

Amir HALEP

ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVJETLJENJE

PREDGOVOR

Na pisanje ove knjige me ponukala činjenica da u našoj stručnoj literaturi nije na odgovarajući način obrađena problematika električnih instalacija i osvjetljenja, a svakako i želja da se pomogne učenicima i nastavnicima škola u kojima se nastava odvija prema novom NPiP za zanimanje električar koji je razrađen u okviru PHARE VET programa. Naime, prva verzija ove knjige je urađena 2000. godine kao skripta, tokom realizacije PHARE VET programa. Svjestan sam da u knjizi ima izvjesnih nedostaka, te su u tom smislu sve dobronamjerne primjedbe dobrodošle. Na kraju bih iskazao svoju zahvalnost svima koji su mi pomogli pri izradi knjige.

Autor

SADRŽAJ	
1.UVOD	4
2.ELEKTROINSTALACIONI MATERIJAL I PRIBOR	5
2.1.Goli provodnici	5
2.2.Kablovi i kablovski pribor	5
2.3.Pad napona i strujno opterećenje kablova	9
2.4.Instalacione cijevi i pribor	14
2.5.Priključni uređaji	14
2.6.Osigurači	15
2.7.Prekidači	20
2.8.FID (RCD) sklopke	27
2.9.Odvodnici prenapona	28
2.10.Elementi gromobranske instalacije	28
2.11.Komponente EIB sistema	29
3.ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA	34
3.1.Djelovanje električne energije na ljudski organizam	34
3.2.Prva pomoć pri električnom udaru	35
3.3.Zaštita od direktnog dodira	35
3.4.Istovremena zaštita od direktnog i indirektnog dodira	35
3.5.Zaštita od indirektnog dodira	35
3.6.Označavanje mehaničke zaštite	36
4.UREĐAJI ELEKTRIČNIH INSTALACIJA	38
4.1.Brojila utrošene električne energije	38
4.2.Razvodni uređaji	39
4.3.Kućni priključak	40
4.4.Izjednačavanje potencijala u objektu	45
4.5.Pomoćni izvori električne energije	46
4.6.EIB instalacioni sistem i njegovo programiranje	47
4.7.Telefonske centrale	48
4.8.Sistem kablovske TV.....	49
4.9.Interfoni	50
4.10.Protivpožarni alarmni sistem	51
4.11.Protivprovalni alarmni sistem	52
4.12.Uređaj za podizanje i spuštanje roletni	54
4.13.Uređaj za stalni nadzor izolacije	55
5.ELEKTRIČNO OSVJETLJENJE	55
5.1.Osobine svjetlosti	55
5.2.Električni izvori svjetlosti	55
5.3.Svjetlosne armature	58
5.4.Zahtjevi za dobro osvjetljenje	59
5.5.Pračun električnog osvjetljenja	60
5.6.Pračun električnog osvjetljenja primjenom računara	60
5.7.Električno osvjetljenje zatvorenih prostora	61
5.8.Električno osvjetljenje otvorenih prostora	61
6.IZVOĐENJE ELEKTROMONTERSKIH RADOVA	63
6.1.Izrada uzemljenja	63
6.2.Montaža gromobranske instalacije	67
6.3.Podzemno polaganje kablova	68
6.4.Postavljanje golih vodiča	69
6.5.Postavljanje samonosivih kablovskih snopova	70
6.6.Izvedba električnih instalacija	71
6.7.Izvođenje telekomunikacionih instalacija	78
6.8.Izvođenje signalnih instalacija	79
6.9.Izvođenje električnih instalacija na mjestima ugroženim eksplozivnim smjesama	80
6.10.Ispitivanje ispravnosti električne instalacije	81
6.11.Otklanjanje kvarova na električnim instalacijama	85
7.PRILOZI	87
7.1.Spisak elektroinstalaterskog alata	87
7.2.Tabele	88
7.3.Primjer projekta električnih instalacija i osvjetljenja	94

1.UVOD

Električne instalacije se izvode u stambenim objektima, poslovnim prostorima, industriji, poljoprivrednim dobrima, gradilištima itd. Postoje sljedeće vrste instalacija: elektroenergetske, gromobranske, telekomunikacione i signalne. Elektroenergetske instalacije se izvode kako bi se osiguralo napajanje potrošača električnom energijom. Gromobranska instalacija se postavlja u cilju zaštite ljudi i objekata od štetnog djelovanja atmosferskog električnog pražnjenja. Telekomunikacione instalacije omogućavaju prijenos podataka. Postoje sljedeće vrste telekomunikacionih instalacija: telefonske instalacije, instalacije interfona, instalacije zajedničkih radio i TV antena, instalacije interne televizije, instalacije razglasa, instalacije računarskog sistema, instalacije centralnog sistema časovnika itd. U signalne instalacije spadaju: instalacije električnog zvonca, instalacije protivpožarnog sistema, instalacije protivprovalnog sistema i instalacije poziva u hotelima i bolnicama. Kao što se vidi, signalne i telekomunikacione instalacije su srodne i očekivati je da će daljim razvojem tehnike doći do njihovog integriranja. Elektroenergetske i gromobranske instalacije spadaju u grupu instalacija jake struje dok se telekomunikacione i signalne instalacije ubrajaju u instalacije slabe struje.

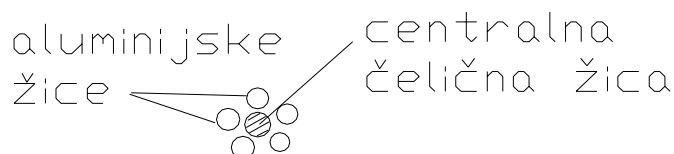
Pitanja i zadaci:

- 1.Nabrojati vrste električnih instalacija !
- 2.Objasniti ulogu elektroenergetskih instalacija !
- 3.Objasniti ulogu gromobranskih instalacija !
- 4.Objasniti ulogu telekomunikacionih i signalnih instalacija !

2.ELEKTROINSTALACIONI MATERIJAL I PRIBOR

2.1.Goli provodnici

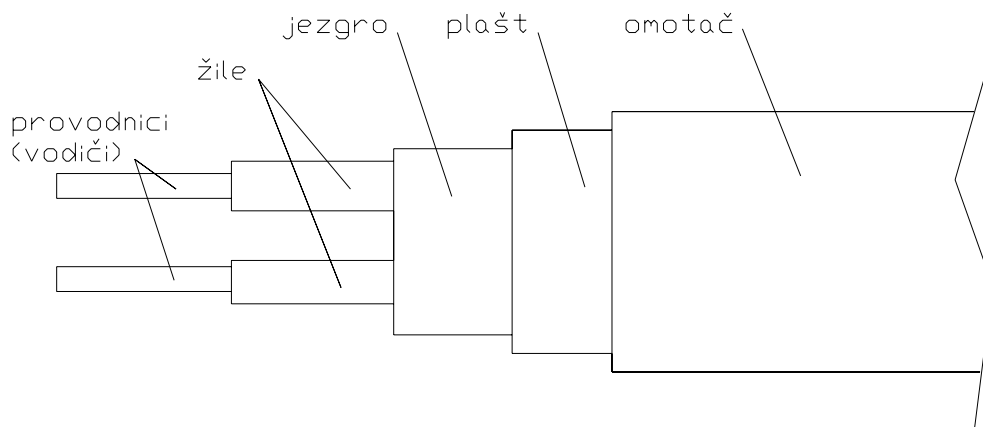
Goli provodnici su metalne žice i šipke različitih oblika i prijesjeka, bez izolacije. Upotrebljavaju se u električnim postrojenjima i za izvođenje nadzemnih vazdušnih mreža. U postrojenjima se najčešće koriste pravougaone bakarne šipke (sabirnice) za električno povezivanje elemenata postrojenja. Za izradu nadzemnih telefonskih mreža se koriste bakarne žice, a za elektroenergetske nadzemne mreže provodnici od alučela. Alučel je kombinacija čeličnih i aluminijskih žica. Čelične žice imaju veliku zateznu čvrstinu, a aluminijske su dobri provodnici, tako da alučel predstavlja dobru kombinaciju. Prijesak alučel provodnika je prikazan na slici 1.



Sl. 1.

2.2.Kablovi i kablovski pribor

Kablovi služe za napajanje potrošača električnom energijom i za prijenos električnih odnosno optičkih signala. Električni signali se prenose bakarnim vodičima, dok se optički signali provode kroz stakleno vlakno. Optički kablovi su u sve široj upotrebi u komunikacijama. Konstrukcioni elementi kabla su prikazani na slici 2.

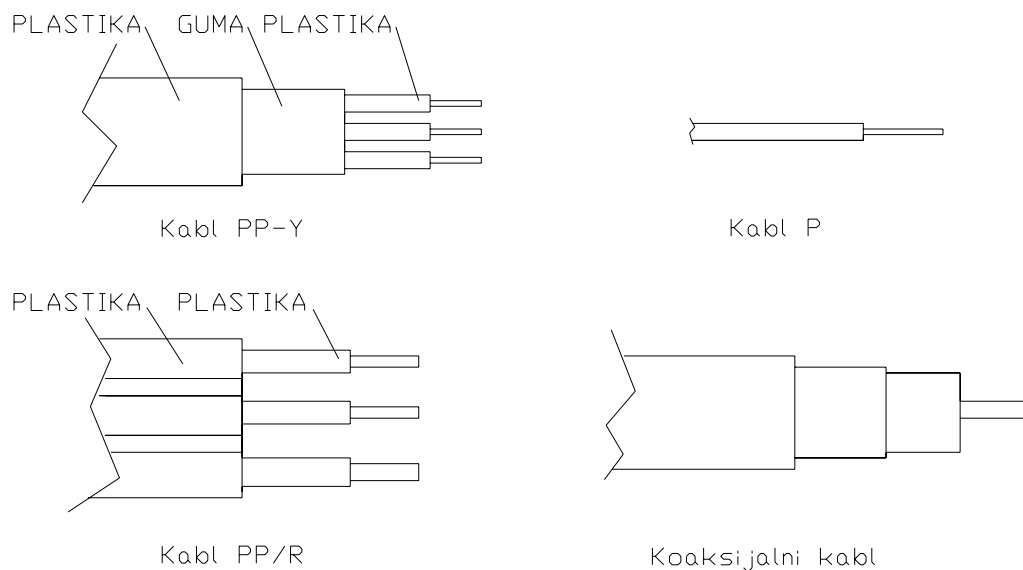


Sl. 2.

Provodnici (vodiči) sa izolacijom se zovu žile. Cjelina od nekoliko žila se zove jezgro. Plašt se postavlja u cilju zaštite jezgra. Plašt se izrađuje od gume, PVC-a ili metala. Omotač je mehanička zaštita kabla. Kod telekomunikacionih kablova žile se formiraju u parice i četvorke. Dvije žile čine paricu, a četiri četvorku. Provodnici mogu biti puni i upredeni od više tanjih žica. Za pokretne potrošače se obavezno upotrebljavaju upredeni (licnasti) provodnici. Danas se koriste sljedeći izolacioni materijali: guma, polivinilhlorid (PVC), polietilen i silikon. Kablovi izolirani gumom se koriste za napajanje pokretnih potrošača. Kablovi izolirani polivinilhloridom su u najširoj upotrebi. Polivinilhlorid gori samo ako je iznad plamena, ali se plamen ne širi. Polietilen ima sve dobre osobine polivinilhlorida, a uz to ima veću otpornost na povišene temperature. Silikon se koristi za izolaciju kablova koji napajaju grijače i drugdje gdje je prisutna visoka temperatura. Kompletna oznaka kabla prema važećem JUS standardu ima sedam dijelova, ali u praksi se najčešće koriste skraćene oznake. Npr. kabl sa tri žile površine poprečnog presjeka provodnika $2,5 \text{ mm}^2$ izoliran polivinilhloridom se označava:

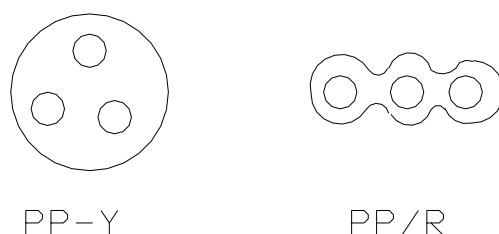
PP-Y 3x2,5 mm^2 .

Kao što je vidljivo prvi dio oznake se odnosi na vrstu izolacije, a drugi na broj i prijesjek provodnika. Najčešće upotrebljavani kablovi su: P/L, GG/J, P, P/F, PP-Y, PP/R, PP 00, PP41, PP 44, TI, Y(St)Y, X 00-A, X 00/0-A i koaksijalni kablovi (sl. 3).



Sl. 3.

Kabl P/L se upotrebljava za napajanje pokretnih potrošača manje snage kao što su npr. stonice lampe, radio-aparati itd. Sadrže dvije žile sa licnastim provodnicima. Za napajanje pokretnih potrošača kao što su električni štednjaci, mješalice i sl. se koriste kablovi GG/J. Sadrže tri ili pet žila ovisno o tome da li napajaju monofazne ili trofazne potrošače. Kabl P ima jednu žilu sa punim provodnikom, a koristi se za ožičenje u elektroormarima. Kabl P/F ima jednu žilu sa upredenim finožičnim provodnikom, a najčešće se koristi za galvansko izjednačavanje potencijala. Kablovi tipa PP-Y i PP/R se koriste za izvođenje električnih instalacija niskog napona. Kabl PP-Y je okruglog, a PP/R pljosnatog prijesjeka. Kabl PP-Y je kvalitetniji u odnosu na PP/R (sl. 4).



Sl. 4.

Kabl PP/R se ne smije koristiti u vlažnim prostorijama kao što su npr. kupatila i podrumi i ne smije se postavljati direktno na drvo. Kabl PP-Y se smije koristiti u vlažnim prostorijama i smije se postavljati direktno na drvo. Kablovi PP-Y i PP/R se izrađuju kao trožilni i petožilni. Trožilni se koriste za napajanje monofaznih, a petožilni trofaznih potrošača. Kod trožilnog kabla izolacija faznog vodiča (L) je crne boje, izolacija neutralnog vodiča (N) je plave, a zaštitnog vodiča (PE) žuto-zelene boje. Petožilni kabl ima još dva fazna vodiča, jedan smeđe i jedan crne boje. S obzirom da kod petožilnog kabla imamo dvije crne žile, one se razlikuju tako što je jedna na obodu, a druga u sredini kabla. Kabl PP-Y ne smije biti izložen direktnom sunčevom svjetlu. Tamo gdje je prisutno direktno djelovanje sunčevih zraka koristi se kabl PP 00. Za kabl PP-Y se koriste i oznake PGP i NYM. Kablovi PP 00, PP 41 i PP 44 se koriste za napajanje potrošača većih snaga. Kabl PP 00 ima plašt i omotač od polivinilhlorida, dok PP 41 i PP 44 imaju metalne plaštove što ih čini daleko otpornijim na mehanička naprezanja. Plašt kabla PP 44 je od pocinčane žice što ga čini otpornim na agresivne sredine tako da se može polagati u rijeke i more. Druga oznaka za kabl PP 00 je NYY. Kabl TI se koristi za izvođenje telefonskih instalacija, a Y(St)Y za prijenos podataka brzinom do 10Mbit/s. Za

visoke brzine prijenosa podataka se koriste osmožilni kablovi UTP, FTP i STP. Kablovi X 00-A i X 00/0-A imaju provodnike od aluminijuma, a izolaciju od polietilena. Kabl X 00/0-A za razliku od X 00-A ima nosivo uže. Predstavljaju samonosive kablovske snopove (SKS) i koriste se za niskonaponske nadzemne mreže i za nadzemne kućne priključke. Koaksijalni kablovi impedanse 75Ω se koriste za antenske instalacije i kod pojedinih vrsta računarskih mreža.

Usljed proticanja električne struje kroz provodnike dolazi do zagrijavanja provodnika i njihove izolacije. To je naročito štetno u slučaju kratkih spojeva kada kroz kablove teku veoma jake struje usljed kojih može doći do izgaranja izolacije. Vrijeme u kojem smije da teče struja kratkog spoja, a da ne dođe do oštećenja kabla se računa po formuli:

$$t_z = \left(\frac{k \cdot A}{I_{KS}} \right)^2 \text{ [s]},$$

gdje je:

A [mm^2] - površina poprečnog prijesjeka provodnika

I_{KS} [A] - struja kratkog spoja

k - koeficijent ovisan o vrsti kabla.

Energija zagrijavanja provodnika se računa pomoću formula:

$$E = I_{KS}^2 \cdot R \cdot t_z = I_{KS}^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{A} \cdot t_z \quad \text{[J]}$$

$$E = c \cdot l \cdot A \cdot \Delta T \quad \text{[J]}$$

gdje su:

E – energija zagrijavanja

ρ - specifični otpor provodnika

l - dužina provodnika

A - poprečni prijesjek provodnika

c - specifična toplota provodnika

ΔT - dozvoljeno povećanje temperature provodnika.

Iz navedene dvije formule dobivamo:

$$\frac{I_{KS}^2 \cdot \rho \cdot l \cdot t_z}{A} = c \cdot l \cdot A \cdot \Delta T$$

$$t_z = \frac{c \cdot \Delta T}{\rho} \cdot \frac{A^2}{I_{KS}^2} \quad \text{[s]}$$

$$t_z = \left(\frac{k \cdot A}{I_{KS}} \right)^2 \quad \text{[s]}$$

$$k = \sqrt{\frac{c \cdot \Delta T}{\rho}}$$

Koeficijent za bakarne provodnike iznosi:

$k = 115$ za izolaciju od polivinilhlorida (PVC)

$k = 134$ za izolaciju od gume

$k = 143$ za izolaciju od polietilena.

Zaštitni uređaj (osigurač ili sl.) mora reagirati u vremenu kraćem od t_z da izolacija kabla ne bi izgorila.

Primjer:

Bakarni kabl izoliran polivinilhloridom sa poprečnim prijesjekom $A = 50 \text{ mm}^2$ je opterećen strujom kratkog spoja $I_{KS} = 5 \text{ kA}$. Izračunati koliko je maksimalno dozvoljeno trajanje kratkog spoja !

Rješenje:

$$t_z = \left(\frac{k \cdot A}{I_{KS}} \right)^2 = \left(\frac{115 \cdot 50}{5\,000} \right)^2 = 1,32 \text{ [s].}$$

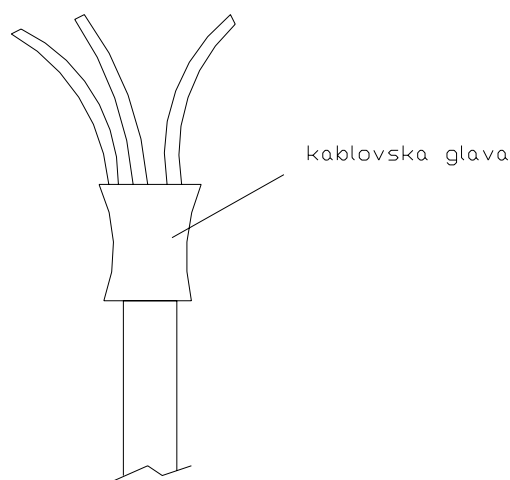
Kabl smije biti u kratkom spoju najduže 1,32 sekunde.

Kablovski pribor čine sljedeći elementi:

- 1.)kablovske kape
- 2.)kablovske glave
- 3.)kablovske spojnice
- 4.)kablovske papučice (stopice)

- 5.)spojne čahure
- 6.)kablovske obujmice
- 7.)kablovske uvodnice.

Kablovske kape se upotrebljavaju kao privremena zaštita krajeva kablova od prodora vlage koja može štetno utjecati na izolaciju kabla. Izrađuje se od kablovske mase kojom se zaliva kraj kabla. Kablovska glava je trajna zaštita kraja kabla od prodora vlage, a ujedno omogućava da se krajevi kabla otvore i žile pripreme za spajanje. Na slici 5 je prikazan kraj kabla sa kablovskom glavom.



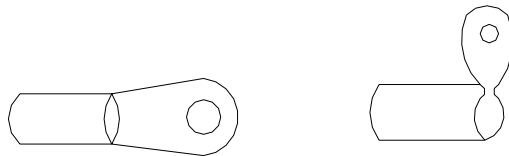
Sl. 5.

Kablovske spojnice se upotrebljavaju za spajanje kablova. Dugo vremena su bile u upotrebi metalne spojnice, a danas se sve više koriste spojnice od smolastih masa. Prijesak metalne spojnice je dat na slici 6.



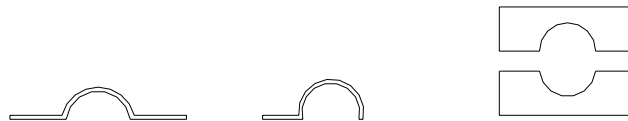
Sl. 6.

Spajanje provodnika se vrši lemljenjem ili kablovskim čahurama, nakon čega se spojnica zaliva kablovskom masom za izolaciju. Kod spojnice od smolastih masa se ne vrši zalivanje. Postoje toploskupljajuće i hladnoskupljajuće spojnice od smolastih masa. Toploskupljajuće spojnice se zagrijavanjem plinskim gorionikom sljepljuju za kabl. Sljepljivanje hladnoskupljajućih spojnice se vrši hemijskim putem. Kablovske papučice (stopice) se koriste za spajanje kablova u elektroarmarima. Postoji prava papučica i papučica za spajanje pod pravim uglom, kao što je prikazano na slici 7.



Sl. 7.

Spojne čahure služe za spajanje provodnika. Dva kraja provodnika se uvlače u čahuru, a zatim se kliještima vrši stezanje čahure čime se ostvaruje spoj provodnika. Kablovske obujmice se upotrebljavaju za postavljanje provodnika na zidove, stropove, užad i metalne konstrukcije. Izrađuju se od metala i plastike, a učvršćuju se ekserima, vijcima, lijepljenjem i savijanjem. Na slici 8 su prikazane različite konstrukcije obujmica.



Sl. 8.

Za učvršćivanje kablova na metalne šipke se koriste savitljive obujmice izrađene od limene trake presvučene plastikom. Kablovske uvodnice služe za uvođenje kablova u elektroarmare. Izrađuju se od metala i plastike, a uloga im je da štite izolaciju kablova od oštećenja i da omogućе zaptivanje uvoda kablova u ormar.

2.3. Pad napona i strujno opterećenje kablova

Odabir poprečnog prijesjeka kablova se vrši prema dva kriterija: prema padu napona na kabl i prema strujnom opterećenju kablova. Uporedimo li provodnik sa vodovodnom cijevi pad napona se može uporediti sa padom pritiska, a strujno opterećenje sa protokom. Ukoliko kroz pretanku cijev pokušamo propustiti veliku količinu vode doći će do pucanja cijevi. Analogno tome, ako kroz pretanak provodnik pokušamo propustiti jaku struju doći će do pregorijevanja provodnika. Osim toga pri proračunu strujnog opterećenja vodimo računa i o stalnosti rada potrošača, jer nije svejedno je li potrošač stalno u pogonu ili samo povremeno te o ukupnom opterećenju potrošača. Prema važećim propisima dozvoljen je pad napona 3% na kablovima koji napajaju rasvjetu, a 5% za sve ostale potrošače. Procentualni pad napona se računa po formuli:

$$u = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 \text{ [\%]}$$

gdje je:

ΔU [V] - apsolutni pad napona

U [V] - napon izvora.

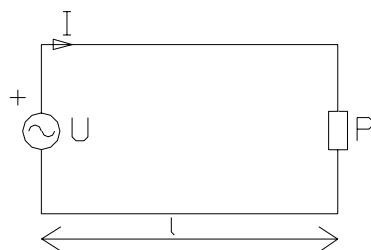
Primjer:

Izračunati procentualni pad napona ukoliko je apsolutni pad napona $\Delta U = 11,83 \text{ V}$, a mrežni napon $U = 400 \text{ V}$!

Rješenje:

$$u = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{11,83}{400} \cdot 100 = 2,958 \%$$

Posmatrajmo jedan monofazni potrošač (sl. 9a) !



Sl. 9. a)

Apsolutni i procentualni pad napona na vodu se računaju po formulama:

$$\Delta U = R \cdot I = R \cdot \frac{P}{U} = \frac{2 \cdot l \cdot \rho}{A} \cdot \frac{P}{U} \quad [\text{V}]$$

$$u = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100 = \frac{200 \cdot l \cdot P \cdot \rho}{U^2 \cdot A} \quad [\%],$$

gdje je:

R [Ω] - otpor provodnika

I [A] - struja u provodniku

P [W] - snaga potrošača

l [m] - dužina provodnika

ρ [$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$] - specifični otpor provodnika

A [mm^2] - površina poprečnog prijesjeka provodnika.

Ukoliko se snaga uvrštava u kW i još uvrstimo specifične otpornosti bakra i aluminija dobivamo formule za proračun pada napona na monofaznim kablovima pri naponu $U = 220\text{V}$:

$$u = \frac{0,0741 \cdot l \cdot P}{A} \quad [\%] \quad \text{- bakar}$$

$$u = \frac{0,119 \cdot l \cdot P}{A} \quad [\%] \quad \text{- aluminijum}$$

Istim postupkom se dobivaju i formule za trofazni sistem linijskog napona 380 V:

$$u = \frac{0,0124 \cdot l \cdot P}{A} \quad [\%] \quad \text{- bakar}$$

$$u = \frac{0,02 \cdot I \cdot P}{A} \text{ [%] - aluminijum.}$$

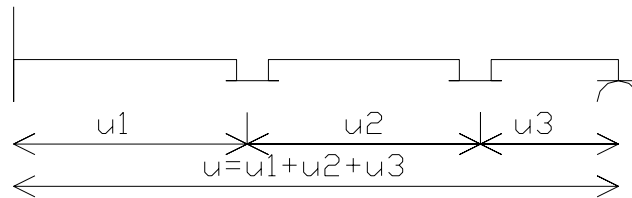
Primjer:

Izračunati pad napona na trofaznom bakarnom kablju prijesjeka $A = 120 \text{ mm}^2$ i dužine 160 m koji napaja potrošač snage $P = 116 \text{ kW}$.

Rješenje:

$$u = \frac{0,0124 \cdot I \cdot P}{A} = \frac{0,0124 \cdot 160 \cdot 116}{120} = 2,9 \text{ [%]}$$

Ukoliko kabl napaja više potrošača, pad napona na kraju voda se računa kao suma padova napona na pojedinim dionicama (sl 9b).



Sl. 9. b)

Za računanje struja monofaznih i trofaznih potrošača se koriste formule:

$$I = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi} \text{ [A] - monofazni potrošači}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot UI \cdot \cos \varphi} \text{ [A] - trofazni potrošači}$$

$$UI = \sqrt{3} \cdot U_f$$

gdje je:

P [W] - snaga potrošača
 $\cos \varphi$ - faktor snage potrošača
 U_f - fazni napon
 UI - linijski napon.

Primjer:

Izračunati struju monofaznog potrošača snage $P = 2500 \text{ W}$, faktora snage $\cos \varphi = 0,7$ pri faznom naponu $U_f = 230 \text{ V}$!

Rješenje:

$$I = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi} = \frac{2500}{230 \cdot 0,7} = 15,5 \text{ [A]}$$

Primjer:

Izračunati struju trofaznog potrošača snage 116 kW , faktora snage $1,0$ pri linijskom naponu 400 V !

Rješenje:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} = \frac{116\,000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1,0} = 167,4 \text{ [A]}$$

Ovako izračunata struja se mora podijeliti korekcionim faktorima ukoliko se polaže više kablova u kablovskom kanalu i ako temperatura okoline odstupa od 30° C. Korigirana vrijednost struje se računa po formuli:

$$I_z = \frac{I}{k_1 \cdot k_2} \text{ [A]}$$

Korekcionni faktor za broj kablova u kablovskom kanalu k_1 je dat u tabeli 1.

Tabela 1.

BROJ KABLOVA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60

Korekcionni faktor za temperaturu okoline je dat u tabeli 2.

Tabela 2.

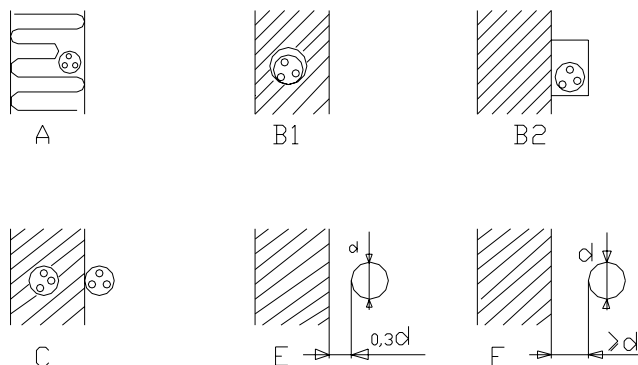
°C	15	20	25	30	35	40	45
k_2	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82

Kada je u pitanju napajanje elektromotora korigirana struja se dodatno uvećava za 50%. Ovo je neophodno zbog činjenice da elektromotori pri uklapanju povlače nekoliko puta jače struje nego pri normalnom pogonu. Za ovako određenu struju motora se očitava potreban poprečni prijesjek u tabeli propisanoj standardom DIN VDE 0298 T4 (JUS N B2 752). Navedena tabela ima šest kolona za monofazne i šest kolona za trofazne potrošače. Npr. za kabl PP-Y 3x1,5 mm² koji napaja monofazne potrošače imamo dozvoljene struje prema tabeli 3.

Tabela 3.

UVJETI	A	B1	B2	C	E	F
$I \text{ [A]}$	15,5	17,5	15,5	19,5	20	20

Prva kolona je označena slovom A i odnosi se na provodnike instalirane u termoizoliranim zidovima i kanalima. Druga kolona B1 se odnosi na kablove instalirane u instalacionoj cijevi ili kanalu unutar zida od betona ili cigle. Kolona B2 se odnosi na kablove instalirane u instalacionoj cijevi ili kanalu koji su montirani na zid. Kolona C se odnosi na kablove instalirane na zid ili u zid od betona ili cigle bez instalacionih cijevi. Kolona E se odnosi na kablove u vazduhu udaljene minimalno za 1/3 debljine kabla od zida. Posljednja F kolona se odnosi na kablove u vazduhu udaljene od zida minimalno za jednu debljinu kabla (sl. 10).



Sl. 10.

Standardom DIN VDE 0100 T430 5.5.1 je predviđen izuzetak za kablove koji napajaju trofazne protočne bojlere. Za napajanje trofaznih protočnih bojlera važi tabela 4.

Tabela 4.

A [mm ²]	A	B1	B2	C	E	F
4	-	-	-	40 A	40 A	40 A
6	40 A	40 A	40 A	50 A	50 A	50 A
10	50 A	-	-	-	-	-

Primjer:

Odrediti potreban prijesjek bakarnog kabla za napajanje monofazne utičnice 16 A, ukoliko se kabl instalira podžbukno u juvidur cijevi sa temperaturom okoline do 40 °C ! Ukupna dužina kabla je 17 m.

Rješenje:

Dozvoljen pad napona je $u = 5\%$ tako da minimalan prijesjek kabla mora biti:

$$A \geq \frac{0,0741 \cdot I \cdot P}{u} = \frac{0,0741 \cdot I \cdot U \cdot I \cdot 10^{-3}}{u} = \frac{0,0741 \cdot 17 \cdot 220 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{5} = 0,89 \text{ [mm}^2\text{]}.$$

Korigirana vrijednost struje je:

$$I_z = \frac{I}{k_1 \cdot k_2} = \frac{16}{1 \cdot 0,88} = 18,2 \text{ [A]}.$$

Kabl instaliran podžbukno u juvidur cijevi spada u skupinu B1. Iz tabele očitavamo da struji 18,2 A odgovara kabl prijesjeka 2,5 mm².

Primjer:

Odrediti kabl za napajanje elektromotora snage $P = 7,5 \text{ kW}$ sa iskorištenjem $\eta = 0,82$ i faktorom snage $\cos \varphi = 0,80$. Dužina kabla je $l = 35 \text{ m}$, a instalira se na kablovskom regalu u skupini od šest kablova na temperaturi okoline 40 °C.

Rješenje:

Električna snaga motora je:

$$P_{el} = \frac{P}{\eta} = \frac{7,5}{0,82} = 9,1 \text{ [kW]}.$$

Dozvoljeni pad napona je $u = 5\%$ tako da minimalni prijesjek kabla mora biti:

$$A \geq \frac{3 \cdot 0,0124 \cdot I \cdot P_{el}}{u} = \frac{3 \cdot 0,0124 \cdot 35 \cdot 9,1}{5} = 2,37 \text{ [mm}^2\text{]}.$$

Koeficijent 3 je stavljen radi uvećanja za tri puta zbog jače struje pri pokretanju. Struja motora je:

$$I = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} = \frac{9 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,80} = 17,3 \text{ [A]}.$$

Korigirana vrijednost struje je:

$$I_z = \frac{I}{k_1 \cdot k_2} = \frac{17,3}{0,65 \cdot 0,88} = 30,2 \text{ [A]}.$$

Ovu vrijednost struje uvećavamo za 50%:

$$I_{z1} = 1,5 \cdot I_z = 1,5 \cdot 30,2 = 45,3 \text{ [A]}.$$

Kabl instaliran na kablovskom regalima pripada skupini B2.

Iz tabele očitavamo da struji $I = 45,3 \text{ A}$ odgovara prijesjek 10 mm^2 .

Primjer:

Odrediti kabl za napajanje elektromotora snage $P = 7,5 \text{ kW}$ sa iskorištenjem $\eta = 0,86$ i faktorom snage $\cos \varphi = 0,84$. Dužina kabla je $l = 15 \text{ m}$, a instalira se nadžbukno na temperaturi okoline $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Rješenje:

Električna snaga motora je:

$$P_{el} = \frac{P}{\eta} = \frac{7,5}{0,86} = 8,7 \text{ [kW]}.$$

Dozvoljeni pad napona je $u = 5\%$ tako da minimalni prijesjek kabla mora biti:

$$A \geq \frac{3 \cdot 0,0124 \cdot l \cdot P_{el}}{u} = \frac{3 \cdot 0,0124 \cdot 15 \cdot 8,7}{5} = 0,97 \text{ [mm}^2\text{]}.$$

Koeficijent 3 je stavljen radi uvećanja za tri puta zbog jače struje pri pokretanju. Struja motora je:

$$I = \frac{P_{el}}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi} = \frac{8700}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,86} = 15,4 \text{ [A]}.$$

Korigirana vrijednost struje je:

$$I_z = \frac{I}{k_1 \cdot k_2} = \frac{15,4}{1 \cdot 0,94} = 16,4 \text{ [A]}.$$

Ovu vrijednost struje uvećavamo za 50%:

$$I_{z1} = 1,5 \cdot I_z = 1,5 \cdot 16,4 = 24,6 \text{ [A]}.$$

Kabl instaliran nadžbukno pripada skupini E.

Iz tabele očitavamo da struji $I = 24,6 \text{ A}$ odgovara prijesjek $2,5 \text{ mm}^2$.

Prijesak zaštitnog PE vodiča, ako je od istog materijala kao i fazni provodnici, se određuje prema tabeli 5.

Tabela 5.

PRIJESJEK FAZNOG PROVODNIKA A [mm ²]	NAJMANJI PRIJESJEK ZAŠTITNOG PROVODNIKA A _P [mm ²]
A ≤ 16	A
16 < A ≤ 35	16
A > 35	≥ A/2

2.4. Instalacione cijevi i pribor







Instalacione cijevi štite kablove od mehaničkih, termičkih, hemijskih i drugih utjecaja okoline. Istovremeno cijevi imaju ulogu da štite objekat od požara kojeg mogu izazvati kablovi, jer se cijevi izrađuju od teško gorivih materijala. Cijevi se izrađuju od plastike (polivinilhlorid ili polietilen) i od metala. Postoje savitljive i krute cijevi. Metalne savitljive cijevi se koriste u industriji za napajanje mašina. Velika prednost metalnih cijevi je što komunikacioni i signalni kablovi instalirani u njima nisu izloženi elektromagnetnim smetnjama. Pri izboru cijevi treba voditi računa o unutarnjem priječniku cijevi i vanjskom priječniku kabla. Za spajanje krutih cijevi se koriste spojnice i koljena (lukovi). Na krajeve metalnih cijevi se obavezno postavljaju završetci u cilju zaštite kablova ili se krajevi cijevi zaobljuju. Metalne cijevi moraju biti plastificirane sa unutarnje strane, a ukoliko nisu pri instaliranju se moraju uzemljiti radi sprječavanja strujnog udara u slučaju oštećenja izolacije kabla.

2.5. Priključni uređaji

Priključni uređaji se koriste za spajanje pokretnih potrošača kao što su npr.: električne pegle, TV aparati, aparati za zavarivanje itd. Prema namjeni, priključni uređaji su podijeljeni na:

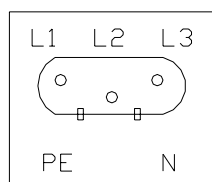
- 1.) utičnice (priključnice),
- 2.) utikače,
- 3.) natikače i
- 4.) račve.

Utičnice se prema ugradnji dijele na podžbukne (p/ž), nadžbukne (n/ž) i prijenosne koje se koriste kod produžnih kablova. Prema broju faza imamo monofazne i trofazne utičnice, a prema stupnju zaštite imamo nezaštićene utičnice, utičnice za vlažne prostorije i utičnice za prostore ugrožene eksplozivnim smjesama. Posebna vrsta utičnica su utičnice sa ugrađenom prenaponskom zaštitom. Danas su u upotrebi mnogi elektronski uređaji koji su jako osjetljivi na povišenje napona. To su npr. računari, TV aparati i drugi uređaji. Da bi se ovi uređaji zaštitili preporučljivo je da se napajaju preko utičnica sa prenaponskom zaštitom. Ove utičnice imaju ugrađen osigurač koji pregorijeva pri povišenju napona. Da bismo znali da li je osigurač ispravan u ove utičnice se ugrađuje kontrolna lampica. Također imamo posebne utičnice za telefonske instalacije, TV instalacije, instalacije mreže računara i instalacije zaštitno niskog napona. Oznake utičnica su date na slici 11a.

-  MONOFAZNA UTIČNICA
-  TROFAZNA UTIČNICA
-  DVOSTRUKA UTIČNICA
-  UTIČNICA SA PRENAPONSKOM ZAŠTITOM
-  TELEFONSKA UTIČNICA
-  ANTENSKA UTIČNICA

Sl. 11. a)

Osnovni podaci o utičnici su radni napon i radna struja. Standardne struje utičnica su: 10A, 16A, 32A, 63A i 125A. Utičnice za podžbukno instaliranje se montiraju u instalacionim kutijama prečnika Φ 55 mm. Pri instaliranju se obavezno mora izvršiti spajanje zaštitnog PE vodiča na zaštitne kontakte. Kod trofaznih utičnica raspored priključaka je dat na slici 11b (pogled sa prednje strane utičnice). Treba voditi računa da se ne zamjene zaštitni PE i neutralni N vodič, jer će u tom slučaju pri uključenju potrošača FI sklopka izvršiti isključenje.



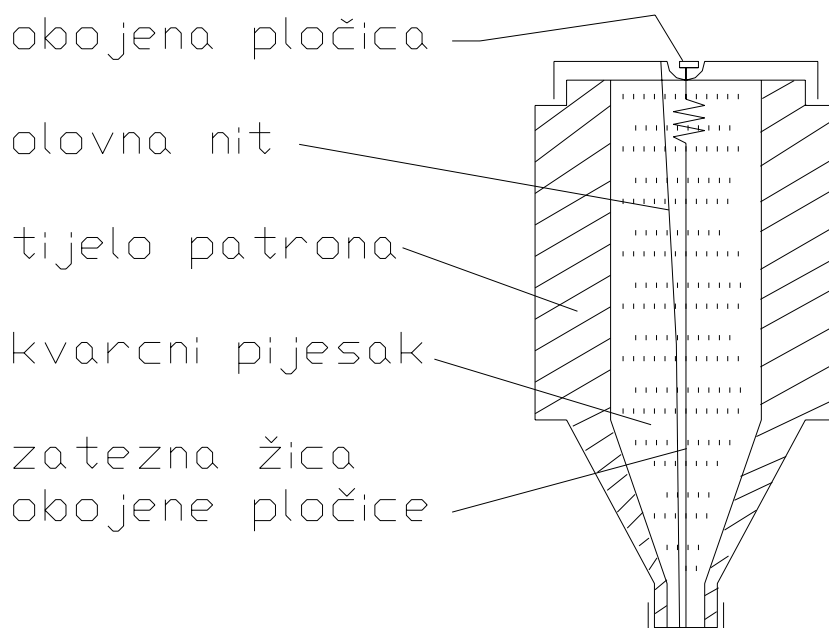
SI. 11. b)

2.6. Osigurači

Osigurači su elementi instalacije koji štite ostale elemente od kratkih spojeva i preopterećenja. Postoje topivi osigurači i automatski prekidači (LS prekidači). Naziv LS potiče kao skraćenica od njemačkih riječi Leitungs Schutz (zaštita vodiča). Za automatske osigurače se još koristi termin instalacioni automatski prekidači.

2.6.1. Topivi osigurači

Na slici 12 je prikazan prijesjek umetka (patrona) topivog osigurača.

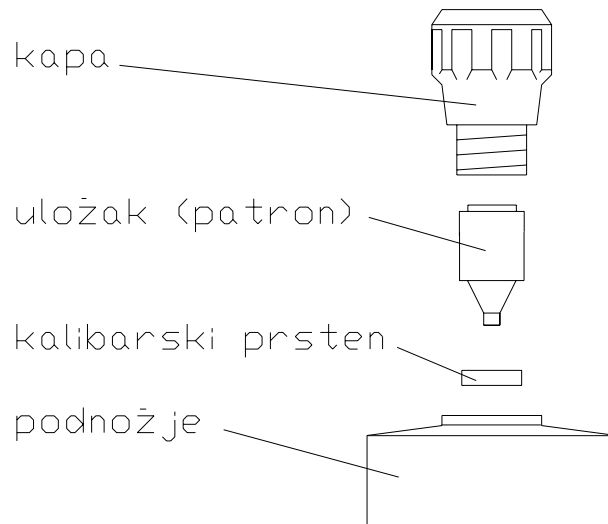


SI. 12.

Kroz kvarcni pijesak su provučene olovna nit i nit za zatezanje obojene pločice kroz koju teče struja. Pri proticanju jače struje nego što je predviđeno ove se niti istope čime se prekida tok struje. Usljed topljenja zatezne niti obojena pločica otpadne što signalizira pregorijevanje umetka. Topivi osigurač se sastoji od sljedećih dijelova:

- 1.) podnožje,
- 2.) kalibarski prsten,
- 3.) umetak i
- 4.) glava (kapa).

Ovi elementi su prikazani na slici 13.



Sl. 13.

Uloga kalibarskog prstena je da spriječi postavljanje umetka za jaču struju nego što je potrebno. Ukoliko se pokuša staviti veći umetak on neće moći ući u otvor kalibarskog prstena. Postoje sljedeće vrste podnožja osigurača:

- 1.)TZ - spajanje provodnika se vrši sa zadnje strane
- 2.)EZ - spajanje provodnika se vrši sa prednje strane
- 3.)UZ - univerzalno podnožje sa spajanjem i sa prednje i sa zadnje strane.

Postoje ponožja osigurača koja se na podlogu montiraju vijcima i podnožja koja se postavljaju na montažnu šinu. Posebna vrsta osigurača su visokoučinski osigurači koji se prema JUS standardu označavaju slovima NV, a prema DIN standardu NH. Na slici 14 su prikazani umetak i podnožje NV (NH) osigurača.

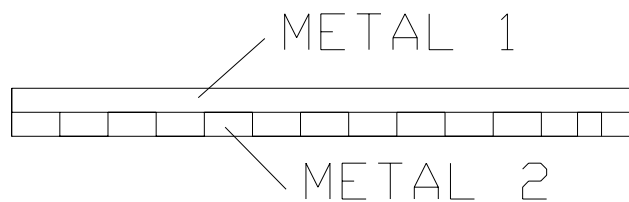


Sl. 14.

Za montažu NV (NH) osigurača se koristi poseban alat – ručka.

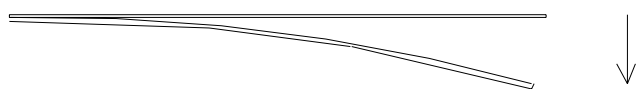
2.6.2. Automatski osigurači

Automatski osigurači isključuju vod sa napajanja u slučaju kratkog spoja i u slučaju preopterećenja. Zaštita od kratkog spoja se vrši pomoću elektromagneta, a od preopterećenja pomoću bimetalne trake u prijesjeku.



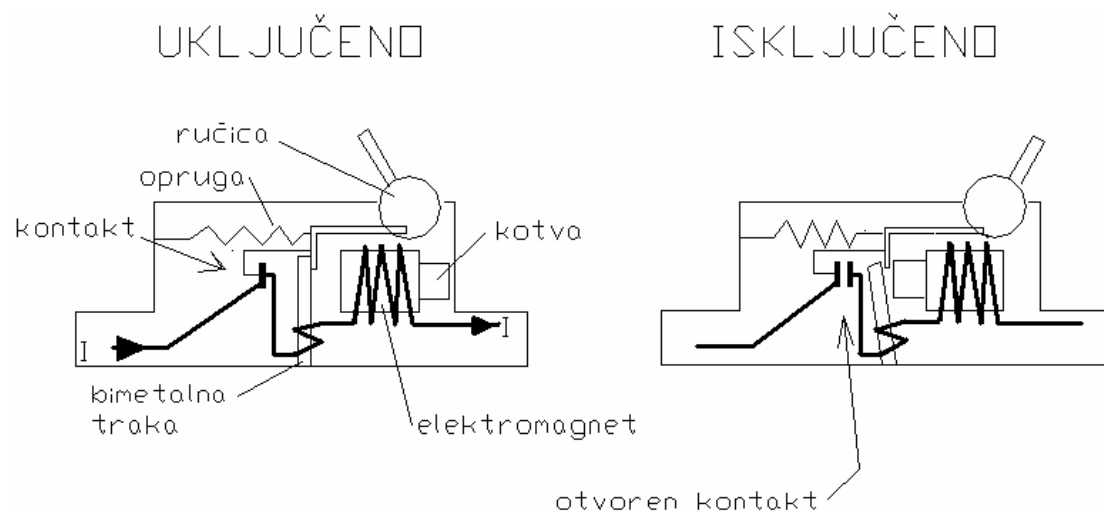
Sl. 15.

Kao što se vidi bimetalna traka se sastoji od dvije trake od različitih metala koje su spojene zavarivanjem ili zakovicama. Različiti metali imaju različite koeficijente temperaturnog izduženja tako da se bimetalna traka savija pri zagrijavanju (sl. 16).



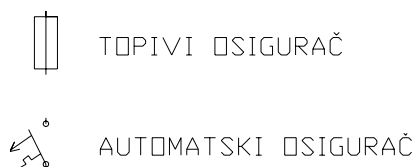
Sl. 16.

Prijesjek automatskog osigurača je dat na slici 17.



Sl.17.

Struja teče preko kontakata na bimetalnu traku, a zatim na elektromagnet. Sa slike se vidi da je bimetalna traka omotana žicom kroz koju teče struja. U slučaju preopterećenja žica se zagrije usljed čega se bimetalna traka savije i otkaci ručicu koja drži kontakte. U trenutku kratkog spoja kroz osigurač poteče jaka struja, tako da elektromagnet jakom silom povuče kotvu koja otkaci ručicu. Oznake topivog i automatskog osigurača su date na slici 18.



Sl. 18.

Prednost automatskih osigurača nad topivim je što nije potrebno mijenjati patron pri kratkom spoju, već samo izvršiti uključenje pomoću ručice. Slaba strana automatskih osigurača je što u slučaju jačih struja kratkog spoja dolazi do zavarivanja kontakta, tako da osigurač ne izvrši isključenje. Zato se automatski osigurači ne smiju koristiti kao glavni osigurači na objektu.

2.6.3. Podaci o patronama osigurača

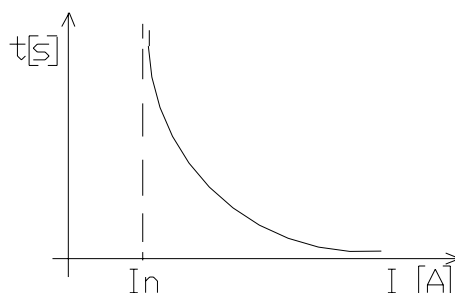
Najvažniji podaci o patronu osigurača su:

- 1.) nominalna struja I_n ,
- 2.) maksimalni radni napon,
- 3.) radna karakteristika i
- 4.) tip.

Nominalna struja se na svakom patronu ispisuje brojevima i označava bojom obojene pločice. Da bi se olovna nit unutar patrona istopila potrebno joj je dovesti energiju E_t potrebnu za zagrijavanje do tačke topljenja. Ova energija se računa po formuli:

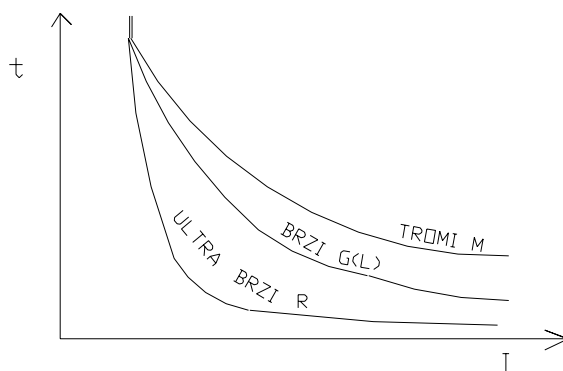
$$E_t = R \cdot I^2 \cdot t \text{ [J]} \Rightarrow t = \frac{E_t}{R} \cdot \frac{1}{I^2} \text{ [s]}$$

gdje je R otpor olovne niti, I struja koja teče kroz nit, a t vrijeme za koje se nit istopi. Kriva prikazana na slici 19 se zove karakteristika osigurača.



Sl. 19.

Sa slike se vidi da je vrijeme topljenja olovne niti, a to znači i vrijeme isključenja, kraće što je struja kroz osigurač jača. Prema obliku karakteristike imamo: trome, brze i ultrabrze osigurače (sl 20).



Sl. 20.

Pri istoj struji ultrabrzi osigurači najbrže pregore. Karakteristika se na patronu označava velikim slovima:

- M tromi
- G(L) brzi
- R ultrabrzi.

Lijevo od oznake karakteristike se nalazi oznaka područja moći prekidanja:

- a ograničeno područje prekidanja
- g neograničeno područje prekidanja.

Primjeri primjene patrona:

- a) patron gG (gL) se koristi za zaštitu vodova koji napajaju omske i malo induktivne potrošače
- b) patron aM se koristi za zaštitu vodova koji napajaju elektromotore
- c) patron aR se koristi za zaštitu elektronskih uređaja.

Kod automatskih osigurača oznaka za ultrabrze je A, B za brze, C za trome i D za veoma trome. Postoje sljedeći tipovi patrona:

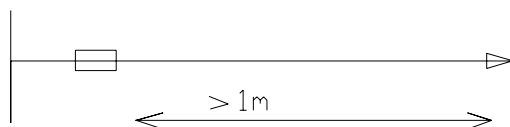
- 1.)tip D
- 2.)tip DO
- 3.)tip NV (NH).

Patroni D i DO su okrugli i koriste se za navojna kućišta TZ, EZ i UZ, s tim što su DO manjih dimenzija. NV(NH) su nožasti patroni.

2.6.4.Upute za osiguravanje

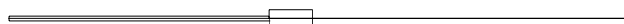
Osigurači se postavljaju:

- 1.)na početku svakog neuzemljenog provodnika dužeg od 1 m (sl. 21),



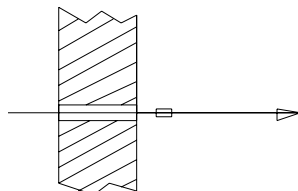
Sl. 21.

- 2.)kod smanjenja prijesjeka provodnika (sl. 22) i



Sl. 22.

- 3.)na mjestu uvođenja kabela u zgradu kao glavni (tarifni) osigurači (sl. 23).

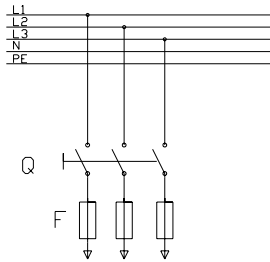


Sl. 23

Osigurači se ne postavljaju:

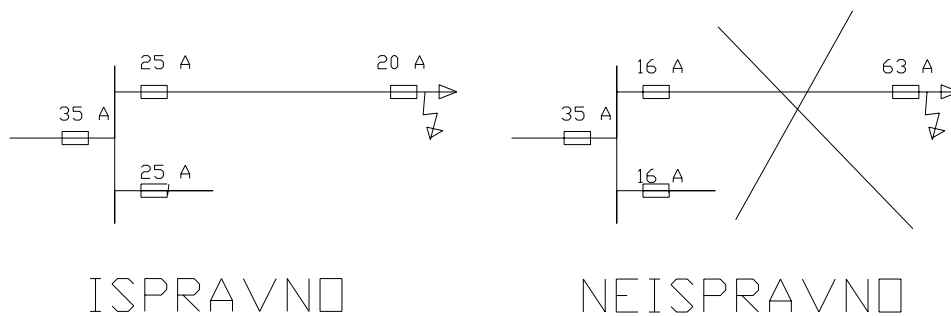
- 1.)na vodovima kraćim od 1 m,
- 2.)na zaštitnim PE vodičima,
- 3.)na neutralnim N vodičima osim u slučaju da je neutralni vodič manjeg prijesjeka od faznih vodiča, a osigurači u faznim vodičima ne štite dovoljno neutralni vodič i
- 4.)jako bi pregorijevanjem osigurača nastala opasnost, npr. kod elektromagnetnih dizalica ne postavljamao osigurač na napajanje elektromagneta.

Ako se osigurava neutralni N vodič mora se postići da pri njegovom isključenju budu isključeni i fazni vodiči. Pri spajanju topivih osigurača potrošač se spaja na navoj, a napajanje na središnji kontakt podnožja osigurača. Ukoliko se u glavnom razvodnom ormaru (GRO) postavlja glavna sklopka ili rastavljač, osigurači se postavljaju iza glavne sklopke (sl. 24).



Sl. 24.

Pri osiguravanju se mora postići selektivnost isključivanja. Selektivnost podrazumijeva da u slučaju kvara na jednom dijelu mreže ostaje sačuvano napajanje ispravnog dijela mreže. Selektivnost se postiže postavljanjem osigurača manje struje na krajeve odvoda (sl.25). Ponekada je potrebno sa karakteristike osigurača očitati vrijeme pregorijevanja da bi se provjerilo da li će dalji osigurač prije pregoriti.



Sl. 25.

2.7. Prekidači

Koriste se sljedeće vrste prekidača (instalacionih sklopki): taster (tipkalo), jednopolni prekidač, jednopolni prekidač sa regulacijom, dvopolni prekidač, trolpolni prekidač, serijski prekidač izmjenični prekidač i križni prekidač. Uz prekidače se koriste uređaji: impulsni automat i stubišni automat. Koriste se sklopke sa sljedećim strujama: 6A, 10A, 16A i 25A.

2.7.1. Taster

Taster (tipkalo) se koristi za uključenje električnog zvonca i za davanje signala impulsnom i stubišnom automatu. Oznake tipkala na dvopolnoj i jednopolnoj shemi su date na slici 26.



Sl. 26.

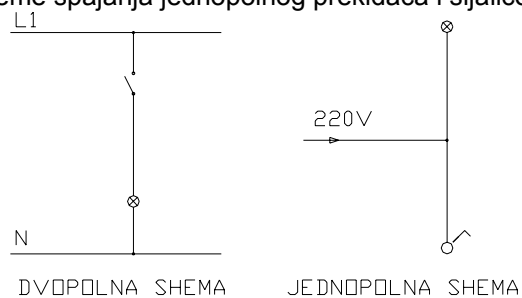
2.7.2. Jednopolni prekidač

Jednopolni prekidač se koristi za uključenje rasvjete, zidnih električnih grijalica, ventilatora itd. Oznake jednopolnog prekidača su na slici 27.



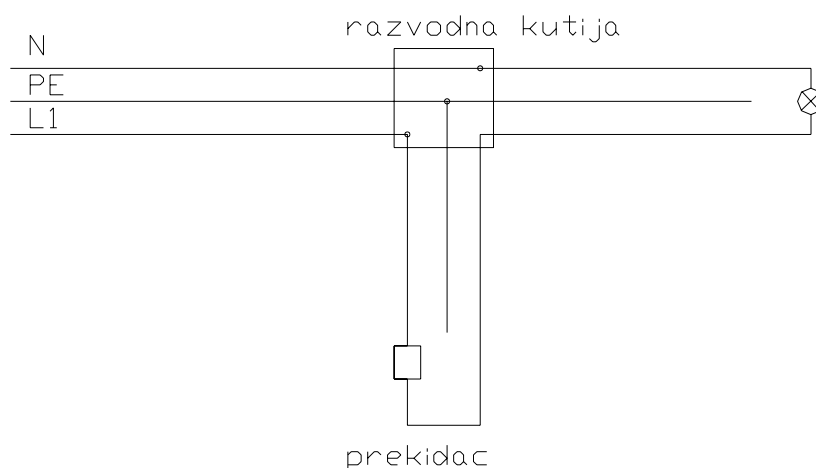
Sl. 27.

Na slici 28 su date sheme spajanja jednopolnog prekidača i sijalice.



Sl. 28.

Za spajanje se koristi kabl PP-Y 3x1,5 mm² ili PP/R 3x1,5 mm² koji imaju po tri provodnika. Način spajanja je prikazan na slici 29.



Sl. 29.

Prekidač se obavezno postavlja na fazni vodič. Pri spajanju sijaličnog grla faza se spaja na središnji kontakt grla, a neutralni vodič na navoj. Posebna vrsta jednopolnih prekidača su potezni prekidači čija oznaka je data na slici 30.



Sl. 30.

Oni se smiju ugrađivati i u kupatilima, a najčešće se koriste za uključenje zidne grijalice. Oznaka jednopolnog prekidača sa ugrađenom regulacijom jačine svjetlosti je prikazana na slici 31.

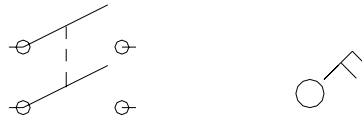


Sl. 31.

Ovi prekidači se ponekada zovu potamnjiivači.

2.7.3. Dvopolni prekidač

Dvopolni prekidač se koristi za uključivanje bojlera. Obično se izvodi sa polugom (kip prekidač). Oznake dvopolnog prekidača su na slici 32.

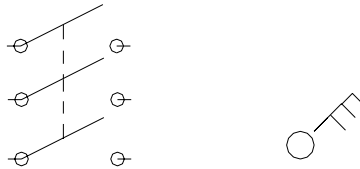


DVOPOLNA SHEMA JEDNOPOLNA SHEMA

Sl. 32.

2.7.4. Tropolni prekidač

Tropolni prekidač se koristi za uključenje trofaznih potrošača. Oznake trojednog prekidača su na slici 33.

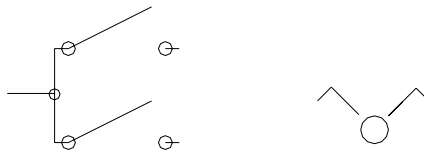


DVOPOLNA SHEMA JEDNOPOLNA SHEMA

Sl. 33.

2.7.5. Serijski prekidač

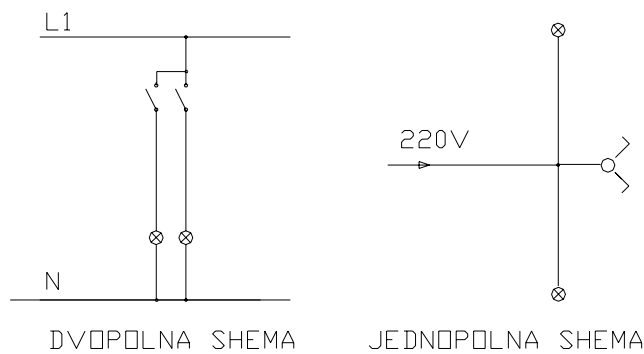
Serijski (dvostruki) prekidač se koristi kada je potrebno sa jednog mjesta uključivati dva potrošača. Oznake serijskog prekidača su na slici 34.



DVOPOLNA SHEMA JEDNOPOLNA SHEMA

Sl. 34.

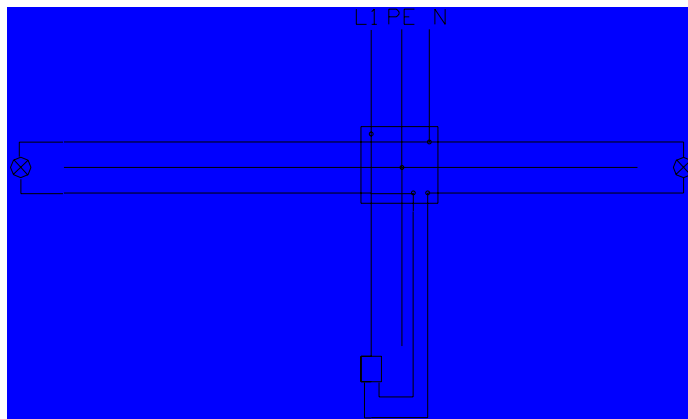
Sheme spajanja dvije sijalice i serijskog prekidača su na slici 35.



DVOPOLNA SHEMA JEDNOPOLNA SHEMA

Sl. 35.

Način spajanja je prikazan na slici 36.

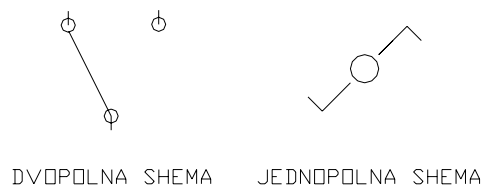


SI 36.

Sijalice se spajaju kablom sa tri žile, a prekidač kablom sa pet žila (PP-Y 5x1,5 mm² ili PP/R 5x1,5 mm²), jer su nam potrebna dva fazna provodnika.

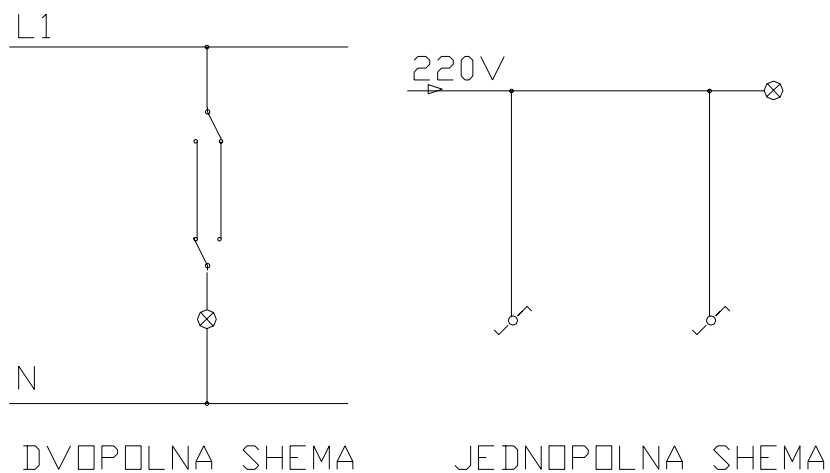
2.7.6. Izmjenični prekidač

Stubišta i hodnici su često osvijetljeni jednom sijalicom. Da bismo tu sijalicu mogli upaliti i ugaziti i na početku i na kraju hodnika, odnosno stubišta, konstruirani su izmjenični prekidači. Oznake izmjeničnog prekidača su na slici 37.



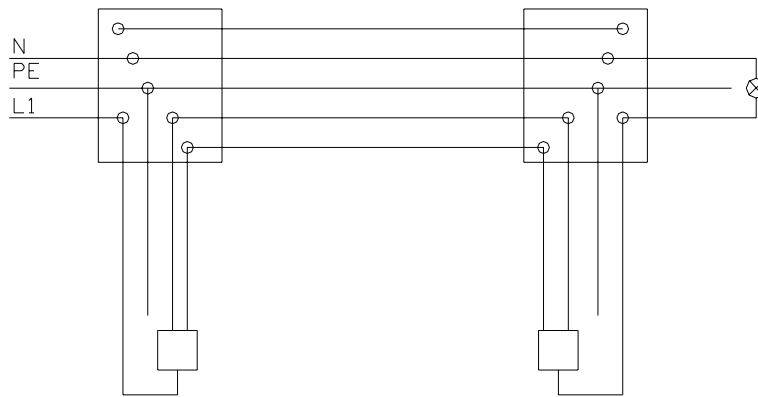
SI 37.

Sheme spajanja sijalice i dva izmjenična prekidača su na slici 38.



SI 38.

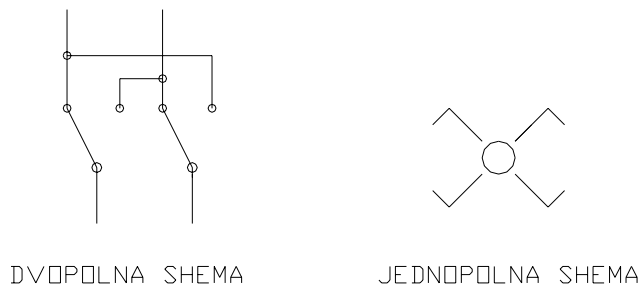
Sijalica se spaja kablom sa tri žile, a razvodne kutije i prekidači kablom sa pet žila. Način spajanja je prikazan na slici 39.



Sl. 39.

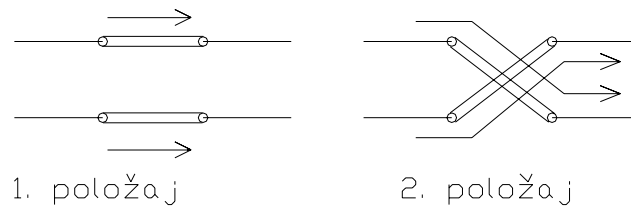
2.7.7. Križni prekidač

Križni prekidači su konstruirani da bi se na stubištima i hodnicima mogla paliti i gasiti rasvjeta sa tri mjesta. Danas se jako malo koriste, jer su ih istisnuli impulsni i stubišni automati. Oznake križnog prekidača su na slici 40.



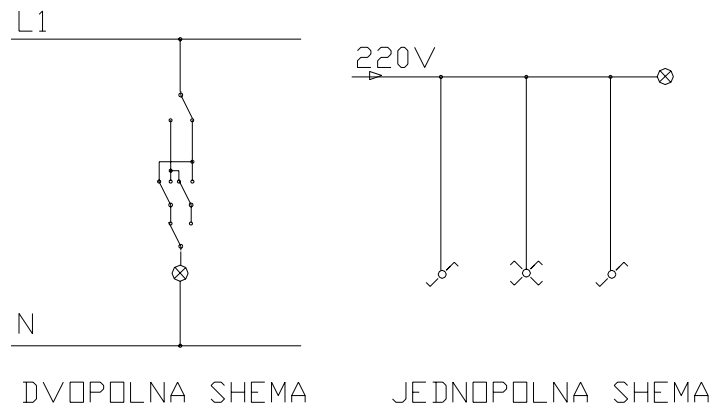
Sl. 40.

Funkcija križnog prekidača je prikazana na slici 41.



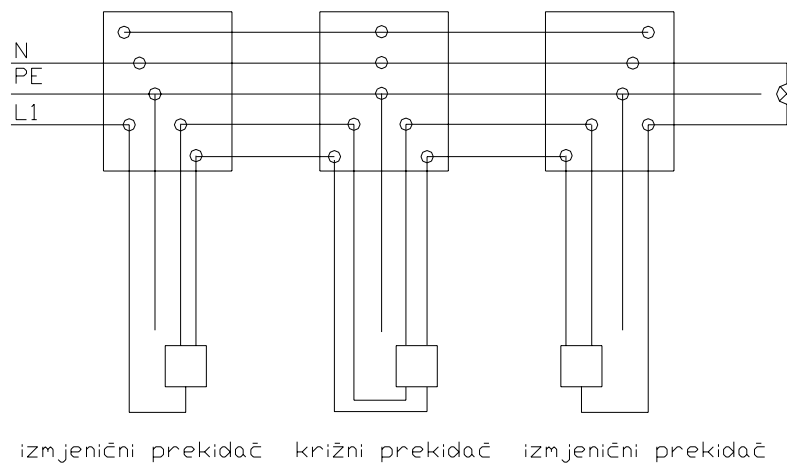
Sl. 41.

Kao što se vidi on omogućava ukrštanje provodnika. Sheme spajanja križnog i dva izmjenična prekidača su na slici 42.



Sl. 42.

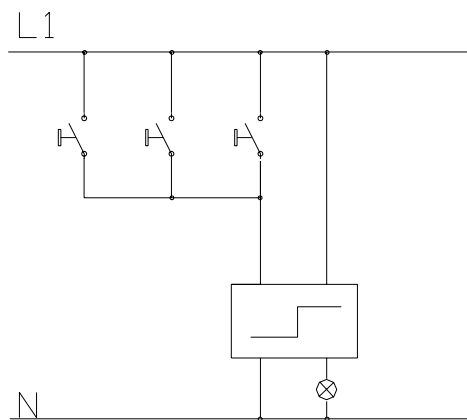
Način spajanja je prikazan na slici 43.



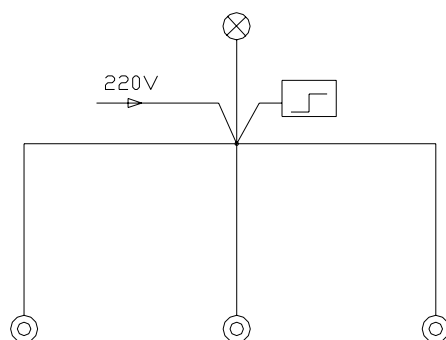
Sl. 43.

2.7.8. Impulsni automat

Impulsni automat (impulsni prekidač) je uređaj koji omogućuje da se sa više mjesta može upaliti i ugasi jedna svjetiljka. Koristi se u stubištima, hodnicima, predsobljima i holovima. Svjetiljke se pale i gase pritiskom na tipkalo. Jednim pritiskom na tipkalo svjetiljka se pali, a narednim pritiskom gasi. Impulsni automati se konstruiraju na bazi bistabilnog multivibratora. Sheme spajanja impulsnog automata i tri tipkala su na slici. U ovom primjeru su spojena tri tipkala mada se može spojiti proizvoljan broj tipkala (sl. 44 i 45).



Sl. 44.



Sl. 45.

2.7.9. Stubišni automat

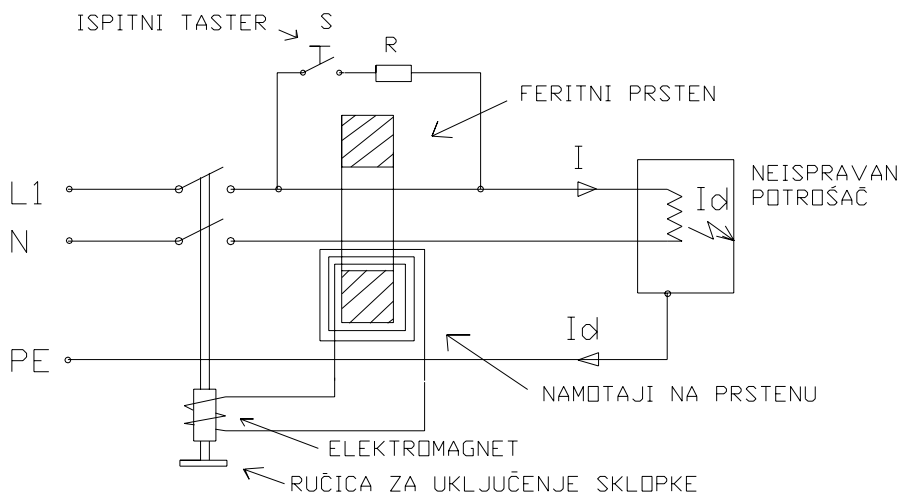
Stubišni automat se spaja na potpuno isti način kao impulsni automat. Za razliku od impulsnog automata stubišni automat nakon određenog vremena automatski isključi rasvjetu. Oznaka stubišnog automata je na slici 46.



Sl. 46.

2.8. FID (RCD) sklopke

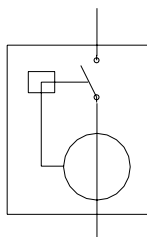
FID (RCD) sklopke se koriste kao osnovna zaštita od električnog udara. Naziv FID potiče od engleskih riječi Fail [feil] greška i Device [divajs] uređaj, odnosno uređaj struje greške, a naziv RCD potiče od engleskih riječi: Residual Current Device [rezidual karent divajs] što znači uređaj diferencijalne struje. Ponekada se koriste i skraćenice FI i ZUDS (Zaštitni Uređaj Diferencijalne Struje). Postoje FI sklopke za monofaznu i trofaznu struju (dvopolne i četvoropolne). Princip rada sklopke će biti objašnjen na primjeru monofazne sklopke (sl. 47).



Sl. 47.

Kada na potrošaču nema kvara suma struja koje proteku kroz feritni prsten je jednaka nuli tako da se u namotajima na prstenu ne inducira struja. U slučaju kvara kroz feritni prsten i zaštitni provodnik PE poteče struja kvara I_d , usljed čega se u namotajima inducira struja. Ova struja teče kroz elektromagnet koji privuče kotvu i isključi prekidač. Radi testiranja FI sklopke se postavlja taster S i otpornik R. Kada pritisnemo taster sklopka mora isključiti napajanje. Najvažniji podaci o FI sklopki su nominalna struja I_n i proradna struja greške I_d . Najčešće se koriste sklopke sa proradnom strujom greške $I_d = 0,03 \text{ A}$, jer je to struja koja nije opasna po ljudski život. Postoje potrošači kao što su npr. jači elektromotori koji u normalnom radu imaju izvjesnu struju greške koja nije opasna. Ovakvi potrošači se napajaju preko FI sklopki sa jačom strujom greške npr. $I_d = 0,5 \text{ A}$, $I_d = 1 \text{ A}$ ili više. Naime, ukoliko bi njih napajali preko FI

sklopki sa $I_d = 0,03$ A moglo bi doći do isključenja sklopke u normalnom radu. Oznaka FI sklopke je na slici 48.

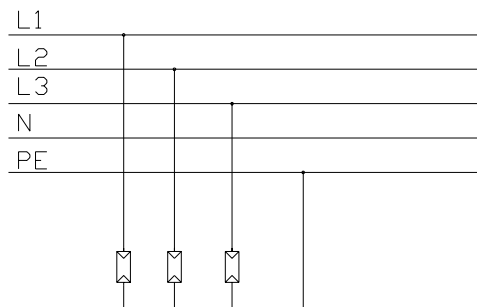


Sl. 48.

FI sklopka može imati K, G i S karakteristiku. FI sklopke sa K karakteristikom imaju veoma kratko vrijeme isključenja od maksimalno 200 ms, dok G sklopke, koje se najviše koriste imaju vrijeme isključenja do 300 ms. Sklopke sa S karakteristikom su selektivne i koriste se u glavnim strujnim krugovima. Imaju veoma dugo vrijeme isključenja od 500 ms. Proizvode se FI sklopke tipova AC, A i B. AC sklopke se koriste samo za izmjeničnu struju, sklopka A za izmjeničnu i pulsirajuću jednosmjernu struju dok se B sklopke mogu koristiti i za izmjeničnu i za jednosmjernu struju. Savremene glavne sklopke imaju ugrađen modul diferencijalne struje (DI modul) koji obavlja funkciju FID sklopke. Ove sklopke mogu prekidati struje reda stotina ampera, a diferencijalne struje greške su reda desetaka ampera. Vrijeme isključenja je podesivo do 1 s.

2.9. Odvodnici prenapona

Usljed udara groma, isključenja jakih potrošača ili sl. dolazi do pojave visokih napona u niskonaponskoj mreži. Ovi visoki naponi (prenaponi) štetno djeluju na potrošače, a mogu biti i opasni po ljude. Da bi se navedene štetne posljedice izbjegle na kućnom priključnom ormaru ili glavnoj razvodnoj tabli, instaliraju se odvodnici prenapona kao što je prikazano na slici 49.

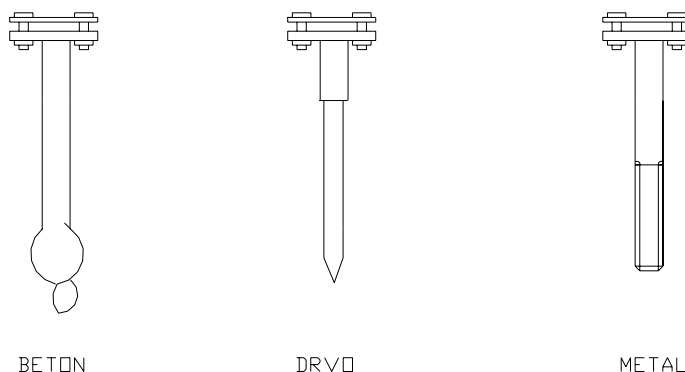


Sl. 49.

Kao što se vidi odvodnici se spajaju između faza i zaštitnog uzemljenja. Odvodnici prenapona su varistori. Zaštitno uzemljenje odvodnika prenapona smije imati otpor do 5Ω .

2.10. Elementi gromobranske instalacije

Gromobranska instalacija se izrađuje od sljedećih elemenata: čelične pocinčane trake ili trake od nehrđajućeg čelika pravougaonog prijesjeka 20×3 mm i 25×4 mm, potpora, spojnice, mjernih kutija i hvataljki. Osim trake često se koristi i žica odgovarajućeg prijesjeka. Potpore se koriste za učvršćenje trake na zidove i krov. Izrađuju se potpore za beton, za drvo, za metal i za krovne koruge (sl. 50).



Sl. 50.

Spojnice služe za spajanje trake. Mjerne kutije se postavljaju u fasadu kako bi se pri mjerenju otpora uzemljenja u njima otopila traka uzemljenja od trake prema hvataljkama. Hvataljke su element gromobranske instalacije koji prihvata električno polje oblaka. Izrađuju se od čelične pocinčane trake koja se na kraju odsiječe pod oštrim uglom.

2.11. Komponente EIB sistema

Razvojem tehnologije u privatne kuće, stanove i poslovne prostore se ugrađuje sve više različitih elektrouređaja koji su raspoređeni po cijelom objektu i zahtijevaju komunikaciju njihovih podsistema. To su npr. uređaji za automatsko uključenje rasvjete, uređaji za spuštavanje i podizanje roletni, uređaji za reguliranje zagrijavanja prostorija, alarmni uređaji itd. Da bi se ovi uređaji povezali u jedinstven sistem potrebno je instalirati jako mnogo kablova. Istovremeno u građevinarstvu se sve više ugrađuju novi materijali. Klasične fasade zamjenjuje staklo, aluminijum i plastika, pa se instalacije uglavnom polažu u spuštene stropove ili dvostruke podove iz kojih se grana prava šuma najrazličitijih kablova i cijevi. Takve hrpetine isprepletanih kablova u kombinaciji sa cijevima centralnog i podnog grijanja postaju velika opasnost od požara. Da bi se smanjio broj kablova koji se instaliraju odlučeno je da se uređaji konstruiraju tako da više različitih uređaja koristi jedan kabl za komunikaciju – BUS kabl. Da bi se ovo omogućilo donijet je evropski standard za priključenje i rad uređaja koji komuniciraju pomoću zajedničkog kabla. Ovaj standard je nazvan EIB (European Installation Bus). Za sada je omogućeno zajedničko spajanje uređaja za upravljanje rasvjetom, zagrijavanjem i roletnama, a radi se na razvoju alarmnih i ostalih sistema koji bi mogli koristiti zajednički medij. Već su u upotrebi protivpožarni alarmi po EIB standardu, te senzori poplave i kretanja.

Trenutno se kao zajednički komunikacioni medij koristi kabl Y(St)Y 2x0,8 mm ili napojni energetski kabl. Međutim, u toku je razvoj komunikacije preko IC zraka, radio-vezom, preko fiberoptičkog kabla itd.

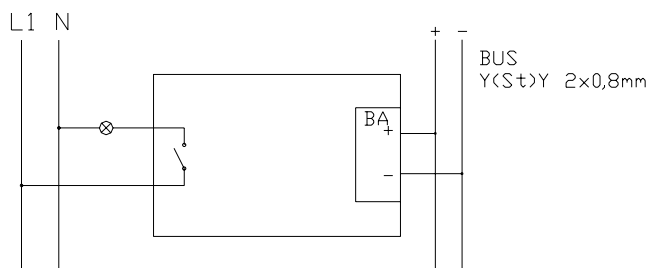
Svakodnevno se razvijaju nove i nove komponente EIB sistema, pa ćemo ovdje opisati samo one najvažnije i najčešće korištene. To su: taster, postolje za taster, binarni ulaz, svjetlosni senzor, temperaturni senzor, binarni izlaz, izvršni modul za roletne, analogni izvršni modul, displej, ispravljač, konektor, RS-232 interfejs i prigušnica. Taster služi za ručno uključenje i isključenje potrošača. Ukoliko se vod energetskog napajanja ne koristi kao komunikacioni medij mora se do tastera dovesti kabl Y(St)Y 2x0,8mm koji služi za komunikaciju sa ostalim komponentama (npr. sa binarni izlazom koji uključuje i isključuje sijalicu). U tom slučaju uz taster se obavezno naručuje i njegovo postolje u kome je upravljačka elektronika. Ukoliko pak kao komunikacioni medij koristimo napojni kabl potreban nam je binarni ulaz. Tada nam nije potreban specijalni EIB taster, već koristimo obični instalacioni taster. Svjetlosni senzor mjeri jačinu sunčeve svjetlosti i šalje informacije ostalim EIB komponentama putem komunikacionog medija. Najčešće se postavljaju četiri svjetlosna senzora usmjerena na četiri strane svijeta. Izvršni moduli za podizanje i spuštavanje roletni dobivaju od svjetlosnih senzora informacije o jačini sunčeve svjetlosti i u skladu sa tim podižu i spuštaju roletne. Istovremeno binarni izlazi pale i gase rasvjetu. Ponekada se paljenje rasvjete vrši postepeno pomoću analognih izvršnih modula. Temperaturni senzor mjeri temperaturu izvan zgrade ili u pojedinim prostorijama i putem komunikacionog medija informira regulatore jačine grijanja. Na

pojedinih mjestima u zgradi se postavljaju displeji koji daju informacije o radu sistema. Ispravljač, prigušnica, RS-232 interfejs i konektor se instaliraju na razvodnoj tabli. Ukoliko se koristi samo jedna BUS linija prigušnica nije neophodna, jer je njezina funkcija da razdvaja linije. Također, ukoliko se kao BUS koristi napojni vod 220 V nije neophodan konektor. U tom slučaju treba voditi računa da sve komponente budu vezane na istu fazu. Za instaliranje na razvodnoj tabli se koristi standardna montažna šina na koju se nalijepi podatkovna šina. Da bi se spriječio eventualni kratki spoj na neiskorištena polja montažne šine, postavi se pokrivač. Kabl Y(St)Y 2x0,8mm se na komponente spaja pomoću BUS stezaljki koje se nabavljaju odvojeno. Omotač kabela je obično zelene boje. Oznake komponenti su date na slici 51.

	ISPRAVLJAC		PRIGUSNICA
	RS.232 INTERFEJS		BINARNI ULAZ
	TASTER		IZVRŠNI MODUL ZA ROLETNE
	SVJETLOSNI SENZOR		ANALOGNI IZVRŠNI MODUL
	TEMPERATURNI SENZOR		DISPLEJ
	BINARNI IZLAZ		KONEKTOR

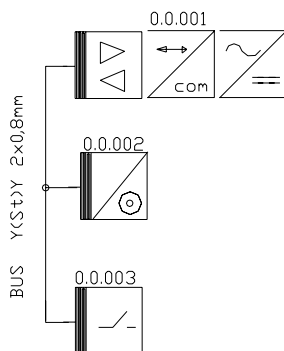
Sl. 51.

Schema spajanja binarnog izlaza u svrhu paljenja sijalice je data na slici 52.



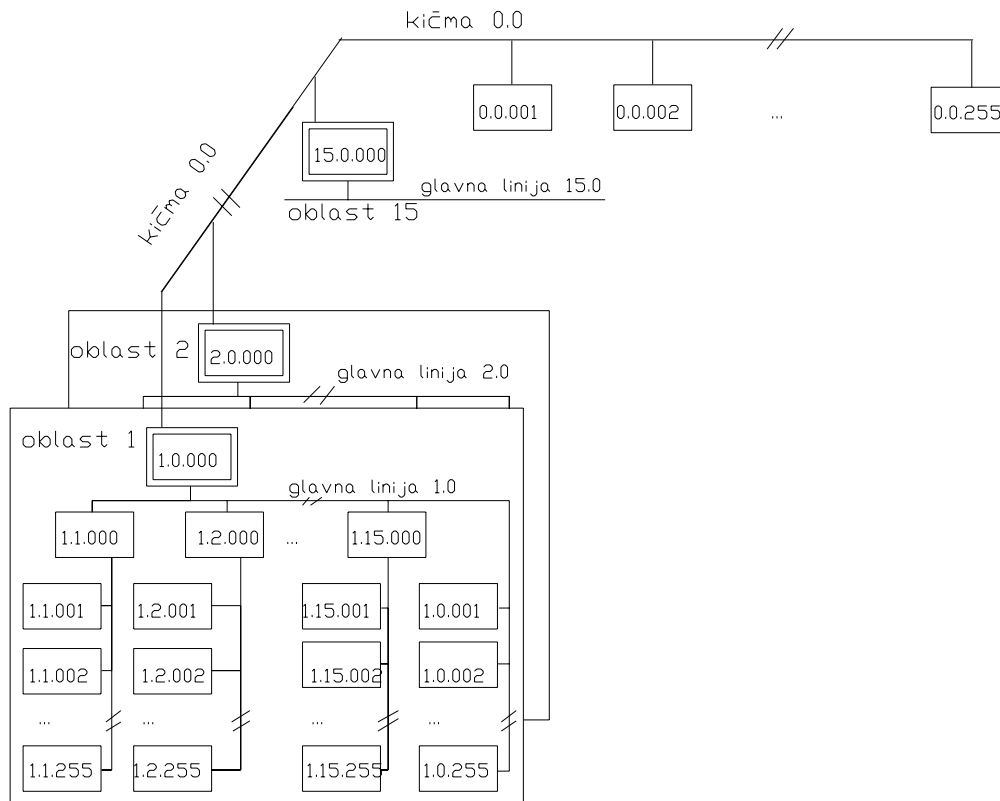
Sl. 52.

Binarni izlaz preko BUS kabela Y(St)Y 2x0,8 mm dobiva signal od tastera kada treba da upali ili ugasi sijalicu. Kao što je već rečeno signal upravljanja se može voditi i putem kabela za napajanje, ali se tada mora voditi računa da sve komponente budu vezane na istu fazu. Na slici 53 je prikazana struktura male BUS instalacije sa samo jednim tasterom i jednom sijalicom koja se pali preko binarnog izlaza:



Sl. 53.

Na jednu BUS liniju se može spojiti do 256 komponenti, a dužina linije može biti do 1000 m, ako se kao BUS koristi parica Y(St)Y 2x0,8mm. Po potrebi se u oblast (area) veže do 15 BUS linija pomoću linijskih kaplera, a također do 15 oblasti se pomoću oblasnih kaplera spaja na kičmu sistema što je ilustrirano na slici 54.



Sl. 54.

S obzirom da je problematika EIB instalacija nova u našoj literaturi da ne bi dolazilo do problema u interpretaciji pojmova, u tabeli 7 je dat uporedni rječnik. Svaka inteligentna komponenta ima svoju fizičku adresu koja se ispisuje na komponenti, npr. 11.15.003. Fizička adresa ima sljedeću strukturu:



Tabela 7

BOSANSKI JEZIK	ENGLESKI JEZIK	NJEMAČKI JEZIK
napojna jedinica	power supply	spannungsversorgung
RS-232 interfejs	interface RS-232	schnittstelle RS-232
konektor	connector	verbinder
binarni ulaz	binary input	binaereingang
taster	push button	taster
podatkovna šina	data rail	datenschiene
stezaljka	connection block	BUS klemme
pokrivač	cover strip	abdeckung
postolje za taster	coupling unit	busankoppler
binarni izlaz	binary output	binaereausgang

Pitanja i zadaci:

1. Nabrojati vrste golih provodnika !
2. Koji materijali se koriste za izradu golih provodnika ?
3. Objasniti konstrukcione elemente kabla !
4. Šta je parica ?
5. Kakve vodiče imaju kablovi za napajanje pokretnih potrošača ?
6. Nabrojati materijale koji se koriste za izoliranje kablova !
7. Koji se kablovi koriste za napajanje pokretnih potrošača velike snage ?
8. Koji se kablovi koriste za izvođenje elektroenergetskih instalacija ?
9. Da li je kabl PP/R okrugao ili pljosnat ?
10. Smije li se kabl PP/R instalirati u kupatilu ?
11. Smije li se kabl PP/R instalirati direktno na drvo ?
12. Objasniti boje izolacije petožilnog energetskog kabla ?
13. Od čega su izrađeni plaštovi kablova PP 00, PP 41 i PP 44 ?
14. Smije li se kabl PP 44 polagati u rijeke i more ?
15. Koji se kablovi koriste za izvođenje telefonskih instalacija ?
16. Koji se kablovi koriste za prijenos podataka ?
17. Šta je SKS ?
18. Objasniti razliku između kablova X 00/0-A i X 00-A !
19. Koja je primjena koaksijalnih kablova ?
20. Izvesti formulu za dozvoljeno vrijeme trajanja struje kratkog spoja !
21. Izračunati dozvoljeno vrijeme trajanja kratkog spoja ukoliko je prijesjek bakarnog kabla izoliranog PVC-om 50 kvmm, a struja kratkog spoja 500 A !
22. Nabrojati elemente kablovskog pribora !
23. Objasniti primjenu kablovskih kapa !
24. Objasniti primjenu kablovskih glava !
25. Objasniti primjenu kablovskih spojnica !
26. Objasniti primjenu kablovskih papučica !
27. Objasniti primjenu spojnih čahura !
28. Objasniti primjenu kablovskih obujmica !
29. Objasniti primjenu kablovskih uvodnica !
30. Koje spojnice se koriste za račvanje kablova ?
31. Nabrojati kriterije za odabir poprečnog prijesjeka kabla !
32. Objasniti važeći standard za dozvoljeni pad napona !
33. Izvesti formulu za pad napona na monofaznom vodu !
34. Izračunati pad napona na trofaznom bakarnom kablju prijesjeka 120 kvmm i dužine 400 m koji napaja potrošač snage 50 kW !
35. Izračunati struju monofaznog potrošača snage 2 kW, faktora snage 1,0 pri faznom naponu 220 V !
36. Izračunati struju trofaznog potrošača snage 90 kW, faktora snage 0,8 pri linijskom naponu 380 V !
37. Objasniti korekzione faktore strujnog opterećenja !
38. Zašto i koliko se uvećava struja elektromotora pri odabiru prijesjeka kabla ?
39. Objasniti uvjete instaliranja kablova !
40. Koja je razlika između uvjeta E i F ?
41. Koja je uloga instalacionih cijevi ?
42. Od kojih materijala se izrađuju instalacione cijevi ?
43. Nabrojati vrste instalacionih cijevi !
44. Kako su podijeljeni priključni uređaji prema namjeni ?
45. Kako su podijeljeni priključni uređaji prema ugradnji ?
46. Objasniti konstrukciju i namjenu utičnica sa prenaponskom zaštitom !
47. Nacrtati oznake monofazne utičnice i telefonske utičnice !
48. Nabrojati standardne struje utičnica !
49. Objasniti ulogu zatezne niti u patronu topivog osigurača !
50. Nabrojati dijelove topivog osigurača !
51. Objasniti ulogu kalibarskog prstena osigurača !
52. Nabrojati i objasniti vrste podnožja topivog osigurača !
53. Koje oznake se koriste za visokoučinske osigurače ?
54. Objasniti princip rada automatskog osigurača !
55. Koja je glavna slabost automatskih osigurača ?

56. Smiju li se automatski osigurači koristiti kao glavni osigurači ?
57. Nabrojati podatke o patronu osigurača !
58. Objasniti označavanje karakteristike patrona osigurača !
59. Koji vodovi se štite patronima gG (gL), a koji patronima gM ?
60. Objasniti označavanje karakteristike kod automatskih osigurača !
61. Nabrojati tipove patrona !
62. Gdje se moraju postaviti osigurači ?
63. Gdje se ne postavljaju osigurači ?
64. Gdje se pri spajanju topivih osigurača spaja dovod, a gdje odvod (potrošač) ?
65. Da li se u GRO osigurači postavljaju prije ili poslije glavne sklopke ?
66. Kako se postiže selektivnost isključivanja pri osiguravanju ?
67. Nacrtati oznake topivog i automatskog osigurača !
68. Nacrtati oznake na jednopolnoj i dvopolnoj shemi za taster, jednopolni, dvopolni i trolejni prekidač !
69. Nacrtati oznake serijskog prekidača !
70. Nacrtati jednopolnu i dvopolnu shemu i način spjanja serijskog prekidača i dvije sijalice !
71. Nacrtati jednopolnu i dvopolnu shemu i način spjanja dva izmjenična prekidača i sijalice !
72. Nacrtati jednopolnu i dvopolnu shemu i način spjanja dva izmjenična prekidača, jednog križnog prekidača i jedne sijalice !
73. Nacrtati dvopolnu shemu spjanja impulsnog i stubišnog automata !
74. Objasniti namjenu i rad FI sklopke !
75. Navesti dva glavna podatka o FI sklopki !
76. Nabrojati vrste FI sklopki !
77. Zašto kod određenih potrošača koristimo FI sklopke sa strujom greške od 0,5A ili čak 1A ?
78. Šta su prenaponi ?
79. Nacrtati šemu spjanja odvodnika prenapona u trofaznom sistemu !
80. Nabrojati elemente gromobranske instalacije !
81. Objasniti razloge uvođenja EIB instalacionog sistema !
82. Koji komunikacioni mediji se koriste pri izvođenju EIB instalacija ?
83. Koji elementi EIB instalacije se instaliraju na razvodnoj tabli ?
84. Objasniti strukturu fizičke adrese EIB komponente ?
85. Kojim EIB komponentama se dodjeljuje fizička adresa ?

3.ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA

3.1.Djelovanje električne energije na ljudski organizam

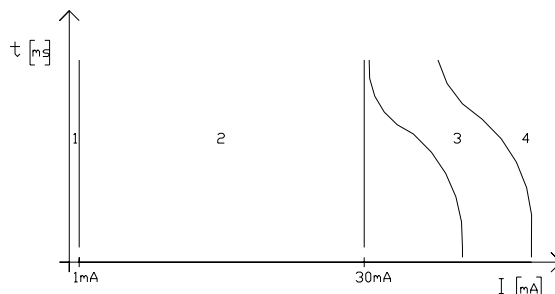
Djelovanje električne energije na ljudski organizam zavisi od sljedeća tri faktora:

- 1.)napona izvora,
- 2.)frekvencije struje i
- 3.)vremena djelovanja.

Struje visokih frekvencija teku površinom kože i uglavnom izazivaju opekotine. Struje niskih frekvencija i jednosmjerna struja izazivaju grčenje mišića zbog čega je uobičajen naziv „električni udar”. Naime, pri dodiru dijela pod naponom usljed grčenja mišića dolazi do brzog pomjeranja tijela čovjeka. Sumnjiv provodnik nikada ne treba doticati unutarnjom, već vanjskom stranom šake, da se usljed grčenja šake ne bi čvrsto uhvatio provodnik pod naponom. Doticanje treba vršiti desnom rukom da struja ne bi tekla kroz srce. Ljudsko srce je po svojoj građi mišić i u slučaju da kroz njega poteče dovoljno jaka struja usljed snažnog grčenja srca dolazi do smrti čovjeka. Pri proticanju struje niske frekvencije kroz ljudski organizam ovisno o jačini struje i vremenu djelovanja nastupaju sljedeće posljedice:

- 1.)struja se ne osjeti ($I < 1 \text{ mA}$);
- 2.)struja se vrlo slabo osjeti ($1 \text{ mA} < I < 30 \text{ mA}$);
- 3.)osjeća se bol ($I > 30 \text{ mA}$);
- 4.)nastupa ukočenost;
- 5.)nastupa smrt;
- 6.)nastupa ugljenuisanje tijela.

Posljedice su ilustrirane na slici 55.



Sl. 55.

Osim navedenih, kao posljedica električnog udara mogu se javiti:

- 1.)opekotine, od kojih su posebno opasne unutarnje opekotine koje nastaju usljed direktnog zagrijavanja organizma električnom strujom,
- 2.)mehaničke povrede organizma usljed pomjeranja pri električnom udaru,
- 3.)elektrolitička oštećenja organizma usljed procesa elektrolize koji nastaje pri protoku električne struje kroz ljudski organizam i
- 4.)gušenje kao posljedica zavraćanja jezika u dušnik.

3.2.Prva pomoć pri električnom udaru

Prvi korak pri pružanju prve pomoći jeste odvojiti unesrećenog od izvora napona. To se vrši isključivanjem ili razdvajanjem unesrećenog i dijela pod naponom pomoću izolirane kuke ili

sličnog predmeta. U krajnjem slučaju spasilac može stati nogama na izoliran predmet (suha daska, komad najlona i sl.) i rukama odvući unesrećenog. Nakon toga se pristupa prijegledu unesrećenog. Obično rad srca i disanje nisu zaustavljeni, ali gotovo po pravilu dolazi do zavraćanja jezika u dušnik, tako da unesrećenom treba prstima izvući jezik kako bi mogao da diše. Ukoliko unesrećeni krvari hitno mu treba zaviti ranu kako bi se zaustavilo krvarenje. Rad srca i disanje se, po potrebi, uspostavljaju tako što se vrši masaža srca i vještačko disanje metodom „usta na usta”.

3.3. Zaštita od direktnog dodira

Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom se vrši:

- 1.) izoliranjem dijelova pod naponom,
- 2.) stavljanjem dijelova pod naponom u kućišta,
- 3.) stavljanjem dijelova pod naponom iza prepreka i
- 4.) stavljanjem dijelova pod naponom van dohvata ruke (postavljanje na visinu od minimalno 2,5 m ili na horizontalnu udaljenost 1,25 m).

Kao dopunska zaštita od dodira dijelova pod naponom se vrši ugradnja uređaja koji vrše automatsko isključenje dijela pod naponom u slučaju dodira.

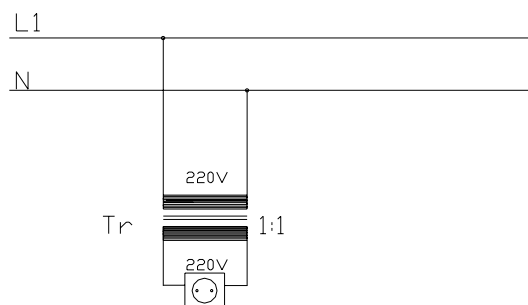
3.4. Istovremena zaštita od direktnog i indirektnog dodira

Ova zaštita se izvodi tako što se vrši napajanje iz izvora sa niskim naponom. Dozvoljen je izmjenični napon do 50 V i jednosmjerni do 120 V. Kao izvori niskog napona se koriste: transformatori, ispravljači, generatori i akumulatori. Utičnice i utikači za niski napon imaju posebnu konstrukciju, tako da se uređaji predviđeni za niski napon ne mogu greškom uključiti na visoki napon.

3.5. Zaštita od indirektnog dodira

Indirektni dodir nastupa u slučaju kvara uređaja. Npr. u slučaju proboja izolacije grijača bojlera na njegovom kućištu se javlja visoki napon. Zaštita se izvodi:

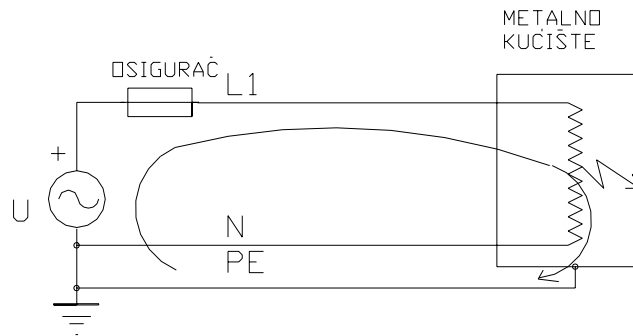
- 1.) ugradnjom uređaja za automatsko isključenje napajanja u slučaju kvara,
- 2.) upotrebom uređaja sa dvostrukom izolacijom,
- 3.) stavljanjem uređaja u neprovodne (izolirane) prostorije tako da visoki napon na kućištu nije opasan,
- 4.) izjednačavanjem potencijala svih provodnih dijelova koji se istovremeno mogu dodirnuti,
- 5.) električnim odvajanjem napajanjem iz transformatora ili generatora koji nisu uzemljeni (sl. 56).



Sl. 56

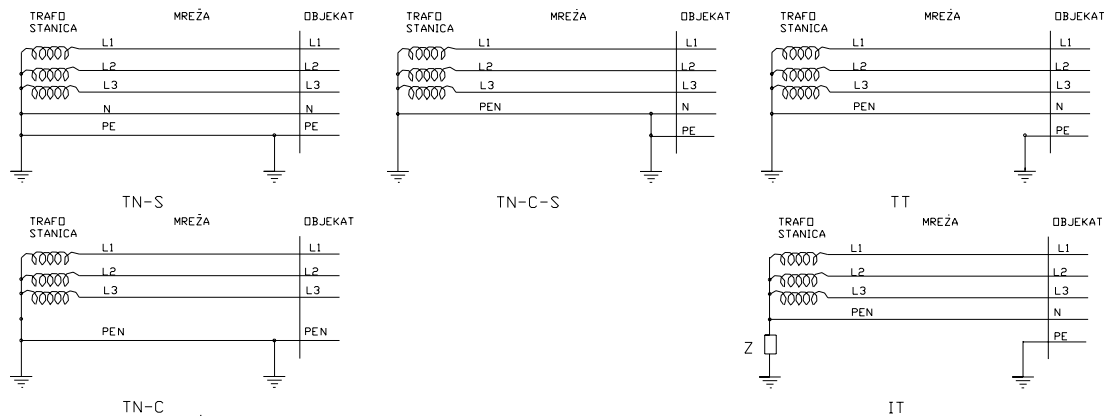
- 6.) ugradnjom FI sklopke.

Automatsko isključenje napajanja u slučaju kvara se najčešće realizira pomoću osigurača. Na slici 57 je prikazana situacija u trenutku kvara.



Sl. 57.

U slučaju kvara preko faznog vodiča L1, metalnog kućišta i zaštitnog vodiča PE se uspostavlja strujni krug kroz koji poteče znatno jača struja nego u normalnom radu. Uslijed toga pregori osigurač čime se prekida napajanje uređaja. Da bi zaštita djelovala kućište uređaja mora biti uzemljeno. Postoje sistemi uzemljenja: TN-S, TN-C, TN-C-S, TT i IT. Njihovo izvođenje je prikazano na slici 58.



Sl. 58.

Stari nazivi za sisteme uzemljenja su: TN –nulovanje, TT – zaštitno uzemljenje i IT – nadzor izolacije. Prema tehničkim preporukama Elektroprivrede BiH u objektima za stanovanje je obavezna primjena TT sistema uzemljenja.

3.6. Označavanje mehaničke zaštite

Mehanička zaštita elemenata i uređaja električnih instalacija se označava slovima IP iza kojih slijede dva broja, npr. IP 41. Slova IP su skraćenica od engleskih riječi International Protection [internešnl protekšn] što znači međunarodna zaštita. Prva cifra nakon slova IP označava mehaničku zaštitu od dodira dijelova pod naponom. Brojevi znače:

- 0 – bez zaštite
- 1 – zaštita od dodira rukom
- 2 – zaštita od dodira prstom
- 3 – zaštita od dodira izvijačem
- 4 – zaštita od dodira žicom
- 5 – zaštita od ulaska prašine
- 6 – zaštita od ulaska vazduha.

Druga cifra nakon slova znači stepen zaštite od prodiranja vode. Brojevi znače:

- 0 – bez zaštite
- 1 – zaštita od vertikalnog pada vode
- 2 – zaštita od pada vode pod uglom od 15°
- 3 – zaštita od pada vode pod uglom od 60°

- 4 – zaštita od prskanja vodom
- 5 – zaštita od mlaza vode
- 6 – zaštita od zapljuskivanja vodom
- 7 – zaštita od potapanja u vodu
- 8 – uređaj može raditi pod vodom.

Primjer 1:

IP 00 – uređaj je bez zaštite od dodira dijelova pod naponom i bez zaštite od vode.

Primjer 2:

IP 41 – uređaj sa zaštitom dijelova pod naponom od dodira žicom i od vertikalnog pada vode.

Primjer 3:

IP 20 – uređaj sa zaštitom dijelova pod naponom od dodira prstom i bez zaštite od vode.

Primjer 4:

IP 68 – uređaj hermetički zatvoren, može raditi pod vodom.

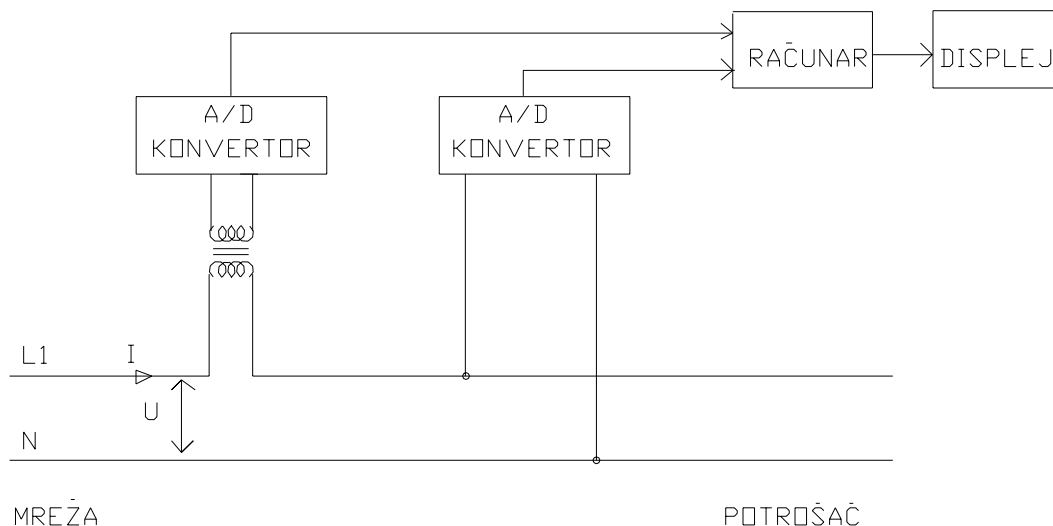
Pitanja i zadaci:

1. Nabrojati faktore djelovanja električne energije na ljudski organizam !
2. Koliku struju ljudski organizam ne osjeća ?
3. Koliku struju ljudski organizam vrlo slabo osjeća ?
4. Kojom stranom šake dotičemo sumnjiv provodnik ?
5. Objasniti pružanje prve pomoći pri električnom udaru !
6. Nabrojati i objasniti metode zaštite od direktnog dodira !
7. Nabrojati i objasniti metode zaštite i od direktnog i od indirektnog dodira !
8. Nabrojati i objasniti metode zaštite od indirektnog dodira !
9. Objasniti automatsko isključenje napajanja pomoću osigurača !
10. Nabrojati sisteme uzemljenja !
11. Nacrtači izvođenje sistema uzemljenja !
12. Objasniti označavanje mehaničke zaštite uređaja !

4. UREĐAJI ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

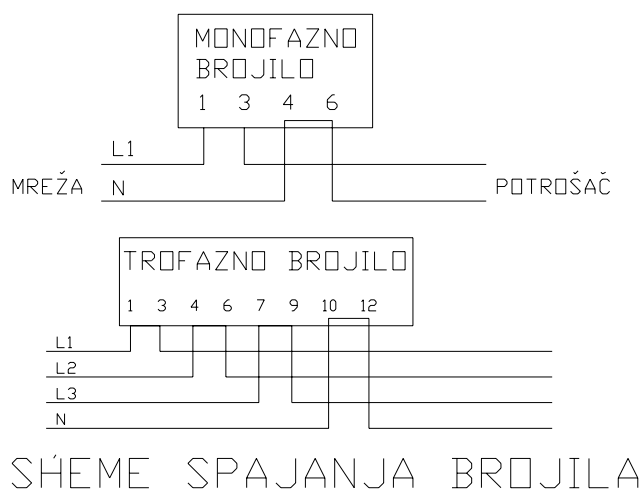
4.1. Brojila utrošene električne energije

Električna brojila se upotrebljavaju za registriranje utrošene električne energije. Dugo vremena su se ugrađivala indukciona brojila koja se danas više ne proizvode, a sreću se u starim objektima. Danas se proizvode i ugrađuju elektronska mikroprocesorska brojila. Princip rada elektronskog brojila će biti objašnjen na primjeru monofaznog brojila (sl. 59).



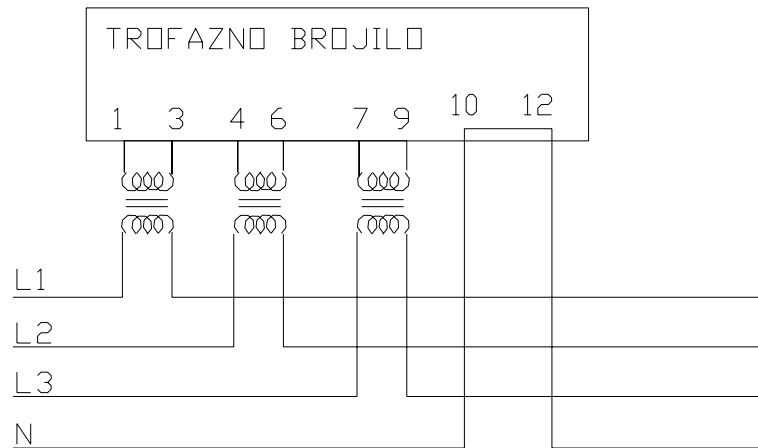
Sl. 59.

Podaci o naponu i struji se uzimaju pomoću dva analogno digitalna (A/D) konvertora. Ovi podaci se obrađuju u računaru, a rezultat se ispisuje na displeju. Indukciona brojila su morala imati poseban uređaj - uklopni sat da bi mogla mjeriti električnu energiju u dvotarifnom sistemu, što elektronskim brojilima nije potrebno, jer imaju ugrađen uklopni sat. Također, elektronska brojila imaju ugrađen uređaj - maksigraf koji evidentira najveću snagu koja je povučena iz mreže. Prema tehničkim preporukama Elektroprivrede uz brojilo se ugrađuje limitator (ograničavač). Uloga limitatora je da u slučaju povlačenja iz mreže veće snage od zadane (npr. veće od 7 kW) izvrši isključenje. Po svojoj konstrukciji limitator je automatski osigurač. Ponovno uključenje se vrši resetiranjem limitatora. Sheme spajanja brojila su date na slici 60.



Sl. 60.

Monofazna brojila se smiju instalirati samo kod potrošača manje snage. Pri izboru brojila se mora voditi računa o struji potrošača. Ukoliko imamo veoma jak potrošač brojilo se spaja preko strujnih mjernih transformatora (sl. 61).



Sl. 61.

Oznaka brojila na jednopolnoj shemi je data na slici 62.



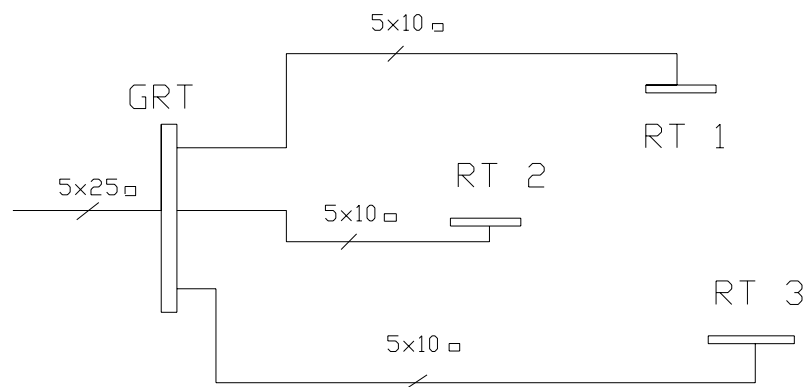
Sl. 62.

Brojila se izrađuju standardno za struje: 5A, 10A, 30A, 60A i 100A.

4.2. Razvodni uređaji

4.2.1. Razvodni uređaji jake struje

Električna energija od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje prolazi kroz više faza u kojima se transformira, prenosi, mjeri i raspoređuje za što su potrebni razni aparati i uređaji. Jedna cjelina takvih aparata i uređaja se zove razvodni uređaj. Postoje sljedeće vrste razvodnih uređaja: razvodna postrojenja, razvodni ormari (RO), razvodne table (RT) i razvodne kutije. Razvodna postrojenja se koriste uglavnom na visokom naponu, a to su trafo stanice i sl. U svakom objektu postoji glavni razvodni ormar (GRO) ili glavna razvodna tabla (GRT) na koju se dovodi energija, a sa nje se distribuira prema ostalim razvodnim uređajima u objektu kao što je prikazano na slici 63.



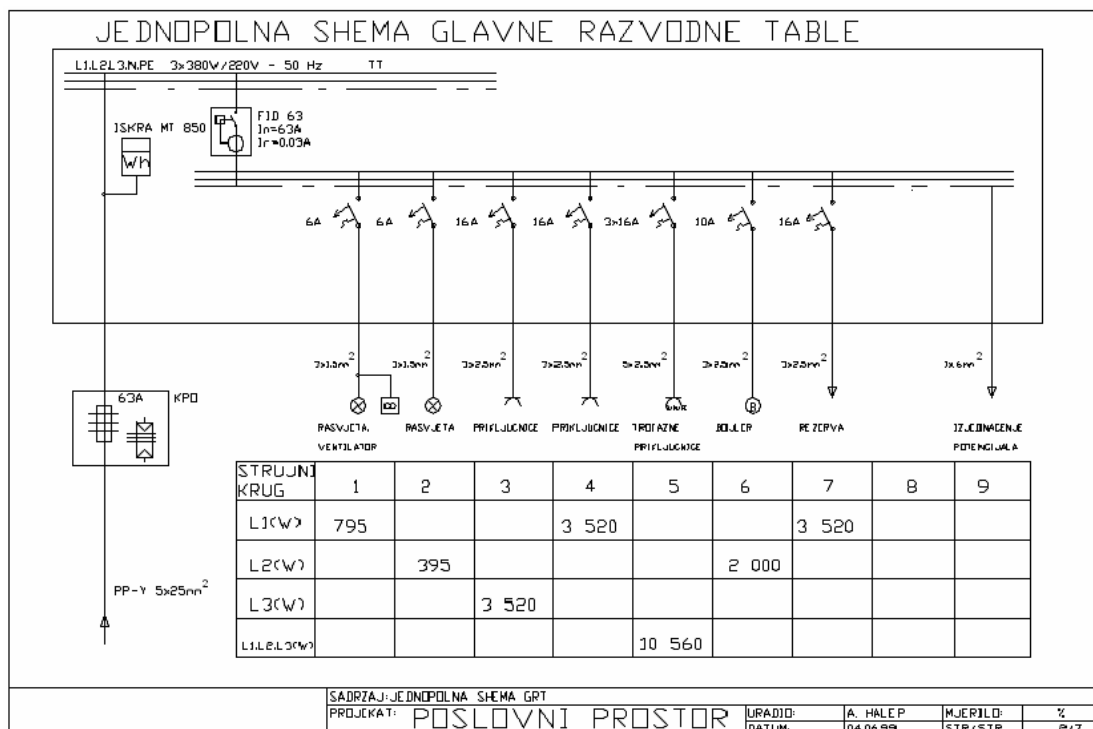
Sl. 63.

Razvodni ormari i razvodne table se izrađuju od lima, silumina i od plastike. Zbog dobrih osobina plastike (otpornost na koroziju, niska težina, dobra električna izolacija) danas se sve

više razvodnih uređaja proizvodi od plastike. Razvodne kutije mogu biti okrugle i kvadratne. Okrugle se izrađuju sa prečnicima Φ 70 mm, Φ 80 mm i Φ 100 mm, a kvadratne dimenzija 80x80 mm i 100x100 mm. Mogu biti nadžbukne i podžbukne. Postoje specijalne razvodne kutije za zidove od rigips ploča.

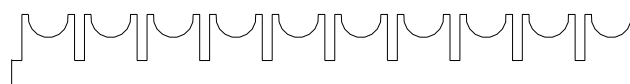
4.2.1.1. Razvodne table

U manjim objektima, kao što su npr. porodične kuće, najčešće postoji samo jedna razvodna tabla koja se napaja sa kućnog priključka električne energije. U većim objektima, kao što su stambene zgrade, postavlja se glavni razvodni ormar sa koga se napajaju razvodne table za stanove. Razvodne table za stanove se moraju napajati kablom minimalnog prijesjeka 6 mm^2 . Pored napojnog kabla do stanskih razdjelnika (SR) se vodi i kabl PP $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ za napajanje signalne sijalice više tarife. U većim stambenim zgradama svaki sprat ima svoj razvodni ormar koji se napaja osnovnim (ventilacionim) razvodom sa glavnog razvodnog ormara. Shema glavne razvodne table jednog stana ili manjeg poslovnog prostora je data na slici 64.



Sl. 64.

Tabla se napaja sa kablovskog priključnog ormara (KPO) u kome su osigurači 63 A. Na tablu se postavljaju odvodnici prenapona, za svaku fazu po jedan, ukoliko nisu montirani na KPO. Predviđeno je dvotarifno brojilo sa uklopnim satom. Uz brojilo se instalira i limitator (ograničavač) koji se ugrađuje na razvodnu tablu. Sa brojila se energija vodi na zaštitnu FI sklopku, a zatim na osigurače pojedinih potrošača. Danas se gotovo isključivo koriste automatski osigurači. Sa brojila na FI sklopku se energija vodi kablom, a sa FI sklopke na pojedine osigurače češljevima. Češalj je prikazan na slici 65.



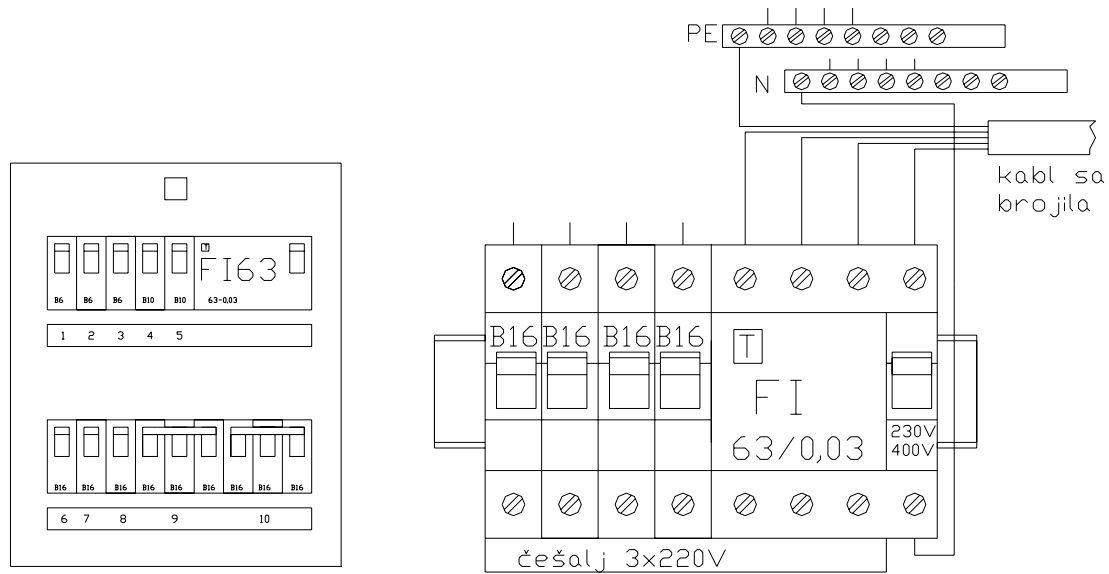
Sl. 65.

Češljevi su jedan od drugog izolirani plastičnim ulošcima. Krajevi češljeva moraju biti izolirani plastičnim poklopcima. Za neutralni N i zaštitni PE vodič se unutar RT postave sabirnice na koje se vijcima spajaju provodnici. Osigurači i FI sklopka se postavljaju na montažnu šinu, a po potrebi se mogu učvršćivati i vijcima. Danas imamo industrijski proizvedene razvodne

table. Razvodne table se postavljaju podžbukno ili nadžbukno. Ispod svakog osigurača se postavlja natpis sa nazivom ili brojem strujnog kruga kome pripada osigurač. Ukoliko su ispod osigurača brojevi strujnih krugova na tablu se stavlja tabela 8. Primjeri kvalitetno urađenih razvodnih tabli su dati na slici 66.

Tabela 8

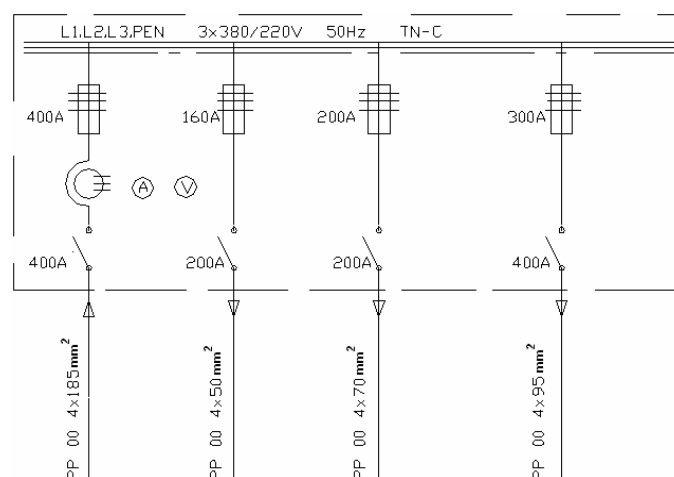
BROJ	STRUJNI KRUG	OSIGURAČ
1	RASVJETA	6A
2	RASVJETA	6A
3	PRIKLJUČNICE	16A
4	PRIKLJUČNICE	16A
5	TROFAZNE PRIKLJUČNICE	3x16A
6	BOJLER	10A
7	REZERVA	16A
%	IZJEDNAČAVANJE POTENCIJALA	%



Sl. 66.

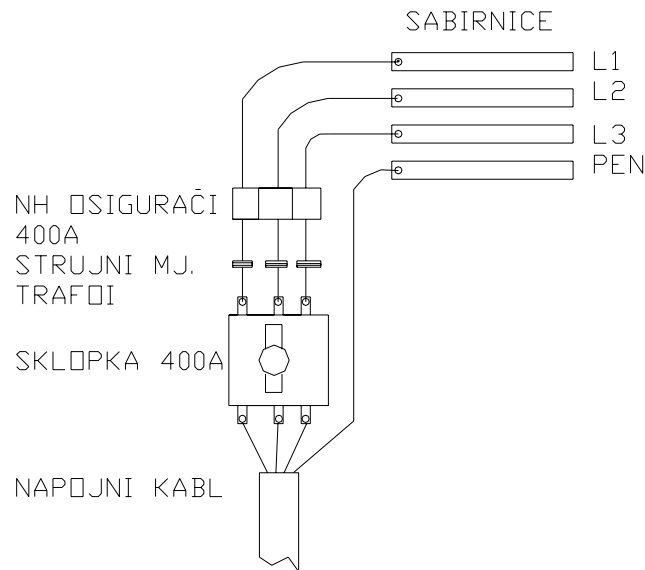
4.2.1.2. Razvodni ormari

Razvodni ormari se grade od lima. Shema jednog industrijskog razvodnog ormara je data na slici 67.



Sl. 67.

RO se napaja kablom PP 00 4x185 mm² koji se po uvođenju u ormar spaja na glavnu sklopku 400 A. Sa sklopke 400 A se napajaju sabirnice faza i neutralnog voda kao što je prikazano na slici 68.



Sl. 68.

Ispred glavne sklopke se stavlja stakleni prozorčić ili je ručica sklopke izvan ormara kako bi se moglo izvršiti isključenje u slučaju nužde. Strujni mjerni transformatori su navučeni na žile koji spajaju sklopku i osigurače. Osigurači se uvijek postavljaju iza glavne sklopke. Sekundari mjernih transformatora se spajaju na ampermetre ili brojilo. Osim ampermetara postavljaju se i voltmetri koji mjere fazne napone. Na sabirnice se vijcima spajaju vodovi koji napajaju osigurače odvoda. Vazdušni razmak između neizolovanih dijelova pod naponom mora biti minimalno 10 mm, a između dijelova pod naponom i kućišta minimalno 20 mm. Svi dijelovi pod naponom moraju biti zaštićeni od direktnog dodira sa nivoom zaštite IP20. Ormar na slici ima tri odvoda. Svaki odvod ima po tri osigurača i sklopku za isključenje. Odvodima se napajaju mašine, motorni razvod, dizalični razvod, drugi razvodni ormari itd. Danas se sve više koriste glavne sklopke koje se mogu isključiti naponskim okidačem. Naponski okidač mora biti stalno pod naponom. U slučaju ispada napona na okidaču sklopka se isključuje. Pri ponovnom dovođenju napona na okidač sklopka se mora ručno uključiti. Ovo se koristi za realizaciju isključenja u slučaju hitnosti, u slučaju požara i sl. Napajanje naponskog okidača se izvodi preko pomoćne sklopke ili preko posebnih pomoćnih kontakata na glavnoj sklopki (leading auxiliary switch). Preko pomoćne sklopke se također napajaju sigurnosni sistemi koji moraju funkcionirati u slučaju izbijanja požara. To su npr. liftovi, protivpožarne pumpe itd. Na spojnoj strani razvodnog uređaja se postavlja vidljiva, postojana i trajno učvršćena pločica sa ispisanim: nazivom proizvođača, oznakom sistema uzemljenja (TT, TN-C ili drugi), naponskim nivoima i ostalim bitnim podacima o opremi. Osim navedene pločice se postavlja oznaka visokog napona. Razvodni ormari moraju biti atestirani i opremljeni jednopolnim shemama, a svi elementi unutar ormara moraju biti jasno označeni.

4.2.2. Razvodni uređaji slabe struje

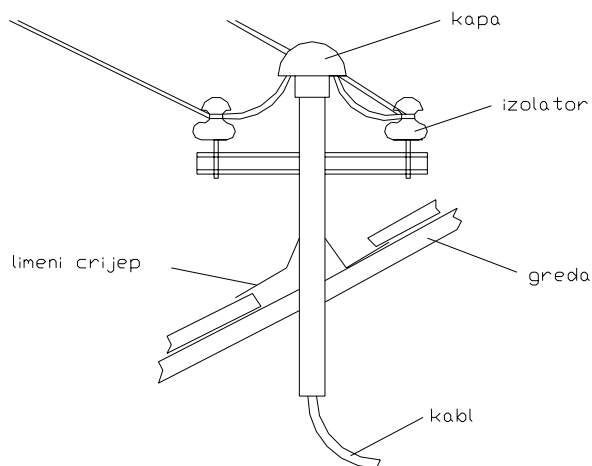
Od instalacija slabe struje najšire su rasprostranjene instalacije telefonije i računarskih mreža LAN. Postoji više standarda za telefonske razdjelnike, a kod nas se najviše primjenjuju razdjelnici standarda LSA KRONE. U ovim razdjelnicima se ugrađuju reglete za 10 i za 20 parica. Postoje ormarići Box I, Box II i Box III. Box I prima do 30 parica, Box II do 50 parica i Box III do 100 parica. Za razvodne uređaje računarskih mreža postoje standardizovani razdjelnici u kojima se formiraju krajevi komunikacionih kablova, spajaju HUB uređaji itd.

4.3. Kućni priključak

Postoje dva načina izvođenja kućnog priključka na distributivnu mrežu: nadzemni priključak i podzemni priključak. Nadzemni priključak se može izvesti golim vodičima i kablovima.

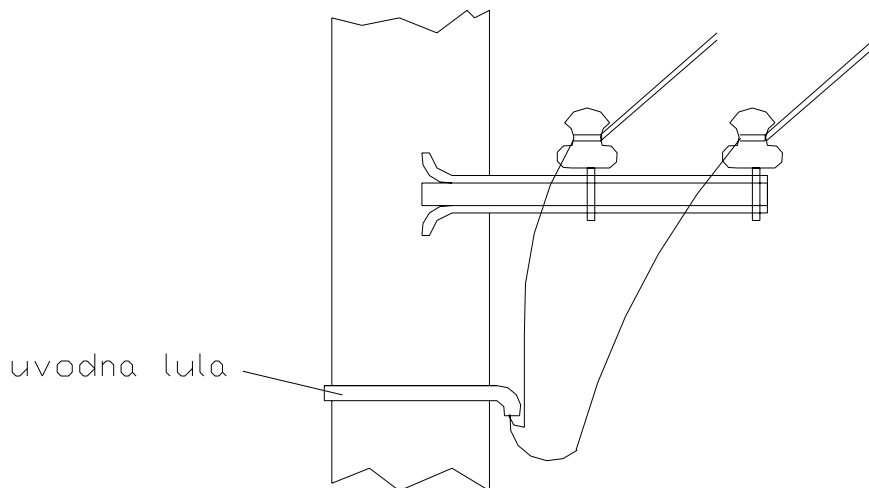
4.3.1. Nadzemni priključak golim vodičima

Nadzemni priključak se može izvesti pomoću krovnog nosača i pomoću zidnog (konzolnog) nosača. Izvođenje kućnog priključka pomoću krovnog nosača je prikazano na slici 69.



Sl. 69.

Goli vodiči od alučela moraju imati minimalan prijesjek 10 mm^2 , a još bolje da imaju prijesjek 16 mm^2 . Kabl mora biti tipa PP i mora imati prijesjek minimalno 6 mm^2 , a još bolje je da ima prijesjek 10 mm^2 . Svi metalni dijelovi (nosač, limeni crijep itd.) moraju biti pocinčani. Kabl PP-Y $5 \times 10 \text{ mm}^2$ kod trofaznog odnosno PP-Y $3 \times 10 \text{ mm}^2$ kod monofaznog priključka se kroz nosač, a zatim kroz instalacionu cijev vodi do kućnog priključnog ormarića (KPO) u kome su glavni (tarifni) osigurači. Kod monofaznog priključka trebamo jedan, a kod trofaznog tri glavna osigurača. Sa KPO se vodi kabl do glavne razvodne table (GRT). Izvođenje kućnog priključka pomoću zidnog nosača je prikazano na slici 70.

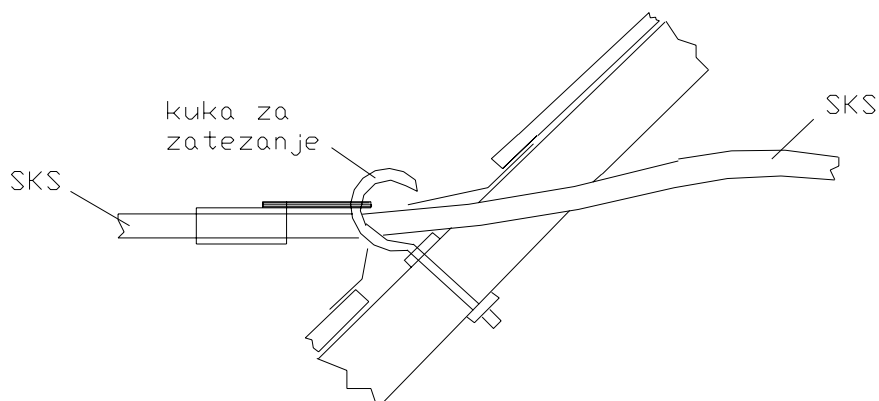


Sl. 70.

Nosač se cementira u zid. Napojni kabl se uvodi u objekat kroz uvodnu lulu i cijev. Zaptivanje cijevi se vrši kitom, silikonom ili poliuretanskom pjenom.

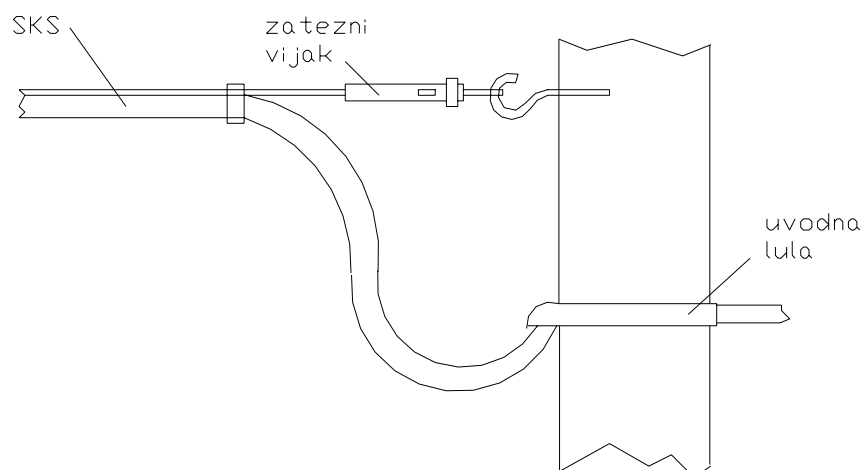
4.3.2. Nadzemni kućni priključak pomoću kablova

Ovaj tip priključka se može izvesti preko krova i preko zida zgrade. Najčešće se koriste kablovi tipa SKS (samonosivi kablovski snop). Kablovi SKS imaju unutar plašta nosivo uže. Krovni kablovski priključak je prikazan na slici 71.



Sl. 71.

Kao što se sa slike vidi, u gredu se uvrne vijak sa kukom na vrhu na koju se veže nosivo uže kabla. Kabl se kroz limeni crijep provodi u unutarnjost krova. Mjesto ulaska kabla se od prokišnjavanja štiti silikonskim kitom. Zidni kablovski priključak je prikazan na slici 72.

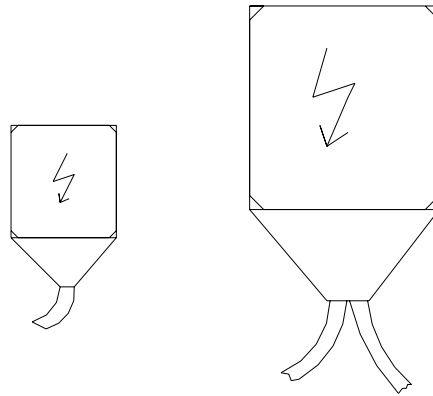


Sl. 72.

U zid se tiplom postavlja zidni vijak sa kukom na koji se preko vijka za zatezanje spaja nosivo uže kabla. Kabl se preko uvedne lule uvodi u objekat kroz zid.

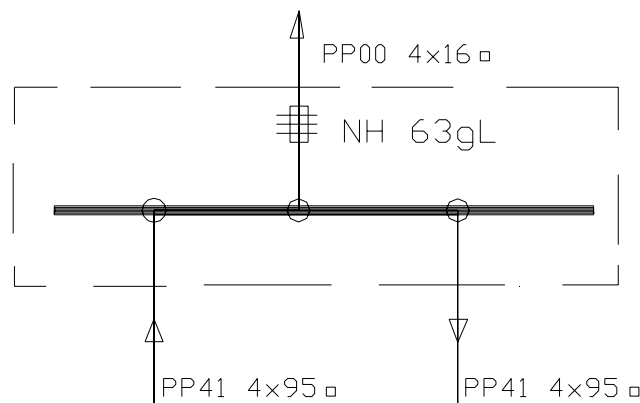
4.3.3. Podzemni kućni priključak

Podzemni kućni priključak se izvodi pomoću kućnog priključnog ormara (KPO) koji se postavlja na fasadu objekta, 80 cm iznad tla. Postoje dvije vrste KPO: sa jednim uviđom kabla i sa dva uviđom kabla (sl. 73).



Sl. 73.

KPO sa dva uvoda se koristi kao prolazni i njegova jednopolna shema je prikazana na slici 74.

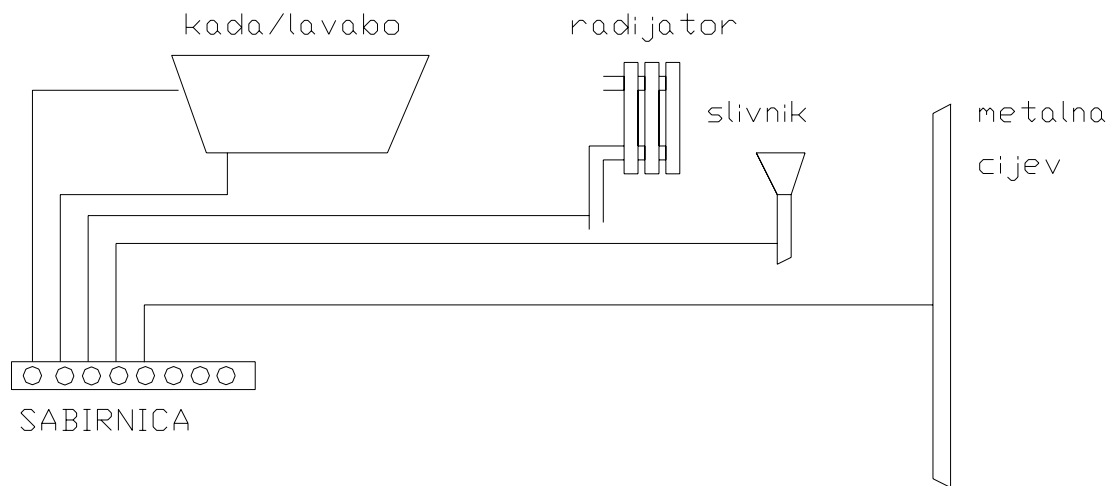


Sl. 74.

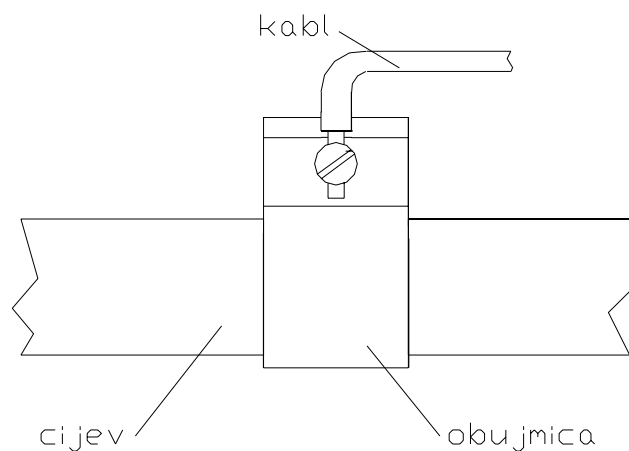
Unutar KPO se nalaze glavni osigurači, stezaljka za priključenje uzemljivača i odvodnici prenapona. Kablovi za napajanje KPO se ukopavaju na dubini minimalno 60 cm, a najčešće 80 cm. Iznad kabela se postavljaju plastične crvene koruge (GAL štitnici). Kabel se zatrpava slojem sitnog pijeska debljine 10 cm ili rastresitom zemljom bez kamenja. Zemlju treba nabiti radi odvođenja toplote. Na 40 cm dubine se postavlja crvena traka upozorenja. Kabel mora biti minimalnog prijesjeka 6 mm^2 tipa PP 00 instalisan u cijevi.

4.4. Izjednačavanje potencijala u objektu

Izjednačavanje potencijala u objektima je dopunska mjera zaštite od električnog udara. Uslijed kvara na električnoj instalaciji, ukoliko se ne provede izjednačavanje potencijala, moglo bi se desiti da dva različita metalna predmeta (npr. radiator centralnog grijanja i kada) imaju razliku potencijala koja je opasna za osobu koja dodiruje dva predmeta istovremeno. Posebno velike razlike u potencijalu bi nastajale u slučaju udara groma u zgradu. Prema propisima na sabirnicu za izjednačavanje potencijala se spaja: temeljni uzemljivač, gromobranska instalacija, zaštitni PE vodič električne instalacije i svi cjevovodi (vodovod, kanalizacija, centralno grijanje, gasovod, klimatizacija itd.). Izjednačavanje potencijala posebno veliki značaj ima u kupatilu gdje se na sabirnicu za izjednačavanje potencijala moraju spojiti svi vodljivi dijelovi (česme, sifoni, slivnici, kada, bojler i sl.). Izjednačavanje potencijala se izvodi kablom P/F $1 \times 6 \text{ mm}^2$ žutozeleno boje. U kupatilu se do kutije za izjednačavanje potencijala dovodi kabl P/F $1 \times 6 \text{ mm}^2$, a dalje prema vodljivim dijelovima kabl P/F $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$ ili P $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$. Kutija za izjednačavanje potencijala se instalira na visini 30 cm od poda, obično u blizini vrata, unutar kupatila.



Sl. 75.



Sl. 76.

Svi prirubnički spojevi na cjevovodima, ventilacionim kanalima i sl. se moraju prespojiti u cilju izjednačavanja potencijala. Ovo prespajanje se izvodi FeZn trakom 20x3 mm ili bakarnom pletenicom prijesjeka 16 mm². U kotlovnici se na 40 cm visine od poda postavlja potencijalni prsten od FeZn trake 20x3 mm ili koja se montira na zid pomoću potpora. U velikim prostorijama bez zidova kao što su npr. veliki tržni centri u podu se betonira mreža za izjednačavanje potencijala od FeZn trake 20x3 mm. Na određenim mjestima se postavljaju vijčani izvodi u podu na koje se mogu spojiti npr. metalne police sa robom. Umjesto FeZn trake se može koristiti traka od nehrđajućeg čelika kao bolje, ali i skuplje rješenje.

4.5. Pomoćni izvori električne energije

U slučaju prestanka napajanja električnom energijom iz mreže najnužnije napajanje električnom energijom se obezbjeđuje iz pomoćnih izvora električne energije. Primjeri potrošača koji ne smiju ostati bez napajanja su: rasvjeta i oprema operacionih sala, telefonske centrale itd. Danas se kao pomoćni izvori koriste agregati i elektronski izvori – UPS. Naziv UPS je skraćenica engleskih riječi Uninterruptible Power Supply [aninteraptibl pauer splaj] što znači neprekidno napajanje energijom. UPS se koriste za neprekidno napajanje uređaja manje snage kao što su npr. računari, telefonske centrale, faks aparati itd. Za napajanje jačih potrošača se koriste agregati. Postoje agregati koji se pokreću ručno i agregati koji se pokreću automatski po prestanku napajanja iz mreže. Agregati sa automatskim pokretanjem imaju ugrađene električne grijače motora tako da je motor uvijek zagrijan na radnu temperaturu, pa se može odmah opteretiti punim opterećenjem. Prespajanje potrošača sa mreže na agregat se može vršiti ručno pomoću grebenaste sklopke ili automatski pomoću kontaktora. Pri određivanju potrebne snage agregata potrebno je voditi računa ne samo o ukupnoj snazi potrošača, već i o njihovim karakteristikama. Npr. elektromotori sa direktnim uklapanjem pri pokretanju povlače i do pet puta jaču struju nego u

normalnom radu, tako da nam je za pokretanje motora električne snage snage 2,5 kW potreban agregat snage približno 10 kW i više. Kod objekata većeg značaja instaliraju se UPS i agregat pri čemu se značajni potrošači napajaju sa UPS-a, a manje značajni sa agregata. UPS se može napajati i sa mreže i sa agregata.

4.6.EIB instalacioni sistem i njegovo programiranje

Za projektiranje električnih instalacija realiziranih EIB komponentama i za programiranje (parametriranje) samih komponenti se koristi programski paket ETS (EIB Tool Software) koji se može nabaviti samo od EIB asocijacije u Belgiji i od ovlaštenih distributera. Preko Interneta se može dobiti demo verzija programa. Samo instaliranje programa se vrši pokretanjem SETUP programa. U toku instalacije se odabere engleski ili njemački jezik. Nakon što se izvrši instaliranje potrebno je pokrenuti program, izabrati opciju ProductAdmin, a zatim importirati datoteku sa podacima o komponentama. Ova datoteka se dobiva od proizvođača komponenti. Program ETS omogućava izradu projekta za objekat (veliki projekat) i projekta za jednu instalaciju (mali projekat). Pri radu nam značajnu pomoć može pružiti asistent koji se poziva pritiskom na taster F2.

Nakon što projektant izradi projekat instalateri pristupaju poslovima elektromontaže. Pri samoj montaži nije dovoljno komponente samo instalirati, već je potrebno unijeti softver. Unošenje softvera u komponente se zove parametriranje komponenti. Postupak parametriranja komponenti ovisi o tome da li su one već instalirane. Ukoliko komponente još nisu instalirane postupak njihovog parametriranja je sljedeći:

- 1.)na PC računaru pokrenemo program ETS
- 2.)jednu po jednu komponentu RS-232 kablom spajamo na PC radi unosa adrese i programa
- 3.)mišem u otvorenom projektu (Open) označimo komponentu i kliknemo na DLoad
- 4.)u zavisnosti da li smo spojeni RS-232 kablom direktno na komponentu ili na BUS, odaberemo opciju
- 5.)sačekamo da se izvrši unos podataka.

Pri instaliranim komponentama radimo po sljedećem:

- 1.)spojimo PC računar na RS-232 interfejs
- 2.)pokrenemo ETS program i pozovemo projekat (Open u okviru Com.Test menija)
- 3.)mišem označimo komponentu i kliknemo na DLoad
- 4.)na komponenti pritisnemo servisni prekidač, da bi se uplila LED dioda
- 5.)sačekati da se unesu parametri (LED dioda se automatski gasi po unošenju parametara).

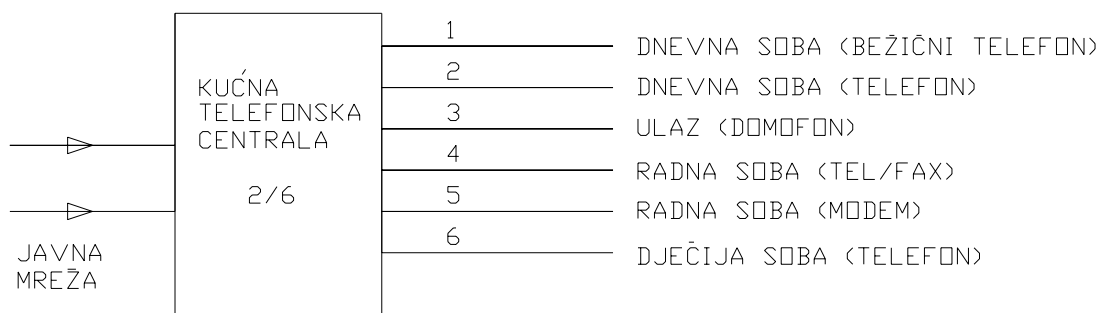
Komponente prepoznavamo po njihovim fizičkim adresama koje se ispisuju na svakoj inteligentnoj komponenti. U okviru Com.Test menija imamo opciju Test koja nam omogućava izvršenje dijagnostike sistema.

4.7.Telefonske centrale

Telefonske centrale se prema namjeni dijele na javne i kućne. Kućne centrale se instaliraju za potrebe jedne privatne kuće ili stana i za potrebe preduzeća. Prema tehnologiji centrale dijelimo na analogne, digitalne (ISDN) i hibridne. Analogne telefonske centrale su klasične centrale koje su danas u najvećoj primjeni. ISDN telefonija je novi sistem telefonije koji se intenzivno razvija i sve više je u primjeni. Naziv ISDN potiče od engleskih riječi Integrated Services Digital Network [integrejtred servisis didžitil netvk] što znači digitalna mreža sa integriranim uslugama. ISDN telefonija omogućava niz novih usluga koje analogna nije pružala, a ovdje ćemo navesti samo najinteresantnije:

- konferencijsko telefoniranje
- prijenos slike
- preusmjeravanje poziva.

Konferencijsko telefoniranje je telefonski razgovor u kome učestvuju više od dva sagovornika. Na ISDN mrežu se mogu priključivati telefoni koji osim zvuka prenose i sliku, tzv. videofoni. Preusmjeravanje poziva se koristi npr. ako smo jedno vrijeme odsutni iz svog stana, a želimo da primimo sve pozive. Tada pozive sa svog telefona preusmjerimo na drugi telefon koji nam je dostupan. Hibridne telefonske centrale su centrale koje se mogu spajati i na analognu i na digitalnu mrežu. Kod analognih telefonskih aparata postoje dva načina biranja broja: pulsno i tonsko. Pulsno biranje je stari način biranja koji se sve manje koristi, jer je tonsko biranje daleko brže i ugodnije za rad. Na slici 77 je prikazana blok shema telefonskog sistema privatne kuće ili stana.

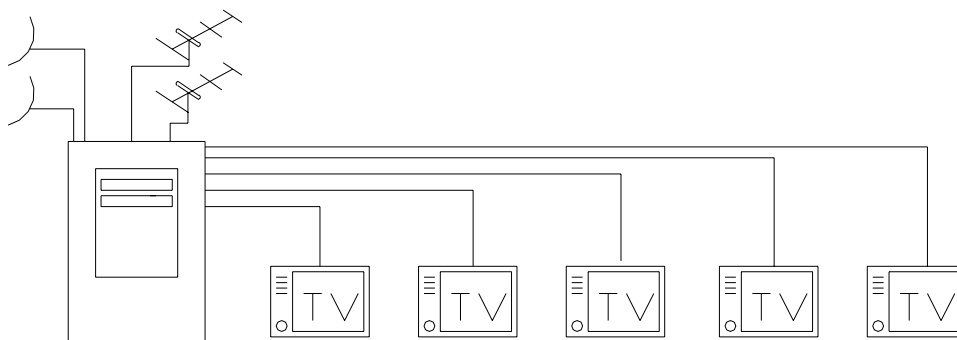


Sl. 77.

Koristi se telefonska centrala sa dva vanjska priključka i šest lokala (2/6). Telefonski aparati se postavljaju u dnevnu, spavaću i dječiju sobu. Praktično je u dnevnoj sobi imati bežični telefon. U radnu sobu se postavlja telefon sa telefaksom (FAX-om) i modem za priključak računara na telefonsku mrežu. Na ulazu se postavlja domofon pomoću koga razgovaramo sa ulaza. Telefonska centrala se programira tako da svi vanjski pozivi idu na sve slobodne telefone. Vezu preuzima onaj ko prvi podigne slušalicu i po potrebi je preusmjerava na drugi aparat. Po istoj blok shemi se može izvesti telefonski sistem preduzeća, uz razliku što se centrala programira tako da svi vanjski pozivi dolaze na jedan telefon koji se može nalaziti kod portira, sekretarice ili sl. Uz telefonske aparate i telefonske centrale se često postavljaju brojači impulsa. Da bi brojač impulsa mogao da radi potrebno je na javnoj centrali podesiti da se šalje signal 16 kHz o impulsima.

4.3. Sistem kablovske TV

U velikim zgradama je nepraktično za svaki televizor postavljati posebnu TV antenu, već se postavljaju zajedničke TV antene (satelitske i klasične) za više televizora. Da bi više televizora moglo koristiti istu TV antenu potrebno je instalirati posebno pojačalo koje to omogućava (sl. 78.).



Sl. 78.

Pojačalo se instalira na najvišem spratu, a od njega se koaksijalnim kablom impedanse 75Ω signal razvodi do utičnica pored TV aparata. Osim TV signala na pojačalo se često spaja TV kamera koja se instalira na ulazu u zgradu. Za kablovske TV se često koristi skraćenica CATV (Cable TV). Pored TV prijemnika na zajednički sistem se spajaju i radio prijemnici. Savremeni sistemi kablovske televizije omogućavaju spajanje telefona i računara u mrežu.

4.9. Interfoni

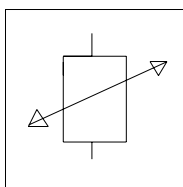
Interfoni su uređaji koji služe za govornu komunikaciju unutar jedne zgrade ili manjeg kompleksa zgrada. U zgradama za stanovanje se koriste za povezivanje ulaza i unutrašnjosti kuće. Posebna vrsta interfona koji se koriste u komunikaciji sa telefonskom centralom se zovu domofoni. Savremeni interfoni imaju ugrađene mini kamere i monitore koji omogućavaju vizuelnu kontrolu ulaza. Često se u kombinaciji sa interfonom koriste i električne brave za vrata. Vrsta kabla za povezivanje interfona je propisana od strane proizvođača.

4.10. Protivpožarni alarmni sistem

Protivpožarni alarmni sistem ima ulogu da nadzire objekat na pojavu požara i da alarmira u slučaju njegove pojave. Savremeni alarmni sistemi imaju ugrađene automatske telefone koji u slučaju požara šalju poruku vatrogascima. Protivpožarni alarmni sistem se sastoji od vatrodajne centrale (VDC) i određenog broja javljača (senzora) koji su raspoređeni po objektu i koji signaliziraju pojavu požara. Javljači se na centralu spajaju kablom Y(St)Y 2x0,8mm, a montiraju se na stropu prostorije. Razvijeno je mnogo vrsta javljača požara, ali se danas najviše koriste:

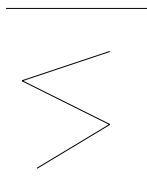
- 1.) termički,
- 2.) optički,
- 3.) višekriterijalni,
- 4.) ručni i
- 5.) infracrvene (IC) barijere.

Termički javljači pomoću termistora mjere temperaturu u prostoriji. Ako temperatura pređe 40°C alarmiraju požar. Oznaka termičkog javljača je na slici 79.



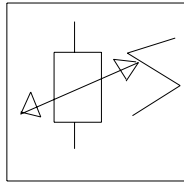
Sl. 79.

Optički javljači pomoću LED diode i fotodiode prate pojavu dima u prostoriji i po njegovoj pojavi alarmiraju. Oznaka optičkog javljača je na slici 80.



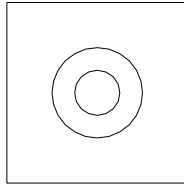
Sl. 80.

Višekriterijalni (multikriterijalni) javljači prate temperaturu, pojavu dima i brzinu promjene temperature. Tek ako su sva tri ova kriterija ispunjena (visoka temperatura u prostoriji, prisutan dim, temperatura koja brzo raste) javljač alarmira požar. Višekriterijalni javljači su konstruirani radi eliminacije lažnih alarma. Npr. optički javljači alarmiraju požar i ako je u prostoriji prisutan dim od cigareta. Oznaka višekriterijalnog javljača je na slici 81.



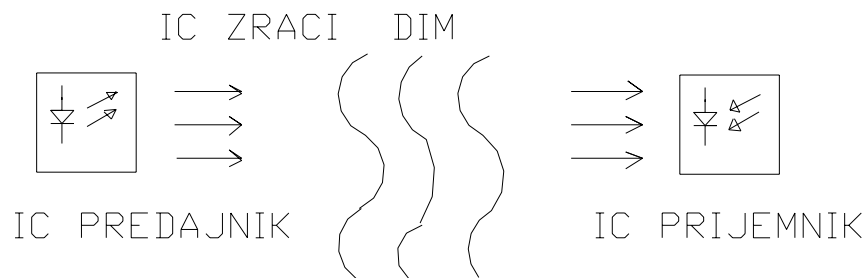
Sl. 81.

Ručni javljači požara imaju ugrađen taster pomoću koga se ručno alarmira požar. Oznaka je na slici 82.



Sl. 82.

IC barijera se sastoji od IC predajnika i IC prijemnika koji se postavljaju na dva suprotna zida prostorije 83.

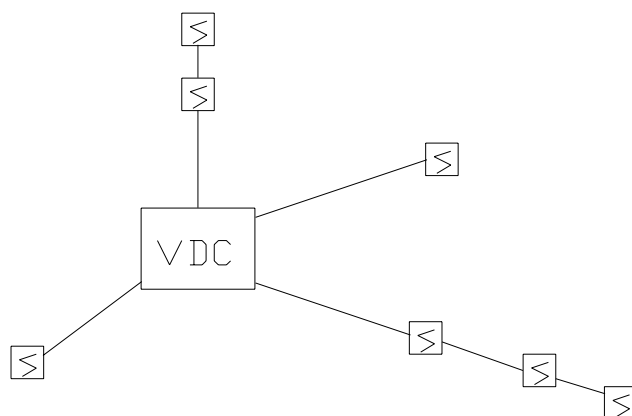


Sl. 83.

U slučaju pojave dima snop IC zraka se remeti što registrira IC prijemnik koji alarmira požar. Prema tehnologiji javljači se dijele na:

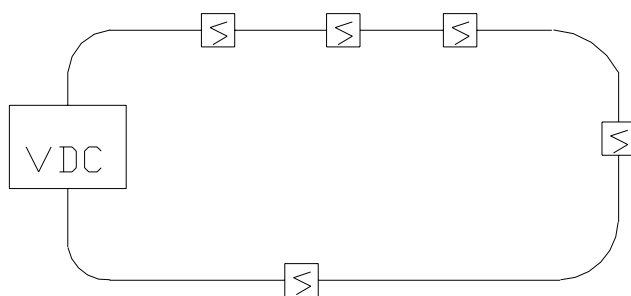
- konvencionalne analogne
- adresibilne analogne
- digitalne.

Konvencionalni analogni javljači su se prvi pojavili. Sadrže prekidač koji se u slučaju alarma zatvara. Ovi javljači se na centralu spajaju mrežama tipa zvijezda (star) pri čemu svakoj prostoriji ili zoni zaštite odgovara jedan krak zvijezde (sl. 84).



Sl. 84.

Na kraj svakog kraka se postavlja otpornik čija je uloga da zatvara strujni krug. U slučaju prijekida kabla prema senzoru strujni krug se prekida što dovodi do alarma. Adresibilni analogni i digitalni javljači se spajaju na centralu prstenastom (ring) mrežom. Prsten, u principu, ne mora biti zatvoren, ali se uvijek zatvara da bi se osiguralo dvostrano napajanje (sl. 85).



Sl. 85.

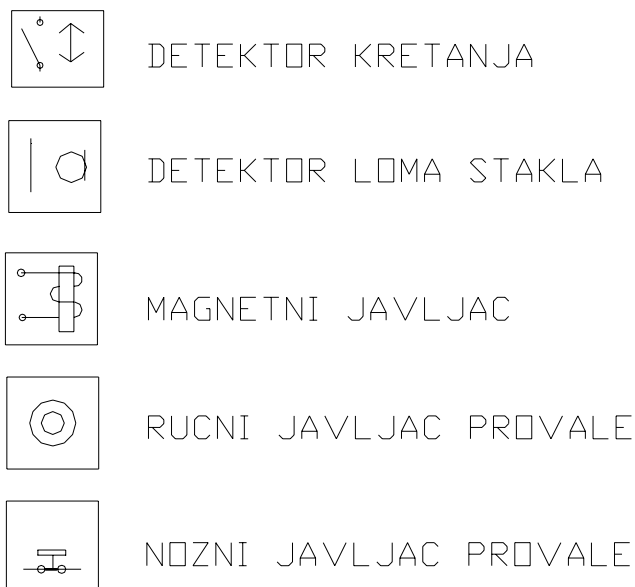
Adresa javljača se podešava pomoću prekidača na javljaču. Pri puštanju u rad vatrodajna centrala se mora programirati prema projektu alarmnog sistema i prema uputama proizvođača centrale.

4.11. Protivprovalni alarmni sistem

Protivprovalni alarmni sistem ima ulogu da alarmira u slučaju pokušaja provale. Savremeni alarmni sistemi imaju ugrađene automatske telefone koji u slučaju pokušaja provale šalju poruku policiji. Protivprovalni alarmni sistem se sastoji od centrale za dojavu provale (CDP) i određenog broja javljača (senzora) koji su raspoređeni po objektu. Javljači se na centralu spajaju kablom Y(St)Y 3x2x0,8mm mrežom tipa zvijezda (star) gdje svaki krak odgovara jednoj zoni zaštite. Javljači imaju ugrađen prekidač sa mirnim kontaktom koji je u odsustvu alarma zatvoren. U trenutku alarma prekidač se nakratko otvori čime daje signal centrali. Postoje sljedeće vrste javljača:

- 1.) infracrveni (PIR),
- 2.) detektori loma stakla,
- 3.) magnetni,
- 4.) detektori vibracija i šumova,
- 5.) ručni i
- 6.) nožni.

Infracrveni javljači se montiraju na zidove, a reagiraju na kretanje. U literaturi se za njih često koristi termin PIR javljači što je skraćenica od engleskih riječi Passive Infra Red (pasivni infracrveni javljač). Oznake javljača su na slici 86.

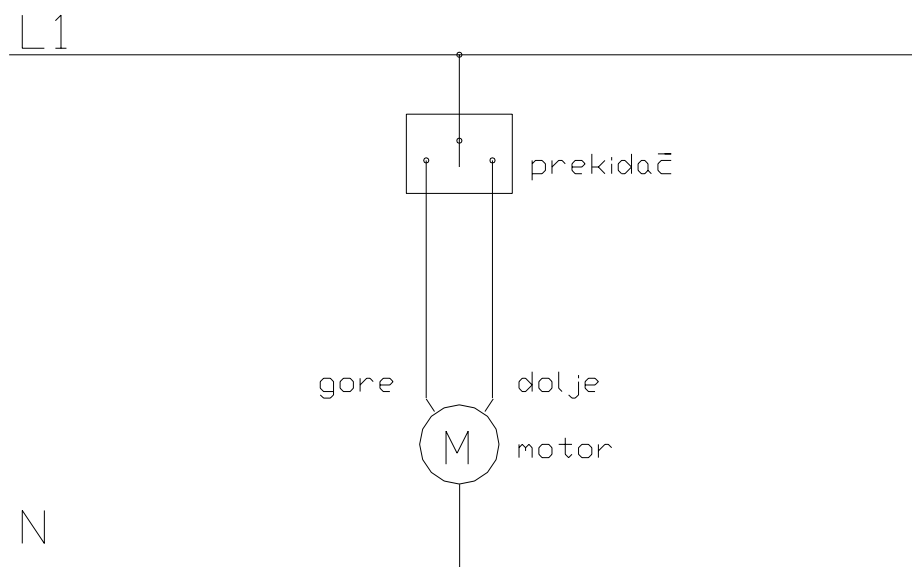


Sl. 86.

Detektori loma stakla se postavljaju na zid, a reaguju na zvuk loma stakla. Magnetni javljači se montiraju na okvire vrata i prozora, a alarmiraju u slučaju njihovog otvaranja. Detektori vibracija i šumova se montiraju na zidove, vrata i prozore. Reaguju u slučaju jače buke koja je posljedica pokušaja provale. Ručni javljači služe za poziv u pomoć. Postavljaju se na prikladna mjesta, na dohvat ruke. Nožni javljači se postavljaju u bankama ispod pultova. Omogućavaju šalterskom službeniku da pritiskom na pedalu pozove policiju. Postoje bežični alarmni sistemi kod kojih javljači i centrala za dojavu provale komuniciraju radio-vezom. Nakon instaliranja alarmna centrala se programira prema projektu i prema uputama proizvođača.

4.12. Uređaj za podizanje i spužtanje roletni

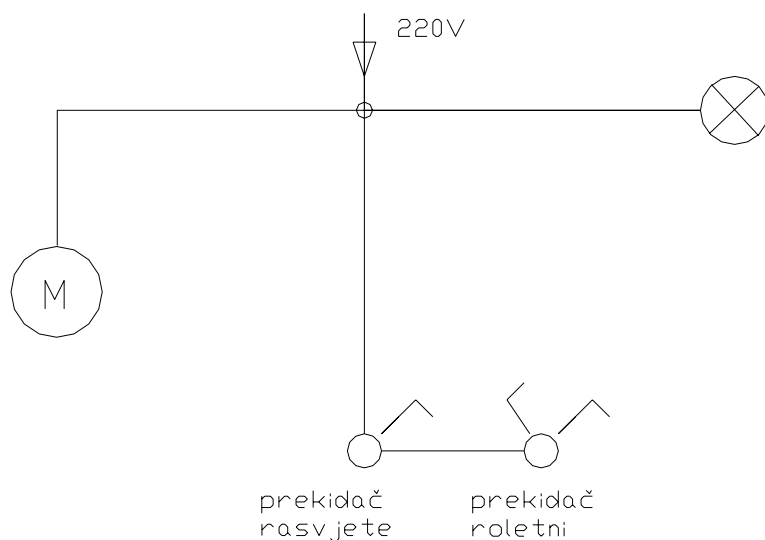
Schema uređaja za podizanje i spužtanje roletni je data na slici 87.



Sl. 87.

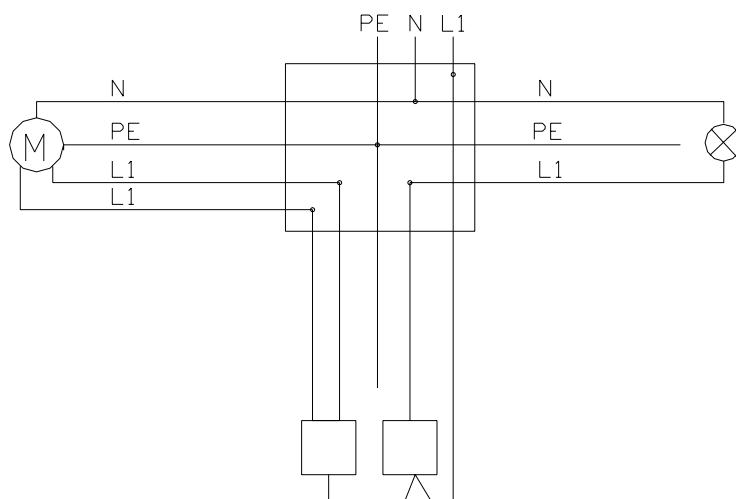
Roletne podiže i spušta elektromotor koji ima dva smjera vrtnje, a smješten je na prozoru. Smjer vrtnje, a time i podizanje ili spužtanje roletni se bira pomoću prekidača koji se instalira

pored prekidača za uključenje rasvjete. Često se instalacija rasvjete i uređaja za podizanje i spužtanje roletni izvodi zajednički (sl. 88).



Sl. 88.

Način spajanja je prikazan na slici 89.



Sl. 89.

4.13. Uređaj za stalni nadzor izolacije

Prema važećim propisima u IT sistemima uzemljenja se moraju predvidjeti uređaji za stalni nadzor izolacije koji pri pojavi prve greške daju zvučni i svjetlosni signal. Naime ukoliko na nekom faznom provodniku u IT sistemu nastupi proboj izolacije prema masi tada u slučaju oštećenja izolacije na nekom potrošaču ili provodniku druge faze može doći do požara ili eksplozije i štaviše do strujnog udara. Uređaj za nadzor se spaja na fazne provodnike i na uzemljenje.

Pitanja i zadaci:

1. Objasniti princip rada mikroprocesorskog brojila utrošene električne energije !
2. Objasniti ulogu limitatora !
3. Nacrtaš shemu spajanja trofaznog brojila preko strujnih mjernih transformatora !
4. Nabrojati standardne struje brojila !
5. Objasniti ulogu maksigrafa !
6. Nabrojati vrste razvodnih uređaja !
7. Koje su standardne dimenzije razvodnih kutija ?
8. Koliki je minimalni prijesjek bakarnog kabla kojim se napaja GRT porodične kuće ?

9. Nabrojati elemente koji se instaliraju na GRT porodične kuće !
10. Čime se električna energija vodi sa FI sklopke na osigurače ?
11. Čime su međusobno izolirani češljevi ?
12. Kakvi se natpisi postavljaju ispod osigurača ?
13. Nabrojati elemente koji se instaliraju u GRO !
14. Nabrojati vrste kućnih priključaka !
15. Koliki je minimalni prijesjek aluminijskog kabla kojim se napaja porodična kuća ?
16. Nabrojati vrste KPO za izvođenje podzemnog kućnog priključka !
17. Na kojoj visini od tla se postavlja KPO ?
18. Šta se instalira u KPO ?
19. Zašto se vrši izjednačavanje potencijala u objektu ?
20. Koji se kablovi koriste za izjednačavanje potencijala u objektu ?
21. Koji pomoćni izvori električne energije se danas koriste ?
22. Kako se može vršiti prespajanje potrošača sa mreže na agregat ?
24. Zašto nam je za napajanje elektromotora potreban približno šest puta jači agregat ?
25. Objasniti postupak parametriranja instaliranih EIB komponenti !
26. Kako su telefonske centrale podijeljene prema namjeni ?
27. Kako su telefonske centrale podijeljene prema tehnologiji ?
28. Objasniti analogne centrale !
29. Objasniti ISDN centrale !
30. Objasniti hibridne centrale !
31. Objasniti razliku između pulsog i tonskog biranja !
32. Šta je domofon ?
33. Šta treba podesiti na javnoj centrali da bi radio brojač impulsa ?
34. Zašto se instalira sistem zajedničkih TV antena ?
35. Šta je interfon ?
36. Od kojih elemenata je sastavljen protivpožarni alarmni sistem ?
37. Objasniti termičke javljače požara !
38. Objasniti optičke javljače požara !
39. Objasniti višekriterijalne javljače požara !
40. Objasniti ručne javljače požara !
41. Objasniti IC barijere !
42. Zašto su konstruirani višekriterijalni javljači požara ?
43. Kako su javljači požara podijeljeni prema tehnologiji ?
44. Koji javljači požara se spajaju mrežama tipa RING, a koji mrežama tipa STAR ?
45. Objasniti PIR javljače provale !
46. Objasniti detektore loma stakla !
47. Objasniti magnetne javljače provale !
48. Objasniti detektore vibracija i šumova !
49. Objasniti ručne i nožne javljače provale !
50. Nacrtati jednopolnu šemu spajanja uređaja za podizanje i spuštanje roletni !
51. Koja je uloga uređaja za nadzor izolacije u IT sistemu uzemljenja ?

5.ELEKTRIČNO OSVJETLJENJE

5.1.Osobine svjetlosti

Svjetlost ima dualnu prirodu: talasnu i korpuskularnu. To praktično znači da se svjetlost može istovremeno smatrati i za snop elektromagnetnih talasa i za snop čestica. Osvjetljenost neke površine se mjeri u luksima [lx], a označava se slovom E. Istovremeno tok (fluks) svjetlosti koji dolazi sa nekog izvora svjetlosti se mjeri u lumenima [lm], a označava slovom Φ . Odnos fluksa i osvjetljenosti je dat formulom:

$$\Phi = E \cdot A \quad [\text{lm}],$$

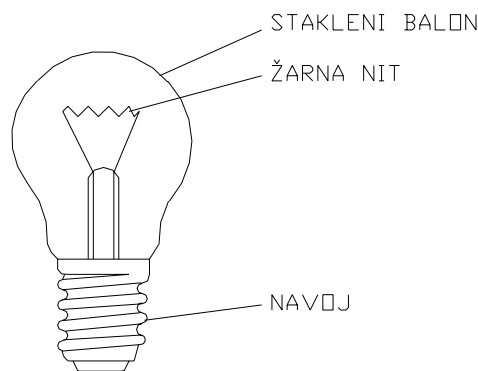
gdje je A [m²] površina koja se osvjetljava.

5.2.Električni izvori svjetlosti

Danas se koriste sljedeći električni izvori svjetlosti:

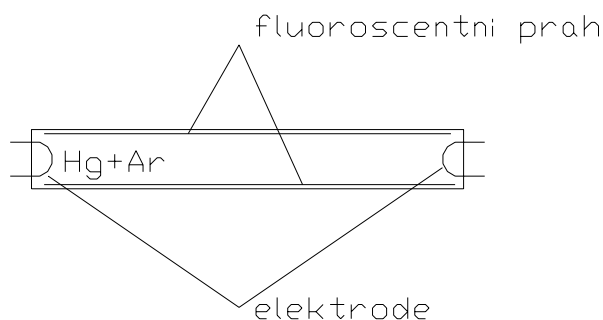
- 1.)sijalica sa vlaknom,
- 2.)halogena sijalica,
- 3.)fluorescentna sijalica,
- 4.)živina sijalica,
- 5.)natrijumova sijalica i
- 6.)svijetleće cijevi.

Sijalica sa vlaknom je prikazana na slici 90.



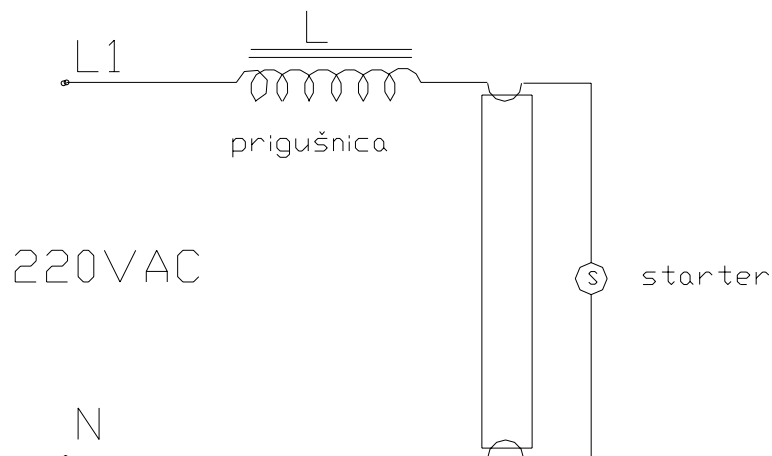
Sl. 90.

U staklenom balonu iz koga je odstranjen vazduh je postavljeno vlakno napravljeno od volframa. Usljed proticanja struje vlakno se usija i počne da zrači toplotu i svjetlost. Za ovu sijalicu se u literaturi često koristi termin inkandescentna sijalica. Stakleni balon može biti providan i obojen. Ponekad se balon izrađuje u obliku sočiva čime se postiže usmjeravanje svjetlosti. Halogena sijalica je posebna vrsta sijalice sa vlaknom u čiji balon je ubačen neki halogeni element (jod, brom ili sl.) čime se postiže duži vijek sijalice i veći stepen iskorištenja. Fluorescentna sijalica je prikazana na slici 91.



Sl. 91.

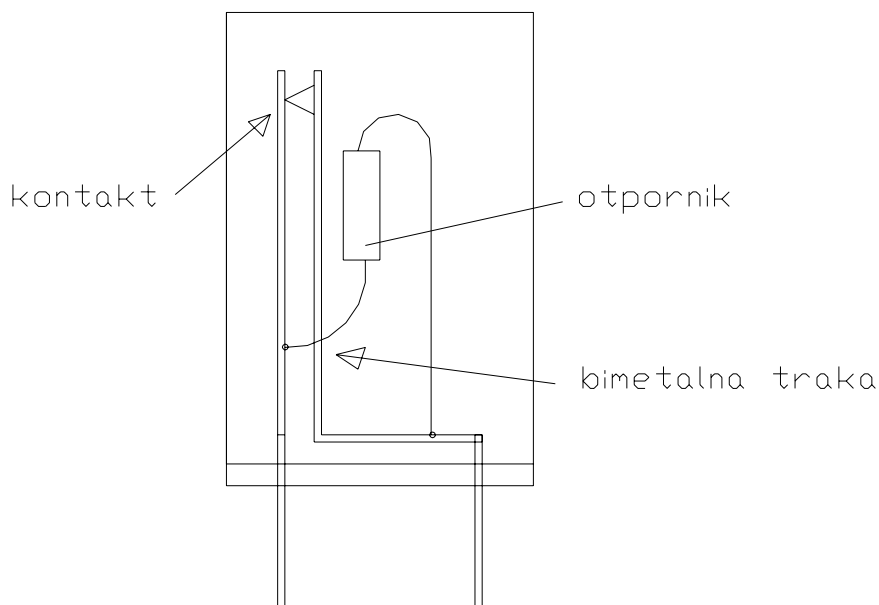
Cijev ima dvije elektrode, a njena unutarnjost je ispunjena živom Hg i argonom Ar. Sa unutarnje strane stakla je nanešen fluorescentni prah. Pod djelovanjem napona na elektrodama, dolazi do jonizacije žive koja počne da zrači ultraljubičaste zrake. Uslijed ultraljubičastih zraka fluorescentni prah počinje da svijetli. S obzirom na ultraljubičasto zračenje nije preporučljivo instalirati fluorescentne sijalice u neposrednoj blizini ljudi (npr. neposredno na radni sto). Posebno su opasne sijalice bez fluorescentnog praha koje emitiraju čistu ultraljubičastu svjetlost, a koriste se za dezinficiranje vode i specijalne svjetlosne efekte. Na slici 92 je prikazan induktivni spoj fluorescentne sijalice.



INDUKTIVNI SPOJ FLUORESCENTNE SIJALICE

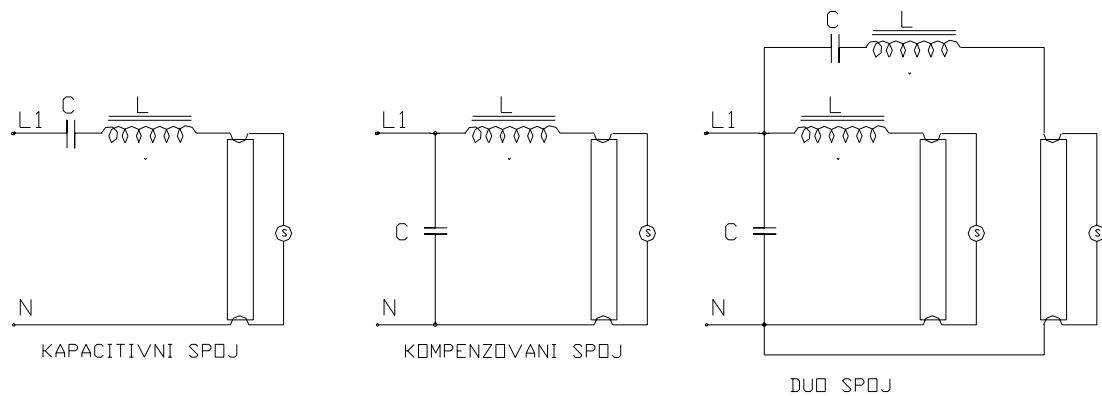
Sl. 92.

Uloga startera je da po uključanju prekidača nakratko propusti struju. Starter je neophodan zbog činjenice da je za paljenje fluorescentne sijalice potreban napon od približno 1000 V. Uslijed kratkog proticanja struje kroz starter u prigušnici se inducira potreban visoki napon. Na slici 93 je prikazana konstrukcija startera.



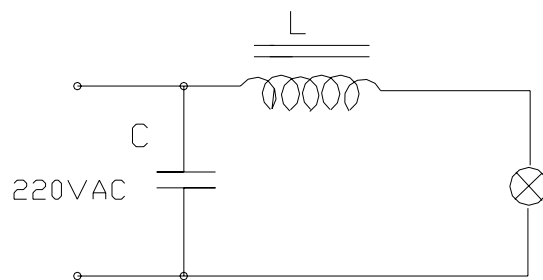
Sl. 93.

Kada se na starter dovede napon on propusti struju kroz bimetalni kontakt. Međutim, otpornik brzo zagrije bimetal koji se savije i prekine tok struje. Pored induktivnog spoja koriste se kapacitivni, kompenzirani, duo i trofazni spoj.



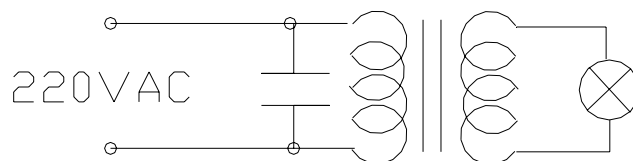
Sl. 94.

Kod trofaznog spoja se tri sijalice iz jedne armature vežu na tri faze. Sve su više u upotrebi elektronske predspojne naprave za napajanje fluorescentnih sijalica. Ukoliko se fluorescentne sijalice napajaju preko elektronske predspojne naprave nisu potrebni starteri, a postiže se i niz drugih povoljnih efekata kao što je ušteda električne energije, bolji kvalitet rasvjete itd. Postoje i kompaktne fluorescentne sijalice kod kojih je elektronska predspojna naprava ugrađena u samu sijalicu. Ove sijalice se uvrću u klasična sijalična grla. Uobičajen naziv za ove sijalice je štedne sijalice. Shema spoja živine sijalice je data na slici 95.



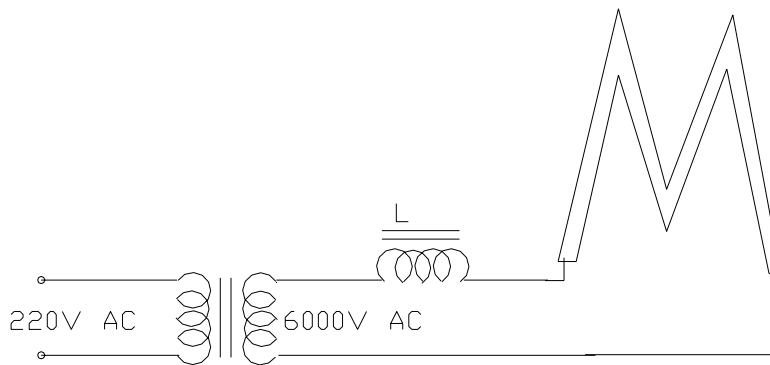
Sl. 95.

Živina sijalica daje veoma jaku svjetlost i koristi se za osvjetljenje magacina, parkirališta, uličnu rasvjetu i sl. Nakon što se ugasi može se ponovo upaliti nakon 2-5 minuta. Živina sijalica daje bijelu, a natrijeva naranžastu svjetlost. Shema spajanja natrijeve sijalice je data na slici 96.



Sl. 96.

Shema spajanja svijetleće cijevi je prikazana na slici 97.



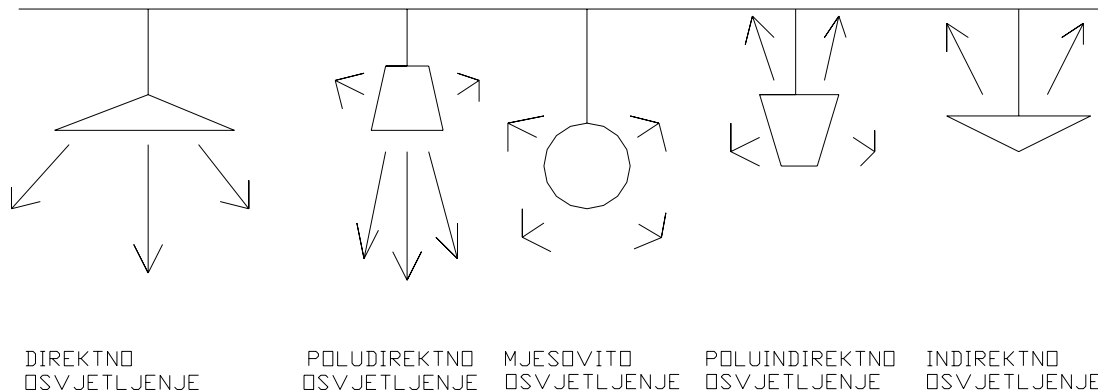
Sl. 97.

Svijetleće cijevi se pune inertnim gasovima, a koriste se za izradu reklama.

5.3.Svjetlosne armature

Električni izvori svjetlosti se smještaju u armaturu (svjetiljku). To je neophodno iz dva razloga. Kao prvo postavljanjem izvora svjetlosti u armaturu postiže se odgovarajuće usmjeravanje svjetlosti, a kao drugo sijalica se štiti od uticaja okoline. Prema načinu usmjeravanja svjetlosti na radnu površinu imamo pet sistema osvjetljenja:

- 1.)direktno osvjetljenje,
- 2.)poludirektno osvjetljenje,
- 3.)mješovito osvjetljenje,
- 4.)poluindirektno osvjetljenje i
- 5.)indirektno osvjetljenje.

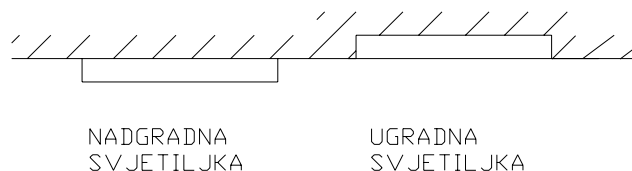


Sl. 98.

Direktno osvjetljenje je najekonomičnije, no ravnomjernost osvjetljenja je vrlo mala. Optimalan odnos ekonomičnosti i ravnomjernosti osvjetljenja se postiže mješovitim osvjetljenjem. Prema načinu pričvršćenja imamo svjetiljke:

- 1.)za ugradnju u strop (ugradne),
- 2.)za ugradnju na strop (nadgradne),
- 3.)za pričvršćivanje na strop pomoću nosača (viseće),
- 4.)za pričvršćivanje na zid (zidne),
- 5.)za pričvršćivanje na stubove (stubne),
- 6.)stolne svjetiljke,
- 7.)stojeće i
- 8.)podne ugradne svjetiljke.

Na slici 99 su prikazane nadgradna i ugradna svjetiljka.



Sl. 99.

Posebna vrsta svjetiljki su antipanik svjetiljke. Ove svjetiljke imaju ugrađen akumulator koji se puni, dok je prisutno napajanje iz mreže. Po prestanku napajanja iz mreže sijalica se automatski priključuje na akumulator, čime antipanik svjetiljka počinje da svijetli. Antipanik svjetiljke se obavezno ugrađuju u objektima gdje boravi veći broj ljudi (kino-dvorane, banke, sportske sale itd.), kako bi se obezbijedila najnužnija rasvjeta u trenutku nestanka mrežnog napajanja. Na antipanik svjetiljke se obično postavljaju strelice koje pokazuju na izlaz iz objekta.

Sve veća primjena računara je nametnula nove zahtjeve za svjetiljke u smislu što manje refleksije svjetlosti sa ekrana monitora. U tom smislu su konstruisane svjetiljke sa aluminijskim rasterom. U prostorijama sa malom upotrebom računara se koristi obični dok je u prostorijama sa velikom upotrebom računara u upotrebi parabolični raster. Ovdje ćemo samo spomenuti razne vrste specijalnih svjetiljki kao što su: svjetleća crijeva, svjetleći stubovi, svjetiljke za označavanje prostora, reflektori, kombinacije reflektor-projektor itd. Pri montaži svjetiljki veliku pažnju treba posvetiti njihovom kvalitetnom učvršćenju. Svjetiljke moraju biti fiksirane tako da se ne mogu pomjerati. Ukoliko se svjetiljke montiraju na strop od rigips ploča potrebno ih je fiksirati za rešetku koja drži rigips ploče ili objesiti na strop iznad ploča. Direktna montaža na rigips je dozvoljena samo kod vrlo lakih svjetiljki težine do približno 300 grama. Pri spajanju vodiča na svjetiljku zaštitni PE vodič treba ostaviti nekoliko centimetara duži od ostalih vodiča kako bi u slučaju izvlačenja kabla svjetiljka u svakom momentu bila uzemljena.

5.4. Zahtjevi za dobro osvijetljenje

Da bi neki prostor bio dobro osvijetljen moraju biti zadovoljeni sljedeći zahtjevi:

- 1.)dovoljna osvijetljenost,
- 2.)ravnornost osvijetljenja,
- 3.)izbjegavanje stroboskopskog efekta,
- 4.)izbjegavanje blještanja,
- 5.)dobre sjene i
- 6.)dobro prepoznavanje boja.

U ovisnosti o namjeni prostora preporukama Međunarodnog komiteta za osvijetljenje je propisana njegova osvijetljenost. Izvadak iz ovih preporuka je dat u tabeli 9.

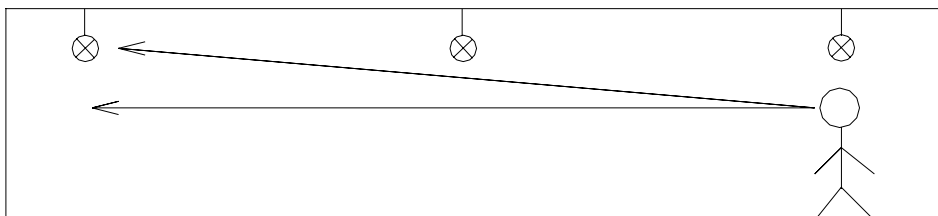
Tabela 9

PROSTOR	PREPORUČENA OSVIJETLJENOST E (lx)
ULICA, PARKIRALIŠTE	10
PODRUM, HODNIK, WC	60
SOBE U STANU, ČEKAONICE	120
KANCELARIJE, UČIONICE, FABRIKE	250
LABORATORIJE	500
OPERACIONE SALE	20 000

Potrebna ravnornost osvijetljenja je također propisana međunarodnim preporukama. Ravnornost se definira kao odnos minimalne i srednje osvijetljenosti u prostoriji:

$$\rho = \frac{E_{\min}}{E_{\text{sred}}}$$

Viši nivo ravnomjernosti rasvjete se postiže postavljanjem većeg broja svjetiljki ili upotrebom svjetiljki sa indirektnim osvjetljenjem. Ukoliko se osvjetljenje vrši fluorescentnim svjetiljkama može doći do pojave tzv. stroboskopskog efekta. Ovaj efekat se manifestira tako što se ne može primijetiti rotiranje predmeta, odnosno rotirajući predmeti izgledaju kao da stoje. Da bi se izbjegao ovaj efekat koristi se osvjetljenje trofaznim ili duo spojem. Do pojave blještanja dolazi u velikim prostorijama u kojima su svjetiljke postavljene na maloj visini (sl. 100).



Sl.100.

Da bi se izbjeglo blještanje potrebno je ugrađivati svjetiljke sa sjenilom. Treba nastojati da sjene predmeta pri dnevnom svjetlu i vještačkoj rasvjeti budu približno iste. Ovo se postiže odgovarajućim razmještajem svjetiljki tako što se svjetiljke koncentriraju u blizini prozora. Dobro raspoznavanje boja se postiže tako što se biraju izvori svjetlosti sa bojom koja odgovara boji dnevne svjetlosti.

5.5. Proračun električnog osvjetljenja

Danas se proračun električnog osvjetljenja vrši pomoću računara. Međutim, za većinu praktičnih primjena proračun se može izvršiti približnom formulom:

$$\Phi_p = 1,7 \cdot E \cdot A \text{ [lm]},$$

gdje je: Φ_p [lm] - potrebni fluks svjetlosti,
 E [lx] - potrebna osvjetljenost i
 A [m²] - površina prostorije.

Potrebni broj svjetiljki (armatura) se određuje po formuli:

$$n = \frac{\Phi_p}{\Phi_s},$$

gdje je Φ_s svjetlosni fluks odabrane svjetiljke.

Primjer:

Izračunati potreban broj svjetiljki sa četiri fluo cijevi 18/20W za osvjetljenje kancelarije površine $A = 30 \text{ m}^2$! Fluks jedne svjetiljke je $\Phi_s = 3\,300 \text{ lm}$. Potrebno osvjetljenje je $E = 250 \text{ lx}$.

Rješenje:

$$\Phi_p = 1,7 \cdot E \cdot A = 1,7 \cdot 250 \cdot 30 = 12\,750 \text{ [lm]}$$

$$n = \frac{12\,750}{3\,300} = 3,9 \cong 4$$

Potrebne su četiri svjetiljke.

5.6. Proračun električnog osvjetljenja primjenom računara

Postoji niz softverskih paketa za proračun osvjetljenja. Gotovo svaki proizvođač svjetiljki daje besplatno na upotrebu vlastiti softver. Ovi programi zahtijevaju da se kao ulaz unesu podaci o prostoriji i da se odabere željena svjetiljka i željeno osvjetljenje. Program izračunava potreban broj svjetiljki i optimalno ih raspoređuje u prostoru. Izvještaj se dobiva na ekranu monitora, a može se i isprintati.

5.7. Električno osvjetljenje zatvorenih prostora

5.7.1. Osvjetljenje stanova

Potrebna osvjetljenost u pomoćnim prostorijama (hodnici, kupatilo i sl.) je 60 lx, a u ostalim prostorijama 120 lx. Ravnomjernost osvjetljenja treba da bude 0,3-0,5. Za osvjetljenje se najčešće koriste sijalice sa usijanim vlaknom.

5.7.2. Osvjetljenje učionica i kancelarija

U školama i kancelarijama je potrebna osvjetljenost 250 lx uz ravnomjernost 0,5-0,8. Najčešće se koriste fluorescentne sijalice koje treba postaviti u armature sa sjenilom koje sprečava blještanje. Za osvjetljenje table se postavlja posebna svjetiljka.

5.7.3. Osvjetljenje fabrika i radionica

Potrebna osvjetljenost u fabričkom pogonu ovisi o vrsti proizvodnje. Za grube radove, kao što su kovanje i lijevanje, dovoljna je osvjetljenost 120 lx uz ravnomjernost 0,3, dok je za bravarske radove i rad na alatnim mašinama i mašinama za obradu drveta potrebna osvjetljenost 250 lx uz ravnomjernost 0,5. Za fine radove kao što je šivanje, izrada elektronskih uređaja, montaža fine mehanike i sl. potrebna je osvjetljenost 500 lx uz ravnomjernost 0,8. Za osvjetljenje se obično koriste fluorescentne sijalice.

5.7.4. Osvjetljenje prodavnica i izloga

Unutarnjost prodavnice se osvjetljava sa 250 lx uz ravnomjernost 0,5-0,8. Posebna pažnja se mora posvetiti osvjetljenju izloga. Za osvjetljenje izloga se koristi kombinirano osvjetljenje fluorescentnim sijalicama kao opće osvjetljenje i osvjetljenje sijalicama sa užarenom niti za naglašavanje. Sijalice sa užarenom niti se postavljaju u reflektorske svjetiljke. Potrebno osvjetljenje ovisi o boji robe tako da je za svijetlu robu 100-200 lx, a za tamnu 500-1000 lx.

5.7.5. Osvjetljenje ugostiteljskih objekata

Pri izboru svjetiljki neophodno je konsultirati enterijeristu, jer se pri osvjetljenju ugostiteljskih objekata mora velika pažnja posvetiti estetskim efektima. Orijentaciono se može uzeti da je neophodna osvjetljenost 250 lx.

5.8. Električno osvjetljenje otvorenih prostora

Pri osvjetljenju otvorenih prostora kao što su parkirališta, ulice i trgovi potrebna je osvjetljenost 10-20 lx uz ravnomjernost 0,2-0,3. Za osvjetljenje se koriste živine, natrijumove i fluorescentne sijalice postavljene u odgovarajuće svjetiljke za vanjsku montažu. Živine i fluorescentne sijalice daju ugodnu bijelu svjetlost, dok natrijumove sijalice daju naranžastu svjetlost koja djeluje ne prirodno, ali se ipak mnogo koriste, jer troše nešto manje električne energije. Za osvjetljenje fasada i spomenika se obično koriste reflektori. Potreban fluks se može odrediti prema približnoj formuli:

$$\Phi_p = 300 \cdot A \text{ [lm]},$$

gdje je A [m²] površina koja se osvjetljava. Ipak, u praksi se, potreban fluks i raspored reflektora najčešće određuju eksperimentalno.

Pitanja i zadaci:

1. Objasniti prirodu svjetlosti !
2. Napisati i objasniti formulu za odnos fluksa (toka) i osvjetljenosti !
3. Šta je lumen ?
4. Šta je luks ?
5. Nabrojati električne izvore svjetlosti !
6. Koja je razlika između halogene i inkadescentne sijalice ?
7. Objasniti konstrukciju fluorescentne sijalice !
8. Koja je uloga startera i prigušnice u paljenju fluorescentne sijalice ?
9. Nacrtati sheme induktivnog, kapacitivnog, kompenziranog i duo spoja fluo sijalice !
10. Nacrtati sheme spajanja živine i natrijumove sijalice !
11. Nacrtati shemu spajanja svijetleće cijevi !
12. Zašto se sijalice smještaju u svjetiljke ?
13. Nabrojati sisteme osvjetljenja !
14. Koji je sistem osvjetljenja najekonomičniji, a koji daje najbolju ravnomjernost osvjetljenja ?
15. Nabrojati vrste svjetiljki prema načinu učvršćenja !
16. Objasniti antipanic svjetiljke !
17. Definirati ravnomjernost osvjetljenja !
18. Objasniti stroboskopski efekat i njegove štetne posljedice !

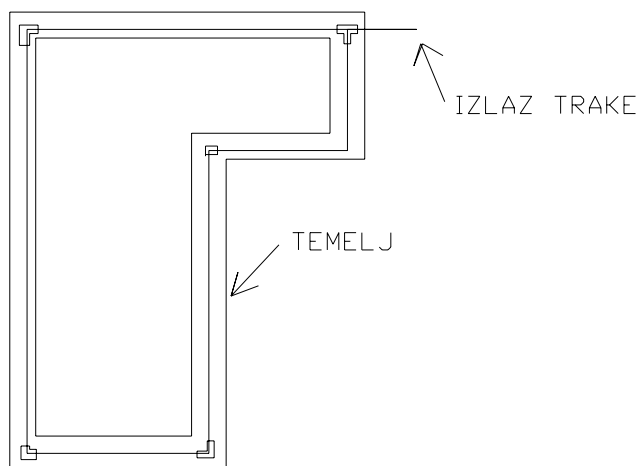
19. Čime se izbjegava pojava stroboskopskog efekta ?
20. Kako se postižu dobre sjene ?
21. Izračunati potreban broj svjetiljki za osvjetljenje prostorije površine 20 kv, ako je potrebno osvjetljenje 120 lx, a koriste se svjetiljke sa fluksom 1100 lm !
22. Objasniti postupak proračuna osvjetljenja pomoću računara !
23. Objasniti pravila osvjetljenja stanova !
24. Objasniti pravila osvjetljenja fabrika i radionica !
25. Objasniti pravila osvjetljenja prodavnica i izloga !
26. Objasniti pravila osvjetljenja ugostiteljskih objekata !
27. Objasniti pravila osvjetljenja otvorenih prostora !
28. Izračunati potreban fluks za osvjetljenje fasade površine 75 kv !

6.IZVOĐENJE ELEKTROMONTERSKIH RADOVA

6.1.Izrada uzemljenja

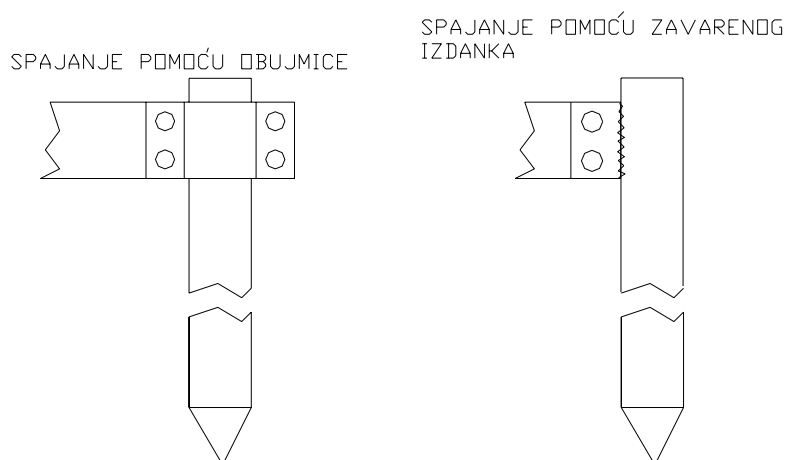
6.1.1.Izvedba uzemljenja

Uzemljivači su elementi električne instalacije koji služe za povezivanje instalacije na Zemlju koja je provodnik električne energije. Uzemljenje je potrebno iz više razloga: zaštita od udara groma, zaštita od dodirnih napona itd. Postoje dvije vrste uzemljivača: štapni i trakasti. Posebna vrsta trakastih uzemljivača su temeljni uzemljivači koji se postavljaju u temelj objekta (sl. 101).



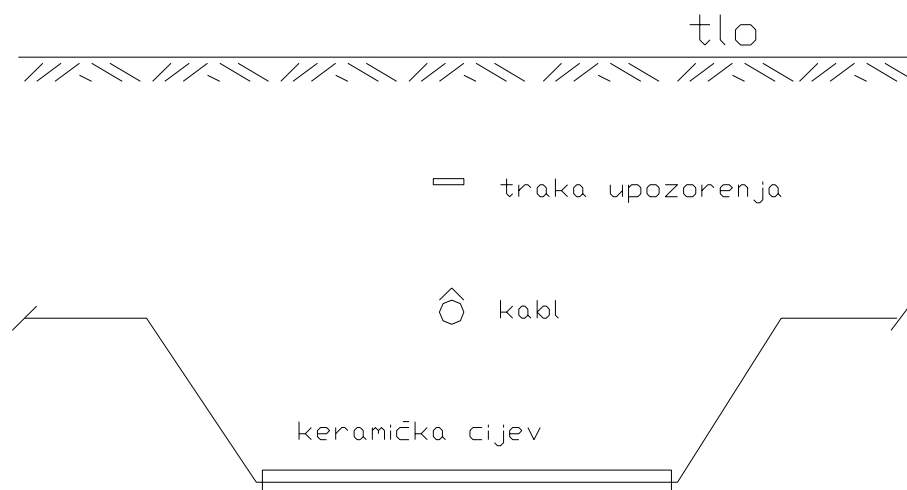
Sl. 101.

Dobro izvedeno uzemljenje je od presudne važnosti za kompletan sistem zaštite bilo da se radi o pogonskom uzemljenju, zaštitnom uzemljenju, uzemljenju gromobranske instalacije ili združenom uzemljenju. Pogonsko (radno) uzemljenje je uzemljenje dijelova koji pripadaju strujnom kolu, a zaštitno uzemljenje je uzemljenje dijelova koji ne pripadaju strujnom kolu. Združeno uzemljenje je uzemljenje koje se postiže spajanjem dva ili više raznih uzemljenja. Uzemljenjem uspostavljamo vezu između nadzemnih metalnih masa i uzemljivača položenih u tlo da struje zemljospoja, odnosno atmosferskog elektriciteta, odvedemo u Zemlju radi izjednačavanja potencijala. S obzirom na tu važnu ulogu potrebna je posebna pažnja pri izvedbi uzemljenja. Za izradu uzemljivača se upotrebljava toplopocinčano željezo. U posebno agresivnom zemljištu gdje postoji opasnost od brže korozije, iznimno se može koristiti bakar. Još bolje rješenje je upotreba nehrđajućeg čelika. Otpor uzemljenja ovisi od dobre izvedbe, veličine, rasporeda i broja uzemljivača, a prvenstveno od zemljišta, tj. od njegovog specifičnog otpora. Na slici 102 su prikazane izvedbe spajanja štapnih uzemljivača.



Sl. 102.

Spajanje trake ili žice vodiča za uzemljenje (zemljovoda) se vrši vijcima M8x18 mm. Štapovi se mogu izrađivati od punog materijala Φ 10 mm ili više, cijevi Φ 25 mm ili više te od profila (L-profil, krstasti profil itd.). Dužina štapova je minimalno 1 m, a međusobna udaljenost štapova minimalno jednaka dužini štapova. Ako se primjene štapovi kraći od 1 m dolazi do izražaja štetni uticaji zamrzavanja i sušenja tla. Dužina štapova gromobranskog uzemljenja mora biti minimalno 3 m što često izaziva probleme pri zabijanju štapova, jer štap "udara" u kamen. Da bi se olakšalo zabijanje, štap treba biti dobro zaoštren, a na vrhu štapa se zavari pločica po kojoj se udara čekićem. Uzemljenje treba po mogućnosti postaviti u blizini trajno vlažnog zemljišta, odnosno gdje se zemlja prirodnim putem kvasi. Poželjno je uzemljivač ukopati u vlažnu zemlju, koja ima mali specifični otpor. Specifični otpor zemlje zavisi od njezinog sastava i vlage. U kamenitom i šljunčanom terenu se zbog povećanja vodljivosti tla oko uzemljivača ukopava treset ili se vrši zalijevanje uzemljivača i njegove neposredne okoline rastvorom vode i gline. Najpovoljniji je rastvor 100 grama gline na 1 litar vode. Ukoliko se uzemljivač postavlja u golu stijenu oko uzemljivača se obavezno postavi sloj zemlje (gline ili treset) minimalne debljine 10 cm. Nije dozvoljeno ukopavati se oko uzemljivača, jer ona ubrzava koroziju metala. Trakasti uzemljivači se izvode od čelične pocinčane trake pravougaonog prijesjeka 25x4 mm ili od nehrđajućeg čelika istog prijesjeka. Traka se ukopava na dubinu 80 cm. Minimalna dubina ukopavanja je 50 cm, jer u suprotnom dolaze do izražaja štetni uticaji zamrzavanja i sušenja tla. Pri ukopavanju traku polažemo "na nož" da bi se izbjeglo slijeganje zemlje ispod trake. Zemlja se mora nabijati pri zatrpavanju. Udaljenost trake od zida objekta je minimalno 1 m, a od podzemnih kablova minimalno 3 m. U slučaju da se ukršta sa kablom potrebno ju je na mjestu ukrštanja ukopati 1 m ispod kabla i provući kroz keramičku ili plastičnu cijev dužine 3 m (sl.103).



Sl. 103.

Pri izradi temeljnog uzemljivača traka se ugrađuje u spoljne zidove temelja u obliku zatvorenog prstena. Traka se polaže "na nož", a sloj betona između trake i tla treba biti deo 10-20 cm. Potrebna dužina trake se određuje proračunom.

6.1.2. Povezivanje uzemljenja

Na zemljovodu mora postojati pristupačan rastavni spoj radi mjerenja otpornosti uzemljenja. Povezivanje uzemljenja na električnu instalaciju ovisi o vrsti kućnog priključka. Ako je priključak podzemni uzemljivač se u kućnom priključnom ormariću (KPO) spaja na zaštitni PE provodnik, a ako je priključak nadzemni spajanje se vrši u glavnom razvodnom ormaru (GRO) odnosno glavnoj razvodnoj tabli (GRT). Prijjesjek kabla za uzemljenje (zemljovoda) ovisi o prijesjeku faznih vodiča, a određuje se prema tabeli 10. Podzemni dio zemljovoda mora biti od bakarne pletenice prijesjeka 25 mm² ili čelične trake 25x4 mm (FeZn ili nehrđajući čelik).

Tabela 10

PRIJESJEK FAZNOG VODIČA A [mm ²]	PRIJESJEK ZEMLJOVODA A _p [mm ²]
A ≤ 16	A (minimalno 6)
16 < A ≤ 35	16
35 < A	≥ A/2

Primjer:

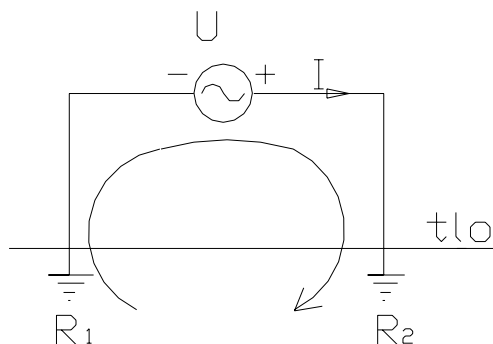
Kuća se napaja bakarnim kablom PP-Y 5x10 mm². Odrediti prijesjek zemljovoda !

Rješenje:

U ovom slučaju zemljovod mora imati prijesjek A_p = 10 mm², jer je A = 10 mm² < 16 mm².

6.1.3. Proračun uzemljivača

Može se smatrati da Zemlja ima zanemariv otpor, ali otpor uzemljivača nije zanemariv i on zavisi od dva faktora: specifičnog otpora tla i površine uzemljivača koja je u kontaktu sa tlom. Specifični otpor tla ρ ovisi o hemijskom sastavu tla, a mjeri se u Ωm. Posmatrajmo dva uzemljivača na koje je vezan izvor izmjenične struje (sl. 104).



Sl. 104.

Kroz Zemlju i uzemljivače se zatvara strujni krug i teče struja I. Jačina struje ovisi o naponu izvora U i otporima uzemljivača R₁ i R₂, a određuje se prema Omovom zakonu:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} \text{ [A].}$$

U tablici 11 je dat specifični otpor za najčešće vrste tla.

Tabela 11

VRSTA TLA	ρ [Ωm]
Ilovača i obradiva zemlja	40
Šljunkovita zemlja	3000
Kamenito tlo	10 000

Propisima je definirano da maksimalni otpor uzemljivača gromobrana smije biti 20 Ω , otpor uzemljivača odvodnika prenapona maksimalno 5 Ω dok se maksimalni dozvoljeni otpor zaštitnog uzemljenja određuje proračunom. Ukoliko se uzemljivač koristi za gromobranksku instalaciju potrebno je provjeriti udarni otpor uzemljenja koji pri specifičnom otporu tla manjem od 250 Ωm mora biti manji od 20 Ω . Udarni otpor uzemljivača je otpor koji uzemljivač pruža u trenutku udara groma. Otpor štapnog uzemljivača se računa po formuli:

$$R = \frac{\rho}{l} \text{ [\Omega]},$$

gdje je l [m] dužina štapa. Otpor trakastog uzemljivača se računa po formulama:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{l} \text{ [\Omega]} \quad \text{- za } l \leq 10 \text{ [m]} \text{ i}$$

$$R = \frac{3 \cdot \rho}{l} \text{ [\Omega]} \quad \text{- za } l > 10 \text{ [m]},$$

gdje je l [m] dužina trake uzemljivača. Otpor temeljnog uzemljivača se računa po formuli:

$$R = \frac{\rho}{\sqrt{\pi \cdot A}} = 0,564 \cdot \frac{\rho}{\sqrt{A}} \text{ [\Omega]},$$

gdje je A [m²] površina temelja. Udarni otpor uzemljivača se računa po formuli:

$$R_u = k \cdot R \text{ [\Omega]}.$$

Koeficijent k za štapne uzemljivače je $k = 1$, a za trakaste ovisi o vrsti tla i dužini trake. Ukoliko je tlo šljunkovito ili kamenito $k = 1$, a za ilovaču i obradivo tlo imamo tabelu 12.

Tabela 12

DUŽINA TRAKE [m]	k
0 - 20	2
20 - 30	3
30 - 40	4
40 - 50	5

Primjer:

Pet štapnih uzemljivača dužine 1 m je postavljeno u obradivo zemljište. Izračunati ukupan otpor uzemljivača !

Rješenje:

$$R_1 = \frac{\rho}{l} = \frac{40}{1} = 40 \text{ } [\Omega]$$

$$R = \frac{\rho_1}{n} = \frac{40}{5} = 8 \text{ } [\Omega]$$

Ukupan otpor uzemljivača je $\rho = 8 \text{ } [\Omega]$.

Primjer:

U obradivu zemlju je postavljena traka dužine 8 m. Izračunati otpor i udarni otpor !

Rješenje:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{l} = \frac{2 \cdot 40}{8} = 10 \text{ } [\Omega]$$

$$R_u = k \cdot R = 2 \cdot 10 = 20 \text{ } [\Omega].$$

Primjer:

U temelj kuće dimenzija 8x7 m je postavljen temeljni uzemljivač. Izračunati otpor uzemljivača, ako je kuća na ilovači !

Rješenje:

$$R = 0,564 \cdot \frac{\rho}{\sqrt{A}} = 0,564 \cdot \frac{40}{\sqrt{8 \cdot 7}} = 3 \text{ } [\Omega]$$

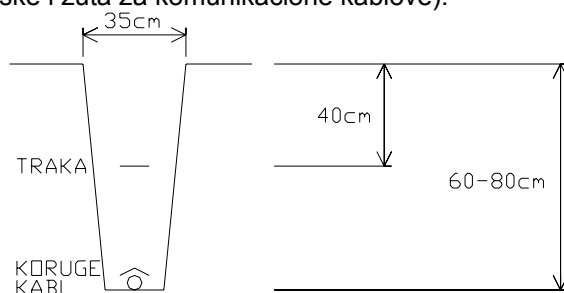
6.2.Montaža gromobranske instalacije

Montaža gromobranske instalacije se vrši prema odobrenom projektu. Često se pri izvođenju građevinskih radova odstupa od projekta, tako da je ponekad potrebno prije montaže gromobranske instalacije izvršiti doradu projekta. Najvažnije je da se provjeri ima li na krovu i zidovima objekta metalnih površina koje nisu u projektu, te da li se odvodi i mjerne kutije mogu postaviti kako je predviđeno. Prvi korak pri izradi instalacije je postavljanje nosača trake (potpora) i mjernih kutija. Mjerne kutije se postavljaju na visini 2 m od tla. Nakon što se montiraju potpore i mjerne kutije pristupa se postavljanju trake. Traka se mora postaviti po suhom vremenu i to što brže. U slučaju nevremena sa grmljavinom djelomično postavljena traka može ugroziti objekat više nego da je objekat bez gromobrana. Traka se postavlja 10 cm iznad nivoa krova i to okomito na krov – "na nož". Na zidove se traka montira podžbukno (ispod fasade) ili nadžbukno na potporama. Ukoliko se traka postavlja nadžbukno izlaz trake iz tla mora biti premazan katranom i zaštićen metalnim štitnikom izrađenim od L-profila dužine 160 cm. Metalni štitnik se montira na zid pomoću tiplova. Sva spajanja trake se vrše pocinčanim vijcima M8x18 mm uz prijeklop dužine minimalno 10 cm. Bitno je napomenuti da se na gromobransku instalaciju moraju spojiti sve metalne površine veće od 2 m² (oluci, cijevi, ventilacioni kanali itd.). Ukoliko se gromobran izrađuje od trake ili pune žice razmak između potpora na sljemenu je 1 m, po ostatku krova 1,5 m, a po zidovima 2 m. Međutim ukoliko se

koristi uže razmak između potora se smanjuje na 0,5 m duž cijele trase. Pri odabiru vrste materijala za izradu gromobrana treba voditi računa o materijalima iskorištenim za izradu objekta, jer nije dobro kombinirati raznorodne materijale. Npr. ukoliko su oluci na objektu od bakra najbolje je koristiti bakar za izradu hvataljki i odvoda, dok se u zemlju polaže traka od nehrđajućeg čelika. Spoj FeZn čelične trake i bakarne žice se ostvaruje pomoću olovnog uložka. U slučaju da direktno spojimo raznorodne materijale koji su inkompatibilni dolazi do ubrzane korozije. Pri udaru groma u objekat olovna pločica se istopi pa je treba zamijeniti. Zbog toga je bolje rješenje upotreba trake od nehrđajućeg čelika, jer tada ne moramo postavljati olovni uložak.

6.3. Podzemno polaganje kablova

Za potrebe podzemnog polaganja kablova se kopa rov dubine minimalno 60 cm, a najbolje 80 cm. Širina rova nije bitna, ali se zbog samog kopanja izrađuje rov širine oko 35 cm. Ako je tlo kamenito kopa se rov manje dubine, ali se mora osigurati kvalitetna zaštita kablova od oštećenja. Nakon što se iskopa rov prije polaganja kablova se postavlja sloj sitnog pijeska ili rastresite zemlje. Po polaganju kablova postavljaju se na kabl zaštitne plastične koruge (GAL štitnici) koje su za energetske kablove crvene, a za komunikacione kablove žute boje. Iznad kablova se postavlja sloj sitnog pijeska ili rastesite zemlje bez kamenja debljine 10 cm. Zemlju treba nabiti radi odvođenja toplote. 40 cm ispod nivoa tla se postavlja traka upozorenja (crvena za energetske i žuta za komunikacione kablove).

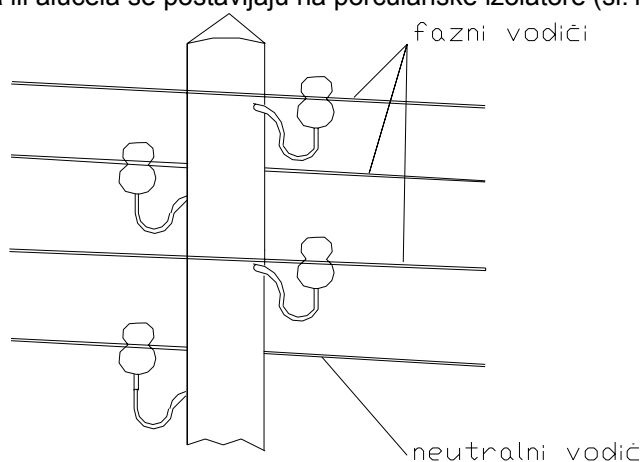


Sl. 105.

U cilju zaštite kablova preporučljivo je da se isti provuče kroz savitljivu cijev. Često se podzemni kablovi polažu u betonske cijevi ili u betonske kanale što je skupo, ali kvalitetno rješenje. Posebno su dobri betonski kanali sa poklopcima gdje se u svakom momentu lahko može pristupiti kablovima.

6.4. Postavljanje golih vodiča

Goli vodiči od bakra ili alučela se postavljaju na porculanske izolatore (sl.106).



Sl. 106.

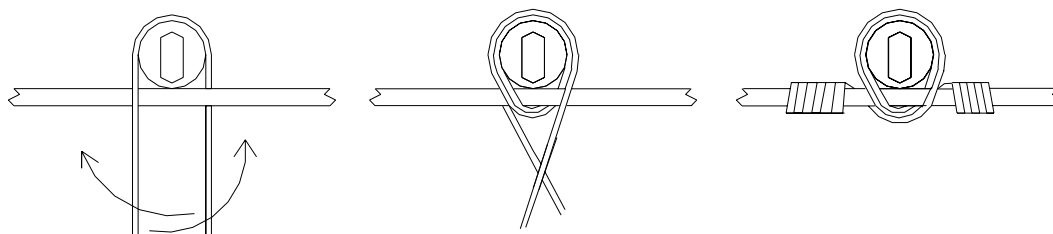
Za učvršćivanje vodiča na izolatore se koristi križni vez. Križni vez (sl.107) se izvodi po sljedećem redoslijedu radnji:

a) vezna žica se postavi simetrično oko vrata izolatora,

b) jedan kraj vezne žice se obavije oko vodiča i izolatora sa donje strane prema gore, a drugi sa gornje prema dolje,

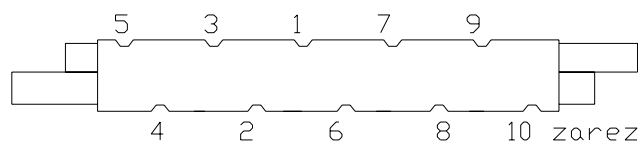
c) oba kraja vezne žice se obaviju još jednom oko vodiča i izolatora, pri čemu se križaju sa prvim povezom,

d) preostali krajevi se obaviju oko vodiča sa obje strane sa 6-8 zavoja.



Sl. 107.

Spajanje vodiča se vrši pomoću spojnika koje mogu biti: zakovične, vijčane i zarezne.



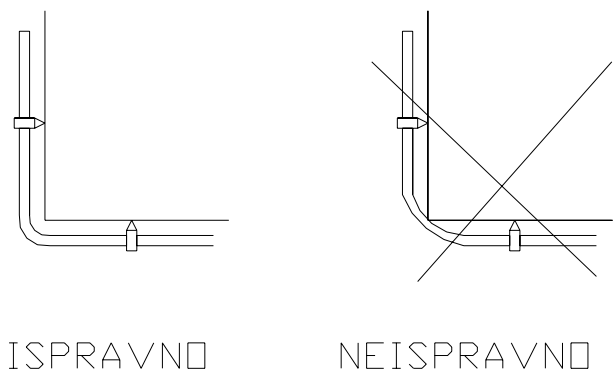
ZAREZNA SPOJNICA

Sl. 108.

Poseban oblik golih vodiča koji se koriste u električnim postrojenjima kao što su npr. trafo stanice su sabirnice. To su bakarne šine pravougaonog prijesjeka koje se postavljaju na porculanske izolatore. Na sabirnice se spajaju kablovi, transformatori itd.

6.5. Postavljanje samonosivih kablovskih snopova

Samonosivi kablovski snop (SKS) namijenjen je da zamijeni klasičnu niskonaponsku nadzemnu mrežu tamo gdje su presjeci ispod 70 mm². Ispravan način učvršćivanja SKS na fasadu zgrade je prikazan na slici 109.



Sl. 109.

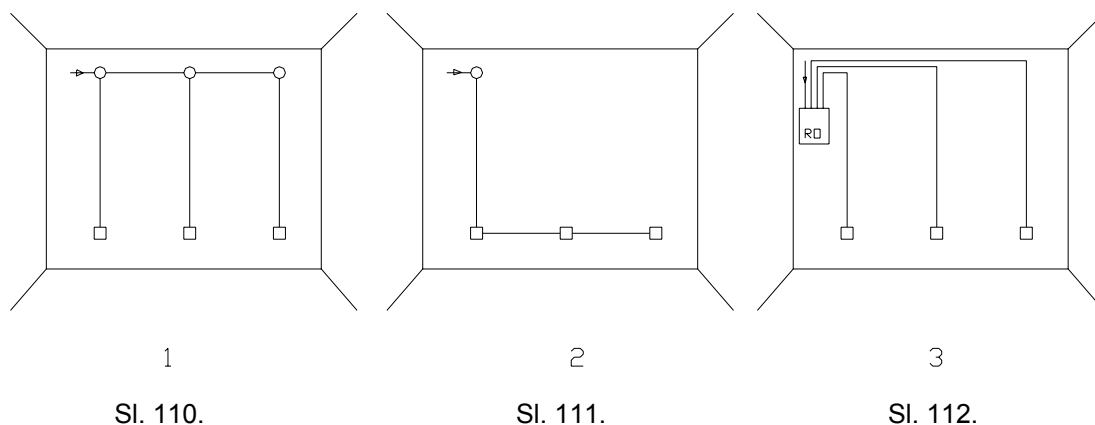
6.6. Izvedba električnih instalacija

6.6.1. Postupci izvođenja električnih instalacija

Postoje tri načina izvođenja električne instalacije:

- 1.) izvođenje pomoću razvodnih kutija (sl. 110),
- 2.) izvođenje pomoću aparatnih razvodnih kutija (sl. 111) i
- 3.) izvođenje pomoću razvodnog ormara (sl. 112).

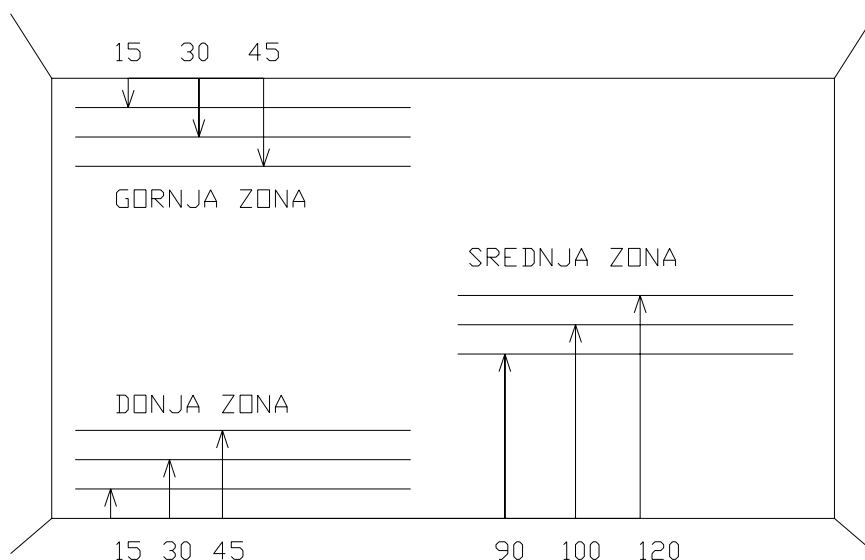
Danas se instalacije najčešće izvode pomoću razvodnih kutija. Izvođenje instalacija pomoću razvodnog ormara se često koristi u industriji. Njegova prednost je u tome što je otklanjanje kvarova na instalaciji znatno lakše.



Izvođenje instalacija pomoću aparatnih razvodnih kutija se koristi pri instaliranju kablova u zidove od rigips ploče. Za rigips postoje specijalne razvodne kutije koje se pomoću samohodnih vijaka pritežu za rigips ploče.

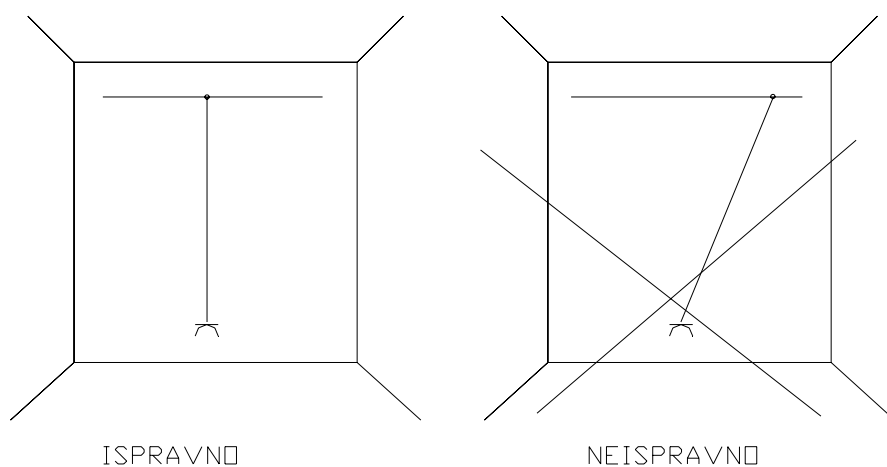
6.6.2. Podžbukno izvođenje električnih instalacija bez instalacionih cijevi

Električne instalacije se mogu izvoditi ispod maltera (žbuke) u instalacionim cijevima i bez instalacionih cijevi. Izvođenje instalacija u cijevima je skuplje i kvalitetnije pa se sve više primjenjuje. Instalacija bez instalacionih cijevi se može izvoditi kablovima PP (okrugli) i PP/R (pljosnati). Instaliranje pljosnatih kablova PP/R je jednostavnije, ali se ne smiju koristiti u vlažnim prostorijama. Kablovi se postavljaju na ciglu ili na grubi malter, a nakon što se postave preko njih se postavlja sloj maltera deobe minimalno 4 mm. Pljosnati kablovi PP/R se na zid zakivaju ekserčićima i dodatno učvršćuju gipsom, a okrugli kablovi PP se zakivaju obujmicama. Kada se gips osuši ekserčići i obujmice se vade. Razmak između dva učvršćenja je maksimalno 25 cm. Pravac postavljanja kabla se iscrtava lenjirom ili još bolje uz pomoć žice za iscrtavanje pravca. Prema propisima koji važe u Evropskoj uniji udaljenost kablova od poda i od stropa treba biti 15-45 cm, a najbolje ih je postavljati na udaljenosti 30 cm (sl.113).



Sl. 113.

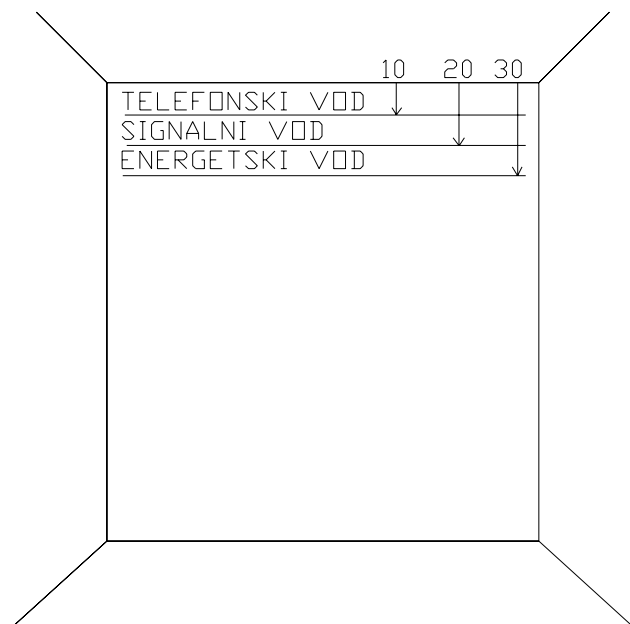
Kablovi se također postavljaju na visini 90-120 cm, a najbolje na 100 cm iznad poda. Dakle, postoje tri zone na zidu u kojima se smiju postavljati kablovi (donja, srednja i gornja). Ukoliko se vode dva kabla paralelno razmak između njih mora biti 1 cm. Udaljenost kabla od ugla, prozora ili vrata treba da je 10-30 cm, a najbolje 15 cm. Kablovi se smiju račvati samo pod pravim uglom, a nije dozvoljeno koso postavljanje kablova osim u podu i na stropu gdje je to dozvoljeno (sl. 114).



Sl. 114.

Prema našim propisima, koji su još na snazi, pri horizontalnom polaganju kablovi se vode na rastojanju od 30 cm do 110 cm od poda i 200 cm od poda do stropa, dok pri vertikalnom polaganju rastojanje od prozora i vrata treba biti najmanje 15 cm. Kablovi se smiju spajati samo u razvodnim kutijama, a treba ih, po mogućnosti, voditi 20 cm od dimnjaka. Razvodne kutije se ukopavaju u zid dlijetom ili udarnom bušilicom ili se nadžbukno učvršćuju pomoću tiplova. Ukopane kutije se dodatno učvršćuju gipsom. Spajanje provodnika u razvodnim kutijama se vrši pomoću rednih stezaljki ili pomoću spojki, a nije dozvoljeno spajanje uvrtnjem žica. Utičnice u sobama za stanovanje i kancelarijama se postavljaju na visini 30 cm od poda, a u kuhinji na visini 115 cm od poda. U kupatilu se utičnice postavljaju na visini 150 cm od poda i na minimalnoj udaljenosti od kade 60 cm. Prekidači za paljenje svjetla se postavljaju na visini 105 cm od poda. Prekidači za paljenje svjetla u kupatilu i WC se najčešće postavljaju izvan kupatila u hodniku. Prema važećim propisima vodovi slabe struje moraju biti udaljeni minimalno 10 cm od energetskih vodova premda savremni signalni vodovi imaju kvalitetnu zaštitu od smetnji koje potiču od energetskih vodova. Obično se 10 cm od stropa

postavlja telefonski vod, 20 cm od stropa signalni vod, a 30 cm od stropa energetski vod (sl. 115).

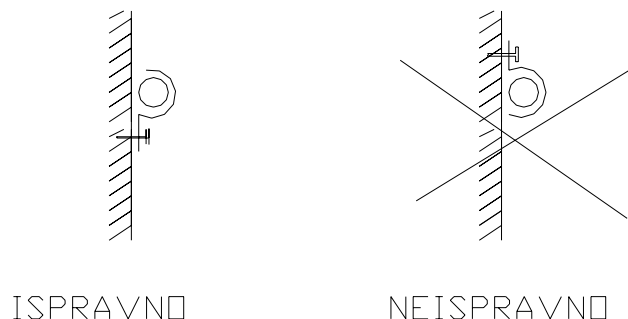


Sl. 115.

Pri postavljanju razvodnih kutija u svakoj kutiji se ostavlja oko 15 cm kabla za kasnije spajanje. Preporučuje se na svaki kraj kabla postaviti naljepnicu sa napisanim brojem strujnog kruga. Treba strogo voditi računa da se u svim prostorijama sve razvodne kutije postave na istoj visini. Ovo je neophodno iz estetskih razloga.

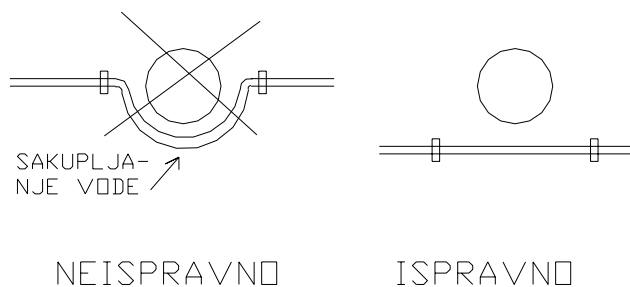
6.6.3. Podžbukno izvođenje instalacija u instalacionim cijevima

Danas se podžbukne instalacije često izvode primjenom instalacionih cijevi. Telefonski i računarski kablovi se obavezno instališu kroz cijevi. Postoje i metalne instalacione cijevi, ali se daleko najviše koriste savitljive plastične cijevi izrađene od materijala koji ne gore niti potpomažu gorenje. Metalne cijevi moraju imati unutarnji izolacioni sloj, a njihovi krajevi moraju biti zaobljeni ili moraju imati plastične zaobljene završetke. Pri izvođenju instalacija pomoću instalacionih cijevi prvo se postavljaju cijevi, a zatim se vrši malterisanje. Kada se malter osuši kroz cijevi se provlače kablovi, vrši njihovo spajanje i postavljaju se utičnice i prekidači. Kablovi se kroz cijevi provlače pomoću čeličnog užeta koje se zove predvuča. Cijevi se postavljaju na istim udaljenostima od poda, stropa, ugla, vrata i prozora, kao i kablovi. Cijevi se na zid učvršćuju pomoću objumica koje se postavljaju na svakih 25 cm (sl. 116).



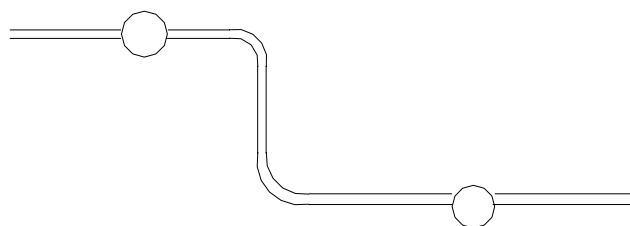
Sl. 116.

Osim objumica u suhim prostorijama se smije koristiti gips. Na svakih 6 m cijevi se mora postaviti po jedna razvodna kutija. Prilikom postavljanja cijevi treba voditi računa da se u njima ne smije sakupljati voda.



Sl. 117.

Nakon svake dvije promjene pravca postavlja se razvodna kutija.

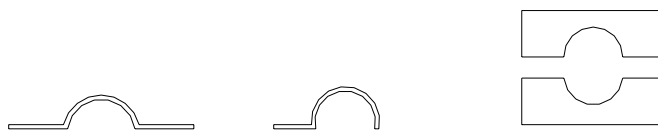


Sl. 118.

Osim u zid instalacione cijevi se mogu postavljati u pod što je ponekada veoma efikasan način izvođenja instalacija, jer se betoniranjem cijevi u pod izbjegava mukotrpan posao instaliranja cijevi u zid.

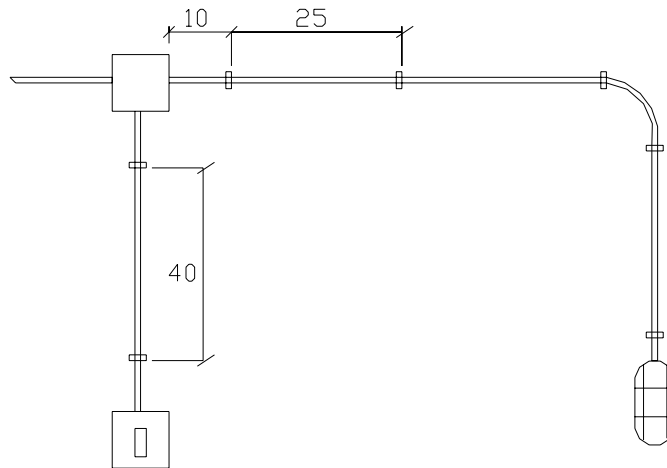
6.6.4. Nadžbukno izvođenje električnih instalacija

U poređenju sa podžbuknim, nadžbukne instalacije se izvode brže i lakše, ali imaju i svoje nedostatke. Prije svega one su skuplje, a u pojedinim slučajevima nisu primjenjive iz estetskih razloga. Električne instalacije u drvenim objektima se najčešće izvode kao nadžbukne. Pri nadžbuknom izvođenju električnih instalacija vodovi se na zid pričvršćuju pomoću objumica. Objumice se na zid postavljaju: učvršćivanjem pomoću tiplova i vijaka, lijepljenjem i zakivanjem ekserima vodeći računa da minimalna udaljenost zida i kabla bude 5 mm. Za instaliranje kablova na metalne konstrukcije se koristi posebna objumica napravljena od metalne trake obložene plastikom. Ova objumica se siječe na trake potrebne dužine kojima se kablovi učvršćuju na metalne nosače. Na slici 119 su prikazane objumice za učvršćivanje kablova na zid.



Sl. 119.

Objumice se moraju postavljati na minimalnoj udaljenosti 25 cm horizontalno i svakih 40 cm vertikalno. Najveća dozvoljena udaljenost objumice od razvodne kutije je 10 cm.

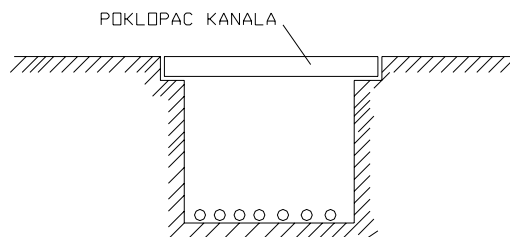


Sl. 120.

Koljeno kabla ima dimenzije 15x15 cm. Ulaz kabla u razvodnu kutiju mora biti zaptiven gumenom kablovskom uvodnicom ili elektrokritom. Od poda do visine 2 m kablovi moraju biti dodatno zaštićeni od mehaničkih oštećenja. U industriji se često kompletna trasa kabla štiti od oštećenja uvlačenjem kabla u metalne cijevi. Krajevi cijevi moraju biti zaobljeni ili se postavljaju plastični zaobljeni završeci. Ukoliko metalne cijevi nemaju unutarnji izolacioni sloj tada obavezno moraju biti uzemljene, odnosno mora se postići izjednačenje potencijala. Industrijski objekti su obično građeni od metala tako da se izjednačenje potencijala postiže upotrebom metalnih obujmica kojima se instalacione cijevi učvršćuju na metalnu konstrukciju objekta. Kablovi, utičnice i prekidači se postavljaju na istim udaljenostima od poda, stropa, ugla, vrata i prozora, kao i kod podžbuknog izvođenja instalacija. Na mjestima gdje postoji opasnost od oštećenja kabla isti se uvlače u fleksibilne ili krute metalne cijevi. Najmanji dozvoljeni razmak između električnog kabla i drugih instalacija je 30 mm. Ako se u blizini kabla nalaze instalacije grijanja, dimnjak ili drugi izvori toplote kabl se mora izolovati od njih toplotnom izolacijom ili instalirati na dovoljnu udaljenost od njih.

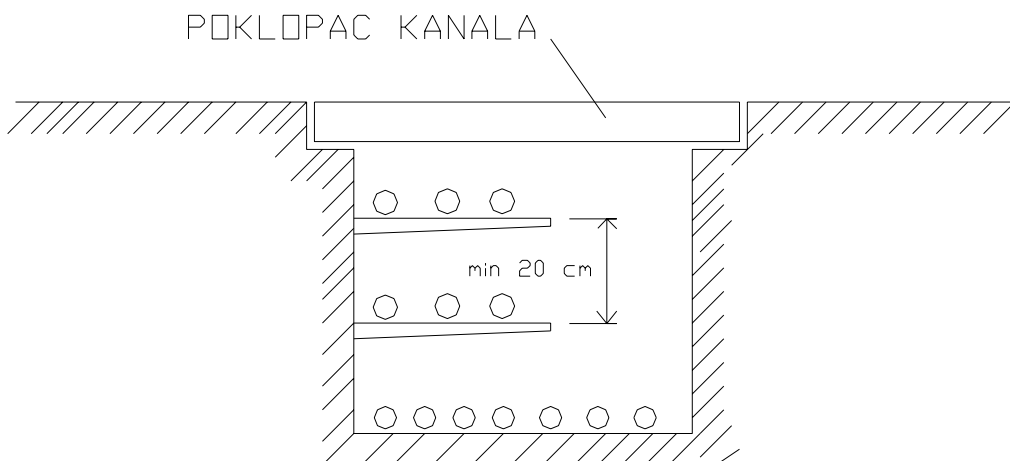
6.6.5. Instalacija u betonskim kanalima

U industrijskim pogonima u kojima se ne vrši česta izmjena pozicija mašina u velikoj mjeri se vrši instaliranje kablova u podnim betonskim kanalima. Širina i dubina kanala je 30-100 cm. Način postavljanja kablova je prikazan na slici 121. Treba izbjegavati instaliranje kablova u isti kanal sa drugim neelektričnim instalacijama, a ako se to ne može izbjeći potrebno je poduzeti mjere da se izbjegnu štetni uticaji jednih instalacija na druge.



Sl. 121.

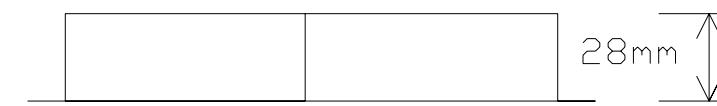
Poklopac kanala se izrađuje od betona, željeza ili drveta. Često se unutar kanala postavlja noseća konstrukcija za kablove, kao što je prikazano na slici 122.



Sl. 122.

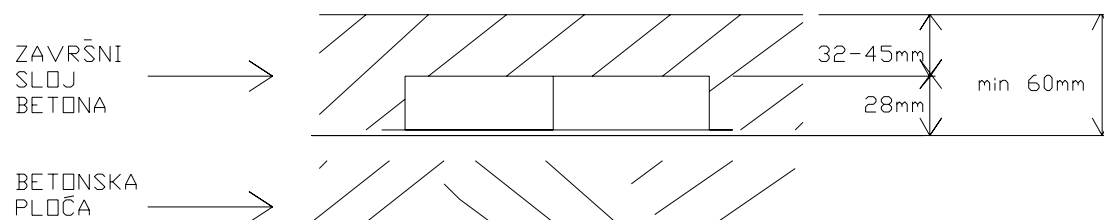
6.6.6. Instalacija u metalnim kanalima

U velikim radnim prostorijama bez pregradnih zidova kao što su npr. robne kuće, laboratorije, projektni birovi itd. gotovo jedini prihvatljiv način izvođenja električne instalacije jeste instalisanje u metalnim podnim kanalima. Kanali se proizvode kao jednodijelni i višedijelni, međutim, daleko najširu primjenu ima dvodijelni kanal prikazan na slici 123.



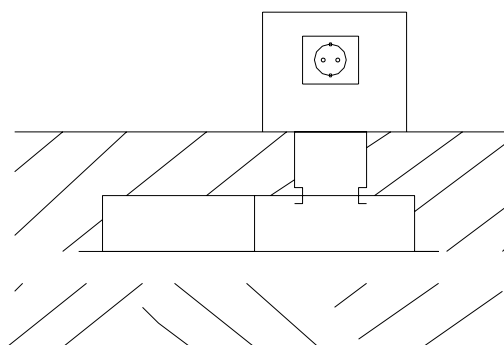
Sl. 123.

Kanali se proizvode sa visinom 28 mm i dužinom 2 m, a postoji više standardnih širina kanala. Način postavljanja kanala u pod je prikazan na slici 124.



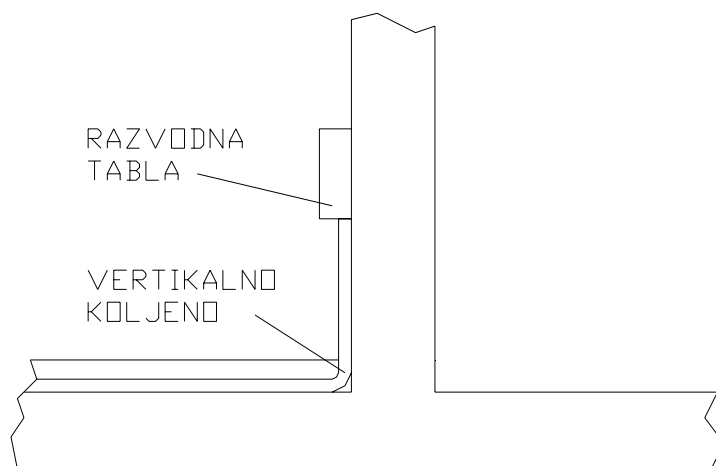
Sl. 124.

Podne utičnice se priključuju preko kanalnog izvoda (sl.125).



Sl. 125.

Razvodna tabla se priključuje preko vertikalnog koljena (sl. 126).

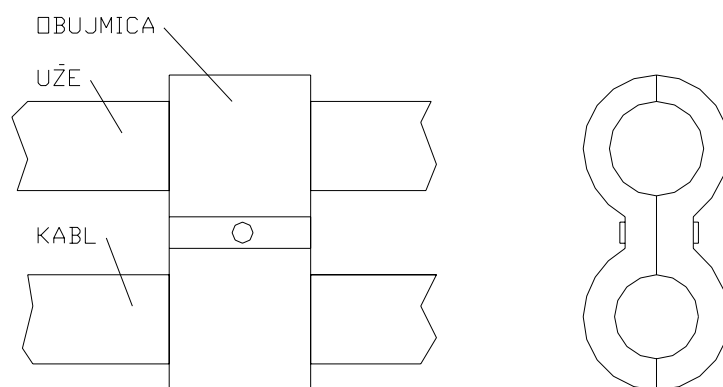


Sl. 126.

S obzirom da su kablovski kanali izrađeni od željeza u jednu polovinu kanala možemo postaviti telekomunikacione, a u drugu energetske kablove bez straha da će energetske kablove izazivati smetnje. Metalni kanali se postavljaju na betonsku ploču. Prije njihovog postavljanja potrebno je prema projektu vrlo pažljivo iscrtati mjesto postavljanja kanala. Nakon što se kanali namontiraju vrši se njihovo zalijevanje slojem betona debljine minimalno 60 mm. Nakon što se beton osuši vrši se uvlačenje kablova.

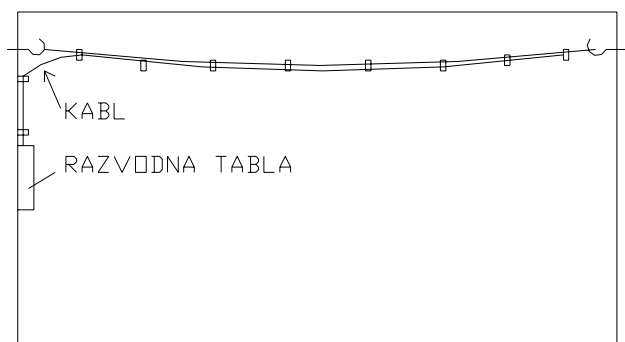
6.6.7. Vodovi na nosivom užetu

U industrijskim pogonima se ponekad vodovi za električnu rasvjetu i za priključnice postavljaju na nosivo užje. Kabl se učvršćuje na čelično užje pomoću objumica koje se postavljaju na svakih 25 cm (sl. 127).



Sl. 127.

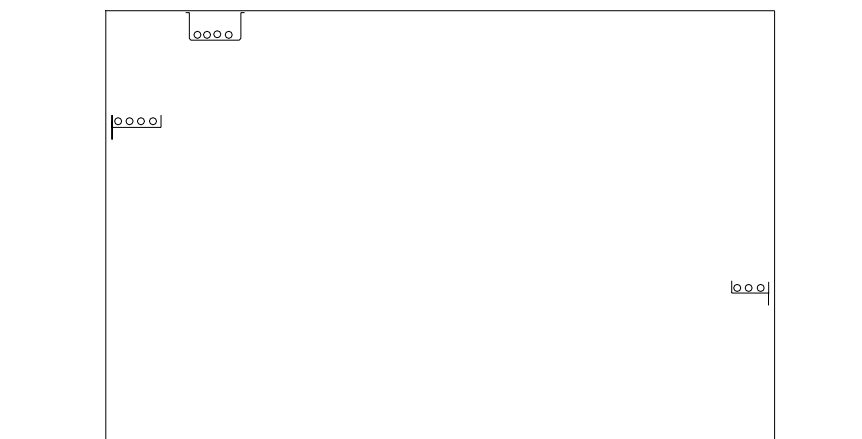
Nosivo užje se pomoću kuka zateže između zidova prostorije (sl.128).



Sl. 128.

6.6.8. Vodovi na nosećoj konstrukciji

Vrlo čest i veoma pogodan način izvođenja električnih instalacija u industrijskim pogonima jeste postavljanje vodova na nosećoj konstrukciji kao što je prikazano na slici 129.

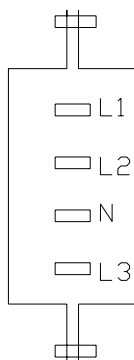


Sl. 129.

Noseća konstrukcija se montira na zidove ili stropove pomoću tiplova, a zatim se polažu kablovi. Noseća konstrukcija se često naziva kablovski regal (polica). Noseće konstrukcije koje su izrađene od metala bez izolacione presvlake moraju biti uzemljene.

6.6.9. Sabirnički razvod

Kod sabirničkog razvoda napajanje električnom energijom se ne vrši kablovima već preko bakarnih šina (sibirnica), koje su postavljene u metalnim kutijama standardne dužine 3m. Bakarne šine su postavljene na izolacione nosače, a njihov raspored unutar kutije je prikazan na slici 130.



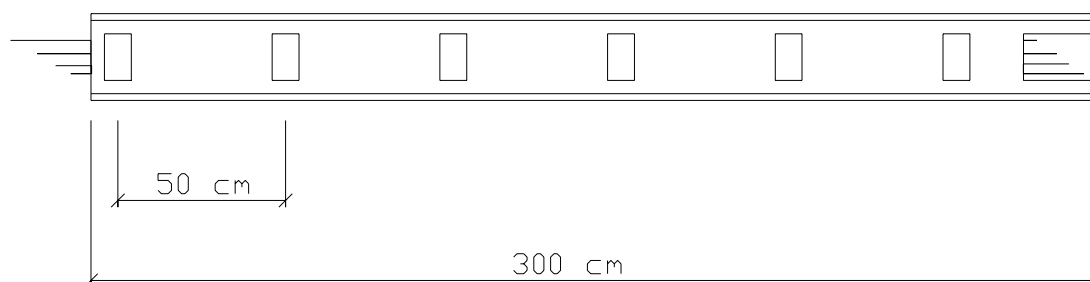
Sl. 130.

Limena kutija se koristi kao zaštitni PE vodič. Postoje četiri vrste sabirničkog razvoda:

- 1.) osnovni (ventilacioni) razvod,
- 2.) motorni razvod,
- 3.) rasvjetni razvod i
- 4.) dizalični razvod.

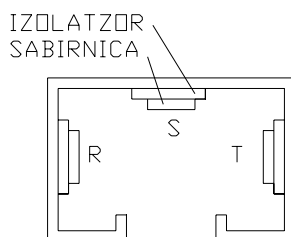
Osnovni razvod se zove ventilacioni, jer je njegova kutija izrađena od izbušenog lima radi boljeg odvođenja toplote sa sabirnica koje se zagrijavaju usljed proticanja jakih struja. Osnovni razvod se koristi na svim mjestima gdje se prenosi velika količina energije na niskom naponu. Standardno se izrađuje za struje: 800 A, 1350 A, 2000 A, 2500 A i 3000 A. Motorni

razvod ima daleko najveću primjenu. Koristi se za napajanje u industrijskim pogonima gdje se češće mijenja raspored mašina. Ne može se koristiti u vlažnim pogonima i u hemijskoj industriji. Na metalnim kutijama, koje su standardne dužine 3 m, na svakih pola metra je napravljen otvor za montažu priključne kutije.



Sl. 131.

Priključna kutija ima ugrađene osigurače za zaštitu od kratkog spoja. Kada se vrata priključne kutije otvore prekine se strujni krug. Motorni razvod se izrađuje za struje 150 A, 250 A, 350 A i 700 A. Motorni razvod se pričvršćuje na strop ili na zid pomoću nosača. Pored standardnog pravog dijela postoje još ugaoni element, T-element i element za uvođenje kablova. Rasvjetni razvod se koristi kada je potrebno napajati svjetiljke velike snage koje se moraju pomjerati. Koristi se uglavnom u velikim industrijskim pogonima. Izrađuje se za struje 25 A i 50 A. Dizalični razvod se koristi za napajanje pokretnih potrošača, kao što su dizalice i sl. Prijesak kutije dizaličnog razvoda je prikazan na slici 132.



Sl. 132.

Unutar kutije se postavlja oduzimač struje pomoću koga se napaja dizalica. Oduzimač ima točkice na kojima se kreće unutar kutije, a na sabirnice naliježu grafitni klizači.

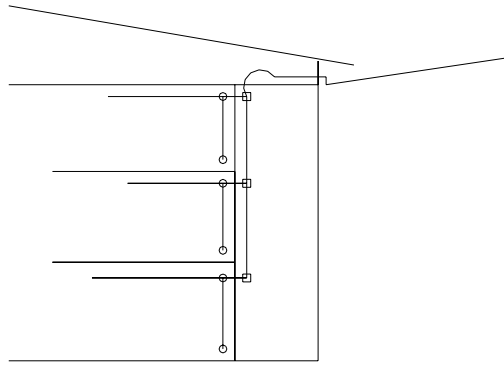
6.6.10. Instalisanje u kablovskim kanalicama

Veoma dobar način instalisanja kako pri gradnji novih objekata tako i pri proširenju instalacije jeste upotreba kablovskih kanalica (parapetnih kanala). Kablovske kanalice se učvršćuju na zid pomoću tiplova i vijaka. Nakon što se u kanalicu postavi kabl ista se zatvara poklopcem. Na pojedine vrste kanalica se mogu montirati utičnice. Standardne dimenzije PVC kanala u milimetrima su 20x15, 20x20, 30x20, 30x30, 30x40, 40x40, 50x35, 50x50 i 50x80. Dakako, proizvode se i kanali većih dimenzija koje nisu standardizovane. Također imamo kanalice sa pregradama tako da se u jednoj pregradi instaliraju signalni, a u drugoj energetske kablovi. U isti kanal se ne smiju instalirati kablovi visokog i niskog napona. Bitno je napomenuti da se kanalice ne smiju instalirati podžbukno.

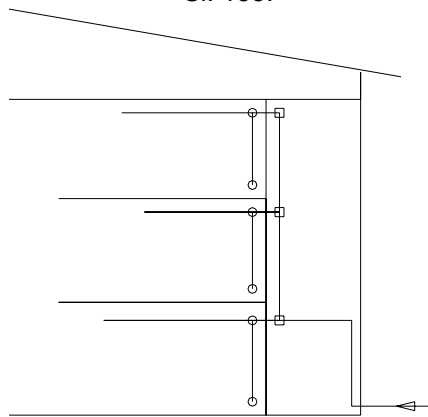
6.7. Izvođenje telekomunikacionih instalacija

Od telekomunikacionih instalacija najčešće se instaliraju instalacije telefona, mreže računara i radio i TV antene. Telefonska instalacija se uvodi u zgradu:

- nadzemnom mrežom (sl. 133) i
- podzemnom mrežom (sl. 134).



SI. 133.



SI. 134.

Za izvođenje telefonskih instalacija se upotrebljavaju cijevi i pribor kako slijedi:

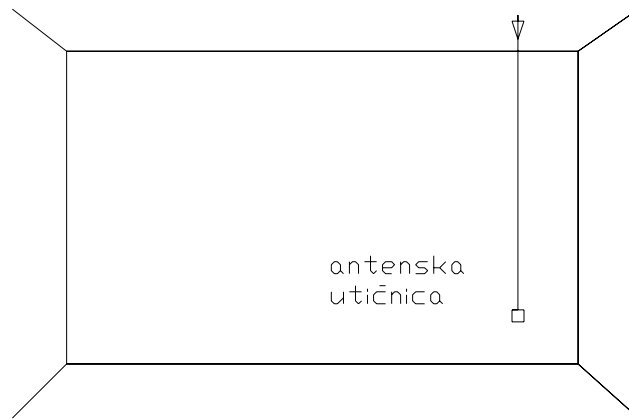
- za telefonsku instalaciju se koriste samo izolacione cijevi;
- usponski vodovi se izrađuju Φ 29 mm za koje je potreban otvor u zidu 60x60 mm;
- za razvod na pojedinim spratovima se upotrebljavaju cijevi Φ 23 mm sa otvorom u zidu 40x40 mm;
- za razvod do pojedinog aparata se koriste cijevi Φ 16 mm sa otvorom na zidu 30x30 mm.

Preporučuju se prječnici provodnika u ovisnosti o dužini linije dati u tabeli 13.

Tabela 13

DUŽINA LINIJE	do 150 m	150-270 m	270-625 m	625-900 m
PREPORUČENI PRIJEČNIK PROVODNIKA [mm]	0,6	0,8	1,2	1,4

Grananje instalacije se vrši u razvodnim ormarićima (telefonskim razdjelnicima) i razvodnim kutijama. Najčešće se za svaki sprat postavi po jedan razdjelnik. Izvedba antenske instalacije je prikazana na slici (sl. 135).



Sl. 135.

6.8. Izvođenje signalnih instalacija

Postoje signalne instalacije za: stambene objekte, hotele i bolnice. U stambenim objektima se od signalnih uređaja uglavnom koristi električno zvonce. Postoje zvonca koja se napajaju naponom 220 V i zvonca na niski napon (3-8 V). Niski napon se dobiva pomoću transformatora koji se ugrađuje na glavnoj razvodnoj tabli (GRT). U bolnicama se koristi zvonce za pozivanje medicinske sestre. U sobi dežurne sestre se nalazi zvonce i signalna tabla na kojoj se u slučaju poziva pali sijalica tako da sestra može znati iz koje sobe je upućen poziv. U hotelima imamo tri sistema pozivanja: dozivanje sobarice, dozivanje konobara i dozivanje nosača. U kupatilima, iznad kade, ugrađuje se potezni prekidač za poziv u pomoć (SOS prekidač).

6.9. Izvođenje električnih instalacija na mjestima ugroženim eksplozivnim smjesama

Mjesta ugrožena eksplozivnim smjesama su npr. benzinske pumpe, farbaonice, rudnici, magacini zapaljivih tekućina itd. Električne instalacije na ovim mjestima se izvode, u principu, na isti način kao i drugdje, ali se za izvođenje radova smije koristiti materijal i oprema posebno izrađena za ove prostore. Ova oprema prema IEC standardu nosi oznaku „Ex”. Kod nas je još u upotrebi i stara oznaka JUS standarda „S” (sigurnost). Kablovi koji se instališu na mjestima ugroženim eksplozivnim smjesama ili se uvode u takve prostore imaju plašt obojen svijetloplavo. Pri izvođenju radova električari moraju posebnu pažnju posvetiti ovim kablovima da ih ne bi spojili pogrešno ili oštetili. Radove na električnim instalacijama mjesta ugroženih eksplozivnim smjesama smiju izvoditi samo posebno obučeni električari sa položenim stručnim ispitom.

6.10. Ispitivanje ispravnosti električnih instalacija

Prema važećim propisima potrebno je verificirati električnu instalaciju prijedgledom i izvršiti ispitivanja. Prijedgledom se provjerava:

- 1.) zaštite od električnog udara, uključujući mjerenje razmaka kod zaštite zaprekama ili kućištima, pregradama ili postavljanjem opreme izvan dohvata ruke;
- 2.) zaštitnih mjera od širenja vatre i od toplinskih utjecaja vodiča prema trajno dopuštenim vrijednostima struje i dopuštenom padu napona (ako nije izvršena revizija projekta);
- 3.) izbora i podešenosti zaštitnih uređaja i uređaja za nadzor;
- 4.) ispravnosti postavljanja odgovarajućih sklopnih uređaja u pogledu razdjelnog (rastavnog) razmaka;
- 5.) izbora opreme i zaštitnih mjera prema vanjskim utjecajima;
- 6.) raspoznavanja neutralnog i zaštitnog vodiča;
- 7.) postojanja shema, pločica s upozorenjima ili sličnih informacija;
- 8.) raspoznavanja strujnih krugova, osigurača, sklopki, stezaljki i druge opreme;
- 9.) spajanja vodiča;
- 10.) pristupačnosti i raspoloživosti prostora za rad i održavanje.

Ispitivanja se moraju izvesti ovim redoslijedom:

- 1.)neprekidnost zaštitnog vodiča te glavnog i dodatnog vodiča za izjednačavanje potencijala;
- 2.)izolacijski otpor električne instalacije;
- 3.)zaštita električnim odvajanjem strujnih krugova;
- 4.)otpor poda i zidova;
- 5.)funkcionalnost.

6.10.1.Prijegled instalacije u toku radova

U toku radova (dok zidovi još nisu omalterisani ili sl.) se vrši:

- 1.)prijegled vrste i kvaliteta postavljenih kablova;
- 2.)provjera postavljanja kablova pod pravim uglom i na pravilnim udaljenostima od stropa, poda, uglova, prozora i vrata;
- 3.)provjera postavljanja kablova u skladu sa projektom.

6.10.2.Ispitivanje rasvjete

Pri ispitivanju rasvjete potrebno je uraditi sljedeće:

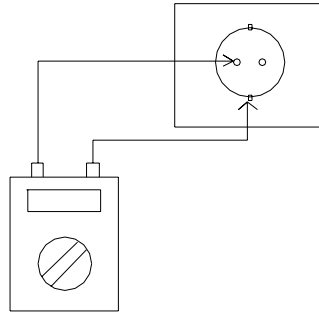
- 1.)provjeriti da li su postavljena sva rasvjetna tijela i sklopke prema projektu, vodeći računa o propisanom nivou zaštite od vanjskih uticaja;
- 2.)ispitati funkciju sklopki i svjetiljki;
- 3.)visinu postavljanja sklopki (105 cm);
- 4.)provjeriti da li su na sklopke dovedeni fazni vodiči (sklopke moraju dovesti rasvjetna tijela u beznaponsko stanje);
- 5.)izmjeriti osvjetljenost i provjeriti da li ispunjava zahtjeve projekta;
- 6.)provjeriti rad antipanic svjetiljki isključivanjem napajanja.

6.10.3.Ispitivanje utičnica

Pri ispitivanju utičnica potrebno je uraditi sljedeće:

- 1.)provjeriti da li su sve utičnice postavljene prema projektu;
- 2.)provjeriti da li su utičnice na propisnoj visini od poda (30 cm, 115 cm, 150 cm) i da li imaju propisan nivo zaštite od vanjskih uticaja, a u kupatilu da li su utičnice minimalno 60 cm udaljene od kade;
- 3.)provjeriti da li je zaštitni PE vodič spojen na zaštitne kontakte;
- 4.)provjeriti prijesjek kabla kojim je utičnica napojena i boje vodiča;
- 5.)izmjeriti otpor petlje kvara utičnice;
- 6.)izmjeriti napon.

Otpor petlje kvara utičnice se mjeri metodom poznatog predotpora posebnim instrumentom – test metrom (testerom) koji se spaja između faze i zaštitnog kontakta utičnice (sl. 136).



Sl. 136.

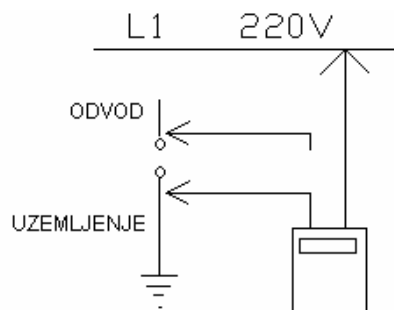
Tester mora biti atestiran.

6.10.4. Ispitivanje gromobranske instalacije

Pri ispitivanju gromobranske instalacije je potrebno:

- 1.) provjeriti da li je instalacija izvedena po projektu;
- 2.) izmjeriti otpor uzemljenja na svim mjernim spojevima;
- 3.) mjerenjem provjeriti da li su svi odvodi spojeni na hvataljke;
- 4.) provjeriti da li su na gromobransku instalaciju spojene sve metalne površine veće od 2 m² (oluci, cijevi, ventilacioni kanali itd.).

Otpor uzemljenja se mjeri na mjernom rastavnom spoju. Prije mjerenja uzemljenje se na mjernom rastavnom spoju otpoји od odvoda. Nakon toga se test metrom vrši mjerenje otpora. Test metar se spaja između faze i uzemljenja (sl. 137).



Sl. 137.

Osim mjerenja otpora uzemljenja uzemljivača provjerava se otpor uzemljenja odvoda čime se provjeri kvalitet spoja odvoda na gromobransku instalaciju. Dakle, na svakom spoju vršimo dva mjerenja.

6.10.5. Ispitivanje razvodne table (razvodnog ormara)

Pri ispitivanju razvodne table (ormara) treba provjeriti:

- 1.) da li su označeni strujni krugovi i elementi;
- 2.) da li je tabla (ormar) izvedena prema projektu;
- 3.) megerom izmjeriti otpor izolacije;
- 4.) provjeriti da li su postavljeni glavni (tarifni) osigurači;
- 5.) ukoliko je tabla (ormar) od metala izmjeriti otpor uzemljenja uključivo i otpor uzemljenja vrata;

- 6.)provjeriti vazdušne razmake neizolovanih dijelova pod naponom;
- 7.)provjeriti da li je postavljena pločica opisana u poglavlju 4.2.1.2.;
- 7.)provjeriti da li je postavljena jednopolna shema.

6.10.6.Provjera radova u kupatilu

Pri provjeri radova u kupatilu potrebno je provjeriti:

- 1.)da li su instalacione sklopke postavljene izvan kupatila;
- 2.)da li su utičnice na visini minimalno 150 cm i na udaljenosti minimalano 60 cm od kade;
- 3.)izmjeriti otpor uzemljenja svih vodljivih predmeta;
- 4.)provjeriti mjerenjem kvalitet izjednačenja potencijala svih vodljivih predmeta.

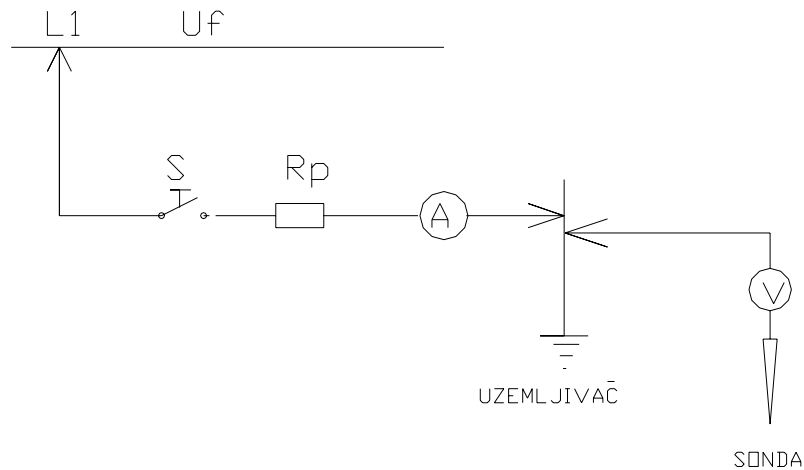
6.10.7.Ispitivanje instalacija slabe struje

Potrebno je provjeriti:

- 1.)izvedenost po projektu;
- 2.)funkcionalnost.

6.10.8.Mjerenje otpora uzemljenja

Postoji više metoda mjerenja otpora uzemljenja, a najviše se koristi U-I metoda i metoda mjerenja pada napona. Na slici 138 je prikazano mjerenje U-I metodom.

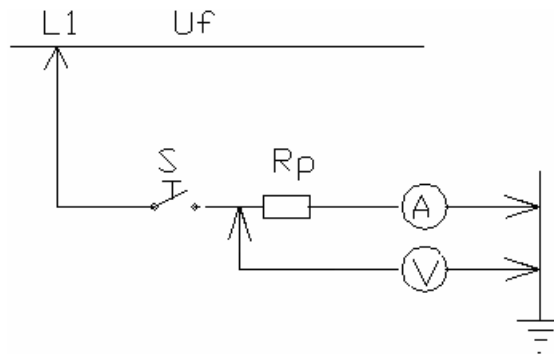


SI. 138.

Sa utičnice se preko predotpora i ampermetra dovede napon na uzemljivač. Na udaljenosti većoj od 20 m se zabode sonda (metalni štap) u tlo i preko voltmetra spoji na uzemljivač. Otpor uzemljenja se nakon očitavanja instrumenata izračunava pomoću Omovog zakona:

$$R_z = \frac{U}{I} \quad [\Omega].$$

Metoda mjerenja pada napona je prikazana na slici 139.



Sl. 139.

Mjerenje se izvodi tako što nakratko pritisnemo taster S i u tom trenutku očitamo struju I na ampermetru te pad napona U_p na predotporu R_p . Otpor ampermetra je zanemariv. Prethodno smo izmjerili fazni napon. Otpornost uzemljivača se određuje po formuli:

$$R_z = \frac{U_f - U_p}{I} \quad [\Omega]$$

Npr. ako je napon mreže $U_f = 223 \text{ V}$, pad napona $U_p = 96 \text{ V}$ i struju $I = 9,6 \text{ A}$ imamo otpor uzemljivača:

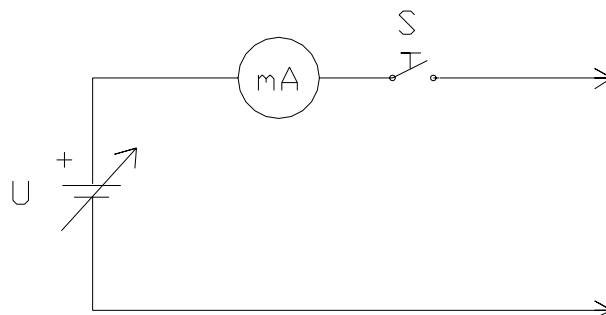
$$R_z = \frac{U_f - U_p}{I} = \frac{223 - 96}{9,6} = 13,2 \quad [\Omega]$$

Savremeni instrumenti za ispitivanje električnih instalacija (test metri) pomoću mikroprocesora sami izračunavaju otpor uzemljenja i ispišu rezultat mjerenja na displeju. Glavna prednost ove metode je izbjegavanje zabadanja sonde čime se znatno ubrzava proces mjerenja.

Opisana dva postupka mjerenja koriste mrežni napon. Moramo biti sigurni da je mreža dovoljno kvalitetna kako bi unutarnji otpor mreže mogli smatrati zanemarivim. Kvalitet mreže možemo provjeriti tako što ćemo na istu priključiti jak potrošač npr. grijalicu snage 2 kW. Nakon uključenja napon mreže ne smije pasti ispod 215 V. Na terenu često nemamo na raspolaganju mrežni napon ili je mreža preslaba. U tom slučaju koristimo baterijski napajan elektronski izvor čiji jedan pol moramo uzemljiti pomoću sonde koja je udaljena minimalno 20 m od uzemljivača i od mjerne sonde. Pri samom mjerenju treba poduzeti mjere da se izbjegne štetan uticaj lutajućih struja.

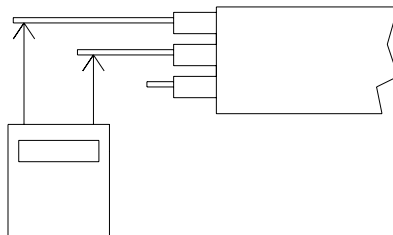
6.10.9. Mjerenje otpora izolacije kablova

Mjerenje otpora izolacije kablova se vrši megaohmetrom (megerom). Mjerenje se vrši prije spajanja opreme, jer visoki napon sa megera može oštetiti istu. Shema megera je data na slici 140.



Sl. 140.

Izvor promjenljivog napona U se pri mjerenju otpora izolacije kabla podesi na 500 V. Instrument se spoji prema slici 141.



Sl. 141.

Nakon spajanja se pritisne tipkalo S i očita struja. Otpor izolacije se računa po Omovom zakonu:

$$R = \frac{U}{I} \quad [M\Omega].$$

Otpor izolacije kabla mora biti minimalno 0,5 [MΩ]. Savremeni megeri imaju skalu izbaždarenu u megaomima tako da nije potrebno računati. Meger je sastavni dio test metra. Pri ispitivanju kabla potrebno je izmjeriti otpor između svake dvije žile („svaka sa svakom”) što znači da je, ako ispitujemo petožilni kabl, potrebno izvršiti ukupno deset mjerenja.

6.11. Otklanjanje kvarova na električnim instalacijama

Najčešća dva kvara na instalaciji su priekid kabla i kratak spoj na kablju. Oba kvara nastaju usljed preopterećenja. Zbog preopterećenja može doći do pregaranja jedne od žica kabla, dakle do prijekida ili se žice pregriju, istope izolaciju i dođe do njihovog kratkog spoja. Tinjalica (ispitivač) i voltmetar služe za otkrivanje lokacije prijekida kabla. Počev od glavne razvodne table se prati prisutnost napona na kablju i tako određuje mjesto kvara. Mjerenja se vrše na razvodnim kutijama. Ommetar se koristi za određivanje mjesta kratkog spoja na kablju. Kratak spoj na kablju se manifestira pregorijevanjem osigurača. Zujalica i signal traser (pipalica) se koriste za određivanje mjesta prijekida kabla u slučaju da nemamo napajanje električnom energijom. Zujalica koja ima baterijsko napajanje se spoji na početak kabla, npr. kod glavne razvodne table, a pipalicom se prati tok signala kroz kabl i time određuje mjesto prijekida kabla. Kao pipalica se mogu iskoristiti obične slušalice, a kao zujalica se koristi astabilni multivibrator. U nedostatku zujalice i signal trasera možemo se poslužiti običnom baterijom od 4,5 V kao generatorom i minijaturnom sijalicom za napon od 3 V kao signal traserom.

Pitanja i zadaci:

1. Nabrojati vrste uzemljivača !
2. Od čega se izrađuju uzemljivači ?
3. Na koju dubinu se ukopava trakasti uzemljivač ?
4. Objasniti izvođenje ukrštanja kabla i trake uzemljivača !
5. Izračunati otpor štapnog uzemljivača sa tri štapa dužine po 1 m, ako je otpor tla 40 Ωm !
6. Izračunati otpor trakastog uzemljivača, ako je traka dužine 100 m ukopana u zemljište sa otporom 3000 Ωm !
7. Izračunati otpor temeljnog uzemljivača, ako je površina temelja 70 kvm, a otpor tla 40 Ωm !
8. Šta je udarni otpor uzemljivača ?
9. Objasniti postupak montaže gromobrana !
10. Objasniti postupak podzemnog polaganja kablova !
11. Koja su razlike u postupku polaganja energetskih i telekomunikacionih kablova !
12. Na šta se postavljaju goli vodiči !
13. Nabrojati postupke izvođenja električnih instalacija prema načinu spajanja !
14. Koliki sloj maltera mora biti iznad kabla ?
15. Kako se na zid pričvršćuju kablovi PP-Y, a kako PP/R ?

16. Kolike trebaju biti udaljenosti kabla od poda, stropa, vrata, prozora i ugla prostorije ?
17. Na kojoj visini se postavljaju utičnice u kupatilu, kuhinji i sobama ?
18. Na kojoj minimalnoj udaljenosti od kade se postavlja utičnica ?
19. Na kojoj visini se postavljaju prekidači za paljenje rasvjete ?
20. Na kojoj udaljenosti od stropa se postavlja telefonski, na kojoj signalni, a na kojoj energetski vod ?
21. Šta se stavlja na kraj kabla ?
22. Šta je predvuča ?
23. Na koliko metara instalacione cijevi se postavlja razvodna kutija ?
24. Koje su prednosti i nedostaci nadžbuknih instalacija u poređenju sa podžbuknim ?
25. Kolika je maksimalna dozvoljena horizontalna i vertikalna udaljenost obujmica pri nadžbuknom instaliranju ?
26. Kolika je maksimalna dozvoljena udaljenost obujmice od razvodne kutije ?
27. Gdje se vrši instaliranje u betonskim kanalima ?
28. Koje su dimenzije betonskih kablovskih kanala ?
29. Kolika je visina i dužina standardnog elementa metalnog kablovskog kanala ?
30. Gdje se koriste metalni kablovski kanali ?
31. Koliko mora biti debeo sloj betona kojim se zalijeva metalni betonski kanal ?
32. Šta je kablovski regal ?
33. Kolika je standardna dužina kutije sabirničkog razvoda ?
34. Nacrtati raspored sabirnica u kutiji !
35. Nabrojati vrste sabirničkog razvoda !
36. Koje su standardne struje ventilacionog razvoda ?
37. Koje su standardne struje motornog razvoda ?
38. Koje su standardne struje rasvjetnog razvoda ?
39. Gdje se koristi motorni razvod ?
40. Gdje se ne smije koristiti motorni razvod ?
41. Koji se potrošači napajaju dizaličnim razvodom ?
42. Šta je oduzimač struje ?
43. Šta su telefonski razdjelnici ?
44. Kako su električna zvonca podijeljena prema naponu napajanja ?
45. Koje sisteme pozivanja imamo u hotelima ?
46. Navesti oznake opreme namijenjene za instaliranje u prostorima ugroženim eksplozivnim smjesama !
47. Smiju li svi električari izvoditi radove u prostorima ugroženim eksplozivnim smjesama ?
48. Koja ispitivanja električne instalacije se vrše u toku radova ?
49. Kako se vrši provjeravanje rasvjete ?
50. Kako se vrši provjeravanje utičnica ?
51. Kako se vrši provjeravanje gromobranske instalacije ?
52. Kako se vrši provjeravanje razvodnih uređaja ?
53. Kako se vrši provjeravanje radova u kupatilu ?
54. Objasniti mjerenje otpora uzemljenja U-I metodom !
55. Objasniti mjerenje otpora uzemljenja metodom mjerenja pada napona !
56. Objasniti mjerenje otpora izolacije kablova !
57. Koji su najčešći kvarovi električne instalacije ?
58. Objasniti otkrivanje mjesta prijekida kabla pomoću zujalice i pipalice !

7. PRILOZI

7.1. Spisak elektroinstalaterskog alata

Za izvođenje elektroinstalaterskih radova i održavanje električnih instalacija je potreban sljedeći alat:

1. Udarne bušilica snage 1000 W ili više
2. Bušilica sa akumulatorom 12V
3. Brusilica
4. Komplet burgija za metal
5. Komplet burgija za beton (uključivo frazer i burgije za postavljanje razvodnih kutija)
6. Komplet burgija za drvo
7. Električarska libela
8. Čekić 300 grama
9. Električasko dljetlo
10. Špartla
11. Žica za označavanje pravca
12. Sječice
13. Kombinirana kliješta
14. Kombinirana kliješta uska
15. Kombinirana kliješta savijena
16. Kablovski nož
17. Kliješta za skidanje izolacije
18. Kliješta za stezanje kablovskih čahura
19. Kliješta sa stezanje kablovskih papučica
20. Kliješta za telefonske ISDN konektore
21. Kliješta za spajanje kablova
22. Pila za željezo
23. Komplet izvijača
24. Mjerna traka 2 m
25. Čelično uže - predvuča
26. Marker za slova
27. Marker za brojeve
28. Uređaj za izradu samoljepljivih natpisa
29. Točkaš
30. Set za lemljenje (lemilica, pumpica i pinceta)
31. Plinski gorionik
32. Baterijska svjetiljka
33. Prijenosna svjetiljka
34. Univerzalni instrument
35. Test metar
36. Lux metar
37. Ispitivač
39. Strujna kliješta
40. Zujalica (generator signala)
41. Pipalica (slušalica)
42. Lupa
43. Uređaj za magnetiziranje izvijača
44. Uređaj za traženje kablova u zidu
45. LSA KRONE nož
46. Tester UTP kablova
47. Produžni kabl
48. Ručka za zamjenu NH osigurača
49. Visak
50. Komplet prve pomoći
51. Francuski ključ
52. Pomično mjerilo
53. Univerzalni ključ za otvaranje elektroormara
54. Sklopive ljestve
55. Aparat za gašenje požara CO₂
56. Drvena škrinja za alat dimenzija 80x50x35 cm
57. PC računar, prijenosni, sa softverom za parametrisiranje EIB instalacija

7.2. Tabele

Tabela dozvoljenog strujnog opterećenja, u amperima, trofaznih kablova PP-Y i PP 00:

UVJETI PRIJESJEK	A	B1	B2	C	E	F
1,5	13	15,5	14	17,5	18,5	18,5
2,5	18	21	19	24	25	25
4	24	28	26	32	34	34
6	31	36	33	41	43	43
10	42	50	46	57	60	60
16	56	68	61	76	80	80
25	73	89	77	96	101	101

Tabela svjetlosnog toka sijalica sa užarenom niti:

SNAGA SIJALICE (W)	25	40	60	75	100	150
TOK (lm)	230	430	730	960	1 380	2 220

Tabela svjetlosnog toka fluorescentnih cijevi sa temperaturom boje 3000K:

NAZIVNA SNAGA (W)	18/20	36/40	58/65
TOK (lm)	1 100	2 800	4 600

Tabela instalacionih cijevi i odgovarajućih kablova:

UNUTARNJI PRJEČNIK CIJEVI (mm)	ENERGETSKI KABL	KOMUNIKACIONI KABL
11	PP-Y 3x1,5 mm ²	do 3 parice 0,6 mm
13,5	PP-Y 5x1,5 mm ² PP-Y 3x2,5 mm ²	do 5 parica 0,6 mm
16	PP-Y 5x2,5 mm ² PP-Y 3x4 mm ² PP-Y 3x6 mm ²	do 10 parica 0,6 mm
23	PP-Y 5x4 mm ² PP-Y 5x6 mm ² PP-Y 3x10 mm ²	do 24 parice 0,6 mm
29	PP-Y 5x10 mm ²	do 50 parica 0,6 mm

Tabela prječnika i prijesjeka provodnika

A (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25
d (mm)	1,38	1,78	2,25	2,76	3,57	4,51	5,64

Spisak najčešće korištenog elektroinstalaterskog materijala i komponenti

Naziv	Naziv
Automat za stubišno svjetlo 230V	Provodnik J-Y(St)Y 2x2x0,6 mm ²
Brojilo monofazno jednotarifno 10-40A	Provodnik J-Y(St)Y 2x2x0,8 mm ²
Brojilo monofazno dvotarifno 10-40A	Provodnik X00-A 2x16 mm ²
Brojilo trofazno jednotarifno 10-40A	Provodnik X00-A 4x16 mm ²
Brojilo trofazno dvotarifno 10-40A	Provodnik X00/0-A 3x35+71,5 mm ²
Brojilo trofazno dvotarifno 10-60A	Provodnik X00/0-A 3x35+71,5+2x16 mm ²
Bravica za elektroormar (otključavanje alatom)	Provodnik X00/0-A 3x70+71,5 mm ²
Bravica za elektroormar	Provodnik X00/0-A 3x70+71,5+2x16 mm ²
Cijev fluo 4W	Razdjelnik sa 4 DII osigurača N/Ž
Cijev fluo 6W	Razdjelnik sa 6 DII osigurača N/Ž
Cijev fluo 8W	Razdjelnik sa 8 DII osigurača N/Ž
Cijev fluo 13W	Razdjelnik sa 8 DII osigurača P/Ž

Cijev fluo 15W	Razdjelnik sa 10 DII osigurača N/Ž
Cijev fluo 18W	Razdjelnik sa 12 DII osigurača N/Ž
Cijev fluo 30W	Razdjelnik sa 12 DII osigurača P/Ž
Cijev fluo 36W	Razdjelnik sa 8 automatskih osigurača N/Ž
Cijev fluo 58W	Razdjelnik sa 8 automatskih osigurača P/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 16 mm	Razdjelnik sa 10 automatskih osigurača N/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 20 mm	Razdjelnik sa 10 automatskih osigurača P/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 25 mm	Razdjelnik sa 12 automatskih osigurača N/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 32 mm	Razdjelnik sa 12 automatskih osigurača P/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 40 mm	Razdjelnik sa 18 automatskih osigurača N/Ž
Cijev savitljiva podžbukna d 50 mm	Razdjelnik sa 18 automatskih osigurača P/Ž
Cijev savitljiva IBG d 16 mm	Razdjelnik sa 24 automatskih osigurača N/Ž
Cijev savitljiva IBG d 20 mm	Razdjelnik sa 24 automatskih osigurača P/Ž
Cijev savitljiva IBG d 25 mm	Razdjelnik jednoredni, neopremljen
Cijev savitljiva IBG d 32 mm	Razdjelnik jednoredni s metalnim vratima P/Ž
Cijev savitljiva IBG d 40 mm	Razdjelnik dvoredni, neopremljen
Cijev savitljiva IBG d 50 mm	Razdjelnik dvoredni s metalnim vratima P/Ž
Fotorelej	Razdjelnik troredni, neopremljen
Gips 1/1 električarski	Razdjelnik troredni s metalnim vratima P/Ž
Gips 2/1 električarski	Razdjelnik NE-2 prazan
Gips 5/1 električarski	Razdjelnik NE-4 prazan
Grijalica električna, zidna	Reflektor halogeni 150W IP44
Grlo E14	Reflektor halogeni 150W IP44 sa IC sklopkom
Grlo keramičko E14	Reflektor halogeni 500W IP44
Grlo E14 za luster	Reflektor halogeni 500W IP44 sa IC sklopkom
Grlo E27	Reflektor halogeni 1000W IP44
Grlo keramičko E27	Reflektor halogeni 1500W IP44
Grlo keramičko E27 sa kutnikom	Relej impulsni MR-42 ETI
Grlo E27 koso	Regulator svjetla P/Ž
Grlo E27 za luster	Sabirnica za DII osigurače 1 m
Grlo keramičko E40	Sabirnica za automatske osigurače 1 m, izolirana
Grlo za starter	Sabirnica za automatske osigurače 1 m, 3P izolirana
Interfon	Sonda za uzemljenje 2" 1,5 m EGRO 57
Kabelska stopica KSB-C-4/5	Sijalica E14/25W
Kabelska stopica KSB-C-6/6	Sijalica E14/40W
Kabelska stopica KSB-C-10/6	Sijalica E14/60W
Kabelska stopica KSB-C-16/8	Sijalica E14/25W u obliku kugle
Kabelska stopica KSB-C-25/8	Sijalica E14/40W u obliku kugle
Kabelska stopica KSB-C-35/10	Sijalica E14/60W u obliku kugle
Kabelska stopica KSB-C-50/10	Sijalica E14/25W u boji
Kabelska stopica KSB-C-70/12	Sijalica E27/25W
Kabelska stopica KSB-C-95/12	Sijalica E27/40W
Kabelska stopica KSB-C-120/12	Sijalica E27/60W
Kabelska stopica KSB-C-150/16	Sijalica E27/75W
Kalibarski prsten VD II 6A	Sijalica E27/100W
Kalibarski prsten VD II 10A	Sijalica E27/150W
Kalibarski prsten VD II 16A	Sijalica E27/200W
Kalibarski prsten VD II 20A	Sijalica E27/25W u boji
Kalibarski prsten VD II 25A	Sijalica VTFE E27/125W
Kalibarski prsten VD III 35A	Sijalica VTFE E40/250W
Kalibarski prsten VD III 50A	Sijalica VTFE E40/400W
Kalibarski prsten VD III 63A	Sijalica VTFW FLUOSOL E27/160W

Kapa osigurača K DII 25A	Sijalica VTFW FLUOSOL E40/250W
Kapa osigurača K DIII 63A	Sijalica halogena 100W
Kanal kabelski perforirani PVC 20x15 mm	Sijalica halogena 150W
Kanal kabelski perforirani PVC 20x20 mm	Sijalica halogena 200W
Kanal kabelski perforirani PVC 30x20 mm	Sijalica halogena 300W
Kanal kabelski perforirani PVC 30x30 mm	Sijalica halogena 500W
Kanal kabelski perforirani PVC 30x40 mm	Sijalica kompakt fluo G23/5W
Kanal kabelski perforirani PVC 40x40 mm	Sijalica kompakt fluo G23/7W
Kanal kabelski perforirani PVC 50x35 mm	Sijalica kompakt fluo G23/9W
Kanal kabelski perforirani PVC 50x50 mm	Sijalica kompakt fluo G23/11W
Kanal kabelski perforirani PVC 50x80 mm	Sijalica linestra 35W
Kanal kabelski perforirani PVC 80x80 mm	Sijalica linestra 60W
Kanal kabelski perforirani PVC 100x100 mm	Sijalica reflektna E14/25W
Kanal kabelski PVC 20x15 mm	Sijalica reflektna E14/40W
Kanal kabelski PVC 20x20 mm	Sijalica reflektna E14/60W
Kanal kabelski PVC 30x20 mm	Sijalica reflektna E27/40W
Kanal kabelski PVC 30x30 mm	Sijalica reflektna E27/60W
Kanal kabelski PVC 30x40 mm	Sijalica reflektna E27/75W
Kanal kabelski PVC 40x40 mm	Sijalica reflektna E27/100W
Kanal kabelski PVC 50x35 mm	Sijalica štedna E27/11W
Kanal kabelski PVC 50x50 mm	Sijalica štedna E27/15W
Kanal kabelski PVC 50x80 mm	Sijalica štedna E27/20W
Kanal kabelski PVC 80x80 mm	Sijalica štedna E27/23W
Kanal kabelski PVC 100x100 mm	Sijalica G24 d-2 18W
Krovni priključak	Sijalica G24 d-3 26W
Kutija razvodna fi 60 mm P/Ž	Stezaljka redna 10 mm ² za montažu na šinu
Kutija razvodna za šuplje stijene fi 68x45 mm P/Ž	Stezaljka redna 16 mm ² za montažu na šinu
Kutija razvodna za šuplje stijene fi 68x55 mm P/Ž	Stezaljka redna 35 mm ² za montažu na šinu
Kutija razvodna za šuplje stijene fi 78x55 mm P/Ž	Stezaljka redna 2,5 mm ² , 12-polna
Kutija razvodna 100x100 mm P/Ž sa poklopcem	Stezaljka redna 4 mm ² , 12-polna
Kutija razvodna za šuplje stijene fi 105x105 mm P/Ž	Stezaljka redna 6 mm ² , 12-polna
Kutija razvodna 145x190 mm P/Ž sa poklopcem	Stezaljka redna 10 mm ² , 12-polna
Kutija razvodna N/Ž	Stezaljka redna 16 mm ² , 12-polna
Kutija razvodna N/Ž IP43	Stezaljka bezvijčana 5x1,0-2,5 mm ²
Kutija razvodna N/Ž siluminska	Stezaljka N i PE vodova sa 6 steznih mjesta
Kutija za mjerni spoj gromobrana	Stezaljka N i PE vodova sa 10 steznih mjesta
Nosač gromobranske trake za krov EGRO 01	Stezaljka N i PE vodova sa 14 steznih mjesta
Nosač gromobran. trake za ravni salonit EGRO 07	Stezaljka nul PP 00/0 160A
Nosač gromo.trake za ravni salonit EGRO 08	Stezaljka nul PK 1/0 250A
Nosač gromo.trake za valoviti salonit EGRO 10	Stezaljka za izjednačavanje potencijala P/Ž
Nosač gromobranske trake za sljeme EGRO 16	Stezaljka za izjednačavanje potencijala P/Ž
Nosač gromobranske trake za zid EGRO 24	Svjetlo signalno 220V
Nosač gromobranske trake za zid EGRO 25	Svjetlo signalno L1 220V
Nosač gromobranske trake za oluk EGRO 38	Svjetiljka brodska 60W
Nosač gromo.trake sa betonskom kockom	Svjetiljka brodska 75W

EGRO 40	
Obujmica fi 8-18 mm PVC	Svjetiljka okrugla 100W
Obujmica fi 18-26 mm PVC	Svjetiljka fluo tračna 1x18W
Obujmica fi 4 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo tračna 1x36W
Obujmica fi 6 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo tračna 2x36W
Obujmica fi 8 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo tračna 3x36W
Obujmica fi 10 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo 1x18W opal
Obujmica fi 12 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo 1x36W opal
Obujmica fi 14 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo 2x18W opal
Obujmica fi 16 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo 2x36W opal
Obujmica fi 20 mm PVC sa ekserom	Svjetiljka fluo 2x58W opal
Odvodnik prenapona	Svjetiljka fluo 3x36W opal
Ormar razvodni RO1 metalni neopremljen	Svjetiljka fluo 4x18W opal
Ormar razvodni RO1 PVC neopremljen	Svjetiljka fluo 4x36W opal
Ormar razvodni RO2 metalni neopremljen	Svjetiljka fluo 2x18W raster parabolični nadgradni
Ormar razvodni RO2 PVC neopremljen	Svjetiljka fluo 2x36W raster parabolični nadgradni
Ormar razvodni KPMO-1/B PVC neopremljen	Svjetiljka fluo 3x36W raster parabolični nadgradni
Ormar razvodni RO3 metalni neopremljen	Svjetiljka fluo 4x18W raster parabolični nadgradni
Ormar razvodni RO3 PVC neopremljen	Svjetiljka fluo 4x18W raster parabolični ugradbeni
Ormar razvodni (RO3) KPMO-2/G PVC neopremljen	Svjetiljka DOWN LIGHT 2x18W sa staklom
Ormar priključni KP0-00/1 160A PVC neopremljen	Svjetiljka DOWN LIGHT 2x18W sa rasterom
Ormar priključni KP0-00/1 160A siluminski neopr.	Svjetiljka DOWN LIGHT 2x26W sa staklom
Ormar priključni KP0-1 250A siluminski neopr.	Svjetiljka DOWN LIGHT 2x26W sa rasterom
Ormar priključni KP0-00/1 160A metalni neopr.	Svjetiljka panik 6W 1h
Ormar priključni KP0-1 250A metalni neopr.	Svjetiljka panik 6W 3h
Osigurač automatski 6A, 1P B	Svjetiljka panik 8W 1h
Osigurač automatski 6A, 1P multi9	Svjetiljka fluo 1x18W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 6A, 1P C	Svjetiljka fluo 2x18W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 10A, 1P B	Svjetiljka fluo 1x36W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 10A, 1P multi9	Svjetiljka fluo 2x36W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 10A, 1P C	Svjetiljka fluo 1x58W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 13A, 1P B	Svjetiljka fluo 2x58W vodotijesna nadgradna
Osigurač automatski 13A, 1P C	Svjetiljka ulična 1xHQL 80/125W
Osigurač automatski 16A, 1P B	Svjetiljka ulična 125W
Osigurač automatski 16A, 1P multi9	Svjetiljka ulična 250W
Osigurač automatski 16A, 1P C	Svjetiljka stropna fi 200 mm
Osigurač automatski 20A, 1P B	Svjetiljka stropna fi 250 mm
Osigurač automatski 20A, 1P multi9	Spojnicica križna 60x60 mm EGRO 35A
Osigurač automatski 20A, 1P C	Šelna 1/2" Cu za izjednačavanje potencijala
Osigurač automatski 25A, 1P B	Šina za nizanje DII osigurača L=1 m
Osigurač automatski 25A, 1P multi9	Taster N/Ž univerzalni
Osigurač automatski 32A, 1P multi9	Taster za zvonce P/Ž
Osigurač automatski 25A, 1P C	Taster za zvonce sa tinjalicom P/Ž
Osigurač automatski 32A, 1P B	Taster za svjetlo P/Ž
Osigurač automatski 32A, 1P C	Taster za svjetlo sa tinjalicom P/Ž
Osigurač automatski 40A, 1P B	Traka izolir L=10 m
Osigurač automatski 50A, 1P B	Traka izolir L=20 m
Osigurač automatski 63A, 1P B	Traka pocinčana 20x3 mm
Osigurač automatski 6A, 3P C	Traka pocinčana 25x4 mm

Osigurač automatski 10A, 3P C	Traka nehrđajuća 20x3 mm
Osigurač automatski 13A, 3P C	Traka nehrđajuća 25x4 mm
Osigurač automatski 16A, 3P C	Tipl PVC fi 6 mm
Osigurač automatski 20A, 3P C	Tipl PVC fi 8 mm
Osigurač automatski 25A, 3P C	Tipl PVC fi 10 mm
Osigurač automatski 32A, 3P C	Tipl PVC fi 12 mm
Osigurač automatski 40A, 3P C	Tipl PVC fi 6 mm sa vijkom
Osigurač automatski 50A, 3P C	Tipl PVC fi 8 mm sa vijkom
Osigurač automatski 63A, 3P C	Tipl PVC fi 10 mm sa vijkom
Osnova osigurača EZN 25A	Tipl PVC fi 12 mm sa vijkom
Osnova osigurača EZN 63A	Uklopni sat
Osnova za osigurač NV PKOO 160A	Uložak taljivi DII 6A
Osnova za osigurač NV PKOO/3 160A	Uložak taljivi DII 10A
Osnova za osigurač NV PK 1 250A	Uložak taljivi DII 16A
Osnova za osigurač NV PK 1/3 250A	Uložak taljivi DII 20A
Osigurač tarifni-delta 25A/3	Uložak taljivi DII 25A
Osigurač tarifni GJ 25A/3	Uložak taljivi DIII 35A
Osigurač tarifni-delta 63A/3	Uložak taljivi DIII 50A
Osigurač tarifni GJ 63A/3	Uložak taljivi DIII 63A
Poklopac bočni sabirnice za automatske osigurače	Uložak taljivi NV/NHOO 35A
Ploča za brojilo mala	Uložak taljivi NV/NHOO 40A
Ploča za brojilo velika	Uložak taljivi NV/NHOO 50A
Prigušnica za cijev fluo 18W	Uložak taljivi NV/NHOO 63A
Prigušnica za cijev fluo 36W	Uložak taljivi NV/NHOO 80A
Prigušnica za cijev fluo 58W	Uložak taljivi NV/NHOO 100A
Prigušnica za VTFE 80W	Uložak taljivi NV/NHOO 125A
Prigušnica za VTFE 125W	Uložak taljivi NV/NHOO 160A
Prigušnica za VTFE 250W	Uložak taljivi NV/NH1 35A
Prigušnica za VTFE 400W	Uložak taljivi NV/NH1 40A
Priključak stalni-petopolni	Uložak taljivi NV/NH1 50A
Provodnik P 1,5 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 63A
Provodnik P 2,5 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 80A
Provodnik P 4 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 100A
Provodnik P 6 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 125A
Provodnik P 10 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 160A
Provodnik P/F 1,5 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 200A
Provodnik P/F 2,5 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 224A
Provodnik P/F 4 mm ²	Uložak taljivi NV/NH1 250A
Provodnik P/F 6 mm ²	Utičnica dvopolna šuko P/Ž
Provodnik P/F 10 mm ²	Utičnica dvopolna šuko sa poklopcem P/Ž
Provodnik P/F 16 mm ²	Utičnica dvopolna šuko dupla P/Ž
Provodnik P/F 25 mm ²	Utičnica dvopolna šuko trostruka P/Ž
Provodnik P/F 35 mm ²	Utičnica dvopolna šuko N/Ž
Provodnik P/F 50 mm ²	Utičnica dvopolna šuko dupla N/Ž
Provodnik P/L 2x0,75 mm ²	Utičnica dvopolna šuko N/Ž siluminska
Provodnik PP/L 2x0,75 mm ²	Utičnica petopolna trofazna P/Ž
Provodnik PP/L 3x0,75 mm ²	Utičnica petopolna trofazna N/Ž
Provodnik PP/R 2x1,5 mm ²	Utičnica petopolna trofazna N/Ž siluminska
Provodnik PP/R 2x2,5 mm ²	Utičnica 16A, 3P 250V
Provodnik PP/R 3x1,5 mm ²	Utičnica 16A, 4P 380V
Provodnik PP/R 3x2,5 mm ²	Utičnica 16A, 5P 380V
Provodnik PP/J 2x1,5 mm ²	Utičnica 32A, 4P 380V
Provodnik PP/J 3x1,5 mm ²	Utičnica 32A, 5P 380V
Provodnik PP/J 3x2,5 mm ²	Utičnica 63A, 5P 380V
Provodnik PP/J 4x1,5 mm ²	Utičnica gumirana-kablovska

Provodnik PP/J 4x2,5 mm2	Utičnica gumirana sa poklopcem-kablovska
Provodnik PP/J 5x1,5 mm2	Utičnica telefonska P/Ž
Provodnik PP/J 5x2,5 mm2	Utičnica telefonska mikro P/Ž
Provodnik PP-Y 2x1,5 mm2	Utičnica antenska P/Ž
Provodnik PP-Y 2x2,5 mm2	Utičnica računarska P/Ž RJ 45
Provodnik PP-Y 3x1,5 mm2	Utikač koaksijalni za TV
Provodnik PP-Y 3x2,5 mm2	Utikač sa zaštitnim kontaktom
Provodnik PP-Y 4x1,5 mm2	Utikač sa zaštitnim kontaktom gumirani
Provodnik PP-Y 4x2,5 mm2	Utikač "T" sa zaštitnim kontaktom
Provodnik PP-Y 4x4 mm2	Utikač petopolni trofazni
Provodnik PP-Y 4x6 mm2	Utikač 16A, 3P 250V
Provodnik PP-Y 4x10 mm2	Utikač 16A, 4P 380V
Provodnik PP-Y 5x1,5 mm2	Utikač 16A, 5P 380V
Provodnik PP-Y 5x2,5 mm2	Utikač 32A, 4P 380V
Provodnik PP-Y 5x4 mm2	Utikač 32A, 5P 380V
Provodnik PP-Y 5x6 mm2	Utikač 63A, 5P 380V
Provodnik PP-Y 5x10 mm2	Utikač - telefonski mikro 6/2
Provodnik PP00-Cu 3x1,5 mm2	Utikač - telefonski mikro 6/4
Provodnik PP00-Cu 3x2,5 mm2	Utikač - telefonski mikro 6/6
Provodnik PP00-Cu 4x1,5 mm2	Utikač - telefonski mikro 8/8
Provodnik PP00-Cu 4x2,5 mm2	Utikač telefonski
Provodnik PP00-Cu 4x4 mm2	Uvodnica PG9 sa navrtkom
Provodnik PP00-Cu 4x6 mm2	Uvodnica PG11 sa navrtkom
Provodnik PP00-Cu 4x10 mm2	Uvodnica PG13,5 sa maticom
Provodnik PP00-Cu 4x16 mm2	Uvodnica PG16 sa navrtkom
Provodnik PP00-Cu 4x25 mm2	Uvodnica PG21 sa navrtkom
Provodnik PP00-Cu 4x35 mm2	Uvodnica PG29 sa navrtkom
Provodnik PP00-Cu 4x50 mm2	Ventilator fi 100 mm
Provodnik PP00-Cu 4x70 mm2	Ventilator fi 100 mm sa timerom
Provodnik PP00-Cu 4x95 mm2	Ventilator fi 120 mm
Provodnik PP00-Cu 4x120 mm2	Ventilator fi 120 mm sa timerom
Provodnik PP00-Cu 4x150 mm2	Vezica PVC 3x60 mm
Provodnik PP00-Cu 5x1,5 mm2	Vezica PVC 3x120 mm
Provodnik PP00-Cu 5x2,5 mm2	Vezica PVC 3x150 mm
Provodnik PP00-Cu 5x4 mm2	Vezica PVC 4x200 mm
Provodnik PP00-Cu 5x6 mm2	Vezica PVC 5x300 mm
Provodnik PP00-Cu 5x10 mm2	Vezica PVC 5x350 mm
Provodnik PP00-Cu 5x16 mm2	Ventilaciona maska fiksna fi 100 mm
Provodnik GG/J 3x1,5 mm2	Ventilaciona maska fiksna fi 120 mm
Provodnik GG/J 3x2,5 mm2	Ventilaciona maska vanjska fi 100 mm
Provodnik GG/J 4x1,5 mm2	Ventilaciona maska vanjska fi 120 mm
Provodnik GG/J 4x2,5 mm2	Zaštita aparata-prenaponski filter
Provodnik GG/J 5x1,5 mm2	Zaštita aparata-prenap. filter i s antenskom zaštitom
Provodnik GG/J 5x2,5 mm2	Zaštita mehanička EGRO 59
Provodnik antenski-koaksijalni RG-6	Zaštitnik osnove osigurača DII
Provodnik računalski UTP Cat.5 4x2x24 AWG	Zaštitnik osnove osigurača DIII
Provodnik J-Y(St)Y 1x2x0,6 mm2	Zvono električno 220V
Provodnik J-Y(St)Y 1x2x0,8 mm2	Zvono električno 220V GONG

7.3.Primjer projekta električnih instalacija i osvjetljenja

Od naredne stranice se daje primjer tekstualnog i grafičkog dijela projekta električnih instalacija i osvjetljenja. U tekstualnom dijelu je predviđen sistem uzemljenja TN-C-S, a u grafičkom TT.

GLAVNI PROJEKAT ELEKTROINSTALACIJA

STEPEN PROJEKTA	Idejni
INVESTITOR	
PROJEKTNNA ORGANIZACIJA	
PROJEKTANT	Amir HALEP, dipl. ing. el.
DATUM	juni 1999.
MJERILO	1:100

SADRŽAJ:

TEKSTUALNI DIO

1. Tehnički opis
2. Proračuni
3. Predmjer i predračun

NACRTI

1. Legenda
2. Shema GRO
3. Arhitektonsko-građevinska podloga
4. Osnova rasvjete

5. Osnova tehnoloških potrošača
6. Osnova izjednačavanja potencijala
7. Osnova telefonskog razvoda

Ovaj projekat sadrži ukupno deset stranica teksta i sedam listova crteža.

Tehnički opis

Opće napomene

Ovim tehničkim opisom, predmjerima i priloženim nacrtima obrađeni su sljedeći elementi elektroinstalacije:

- priključak na izvor električne energije, mjerenje potrošnje električne energije, prijedlog instaliranih i vršnih snaga,
- instalacija i oprema vanjske i unutarnje rasvjete,
- instalacija za potrebe tehnoloških potrošača,
- instalacija za izjednačavanje potencijala,
- instalacija telefonskog razvoda,
- sistem zaštite od dodirnog napona,
- prenaponska zaštita
- mjere zaštite na radu
- mjere zaštite od požara.

Dokumentacija je rađena na osnovu:

- arhitektonsko-građevinskih podloga,
- tehničkih propisa, pravilnika i standarda koji važe u BiH i
- tehničkih preporuka Elektroprivrede BiH.

Napajanje objekta električnom energijom, prijedlog instaliranih i vršnih snaga, mjerenje potrošnje električne energije

Priključak na distributivnu mrežu se vrši kablom PP-Y 5x25 mm² dužine 60 m i nadzemnim vodom 4x70 mm² dužine 150 m. Na fasadi objekta se nalazi kablovski priključni ormar (KPO) u koji se uvodi navedeni kabl i priključuje temeljni uzemljivač. Od KPO do glavne razvodne table se vodi kabl PP-Y 5x25 mm². Ukupna instalirana snaga:

faza L1	7 835 W
faza L2	2 395 W
faza L3	3 520 W
faza L1, L2, L3	10 560 W

P=24 310 W.

Uz faktor istovremenosti $k_i = 0,7$ i faktor snage $\cos \varphi = 0,95$ imamo maksimalnu prividnu snagu:

$$S_{\max} = k_i \cdot \frac{P}{\cos \varphi} = 0,7 \cdot \frac{24\,310}{0,95} = 17\,913 \text{ (VA)}$$

i termičku struju:

$$I_{\max} = 27,1 \text{ (A)}.$$

Mjerenje utrošene električne energije se vrši na naponskom nivou 0,4 kV direktno digitalnim brojičkom predviđenim za dvotarifno mjerenje energije u trofaznom sistemu.

Instalacija i oprema rasvjete

Instalaciju rasvjete izvodimo kablovima PP-Y 3x1,5 mm². Panik rasvjeta je predviđena u radnoj prostoriji. Proračun osvjetljenja je izvršen u skladu sa preporukama CIE 40-52 softverom firme OXYTECH SAS CP1 Milano ITALIA. Tabela rasvjenih tijela je data uz proračun.

Instalacija za potrebe tehnoloških potrošača

Napajanje tehnoloških potrošača je izvedeno monofaznim i trofaznim priključnicama koje se napajaju kablovima PP-Y 3x2,5 mm² i PP-Y 5x2,5 mm².

Instalacija za izjednačavanje potencijala

Zaštitni PE provodnik se u KPO spaja na temeljni uzemljivač. U cilju izjednačavanja potencijala potrebno je uzemljiti GRT, instalaciju centralnog grijanja, te instalaciju vodovoda i kanalizacije zaštitnim provodnikom P/F 1x16 mm². U WC-u svi provodni dijelovi moraju biti dodatno uzemljeni zaštitnim provodnicima P/F 1x4 mm², koji se u kutiji za izjednačavanje potencijala PS-50 spajaju na provodnik P/F 1x16 mm².

Instalacija telefonskog razvoda

Predviđeno je jedno priključno mjesto telefona u radnoj prostoriji koje se napaja sa krovnog telefonskog priključka kablom TI 44 2x0,6 mm.

Sistem zaštite od dodirnog napona

Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom je izvedena upotrebom propisanog elektroinstalacionog materijala i opreme.

Zaštita od indirektnog dodira je izvedena u sistemu TN-C-S sa primjenom automatskih i topivih osigurača i uređaja diferencijalne strujne zaštite (RCD). Zaštitni provodnik PE je u cijeloj instalaciji obojen žuto-zeleno i galvanski odvojen od nultog N provodnika koji je obojen svijetloplavo.

Prenaponska zaštita

Prenaponska zaštita je izvedena zajednički za sve potrošače instaliranjem odvodnika prenapona u KPO.

Mjere zaštite na radu

Potrebno je poduzeti sljedeće mjere zaštite:

- a) zaštita od napona dodira
- b) zaštita od kratkog spoja i preopterećenja
- c) zaštita od pada napona
- d) zaštita od vlage i prašine
- e) osiguranje osvjetljenja
- f) osiguranje zagrijavanja

- g) zaštita od atmosferskih pražnjenja
- h) zaštita od opasnosti izazvanih uređajima slabe struje.

Pri projektiranju su predviđene sljedeće mjere zaštite:

- a) zaštita od opasnog napona dodira je osigurana izborom propisne elektroopreme
- b) zaštita od kratkog spoja i preopterećenja je izvedena osiguračima
- c) zaštita od nedozvoljenog pada napona je riješena pravilnim dimenzioniranjem vodova prema stvarnom opterećenju i uvjetima polaganja voda
- d) zaštita od prodora vlage, vode i prašine u električne uređaje je izvedena izborom opreme prema uvjetima ugradnje
- e) dovoljna osvijetljenost i u odsustvu prirodne je izvedena fluorescentnim i inkadescentnim svjetiljkama
- f) zagrijavanje prostorija nije predmet ovog dijela projekta
- g) zaštita od opasnih atmosferskih pražnjenja je osigurana propisnom gromobranskom instalacijom
- h) uređaji slabe struje imaju radne napone koji nisu opasni po život.

Mjere zaštite od požara

Mogući uzroci nastanka požara na objektu pri korištenju električnih instalacija su:

- a) pregrijavanje električnih vodova zbog preopterećenja i kratkog spoja električnih vodova
- b) zapaljivost izolacije električnih vodova
- c) toplotni uticaji na električne vodove
- d) mehaničko oštećenje električnih vodova
- e) iskrenje i preskoci atmosferskih pražnjenja.

U cilju zaštite od požara poduzete su sljedeće mjere:

- a) presjeci električnih provodnika su propisno odabrani na osnovu proračuna, a na početku svakog strujnog kruga je predviđeno osiguranje faznih vodiča propisno odabranim osiguračima koji štite strujne krugove od preopterećenja i od kratkog spoja
- b) odabrani su kablovi sa kvalitetnom izolacijom koja ne potpomaže gorenje, a radna temperatura provodnika u normalnim uvjetima nije opasna u pogledu zapaljivosti kablova
- c) u slučaju ukrštanja kablova sa toplinskim izvorom potrebno je kabl uvući u negorivu cijev ili između kablova i toplinskog izvora postaviti negorivu ploču, a pored svakog razvodnog ormara se postavlja aparat za gašenje požara suhim prahom S-6
- d) na mjestima gdje postoji opasnost od mehaničkog oštećenja kabl se uvlači u zaštitnu cijev
- e) objekat je zaštićen od atmosferskog pražnjenja gromobranskom instalacijom.

Proračuni

Proračun rasvjete

Tabela osvijetljenosti prostorija:

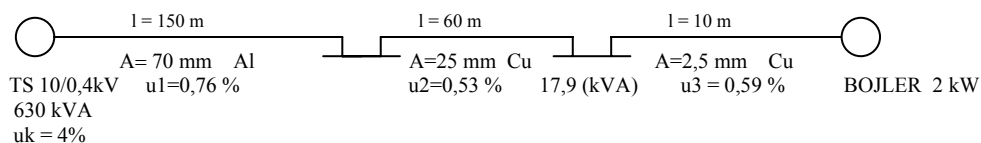
PROSTORIJA	DUŽINA (m)	ŠIRINA (m)	VISINA (m)	POTREBNA OSVIJETLJENOST (lx)	SVETILJKA	Emin	Esr	E _{max}	RAVNOMJERNOST
RADNA PROSTORIJA	8	4	3	500	4xS2	419	790	1428	0,53
HODNIK	4,5	1,5	3	60	S1	29	56	89	0,52
MAGACIN	6,5	4	3	60	2xS1	57	89	118	0,64
WC	3,5	1,5	3	60	S1	41	67	94	0,61

Tabela rasvjetnih tijela:

OZNAKA	PROIZVOĐAČ I TIP	IZVOR SVJETLOSTI	NIVO ZAŠTITE	MJESTA UGRADNJE
S1	PLAFONJERA Φ250mm ELEKTROMATERIA L 15 776	INKANDESCENTNA SIJALICA 75W	IP 20	ULAZ, HODNIK, MAGACIN, WC
S2	INTRA 212 4x36W	FLUOROSCENNA SIJALICA 36W/3000K	IP 20	RADNA PROSTORIJA
S3	ELEKTROKOVINA FSN 116LPC PANIK RASVJETA	FLUOROSCENNA SIJALICA 6W	IP 65	RADNA PROSTORIJA

Provjera prijesjeka kabla

Provjera pada napona na karakterističnom potrošaču:



Pad napona se računa po formulama:

$$u = \frac{0,020 \cdot l \cdot P}{A} [\%] \quad \text{- za trofazne potrošače i aluminijumske provodnike}$$

$$u = \frac{0,119 \cdot l \cdot P}{A} [\%] \quad \text{- za monofazne potrošače i aluminijumske provodnike}$$

$$u = \frac{0,012 \cdot l \cdot P}{A} [\%] \quad \text{- za trofazne potrošače i bakarne provodnike}$$

$$u = \frac{0,074 \cdot l \cdot P}{A} [\%] \quad \text{- za monofazne potrošače i bakarne provodnike}$$

l [m] - dužina provodnika

P [kW] - aktivna snaga potrošača

A [mm²] - površina poprečnog prijesjeka provodnika.

Ukupan pad napona je. $u = u_1 + u_2 + u_3 = 0,76 + 0,53 + 0,59 = 1,88$ [%] što zadovoljava tehničke propise.

Strujno opterećenje kabla se također provjerava na karakterističnom potrošaču prema formuli:

$$I_{\max} = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2\,000}{220 \cdot 1} = 9,1 \text{ (A)},$$

što zadovoljava.

Proračun zaštite od dodirnog napona i pregrijavanja kablova pri kratkom spoju

Proračuni su izvršeni prema važećem standardu JUS N. B2 741 iz 1989. godine, a zadovoljeni su i zahtjevi trenutno važećeg standarda VDE 0100 Teil 410 Abschnitt 413.

Očekivan napon dodira je:

$$U_d = c \cdot U_f \cdot \frac{m}{m+1} = 0,8 \cdot 220 \cdot \frac{1}{1+1} = 88 \text{ [V]}$$

$c = 0,8$ – faktor korekcije usljed impedanse izvora napajanja

$U_f = 220$ [V] - fazni napon

$m = 1$ – odnos otpornosti faznog i zaštitnog provodnika.

Prema važećim standardima, potrebno je da vrijeme isključenja bude kraće od 0,4 [s].

Struja kvara (minimalna struja kratkog spoja) se računa po formuli:

$$I_{\min} = \frac{0,8 \cdot U_I}{\sqrt{3} \cdot Z_1} \text{ [kA]}$$

$U_I = 380$ [V] - linijski napon

Z_1 – impedansa petlje kvara pri zagrijanim provodnicima

$$Z_1 = \sqrt{[R_T + 1,24 \cdot (R_M + r \cdot l)]^2 + (X_T + X_M + x \cdot l)^2} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

R_T i X_T [mΩ] – otpor i impedansa faza transformatora

R_M i X_M [mΩ] – otpor i impedansa faza mreže

$$R_M = r_v \cdot l_v \quad X_M = x_v \cdot l_v$$

r [mΩ/m] - podužni otpor kabla

x [mΩ/m] - podužna impedansa kabla

l [m] - dužina kabla od osigurača do izloženog provodnog mjesta.

Napomena:

Za vodiče presjeka ispod 35 mm² se zanemaruje reaktansa ($x = 0$).

Struja tropolnog kratkog spoja (maksimalna struja kratkog spoja) se računa po formuli:

$$I_{\max} = \frac{1,1 \cdot U_I}{\sqrt{3} \cdot Z_3} \text{ [kA]}$$

$$Z_3 = \sqrt{(R_T + R_M + r \cdot l)^2 + (X_T + X_M + x \cdot l)^2} \text{ [m}\Omega\text{]}.$$

Dozvoljeno vrijeme zagrijavanja kablova se računa po formuli:

$$t_z = \left(\frac{115 \cdot A}{1000 \cdot I_{\max}} \right)^2 \text{ [s]}$$

A [mm²] - površina poprečnog prijesjeka kabla.

Otpor i impedansa faza transformatora 630kVA; 10/0,4 kV; uk = 4%:

$$R_T = 1,8 \text{ [m}\Omega\text{]}; \quad X_T = 9,9 \text{ [m}\Omega\text{]}.$$

Otpor mreže za 150 [m] aluminijskog voda 70 [mm²] i 60 [m] bakarnog kabla 25 [mm²]:

$$R_M = 107,6 \text{ [m}\Omega\text{]}; \quad X_M = 45 \text{ [m}\Omega\text{]}.$$

STRUJNI KRUG	OSIGURAC I_n	PRIJESJEK KABLA A	DUŽINA KABLA DO PROVOĐNOG MJESTA l	r	x	Z1	Z3	I _{min}	I _{max}	t _{min}	t _{max}	t _z
	A	mm ²	m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ	mΩ	kA	kA	s	s	s
1	6	1,5	5,5	12,1	0	225	184	0,78	1,31	0,01	0,01	0,02
2	6	1,5	6	12,1	0	232	190	0,76	1,27	0,01	0,01	0,02
3	16	2,5	2	7,41	0	163	135	1,08	1,78	0,01	0,01	0,03
4	16	2,5	6	7,41	0	198	163	0,89	1,48	0,01	0,01	0,04
5	16	2,5	6	7,41	0	198	163	0,89	1,48	0,01	0,01	0,04
6	10	2,5	13	7,41	0	261	213	0,68	1,14	0,01	0,01	0,07
7	16	2,5	5	7,41	0	189	156	0,93	1,55	0,01	0,01	0,03

I_n [A] - nominalna struja osigurača



t_{min} [s] - vrijeme isključenja pri minimalnoj struji kratkog spoja

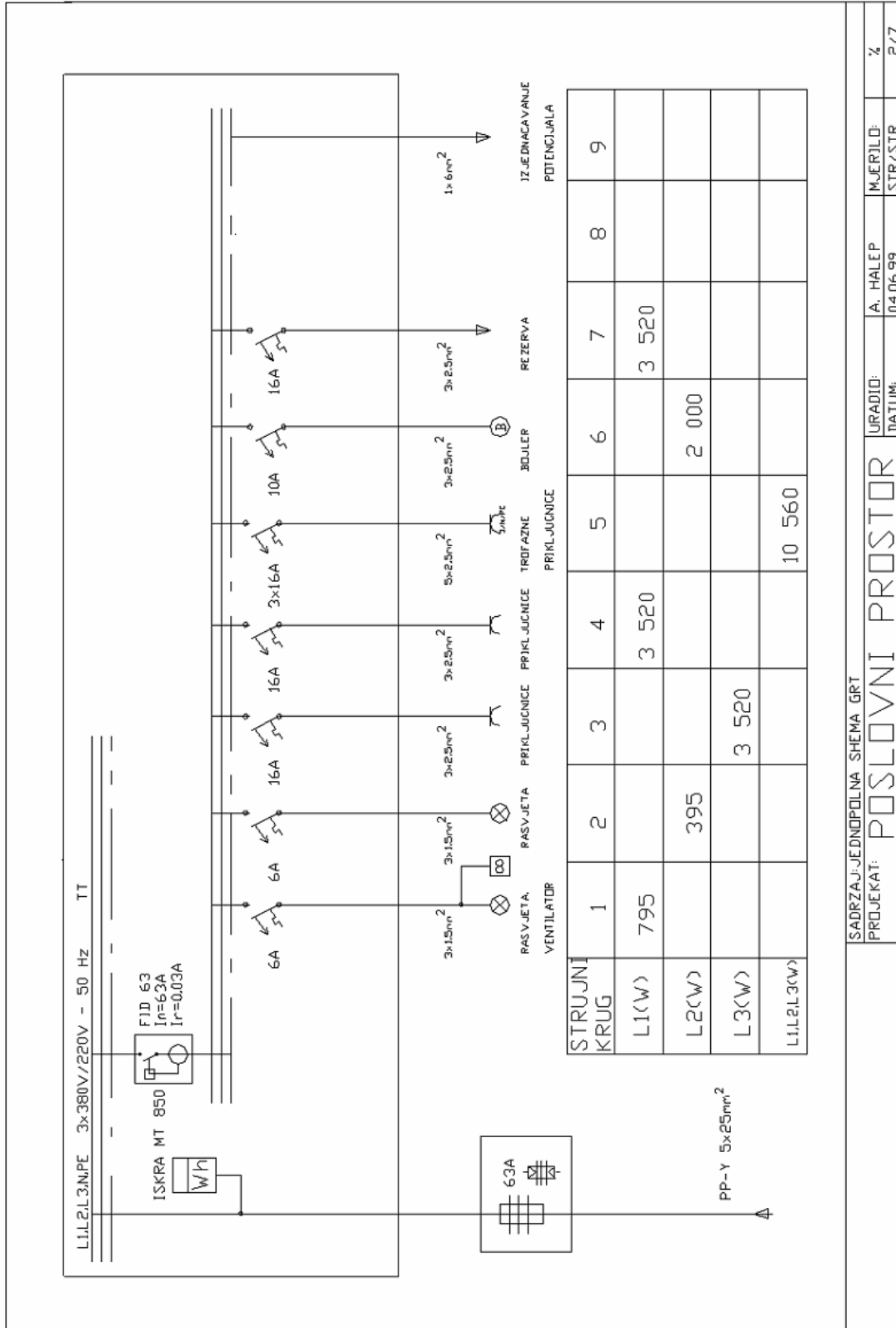
t_{max} [s] - vrijeme isključenja pri maksimalnoj struji kratkog spoja.

Kao što se iz tabele vidi zadovoljena su vremena isključenja radi zaštite od dodirnog napona i od pregrijavanja kablova pri kratkom spoju.

Predmjer i predračun

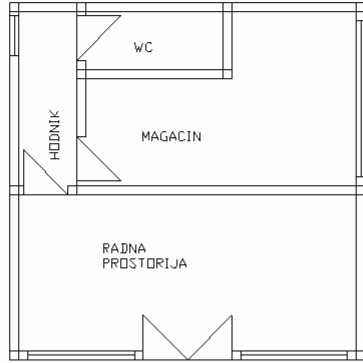
R.b.	Naziv	Količina	Jedinična cijena	Cijena
1.	Isporuca i instaliranje kablova podžbukno u juvidur cijevi: PP-Y 5x25 mm ² _____ 3 m PP-Y 5x2,5 mm ² _____ 20 m PP-Y 3x2,5 mm ² _____ 50 m PP-Y 3x1,5 mm ² _____ 60 m P/F 1x16 mm ² _____ 15 m P/F 1x4 mm ² _____ 10 m TI 44 2x0,6 mm _____ 5 m			
2.	Isporuca i instaliranje razvodne kutije Φ 70mm podžbukne	14 kom		
3.	Isporuca i instaliranje kutije za izjednačenje potencijala PS-50	1 kom		
4.	Isporuca i instaliranje KPO sa tri VU osigurača 63A i odvodnicima prenapona	1 kom		
5.	Isporuca i instaliranje podžbukne GRT sa opremom -limitator trofazni _____ 1 kom -brojilo ISKRA MT 850 ili ekvivalent _____ 1 kom -sklopka FID63/In=63A/It=0,03A _____ 1 kom -automatski osigurač 6A _____ 2 kom -automatski osigurač 16A _____ 3 kom -automatski osigurač 3x16A _____ 1 kom -automatski osigurač 10A _____ 1 kom	1 kom		
6.	Isporuca i instaliranje monofazne šuko utičnice podžbukne 16A/IP20	6 kom		
7.	Isporuca i instaliranje trofazne šuko utičnice podžbukne 16A/IP20	3 kom		
8.	Isporuca i instaliranje podžbukne telefonske utičnice sa četiri mikrokontakta	1 kom		
9.	Isporuca i instaliranje jednopolnog prekidača podžbuknog 10A	6 kom		
10.	Isporuca i instaliranje svjetiljki sa ugrađenim sijalicama: -armatura INTRA 212, 4x36W/3000K, IP20 ili ekvivalent _____ 4 kom -plafonjera sa staklom Φ 250mm ELEKTROMATERIAL LENDA VA 15 776/75W ili ekvivalent _____ 6 kom -panik svjetiljka ELEKTROKOVINA FSN116LPC IP65 ili ekvivalent _____ 1 kom			
11.	Isporuca i instaliranje bojlera sa grijačem 2kW	1 kom		
12.	Isporuca i instaliranje rozetnog ventilatora 70W	1 kom		
13.	Projektiranje i nadzor			
			UKUPNO:	

	BROJILO		FOTOPREKIDAC
	UKLOPNI SAT		INFRACRVENI PREKIDAC ZA DETEKCIJU KRETANJA
	VREMENSKI RELEJ (STUBISNI AUTOMAT)		MONOFAZNA SUKO UTICNICA
	RAZVODNI ORMAR RAZVODNA TABLA		MONOFAZNA SUKO UTICNICA SA PRENAPONSKOM ZASTITOM
	OSIGURAC		TRIOFAZNA SUKO UTICNICA
	PRENAPONSKA ZASTITA (ODVODNIK PRENAPONA)		TELEFONSKA UTICNICA
	PREKIDAC		ANTENSKA UTICNICA
	PREKIDAC SA OSIGURACEM		SIJALICA
	AUTOMATSKI OSIGURAC		ARMATURE NEODSKE RASVJETE
	JEDNOPOLNI PREKIDAC		PANIK RASVJETA
	POTEZNI PREKIDAC		ELEKTROUREDJAJ
	TROPOLNI PREKIDAC		BOJLER
	SERIJSKI PREKIDAC		GRIJAC
	IZMJENICNI PREKIDAC		VENTILATOR
	KRIZNI PREKIDAC		ZVONCE
	TASTER (TIPKALO)		ELEKTROMAGNET
	IMPULSNI PREKIDAC		AMPERMETAR, VOLTMETAR
	PREKIDAC SA REGULACIJOM		STRUJNI MJERNI TRANSFORMATOR
			OPTICKI JAVLJAC POZARA
			RUCNI JAVLJAC POZARA
			VISEKRITERIJALNI JAVLJAC POZARA
SADRZAJ CRTEZA: LEGENDA			
PROJEKAT:		URADIO:	MJERILO:
		A. HALEP	/
		DATUM:	STR/STR



SADRZAJ: JEDNOPOLNA SHEMA GRT

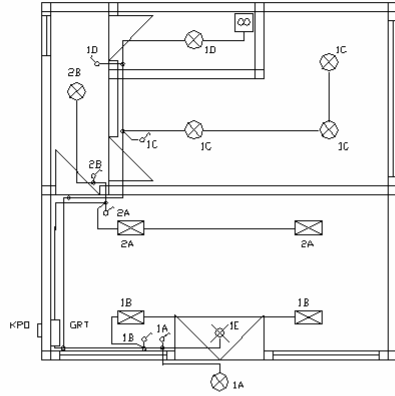
PROJEKAT: POSLOVNI PROSTOR	URADIO: A. HALEP	MJERILO: 1/4
	DATAUM: 04.06.99.	STR/STR: 2/7



SADRZAJ CRTEZA: ARHITEKTONSKO-GRADJEVINSKA PODLOGA
 PROJEKAT:

POSLOVNI PROSTOR

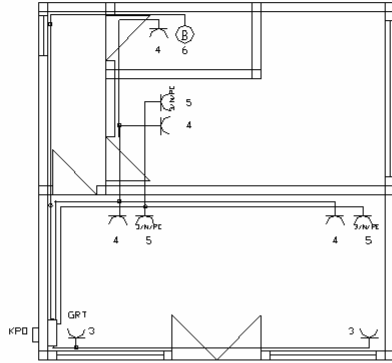
URADIO:	MJERILO:
A. HALEP	1:100
DATUM:	STR./STR.
23.04.99.	3/7



SADRZAJ CRTEZA: OSNOVA RASVJETE
 PROJEKAT:

POSLOVNI PROSTOR

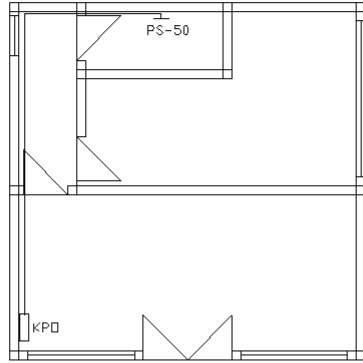
URADIO:	MJERILO:
A. HALEP	1:100
DATUM:	STR/STR
07.06.99.	4/7



SADRZAJ CRTEZA: OSNOVA TEHNOLOSKIH POTROSACA
 PROJEKAT:

POSLOVNI PROSTOR

URADIO:	MJERILO:
A. HALEP	1:100
DATUM:	STR/STR
14.06.99.	5/7



SADRŽAJ CRTEŽA: OSNOVA IZJEDINACAVANJA POTENCIJALA

PROJEKAT:

POSLOVNI PROSTOR

URADIO:

A. HALEP

DATUM:

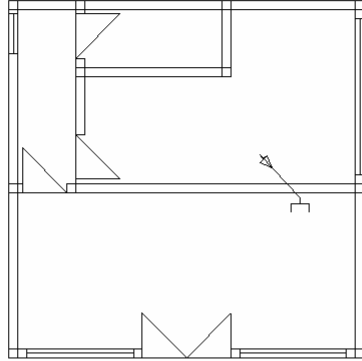
14.06.99.

MJERILO:

1:100

STR/STR

6/7



NAPOMENA:
INSTALIRA SE JEDNA TELEFONSKA UTIČNICA
KOJA SE NAPAJA SA KROVNOG PRIKLJUČKA

SADRŽAJ CRTEŽA: OSNOVA TELEFONSKOG RAZVODA

PROJEKAT:

POSLOVNI PROSTOR

URADIO:

A. HALEP

DATUM:

14.06.99.

MJERILO:

1:100

STR/STR

7/7

LITERATURA:

- 1.Keler, Maričević, Srb ELEKTROMONTERSKI PRIRUČNIK Tehnička knjiga Zagreb 1987.
- 2.Rašajski, Dotlić MALI ELEKTROENERGETSKI PRIRUČNIK SMEITS-DOS Beograd 1997.
- 3.grupa autora TEHNIČKI PRIRUČNIK KONČAR Zagreb 1991.
- 4.Kaiser ELEKTROTEHNIČKI PRIRUČNIK Tehnička knjiga Zagreb 1953.
- 5.Dotlić, Sokolov, Spaić TEHNIČKI PROPISI IZ ELEKTROENERGETIKE SMEITS-SZS Beograd 1995.
- 6.Kiefer VDE UND DIE PRAXIS VDE Verlag Berlin 1997.
- 7.Niejodek MODERNE ELEKTROINSTALLATIONEN Compact Verlag Muenchen 1997.
- 8.Reeves NEWNES ELECTRICAL POCKET BOOK Newnes Oxford 1995.
- 9.Capel SECURITY SYSTEMS AND INTRUDER ALARMS Newnes Oxford 1997.
- 10.Seip ELECTRICAL INSTALLATIONS HANDBOOK MCD Verlag Munich 2000.
- 11.Novinc ISPITIVANJE SIGURNOSTI ELEKTRIČNIH INSTALACIJA Kigen Zagreb 2005.
- 12.grupa autora EDZ PRIRUČNIK EDZ Zagreb 2000.
- 13.Tehnička dokumentacija sljedećih preduzeća i organizacija:
 - Elektroprivreda BiH
 - EIB asocijacija
 - EDZ Zagreb
 - SIEMENS
 - MOELLER
 - RICO
 - STENGLER
 - LEGRAND
 - SITECO
 - TARGETTI
 - ISKRA
 - BARTEC VARNOST
 - ELEKTROKOVINA
 - INTRA
 - KOPP
 - ELEKTROELEMENT
 - PANASONIC
 - LE TEHNIKA
 - ERICSSON
 - BOSCH
 - CONTEG
 - PANDUIT
 - RITTAL
 - CERBERUS
 - FITTICH
 - PHILIPS
 - POGLIANO
 - TEP
 - HERMI
 - ESPIT