

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>1 VŠEOBECNÉ</b> .....	<b>5</b>
1.1 Rozsah a předmět použití .....	5
1.2 Normalizované reference .....	5
1.3 Definice .....	5
1.4 Bouřkový jev a systém ochrany proti blesku bleskosvodem s rychlou emisí výboje (PDA) ....	7
<b>2 EXTRÉMNÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKU (IEPE)</b> .....	<b>10</b>
2.1 Všeobecné dispozice .....	10
2.2 Systémy jímače .....	10
2.3 Svodové vodiče .....	17
<b>3 PŘIPOJENÍ KOVOVÝCH PŘEDMĚTŮ NA STEJNÝ POTENCIÁL A VNITŘNÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKU</b> .....	<b>21</b>
3.1 Všeobecné .....	21
3.2 Ekvipotenciální připojení na vnější kovové předměty .....	22
3.3 Ekvipotenciální připojení kovových předmětů zapuštěných do stěn .....	22
3.4 Ekvipotenciální připojení vnitřních kovových předmětů - instalace vnitřní ochrany proti blesku .....	22
<b>4 UZEMNĚNÍ</b> .....	<b>23</b>
4.1 Všeobecné .....	23
4.2 Různé typy uzemnění .....	23
4.3 Doplnující opatření .....	25
4.4 Vzájemné propojení systémů uzemnění .....	25
4.5 Podmínky vzdálenosti .....	25
4.6 Materiály a rozměry .....	26
<b>5 OCHRANA PROTI KOROZI</b> .....	<b>26</b>
5.1 Všeobecné .....	26
5.2 Nezbytná opatření .....	27

<b>6</b>	<b>SPECIÁLNÍ USTANOVENÍ .....</b>	<b>27</b>
<b>6.1</b>	<b>Antény .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2</b>	<b>Šindelové střechy .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3</b>	<b>Tovární komíny .....</b>	<b>27</b>
<b>6.4</b>	<b>Skladovací prostory pro hořlaviny a výbušniny .....</b>	<b>28</b>
<b>6.5</b>	<b>Kostely .....</b>	<b>28</b>
<b>6.6</b>	<b>Výškové budovy .....</b>	<b>29</b>
<b>6.7</b>	<b>Otevřené plochy, rekreační a sportovní areály .....</b>	<b>29</b>
<b>6.8</b>	<b>Stromy .....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>REVIZE, ÚDRŽBA .....</b>	<b>29</b>
<b>7.1</b>	<b>Výchozí revize .....</b>	<b>29</b>
<b>7.2</b>	<b>Pravidelné revize .....</b>	<b>30</b>
<b>7.3</b>	<b>Údržba .....</b>	<b>31</b>

#### **PŘÍLOHY :**

<b>A (normativní) :</b>	<b>MODEL OCHRANY .....</b>	<b>32</b>
<b>B (normativní) :</b>	<b>POMŮCKA NA URČENÍ RIZIKA ZÁSAHU BLESKEM A VOLBA STUPNĚ OCHRANY PRO EXTRÉMNÍ OCHRANNÉ INSTALACE .....</b>	<b>35</b>
<b>C (normativní) :</b>	<b>POSTUP URČENÍ BLESKOSVODU S RYCHLOU EMISÍ VÝBOJE (PDA) .....</b>	<b>43</b>
<b>D (informační) :</b>	<b>PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ BLESK A JEHO PRŮVODNÉ JEVY .....</b>	<b>47</b>
<b>E (informační) :</b>	<b>OCHRANA OSOB PŘED ELEKTRICKÝMI ŠOKY ZPŮSOBENÝMI BLESKEM .....</b>	<b>55</b>

## ÚVOD

*Tato norma poskytuje informace pro v současnosti nejlepší návrh vhodných systémů ochrany proti bleskům pro stavby (budovy, stálá zařízení ...) a otevřené plochy (skladovací prostory, rekreační plochy, sportoviště ...) pomocí bleskosvodu s okamžitou emisí výboje a poskytuje instrukce, týkající se metod, které je třeba použít pro dosažení takovéto ochrany.*

*Stejně jako v případě všeho souvisejícího s přírodními silami nemůže ani systém ochrany proti blesku, navržený a instalovaný v souladu s touto normou, zaručit úplnou ochranu staveb, osob či předmětů, avšak použití této normy podstatně snižuje riziko zničení chráněných staveb bleskem.*

*Rozhodnutí zabezpečit stavbu ochranným systémem proti blesku závisí na následujících faktorech : pravděpodobnost zásahu bleskem, jeho síla a předpokládané následky. Volba vhodného systému vychází z parametrů, které jsou uvedeny ve směrnici pro určení rizika (dodatek B této normy). Směrnice na určení rizika udává i vhodný stupeň ochrany.*

*Příkladem staveb, které pravděpodobně potřebují ochranný systém proti blesku, jsou:*

- budovy přístupné veřejnosti*
- výškové budovy a obvykle vysoké stavby (stožáry, vodárenské věže, majáky, atd.)*
- budovy a skladovací prostory obsahující nebezpečné materiály (výbušné, hořlavé nebo toxické materiály, atd.)*
- budovy obsahující velmi citlivá nebo cenná zařízení či dokumenty ( jako např. telekomunikační zařízení, počítače, archivy, muzea, historické monumenty.)*

*Počínaje projektem stavby a po dobu instalace je třeba věnovat náležitou pozornost:*

- uvážit všechny okolnosti důležité pro vytvoření ochranného systému proti blesku, který vyhovuje požadavkům této normy s využitím možností požádat o profesionální radu odborníky v odvětví : projektanty, stavitele, montéry, atd.*
- v chráněných stavbách projektovat komplementární použití vodivých částí.*

*Opatření uvedená v této normě jsou minimálními požadavky statisticky účinné ochrany.*

*Tato norma byla schválena Comité de Direction de l'UTE 18. ledna 1995 .*

## 1 VŠEOBECNÉ

### 1.1 Rozsah a předmět použití

#### 1.1.1 Rozsah použití

Tato norma je použitelná pro ochranu proti blesku pomocí bleskosvodu s okamžitou emisí výboje pro běžné stavby s výškou nižší než 60 m a pro otevřené plochy (skladovací prostory, rekreační plochy, atd.). Zabývá se ochranou proti elektrickým následkům, které byly způsobeny tokem proudu přes ochranný systém proti blesku.

#### POZNÁMKY :

1. Tato norma se nezabývá ochranou elektrických zařízení nebo systémů pro napěťovým rázovým vlnám atmosférického původu, které jsou přenášeny rozvody vstupujícími do stavby.
2. Jiné normy opisují ochranné systémy proti blesku, které používají jednoduché tyčové bleskosvody, napnuté dráty a vodiče zapojené do kruhu.

Některé správní úřady, veřejné služby či provozovatelé nebezpečných instalací se mohou řídit zvláštními ustanoveními.

#### 1.1.2 Předmět použití

Tato norma poskytuje informace k projektování, konstrukci, revizi a údržbě systémů ochrany proti blesku používajících bleskosvody s okamžitou emisí výboje. Smyslem těchto systémů ochrany proti blesku je co nejúčinnější ochrana osob a majetku.

### 1.2 Normalizované reference

Následující normy obsahují ustanovení, na které se odvolává tato norma, a jsou tedy součástí této normy. V době publikování byly platné níže uvedené vydání. Každá norma podléhá korekci, a proto části obsažené v dohodách a založené na těchto normách by měli tam, kde je to možné, používat poslední vydání dokumentů uvedených níže :

NF C 15-100 ( květen 1991 )	Installations électriques a basse tension : Regles
NF C 17-100 ( únor 1987 )	Protection contre la foudre – Installations de paratonnerres : Regles
NF C 90-121 ( říjen 1984 )	Antennes pour la réception de le radiodiffusion sonore ou visuelle dans la gamme de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 Ghz.

### 1.3 Definice

#### 1.3.1 Blesk :

Elektrický výboj atmosférického původu mezi mrakem a zemí, skládající se z jednoho nebo více proudových impulzů ( zpětný úder ).

#### 1.3.2 Úder blesku :

Jeden či více výbojů blesku na zem.

#### 1.3.4 Chráněný prostor :

Prostor, kde působí bleskosvod s okamžitou emisí výboje, uvnitř kterého bleskosvod s okamžitou emisí výboje je místem zásahu blesku.

#### 1.3.5 Hustota blesků ( Ng ):

Počet blesků na km<sup>2</sup> za jeden rok.

**1.3.6** Hustota zpětných úderů ( Na ) :

Počet zpětných úderů na km<sup>2</sup> za jeden rok. Blesk se obvykle skládá z více zpětných úderů. Viz mapka v příloze B.

**1.3.7** Systém ochrany proti bleskům ( SPF ) :

Kompletní systém používaný na ochranu staveb a otevřených ploch proti účinkům blesku. Skládá se z externí instalace ochrany proti blesku a případně i z interní instalace ochrany proti blesku.

**1.3.8** Externí instalace ochrany proti bleskům ( IEPF ) :

Externí instalace pro bleskům se skládá ze systému sběračů, z jednoho či více svodů a jednoho či více uzemňovacích systémů.

**1.3.9** Interní instalace ochrany proti bleskům ( IIPF ) :

Interní instalace ochrany proti bleskům se skládá ze všech zařízení a opatření, které snižují elektromagnetické účinky bleskového proudu uvnitř chráněného prostoru.

**1.3.10** Bleskosvod s okamžitou emisí výboje ( PDA ) :

Bleskosvod vybavený systémem, který způsobuje iniciační předstih vzestupné větve v porovnání s jednoduchým tyčovým bleskosvodem ( PTS ) za stejných podmínek.

**1.3.11** Proces iniciace větve :

Fyzikální jev mezi začátkem první korony a plynulým šířením vzestupné větve.

**1.3.12** Předstih iniciace (  $\Delta T$  ) :

Průměrný zisk času při iniciaci vzestupné větve PDA bleskosvodu v porovnání s PTS bleskosvodem za stejných podmínek a získaný vyhodnocovacími zkouškami. Udává se v  $\mu$ s.

**1.3.13** Přirozená složka :

Vodivá část umístěná z vnější strany stavby, zapuštěná ve stěnách nebo umístěná uvnitř stavby, která může být použita jako náhrada celého nebo části svodu či jako doplněk IEPF.

**1.3.14** Ekvipotenciální spojovací tyč :

Kolektor použitý ke spojení přirozených složek, vodiče nulového potenciálu, vodiče země, obrazovek, těsnění a vodičů chránících elektrické telekomunikační linky nebo jiných káblů s bleskovým ochranným systémem.

**1.3.15** Ekvipotenciální připojení :

Elektrické spojení, uvádějící vodiče nulového potenciálu a vodivé části na stejný potenciál nebo na přibližně stejný potenciál.

**1.3.16** Ekvipotenciální vodič :

Vodič zabezpečující ekvipotenciální připojení.

**1.3.17** Nebezpečné jiskření :

Elektrický oblouk vytvořený bleskovým proudem uvnitř chráněného prostoru.

**1.3.18** Bezpečná vzdálenost :

Minimální vzdálenost, ve které se nemůže vytvářet nebezpečné jiskření.

**1.3.19** Vzájemně přepojené vyztužené ocelové části :

Vlastní složky uvnitř stavby, které vytvářejí elektrickou cestu s odporem menším jak  $0,01 \Omega$  a mohou být použity jako svody.

**1.3.20** Svod :

Část externí instalace ochrany proti bleskům určená k vedení bleskového proudu z PDA bleskosvodu do zemnicího systému.

**1.3.21** Zkušební / Rozpojovací svorka ( neboli měřicí svorka ) :

Zařízení použité k odpojení zemnicího systému od zbývajícím části.

**1.3.22** Zemnicí elektroda :

Část nebo skupina části zemnicího systému, která zajišťuje přímý elektrický kontakt se zemí a rozptyluje proud do země.

**1.3.23** Zemnicí systém :

Vodivá část nebo skupina vodivých částí v těsném kontaktu se zemí zajišťující elektrické spojení se zemí.

**1.3.24** Odpor zemnicího systému :

Odpor mezi zkušební svorkou a zemí je roven koeficientu nárůstu potenciálu měřeného na zkušební svorce s ohledem na nekonečně vzdálenou referenci a s ohledem na použitý proud do zemních elektrody.

**1.3.25** Ochranné zařízení proti rázu :

Zařízení určené k omezení přechodného rázového napětí a k zajištění cesty proudovým vlnám. Obsahuje alespoň jeden nelineární člen.

**1.3.26** Přechodné rázové napětí atmosférického původu :

Přepětí trvající pouze několik milisekund, oscilující či ne, obvykle silně utlumené.

**1.3.27** Stupeň ochrany :

Klasifikace ochranných systémů proti bleskům, která vyjadřuje jejich účinnost.

POZNÁMKA : tato definice by neměla být zaměňována s definicí použitou pro bleskojistky.

**1.3.28** Ekvivalentní sběrná oblast stavby :

Plochy povrch země vystavený stejnému počtu blesků jako uvažovaná stavba.

**1.4** **Bouřkový jev a systém ochrany proti blesku bleskosvodem s okamžitou emisí výboje ( PDA )****1.4.1** Bouřkový jev a potřeba ochrany proti blesku

Potřeba ochrany vyplývá z hustoty blesků v uvažované oblasti. Pravděpodobnost, že stavba bude zasažena bleskem během jednoho roku, je výsledkem frekvence zásahů bleskem odpovídající sběrné oblasti.

Hustota blesků je dána vztahem  $N_g = N_a / 2,2$  ,  $N_a$  je uvedeno v mapě v dodatku B.

Vhodnost ochrany stavby a stupeň ochrany, který má být použitý, je dán v dodatku B.

POZNÁMKA : Jiné požadavky ( další požadavky či osobní úvahy ) mohou vést k rozhodnutí přijat ochranná opatření z důvodů jiných než statistických.

#### 1.4.2 Charakteristické parametry blesku a jeho průvodní jevy :

Blesk je charakterizován hlavně parametry, které se týkají elektrického oblouku mezi mrakem a zemí, a to především parametry týkajícími se toku proudu v oblouku a vodičích.

Nejdůležitější parametry jsou následující :

- amplituda
- doba náběhu
- doba doznívání
- rychlost změny proudu (  $di/dt$  )
- polarita
- náboj
- specifická energie
- počet úderů na vybití

První tři parametry jsou statisticky nezávislé. Jakákoliv amplituda může být naměřena např. s jakoukoli dobou doznívání ( viz celosvětové údaje v tabulkách v příloze D ).

Blesk jako elektrický jev může mít totožné následky jako jakýkoliv jiný proud protékající elektrickým vodičem nebo jako jakýkoliv tok proudu špatným vodičem či izolantem.

Předpokládané účinky charakteristických parametrů jsou následující :

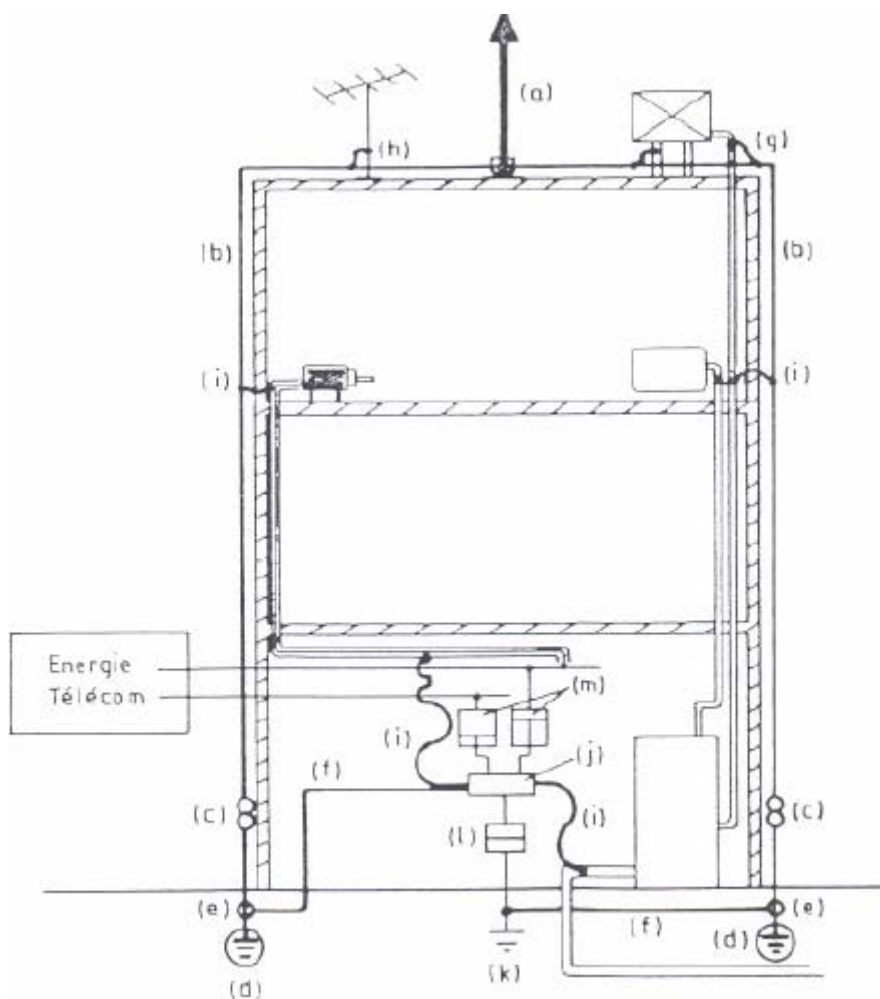
- optické efekty
- akustické efekty
- elektrochemické jevy
- tepelné jevy
- elektrodynamické jevy
- elektromagnetické záření

Tepelné a elektrodynamické účinky se berou v úvahu při dimenzování různých složek systému ochrany proti bleskům. Účinky elektromagnetického záření (přeskok jiskry, indukce, atd. ) se zohledňují v článku 3.

Ostatní účinky nemají vliv na projektování ochranného systému proti bleskům. Všechny účinky jsou popsány v dodatku D.

#### 1.4.3 Složky systému bleskové ochrany

Ochranný systém proti blesku se skládá z externích instalací ochrany proti blesku (IEPF), a pokud je to nutné, i z přídatných interních instalací ochrany proti blesku (IIPF).



**Obrázek 1.4.3**

Externí instalace ochrany proti blesku se skládá z následujících navzájem propojených prvků :

- (a) Jeden či více PDA bleskosvodů
- (b) Jeden či více svodů
- (c) Testovací spoj pro každý svod
- (d) Zemnicím elektroda bleskosvodu pro každý svod
- (e) Rozpojitelný konektor
- (f) Jedna či více spojek mezi zemněními
- (g) Jedna či více ekvipotenciálních tyčí
- (h) Jedna či více ekvipotenciálních tyčí pro anténní stožáry

Interní instalace ochrany proti bleskům se skládá z :

- (i) Jednoho či více ekvipotenciálních přepojení
- (j) Jedné či více ekvipotenciálních přepojovacích tyčí

Vybavením elektrické instalace je :

- (k) Zemnění stavby
- (l) Hlavní zemnicí koncovka
- (m) Jedno či více ochranných zařízení proti rázu.

## 2. EXTERNÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKŮM (IEPF)

### 2.1 Všeobecné

#### 2.1.1 Projektování

Měla by být provedena výchozí prohlídka, která určí potřebnou úroveň ochrany, umístění PDA bleskosvodu (-ů) cestu (-y) svodů, umístění a typ (-y) zemnicího systému.

Při návrhu systému bleskové ochrany je třeba brát v úvahu architektonická omezení, neboť tato mohou podstatně snížit účinnost systému.

#### 2.1.2 Výchozí opatření

Výchozí opatření je možno rozdělit na dvě části :

- a) Stanovení pravděpodobnosti zásahu bleskem a výběr stupně ochrany pomocí údajů v dodatku B.
- b) Umístění všech prvků zařízení ochrany proti bleskům

Tyto informace by měly mít specifický tvar a měly by určovat :

- velikost stavby,
- relativní zeměpisné umístění stavby : samostatná, na vrcholu kopce, mezi jinými budovami, které jsou vyšší, stejně vysoké nebo nižší,
- jak často se uvnitř stavby zdržují lidé, jejichž pohyblivost je omezená apod.,
- riziko paniky,
- přístupové těžkosti,
- plynulost služeb,
- obsah stavby : přítomnost osob, zvířat, hořlavých materiálů, citlivých zařízení jako jsou počítače, elektronické či drahé nebo nenahraditelné aparatury,
- tvar a spád střechy,
- střecha, stěny a typy zatížených konstrukcí,
- kovové části střechy a velké externí kovové předměty, jako např. plynové ohřívače, ventilátory, schody, antény, vodní nádrže,
- římsy střechy a okapové roury,
- vyčnívající části stavby a typy materiálů ( kovový či nevodivý materiál ),
- nejzranitelnější místa stavby,
- rozmístění kovových potrubí v budově ( voda, elektřina, plyn ...),
- blízké překážky, které mohou ovlivnit cestu blesku, jako např. nadzemní elektrická vedení, kovové ploty, stromy, atd...,
- vlivy prostředí, které může být vysoce korozní ( slaný vzduch, petrochemická výroba, výroba cementu atd.).

Za exponovaná místa stavby jsou považované vyčnívající části, hlavně stožáry, věže, tovární komíny a větrací komíny, římsy střech, rohy, kovová tělesa ( odsávač vzduchu, hlavní čistící systém, zábradlí, atd. ), schodiště, zařízené místnosti na plochých střechách.

### 2.2 Systémy jímačů

#### 2.2.1 Základní principy

Bleskosvod s okamžitou emisí výboje je složen ze zašpicatělého jímače, spouštěcího zařízení a oporné tyče se systémem přepojení na svod.

Prostor, který chrání PDA bleskosvod, je možné určit pomocí elektrogeometrického modelu, který je např. použitý v dodatku A, a iniciačního předstihu PDA bleskosvodu, který je definovaný v 2.2.2.

PDA bleskosvod by měl být pokud možno umístěný na nejvyšším místě nosné stavby. Vždy by mělo jít o nejvyšší bod v chráněné oblasti.

## 2.2.2 Iniciační předstih

PDA bleskosvod je charakterizován svým iniciačním předstihem, který se projeví při vyhodnocovacích zkouškách. Takové testy porovnávají bleskosvod s okamžitou emisí výboje s jednoduchým tyčovým bleskosvodem, umístěným ve stejných podmínkách.

Iniciační předstih ( $\Delta T$ ) se používá pro výpočet poloměru působení ochrany. Vyjadřuje se následovně:

$$\Delta T = T_{PTS} - T_{PDA}, \text{ kde:}$$

$T_{PTS}$  je střední doba plynulého šíření ( iniciace ) vzestupné větve pro jednoduchý tyčový bleskosvod

$T_{PDA}$  je střední doba plynulého šíření ( iniciace ) vzestupné větve pro bleskosvod s okamžitou emisí výboje

### 2.2.2.1 Vyhodnocovací test PDA bleskosvodu

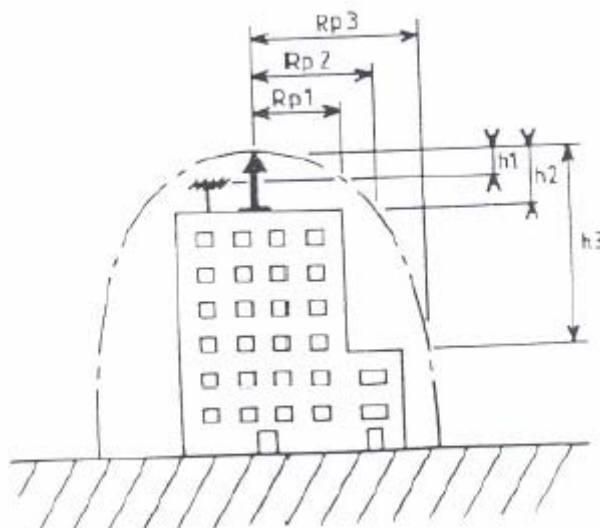
Výsledkem této testovací metody je určení iniciačního předstihu PDA bleskosvodu. Přírodní podmínky jsou simulovány ve vysokonapěťové laboratoři sčítáním permanentního pole reprezentujícího pole okolí po dobu bouřky, a impulsního pole, reprezentujícího postup sestupné větve.

POZNÁMKA : Korelační testy na místě jsou ve stadiu definování.

## 2.2.3 Umístění PDA bleskosvodu

### 2.2.3.1 Chráněný prostor

Chráněný prostor je vymezený obálkou kružnic majících shodnou osu jako PDA bleskosvod a definovaných poloměrem působnosti ochrany pro různé uvažované výšky  $h$  ( viz obrázek 2.2.3.1 )



**Obrázek 2.2.3.1 Poloměr působnosti ochrany**

$h_n$  je výška hrotu PDA bleskosvodu měřená od horizontální roviny procházející nejvyšším bodem chráněného prvku

$R_{pn}$  je poloměr působnosti ochrany PDA bleskosvodu pro uvažované výšky.

### 2.2.3.2 Poloměr působnosti ochrany

Poloměr působnosti ochrany PDA bleskosvodu závisí na jeho výšce (  $h$  ) měřené od chráněného prostoru, od jeho iniciačního předstihu a od zvolené úrovně ochrany. ( viz dodatek A ).

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)} \quad \text{pro } h \geq 5 \text{ m} \quad (\text{Rovnice 1})$$

Pokud je  $h < 5$  m, používá se grafická metoda pomocí křivek v 2.2.3.3 a, b a c.

R : poloměr působnosti ochrany

h : výška hrotu PDA bleskosvodu měřená od horizontální roviny procházející nejvyšším bodem chráněného prvku

D : 20m pro stupeň ochrany I  
45m pro stupeň ochrany II  
60m pro stupeň ochrany III

$\Delta L$  :  $\Delta L_{(m)} = v_{(m/\mu s)} \cdot \Delta T_{(\mu s)}$  , kde: (Rovnice2)

$\Delta T$  : je iniciační předstih určený vyhodnocovacím testem ( viz 2.2.2.1 ) jak je definováno v dodatku C

### 2.2.3.3 Výběr a umístění PDA bleskosvodu

Pro každou instalaci systému bleskové ochrany se provádí úvodní prohlídka, aby bylo možné určit potřebnou úroveň ochrany ( viz odstave 2.1.2 ).

Požadovaný poloměr působení ochrany  $R_p$  pro chráněnou stavbu se potom určí z rovnice 1 nebo podle křivek na obrázcích 2.2.3.3 a), b) či c) pro  $h < 5$  m pro stupně ochrany následovně :

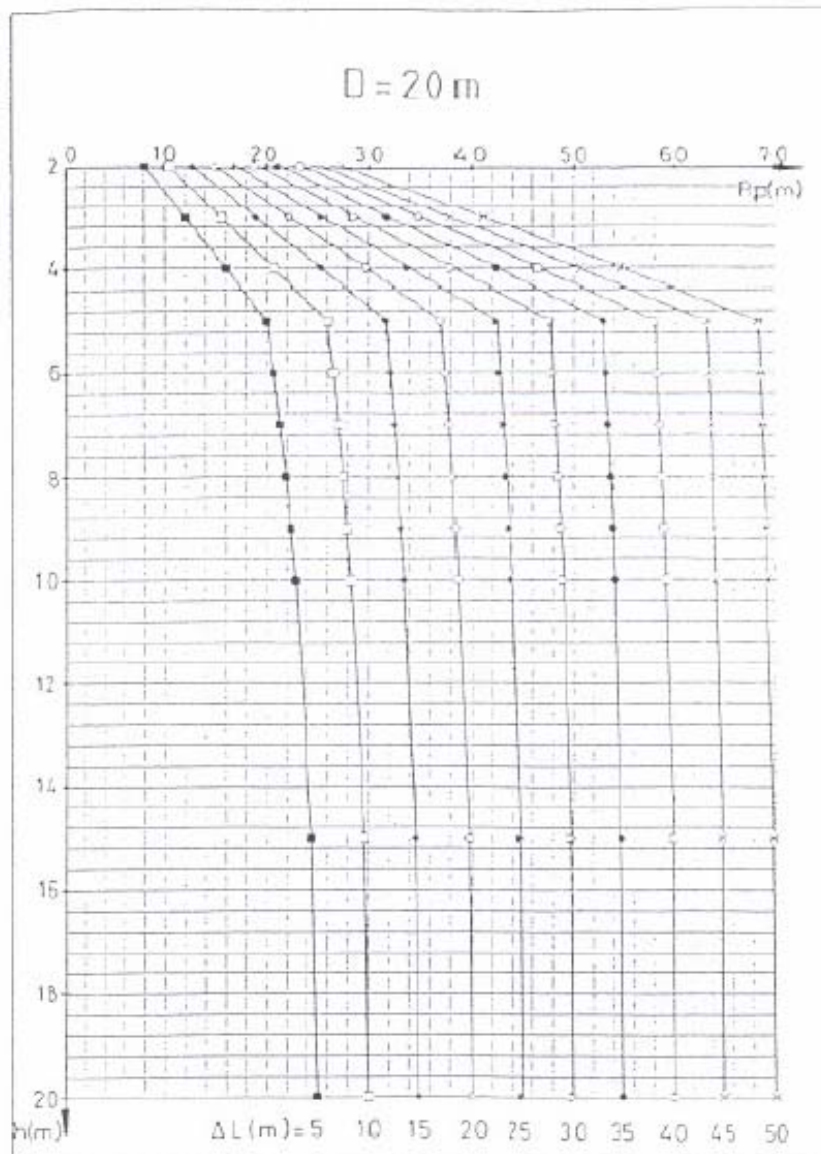
- stupeň I : graf z obrázku 2.2.3.3. a)

- stupeň II : graf z obrázku 2.2.3.3 b)

- stupeň III : graf z obrázku 2.2.3.3. c)

V případě použití grafů, poloměr působení ochrany  $R_p$  závisí na umístění požadované výšky  $h$  a  $\Delta L$  pro uvažovaný PDA bleskosvod do příslušného grafu.

POZNÁMKA : Hodnoty  $\Delta L$  v grafech jsou nezávazné příklady.

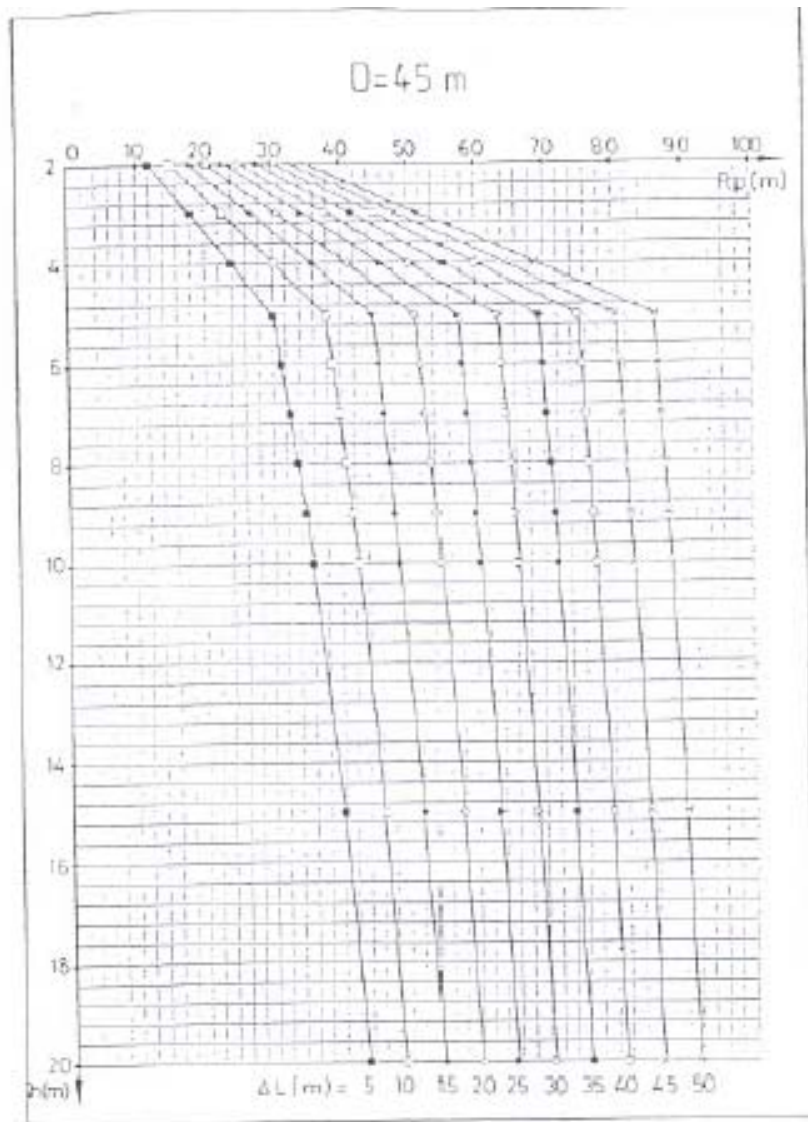


$D$ (m)										
20										
$\Delta L$ (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$h$ (m)	$R_p$ (m)									
20	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
25	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
30	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
35	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
40	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
45	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
50	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
55	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
60	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00

$D$  (m) : dosah úderu neboli poloměr působení  
 $\Delta L$  (m) : iniciační předstih uvažovaného PDA bleskosvodu  
 $h$  (m) : rozdíl výšek hrotu sběrače a myšlené horizontální roviny  
 $R_p$  (m) : poloměr ochranného působení v myšlené horizontální rovině

Obrázek 2.2.3.3 a)

**Poloměr ochranného působení PDA bleskosvodů**  
**Stupeň ochrany I ( $D = 20 \text{ m}$ )**

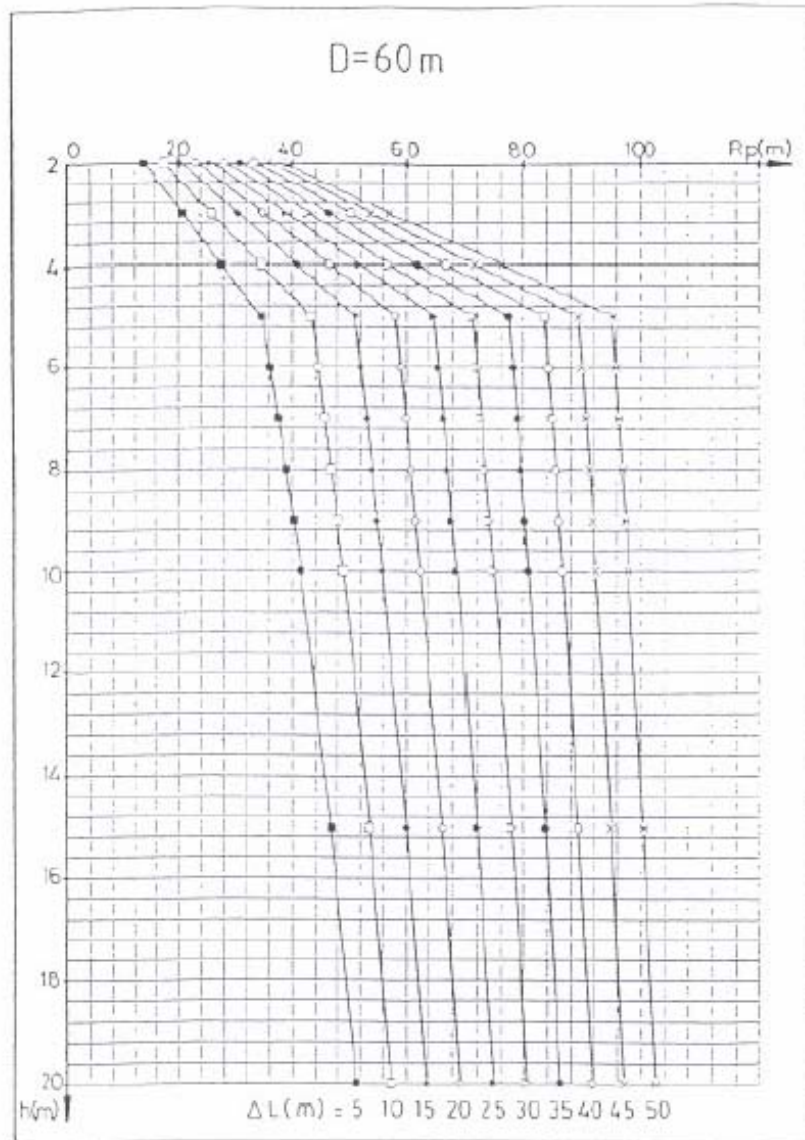


D (m)	ΔL (m)									
45	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	Rp (m)									
20	43.20	45.99	54.54	60.00	65.50	70.71	75.95	81.24	86.48	91.65
25	45.61	51.23	56.57	61.85	67.08	72.28	77.46	82.61	87.75	92.87
30	47.70	52.92	58.00	63.25	68.57	73.40	78.50	83.67	88.74	93.81
35	49.55	54.08	59.16	64.23	69.25	74.33	79.37	84.41	89.44	94.47
40	51.25	54.77	59.79	64.81	69.82	74.83	79.84	84.85	89.86	94.87
45	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
50	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
55	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00
60	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00

- D (m) : dosah úderu neboli poloměr působení  
 ΔL (m) : iniciační předstih uvažovaného PDA bleskosvodu  
 h (m) : rozdíl výšek hrntu sběrače a myšlené horizontální roviny.  
 Rp (m) : poloměr ochranného působení v myšlené horizontální rovině

Obrázek 2.2.3.3 b)

Poloměr ochranného působení PDA bleskosvodů  
Stupeň ochrany II (D = 45 m)



D (m)										
60										
$\Delta L\text{ (m)}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	$R_p\text{ (m)}$									
20	51.23	57.45	63.44	69.28	75.00	80.62	86.17	91.65	97.08	102.47
25	54.77	61.07	67.33	73.44	79.40	85.22	90.90	96.45	101.88	107.28
30	57.68	64.25	70.74	77.16	83.53	89.85	96.14	102.39	108.62	114.83
35	60.00	66.78	73.71	80.69	87.64	94.56	101.45	108.32	115.18	122.02
40	61.85	68.86	76.28	83.76	91.21	98.64	106.05	113.44	120.81	128.17
45	63.25	70.57	78.48	86.58	94.67	102.74	110.79	118.82	126.83	134.83
50	64.23	71.88	79.93	88.37	96.81	105.24	113.66	122.07	130.47	138.86
55	64.81	72.52	80.83	89.64	98.45	107.26	116.07	124.87	133.67	142.47
60	65.00	73.00	81.00	90.00	99.00	108.00	117.00	126.00	135.00	144.00

$D\text{ (m)}$  : dosah úderu neboli poloměr působení

$\Delta L\text{ (m)}$  : Iničiační předstih uvazovaného PDA bleskosvodu

$h\text{ (m)}$  : rozdíl výšek hrotu sběrače a myšlené horizontální roviny

$R_p\text{ (m)}$  : poloměr ochranného působení v myšlené horizontální rovině.

**Obrázek 2.2.3.3 c)**  
**Poloměr ochranného působení PDA bleskosvodů**  
**Stupeň ochrany III (  $D = 60\text{ m}$  )**

## 2.2.4 Materiály a rozměry

Část (části) PDA bleskosvodu, kterou protéká bleskový proud, by měla být vyrobena z mědi, slitin mědi nebo z nerezové oceli. Průřez tyče a hrotu sběrače by měly mít vodivou plochu větší než  $120 \text{ mm}^2$ .

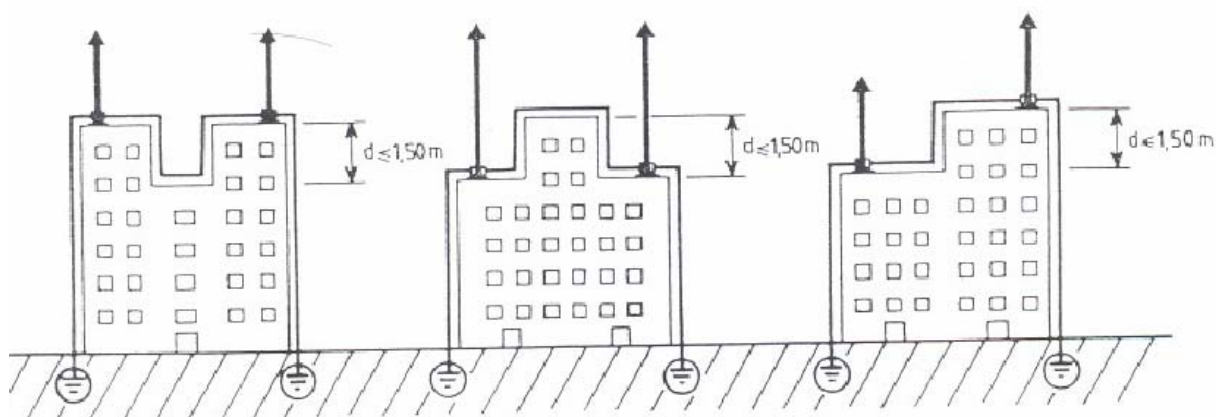
## 2.2.5 Umístění

### 2.2.5.1 PDA bleskosvod

Hrot PDA bleskosvodu by měl být minimálně 2 m nad chráněným prostorem, včetně antén, chladících věží, střech, nádrží atd.

Svod je k PDA bleskosvodu je připojen přepojovacím systémem, který je umístěný na nosné tyči. Přepojovací systém je tvořen vhodným mechanickým zařízením, které zajišťuje dlouhodobý elektrický kontakt.

Když je externí instalace dané stavby tvořena více PDA bleskosvody, tyto jsou vzájemně propojeny vodičem, který odpovídá údajům v tabulce 2.3.4, pokud nemusí být vedeny přes stavební překážku ( římsa, parapetní stěna ) s kladným či záporným výškovým rozdílem větším než 1,50 m ( viz obrázek 2.2.5.1 )



Obrázek 2.2.5.1

$d < 1,50 \text{ m}$  : PDA bleskosvody propojit

$d \geq 1,50 \text{ m}$  : PDA bleskosvody nepropojit

Pokud PDA bleskosvody chrání otevřené plochy jako jsou sportovní hřiště, golfové hřiště, bazény, kempy, atd. měly by být nainstalované na zvláštních nosnících jako např. stožár, tyč či na jiné blízké stavby, které umožňují PDA bleskosvodu pokrýt chráněnou oblast.

### 2.2.5.2 Výškové stožáry

Výšku PDA bleskosvodu je možné zvýšit prostřednictvím výškového stožáru. Pokud je PDA bleskosvod upevněn vodivými jisticími lany, tyto by měly být na spodních příchytných místech připojené na svody pomocí vodičů v souladu s tabulkou 2.3.4.

### 2.2.5.3 Preferovaná místa instalace

Při návrhu systému ochrany proti bleskům by měly být využity architektonické prvky výhodné pro instalaci PDA bleskosvodu. Obvykle jsou to vysoko položená místa stavby, např. :

- zařízení místnosti na plochých střechách,
- štítů,
- kovové či betonové komíny.

## 2.3 Svodové vodiče

### 2.3.1 Základní principy

Úkolem svodových vodičů je umožnit tok bleskového proudu ze systému sběračů do zemnicího systému. Svodové vodiče by měly být instalovány na vnější straně stavby, s výjimkou případů zmíněných v 2.3.3.1.

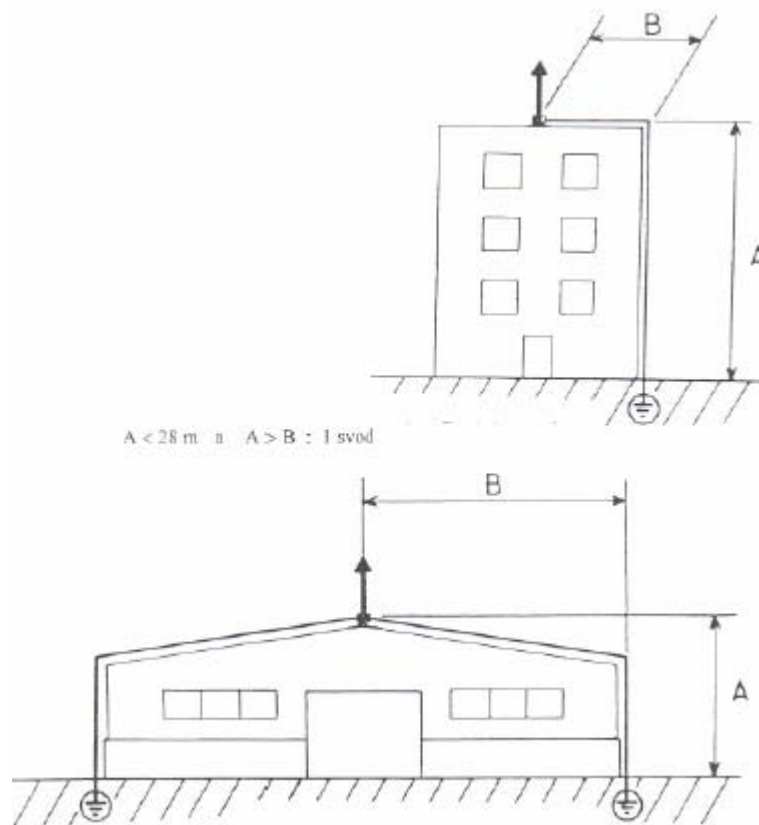
### 2.3.2 Počet svodových vodičů

Každý PDA bleskosvod by měl být propojený se zemnicím systémem minimálně jedním svodovým vodičem.

Dva a více svodových vodičů je třeba :

- když průmět bleskosvodu do vodorovné roviny je větší než jeho průmět do roviny svislé ( viz obr. 2.3.2 )
- v případě realizace instalace na objekty vyšší než 28 m

Svodové vodiče by měly být namontovány na dvou různých hlavních stěnách.



$A < 28 \text{ m}$  a  $A > B$  : 1 svod

$B \geq A$  : 2 svody

A : průmět svodu do svislé roviny  
B : průmět svodu do vodorovné roviny

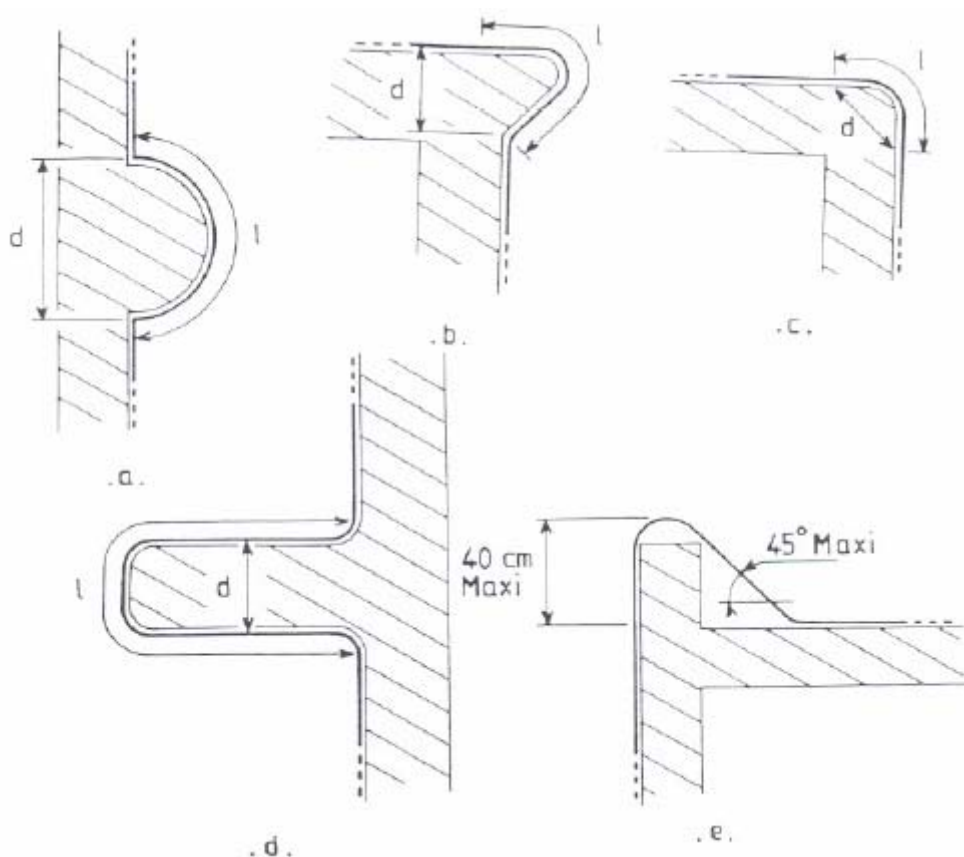
**Obrázek 2.3.2 Počet svodů**

### 2.3.3 Nasměrování

Svod by měl být nainstalován tak, aby jeho cesta byla co nejpřímější. Nasměrování svodu by mělo brát v úvahu umístění zemnění ( viz 2.5.2 ). Mělo by být co nejpřímější po nejkratší cestě bez ostrých ohybů a vzestupných částí. Poloměr ohybů by neměl být menší než 20 cm ( viz obr. 2.3.3 ). Na odklon svodů by se měly přednostně používat ohyby tvarované na výšku.

Svody by neměly být vedené podél nebo napříč elektrickým vedením. Pokud se ale nedá protnutí s elektrickým vedením vyhnout, elektr. vedení by mělo být umístěno v kovovém těsnícím pouzdře, které přesahuje o 1 m místo protnutí. Těsnící pouzdro by mělo být připojeno na svod.

Svody by neměly vést kolem parapetů ( soklů ) nebo říms. Měla by být přijata opatření pro zajištění co nejpřímějších cest svodů. Povoluje se max. převýšení 40 cm na překonání soklu se sklonem 45° a menším ( viz obr. 2.3.3 e ).



$l$  = délka smyčky v metrech  
 $d$  = šířka smyčky v metrech

Pokud je splněna podmínka  $d > l/20$ , nehrozí nebezpečí poruší elektrické vodivosti.

**Obrázek 2.3.3 Tvary ohybů bleskosvodů**

Svody by měly být přichyceny k podkladu třemi úchytkami na metr. Úchytky mají být přiměřené podpěrám a jejich namontování by nemělo ovlivnit vodotěsnost střechy. Měly by též počítat s možnou teplotní roztažností vodičů.

Všechny vodiče by měly být spolu spojeny prostřednictvím svorek ze stejného materiálu, nebo pevnými nitěmi, měkkou pájkou či tvrdou pájkou. Pokud možno, vyhnout se provrtání svodů.

Svody by měly být chráněny před nebezpečím poškození montáží pouzdra do výšky 2 m nad povrchem země.

### 2.3.3.1 Vnitřní nasměrování

Pokud je vnější uložení nepraktické, svod může být veden i uvnitř speciálního servisního vedení vedoucího podél celé výšky nebo podél části výšky budovy.

Izolační nehořlavé vnitřní vedení se mohou použít, pokud plocha jejich vnitřního průřezu je 2000 mm<sup>2</sup> či více. Požadavky na vzdálenost, uvedené v kapitolách 2 a 3, by měly být splněny v každém případě.

Vedením svodů vnitřkem stavby se může snížit účinnost systému svodů. Správce projektu si musí být vědomý snížené účinnosti systému ochrany proti bleskům, těžkosti při revizi a údržbě a rizika vyplývajícího ze vstupu napětíových rázů do staveb.

### 2.3.3.2 Vnější plášť

Pokud má vnějšek budovy či stavby kovový plášť, kamenné či prosklené stěny, nebo v případě pevných plášťových částí, svod může být připojený pod tímto pláštěm na stěnu či nosná část stavby.

V takovém případě musí být vodivé části pláště a nosná stavba spojeny se svodem na jeho horním a dolním konci.

### 2.3.4. Materiály a rozměry

Svody se skládají z pásů, pletených káblů či kruhových částí. Jejich minimální průřezová plocha 50 mm<sup>2</sup> je definována v tabulce 2.3.4..

**Tabulka 2.3.4**


<b>Svody</b>		
Materiál	Poznámky	Minimální rozměry
Neizolovaná či pocínovaná elektrolytická měď	Doporučovaná pro dobrou vodivost a odolnost proti korozi	Pás: 30 x 2 mm Kruhová část : průměr 8 mm (2) Pletený kábl : 30 x 3,5 mm
18/10-304 nerezová ocel	Doporučovaná pro některá korozivní prostředí	Pás : 30 x 2 mm Kruhová část : průměr 8 mm (2)
A 5/L hliník	Použit u hliníkových povrchů	Pás : 30 x 3 mm Kruhová část : průměr 10 mm (2)

Použití izolovaných koaxiálních káblů jako svodů není povoleno. Použití izolačních obalů či obalů kolem svodů není povoleno s výjimkou případů popsaných v části 5.2


#### POZNÁMKY:

- (1) Pocínovaná ocel je doporučená vzhledem k jejím fyzikálním, mechanickým a elektrickým vlastnostem (vodivost, tvárnost, odolnost proti korozi, atd. )
- (2) Pokud má bleskový proud impulsní charakter, upřednostňuje se plochý vodič před kruhovým, protože jeho vnější povrchová plocha je pro danou průřezovou plochu větší.

### 2.3.5 Zkušební svorka / Rozpojovací svorka ( neboli měřící svorka )

Každý svod by měl být vybaven zkušební svorkou, která se používá k odpojení zemnicího systému za účelem měření. Zkušební svorka by měla mít označení „bleskosvod“ a symbol 

Zkušební svorky jsou obvykle instalovány na svodech ve výšce asi 2 m nad zemí. Pokud mají systémy ochrany proti bleskům kovové stěny, nebo nejsou vybaveny speciálními svody, zkušební svorky jsou vloženy mezi každou zemnicí elektrodu a kovový prvek budovy, ke kterému je připojen zemnicí systém, testovací svorky jsou

namontovány na kontrolní místa, která mají symbol 

### 2.3.6 Počítadlo blesků

Pokud je k dispozici počítadlo blesků, mělo by být namontováno na nejpřímějších svodu nad zkušební svorkou a jednoznačně ve výšce asi 2 m nad zemí.

### 2.3.7 Přirozené složky

Některé vodivé součásti stavby mohou být použity místo celého svodu či jeho části, nebo svod doplňovat.

#### 2.3.7.1 Přirozené složky, které mohou být použity místo svodu či jeho části

Obecně, vnější vzájemná propojení ocelové konstrukce (kovové stavby) mohou být použité jako svody, pokud jsou vodivé a jejich odpor je  $0,01\Omega$  nebo méně.

V takovém případě je horní konec PDA bleskosvodu připojený přímo na kovovou konstrukci, jejíž dolní konec musí být připojen k zemnicímu systému.

Použití přirozeného svodu by mělo vyhovovat požadavkům na ekvipotenciální propojení, které jsou uvedeny v kapitole 3.

**POZNÁMKA:** Protože přirozené součásti mohou být změněné či odstraněné, aniž by se vzalo v úvahu, že jsou součástí systému ochrany proti bleskům, měly by se upřednostňovat speciální vodiče.

#### 2.3.7.2 Přirozené složky, které mohou doplňovat svod ( svody )

Následující prvky mohou být použity na doplnění systému ochrany proti bleskům a mohou být k němu připojeny :

a) vzájemně propojené ocelové konstrukce poskytující průchod el. proudu :

- vnitřní kovové konstrukce, betonové výztuže a kovové konstrukce zapuštěné ve stěnách, vybavené pro tento účel zvláštními propojovacími koncovkami v horní a dolní části (minimálně ve třech bodech na každé úrovni )
- vnější kovové konstrukce, které neprocházejí výškou stavby.

**POZNÁMKA :** Pokud je použit přepjatý beton, je třeba věnovat mimořádnou pozornost nebezpečí mechanických následků, které vyvolává tok bleskového proudu systémem ochrany proti bleskům

b) kovové plechy pokrývající chráněnou oblast, pro které platí :

- mezi všemi částmi je zajištěna dlouhodobá el. průchodnost
- kovové plechy nejsou pokryty izolačním materiálem

**POZNÁMKA :** Tenká vrstva ochranného nátěru, asfaltový film hrubosti 1 mm či PVC film hrubosti 0,5 mm nejsou považovány za izolaci

c) kovová potrubí a nádrže, pokud jsou zhotoveny z materiálu s hrubostí 2 mm či více

### 3 PŘIPOJENÍ KOVOVÝCH PŘEDMĚTŮ NA STEJNÝ POTENCIÁL A VNITŘNÍ INSTALACE OCHRANY PŘED BLESKEM

#### 3.1 Všeobecné

Když vodičem teče bleskový proud, vzniká rozdíl potenciálů mezi těmito vodiči a okolními uzemněnými kovovými prvky. Mezi konci výsledné otevřené smyčky může docházet k nebezpečným výbojům.

V závislosti na vzdálenosti konců otevřené smyčky ( svod (-y) a uzemněný kovový prvek ) může i nemusí být provedeno ekvipotenciální připojení. Minimální vzdálenost, při které nemůže dojít ke vzniku nebezpečných výbojů, je označována jako bezpečná vzdálenost  $s$  a závisí na zvolené úrovni ochrany, na počtu svodů na materiálu mezi konci smyčky a na vzdálenosti uvažovaného kovového prvku od bodu připojení k zemi.

Často je složité zajistit izolaci po dobu instalace systému ochrany proti bleskům ( pro nedostatek informací potřebných k rozhodnutí ) nebo zajistit dlouhodobou izolaci ( stavební úpravy, práce, atd.) Z tohoto důvodu se často upřednostňuje ekvipotenciální připojení.

Ovšem v některých případech ekvipotenciální připojení není možné ( hořlavé či výbušné potrubí ). Potom jsou svody vedeny i ve vzdálenosti větší než je bezpečná vzdálenost  $s$  ( viz 3.2.1. c ).

##### 3.1.1 Ekvipotenciální připojení

Ekvipotenciální připojení by mělo být provedeno, pokud možno, co nejbližše ekvipotenciálním vodičem, bleskojistkou či jiskřištěm mezi svodem či PDA bleskosvodem vedoucím bleskový proud a prvkem, který má být uvedený na stejný potenciál a umístěný na stavbě, ve stěnách stavby či uvnitř stavby.

##### 3.1.2 Bezpečná vzdálenost

Bezpečná vzdálenost je minimální vzdálenost, na kterou nevzniká nebezpečný výboj mezi svodem, jímž protéká bleskový proud a okolními uzemněnými vodivými látkami ( viz obr. 4.5 ).

Izolace s respektováním nebezpečného výboje je zabezpečena, pokud vzdálenost  $d$  mezi systémem ochrany proti bleskům a uvažovaným vodivým prvkem je větší než  $d_s$ .

Bezpečná vzdálenost :  $s_{(m)} = n \cdot l \cdot k_i / k_m$  (Rovnice 3)

kde :

-  $n$  je počet svodů pro každý PDA bleskosvod před uvažovaným spojovacím místem:

$n = 1$  pokud je jeden svod,

$n = 0,6$  pokud jsou dva svody

$n = 0,4$  pokud jsou tři a více svodů

-  $k_i$  je koeficient vztahující se ke zvolenému stupni ochrany :

$k_i = 0,1$  pro stupeň ochrany I

$k_i = 0,075$  pro stupeň ochrany II

$k_i = 0,05$  pro stupeň ochrany III

-  $k_m$  je koeficient související s materiálem, který je použit mezi dvěma konci smyčky :

$k_m = 1$  pro vzduch

$k_m = 0,5$  pro pevný nekovový materiál

-  $l$  ( v metrech ) délka svodu (svodů) z místa, kde se předpokládá nejmenší vzdálenost k nejbližšímu místu ekvipotenciálního připojení

**POZNÁMKY:**

- 1 – pokud blízká vodivá část není elektricky uzemněná, není třeba provádět ekvipotenciální připojení.  
 2 – v případě vyztužených betonových staveb se vzájemně propojenou výztužnou ocelí a v případě staveb s ocelovou konstrukcí či staveb odpovídajících provedení z drátěných pletiv, jsou obvykle požadavky na vzdálenosti splněny.

**3.2 Ekvipotenciální připojení vnějších kovových předmětů**

Ve většině případů je možné přepojení pomocí ekvipotenciálního vodiče. Pokud to není možné nebo není to schváleno kompetentními úřady, musí být přepojení zhotoveno pomocí ochranného zařízení proti rázům.

**3.2.1 Ekvipotenciální připojení pomocí ekvipotenciálního vodiče**

Ekvipotenciální připojení by mělo být zhotoveno na následujících místech :

a) Nad zemí a pod zemí.

Všechny zemnicí svorky by měly být vzájemně připojeny tak, jak se uvádí v odstavci 4.4 s 4.5.

b) Všude tam, kde nejsou splněny požadavky na vzdálenost : pokud je  $d < s$ .

V takovém případě by měly být přijatelné ekvipotenciální vodiče stejného typu jako vodiče použité na svody ( tabulka 2.3.4 ). Měly by být co nejkratší.

Pokud je systém ochrany proti bleskům mimo chráněnou stavbu, ekvipotenciální připojení by mělo být utvořeno jen na úrovni země.

c) V případě plynových potrubí umístěných v izolačním pouzdře,  $s = 3$

**3.2.2 Ekvipotenciální připojení pomocí ochranného zařízení proti rázům**

Anténa či malý sloupek podepírající elektrické vedení by měly být připojené na nejbližší svod prostřednictvím ochranného zařízení proti rázům typu jiskřiště anténa – stožár.

Pokud je v uvažovaném prostoru uloženo potrubí ( voda, plyn, atd. ) s izolovanými částmi, tyto izolované části by měly ochranné zařízení obcházet.

**3.3 Ekvipotenciální připojení kovových předmětů zapuštěných do stěn**

Je možno použít pokyny uvedené v odstavcích 3.2.1 (a) a (b), pokud připojovací svorky pro tento účel byly poskytnuty v náležitých řadách. Mimořádnou pozornost je třeba věnovat problému vodotěsnosti.

POZNÁMKA : U existujících staveb je třeba kontaktovat příslušné úřady.

**3.4 Ekvipotenciální připojení vnitřních kovových předmětů : instalace vnitřní ochrany proti bleskům**

K připojení vnitřních kovových předmětů k ekvipotenciální spojovací tyči, zhotovené a uložené tak, aby dovolovala jednoduché odpojení za účelem revize, by měly být použity ekvipotenciální vodiče. Minimální plocha průřezu těchto vodičů by měla být  $16 \text{ mm}^2$ , pokud jsou z mědi nebo hliníku, nebo  $50 \text{ mm}^2$ , pokud jsou z oceli. Ekvipotenciální spojovací tyč by měla být připojena v místě co nejbližším k zemnicímu obvodu stavby. Pro velké stavby je možno nainstalovat více ekvipotenciálních spojovacích tyčí a zajistit jejich vzájemné propojení. Každá ekvipotenciální spojovací tyč by měla být zhotovena z mědi či ze stejného materiálu jako ekvipotenciální vodič a její minimální průřezová plocha má být  $75 \text{ mm}^2$ .

Pro elektrické či telekomunikační systémy používající těsněné vodiče či vodiče uložené dovnitř kovového pouzdra, uzemnění těsnění či kovového pouzdra obvykle poskytuje dočasnou ochranu.

Pokud ne, pak je aktivní vodiče třeba připojit systémem ochrany proti bleskům prostřednictvím ochranného zařízení proti rázům.

## 4 UZEMNĚNÍ

### 4.1 Všeobecné

Každý svod je vybaven uzemňovacím systémem.

Vzhledem k impulsnímu charakteru bleskového proudu a zlepšení toku proudu do země, při minimalizaci nebezpečí napěťových rázů v chráněném prostoru je důležité věnovat pozornost tvaru uzemňovacího systému a jeho rozměrům stejně tak i hodnotě zemnicího odporu.

Uzemňovací systémy by měly splňovat následující požadavky :

- hodnota odporu měřená běžnými přístroji má být 10  $\Omega$  nebo méně. Tento odpor se má měřit na zemnici sorce izolované od ostatních vodivých částí
- vlnová impedance neboli hodnota indukčnosti má být co nejnižší, aby se minimalizovala zpětná elektromotorická síla, která se přidává k nárůstu ohmického potenciálu, vyskytujícího se po dobu vybití blesku. Pro tento účel by se neměly používat uzemnění s jedinou příliš dlouhou vodorovnou či svislou složkou.

Použití jediného svislého uzemnění zakopaného tak hluboko, aby zasahoval do vlhké vrstvy půdy, tedy neposkytuje výhody, pokud není měrný povrchový odpor mimořádně vysoký.

Je třeba dodat, že takto zavrtaná uzemnění mají vysokou vlnovou impedanci, pokud hloubka přesahuje 20 metrů. To vede k použití většího počtu vodorovných vodičů či svislých kolíků, které musí být z elektrického hlediska vzájemně vždy perfektně propojené. Podobně by měly být upřednostňovány měděné vodiče před ocelovými, jejichž průřezová plocha potřebná na dosažení stejné vodivosti je činí nepraktickými.

Uzemnění by měla být vyhotovena a umístěna tak, jak bylo uvedeno výše v části 544 normy NF C 15 – 100.

Kromě případů, kde je to opravdu nemožné, by měla být uzemnění umístěna mimo budovu.

### 4.2 Různé typy uzemnění

Rozměry uzemnění závisí na měrném odporu půdy, do které jsou instalována. Měrný odpor může být velmi odlišný v závislosti na půdě ( hlína, jíl, písek, skála, atd. )

Měrný odpor je možné určit z níže uvedené tabulky či změřit vhodnou metodou zemní ohmetrem. Jestliže známe měrný odpor, můžeme určit délku zemnicího systému podle následujících zjednodušených rovnic :

lineární vodorovné uzemnění

svislé uzemnění

$$L = 2\rho/R \quad (\text{Rovnice 4})$$

$$L = \rho/R \quad (\text{Rovnice 5})$$

kde :

L : délka uzemnění ( v cm )

$\rho$  : měrný odpor půdy (v  $\Omega \cdot m$  )

R : požadovaná hodnota odporu (  $\leq 10 \Omega$  )

Tabulka 4.2

Půda	Měrný odpor v $\Omega.m$
bažinatý terén	několik jednotek pod 30
bahno	20 – 100
humus	10 – 150
vlhká rašelina	5 – 100
měkká hlína	50
vápenatý jííl a hutná hlína	100 – 200
jurský vápenatý jííl	30 – 40
hlinitý písek	50 – 500
křemičitý písek	200 – 3000
holá kamenitá půda	1500 – 3000
kamenitá půda pokrytá trávou	300 – 500
měkký vápenec	100 – 300
hutný vápenec	1000 – 5000
popraskaný vápenec	500 – 1000
krystalická břidlice	50 – 300
Micaschistes ( krystalická břidlice )	800
žula a pískovec v závislosti na úpravě	1500 – 10000
žula a pískovec jemně upravený	100 – 600

Pro každý svod by měla uzemnění obsahovat minimálně :

a) vodiče ze stejného materiálu a se stejnou plochou průřezu, jakou mají svody, s výjimkou hliníku, uspořádané do tvaru havraní nohy a zakopané do hloubky minimálně 50cm.

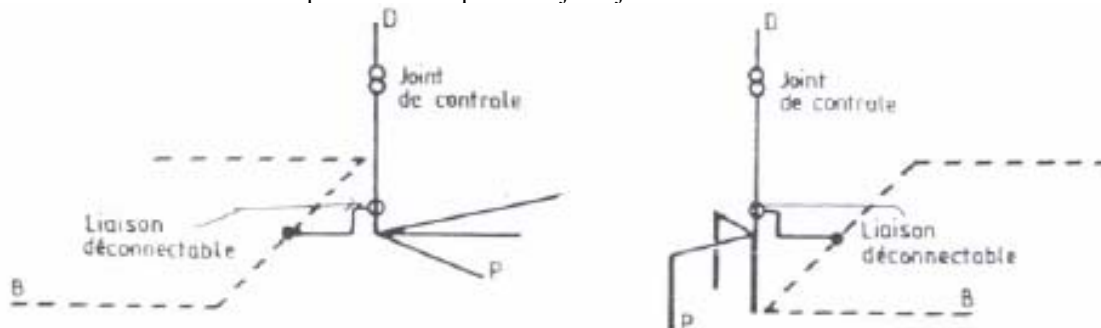
Příklad: tři 7 – 8 metrů dlouhé vodiče, zakopané horizontálně v min. hloubce 50 cm

b) soustavu více svislých kolíků v celkové délce min. 6 metrů:

- uspořádaných do jedné přímky či do trojúhelníka a vzájemně vzdálených o délku rovnou minimálně zakopané délce

- vzájemně propojených vodičem, který je stejný nebo má charakter porovnatelný se svodem, a zakopaných v jámě v hloubce minimálně 50 cm

POZNÁMKA : Doporučované uspořádání je trojúhelník.



D: svod

B : zemnicí smyčka základů budovy

P : uzemnění bleskosvodu

Obrázek 4.2 – Schémata typických zemních systémů


### 4.3 Doplnující opatření

Pokud vysoký měrný odpor půdy neumožňuje pomocí výše uvedených standardních opatření dosáhnout odpor uzemnění nižší než  $10 \Omega$ , je třeba použít následující přídatná opatření :

- přidat kolem zemnicích vodičů přírodní materiál s nižším odporem,
- přidat zemnicí tyče k už instalovaným havraním nohám či kolíkům,
- zvýšit počet uzemnění a vzájemně je propojit,
- použít úpravu, která sníží impedanci a zlepší kapacitu pro průchod vysokého proudu,
- pokud byla vykonána všechna výše uvedená opatření a přesto nebyla dosažena hodnota odporu menší než  $10 \Omega$ , je možné předpokládat, že uzemnění bude zabezpečovat přijatelnou průchodnost bleskového proudu, pokud se skládá z alespoň 100 m dlouhého systému ukončení, o kterém se předpokládá, že každý svislý či vodorovný prvek není delší než 20 m.

### 4.4 Vzájemné propojení uzemnění

Pokud má budova či chráněný prostor základové uzemnění elektrických systémů v souladu s článkem 542.2 normy NF C 15 – 100, uzemnění bleskosvodu by s ním měla být propojena vodičem standardní velikosti ( viz tabulka 2.3.4 a 4.5 )

Pro nové instalace je třeba brát tento krok v úvahu už od stadia projektu a vzájemné propojení se zemnicím obvodem základů by mělo být vytvořeno přímo před každým svodem pomocí zařízení, které se dá odpojit a je umístěné před kontrolní komorou nesoucí symbol 

Pro existující stavby a instalace by měla být vzájemné propojení realizována přednostně na zakopaných částech a mělo by být možné odpojení za účelem kontroly.

Pokud se provádí vzájemné propojení uvnitř budovy, propojovací vodič má být veden tak, aby nedocházelo k indukovaní proudů v okolních káblech či zařízeních.

Pokud se v chráněném prostoru nachází více oddělených staveb, uzemnění bleskosvodu by mělo být připojeno na zakopanou ekvipotenciální zemnicí síť, která spojuje všechny stavby.

### 4.5 Podmínky vzdálenosti

Komponenty zemnění bleskosvodu mají být v minimální vzdálenosti od zakopaných kovových potrubí nebo elektrických vedení.

Minimální vzdálenosti jsou uvedeny v následující tabulce :

**Tabulka 4.5**

Zakopané prvky	Minimální vzdálenost	
	Měrný odpor půdy $\leq 500 \Omega m$	Měrný odpor půdy $> 500 \Omega m$
Vysokonapěťové elektrické vedení	0,5	0,5
Nízkonapěťové elektrické vedení bez zemnicího systému	2	5
Zemnicí systém nízkonapěťové napájecí sítě	10	20
Kovová potrubí pro plyn	2	5

Tyto vzdálenosti platí jen pro vodiče, které nejsou elektricky připojeny k hlavnímu ekvipotenciálnímu vedení budovy.

POZNÁMKA : V případě nekovových vedení nejsou kladeny požadavky na minimální vzdálenost.

#### 4.6 Materiály a rozměry

V následující tabulce jsou uvedeny materiály a minimální rozměry uzemnění.

**Tabulka 4.6**

Uzemnění		
Materiál	Doporučení	Minimální rozměry
Povrchově neupravovaná či pocínovaná elektrolytická měď ( 1 )	Doporučená pro dobrou vodivost a odolnost proti korozi	Pásek : 30 x 2 mm Kruhový výřez : 8mm průměr Mřížka tvořená dráty s min. průřezovou plochou 10 mm <sup>2</sup> Pevný kolík : 15 mm průměr 1 m délka Dutá tyč : 25 mm vnější
Poměděná ocel ( 250 μm )		Tyč : 15 mm průměr, 1 m délka
18 / 10 – 304 nerezová ocel	Doporučovaná v určitých korozivních půdách	Pásek: 30 x 2 mm Kruhový výřez : 10 mm průměr Tyč: 15 mm průměr, délka 1 m Dutá tyč: 25 mm průměr délka 1 m
Ocel zinkovaná ponořením do roztaveného zinku ( 50 μm )	Určená k provizorním krátkodobým instalacím pro její nízkou odolnost vůči korozi	Pásek : 30 x 3,5 mm Kruhový výřez : 10 mm průměr Tyč : 19 mm průměr 1 m délka Dutá tyč : 21 mm průměr 1 m délka
( 1 ) <i>Doporučuje se pocínovaná měď z hlediska jejích fyzikálních, mechanických a elektrických vlastností ( vodivost, tvárnost, odolnost vůči korozi, atd. )</i>		

## 5 OCHRANA PROTI KOROZI

### 5.1 Všeobecné

Koroze kovů závisí na typu použitého kovu a na charakteru okolního prostředí kovu. Činitelé jako jsou fungicidní látky, rozpustné soli ( elektrolyty ), úroveň ventilace, elektrolytický teplota a změny značně komplikují podmínky.

Styk různých kovů provázených jevem elektrolyzy vlivem okolního prostředí zvyšuje korozi více anodového neboli aktivního kovu a snižuje korozi více katodového neboli inertního kovu. Korozi ve více katodových kovech je třeba zabránit. Elektrolytem pro tuto reakci může být vlhká půda nebo kapky zachytávající se v trhlinách.

## 5.2 Nezbytná opatření :

Ke snížení koroze je nutné :

- vyhýbat se použití nevhodných kovů v agresivním prostředí
- vyhýbat se kontaktům různých kovů s odlišnými galvanickými články
- používat vodiče, které mají vhodné hrubosti a mají zvýšenou odolnost vůči korozi
- v kritických případech zhotovit ochranné nátěry přiměřené vnějším vlivům

Pro splnění výše uvedených požadavků uvádíme jako typický příklad následující opatření :

- min. hrubost nebli průměr vodivého prvku má vyhovovat ustanovením této normy
- hliníkové vodiče by neměly být zakopány či zapuštěny přímo do betonu, pokud nemají vhodné trvanlivé pouzdro
- pokud je to možné, vyhýbat se měděným / hliníkovým spojkám. Pokud se tomu nedá vyhnout, spojky by měly být z vhodných spojení dvou kovů
- měď je obvykle vhodná na zemnění, s výjimkou určitých kyselých podmínek, kdy je vystavená kyslíku či síranu
- pokud je přítomen čpavkový či siričitý smog, je možné na svodech použít pouzdro

POZNÁMKA : Použití izolačního materiálu s hrubostí 0,5 mm a menší je dovoleno.

- upevnění vodičů má být zhotoveno z nerezové oceli či vhodného syntetického materiálu za podmínek korozivního prostředí

## 6 SPECIÁLNÍ USTANOVENÍ

### 6.1 Antény

Anténa na střeše budovy zvyšuje pravděpodobnost zásahu bleskem a je prvním zranitelným prvkem přicházejícím v úvahu pro zachycení vývoje blesku.

Pokud se jedná o individuální či kolektivní anténu pro rozhlasové a televizní přijímače vyhovující normě (\*), nosný stožár antény má být standardním vodičem připojen přes ochranné zařízení proti rázům nebo přes jiskřiště na svody instalace, pokud anténa není mimo chráněný prostor či na jiné střeše.

Běžný nosný stožár může být použit za následujících podmínek :

- běžný nosný stožár se skládá s přiměřeně silných tyčí, které nepotřebují přídržná lana
- PDA bleskosvod je připevněn na vrcholu stožáru
- vrchol PDA bleskosvodu je alespoň 2 m nad nejbližší anténou
- svod je upevněn svorkou, která je připevněna přímo na tyč
- koaxiální kabel antény je veden vnitřkem anténního stožáru

V případě mřížkového stožáru se upřednostňuje vedení koaxiálního kabelu kovovou trubkou.

### 6.2 Šindelové střechy

V tomto případě by PDA bleskosvod měl být přednostně instalován na komíně, pokud komín je. Svod by měl být okrouhlý vodič ze žíhané mědi o průměru 8 mm a měl by být veden podél hřebenu střechy na vyčnívajících izolátorech s odstupy 20 – 25 cm a podélně po okapové rouře.

### 6.3 Tovární komíny

Protože tovární komíny jsou velmi vysoké a kouř s horkými plyny ionizují vzduch, velmi snadno do nich udeří blesk.

Horní část komínu by měla být vybavena PDA bleskosvodem, přednostně z materiálů vhodných pro korozivní ovzduší a vysoké teploty, umístěného na převládající větrné straně.

(\*) Matériel électronique et de télécommunications – Antennes individuelles ou collectives de radiodiffusion sonore ou visuelle : Regles ( Norma NF C 90 –120 – říjen 1993, vydaná Union Technique de l'électricité ).

Pro výšku komína 40 m či více by měly být instalovány minimálně dva svody diametrálně proti sobě tak, že jeden z nich bude umístěn na větrné straně. Tyto svody by měly být vzájemně propojeny na horním konci a na úpatí komína vodorovným vodičem. Každý svod by měl mít zemnicí systém.

Vnější a vnitřní kovové prvky by měly být připojeny k nejbližšímu svodu za stejných podmínek, jaké byly uvedeny v kapitole 3.

#### **6.4 Skladovací prostory pro hořlaviny a výbušniny**

Zásobníky obsahující hořlavé kapaliny by měly být uzemněny v souladu s platnými předpisy, ale takovéto spojení se zemí neposkytuje dostačující ochranu vůči atmosférickým výbojům. Je proto potřebný důkladný dodatečný dozor.

PDA bleskosvody by měly být namontovány na stožárech, sloupech a jiných stavbách mimo bezpečný prostor tak, aby byly nad zařízeními, které mají chránit. Jejich umístění má brát v úvahu ochranný poloměr v souladu s touto normou.

Uzemnění by měla být orientována mimo skladovací zařízení. PDA bleskosvod a uzemnění chráněného zařízení by měly mít stejný potenciál.

POZNÁMKA : Vládní nařízení z 28. ledna 1993 o ochraně proti bleskům pro určitá zařízení stanovuje povinnou instalaci počítadel úderů blesku.

#### **6.5 Kostely**

Kostelní věže, věže, minarety a zvonice mohou být snadno zasaženy bleskem vzhledem k jejich výčnělkům. Hlavní výčnělek (-y) mají být chráněny PDA bleskosvody připojenými k zemi prostřednictvím přímého svodu vedeného podél hlavní věže.

Druhý svod sledující hřeben hlavní loď chrámu by měl být k dispozici, pokud je splněna jedna či více z následujících podmínek :

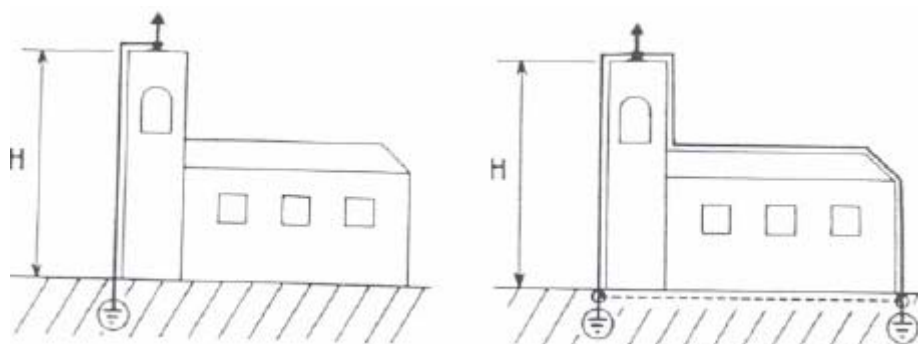
- celková výška kostelní věže přesahuje 40 metrů
- v důsledku svojí hlavní loď vyčnívá ven z oblasti chráněné PDA bleskosvodem.

V tomto případě by měl druhý svod začínat na vrcholu hlavní věže.

Pokud je kostel vybaven dvěma svody a na konci hlavní loď chrámu je umístěn nekovový kříž či socha, kříž či socha budou vybaveny hrotem.

Zemnicí systémy bleskosvodu a elektrická zem mají být raději vzájemně propojeny uzemňovacím vodičem.

Některé kostely mají elektrické zvony. Elektrické napájení je chráněno vůči napětovým rázům bleskojistkami v souladu s článkem 3.


 $H \leq 40 \text{ m}$ 
 $H > 40 \text{ m}$ 
**Obrázek 6.5 – Kostely**

### 6.6 Výškové budovy

Horská restaurace, turistické útulky, stanice lanovek mohou být snadno zasažitelné bleskem. Mohou tu proto být nainstalovány PDA bleskosvody v souladu s ustanoveními této normy, přičemž mimořádnou pozornost je třeba věnovat ekvipotenciálnímu připojení a uzemnění.

### 6.7 Otevřené plochy, rekreační a sportovní areály

Hřiště, kempy, bazény, závodní dráhy, okruhy pro závody automobilů, zábavné parky, atd. PDA bleskosvody se instalují na žerdi pro zástavy, na stožáru světlometů, či na jiných konstrukcích. Jejich počet a umístění závisí na typu a prostoru, který má být chráněn v souladu s ustanoveními této normy.

### 6.8 Stromy

Některé osamělé stromy jsou snadno zasažitelné bleskem z důvodu jejich výšky a tvaru.

Pokud riziko zásahu bleskem znamená nebezpečí pro okolní stavby ( blízké budovy ), nebo se jedná o historické či estetické zajímavosti, strom může být chráněn proti blesku nainstalováním PDA bleskosvodu na jeho vrchol v souladu s ustanoveními této normy.

Nejjednodušší způsob instalace svodu, který nebude bránit stromu v růstu a co nejméně ho poškodí, je při použití vodiče ve tvaru ohebného opleteného káblu zajištěného vhodnými hmoždinkami, které vedou co nejpříměji podél kmene.

## 7 REVIZE A ÚDRŽBA

Údržba bleskosvodu je nepostradatelná, protože mnohé komponenty mohou časem ztratit svoji účinnost v důsledku koroze, počasí, mechanických nárazů a blesků. Mechanický a elektrický charakter bleskosvodu mají být po dobu životnosti bleskosvodu udržovány tak, aby splňovaly požadavky normy.

### 7.1 Výchozí revize

Jakmile je ukončena montáž PDA bleskosvodu, měl by být překontrolován, aby bylo zajištěno, že je v souladu s ustanoveními této normy.

Cílem revize je přesvědčit se, že :

- PDA bleskosvod je 2 m či více nad chráněným prostorem
- materiály a rozměry použité pro svody jsou vhodné
- svody jsou vedeny, umístěny elektricky připojeny tak, jak je požadováno

- všechny součásti zařízení jsou pevně zajištěny
- byla respektována bezpečná vzdálenost (-i ) nebo bylo provedeno ekvipotenciální připojení
- hodnoty měrného odporu uzemnění jsou korektní
- zemnicí odpory jsou vzájemně propojeny.

Tato revize má být vykonána vizuálně za podmínek uvedených v části 6 normy NF C 15 –100.

Ovšem pokud je vodič celý skrytý, je třeba prozkoušet jeho elektrickou průchodnost. Taková zkouška se má řídit podle části 6 normy NF C 15 –100.

## 7.2 Pravidelné revize

Intervaly mezi jednotlivými revizemi jsou dány stupněm ochran. Doporučují se následující intervaly kontrol :

	<b>Běžný interval</b>	<b>Zkrácený interval</b>
STUPEŇ I	2 ROKY	1ROK
STUPEŇ II	3 ROKY	2 ROKY
STUPEŇ III	3 ROKY	2 ROKY

POZNÁMKA: Zkrácený interval se doporučuje v korozivním prostředí.

Kromě toho by měl být systém ochrany proti blesku zkontrolován vždy, když dochází k pozměnění stavby, opravám či zasažení bleskem.

POZNÁMKA: Údery bleskem mohou být zaznamenány počítadlem blesků nainstalovaném na jednom ze svodů.

### 7.2.1 Postup revize

Vizuální kontrola se má přesvědčit, že :

- rozšíření či pozměnění chráněné stavby si nevyžaduje instalaci dodatečných ochranných zařízení :
- elektrická průchodnost viditelných vodičů je korektní
- všechny upevňovací prvky součástí a mechanické chrániče jsou v dobrém stavu
- žádné části nebyly zeslabeny v důsledku koroze
- bezpečná vzdálenost je dodržována a je dostatek ekvipotenciálních připojení, jejichž stav je dobrý

Měla by být vykonána měření pro překontrolování :

- elektrické průchodnosti skrytých vodičů
- hodnot měrného odporu zemnicího systému ( každou změnu je třeba analyzovat ).

### 7.2.2 Zpráva o výsledku revize

Každá pravidelná revize má být předmětem detailní zprávy obsahující všechny zjištění kontroly a nápravná opatření, která je třeba vykonat.

### **7.3 Údržba**

Všechny nedostatky, které byly nalezeny na systému ochrany proti bleskům během pravidelné kontroly mají být odstraněny co nejdříve, aby byla zabezpečena optimální účinnost.

---

## DODATEK A

( Normativní )

### MODEL OCHRANY

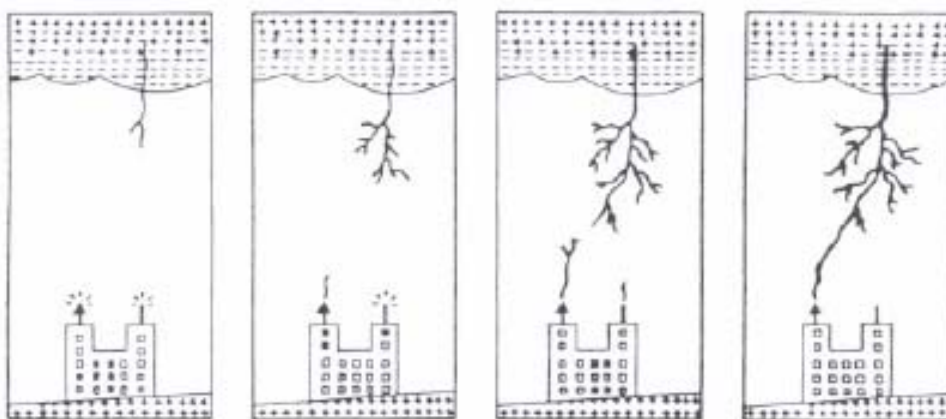
#### A 1 POPIS PROCESU SPOJENÍ

##### A 1.1 Určení místa úderu

Tvorba nebo příchod bouřkového mraku vytváří elektrické pole ( okolní ) mezi mrakem a zemí. Toto elektrické pole může být na zemi větší než 5 kV/m, a tak iniciuje výboje korony od reliéfu země nebo kovových částí.

Úder blesku začíná v bouřkovém mraku vytvářením hlavní větve sestupující dolů, která se stupňovitě šíří směrem k zemi. Hlavní větev nese elektrický náboj, který způsobuje vytvoření pole země.

Hlavní větev stoupající nahoru se vyvíjí ze stavby či objektu spojeného se zemí. Vzestupná větev se šíří až do spojení se sestupnou větví a vzniklým kanálem teče bleskový proud. Jiné vzestupné větve mohou být vysílány dalšími stavbami na zemi. První vzestupná větev, která se spojí se sestupující větví, určuje místo úderu blesku ( obrázek A ).



Obrázek A 1

POZNÁMKA: Tento popis se týká jen negativního sestupujícího úderu blesku, který je jediným případem použití elektrogeometrického modelu. Tento typ úderu blesku je nejčastější.

##### A 1.2 Rychlost šíření větve

Poslední experimentální údaje získané v přírodě ukazují, že průměrné rychlosti vzestupné a sestupné větve jsou během etapy spojení porovnatelné a poměr rychlostí  $v_a / v_d$  se blíží 1 ( v rozmezí 0,9 až 1,1 )

Předpokládáme, že  $v = v_a = v_d = 1 \text{ m}/\mu\text{s}$  ( průměrné naměřené rychlosti větví ), kde :

$v_a$  = rychlost vzestupné větve

$v_d$  = rychlost sestupné větve

$v$  = obecná rychlost

## A 2 VÝHODY PDA BLESKOSVODU Z HLEDISKA OCHRANY

### A 2.1 Iniciační předstih

PDA bleskosvod je konstruován tak, aby se zkrátil statisticky průměrný čas potřebný k iniciaci vzestupné větve. PDA bleskosvod vykazuje iniciační předstih v porovnání s jednoduchým tyčovým bleskosvodem nainstalovaným ve stejných podmínkách. Tento časový zisk byl zjištěn ve vysokonapěťových testovacích laboratořích podle doporučení paragrafu 2.2.2.1 a dodatku C této normy.

### A 2.2 Přírůstek délky vzestupné větve

Přírůstek délky vzestupné větve  $\Delta L$  je dán jako  $\Delta L_{(m)} = v_{(m/\mu s)} \cdot \Delta T_{(\mu s)}$

Chráněný prostor vycházející z modelu ochrany popsané výše je určen na základě elektroteoretického modelu.

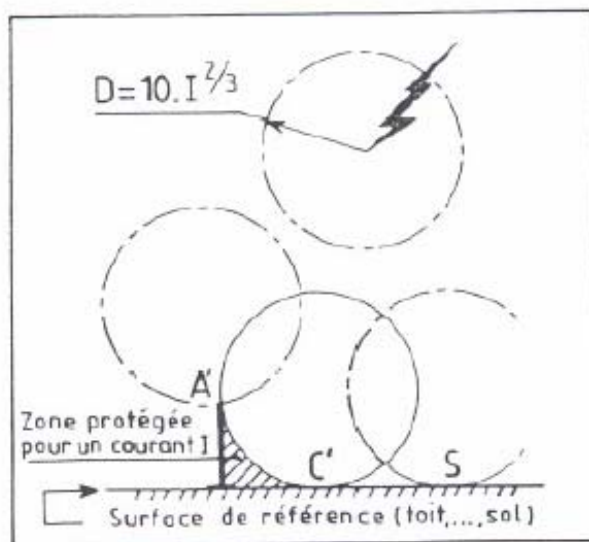
## A 3 MODEL OCHRANY

### A 3.1 Poloměr ochrany tyčového bleskosvodu

V případě jednoduché tyče, v souladu s elektroteoretickým modelem, místo úderu blesku je určeno pozemním objektem, který je umístěn jako první ve vzdálenosti  $D$  od sestupné větve, i pokud je tímto objektem samotná zem. Vzdálenost  $D$  mezi místem peru a místem spojení vzestupné a sestupné větve se nazývá „úderová vzdálenost“ : taktéž je to délka vývoje vzestupné větve.

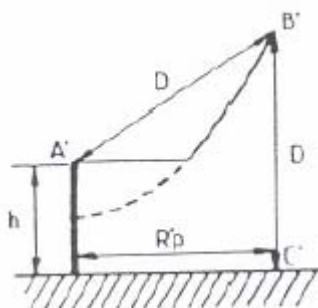
Proto se to jeví, jakoby fiktivní koule poloměru  $D$  byla centrována v čele sestupné větve a postupovala spolu s ní.

Pokud uvažujeme jednoduchou tyč výšky „ $h$ “ měřené od referenčního povrchu ( střecha budovy, zem, atd. ), jsou tři možnosti ( viz obrázek A 2 ) :



Obrázek A 2 – Metoda fiktivních koulí

- pokud koule přijde do styku jen se svislou tyčí (  $A'$  ), svislá tyč bude místem úderu,
- pokud koule přijde do styku jen s referenčním povrchem a ne se svislou tyčí, místem úderu bude jen zem v bodě  $S$
- pokud koule přijde najednou do styku i se svislou tyčí i s referenčním povrchem, jsou dvě možná místa úderu :  $A'$  a  $C'$ , ale výboj blesku nikdy nezasáhne šrafovanou oblast (viz obr. A 3 )



Obrázek A 3

Vzdálenost  $D$  je obecně dána následující rovnicí :

$$D_{(m)} = 10 \cdot I^{2/3}, \text{ kde :}$$

$I$  je špičkový proud prvního zpětného úderu v kiloampérech ( kA )

### A 3. 2 Poloměr ochrany PDA bleskosvodu

V případě PDA bleskosvodu s iniciačním předstihem  $\Delta T$  a s  $\Delta L = v \cdot \Delta T$  možnými místy zásahů jsou A a C ( obr. A 4 ) s ochranným poloměrem  $R_p$ , pro který platí :

$$R_p = \sqrt{h(2D-h)} + \Delta L(2D + \Delta L)$$

kde :

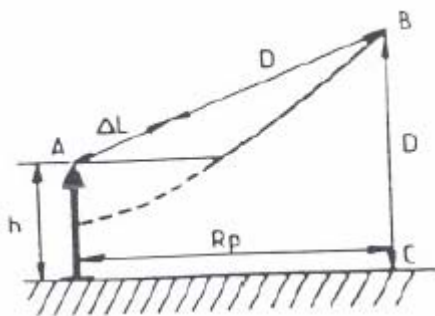
$D$  : zásahová vzdálenost

$\Delta L$  : přírůstek délky vzestupné větve definovaný  $\Delta L = v \cdot \Delta T$

$h$  : výška vrcholu PDA bleskosvodu,

$R_p$  : poloměr ochrany PDA bleskosvodu,

$\Delta T$  : iniciační předstih PDA bleskosvodu



Obrázek A 4

**DODATEK B**

( Normativní )

**POMŮCKA PRO URČENÍ RIZIKA ZÁSAHU BLESKEM A VOLBA STUPNĚ  
OCHRANY PRO EXTRÉMNÍ OCHRANNÉ INSTALACE PROTI BLESKU****B 1 VŠEOBECNÉ**

Pomůcka pro určení rizika zásahu bleskem má pomáhat projektantovi při analýze všech kritérií používaných pro určení rizika poškození v důsledku zásahu bleskem a při stanovení potřeby ochrany a její úrovně. Zabývá se jen poškozením způsobeným přímým zásahem blesku do stavby, která má být chráněna a tokem bleskového proudu systémem ochrany proti blesku.

V mnohých případech je potřeba ochrany zřejmá. Příklady mohou být :

- velké množství lidí
- plynulost služeb
- velmi častý výskyt blesků
- vysoké či osamělé stavby
- budovy obsahující výbušniny či hořlavé materiály, nebo nenahraditelné kulturní dědictví

Některé typické důsledky zásahu bleskem pro vícero typů běžných staveb jsou pro informaci uvedeny v tabulce B 1-

**Tabulka B 1**

<b>Klasifikace stavby</b>	<b>Typ stavby</b>	<b>Důsledky blesku</b>
Běžné stavby (viz poznámka)	Soukromý dům	Přeražení elektrických instalací, požár a poškození přístrojů většinou omezené na objekty blízko místa úderu blesku nebo jeho cesty
	Farma	Riziko požáru a nebezpečného jiskření. Riziko vyplývající z výpadku napájení : dobytek umírající v důsledku výpadu řízení ventilace a distribuce potravy. Riziko krokového napětí.
	Divadla, školy, obchodní domy, sportoviště	Riziko paniky a poruchy požárního hlásiče vedoucí ke ztrátám času při boji s požárem.
	Banky, pojišťovací společnosti, obchodní společnosti	Některé z výše uvedených problémů vyvolají poruchy komunikace, počítačů.
	Nemocnice, vězení, jesle	Problémy související s pacienty na jednotkách intenzivní péče a problémy evakuace zdravotně postižených osob.
	Průmysl	Další následky, které závisí na obsahu továrny, od málo významných škod až po nepřijatelné výrobní ztráty
	Muzea a archeologická naleziště	Nenahraditelné ztráty kulturního dědictví

**POZNÁMKA :** Citlivé elektronické přístroje mohou být instalovány v jakémkoliv typu stavby a mohou být snadno poškozeny napěťovými rázy i důsledky blesku.

Metoda určení rizika je v této příručce. Bere v úvahu riziko blesku a následující faktory .

1. Okolí budovy
2. Typ konstrukce
3. Obsah stavby
4. Obyvatelnost stavby
5. Následky zásahu bleskem.

Umístění budovy v prostředí a výška budovy se bere v úvahu při výpočtu rizika expozice.

V některých případech ale určitá kritéria specifická pro danou stavbu nemohou být změřena a mohou převažovat na jinými činiteli. Tehdy mohou být použita přísnější ochranná opatření než ta, která vyplývají z této příručky.

Volba vhodné úrovně ochrany pro IEPF, který se má instalovat, je založena na očekávané frekvenci přímých úderů blesku do chráněné stavby či prostoru a na frekvenci zásahů ročně  $N_C$ .

## B 2 URČENÍ $N_d$ A $N_e$

### B 2.1 Hustota blesků $N_g$

Hustota blesků je vyjádřena jako roční počet blesků na  $\text{km}^2$  a může být určena .

- pomocí mapy hustoty úderů  $N_a$  na obrázků B 4. V tomto případě  $N_g = N_a/2,2$

- ze sítě evidence blesků =  $N_g$

- pomocí lokální isokeraunické úrovně  $N_k$  :  $N_{g \max} = 0,04 N_k^{1,25} \cong N_k/10$

$$N_{g \max} = 2 \cdot N_g$$

Hodnota  $N_{g \max}$  bere v úvahu maximální hustotu blesků a přesnost detekce.

$N_k$	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$N_{g \max}$	0,3	0,7	1,2	1,7	2,2	2,8	3,4	4,0	4,7

POZNÁMKA : Mapa na obrázků B 4 zobrazuje hustotu úderů. Konstanta 2,2 je průměrný poměr počtu zásahů ku počtu zablýsknutí.

### B 2.2 Očekávaná frekvence $N_d$ přímých blesků směřujících ke stavbě

Průměrná roční frekvence  $N_d$  přímých blesků směřujících ke stavbě se dá určit pomocí následující rovnice :

$$N_d = N_{g \max} \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ /rok , kde:} \quad (\text{Rovnice 6})$$

$N_g$  = roční průměr hustoty blesků v oblasti, kde je stavba umístěná ( počet blesků / rok /  $\text{km}^2$  )

$A_e$  = ekvivalentní sběrná oblast izolovaná stavby (  $\text{m}^2$  )

$C_1$  = koeficient okolního prostředí

Ekvivalentní sběrná oblast je definována jako země s plochou, která má stejnou pravděpodobnost přímých blesků jako stavba.

Podle tabulky B 2 je ekvivalentní sběrná oblast A pro osamělé stavby definována jako oblast zemského povrchu, která má stejnou roční frekvenci přímých zásahů bleskem jako stavba. Je to oblast definovaná čarami, které získáme přidáním 3-násobku výšky stavby k půdorysu stavby ( viz obr. B 3 ).

Pro obdélníkovou stavbu s délkou L, šířkou I a výškou H je potom sběrná oblast rovna :

$$A_e = LI + 6H(L + I) + 9\pi H^2 \quad (\text{Rovnice 7})$$

Topografie místa a objekty umístěné ve vzdálenosti do  $3H$  od stavby významně ovlivňují sběrnou oblast. Tento účinek se zohledňuje použitím koeficientu  $C_1$  ( tabulka B 2 ).

**Tabulka B 2 – Určení koeficientu okolního prostředí  $C_1$**

Relativní poloha stavby	$C_1$
Stavba umístěná v prostoru obsahujícím stavby či stromy stejné výšky nebo vyšší	0,25
Stavba obklopená nižšími stavbami	0,5
Osamělá stavba : žádné jiné stavby ve vzdálenosti $3H$	1
Osamělá stavba na vrcholu kopce či předhůří	2

- pokud ekvivalentní sběrná oblast jedné stavby úplně pokrývá sběrnou oblast jiné stavby, této druhé oblasti se nevěnuje pozornost

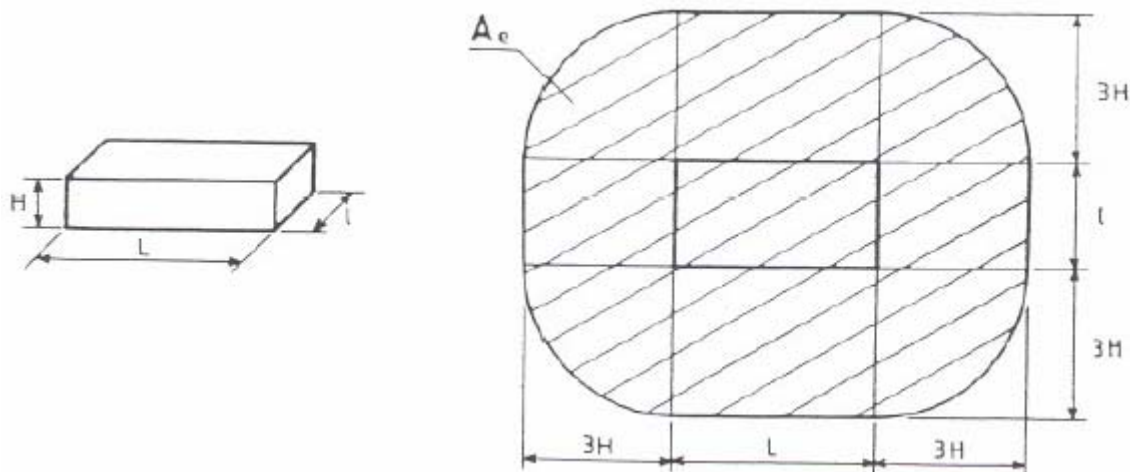
- pokud se sběrné oblasti více staveb překrývají, výsledná společná sběrná oblast je považována za jednu sběrnou oblast

POZNÁMKA : Jiné složitější metody je možné použít pro určení ekvivalentní sběrné oblasti s větší přesností.

**Obrázky B 3 – Typické výpočty**

1°) Pro obdélníkovou budovu je sběrná oblast :

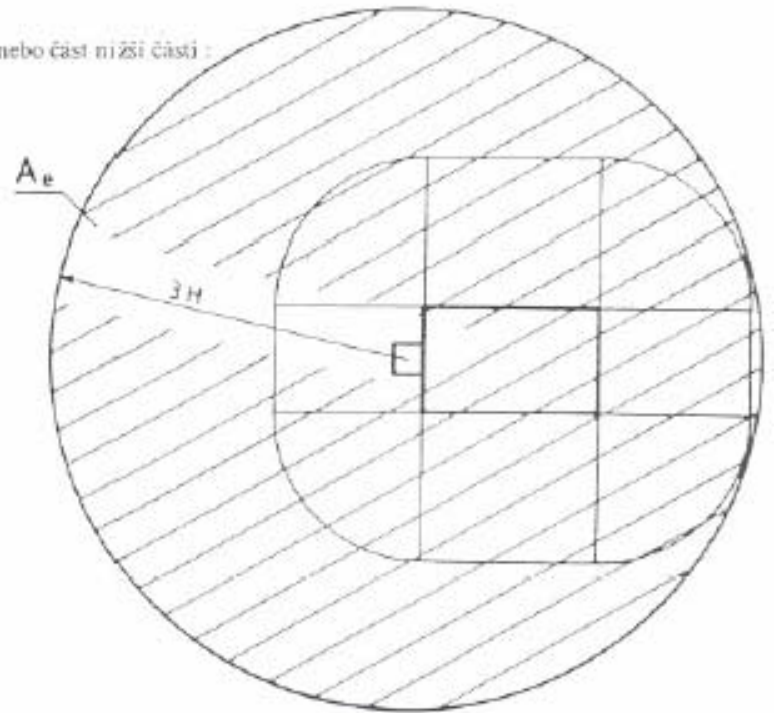
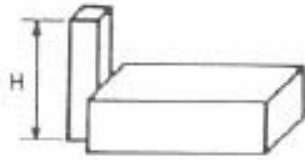
$$A_e = L \times I + 6H(L + I) + 9\pi H^2$$



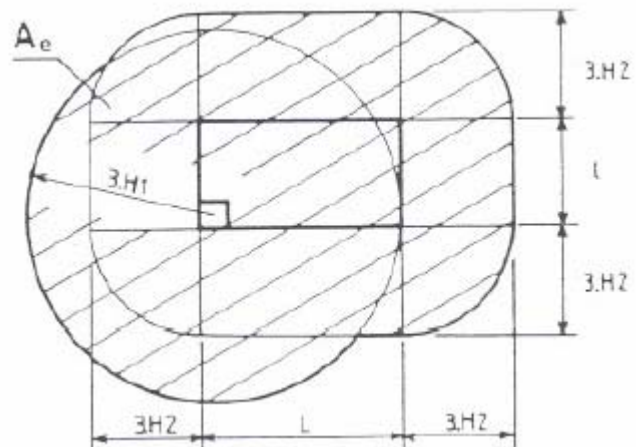
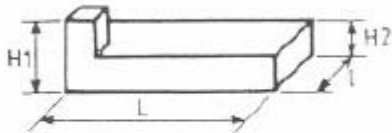
2<sup>o</sup>) Budova s vyčnívající částí

Ekvivalentní oblast vyčnívající části zahrnuje celou nebo část nižší části :

$$2.1 \quad A_e = 9\pi H^2$$



2.2



### B 2.3 Přípustná frekvence ( $N_C$ ) blesků směřujících na stavbu

#### B 2.3.1 Všeobecné

Hodnoty  $N_C$  se určují analýzou rizika poškození s ohledem na vhodné faktory, jakými jsou :

- typ konstrukce
- interiér stavby
- obytnost stavby
- následky zásahu bleskem

#### B 2.3.2 Určení $N_C$

Jak bylo naznačeno výše, čtyři rozhodující faktory dané koeficienty  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  a  $C_5$  je možné určit pomocí tabulek B 5 až B 8.

Nechť  $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$ , pak se dá  $N_C$  vyjádřit :  $N_C = 5,5 \cdot 10^{-3} / C$

**Tabulka B 5**

C <sub>2</sub> konstrukční koeficient			
Stavba \ Střecha	Kov	Běžná	Hořlavá
Kov	0,5	1	2
Běžná	1	1	2,5
Hořlavá	2	2,5	3

**Tabulka B 6**

C <sub>3</sub> obsah stavby	
bezpečný a nehořlavý	0,5
standardní hodnoty či normálně hořlavý	1
vysoká hodnota či obzvláště hořlavý	2
mimořádná hodnota, nenahraditelný či vysoce hořlavý, výbušný	3

**Tabulka B 7**

C <sub>4</sub> obydlenost stavby	
Neobydlená	0,5
Normálně obydlená	1
Složité evakuace či riziko paniky	3

**Tabulka B 8**

C <sub>5</sub> následky blesku	
Není požadována plynulost služeb a žádné následky pro okolní prostředí	1
Je požadována plynulost služeb a žádné následky pro okolní prostředí	5
Následky pro okolní prostředí	10

POZNÁMKA : Speciální nařízení mohou v některých případech způsobit, že hodnoty  $N_C$  jsou jiné.

### B 3 METODA VÝBĚRU STUPNĚ OCHRANY

Přípustná frekvence blesků  $N_c$  se porovnává s očekávanou frekvencí blesků  $N_d$ .

Výsledkem tohoto porovnání je rozhodnutí, zda je systém ochrany proti bleskům potřebný, a v případě, že ano, jaký stupeň ochrany má být použit :

- pokud  $N_c \geq N_d$ , systém ochrany není potřebný
- pokud  $N_c < N_d$ , měl by být instalovaný systém ochrany s účinností  $E \geq 1 - N_c/N_d$  příslušný stupeň je třeba vybrat z tabulky B 10.

Projekt systému ochrany proti bleskům má vyhovovat specifikám uvedeným v normě pro zvolené stupně ochrany.

Pokud je nainstalován systém s koeficientem účinnosti  $E'$  menším než je vypočítaný koeficient  $E$ , je třeba vykonat přídatná ochranná opatření. Typickými přídatnými ochrannými opatřeními jsou :

- opatření omezující krokové či kontaktní napětí
- opatření omezující šíření požáru
- opatření snižující účinky napěťových rázů indukovaných bleskem na citlivých přístrojích

Praktická metoda pro výběr úrovně ochrany je uvedena v tabulce B 9.

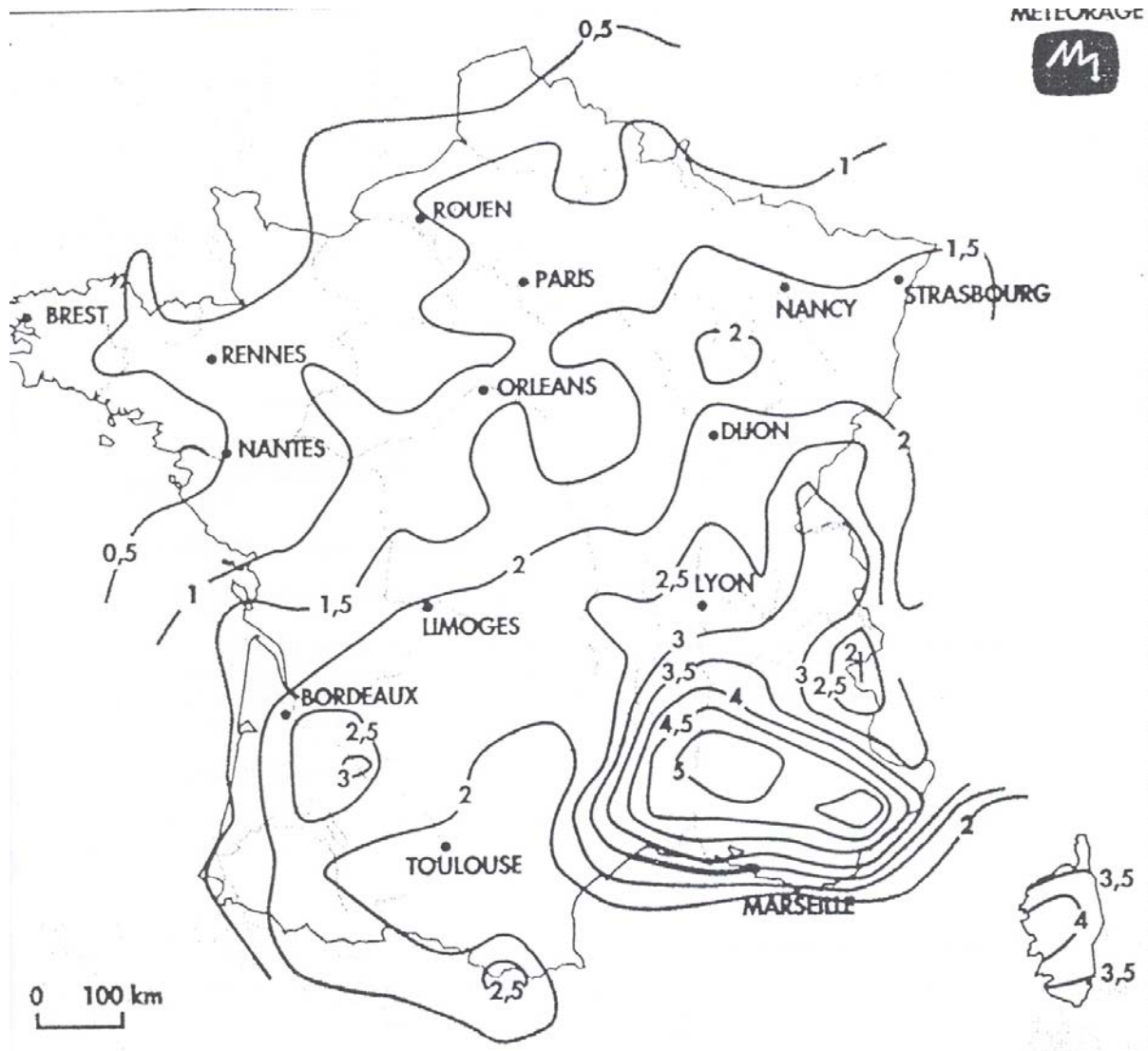
Tabulka B 10 udává kritické hodnoty účinnosti  $E_c$ , které jsou rovny hranicím mezi stupni ochrany, a stupně ochrany odpovídající vypočítané účinnosti  $E$ .

**Tabulka B 9 – Určení potřebnosti ochrany a stupně ochrany**

Datový vstup Rovnice	Výpočet	Výsledek
Ekvivalentní sběrná oblast $A_e = LI + 6 H ( L + I ) + 9\pi H^2$ ( pro obdélníkový prostor )	$L =$ $I =$ $H =$ $H^2 =$	$A_e =$
Očekávaná frekvence přímých úderů blesku směrem k budově : $N_d = N_{g \max} \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$	$N_{g \max} =$ $A_e =$ $C_1 =$	$N_d =$
Příjatelná frekvence přímých úderů blesku směrem k budově : $N_c = 5,5 \cdot 10^{-3} / C$ kde $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$	$C_2 =$ $C_3 =$ $C_4 =$ $C_5 =$ $C =$	$N_c =$
Pokud $N_c \geq N_d$ : OCHRANA JE OPTIMÁLNÍ Pokud $N_c < N_d$ : OCHRANA JE POTŘEBNÁ - určete potřebnou úroveň ochrany vypočítáním účinnosti $E = 1 - N_c/N_d$ - instalujte IEPF se stupněm ochrany odpovídajícím vypočítanému $E$ pomocí tabulky B 10 níže		

**Tabulka B 10**

E Vypočtená účinnost	Příslušný stupeň ochrany	I (kA) špičkový proud	D ( m) iniciační vzdálenost
$E > 0,98$	Stupeň I + přídavná opatření	-	-
$0,98 < E \leq 0,98$	Stupeň I	2,8	20
$0,80 < E \leq 0,95$	Stupeň II	9,5	45
$0 < E \leq 0,80$	Stupeň III	14,7	60



Obrázek B 4 – Mapa hustoty úderů blesku  $N_a$  ve Francii

Tato mapa vychází ze statistických údajů pocházejících z měření zaznamenávaných v roce 1987 národní sítí detekce blesků.

## DOTATEK C

( Normativní )

## POSTUP URČENÍ BLESKOSVODU S RYCHLOU EMISÍ VÝBOJE ( PDA )

## C 1 EXPERIMENTÁLNÍ PODMÍNKY

Účinnost PDA bleskosvodu vyplývá z porovnání doby iniciace vzestupné větve vycházející z PDA bleskosvodu s dobou iniciace vzestupné větve vycházející z PTS bleskosvodu.

Za tímto účelem jsou testovány PTS bleskosvod a PDA bleskosvod jeden po druhém za stejných elektrických a geometrických podmínek během laboratorních zkoušek simulujících přirozené podmínky iniciace vzestupné větve ( pozitivní vzestupné větve ).

## C 1.1 Simulace pole Země

Přirozené pole Země existující před úderem blesku ovlivňuje podmínky tvorby korony a existujících prostorových nábojů. Přirozené pole Země by tedy mělo být simulováno : jeho hodnoty se pohybují od 10 kV/mm do 25 kV/mm.

## C 1.2 Simulace impulsního pole

Pro co nejuvěrnější reprodukci přirozených podmínek je pole Země simulováno signálem tvaru vlny, jejíž doba náběhu se pohybuje od 100  $\mu$ sec do 1000  $\mu$ sec. Směrnice vlny v oblasti iniciace vzestupné větve má být mezi  $2 \cdot 10^8$  a  $2 \cdot 10^9$  V/m/s.

## C 2 EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

## C 2.1 Umístění systémů ochrany proti bleskům, které mají být porovnávány

Vzdálenost horní desky / sběrače má být dostatečně velká na to, aby se vzestupná větev mohla šířit do volného prostoru, v každém případě ale delší než 1 m (  $d \geq 1$  m ). Porovnávané objekty je třeba umístit do stejného elektrického prostředí, které nezávisí na jejich poloze : mají se testovat jeden po druhém a vycentrované na zemi nad deskou a jejich výška má být stejná.

## C 2.2 Rozměry experimentálního zařízení

Vzdálenost horní desky / země (H) má být větší než 2 m. Poměr h/H výšky sběrače ku výšce desky měřené od země má být v rozsahu 0,25 až 0,5. Čím menší je vodorovný rozměr desky, tím menší je vzdálenost horní desky / zem H.

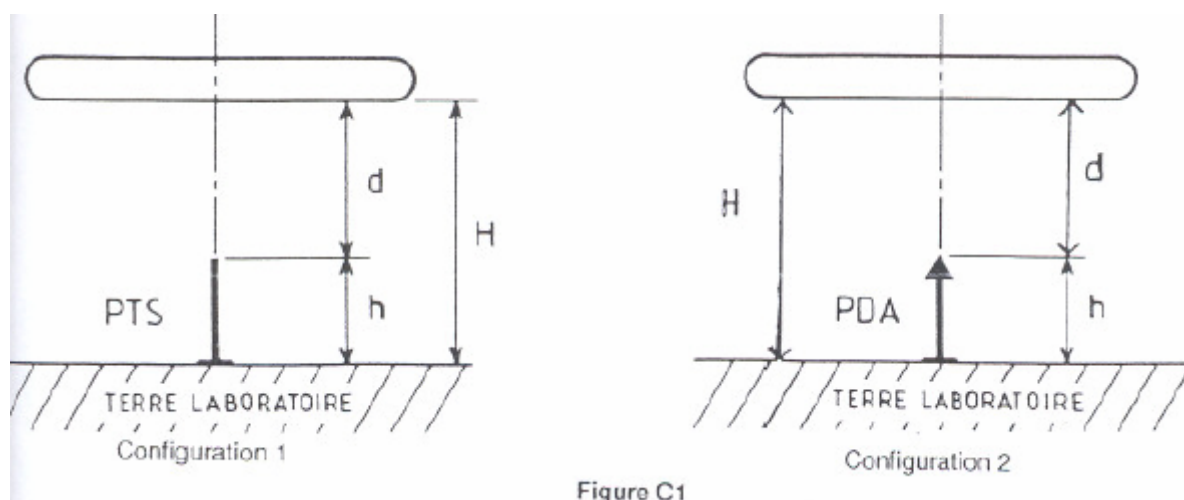


Figure C1

### **C 3            PARAMETRY, KTERÉ JE TŘEBA TESTOVAT – OPATŘENÍ, KTERÁ JSOU TŘEBA PŘIJMOUT**

#### **C 3.1           Elektrické parametry**

Použité napěťové signály tvaru vlny a amplitudy ( kalibrace okolního pole, impulsní napěťová vlna, doprovodný proud, atd. )

Kontinuální nastavení polarizace

Nastavení iniciace na referenčním zařízení ( jednoduchý tyčový bleskosvod ) : pravděpodobnost iniciace rovna 1.

#### **C 3.2           Geometrické podmínky**

Vzdálenost  $d$  má být úplně stejná v obou konfiguracích : je třeba ji kontrolovat před každou zkouškou.

#### **C 3.3           Klimatické parametry**

Klimatické podmínky před a po ukončení testování každé konfigurace je třeba zaznamenat ( tlak, teplotu, absolutní vlhkost ).

#### **C 3.4           Počet zásahů bleskem pro jednotlivé konfigurace**

Počet úderů blesku má být pro každou konfiguraci statisticky přiměřený, tj. kolem 100 úderů blesku pro každou konfiguraci.

#### **C 3.5           Délka trvání iniciace**

Kritériem pro stanovení účinnosti PDA bleskosvodu je jeho schopnost iniciovat vzestupnou větev dříve než PTS bleskosvod za stejných podmínek. Průměrná doba iniciace vzestupné větve  $T$  se měří pro každý použitelný úder blesku na PTS bleskosvodu a pak na PDA bleskosvodu.

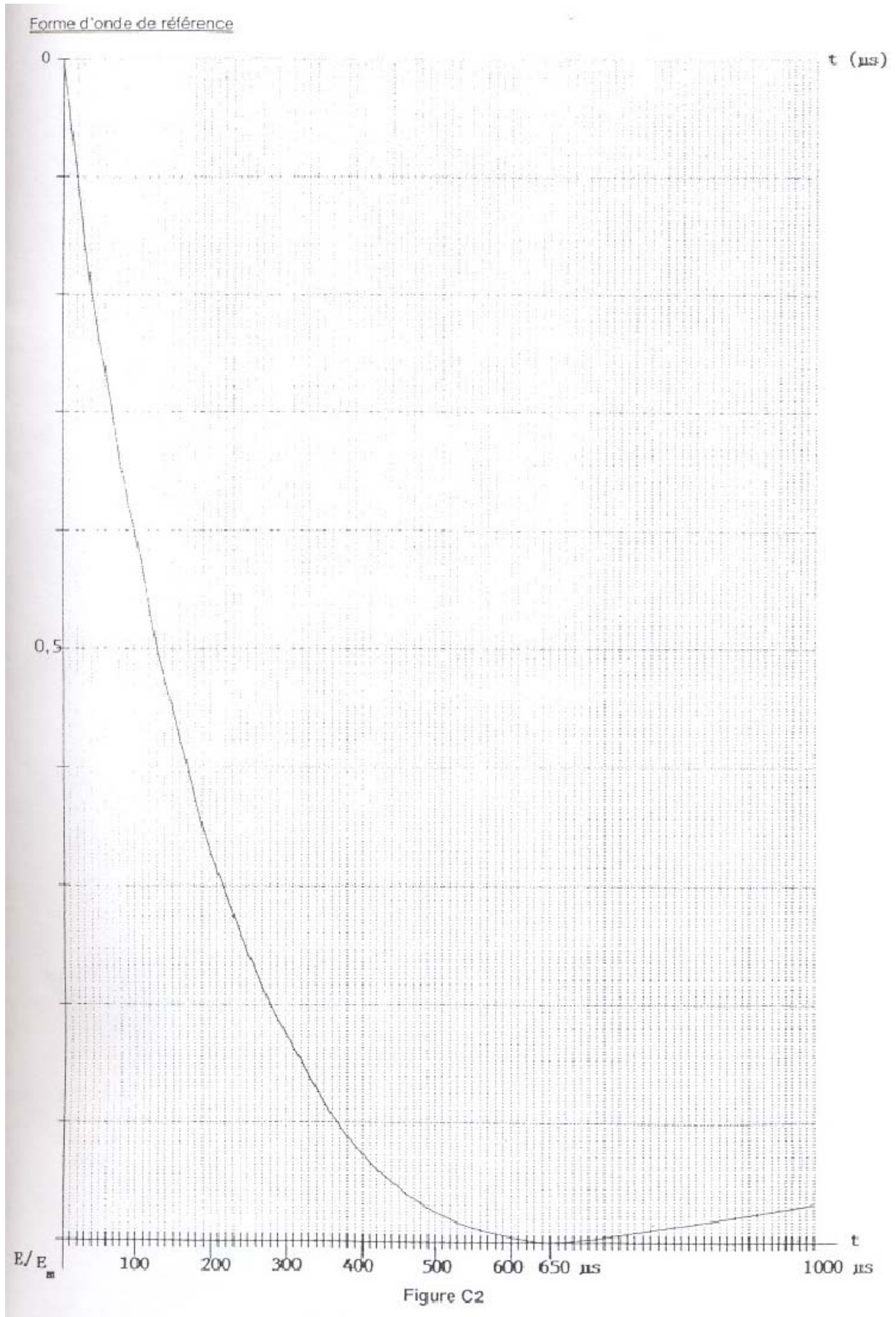
### **C 4            ÚČINNOST PDA BLESKOSVODU**

#### **C 4.1           Experimentální určení průměrných dob iniciace**

Délka trvání iniciace vzestupné větve měřená během použitelných šoků na PTS bleskosvodu a PDA bleskosvodu se používají pro výpočet průměrných dob iniciace  $T'_{PTS}$  a  $T'_{PDA}$ .

#### **C 4.2           Referenční signál tvaru vlny**

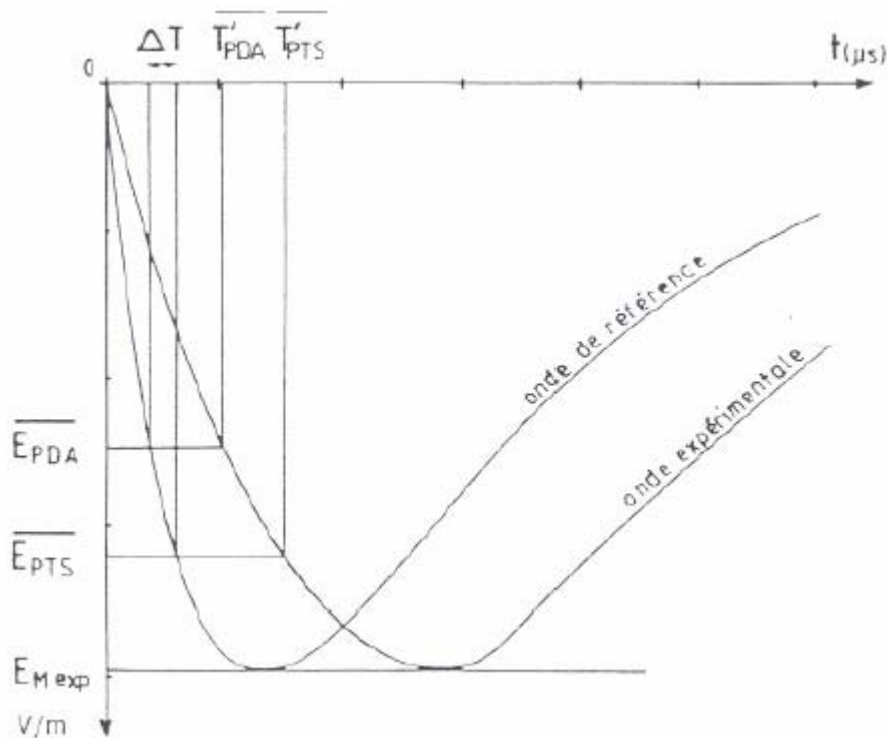
Referenční vlna je definována dobou náběhu  $T_M$  650  $\mu$ s a tvarem uvedeným v grafu na obrázku C 2.



### C 4.3 Určení iniciačního předstihu PDA bleskosvodu

Experimentální křivka je vynesena do stejného grafu jako referenční křivka ve tvaru vlny, které je přiřazena stejná hodnota pole  $E_M$  jako hodnota experimentálního pole  $E_{M \text{ exp}}$ .

Čáry spuštěné z  $\overline{T'_{PDA}}$  a  $\overline{T'_{PTS}}$  pomocí, experimentální vlny dávají hodnoty pole E. Doby iniciace se získají díky referenční vlně PTS a PDA, pak  $\Delta T (\mu s) = \overline{T'_{PTS}} - \overline{T'_{PDA}}$



Obrázek C 3

POZNÁMKA : Výše uvedenou metodu je možno použít k určení hodnoty  $\Delta T$  v laboratoři. Při použití polí iniciace vzestupné větve, závislých jen na výšce sběrače  $h$  je možno určit hodnot  $\Delta T$ , která nezávisí na  $d$ . Tato transpozice je provázána použitím modelu spojitého startovacího prahového pole větve, které vyvinuli Rizk a Berger.

## DODATEK D

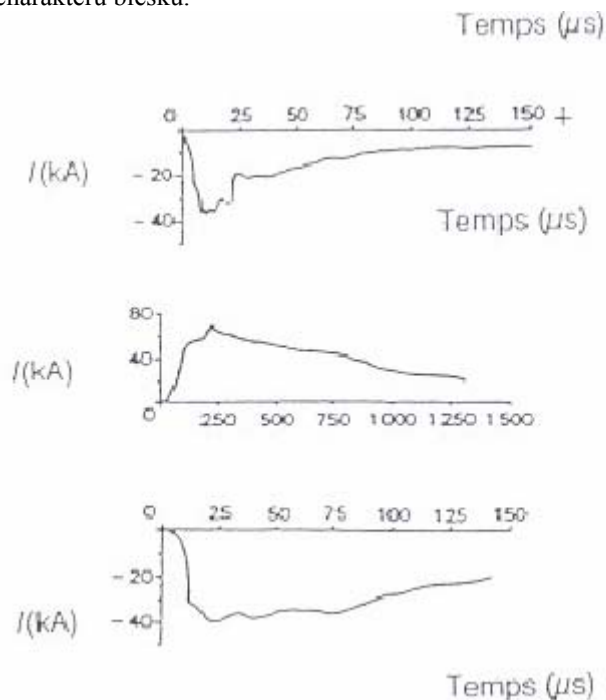
( Informativní )

### PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ BLESK A JEHO PŘÍVODNÍ JEVY

#### D 1 PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ BLESK

##### D 1.1 Impulsní složky signálů tvaru vln ( výbojů ) úderu blesku

Obrázek D 1 zobrazuje několik vlnových průběhů bleskového proudu. takovéto bleskové proudy byly zaznamenány výzkumnou stanicí San Salvatore Mount ve Švýcarsku. Tabulky D 3 až D 15 ukazují rozdělení kumulované frekvence charakteru blesku.



Záporné a kladné bleskové proudy naměřené na San Salvatore Mount v Luganě ( Švýcarsko ).

**Obrázek D 1 – Příklady bleskových proudů**

##### D 1.2 Rozdělení různých parametrů blesku

Velký počet parametrů se používá pro popis impulsu blesku ( nebo impulsů v případě záporného blesku ), zejména jsou to : amplituda proudu, doba náběhu, doba doznívání, náboj a specifická energie.

Tyto parametry se vztahují na skutečné vlnové průběhy úderů blesku, které jsou měřeny kvůli počítání distribučních statistik. Na začátku je možné amplitudu, dobu doznívání a dobu náběhu považovat za definované jako v laboratoři. Náboj odpovídá  $\int i dt$  a specifická energie  $\int i^2 dt$ . Potřebnost těchto parametrů je vysvětlena níže.

Strmost ( strmost náběhu proudu v  $kA/\mu s$  ) je někdy též užitečný údaj pro charakterizování impulsu, i když souvisí s jinými už definovanými parametry : dobou náběhu a amplitudou.

Celkové zablýsknutí včetně impulsu ( -ů ) a následného toku proudu v intervalu mezi dvěma impulsy je v podstatě charakterizováno jeho celkovou dobou trvání.

## D 2           TEPELNÉ ÚČINKY BLESKU

Parametry zmíněné výše obecně nemají stejné účinky neboli způsob poškození pro různé typy zařízení. Amplituda proudu je užitečná u problémů s napětovými rázy a problémů mechanické zátěže způsobené bleskem.

Doba náběhu se používá jen u problémů s napětovými rázy.

Doba doznívání souvisí s mechanickou zátěží, protože se používá ke stanovení doby působení elektromagnetické síly, to je hlavní zástupce energie blesku spolu s amplitudou. Pro vyjádření této energie může být dvojnásobek amplituda / doba doznívání nahrazen :

- specifickou energií  $\int i^2 dt$  ( amplituda a doba doznívání ), pokud bereme v úvahu rozměry komponentů systému ( spojky, vodiče, atd. )

- nábojem  $\int i dt$  ( amplituda a doba doznívání ), v případě charakteristik ochranných zařízení proti rázům připojených na ochranné systémy proti blesku ( PDA bleskosvod + zemnicí systém ) nebo tavením kovů v místě zásahu bleskem.

### D 2. 1           Tepelné účinky související s velikostí náboje Q

Tepelné účinky jsou pozorovány v zařízeních ochrany proti bleskům, hlavně pokud systémy sběračů mají ostré hroty, na kterých je někdy pozorována tavenina větší než maximum několik mm. V případě plochých povrchů ( plechů ) bylo dokázáno tavení, které může vyústit proděravění.

Výjimečný blesk ( 300 C ) je schopen proděravit plechy tloušťky až 2-3 mm.

To vysvětluje požadavek na minimální tloušťku, v případě, že je použita kovová deska, protože bude asi sloužit jako sběrač blesků ( např. 4 mm pro železo, 5 mm pro měď ).

Výboje s malou intenzitou a dlouhým trváním mohou lehce způsobit vznícení. Jelikož výboje blesků jsou většinou provázeny proudem, úder blesků jsou málokdy studené. Dokonce i suché dřevo může být zapáleno tímto druhem blesku s dlouhodobými proudy.

Špatné kontakty jsou zvláště nebezpečná místa na cestě bleskového proudu. Hodnoty odporů kontaktů několik tisíc Ohmů už mohou generovat dostatečné teplo k roztavení pozoruhodného množství kovu a tvorbu jisker. Pokud je v blízkosti takových špatných kontaktů umístěn lehce hořlavý materiál, může dojít ke vznícení. Tento druh jiskření je zvláště nebezpečný v budovách vystavených nebezpečí výbuchu a ve výrobních závodech výbušnin.

### D 2. 2           Tepelné účinky související s integrálem proudu $\int i^2 dt$

Když bleskový proud vstoupí do kovového vodiče, ve kterém se může šířit, výsledný rozptyl tepla se řídí Joulovým zákonem, který je funkcí druhé mocniny proudu  $i^2$ , času průchodu proudu  $t$  a ohmického odporu  $R$ .

S významnými tepelnými účinky se proto setkáváme zejména na místech s vysokým odporem.

Jednosměrný odpor naměřený na vodiči se však nemá považovat za hodnotu odporu  $R$ . Bleskové proudy jsou krátké rázové vlny, které vytvářejí skinefekt jako v případě vysokofrekvenčních proudů, tj. tok proudu je omezen na povrchovou vrstvu tenkého vodiče tloušťky několik desetin mm, zatímco jednosměrný proud odpovídá celé ploše průřezu.

Toto zahřívání nemá viditelné následky, i přes skinefekt, pokud je tloušťka vodičů dostatečně velká. Nárůst teploty až k bodu tavení se vyskytuje jen ve vodičích s malou tloušťkou nebo vysokým měrným odporem. Efekt tavení je často pozorován např. v anténních káblech a drátech. Na drátech větší tloušťky, s průměrem několik mm ( např. ostatní dráty ), jsou případy roztavení vzácné. Roztavení nebylo nikdy zaznamenáno v bleskosvodech majících parametry doporučené touto normou.

Tok proudu ve špatných vodičích uvolňuje velké množství energie ve formě tepla. To je důvodem, proč se voda obsažená ve dřevě, betonu a podobných materiálech zahřeje a odpaří. Celý jev trvá velmi krátkou dobu a důsledkem následného vzrůstu tlaku stromy, dřevěné stožáry, trámy a stěny praskají. Výbušné efekty tohoto druhu se vyskytují hlavně na místech, kde je soustředěna vlhkost ( štěrby, nádoby plné tekutin ) nebo tam, kde významně stoupla hustota proudu, tj. v místech vstupu či výstupu proudu mezi materiálem se špatnou vodivostí ( cement ) a materiálem s vysokou vodivostí ( upevňovací svorky poškozeného svodu, úchytky elektrických vodičů, ocelové svorky vodovodního a plynového potrubí ).

### D 2.3 Elektrodynamicke účinky

Významná mechanická zatížení se mohou objevit, pokud části cesty bleskového proudu jsou umístěny vůči sobě tak, že jedna z nich leží v magnetickém poli generovaném druhou. V tomto případě je nárůst zátěže nepřímo úměrný vzdálenosti mezi těmito částmi. Malé oblouky jsou náchylné ke značně narůstajícím zátěžím. Uvažujme kroužek průměru 10 cm vyrobený z drátu průměru 8 mm, velmi silný bleskový proud 100 kVA bude mít sílu 1200 N na každý cm obvodu. Pokud bude průměr 2 m, síla klesne na 140 N. V důsledku vzájemného působení proudu blesku ve vodiči a magnetického pole Země mohou vznikat mechanické účinky jen kolem 10 N na metr vodiče, takovéto účinky jsou triviální.

Kromě těchto odpudivých sil, které v minimálních případech mohou deformovat vodiče, existují i silné přitažlivé síly mezi paralelními cestami proudu blesku, které jsou poměrně blízko. Tímto způsobem jsou zničeny tenké rourkové antény a paralelní vodiče.

### D 2.4 Rozdíly potenciálů a elektrické oblouky

Překvapující množství stop jisker zaznamenané po silném úderu blesku, někdy dokonce i v budovách se systémem ochrany proti blesku, je možné vysvětlit pomocí dvou v elektroinženýrství velmi známých jevů : vzestupu potenciálu zemnění, který závisí hlavně na intenzitě špičky ( amplitudy ) vedeného proudu, a indukčního jevu závisícího hlavně na gradientu  $di/dt$  ( strmost náběhové hrany ) tohoto proudu.

#### D 2.4.1 Vzestup potenciálu zemnění

V důsledku odporu zemnění  $R$ , vyplývajícího z měrného odporu samotné půdy, existuje rozdíl potenciálů mezi svodem a okolím, jestliže teče proud. Celkový vzestup potenciálu vůči stejně vzdálené zemi ( zůstávající na obvyklém nulovém potenciálu ) je vyjádřen Ohmovým zákonem :

$$U = RI$$

Proud 100 kA protékající 5 Ohmovým zemnicím systémem způsobí vzestup potenciálu systému, který vede proud blesku 500 kV vůči vzdálené zemi.

Takový vzestup potenciálu je ve skutečnosti rozložen v zemi podle zákona, který závisí na typu zemnicího systému a charakteru půdy.

Všechny vodivé části stavby, které jsou jakýmkoliv způsobem spojeny se zemí ( vytápěcí systémy, potrubí, elektrické systémy, armování káblů ) jsou náchylné k vzestupu potenciálu, pokud nejsou vzájemně propojeny. Jediný způsob, kterým je možno zabránit proražení izolace, je zabezpečit elektrické spojení před svody na nezávisle uzemněné části. Tímto způsobem se tyto stanou neoddělitelnou součástí systému ochrany proti bleskům a mohou proto vést část bleskového proudu v souladu se zákony o smyčkových obvodech. Jejich spojení se svody je činí neoddělitelnou součástí systému ochrany.

Jelikož není možné vyrobit vodivé připojení se živým elektrickým vedením, tato norma doporučuje instalaci ochranných zařízení proti napětovým rázům známých jako bleskojistky ( varitory neboli jiskříště ). Tyto bleskojistky musí ale potom být dimenzovány tak, aby snesly nezanedbatelné části ( od několika % až do přibližně 50 % v nejhorším případě ) proudu blesku, který zasáhl systém ochrany.

**POZNÁMKA:** Pokud jsou dány frekvence týkající se jevu blesku, měla by kromě měřeného odporu jednosměrného proudu v zemnicím systému být brána v úvahu i impedance systému zemnění.

#### **D 2.4.2 Indukční jev**

Kratší vzdálenost mezi svodem a kovovými konstrukcemi budovy.

Zemnicí svod vytváří s různými kovovými konstrukcemi budovy ( vodovodní potrubí, systém centrálního vytápění, elektrické silnoproudé vedení, atd. ) otevřené smyčky. Tyto smyčky budou náchylné k indukčnímu jevu a mezi jejich otevřenými konci se objeví elektromotorické síly. Tato norma počítá i s tímto jevem v článku 3.

**TABULKY D 2 AŽ D 14**

Tyto tabulky jsou vyňaty z CEI 1024-1-1 : 1993, část 1, článek 1, směrnice A, „Volba stupňů ochrany pro systémy ochrany proti bleskům“

Základní hodnoty parametrů bleskového proudu  
Rozdělení úhrnné frekvence

**Tabulka D 2 – špičkový proud (kA) (min 2 kA)**

Úder blesku	Úhrnná frekvence				
	98 %	95 %	80 %	50 %	5 %
První negativní údery	4		20		90
Následné negativní údery		4,6		12	30
Pozitivní záblesky		4,6		35	250

**Tabulka D 3 – celkový náboj ( C )**

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
První negativní údery	1,1	5,2	24
Následné negativní údery	0,2	1,4	11
Negativní záblesky	1,3	7,5	40
Pozitivní záblesky	20	80	350

**Tabulka D 4 – náboj impulsu ( C )**

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
První negativní údery	1,1	4,5	20
Následné negativní údery	0,22	0,95	4
Pozitivní záblesky	2	16	150

**Tabulka D 5 – délka trvání fronty ( $\mu\text{s}$ )**

První negativní údery	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Celková doba vzestupu	1,8	5,5	18
Doba vzestupu mezi: 30% a 90% špičkového proudu	1,5	3,8	10
10% a 90% špičkového proudu	2,2	5,6	14

**Tabulka D 6**

Následné údery blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Celková doba vzestupu	0,2	1,1	4,5
Doba vzestupu mezi: 30% a 90% špičkového proudu	0,1	0,6	3,0
10% a 90% špičkového proudu	0,2	0,8	3,5

**Tabulka D 7**

Pozitivní záblesky	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Celková doba vzestupu	3,5	22	200

**Tabulka D 8 – délka trvání úderu ( $\mu\text{s}$ )**

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
První negativní údery	30	75	200
Následné negativní údery	6,5	32	140
Pozitivní záblesky	25	200	2000

**Tabulka D 9** - Specifická energie ( J/Ω )

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
První negativní údery	$6,0 \cdot 10^2$	$5,5 \cdot 10^4$	$5,5 \cdot 10^5$
Následné negativní údery	$5,5 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^4$
Pozitivní záblesky	$2,5 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^7$

**Tabulka D 10** - Rychlost vzestupu (kA/μs)

První negativní údery	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Maximální rychlost vzestupu	9,1	24	65
Průměrná strmost mezi: 30% a 90% špičkového proudu	2,6	7,2	20
10% a 90% špičkového proudu	1,7	5	14

**Tabulka D 11**

Následné negativní údery	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Maximální rychlost vzestupu	10	40	162
Průměrná strmost mezi: 30% a 90% špičkového proudu	4,1	20	99
10% a 90% špičkového proudu	3,3	15	72

**Tabulka D 12**

Pozitivní záblesky	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5%
Maximální rychlost vzestupu	0,2	2,4	32

**Tabulka D 13** – celková délka trvání záblesku ( $\mu\text{s}$ )

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Všechny negativní údery	0,15	13	1100
Následné negativní údery	31	180	900
Pozitivní záblesky	14	85	500

**Tabulka D 14** – Časové intervaly mezi údery (ms)

Úder blesku	Úhrnná frekvence		
	95 %	50 %	5 %
Několikanásobné negativní údery	7	33	150

**DODATEK E**

( Informativní )

**OCHRANA OSOB PŘED ELEKTRICKÝMI ŠOKY ZPŮSOBENÝMI BLESKEM****E 1 VŠEOBECNÉ**

Lidem zdržujícím se venku hrozí největší nebezpečí zásahu bleskem buď přímo nebo v důsledku krokového napětí. Osoby uvnitř stavby jsou ohroženy v důsledku :

- a) prudkého nárůstu potenciálu prvků propojených s vedením zevním jako jsou silnoproudá vedení, telefonní linky, kábly vnějších TV antén.
- b) kovových předmětů uvnitř stavby, které taktéž mohou být přivedeny na vysoké potenciály : kontaktní napětí.

Opatření na ochranu před nebezpečným jiskřením, uvedená v této normě, jsou navrhována tak, aby snížila rizika, kterým jsou vystaveni lidé uvnitř staveb.

**E 2 CHOVÁNÍ OSOB**

Aby se chránili před blesky, měli by jednotlivci vykonat následující minimální bezpečnostní opatření :

- a) vyhledat úkryt na místě zakrytém uzemněnou střechou nebo v celokovovém úkrytu

POZNÁMKA : Běžně vyráběné stany nechrání.

- b) pokud nablízku není úkryt, snížit svoji výšku (přikrčit se) a povrchovou plochu na zemi (dát k sobě nohy) a nedotýkat se rukama uzemněných předmětů
- c) nejezdit na kole ani na koni, nezůstávat v autě bez střechy
- d) neprocházet se a neplavat ve vodě
- e) vyhýbat se vysoko položeným místům, nebo vysokým či osamělým stromům. Pokud se nedá vyhnout blízkosti stromů, stát za olistěným prostorem.
- f) nedotýkat se ani nestát vedle kovových konstrukcí, kovových plotů, atd.
- g) nenést žádný předmět, který vyčnívá nad hlavy ( deštník, golfovou holi, nástroj, atd. )
- h) nepoužívat či minimalizovat použití drátových telefonů
- i) nedotýkat se žádných kovových předmětů, elektrických přístrojů, okenních rámu, rádií, televizorů, atd.

**E 3 PRVNÍ POMOC**

První pomoc, kterou je třeba poskytnout, je stejná jako v případě elektrických šoků nebo popálenin. Zachránce by měl okamžitě poskytnout umělé dýchání. Takové a jiné akce mohou zraněnou osobu zachránit.

---