

JUGOSLOVENSKI
STANDARDGromobranske instalacije
OPŠTI USLOVI
(Ekvivalentan sa IEC 1024-1:1990)JUS
IEC 1024-1

1996.

Lightning protection systems - General conditions

Ovaj standard objavljen je u "Službenom listu SRJ", br. 11/96.

Ovaj standard je ekvivalentan sa međunarodnim standardom IEC 1024-1:1990, Protection of structures against lightning - Part 1: General principles.

PREDGOVOR

Ovaj standard je izradila radna grupa Komisije za jugoslovenske standarde iz oblasti zaštite od atmosferskih pražnjenja, KSN 81. Standard je izraden kao prevod sa engleskog jezika standarda Međunarodne elektrotehničke komisije IEC 1024-1:1990, a razlikuje se u tome što su u tačkama 1.2.1 i 2.1.1 unete nacionalne napomene i tačka 2.1.1 u ovom standardu šira je od odgovarajuće tačke IEC standarda.

Veza citiranih međunarodnih i jugoslovenskih standarda

IEC 50(826):1982	eqv	JUS N.A0.826:1986
IEC 364-4-41:1992	neq	JUS N.B2.741:1989

Jugoslovenski standard JUS N.B2.741 primenjuje se za potrebe ovog standarda pošto je u delu teksta na koji se ovaj standard poziva ekvivalentan međunarodnom standardu.

Citirani jugoslovenski standardi

JUS N.A0.826:1986,	Električne instalacije u zgradama - Termini i definicije
JUS N.B2.741:1989,	Električne instalacije u zgradama - Zahtevi za bezbednost - Zaštita od električnog udara
JUS IEC 1024-1-1:1996,	Gromobranske instalacije - Određivanje nivoa zaštite

Citirani međunarodni standardi

IEC 50(826):1982,	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 826: Electrical installations of buildings
IEC 364-4-41:1992,	Electrical installations of buildings - Part 4: Protection for SAFETY - Chapter 41: Protection against electric shock

Deskriptor: zaštita od atmosferskih pražnjenja, gromobrani, štićeni prostor, nivo zaštite, gromobranska instalacija, spoljašnja gromobranska instalacija, unutrašnja gromobranska instalacija, izjednačenje potencijala, prihvatni sistem, spusni vodovi, sistem uzemljenja

SAVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJU

Prevod na srpski jezik

SADRŽAJ

	Strana
Uvod	3
1 Opšte odredbe	3
1.1 Predmet i područje primene	3
1.2 Termini i definicije	4
1.3 Armiranobetonski objekti	6
2 Spoljašnja gromobranska instalacija	7
2.1 Prihvatni sistemi	7
2.2 Spusni provodnici	9
2.3 Sistemi uzemljenja	11
2.4 Učvršćivanje i spojevi	14
2.5 Vrste materijala i dimenzije	14
3 Unutrašnja gromobranska instalacija	15
3.1 Izjednačenje potencijala	15
3.2 Blizina gromobranskih i ostalih instalacija	17
3.3 Zaštita od električnog udara	19
4 Projektovanje, održavanje i verifikacija gromobranskih instalacija	20
4.1 Projektovanje	20
4.2 Verifikacija i održavanje	20

GROMOBRANSKE INSTALACIJE - OPŠTI USLOVI

UVOD

Ne sme se izgubiti iz vida da gromobranska instalacija ne može sprečiti nastanak atmosferskog pražnjenja.

Gromobranska instalacija, projektovana i instalisana u saglasnosti sa ovim standardom, ne može pružiti apsolutne garancije za zaštitu objekata, ljudi ili predmeta; međutim, primena ovog standarda znatno smanjuje rizik oštećenja izazvanih udarom groma u štitjeni objekat.

Tip i mesto postavljanja gromobranske instalacije moraju se dobro razmotriti tokom projektovanja novog objekta, tako da se izvuče maksimalna korist od električnih provodnih delova objekta.

Ovako projektovana i izvedena integralna gromobranska instalacija dozvoljava bolji estetski spoljašnji izgled, a efikasnost gromobranske instalacije se može poboljšati uz minimalne troškove i napore.

Korišćenje čeličnih armatura temelja za realizaciju odgovarajućeg uzemljenja može biti moguće samo pre početka radova na temelju. Stoga otpornost tla i njegovu prirodu treba razmotriti u najranijoj mogućoj fazi projektovanja. Ova informacija, bitna za projekat uzemljenja, može uticati na rad arhitekta pri projektovanju temelja. Da bi se izbegli nepotrebni radovi, bitno je da se projektanti gromobranske instalacije i arhitekta redovno konsultuju.

Ovaj standard obezbeđuje informacije o realizovanju gromobranske instalacije za uobičajene objekte.

Budući standardi pružiće dodatne informacije za objekte koji nisu uobičajeni, kao što su:

- visoki objekti,
- objekti u kojima postoji rizik od panike,
- objekti u kojima postoji rizik od požara i eksplozija.

Ostali standardi odnose se na aspekte zaštite električne i elektronske opreme od smetnji usled atmosferskog pražnjenja.

Štaviše, uputstva za upotrebu pomoći će korisnicima u proceni rizika, izbora odgovarajućeg zaštitnog nivoa i izvođenja gromobranske instalacije.

Projekat, instalacija i materijali gromobranske instalacije moraju u potpunosti da odgovaraju odredbama ovog standarda.

1 OPŠTE ODREDBE

1.1 Predmet i područje primene

1.1.1 Područje primene

Ovaj standard primenjuje se na projekat i realizaciju gromobranske instalacije namenjene zaštiti uobičajenih objekata, čija visina ne prelazi 60 m.

Ovaj standard se ne primenjuje na sledeće objekte:

- a) železnička postrojenja i instalacije van objekta;
- b) elektroenergetska postrojenja i mreže izvan objekta;
- c) instalacije telekomunikacija izvan objekata;
- d) vozila, brodove, vazduhoplove i instalacije platformi na moru.

NAPOMENA - Instalacije od a) do d) rade se po posebnim propisima odgovarajućih nadležnih institucija.

1.1.2 Predmet

Standardom se utvrđuju opšti uslovi za projektovanje, izvođenje, verifikaciju i održavanje gromobranskih instalacija objekata definisanih tačkom 1.1.1, kao i zaštite ljudi i drugih instalacija i sadržaja u njima.

1.2 Termin i definicije

U ovom standardu primenjuju se sledeće definicije.

1.2.1 Atmosfersko pražnjenje

Električno pražnjenje atmosferskog porekla između oblaka i zemlje, koje se sastoji od jednog ili više udara.

NACIONALNA NAPOMENA - Najpravilniji termin je atmosfersko pražnjenje, jer se pojam grom odnosi na zvučni a munja na svetlosni efekat atmosferskog pražnjenja. Ipak, zbog tradicije i olakšavanja primene, u regulativi su zadržani mnogi stari termini, npr. gromobranska instalacija, udar groma i sl.

1.2.2 Udar groma

Jedno od električnih pražnjenja u okviru atmosferskog pražnjenja.

1.2.3 Mesto udara

Mesto udara groma u zemlju, objekat ili gromobransku instalaciju.

NAPOMENA - Jedno atmosfersko pražnjenje može imati više mesta udara.

1.2.4 Štićeni prostor

Deo objekta ili zone za koje je zaštita od atmosferskog pražnjenja predviđena prema ovom standardu.

1.2.5 Gromobranska instalacija

Kompletna instalacija koja omogućava da se jedan objekat zaštiti od dejstva atmosferskog pražnjenja; sastoji se od spoljašnje i unutrašnje gromobranske instalacije.

NAPOMENA - U posebnim slučajevima gromobranska instalacija se može sastojati samo od spoljašnje ili samo od unutrašnje gromobranske instalacije.

1.2.6 Spoljašnja gromobranska instalacija

Ovu instalaciju sačinjavaju prihvatni sistem, spusni provodnici i sistem uzemljenja.

1.2.7 Unutrašnja gromobranska instalacija

Ova instalacija obuhvata sve dodatne mere primenjene na spoljašnju gromobransku instalaciju, koje će smanjiti elektromagnetna dejstva struje atmosferskog pražnjenja u štićenom prostoru.

1.2.8 Izjednačenje potencijala

Oni delovi unutrašnje instalacije koji smanjuju razlike potencijala prouzrokovane strujom atmosferskog pražnjenja.

1.2.9 Prihvatni sistem

Delovi spoljašnje gromobranske instalacije namenjeni za prihvatanje atmosferskog pražnjenja.

1.2.10 Spusni provodnici

Delovi spoljašnje gromobranske instalacije namenjeni za provod struje atmosferskog pražnjenja od prihvatnog sistema do sistema uzemljenja.

1.2.11 Sistem uzemljenja

Delovi spoljašnje gromobranske instalacije namenjeni za odvođenje struje atmosferskog pražnjenja u zemlju.

NAPOMENA - U tlu visoke specifične otpornosti sistem uzemljenja može prihvatiti struje atmosferskog pražnjenja koje protiču kroz tlo usled obližnjeg atmosferskog pražnjenja u zemlju.

1.2.12 Uzemljivač

Element ili skup elemenata uzemljenja koji obezbeđuju direktni električni kontakt sa zemljom odvođajući struju atmosferskog pražnjenja u zemlju.

1.2.13 Prstenasti uzemljivač

Uzemljivač koji obrazuje zatvorenu petlju oko objekta, ispod površine zemlje ili na njoj.

1.2.14 Temeljni uzemljivač

Uzemljivač ugrađen u betonski temelj štice objekta.

1.2.15 Ekvivalentna otpornost

Odnos između prvih temenih vrednosti napona i struje uzemljenja, koji se, uopšteno, ne pojavljuju istovremeno; upotrebljava se dogovorno, da bi se objasnila efikasnost sistema uzemljenja.

1.2.16 Potencijal uzemljenja

Razlika potencijala između sistema uzemljenja i referentne zemlje.

1.2.17 "Prirodna" komponenta gromobranske instalacije

Komponenta koja obezbeđuje jednu funkciju zaštite od atmosferskog pražnjenja, ali koja nije posebno instalisana zbog ove funkcije.

NAPOMENA - Primeri upotrebe ovog termina su sledeći:

- "prirodni" prihvatni element,
- "prirodni" spusni provodnik; i,
- "prirodni" uzemljivač.

1.2.18 Metalne mase

Produženi metalni delovi u štice prostoru, kao što su npr. cevovodi, stepeništa, vodice liftova, cevi za ventilaciju grejanje i klimatizaciju, i međusobno povezane čelične armature, kroz koje može proteći struja atmosferskog pražnjenja.

1.2.19 Šina za izjednačenje potencijala

Šina koja omogućava da se izvrši povezivanje gromobranske instalacije sa metalnim masama, stranim provodnim delovima električnih i telekomunikacionih vodova i ostalim provodnim masama.

1.2.20 Provodnik za izjednačenje potencijala

Provodnik koji omogućava izjednačenje potencijala.

1.2.21 Međusobno povezane armature

Čelične armature u unutrašnjosti objekta, koje obezbeđuju električnu neprekidnost.

1.2.22 Opasan preskok

Nedozvoljeno električno pražnjenje prouzrokovano strujom atmosferskog pražnjenja unutar štićenog prostora.

1.2.23 Bezbedno rastojanje

Minimalno rastojanje između dva provodna dela u štićenom prostoru, pri kojem se opasan preskok ne može desiti.

1.2.24 Odvodnik prenapona

Uređaj namenjen da ograniči prenapone između dva dela u štićenom prostoru, kao što su: iskrište, odvodnik ili uređaj sa poluprovodnicima.

1.2.25 Ispitni spoj

Spoj koji je namenjen i postavljen tako da omogućiti ispitivanja i električna merenja elemenata gromobranske instalacije.

1.2.26 Izolovana spoljašnja gromobranska instalacija

Gromobranska instalacija kod koje su prihvatni sistem i spusni provodnici tako postavljeni da put struje atmosferskog pražnjenja nema nikakav kontakt sa štićenim prostorom.

1.2.27 Neizolovana spoljašnja gromobranska instalacija

Gromobranska instalacija kod koje su prihvatni sistem i spusni provodnici tako postavljeni da put struje atmosferskog pražnjenja može biti u kontaktu sa štićenim prostorom.

1.2.28 Uobičajeni objekti

Objekti namenjeni trgovini, industriji, poljoprivredi, administraciji ili boravku.

1.2.29 Nivo zaštite

Termin za klasifikovanje gromobranske instalacije, kojim se izražava njena efikasnost.

NAPOMENA - Ovaj termin izražava verovatnoću sa kojom gromobranska instalacija štiti štićeni prostor od atmosferskog pražnjenja.

1.3 Armiranobetonski objekti

Metalne armature objekta od armiranog betona za koje se smatra da obezbeđuju električnu neprekidnost ako zadovoljavaju sledeće uslove:

- a) da je oko 50 % ukrštanja vertikalnih i horizontalnih armatura zavareno ili spojeno,
- b) da su vertikalne armature zavarene ili se preklapaju na dužini od najmanje 20 puta njihov prečnik i da su spojene,
- c) da je obezbeđena električna neprekidnost između čeličnih armatura raznih prefabrikovanih elemenata od betona i susednih prefabrikovanih betonskih elemenata.

2 SPOLJAŠNJA GROMOBRANSKA INSTALACIJA

2.1 Prihvatni sistemi

2.1.1 Opšte

Verovatnoća direktnog udara groma u štice prostor je znatno smanjena postojanjem pravilno konstruisanog prihvatnog sistema.

Prihvatni sistemi mogu biti sastavljeni od bilo koje kombinacije sledećih elemenata:

- 1) štapnih hvataljki ili štapnih hvataljki sa pojačanim dejstvom,
- 2) razapetih žica,
- 3) mreže provodnika.

NACIONALNA NAPOMENA - Štapna hvataljka sa povećanim dejstvom je npr. štapna hvataljka sa kružnim prstenom ili štapna hvataljka sa uređajem za rano startovanje i druge za koje postoje jugoslovenski standardi.

2.1.2 Postavljanje prihvatnog sistema

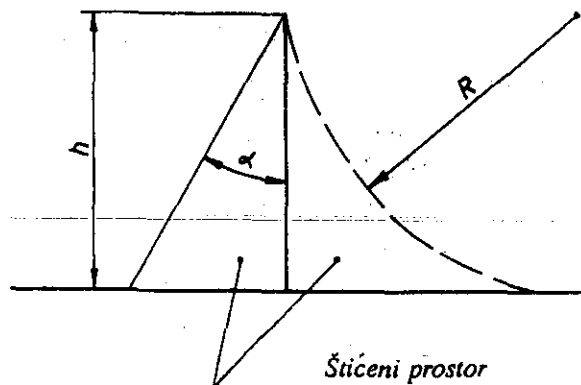
Prihvatni sistem je pravilno postavljen na objektu ako odgovara zahtevima datim u tabeli 1. Pri projektovanju prihvatnog sistema, može se upotrebiti jedna nezavisna ili bilo koja kombinacija sledećih metoda:

- a) zaštitni ugao,
- b) fiktivna sfera,
- c) mreža provodnika.

Tabela 1 - Postavljanje prihvatnog sistema u funkciji nivoa zaštite

Nivo zaštite	$h(m)$ $R(m)$	20	30	45	60	Širina okca, mreže (m)
		$\alpha (^{\circ})$	$\alpha (^{\circ})$	$\alpha (^{\circ})$	$\alpha (^{\circ})$	
I	20	25	*)	*)	*)	5
II	30	35	25	*)	*)	10
III	45	45	35	25	*)	10
IV	60	55	45	35	25	20

*) Samo u ovim slučajevima primenjuju se fiktivna sfera i širina okca mreže.



2.1.3 Izvođenje

Za izolovanu spoljašnju gromobransku instalaciju rastojanje između prihvatnog sistema i bilo koje metalne mase šticeenog prostora mora biti veće od bezbednog rastojanja definisanog u tački 3.2.

U slučaju neizolovane spoljašnje gromobranske instalacije prihvatni sistem može biti instalisan direktno na krovu ili na malom odstojanju, pod uslovom da struja atmosferskog pražnjenja ne može izazvati nikakva oštećenja.

Za određivanje prostora šticeenog od udara groma razmatraju se samo stvarne dimenzije metalnog prihvatnog sistema.

2.1.4 "Prirodne" komponente

Sledeći delovi objekta mogu se smatrati kao "prirodni" prihvatni sistem:

- a) metalni limovi koji pokrivaju šticeeni prostor, pod uslovom:
 - da je ostvarena trajna električna neprekidnost između različitih delova,
 - da debljina lima nije manja od vrednosti t date u tabeli 2, ako je potrebno lim zaštititi od proboja strujom atmosferskog pražnjenja, ili ako je prisutan problem vrućih tačaka,
 - da debljina lima nije manja od 0,5 mm, ako nije bitna njegova zaštita od oštećenja strujom atmosferskog pražnjenja i ako nema opasnosti od paljenja materijala koji se nalaze ispod lima,
 - da nisu obloženi izolacionim materijalom,
 - da su nemetalni materijali na metalnim limovima ili iznad njih izvan šticeenog prostora;

Tabela 2 - Minimalna debljina metalnog lima krovih pokrivača ili metalnih cevi koje se koriste za prihvatni sistem kada postoji opasnost od proboja strujom atmosferskog pražnjenja i vrućih tačaka

Nivo zaštite	Materijal	Debljina t mm
I do IV	Čelik	4
	Bakar	5
	Aluminijum	7

- b) metalni elementi konstrukcije krova (rešetkasti nosači, povezane čelične armature) pokrivene nemetalnim materijalom, pod uslovom da su ovi materijali izvan šticeenog prostora;
- c) metalni delovi, kao što su oluci oko krova, dekoracije (ornamenti) ograde itd., čija debljina nije manja od one koja je specificirana za normalne komponente prihvatnog sistema;
- d) metalne cevi i metalni rezervoari ako su napravljeni od materijala debljine najmanje 2,5 mm i ako njihovo probijanje strujom atmosferskog pražnjenja ne dovodi do opasne situacije;
- e) metalne cevi i metalni rezervoari uopšte ako su napravljeni od materijala čija debljina nije manja od vrednosti t datih u tabeli 2 i ako porast temperature unutrašnje površine na mestu udara ne predstavlja opasnost.

NAPOMENE

- 1) Tanki slojevi zaštitne boje ili 0,5 mm asfalta ili 1 mm PVC-a ne smatraju se izolacijom.
- 2) Upotreba cevovoda kao elementa prihvatnog sistema ograničena je na određen slučaj.

2.2 Spusni provodnici**2.2.1 Opšte**

Da bi se smanjile opasnosti od pojave opasnih preskoka, spusni provodnici moraju biti postavljeni tako da od mesta udara groma do zemlje:

- a) postoji nekoliko paralelnih strujnih staza,
- b) dužine strujnih staza budu minimalne.

Spusni provodnici moraju biti tako postavljeni da predstavljaju, što je više moguće, direktno produženje provodnika prihvatnog sistema.

2.2.2 Raspored kod izolovanih spoljašnjih gromobranskih instalacija

Ako se prihvatni sistem sastoji od štapnih hvataljki na pojedinačnom stubu, najmanje jedan spusni provodnik je neophodan po svakom stubu. U slučaju metalnih stubova, ili ako je stub armiran i u njemu je povezana čelična armatura, nije potreban nikakav dodatni spusni provodnik.

Ako je prihvatni sistem sastavljen od odvojenih horizontalnih provodnika (ili od samo jednog provodnika), najmanje jedan spusni provodnik je obavezan na svakom kraju provodnika.

Ako prihvatni sistem sačinjava mreža provodnika, najmanje jedan spusni provodnik je obavezan pri svakom nosećem stubu.

2.2.3 Raspored kod neizolovanih spoljašnjih gromobranskih instalacija

Spusni provodnici su raspoređeni po obimu štićenog prostora tako da prosečno rastojanje između njih ne sme biti veće od vrednosti datih u tabeli 3. Najmanje dva spusna provodnika su obavezna u svim slučajevima.

NAPOMENE

- 1) Srednje vrednosti rastojanja između spusnih provodnika su vezane za bezbedno rastojanje prema tački 3.2. Ako su ove vrednosti veće od datih u tabeli 3, bezbedna rastojanja treba dogovorno odgovarajuće uvećati.
- 2) Spusni provodnici se po pravilu postavljaju oko obima štićenog prostora na jednakom odstojanju, što je moguće bliže suprotnim uglovima objekta.

Spusni provodnici moraju biti međusobno povezani pomoću horizontalnih provodnika vezanih u prsten blizu nivoa zemlje i na svakih dvadeset metara visine.

Tabela 3 - Srednja vrednost rastojanja između spusnih provodnika u funkciji nivoa zaštite

Nivo zaštite	Srednje rastojanje m
I	10
II	15
III	20
IV	25

2.2.4 Izrada

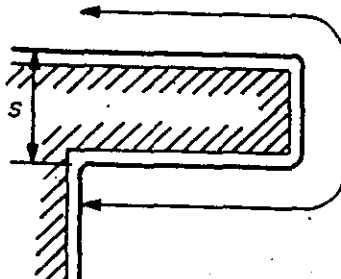
Za izolovane spoljašnje gromobranske instalacije rastojanje između spusnih provodnika i metalnih masa štićenog prostora mora biti veće od bezbednog rastojanja datog u tački 3.2.

Spusni provodnici neizolovane spoljašnje gromobranske instalacije mogu se postaviti na sledeći način:

- ako je zid izrađen od nezapaljivog materijala, spusni provodnici mogu biti postavljeni na površinu zida ili u zidu;
- ako je zid izrađen od zapaljivog materijala, spusni provodnici mogu biti postavljeni na površini zida pod uslovom da povećanje temperature spusnih provodnika tokom prolaza struje atmosferskog pražnjenja nije opasno za materijal zida;
- ako je zid izrađen od zapaljivog materijala i ako je povećanje temperature spusnog provodnika opasno za materijal zida, spusni provodnici moraju biti postavljeni tako da rastojanje između spusnih provodnika i štićenog prostora bude uvek veće od 0,1 m. Nosači za učvršćenje od metala mogu biti u kontaktu sa zidom.

NAPOMENA - Preporučljivo je da se ne postavljaju spusni provodnici u oluke odnosno silazeće cevi, čak ako su i prekrivene izolacijom. Dejstvo vlage u olucima izaziva pojačanu koroziju spusnog provodnika. Preporučuje se da se spusni provodnici postave tako da se osigura bezbedno rastojanje između njih i prozora ili vrata.

Spusni provodnici moraju biti postavljeni pravolinijski i vertikalno, sledeći najkraći i najdirektniji put do zemlje. Ne smeju se stvarati otvorene petlje. Ako ovo nije moguće, rastojanje s , mereno direktno između dve tačke provodnika i dužina l provodnika između ove dve tačke, mora biti u saglasnosti sa zahtevima tačke 3.2 (vidi sliku 1).



Slika 1 - Otvorena petlja jednog spusnog voda

2.2.5 "Prirodne" komponente

Sledeći elementi objekta mogu se smatrati kao "prirodni" spusni provodnici:

a) metalne mase pod uslovom:

- da je trajno osigurana električna neprekidnost između različitih elemenata prema zahtevima tačke 2.4.2;
- da su njihove dimenzije najmanje jednake onima koje su specificirane za normalne spusne provodnike;

NAPOMENE

- 1) Metalne mase mogu biti presvučene izolacionim materijalom.
- 2) Upotreba cevovoda kao spusnih provodnika ograničena je u određenim slučajevima.

- b) metalni kostur objekta;
- c) povezane čelične armature objekta;

NAPOMENA - U slučaju prednapregnutog betona potrebno je čuvati se opasnosti od neželjenih mehaničkih efekata, prouzrokovanih jednim delom zbog struje atmosferskog pražnjenja a drugim delom zbog spajanja na gromobranske instalacije.

- d) elementi fasada, profili i nosači metalnih fasada, pod uslovom da:
 - njihove dimenzije odgovaraju zahtevima koji se odnose na spusne provodnike i da njihova debljina nije manja od 0,5 mm;
 - njihova električna neprekidnost u vertikalnom smeru odgovara zahtevima tačke 2.4.2 ili da razmak između metalnih delova nije veći od 1 mm i da površina preklapanja dva elementa nije manja od 100 cm².

Horizontalni provodnici vezani u prsten nisu potrebni ako se metalni kostur objekta ili povezane čelične armature objekta koriste kao spusni vodovi.

2.2.6 Ispitni spoj

Na mestu spoja svakog spusnog provodnika (osim slučaja "prirodnog" spusnog provodnika) sa uzemljenjem mora se postaviti ispitni spoj. Ovaj ispitni spoj treba da bude tako konstruisan da se, uz pomoć alata, za potrebe merenja može otvoriti, ali je u normalnoj upotrebi zatvoren.

2.3 Sistemi uzemljenja

2.3.1 Opšte

Da bi se obezbedilo odvođenje struje atmosferskog pražnjenja u zemlju bez stvaranja opasnih prenapona, oblik i dimenzije sistema uzemljenja važnije su od specifične vrednosti otpornosti uzemljivača.

U pogledu zaštite od atmosferskog pražnjenja integrisana sjedinjena struktura raznih sistema uzemljenja predstavlja najbolju soluciju i obezbeđuje kompletnu zaštitu (tj. zaštitu od atmosferskih pražnjenja, zaštitu električnih instalacija niskog napona i instalacija telekomunikacija).

Ako ovi sistemi uzemljenja moraju biti odvojeni iz drugih razloga, moraju se međusobno povezati i integrisati putem provodnika za izjednačavanje potencijala, prema tački 3.1.

NAPOMENE

- 1) Uslovi odvajanja i povezivanja ostalih sistema uzemljenja regulisani su odgovarajućim drugim propisima odnosno standardima.
- 2) Ozbiljni problemi korozije mogu proizaći kada se za uzemljenje koriste različiti materijali, međusobno povezani.

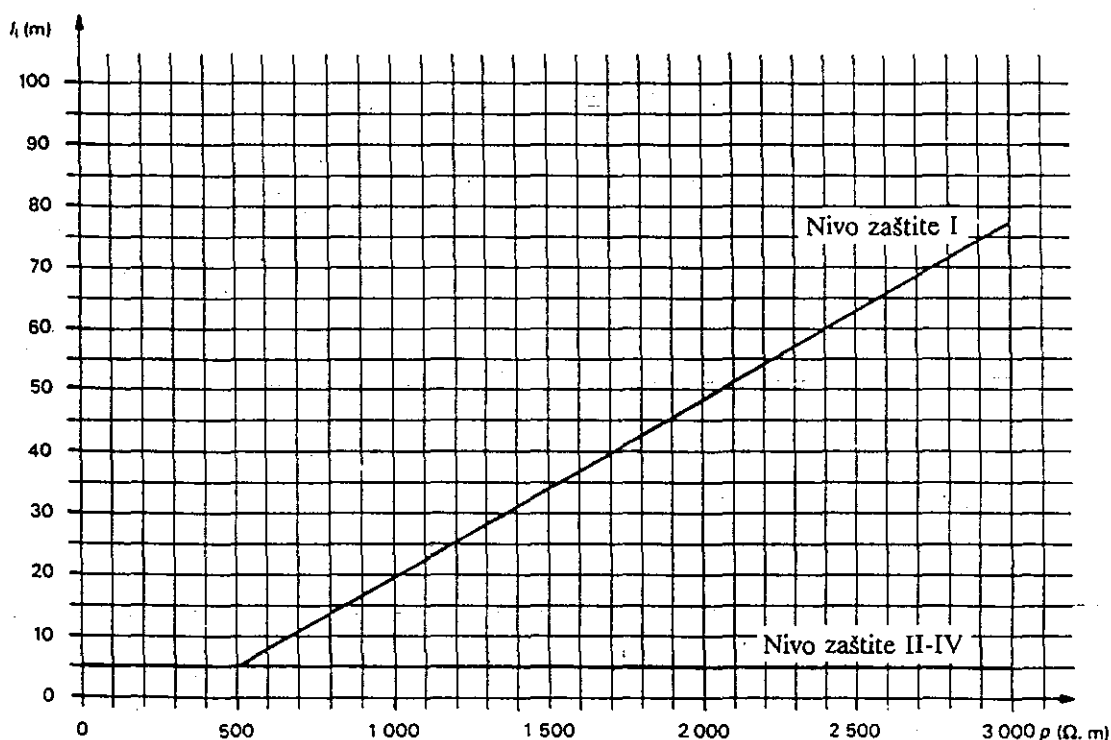
2.3.2 Uzemljivači

Sledeći tipovi uzemljivača se mogu upotrebiti: jedan ili više prstenastih uzemljivača, vertikalni uzemljivači (ili iskošeni), radijalni uzemljivači ili temeljni uzemljivač.

Ploče ili mrežasti uzemljivači mogu se koristiti, ali ih treba u svim mogućim slučajevima izbegavati zbog štete koja bi nastala eventualnom korozijom naročito na mestu spojeva.

Više korektno raspoređenih provodnika je bolje rešenje od jednog provodnika veće dužine. Slika 2 daje minimalne dužine uzemljivača koje odgovaraju različitim nivoima zaštite za različite specifične otpornosti tla.

Tamo gde specifična otpornost tla opada sa dubinom i ako je donji sloj zemlje male specifične otpornosti, veće dubine pobijanja uzemljivača su efikasne.



Slika 2 - Minimalne dužine l_1 uzemljivača u funkciji nivoa zaštite

Nivoi zaštite II do IV su nezavisni od specifične otpornosti tla ρ .

2.3.3 Sistem uzemljenja u uobičajenim uslovima

Za sisteme uzemljenja primenjuju se dva tipa rasporeda uzemljivača.

2.3.3.1 Raspored tipa A

Ovaj način raspoređivanja podrazumeva radijalne ili vertikalne uzemljivače. Svaki od spusnih provodnika mora se povezati bar na jedan odvojeni uzemljivač, koji čine jedan radijalni ili vertikalni (iskošeni) uzemljivač.

Moraju se postaviti najmanje dva uzemljivača.

Najmanja dužina svakog uzemljivača mora biti jednaka:

l_1 ako se radi o radijalnom horizontalnom uzemljivaču
ili $0,5 l_1$ ako se radi o vertikalnom (iskošenom) uzemljivaču.

l_1 je minimalna dužina radijalnog uzemljivača data na slici 2 u funkciji nivoa zaštite i specifične otpornosti tla ρ .

Kod ovog tipa uzemljivača treba preduzeti specijalne mere ako postoji opasnost po ljude ili životinje zbog napona koraka ili dodira.

U slučaju tla male specifične otpornosti nije potrebno držati se minimalnih dužina datih na slici 2 ako je moguće ostvariti otpornost uzemljivača manju od 10Ω .

NAPOMENE

- 1) U slučaju kombinovanih uzemljivača treba uzeti u obzir ukupnu dužinu.
- 2) Raspored tipa A odgovara za tla male specifične otpornosti i za male objekte.

2.3.3.2 Raspored tipa B

Za prstenasti uzemljivač (ili temeljni uzemljivač) srednji geometrijski poluprečnik r prstenastog uzemljivača ne sme biti manji od vrednosti l_1 ,

$$r \geq l_1$$

l_1 je dat na slici 2 u funkciji nivoa zaštite i specifične otpornosti tla ρ .

Ako je zahtevana vrednost l_1 veća od usvojene vrednosti r , radijalni ili vertikalni (ili iskošeni) uzemljivači se moraju dodati; dužine l_h (za horizontalne) i l_v (za vertikalne) dobijaju se uz pomoć sledećih formula:

$$l_h = l_1 - r; \quad i \quad l_v = \frac{l_1 - r}{2}$$

2.3.4 Raspored uzemljivača u posebnim uslovima

Kada je neophodno izjednačenje potencijala prema tački 3, bez zahteva za spoljašnjom gromobranskom instalacijom, može se upotrebiti horizontalni uzemljivač dužine l_1 ili vertikalni (iskošeni) uzemljivač dužine $0,5 l_1$.

Uzemljenje električne instalacije niskog napona može se koristiti za ovu svrhu pod uslovom da ukupna dužina uzemljivača nije manja od l_1 za horizontalne uzemljivače ili $0,5 l_1$ za vertikalne (iskošene) uzemljivače.

2.3.5 Instalacije uzemljivača

Spoljašnji prstenasti uzemljivač bi trebalo da je najmanje na 0,5 m dubine i najmanje 1 m od zidova.

Uzemljivači se moraju postaviti izvan štice nog prostora i rasporediti što pravilnije, najmanje 0,5 m ispod površine, tako da se međusobna dejstva svedu na minimum.

Uzemljivači moraju biti tako postavljeni da dopuštaju kontrolu za vreme izvođenja.

Dubina ukopavanja i vrste uzemljivača moraju biti takve da svedu na minimum efekte korozije, smrzavanja i sušenja tla i da se stabilizuje vrednost ekvivalentne otpornosti koju je potrebno ostvariti. Preporučuje se da se ne računa sa prvim metrom vertikalnog uzemljivača zbog mržnjenja terena. U kamenitim terenima preporučuje se upotreba sistema uzemljenja samo na raspored tipa B.

2.3.6 Prirodni uzemljivači

Kao uzemljivači mogu se upotrebiti povezane čelične armature ugradene u beton ili ostale suterenske metalne strukture, čije karakteristike zadovoljavaju zahteve tačke 2.5. Ako je metalna armatura u betonu upotrebljena kao uzemljivač, posebna pažnja treba da se posveti mestima spajanja kako bi se izbeglo mehaničko pucanje betona.

NAPOMENA - Ako je reč o prednapregnutom betonu, treba uzeti u obzir posledice prolaska struje atmosferskog pražnjenja, koja može prouzrokovati nedopustiva mehanička naprezanja.

2.4 Učvršćivanje i spojevi

2.4.1 Učvršćivanje

Prihvatni sistem i spusni provodnici moraju biti čvrsto spojeni, kako bi onemogućili bilo kakav prekid ili čupanje provodnika zbog elektrodinamičkih sila ili iznenadnih mehaničkih sila i vibracija (koje izazivaju, na primer, potresi, klizanje snega itd.).

2.4.2 Spojevi

Broj spojeva duž provodnika mora se svesti na minimum. Spojevi moraju biti izvedeni zavarivanjem, uglavljenjem ili vijčanim stezanjem ili zakivanjem.

2.5 Vrste materijala i dimenzije

2.5.1 Materijali

Upotrebljeni materijali moraju podneti bez oštećenja elektrodinamička svojstva struja atmosferskog pražnjenja i druga iznenadna naprezanja.

Materijali i dimenzije štice strukture ili gromobranske instalacije moraju biti odabrani zavisno od opasnosti od korozije.

Elementi gromobranske instalacije moraju biti izrađeni od materijala prikazanih u tabeli 4, pod uslovom da ovi imaju dovoljnu električnu provodnost i odgovarajuću otpornost prema koroziji. Ostali metali mogu se upotrebiti ako imaju mehaničke, električne i hemijske (korozija) karakteristike ekvivalentne onima navedenim u tabeli 4.

Tabela 4 - Materijal i uslovi upotrebe instalacije

Materijal	Upotreba			Korozija		
	u vazduhu	pod zemljom	u betonu	otporan	povećava se	elektrolitičnost
Bakar	- masivan - upleten - kao prevlaka	- masivan - upleten - kao prevlaka	—	- prema brojnim materijalima - prema jedinjenjima sumpora - prema organskim materijalima	- povećanjem koncentracije hlorida - prisustvom jedinjenja sumpora - prisustvom organskih materija	—
Čelik vruće pocinkovan	- masivan - upleten	- masivan	- masivan	dobar čak i u kiselom tlu	—	sa bakrom
Nerdajući čelik	- masivan - upleten	- masivan	—	prema brojnim materijalima	prisustvom vode i rastvorenih hlorida	—
Aluminijum	- masivan - upleten	—	—	—	prisustvom baznih agensa	sa bakrom
Olovo	- masivan - kao prevlaka	- masivan - kao prevlaka	—	prema visokim koncentracijama sulfata	u kiselom tlu	sa bakrom

2.5.2 Presek

Tabela 5 daje minimalne preseke.

NAPOMENA - Ove vrednosti mogu se uvećati ukoliko su uvećane opasnosti od korozije i od mehaničkih naprezanja.

Tabela 5 - Minimalni preseki materijala gromobranskih instalacija

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

2.5.3 Zaštita od korozije

Ako opasnosti od korozije postoje, materijali i njihove dimenzije moraju biti izabrani prema tabeli 4 uz uvažavanje napomena u tački 2.5.2.

3 UNUTRAŠNJA GROMOBRANSKA INSTALACIJA

3.1 Izjednačenje potencijala

3.1.1 Opšte

Izjednačenje potencijala predstavlja vrlo važnu meru zaštite od požara i eksplozije, kao i od opasnosti od električnog udara unutar štićenog prostora.

Izjednačenje potencijala se ostvaruje pomoću provodnika za izjednačenje potencijala ili putem odvodnika prenapona koji povezuju unutrašnju gromobransku instalaciju sa metalnim kosturom objekta, metalnim masama, stranim provodnim delovima i električnim i telekomunikacionim instalacijama štićenog prostora.

Realizacija unutrašnje gromobranske instalacije može ugroziti spoljašnji metalni skelet štićenog prostora. Treba imati u vidu ova dejstva pri projektovanju gromobranske instalacije; izjednačenje potencijala metalnog spoljašnjeg skeleta može takođe da bude neophodno.

Ako se spoljašnja gromobranska instalacija ne izvodi, a zahteva se zaštita od sekundarnih dejstava atmosferskog pražnjenja, izjednačenje potencijala se mora obezbediti.

3.1.2 Izjednačenje potencijala metalnih masa

Izjednačenje potencijala se mora izvesti u sledećim slučajevima:

- U suterenu ili približno u nivou tla. Izjednačenje potencijala mora se izvesti preko šine za izjednačenje potencijala napravljene i postavljene tako da joj se lako može prići zbog provere. Šina za izjednačenje potencijala mora biti spojena sa sistemom uzemljenja. U velikim objektima može biti više šina za izjednačenje potencijala, ali one moraju međusobno biti povezane.

- b) Iznad tla, na vertikalnim rastojanjima ne većim od 20 m na objektima višim od 20 m. Šine za izjednačenje potencijala moraju se povezati sa horizontalnim provodnikom vezanim u prsten, koji međusobno povezuje spusne provodnike (videti tačku 2.2.3).
- c) Mesta gde se zahtevi za blizinu ne moraju ispuniti (videti tačku 3.2) u slučajevima:
- objekata od armiranog betona pojačanog pridodatim armaturama,
 - objekata sa metalnim skeletom,
 - objekata koji poseduju ekvivalentne ekranske (zaštitne) karakteristike.

Za metalne mase u objektu izjednačenje potencijala nije potrebno u tačkama navedenim pod b) i c).

Za izolovane spoljašnje gromobranske instalacije izjednačenje potencijala može se ostvariti samo na nivou tla.

Ako se izolovani umeci postavljaju u gasne instalacije ili vodovodne cevi, moraju se premostiti varničarima (odvodnicima prenapona, videti tačku 1.2.24) dimenzionisanim prema radnim uslovima.

Izjednačenje potencijala može se realizovati uz pomoć:

- provodnika za izjednačenje potencijala, gde prirodne veze ne obezbeđuju električnu neprekidnost;
- ako izjednačenje potencijala prihvata ukupnu struju atmosferskog pražnjenja, ili njen veći deo, preseki provodnika moraju imati preseke ne manje od datih u tabeli 6, a za ostale slučajeve presek je dat u tabeli 7;
- ako provodnici za izjednačenje potencijala nisu dozvoljeni, primenjuju se odvodnici prenapona.

Tabela 6 - Minimalni preseki provodnika za izjednačenje potencijala kroz koje protiče znatna struja atmosferskog pražnjenja

Nivo zaštite	Materijal	Presek provodnika mm ²
I do IV	Bakar	16
	Aluminijum	25
	Čelik	50

NAPOMENE

- 1) Videti takode tačku 413.1.2 standarda IEC 364-4-41.
 - 2) Način izvođenja ovih mera je važan i mora se uskladiti sa zahtevima za druge instalacije da bi se izbegli oprečni zahtevi.
- Odvodnici prenapona se moraju postaviti tako da je moguće vršiti njihovu proveru.

Tabela 7 - Minimalni presek provodnika za izjednačenje potencijala kroz koje protiče neznatna struja atmosferskog pražnjenja

Nivo zaštite	Materijal	Presek provodnika mm ²
I do IV	Bakar	6
	Aluminijum	10
	Čelik	16

3.1.3 Izjednačenje potencijala stranih provodnih delova

Za strane provodne delove izjednačenje potencijala mora se izvesti što bliže tački ulaza instalacija u objekat. Očekuje se da znatni deo struje atmosferskog pražnjenja proteće ovom vezom. Prema tome, mora se primeniti i odredba iz tačke 3.1.2.

3.1.4 Izjednačenje potencijala metalnih masa, električnih i telekomunikacionih instalacija i stranih provodnih delova u posebnim uslovima

Ako se spoljašnja gromobranska instalacija ne zahteva, metalne mase, električne i telekomunikacione instalacije i strani provodni delovi moraju biti povezani u nivou zemlje na uzemljivač, prema zahtevima tačke 2.3.4.

NAPOMENA - Ovaj zahtev treba koordinirati sa projektom električnih instalacija niskog napona.

3.1.5 Izjednačenje potencijala kod električnih i telekomunikacionih instalacija u uobičajenim uslovima

Izjednačenje potencijala za električne i telekomunikacione instalacije mora biti izvedeno prema zahtevima tačke 3.1.2; ovo izjednačenje potencijala mora se izvesti što bliže tački ulaza ovih instalacija u objekat.

Ako provodnici imaju zaštitni omotač ili su postavljeni u metalnu cev, dovoljno je, po pravilu, da se sa izjednačenjem potencijala poveže metalni omotač kabla ili cev pod uslovom da je njegova omska otpornost takva da neće prouzrokovati opasan pad napona za kabl i opremu koja je sa njim povezana.

Svi fazni vodovi su povezani direktno ili indirektno. Provodnici pod naponom zbog zaštite od atmosferskih pražnjenja povezuju se samo, po pravilu, na gromobransku instalaciju preko odvodnika prenapona. U sistemima TN, zaštitni provodnici (PE provodnici) ili zaštitno neutralni provodnici (PEN provodnici) direktno se povezuju na gromobransku instalaciju.

NAPOMENE

- 1) Način izvođenja ovih mesta je važan i mora se uskladiti sa zahtevima drugih instalacija da bi se izbegli oprečni zahtevi.
- 2) Videti takode i definicije tačke 826-04-06 standarda IEC 50(826).

3.2 Blizina gromobranskih i ostalih instalacija

Da bi se izbegao svaki opasan preskok kada izjednačenje potencijala nije realizovano, rastojanje razdvajanja s između gromobranske instalacije i metalnih masa, kao i između stranih provodnih delova faznih provodnika mreže, mora biti povećano u odnosu na bezbedno rastojanje d :

$$s \geq d$$

$$d = k_1 \frac{k_c}{k_m} l \quad [m]$$

gde:

k_1 - zavisi od izabranog nivoa zaštite (videti tabelu 8),

k_c - zavisi od dimenzija konfiguracije (videti slike 3, 4 i 5),

k_m - zavisi od materijala koji razdvaja (videti tabelu 9),

l [m] - je dužina spusnog provodnika između tačke u kojoj je posmatrana bliskost prema najbližoj tački izjednačenja potencijala.

Formula važi za rastojanje između spusnih provodnika reda veličine 20 m.

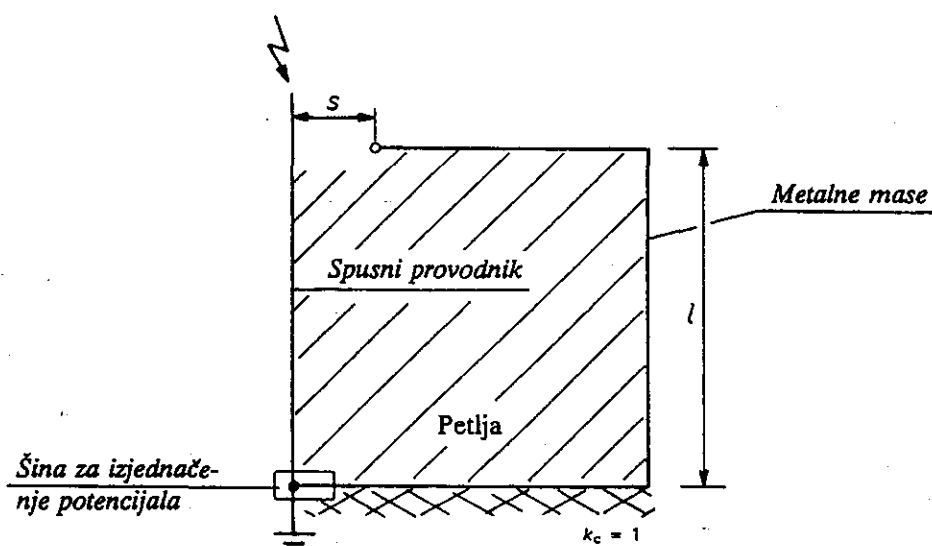
NAPOMENA - U slučaju armiranobetonskih objekata sa povezanim čeličnim armaturama i u slučaju objekata sa metalnim skeletom ili objekata sa ekvivalentnim karakteristikama, zahtevi za blizinu su obično ispunjeni.

Tabela 8 - Blizina gromobranskih i ostalih instalacija
Vrednost koeficijenta k_i

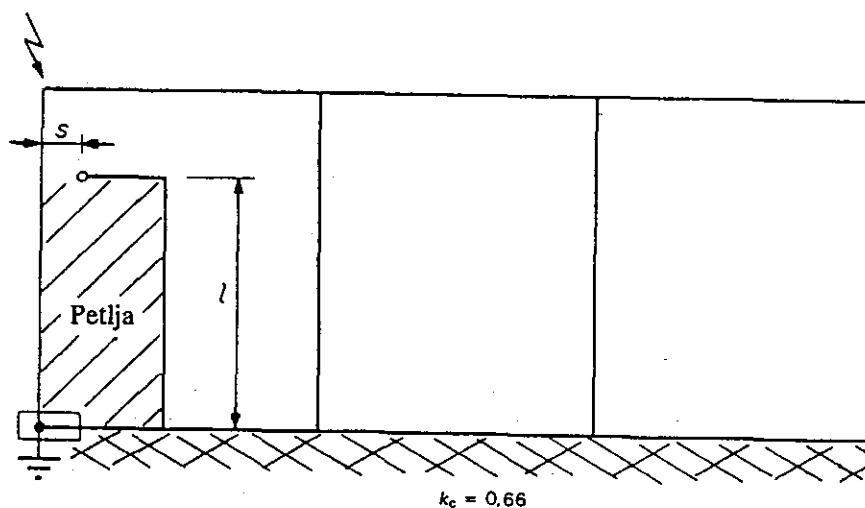
Nivo zaštite	k_i
I	0,1
II	0,075
III i IV	0,05

Tabela 9 - Blizina gromobranskih i ostalih instalacija
Vrednost koeficijenta k_m

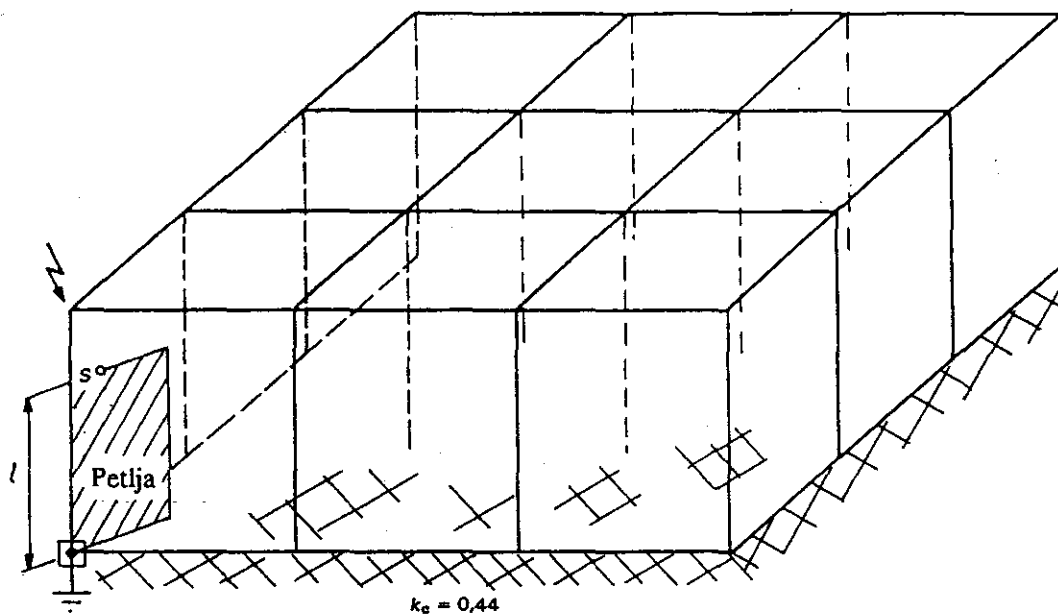
Materijal između gromobranske instalacije i metalnih masa	k_m
Vazduh	1
Čvrst (pun)	0,5



Slika 3 - Blizina gromobranske i ostalih instalacija
Vrednost koeficijenta k_c u jednodimenzionalnoj konfiguraciji
(videti tačku 3.2)



Slika 4 - Blizina gromobranske i ostalih instalacija
Vrednost koeficijenta k_c u dvodimenzionalnoj konfiguraciji
(videti tačku 3.2)



Slika 5 - Blizina gromobranske instalacije
Vrednosti koeficijenta k_c u trodimenzionalnoj konfiguraciji
(videti tačku 3.2)

3.3 Zaštita od električnog udara

Izjednačenje potencijala predstavlja najbolju meru zaštite koja omogućava da se izbegnu sve opasnosti električnog udara u štićenom prostoru.

4 PROJEKTOVANJE, ODRŽAVANJE I VERIFIKACIJA GROMOBRANSKIH INSTALACIJA

4.1 Projektovanje

Efikasnost gromobranske instalacije opada od nivoa zaštite I do nivoa zaštite IV.

NAPOMENA - Nivoi zaštite određuju se propisom o gromobranima i standardom IEC 1024-1-1.

Tehnički i ekonomski optimiziran projekat jedne gromobranske instalacije moguć je samo ako su različiti nivoi projekta vezani za faze studije konstrukcije šticenog objekta. U načelu, moguće je korišćenje metalnih delova objekta kao elemenata gromobranske instalacije i treba ih predvideti projektom nakon izrade studije samog objekta.

4.2 Verifikacija i održavanje

4.2.1 Svrha verifikacije

Zadatak verifikacije je da se utvrdi:

- a) da gromobranska instalacija odgovara projektu,
- b) da su sve komponente gromobranske instalacije u dobrom stanju i mogu obezbediti primenjene i određene funkcije i da nema korozije,
- c) da su svi delovi ili konstrukcije koje su naknadno pridodate ugrađeni u šticeći prostor izjednačenjem potencijala ili produženjem gromobranske instalacije.

4.2.2 Redosled verifikacije

Verifikacije se obavljaju shodno zahtevima tačke 4.2.1 na sledeći način:

- verifikacije za vreme izvođenja objekta imaju za cilj proveru ukopavanja uzemljivača, ili drugih radova prema projektu,
- verifikacija nakon izvedenih gromobranskih instalacija su provere prema tački 4.2.1 pod a) i b),
- periodične provere, prema tački 4.2.1 pod a), b) i c), u vremenskim intervalima određenim u zavisnosti od prirode šticećeg prostora i problema korozije,
- dodatne provere, prema tački 4.2.1 pod a), b) i c), nakon svake izmene ili popravke ili ako je struktura bila pogođena gromom.

4.2.3 Održavanje

Redovni pregledi su osnovni uslov za održavanje gromobranskih instalacija. Svi stvarni nedostaci konstatovani pregledom moraju se otkloniti bez odlaganja.

Kraj prevoda na srpski jezik