

Elektro Ing d.o.o.  
Matije Gupca 64, 22000 Šibenik

Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra  
– Hrvatski Dom Vis

ZOP SA-HD-GV-026-11  
Br.projekta: 34/2011

## B) SUSTAV ZAŠTITE OD MUNJE

# 1. TEHNIČKI OPIS

PROJEKTANT:

Željko Radovčić mag.ing.el.

Željko Radovčić  
mag. ing. el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

ELEKTRO ING d.o.o.  
Šibenik



E 2369

Šibenik, listopad 2011.

## 1.1. ZAHTJEVI IZ PROJEKTOG ZADATKA KOJI SE ODOSE NA ZAŠTITU OD MUNJE

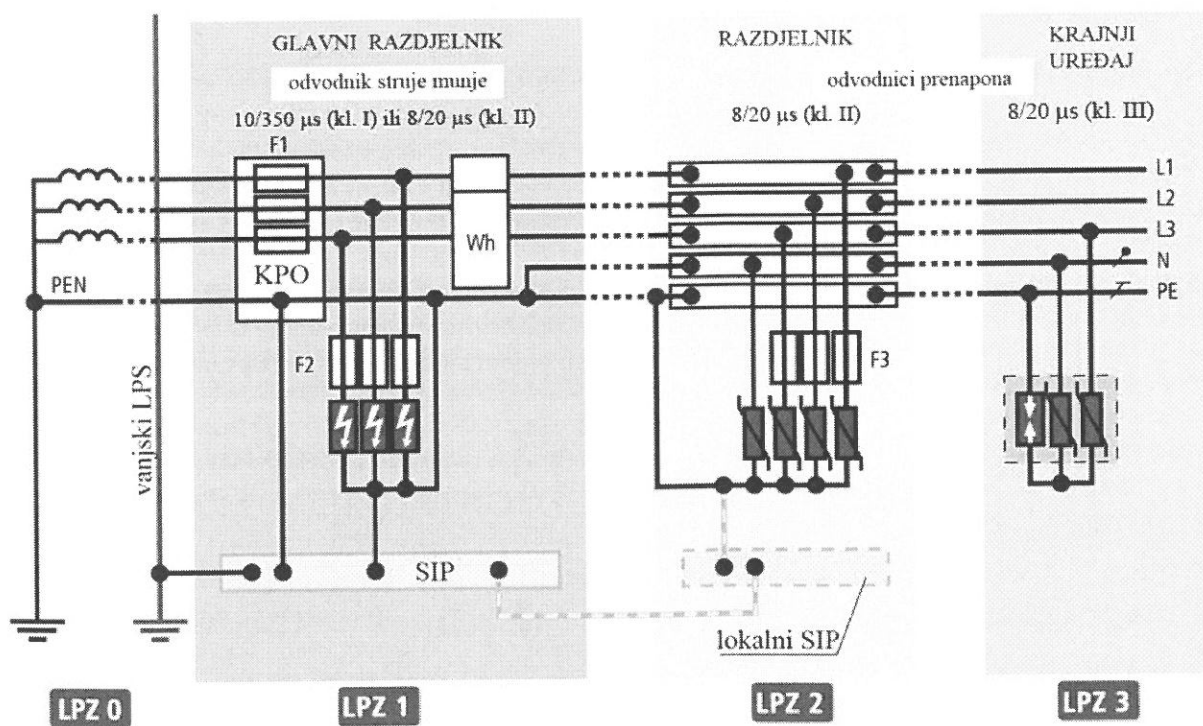
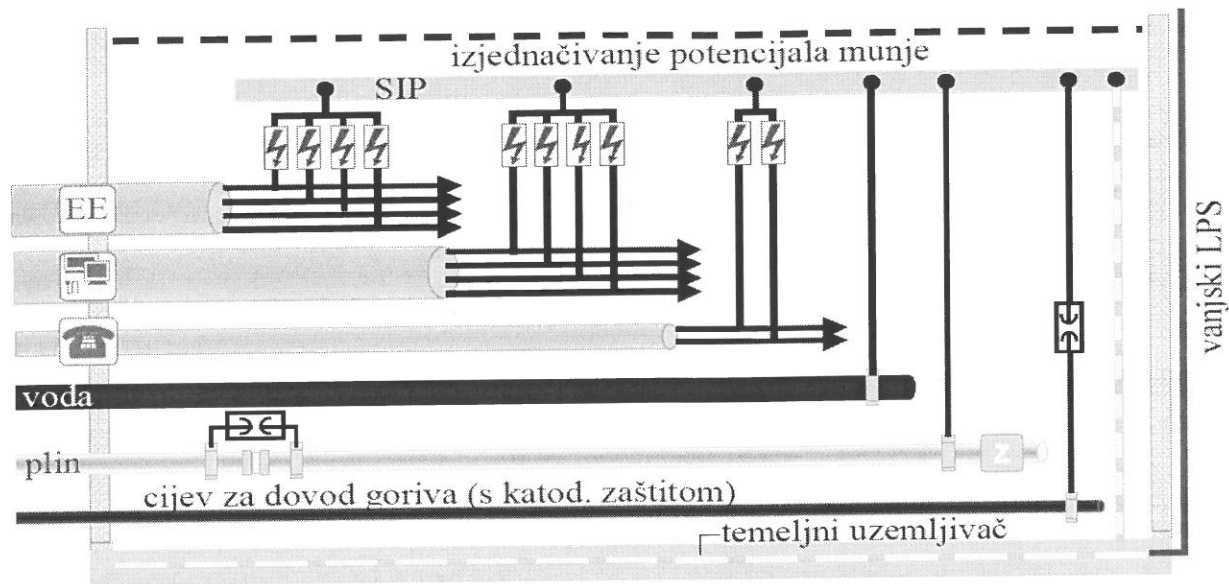
Svrha sustava za zaštitu od munje je da zaštiti ljude, samu građevinu i uređaje koji se nalaze unutar nje od izravnog ili neizravnog udara munje kao što je bliski udar u okolini građevine. Za razliku od klasične gromobranske instalacije koja štiti samu građevinu i ljude unutar nje, sustav za zaštitu od munje treba riješiti i zaštitu uređaja koji su ugroženi čak i kada se udar groma dogodi do jednog kilometra udaljenosti odnosno kada prenaponi dođu putem opskrbnih vodova.

## 1.2. OPIS GRAĐEVINE I OKOLNE GRAĐEVINE

Postojeća konstrukcija je konzistentna i zadržava se u svemu prema postojećem stanju. Oko temelja građevine položit će se traka od nehrđajućeg čelika dimenzija 30x3,5 mm prema crtežu br. 5.2. Okolne građevine nisu po visini dominantne već približno jednake veličine što čini udar munje u samu građevinu manje vjerojatnim.

## 1.3. OPIS SUSTAVA PROJEKTIRANE GRAĐEVINE I NJEGOVO USKLAĐENJE S DRUGIM KOMUNALIJAMA

S obzirom na točku 2.1. odabrali smo sustav razine zaštite IV s vjerojatnošću štete najviše 0,2. Hvataljke sustava su postavljene na krovu u obliku bakrenog užeta  $\varnothing$  8 i jedne štapne hvataljke visine jedan metar. Odvodi će se montirati na fasadu objekta prema crtežima: br 5.4.....5.7. Uzemljivač građevine (traku od nehrđajućeg čelika Rf 30x3,5) treba povezati sa odvodima najkraćom udaljenosti. Iz uzemljivača je potrebno izvesti nekoliko izvoda za priključak slivnika za vodu. Ukoliko se kod polaganja uzemljivača pronađe stari uzemljivač u zemlji, potrebno je izvršiti njihovo međusobno povezivanje. Također je potrebno napraviti spoj sa temeljnog uzemljivača na sabirnicu za izjednačenje potencijala koja se nalazi u =GRO. Na ovu sabirnicu treba spojiti i ulazne vodove vodovodne i telefonske instalacije. U =GRO je potrebno ugraditi odvodnike prenapona u klasi I između aktivnih energetske i TT vodova i SIP-a, a direktno spojiti njihove plaštove i PE vodič. U razvodnim ormarima koji se napajaju iz =GRO potrebno je ugraditi odvodnike u klasi II i dovesti poseban vodič Cu 16 mm<sup>2</sup> koji će se spojiti na SIP u =GRO i PE ( lokalni SIP ) sabirnicu u razvodnim ormarima. Primjer povezivanja dajemo na dolje prikazanoj principijelnoj shemi. Na krajnim utičnicama koje napajaju osjetljive elektrotehničke uređaje postaviti ćemo i treći u nizu odvodnik prenapona u klasi III.



|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

#### 1.4. OPIS RJEŠENJA UGRADNJE, PRIČVRŠĆENJA I OVJEŠENJA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

Za vrijeme krovopokrivačkih radova je potrebno sve izvode, spojeve sustava zaštite od munje izvesti na način da ne dođe do prokišnjanja krova na tom mjestu. Ovaj detalj treba napraviti u suradnji sa krovopokrivačima. Na sigurnosnoj udaljenosti od štapne hvataljke treba na isti način ugraditi i nosač antene na udaljenosti prema proračunu iz točke 2.4.

#### 1.5. UVJETI ZA ODRŽAVANJE SUSTAVA

Održavanje sustava mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njegova tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni ovim projektom.

- 1) Održavanje sustava podrazumjeva:
  - redovite preglede sustava u vremenskim razmacima kako slijedi.

| Razina zaštite sustava | Razdoblje između pregleda | Razdoblje između ispitivanja i mjerenja | Razdoblje između pregleda kritičnih dijelova |
|------------------------|---------------------------|---|--|
| I                      | 1 godine                  | 2 godina                                | 1 godine                                     |
| II                     | 1 godine                  | 4 godina                                | 2 godine                                     |
| III, IV                | 2 godine                  | 6 godina                                | 3 godine                                     |

- Izvanredne preglede sustava nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije.
  - Izvođenje radova kojima se sustav zadržava ili vraća u stanje određeno ovim projektom.
- 2) Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja sustava dokumentira se u skladu s projektom građevine te:
    - izvješćima o pregledima i ispitivanjima sustava iskazanim na obrascu iz priloga „C“ Tehničkih propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama.

#### 1.6. PODACI O VJEROJATNOJ GUSTOĆI UDARA MUNJE

Prema izokerauničkoj karti Republike Hrvatske na lokaciji promatrane građevine broj grmljavinskih dana iznosi  $T_d = 35$  dana / godišnje.

Odatle je gustoća udara munje  $N_g = 3,5$  udara /  $\text{km}^2$  godišnje.

## 1.7. OPIS ODABRANIH ZAŠTITNIH MJERA

S obzirom da smo odabrali sustav razine IV koji predviđa širinu oka mrežne hvataljke 20 x 20 metara, te smo predmetnu građevinu zaštitili sa četiri uglavnom simetrično postavljena odvoda koji su montirani na pročelja i koji su u najkraćoj vezi povezani na temeljni uzemljivač. Na sredini krova smo postavili štapnu hvataljku visine jedan metar i povezali je s mrežnom hvataljkom. U blizini na sigurnosnoj udaljenosti (prema proračunu) od štapne hvataljke se nalaze vanjske jedinice klima uređaja, odnosno antenski stup. Nije dozvoljeno povezati štapnu hvataljku sa vanjskim jedinicama klima uređaja i nosačem antene.

Unutrašnje instalacije treba voditi izvan sigurnosne udaljenosti koja je izračunata u točki 2.4.

U =GRO je predviđena glavna sabirnica za izjednačenje potencijala i na nju je predviđeno spajanje svih aktivnih vodiča preko odvodnika prenapona klase I, a pasivnih zaštitnih vodiča i ostalih metalnih masa direktno. Na ormariće koje napaja =GRO treba postaviti odvodnike prenapona u klasi II. Veza između =GRO i =RO treba biti osim energetskih kabela ostvarena i sa vodičem Cu 16 mm<sup>2</sup> koji će povezati glavnu sabirnicu za izjednačenje potencijala (SIP) sa pomoćnom sabirnicom za izjednačenje potencijala. Osjetljivi potrošači će se priključiti preko utičnica koje imaju u sebi odvodnike prenapona u klasi III.

## 1.8. OPIS SUSTAVA ZAŠTITE I UZEMLJENJE

Građevina je podjeljena na zonu vanjskog sustava i unutarnjeg sustava zaštite. Na granici ovih zona postavljamo sabirnicu za izjednačenje potencijala na koju spajamo sve metalne djelove ili sustave koji prelaze granicu zone, direktno ili putem odvodnika prenapona.

Uzemljenje je ostvareno putem temeljnog uzemljivača (trake od nehrđajućeg čelika Rf 30 x 3,5 ) koji ima izvode za priključak na sabirnicu za izjednačenje potencijala u =GRO i na više mjesta su ostavljeni izvodi za eventualni priključak metalnih slivnika odvodnje sa krova.

## 1.9. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Rukovanje, skladištenje i zaštita hvataljke, odvoda i uzemljivača, spojnih elemenata, potpornja, kućišta, odvodnika struje munje i odvodnika prenapona te iskrišta za odvajanje od kojih su izvedeni sustavi treba biti u skladu sa zahtjevima i tehničkim specifikacijama za te proizvode sustava, u skladu s projektom građevine te odredbama priloga „C“ Tehničkih propisa za sustav zaštite od munje. Izvođač prije ugradnje mora provjeriti da li spomenuta oprema zadovoljava te kriterije.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka izvođenja sustava i kasnije mora:

- provjeriti postoje li isprave o sukladnosti u skladu s posebnim propisima za hvataljke, odvode i uzemljivače, spojne elemente, potpornje, kućišta, odvodnika struje munje i odvodnika prenapona te iskrišta za odvajanje koji se ugrađuju u sustave i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta.
- provjeriti jesu li hvataljke, odvodi i uzemljivači spojni elementi, potpornji i kućišta, odvodnici struje munje i odvodnici prenapona te iskrišta za odvajanje ugrađeni u skladu s elektrotehničkim projektom i tehničkim uputama za ugradnju tih proizvoda.
- dokumentirati nalaze svih provedenih provjera i ispitivanja djelova sustava tijekom građenja zapisom u građevinski dnevnik.
- sve spojeve koji će se zabetonirati i koji neće imati mogućnost naknadnog pregleda, pregledati i po mogućnosti fotografirati.

Ukoliko dođe do oštećenja bilo koje sastavnice sustava nadzorni inženjer određuje postupak otklanjanja istih.

## 1.10. MJERENJA, ISPITIVANJA I REVIZIONA KNJIGA

Potrebna mjerenja i ispitivanja za ovu građevinu su:

1. Specifični otpor zemljišta
2. Otpor rasprostiranja uzemljivača na svakom mjernom spoju
3. Mjerenje otpora skrivenih spojeva:
  - a) na sustavu hvataljaka
  - b) na odvodima
  - c) na dozemnim vodovima
  - d) na vodovima za izjednačenje potencijala
  - e) galvanske povezanosti vodljivog pokrova
4. Ispitivanje stanja uzemljivača
5. Mjerenje električne povezanosti metalnih instalacija u građevini
6. Mjerenje sigurnosne udaljenosti hvataljki i odvoda od drugih instalacija prema projektu

Mjerenja i ispitivanja moraju biti dokumentirana u skladu s projektom građevine te odredbama priloga „C“ Tehničkih propisa za sustav zaštite od munje. On donosi:

- a) zapisnik o vizualnom pregledu sustava zaštite od munje
- b) zapisnik o ispitivanju i mjerenju sustava

Zapisnik o vizualnom pregledu sustava zaštite od munje sadrži slijedeće podatke.

### 1. Opći podaci

1. Broj zapisnika
2. Datum pisanja zapisnika
3. Investitor / vlasnik
4. Naziv građevine
5. Lokacija građevine
6. Vrsta ispitivanja ( zaokružiti )
  - a) prva provjera ( nakon izvedbe )
  - b) redovita provjera ( održavanje )
  - c) ostalo ( opisati )

### 2. Podaci o referentnim dokumentima

- A) Podaci o odobrenom elektrotehničkom projektu (uključivo pripadni program osiguranja i kontrole kvalitete)
- B) Podaci o primjenjenim odredbama Tehničkog propisa za sustav zaštite od djelovanja munje na građevinu
- C) Podaci o primjenjenim normama
- D) Podaci od proizvođača za sastavnice sustava

Potvrda na glavni projekt / građevinska dozvola

Uporabna dozvola: da / ne

Ime odgovorne osobe za pregled sustava

Broj uvjerenja odgovorne osobe o položenom stručnom ispitu u graditeljstvu



Tvrtka odnosno ime pravne odnosno fizičke osobe koja obavlja pregled sustava

### 3. Podaci o obavljenom pregledu

#### A) Stanje vanjskog sustava zaštite od munje

1. vrsta sustava zaštite ( razina zaštite ) ( zaokružiti ): I / II / III / IV ,  
u skladu s projektom ( zaokružiti ): da / ne
2. vrsta hvataljke ( zaokružiti ): mreža vodiča / štapne hvataljke / odvojeni vanjski sustav / ostalo  
u skladu s projektom ( zaokružiti ): da / ne
3. gradivo hvataljke ( zaokružiti ): Fe / Cu / Al  
stanje vodiča: u redu / vodič na mjestu .....prekinut olabavljen.....pohrđan  
stanje spojeva: u redu / nije u redu na mjestu.....olabavljen.....pohrđan  
ostale primjedbe.....  
u skladu s projektom ( zaokružiti ): da / ne
4. gradivo odvoda ( zaokružiti ): Fe / Cu / Al  
stanje vodiča: u redu / vodič na mjestu .....prekinut .....pohrđan.....olabavljen  
stanje mehaničke zaštite vodiča.....  
stanje spojeva: u redu / nije u redu na mjestu.....olabavljen.....pohrđan  
ostale primjedbe.....  
u skladu s projektom ( zaokružiti ): da / ne
5. stanje mjernih spojeva.....  
stanje: u redu / nije u redu na odvodu.....  
ostale primjedbe.....  
u skladu s projektom ( zaokružiti ): da / ne
6. ima li dogradnje preinaka koje zahtjevaju proširenje vanjskog sustava: da / ne ( opisati )

#### B) Stanje unutarnjeg sustava zaštite od munje

1. stanje odvodnika struje munje i prenapona:
  - a) na elektroenergetskom kabelu / nadzemnom vodu:
    - oštećen ili proradio: da / ne
    - osigurač pregorio: da / ne
  - b) na telekomunikacijskom kabelu / nadzemnom vodu
    - oštećen ili proradio: da / ne
    - osigurač pregorio: da / ne
  - c) ostale primjedbe.....
2. stanje spojeva opskrbnih vodova sa sustavom uzemljenja te sustavom za izjednačenje potencijala ( oštećenost, pohrđanost, olabavljenost i sl.)
3. stanje vodiča za izjednačenje potencijala unutar građevine ( oštećenost, olabavljeni spojevi i sl.)
4. stanje spojeva na sabirnicama za izjednačenje potencijala (oštećenost, olabavljeni spojevi, kućište oštećeno i sl. )
5. ima li dogradnji ( ili preinaka ) koje zahtjevaju proširenje unutarnjeg sustava te izmjenu ili dopunu projekta: da / ne ( ako ima opisati)

### 4. Zaključna ocijena pregleda sustava:

Pregledom je utvrđeno da izvedeni sustav bitne zahtjeve iz prethodno navedenih normativnih dokumenata (zaokružiti):



## ZADOVOLJAVA / NE ZADOVOLJAVA

Mjesto:.....nadnevak.....

Ispitivanje obavili:

odgovorna osoba za ispitivanje: .....

direktor:.....

pečat

dostavljeno:

- u dokumentaciju ispitivača
- investitoru / vlasniku
- u dokumentaciju izvođača radova ( samo nakon prvog pregleda )

### Zapisnik o ispitivanju i mjerenju sustava zaštite od munje

#### 1. Opći podaci

1. Broj zapisnika
2. Datum pisanja zapisnika
3. Investitor / vlasnik
4. Naziv građevine
5. Lokacija građevine
6. Vrsta ispitivanja (zaokružiti)
  - a) tijekom gradnje
  - b) pri preuzimanju
  - c) pri redovnom održavanju
  - d) izvanredno nakon udara munje / drugog događaja (opisati)

#### 2. Podaci o referentnim dokumentima

- A) podaci o odobrenom elektrotehničkom projektu (uključivo pripadni program osiguranja i kontrole kvalitete)
- B) podaci o primjenjenim odredbama Tehničkog propisa za sustav zaštite od djelovanja munje na građevinu
- C) podaci o primjenjenim normama
- D) podaci od proizvođača za sastavnice sustava

Potvrda na glavni projekt / građevinska dozvola

Uporabna dozvola: da / ne

Ime odgovorne osobe za pregled sustava

Broj uvjerenja odgovorne osobe o položenom stručnom ispitu u graditeljstvu

Tvrтка odnosno ime pravne odnosno fizičke osobe koja obavlja pregled sustava

#### 3. Podaci o rezultatima ispitivanja i mjerenja

- a) Mjerenje otpora rasprostiranja uzemljenja  
- izmjereni otpor rasprostiranja uzemljivača..... $\Omega$  ( ako ima više uzemljivača izmjeriti

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

svaki posebno i upisati podatak: uzemljivač 1....  $\Omega$ , uzemljivač 2....  $\Omega$ , uzemljivač 3....  $\Omega$ , itd )  
u skladu s projektom da / ne

- mjerne metode  
Instrumenti ( vrsta, podaci o umjeravanju )
- b) Ispitivanje stanja uzemljivača ( osim temeljnog ) otkopavanjem na karakterističnom mjestu
  - vrsta uzemljivača.....građivo.....pohrđan da / ne
  - uzemljivač zadovoljava / uglavnom zadovoljava / ne zadovoljava
  - postaviti novi uzemljivač da / ne
- c) Mjerenje otpora skrivenih spojeva ( u betonu i sl. ) ( orijentacijska vrijednost  $< 1 \Omega$  )
  - na sustavu hvataljaka
  - na odvodima
  - na dozemnim vodovima
  - na vodovima za izjednačenje potencijala
  - galvanske povezanosti vodljivog pokrova
- d) Mjerenje električne povezanosti metalnih instalacija u građevini

| plin |                | vodovod |                | grijanje |                | klimatizacija |                |
|------|----------------|---------|----------------|----------|----------------|---------------|----------------|
| 1    | ..... $\Omega$ | 4       | ..... $\Omega$ | 7        | ..... $\Omega$ | 10            | ..... $\Omega$ |
| 2    | ..... $\Omega$ | 5       | ..... $\Omega$ | 8        | ..... $\Omega$ | 11            | ..... $\Omega$ |
| 3    | ..... $\Omega$ | 6       | ..... $\Omega$ | 9        | ..... $\Omega$ | 12            | ..... $\Omega$ |

Lokacija mjerenja ( navesti prostore ili dio gdje je obavljeno mjerenje ):

- 1- .....
- 2- .....
- 3- .....
- 4- .....

Mjerne metode:

Instrumenti ( vrsta, podaci o umjeravanju ):

#### 4. Zaključna ocijena pregleda sustava:

SUSTAV ZADOVOLJAVA / SUSTAV NE ZADOVOLJAVA

Mjesto:.....nadnevak.....

Ispitivanje obavili:

odgovorna osoba za ispitivanje: .....

direktor:.....

pečat

dostavljeno:

- u dokumentaciju ispitivača
- investitoru / vlasniku
- u dokumentaciju izvođača radova ( samo nakon prvog ispitivanja )

## 2. PRORAČUNI

PROJEKTANT:

Željko Radovčić mag.ing.el.

Željko Radovčić  
mag. ing. el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

ELEKTRO ING d.o.o.  
Šibenik



E 2369

Šibenik, listopad 2011.

## 2.1. Procijena rizika i odabir razine zaštite

### 2.1.1. Opći podaci

Objekt za koju radimo proračun je obiteljska kuća dimenzija  
A ( širina )...18,0 m, B ( dužina ).....20,5 m, C ( visina ).....19,7 m

Proračun procjene rizika izvodi se prema „Tehničkom propisu za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama“, NN 87./2008. koji za tu svrhu upućuje na hrvatsku normu HRN EN 62305, 2. dio „Upravljanje rizikom“.

Rizik R je vrijednost vjerojatnih prosječnih godišnjih gubitaka, a sastoji se od:

- R<sub>1</sub> .....rizik gubitka ljudskih života
- R<sub>2</sub> .... rizik gubitka javne opskrbe
- R<sub>3</sub> .... rizik gubitka kulturnog nasljeđa
- R<sub>4</sub> .... rizik gubitka gospodarskih vrijednosti

Zaštita od munje je nužna ako je rizik R ( R<sub>1</sub> do R<sub>4</sub> ) veći od prihvatljivog rizika R<sub>T</sub>.  
Prihvatljivi rizik je dat u „Tehničkom propisu za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama“, NN 87./2008 članak 4 i iznosi:

#### PRIHVATLJIVI RIZICI

| VRSTA GUBITKA                          | R <sub>T</sub>   |
|--|------------------|
| gubitka ljudskih života                | 10 <sup>-5</sup> |
| gubitka javne opskrbe                  | 10 <sup>-3</sup> |
| rizik gubitka kulturnog nasljeđa       | 10 <sup>-3</sup> |
| rizik gubitka gospodarskih vrijednosti | 10 <sup>-3</sup> |

Svaka sastavnica rizika se može izraziti slijedećom općom jednadžbom:

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X$$

gdje je:

*N<sub>X</sub>.....broj opasnih događaja*  
*P<sub>X</sub>.....vjerojatnost štete na građevini*  
*L<sub>X</sub>.....posljedični gubitak*

Pod opasnim događajem misli se na udar munje s vjerojatnim posljedicama na građevinu.  
Broj opasnih događaja određuje se iz izraza:

$$N_X = N_g \cdot A_X \cdot C_X \cdot 10^{-6}$$

gdje je:

*N<sub>g</sub>.....gustoća broja udara munje u tlo ( udara / km<sup>2</sup> / godišnje )*  
*A<sub>X</sub>.....sabirna površina ( m<sup>2</sup> )*  
*C<sub>X</sub>.....korekcijski koeficijent ( položaj građevine )*

$N_g$  - Gustoća udara munja u tlo dobiva se iz izraza:

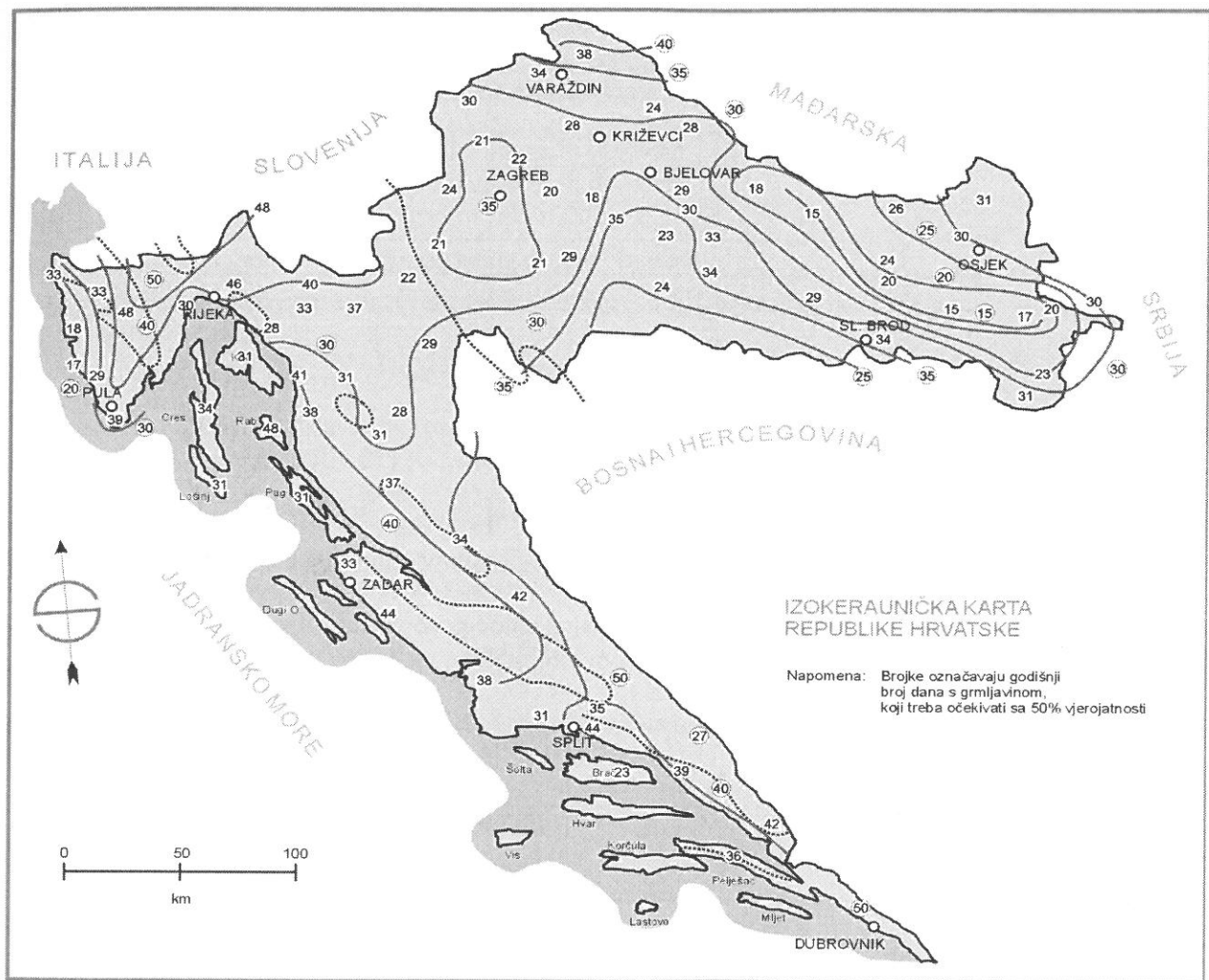
$$N_g = 0,4 \cdot T_d^{1,25} \quad \text{udara / km}^2 \cdot \text{godina}$$

Ili približno

$$N_g = 0,1 \cdot T_d \quad \text{udara / km}^2 \cdot \text{godina}$$

gdje je:

$T_d$ .....prosječan broj grmljavinskih dana ( za naš slučaj iznosi 35 )



$A_X$  - Proračun sabirne površine  $A_X$  računa se za usamljeni objekt na ravnom terenu iz izraza:

$$A_d = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot H^2, \quad m^2$$

ili za složenu građevinu sa istacima na krovu po približnoj formuli

$$A_d = 9 \cdot \pi \cdot H_p^2, \quad m^2$$

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

gdje je:

- $L$ .....širina građevine ( m )  
 $W$ .....dužina građevine ( m )  
 $H$ .....visina građevine ( m )  
 $H_p$ .....ukupna visina sa istaknutim dijelom iznad krova

$C_x$  - korekcijski koeficijent ( položaj građevine )

Određuje se prema tablici A.2. Koeficijent položaja građevine

| <i>Relativan položaj građevine koja se štiti</i>                          | $C_d$ |
|---|-------|
| Građevina okružena višim građevinama ili drvećem                          | 0,25  |
| Građevina okružena višim građevinama ili drvećem jednake ili manje visine | 0,5   |
| Usamljena građevina: u blizini nema drugih objekata                       | 1     |
| Usamljena građevina na vrhu brijega ili humka                             | 2     |

Vjerojatnost  $P_x$  ovisi o postavljenoj razini zaštite ( LPL ), odnosno vrsti sustava zaštite ( LPS). Vrijednosti su date u dodatku B norme HRN 62305-2 upravljanje rizikom( st. 54-60)

$P_A$  - Vjerojatnost da će udar munje prouzročiti povrede živih bića.

Vrijednosti vjerojatnosti  $P_A$  električnog udara koje bi doživjeli ljudi zbog napona koraka i dodirnog napona pri udaru munje u građevinu navedeni su u tablici B.1 ovisno o vrsti zaštitnih mjera.

Tablica B.1

| <i>Zaštitna mjera</i>   | $P_A$ |
|---|-------|
| Nema zaštitnih mjera  | 1     |
| Električna izolacija na izloženim vodičima ( npr. najmanje 3 mm umreženog polietilena ) | 0,01  |
| Učinkovito izjednačenje potencijala i uzemljenja  | 0,01  |
| Oznaka upozorenja   | 0,1   |



$P_B$  - Vjerojatnost da će udar munje u građevinu prouzročiti fizičke štete.

Tablica B.2 - Vrijednost  $P_B$  ovisno o zaštitnim mjerama za smanjenje fizičkih šteta

| Značajka građevine   | LPL | $P_B$ |
|--|-----|-------|
| Građevina nema sustav zaštite od munje ( LPS )   | -   | 1     |
| Građevina ima sustav zaštite od munje ( LPS )  | IV  | 0,2   |
|  | III | 0,1   |
|  | II  | 0,05  |
|  | I   | 0,02  |
| Građevina koja ima sustav hvataljki koji odgovara LPS I i neprekinutu metalnu konstrukciju ili armaturu u betonu koji djeluju kao prirodni sustav odvoda   |     | 0,01  |
| Građevina s metalnim krovom ili sustavom hvataljki, koja može sadržavati i prirodne sastavnice, s potpunom zaštitom svih instalacija na krovu od izravnog udara munje i neprekinutom metalnom konstrukcijom ili armaturom u betonu koji djeluje kao prirodni sustav odvoda |     | 0,001 |

$P_C$  - Vjerojatnost da će udar munje u građevinu prouzročiti kvar na unutrašnjim instalacijama

Vjerojatnost  $P_C$  da će udar munje u građevinu prouzročiti kvar na unutarnjim sustavima ovisi o upotrebi odvodnika prenapona, pa vrijedi:

$$P_C = P_{SPD}$$

Vrijednost vjerojatnosti  $P_{SPD}$  ovisi o razini zaštite od munje ( LPL ) za koju je odvodnik prenapona projektiran što se vidi u tablici B.3

| LPL                                    | $P_{SPD}$   |
|--|-------------|
| Nije postavljena usklađena SPD zaštita | 1           |
| III-IV                                 | 0,03        |
| II                                     | 0,02        |
| I                                      | 0,01        |
| Za bolje značajke                      | 0,005-0,001 |

Ostale vrijednosti se mogu naći u spomenutoj normi na st.56-60.

Procijena iznosa gubitaka  $L_x$  na građevini se određuju prema dodatku C iz spomenute norme.

Za gubitak ljudskih života norma daje slijedeću približnu formulu:

$$L_x = \frac{n_p}{n_t} \cdot \frac{t_p}{8760}$$

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

gdje je:

$n_p$ .....mogući broj ugroženih ljudi ( žrtava )

$n_t$ .....očekivani ukupni broj ljudi ( u građevini )

$t_p$ .....godišnji broj sati koliko su ljudi nazočni na opasnom mjestu, izvan građevine ( samo  $L_t$  ) ili unutar građevine (  $L_t, L_f, L_o$  )

Nakon provedenih izračuna ukoliko dobivena vrijednost rizika premašuje dozvoljenu vrijednost, tada određujemo potrebne zaštitne mjere. Za naš konkretan slučaj imamo dobivene vrijednosti prikazane tabelarno prije poduzimanja i nakon poduzimanja zaštitnih mjera.

### ODABIREMO VANJSKI SUSTAV ZAŠTITE LPS IV

Parametri struje munje za različite klase zaštite

| Parametar munje     | simbol         | jedinica                | Klasa zaštite od munje |       |         |
|---------------------|----------------|-------------------------|------------------------|-------|---------|
|                     |                |                         | I                      | II    | III, IV |
| Vršna vrijednost    | I              | kA                      | 200                    | 150   | 100     |
| Ukupni naboj        | $Q_{ukupni}$   | C                       | 300                    | 225   | 150     |
| Impulsni naboj      | $Q_{impulsni}$ | C                       | 100                    | 75    | 50      |
| Specifična energija | SE             | $\text{kJ}/\Omega$      | 10.000                 | 5.625 | 2.500   |
| Srednja strmina     | $di/dt$        | $\text{kA}/\mu\text{s}$ | 200                    | 150   | 100     |

## 2.2. Uzemljenje

Otpor uzemljivača računamo prema izrazu :

$$R = 0,37 \frac{\rho}{L} \log \frac{L^2}{d \cdot h}$$

gdje je:

|        |                                       |       |                  |
|--------|---------------------------------------|-------|------------------|
| $\rho$ | specifični otpor betona i okolnog tla | 350   | $\Omega\text{m}$ |
| L      | ukupna dužina trake u temeljima       | 39,5  | m                |
| d      | računski promjer uzemljivača          | 0,011 | m                |
| h      | dubina polaganja uzemljivača          | 0,7   | m                |

|     |                   |      |          |
|-----|-------------------|------|----------|
| R = | otpor uzemljivača | 17,4 | $\Omega$ |
|-----|-------------------|------|----------|

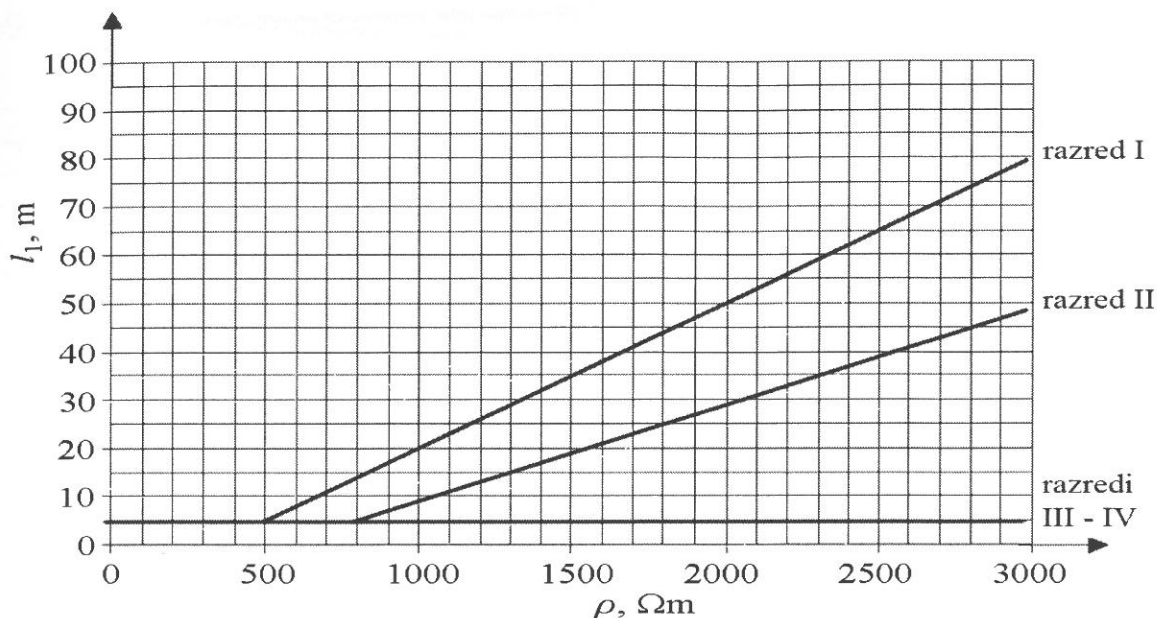
Provjera uzemljivača s obzirom na normu HRN EN 62305-3.

Za temeljni uzemljivač tipa B treba biti ispunjen slijedeći uvjet

$$r_e \geq l_1$$

Gdje je:

$r_e$ .....srednji polumjer ekvivalentnog kruga obuhvaćenog prstenom uzemljivača  
 $l_1$ .....duljina uzemljivača prema donjoj slici ovisno o vrsti LPS ( I, II, III ili IV )



$$r_e = \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}} \quad \text{gdje je:}$$

|   |                       |      |   |
|---|-----------------------|------|---|
| a | širina temeljne trake | 18   | m |
| b | dužina temeljne trake | 20,5 | m |

|         |      |   |
|---------|------|---|
| $r_e =$ | 10,8 | m |
|---------|------|---|

Iz dijagrama očitavamo  $l_1$  za  $\rho = 350 \Omega\text{m}$  i LPS IV iznos od 5 m, što znači da je osnovni uvjet ispunjen i ne moramo mu dodavati više dodatne trake.

### 2.3. Procijena dijela struje munje kroz odvod na vanjskom LPS-u

Zgrada je zaštićena sustavom zaštite razine IV, za koji se računa s amplitudom struje munje od  $I = 100 \text{ kA}$ .

Koeficijent raspodjele struje munje među vodičima odvoda  $k_c$  ovisi o ukupnom broju tih vodiča  $n$  i njihovu položaju, o (vodoravnim) prstenovima vodiča, vrsti sustava hvataljki kao i vrsti sustava uzemljivača (kako je navedeno u HRN EN 62305-3, tablica C.1. i formula na slici C.2).

S obzirom da se, kao vanjski sustav zaštite koristi sedam odvodnih vodiča ( $n = 7$ ) i uzemljivač vrste B (prstenasti), i uz parametre Faradayevog kaveza koeficijent i struja munje se računaju po sljedećim formulama:

$$k_c = \frac{1}{2 \cdot n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}}$$

$$i_p = k_c \cdot I$$

gdje je:

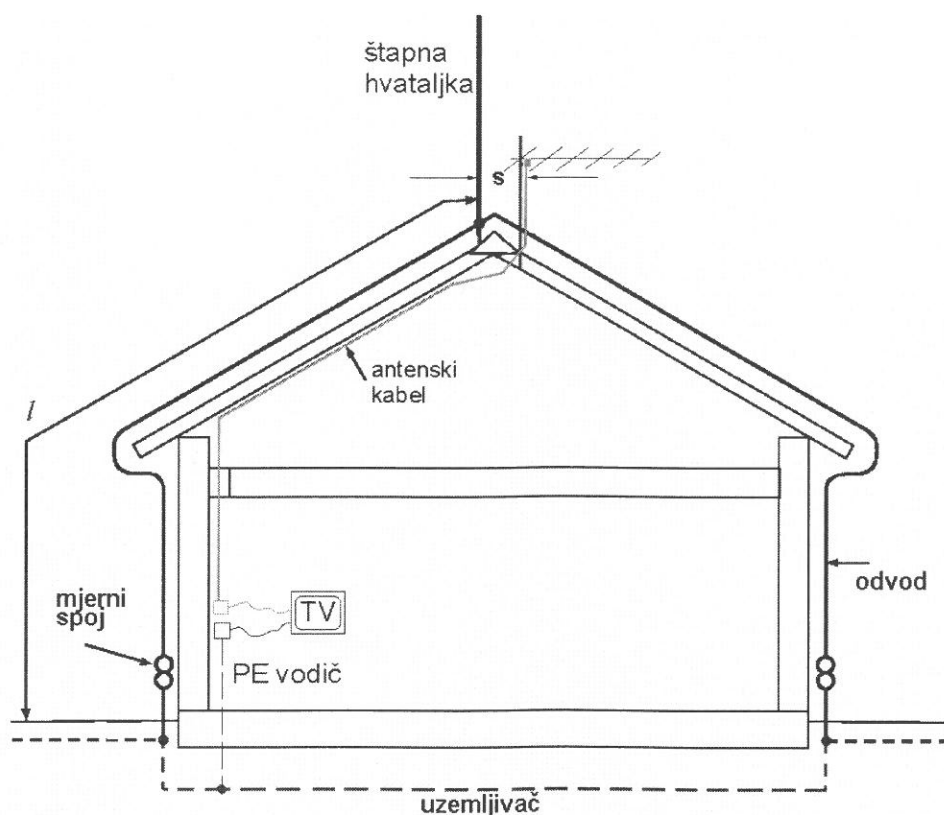
|   |  |         |   |
|---|--|---------|---|
| n | ukupan broj odvoda                           | 4       |   |
| c | razmak između susjednih odvoda               | 15,6    | m |
| h | visina između uzemljivača i krovne hvataljke | 16,2    | m |
| I | struja munje                                 | 100.000 | A |

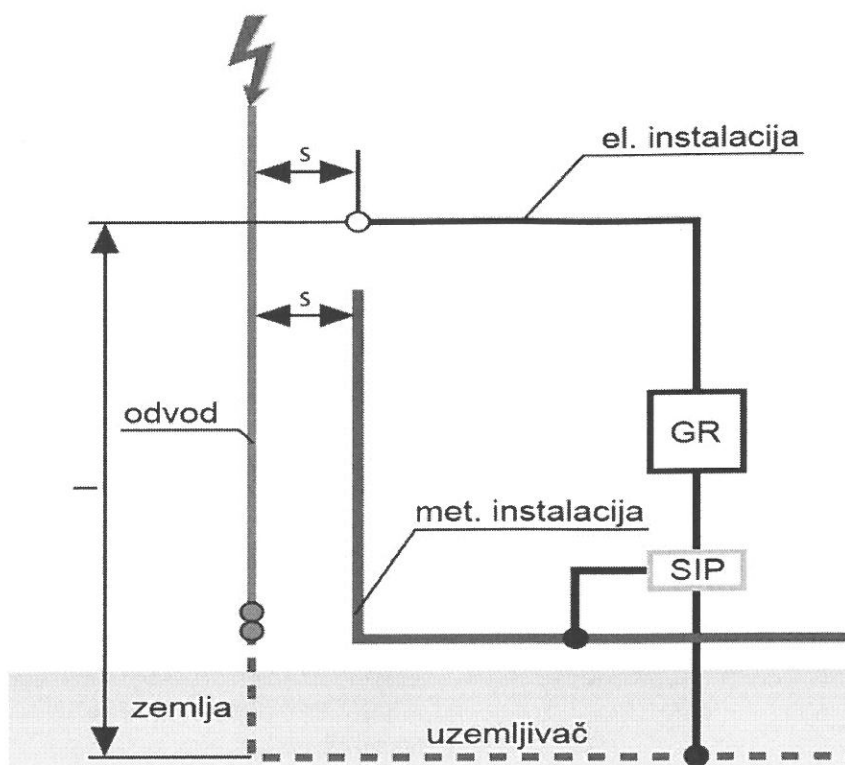
|       |                                   |        |    |
|-------|-----------------------------------|--------|----|
| $k_c$ | koeficijent grananja struje munje | 0,42   |    |
| $i_p$ | struja munje kroz pojedini odvod  | 42.000 | kA |

## 2.4. Proračun sigurnosnog razmaka

Iznos sigurnosnog razmaka provjerit će se na štapnoj hvataljki uz vanjske jedinice klima uređaja, odnosno antene na krovu građevine. Štapne su hvataljke postavljene za zaštitu opreme na krovu, a antena vodi do TV. Tako je nastala petlja koja se zatvara na TV-u preko zaštitnog vodiča spojenog na uzemljenje. Isto se može kazati i za klima uređaj ili bilo koji drugi koji se priključuje na električnu mrežu.

Električna izolacija između hvataljke ili odvoda i ovog unutarnjeg sustava, može se postići odmicanjem promatranih dijelova na udaljenost koja je veća od sigurnosne udaljenosti (vidi odj. 6.3):





Sigurnosni razmak za ovakav slučaj računamo po formuli:

$$s \geq k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l$$

gdje je:

| l (m) | s-vanjski (m) | s-unutarnji (m) |
|-------|---------------|-----------------|
| 3,5   | 0,06          | 0,12            |
| 7     | 0,12          | 0,24            |
| 10,5  | 0,18          | 0,35            |
| 12,7  | 0,21          | 0,43            |
| 14    | 0,24          | 0,47            |
| 15    | 0,25          | 0,50            |
| 17,5  | 0,29          | 0,59            |
| 20    | 0,34          | 0,67            |
| 22,5  | 0,38          | 0,76            |
| 25    | 0,42          | 0,84            |
| 27,5  | 0,46          | 0,92            |
| 30    | 0,50          | 1,01            |
| 32,5  | 0,55          | 1,09            |
| 35    | 0,59          | 1,18            |
| 37,5  | 0,63          | 1,26            |
| 40    | 0,67          | 0,67            |

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

## 2.5. Proračun porasta temperature vodiča odvoda za određeni dio struje munje

Temperatura vodiča LPS-a izračunava se iz sljedećeg izraza:

$$\Theta - \Theta_0 = \frac{1}{\alpha} \cdot \left[ e^{\left( \frac{\frac{W}{R} \cdot \alpha \cdot \rho_0}{\sigma^2 \cdot \gamma \cdot C_W} \right)} - 1 \right]$$

gdje pojedine oznake znače:

- e .....2,71828 baza prirodnih logaritama,
- $\Theta - \Theta_0$ ..... porast temperature vodiča, K
- $\alpha$ ..... temperaturni koeficijent otpora, 1/K
- $W/R$ .....specifična energija strujnog udarnog vala, J/ $\Omega$
- $\rho_0$ ..... električna otpornost vodiča na temperaturi okoline,  $\Omega\text{m}$
- $\sigma$ ..... presjek vodiča,  $\text{m}^2$
- $\gamma$ ..... gustoća gradiva vodiča (specifična masa),  $\text{kg}/\text{m}^3$
- $C_W$ ..... specifični toplinski kapacitet vodiča, J/kgK

Ove parametre možemo naći u normi HRN EN 62305-1 tablica D2. Međutim u istoj normi u tablici D3 možemo očitati poraste temperature odvoda s obzirom na odabrani materijal i specifičnu energiju strujnog udarnog vala. Za naš slučaj mi smo odabrali pocinčanu traku  $20 \times 3 \text{ mm}^2$  pa možemo očitati porast temperature odvoda za energiju  $2,5 \text{ MJ}/\Omega$  što iznosi svega  $37^0 \text{ K}$ . Ovakvo povišenje temperature neće predstavljati nikakvi problem za okolne materijale.

## 2.6. Polumjer kotrljajuće kugle

Polumjer kotrljajuće kugle  $r$  određujemo iz izraza:

$$r = 10 \cdot I_{\min}^{0,65} \quad (\text{m})$$

Gdje je:

$I_{\min}$  .....najmanja vršna vrijednost struje munje za LPS IV iznosi prema HRN EN 62305-1 opća načela  
( u tablici 6 str.29 ) 16 kA

|            |  |    |    |
|------------|--|----|----|
| $I_{\min}$ | najmanja vršna vrijednost struje munje | 16 | kA |
|------------|--|----|----|

|     |                            |    |   |
|-----|----------------------------|----|---|
| $r$ | polumjer kotrljajuće kugle | 61 | m |
|-----|----------------------------|----|---|

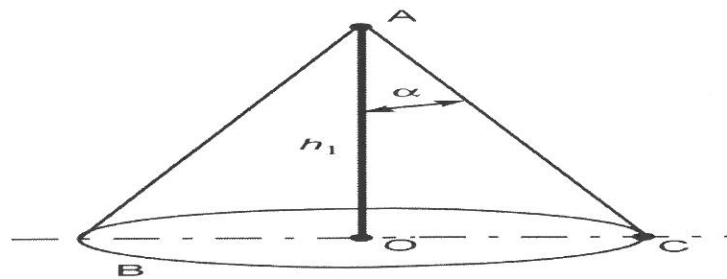
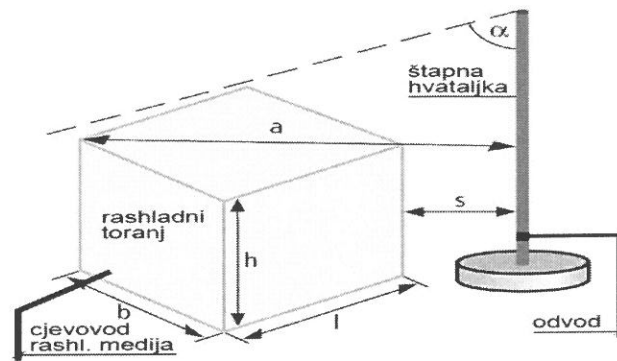
Stoga odabiremo radijus kotrljajuće kugle  $r = 60 \text{ m}$ .



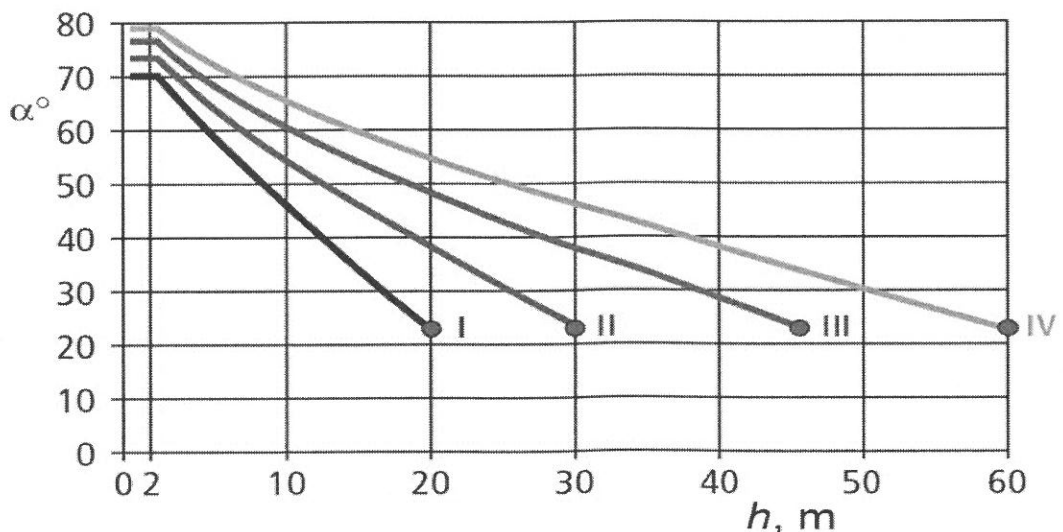
## 2.7. Zaštitni kut hvataljke

Da bi zaštitili antene, klima uređaje, ventilatore ili sličnu opremu koja se nalazi na krovu a koja ima energetski, antenski ili telekomunikacijski priključak dakle izoliran sustav moramo pored takvih uređaja postaviti štapne hvataljke unutar čijih zaštitnih zona se treba nalaziti štice uređaj.

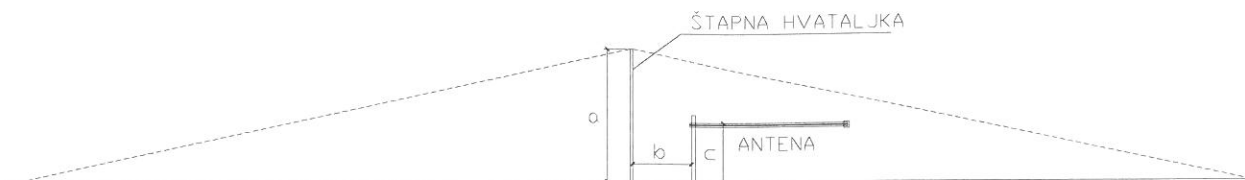
Zaštitni kut ovisi o visini štapne hvataljke i odabranoj vrsti zaštite, a određuje se prema HRN EN 62305-3 Fizičke štete na građevinama i opasnost za život ( tablica 2 str.14 ).



Tablica 2 – zaštitni kut odgovarajuće vrste LPS



U našem slučaju dovoljno je imati štapnu hvataljku visine  $a=100$  cm pa da se smjesti antena sa svojim nosačem visine  $c=50$  cm na udaljenosti  $b=50$  cm.



## 2.8. Proračun elektrodinamičke sile među vodičima

Između dvaju različitih vodiča kojima teku struje munje ili djelova jednog vodiča savijenog pod nekim kutom ili u petlju, razvijaju se elektromagnetske sile.

Kada struja teče kroz krug, vršna vrijednost elektrodinamičkih sila koje nastaju u raznim pozicijama kruga ovise o vršnoj vrijednosti struje munje  $i$  i o geometrijskom obliku kruga. Mehanički učinak tih sila, međutim, ne ovisi samo o njihovoj vršnoj vrijednosti nego i o općem obliku struje, njenom trajanju kao i o geometrijskom obliku instalacije.

Elektrodinamička sila nastala zbog struje koja teče kroz paralelno položene vodiče na odsječku duljine  $l$  i razmaku  $d$ , mogu se približno izračunati iz jednadžbe:

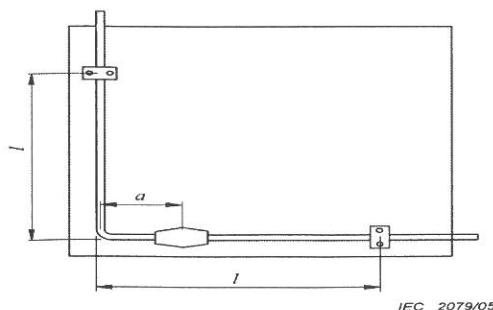
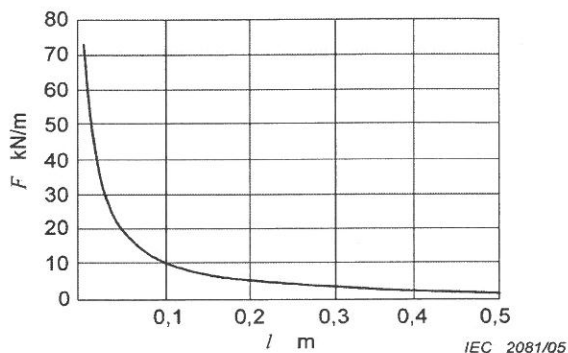
$$F(t) = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot i^2(t) \cdot \frac{l}{d} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot i^2(t) \cdot \frac{l}{d}$$

Gdje je:

|         |  |          |     |
|---------|--|----------|-----|
| $\mu_0$ | magnetska permabilnost vakuma $4\pi 10^7$                  | 1,26E-06 | H/m |
| $i$     | struja munje   | 42.000   | A   |
| $l$     | duljina vodiča   | 13       | m   |
| $d$     | razmak između ravnih međusobno paralelnih odsječaka vodiča | 7        | m   |

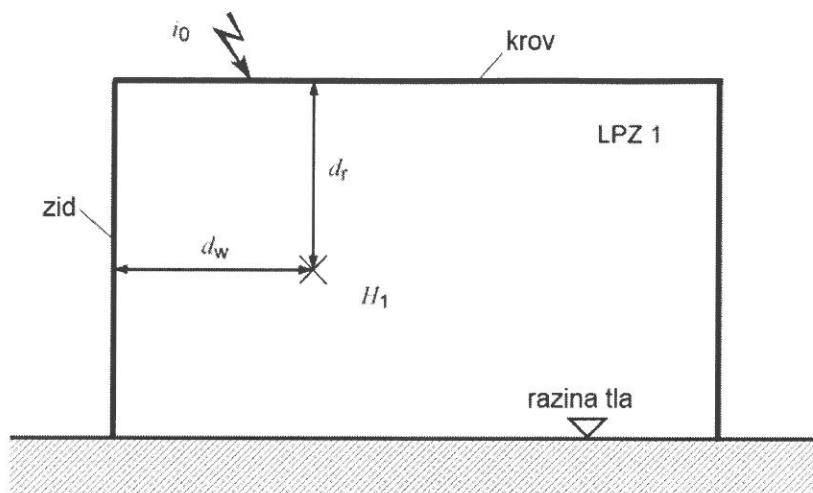
|        |                       |     |   |
|--------|-----------------------|-----|---|
| $F(t)$ | elektrodinamička sila | 655 | N |
|--------|-----------------------|-----|---|

Kad imamo spoj pod  $90^\circ$  tada koristimo dijagram iz norme HRN EN 62395-1



## 2.9. Proračun jakosti magnetskog polja unutar građevine kod izravnog udara

Udar munje izravno u hvataljku sustava zaštite ima za posljedicu pojavu magnetskog polja u unutrašnjosti građevine i smatra se uzrokom najvećih magnetskih polja u usporedbi s drugim udarima ( bliskim udarima i udarima u opskrbe vodove ). Na donjoj slici je prikazana situacija pri izravnom udaru munje u vanjski sustav zaštite od munje ( LPS ) i magnetsko polje u unutarnjim zaštitnim zonama LPZ 1.



Jakost magnetskog polja  $H_1$  u sredini zone računa se prema formuli:

$$H_1 = \frac{k_H \cdot i_0 \cdot w}{d_w \cdot \sqrt{d_r}}, \quad A/m$$

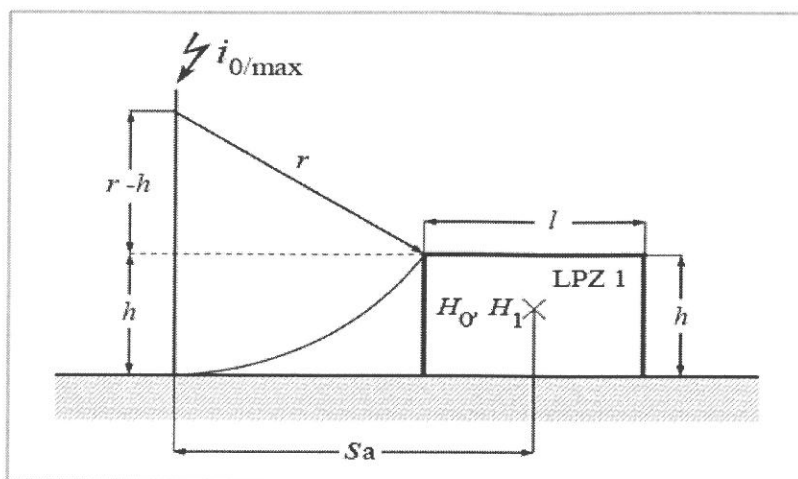
gdje je:

|       |  |        |   |
|-------|--|--------|---|
| $d_r$ | najmanji razmak između razmatrane točke i krova oklopljene zone LPZ 1 ( uzima se srednja visina zone )           | 2,5    | m |
| $d_w$ | najmanji razmak između razmatrane točke i zida oklopljene zone LPZ 1( uzima se srednja širina ili duljina zone ) | 0,25   | m |
| $i_0$ | struja munje u LPZ 0 <sub>A</sub>  | 42.000 | A |
| $k_H$ | koeficijent konfiguracije  | 0,001  |   |
| $w$   | širina oka mreže rešetkastog zaslona zone LPZ 1  | 15,6   | m |

|       |  |         |     |
|-------|--|---------|-----|
| $H_1$ | jakost polja u blizini zida gdje su smještene računala | 1.657,5 | A/m |
|-------|--|---------|-----|

## 2.10. Proračun jakosti magnetskog polja unutar građevine kod udara munje u zemlju pored građevine

Računamo minimalnu udaljenost udara munje u blizini građevine s obzirom na kotrljajuću kuglu.



$$s_a = \sqrt{2 \cdot r \cdot h - h^2} + l/2 \quad \text{za } h < r$$

$$s_a = r + l/2 \quad \text{za } h > r$$

Vršna jakost neprigušenog magnetskog polja na udaljenosti  $s_a$  od točke udara munje jednaka je:

$$H_{0/maks} = \frac{i_{0/maks}}{2 \cdot \pi \cdot s_a}$$

gdje je:

|             |   |         |   |
|-------------|---|---------|---|
| $i_{0/max}$ | vršna vrijednost struje                           | 100.000 | A |
| $r$         | polumjer kotrljajuće kugle za najveću struju u IV | 200     | m |
| $h$         | visina promatrane točke                           | 15,3    | m |
| $l$         | dužina objekta prema slici                        | 20,5    | m |

|             |                               |       |     |
|-------------|-------------------------------|-------|-----|
| $s_a$       | udaljenost od udara munje     | 87    | m   |
| $H_{0/max}$ | vršna jakost magnetskog polja | 183,1 | A/m |

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

## 2.11. Proračun induciranih napona i struja na unutrašnjoj petlji kod izravnog udara munje

Pretpostavimo da je magnetsko polje  $H_1$  unutar građevine homogeno i da imamo petlju dimenzija 0,2 x 22 m. za pravokutne petlje induktivitet se računa pomoću formule:

$$L = \left\{ 0,8 \cdot \sqrt{l^2 + b^2} - 0,8 \cdot (l - b) + 0,4 \cdot l \cdot \ln \left[ \frac{\left( \frac{2 \cdot b}{r} \right)}{\left( 1 + \sqrt{1 + (b/l)^2} \right)} \right] + 0,4 \cdot b \cdot \ln \left[ \frac{\left( \frac{2 \cdot l}{r} \right)}{\left( 1 + \sqrt{1 + (l/b)^2} \right)} \right] \right\} \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

gdje je:

|     |                           |       |    |
|-----|---------------------------|-------|----|
| l = | polumjer vodiča u metrima | 0,005 | m  |
| b = | dužina petlje             | 25    | m  |
| r = | širina petlje             | 0,2   | m  |
| L = | induktivitet              | 3,1   | μH |

Napon koji inducira magnetsko polje prvog udara munje ( $T = 10 \mu\text{s}$ ) dano je izrazom.

$$u_{oc/\max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{l/w}} \right) \cdot k_H \cdot \frac{w}{\sqrt{d_{l/r}}} \cdot \frac{i_{0/\max}}{T_1}, \quad (\text{V})$$

struja kratkog spoja u toj petlji dana je izrazom:

$$I_{sc/\max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln \left( 1 + \frac{l}{d_{l/w}} \right) \cdot k_H \cdot \frac{w}{\sqrt{d_{l/r}}} \cdot \frac{i_{0/\max}}{L}, \quad (\text{A})$$

gdje je:

|              |  |           |       |
|--------------|--|-----------|-------|
| $\mu_0$      | permeabilnost vakuma $4\pi \cdot 10^{-7} =$      | 1,26E-06  | Vs/Am |
| b            | širina petlje                                    | 0,2       | m     |
| $d_{l/w}$    | razmak petlje od zida zaslona                    | 0,25      | m     |
| $d_{l/r}$    | srednji razmak petlje od krova zaslona           | 2,5       | m     |
| $i_0$        | struja munje u zoni LPZ $O_A$                    | 42.000    | A     |
| $i_{0/\max}$ | najveća vrijednost struje munje u zoni LPZ $O_A$ | 42.000    | A     |
| $k_H$        | koeficijent oblika                               | 0,001     |       |
| l            | duljina petlje                                   | 25        | m     |
| $T_1$        | trajanje čela vala struje munje u LPZ $O_A$      | 0,000001  | s     |
| w            | širina oka mreže rešetkastog zaslona             | 15,6      | m     |
| L            | samoinduktivitet petlje                          | 0,0000031 | H     |

|               |   |     |   |
|---------------|---|-----|---|
| $U_{oc/\max}$ | napon otvorenog kruga                             | 480 | V |
| $I_{sc/\max}$ | struja kratkog spoja uz zanemarenje omskog otpora | 155 | A |

|  |   |   |
|--|---|---|
| Elektro Ing d.o.o.<br>Matije Gupca 64, 22000 Šibenik | Rekonstrukcija i sanacija dijela zgrade kulturnog dobra<br>– Hrvatski Dom Vis | ZOP SA-HD-GV-026-11<br>Br.projekta: 34/2011 |
|--|---|---|

## 2.12. Proračun induciranih napona i struja na unutrašnjoj petlji kod bliskog udara munje

Najveće magnetsko polje će nastati kod najmanje udaljenosti munje u zemlju na udaljenosti  $s = 63$  m. Napon koji inducira magnetsko polje prvog udara munje ( $T = 10 \mu s$ ) dano je izrazom.

$$U_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot \frac{H_{l/max}}{T_1}, \quad (V)$$

struja kratkog spoja u toj petlji dana je izrazom:

$$I_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot \frac{H_{l/max}}{L}, \quad (A)$$

gdje je:

|             |  |           |       |
|-------------|--|-----------|-------|
| $\mu_0$     | permeabilnost vakuma $4\pi 10^{-7} =$                | 1,26E-06  | Vs/Am |
| b           | širina petlje  | 0,2       | m     |
| l           | duljina petlje                                       | 25        | m     |
| $H_{0/max}$ | najveća jakost magnetskog polja u LPZ 1              | 183,1     | A/m   |
| $T_1$       | trajanje čela vala struje munje u LPZ 0 <sub>A</sub> | 1,00E-06  | s     |
| L           | samoinduktivitet petlje                              | 0,0000031 | H     |

|                |                                       |       |   |
|----------------|---------------------------------------|-------|---|
| $U_{oc/max} =$ | napon otvorenog kruga                 | 1.150 | V |
| $I_{sc/max}$   | struja kratkog spoja uz zanemarenje R | 371   | A |

Zbog induciranih napona na unutrašnjoj petlji kod bliskog udara munje, na energetskim utičnicama gdje će se spojiti elektronski uređaji (računalo, tv prijemnik,..), potrebno je ugraditi prenaponsku zaštitu klase III.



# 3. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

PROJEKTANT:

Željko Radovčić mag.ing.el.

Željko Radovčić  
mag. ing. el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

ELEKTRO ING d.o.o.  
Šibenik



E 2369

Šibenik, listopad 2011.

### 3.1 SVOJSTVA KOJA MORAJU IMATI GRAĐEVNI PROIZVODI

Tehnička svojstva sustava moraju biti takva da tijekom trajanja građevine u ili na koju je sustav ugrađen, uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje sustava, građevina podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaja okoliša, tako da tijekom upotrebe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče:

- nerazmjerno velika oštećenja građevine ili samog sustava usljed djelovanja munje
- požar i/ili eksploziju građevine odnosno njezinog dijela na propisanoj razini zaštite,
- opasnost, smetnju, štetu ili nedopustiva oštećenja tijekom uporabe građevine,
- električni udar i druge ozljede korisnika građevine i životinja.

Prema ovom projektu svojstva svih sastavnica sustava trebaju biti u skladu s normom HRN EN 62305-1 i HRN EN 62305-3.

### 3.2. ISPITIVANJE I POSTUPAK DOKAZIVANJA SVOJSTVA UPORABLJIVOSTI SUSTAVA

Ispitivanje i postupak dokazivanja svojstava uporabljivosti sustava definirano je tehničkim propisom za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama u dodatku „A“ točka A5 gdje su nabrojene norme u skladu kojih moraju biti sve sastavnice sustava prije ugradnje. Nakon ugradnje potrebno je izvršiti sve preglede, ispitivanja i mjerenja predviđena ovim projektom ( vidi točku 1.10. ). Nakon toga je potrebno sastaviti izvješća kao što je opisano u točki 1.10 ovog projekta.

### 3.3. UVJETI GRAĐENJA

Za praktično izvođenje kod postave treba se strogo pridržavati sljedećih preporuka:

- Ne voditi skupa zaštićene i nezaštićene vodove.
- Uzemljivač zvjezdista odvodnika treba uvijek spojiti s uzemljivačem iste instalacije koju štiti.
- PEN vod ne smije ni u kom slučaju biti priključen kao samostalni uzemljivački vod ( uvijek u kombinaciji s drugim uzemljenjem )
- Kada se kombinira SPD zaštita i FID zaštita treba upotrijebiti selektivnu FID sklopku da se ne događaju neželjena isključenja.
- Postojeće uzemljivače je moguće koristiti uz zadovoljenje svih sigurnosnih uvjeta po dimenzijama i uvjetima elektro i kemijske korozije.
- Izbjeći prostore s lakozapaljivim gradivom i eventualno eksplozijski opasnim zonama.
- Kratkospojna čvrstoća je normirana u DIN VDE 110 od glavnog razdjelnika do krajnjeg uređaja.
- Zbog očekivanih i proračunatih struja kratkog spoja nužno je uvažiti preporuku proizvođača o ugradnji predosigurača, koji načelno treba biti rastalni jer imaju nakon djelovanja veći probojni razmak i izdrže veće struje kratkog spoja od automatskih.
- Među odvodnicima različitih stupnjeva postaviti sljedeće minimalne razmake: između LPS sustava ( ruba zaštita ) i odvodnika prekomjernog napona ( srednja zaštita ) dužina voda 10 m odnosno između srednje i fine zaštite 5 m ( indukcija voda 10 odnosno 5  $\mu$ H ).

# 5. CRTEŽI

PROJEKTANT:

Željko Radovčić mag.ing.el.

Željko Radovčić  
mag. ing. el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

ELEKTRO ING d.o.o.  
Šibenik



E 2369

Šibenik, listopad 2011.