

5

Izrada projekata električnih instalacija

U OVOM POGLAVLJU ĆE SE OBRAĐIVATI SLJEDEĆI NASTAVNI SADRŽAJI:

- **PROJEKTOVANJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA**
- **IZRADA PROJEKTA ELEKTRIČNE INSTALACIJE ZA JEDNU STAMBENU JEDINICU**



Projektovanje je važna tehnička faza koja prethodi izradi ili rekonstrukciji električne instalacije. Prema svojoj namjeni projekat može biti:

- generalni,
- idejni,
- konačni ili glavni projekat,
- izvođački i
- projekat izvedenog stanja.

U svim fazama projekti podliježu reviziji – pregledu. Zadatak revizije je da se obezbijedi da je projekat usaglašen sa važećim normama zakonske i tehničke prirode i projektnim zadatkom.

Generalni projekat se izrađuje za potrebe utvrđivanja koncepcije objekta. Pod koncepcijom objekta podrazumijeva se mikrolokacija objekta, tehničko-tehnološke karakteristike objekta, način obezbjeđivanja infrastrukture, elaborat o uticaju na životnu sredinu. Ukoliko se radi o objektu koji spada u kulturnu baštinu, projekat mora voditi računa o uslovima koje propisuje nacionalna organizacija za zaštitu spomenika kulture.

Idejni projekat je projekat kojim se određuju namjena, položaj, oblik, kapacitet, tehničko-tehnološke i funkcionalne karakteristike objekta, organizacioni elementi objekta i izgled objekta.

Glavnim projektom se utvrđuju: građevinsko-tehničke, tehnološke i eksploatacione karakteristike objekta sa opremom i instalacijama, tehničko-tehnološka i organizaciona rješenja objekta. Glavnim projektom određuje se i investiciona vrijednost objekta i uslovi održavanja objekta. Glavni projekat se izrađuje za potrebe izgradnje objekta i dobijanja građevinske dozvole. Glavni projekat podrazumijeva elektroenergetsku saglasnost nadležnog elektroprivrednog preduzeća.

Izvođački projekat sadrži razradu svih neophodnih detalja za izgradnju objekta prema glavnom projektu.

Projekat izvedenog stanja prikazuje izvedeno stanje objekta za potrebe eksploatacije i održavanja objekta. U osnovi projekat izvedenog stanja je glavni projekat sa izmjenama nastalim u toku građenja objekta. Ako u toku gradnje objekta nema odstupanja u odnosu na glavni projekat, investitor i izvođač radova mogu da konstatuju da je izvedeno stanje jednako projektovanom.

Projekat električnih instalacija sastoji se iz:

- projektnog zadatka,
- tehničkih uslova,
- tehničkog opisa,
- tehničkih proračuna,
- predmjera i predračuna,
- grafičkih priloga.

Projektni zadatak

Projektni zadatak predstavlja sastavni dio projekta i predstavlja sliku investitorskih potreba i mogućnosti. U izradi projektnog zadatka učestvuju stručnjaci raznih profila, jer projektni zadatak je interdisciplinarna kategorija. U projektnom zadatku za izradu električne instalacije navodi se objekat u kojem treba da se izvede električna instalacija sa opisom njene namjene.

Sastavni dio projektnog zadatka su urbanističko-tehnički uslovi koje nadležni organ izdaje investitoru.

Urbanističko-tehnički uslovi definišu sve propise i standarde koje investitor mora poštovati prilikom projektovanja/izgradnje, a prije svega: uklapanje u detaljni urbanistički plan, detalje priključenja na NN mrežu, vodovodnu, kanalizacionu i telefonsku mrežu. Urbanističko-tehnički uslovi definišu i zaštitu okoline, uklapanje u lokalni arhitektonski stil i slično.

Tehnički uslovi

Tehnički uslovi navode sve propise po kojima treba pojedine stavke uraditi, kao i sve dodatne podatke koji nisu precizirani postojećim propisima. Tehnički uslovi obavezuju izvođača da izvodi instalaciju u skladu sa navedenim propisima. U ovom dijelu projekta mogu se u pojedinim fazama definisati postupci za posebne slučajeve. Na primjer: da se prije zatrpavanja kablova koji se polažu u zemlju izvrši pregled kvaliteta, jer se kasnije ne može sprovesti ili da se pri izradi uzemljenja izvrše mjerenja u onim tačkama koje će kasnije biti teško pristupačne.

Tehnički opis

Tehnički opis je dio projekta kojim se jasno i sa obrazloženjem predstavlja investitoru i izvođaču radova kako su projektanti u svim pojedinostima zamislili da treba da se realizuje tehničko rješenje iz projekta. U tehničkom opisu treba jasno opisati sve one radove koji se iz planova ne mogu vidjeti ili se mogu dvojako tumačiti.

Dobar tehnički opis onemogućava sporove između izvođača i investitora. Plan električne instalacije može se potpuno razumjeti samo uz tehnički opis.

Tehnički proračuni

Proračunom se obuhvataju izbor provodnika (na pad napona, na trajnu struju i struju kvara), izbor osigurača, proračun gromobranske zaštite i otpora uzemljenja, fotometrijski proračun, proračun kompenzacije reaktivne energije i slično.

Predmjer i predračun

Ovaj dio projekta detaljno sadrži sve radove koje treba izvršiti i sve materijale i opremu (po pozicijama za sve komponente sadržaja instalacije) sa cijenama materijala radne snage i sl.

Analiza cijene radova zahtijeva od projektanta poznavanje:

- cijene elektroinstalaterskog materijala,
- vrijeme izrade pojedinih radova,
- tarifnih stavova za pojedine vrste radova,
- izdataka za prenos materijala, čuvanje materijala i sl.

Grafički prilozi - Plan električne instalacije

Plan električne instalacije izrađuje se na pripremljenim građevinskim osnovama objekta.

Na građevinskim osnovama se ucrtavaju oznake – simboli na osnovu kojih se dobija jasna slika o:

- položaju i broju provodnika,
- mjestu razvodnih tabli,
- vrsti i broju osigurača i uređaja ugrađenih na razvodnu tablu,
- vrsti prijemnika, njihovom položaju.

5.2

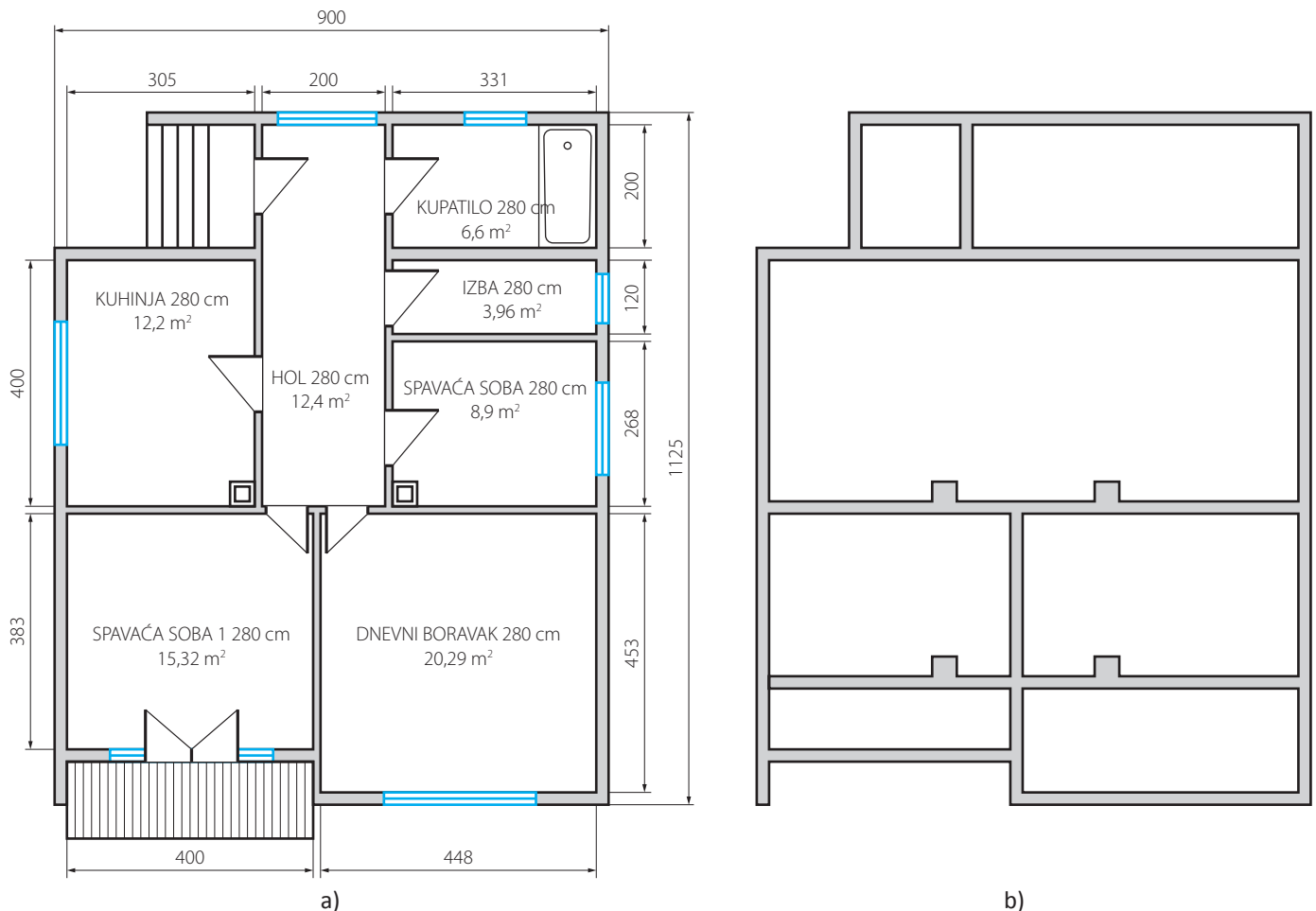
PROJEKTOVANJE ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

Izrada projekta električne instalacije za jednu stambenu jedinicu

Ovdje će biti prikazan primjer izrade kompletnog projekta električne instalacije i osvetljenja stana čija je građevinska osnova data na priloženom crtežu. Projekat mora da obuhvati sve elemente koji su navedeni u prethodnoj glavi.

Projektni zadatak

Izraditi kompletan projekat električne instalacije prizemnog stambenog objekta. Građevinske osnove objekta date su na slici 5.1.



Slika 5.1: Građevinska osnova: a) prizemlje, b) temelji objekta

Projektni program za instalacije jake struje, opšti dio

- Projekt izvesti prema pravilima struke i važećim propisima.
- Projektom predvidjeti vršnu snagu za objekat do 24 kW.
- Projektom predvidjeti sve mjere zaštite – prekostrujnu zaštitu, prenaponsku zaštitu, zaštitu od napona dodira.
- Projekt obraditi do nivoa izvođačkog projekta.
- Projektom dati predmjer i predračun radova i materijala, sa jediničnim cijenama za pojedine pozicije.

Napajanje električnom energijom

- Napajanje električnom energijom objekta predvidjeti preko kućnog priključnog ormana (KPO), lociranog na fasadi objekta.
- Predvidjeti priključno mjerni orman (PMO) smješten na granici vlasništva, prema tehničkim preporukama za priključenje objekata potrošača na niskonaponsku mrežu.

Oprema prostorija

- Objekat je opremljen kompletnom kuhinjom. Kuhinja ima napu i protočni bojler snage 1.500 W (10 l).
- Kupatilo je opremljeno bojlerom 80 l, snage 2000 W, rešetkom za sušenje – radiator na vodu snage 1000 W, klasičnim svjetlećim tijelima.
- Sobe snabdjeti odgovarajućim svjetlećim tijelima i utičnicama.
- Dnevni boravak, trpezarija i holovi su klasično osvijetljeni. Grijanje je na električni pogon – radijatori 1000 W. Predvidjeti mjesto priključka klima uređaja kako je to u projektu navedeno.
- Prostorije opremiti potrebnim brojem monofaznih utičnica.
- U prostoru dnevnog boravka predvidjeti mjesto priključka za zajedničku TV antenu i telefon.

Mjerenje utroška električne energije

- Mjerenje izvesti trofaznim dvotarifnim brojilom smještenim u PMO ormanu. Brojilo bira i isporučuje lokalni operater distribucije.

Gromobranska instalacija

- Provjeriti potrebu za gromobranskom instalacijom prema pravilniku o tehničkim normativima za zaštitu objekata.

Tehnički uslovi

Popis primijenjenih tehničkih propisa i standarda:

Prilikom izrade projekta, projektant je koristio trenutno važeće tehničke propise, standarde i literaturu.

- Zakon o izgradnji objekata „Službeni list CG“, br. 51/08.
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona, („Sl. list SFRJ“ br. 53/88).
- Zakon o izgradnji i finansiranju investicionih objekata, „Sl. list SRCG“ br. 55/2000.
- Standardi N grane koji se odnose na električne instalacije u zgradama i pravilniku o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona.
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja, „Sl. list SFRJ“ br. 11/96.
- Jugoslovenski standardi – gromobranske instalacije – opšti uslovi JUSIEC 1024-1/1996;
- Zakon o zaštiti od požara, „SL list SRCG“ br. 47/92;

Ukoliko u toku realizacije projekta dođe do izmjena pravilnika i zakona, primjenjuju se noviji – stroži pravilnici.

Tehnički uslovi za realizaciju projekta

- Opšti tehnički uslovi su sastavni dio tehničke dokumentacije objekta i obavezuju investitora i izvođača pri izgradnji. Izgradnja se mora vršiti prema odobrenom projektu, tekstualnoj i grafičkoj dokumentaciji i ostalim propisima važećim za izvođenje ovakvih objekata.
- Odstupanja od projekta su dozvoljena samo uz saglasnost nadzornog organa, odnosno investitora. Izvođač mora za svako odstupanje ili izmjenu da pribavi pismenu saglasnost nadzornog organa. Nadzorni organ po potrebi treba da upozna i projektanta sa predloženom izmjenom i traži njegovu saglasnost u pismenoj formi.
- Sav materijal upotrijebljen za izgradnju mora biti propisanog kvaliteta, nov, i ne-upotrebljavan. Sva ugrađena oprema mora biti praćena atestima.
- Svi metalni djelovi kućišta na glavnom razvodnom ormanu (GRO), aparati i svi metalni djelovi sa kojima je moguć dodir pri posluživanju, a koji normalno nisu pod naponom, moraju biti vidljivo priključeni posebnom trakom na instalaciju za zaštitno uzemljenje.

Tehnički opis

Predmet glavnog projekta je električna instalacija jake struje stambenog objekta koji se planira za izgradnju od strane investitora.

Predmet ovoga dijela projekta je:

- el. instalacija opšte potrošnje,
- el. instalacija osvjjetljenja,
- instalacija gromobrana i uzemljenja,
- instalacija izjednačenja potencijala.

Kao osnova za rješenje poslužili su:

- projektni zadatak i
- tehnički uslovi.

Glavni napojni (priključni) kabl

- Shodno tehničkim uslovima, napajanje je predviđeno sa pristupne tačke postojeće distributivne mreže – PMO ormana i dalje preko KPO na fasadi objekta. Priključak je planiran da se uradi kablom PP004 × 16 mm². Kabl provesti u zaštitnoj PVC cijevi na dionici kroz dvorište objekta do tačke ulaska u KPO. Sam KPO locirati na desnoj strani ulaznih vrata, prema crtežu u prilogu.

Priključno mjerni orman

- U skladu sa tehničkim uslovima, za mjerenje potrošnje električne energije objekta postaviti mjernu grupu u priključno mjerni orman objekta. PMO postaviti radi lakšeg očitavanja na granici vlasništva, i locirati ga na posljednjem stubu distributivne mreže.
- Kao brojilo za registrovanje utrošene električne energije, predviđeno je da se koristi brojilo koje definiše i isporučuje operater distribucije, i ono je njegovo vlasništvo.

Glavni razvodni ormar

- Glavni razvodni ormar postaviti u ulaznom holu objekta na lijevoj strani.
- Električna instalacija opšte potrošnje i grijanja

- Za potrebe opšte potrošnje, uvažavajući način grijanja i klimatizacije, predviđen je potreban broj monofaznih i trofaznih šuko priključnica, a kako je to dato u planovima električne instalacije.
- Raspored priključnica je dat u skladu sa rasporedom opreme. Za potrebe grijanja u sobama i dnevnom boravku predviđeno je posebno priključno mjesto za radijatore, obavezno sa jednomodularnim utičnicama.
- Za potrebe klimatizacije prostora dnevnog boravka predviđeno je posebno priključno mjesto za rashladni uređaj tipa „split system“, što je dato na planu instalacija u prilogu.
- Instalaciju opšte potrošnje izvesti provodnicima tipa PP-Y 3(5) × 2,5 mm², položenim dijelom u cijevi ϕ 16 mm ili ϕ 23 mm, a dijelom ispod maltera.
- Sve priključnice montirati na propisanoj visini od 0,3 m od poda, izuzev priključnica u radnom prostoru kuhinje (montaža na visini od 0,6 m za napajanje kuhinjskog bojlera, mašine za suđe, frižidera, zamrzivača, odnosno 1,15 m za priključna mjesta kod radne površine. U kupatilu izvršiti montažu na visini od 1,6 m za napajanje priključka za veš mašinu. Priključak za sistem hlađenja izvesti na visini od 2,2 m.
- Na planovima električnih instalacija objekta pored priključnica postoji oznaka broja strujnog kruga. Taj broj odgovara broju na šemi GRT.
- Na planovima električnih instalacija objekta, pored strujnog kruga označava se broj svjetiljke koja se uključuje određenim brojem prekidača.
- Za instalacioni materijal je dokumentacijom predviđen program za jedinične utičnice.
- U sanitarnom čvoru u prizemlju kao priključnica za veš mašinu predviđena je priključnica u OG izvedbi, kako je to dato na planovima instalacija u prilogu.
- Radijator za sušenje peškira, grijalica, bojler i priključnica ogledala iznad umivaonika, kao i napa u kuhinji izvedeni su sa spojem direktno na rednu klemu u aparatu, i ti aparati posjeduju vlastiti prekidač dovoljnog stepena zaštite.

Električna instalacija osvjetljenja

- U svim prostorijama predviđena je odgovarajuća instalacija osvjetljenja koja je prilagođena namjeni i uslovima montaže, a prema legendi u prilogu projekta.
- Svjetiljkama se upravlja u zavisnosti od namjene prostora običnim, serijskim i naizmjeničnim prekidačima. Za prekidače rasvjete predviđen je modularni program, kao i za kombinovane prekidače za kupatilo.
- Za osvjetljenje su predviđene plafonske svjetiljke sa difuznim sjenilom, luster svjetiljke sa difuznim sjenilom i zidne svjetiljke sa difuznim sjenilom, sve po izboru investitora. Izvori svjetlosti su štednog tipa, radi manje potrošnje energije i dugog vijeka trajanja.
- Instalaciju za napajanje svjetiljki izvesti provodnicima tipa PP-Y 3 × 1,5 mm², položenim u PVC rebraste cijevi ϕ 13 mm.

Instalacija gromobrana i uzemljenja

- U skladu sa JUS IEC 1024-1 tačka 2.3.2., za uzemljenje je predviđen temeljni uzemljivač objekta, zajednički za sve instalacije u objektu prema JUS N.B2.754.
- Predviđen je temeljni uzemljivač izveden od pocinkovane trake Fe-Zn 25 × 4 mm položene u temelj objekta, prema planu u prilogu. Traka se ugrađuje u sloj betona tako da između uzemljivača i tla ovaj sloj bude debljine najmanje 10 cm. Prilikom polaganja, traku zavariti za armaturu u temelju na svakih 1 do 2 metra.

Pri ugradnji pocinkovane trake temeljnog uzemljivača, potrebno je izvesti priključke za:

- vezu za KPO orman,
- vezu za glavnu sabirnicu za uzemljenje,
- vezu sa trakom položenom uz napojni kabl;
- vezu na oluke ukoliko su metalni.

Kao glavna sabirnica za uzemljenje u projektovanom objektu je predviđena jedno-potencijalna bakarna sabirnica u GRO ormanu (JS) na koju će se povezati:

- zaštitna sabirnica u MRO provodnikom PPOO $1 \times 50 \text{ mm}^2$,
- veza sa temeljnim uzemljivačem sa trakom FeZn $25 \times 4 \text{ mm}$,
- metalni rukohvati na stepeništu,
- Tk ormarić, i sve ostale metalne mase.

Međusobno spajanje uzemljivačkih traka izvodi se ukrsnim komadima traka-traka JUS N.B4.936. Kompletan sklop uzemljenja je predviđen u skladu sa važećim tehničkim propisima i tako ga treba izvesti.

Izvršena je provjera u skladu sa JUS IEC 1024-1 i zaključeno je da spoljašnja gromobranska instalacija nije potrebna.

Sistem uzemljenja

- U skladu sa JUS IEC 1024-1 tačka 2.3.2., za sistem uzemljenja objekta predviđen je temeljni uzemljivač kao zajednički za sve instalacije u objektu prema JUS N.B2.754, koji istovremeno odgovara zahtjevima zaštite od atmosferskih uticaja.
- Predviđen je temeljni uzemljivač od pocinkovane trake Fe/Zn $25 \times 4 \text{ mm}$ položene u temelj objekta, prema planu u prilogu. Prilikom polaganja, traku povezati žicom za armaturu u temelju na svakih 1–2 metra. Traku postaviti tako da bude u betonu na 10 cm od dna temelja. Međusobno nastavljanje i spajanje trake izvesti ukrsnim komadom traka-traka JUS.N.B4.936/II dimenzija $58 \times 58 \text{ mm}$.
- Zahtjevi tehničkih propisa a u skladu sa JUS IEC 1024-1 tačka 2.3.3.2 u pogledu minimalne dužine u funkciji nivoa zaštite u ovako integrisanom uzemljivaču su zadovoljeni s obzirom na to da je srednji geometrijski poluprečnik „r“ prstenastog uzemljivača veći od 5 m, kao minimalne dužine uzemljivača za odabrani nivo zaštite i specifične otpornosti tla.

Instalacija izjednačenja potencijala

Izjednačenje potencijala stranih pravodnih tijela izvesti provodnicima minimalnog presjeka/preseka Cu- 16 mm^2 ili Al- 25 mm^2 .

Takođe, potrebno je u zidu izvan kupatila na 0,20 m od plafona, prema planu instalacije, ugraditi kutiju sa sabirnicom za izjednačavanje potencijala PS-49, u kojoj će se izvesti izjednačavanje potencijala.

U kutiju je ugrađena bakarna sabirnica na koju se povezuje provodnikom PF 4 mm^2 :

- vodovodna cijev umivaonika, ukoliko je metalna,
- vodovodne cijevi ukoliko su metalne,
- kada, odnosno sve metalne mase u kupatilu.

Priključak za kadu izvodi se kablovskom stopicom i zavrtnjem M5 sa maticom, a na vodovodne cijevi spoj provodnika PF 6 mm^2 izvesti preko bakarne stopice i bakarne obujmice sa zavrtnjem M5. Između bakarne obujmice i cijevi postaviti olovni umetak 3 mm debljine.

Od kutije za izjednačavanje potencijala PS-49 do zaštitne sabirnice stanske razvodne table u cijevi $\phi 13 \text{ mm}$ postaviti provodnik PF $1 \times 6 \text{ mm}^2$, i izvršiti povezivanje.

Predviđene mjere za otklanjanje opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri korišćenju električne energije

Opasnost od kratkog spoja

- Napojni vod objekta zaštićen je od kratkih spojeva i preopterećenja odgovarajućim osiguračima u tački priključenja, prema JUS N.B2. 743. U toku izvođenja, izvođač je obavezan ugraditi projektom predviđene osigurače.
- Eventualna izmjena tipa ili vrijednosti osigurača dozvoljena je samo uz saglasnost nadzornog organa.
- Zaštita od kratkih spojeva i preopterećenja provodnika u objektu riješena je odgovarajućim osiguračima (JUS N.B2. 743).
- Eventualna izmjena tipa ili vrijednosti osigurača dozvoljena je samo uz saglasnost nadzornog organa.

Opasnost od struje preopterećenja

- Napojni vod objekta zaštićen je od preopterećenja odgovarajućim osiguračima u tački priključenja, prema JUS N.B2. 743.
- Izbor nazivne struje za zaštitu kablova od preopterećenja (i kratkog spoja) izvršiće se na bazi dozvoljenog strujnog opterećenja I_d (A), a dat je u narednom dijelu projekta.
- Zaštita od struje preopterećenja ostalih kablova predviđena je zaštitnim uređajima – osiguračima koji prekidaju strujni krug prije nego što nastupi povećanje temperature i oštećenje provodnika ili izolacije (JUS N.B2. 743).

Opasnost od direktnog dodira dijelova pod naponom

- Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom je riješena zaštitnim izolovanjem, ugradnjom izolovanih kablova i stanske razvodne table bez dostupnih otvora (JUS N.B2. 741).

Opasnost od indirektnog dodira djelova pod naponom

- Zaštita od indirektnog dodira dijelova električne instalacije pod naponom riješena je automatskim isključenjem napajanja koje ima za cilj da spriječi nastanak napona takve vrijednosti i u takvom trajanju da predstavlja opasnost po zdravlje (JUS N.B2. 741). Za tu svrhu koriste se osigurači i zaštitni uređaji diferencijalne struje (ZUDS). Sistem zaštite riješen je prema tehničkim uslovima kao TN-S.

Opasnost od padova napona

- Opasnost od padova napona riješena je pravilnim dimenzionisanjem kablova, kako glavnog, tako i kablova za pojedine potrošače.
- Izbor i provjera presjeka/preseka kabla se vrši na osnovu strujnog opterećenja prema katalogu proizvođača sa provjerom zaštite od preopterećenja u skladu sa standardom JUS N.B2. 743.

Opasnost od prodora vlage, vode i prašine

- Instalacija objekta je zaštićena od uticaja vlage i prašine pravilnim izborom opreme i kablova, a u skladu sa uslovima koji vladaju na mjestu ugradnje.
- Glavni razvodni orman i spratna tabla imaju stepen zaštite IP54.

Opasnost od požara

- Objekt je zaštićen od požara ili eksplozije koje bi mogle nastati usljed dejstva električnih instalacija pravilnim izborom i dimenzionisanjem prekidača, osigurača, i ostale opreme.

Zaštita od atmosferskih prenapona

- Zaštita od prenapona prenesenih NN mrežom je izvedena u GRO objekta, ugradnjom odvodnika prenapona prema tački 8.4 Tehničkih preopruke ED Crne Gore za priključenje NN potrošača.

Tehnički proračuni

Bilans opterećenja

Proračun jednovremene snage objekta je urađen pod sljedećim pretpostavkama:

- da će se vršna snaga pojaviti u zimskom periodu kada se upotrebljavju grijna tijela koja koriste električnu energiju,
- da nije potrebno jednovremeno startovati više sličnih potrošača.

Iz crteža „Jednopolna šema GRT“ se vidi da je ukupna instalisana snaga objekta 29 400 W. Za tu snagu će jednovremeno vršno opterećenje stambenog objekta biti:

$$P_{jvo} = k \times P_i = 29\,400 \times 0,7 = 20\,580 \text{ W}$$

Proračun prelaznog otpora uzemljenja

Kao uzemljivač ovdje se primjenjuje cjelokupna čelična armatura sa trakom Fe/Zn 25 × 4 mm, postavljena u temelj objekta – temeljni uzemljivač, kako je to dato na crtežima u prilogu projekta.

Betonska armatura objekta koja se može koristiti za temeljni uzemljivač mora da ima prečnik najmanje ϕ 10 mm.

Proračun otpora rasprostiranja temeljnog uzemljivača će se izvršiti po obrascu:

$$R = \frac{\rho}{2D}$$

gdje/đe je:

ρ – ukupni specifični otpor tla (Ωm);

D – prečnik kruga koji ima istu površinu kao površina objekta (m).

Površina koju obuhvata temeljni uzemljivač zgrade iznosi: $P = 101 \text{ m}^2$.

Prečnik kruga koji ima zgrada iste površine:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 101}{3,14}} = 11,36 \text{ m}$$

Otpor rasprostiranja temeljnog uzemljivača pri specifičnoj otpornosti tla od $\rho = 150 \Omega\text{m}$ iznosiće:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot D} = \frac{150}{2 \cdot 11,73} = 6,34 \Omega$$

Pored temeljnog uzemljivača postoji doprinos i trake za uzemljenje položene iznad dovodnog NN kabla. Da bi se izračunao otpor trakastog uzemljenja, ovdje će biti uzet u obzir trakasti uzemljivač položen iznad kabla u dužini od 50 m od priključne tačke distributivne mreže.

Otpor trakastog uzemljivača se računa po obrascu:

$$R_{tr} = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \ln \frac{l}{\sqrt{H \cdot d}}$$

gdje/đe je:

ρ – specifični otpor tla $\rho = 150 \Omega\text{m}$

l – ukupna dužina trake u metrima $l = 50 \text{ m}$

d – proračunski prečnik trake = 0,0125 m;

H – dubina ukopavanja trake = 0,4 m

Prema iznesenim podacima dobija se otpor trakastog uzemljivača:

$$R_{tr} = \frac{150}{\pi \cdot 50} \ln \frac{50}{\sqrt{0,4 \cdot 0,0125}} = 5,369 \Omega$$

Ukupan otpor združenog uzemljenja računa se kao paralelna veza trakastog uzemljivača i mrežastog uzemljivača, i iznosi:

$$R = \frac{R \cdot R_{tr}}{R + R_{tr}} = 2,91 \Omega, \text{ što zadovoljava tehničke propise.}$$

Spojevi za nastavljjanje trake pod zemljom izvode se ukrsnim komadima traka-traka JUS N.B.936. Mjesta spajanja zalivaju se bitumenom.

Stvarni prelazni otpor uzemljivača biće daleko manji ako se uzme u obzir da se temeljni uzemljivač povezuje sa uzemljivačima susjednih objekata i sa združenim uzemljenjem napojne trafo-stanice jer se uz napojne kablove polažu i trake za uzemljenje.

Električni proračun

Zaštita od indirektnog dodira djelova pod naponom

Za zaštitu od indirektnog napona dodira djelova pod naponom koristi se zaštitni uređaj diferencijalne struje (ZUDS), čija je nominalna struja prema opterećenju, a struja greške za kupatilo 0,03 A i 0,5 A za ostale potrošače.

Da bi se obezbijedila sigurna zaštita od jednopolnog kratkog spoja, prema važećim propisima i standardima treba da bude zadovoljen uslov:

$$R_{uz} = \frac{50 \text{ V}}{I_d}$$

gdje/đe je:

R_{uz} – otpor uzemljivača (Ω)

I_d – struja greške ZUDS (FID) sklopke (A)

U slučaju upotrebe sklopke čija je $I_d = 0,03 \text{ A}$ imamo:

$$R_{uz} = \frac{50 \text{ V}}{0,03 \text{ A}} = 1666,67 \Omega$$

Za aparate napojene preko ZUDS sklopke sa $I_d = 0,5 \text{ A}$, važi proračun:

$$R_{uz} = \frac{50 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 100 \Omega$$

Kako je usvojeni otpor uzemljenja $2,91 \Omega$, zaštitni uređaji diferencijalne struje (ZUDS) prekinuće strujni krug i spriječiti pojavu previsokog napona dodira.

Provjera kablova na trajno opterećenje

Glavni napojni kabl PMO-KPO

- Izbor glavnog napojnog voda na trajno dopuštene struje, prema JUS N.B2.752 sa provjerom zaštite od preopterećenja, prema JUS N.B2.743 (tabela 1).
- Provjera na pad napona (tabela 2).

Jednovremena (vršna) struja kabla (I_{jvo}) na osnovu koje će se izvršiti provjera presjeka/preseka kabla računaće se po obrascu:

$$I_{jvo} = \frac{P_{jvo}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

gdje/đe je:

$\cos \varphi$ – faktor snage;

P_{jvo} – jednovremeno vršno opterećenje (prenosna snaga kabla);

U_n – linijski nominalni napon (400 V).

Da bi kabl zadovoljio, moraju biti zadovoljena dva uslova:

$$I_{jvo} < I_{no} < I_d$$

$$I_{no} < \frac{1,45 \cdot I_d}{K}$$

gdje/đe je:

I_{no} – nazivna struja upotrebljenog osigurača, a

K – koeficijent koji zavisi od vrste polaganja kabla.

Uz normalne uslove pogona, za bakarne kablove sa tri opterećene žile 16 mm² sa PVC izolacijom, položene u tlo (vrsta polaganja „D“), prema podacima iz kataloga proizvođača nominalna struja opterećenja je $I_n = 67$ A.

Navedeno nominalno opterećenje treba redukovati korekcionim faktorima:

k_1 – ako se temperatura zemlje razlikuje od 20°C, odabrana je vrijednost $k_1 = 1,15$ (tab. 2.10; jer će se vršno opterećenje pojaviti u zimskom periodu sa temperaturom 5°C);

k_2 – zavisi od broja kablova u istom rovu, za jedan kabl $k_2 = 1,00$;

k_3 – Zavisi od termičkih osobina tla, za obično tlo $k_3 = 1,00$.

Prema tome, dopuštena struja kabla za usvojenu vrijednosti koeficijenata k_1 je:

$$I_d = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_n = 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 67 \text{ A} = 77,05 \text{ A}$$

Dopuštena struja od 77,05 A dozvoljava opterećenje od:

$$P_d = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_d \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 77,05 \cdot 0,98 = 52252 \text{ W}$$

Kako je dobijena dopuštena snaga od 52 252 W veća od jednovremenog vršnog opterećenja koje je $P_{jvo} = 13 200$ W, slijedi da odabrani kabl zadovoljava kada je u pitanju dopušteno opterećenje;

Nominalna struja kroz kabl pri jednovremenom vršnom opterećenju od 13 200 W i faktorom snage $\cos \varphi = 0,98$ (objekt bez reaktivnih potrošača, kao što su veliki elektromotorni pogoni, itd.) biće:

$$I_n = \frac{P_{jvo}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{13200}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,98} = 19,46 \text{ A}$$

Usvaja se vrijednost osigurača u napojnoj tački (PMO) radi stepenovanja zaštite:

$$I_{mPMO} = 50 \text{ A}$$

Usponski kabl KPO-GRT

Uz normalne uslove pogona, za bakarne kablove sa tri opterećene žile presjeka/preseka 10 mm², sa PVC izolacijom, položene u cijev u zidu (vrsta polaganja „A2“), prema podacima iz kataloga proizvođača, nominalna struja opterećenja je $I_n = 39$ A.

Navedeno nominalno opterećenje treba redukovati korekcionim faktorima:

k_1 – ako se temperatura vazduha razlikuje od 30°C, odabrana je vrijednost $k_1 = 1,22$ (jer će se vršno opterećenje pojaviti u zimskom periodu sa temperaturom 10°C).

Prema tome, dopuštena struja kabla za usvojenu vrijednosti koeficijenta k_1 je:

$$I_d = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_n = 1,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 39 = 48,58 \text{ A}$$

Kako je izračunata nominalna struja kroz kabl $I_n = 19,46 \text{ A}$, i ovaj kabl zadovoljava kada je u pitanju dopušten opterećenje.

Usvaja se vrijednost osigurača u KPO radi stepenovanja zaštite, i to je: $I_{nKPO} = 35 \text{ A}$.

Prekidna moć osigurača

Prekidna moć visokoučinskih osigurača FNV2 u napojnoj tački je 120 kA. Kako je poznato iz projekata napojne mreže, struja kratkog spoja na NN sabirnicama u napojnoj tački je maksimalno 22 kA. Prema tome, izabrani osigurači zadovoljavaju kada je u pitanju prekidna moć.

Tabela 5.1: Proračun i izbor trajno dopuštene struje i presjeka/preseka kabla

	P_{jvo} (W)	I_{jvo} (A)	S mm^2	I_n (A)	k_1	k_2	k_3	I_d	K	I_{osig} (A)	$\frac{1,45 \cdot I_d}{K}$	komentar
PMO- KPO	20580	30,35	16	67	1,15	1	1	77,05	1,6	50	69,82	zadovoljava
KPO – GRO	20580	30,35	10	39	1,22	1	1	47,58	1,6	35	43,11	zadovoljava
GRO – Ut. 17	1200	5,32	2,5	18	1,00	1	1	18,00	1,6	10	16,31	zadovoljava
GRO – Ut. 19	1200	5,32	2,5	18	1,00	1	1	18,00	1,6	10	16,31	zadovoljava
GRO – Štednj.	6000	8,85	2,5	17,5	1,00	1	1	17,50	1,6	10	15,86	zadovoljava
svjetiljka-9 ukrasni luster	80	0,35	1,5	13,5	1,00	1	1	13,50	1,6	6	12,23	zadovoljava

Provjera kablova na pad napona

U tabeli 5.2. dat je proračun za procentualni pad napona trofaznog potrošača:

$$u\% = \frac{0,01245 \cdot \sum P_{jvo} \cdot l}{S}$$

Takođe, u tabeli 5.2 dat je proračun za procentualni pad napona monofaznog potrošača:

$$u\% = \frac{0,0741 \cdot \sum P_{jvo} \cdot l}{S}$$

P_{jvo} – jednovremeno vršno opterećenje (vršna snaga) u kW

l – dužina kabla na računatoj dionici u m;

S – presjek/presek kabla u mm^2

Tabela 5.2: Provjera presjeka/ preseka provodnika na pad napona

	Pv (W)	dužina (m)	presjek/ presek (mm^2)	Napon (V)	pad do relacije %	pad u relaciji %	ukupan pad napona %	komentar
PMO – KPO	20580	55	4×16	400	–	0,87	0,87	zadovoljava
KPO – GRO	20580	9	5×10	400	0,87	0,22	1,09	zadovoljava
GRO – Ut. 17	1200	15	$3 \times 2,5$	230	1,09	1,68	2,77	zadovoljava
GRO – Ut. 19	1200	13	$3 \times 2,5$	230	1,09	1,54	2,63	zadovoljava
GRO – Štednj.	6000	15	$5 \times 2,5$	400	1,09	0,45	1,54	zadovoljava
svjetiljka-9 ukrasni luster	80	7	$3 \times 1,5$	230	1,09	0,10	1,19	zadovoljava

Fotometrijski proračun

Proračun osvjetljenja je urađen po metodi stepena korisnog djelovanja za dnevnu sobu i kuhinju, a za ostale prostorije po Vatnoj metodi.

Dnevni boravak:

Površina dnevnog boravka je $S = 16,8 \text{ m}^2$, visina prostorije $h = 2,7 \text{ m}$, širina prostorije $b = 4,2 \text{ m}$, dužina prostorije $a = 4,0 \text{ m}$. Predviđeni osvjetljaj $E = 120 \text{ lx}$.

Tavanica veoma bijela, zidovi bijeli, uslovi rada čisti. Primijenjeni sistem osvjetljenja je mješoviti.

Formula za indeks prostorije kod mješovitog sistema osvjetljenja glasi:

$$i = \frac{2 \cdot b + a}{6 \cdot h}$$

gdje/đe je:

b – širina prostorije,

a – dužina prostorije,

h – visina vješanja svjetiljke (vertikalno rastojanje od radne ravni do svjetiljke, slika 4.67 a)

$$h = 2,7 - 0,85 - 0,2 = 1,65 \text{ m}$$

$$i = \frac{2 \cdot b + a}{6 \cdot h} = \frac{2 \cdot 4,2 + 4,0}{6 \cdot 1,65} = 1,25 \text{ usvajamo (tabela 4.14) } i = H$$

Ovako određen indeks prostorije omogućava da se iz tabele 4.15 odredi koeficijent iskorišćenja osvjetljenja, a samim tim i vrijednost ukupnog svjetlosnog fluksa.

Koeficijent iskorišćenja $\eta = 0,26$. Kako su uslovi rada čisti, uzima se koeficijent slabljenja $\delta = 1,25$.

Ukupan svjetlosni fluks izračunavamo po formuli:

$$\Phi_u = \delta \cdot \frac{E \cdot S}{\eta} = 1,25 \cdot \frac{120 \cdot 16,8}{0,26} = 9692 \text{ lm}$$

Broj sijalica:

$$N = \frac{\Phi_u}{\Phi_s} = \frac{9692 \text{ lm}}{1200 \text{ lm}} = 8$$

Biramo štednu sijalicu snage 18 W – long life, sa svjetlosnim fluksom $\Phi = 1200 \text{ lm}$.

Stvarni osvjetljaj je:

$$E_{ST} = \frac{\Phi_1 \cdot N \cdot \eta}{S} = \frac{1200 \cdot 8 \cdot 0,126}{16,8} = 148 \text{ lx}$$

U dnevnoj sobi predviđene su zidne svjetiljke sa po dvije štedne sijalice od 18 W, kao i ukrasni luster sa četiri sijalična grla za štedne sijalice od 18 W.

Ukupna snaga sijalica $P = 216 \text{ W}$.

Kuhinja sa trpezarijom

Površina dnevnog boravka je $S = 12,8 \text{ m}^2$, visina prostorije $h = 2,7 \text{ m}$, širina prostorije $b = 3,2 \text{ m}$, dužina prostorije $a = 4,0 \text{ m}$. Predviđeni osvjetljaj $E = 120 \text{ lx}$.

Tavanica veoma bijela, zidovi bijeli, uslovi rada čisti. Primijenjeni sistem osvjetljenja je mješoviti sa dopunskim osvjetljenjem iznad radne površine u kuhinji preko nape.

Formula za indeks prostorije kod direktnog, poludirektnog i mješovitog sistema osvjetljenja glasi:

$$i = \frac{2 \cdot b + a}{6 \cdot h} \dots \dots \dots (5)$$

gdje/đe je:

b – širina prostorije,

a – dužina prostorije,

h – visina vješanja svjetiljke (vertikalno rastojanje od radne ravni do svjetiljke)

$$i = \frac{2 \cdot b + a}{6 \cdot h} = \frac{2 \cdot 3,2 + 4,0}{6 \cdot (2,7 - 0,85)} = 0,94 \text{ usvajamo (tabela 4.14) } i = I$$

Ovako određen indeks prostorije omogućava da se iz tabele 4.15 odredi koeficijent iskorišćenja osvjetljenja, a samim tim i vrijednost ukupnog svjetlosnog fluksa.

Koeficijent iskorišćenja $\eta = 0,22$. Kako su uslovi rada čisti, uzima se koeficijent slabljenja $\delta = 1,25$.

Ukupan svjetlosni fluks izračunavamo po formuli:

$$\Phi_u = \delta \cdot \frac{E \cdot S}{\eta} = 1,25 \cdot \frac{120 \cdot 12,8}{0,22} = 8727 \text{ lm}$$

Broj sijalica:

$$N = \frac{\Phi_u}{\Phi_s} = \frac{8727 \text{ lm}}{1200 \text{ lm}} \approx 7$$

Biramo štednu sijalicu snage 18 W – long life, sa svjetlosnim fluksom $\Phi = 1200 \text{ lm}$.

Stvarni osvjetljaj je:

$$E_{ST} = \frac{\Phi_1 \cdot N \cdot \eta}{S} = \frac{1200 \cdot 7 \cdot 0,22}{12,8} = 144 \text{ lx}$$

U kuhinji i trpezariji predviđene su svjetiljke plafonjerke sa dvije štedne sijalice od 18 W. Ukupna snaga sijalica: $P = 126 \text{ W}$

Ostale prostorije proračunavamo po skraćenoj Vatnoj metodi kod koje se proračun vrši pomoću formule:

$$\Phi_u = 1,7 \cdot E \cdot S$$

gdje/đe je:

Φ_u [lm] – potreban svjetlosni fluks,

E [lx] – potreban osvjetljaj i

S [m²] – površina prostorije.

Potreban broj svjetiljki (armatura) se određuje po formuli:

$$N = \frac{\Phi_u}{\Phi_s}$$

gdje/đe je Φ_s svjetlosni fluks odabrane svjetiljke. Odabrane su svjetiljke sa štednim sijalicama snage 18 W, ukupnog svjetlosnog fluksa 1200 lm.

Tabela 5.3: Rezultati snage sijalica za pojedine prostorije računane po Vatnoj metodi

prostorija	vrijednost osvjetljaja E (lx)	vrijednost površine prostorije S m ²	ukupan svjetlos. fluks Φ_u (lm)	ptreban broj sijalica N	realizacija	svarni svjetlos. fluks Φ_u (lm)
hol	100	12,7	2159	2	3 × 18 W	3600
kupatilo	100	6,1	1037	1	3 × 18 W	3600
ostava	80	3,7	629	1	2 × 18 W	2400
spav. soba	100	8,4	1428	2	2 × 18 W	2400
spavaća soba 1	100	14,3	2431	3	4 × 18 W	4888
ukupna snaga sijalica + dnevna soba + kuhinja sa trpezarijom					252 + 216 + 126 = 594 W	

Tabela 5.4: Usporedna tablica snaga sijalica za određeni svjetlosni fluks

svjetlosni fluks Φ (lm)	inkandescentna sijalica (W)	štedna ili fluokompaktna sijalica (W)	LED sijalica (W)
			
220	25	5 – 7	2 – 3
450	40	8 – 12	4 – 5
890	60	13 – 18	6 – 8
1210	75	18 – 22	9 – 13
1750	100	23 – 30	16 – 20
2780	150	30 – 55	25 – 28

Procjena neophodnosti postavljanja gromobranske instalacije

Procjena neophodnosti postavljanja gromobranske instalacije urađena je prema standardu za gromobranske instalacije JUS N.B4 800 IEC1024-1.

Prema JUS N.84.803, objekt se nalazi u regiji sa 48 grmljavinskih dana u godini, tj., $T_d = 48$.

Gustina atmosferskog pražnjenja u tlo iznosi:

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25} = 5,05373 \text{ (broj udara/km}^2 \text{ godišnje)}$$

Vjerovatnoća direktnog udara groma u objekat koji prouzrokuju štetu opisuje se:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_0 \cdot 10^{-6}$$

gdje/đe je:

N_g – gustina atmosferskog pražnjenja u tlo,

A_e – ekvivalentna prihvatna površina objekta,

C_0 – faktor okruženja objekta.

Za ekvivalentnu prihvatnu površina objekta A_e mora se uzeti prihvatna površina cjelokupnog objekta. Prihvatna površina objekta data je u grafičkom dijelu dokumentacije i iznosi 2336 m², a računa se po obrascu:

$$A_e = A \cdot B + 6 \cdot h \cdot (A + B) + 9 \cdot \pi \cdot h^2 = 1847 \text{ m}^2$$

gdje/đe je:

A – dužina objekta (m) = 11 m;

B – širina objekta (m) = 9 m;

h – visina objekta (m) = 6 m.

Kako će predmetni objekt biti okružen objektima iste ili veće visine, primjenjuje se faktor okruženja $C_0 = 0,25$ prema tabeli 5.5:

Tabela 5.5: Faktor okruženja

okruženje šticenog objekta	C_0
šticeeni objekt se nalazi u prostoru sa istim ili višim objektima	0,25
objekat okružen nižim objektima	0,5
usamljen objekt na 3 H	1
šticeeni objekt sam na uzvišenju	2

Učestalost direktnog udara groma u objekt je:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_0 \cdot 10^{-6} = 5,05373 \cdot 1847 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,0023 \text{ udara/godina}$$

U skladu sa klasom objekta i načinom približnog proračuna iz JUS IEC-1024-1 usvajamo učestalost udara groma N_c :

$$N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C}$$

gdje/đe je:

$$C = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 - \text{ukupni koeficijent}$$

C_1 – koeficijent tipa konstrukcije objekta prema tabeli 5.6 usvaja se: $C_1 = 1$,

C_2 – koeficijent sadržaja objekta prema tabeli 5.7 usvaja se: $C_2 = 1$,

C_3 – koeficijent namjene objekta C_3 prema tabeli 5.8 usvaja se: $C_3 = 1$ i

C_4 – posljedice od udara groma u objekt prema tabeli 5.9 usvaja se $C_4 = 1$.

Ukupni koeficijent:

$$C = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 = 1$$

Tabela 5.6: Koeficijent tipa konstrukcije objekta C_1

C_1 – tip konstrukcije objekta			
konst. objekta \ krov	metalni	kombinovani	zapaljiv
metalna	0,5	1	2
kombinovana	1	1	2,5
zapaljiva	2,0	2,5	3

Tabela 5.7: Koeficijent sadržaja objekta C_2

koeficijent sadržaja objekta C_2	
bez vrijednosti i nezapaljiv	0,5
mala vrijednost ili uglavnom zapaljiv	1
veća vrijednost ili naročito zapaljiv	2
izvanredno velika vrijednost, nenadoknadive štete, vrlo zapaljiv ili eksplozivan	3

Tabela 5.8: Koeficijent namjene objekta C_3

koeficijent namjene objekta C_3	
nezaposjednut	0,5
uglavnom nezaposjednut	1
teška evakuacija ili opasnost od panike	3

Tabela 5.9: Posljedice od udara groma u objekat

posljedice od udara groma u objekat C_4	
nije obavezno obezbijediti neprekidan rad objekta i bez uticaja (posljedica) na okolinu	1
Obavezno obezbijediti neprekidan rad objekta, ali bez posljedica na okolinu	5
uticaj (posljedice) na okolinu	10

Prihvaćena učestalost udara groma biće: $N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C} = 0,003$

Potrebna efikasnost gromobranske zaštite je:

$$E = 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

Tabela 5.10: Nivo gromobranske zaštite

nivo gromobranske zaštite	efikasnost E	rastojanje pražnjenja (m)	prva struja povratnog pražnjenja I (kA)
nivo I sa dodatnim mjerama	$E > 0,98$		
nivo I	$0,98 \geq E > 0,95$	20	2,8
nivo II	$0,95 \geq E > 0,90$	30	5,2
nivo III	$0,90 \geq E > 0,85$	45	9,5
nivo IV	$0,80 \geq E > 0$	60	14,7

Kako je definisano u standardu JUS.NBA,801, to se prema tabeli 5.9 usvaja nivo gromobranske zaštite, te prema ovom nivou zaštite dimenzionišemo zaštitnu instalaciju, koja se sastoji od spoljašnje i unutrašnje gromobranske instalacije.

Spoljašnja gromobranska instalacija prihvata i odvodi u zemlju energiju atmosferskog pražnjenja.

Unutrašnja gromobranska instalacija smanjuje opasna dejstva atmosferskih pražnjenja u unutrašnjosti šticenog prostora. Srednje rastojanje spusnih vodova u zavisnosti od kategorije određujemo iz tabele 5.11.

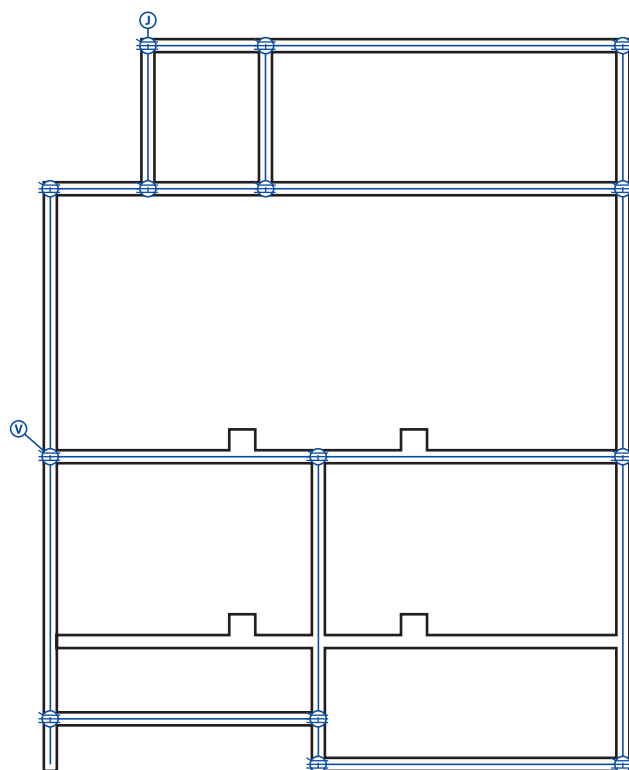
Zaključak: Kako je u ovom projektu $N_d < N_c$ to nije potrebno postaviti gromobransku zaštitu na objekat.

Plan električne instalacije

Na slici 5.2 prikazan je crtež uzemljenja objekta sa propratnom legendom, na slici 5.3 prikazan je plan gromobranske instalacije, na slici 5.4 prikazan je plan električne instalacije opšte potrošnje, na slici 5.5 prikazan je pojednostavljeni plan električne instalacije opšte potrošnje, na slici 5.6 dat je plan električne instalacije osvetljenja, na slici 5.7 pojednostavljeni planelektrične instalacije osvetljenja, a na slici 5.8 jednopolna šema GRT.

Tabela 5.11: Srednje rastojanje spusnih vodova u zavisnosti od kategorije

nivo zaštite	srednje rastojanje (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25



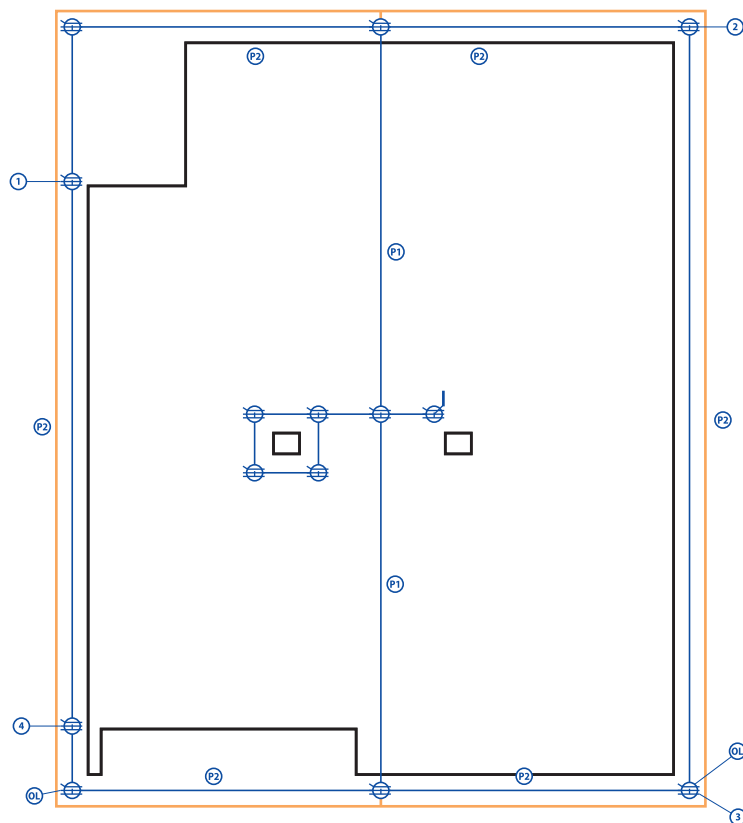
- ⊕ Ukrsnik komad traka – traka JUS N.B4.936
 - ⊕ Izvod za uzemljenje vodomjera trakom FeZn 20 × 3 mm
 - ⊕ Izvod za jednopolnu sabirnicu Js u GRO trakom FeZn 20 × 3 mm
 - Traka FeZn 25 × 4 mm za instalaciju uzemljenja, postavljena nasatice
- Spojeve izvoditi varenjem ili sa ukrsnim komadom traka – traka JUS N.B4.936

Slika 5.2: Izgled uzemljenja objekta sa propratnom legendom

Iako je proračun pokazao da nije potrebno izvoditi krovnu gromobransku instalaciju, na slici 5.3 je dat primjer kako bi ta instalacija bila izvedena. Obratiti pažnju na detalj zaštite dimnjaka. Lijevi dimnjak je šticeen prstenom trake FeZn, a desni je šticeen vertikalnom šipkom montiranom uz dimnjak.

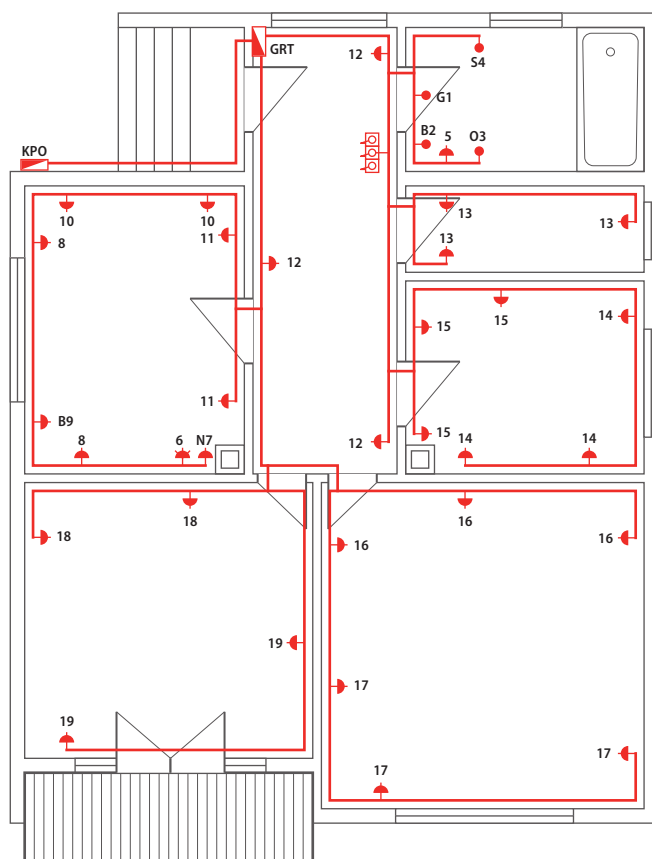
Spusni provodnici su izvedeni polaganjem pocinkovane trake FeZn25 × 4 mm unutar armature stubova objekta.

Poštovana je i odredba pravilnika JUS IEC-1024-1-1 koja nalaže da moraju postojati najmanje dva spusna provodnika.



- Gabarit krova
- Gabarit objekta
- ⊕ Ukrsnik komad traka – traka JUS N.B4.936
- ⊕ OL Izvod za uzemljenje oluka trakom FeZn 20 × 3 mm
- ① Izvod na spusni provodnik u stubovima trakom FeZn 20 × 3 mm
- ⊕ P1 Prihvatni sistem hvataljka FeZn 20 × 3 mm na nosačima trake NGO20 JUS N.B4 920P
- ⊕ P2 Prihvatni sistem hvataljka FeZn 20 × 3 mm na nosačima trake NGO24 JUS N.B4 922P
- ⊕ Prihvatni sistem hvataljka – vertikalna šipka FeZn 20 × 3 mm na nosačima trake NGO24 JUS N.B4 922P

Slika 5.3 Mogući način izvođenja krovne gromobranske instalacije

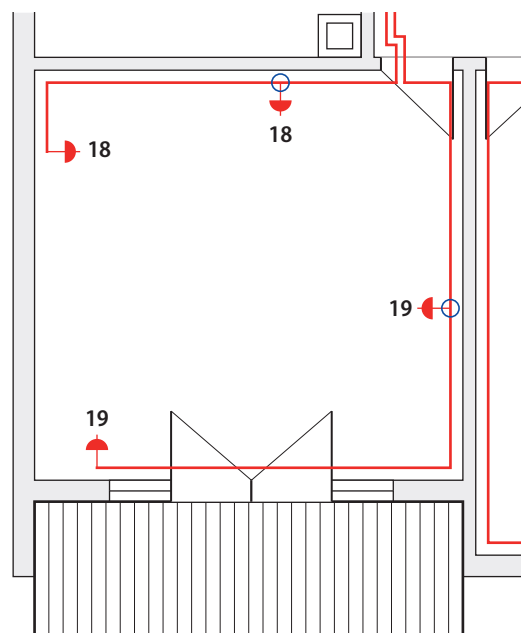


- ➔ „Šuko“ utičnica
- ⚡ Trofazna utičnica
- S Sušač peškira u kupatilu, priključak na šraf
- N Kuhinjska napa, priključak na šraf
- B Bojler u kupatilu, priključak na šraf
- ⊕ Kombinovani priključak za kupatilo
- GRT Glavna razvodna tabla
- KPO Kućni priključni orman

Slika 5.4: Šema elektroinstalacije opšte potrošnje

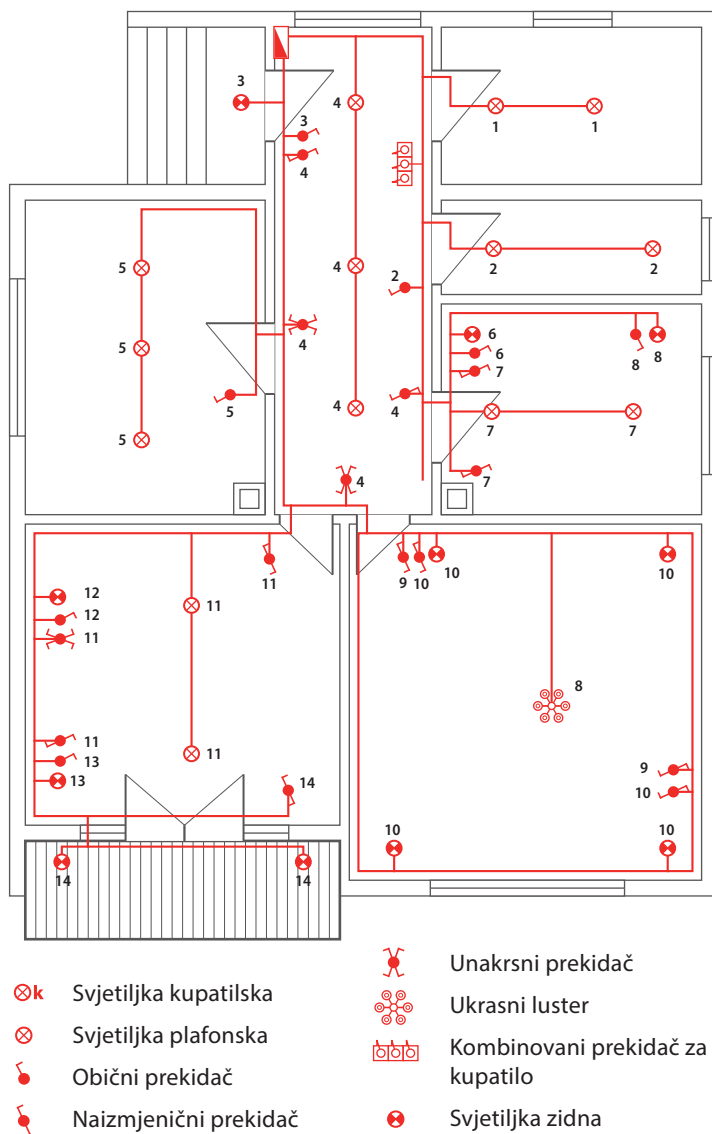
Na slici 5.4 data je šema elektroinstalacije opšte potrošnje. Važno je znati da svi aparati koji se napajaju sa zajedničkog osigurača nose na šemi isti broj, koji odgovara broju osigurača na šemi GRT; trasa vođenja kablova detaljno je objašnjena u knjizi za prvi razred. Detalji koji nijesu navedeni na crtežu, navode se u tekstualnom dijelu, da se crtež ne bi opterećivao detaljima koji se prikazuju kada se priprema crtež u predviđenoj razmjeri za projekat (na primjer, snaga potrošača, visina utičnice od tla, itd.).

Radi pojašnjenja, na slici 5.5 dato je detaljnije crtanje na primjeru za prostoriju spavaća soba 1. Vidi se da svaki strujni krug ima vlastiti dolazni vod koji ide od osigurača do instalacione razvodne kutije (ili direktno do potrošača, ako je samo jedan potrošač na tomevodu). Dalje od razvodne kutije ide onoliko vodova koliko je utičnica vezano na nju. U praksi se ovakvo crtanje ne koristi jer crtež postaje prenatrpan detaljima. Koristi se uprošćeni crtež, kao na slici 5.4, gdje/đe su svi strujni krugovi u prostoriji prikazani jednom linijom. Pri tome se razvodne kutije ne crtaju, a pripadnost pojedine utičnice određenom strujnom krugu se određuje prema brojci uz utičnicu.



- ➔ „Šuko“ utičnica
- Instalaciona razvodna kutija za montažu pod malter
- Provodnik PP-Y 3 × 2,5 mm²

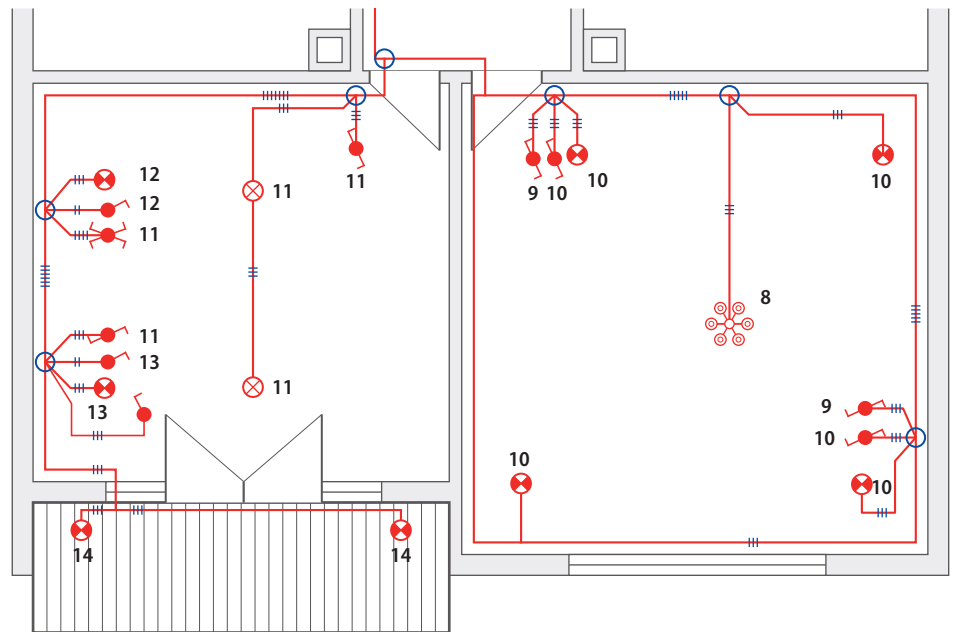
Slika 5.5: Pojašnjenje izvođenja crteža za strujne krugove u prostoriji spavaća soba 1















- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| ⊗k Svjetiljka kupatilska | ⚡ Unakrsni prekidač |
| ⊗ Svjetiljka plafonska | ⊗ Ukrasni luster |
| ⚡ Obični prekidač | ⊗ Kombinovani prekidač za kupatilo |
| ⚡ Naizmjenični prekidač | ⊗ Svjetiljka zidna |

Slika 5.6: Plan električne instalacije osvetljenja

Na slici 5.6 dat je plan električne instalacije osvjjetljenja. Osnovna razlika od crteža opšte potrošnje je što brojevi uz svjetiljku ne znače broj osigurača, već broj prekidača koji uključuje tu svjetiljku. Ako dva naizmjenična prekidača uključuju svjetiljku, oba imaju isti broj kao svjetiljka. Ako se dvije ili više svjetiljki uključuju istim prekidačem, sve imaju isti broj kao prekidač. Izbor trase kablova rasvjete i način vezivanja prekidača dati su u knjizi za prvi razred. Detalji koji nisu navedeni na crtežu navode se u tekstualnom dijelu, da se ne bi pretrpavao crtež (na primjer, IP zaštita za kupatilsku svjetiljku, vrsta i snaga sijalice u svjetiljci, itd.).



-  Svjetiljka kupatilska
-  Svjetiljka plafonska
-  Obični prekidač
-  Naizmjenični prekidač
-  Unakrsni prekidač
-  Ukrasni luster
-  Kombinovani prekidač za kupatilo
-  Instalaciona razvodna kutija za montažu pod žbuku
-  Provodnik PP-Y 2 × 1,5 mm²
-  Provodnik PP-Y 3 × 1,5 mm²
-  Provodnik PP-Y 5 × 1,5 mm²
-  Provodnici, broj crtica označava broj žica

Slika 5.7: Pojašnjenje za dio crteža sa slike 5.6

Crtež električne instalacije može se uraditi na mnogo načina. Obično se nastoji da je list sa crtežom što pregledniji, sa što manje detalja koji odvrćaju pažnju, kao što je urađeno na slici 5.6. Za lakše razumijevanje, dajemo sliku 5.6, gdje/đe su prikazane i razvodne kutije, kao i brojevi potrebnih žila za povezivanje. Razvijene šeme i način vezivanja običnih, naizmjeničnih i unakrsnih prekidača date su u knjizi za prvi razred. Prikazivanje svih tih detalja na crtežu učinilo bi ga pretrpanim i teškim za razumijevanje, naročito kod složenijih elektroinstalacija i većih objekata.

Primjer predmjera i predrachuna radova

Tabela 5.12: Predmjer i predrachun radova

R.b.	Vrsta robe i usluge	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
1.	Razvodne table i napojni i usponski vodovi			
1.1	Isporuca i ugradnja kućnog priključnog ormara, komplet sa postoljem osigurača 3 × NV0/100 A/400 V i tri uloška NV0/500V/35 A/120 kA	1 kom.	140 €	140 €
1.2	Nabavka i ugradnja priključno mjernog ormara od poliestera, stubne izvedbe, stepen zaštite IP65, sa prozorčedom za očitavanje. Ormar opremiti vratima koja se zaključavaju bravom i ključem; kompletan ormar sadrži: <ul style="list-style-type: none"> ▪ mjesto za direktno trofazno dvotarifno brojilo aktivne energije 40 A/230/400 V, ▪ kombinovani rastavljač/osigurač 3 × /100 A/400 V sa tri uloška NV00/500 V/50 A/120 kA 	1 komp.	250 €	250 €
1.3	Isporuca i ugradnja: glavni razvodni ormar, lakiran prema zahtjevu projektanta enterijera; ormar uraditi od dva puta dekapiranog lima, debljine 1,5 mm; opremiti ga vratima koja se zaključavaju bravom i ključem; klasa zaštite je IP54. U ormar ugraditi sljedeću opremu: <ul style="list-style-type: none"> ▪ diferencijalna sklopka 25/0,03 A ▪ diferencijalna sklopka 32/0,5 A ▪ trolni automatski osigurač C60N ▪ jednopolni automatski osigurač C60N ▪ odvodnik prenapona SPD-C20/3PN ili sličan prema standardu IEC61643, sa radnom krivom tipa „C“, sa nominalnom strujom 20 kA 	1 kom. 1 kom. 1 kom. 24 kom. 1 kom.	750 €	750 €
1.4	Isporuca i postavljanje kabla sa izolacijom i plaštom od PVC mase, prema standardu JUS N.C5 220/75 u crvenoj PVC cijevi od priključne tačke PMO do KPO ormara na zidu objekta. Ovom stavkom je uključeno: <ul style="list-style-type: none"> ▪ polaganje kabla u zidove i kroz zidove, ▪ izrada strujnih veza u KPO i PMO, ▪ sav potreban materijal i radovi. Ukupno za nabavku, i rad, računato po metru položene cijevi i kabla tip: PP00 4 × 10 mm ² .	55 metara	16 €/m	880 €
1.	Cijena razvodne table i napojnih i usponskih vodova			2020 €

R.b.	Vrsta robe i usluge	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
2.	Instalacija opšte potrošnje			
2.1	Isporuka i montaža priključnice 16A/220 V, sa montažnom kutijom ϕ 60, tropolna sa porcelanskim uloškom, i kontaktom za uzemljenje za montažu u zid.	30 kom.	5,5 €/kom.	165,00 €
2.2	Isporuka i montaža OG (plastične) priključnice namijenjene za montažu u kupatilima, i garažama. Izabrana priključnica je potrebno da obezbjeđuje traženu zaštitu IP65.	1 kom.	8,5 €/kom.	8,50 €
2.3	Isporuka i ugradnja grijalica za kupatila.	1 kom.	20 €/kom.	20,00€
2.4	Isporuka i ugradnja: radijator – sušač peškira za kupatila, na mjestu usaglašenom sa investitorom.	1 kom.	55 €/kom.	55,00 €
2.5	Isporuka materijala i izvođenje trofaznog priključnog mjesta za štednjak provodnikom PP-Y 5 × 2,5 položenim djelimično u cijevi ϕ 23 (50%), a djelimično pod malter. Komplet sa priključnicom 16 A/380 V, JUS N.EO.350 sa montažnom kutijom ϕ 70 tip C, JUS N.E1.122, trofazna sa porcelanskim uloškom, nultim kontaktom i kontaktom za uzemljenje. Dužina do priključnog mjesta je 15 metara.	1 kom.	25 €/kom.	25,00 €
2.6	Isporuka materijala i izvođenje monofaznih fiksnih priključnih mjesta (grijalica, sušača peškira, kao i ostalih sličnih priključaka prema planu i jednopolnim šemama, sa provodnikom PP-Y 3 × 2.5 mm ² , položenim djelimično u cijevima ϕ 16 (50%), a djelimično pod malter. Prosječna dužina po jednom priključnom mjestu je 8 metara*.	4 kom.	14,4 €/kom.	57,60 €
2.7	Isporuka materijala i izvođenje monofaznih priključnih mjesta, i to 30 običnih šuko i 1 OG utičnica, provodnikom PP-Y 3 × 2.5 položenim djelimično u cijevi ϕ 16 (50%), a djelimično pod malter. Prosječna dužina po jednom priključnom mjestu je 6 metara*.	31 kom.	11,4 €/kom.	353,40 €
2.	Cijena instalacija opšte potrošnje:			684,5 €



Provodnici se polažu prema tehničkim propisima objašnjenim u knjizi za prvi razred. Na dužinu trase dodaje se po 30 cm na svakom kraju na kome se izvodi spajanje.

Prosječne dužine dobijaju se proračunom u kome se mjere udaljenosti za nekoliko najbliže i nekoliko najdalje utičnice. Za svrhe projektne dokumentacije to je dovoljno tačno, a stvarna utrošena količina može se verifikovati na objektu od strane nadzornog organa.

R.b.	Vrsta robe i usluge	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
3.	Električna instalacija osvjetljenja			
3.1	<p>Isporuka i montaža jednomodularnog instalacionog pribora. Pribor se montira u zid prema planu u prilogu. Sve kutije moraju biti horizontalno postavljene i na istoj definisanoj koti, usaglašenoj sa projektantom enterijera i nadzorom a sastoji se od sljedećih ili sličnih tipskih elemenata:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ugradna PVC kutija ▪ pomoćni nosač ▪ dekorativni okvir 	9 kom.	4 €/kom.	36,00 €
3.2	<p>Isporuka i montaža dvomodularnog instalacionog pribora koji se sastoji od sljedećih tipskih elemenata:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ugradna PVC kutija, ▪ pomoćni nosač, ▪ dekorativni okvir. 	6 kom.	4,15 €/kom.	24,90 €
3.3	<p>Isporuka i montaža modularnih prekidača 16 A/250 V. Prekidači se montiraju u postavljenom instalacionom priboru, prema planu instalacije.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ jednopolni prekidač sa indikacijom i sijalicom ▪ naizmjenični prekidač ▪ unakrsni prekidač 	7 kom. 11 kom. 3 kom.	3,9 €/kom 3,6 €/kom 3,8 €/kom	27,30 € 39,60 € 11,40 €
3.4	Isporuka i montaža kombinovanog prekidača sa indikatorima za kupatilo, komplet sa instalacionom kutijom, armaturom i ukrasnom maskom.	1 kom.	9,5€	9,50 €
3.5	Isporuka i montaža plafonskih svjetiljki u prostorijama prema planu električne instalacije. Svjetiljke su po izboru arhitekta, odnosno prema projektu enterijera. Podrazumijeva se kompletna svjetiljka sa dva sijalična grla i sijalicama kompakt fluo 18 W – 2 komada, long life, 1200 lm.	14 kom.	28 €/kom.	392,00 €
3.6	Isporuka i montaža luster svjetiljke u prostorijama prema planu električne instalacije. Svjetiljka je po izboru arhitekta, odnosno prema projektu enterijera. Komplet svjetiljka sa četiri grla i sijalicama kompakt fluo 18 W – 4 komada, long life, 1200 lm.	1 kom.	60 €/kom.	60,00 €
3.7	Isporuka i montaža svjetiljki prema planu električnih instalacija za montažu u kupatilima. Podrazumijeva se komplet svjetiljka sa sijalicom i starterom, IP 65.	2 kom.	28 €/kom.	56,00 €
3.8	Isporuka i montaža zidnih svjetiljki na terasama prema planu električne instalacije. Svjetiljke su po izboru arhitekta, odnosno prema projektu enterijera. Podrazumijeva se komplet svjetiljka sa dva grla i sijalicama kompakt fluo 18 W – 2 kom., long life, 1200 lm. Namijenjene su za montažu spolja i potrebno je da imaju IP zaštitu IP64.	3 kom.	29 €/kom.	87,00 €
3.9	Isporuka i montaža zidnih dekorativnih svjetiljki, prema planu električnih instalacija. Svjetiljke su po izboru arhitekta, odnosno prema projektu enterijera Komplet svjetiljka sa dva grla i sijalicama kompakt fluo 18 W – 2 kom., long life, 1200 lm.	5 kom.	33 €/kom.	165,00 €

3.10	Isporuca i montaža zidnih niskomontažnih svjetiljki za uzglavlje. Svjetiljke su po izboru arhitekta, odnosno prema projektu enterijera Komplet svjetiljka sa dva grla i sijalicama kompakt fluo 18 W – 2 kom., long life, 1200 lm.	3 kom.	31 €/kom.	93,00 €
3.11	Isporuca materijala i izvođenje strujnih krugova osvjetljenja, bez postavljanja prekidača, sijalica i svjetiljki. Provodnici se polažu djelimično u cijevi 13,5 (60%), a djelimično pod malter. Instalaciju izvesti u svemu prema tehničkom opisu. Prosječno se po jednom sijalično mjestu polaže: <ul style="list-style-type: none"> ■ PPY 2 × 1,5 mm² metara 2,0 ■ PPY 3 × 1,5 mm² metara 6,0 Računa se komplet za nabavku i ugradnju.	20 kom.	12,8 €/kom.	256,00 €
3.12	Isporuca materijala i izvođenje strujnih krugova osvjetljenja, bez postavljanja prekidača, sijalica i svjetiljki. Provodnici se polažu djelimično u cijevi 13,5 mm (60%), a djelimično pod malter. Instalaciju izvesti u svemu prema tehničkom opisu. Prosječno se po jednom sijalično mjestu polaže: <ul style="list-style-type: none"> ■ PPY 2 × 1,5 mm² metara 2,0 ■ PPY 3 × 1,5 mm² metara 6,0 ■ PPY 5 × 1,5 mm² metara 6,0 Računa se komplet za nabavku i ugradnju.	5 kom.	15 €/kom.	75,00 €
3.	ukupno instalacija rasvjete			1332,70 €

R.b.	Vrsta robe i usluge	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
4.	instalacija izjednačenja potencijala			
4.1	Isporuca i ugradnja u zid kutije za izjednačavanje potencijala, opremljene priključnim stezaljkama i 4 prihvatna mjesta, za priključak vodova do 6 mm ² i sa poklopcem Tip PS-49	1 kom.	6 €/kom.	6,00 €
4.2	Provodnikom PF 6 mm u cijevi u zidu izvesti povezivanje sabirnice za izjednačavanje potencijala u GRO sa sabiricom za uzemljenje u RMO i spratnoj RT. Prosječna dužina po jednom odvodu je 5 m. Ukupno za nabavku i ugradnju prema tehničkom opisu.	1 kom.	15 €/kom	15,00 €
4.3	Provodnikom PF 4 mm ² u cijevi u zidu izvesti povezivanje kutije za izjednačavanje potencijala povezivanje i metalnih djelova u kupatilu, koji nijesu sastavni djelovi električnih uređaja i to: <ul style="list-style-type: none"> ■ odvodnu cijev umivaonika ■ kanalizacionu metalnu cijev ■ vodovodnu cijev Prosječna dužina po jednom odvodu je prema tehničkom opisu 3 metara. ukupno za nabavku i ugradnju:	1 kom.	6€/kom.	6,00 €
4.	ukupno instalacija za izjednačavanje potencijala:			27,00 €

R.b.	Vrsta robe i usluge	Količina	Jedinična cijena	Ukupno
5.	instalacija uzemljenja i gromobrana			
5.1	Nabavka i izvođenje temeljnog uzemljivača od trake Fe/Zn 25 × 4 mm, prema planu uzemljenja sa povezivanjem na spusne provodnike, a u svemu prema tehničkom opisu u projektu. Stavkom je uključen potreban broj ukrasnih komada traka-traka JUS N.B4.936 za međusobno spajanje traka i spajanje sa pronađenim metalnim masama. Ukupno za isporuku i rad računato po dužnom metru trake*.	66 m	2,5 €/m	165,00 €
5.2	Nabavka i izvođenje krovne gromobranske instalacije od trake Fe/Zn 20 × 3 mm, prema planu uzemljenja sa povezivanjem na spusne provodnike, a u svemu prema tehničkom opisu u projektu. Stavkom je uključen potreban broj ukrasnih komada traka-traka JUS N.B4.936 za međusobno spajanje traka. Ukupno za isporuku i rad računato po dužnom metru trake*.	Ne izvodi se	2,2 €/m	0,00 €
5.3	Nabavka i izvođenje spusnih vodova od trake Fe/Zn 25 × 4 mm, prema planu, a u svemu prema tehničkom opisu u projektu. Ukupno za isporuku i rad računato po dužnom metru trake*.	Ne izvodi se	2,5€/m	0,00 €
5.4	Povezivanje i izrada svih veza na jednopotencijalnu sabirnicu a u svemu prema tehničkom opisu (na GRMO, gelender stepenica, itd.).	paušal	100 €	100 €
5.	Cijena instalacija uzemljenja i gromobrana			265,00 €



Dužina pocinkovane trake dobija se sabiranjem pojedinih traka na crtežu temelja, uvećano za 10% radi izvođenja preklapanja; ukrasni komadi su uključeni u stavku za trake jer se ne zna koliko će komada biti potrebno za vezu sa metalnim masama na koje se naiđe tokom iskopavanja, kao i na koliko mjesta će se izvesti spajanje varenjem ako se pokaže da je tako pogodnije.

Ova stavka se ne izvodi, data je kao primjer; dužina pocinkovane trake dobija se sabiranjem pojedinih traka na crtežu krova, uvećano za 10% radi izvođenja preklapanja; ukrasni komadi su uključeni u stavku za trake.

Ova stavka se ne izvodi, data je kao primjer; dužina pocinkovane trake dobija se sabiranjem pojedinih traka na crtežu, uvećano za 10% radi izvođenja preklapanja.

ZBIRNA REKAPITULACIJA TROŠKOVA

Naziv	Iznos
Razvodne table i napojni i usponski vodovi	2.020,00 €
Električne instalacije opšte potrošnje	684,50 €
Električne instalacije osvjtljenja	1332,70 €
Instalacije izjednačenja potencijala	27,00 €
Instalacija uzemljenja i gromobrana	265,00 €
CIJENA INSTALACIJA JAKE STRUJE	4.329,20 €



Podijeliti učenike u grupe od po dva člana, svakoj grupi zadati zadatak iz proučavanje u oblasti Izrada projekata električne instalacije. Potrebno je da učenici pripreme prezentaciju koju će izlagati na časovima utvrđivanja.

Učenicima je potrebno dati uputstva šta treba da sadrži zadata prezentacija.

Prezentirane radove javno analizirati i ocijeniti.

Kao predlog izrade projekta učenici mogu sami predložiti stambeni objekat, na primjer, svoj stan ili kuću.



REZIME

- Projektovanje je važna tehnička faza koja prethodi izradi ili rekonstrukciji električne instalacije.
- Generalni projekat se izrađuje za potrebe utvrđivanja koncepcije objekta.
- Idejni projekat je projekat kojim se određuju namjena, položaj, oblik, kapacitet, tehničko-tehnološke i funkcionalne karakteristike objekta, organizacioni elementi objekta i izgled objekta
- Glavnim projektom se utvrđuju: građevinsko-tehničke, tehnološke i eksploatacione karakteristike objekta sa opremom i instalacijama, tehničko-tehnološka i organizaciona rješenja za izgradnju objekta.
- Izvođački projekat sadrži razradu svih neophodnih detalja za izgradnju objekta prema glavnom projektu.
- Projekat izvedenog stanja je projekat koji prikazuje izvedeno stanje objekta za potrebe eksploatacije i održavanja objekta.
- Projekat električnih instalacija sastoji se iz:
 - ◆ projektnog zadatka,
 - ◆ tehničkih uslova,
 - ◆ tehničkog opisa,
 - ◆ tehničkih proračuna,
 - ◆ plana električne instalacije,
 - ◆ predmjera i predračuna.
- Projektni zadatak predstavlja sastavni dio projekta i predstavlja sliku investitorskih potreba i mogućnosti.
- Tehnički uslovi navode sve propise po kojima treba pojedine stavke uraditi, kao i sve dodatne podatke koji nisu precizirani postojećim propisima.
- Tehnički opis je dio projekta koji jasno i sa obrazloženjem predstavlja investitoru i izvođaču radova kako su projektanti u svim pojedinostima zamislili da treba da se realizuje tehničko rješenje iz projekta.
- Tehnički proračuni su jedan od osnovnih temelja za obrazloženje niza tehničkih rješenja. Proračunom se obuhvataju izbor provodnika (na pad napona, na trajnu struju i struju kvara), izbor osigurača, proračun gromobranske zaštite i otpora uzemljenja, fotometrijski proračun, proračun kompenzacije reaktivne energije i slično.
- Plan električne instalacije izrađuje se na pripremljenim građevinskim osnovama objekta. Na građevinskim osnovama se ucrtavaju oznake – simboli na osnovu kojih se dobija jasna slika o:
 - ◆ upotrebi prostorije,
 - ◆ položaju i broju provodnika,
 - ◆ mjestu razvodne table,
 - ◆ vrsti i broju osigurača,
 - ◆ uređajima ugrađenim na razvodnu tablu,
 - ◆ vrsti prijemnika, njihovom položaju.
- Ovaj dio projekta detaljno sadrži sve radove koje je potrebno izvršiti i sve materijale i opremu sa cijenama materijala i radne snage.
- Predmjer ne obuhvata mjernu garnituru za registrovanje utrošene električne energije. Tu opremu projektuje, bira i isporučuje operater distribucije.

