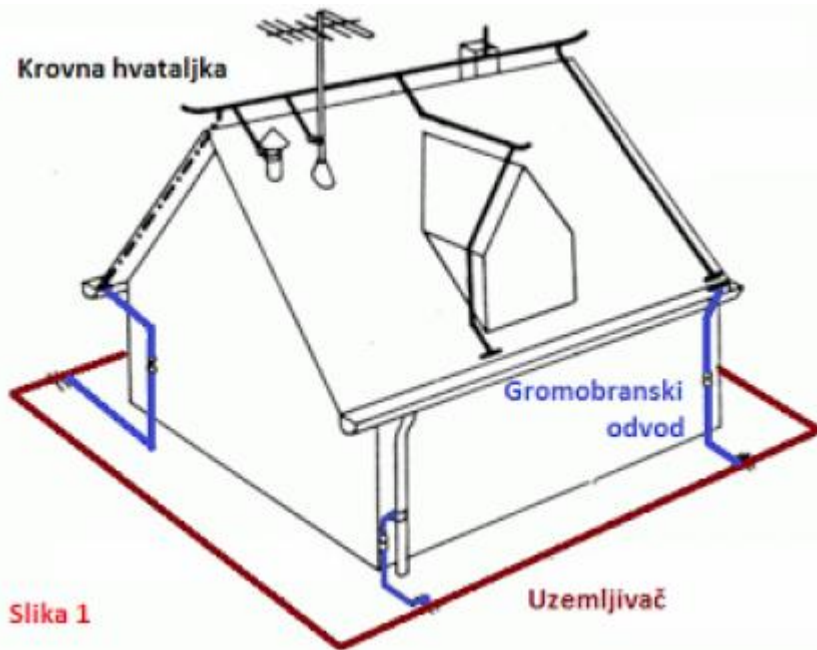


# Zaštita objekta od udara groma

## III deo



# UVOD

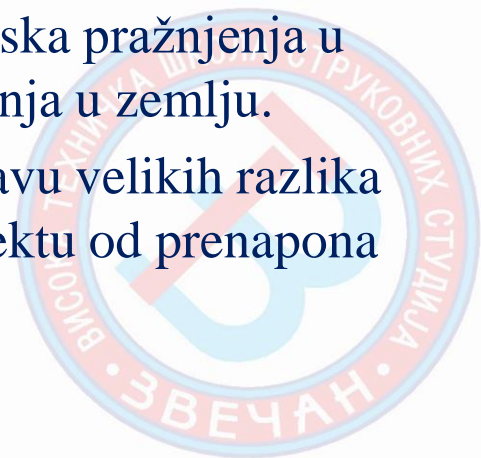
Atmosfersko pražnjenje je električno pražnjenje atmosferskog porekla između oblaka i zemlje.

Gromobranska instalacija, projektovana prema standardima, ne može pružiti apsolutne garancije za zaštitu objekta.

Primenom tehničkih propisa znatno se smanjuje rizik od oštećenja izazvanim udarom groma u štice objekta.

Gromobranska instalacija se deli na spoljašnju i unutrašnju.

- Spoljašnja instalacija ima zadatak da prihvati direktna atmosferska pražnjenja u objekat i da bez posledica sprovede struju atmosferskog pražnjenja u zemlju.
- Unutrašnja gromobranska instalacija ima zadatak da spreči pojavu velikih razlika potencijala unutar objekta i da zaštiti uređaje i instalacije u objektu od prenapona atmosferskog porekla.



# Spoljašnja gromobranska instalacija

- Spoljašnja gromobranska instalacija obuhvata
  - **prihvatni sistem** (štapne hvataljke, štapne hvataljke sa pojačanim dejstvom, mreža provodnika, razapete žice, metalni limovi, olukovi, itd)
  - **spustni provodnici**
  - **sistem uzemljenja**
- Zaštita od direktnog udara groma podrazumeva da je verovatnoca pražnjenja mimo gromobranske zaštite manja od neke tehnicki prihvatljive vrednosti.
- S obzirom da ne postoji apsolutno sigurna zaštita od direktnog udara groma, definiše se nivo zaštite koji izražava efikasnost gromobranske instalacije.



# Nivo zaštite spoljašnje gromobranska instalacija

- Pri proceni nivoa zaštite gromobranske instalacije polazi se od prosečne godišnje gustine pražnjenja na horizontalnoj površini zemlje  $N_g$ .
- Ako prosečna gustina pražnjenja  $N_g$  nije poznata, može se proceniti na osnovu broja grmljavinskih dana  $T_d$  u toku godine iz izokerauničke karte:

$$N_g = 0.04 T_d^{1.25} \text{ (broj udara / km}^2 \text{ god)}$$

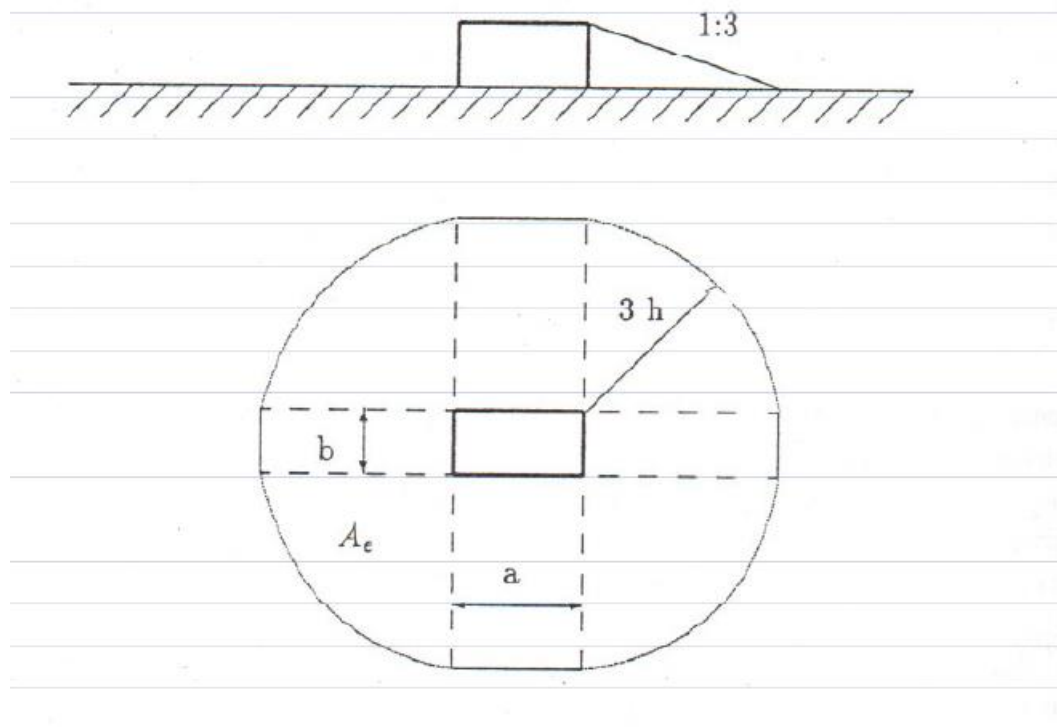
- Učestanost direktnih udara u objekat  $N_d$  se određuje na osnovu prosečne godišnje gustine pražnjenja  $N_g$  i ekvivalentne prihvatne površine objekta  $A_e$  ( $\text{m}^2$ ):

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} \text{ (broj udara / god)}$$

- Ekvivalentna prihvatna površina objekta predstavlja površinu horizontalnog tla koji ima istu učestanost direktnih udara gromova kao i postmatrani objekat



- Odredjivanje ekvivalentne prihvatne površine objekta: rotacijom nagnute ravni oko objekta u odnosu 1:3 prema visini objekt

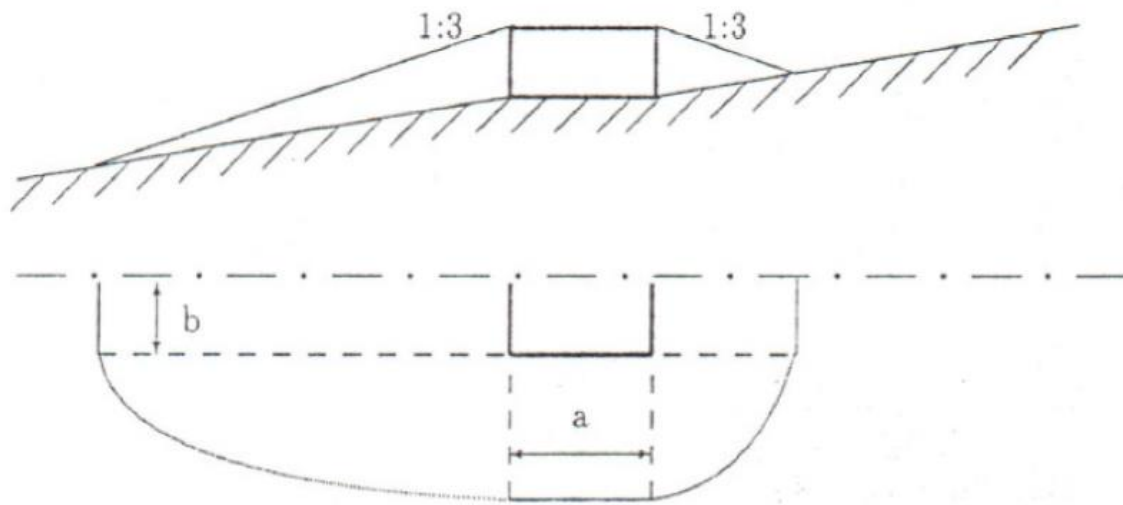


- Za objekat na slici ekvivalentna prihvatna površina je:

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

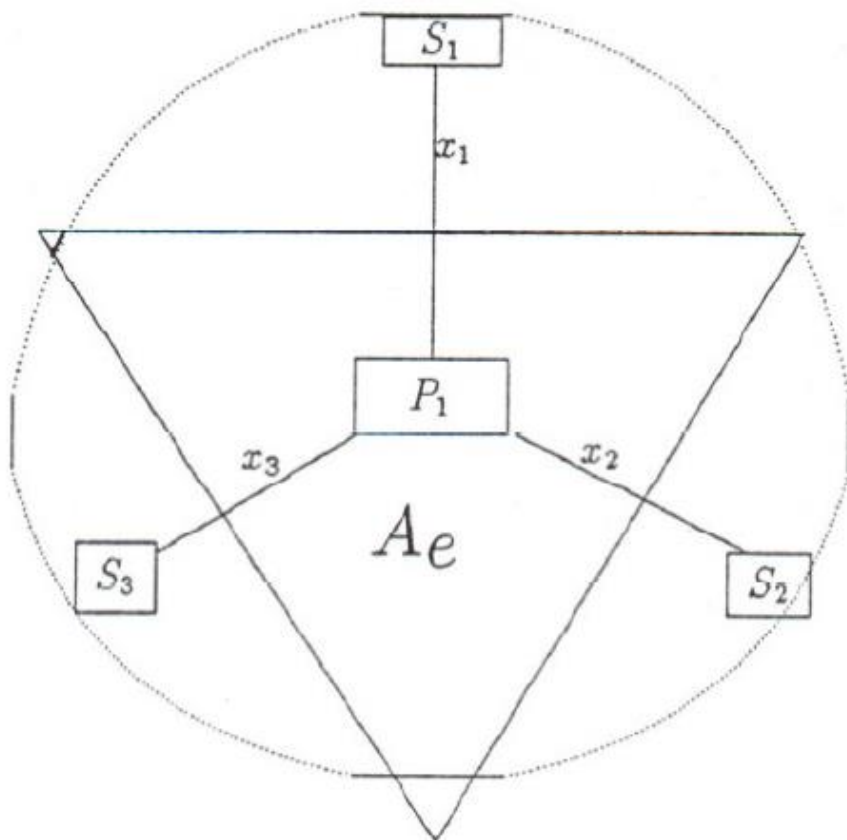


U slučaju neravnog terena, nagib ravni koja rotira oko objekta je isti a ekvivalentna prihvatna površina objekta se određuje u odnosu na presek sa površinom zemlje.





Kada objekat nije usamljen, od ekvivalentne prihvatne površine usamljenog objekta treba oduzeti one delove površine koje su bliže susednim objektima.



- Za svaki tip objekta usvaja se učestanost udara groma koja predstavlja broj udara groma u objekat u toku jedne godine, koji može da se toleriše.
- Usvojena učestanost udara groma  $N_c$  primenjuje se ili se izračunava pomoću obrasca:

$$N_c = \frac{3 \cdot 10^{-6}}{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4}$$

- Koeficijenti  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  i  $C_4$  se odredjuju iz tabela:

Koeficijent $C_1$ – tip konstrukcije objekta			
Konstrukcija objekta	Metalni krov	Kombinovani krov	Zapaljiv krov
Metalna	0.5	1	2
Kombinovana	1	1	2.5
Zapaljiva	2	2.5	3





## Koeficijent $C_2$ – sadržaj objekta

Bez vrednosti i zapaljiv	0.5
Mala vrednost i uglavnom zapaljiv	1
Veća vrednost i naročito zapaljiv	2
Izvanredno velika vrednost, nenedoknadive štete, vrlo zapaljiv ili eksplozivan	3

## Koeficijent $C_3$ – namena objekta

Nezaposednut	0.5
Uglavnom nezaposednut	1
Teška evakuacija ili opasnost od panike	3

## Koeficijent $C_4$ – posledice udara groma u objekat

Nije obavezna neprekidnost pogona i bez uticaja (posledica) na okolinu	0.5
Obaveza neprekidnog pogona, ali bez uticaja (posledica) na okolinu	1
Uticaj (posledice) na okolinu	3



Efikasnost gromobranske zaštite se procenjuje na osnovu učestanosti direktnog udara groma u objekat  $N_d$  i usvojene učestanosti udara groma  $N_c$

- Ako je  $N_d \leq N_c$  gromobranska instalacija nije potrebna
- Ako je  $N_d > N_c$  gromobranska instalacija je potrebna, računska efikasnost gromobranske instalacije je:

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

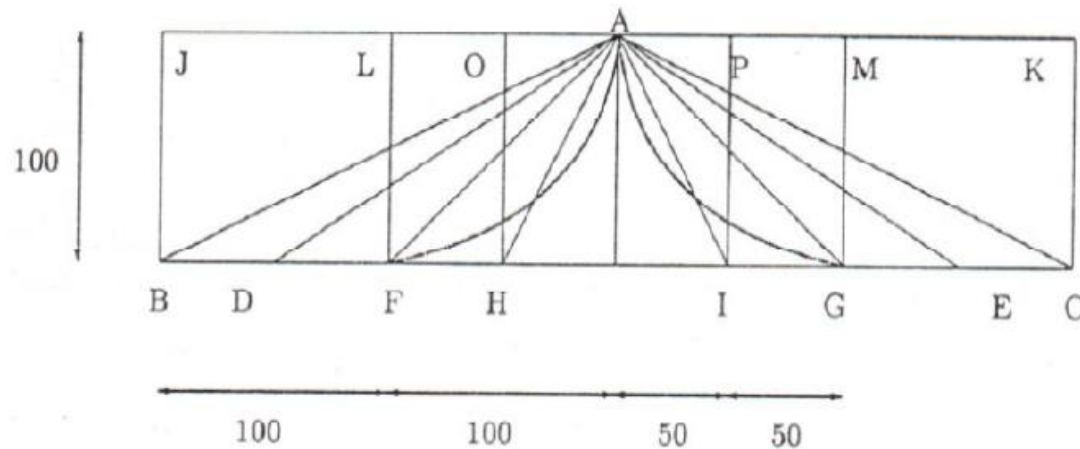
- U zavisnosti od ugroženosti objekta od atmosferskog pražnjenja, svi objekti se dele na 5 nivoa zaštite

Amplituda struje groma $I$ (kA)	Udarno rastojanje (m) $R_{ud} = 10 \cdot I^{0.67}$	Računska efikasnost $E_r$	Nivo zaštite
-	-	$E_r > 0.98$	Nivo I
2.8	20	$0.98 \geq E_r > 0.95$	Nivo II
5.2	30	$0.95 \geq E_r > 0.90$	Nivo III
9.5	45	$0.90 \geq E_r > 0.80$	Nivo III
14.7	60	$0.80 \geq E_r > 0$	Nivo IV

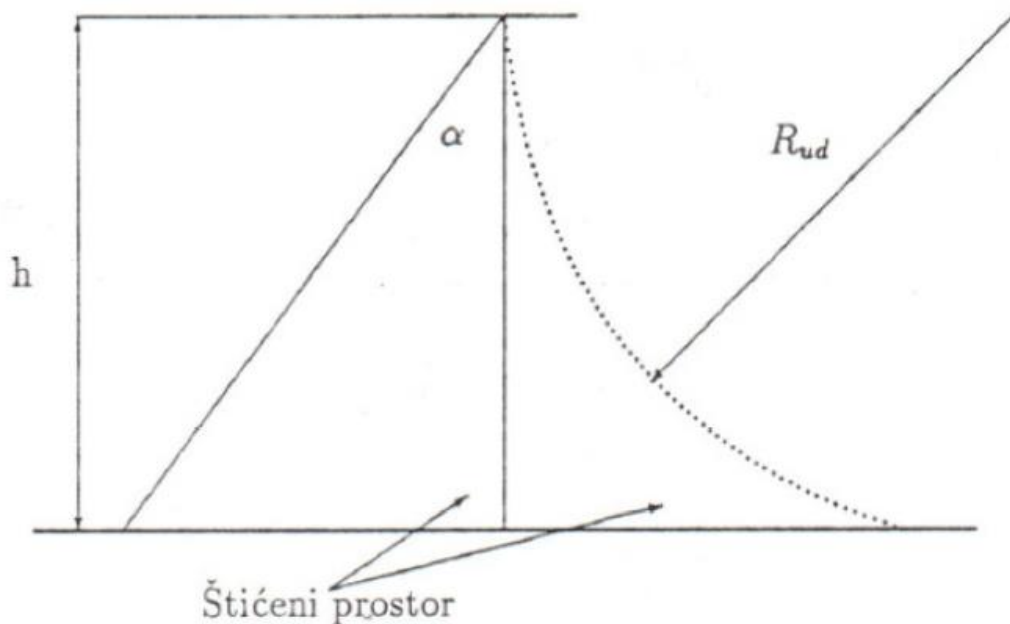


# Zaštitne zone prihvatnog sistema

- Pod zaštitnom zonom prihvatnog sistema podrazumeva se zona u kojoj se sa malom verovatnošću može dogoditi direktno atmosfersko pražnjenje
- Zaštitna zona prihvatnog sistema zavisi od vrste prihvatnog sistema, koriste se kombinacije sledećih elemenata:
  - štapnih hvataljki ili štapnih hvataljki sa pojačanim dejstvom
  - razapetih žica
  - mreže provodnika
- Zaštitne zone vertikalne štapne hvataljke prema više autora



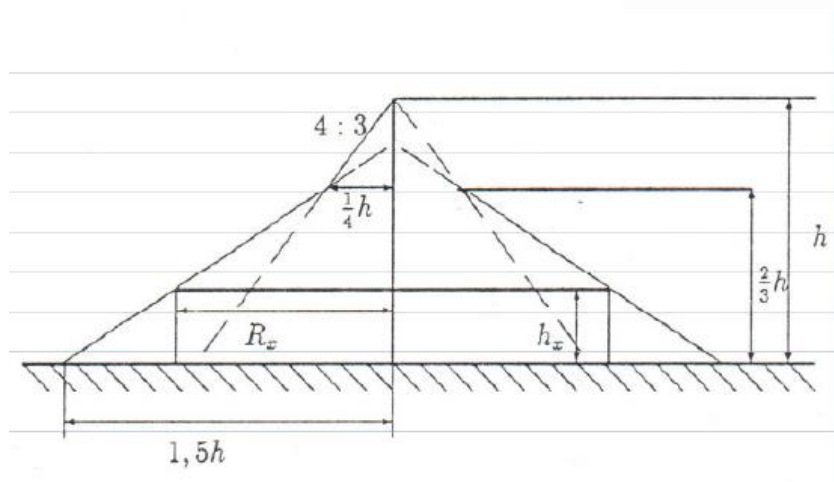
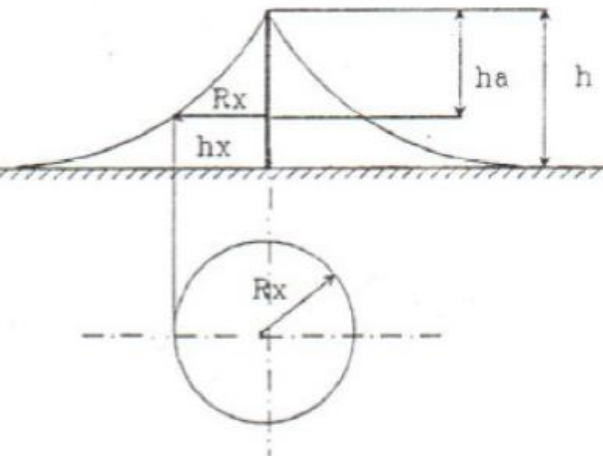
- Danas se koriste dva pristupa u određivanju zaštitne zone prihvatnog sistema
  - zaštitni ugao  $\alpha$
  - kotrljajuća sfera poluprecnika koji je jednak udarnom rastojanju za određenu struju groma
- U slučaju primene mreže provodnika kao prihvatnog sistema, definiše se veličana okaca mreže



- Zaštitni ugao  $\alpha$ , poluprecnik kotrljajuće sfere  $R$  i širina okaca mreže u zavisnosti od nivoa zaštite

Nivo zaštite	R (m)	h=20 m	h=30 m	h=45 m	h=60 m	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

- Zona zaštite štapnog gromobrana visine  $h$



# Spustni provodnici

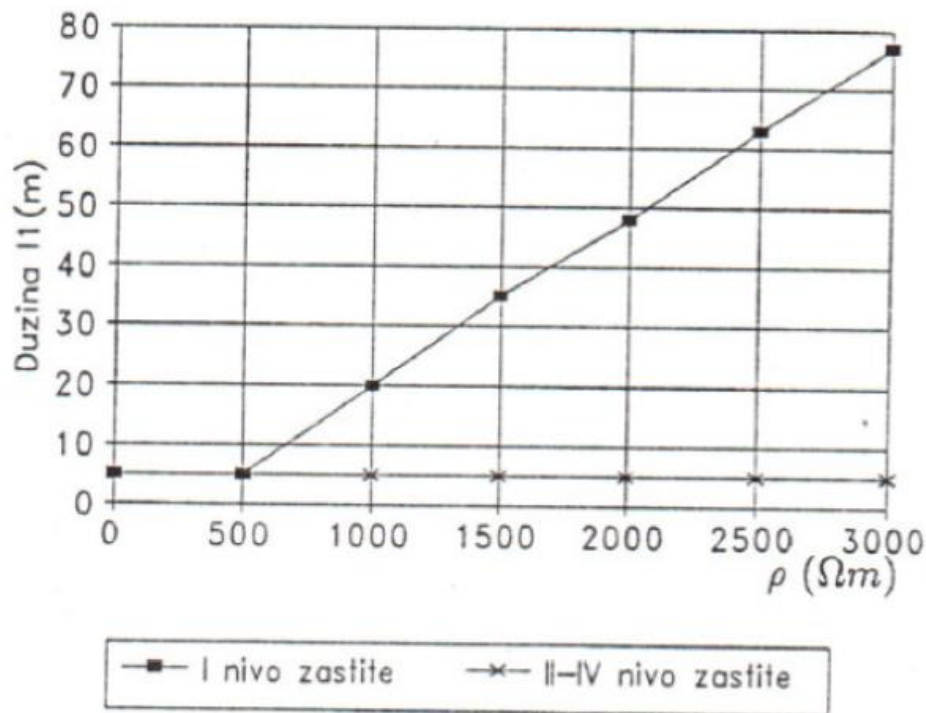
- Imaju zadatak da najkraćim putem sprovedu struju atmosferskog pražnjenja do zemlje.
- Na spusnom provodniku se pri proticanju struje atmosferskog pražnjenja pojavljuje povećanje potencijala usled:
  - pada napona na uzemljivacu
  - induktivnog pada napona na spusnom provodniku
- Visoki potencijal spustnog provodnika može da bude opasan ako se u njegovoj blizini nalazi druga instalacija (instalacija niskog napona, telefonska linija, vodovodna instalacija, itd)
- Mere za smanjenje potencijala spustnog provodnika:
  - postavlja se više paralelnih spustnih provodnika ravnomerno raspoređenih oko objekta
  - teži se pravolinijskim vodjenjem spustnih provodnika, sa što je moguće manjim petljama





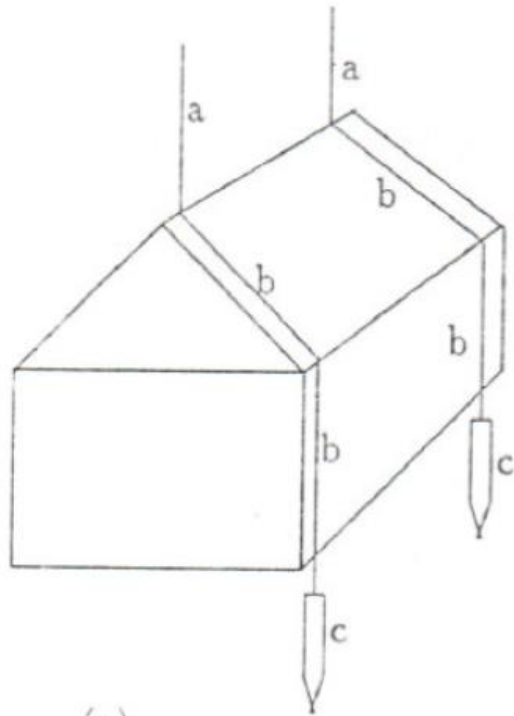
# Gromobranski uzemljivači

- Mogu biti prstenasti (mrežasti), vertikalni, radijalni, temeljni
- Minimalna ukupna dužina uzemljivaca  $l_1$  u funkciji specifičnog otpora tla  $\rho$  i nivoa zaštite

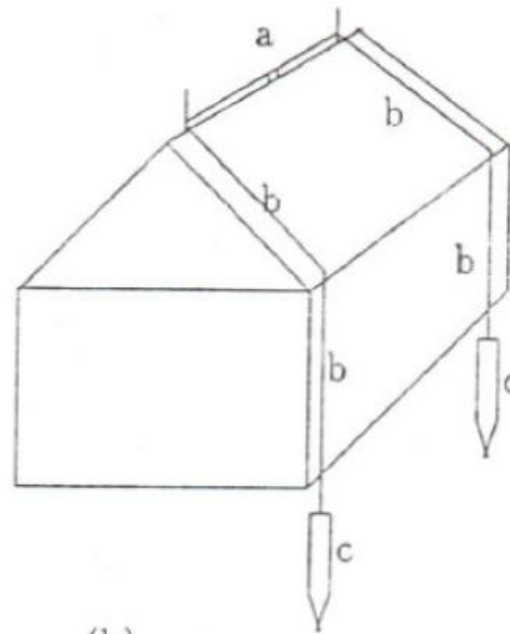


# Primer izvodjenja spoljasnje gromobranske instalacije

- Zaštita manjeg objekta pomoću dva štapna gromobrana ili pomoću horizontalne trake



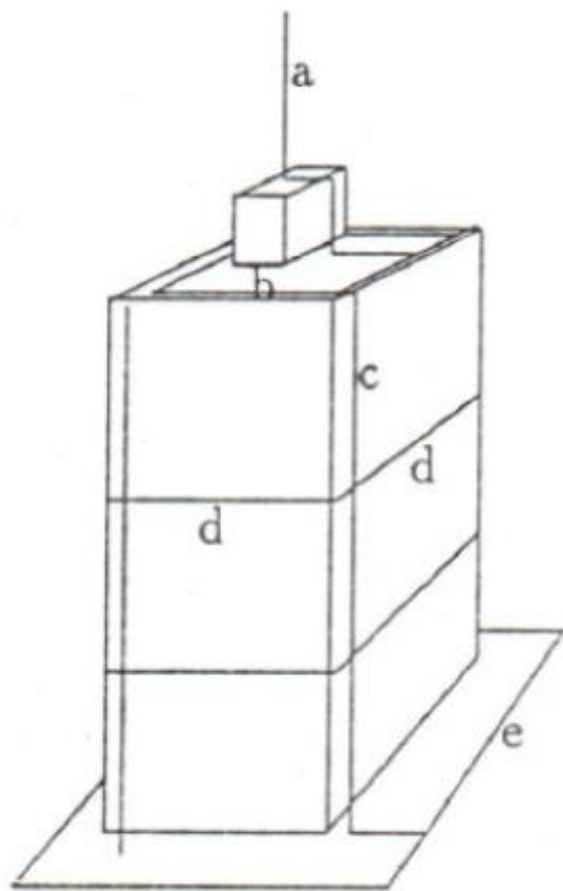
(a)



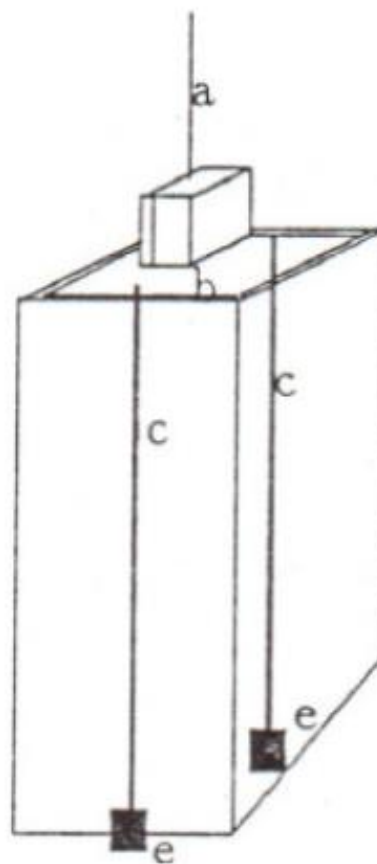
(b)



# Zaštita višespratnog objekta



I



II



# Unutrašnja gromobranska instalacija

- Unutrašnja gromobranska instalacija ima zadatak da spreči pojavu velikih razlika potencijala unutar objekta i da zaštiti uređaje i instalacije u objektu od prenapona atmosferskog porekla
- Unutar objekta koji je efikasno zaštićen od direktnog udara groma se mogu pojaviti prenaponi na sledeće načine:
  - povećanjem potencijala uzemljivača usled proticanja struje atmosferskog pražnjenja
  - prodorom atmosferskog prenapona putem nadzemnog električnog priključka
  - elektromagnetskom spregom provodnog puta struje atmosferskog pražnjenja i posmatranog objekta ili uređaja

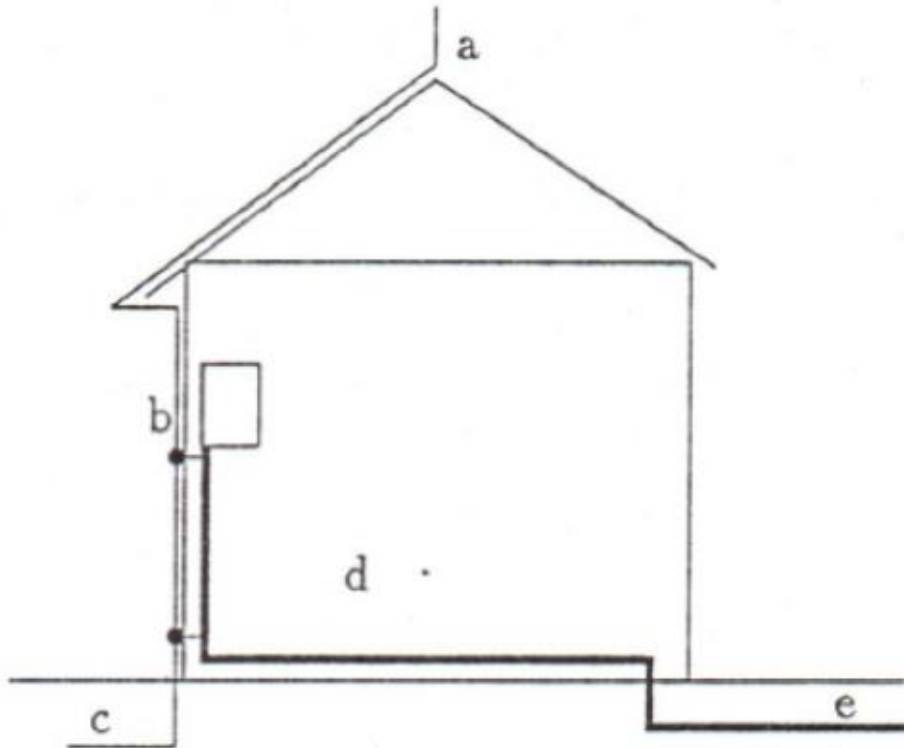
Unutrašnja gromobranska instalacija obuhvata mere u cilju:

- izjednačavanja potencijala unutar objekta,
- ograničavanja od prenapona unutar objekta
- oklapanje objekata ili uređaja



# Izjednačavanje potencijala unutar objekta

- Izjednačavanje potencijala između gromobranske instalacije i vodovodne instalacije



# Izjednačavanje potencijala unutar objekta

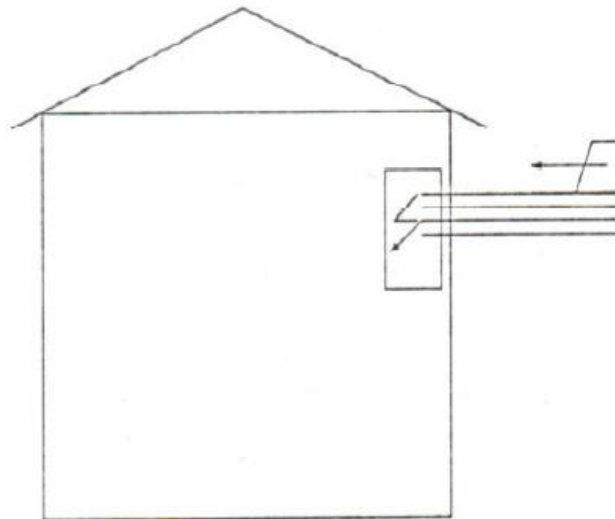
- Izjednačavanje potencijala između gromobranske instalacije i elektroenergetske instalacije





# Ograničavanje prenapona unutar objekta

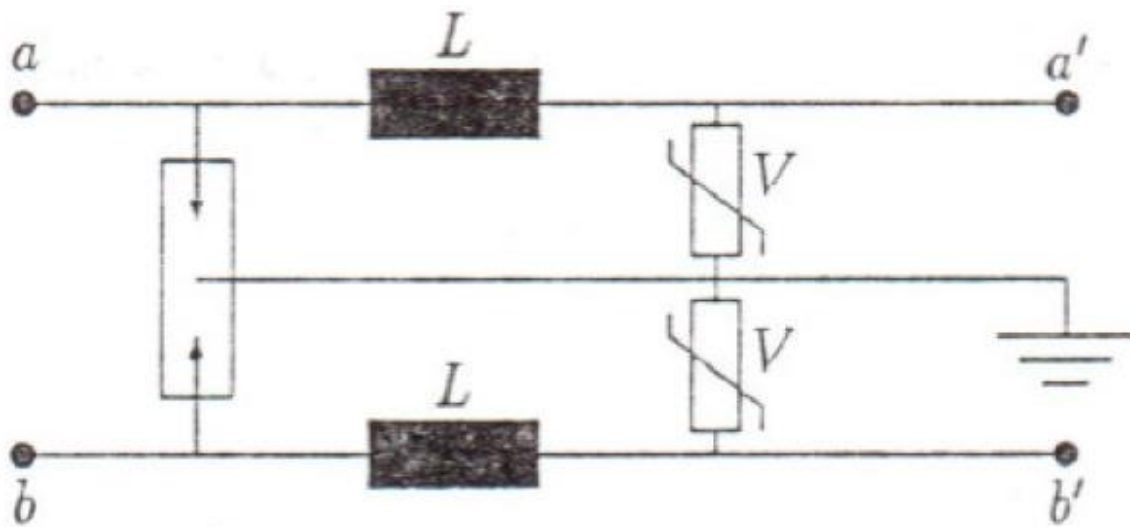
- Da bi se sprečila pojava velikih prenapona unutar objekta usled povišenja potencijala uzemljivačkog sistema, neophodno je ugraditi odvodnike prenapona izmedju faznih provodnika i šine za izjednačavanje potencijala.
- Odvodnici prenapona izmedju faznih provodnika i šine za izjednačavanje potencijala štite i od prenapona koji dolaze po elektroenergetskoj instalaciji u objekat



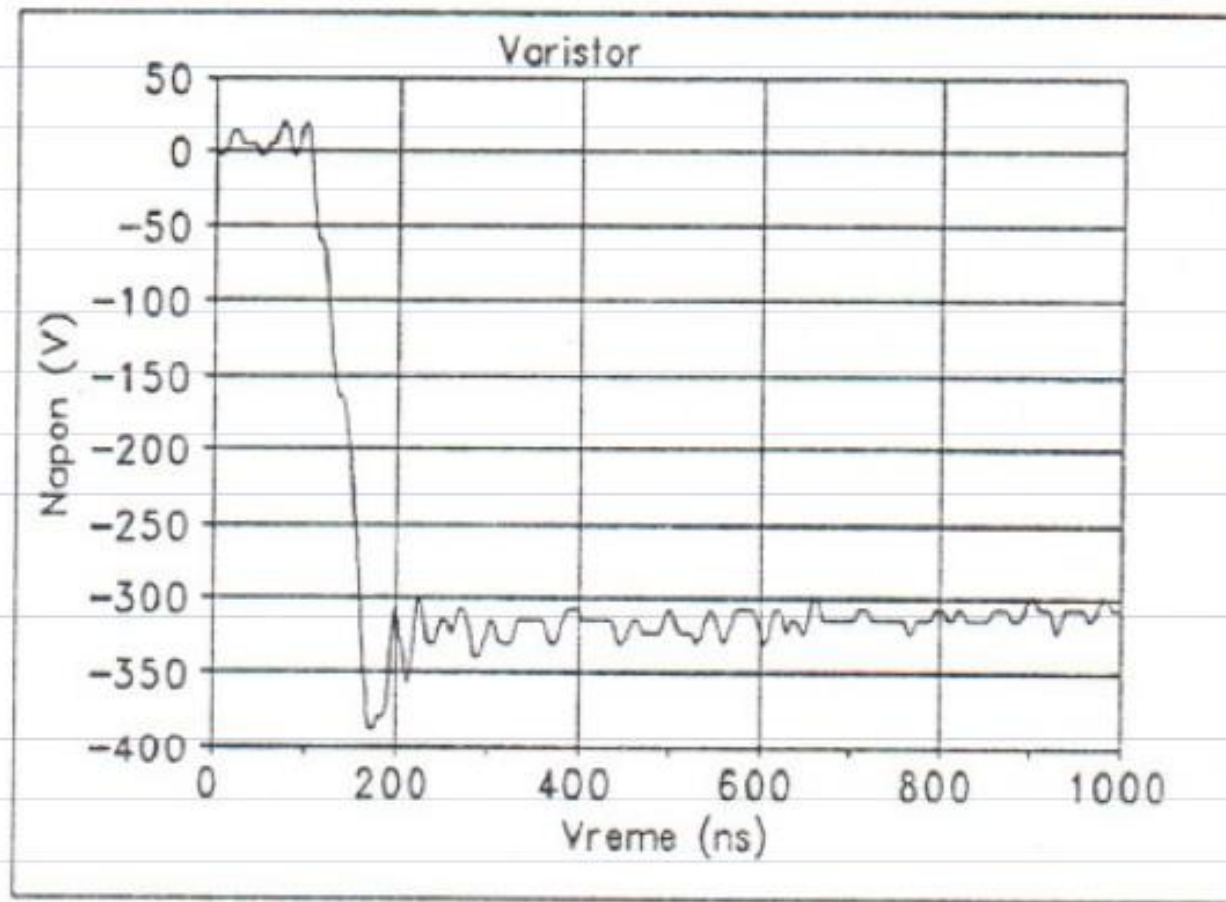
Za zaštitu osetljivih elektronskih uređaja koriste se:

- poluprovodničke (Cener) diode
- varistori
- gasni odvodnici
- električni filtri bazirani na kombinaciji induktivnih kalemova, otpornika i kondenzatora

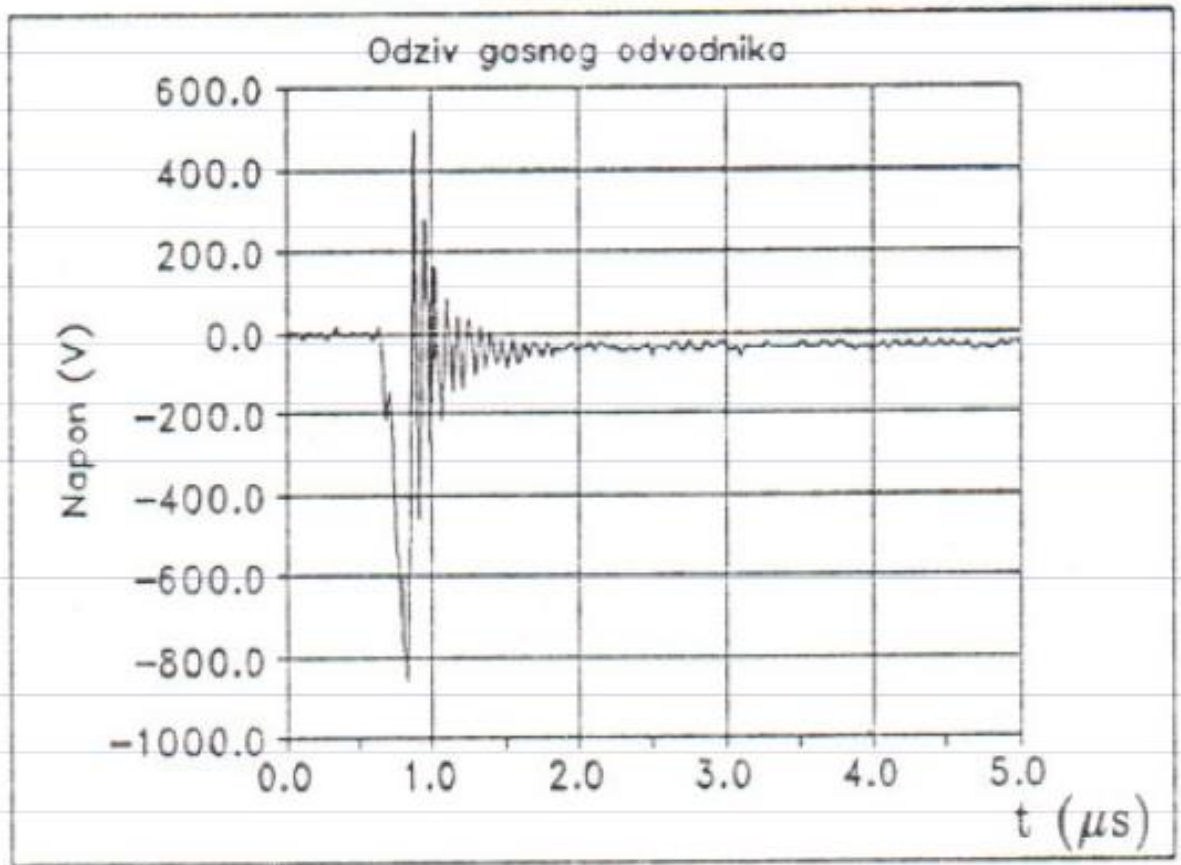
Kombinacija gasnog odvodnika, varistora i induktivnog kalema u kompleksnoj zaštiti simetricne telefonske linije:



- Odziv varistora na standardni naponski talas amplitude 4 kV



- Odziv gasnog odvodnika na standardni naponski talas amplitude 4 kV



- Odziv kombinacije gasnog odvodnika, varistora i induktivnog kalema u kompleksnoj zaštiti na standardni naponski talas amplitude 4 kV

