

ELEKTROTEHNIČKA ŠKOLA
PODGORICA
SMJER: ELEKTROTEHNIČAR/KA ENERGETIKE

PROJEKAT I

- ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVJETLJENJE –

PODGORICA

(DATUM)

(IME I PREZIME UČENIKA)

SADRŽAJ:

1. SADRŽAJ.....	1
2. PROJEKTNI ZADATAK.....	2
3. PROJEKTNNA PODLOGA.....	3
4. PRORAČUNI	
4.1. FOTOMETRIJSKI PRORAČUN.....	4
4.2. RASPORED OPTEREĆENJA PO FAZAMA.....	7
4.3. IZBOR NAPOJNIH KABLOVA.....	9
4.4. PROVJERA EFIKASNOSTI ZAŠTITE OD NEDOZVOLJENOG NAPONA DODIRA SISTEMOM NULOVANJA.....	15
4.5. PRORAČUN NIVOVA ZAŠTITE OD ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA.....	17
5. PREDMJER.....	22
6. GRAFIČKI PRILOZI	
6.1. OSNOVA PRIZEMLJA – RASVJETA.....	26
6.2. OSNOVA SPRATA – RASVJETA.....	27
6.3. OSNOVA PRIZEMLJA – PRIKLJUČNICE.....	28
6.4. OSNOVA SPRATA – PRIKLJUČNICE.....	29
6.5. FASADA 1- GROMOBRANSKA INSTALACIJA.....	30
6.6. FASADA 2 - GROMOBRANSKA INSTALACIJA.....	31
6.7. KROV - GROMOBRANSKA INSTALACIJA.....	32
6.8. ŠEMA VEZE BROJILA.....	33
6.9. JEDNOPOLNE ŠEME.....	34

PROJEKTNI ZADATAK

Za izradu projekta elektroenergetskih instalacija i instalacija zaštite od atmosferskog pražnjenja za jednu usamljenu stambenu zgradu tipa _____ u gradu E, koji treba da izradi kandidat:

IME I PREZIME: _____

Stambena zgrada koja je predmet ovog projekta sastoji se od prizemlja i sprata, čija se građevinska osnova daje u prilogu. Krov zgrade je na dvije vode (sa šljemenom paralelnim dužim ivicama osnove objekta) i pokriven je crijepom. Po dužim ivicama osnove krova i duž vertikalnih ivica zgrade postavljeni su oluci. Osnova zgrade je pravougaonik, dimenzija **a x b** (m). Visina svake etaže zgrade je 3.2m. Po prostorijama se nalaze sledeći prijemnici električne energije:

- u kuhinji: protočni električni bojler, snage 3000W, 230V; električni štednjak, snage 7000W, 3x400/230V; frižider i zamrzivač, svaki snage 250W, 230V, i razni drugi prenosni prijemnici najveće snage 1000W, za koje treba predvideti dva jednofazna utikačka mesta;

- u kupatilu: akumulacioni bojler, snage 3000W, 230V; mašina za pranje veša, snage 2800W, 230V; infracrvena električna grejalica, snage 1000W, 230V; električni aparat za brijanje, čiji priključak treba izvesti galvanskim izolovanjem;

- u trpezariji i sobama: prenosni prijemnici električne energije, najveće snage 1000W, 230V, za koje treba predvideti jednofazna utikačka mesta, i to: u sobama do 20m² tri, a u sobama preko 20m² četiri;

- u najvećoj sobi: TA peć, snage 4000W, 3 x 400/230V;

- u svim prostorijama: izvori svjetlosti, čiju snagu za kuhinju, dnevnu sobu i jednu spavaću sobu odrediti fotometrijskim proračunom (h=2.8m), a u ostalim prostorijama, prema veličini prostorije, usvojiti izvore svjetlosti.

- u hodniku svake etaže nalaze se po dva tastera i dvije svetiljke sa štednim izvorima svjetlosti- fluokompaktnim sijalicama.

Projektovati:

1. Električnu razvodnu instalaciju u stanu za potrebe napajanja navedenih prijemnika električne energije. Ovu instalaciju projektovati sa provodnicima tipa PP ili PP/R (odgovarajućih presjeka i položenih na zid ispod maltera), i pomoću odgovarajućih prekidača i utikačkih kutija za ugradnju. Projektom obuhvatiti i orman (tablu) razvodnog mjesta u stanu, za koje dati jednopolnu šemu i konstrukcionu skicu sa dimenzijama.

2. Električnu razvodnu instalaciju od PM (prolaznog kablovskog ormarića sa osiguračima tipa NVO) do MRM (mjerno mjesto) i od MRM do RT u stanu.

3. Instalaciju zaštite od indirektnog dodira .

4. Instalaciju zaštite od atmosferskog pražnjenja u vidu Faradejevog kaveza.

5. Telefonsku instalaciju.

u Podgorici, _____

Predmetni nastavnik

Projekat treba da sadrži sljedeće djelove:

1. NASLOVNU STRANU (na listu formata A4), na kojoj treba da se napiše: u gornjem dijelu Elektrotehnička škola u Podgorici, u sredini – Projekat električnih instalacija, a u donjem desnom uglu – ime, prezime i smjer

2. SADRŽAJ PROJEKTA, koji dolazi odmah iza naslovne strane, prikazujući delove projekta, i to:

I – PROJEKTNI ZADATAK	St...-...
II – TEHNIČKI OPIS SA PRORAČUNIMA	St...-...
III – SPECIFIKACIJU MATERIJALA	St...-...
IV – CRTEŽE	St...-...

3. PROJEKTNI ZADATAK

4. TEHNIČKI OPIS, u kome se usvojeno tehničko rešenje opisuje sa svim potrebnim detaljima i daju svi proračuni potrebni za usvajanje pojedinih električnih komponenti (na primer, fotometrijski proračun za određivanje broja i snage izvora svetlosti u dnevnoj sobi, proračun jednovremeno maksimalnih snaga (struja) za stan i MRM –a objekta (na osnovu kojih se određuju presjeci provodnika i veličine osigurača razvoda), proračun otpornosti uzemljenja uzemljivača, itd.).

5. SPECIFIKACIJU MATERIJALA, koja obuhvata sav predviđeni materijal za izradu instalacije, po vrsti i količini.

6. CRTEŽE, kojima treba prikazati:

- električnu razvodnu instalaciju u stanu, ucrtanu pomoću odgovarajućih simbola na osnovi stana, pri čemu se pored simbola svakog prijemnika upisuju snaga prijemnika i broj strujnog kola kome pripada;
- jednopolnu električnu šemu RT, odnosno strujna kola koja sa njega polaze, sa upisanim snagama po strujnim kolima i njihovom raspodelom po fazama (koja se daje u vidu tablice), presjekom i tipom provodnika i veličinom osigurača po strujnom kolu, instalisanom i jednovremeno maksimalnom snagom stana, kao i rešenjem zaštite od indirektnog dodira;
- vertikalni presjek i mere RT sa prikazanim rasporedom upotrebljenih električnih komponenti;
- jednopolnu električnu šemu razvodnih instalacija od PM preko MRM do RM, sa upisanim: presjecima i tipom upotrebljenih provodnika, jednovremeno maksimalnim snagama u djelovima ovog razvoda, veličinom osigurača i izračunatim padovima napona;
- gromobransku zaštitnu instalaciju za objekat, ucrtanu pomoću odgovarajućih simbola na osnovi krova i okolnog zemljišta.

Crteži se mogu raditi svaki na posebnom listu A4 formata ili logično grupisani na listovima A3 formata (na primer, osnova stana i hodnika sa ucrtanom električnom razvodnom instalacijom i jednopolna šema RM). Crteži se mogu raditi kako na pausu, tako i na standardnim bijelim listovima papira, tušem, odnosno običnom olovkom. Mogu se raditi i na računaru. Svaki crtež mora da je uokviren okvirom koji je 20mm od lijeve ivice i po 5mm od ostale tri. Tekstualni deo projekta može biti otkucan ili ispisan rukom, čitko i uredno, na bijeloj hartiji, na kojoj prethodno treba izraditi okvir kao i za crteže. Delove projekta treba povezati mašinom za spajanje, i to tako da prvi list bude naslovna strana, a poslednji – prazan list. Projekti povezani na drugi način neće se primati.

Projekat se mora uraditi samostalno (vrši se usmena odbrana projekta), a ocenjuje se po svom sadržaju (tačnosti proračuna i pravilnosti izbora električnih komponenti) i izgledu (koji pokazuje tehničku osposobljenost kandidata). Zbog toga treba težiti da oba uslova budu ispunjena.

FOTOMETRIJSKI PRORAČUN

NAZIV OBJEKTA:	Projektna organizacija:	Br. projekta:		
.....		List br.:		
NAZIV PROSTORIJE:	Projektovao:	Datum:		
.....				
VRSTA RADOVA:				
.....				
Br. poz.	NAZIV POZICIJE	UPUTSTVA I JEDNAČINE		
ZAHTIJEVANI FAKTORI KVALITETA OSVIJETLJENJA				
1	Zahtijevana osvijetljenost	E_n (lx)		
2	Boja svjetlosti	Oznaka		
		Temperatura boje		
3	Stepen reprodukcije boja			
4	Razred blještanja			
PRORAČUN STVARNE SREDNJE OSVIJETLJENOSTI				
5	Dimenz. prostor.	Dužina	a (m)	
		Širina	b (m)	
		Visina	h (m)	
6	Visina radne površine (ravni)	h_d (m)		
7	Visina vješanja svjetiljki	h_v (m)		
8	Korisna visina	Montaža dir. na plafon	h_k (m)	$h_k = h - h_d$
		Montaža indir. na plafon	h_k (m)	$h_k = h - h_d - h_v$
9	Indeks prostorije	k	$k = a \cdot b / h_k (a + b)$	
10	Faktori refleks.	Plafona	ρ_{pl}	
		Zidova	ρ_z	
		Poda	ρ_p	
11	Izvori svjetl.	Tip		
		Nazivni svjetlosni fluks	Φ_0 (lm)	
12	Svjetilj.	Tip svjetiljke		
		Br. izvora svjetl. u svjetiljci	n (kom)	
13	Stepen iskorišćenja osvijetljenja	η		
14	Kategorija zagađivanja i starenja	f		
15	Period čišćenja svjetiljki	(mjeseci)	Predvidjeti	
16	Potrebni broj svjetiljki	N_r (kom)	$N_r = E_n \cdot a \cdot b / n \cdot \Phi_0 \cdot f \cdot \eta$	
17	Stvarni broj svjetiljki	N (kom)	Odrediti	
18	Stvarna srednja osvijetljenost	E_{sr} (lx)	$E_{sr} = N \cdot E_n / N_r$	
KONTROLA RAVNOMJERNOSTI OSVIJETLJENOSTI				
19	Srednji razmak između svjetiljki	s (m)	$s = (a \cdot b / N)^{1/2}$	
20	Odnos srednjeg razmaka i visine	(s/h_k)	$(s/h_k) = s/h_k$	
21	Maksimalno dozvoljeni odnos S/H	(S/H)		

FOTOMETRIJSKI PRORAČUN

NAZIV OBJEKTA:	Projektna organizacija:	Br. projekta:
.....		List br.:
NAZIV PROSTORIJE:	Projektovao:	Datum:
.....		
VRSTA RADOVA:		
.....		

Br. poz.	NAZIV POZICIJE	UPUTSTVA I JEDNAČINE
----------	----------------	----------------------

ZAHTIJEVANI FAKTORI KVALITETA OSVIJETLJENJA

1	Zahtijevana osvjetljenost	E _n (lx)	
2	Boja svjetlosti	Oznaka	
		Temperatura boje	
3	Stepen reprodukcije boja		
4	Razred blještanja		

PRORAČUN STVARNE SREDNJE OSVIJETLJENOSTI

5	Dimenz. prostor.	Dužina	a (m)		
		Širina	b (m)		
		Visina	h (m)		
6	Visina radne površine (ravni)		h _d (m)		
7	Visina vješanja svjetiljki		h _v (m)		
8	Korisna visina	Montaža dir. na plafon	h _k (m)	h _k = h - h _d	
		Montaža indir. na plafon	h _k (m)	h _k = h - h _d - h _v	
9	Indeks prostorije		k	k = a · b / h _k (a + b)	
10	Faktori refleks.	Plafona	p _{pl}		
		Zidova	p _z		
		Poda	p _p		
11	Izvori svjetl.	Tip			
		Nazivni svjetlosni fluks	Φ ₀ (lm)		
12	Svjetilj.	Tip svjetiljke			
		Br. izvora svjetl. u svjetiljci	n (kom)		
13	Stepen iskorišćenja osvjetljenja		η		
14	Kategorija zagađivanja i starenja		f		
15	Period čišćenja svjetiljki		(mjeseci)	Predvidjeti	
16	Potrebni broj svjetiljki		N _r (kom)	N _r = E _n · a · b / n · Φ ₀ · f · η	
17	Stvarni broj svjetiljki		N (kom)	Odrediti	
18	Stvarna srednja osvjetljenost		E _{sr} (lx)	E _{sr} = N · E _n / N _r	

KONTROLA RAVNOMJERNOSTI OSVIJETLJENOSTI

19	Srednji razmak između svjetiljki	s (m)	s = (a · b / N) ^{1/2}
20	Odnos srednjeg razmaka i visine	(s/h _k)	(s/h _k) = s/h _k
21	Maksimalno dozvoljeni odnos S/H	(S/H)	

FOTOMETRIJSKI PRORAČUN

NAZIV OBJEKTA:		Projektna organizacija:		Br. projekta:	
.....			List br.:	
NAZIV PROSTORIJE:		Projektovao:		Datum:	
.....		
VRSTA RADOVA:		
.....		
Br. poz.	NAZIV POZICIJE	UPUTSTVA I JEDNAČINE			
ZAHTIJEVANI FAKTORI KVALITETA OSVIJETLJENJA					
1	Zahtijevana osvjetljenost	E_n (lx)			
2	Boja svjetlosti	Oznaka			
		Temperatura boje			
3	Stepen reprodukcije boja				
4	Razred blještanja				
PRORAČUN STVARNE SREDNJE OSVIJETLJENOSTI					
5	Dimenz. prostor.	Dužina	a (m)		
		Širina	b (m)		
		Visina	h (m)		
6	Visina radne površine (ravni)	h_d (m)			
7	Visina vješanja svjetiljki	h_v (m)			
8	Korisna visina	Montaža dir. na plafon	h_k (m)	$h_k = h - h_d$	
		Montaža indir. na plafon	h_k (m)	$h_k = h - h_d - h_v$	
9	Indeks prostorije	k	$k = a \cdot b / h_k (a + b)$		
10	Faktori refleks.	Plafona	p_{pl}		
		Zidova	p_z		
		Poda	p_p		
11	Izvori svjetl.	Tip			
		Nazivni svjetlosni fluks	Φ_0 (lm)		
12	Svjetilj.	Tip svjetiljke			
		Br. izvora svjetl. u svjetiljci	n (kom)		
13	Stepen iskorišćenja osvjetljenja	η			
14	Kategorija zagađivanja i starenja	f			
15	Period čišćenja svjetiljki	(mjeseci)	Predvidjeti		
16	Potrebni broj svjetiljki	N_r (kom)	$N_r = E_n \cdot a \cdot b / n \cdot \Phi_0 \cdot f \cdot \eta$		
17	Stvarni broj svjetiljki	N (kom)	Odrediti		
18	Stvarna srednja osvjetljenost	E_{sr} (lx)	$E_{sr} = N \cdot E_n / N_r$		
KONTROLA RAVNOMJERNOSTI OSVIJETLJENOSTI					
19	Srednji razmak između svjetiljki	s (m)	$s = (a \cdot b / N)^{1/2}$		
20	Odnos srednjeg razmaka i visine	(s/ h_k)	(s/ h_k) = s/ h_k		
21	Maksimalno dozvoljeni odnos S/H	(S/H)			

Raspored opterećenja po fazama

GRT (GLAVNA RAZVODNA TABLA)

broj strujnog kruga	instalirana snaga po fazama			
	R (W)	S (W)	T (W)	RST (W)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
UKUPNO				

Raspored opterećenja po fazama

LRT (LOKALNA RAZVODNA TABLA):

broj strujnog kruga	instalirana snaga po fazama			
	R (W)	S (W)	T (W)	RST (W)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
UKUPNO				

UKUPNA INSTALISANA SNAGA OBJEKTA

Instalirana snaga na strujnim krugovima GRT	
Instalirana snaga na strujnim krugovima LRT	
Ukupna instalirana snaga objekta	

4.3. IZBOR NAPOJNIH KABLOVA

Energetski kablovi se dimenzioniraju po jednom od sljedećih kriterijuma, a provjeravaju po ostala dva:

- kriterijum mehaničke čvrstoće,
- kriterijum zagrijavanja i
- kriterijum dozvoljenog pada napona.

Kriterijum mehaničke čvrstoće neće se koristiti jer su svi presjeci provodnika veći od minimalnih, tj. bakarni presjeci nijesu manji od $1,5\text{mm}^2$.

Racionalno je opredijeliti se za jedan kriterijum za izbor presjeka svih kablova u ovom projektu, a po drugom preostalom kriterijumu vršiti provjeru.

Da bi se odabrao presjek kabla potrebno je poznavati instalisanu snagu (P_i) objekta i ostale relevantne podatke. Za dimenzionisanje kablova mjerodavna je jednovremena snaga koja se, za objekat sa više stanova, računa prema relaciji

$$P_j = 0,7(0,25 + \frac{0,75}{\sqrt{n}})P_i \quad (\text{kW})$$

gdje je n broj stanova u objektu.

Ako je $n=1$ jednovremena snaga je

$$P_j = 0,7 P_i \quad (\text{kW}).$$

tada je jednovremena struja :

$$I_j = \frac{P_j}{3U_f} = \frac{P_j}{660} \quad (\text{A}).$$

Da bi presjek kabla bio pravilno odabran prema **kriterijumu zagrijavanja** treba da bude zadovoljen uslov da je

$$I_j < I_0 < I_d,$$

gdje je: I_0 - nazivna struja osigurača kojim se štiti taj kabl,

I_d - dozvoljena struja izabranog kabla.

Na osnovu I_j bira se struja osigurača (iz priručnika ili kataloga) i to prva veća vrijednost, ali se I_d ne može birati direktno nego se mora vršiti određena korekcija.

U priručnicima su dati podaci za presjeke kablova i njima odgovarajuće struje pri određenoj temperaturi ambijenta ($\theta_{an} = 25^{\circ}\text{C}$ ili 30°C). Kako se očekuje da stvarna temperatura ambijenta (θ_a), u kojem su smješteni kablovi, bude 40°C , to se mora vršiti korekcija dozvoljene struje kabla. Tada je:

$$I_{\text{dnovo}} = f_1 I_{\text{dkataloško}},$$

gdje je f_1 temperaturni koeficijent korekcije

$$f_1 = \sqrt{\frac{\vartheta_n - \theta_a}{\vartheta_n - \theta_{an}}} = \sqrt{\frac{70 - 40}{70 - 30}} = 0,87$$

Ovdje je $\theta_n = 70^\circ\text{C}$ - nominalna temperatura za PVC izolaciju kabla.

Kako mora biti da je

$$I_{\text{dnovo}} \geq I_0,$$

to je

$$f_1 I_{\text{dkataloško}} \geq I_0;$$

$$I_d \geq I_0 / f_1.$$

Presjek kabla A [mm^2] bira se iz priručnika tek na osnovu ovako određene dozvoljene struje.

Da li je kabl dobro izabran **provjera se vrši po kriterijumu dozvoljenog pada napona**. Procentualni pad napona, za trofazni kabl, se računa prema sljedećoj relaciji

$$\Delta U \% = \frac{LP\rho 10^5}{U^2 A} = 0,0124 \frac{LP_j}{A} = \text{_____} \%$$

gdje su : L - dužina kabla u m

P_j - jednovremena snaga u kW

A - presjek provodnika u mm^2 .

Prema propisima pad napona od distributivnog ormarića (DO) do glavne razvodne table (GRT) je 1%, a od brojila do najudaljenijeg potrošača 2%, što znači da pad napona od DO do najudaljenijeg potrošača ne smije biti veći od 3% .

IZBOR KABLA K1

(OD DISTIBUTIVNOG ORMARA (DO) DO GLAVNE RAZVODNE TABLE (GRT))

Na osnovu instalisane (ukupne) snage objekta (zbir snaga na prizemlju i na spratu)

$$P_i = \text{_____} \text{ [kW] ,}$$

izračuna se jednovremena snaga

$$P_j = 0,7 P_i = \text{_____} \text{ [kW] ,}$$

i jednovremena struja

$$I_j = \frac{P_j \cdot 10^3}{660} = \text{_____} \text{ [A] .}$$

Iz priručnika se bira nazivna struja osigurača

$$I_o = \text{_____} \text{ [A] ,}$$

a zatim izračuna dozvoljena struja kabla

$$I_d = \text{_____} \text{ [A] .}$$

Prema ovoj struji se iz kataloga bira presjek kabla

$$A = \text{_____} \text{ [mm}^2\text{].}$$

PROVJERA PADA NAPONA ZA KABL K1

Provjera pada napona vrši se prema navedenoj relaciji u kojoj je L izmjerena dužina kabla od DO do GRT, a A usvojeni presjek tog kabla.

$$\Delta u\% = 0,0124 \frac{LP_j}{A} = \text{_____} \text{ % .}$$

Ako je $\Delta u\% < 1\%$ onda je presjek kabla K1 dobro izabran.

Konačno se može pisati da je za kabal K1 od DO do GRT izabran kabl

PP00-Y _____

IZBOR KABLA K2

(OD GLAVNE RAZVODNE TABLE (GRT) DO LOKALNE RAZVODNE TABLE (LRT))

Presjek kabla GRT - LRT (lokalna razvodna tabla) se bira po istoj proceduri samo se jednovremena snaga LRT računa po sljedećoj relaciji gdje je P_{iLRT} instalisana snaga lokalne razvodne table

$$P_{jLRT} = 0,7 P_{iLRT} = \text{_____} [\text{kW}],$$

Ovoj snazi odgovara jednovremena struja

$$I_{jLRT} = \frac{P_{jLRT} \cdot 10^3}{660} = \text{_____} [\text{A}].$$

Iz priručnika se bira nazivna struja osigurača

$$I_o = \text{_____} [\text{A}],$$

a zatim izračuna dozvoljena struja kabla

$$I_d = \text{_____} [\text{A}].$$

Prema ovoj struji se iz kataloga bira presjek kabla

$$A = \text{_____} [\text{mm}^2].$$

PROVJERA PADA NAPONA ZA KABL OD GRT DO NAJUDALJENIJEG MONOFAZNOG POTROŠAČA NA LRT

Provjera pada napona se vrši u dva koraka od kojih je -prvi provjera pada napona od glavne razvodne table do lokalne $\Delta u_1\%$, a -drugi od lokalne razvodne table do najudaljenijeg monofaznog potrošača $\Delta u_2\%$.

- PROVJERA PADA NAPONA ZA KABL OD GRT DO LRT

Provjera pada napona vrši se prema navedenoj relaciji u kojoj je L izmjerena dužina kabla od GRT do LRT, a A usvojeni presjek tog kabla.

$$\Delta u_1\% = 0,0124 \frac{LP_{jLRT}}{A} = \text{_____}\% .$$

**- PROVJERA PADA NAPONA ZA NAJUDALJENIJI MONOFAZNI POTROŠAČ
U STRUJNOM KRUGU BROJ _____ NA LRT**

Za monofazni potrošač pad napona se računa po relaciji

$$\Delta u_2 \% = \frac{2LP\rho 10^5}{U^2 A} = 0,0741 \frac{LP}{A} = \text{_____} \% ,$$

gdje je L dužina kabla do najudaljenijeg potrošača , a $A=2,5 \text{ mm}^2$.

Ukupni pad napona od glavne razvodne table do potrošača je

$$\Delta u \% = \Delta u_1 \% + \Delta u_2 \%$$

Kako je $\Delta u \% < 2\%$ provjera na dozvoljeni pad napona je završena.

PROVJERA PADA NAPONA ZA TROFAZNI POTROŠAČ

Provjera na dozvoljeni pad napona za trofazni potrošač, strujni krug broj _____ na _____ razvodnoj tabli vrši se po relaciji

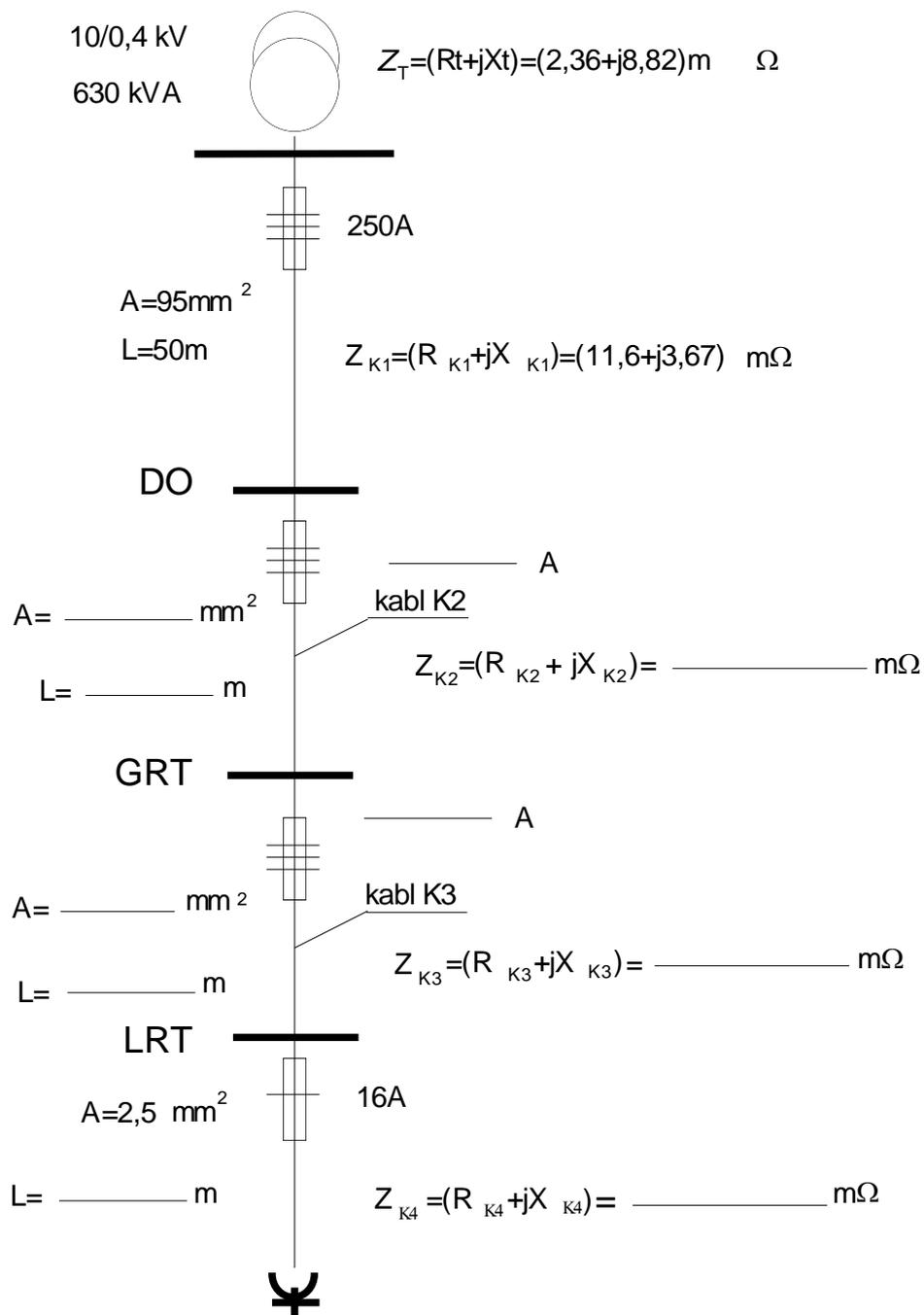
$$\Delta u_{trp} \% = 0,01245 \frac{LP}{A} = \text{_____} \%$$

gdje je L dužina kabla, u metrima, od potrošača do razvodne table na koju je priključen , P snaga tog potrošača u kW, a $A=2,5 \text{ mm}^2$.

Kako je pad napona $\Delta u_{trp} \% < 2\%$ provjera je završena.

4.4. PROVJERA EFIKASNOSTI ZAŠTITE OD NEDOZVOLJENOG NAPONA DODIRA SISTEMOM NULOVANJA

Objekat se napaja iz TS 10/04 kV snage 630 kVA, a vod do distributivnog ormarića je presjeka 95mm^2 , dužine 50m.



Struja greške se računava po relaciji

$$I_k = \frac{U_p}{Z_p}$$

gdje je impedansa petlje za naš slučaj

$$Z_p = \sqrt{(R_t + R_{k1} + R_{k2} + R_{k3} + R_{k4})^2 + (X_t + X_{k1} + X_{k2} + X_{k3} + X_{k4})^2}$$

$$Z_p = \text{_____} \text{ m}\Omega$$

Struja greške je

$$I_k = \frac{U_f}{Z_p} = \frac{220}{\text{_____}} = \text{_____} \text{ A}$$

Kako je potrošač štićen osiguračem od 16A to će isti trenutno isključiti pri struji od

$$I_{isklj} = k I_o.$$

Za ovu struju osigurača $k=3,5$, pa je struja isključenja

$$I_{isklj} = k \cdot 16 = 3,5 \cdot 16 = 56A$$

Kako je struja greške veća od struje trenutnog pregorijevanja osigurača

$$I_k > I_{isklj}$$

to je ova zaštita efikasna.

4.5. PRORAČUN NIVOVA ZAŠTITE OD ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA

OPŠTI USLOVI

Ova instalacija štiti objekte i ljude od direktnih i indirektnih atmosferskih pražnjenja prihvatajući direktna pražnjenja, bezbjedno i brzo odvođeći u zemlju struju pražnjenja. Takođe sprečava pojavu štetnih sekundarnih efekata stvarajući svojom zaštitnom zonom određeni stepen sigurnosti u objektu.

Važeći propisi JUS N.B4 800 su indetični sa IEC-1024-1 koje je uradila IEC komisija. Ovaj standard se ne odnosi na :

- . objekte više od 60 m.
- . željeznička postrojenja i instalacije van objekta
- . elektroenergetska postrojenja i mreže izvan objekta
- . instalacije telekomunikacija izvan objekta
- . vozila, brodove, vazduhoplove i instalacije platformi na moru.

Novim propisima instalacije zaštite od atmosferskih pražnjenja sastoji se od:

- . spoljašnje zaštitne instalacije od atmosferskog pražnjenja i
- . unutrašnje zaštitne instalacije od atmosferskog pražnjenja.

Osnovni djelovi spoljašnje zaštitne instalacije su:

- . prihvatni sistem
- . spusni sistem
- . sistem uzemljenja.

Prihvatni sistem su djelovi spoljašnje zaštitne instalacije namijenjeni za prihvatanje atmosferskog pražnjenja. Mogu biti u obliku štapne hvataljke (Franklinova hvataljka), vodovi na krovu (krovni vodovi) ili metalni djelovi krova uopšte.

U slučaju metalnog krova koji igra ulogu prihvatnog sistema za atmosfersko pražnjenje metalna konstrukcija se može smatrati prirodnim prihvatnim sistemom pod uslovom:

- . da je ostavarena trajna električna neprekidnost između različitih djelova,
- . da debljina lima nije manja od vrijednosti t data u tabeli 1
- . da nije obložena izolacionim materijalom
- . da su nemetalni materijali na metalnim limovima ili iznad njih izvan šticeog prostora.

Tabela I Minimalna debljina metalnog lima krovnih pokrivača

Nivo zaštite	Materijal	Debljina t [mm]
I do IV	Celik	4
	Bakar 5	5
	Aluminijum	7

Spusni provodnici su djelovi spoljasnje gromobanske instalacije namijenjeni za provod struje atmosferskog pražnjenja od prihvatnog sistema do sistema uzemljenja. Spusni provodnici na objektu se izvode sa FeZn 20x3 mm trakom. Neophodno rastojanje spusnih provodnika mora zadovoljavati vrijednosti date u tabeli 2.

Tabela 2 Srednje rastojanje spusnih provodnika

NIVO ZAŠTITE	SREDNJE RASTOJANJE (m)
I	10
II	15
II	20
IV	25

Nezavisno od rastojanja u Tabeli 2 za bilo koji prihvatni sistem potrebno je postaviti najmanje dva spusna voda. Da bi se izbjegla opasnost od "preskoka" potrebno je instalaciju izvesti sa vise spusnih vodova sto kraće dužine. Kao spusni vodovi mogu se koristiti prirodne komponente objekata kao: metalne konstrukcije i čelična armatura u stubovima.

Sistem za uzemljenje ima funkciju da obezbjedi dovodenje struje direktnog atmosferskog pražnjenja u zemlju bez stvaranja opasnih prenapona na podrucju uzemljivača.

Vazno je napomenuti da oblik i dimenzija sistema za uzemljenje igraju važniju ulogu i od otpornosti uzemljivača.

Sledeći uzemljivaci se mogu upotrijebiti:

jedan ili više prstenastih uzemljivača,
vertikalni uzemljivači,
radijalni uzemljivaci i
temeljni uzemljivaci.

U našem slučaju koristićemo temeljni uzemljivac FeZn 3x30 mm, ugrađenu u betonski temelj šticeog objekta. Metalnu armaturu je neophodno povezati varenjem sa temeljnim uzemljivačem odnosno sa cjelokupnom zaštitnom instalacijom. Rastojanje između spojeva ne smije biti veće od 5m. Svi

spojevi, bilo varen ili preko ukrasnih komada treba da su zaštićeni antikorozivnim premazom (prajmerom) prije betoniranja.

U tabeli 3 je dat minimalan presjek materijala za pojedine djelove spoljašnje gromobranske instalacije:

Tabela 3 Minimalni presjeci materijala gromobranske instalacije

Nivo zaštite	Materijal	Prihvatni sistem mm ²	Spusni provodnici mm ²	Sistem uzemljenja mm ²
I do IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

UNUTRAŠNJE GROMOBRAANSKE INSTALACIJE štite opremu i ljude od prenapona u objektima na kojima je postavljena spoljasnje gromobranska instalacija. Posebno se unutrašnjom gromobranskom instalacijom štite osjetljivi elektronski uređaji.

Potpuna zaštita unutrašnjosti objekta od spoljasnjeg uticaja direktnih atmosferskih praznjenja nije moguća.

Mjere koje se često koriste su:

- . izjednačavanje potencijala
- . poboljšanje spoljašnje zaštite instalacije od atmosferskog pražnjenja
- . višestruko povezivanje elemenata sistema uzemljenja
- . ugradnja katodnih odvodnika
- . korišćenje prirodnih elemenata u spusni sistem.

PRORAČUN INSTALACIJE

Proracun je uraden na osnovu sledecih ulaznih podataka:

- .prosjecan broj dana sa grmljavinom u Podgorici je 49,
- .objekat je orijentacionih dimenzija a x b x h (m)
- .objekat je miješane konstrukcije,
- .objekat je bez uticaja (posledica) na okolinu.

Neophodno je odrediti zahtijevani nivo zastite odnosno stepen efikasnosti zastite. Po standardu imamo četiri nivoa.

Nivo Zaštite	Efikasnost E	Rastojanje pražnjenja	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	$0,90 \geq E > 0,80$	45	9,5
Nivo IV	$0,80 \geq E > 0$	60	14,7

Efikasnost gromobranske instalacije je data relacijom:

$$E = 1 - \frac{N_c}{N_d} \dots\dots\dots (1)$$

gdje su:

N_c - usvojena učestanost udara groma u štice objekta, odnosno maksimalni usvojeni srednji godisnji broj udara groma koji može prouzrokovati oštećenje objekta.

N_d - učestanost direktnog udara groma u objekat, odnosno srednji godisnji broj direktnih udara groma koji prouzrokuju oštećenje objekta.

Učestanost udara groma je :

$$N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C} \dots\dots\dots (2)$$

gdje je $C = C_1 C_2 C_3 C_4 \dots\dots\dots (3)$

a C_1, C_2, C_3, C_4 su dati sledećim tabelama:

C1-tip konstrukcije objekta			
Krov	Metalni	Kombinovani	Zapaljiv
Konst. objekta			
Metalna konstrukcija	0,5	1	2
Kombinovana	1	1	2,5
Zapaljiva	2,0	2,5	3

C2-sadržaj objekta	
Bez vrlednosti i nezapaljiv	0,5
Mala vrijednost ili uglavnom zapaljiv	1
Veća vrlednost ili narocito zapaljiv	2
Inzvaredno velika vrijednost, nenadoknadive štete, vrlo zapaljiv ili eksplozivan	3

C3-namjena objekta	
nezaposjednut	0,5
uglavnom nezaposjednut	1
teška evakuacija ili opasnost od panike	3

C4- posledice od udara groma u objekat	
Nije obavezna neprekidnost pogona i bez uticaja (posledica) na okolinu	1
Obavezna neprekidnost pogona, ali bez uticaja (posledica) na okolinu	5
Uticaj (posledice) na okolinu	10

Učestanost direktnog udara groma u objekat je:

$$N_d = 1,1 \cdot N_g \cdot C_o \cdot A_e \cdot 10^{-6} \dots\dots\dots (4)$$

gdje su:

N_g -prosječna godišnja učestanost udara groma po km^2

C_o -koeficijent okruženja

A_e -ekvivalentna površina štice objekta

Prosječna godišnja učestanost udara groma po km^2 je:

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25} \dots\dots\dots (5)$$

gdje je T_d -broj grmljavinskih dana u toku godine. Za Podgoricu $T_d=49$

Okruženje štice objekta	C_o
Štice objekat se nalazi u prostoru sa istim ili višim objektima	0,25
Objekat okružen nižim objektima	0,5
Usamljen objekat na 3 H	1
Štice objekat sam na uzvišenju	2

Ekvivalentna prihvatna površina štice objekta:

$$A_e = a \cdot b + 6h(a+b) + 9\pi h^2 \dots\dots\dots (6)$$

Na osnovu sračunate vrijednosti zahtijevane efikasnosti instalacija od atmosferskog pražnjenja, određujemo međusobno rastojanje spušnih vodova kao i elemenata prihvatnog sistema.

Tabela proračuna efikasnosti instalacija zaštite od atmosferskog pražnjenja:

Ekvivalentna prihvatna površina šticenog objekta	$A_e = a \cdot b + 6h(a+b) + 9\pi h^2$	
Okruženje šticenog objekta	C_o	
Broj grmljavinskih dana u toku godine	T_d	
Prosječna godišnja učestanost udara groma po km^2	$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25}$	
N_d - učestanost direktnog udara groma u objekat, odnosno srednji godišnji broj direktnih udara groma koji prouzrokuju oštećenje objekta;	$N_d = 1,1 \cdot N_g \cdot C_o \cdot A_e \cdot 10^{-6}$	
C1-tip konstrukcije objekta	C_1	
C2-sadržaj objekta	C_2	
C3-namjena objekta	C_3	
C4- posledice od udara groma u objekat	C_4	
	$C = C_1 C_2 C_3 C_4$	
N_c - usvojena učestanost udara groma u šticeeni objekat, odnosno maksimalni usvojeni srednji godišnji broj udara groma. koji moze prouzrokovati oštećenje objekta;	$N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C}$	
Efikasnost gromobranske instalacije	$E = 1 - \frac{N_c}{N_d}$	

5. PREDMJER RADOVA

1. Isporuca i ugradnja materijala za sijalična mjesta u stanovima vodom PP-Y 3x1,5mm², 1kV, djelimično u malteru uz ugradnju potrebnog broja plastičnih razvodnih kutija, mikroprekidača (jednostrukih, serijskih, naizmjeničnih), luster klema, luster kuka i potrebnog broja stezaljki prosječne dužine _____ m;

kom _____

2. Isporuca i ugradnja materijala za dvopolne priključnice sa zaštitnim kontaktom, u stanu, vodom PP-Y 3x2,5mm², 1kV, u malteru, uz ugradnju potrebnog broja plastičnih razvodnih kutija i mikro "šuko" priključnica 10/16A, 250V, prosječne dužine _____ m;

kom _____

3. Isporuca i ugradnja materijala za dvopolnu "šuko" priključnicu u kupatilu, za mašinu za pranje veša, vodom PP-Y 3x2,5mm², 1kV, uz ugradnju dvopolne "šuko" priključnice sa poklopcem 10/16A,250V, prosječne dužine _____ m;

kom _____

4. Isporuca i ugradnja materijala za napajanje bojlera vodom PP-Y 3x2,5mm², 1kV, u malteru, prosječne dužine _____ m;

kom _____

5. Isporuca i ugradnja materijala za napajanje infra grijalice vodom PP-Y 3x2,5mm², 1kV, uz ugradnju infra grijalice snage 2000W, prosječne dužine _____ m;

kom _____

6. Isporuca i ugradnja grupnog prekidača za kupatilo (indikatora) sa prekidačima za bojler, grijalicu i osvjetljenje koji se montira ispred ulaznih vrata kupatila;

kom _____

7. Isporuka i ugradnja materijala za napajanje trole "šuko" priključnice u stanovima vodom PP-Y 5x2,5mm², 1 kV, u cijevima i malteru uz ugradnju trole "šuko" priključnice 16A, 380V, prosječne dužine _____ m;

kom _____

8. Isporuka i montaža svjetiljke sa sigurnosnim transformatorom "EDA" P TIP-166 u koju je ugrađena dvopolna univerzalna priključnica za aparat za brijanje.

kom _____

9. Isporuka i ugradnja materijala za instalaciju zvona vodom PP 2x1,5mm², 1kV, uz ugradnju zvona 220/6V i tipkala ispred ulaznih vrata stana prosječne dužine _____ m;

kom _____

10. Isporuka i ugradnja materijala za izradu glavne razvodne table na ulazu, u svemu prema tehničkom opisu, jednopolnoj šemi i ovom predmjeru. Glavna razvodna tabla (GRT) treba da bude izvedena iz tri dijela. U gornjem dijelu će se nalaziti osigurači napojnih vodova stana koje treba obilježiti odgovarajućim brojevima. U srednjem dijelu će se montirati dvotarifno brojilo, uklopni sat i sklopnik za priključivanje potrošača niže tarife. U donjem dijelu razvodne table treba smjestiti razvodne šine (sabirnice) i šinu za uzemljenje.

Na tablu treba ugraditi sljedeću opremu:

- osigurači	_____ A	kom _____
- automatskih osigurača	16A	kom _____
- automatskih osigurača	10A	kom _____
- automatskih osigurača	6A	kom _____

- Trofazno dvotarifno brojilo 3x380/220V, 10/40A "Iskra"		kom _____
----------------------------------------------------------	--	------------------

- Uklopni sat 220V "Iskra"		kom _____
----------------------------	--	------------------

- Sklopnik CN 20 (ili CN 50) 220V "Rade Končar"		kom _____
-------------------------------------------------	--	------------------

- sabirnicu Cu 15x3mm		kom _____
-----------------------	--	------------------

11. Isporuka i ugradnja materijala za izradu lokalne razvodne table (LRT) u svemu prema jednopolnoj šemi i ovom predmjeru. Na tablu treba ugraditi sljedeću opremu:

- automatskih osigurača 16A
- automatskih osigurača 10A

kom _____

kom _____

12. Isporuka i polaganje u betonu i rovu pocinčane željezne trake FeZn 25x4mm za spajanje uzemljenja GRT na zajednički uzemljivač

_____ **m.**

13. Isporuka i polaganje vodova za izjednačavanje potencijala PP-Y 1x2,5mm², 1kV u kupatilima

_____ **m.**

14. Isporuka i ugradnja kutije za izjednačavanje potencijala, u kupatilima, od bakra, zajedno sa poklopcem.

kom _____

15. Isporuka i polaganje kabla **PP 00 -Y** _____ mm², 1kV, od distributivnog oramarića (DO) do glavne razvodne table (GRT)

_____ **m.**

16. Isporuka i ugradnja priključnog ormara (DO) sa tri komada osigurača **NVO 100/**_____ **A.**

kom _____

17. Nabavka, isporuka i ugradnja pocinčane trake FeZn 25x4mm za temeljni uzemljivač i zemne uvodnike.

_____ **m**

18. Nabavka, isporuka i ugradnja pocinčane željezne trake FeZn 20x3mm za prihvatni i spusni sistem zaštite od atmosferskog pražnjenja.

_____ **m.**

19. Isporuka i ugradnja mjernih spojeva zaštite od atmosferskog pražnjenja.

kom _____

20. Ostali sitni nepredviđeni materijal.

UKUPNO : _____