavao estetiku građevine, ali da i dalje bude dostupan korisnicima u slučaju radova ili nestanka električne energije. Odabiremo ugradni razvodni ormar dimenzija 634 mm (visina) x 434 mm (širina) x 206 mm (dubina). metalne konstrukcije sa metalnim vratima. Iz navedenog razvodnog ormara napajamo sva rasvjetna tijela, elektroenergetske priključnice te uređaje kao što su strojarska oprema. Iz navedenog ormara također napajamo ormar RO2 koji se nalazi na katu blizu stubišta. RO2 ormar služi kako bi napojili sva trošila koja se nalaze na 1. katu građevine. Komunikacijski ormar -HD kojeg ćemo obraditi u poglavlju instalacija slabe struje također se napaja iz ormara GRO.

Pozicije SSPMO-a možemo zatražiti od Hrvatske elektroprivrede u obliku posebnih uvjeta. U tim uvjetima su definirani tipovi priključka i brojila, pozicije SSPMO-a i ostali detalji vezani za spajanje građevine na elektroenergetsku mrežu.

SUČIĆ HRVOJE
DUBROVAČKA ULICA 107
31000 OSIJEK

TELEFON 031/244-888
TELEFAX 031/244-067
POŠTA 31000 OSIJEK
IBAN HR1723900011500007468

NAŠ BROJ I ZNAK 4008001/5951/201C

VAŠ BROJ I ZNAK

PREDMET Elektroenergetska suglasnost

DATUM 05.11.2020.

HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. ELEKTROSLAVONIJA OSIJEK, (u daljnjem tekstu: HEP ODS), na osnovi Uredbe o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu i Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, u postupku pokrenutom na zahtjev vlasnika/investitora građevine SUČIĆ HRVOJE, OSIJEK, DUBROVAČKA ULICA 107, OIB: 86711662249 (u daljnjem tekstu: Podnositelj zahtjeva), izdaje:

ELEKTROENERGETSKU SUGLASNOST (EES)

Broj: 400800-200350-0022

Prihvaća se uredno podnesen Zahtjev za izdavanje elektroenergetske suglasnosti Podnositelja zahtjeva zaprimljenog dana 22.10.2020. godine, pod urudžbenim brojem 11792, za - Obiteljska kuća (u daljnjem tekstu: Građevina), na lokaciji: OSIJEK, NAŠIČKO NASELJE 5C, k.č.br. 9527/9, k.o. OSIJEK

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

I. OSNOVNI TEHNIČKI PODACI O GRAĐEVINI

Vrsta i namjena Građevine: stambeni - Obiteljska kuća

Predvidiva godišnja potrošnja električne energije: 5.000 kWh.

II. POSEBNI UVJETI ZA LOKACIJU GRAĐEVINE

Na široj lokaciji predmetnog zahvata u prostoru, a prema raspoloživoj dokumentaciji, nalazi se postojeća elektroenergetska mreža, kao što je vidljivo u prilogu 2. ove EES. U prilogu 2. je ucrtan su i planirani zahvati u elektroenergetskoj mreži vezano za priključenje Građevine.

Prigodom projektiranja Građevine potrebno je uvažiti minimalne sigurnosne udaljenosti i razmake navedene u „Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju nadzemnih elektroenergetskih vodova nazivnog napona od 1 do 400 kV“, a za podzemne kabele uvažiti minimalne sigurnosne udaljenosti križanja i paralelnog vođenja kabela navedene u „Tehničkim uvjetima za polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 kV“.

U slučaju neizbježnog izmještanja distribucijskih nadzemnih i/ili podzemnih vodova, Podnositelj zahtjeva dužan je, za izvođenje radova izmještanja, sklopiti ugovor s HEP ODS-om koji će za navedeno izraditi svu potrebnu dokumentaciju i ishoditi dozvole. Navedena projektna dokumentacija i dozvole preduvjet su za izdavanje potvrde glavnog projekta Građevine.

Za sve izmjene trase planirane elektroenergetske mreže, Podnositelj zahtjeva treba zatražiti suglasnost HEP ODS-a.

Na mjestima izvođenja radova u blizini podzemnih elektroenergetskih vodova iskop treba obaviti ručno, a njihov položaj prethodno utvrditi probnim iskopima u nazočnosti predstavnika HEP ODS-a.

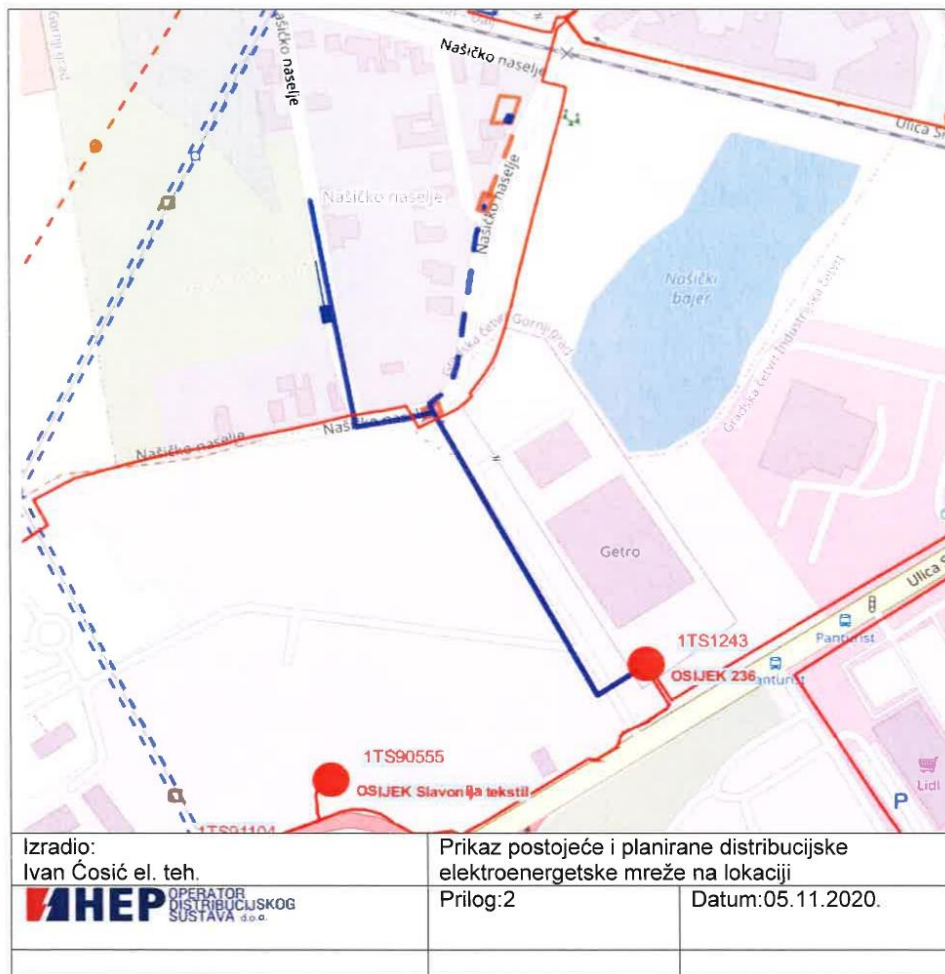
Sve troškove izmještanja, zaštite i popravka zbog mogućih oštećenja distribucijske mreže podmiruje Podnositelj zahtjeva, a posao je dužan naručiti od HEP ODS-a. Navedeni troškovi nisu obuhvaćeni Ponudom/Ugovorom o priključenju.

ČLAN HEP GRUPE

• UPRAVA DRUŠTVA • DIREKTOR • NIKOLA ŠULENTIĆ •

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

Slika 2.1 Posebni uvjete priključenja građevina ne NN mrežu

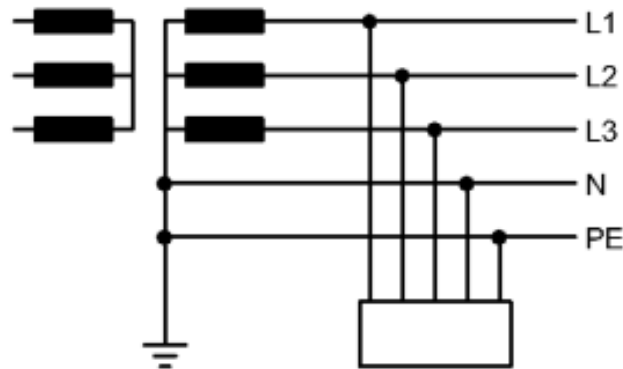


Legenda:

	Novoprojektirani kabel XP00 A 4x150 mm ²
	Kabel XP00-A 4x150 mm ²
	XP00-A 4x50 mm ²
	VNSN dionica
	Novougrađeni SMRO
	Novougrađeni SPMO
	OSIJEK KTS 236

Slika 2.2 Pozicija postojećeg SSPMO-a iz posebnih uvijete

Sustav napajanja građevine koji je definiran informacijskim sustavom energetskih certifikata (IEC), te se izvodi preko TN-S sustava. Taj sustav odvaja neutralni N vodič od zaštitnog vodiča PE (slika 2.3). Vodič PE ne spajamo sa nulnim vodičem, te jedina točka gdje se ta dva voda kratko spajaju je u zvjezdištu niskonaponskog transformatora. Na vodu PE nema napona te sa njim spajamo sve metalne površine u jednu točku radi izjednačenja potencijala. Ovaj način spajanja građevine na niskonaponsku mrežu je siguran i omogućava zaštitnoj opremi siguran i pouzdan rad.



Slika 2.3 Shema TN-S sustava

2.3 Automatski osigurači i zaštitna oprema

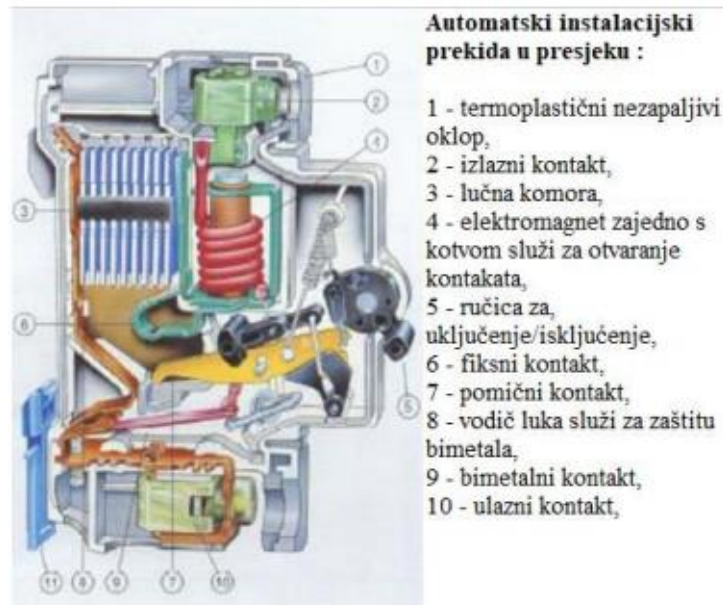
Razdjelnicu GRO štitimo glavnim 40 amperskim osiguračem. On nam omogućava pouzdano prekidanje napona na građevini u slučaju preopterećenja ili kratkog spoja. Njegova glavna uloga je šticeenje trošila unutar građevine od navedenih kvarova. Osigurač je izveden kao „najslabija karika“ u napajanju građevine tako da u slučaju kvara osigurač isklopi, te prekine napon prije nego što nastane šteta na električnim uređajima unutar stambene zgrade.

Glavna karakteristika po kojoj biramo osigurač je nazivna struja. U ovom slučaju osigurač omogućuje sustavu da trajno vodi 40A, a da njegova zaštita ne proradi. Nominalne vrijednosti struje prema automatskim osiguračima su 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, i 63 ampera. Za rasvjetu u građevinama koristimo 6A ili 10A, a za napajanje ostalih trošila jake struje koristimo osigurače 16 A ili veće.

Druga bitna karakteristika osigurača je krivulja okidanja koja nam daje detaljnu informaciju o proradi istog. U slučaju neispravno odabrane karakteristike osigurača može se dogoditi da se u mreži nalazi kvar čija struja prelazi 40A, ali vrijeme okidanja osigurača za struju koja teče kroz njega je preveliko, te zbog toga može doći do kvarova opreme koju napajamo ili u najgorem slučaju do požara. Osigurači koje instaliramo za stambenu zgradu su najčešće karakteristika B, C i D.

Treća karakteristika koju gledamo kod osigurača je rasklopna moć. Ako je impedancija kratkog spoja mala, može doći do prevelike struje kratkog spoja koja stvori luk dovoljan da nastavi voditi struju kratkog spoja koja napravi štetu. U tom slučaju trebamo izabrati osigurač s dovoljno velikom

vrijednosti rasklopne moći kakao bi to izbjegli. Za kućanstvo ugrađuju se osigurači rasklopne moći 6kA ili 10kA zato što očekujemo da NN sustav preko kojeg napajamo građevinu u trenutku kratkog spoja ne može dati više od navedene struje.



Slika 2.4 Presjek jednopolnog osigurača i njegovi dijelovi

Udar munje zaslužan je za 30% kvarova električne opreme. Zbog tog se uz glavi osigurač stavlja odvodnik prenapona koji služi kako bi spriječio daljnji rast napona, te eliminirao štetu nastalu prenaponima. Na njima se nalazi indikacija koja nam govori je li odvodnik proradio ili ne. U slučaju da je odvodnik proveo prenapon, na njemu će bit crvena oznaka koja sugerira da se on treba promijeniti, a ako je oznaka zelena odvodnik je ispravan.



Slika 2.5 odvodnik prenapona proizvođača EATON

<https://www.ellabo.hr/odvodnik-prenapona-kl-c-1p-20ka-spct2-280-1-12-me>

U slučaju da dođe do kontakta faze pod naponom sa osobom ili sa bilo kakvom metalnom površinom, struja koja izlazi iz razdjelnice neće biti jednaka sa strujom koja prolazi nul vodičem. Kako bi onemogućili udar struje opasan po život, prije svake grupe instalacija ugrađujemo sklopku diferencijalne zaštite (FID sklopka). Ona prekida napajanje svih šticećenih strujnih krugova na kojima se pojavi diferencijalna struja. Kako je poznato da je struja veća od 50 mA opasna po život čovjeka, FID sklopku dimenzioniramo tako da ona ima mogućnost prekidanja napona strujnog kruga pri struji čiji je iznos manji od struje opasne za život. U trenutku kvara FID sklopka preko feritnog prstena (toroidni transformator) registrira diferencijalnu struju te isklupi napajanje svih strujnih krugova i trošila koje ona štiti. Na taj način zaustavljamo udar električne energije prije nego što struja udara pređe smrtonosnih 50 mA.

FID sklopku postavljamo prije svakog strujnog kruga iste vrste instalacija. Na primjer, koristit ćemo jednu sklopku za priključnice, drugu za rasvjetu, treću za vanjsku instalaciju i četvrtu za vlažne prostorije. Dimenzioniramo ju na način da biramo nazivnu struju sklopke jednu razinu više od osigurača koje koristimo za zaštitu trošila. Na primjer, ako su osigurači koji su izabrani za šticećenje rasvjete stambene zgrade dimenzionirani na 10A, diferencijalnu zaštitu trebamo odabrat tako da bude jednu razinu iznad tih osigurača, u ovom slučaju 16A. FID sklopka posebno je učinkovita u prostorijama sa visokom količinom vlage kao što su kupatila, te takvi prostori zahtijevaju vlastitu diferencijalnu zaštitu zbog veće šanse od električnog udara.

Posebnu pažnju trebamo obratiti ako u kućanstvu imamo puno informatičke opreme, čija napajanja imaju struju „curenja“. Ta struja za računala iznosi oko 2 mA, za printere oko 1 mA, te za male prijenosne uređaje, punjače itd. oko 0.5mA. U tom slučaju na jednu fidovku ne smijemo spojiti više takvih trošila zato što bi zaštita detektirala štuju curenja i iskapala napajanje na toj fidovci iako ne postoji nikakav kvar. Taj problem rješavamo tako da ta podijelimo teret na još jednu fidovku ili ih izoliramo sa zasebnom fidovkom.

Uređaji kao što su strojarska oprema, napajanje komunikacijskog ormara, električni grijači itd. ne štitiimo FID sklopkom nego ih štitiimo pravilno dimenzioniranim osiguračem. U pravilu strojarsku opremu ne štitiimo FID sklopkom zato što ta oprema ima već integriranu diferencijalnu zaštitu, a opremu komunikacijskog ormara zbog navedene „struje curenja“.



Slika 2.6 FID sklopka

<https://www.el-zap.hr/proizvod/fi-sklopka-4p-trofazna/>

2.4 Elektroenergetski vodovi

Sve instalacije unutar građevine izvedene su sa kabelom NYM-J. Vodič kabela izveden je kao jednožilni bakreni vodič koji je izoliran PVC-om. Kabel koji se koristi za vanjske instalacije kao što je vanjska rasvjeta koristimo kabel NYY-J zbog njegove povećane izolacije i otpornosti na UV zračenja. Kabel sadrži tri žile od kojih jednu koristimo za napajanje trošila (L, crni), drugu kao nul vodič (N, plavi) te zaštitni vodič (PE, žuto-zeleni) kako je prikazano na slici. Svi energetske kabele polažu se podžbukno u rebraste PEHD, CS ili CSS cijevi odgovarajućih promjera. Za elektroenergetske instalacije koristimo kabel promjera $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$, a za rasvjetu kabel promjera $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$. Kako u kućanstvima koristimo LED rasvjetu visoke učinkovitosti, možemo pretpostaviti da su struje tih strujnih krugova manje u odnosu na struje napajanja ostalih trošila, te zbog toga za rasvjetu koristimo manji presjek. U slučaju trošila većih snaga koji zahtijevaju veću struju, ili prevelikih padova napona koji su uzrokovani velikim udaljenostima voda potrebno je povećati presjek kako bismo zadovoljili uvijete trošila. Na slici 2.8 vidimo trajno podnosive struje za određene kabele, te način njihovog polaganja.



Slika 2.7 prikaz slojeva NYM-J kabela promjera 2.5 mm^2

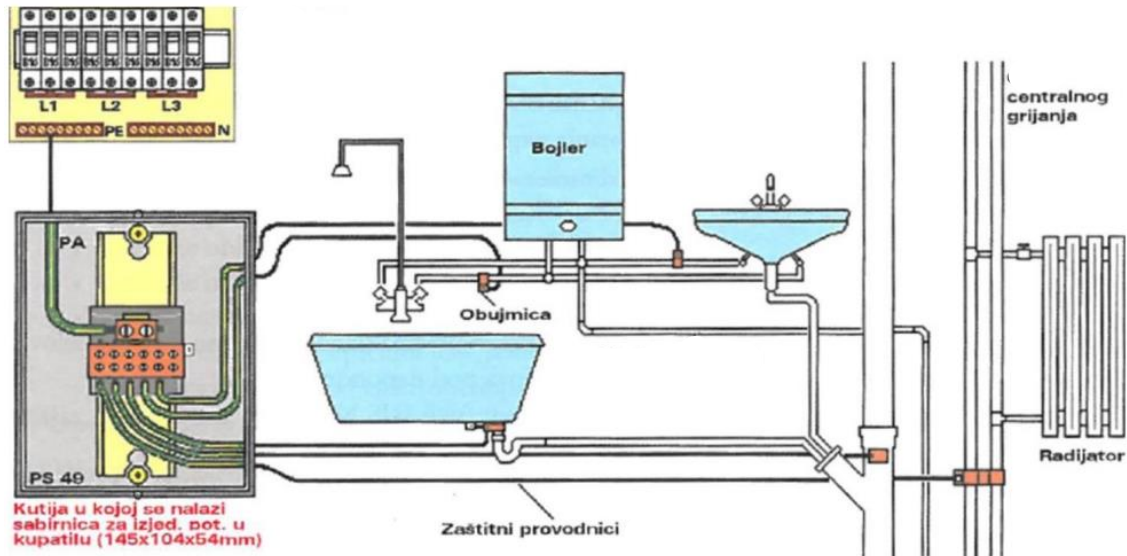
<https://www.tim-kabel.hr/index.php?lang=english>

Nazivni presjek vodiča mm ² / Nominal Cross-Section of Conductor mm ²	STRUJNO OPTEREĆENJE (A) / CURENT RATINGS (A)							
	1-žilni kabel / Single-Core Cable				2-žilni kabel / 2-Core Cable		3 i 4-žilni kabel / 3 and 4-Core Cable	
	uzemlji / in earth		uzraku / in air		uzemlji / in earth	uzraku / in air	uzemlji / in earth	uzraku / in air
	⊙	⊙⊙	⊙	⊙⊙				
1,5	41	30	27	21	30	17	27	19,5
2,5	55	39	35	28	41	23	36	26
4	71	50	47	37	53	37	46	34
6	90	62	59	47	66	48	58	43
10	124	83	81	64	88	65	78	59
16	160	107	107	84	115	87	101	78
25	208	138	144	114	150	118	132	105
35	250	164	176	139	183	149	159	129
50	296	195	214	169	-	-	188	157
70	365	238	270	213	-	-	232	199
95	438	286	334	264	-	-	280	246
120	501	325	389	307	-	-	318	285
150	563	365	446	352	-	-	359	326
185	639	413	516	406	-	-	406	374
240	716	479	618	483	-	-	473	445
300	845	539	711	552	-	-	535	510

Slika 2.8 Tablica trajno podnosivih struja za određene kabele

Kako bih omogućili razdvajanje kabela na više vodova, a da pri tom omogućimo lagan pristup radi servisa koristimo razvodne kutije. Njih je potrebno položiti u oblogu zida, te omogućiti izvoditelju da s lakoćom pristupi unutrašnjosti kutije te napravi potrebne radove. Kao i elektroenergetske kabele, razvodne kutije ugrađujemo podžbukno 30 cm od stropa prostorije. [3]

Za izjednačavanje potencijala svih metalnih površina koristimo zeleno žuti P/F vodič promjera 6,16 i 25 mm². P/F vodičem potrebno je uzemljiti temeljni uzemljivač sa razvodnim ormarom i svim metalnim cijevima za vodovod i plinovod, te antenskim stupom, olukom itd. Posebnu pažnju treba obratiti na uzemljenje instalacija i metalnih površina u kupaonicama. Kako bismo omogućili što pouzdaniju zaštitu u kupaonicama koristimo kutije za izjednačavanje potencijala (u nastavku KIP). Sve cijevi potrebno je obuhvatiti vodljivim obujmicama, i spojiti ih u jednu točku rednim stezaljkama u KIP-u. Kada biramo poziciju KIP-a moramo omogućiti lagani pristup, a da pri tome ne narušavamo estetski izgled kupaonice.



Slika 2.9 prikaz povezivanja metalnih površina u KIP.

<https://engineers.decorapro.com/hr/elektrika/zemlja/zazemlenie-vanny-v-kvartire.html>

2.5 Elektroenergetski elementi i rasvjeta

Priključnice sa zaštitnim kontaktom se izvode ugradno, na visini od 30 cm od završenog poda, s tim da određene postavljamo na druge visine ovisno o trošilu koje napajaju (npr. napa, unutarnja klima jedinica itd.). Sve priključnice spojene su na pripadajuće strujne krugove sa kabelom NYM-J 3x2.5mm². Priključnice na koje priključujemo trošila većih snaga (npr. sušilica) spajamo na vlastiti osigurač od 16A dok ostale radne priključnice ili trošila manjih snaga možemo grupirati te spajati na isti strujni krug. Priključnice koje se nalaze u kuhinji i kupaonici, te prostorijama gdje imamo izvore vode potrebno je izvesti kao ugradnu priključnicu sa poklopcem kako bismo izbjegli kvarove u slučaju da voda dođe u kontakt s istom. Na taj način zadovoljavamo propisanu IP zaštitu koja je potrebna u takvim prostorima. Sve priključnice trebaju biti udaljene 60 cm od izvora vode.

Rasvjeta stambene zgrade izvedena je modernom LED rasvjetom. Glavna prednost LED rasvjete u odnosu na tradicionalnu rasvjetu sa žarnom niti je njena učinkovitost. Dok žarulja sa žarnom niti zahtjeva oko 100 W električne energije kako bi proizvela količinu svjetlosti od 1600 lumena, LED rasvjetno tijelo proizvodi istu količinu svjetlosti za samo 15 W električne snage. Dok se kod žarulja sa žarnom niti velika većina električne energije pretvara u toplinsku energiju, te samo dio u svjetlost, LED rasvjeta skoro svu električnu energiju pretvara u svjetlost. To ju čini 85% učinkovitijom od tradicionalne rasvjete. Kabliranje rasvjete izvodi se sa kabelom NYM-J 3x1.5mm² te se upravljanje vrši sa jednopolnim, serijskim, izmjeničnim te križnim sklopkama koje će se detaljnije obraditi u nastavku rada.

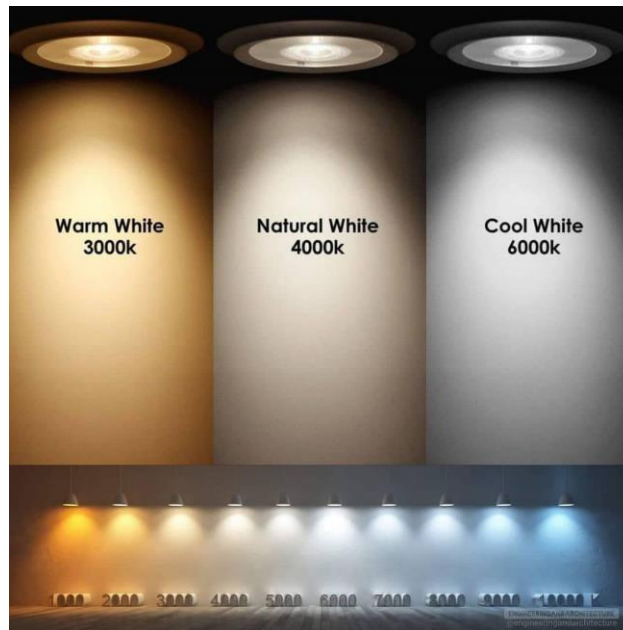
Ključni čimbenik odabira snage i količine rasvjetnih tijela u stambenom prostoru je proizvedena količina svjetlosti po četvornom metru odnosno Lux (lumen po četvornom metru). Proračun svjetlotehlike radi se tako da odredimo površinu i tip prostorije, visinu stropa i zatim odaberemo tip rasvjete koju planiramo koristiti. Kada smo definirali te parametre uzimamo visinu radne površine koja u glavnom iznosi oko 0.85 m, te se na toj površini računa količina svjetla. Ovaj proces će se detaljnije opisati u nastavku rada.

Različiti tipovi prostorija zahtijevaju različite tipove i snage rasvjete. Na primjer, za kuhinju je potrebno projektirati rasvjetu na način da sve površine budu dovoljno osvijetljene, a da pri tom izbjegnemo sjene na način da postavimo više rasvjetnih tijela na različite lokacije, dok za ostavu nije potrebno toliko detaljna razrada osvjetljenja. Jačina osvjetljenja prostorija definirana je EN 12464 standardom koji nam govori koliko Lux-a trebamo imati u svakoj prostoriji. Ti podatci nalaze se na u tablici 2.10.

SOBA	Em (lx)
Dnevna soba	200
Spavaće i radne sobe	200
Kuhinja	300
Kupatilo	200
Ostava	150
Vešeraj	200

Tablica 2.10 Razine rasvijetljenosti za određene prostorije.

Drugi važan čimbenik pri odabiru rasvjete je toplina svjetlosti. Ona se izražava u kelvinima (K) koji nam daju uvid u prividnu toplinu svjetlosti: hladno (plava nijansa) i toplo (žuta nijansa). Toplina svjetla od 5000K emitira dnevno svjetlo te je pogodno za radne prostore, dok je rasvjeta od 3000K sličnija svjetlu koje emitira svijeća te je pogodno za spavaće sobe. Razine topline rasvjete prikazane su na slici 2.11.

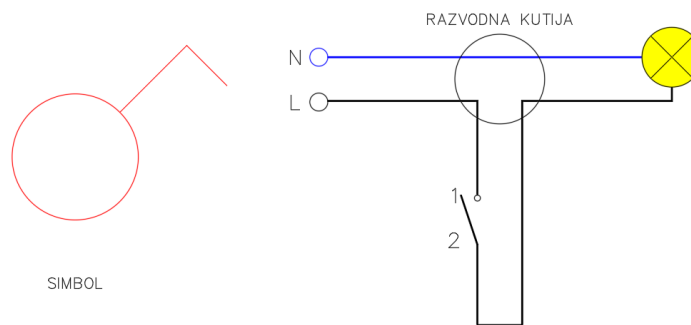


Slika 2.11 Toplina svjetlosti za određene prostorije.

<https://www.svijet-svetiljki.hr/>

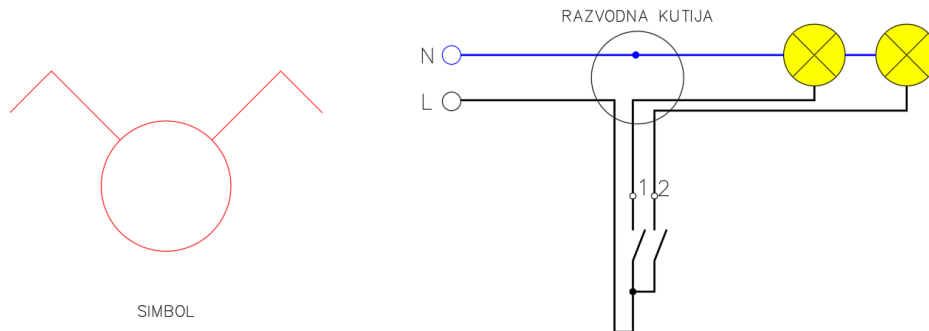
Upravljanje rasvjetom vrši se jednopolnim, serijskim, izmjeničnim i križnim prekidačima. Njihova je uloga je prekidanje i uključenje napajanja rasvjete.

Jednopolni prekidač (Slika 2.12) upravlja rasvjetom samo sa jednog mjesta. Pogodan je za upravljanje rasvjetom jedne prostorije koja nema potrebu upravljanja rasvjetom sa više pozicija.



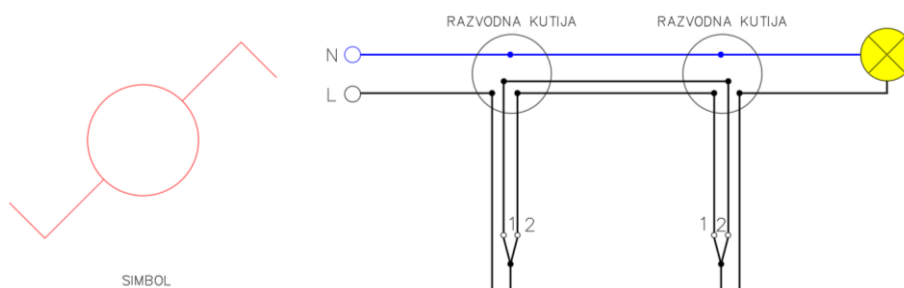
Slika 2.12 Simbol i shema spajanja jednopolne sklopke

Serijski prekidač (Slika 2.13) je dvostruki jednopolni prekidač te se postavlja u prostorije kao što su kupatila ili kuhinje gdje imamo više izvora svjetlosti te je potrebno upravljati sa svakim izvorom posebno.



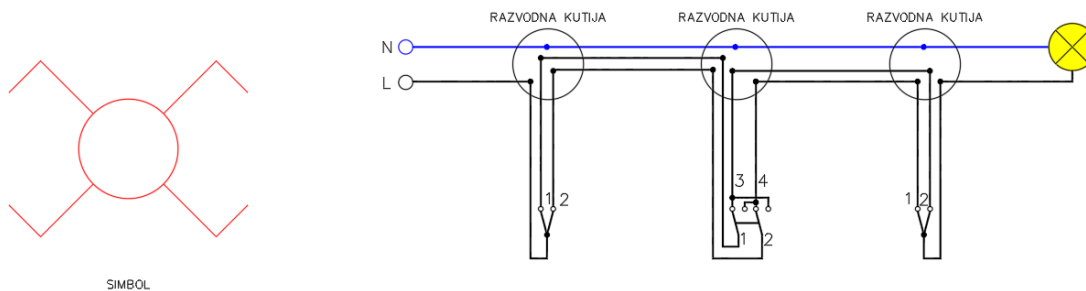
Slika 2.13 Simbol i shema spajanja serijske sklopke

Izmjenični prekidač (Slika 2.14) koristimo kada je u određenoj prostoriji potrebno upravljanje rasvjetom sa dva različita mjesta. Osmišljen je tako da pri promjeni pozicije prekidača, rasvjeta dobije ili izgubi napajanje bez obzira na poziciju drugog prekidača.



Slika 2.14 Simbol i shema spajanja izmjenične sklopke

Križni prekidač (Slika 2.15) se ugrađuje kada nam treba više od dva prekidača za upravljanje iste rasvjete. Ugrađuje se između dva izmjenična prekidača nje njegov broj nije određen, već ih možemo ugrađivati koliko nam je potrebno . Pogodan je za ugradnju u hodnicima.



Slika 2.15 Simbol i shema spajanja križne sklopke

Rasvjeta u kupatilima spaja se na posebnu FID sklopku. Razina zaštite od vlage i sitnih čestica rasvjetnog tijela u kupatilu treba biti IP 44, a prekidač se izvodi sa vanjske strane kupaonice. Biramo tip koji na sebi ima indikaciju koja daje informaciju je li rasvjeta upaljena ili ne.

2.6 Elektronička komunikacijska instalacija

Komunikacijski razvodni ormar -HD postavljen je u istoj prostoriji kao i glavni razvodni ormar. Korisnik telekomunikacijskih usluga spaja se na telekomunikacijsku mrežu optičkim single-modnim kabelom. Mjesto spajanja telekomunikacijske mreže izvodi se pomoću ugradnog ormara PEK koji se nalazi na fasadi građevine. Kako bi omogućili korisniku fleksibilnosti pri spajanju, koristimo kabelski sustav temeljen na principima međunarodnog standarda ISO/IEC IS 11801 koji definira aplikacijski neovisan strukturni kabelski sustav. Na taj način omogućavamo korisniku fleksibilnost pri promjeni operatera, tipa priključka te bilo koje opreme koju odluči koristiti za telekomunikacijsku uslugu .

Od priključne elektroničke komunikacijske kutije (PEK) do javne površine, postavlja se dupla PEHD cijev promjera 50 m u zemljani rov dubine od 0.8 m, te do krova dvostruka CSS cijev promjera 50 mm kao rezerva u slučaju promjene tipa priključka. Na ovaj način omogućavamo korisniku spajanje sa bilo kojim teleoperaterom bez obzira na njegove uvjete. Pri povlačenju komunikacijskog i energetskog kabela paralelno moramo osigurati razmak do 50cm, a u slučaju da se putanje komunikacijskog i niskonaponskog kabela križaju, trebamo osigurati kut križanja od 90 stupnjeva. U slučaju da to nije moguće, trebamo osigurati put križanja čiji je iznos veći od 45 stupnjeva.

Od PEK-a do komunikacijskog ormara HD unutar stambene zgrade polažemo dvije CSS cijevi promjera 50mm. Unutar jedne cijevi polažemo single-modni kabel sa dvije niti i FTP 4x2x0,8 mm². Drugu cijev ostavljamo kao rezervu u slučaju dodavanja dodatne opreme. Napajanje HD ormara izvodi se pomoću NYM-J kabela promjera 3x2.5mm². Kućište komunikacijskog ormara potrebno je uzemljiti pomoću P/F vodiča promjera 6 mm². [6]

U komunikacijski ormar se postavlja napojni panel za napajanje trošila unutar ormara. Kako bi omogućili korisniku fleksibilnost pri spajanju RJ45 priključnica koji se nalaze u stambenoj zgradi koristimo patch panel. On je pasivni element koji se postavlja u komunikacijski ormar te služi za preusmjeravanje signalnih kabela do njegovih priključaka. Pomoću patch kabela, izlaze modema spajamo na određene priključnice na patch panelu te na taj način omogućavamo korisniku izbor priključaka koje želi koristiti. U slučaju da modem nema dovoljno izlaza potrebno je u komunikacijski ormar ugraditi switch kojeg ćemo koristiti kako bismo povećali broj internetskih izlaza, te omogućili internet svim uređajima koji imaju potrebu za internetskim priključkom.

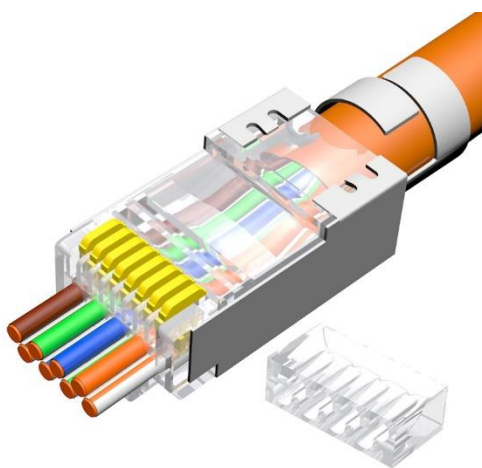


Slika 2.16 Prikaz patch panela od 24 unita i napojnog panela u rack izdanju

<https://no.rs-online.com/web/p/rj-patch-panels/0557177>

Svo kabliranje komunikacijskih instalacije vrši se pomoću FTP 4x2x0.8 mm kabela koji podržava kategoriju 6. Cat 6 kabel ima bolje karakteristike prijenosa uz manje šumove u odnosu na cat. 5 i cat. 5e. On nam omogućuje prijenos informacija brzinom 10 Gb po sekundi uz frekvenciju do 250 MHz-a, ali zbog toga je ograničen sa udaljenošću od 55m. U slučaju da nam je potreban komunikacijski kabel dulji od 55 metara, koristimo kabel kategorije 6a. Na krajeve kabela postavljaju se RJ45 priključnice. Serijsko spajanje FTP kabela nije tehnički ispravno te ga treba izbjegavati.

Za potrebe bežičnog Wi-Fi interneta koristimo uređaj „Access point“. Njegov radijus obuhvaća 10 metara pa je dovoljno postaviti jedan uređaj u dnevnu sobu kako bismo bežičnom internetskom vezom obuhvatili cijelu građevinu.

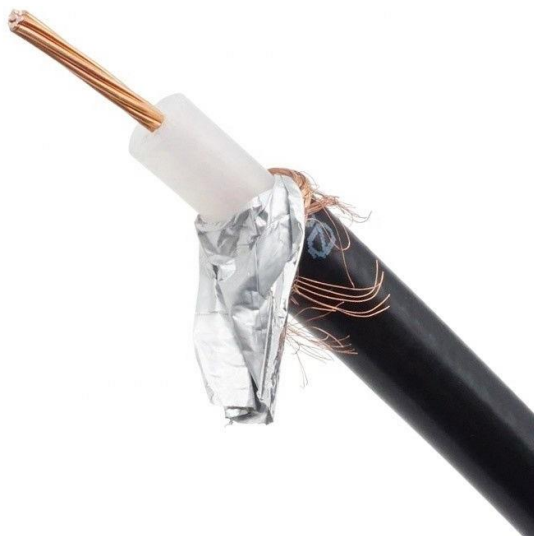


Slika 2.17 Prikaz spajanja FTP kabela sa RJ45 priključkom

<https://satmaximum.com/what-is-rj45-connectors.html>

Za potrebe antenskih instalacija postavlja se antenski stup. Njegovu lokaciju biramo nakon mjerenja i nalaženja pozicije sa najjačim signalom. Stup treba uzemljiti P/F kabelom promjera 16mm te na njega postavljamo digitalnu i/ili analognu antenu. Od digitalne antene do HD ormara postavljamo osam coax kabela. Te kabele potrebno je položiti u CSS cijev promjera 50 mm. Unutar komunikacijskog ormara postavljamo odcjepnik antenskog zemaljskog digitalnog signala sa minimalno 1 ulaza na minimalno 5 izlaza te se od odcjepnika postavlja radijalno isti tip antenskog kabela do terminalne antenske priključnice.

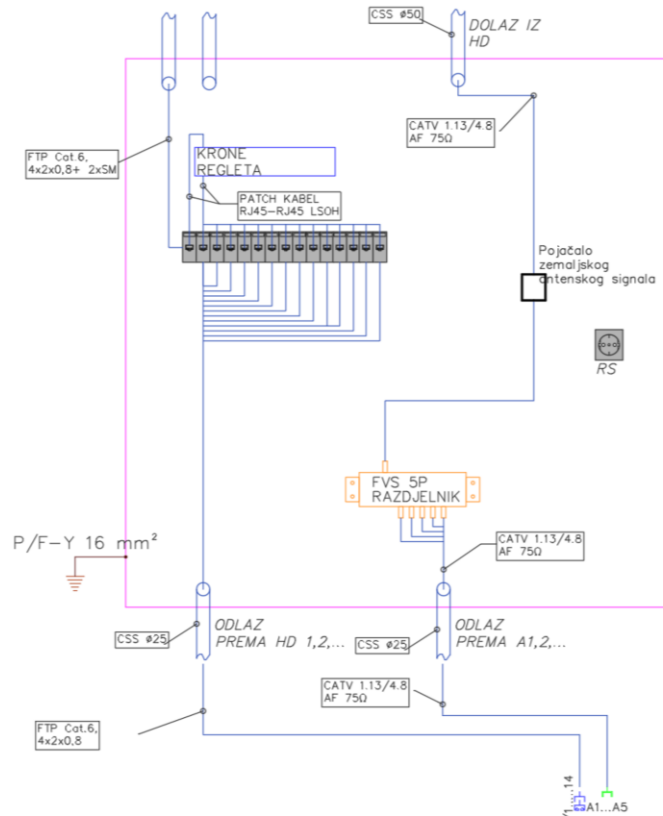
Kabliranje je potrebno vršiti sa CATV 1.12/4.8 AF 75 Ω koji se polaže podžbukno te treba biti zaštićen zaštitnom samogasivom cijevi promjera 16 mm. Serijsko spajanje navedenog kabela nije dozvoljeno.



Slika 2.18 presjek COAX kabela

<https://www.tim-kabel.hr/index.php?lang=english>

Blok shema opreme u komunikacijskom ormaru HD za antenske i komunikacijske instalacije prikazana je na slici 2.19.

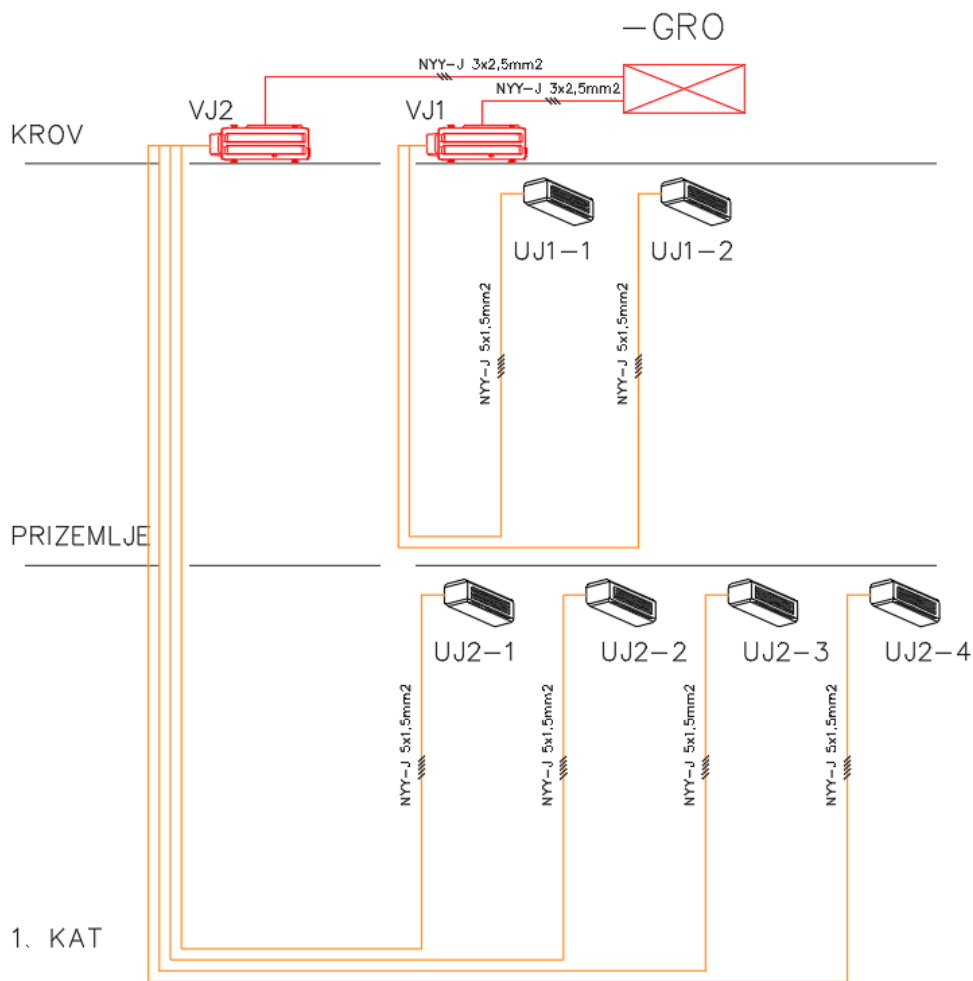


Slika 2.19 Blok shema komunikacijskog ormara -HD sa antenskom opremom

2.7 Napajanje strojarske opreme

Nakon izrade strojarskog projekta koji se bavi ventilacijom, grijanjem, hlađenjem te pripremom tople vode potrebno je napojiti sva trošila.

Za hlađenje građevine predviđen je multi split sustav s vanjskim i unutarnjim klima jedinicama. Radi na način da jednu vanjsku klima jedinicu koristimo za hlađenje više prostorija sa unutarnjim klima jedinicama. Unutarnje i vanjske klima jedinice postavljamo na pozicije predviđene strojarskim projektom. Pozicija vanjske klima jedinice nalazi se na krovu građevine te ju je potrebno napojiti kabelom NYY-J 3x2,5 mm² iz razdjelnice GRO. Između vanjske i unutarnjih klima jedinica polažemo kabel NYY-J 5x1.5 mm² kako bi omogućili njihovo napajanje i međusobnu komunikaciju. Za razliku od unutarnjih jedinica, vanjsku jedinicu štitimo vlastitim osiguračem nazivne struje 16A. Kako bih omogućili upravljanje klimatizacije termostatom, potrebno ih je spojiti komunikacijskim kabelom CAT 5e.



Slika 2.20 Prikaz multi split sustava

Za pripremu tople vode predviđen je sustav s plinskim bojlerom i akumulacijskim spremnikom. Plinski bojler je potrebno zasebno napojiti iz razdjelnice -GRO kabelom tipa NYM-J 3x2,5 mm².

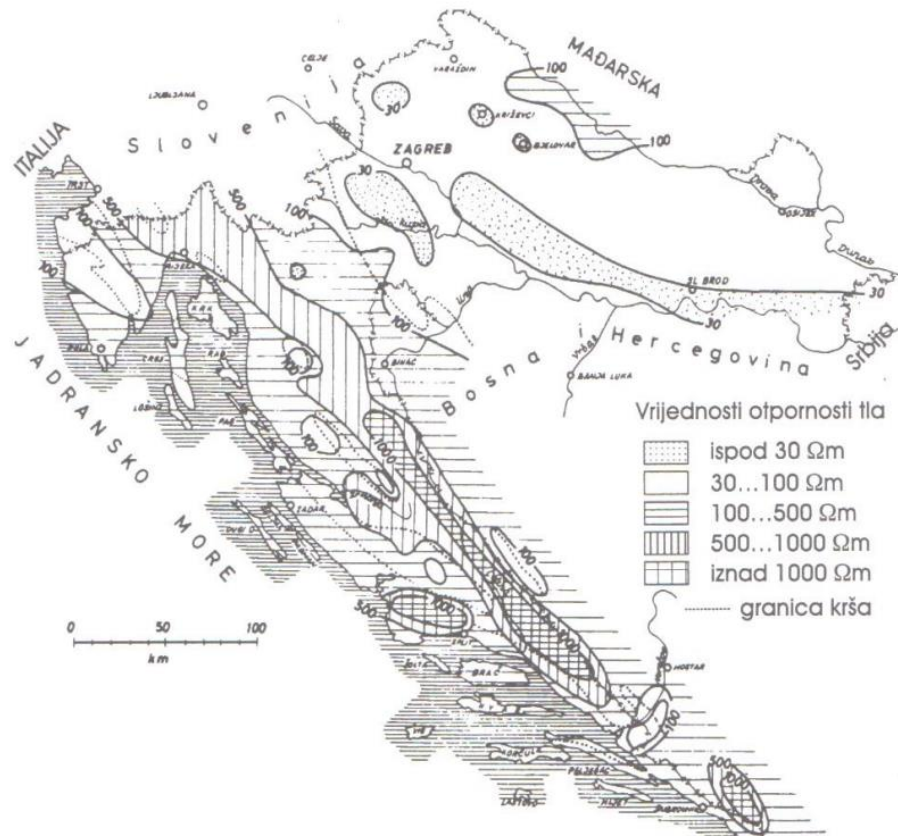
Sve strojarske elemente sa metalnim kućištem trebamo uzemljiti P/F vodičem promjera 6 mm².

2.8 Uzemljenje i zaštita od udara munje

Kako za napajanje građevine koristimo TN-S sustav, potrebno je osigurati kvalitetno uzemljenje građevine. Kako bismo omogućili zaštitnim uređajima kvalitetno uzemljenje i na taj način osigurali dovoljno brzu proradu istih, potrebno je projektirati sustav uzemljenja na način da ukupan otpor uzemljenja ne prelazi 10Ω . Polaganjem Fe/Zn trake dimenzije 25×4 mm smanjujemo otpor uzemljivača. Traku treba položiti 80 cm ispod površine tla, najmanje 10 cm iznad donjeg ruba temelja.

Na temeljni uzemljivač potrebno je povezati ormare GRO, RO2, HD, SSPMO te PEK na način da do njih dovedemo Fe/Zn traku ili P/F vodič promjera 25 mm^2 te stezaljkama i obujmicama povežemo sve potrebne elemente.

Glavni faktor koji utječe na otpor uzemljivača te duljinu trake koju trebamo položiti ispod građevine je otpor tla u koju se navedena traka polaže. Iz karte koja prikazuje otpornost tla za određene dijelove Hrvatske pri dubini od jedan metar (slika 2.21), možemo iščitati pretpostavljen otpor.

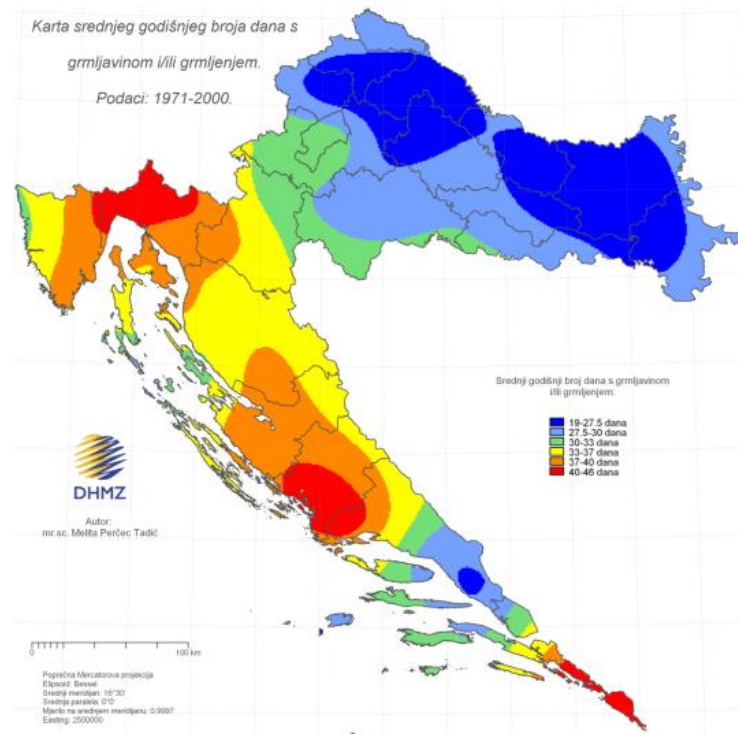


Slika 2.21 Karta hrvatske sa vrijednostima otpora zemlje

Nakon određivanja otpora tla, projektant određuje potreban tip i duljinu uzemljivače trake. Detaljniji opis projektiranja uzemljenja bit će prikazan u praktičnom dijelu rada.

Proračunom rizika udara munje i gubitka ljudskih života koji će bit prokazan u poglavlju proračuna utvrđeno je da nema potrebe za postavljanjem gromobrana, ali zbog zaštite strojarske opreme koja se nalazi na krovu i želje investitora da u budućnosti instalira fotonaponsku elektranu potrebno ga je postaviti.

Kako bi zaštitili osjetljivu opremu od atmosferskih pražnjenja, potrebno je na krov građevine postaviti sustav zaštite od munje (LPS- Lightning protection system). Najprije utvrđujemo broj grmljavinskih dana za područje u kojem se građevina nalazi. Na slici 2.22 možemo vidjeti da za područje na kojem se ova građevina nalazi imamo 27.5 grmljavinskih dana u godini. Zatim je potrebno odrediti razinu zaštite. Proračunom rizika ustanovljeno je da je za ovu građevinu potrebno postaviti sustav zaštite od munje razine LPS IV.



Slika 2.22 Karta hrvatske sa prikazom broja grmljavinskih dana u godini

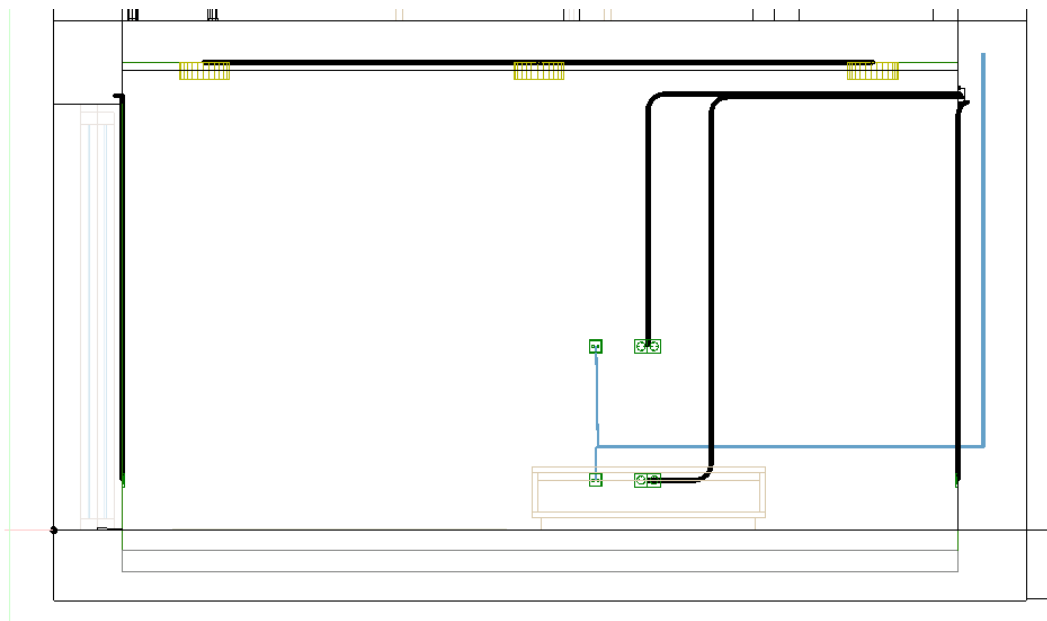
Sustav LPS se izvodi na način da oko ruba krova postavimo aluminijski vodič promjera 8mm^2 te da na kutove građevine postavimo gromobranske hvataljke. Taj se sustav odvodom spaja na temeljni uzemljivač te se između spojeva postavlja mjerno mjesto.

Detaljniji opis projektiranja uzemljivača bit će opisan u praktičnom dijelu rada.

3. PROJEKTIRANJE U BIMU

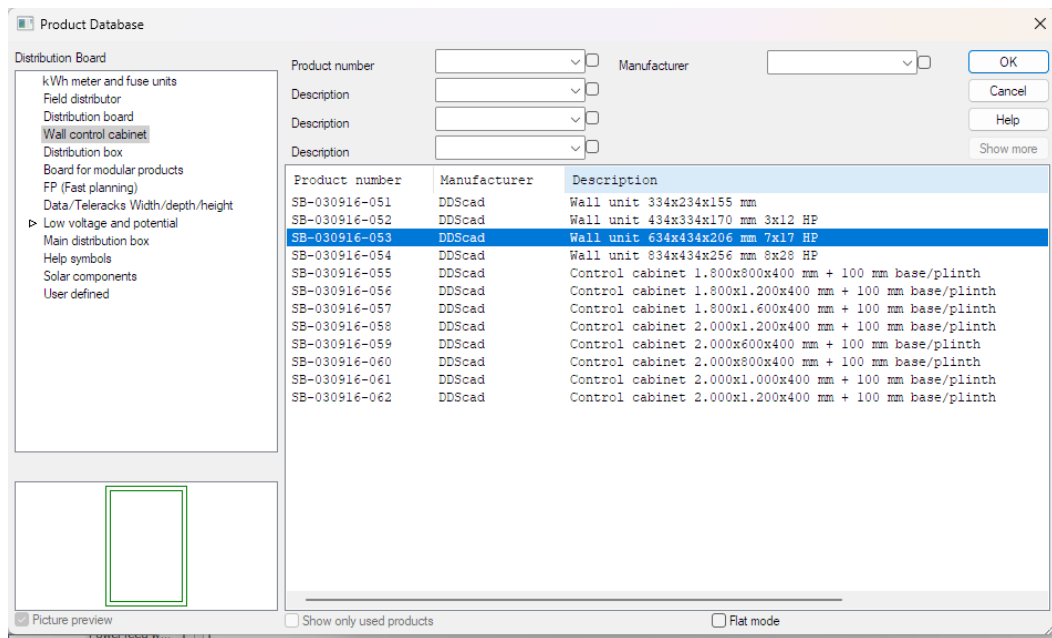
3.1 Odabir zaštitne opreme

Prije projektiranja u BIM programu, potrebno je uvesti arhitektonski ifc. file. Taj file sadržava 3D i 2D model građevine te sve njene informacije koje uključuju temelje, slojeve zidova, materijale, otvore, namještaj itd. Na taj način projektant može odrediti najbolje pozicije za postavljanje određenih elemenata. Npr. ako je arhitekt predvidio poziciju i visinu televizora, ta informacija nam može pomoći pri određivanju tipa, količine i visine priključnica koje su potrebne za elektroenergetska i ostala napajanja.



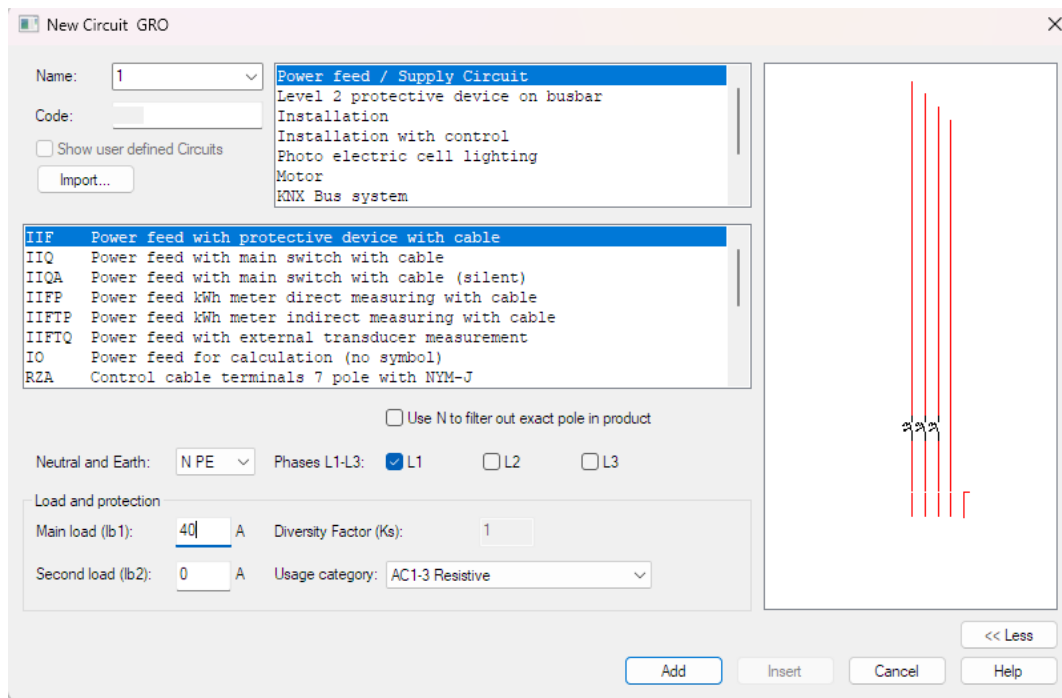
Slika 3.1 Primjer pozicija priključnica i polaganja kabela

Prije svega, potrebno je definirati poziciju ormara GRO. Njegovu poziciju biramo na način da bi osigurali korisnicima lagan pristup osiguračima, a da i dalje ne narušava izgled građevine. U ovom slučaju biramo ugradni ormar dimenzija 634 mm (visina) x 434 mm (širina) x 206 mm (dubina) kojeg smo izabrali sa kataloga programa (slika 2.2) i postavljamo ga u prostoriju ostave. Program nam nudi izbornik u kojem biramo visinu polaganja ormara od poda i odabir njegovog naziva.



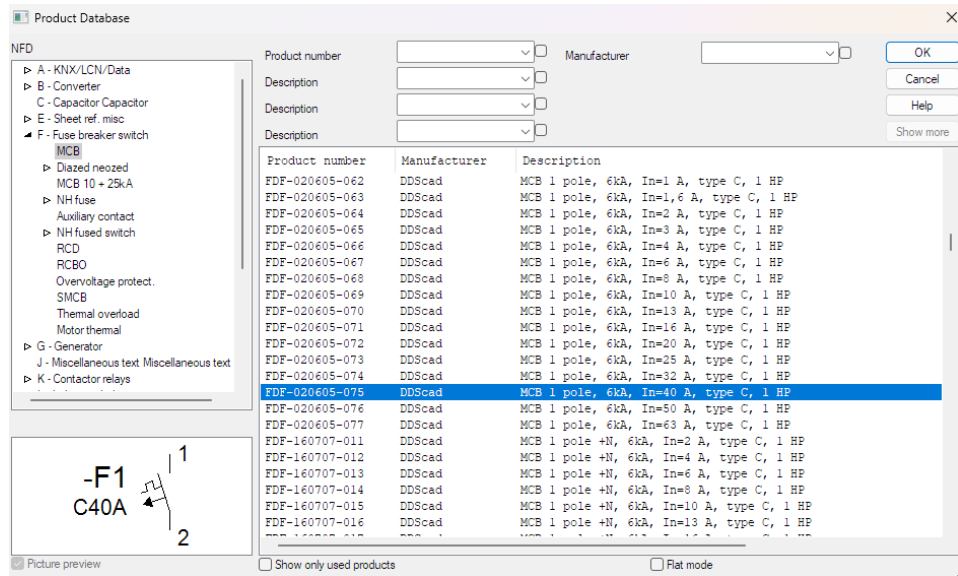
Slika 3.2 Katalog ugradnih energetskih ormara

Nakon odabira pozicije i tipa razdjelnice, potrebno je odabrati elemente koje polažemo u istu. Prije svega postavljamo glavni zaštitni osigurač nazivne struje 40A. Nakon odabira izbornika „new circuit“ program nam daje opciju da odabiremo 3 razine zaštite.



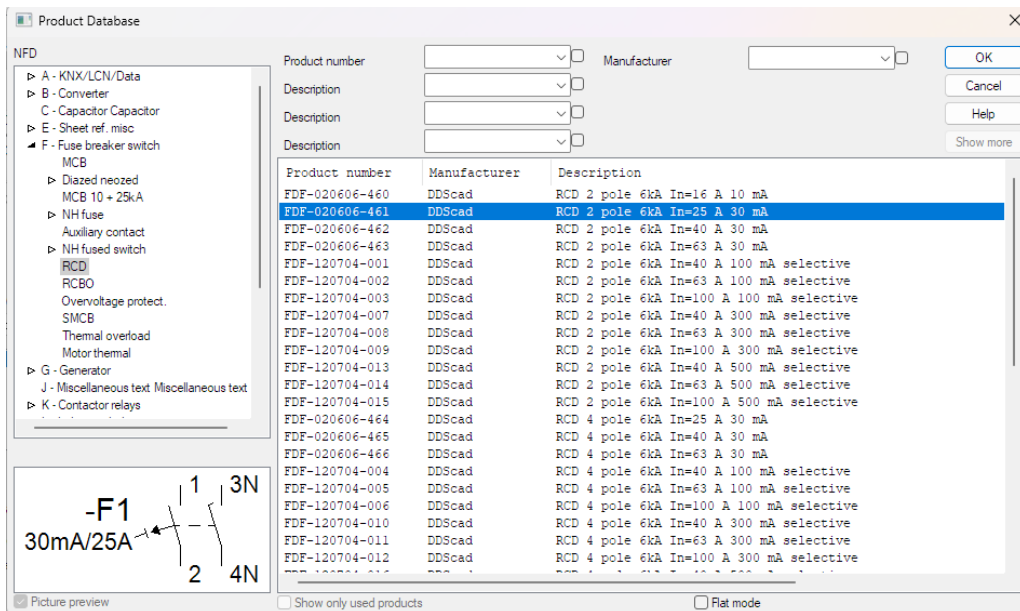
Slika 3.3 Prikaz razina zaštite osigurača

Odabiremo 1. razinu koja služi za šticeenje napajanja građevine, te za njega definiramo broj faza, tipovi kabela, nazivnu struju i tip osigurača. U 1. razinu zaštite ulazi i prenapona zaštita koju dodajemo iduću.



Slika 3.4 Katalog osigurača

Nakon odabira glavnog osigurača i prenaponske zaštite, biramo 2. razinu zaštite koja je u ovom slučaju diferencijalna FID (RCD) sklopka. Kako je navedeno u prijašnjem dijelu rada, istu biramo na način da nazivna struja treba biti manja od glavnog osigurača ali veća od osigurača koje štiti. Također biramo diferencijalnu struju koja ne smije prelaziti 50 mA kako bismo zaštitili ljudski život u slučaju da osoba dođe u kontakt sa vodičem pod naponom. Iz kataloga biramo diferencijalnu sklopku nazivne struje od 25A s karakteristikom C i osjetljivosti diferencijalne struje iznosa 30mA.



Slika 3.5 Katalog FID sklopki

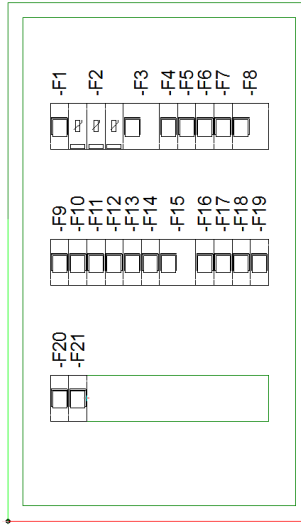
Treća razina zaštite su minijaturni osigurači koje dimenzioniramo ovisno o trošilu i tipu instalacije koje napajamo. Za energetska instalacija koristimo osigurače nazivne struje 16A karakteristike C sa rasklopnom moći od 6 kA, a za rasvjetu koristimo isti osigurač sa nazivnom strujom od 10A.

Nakon dodavanja svih potrebnih zaštitnih elemenata i definiranja njihovih ulaznih parametara dobijemo tablicu sa shematskim prikazom i popisima trošila koja će ti uređaji štititi.

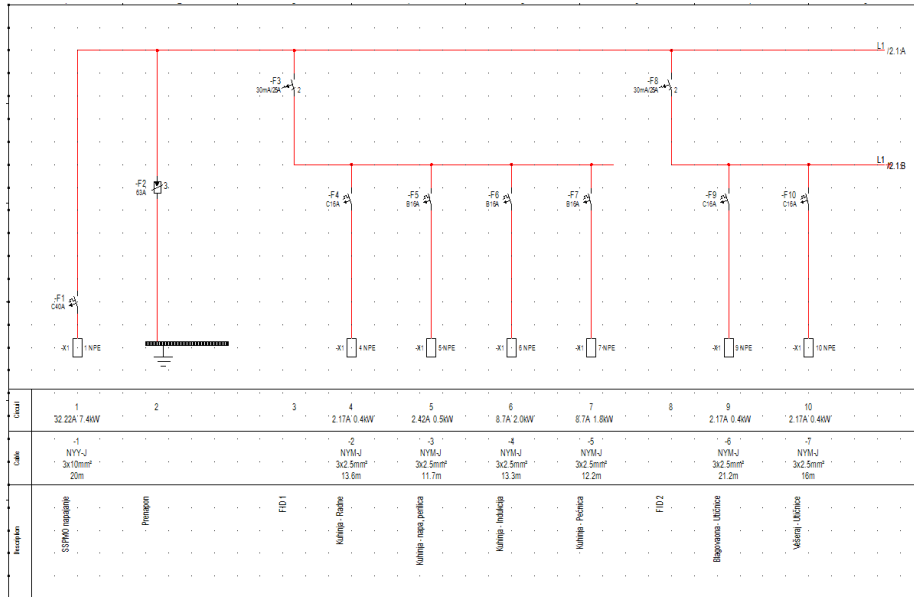
1	2/3	Connected	Circuit	Device	Terminal	Cable	Voltage	Comp. 5	Text
1			1, 1~ ...	F1, 40A	X1: 1 N ...	1, NYM-J, 3x10...	230V	E1	SSPMO napajanje
			2, 1~, 1					Z1	Prenapon
			3, 1~	F3, 25A					FID 1
			4, 1~, 1	F4, 16A	X1: 4 N ...	2, NYM-J, 3x2....	230V	Z2	Kuhinja - Radne
			5, 1~, 1	F5, 16A	X1: 5 N ...	3, NYM-J, 3x2....	230V	Z3	Kuhinja - napa, perlica
			6, 1~, 1	F6, 16A	X1: 6 N ...	4, NYM-J, 3x2....	230V	Z4	Kuhinja - Indukcija
			7, 1~, 1	F7, 16A	X1: 7 N ...	5, NYM-J, 3x2....	230V	Z5	Kuhinja - Pečnica
			8, 1~	F8, 25A					FID 2
			9, 1~, 1	F9, 16A	X1: 9 N ...	6, NYM-J, 3x2....	230V	Z6	Blagovaona - Utičnice
			10, 1~, 1	F10, 16A	X1: 10 ...	7, NYM-J, 3x2....	230V	Z7	Vešeraj - Utičnice
			11, 1~, 1	F11, 16A	X1: 11 ...	8, NYM-J, 3x2....	230V	Z8	Vešeraj - Perlica
			12, 1~, 1	F12, 16A	X1: 12 ...	9, NYM-J, 3x2....	230V	Z9	Vešeraj - Sušilica
			13, 1~, 1	F13, 16A	X1: 13 ...	10, NYM-J, 3x2....	230V	Z10	Dnevna soba - Utičnice
			14, 1~, 1	F14, 16A	X1: 14 ...	11, NYM-J, 3x2....	230V	Z11	Dnevna soba - Utičnice
			15, 1~	F15, 16A					FID RASVJETA
			16, 1~, 1	F16, 10A	X1: 11 ...	12, NYM-J, 3x1....	230V	Z12	Rasvjeta, 003 Dnevna soba
			17, 1~, 1	F17, 10A	X1: 12 ...	13, NYM-J, 3x1....	230V	Z13	Rasvjeta
			18, 1~, 1	F18, 10A	X1: 13 ...	14, NYM-J, 3x1....	230V	Z14	Rasvjeta
			19, 1~, 1	F19, 16A	X1: 14 ...	15, NYM-J, 3x1....	230V	Z15	Klimatizacija
			20, 1~, 1	F20, 16A	X1: 15 ...	16, NYM-J, 3x2....	230V	Z16	Odvod do RO2
			21, 1~, 1	F21, 16A	X1: 16 ...	17, NYM-J, 3x2....	230V	Z17	Odvod do HD , 003 Dnevna soba

Slika 3.6 prikaz svih strujnih krugova ormara GRO

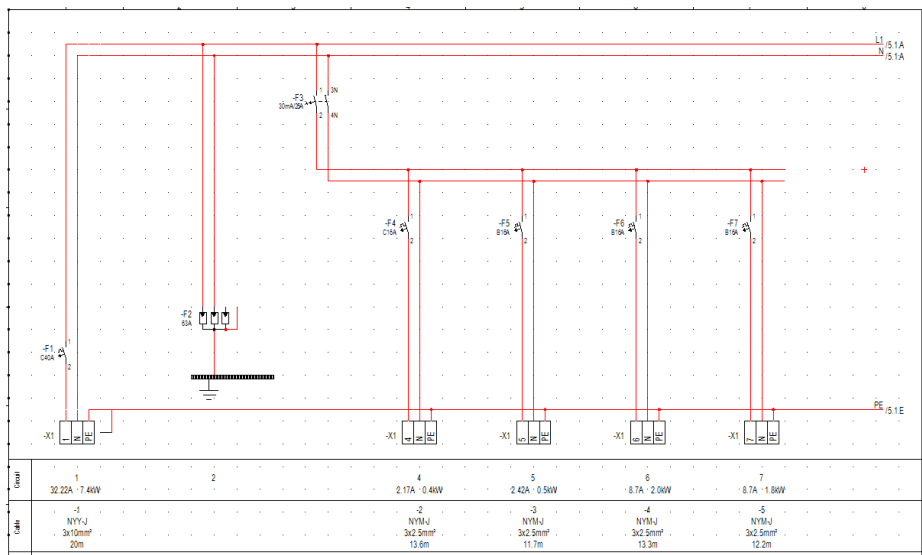
Odabirom opcija razvodne kutije, program automatski izrađuje jednopolne i višepolne sheme slika (3.8), te raspored osigurača u odabranom ormaru (slika 3.7). Na taj način izvođač radova može sa sigurnošću i preciznošću ugraditi elemente ormara koji su definirani projektom.



Slika 3.7 Preraspodjela elemenata unutar GRO-a



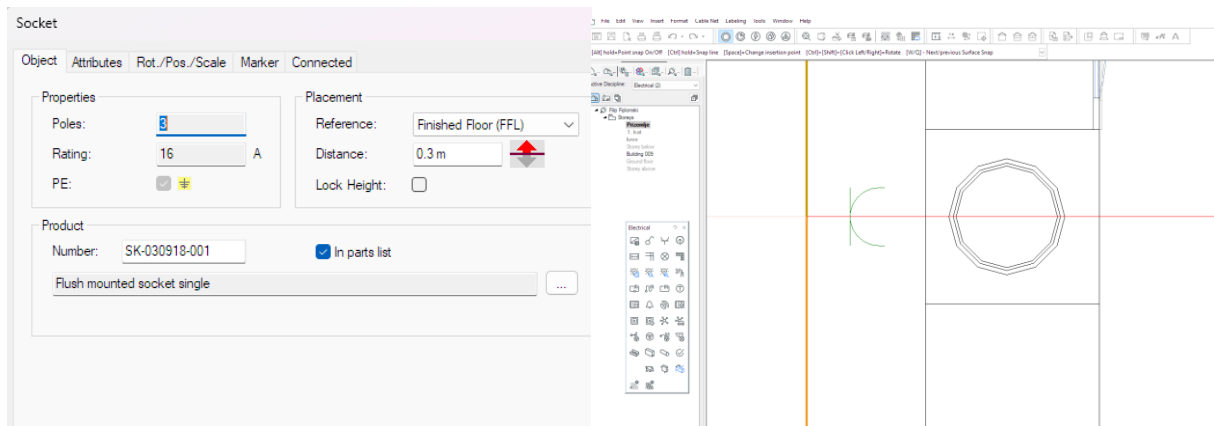
Slika 3.8 Jednopolna shema ormara GRO



Slika 3.9 Strujna shema ormara GRO

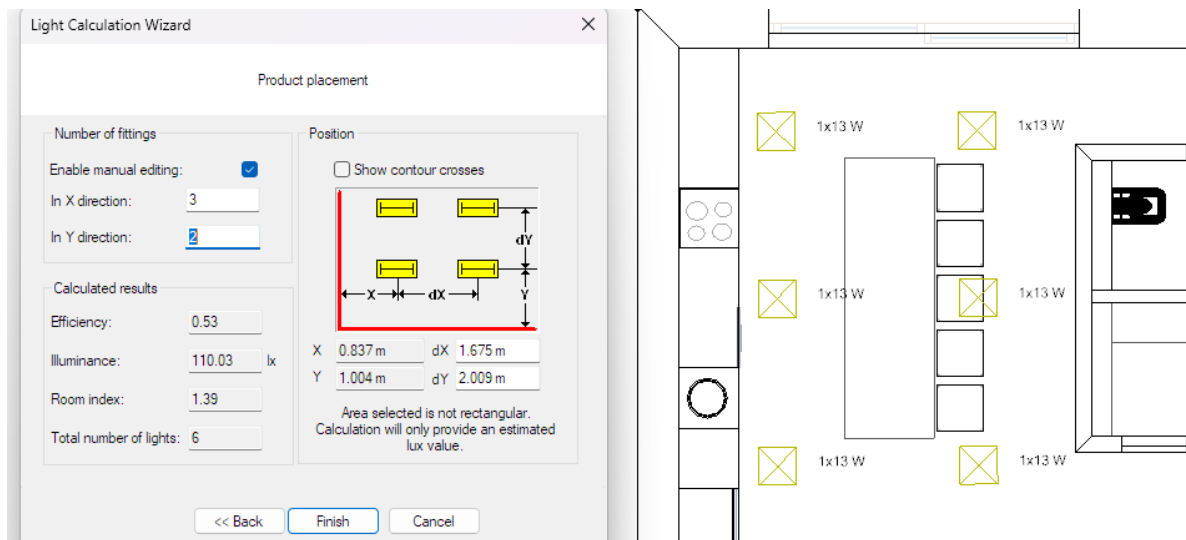
3.2 Odabir rasvjete i elektroenergetskih elemenata

Idući korak pri projektiranju je definicija pozicija priključnica. Iz kataloga biramo model priključnice koji nam je potreban. Pri odabiru trebamo obratiti pozornost da za vlažne i vanjske prostore građevine moramo postaviti priključnice sa poklopcem sa propisanim stupnjem IP zaštite te ih udaljiti 60 cm od potencijalnog izvora vode. Nakon odabira modela trebamo odrediti visinu na koju se priključnica polaže, tip ugradnje i njenu nazivnu struju. Zatim u 2D nacrtu biramo poziciju ugradnje.



Slika 3.10 Prikaz odabira jednostruke priključnice

Nakon priključnica biramo tip i poziciju rasvjete. Rasvjetu projektiramo na način da odaberemo izbornik za proračun rasvjete, zatim nam program ponudi sa nekoliko načina pozicioniranja. Najprihvatljiviji način je da se definira obuhvat prostorije koju želimo osvijetliti. Pri tome je nužno obratiti pozornost na visinu na koju se rasvjeta postavlja, visinu radne površine na kojoj se vrši proračun, te količina rasvijetljenosti (lx). Nakon unošenja svih ulaznih parametara otvaramo katalog i biramo prikladno rasvjetno tijelo sa odgovarajućim izvorom svjetla. U ovom slučaju odabrali smo LED ugradno rasvjetno tijelo snage 13 W. Program automatski raspoređuje rasvjetna tijela kako bi zadovoljio zadanu razinu osvijetljenja od 200 lx.



Slika 3.11 Prikaz odabira rasvjete

Prije postavljanja prekidača za upravljanje rasvjetom potrebno je odabrati tip i njegovu poziciju. Prekidače postavljamo na visinu od 110 cm sa unutrašnje strane prostorije. Njegova točna pozicija ovisi o rasporedu namještaja i orijentaciji otvaranja vrata. Kako bismo izbjegli koliziju sa istim, projektant treba odabrati poziciju prekidača na način da on bude vidljiv i lako dostupan pri ulasku u prostoriju. Iznimka su kupaonice čije je prekidače potrebno postaviti sa vanjske strane.

Tip prekidača biramo ovisno o rasporedu prostorije. Ako se radi o ostavama ili jednostavnijim prostorijama dovoljan je jednopolni prekidač. U slučaju da rasvjetu treba kontrolirati sa dva mjesta postavljamo izmjenične prekidače, a ako rasvjetu treba kontrolirati sa tri ili više mjesta postavljamo križne prekidače.

Otvaranjem izbornika „switch“ otvara nam se katalog u kojem definiramo parametre prekidača. Nakon odabira tipa prekidača i definiranja visine polaganja, u 2D modelu ucrtavamo njegovu poziciju slično kao i kod priključnica.

Nakon odabira pozicija priključnica, rasvjetnih tijela i prekidača, sva trošila je potrebno napojiti odgovarajućim kabelima. Kako bih uštedjeli na materijalu i omogućili izvoditeljima radova da imaju lagan pristup vodičima, koristit ćemo razvodne kutije.

Nakon klika na izbornik „cable“ otvaraju nam se opcije u kojima definiramo tip kabela. U katalogu je potrebno pronaći željeni kabel. Kako sve kabele koji se polažu podžbukno treba zaštititi zaštitnim cijevima, označimo kvačicu „use conduit“ i odaberemo promjer zaštitne cijevi od 16 mm.

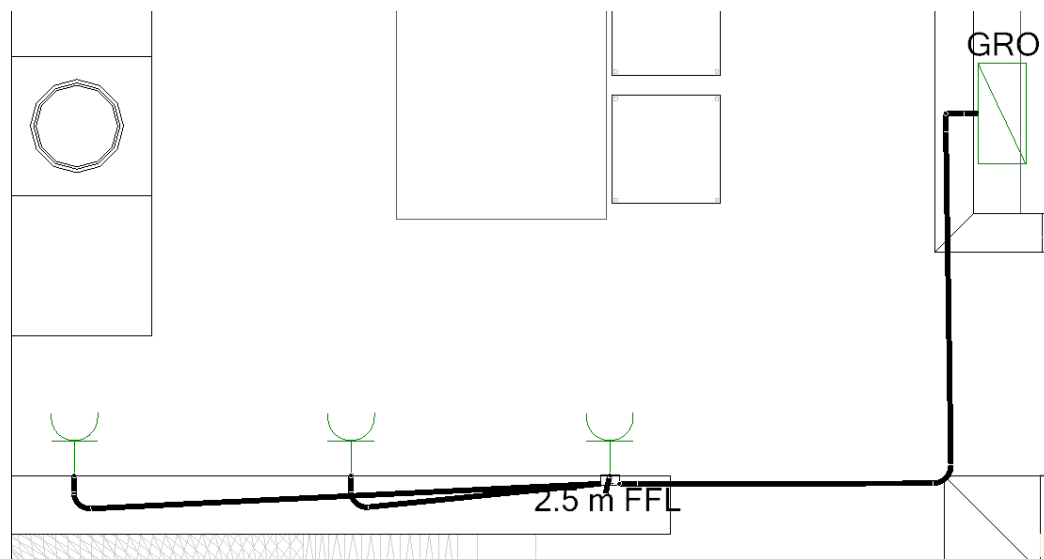
Property	Value
▲ Cable	
Product number	IS-030916-007 ...
Product	PVC insulated Cu cable NYM 3x1,5 mm ²
Cable type	NYM-J ▾
Cores	3
Dimension	1.5 mm ² ▾
N/PE	N PE ▾
Parallel	1
Bending radius	<input type="checkbox"/> 42 mm
▲ Annotation +	
Name	
Number	
Tag	...
▲ Mounting	
Installation Method	Embedded ▾
▲ Voltage drop	
Selected segment	-
To distribution board	-
▲ Conduit	
Use conduit	<input checked="" type="checkbox"/>
Product number	RO-041008-003 ...
Product	Conduit PVC DN-25 FBY-EL flexible light
Cable OD	10.5 mm
Capacity factor	40 %
Conduit ID min.	16.6 mm

Slika 3.13 Prikaz definiranja karakteristika kabela

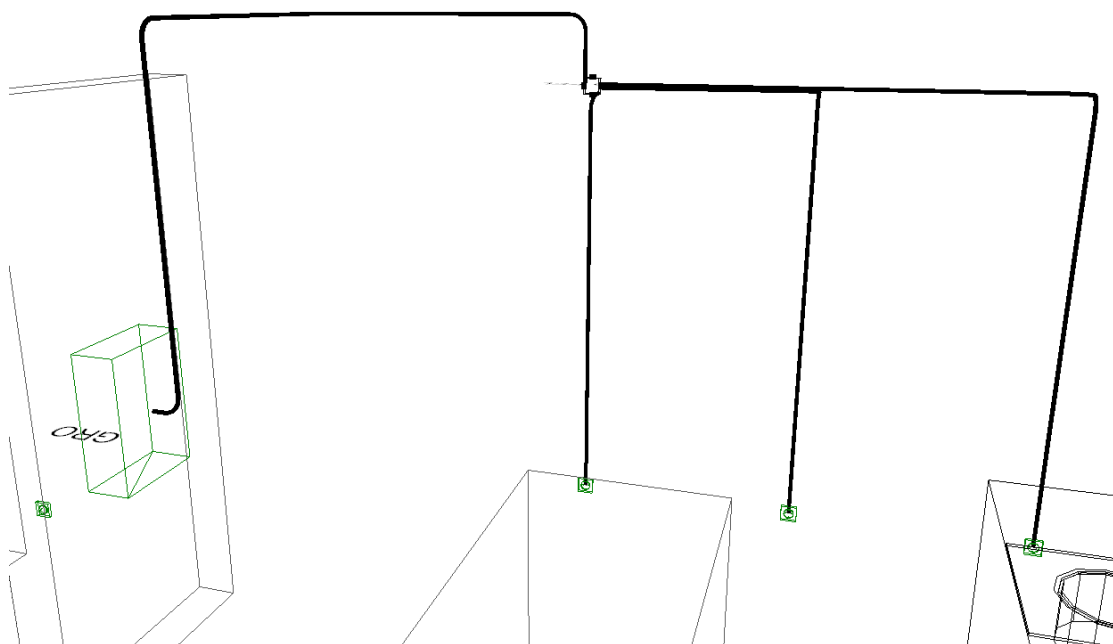
Zatim definiramo razvodnu kutiju koju koristimo za razvod napajanja na više mjesta. Klikom na ikonu „junction box“ iz kataloga odabiremo razvodnu kutiju te biramo njenu poticaju i visinu polaganja. Pozicija treba bit odabrana tako da bude jednako blizu svim priključnicama i da bude odaljena od stropa 30 cm.

Iz menija koji prikazuje sve strujne krugove možemo odabrati strujni krug na koji spajamo priključnice. Nakon odabira kabela i strujnog kruga postavljanjem miša preko ormara otvara nam se izbornik gdje možemo odabrati koji ulaz koristimo u tom ormaru. Nakon odabira ulaza vučemo kabel u zidu pri čemu moramo pripaziti da izbjegnemo koliziju sa drugim elementima. Pritiskom tipke „page up“ ili „page down“ biramo na kojoj visini želimo vući kabel.

Nakon spajanja ormara sa razvodnom kutijom, te spajanja razvodne kutije sa trošilima program automatski poveže ta trošila sa odabranim strujnim krugom. Osim pogleda iz 2D nacrtu, spajanje možemo pogledati i u 3D nacrtu kako bismo utvrdili da nije došlo do kolizije sa ostalim elementima stambene zgrade.



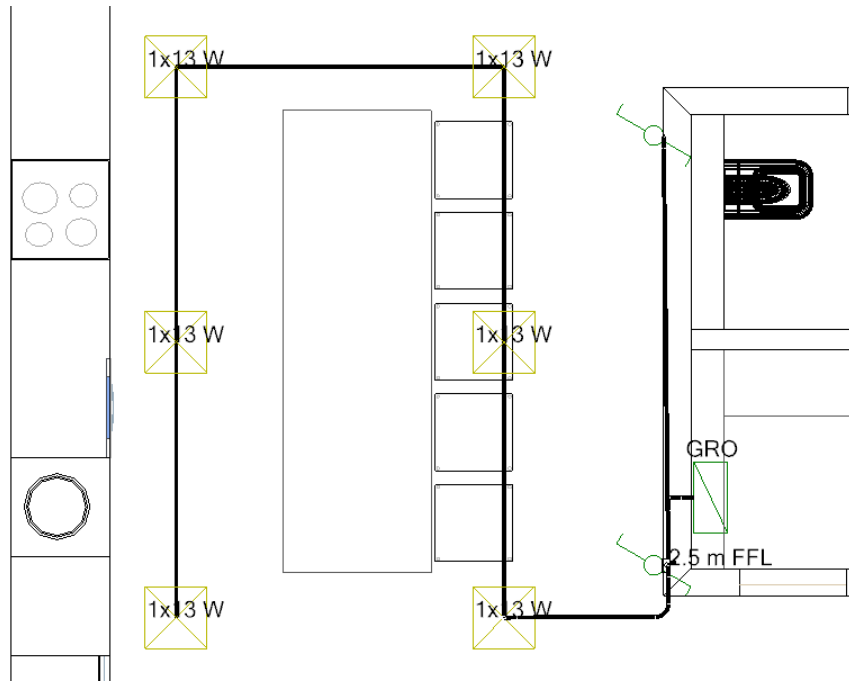
Slika 3.14 2D prikaz postavljana kabela i priključnica



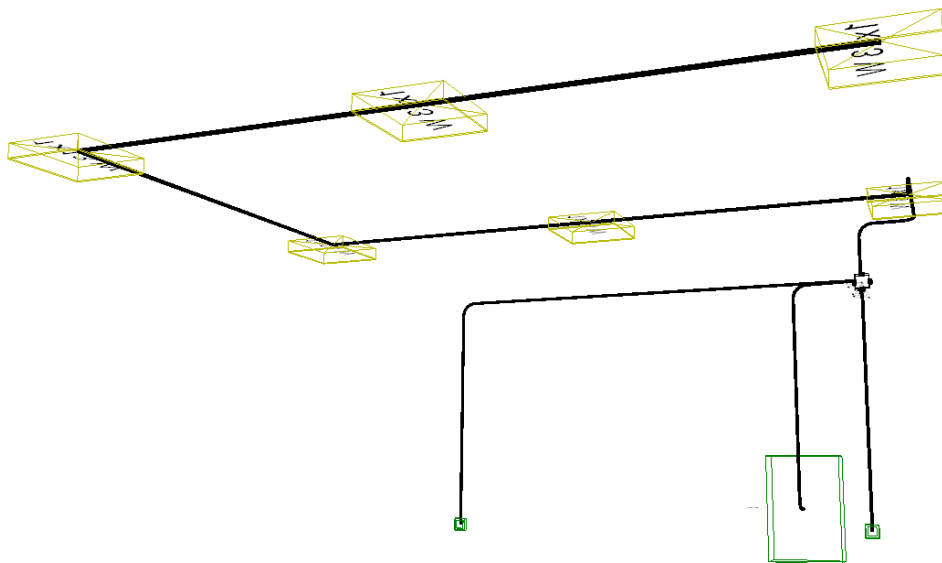
Slika 3.15 3D prikaz postavljana kabela i priključnica

U slučaju da kabel trebamo povući na kat iznad, pri povlačenju kabela lijevim klikom miša nam se otvara izbornik gdje možemo odabrati opciju „end in storey above/below“. Kada smo to odabrali, na katu do kojeg vučemo vod samo nastaviti provlačenje.

Ovaj proces ponavljamo i za rasvjetu.



Slika 3.16 2D prikaz spajanja rasvjete

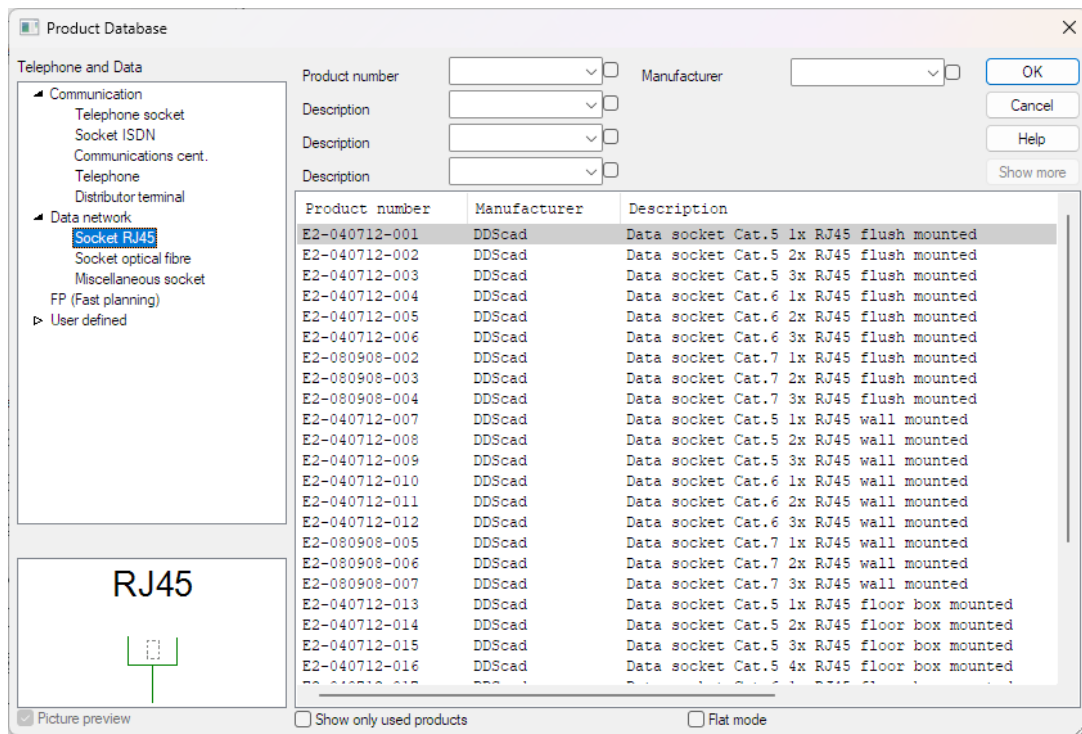


Slika 3.17 3D prikaz spajanja rasvjete

3.3 Projektiranje antenske i elektroničke komunikacijske instalacije

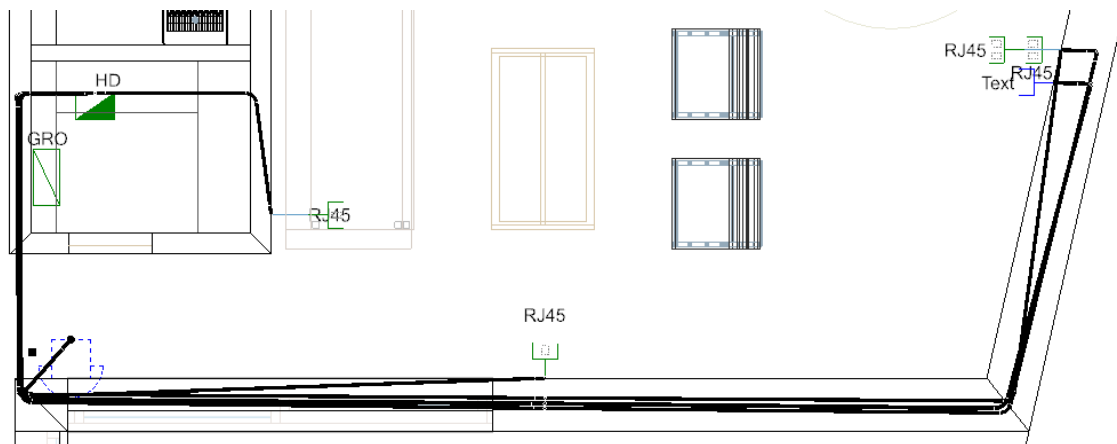
Projektiranje komunikacijske i antenske instalacije izvodi se na način da prvo odaberemo svu potrebnu opremu koju instaliramo u komunikacijski ormar. S obzirom da znamo broj i poziciju RJ45 priključnica možemo dimenzionirati ormar i njegovu opremu. U katalogu distribucijskih ormara idemo pod kategoriju „Data/ Teleracks“ i odaberemo ormar koji nam odgovara. U ovom slučaju biramo ormar sa 9 unita. U ormar potrebno je postaviti patch panel kojeg koristimo za preraspodjelu signalnih kabela po stambenoj zgradi.

Idući korak je biranja pozicija RJ45 priključnih mjesta. Njihove pozicije ovise o uređajima koji zahtijevaju priključak na komunikacijsku mrežu kao što su televizori i računala, s toga ih postavljamo u spavaće sobe i u dnevnu sobu. U izborniku kliknemo na ikonu „telephone and data“ te u podizborniku imamo kategoriju „data network“ gdje se nalaze RJ45 priključnice. Istu stvar je potrebno napraviti za antenske (12dB) i telefonske (RJ11) priključnice.

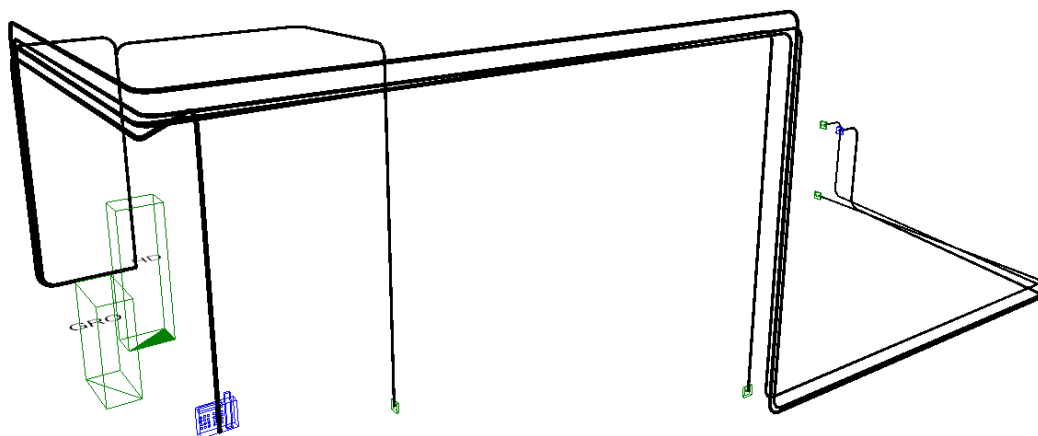


Slika 3.18 Katalog komunikacijskih priključnica

Nakon definiranja opreme ormara i pozicija priključnica provlačimo internetski i telefonski (FTP cat. 6), te koaksijalni (CATV 75 Ω) koje je potrebno zaštititi cijevima. Za razliku od energetskih instalacija, komunikacijske kabele je zabranjeno spajati u seriju, te je potrebno da svaki priključak ima svoj zasebni vod.



Slika 3.19 2D prikaz spajanja komunikacijske instalacije

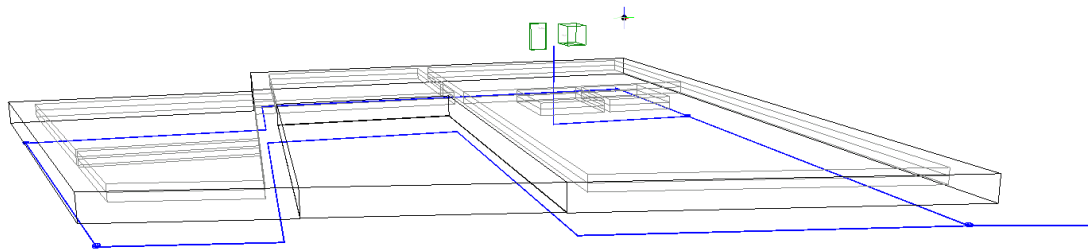


Slika 3.20 3D prikaz spajanja komunikacijske instalacije

Od antenskog stupa na krovu potrebno je povući CATV 75 Ω kabel do HD ormara i položiti ga u zaštitnu cijev. U ormaru se taj kabel spaja na odcjepnik analognog signala te se grana na sve antenske priključnice u stambenoj zgradi.

3.4 Projektiranje uzemljivača i sustava zaštite od munje

Postavljanje temeljnog uzemljivača vrši se Fe/Zn trakom dimenzija 4x25 mm². Dubina polaganja uzemljivača je 0.8 m ispod površine. Proračunom je ustanovljeno da duljina trake mora biti najmanje 28 metara te je u ovom slučaju potrebno položiti traku uz rubove temelja. Traku je potrebno dovesti do svih ormara za elektroenergetsku i komunikacijsku instalacije te ih povezati sa istom uz pomoć P/F 16mm² vodiča. Ako nije moguće dovesti gromobransku traku do ormara RO2 koji se nalazi na 1. katu zgrade, dovoljno je povući P/F vodič promjera 25 mm². Uzemljivača traka treba biti povezana sa sustavom zaštite od udara munje, te između njih treba biti postavljen mjerni spoj koji se nalazi na visini od 1.5 m od zemlje radi lakšeg pristupa istom.



Slika 3.21 Trodimenzionalni prikaz uzemljivača

Kako je navedeno u prijašnjem dijelu projekta, ustanovili smo da je za građevinu potrebno imati sustav zaštite od munje klase IV, pa iz tablice (tablica 3.1) možemo vidjeti da je najmanja udaljenost hvatača gromova za tu klasu 20 m.

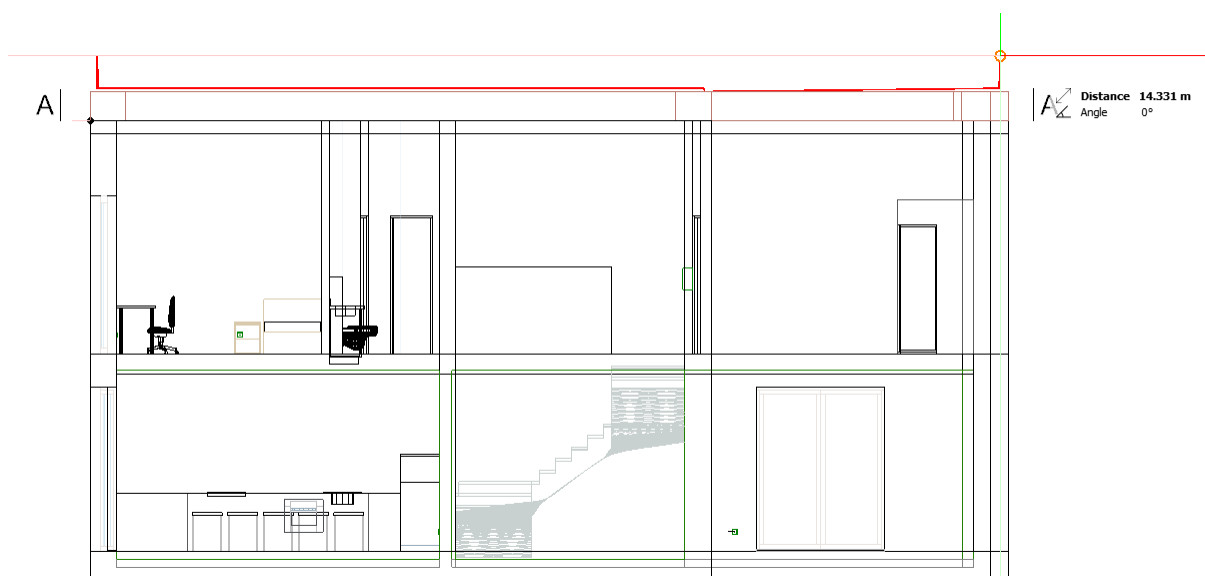
Class of LPS	Mesh size (m)
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

Tablica 3.1 Klase gromobranske zaštite (PLS- zaštita od udara groma, eng. mesh size- veličina mreže)

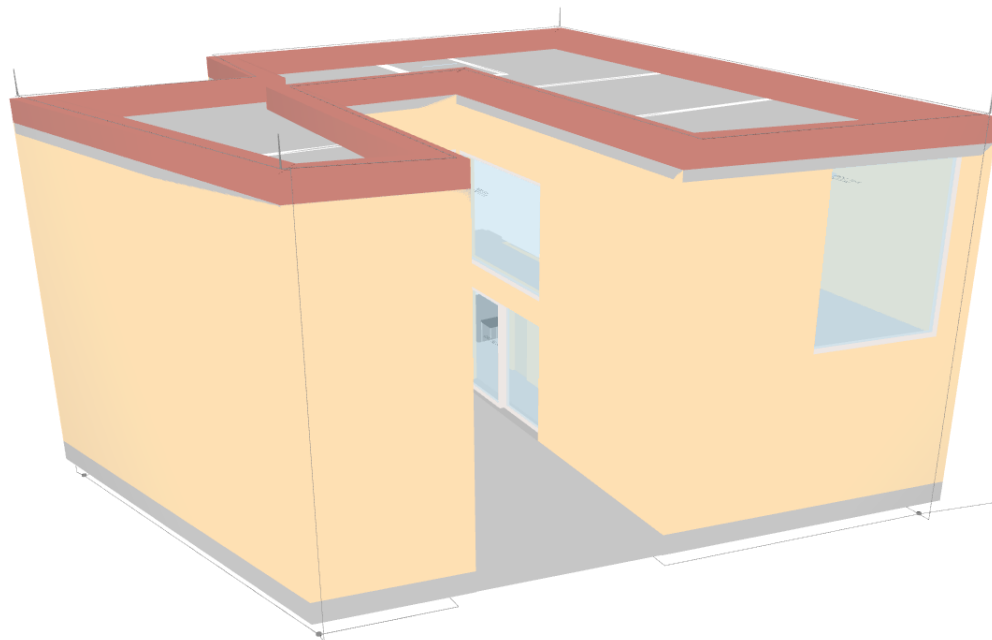
Projektiranje gromobranske trake zahtjeva dodavanje hvatača gromova na sva četiri kuta građevine. Hvatače gromova moramo povezati sa aluminijskim okruglim vodičem promjera 8mm koja se polaže na nosače gromobranske trake na ravni krov. Međusobna udaljenost nosača vodiča za ravni krov mora biti razmaka jedan metar ili manje.

Odabirom na izbornik „lightning protection system“ otvori se izbornik gdje biramo visinu hvatača te ih postavljamo na rubove građevine. Zatim je potrebno povezati hvatače navedenim aluminijskim vodičem.

Iz slike presjeka zgrade (slika 3.22) vidimo da je udaljenost između dva najudaljenija gromobranska hvatača 14.33m što je u našem slučaju zadovoljavajuće.



Slika 3.22 prikaz razmaka gromobranskih hvatača od 14.33m



Slika 3.23 Prikaz povezivanja uzemljenja sa sustavom zaštite od udara munje

4. PRORAČUNI

4.1 Proračun otpora rasprostiranja uzemljivača

Uz specifični otpor zemlje od $\rho_z=100 \Omega\text{m}$ te specifični otpor betona od $\rho_b=100 \Omega\text{m}$,
Otpor rasprostiranja uzemljivača računamo po relaciji:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} * \ln \left(\frac{2l}{H \cdot d} + A \right) \quad (4-1)$$

gdje je

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{I^2}{\pi}} = 11,28 \text{ mm} \quad \text{za FE/Zn traku } 25 \times 4 \text{ mm.}$$

Na razmatranom području, specifični otpor zemlje i betona iznosi skupa $\rho = 200 \Omega\text{m}$.

l = ukupna duljina aktivnih elemenata sustava uzemljenja,

$$l = 68,20 \text{ m}$$

$H = 0,8 \text{ m}$ dubina ukopavanja temeljnog uzemljivača,

$A = 7,2$ faktor ovisan o obliku uzemljivača.

Otpor rasprostiranja uzemljenja betonskog stupa s 2P u naseljenim mjestima:

- Otpor uzemljenja:

$$R1 = \frac{200}{2 \cdot \pi \cdot 68,2} * \ln \left(\frac{2 \cdot 68,2}{0,8 \cdot 0,01128} + 7,2 \right) = 4,49 \Omega \quad (4-2)$$

Projektirani uzemljivač zadovoljava uvijete zato što je njegov otpor manji od 10Ω . [5]

4.2 Proračun nazivnih struja i padova napona

Kako DDS CAD ima informacije o svim strujnim krugovima, tipovima kabela i snagama trošila program automatski proračunava sve nazivne struje i padove napona.

Ako nazivna struja trošila prelazi struju po kojoj je dimenzioniran osigurač, struja koja teče kroz taj strujni krug će biti prevelika te će zaštita odreagirati. U tom slučaju osigurač je poddimenzioniran te je potrebno podići njegovu vrijednost.

Dozvoljeni pad napona za energetske instalacije je 5%, a za rasvjetu 3%.

U nastavku su prikazani proračuni za razdjelnice GRO i RO2

1	Connected	Circuit	Device	Terminal	Cable	Voltage	Load	Voltage drop
		1, 1~ ... 2, 1~ 1	F1, 40A	X1: 1 N ...	1, NYY-J, 3x10...	230V	22.22A	20 m
		3, 1~	F3, 25A					
		4, 1~ 1	F4, 16A	X1: 4 N ...	2, NYM-J, 3x2....	230V	2.17A	13.6 m / 1.22%
		5, 1~ 1	F5, 16A	X1: 5 N ...	3, NYM-J, 3x2....	230V	2.42A	11.6 m / 1.04%
		6, 1~ 1	F6, 16A	X1: 6 N ...	4, NYM-J, 3x2....	230V	8.7A	13.3 m / 1.32%
		7, 1~ 1	F7, 16A	X1: 7 N ...	5, NYM-J, 3x2....	230V	8.7A	12.2 m / 1.09%
		8, 1~	F8, 25A					
		9, 1~ 1	F9, 16A	X1: 9 N ...	6, NYM-J, 3x2....	230V	2.17A	21.2 m / 1.89%
		10, 1~ 1	F10, 16A	X1: 10 ...	7, NYM-J, 3x2....	230V	2.17A	15.9 m / 1.42%
		11, 1~ 1	F11, 16A	X1: 11 ...	8, NYM-J, 3x2....	230V	4.35A	18.4 m / 1.64%
		12, 1~ 1	F12, 16A	X1: 12 ...	9, NYM-J, 3x2....	230V	6.52A	17.7 m / 1.58%
		13, 1~ 1	F13, 16A	X1: 13 ...	10, NYM-J, 3x2....	230V	2.17A	15.8 m / 1.57%
		14, 1~ 1	F14, 16A	X1: 14 ...	11, NYM-J, 3x2....	230V	2.17A	15.1 m / 1.50%
		15, 1~	F15, 16A					
		16, 1~ 1	F16, 10A	X1: 11 ...	12, NYM-J, 3x1...	230V	3.26A	25.8 m / 2.68%
		17, 1~ 1	F17, 10A	X1: 12 ...	13, NYM-J, 3x1...	230V	1A	13.9 m / 1.44%
		18, 1~ 1	F18, 10A	X1: 13 ...	14, NYM-J, 3x1...	230V	0.57A	21.3 m / 2.20%
		19, 1~ 1	F19, 16A	X1: 14 ...	15, NYM-J, 3x1...	230V	6A	0 m
		20, 1~ 1	F20, 16A	X1: 15 ...	16, NYM-J, 3x2...	230V	1A	0 m
		21, 1~ 1	F21, 16A	X1: 16 ...	17, NYM-J, 3x2...	230V	2.17A	2.2 m / 0.22%

Slika 4.1 Nazivne struje i padovi napona za GRO

Distribution Board RO2, (A002)

Define Board | Circuit List | Attributes | Rot./Pos./Scale | Connected

1	Connected	Circuit	Device	Terminal	Cable	Voltage	Load	Voltage drop
		1, 1~, 1	F1, 32A	X1: 1 N ...	1, NYY-J, 3x4mm ²	230V	17.88A	0 m
		2, 1~	F2, 25A					
		3, 1~, 1	F3, 16A	X1: 3 N ...	2, NYM-J, 3x2....	230V	4.35A	11.2 m / 1.11%
		5, 1~, 1	F5, 16A	X1: 4 N ...	4, NYM-J, 3x2....	230V	2.61A	16.3 m / 1.62%
		6, 1~, 1	F6, 16A	X1: 5 N ...	5, NYM-J, 3x2....	230V	3.48A	18.6 m / 1.84%
		4, 1~, 1	F4, 16A	X1: 4 N ...	3, NYM-J, 3x2....	230V	3.48A	18.9 m / 1.87%
		7, 1~	F7, 16A					
		8, 1~, 1	F8, 10A	X1: 6 N ...	6, NYM-J, 3x1....	230V	0.51A	23.3 m / 2.40%
		9, 1~, 1	F9, 10A	X1: 7 N ...	7, NYM-J, 3x1....	230V	0.45A	25.5 m / 2.63%
		10, 1~, 1	F10, 10A	X1: 8 N ...	8, NYM-J, 3x1....	230V	0.23A	21.9 m / 2.26%
		11, 1~	F11, 25A					
		14, 1~, 1	F14, 16A	X1: 9 N ...	9, NYM-J, 3x2....	230V	0.87A	12.3 m / 1.22%
		15, 1~, 1	F12, 10A	X1: 10 ...	10, NYM-J, 3x1...	230V	0.52A	13.8 m / 1.42%
		16, 1~	F13, 25A					
		17, 1~, 1	F15, 16A	X1: 11 ...	11, NYM-J, 3x2...	230V	0.87A	8.5 m / 0.84%
		18, 1~, 1	F16, 10A	X1: 12 ...	12, NYM-J, 3x1...	230V	0.52A	13.2 m / 1.36%

Circuit tools... Reports

Slika 4.2 Nazivne struje i padovi napona za RO2

Iz tablica je vidljivo da svi strujni krugovi koji se napajaju iz razdjelnica GRO i RO2 zadovoljavaju minimalne mrežne uvijete.

Central: RO2

Circuit	Product number / Component	Power
15	<p>Cable IS-030916-007 PVC insulated Cu cable NYM 3x1,5 mm²</p> <p>Lamp type LI-030918-005 Surface mounted glass lamp for wet area IP43 2xE27/60 W round 370 mm</p> <p>Switch S1-030918-004 Flush mounted switch with indicator light</p> <p>Cable Total length: 14,60m</p>	<p>120 W</p> <hr/> <p>Cable load Total 120 W</p>
17	<p>Cable IS-030916-008 PVC insulated Cu cable NYM 3x2,5 mm²</p> <p>Socket SK-030918-021 Ugradna utičnica sa poklopcem</p> <p>Cable Total length: 8,87m</p>	<p>200 W</p> <hr/> <p>Cable load Total 200 W</p>
18	<p>Cable IS-030916-007 PVC insulated Cu cable NYM 3x1,5 mm²</p> <p>Lamp type LI-030918-005 Surface mounted glass lamp for wet area IP43 2xE27/60 W round 370 mm</p> <p>Switch S1-030918-004 Flush mounted switch with indicator light</p> <p>Cable Total length: 13,99m</p>	<p>120 W</p> <hr/> <p>Cable load Total 120 W</p>
Total Power		4.113 W

Slika 4.4 Ukupna instalirana snaga ormara RO2

Ukupne snage ormara iz proračuna su instalirane snage, te nisu realan prikaz svakodnevne potrošnje jednog kućanstva. Kako bismo dobili realnu snagu zbroj snaga svih trošila množimo sa faktorom istodobnosti. Faktor istodobnosti nam govori koliki postotak opterećenosti očekujemo u odraženom trenutku. Najveća potrošnja električne energije u kućanstvima se najčešće javlja na naj topliji dan u godini zbog klimatizacije.

U slučaju ove stambene zgrade uzimamo faktor istodobnosti od 0.4 te proračunom ukupne snage dobiti točnu snagu po kojoj dimenzioniramo priključak.

gdje je

$$P = (P_{GRO,uk} + P_{RO2,uk}) * f \quad (4-3)$$

$$P = (6010 + 4113) * 0,4$$

$$P = 4049,2 \text{ W}$$

P = realna snaga priključka

$P_{GRO,uk}$ = instalirana snage ormara GRO

$P_{RO2,uk}$ = instalirana snage ormara RO2

f = faktor istodobnosti

4.4 Proračun svjetlotehnike

Proračun rasvjete svake prostorije radi se direktno u programu. Zadavanjem margina svake prostorije program može precizno odrediti količinu rasvijetljenosti svake prostorije kako je prikazano u tablici.

Storev: 0, Area

Room 001: Ostava, Area: 2.25 m².

Middle illuminance value Em target 150lx / Actual 149lx to 1.00m

Lamp:Product no.: LI-030918-012 - Surface mounted only glass lamp at ceiling IP40 1xE27/40 W round 200 mm

No. of lamps: 1x40W - 43 Lumen/W 1.700 Lumen - Quantity: 1 pcs. - Installed power: 40W

Room 002: WC, Area: 2.21 m².

Middle illuminance value Em target 200lx / Actual 151lx to 1.00m

Lamp:Product no.: LI-030918-003 - Surface mounted porcelain lamp non transparent for wet area IP44 E27/60 W round

No. of lamps: 1x60W - 28 Lumen/W 1.700 Lumen - Quantity: 1 pcs. - Installed power: 60W

Room 004: Kuhinja, Area: 20.00 m².

Middle illuminance value Em target 200lx / Actual 145lx to 1.00m

Lamp:Product no.: LI-130510-021 - LED surface mounted lamp 13 W rectangular 375x375x65 mm ceiling

No. of lamps: 1x13W - 131 Lumen/W 1.700 Lumen - Quantity: 6 pcs. - Installed power: 78W

Room 006: Blagovaona, Area: 16.36 m².

Middle illuminance value Em target 200lx / Actual 177lx to 1.00m

Lamp:Product no.: LI-130510-021 - LED surface mounted lamp 13 W rectangular 375x375x65 mm ceiling

No. of lamps: 1x13W - 131 Lumen/W 1.700 Lumen - Quantity: 6 pcs. - Installed power: 78W

Room 007: Vešeraj, Area: 7.16 m².

Middle illuminance value Em target 150lx / Actual 137lx to 1.00m

Lamp:Product no.: LI-130510-021 - LED surface mounted lamp 13 W rectangular 375x375x65 mm ceiling

No. of lamps: 1x13W - 192 Lumen/W 2.500 Lumen - Quantity: 2 pcs. - Installed power: 26W

Room 007: Dnevna soba, Area: 34.45 m².

Middle illuminance value Em target 200lx / Actual 193lx to 1.00m

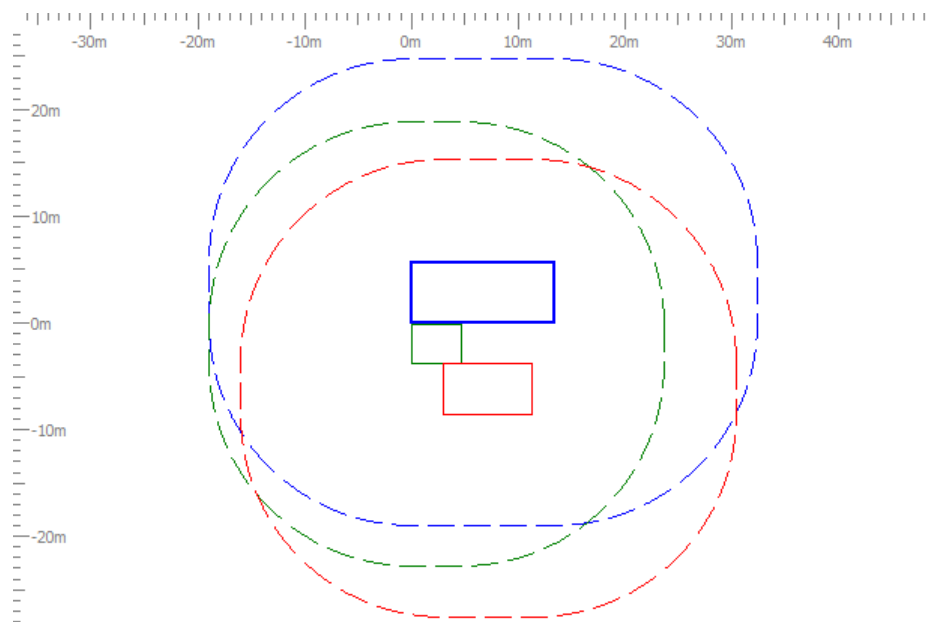
Lamp:Product no.: LI-030918-010 - Surface mounted only glass lamp at ceiling IP40 1xE27/75 W round 300 mm

No. of lamps: 1x75W - 23 Lumen/W 1.700 Lumen - Quantity: 11 pcs. - Installed power: 825W

4.5 Proračun rizika od udara munje

Za proračun rizika udara munje u građevinu korišten je program DEHNsupport. U nastavku je prikazan skraćeni rezultati procjene rizika od udara munje.

Odlučujući čimbenik za opasnost od izravnog udara su dimenzije (izmjere) građevine. Pomoću njih se određuju sabirne površine za izravne i neizravne udare munja. Odavde se dobiva da je izračunana sabirna površina za izravne udare munja 2,286.00 m², a za neizravne udare (pokraj građevine) 811,874.00 m².



Za određivanje broja izravnih i neizravnih udara munja važno je znati podatke o okolici građevine. Za građevinu ti su podaci obuhvaćeni faktorom relativnog položaja građevine:

CD: 0.50.

Ako se podaci o gustoći udara munja svedu na veličinu građevine zajedno s njezinom okolicom, može se računati s brojem opasnih događaja zbog izravnih udara u građevinu ND u iznosu od 0.0027, 1/god., te s brojem opasnih događaja zbog neizravnih udara u građevinu NM u iznosu od 1.9485, 1/god.

4.3 Podjela građevine na zone zaštite od munje/zone

Građevina Građevina pri razmatranju nije podijeljena na zaštitne zone od udara munje odn. zone.

Opskrbni vodovi

Pri procjeni rizika moraju se svi ulazni i izlazni opskrbni vodovi promatrane građevine uzeti u obzir. Spojeni električno vodljivi cjevovodi ne moraju se uzimati u obzir ako su spojeni na glavnu sabirnicu za izjednačivanje potencijala građevine.

Ako ti vodovi nisu tako spojeni, onda postoji opasnost koja se mora uzeti u obzir pri procjeni rizika (pripaziti na zahtjev za izjednačivanje potencijala!)

- Elektroenergetski vod

- Telekomunikacijski vod

Elektroenergetski vod

Faktor vođenja voda: Nadzemni vod

Faktor vrste voda: Elektroenergetski vod

Faktor okolice: Grad

Faktor priključka voda: Nema posebnih uvjeta

Faktor za transformator: NN-elektroenergetski opskrbni vod, telekomunikacijski vod ili signalni vod

Faktor zaslona voda: Vanjski: Nadzemni vod ili kabel u zemlji bez zaslona

Duljina voda izvan građevine do sljedećeg čvorišta iznosi 250.00 m.

Duljina voda izvan građevine do sljedećeg čvorišta iznosi 250.00 m.

Na temelju toga izračunane su ove sabirne površine za opskrbne vodove:

- sabirna površina za izravne udare u opskrbni vod: 10,000.00m²
- sabirna površina za neizravne udare pokraj opskrbnog voda: 1,000,000.00 m²

Podnosivi napon električnih uređaja spojenih putem voda Elektroenergetski vod određen je u iznosu od $U_w \leq 1,0$ kV.

Način vođenja vodova u zgradi dobiva se pomoću Vodovi bez zaslona - nisu poduzete nikakve mjere opreza za izbjegavanje instalacijskih petlji.

Telekomunikacijski vod

Faktor vođenja voda:	Nadzemni vod
Faktor vrste voda:	Telekomunikacijski vod
Faktor okolice:	Grad
Faktor priključka voda	Nema posebnih uvjeta
Faktor za transformator:	NN-elektroenergetski opskrbeni vod, telekomunikacijski vod ili signalni vod
Faktor zaslona voda:	Vanjski: Nadzemni vod ili kabel u zemlji bez zaslona

Duljina voda izvan građevine do sljedećeg čvorišta iznosi 250.00 m.

Duljina voda izvan građevine do sljedećeg čvorišta iznosi 250.00 m.

Na temelju toga izračunane su ove sabirne površine za opskrbenne vodove:

- sabirna površina za izravne udare u opskrbeni vod: 10,000.00 m²
- sabirna površina za neizravne udare pokraj opskrbenog voda: 1,000,000.00 m²

Podnosivi napon električnih uređaja spojenih putem voda Telekomunikacijski vod određen je u iznosu od $U_w \leq 1,0$ kV.

Način vođenja vodova u zgradi dobiva se s pomoću Vodovi bez zaslona - nisu poduzete nikakve mjere opreza za izbjegavanje instalacijskih petlji.

Značajke građevine

Rizik od požara

Rizik od požara predstavlja jedan od najvažnijih kriterija za određivanje razreda LPS-a (sustava zaštite od munje). Kategorizacija rizika od požara ovisi o požarnoj opteretivosti. Požarno opterećenje mora odrediti stručnjak za zaštitu od požara ili ga se određuje u dogovoru s vlasnikom građevine kao i njegovim osiguravajućim društvom. Moraju se razlikovati ovi kriteriji za odabir rizika:

- nema rizika od požara
- mali rizik od požara (požarna opteretivost u zgradi manje od 400 MJ/m²)
- normalan rizik od požara (požarna opteretivost u zgradi od 400 MJ/m² do 800 MJ/m²)
- veliki rizik od požara (požarna opteretivost u zgradi veća od 800 MJ/m²)
- eksplozija: zona 2/22
- eksplozija: zona 1/ 21
- eksplozija: zona 0/20.

Rizik od požara u građevini je jedan od najvažnijih elemenata za izračun potrebnih zaštitnih mjera.

Rizik od požara za građevinu Građevina je kategoriziran kao:

- Normalni rizik od požara

Mjere za smanjenje posljedica požara

U proračunu su za smanjenje posljedica požara odabrane ove zaštitne mjere:

- Nisu poduzete nikakve mjere

Posebna opasnost za ljude u zgradi

Na temelju broja ljudi moguća je opasnost nastanka panike na građevini Građevina, kategorizirana kako slijedi:

- Mala opasnost panike (npr. građevina s najviše dva kata i sa do 100 ljudi)

Vanjski prostorni zaslon

Prostorni zaslon prigušuje elektromagnetsko polje unutar građevine nastalo udarom munje u građevinu ili pokraj nje, te smanjuje unutarnje udarne valove. Takav zaslon može se ostvariti postavljanjem mrežastog sustava za izjednačivanje potencijala pri čemu su u taj sustav uključeni svi vodljivi dijelovi građevine i unutarnjih sustava. Vanjski ili unutarnji prostorni zaslon čini samo dio zaštite građevine. Stoga se mora obratiti pozornost na to da pri uporabi metalnih pokrova i obloga ti dijelovi moraju biti međusobno i sa sustavom izjednačivanja potencijala dobro električki spojeni, u skladu sa zahtjevima norme. Vanjski zaslon građevine Građevina:

- Nema prostornog zaslona

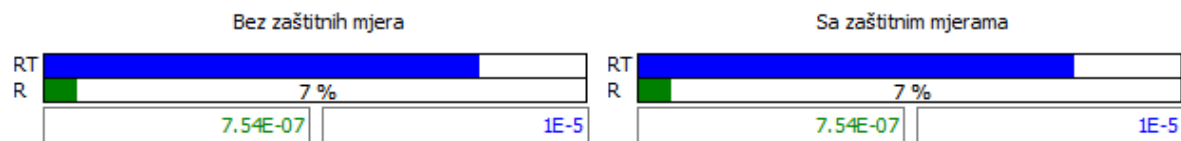
Proračun rizika

Kako je opisano u 4.1, izračunani su sljedeći rizici kako je navedeno u 7. Za svaki je rizik plavom crtom označena prihvatljiva vrijednost, a zelenom ili crvenom rizik dobiven izračunom.

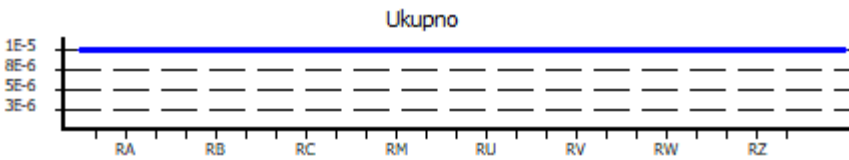
Rizik R1, Ljudski životi

Za ljude izvan i unutar građevine Građevina izračunani su ovi rizici:

Prihvatljivi rizik:	1.00E-05
Izračunani rizik R1 (nezaštićena građevina):	7.54E-07
Izračunani rizik R1 (zaštićena građevina):	7.54E-07



Rizik R1 sastoji se od ovih sastavnica rizika:



Da bi se smanjilo postojeće rizike moraju se poduzeti zaštitne mjere prema opisu u 7.

Odabir zaštitnih mjera

Odabirom sljedećih zaštitnih mjera postojeći se rizik svodi na prihvatljivu razinu.

Predstojeći odabir zaštitnih mjera je dio upravljanja rizikom za građevinu Građevina i vrijedi samo za tu građevinu.

Predstojeći odabir zaštitnih mjera je dio upravljanja rizikom za Objekt Građevina i vrijedi samo za tu građevinu.

Kako vidimo iz proračuna, nisu potrebne nikakve dodatne mjere zaštite, no kako smo naveli u prijašnjem dijelu zgradu moramo zaštititi zbog strojarske opreme koja se nalazi na krovu. Odabrani stupanj zaprtite je PLS IV. [4]

5. ZAKLJUČAK

Ovaj diplomski rad baziran je na izradi projekta elektroenergetske instalacije za stambenu zgradu u programu za informacijsko modeliranje građevina (BIM). Tijekom projektiranja potrebno je uzeti u obzir zahtjeva investitora, te zadovoljit tehničke karakteristike građevine, a da se pri tom pridržavamo zakona i propisa koji su definirani nadležnim tijelima. Za razliku od tradicionalnog projektiranja u dvodimenzionalnim podlogama, BIM-u omogućuje projektantima građevine, strojarstva i elektrotehnike da u trodimenzionalnom sučelju zajedno definiraju ulazne parametre građevine. Na taj se način izbjegavaju situacije u kojima određeni parametri nisu precizno definirani te se eliminiraju kolizije i loše definirani parametri. Takav proces projektiranja omogućuje projektantima da precizno definiraju sve elemente, te da imaju ulazni parametar u procese i karakteristike elemenata koji ne ulaze u obuhvat njihove struke.

BIM program omogućuje projektantu da definira svu opremu koja je potrebna za zadovoljavanje tehničkih karakteristika građevine. Ti elementi se nalaze u integriranim katalozima koji dolaze sa programom. Povezivanje elemenata zaštitne, elektroenergetske, komunikacijske i strojarke se olakšava takvom okruženju.

Nakon završetka projektiranja program nam daje opciju izračunavanja proračuna potrebnih za projekt elektroenergetske instalacije. Upozorava nas na moguću poddimenzioniranu opremu te omogućuje naknadne izmjene.

Kako se svi elementi definiraju u dvodimenzionalnom i trodimenzionalnom sustavu, ispis nacrtu za potrebe izvoditelja se olakšava. Omogućuje izvođaču preciznost tijekom rada i obavještanje projektanta u slučaju izmjena.

Zbog svoje detaljne razrade projekt izveden u BIM-u znatno olakšava daljnje održavanje građevine.

LITERATURA

- [1] Zakon o gradnji, NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19
- [2] Tehnički propis za niskonaponske instalacije, NN 5/2010
- [3] V. Srb, Električne instalacije i niskonaponske mreže, Tehnička knjiga, Zagreb, 1991
- [4] Hrvatski zavod za norme, HZN, <https://www.hzn.hr/default.aspx?id=113> (10.07.2020.)
- [5] Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama, https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2008_07_87_2799.html (20.08. 2020.)
- [6] Tim - kabel <https://www.tim-kabel.hr/content/view/69/234/lang,hrvatski/> (09.08. 2023.)
- [7] Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina, NN 118/2019
- [8] Elektrotehnički projekt – Glavni projekt elektroenergetskih instalacije obiteljske kuće Sučić
- [9] V. Katanić, A. Gobov, niskonaponske električne instalacije tehnički propisi i norme , hrvatska komora inženjera elektrotehnike, 2012
- [10] BIM pristup u infrastrukturnim projektima, Hrvatska komora inženjera građevine, 2021

SAŽETAK

Napredovanjem tehnologije i povećanjem potrebe bržeg i preciznijeg projektiranja građevina došlo je do potrebe da se softwareskim rješenjima olakša i ubrza proces. Jedan od tih software-a je BIM koji nam pomaže vizualizirati sve tipove instalacija u trodimenzionalnom modelu građevine, te omogućava građevinskim, strojarskim i elektrotehničkim projektantima da surađuju tijekom projektiranja i kvalitetniju izradu koordinacijskih nacrti.

Projektiranje elektroenergetske instalacije izvodi se u trodimenzionalnom i dvodimenzionalnom sučelju radi lakšeg dimenzioniranja opreme, te radi izbjegavanje kolizije sa drugim instalacijama.

Obuhvat projekta uključuje elektroenergetske instalacije, elektroničke komunikacijske instalacije, napajanje strojarske opreme, rasvjeta, uzemljivač i sustav zaštite udara munje.

Odrađeni su i proračuni svijetlotehnike, pada napona, nazivnih struja, ukupnih snaga te otpora tla uzemljivača.

SAŽETAK (ENG)

With the advancement of technology and the increasing need for faster and more precise construction design, there was a need to facilitate and speed up the process with software solutions. One of these softwares is BIM, which helps us visualize all types of installations in one three-dimensional building model, and enables construction, mechanical and electrical designers to collaborate during the design process.

The design of the electric power installation is carried out in a three-dimensional and two-dimensional interface for easier dimensioning of the equipment, and to avoid collision with other installations.

The scope of the project includes electric power installations, electronic communication installations, power supply for machinery equipment, lighting, grounding and lightning protection system.

Calculations of lighting technology, voltage drop, nominal currents, total power and earthing ground resistance were also made.

ŽIVOTOPIS

Filip Balić rođen 17. prosinca 1996. u Mostaru, Bosna i Hercegovina. Odrastao je i živi u Osijeku. Osnovnu školu Grigor Vitez u Osijeku završio je 2011. godine. , a 2015. godine završio je I. gimnaziju Osijek.

2019. godine završio je Stručni studij elektrotehnike, smjer Elektroenergetika, te nastavio školovanje na diplomskom studiju Elektrotehnike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek.

Državljanin je Republike Hrvatske. Tečno govori engleski jezik, a služi se njemačkim jezikom.