

FRANCOUZSKÁ NORMA NF C 17-102

červenec 1995

klasifikační index: C 17-102

Ochrana proti blesku

Ochrana staveb a otevřených ploch proti blesku pomocí bleskosvodu s okamžitou emisí výboje

E: Protection o structures and of open areas against lightning usány early streamer emission air terminals

D: Blitzschutz der Gebäude und der offenen Bereiche durch Blitzableiter mit Startvorrichtung

Francouzská norma schválená rozhodnutím generálního ředitele AFNOR ze dne 5.června 1995 s platností od 5.června 1995

ANALOGIE

Žádná publikace CEI nebo CENELEC nejsou analogií této normy.

ANALÝZA

Tato norma popisuje hlavní opatření pro ochranu objektů proti přímému úderu blesku pomocí bleskosvodu s okamžitou emisí výboje. princip ochrany objektu proti blesku je založen na elektrogeometrickém modelu

POJMY

blesk, jímač, svodové vodiče, vodič uzemnění, uzemnění

MODIFIKACE

OPRAVY

protection contre la foudre

protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage

E : Protection of structures and of open areas against lightning using early streamer emission air terminals

D : Blitzschutz der Gebäude und der offenen Bereiche durch Blitzableiter mit Startvorrichtung

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'afnor le 5 juin 1995 pour prendre effet à compter du 5 juillet 1995.

correspondance Aucune correspondance avec un document CEI ou CENELEC.

analyse Ce document décrit les principales dispositions destinées à assurer la protection des bâtiments contre les coups de foudre directs par paratonnerre à dispositif d'amorçage. Le principe de la protection des bâtiments contre la foudre est basé sur le modèle électrogéométrique.

descripteurs Foudre, dispositifs de capture, conducteurs de descente, conducteurs de terre, prises de terre.

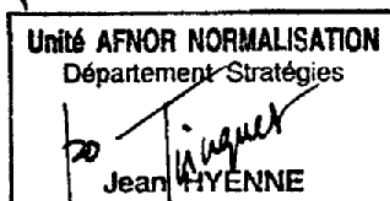
modifications

COMITÉ ELECTROTECHNIQUE FRANÇAIS
LE LAVOISIER

92052 PARIS LA DEFENSE CEDEX

T. Buchin *Sébastien VITO/COF 81*

corrections



éditée et diffusée par l'Union technique de l'Electricité, Immeuble Lavoisier, 92052 paris la défense cedex - tél (1) 46 91 11 11, diffusée également par l'Association française de Normalisation (afnor) tour europe, cedex 7, 92049 paris la défense - tél (1) 42 91 55 55

SEZNAM ZKRATEK

Ng	hustota blesků
Na	hustota zpětných úderů
SPF	systém ochrany proti bleskům
IEPF	externí instalace ochrany proti bleskům
IIPF	interní instalace ochrany proti bleskům
ESE	bleskosvod s okamžitou emisí výboje
PTS	jednoduchý tyčový bleskosvod
ΔT	iniciační předstih

1 OBECNÉ

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 před elektrickými následky způsobenými tokem proudu přes ochranný systém proti blesku.

POZNÁMKY:

1. Tato norma se nezabývá ochranou elektrických zařízení nebo systémů proti napětovým rázovým vlnám atmosférického původu, které jsou přenášeny rozvody vstupujícími do stavby.
2. Ochranné systémy proti blesku používající jednoduché tyčové bleskosvody, napnuté dráty a vodiče zapojené do kruhu popisují jiné normy.

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, montáži, 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 která se odvolává tato norma a jsou tedy součástí této normy. V době publikování byla platná níže uvedená vydání. Každá norma podléhá korekci, a proto stati obsažené v dohodách a založené na těchto normách by měly tam, kde je to možné, používat poslední vydání dokumentů uvedených níže.

NF C 15-100 (květen 1991)	Installation électriques a basse tension: Regles.
NF C 17-100 (únor 1987)	Protection contre la foudre – Installations de paratonneres: 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 impulsů (zpětný úder).

1.3.2 Úder blesku

Jeden či více výbojů blesku na zem.

1.3.3 Chráněný prostor

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

1.3.4 Hustota blesků (Ng):

Počet blesků na km² za jeden rok.

1.3.5 Hustota zpětných úderů (Na):

Počet zpětných úderů na km² za jeden rok. Blesk se obvykle skládá z více zpětných úderů. Viz mapka v příloze B.

1.3.6 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.

1.3.7 Externí instalace ochrany proti bleskům (IEPF)

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

1.3.8 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.

1.3.9 Bleskosvod s okamžitou emisí výboje (ESE)

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

1.3.10 Proces iniciace větve

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

1.3.11 Iniciační předstih (ΔT)

Průměrný zisk času při iniciaci vzestupné větve ESE bleskosvodu v porovnání s PTS bleskosvodem za stejných podmínek, získaný vyhodnocovacími zkouškami. Udává se v μs .

1.3.12 Přirozená složka

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

1.3.13 Ekvipotenciální spojovací tyč

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

1.3.14 Ekvipotenciální připojení

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

1.3.15 Ekvipotenciální vodič

Vodič zabezpečující ekvipotenciální připojení.

1.3.16 Nebezpečné jiskření

Elektrický oblouk vytvořený bleskovým proudem uvnitř chráněného prostoru.

1.3.17 Bezpečná vzdálenost

Minimální vzdálenost, ve které se nemůže vytvářet nebezpečné jiskření.

1.3.18 Vzájemně propojené vyztužené ocelové části

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

1.3.19 Svod

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

1.3.20 Zkušební / Odpojovací svorka (neboli měřící svorka)

Zařízení určené k odpojení zemnicího systému od zbývajících částí.

1.3.21 Zemnicí elektroda

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

1.3.22 Zemnicí systém

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

1.3.23 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 proud v zemních elektrodách.

1.3.24 Ochranné zařízení proti rázu

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

1.3.25 Přechodné rázové napětí atmosférického původu

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

1.3.26 Stupeň ochrany

Klasifikace ochranných systémů proti bleskům, která vyjadřuje jejich účinnost.

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

1.3.27 Ekvivalentní sběrná oblast stavby

Plochý povrch země vystavený stejnému počtu blesků jako uvažovaná stavba.

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

1.4.1 Bouřkový jev a potřeba ochrany proti blesku

Potřeba vyplývá z hustoty blesků v uvažované oblasti. Pravděpodobnost počtu zásahů objektu 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 příloze B této normy.

Vhodnost ochrany stavby a stupeň ochrany je dán dodatkem B této normy.

POZNÁMKA: jiné požadavky (další specifické požadavky či osobní úvahy) mohou vést k rozhodnutí přijmout 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 jakoukoliv 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 jakýkoliv tok proudu špatným vodičem či izolantem.

Předpokládané účinky charakteristických parametrů jsou následující:

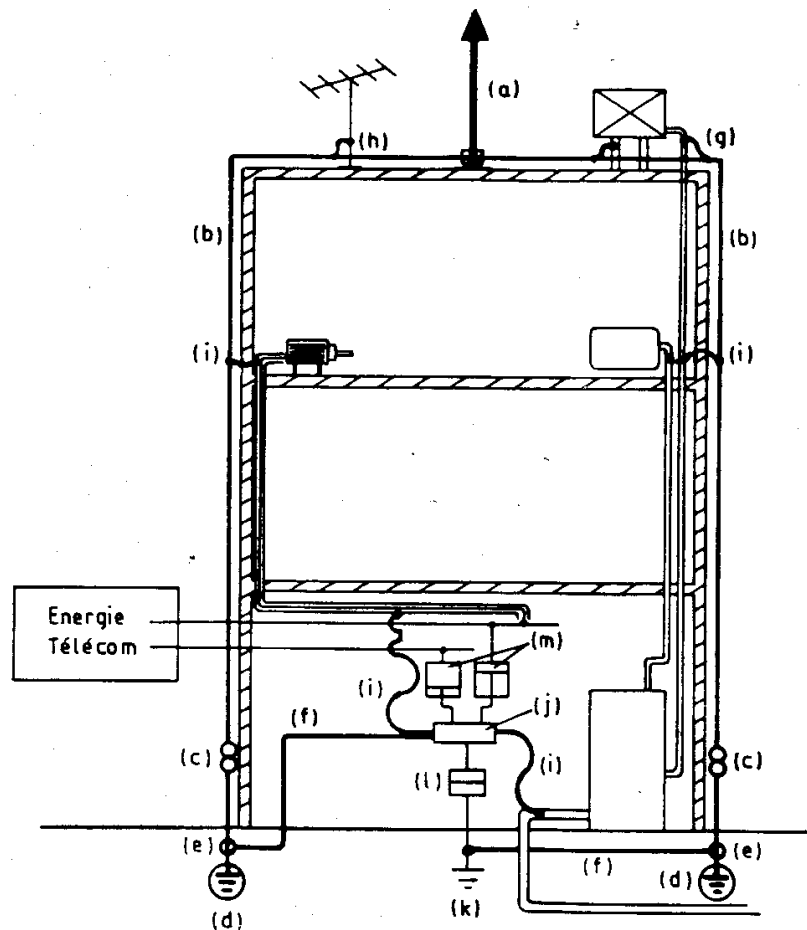
- optické efekty
- akustické efekty
- elektrochemické jevy
- tepelné jevy
- elektrodynamické jevy
- elektromagnetické záření

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 příloze 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 1.4.3-1

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

- a) jeden či více ESE bleskosvodů
- b) jeden či více svodů
- c) testovací spoj pro každý svod
- d) zemnicí 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 připojení
- j) jedné či více ekvipotenciálních připojovacích tyčí

Součástí vybavení elektrické instalace je:

- k) zemnění stavby
- l) hlavní zemnicí koncovka
- m) jedno či více ochranných zařízení proti rázu.

2 EXTERNÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKŮM

2.1 Obecné

2.1.1 Projektování

Měla by být provedena výchozí prohlídka, která určí potřebnou úroveň ochrany, umístění ESE bleskosvodu(-ů), vedení svodu(-ů), umístění a typ(-py) zemnicího systému.

Při návrhu systému ochrany proti blesku 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 příloze B.
- b) umístění všech prvků zařízení ochrany proti bleskům.

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

- 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 materiálů, 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 korozivní (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, zařízení místnosti na plochých střechách.

2.2 Systém jímačů

2.2.1 Základní principy

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

Prostor, který chrání ESE bleskosvod, je možné určit pomocí elektrogeometrického modelu, který je uveden v příloze A, a iniciačního předstihu ESE bleskosvodu, definovaného v 2.2.2.

ESE 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

ESE 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 (ΔT) se používá pro výpočet poloměru působení ochrany. Vyjadřuje se následovně:

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

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

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

2.2.2.1 *Vyhodnocovací test ESE bleskosvodu*

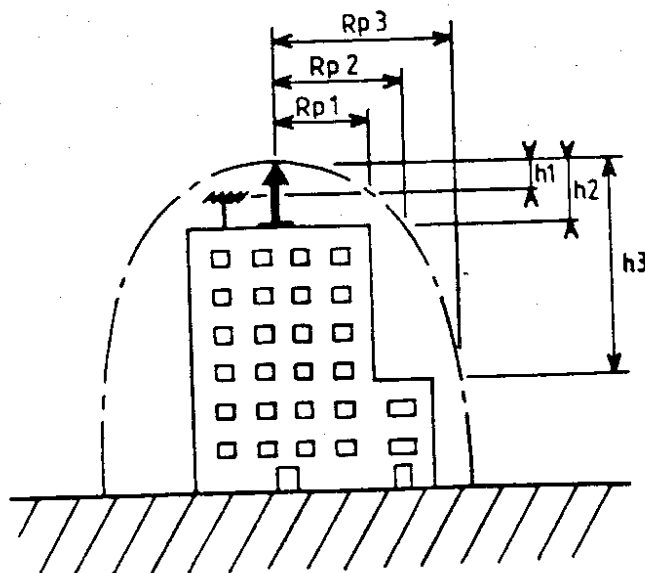
Výsledkem této testovací metody je určení iniciačního předstihu ESE bleskosvodu. Přírodní podmínky jsou simulovány ve vysokonapěťové laboratoři sčítáním permanentního pole reprezentujícího pole okolí po dobu bouřky, a impulsního pole, reprezentujícího postup sestupné větve.

POZNÁMKA: korelační testy in-situ jsou na stádiu definování.

2.2.3 Umístění ESE bleskosvodu

2.2.3.1 *Chráněný prostor*

Chráněný prostor je vymezený kružnicemi majícími střed v bodě umístění ESE bleskosvodu a definovanými poloměrem působnosti ochrany pro různé uvažované výšky h (viz Obrázek 2.2.3-1).



Obrázek 2.2.3-1 Poloměr působení ochrany. (h_n – výška hrotu ESE bleskosvodu měřená od horizontální roviny procházející nejvyšším bodem chráněného provku, R_{pn} – poloměr působení ochrany ESE bleskosvodu pro uvažované výšky)

2.2.3.2 Poloměr působení ochrany

Poloměr působení ochrany ESE bleskosvodu závisí na jeho výšce (h), na jeho iniciačním předstihu a na zvolené úrovni ochrany (viz příloha 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 $h < 5\text{m}$, používá se grafická metoda pomocí křivek viz Obrázek 2.2.3-2, Obrázek 2.2.3-3 a Obrázek 2.2.3-4

R_p : poloměr působení ochrany

h : výška hrotu ESE bleskosvodu měřená od horizontální roviny procházející nejvyšším bodem chráněného provku

D : 20m pro stupeň ochrany I

45m pro stupeň ochrany II

60m pro stupeň ochrany III

$$\Delta L: \Delta L(\text{m}) = v(\text{m}/\mu\text{s}) \cdot \Delta T(\mu\text{s}), \text{ kde:} \quad (\text{rovnice 2})$$

ΔT : iniciační předstih určený vyhodnocovacím testem (viz 2.2.2.1), jak je definováno v příloze C.

2.2.3.3 Výběr a umístění ESE bleskosvodu

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

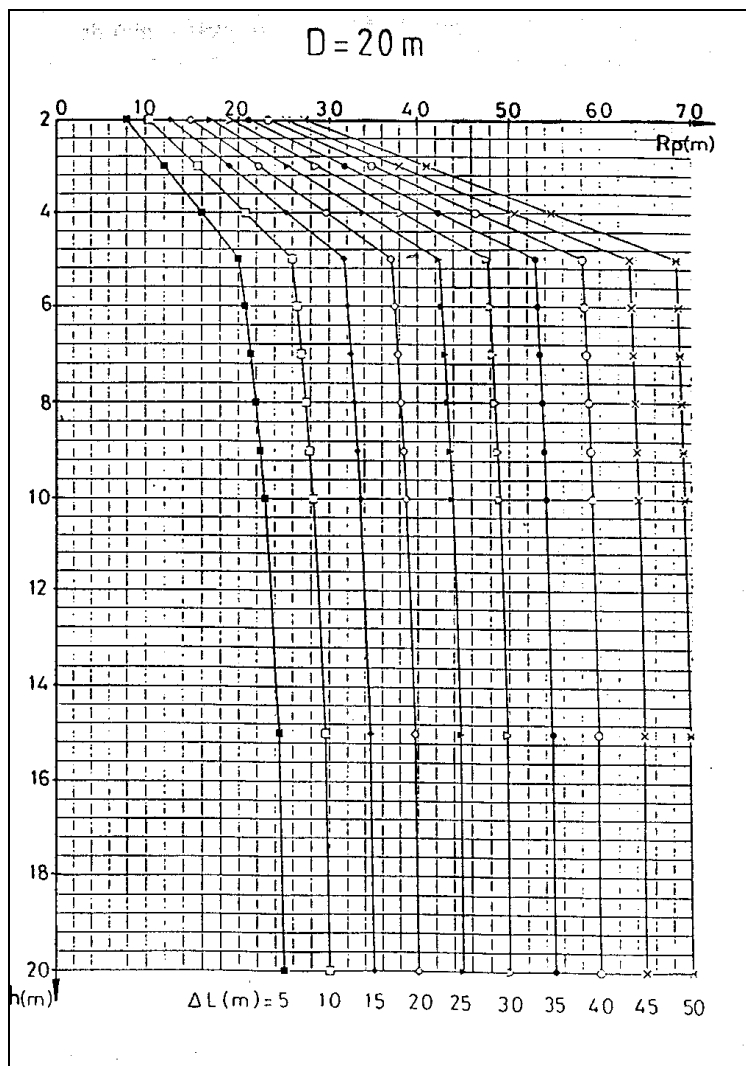
Požadovaný poloměr působení ochrany R_p pro chráněnou stavbu se potom určí z rovnice 1 nebo podle křivek viz Obrázek 2.2.3-2, Obrázek 2.2.3-3 a Obrázek 2.2.3-4 pro $h < 5\text{m}$ pro stupně ochrany následovně:

- stupeň I: graf Obrázek 2.2.3-2

- stupeň I: graf Obrázek 2.2.3-3
- stupeň I: graf Obrázek 2.2.3-4

V případě použití grafů poloměr působení ochrany R_p závisí na promítnutí požadované výšce h a na ΔL pro uvažovaný ESE bleskosvod do příslušného grafu.

POZNÁMKA: hodnoty ΔL v grafech jsou nezávazné příklady.



D (m)										
20										
ΔL (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

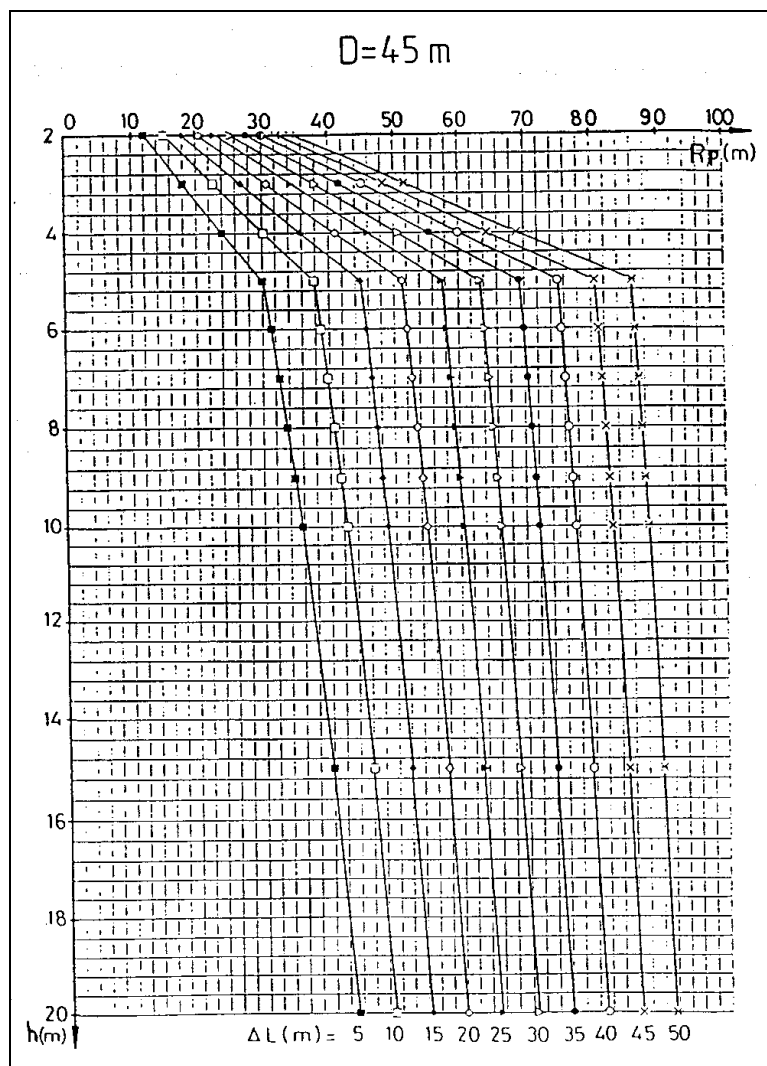
D (m): dosah úderu neboli poloměr působení

ΔL (m): iniciační předstih ESE bleskosvodu

H (m): rozdíl výšek hrotu sběrače a myšlené horizontální roviny

R_p (m): poloměr ochranného působení v myšlené horizontální rovině

Obrázek 2.2.3-2 Poloměr působení ochrany ESE bleskosvodů – stupeň ochrany I ($D=20\text{m}$)



D (m)										
45										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	R_p (m)									
20	43 30	48 99	54 54	60 00	65 38	70 71	75 99	81 24	86 46	91 65
25	45 83	51 23	56 57	61 85	67 08	72 28	77 46	82 61	87 75	92 87
30	47 70	52 92	58 09	63 25	68 37	73 48	78 58	83 67	88 74	93 81
35	48 99	54 08	59 16	64 23	69 28	74 33	79 37	84 41	89 44	94 47
40	49 75	54 77	59 79	64 81	69 82	74 83	79 84	84 85	89 88	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

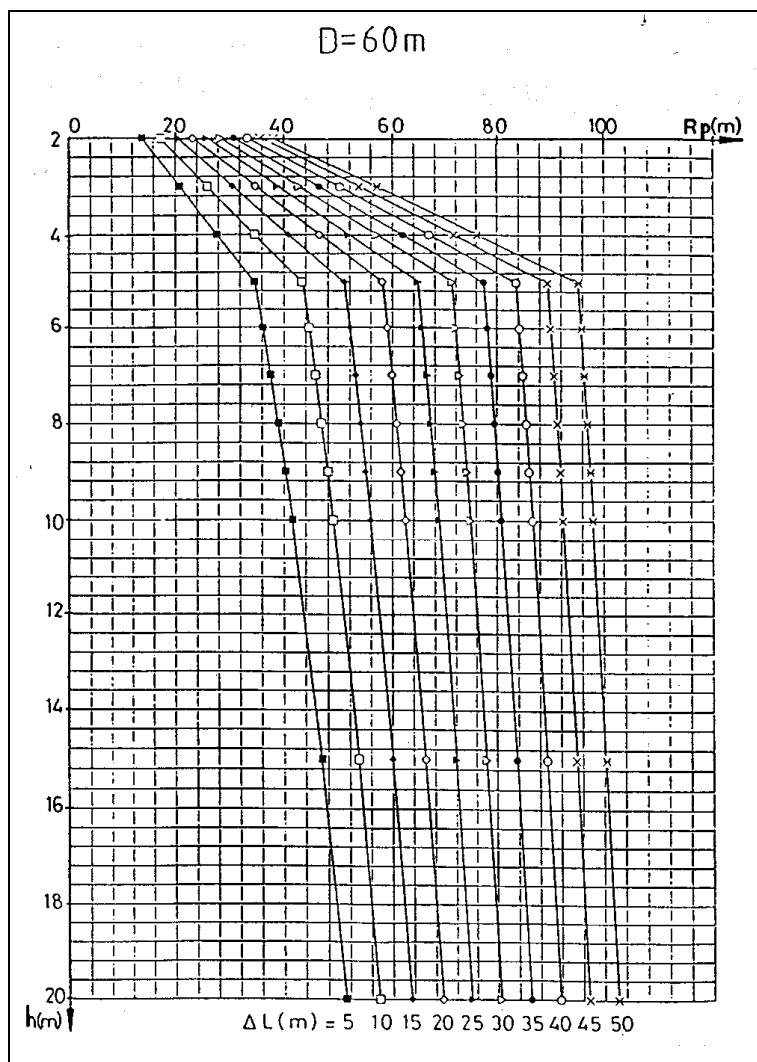
D(m): dosah úderu neboli poloměr působení

ΔL (m): iniciační předstih ESE 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 Poloměr působení ochrany ESE bleskosvodů – stupeň ochrany II (D=45m)



D (m)										
60										
ΔL (m)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
h (m)	R_p (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	60 82	66 33	71 94	77 48	82 92	88 32	93 67	98 99	104 28
30	57 66	63 25	68 74	74 15	79 53	84 85	90 14	95 39	100 62	105 83
35	60 00	65 38	70 71	75 99	81 24	86 48	91 65	96 82	101 98	107 12
40	61 65	67 08	72 28	77 46	82 61	87 75	92 87	97 98	103 08	108 17
45	63 25	68 37	73 48	78 58	83 67	88 74	93 81	98 87	103 92	108 97
50	64 23	69 28	74 33	79 37	84 41	89 44	94 47	99 50	104 52	109 54
55	64 81	69 82	74 83	79 84	84 85	89 86	94 87	99 87	104 88	109 89
60	65 00	70 00	75 00	80 00	85 00	90 00	95 00	100 00	105 00	110 00

D (m): dosah úderu neboli poloměr působení

ΔL (m): iniciační předstih ESE bleskosvodu

H (m): rozdíl výšek hrotu sběrače a myšlené horizontální roviny

R_p (m): poloměr ochranného působení v myšlené horizontální rovině

Obrázek 2.2.3-4 Poloměr působení ochrany ESE bleskosvodů – stupeň ochrany III ($D=60\text{m}$)

2.2.4 Materiály a rozměry

Část (části) ESE bleskosvodu, kterými protéká bleskový proud, by měly být vyrobeny z mědi, slitin mědi nebo z nerezové oceli. Průřez tyče a hrotu sběrače by měly mít vodivou plochu větší než 120 mm².

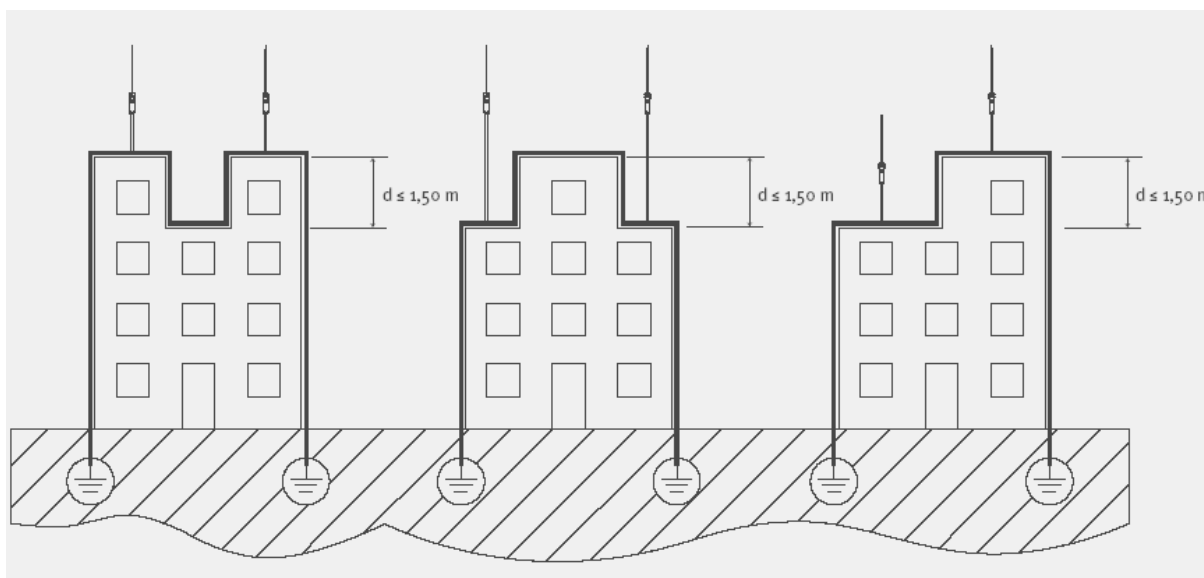
2.2.5 Umístění

2.2.5.1 ESE bleskosvod

Hrot ESE bleskosvodu by měl minimálně o 2 m převyšovat chráněný prostor, včetně antén, chladících věží, střech, nádrží atd.

Svod je k ESE bleskosvodu připojen připojovacím systémem umístěným na nosné tyči. Připojovací systém je tvořen vhodným mechanickým zařízením zabezpečujícím dlouhodobý elektrický kontakt.

Pokud vnější ochrana proti bleskům daného objektu zahrnuje více ESE bleskosvodů, jsou tyto vzájemně spojeny vodičem splňujícím požadavky uvedené v tabulce Tabulka 2.3-1, pokud svod nemusí být veden přes stavební překážku (římsu, parapet) s kladným nebo záporným výškovým rozdílem větším než 1,5 m (viz Obrázek 2.2.5-1).



Obrázek 2.2.5-1

Pokud ESE bleskosvody chrání otevřená prostranství, jako např. hřiště, golfová hřiště, bazény, kempy, atd., měly by být instalovány na samostatných nosnících, např. stožár, tyč, nebo na blízké stavbě, které umožní, aby ESE bleskosvod pokrýl chráněnou oblast.

2.2.5.2 Výškové stožáry

Výšku ESE bleskosvodu je možno zvýšit pomocí výškového stožáru. Pokud je ESE bleskosvod upevněn vodivými přídržnými lany, měly by být tyto ve spodních přichytných místech připojeny ke svodům vodiči v souladu s tabulkou Tabulka 2.3-1.

2.2.5.3 Preferovaná místa instalace

Při návrhu systému ochrany proti bleskům by měly být zohledněny architektonické prvky výhodné pro instalaci ESE bleskosvodu. Takovými prvky jsou obvykle vysoko položená místa stavby, např.:

- zařízené místnosti na plochých střeách
- štítý
- kovové nebo betonové komíny.

2.3 Svodové vodiče

2.3.1 Základní principy

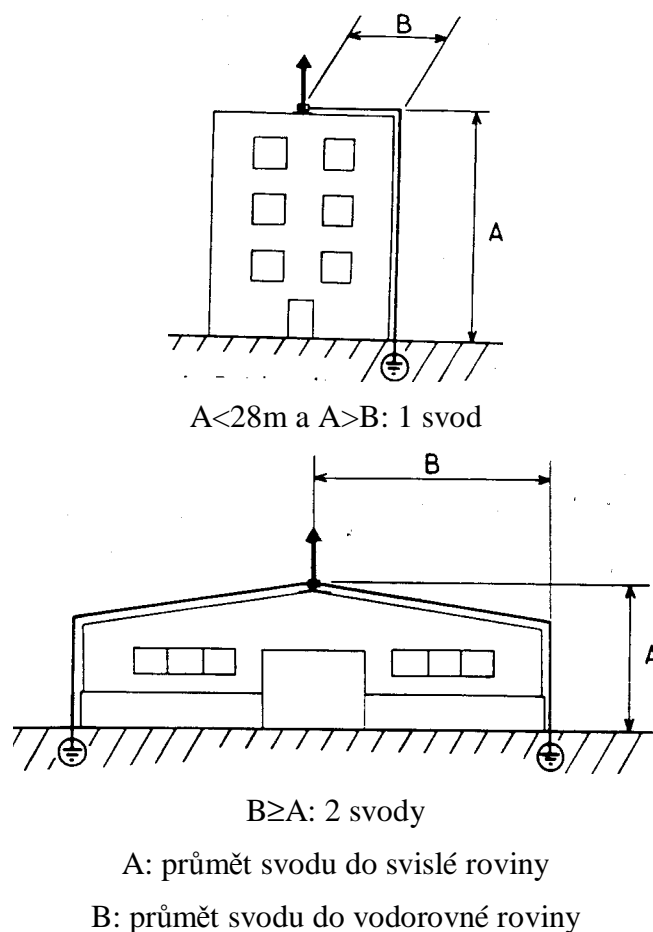
Úkolem svodových vodičů je umožnit tok bleskového proudu ze systému sběračů do zemnicího systému. Svodové vodiče by měly být instalovány na vnější straně stavby, s výjimkou případů zmíněných v 2.3.3.1.

2.3.2 Počet svodových vodičů

Každý ESE bleskosvod by měl být propojený se zemnicím systémem minimálně jedním svodovým vodičem. Dva a více svodových vodičů je třeba:

- pokud průmět vedení svodového vodiče do vodorovné roviny je větší než jeho průmět do roviny svislé (Obrázek 2.3.2-1)
- v případě realizace na objektech vyšších než 28m

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



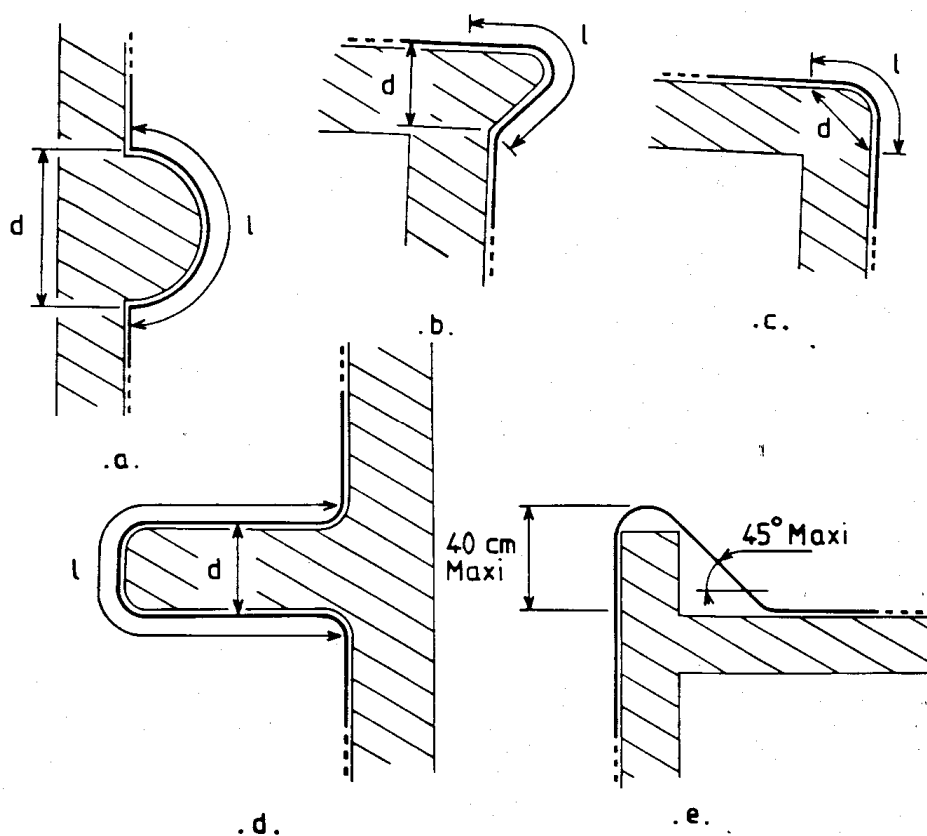
Obrázek 2.3.2-1 Počet svodů

2.3.3 Nasměrování

Svod by měl být nainstalován tak, aby jeho cesta byla co nejkratší. 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 20cm (viz Obrázek 2.3.3-1). 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, elektrické 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 maximální převýšení 40 cm na překonání soklu se sklonem 40° a menším (viz Obrázek 2.3.3-1 e)



l - délka smyčky

d - šířka smyčky

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

Obrázek 2.3.3-1 Tvary ohybů svodových vodičů

Svody by měly být přichyceny k podkladu třemi úchytkami na metr. Úchytky mají být přiměřené podpěrám a jejich namontování by nemělo ovlivnit vodotěsnost střechy. Mělo by se 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 2m nad povrchem země.

2.3.3.1 Vnitřní nasměrování

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

Izolační nehořlavé vedení pro vnitřní nasměrování svodu se může použít, pokud plocha jejich vnitřního průřezu je 2000mm² či více. Požadavky na vzdálenost uvedené v kapitole 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 vědom snížené účinnosti systému ochrany proti bleskům, těžkostí při revizi a údržbě a rizika vyplývajícího ze vstupu napětových rázů do staveb.

2.3.3.2 Vnější plášť

Pokud má vnějšek budovy kovový plášť, kamenná či prosklené stěny nebo v případě pevných plášťových částí svod může být připojen pod tímto pláštěm na nosné části stavby.

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

2.3.4 Materiál a rozměry

Jako svody se používají kulatina, pletené kabely či pásovina. Minimální průřezová plocha je 50mm² a je definována v tabulce Tabulka 2.3-1.

Tabulka 2.3-1 materiál svodových vodičů

Svody		
Materiál	Poznámky	Minimální rozměry
Neizolovaná či pocínovaná elektrolytická měď	Doporučovaná pro dobrou vodivost a odolnost proti korozi	Kulatina: Ø8mm Pásovina: 30x2 mm Pletený kabel: 30x3,5mm
18/10-304 nerezová ocel	Doporučovaná pro některá korozivní prostředí	Kulatina: Ø8mm Pásovina: 30-2 mm
A 5/L hliník	Použití u hliníkových povrchů	Kulatina: Ø10mm Pásovina: 30x3 mm

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

POZNÁMKY:

- 1) pocínovaná ocel je doporučena 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 pře kruhový, protože jeho vnější povrchová plocha je pro danou průřezovou plochu větší.

2.3.5 Zkušební svorka / Odpojovací svorka (neboli měřicí 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 2m nad zemí. Pokud zahrnuje systém ochrany proti bleskům kovové stěny (neobsahuje samostatné svody), zkušební svorky jsou vloženy mezi každou zemnicí elektrodu a kovový prvek budovy, ke kterému je zemnicí systém připojen, 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 nejpřímějším 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*

Vnější vzájemná propojení ocelové konstrukce (kovové stavby) mohou být využita jako svody, pokud jsou vodivá a jejich odpor je $0,01\Omega$ nebo méně.

V takovém případě je ESE bleskosvod připojen přímo na kovovou konstrukci, která je dole připojena k zemnicímu systému.

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

POZNÁMKA: protože přirozené součásti mohou být změněny či odstraněny, aniž by se bralo v úvahu, že jsou součástí systému ochrany proti bleskům, měly by se upřednostňovat samostatné vodiče.

2.3.7.2 *Přirozené složky, které mohou doplňovat svod*

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

- a) vzájemně propojené ocelové konstrukce umožňující průchod elektrického 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 celou 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 elektrická průchodnost
- kovové plechy nejsou pokryty izolačním materiálem

POZNÁMKA: tenká vrstva ochranného nátěru, asfaltový film tloušťky 1 mm či PVC film tloušťky 0,5mm nejsou považovány za izolaci

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

3 PŘIPOJENÍ KOVOVÝCH PŘEDMĚTŮ NA STEJNÝ POTENCIÁL A VNITŘNÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKU

3.1 Obecně

Teče-li vodičem bleskový proud, vzniká rozdíl potenciálů mezi vodičem a okolními uzemněnými kovovými prvky. Mezi konci takto vytvořené 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.

Protože může být problematické zajistit dostatečnou vzdálenost po dobu instalace ochrany proti bleskům (pro nedostatek informací potřebných k rozhodnutí) nebo z dlouhodobého hlediska (stavební úpravy, apod.), upřednostňuje se ekvipotenciální připojení.

V některých případech však ekvipotenciální připojení není možné (hořlavé či výbušné potrubí). Pak je nutno svody vést ve vzdálenosti větší než je bezpečná vzdálenost s (viz 3.2.1 c)).

3.1.1 Ekvipotenciální připojení

Ekvipotenciální připojení by mělo být provedeno ekvipotenciálním vodičem, bleskojistkou nebo jiskřištěm pokud možno v místě, kde je vzdálenosti mezi svodem či ESE bleskosvodem vedoucím bleskový proud a prvkem umístěným na stavbě, ve stěnách stavby či uvnitř stavby, který má být uveden na stejný potenciál co nejkratší.

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 prvky.

Riziko nebezpečných výbojů je minimalizováno, pokud vzdálenost d mezi systémem ochrany proti bleskům a uvažovaným vodivým prvkem je větší než s .

Bezpečná vzdálenost: $s(m) = n \cdot l \cdot k_i / k_m$ (rovnice 3)

Kde:

n : počet svodů pro každý ESE bleskosvod před uvažovaným místem spoje:

$n=1$ pokud je jeden svod

$n=0,6$ pokud jsou dva svody

$n=0,4$ pokud jsou tři a více svodů

k_i : koeficient zohledňující zvolený stupeň 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 : koeficient zohledňující materiál použitý mezi konci smyčky:

$k_m=1$ pro vzduch

$k_m=0,5$ pro pevný nekovový materiál

l: délka svodu(-ů) v metrech z místa, kde je předpokládána nejmenší vzdálenost k nejbližšímu místu ekvipotenciálního připojení

POZNÁMKY:

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

3.2 Ekvipotenciální připojení vnějších kovových předmětů

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

3.2.1 Ekvipotenciální připojení pomocí ekvipotenciálního vodiče

a) Nad zemí a pod zemí

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

b) Všude tam, kde nejsou splněny požadavky na vzdálenost

V takovém případě jsou použitelné ekvipotenciální vodiče stejného typu jako vodiče použité na svody (Tabulka 2.3-1). Tyto vodiče by měly být co nejkratší

Pokud je systém ochrany proti bleskům mimo chráněnou stavbu, mělo by být provedeno pouze ekvipotenciální připojení na úrovni země

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

3.2.2 Ekvipotenciální připojení pomocí ochranného zařízení proti rázům

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

Pokud je v dotčeném prostoru uloženo potrubí (voda, plyn, atd.) s izolovanými částmi, mělo by být ochranné zařízení umístěno mimo tyto části.

3.3 Ekvipotenciální připojení kovových předmětů zapuštěných do stěn

Platí pokyny uvedené v odstavci 3.2.1 a) a b), mimořádnou pozornost je třeba věnovat zachování 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 bylo umožněno jednoduché odpojení za účelem revize, by měly být použity ekvipotenciální vodiče. Minimální plocha průřezu těchto vodičů by měla být 16mm^2 , pokud jsou z mědi nebo hliníku, nebo 50mm^2 , pokud jsou z oceli. Ekvipotenciální tyč by měla být připojena a umístěna v místě co nejbližším k zemnicímu obvodu stavby. U velkých staveb je možné instalovat více vzájemně propojených ekvipotenciálních spojovacích tyčí. Každá ekvipotenciální spojovací tyč by měla být zhotovena z mědi či ze stejného materiálu jako ekvipotenciální vodič a její minimální průřezová plocha má být 75mm^2 .

U elektrických či telekomunikačních systémů obsahujících těsněné vodiče či vodiče uložené uvnitř kovového pouzdra uzemnění těsnění či pouzdra obvykle poskytuje dostatečnou ochranu. Pokud ne, je třeba aktivní vodič připojit k systému ochrany proti bleskům prostřednictvím ochranného zařízení proti rázům.

4 UZEMNĚNÍ

4.1 Obecně

Každý svod má vlastní zemnicí systém.

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

Zemnicí systémy by měly splňovat následující požadavky:

- hodnota odporu měřená běžnými přístroji má být 10Ω a méně. Tento odpor se měří na zemnicí svorce izolované od ostatních vodivých částí.
- Vlnová impedance / hodnota indukce má být co nejnižší, aby byla minimalizována zpětná elektromotorická síla, která doprovází nárůst ohmického potenciálu při vybíjení blesku. Proto by se neměla používat uzemnění s pouze jednou příliš dlouhou vodorovnou či svislou složkou.

Použití jediného svislého uzemnění zakopaného tak hluboko, že zasahuje do zvodnělé vrstvy půdy, neposkytuje žádné výhody, pokud není měrný povrchový odpor mimořádně vysoký.

Nutno dodat, že taková uzemnění zavrtaná do hloubky přesahující 20m mají vysokou vlnovou impedanci. Vhodným adekvátním řešením je použití většího počtu vodorovných vodičů a svislých tyčí, které musí být elektricky vzájemně propojeny. Měděné vodiče jsou v tomto případě vhodnější než ocelové, jejichž průřezová plocha potřebná k dosažení stejné vodivosti je činí nepraktickými.

Uzemnění by měla být provedena a umístěna tak, jak bylo uvedeno výše a v normě NF C 15-100 v části 544.

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

4.2 Různé typy uzemnění

Rozměry uzemnění závisí na měrném odporu půdy, do níž je instalováno. měrný odpor může být, v závislosti na materiálu zeminy, velmi odlišný (hlína, jíl, písek, skála, atd.)

Měrný odpor je možno určit z tabulky Tabulka 4.2-1, či změřit vhodnou metodou zemním ohmetrem.

Známe-li měrný odpor, můžeme určit délku zemnicího systému podle následujících zjednodušených rovnic:

$$\text{Lineární vodorovné uzemnění:} \quad L=2\rho/R \quad (\text{rovnice 4})$$

$$\text{Svislé uzemnění:} \quad L=\rho/R \quad (\text{rovnice 5})$$

Kde:

L: délka uzemnění (cm)

ρ : měrný odpor půdy (Ωm)

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

Tabulka 4.2-1

Půda	Měrný odpor (Wm)
Bažinatý terén	Pod 30
Bahno	20-100
Humus	10-150
Vlhká rašelina	5-100
Měkká hlína	50
Vápenatý jíl a hutná hlína	100-200
Jurský vápenatý jíl	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
Žula a pískovec v závislosti na úpravě	1500-10000
Žula a pískovec jemně upravený	100-600

Uzemnění každého svodu by mělo obsahovat minimálně:

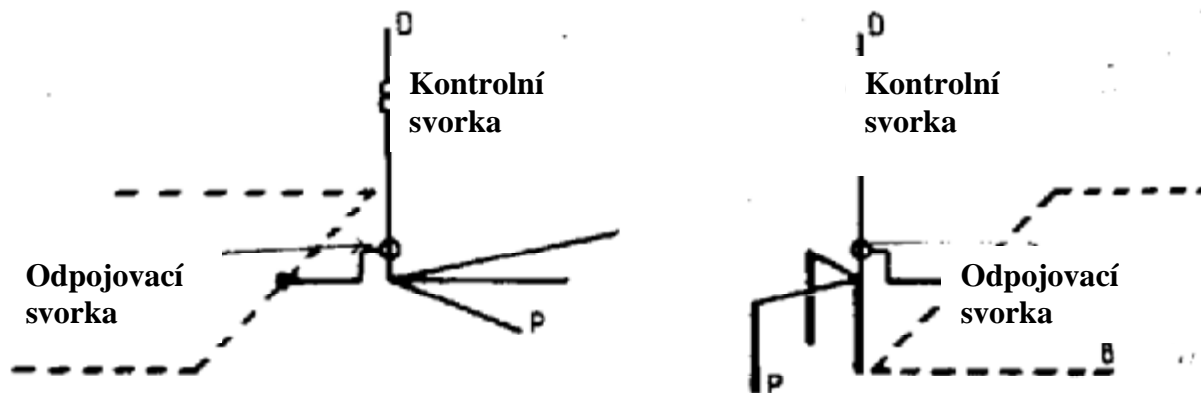
- a) vodiče za stejného materiálu a stejnou průřezovou plochou jakou mají svody, s výjimkou hliníku, uspořádané do tvaru havraní nohy a zakopané do hloubky minimálně 50 cm

příklad: tři 7-8m dlouhé vodiče zakopané horizontálně v minimální hloubce 50 cm

- b) soustavu několika svislých tyčí v celkové délce minimálně 6m:

- uspořádaných do jedné přímky či do trojúhelníka a vzájemně vzdálených na délku rovnou minimálně zakopané délce
- vzájemně propojených vodičem, který je stejného nebo podobného charakteru jako svod a je zakopaný v hloubce minimálně 50cm.

POZNÁMKA: Doporučované uspořádání je trojúhelník.



D: svod

B: zemnicí páska základů budovy

P: uzemnění bleskosvodu

Obrázek 3.2.2-1 Schémata typických zemnicích systémů

4.3 Zvláštní opatření

Neumožňuje-li vysoký měrný odpor půdy pomocí výše uvedených opatření dosáhnout odpor uzemnění nižší než 10Ω , jsou nutná následující zvláštní opatření:


- nasypat kolem zemnicích vodičů přírodní materiál s nižším odporem
- zvýšit počet zemnicích tyčí
- provést úpravu pro snížení impedance a zlepšení kapacity pro průchod silného proudu

Pokud byla vykonána všechna výše uvedená opatření a přesto nebylo dosaženo hodnoty odporu menší než 10Ω , uzemnění může zabezpečovat přijatelnou průchodnost bleskového proudu, pokud je tvořeno alespoň 100m dlouhým zemnicím systémem, kde délka každého svislého či vodorovného prvku není delší než 20m.

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 2.3-1 a Tabulka 4.5-1).

Pro nové objekty je třeba toto opatření brát v úvahu už od stádia projektu a vzájemné propojení uzemnění se zemnicí obvodovou páskou v základech stavby by mělo být realizováno přímo u každého svodu pomocí zařízení, které se dá odpojit a je umístěno před

kontrolní skříňkou nesoucí symbol .

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

Provádějí-li se vzájemná propojení uvnitř budovy, propojovací vodič má být veden tak, aby nedocházelo k indukci proudu v okolních kabelech či zařízeních.

Nachází-li se v chráněném prostoru více samostatných staveb, uzemnění bleskosvodu by mělo být připojeno k zakopané ekvipotenciální zemnicí síti spojující všechny stavby.

4.5 Podmínky vzdálenosti

Komponenty zemnění bleskosvodu mají být v minimální vzdálenosti od zakopaných kovových potrubí nebo elektrických vedení dle následující tabulky (Tabulka 4.5-1):

Tabulka 4.5-1

Zakopané prvky	Minimální vzdálenost (m)	
	Měrný odpor půdy $\leq 500\Omega\text{m}$	Měrný odpor půdy $> 500\Omega\text{m}$
Vysokonapět'ové elektrické vedení	0,5	0,5
Nízkonapět'ové elektrické vedení bez zemnicího systému	2	5
Zemnicí systém nízkonapět'ové napájecí sítě	10	20
Kovová potrubí pro plyn	2	5

Uvedené vzdálenosti platí pouze 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 4.6-1

Uzemnění		
Materiál	Doporučení	Minimální rozměry
Povrchově neupravovaná či pocínovaná elektrolytická měď ⁽¹⁾	Doporučená pro dobrou vodivost a odolnost proti korozi	Kulatina: Ø8mm Pásovina: 30x2mm Mřížka tvořená dráty s minimální průřezovou plochou 10mm ² Plná tyč: Ø15mm, délka 1m Dutá tyč: vnější Ø25mm
Poměděná ocel (250µm)		Tyč: Ø15mm, délka 1m
18/10-304 nerezová ocel	Doporučovaná v určitých korozivních půdách	Kulatina: Ø10mm Pásovina: 30x2mm Plná tyč: Ø15mm, délka 1m Dutá tyč: vnější Ø25mm, délka 1m
Ocel zinkovaná ponořením do roztaveného zinku (50µm)	Určená k provizorním krátkodobým instalacím z důvodu nízké odolnosti proti korozi	Kulatina: Ø10mm Pásovina: 30x3,5mm Plná tyč: Ø19mm, délka 1m Dutá tyč: vnější Ø21mm, délka 1m
⁽¹⁾ Doporučuje se pocínovaná měď z hlediska jejích fyzikálních, mechanických a elektrických vlastností (vodivost, tvárnost, odolnost vůči korozi, atd.)		

5 OCHRANA PROTI KOROZI

5.1 Obecně

Koroze kovů závisí na typu použitého kovu a na charakteru okolního prostředí. Činitele jako např. fungicidní látky, rozpuštěné soli (elektrolyty), vyústění ventilace značně zhoršují podmínky.

Kontakt různých kovů provázený elektrolyzou vlivem okolního prostředí zvyšuje korozi více aktivního (anodového) kovu a snižuje korozi inertnějšího (katodového) kovu. Korozi ve více aktivním kovu 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 nutno:

- vyhýbat se použití kovů v agresivním prostředí
- vyhýbat se kontaktu kovů s odlišnými galvanickými články
- používat vodiče, které jsou vhodné tloušťky a zvýšeně odolné vůči korozi
- v kritických případech provést ochranné nátěry přiměřené vnějším vlivům

Jako typické příklady pro splnění uvedených požadavků jsou uvedena následující opatření:

- minimální průměr vodivého prvku má vyhovovat ustanovením této normy
- hliníkové vodiče by neměly být zakopány či zapuštěny 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 se obvykle hodí pro uzemnění, s výjimkou určitých kyselých podmínek, kde je vystavena síranům či kyslíku.
- je-li přítomen čpavkový či siričitý smog, je možno umístit svody do pouzder

POZNÁMKA: Použití izolačního materiálu o tloušťce 0,5mm a méně je dovoleno

- upevnění vodičů má být provedeno z nerezové oceli či syntetického materiálu vhodného pro korozivní prostředí.

6 SPECIÁLNÍ PŘÍPADY

6.1 Antény

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

Jedná-li se o samostatnou či společnou anténu pro rozhlasové a televizní přijímače vyhovující příslušné normě, nosný stožár antény má být standardním vodičem připojen přes ochranné zařízení proti rázům nebo přes jiskřiště ke svodům instalace ochrany proti bleskům, pokud anténa není mimo chráněný prostor či na jiné střeše.

Běžný nosný stožár může být použit pro umístění ESE bleskosvodu za následujících podmínek:

- nosný stožár se skládá z přiměřeně silných tyčí, které nepotřebují přídržná lana
- ESE bleskosvod je připevněn na vrcholu stožáru
- vrchol ESE bleskosvodu je alespoň 2m nad vrcholem antény
- svod je upevněn svorkou připevněnou přímo na stožár
- 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 ESE bleskosvod měl být instalován přednostně na komíně, pokud komín je přítomen. Jako svod by měla být použita měděná kulatina o průměru 8mm. Svod by měl být veden podél hřebenu střechy na vyčnívajících izolačních prvcích s odstupy 20-25cm a svisle 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.

ESE bleskosvod by měl být umístěn na vrcholu komínu na převládající návětrné straně a měl by být z materiálu odolného proti korozi a vysokým teplotám.

Při výšce komína 40m a více by měly být instalovány minimálně 2 svody diametrálně proti sobě tak, že jeden bude umístěn na návětrné straně. Svody by měly být vzájemně propojeny na horním konci i 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 ani takové spojení se zemí neposkytuje dostatečnou ochranu vůči atmosférickým výbojům. Je proto třeba důkladný dodatečný dozor.

ESE bleskosvody chránící prostory s nebezpečím výbuchu by měly být namontovány na stožárech, sloupech či jiných stavbách mimo nebezpečný prostor tak, aby převyšovaly zařízení, které mají chránit. Jejich umístění musí být takové, aby chráněný objekt ležel v ochranném poloměru v souladu s touto normou.

Uzemnění by měla být orientována mimo nebezpečné objekty. ESE bleskosvod a uzemnění chráněného zařízení by měly mít stejný potenciál.

POZNÁMKA: Vládní nařízení z 28.ledna 1993 (Francie) 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 a výšce.

Hlavní výčnělek(-ky) mají být chráněny ESE bleskosvody připojenými k zemi prostřednictvím přímého svodu vedeného podél hlavní věže.

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

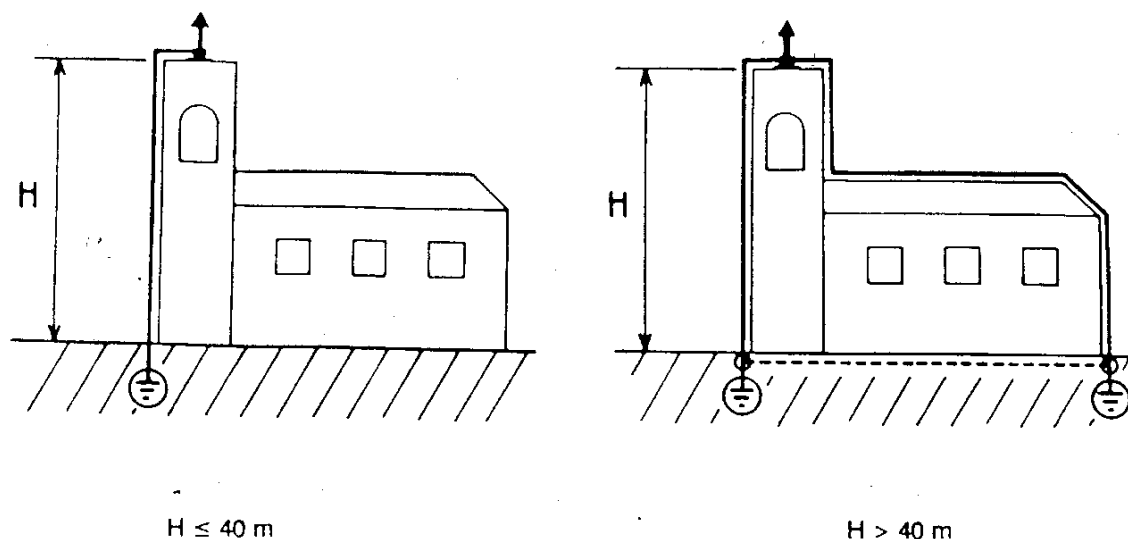
- celková výška kostelní věže přesahuje 40m
- v důsledku svojí délky hlavní loď vyčnívá ven z oblasti chráněné ESE bleskosvodem

V těchto případech by měl druhý svod začínat na vrcholu 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 elektrické zemnění mají být vzájemně propojeny uzemňovacím vodičem.

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



Obrázek 3.2.2-1 Kostely

6.6 Výškové budovy

Horské restaurace, turistické útulky, stanice lanovek mohou být snadno zasažené bleskem. Proto je zde vhodné instalovat ESE bleskosvody v souladu s ustanoveními této normy, přičemž mimořádnou pozornost je nutno 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.

ESE bleskosvody se instalují na žerdi pro zástavy, na stožáru světlometů, či na jiných konstrukcích. Jejich počet a umístění závisí na velikosti a typu 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 blízké stavby nebo se jedná o historickou památku, strom může být chráněn proti blesku nainstalováním ESE bleskosvodu na vrchol stromu v souladu s touto normou.

Nejjednodušší způsob instalace bleskosvodu, který nebude bránit růstu stromu a co nejméně jej poškodí, je při použití vodiče typu ohebného pleteného kabelu zajištěného vhodnými fixacemi vedoucími co nejpříměji podél kmene.

7 REVIZE A ÚDRŽBA

Revize a údržba systému ochrany proti bleskům je nutná, protože mnohé komponenty mohou časem ztratit svoji účinnost v důsledku koroze, počasí, mechanických nárazů a blesků. Mechanický a elektrický stav systému proti bleskům mají být po dobu jeho životnosti udržovány tak, aby byly splněny požadavky normy.

7.1 Výchozí revize

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

Cílem revize je přesvědčit se, že:

- ESE bleskosvod je 2m či více nad nejvyšším bodem chráněného prostoru
- materiál a rozměry použitých svodů jsou vhodné
- svody jsou vedeny, fixovány a 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 v rámci požadovaného limitu
- zemnicí systémy jsou vzájemně propojeny

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

7.2 Pravidelné revize

Intervaly mezi jednotlivými revizemi jsou dány stupněm ochrany. Doporučují se následující intervaly revizí:

	Běžný interval	Zkrácený interval
STUPEŇ I	2 ROKY	1 ROK
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 nainstalovaným 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;
- svody nejsou přerušeny;
- 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 zemního systému (každou změnu je třeba analyzovat)

7.2.2 Zpráva o výsledku revize

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

7.2.3 Údržba

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

PŘÍLOHA A

(Normativní)

MODEL OCHRANY

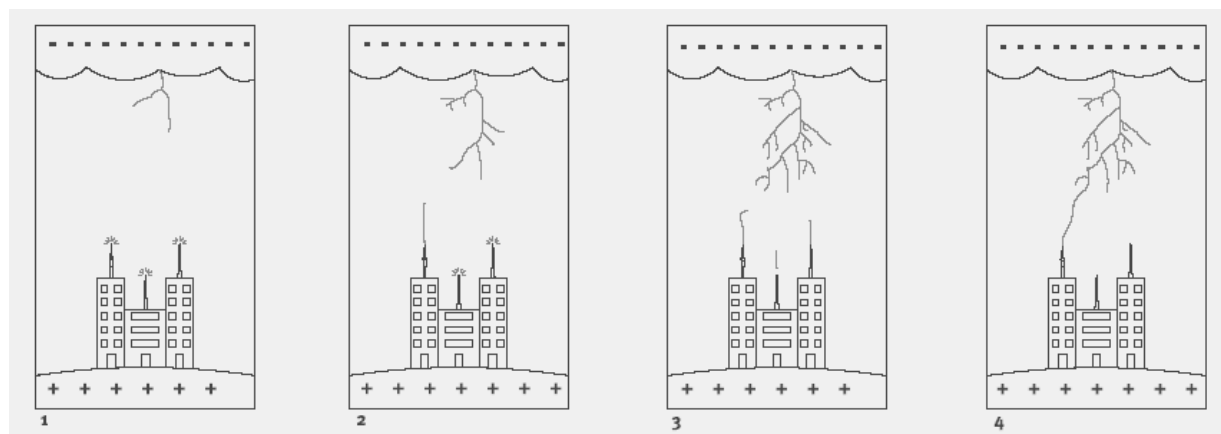
A1 POPIS PORCESU SPOJENÍ

A1.1 Určení místa úderu

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

Úder blesku začíná v bouřkovém mraku tvorbou hlavní větve elektricky nabitě, sestupující dolů, stupňovitě se šířící směrem k zemi.

Ze stavby či objektu spojeného se zemí stoupá nahoru vzestupná hlavní větev, která se šíří k sestupné větvi, po jejich spojení vznikne kanál, kterým teče bleskový proud. Dalšími stavbami na zemi mohou být vysílány podružné vzestupné větve. Místo úderu blesku je určeno první vzestupnou větví, která se spojí se sestupnou větví.



Obrázek A 1: 1-blesk se vytváří v bouřkovém mraku a pohybuje se skokem dolů směřující trasou. 2 – koronový efekt se začne vytvářet, jakmile se dolů směřující trasa blíží k zemi. Na některých objektech se koronový efekt přeměňuje na vzhůru směřující trasy. 3- vzhůru směřující trasa vyvolává dostačující elektrické pole, aby došlo ke změně směru dolů směřující trasy. 4 – setkání obou tras – dochází k úderu

POZNÁMKA: Uvedený popis se týká negativního sestupujícího úderu blesku, pro který je možno použít elektrogeometrický model a který je v přirozených podmínkách nejčastější.

A1.2 Rychlost šíření větve

Experimentální údaje zjištěné v přírodních podmínkách ukazují, že průměrné rychlosti vzestupné a sestupné větve jsou během etapy spojení srovnatelné a poměr rychlostí v_a/v_d se blíží 1 (v rozmezí 0,9-1,1).

Předpokládejme, 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 : rychlost obecně

A2 VÝHODY ESE BLESKOSVODU Z HLEDISKA OCHRANY

A2.1 Iniciační předstih

ESE bleskosvod je konstruován tak, aby se zkrátil průměrný čas potřebný k iniciaci vzestupné větve. V porovnání s jednoduchým tyčovým bleskosvodem nainstalovaným ve stejných podmínkách vykazuje ESE bleskosvod iniciační předstih. Tento časový zisk byl zjištěn testováním ve vysokonapěťových testovacích laboratořích dle doporučení odstavce 2.2.2.1 a přílohy C této normy.

A2.2 Přírůstek délky vzestupné větve

Přírůstek délky vzestupné větve ΔL je dán vztahem: $\Delta L(m)=v(m/\mu s) \cdot \Delta T(\mu s)$

Chráněný prostor charakterizující model ochrany popsany výše je určen elektrogeometrickým modelem.

A3 MODEL OCHRANY

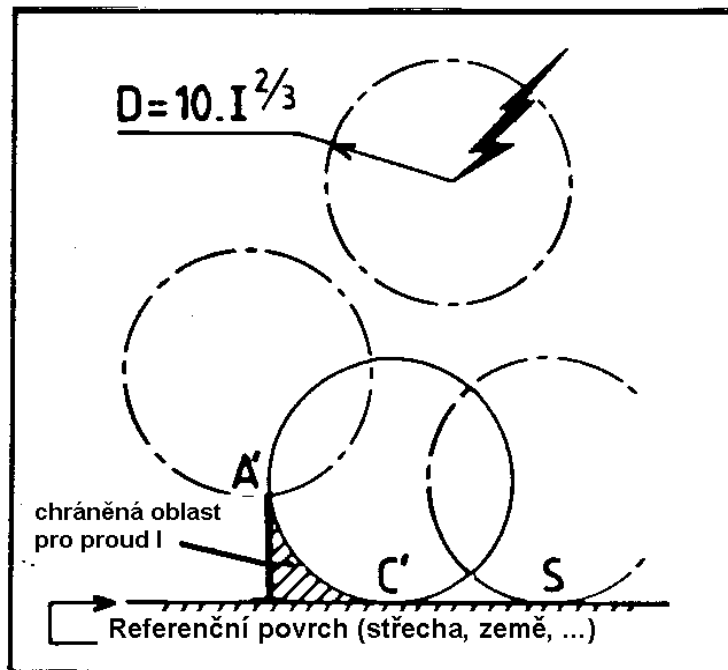
A3.1 Poloměr ochrany tyčového bleskosvodu

V případě jednoduché tyče, dle elektrogeometrickým modelem, místo úderu blesku je určeno objektem na zemi, umístěným nejbližší, ve vzdálenosti D , od sestupné větve, takovým objektem může být i samotný zemský povrch. Vzdálenost D mezi místem úderu a místem spojení vzestupné a sestupné větve se nazývá úderová vzdálenost, odpovídá rovněž délce vývoje vzestupné větve.

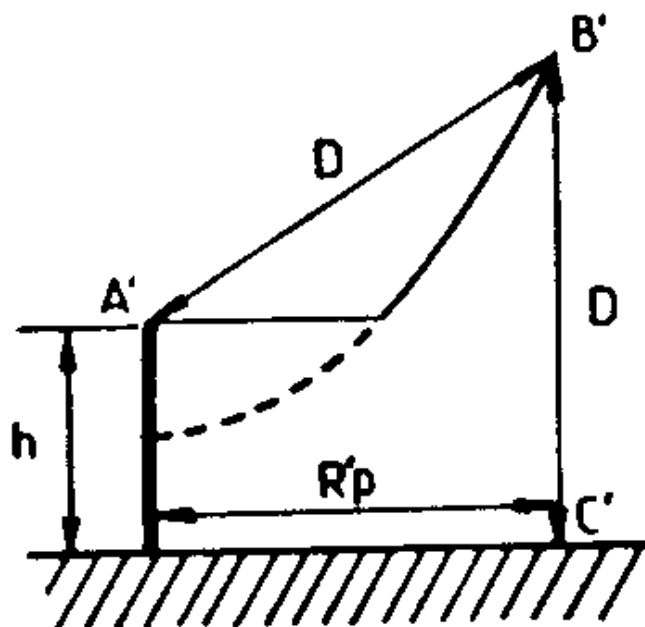
Je možné si představit fiktivní kouli o poloměru D se středem v čelním bodě sestupné větve. Tato fiktivní koule postupuje se sestupnou větví směrem k zemi.

Uvažujeme-li jednoduchou tyč výšky h měřené od referenčního povrchu (střecha budovy, země, atd.), existují následující tři možnosti úderu (viz Obrázek A 2)

- 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 země v bodě S
- pokud koule přijde najednou do styku se svislou tyčí i referenčním povrchem, jsou dvě možná místa úderu: A' a C' , výboj blesku v tomto případě nikdy nezasáhne oblast šrafovanou v obrázku Obrázek A 2 a charakterizovanou $R'p$ v obrázku Obrázek A 3.



Obrázek A 2: Metoda fiktivních koulí



Obrázek A 3

Vzdálenost D je obecně dána následující rovnicí:

$$D(m) = 10 \cdot I^{2/3}$$

Kde I je proud prvního zpětného úderu v kiloampérech (kA).

A3.2 Poloměr ochrany ESE bleskosvodu

V případě ESE bleskosvodu s iniciačním předstihem ΔT a s přírůstkem délky vzestupné větve $\Delta L = v \cdot \Delta T$ možnými místy zásahu jsou A a C (Obrázek A 4) s ochranným poloměrem R_p , pro který platí:

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

kde

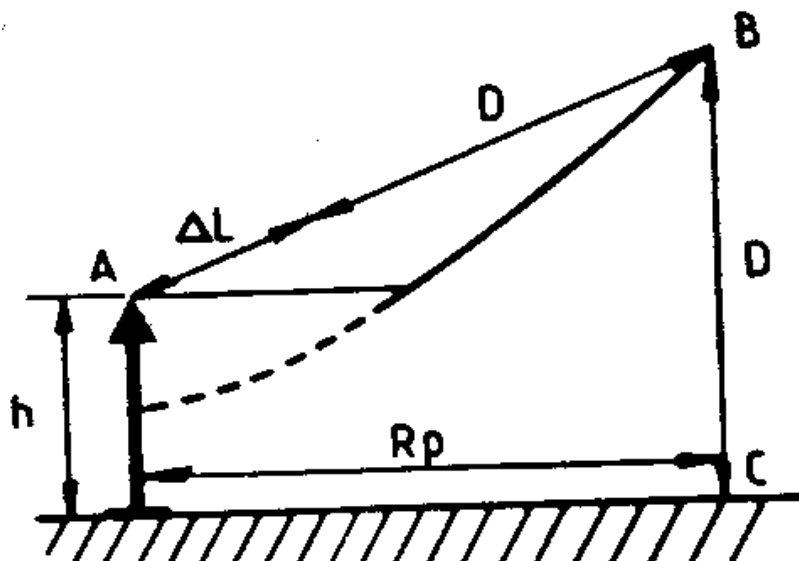
D: zásahová vzdálenost

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

h: výška ESE bleskosvodu

R_p : poloměr ochrany ESE bleskosvodu

ΔT : iniciační předstih ESE bleskosvodu



Obrázek A 4

PŘÍLOHA B

(Normativní)

POMŮCKA PRO URČENÍ RIZIKA ZÁSAHU BLESKEM A VOLBA STUPNĚ OCHRANY PRO VNĚJŠÍ INSTALACE OCHRANY PROTI BLESKU

B1 OBECNĚ

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, a tokem bleskového proudu systémem ochrany proti blesku.

V mnohých případech je nutnost ochrany zřejmá, jako v případech:

- 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

Klasifikace stavby	Typ stavby	Důsledky blesku
Běžné stavby (viz poznámka)	Rodinný dům	Přerušení elektrických instalací, požár a poškození přístrojů většinou omezené na objekty blízko místa úderu blesku nebo jeho cesty
	Farma	Riziko požáru a nebezpečného jiskření, rizika vyplývající z výpadku napájení: dobytek umírající v důsledku výpadku řízení ventilace a distribuce potravy. Riziko krokového napětí.
	Divadla, škola, obchodní dům, sportoviště	Riziko paniky a poruchy požárního hlásiče vedoucí ke ztrátám času při boji s požárem
	Banky, pojišťovací společnosti, obchodní společnosti	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 vybavení 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 následky přímého úderu blesku.

Metoda určení rizika je obsahem této přílohy. 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 mohou existovat určitá kritéria specifická pro danou stavbu, která nemohou být změřena a jsou významnější než ostatní kritéria. Tehdy je na místě realizovat přísnější opatření, než ta vyplývající z této přílohy.

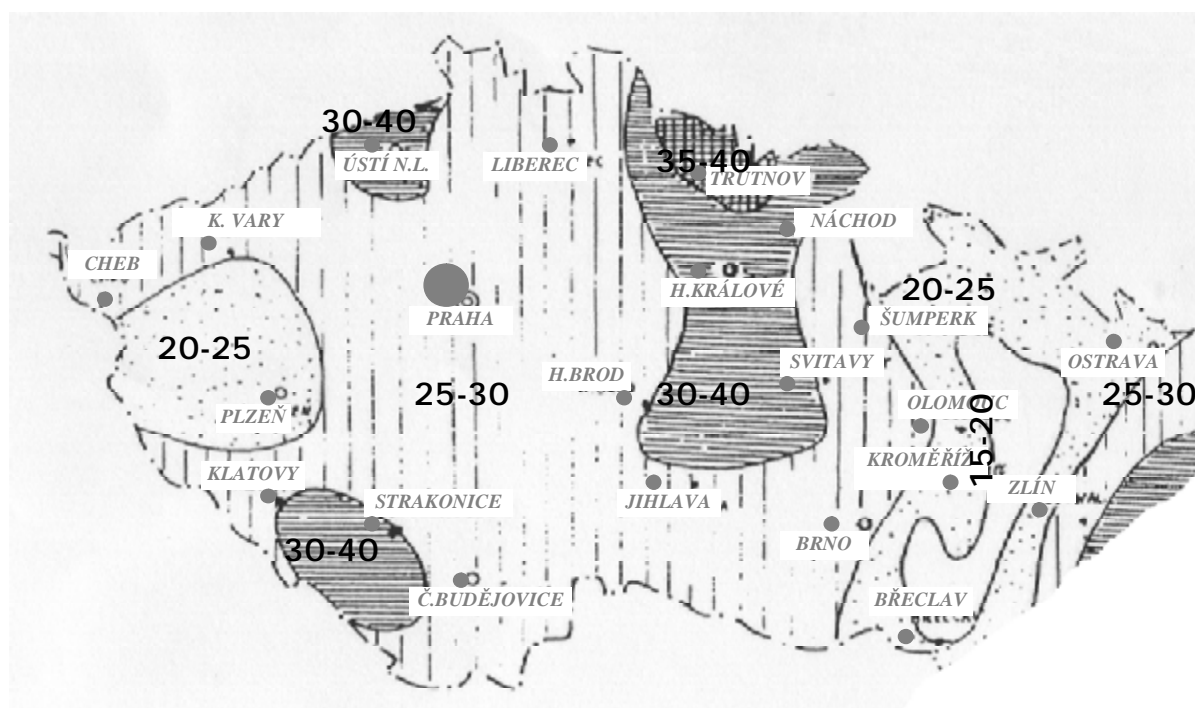
Volba vhodné úrovně ochrany pro instalaci vnější ochrany proti blesku je založena na očekávané frekvenci přímých úderů blesku do chráněné stavby či prostory a na frekvenci zásahů blesku za rok N_c .

B2 URČENÍ N_d A N_c

B2.1 Hustota blesků N_g

Hustota blesků je vyjádřena jako roční počet blesků na km^2 a může být určena:

- pomocí mapy frekvence úderů blesku N_k na obrázku Obrázek B 1. v tomto případě $N_g = N_k / 2,2$
- ze sítě evidence blesků = $N_g \Rightarrow N_{g \max} = 2N_g$
- pomocí lokální izokeraunické úrovně N_k : $N_{g \max} = 0,04N_k^{1,25} \cong N_k / 10$



Obrázek B 1: Izokeraunická mapa ČR – hodnoty N_k pro výpočet úrovně ochrany

Hodnota $N_{g \max}$ uvažuje maximální hustotu úderů blesku 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 obrázku B1 zobrazuje hustotu úderů blesku. Konstanta 2,2 je průměrný poměr počtu zablýsknutí ku počtu zásahů.

B2.2. Očekávaná frekvence N_d přímých blesků směřujících ke stavbě

Průměrnou roční frekvenci N_d blesků směřujících ke stavbě je možno určit pomocí následující rovnice:

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

kde:

N_g : roční průměr hustoty blesků v oblasti, kde je objekt umístěn (počet blesků/ rok/ km²)

A_e : ekvivalentní sběrná oblast izolované stavby (m²)

C_1 : koeficient okolního prostředí

Ekvivalentní sběrná oblast je definována jako plocha země, u níž je stejná pravděpodobnost přímého zásahu bleskem jako stavba.

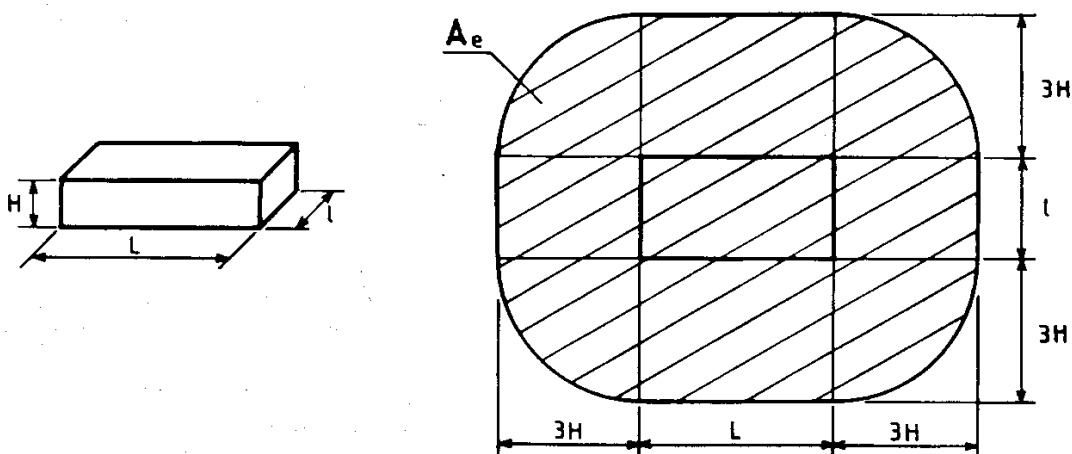
Podle tabulky B2 je ekvivalentní sběrná oblast A_e pro osamělé stavby definována jako oblast zemského povrchu, která má stejnou roční frekvenci přímých zásahů bleskem jako stavba. Je to oblast definovaná čarami, které získáme přidáním trojnásobku výšky stavby k půdorysu stavby, viz Obrázek B 2 a Obrázek B 3.

Pro obdélníkovou stavbu s délkou L , šířkou l a výškou H je sběrná oblast:

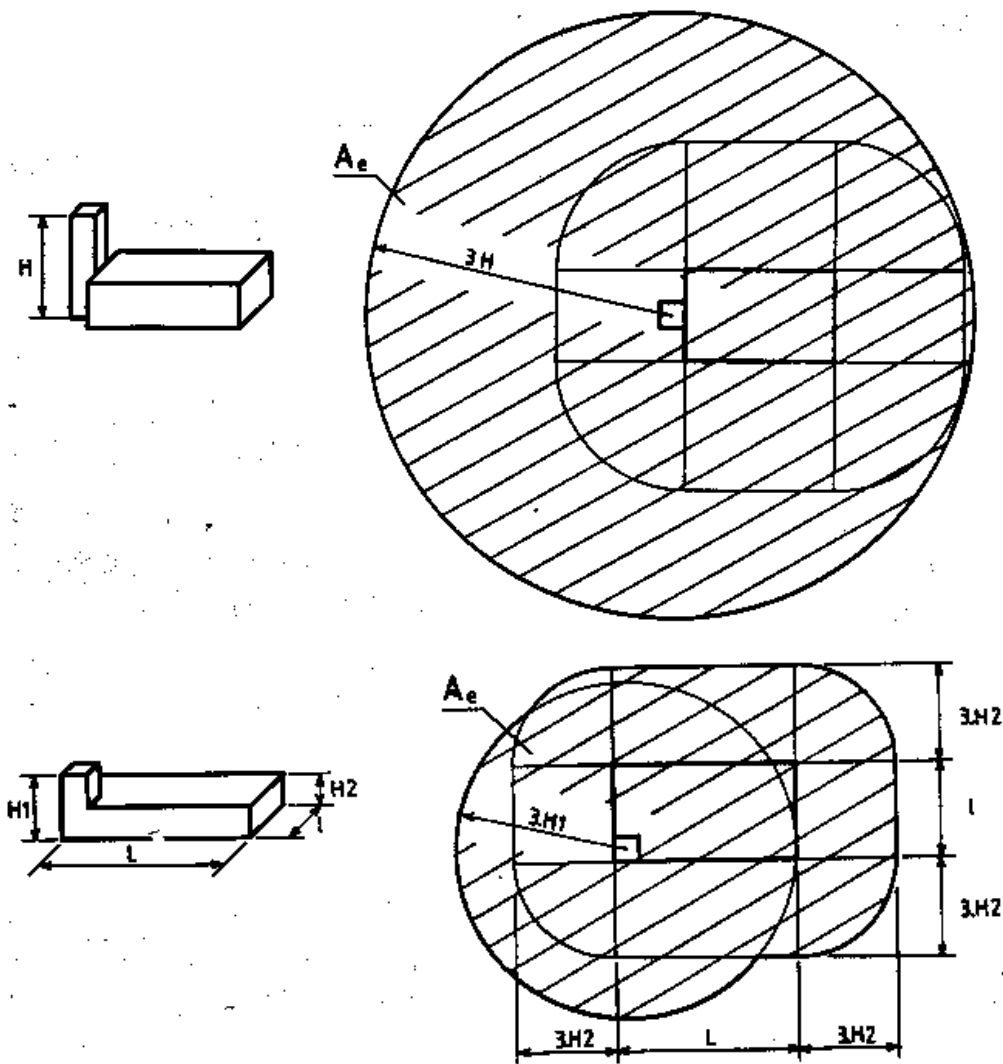
$$A_e = Ll + 6H(L+l) + 9\pi H^2 \quad (\text{Rovnice 7})$$

Pro budovu s vyčnívající částí (Obrázek B 3) platí:

$$A_e = 9\pi H^2 \quad (\text{Rovnice 8})$$



Obrázek B 2: Výpočet pro typickou stavbu – obdélníková budova



Obrázek B 3: Výpočet pro typickou stavbu – budova s vyčnívající částí

Topografie místa a objekty umístěné ve vzdálenosti do $3H$ od stavby významně ovlivňují sběrnou oblast. Tento účinek je zohledněn použitím koeficientu C_1 (tabulka B2).

Tabulka B 2: Určení koeficientu okolního prostředí C_1

Relativní poloha stavby	C_1
Stavba umístěná v prostoru obsahujícím stavby či stromy stejné výšky či 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 nemusí být věnována 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 předností.

B2.3 Přípustná frekvence N_c blesků směřujících na stavbu

B2.3.1 Obecně

Hodnoty N_c se určují na základě analýzy rizika poškození s ohledem na vhodné faktory, kterými jsou:

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

B2.3.2 Určení N_c

Čtyři rozhodující faktory pro výpočet N_c jsou dány koeficienty C_2 , C_3 , C_4 a C_5 , které je možno určit pomocí tabulek B3 až B6.

Nechť $C=C_2.C_3.C_4.C_5$, pak se dá N_c vyjádřit jako: $N_c=5,5.10^{-3}/C$

Tabulka B3

C ₂ – konstrukční koeficient			
Stavba \ Střecha	Kov	Běžná	Hořlavá
Kov	0,5	1	2
Běžná	1	1	2,5
Hořlavá	2	2,5	3

Tabulka B4

C ₃ – obsah stavby	
Bezcenný a nehořlavý	0,5
Standardní hodnoty či normálně hořlavý	1
Vysoká hodnota či obzvlášť hořlavý	2
Mimořádná hodnota, nenahraditelný či vysoce hořlavý, výbušný	3

Tabulka B5

C ₄ – obydlenost stavby	
Neobydlená	0,5
Normálně obydlená	1
Složitá evakuace či riziko paniky	3

Tabulka B6

C ₅ – 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: zvláštní nařízení mohou v některých případech požadovat jinou hodnotu N_c

B3 METODA VÝBĚRU STUPNĚ OCHRANY

Přípustná frekvence blesků N_c je porovnávána 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 zvolit:

- pokud $N_c \geq N_d$, systém ochrany není potřebný
- pokud $N_c < N_d$, měl by být instalován systém ochrany s účinností $E \geq 1 - N_c/N_d$ a odpovídající stupeň ochrany se vybere z tabulky B8.

Projekt systému ochrany proti bleskům má vyhovovat specifikám uvedeným v normě pro zvolený stupeň ochrany.

Pokud je nainstalován systém s koeficientem účinnosti E' menším, než je vypočítaný E , je nutno realizovat 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 B7.

Tabulka B8 udává kritické hodnoty účinnosti E_c , které jsou rovny hranicím mezi stupni ochrany. Stupně ochrany odpovídají vypočítané účinnosti E .

Tabulka B7

Datový vstup Rovnice	Výpočet	Výsledek
Ekvivalentní sběrná oblast: $A_e = LI + 6H(L+I) + 9\pi H^2$ (pro obdélníkový prostor)	L= I= H= $H^2 =$	$A_e =$
Očekávaná frekvence přímých úderů blesku směrem k budově: $N_d = N_{g \max} \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6}$	$N_{g \max} =$ $A_e =$ $C_1 =$	$N_d =$
Přijatelná frekvence přímých úderů blesku směrem k budově: $N_c = 5,5 \cdot 10^{-3} / C$ kde $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$	$C_2 =$ $C_3 =$ $C_4 =$ $C_5 =$	$N_c =$
<ul style="list-style-type: none"> - pokud $N_c \geq N_d$: OCHRANA JE DOSTATEČNÁ - pokud $N_c < N_d$: OCHRANA JE POTŘEBNÁ <ul style="list-style-type: none"> - určete potřebnou úroveň ochrany vypočítáním účinnosti $E = 1 - N_c / N_d$ - instalujte IEPF se stupněm ochrany odpovídajícím E vypočtenému pomocí tabulky B 8 		

Tabulka B8

E Vypočtená účinnost	Příslušný stupeň ochrany	I(kA) špičkový proud	D(m) iniciační vzdálenost
$E > 0,98$	Stupeň I + přídatná opatření	-	-
$0,95 < E \leq 0,98$	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

PŘÍLOHA C

(Normativní)

DEFINOVÁNÍ BLESKOSVODU S OKAMŽITOU EMISÍ VÝBOJE (ESE)

C1 EXPERIMENTÁLNÍ PODMÍNKY

Účinnost ESE bleskosvodu je dána rozdílem mezi časem iniciace vzestupné větve vycházející z ESE bleskosvodu a časem iniciace vzestupné větve vycházející z PTS bleskosvodu.

Aby bylo možno určit rozdíl těchto časů, jsou testovány PTS i ESE bleskosvod za stejných elektrických a geometrických podmínek při laboratorních zkouškách simulujících přírodní podmínky iniciace vzestupné větve (pozitivní vzestupné větve).

C1.1 Simulace pole Země

Přirozené pole Země, které se vytváří před úderem blesku, ovlivňuje podmínky tvorby korony a existujících prostorových nábojů. Hodnoty tohoto přirozeného pole se pohybují mezi 10 kV/mm až 25 kV/mm a v tomto rozmezí by měly být simulovány.

C1.2 Simulace impulsního pole

Pro co nejvěrnější reprodukci přirozených podmínek je pole Země simulováno signálem tvaru vlny, jejíž doba náběhu se pohybuje od 100 μ s do 1000 μ s. směrnice vlny v oblasti iniciace vzestupné větve má být mezi 2.10⁸ a 2.10⁹V/m/s.

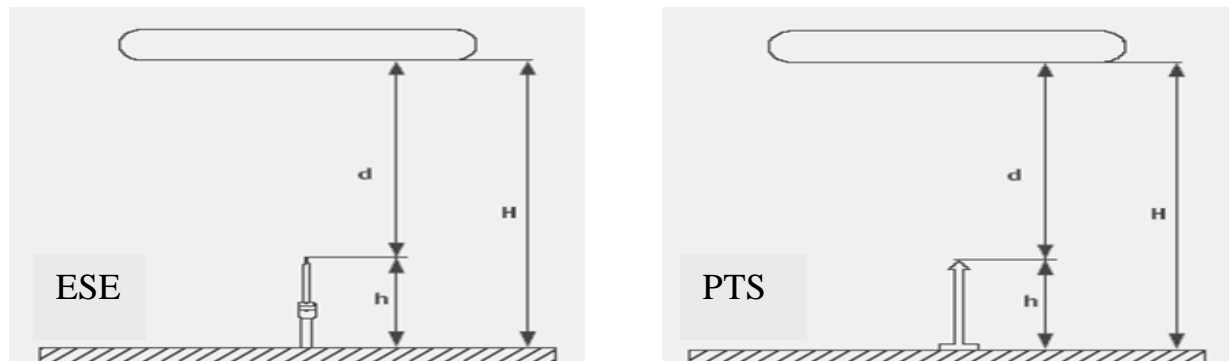
C2 EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

C2.1 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 1m ($d \geq 1$ m). porovnávané objekty je nutno umístit do stejného elektrického prostředí, které není závislé na jejich poloze: mají se testovat jeden po druhém, vycentrované na zemi pod deskou a jejich výška má být stejná.

C2.2 Rozměry experimentálního zařízení

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



Obrázek C1

C3 PARAMETRY, KTERÉ JE TŘEBA TESTOVAT – OPATŘENÍ KTERÁ JE NUTNO PŘIJMOUT

C3.1 Elektrické parametry

- aplikované 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 =1.

C3.2 Geometrické podmínky

Vzdálenost d musí být shodná v obou konfiguracích: nutno kontrolovat před každou zkouškou.

C3.3 Klimatické parametry

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

C3.4 Počet zásahů bleskem pro jednotlivé konfigurace

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

C3.5 Předstihový čas iniciace

Kritériem pro stanovení účinnosti ESE bleskosvodu je jeho schopnost iniciovat vzestupnou větev dříve než PTS bleskosvod za stejných podmínek (časový předstih). Průměrný čas iniciace vzestupné větve T se měří pro každý aplikovaný úder blesku na PTS bleskosvodu a pak na ESE bleskosvodu.

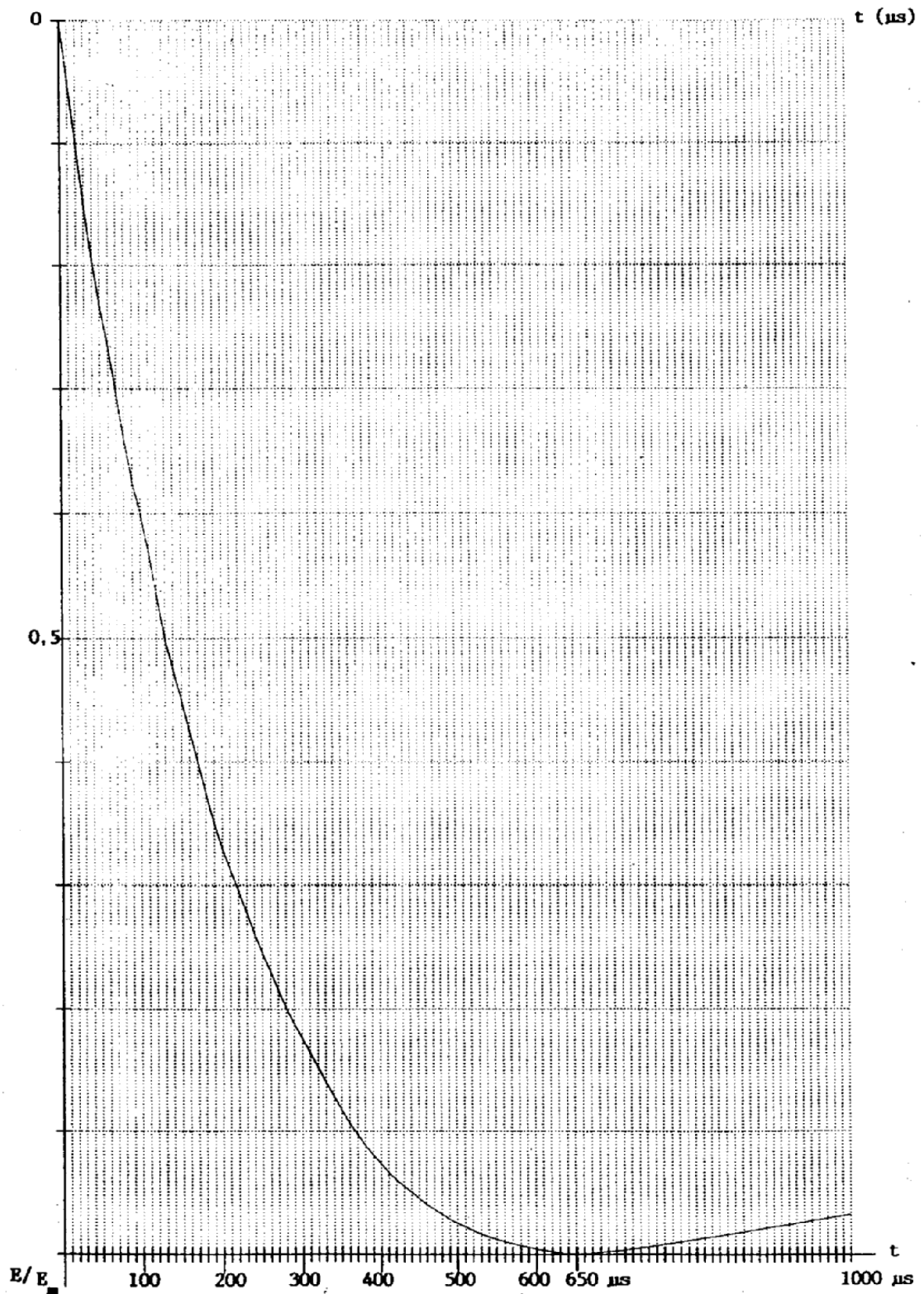
C4 ÚČINNOST ESE BLESKOSVODU**C4.1 Experimentální určení průměrných iniciačních časů**

Čas iniciace vzestupné větve měřený během aplikovaných šoků na PTS bleskosvod a ESE bleskosvod se použije pro výpočet průměrných dob iniciace T'_{PTS} a T'_{ESE} .

C4.2 Referenční signál tvaru vlny

Referenční vlna je definována dobou náběhu T_M $650\mu s$ a tvarem uvedeným v grafu na obrázku C2.

Tvar referenční křivky:

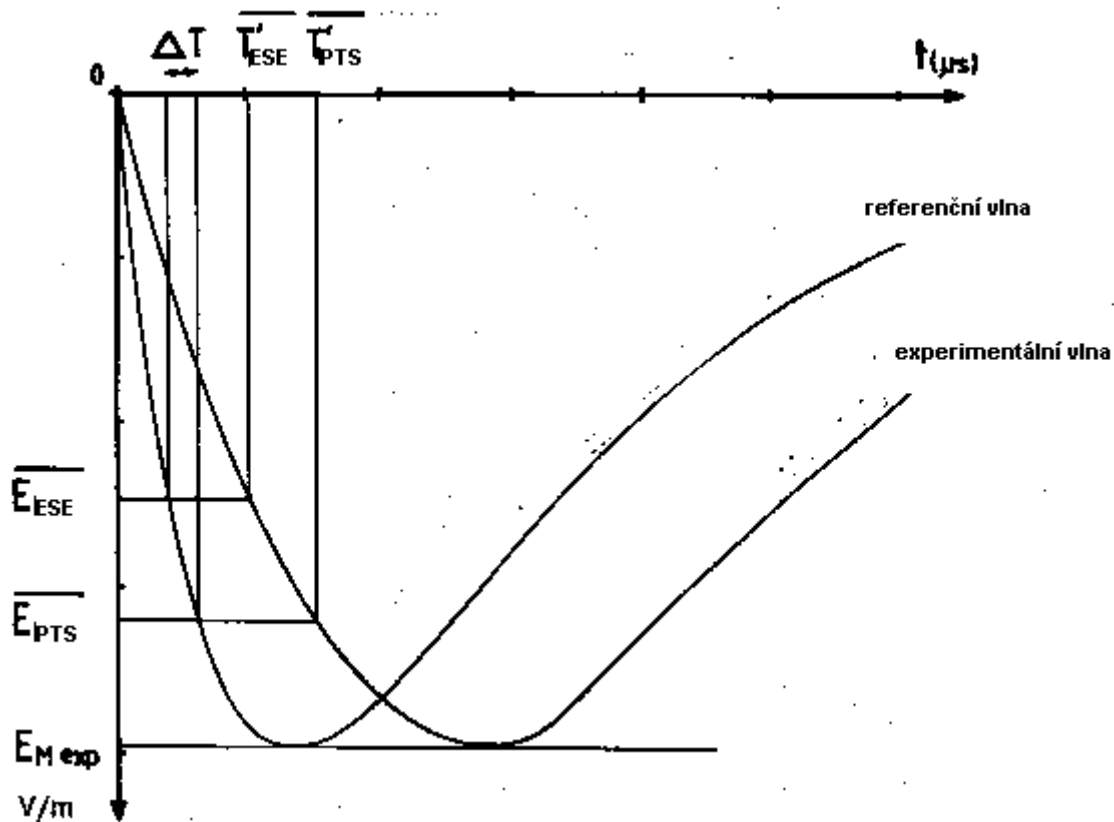


Obrázek C2

C4.3 Určení iniciačního předstihu ESE 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 spuštěná z T'_{ESE} a T'_{PTS} pomocí experimentální vlny dávají hodnoty pole E . Iniciační časy jsou určeny pomocí referenční vlny PTS a ESE, $\Delta T(\mu\text{s}) = T'_{\text{PTS}} - T'_{\text{ESE}}$.



Obrázek C3

POZNÁMKA: Uvedenou metodu je možno použít pro určení hodnoty ΔT v laboratorních podmínkách. Při aplikaci polí iniciace vzestupné větve závislých pouze na výšce sběrače h je možné určit hodnotu ΔT , která nezávisí na d . Takováto transpozice odpovídá použití modelu spojitého startovacího prahového pole větve, který vyvinuli Rizk a Berger.

PŘÍLOHA D

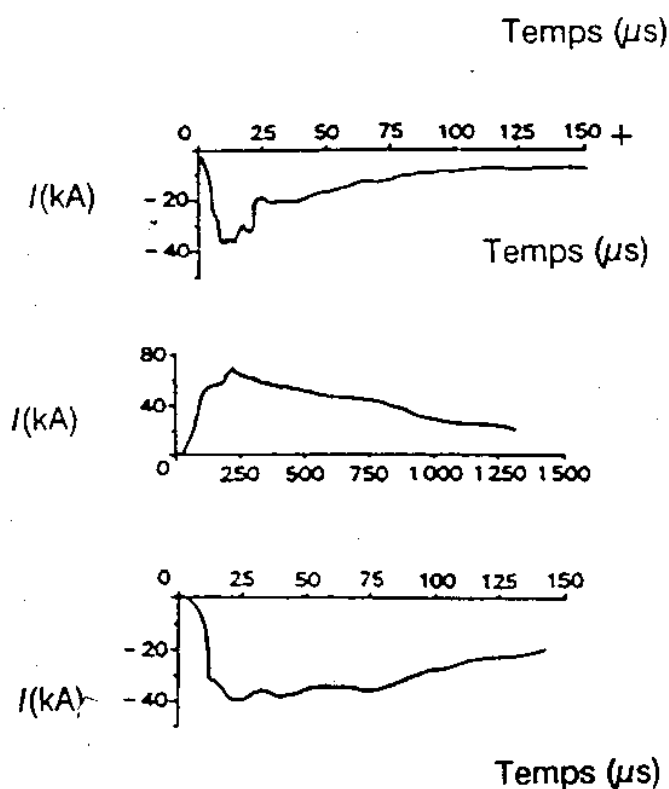
(Informativní)

PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ BLESK A JEHO PRŮVODNÍ JEVY

D1 PARAMETRY CHARAKTERIZUJÍCÍ BLESK

D1.1 Impulsní složky výbojů úderu blesku

Obrázek D1 zobrazuje několik vlnových průběhů bleskového proudu. Tyto bleskové proudy byly zaznamenány výzkumnou stanicí San Salvatore Mount ve Švýcarsku. Tabulky D3 až D14 ukazují rozdělení kumulované frekvence charakteru blesku.



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

Obrázek D1 - Příklady bleskových proudů

D1.2 Charakterizace parametrů blesku

Pro popis impulsu blesku (nebo impulsů v případě záporného blesku) se používá řada parametrů, zejména: amplituda proudu, doba náběhu, doba doznívání, náboj a specifická energie.

Tyto parametry charakterizují reálný vlnový průběh úderu blesku a jsou měřeny pro distribuční statistiky. Amplitudu, dobu doznívání a dobu náběhu je možné definovat v laboratoři. Náboj odpovídá $\int i dt$ a specifická energie $\int i^2 dt$. Důležitost těchto parametrů je vysvětlena níže.

Strmost (strmost náběhu proudu v kA/μs) může být také užitečný údaj pro charakterizaci impulsu, souvisí s 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.

D2 TEPELNÉ ÚČINKY BLESKU

Parametry zmíněné výše nemají na různé typy zařízení stejné účinky (nepůsobí stejné poškození).

Znalost amplitudy proudu je vhodná u problémů s napěťovými rázy a problémů mechanického poškození způsobeného bleskem.

Doba náběhu se aplikuje v případě problémů s napěťovými rázy.

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

- specifickou energií $\int i^2 dt$ (amplituda a doba dozívání), bereme-li v úvahu rozměry komponentů systému (spojky, vodiče, atd.)
- nábojem $\int i dt$ (amplituda a doba dozívání) v případě charakterizace ochranných zařízení proti rázům připojených k ochranným systémům proti blesku (ESE bleskosvod + zemnicí systém) nebo v případě charakterizace možnosti tavení kovů v místě zásahu bleskem.

D2.1 Tepelné účinky související s velikostí náboje Q

Tepelné účinky jsou pozorovány na systémech ochrany proti bleskům zejména pokud sběrače mají ostré hroty, na kterých může být pozorována tavenina až několik mm. U plochých povrchů (plechů) bylo dokonce pozorováno tavení, které může vyústit v úplné proděravění.

Výjimečný blesk (300°C) má schopnost proděravět plech tloušťky 2-3 mm.

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

Výboje s malou intenzitou a dlouhým trváním mohou snadno zapříčinit vznícení. Protože výboje blesku jsou většinou provázeny proudem, údery blesku jsou málokdy studené. Dokonce i suché dřevo může být zapáleno takovýmto druhem blesku s dlouhotrvajícími proudy.

Špatné kontakty jsou zvláště nebezpečná místa na cestě bleskového proudu. Hodnoty odporu kontaktů už několik tisíců Ohmů mohou generovat dostatečné teplo k roztavení pozoruhodného množství kovu a ke tvorbě jisker. Pokud se v blízkosti takovýchto špatných kontaktů vyskytuje snadno hořlavý materiál, může dojít ke vznícení. Tento druh jiskření je zvláště nebezpečný v budovách s nebezpečím výbuchu a v závodech na výrobu výbušnin.

D2.2 Tepelné účinky související s integrálem proudu $\int i^2 dt$

Vstoupí-li bleskový proud do kovového vodiče, kterým 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 není vhodné považovat za hodnotu R . bleskové proudy jsou krátké rázové vlny vytvářející „skinefekt“ podobně jako v případě vysokofrekvenčních proudů, tzn. že tok proudu je omezen na povrchovou vrstvu tenkého vodiče tlustou několik desetin mm, zatímco jednosměrný proud se týká celé plochy průřezu.

Zahřívání, navzdory „skinefektu“, nemusí mít viditelné následky, pokud je tloušťka vodiče dostatečně velká. Nárůst teploty až k bodu tavení hrozí jen ve vodičích s malou tloušťkou nebo vysokým měrným odporem. Efekt tavení je často pozorován např. v anténních kabelech a drátech. U drátů větší tloušťky, s průměrem několik mm (např. ostatní dráty), jsou případy roztavení vzácné. V případě svodových vodičů s parametry doporučenými touto normou nebylo nikdy zaznamenáno roztavení.

Tok proudu ve špatných vodičích uvolňuje velké množství energie ve formě tepla, což je důvodem toho, proč se voda přítomná ve dřevě, betonu a podobných materiálech zahřeje a odpaří. Celý jev trvá velmi krátkou dobu a vede ke zvýšení tlaku a zasažený strom, dřevěný stožár, trám či stěna praská. Nebezpečí exploze hrozí v případech, kde je soustředěna vlhkost (štěrbiny, nádoby plné tekutin) nebo se významně zvýšila hustota proudu, např. v místech přestupu 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).

D2.3 Elektrodynamicke účinky

Pokud části cesty bleskového proudu jsou umístěny vůči sobě tak, že jedna z nich leží v magnetickém poli generovaném druhou, může nastat významné mechanické zatížení. Nárůst zátěže je pak nepřímo úměrný vzdálenosti mezi těmito částmi. K významně narůstajícím zátěžím jsou náchylné zejména malé obvody. V případě kruhového obvodu o průměru 10 cm vytvořeného z drátu průměru 8mm velmi silný bleskový proud 100kVA bude mít sílu 1200N na každý cm obvodu. V případě průměru obvodu 2m je síla 140N. V důsledku spolupůsobení proudu blesku ve vodiči a magnetického pole Země je reálné pouze mechanické působení silou 10N na metr vodiče, což je zanedbatelné.

Kromě odpudivých sil, které ve vzácných případech mohou působit deformace vodiče, existují i silné přitažlivé síly mezi vzájemně blízkými paralelními cestami proudu blesku. Takto mohou být zničeny tenké rourkové antény a paralelní vodiče.

D2.4 Rozdíly potenciálů a elektrické oblouky

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

D2.4.1 Vzestup potenciálu zemnění

V důsledku odporu zemnění R plynoucího z měrného odporu půdy se vytváří rozdíl potenciálů mezi svodem a okolím při průtoku proudu. Celkový vzestup potenciálu oproti zemi (nulový potenciál) je vyjádřen Ohmovým zákonem:

$$U=RI$$

Proud 100kA protékající 5ti Ohmovým zemnicím systémem způsobí vzestup potenciálu systému vedoucího bleskový proud 500kV vůči zemi.

Tento vzestup potenciálu je v zemi rozložen v závislosti na typu zemnicího systému a charakteru půdy.

Všechny vodivé části stavby, které jsou spojeny se zemí (vytápěcí systémy, potrubí, elektrické systémy, armování kabelů) jsou náchylné k vzestupu potenciálu, nejsou-li vzájemně spojeny. Jediný způsob, jakým je možné zabránit proražení izolace, je zabezpečení elektrického připojení pomocí svodů k nezávisle uzemněným částem. Takto se stanou součástí systému ochrany proti bleskům a mohou proto vést část bleskového proudu v souladu se zákony o smyčkových obvodech.

Protože není možné vodivě připojit vnitřní elektrické vedení, norma doporučuje instalaci ochranných zařízení proti napětovým rázům (bleskojistky, varitory či jiskřiště). Tyto zařízení musí být dimenzována tak, aby snesla významné podíly blesku, který zasáhl systém ochrany (od několika % až do cca 50% v nejhorším případě).

POZNÁMKA: Kromě měřeného odporu jednosměrného proudu v zemnicím systému by měla být brána v úvahu i impedance systému zemnění.

D2.4.2 *Indukční jev*

Kratší vzdálenost mezi svodem a kovovými konstrukcemi budovy.

Uzemněný svod vytváří s různými kovovými konstrukcemi budovy (vodovodní potrubí, systém centrálního vytápění, elektrické silnoproudé vedení, atd.) otevřené smyčky. Tyto smyčky jsou náchylné k indukčnímu jevu a mezi jejich otevřenými konci se vytvářejí elektromotorické síly. Tato norma uvažuje i tento jev ve článku 3.

Následující tabulky D2 až D14 jsou vyňaty z CEI 1024-1-1: 1993, část 1, článek 1, směrnice A, „Volba stupňů ochrany pro systém ochrany proti bleskům“

Základní hodnoty parametrů bleskového proudu

Rozdělení úhrnné frekvence

Tabulka D2 – špičkový proud (kA) (min 2kA)

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 D3 – 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 D4 – 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 D5 – délka trvání fronty (ms)

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 D6 - délka trvání fronty (ms)

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 D7 - délka trvání fronty (ms)

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

Tabulka D8 – délka trvání úderu (ms)

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 D9 – specifická energie (J/W)

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

Tabulka D10 – rychlost vzestupu (kA/ms)

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 D11 - rychlost vzestupu (kA/ms)

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 D12 - rychlost vzestupu (kA/ms)

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

Tabulka D13 – celková délka trvání záblesku (ms)

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

Tabulka D14 – časové intervaly mezi údery (ms)

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

PŘÍLOHA E

(Informativní)

OCHRANA OSOB PŘED ELEKTRICKÝMI ŠOKY ZPŮSOBENÝMI BLESKEM

E1 OBECNĚ

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

- a) prudkého nárůstu potenciálu prvků připojených ke vnějším vedením, jak např. silnoproudá vedení, telefonní linky, kabely vnějších TV antén.
- b) Kovových předmětů uvnitř stavby, které 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.

E2 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: běžné turistické stany nechrání
- b) pokud na blízku 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 vysokopoloženým místům nebo vysokým či osamělým stromům. Pokud se nelze vyhnout blízkosti stromů, stát za olistěným prostorem
- f) nedotýkat se ani nestát v blízkosti kovových konstrukcí, kovových plotů, atd.
- g) nenést žádný předmět, který vyčnívá nad hlavu (deštník, golfovou holi, hudební nástroj, atd.)
- h) nepoužívat či minimalizovat použití drátových telefonů
- i) nedotýkat se žádných kovových předmětů, elektrických přístrojů, okenních rámců, rádií, televizorů, atd.

E3 PRVNÍ POMOC

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

Shrnutí modifikací UTE k NFC 17-102

F1: aplikovatelnost normy na objekty s následky pro okolní prostředí: aplikace koeficientu bezpečnosti 40% na redukci ochranného poloměru R_p (výsledný $R_p = 0,6 \times R_p$).

F2: redukce předstihového času ($\bullet T$) při výpočtu poloměru ochrany (R_p): $\bullet T \leq 60 \mu s$

F3: propojení dvou ESE jako náhrada dvou svodů: v některých případech nutno instalovat dva svody ke každému z jímačů bez ohledu na propojení jímačů.

F4: metoda řízení rizika dle přílohy B normy: nahrazena novou zjednodušenou metodou dle návodu UTE C 17-108.

F5: platnost redukce ochranných poloměrů po zániku parametru C5 (na základě F4): stále platná, navíc zohledněno nebezpečí pro prostředí (koeficient $h=20$) a nebezpečí kontaminace prostředí ($h=50$)

F6: volba stupně ochrany pro rizikové objekty – stupeň ochrany 1+ a nebo 1++: specifikace přídatných opatření pro stupně ochrany 1+ a 1++

F7: ochrana objektů vyšších než 60 m: instalace přídatných jímačů na fasádu v oblasti posledních 20% výšky, minimálně 4 svody. Objekty nad 120 m – další přídatná ochrana fasády nad 120 m.

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství
systémem ESE
02-001
Prosinec 2001

17-102-F1
Prosinec 2001

Ve věci:
NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾
odstavec 2.2.3.2

Otázka:

Lze aplikovat doporučení normy NF C 17-102 na objekty, kde se vyskytly vlivem zásahu bleskem následky na prostředí?

Odpověď:

ANO.

V příloze B řízení rizika – tabulka B8 dle koeficientu C5 (následky blesku) jsou uvedena doporučení, přičemž pro:

- objekty zařazené do ochrany prostředí (ICPE vyhláška z 28/01/93 JO 26/02/93 strana 3035)
- síla (vyhláška ze dne 15/06/00 JO 19/07/00 strana 1192)
- jaderné objekty (INB vyhláška ze dne 31/12/99 JO 15/02/00 strana 2363)

je doporučeno aplikovat koeficient bezpečnosti 40% pro redukci ochranného poloměru. Taková redukce se aplikuje na objekty nacházející se v oblasti, kde koeficient C5 = 10.

Výsledný ochranný poloměr by byl 0,6 x Rp.

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UTE/CEF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE - 33, avenue du Général Leclerc – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex – Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr.

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství

systémem ESE

02-002

Prosinec 2001

17-102-F2

Prosinec 2001

Ve věci:

NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾
odstavec 1.3.12
Předstihový čas (ΔT)

Otázka:

Existuje nějaké omezení (redukce) hodnoty předstihového času (ΔT) při výpočtu poloměru ochrany (R_p)?

Odpověď:

ANO.

Při výpočtu ochranného poloměru se za ΔT dosazuje hodnota menší nebo rovna 60 μs .

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UTE/CEF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE - 33, avenue du Général Leclerc – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex – Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr.

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství
systémem ESE
1. dubna 2004

17-102-F3
Duben 2004

Ve věci:

NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾
odstavec 2.3.2
Svodovodiče – počet
svodů

Otázka:

Je propojení dvou ESE bleskosvodů náhradou druhého svodu?

Odpověď:

dle odstavce 2.3.2. – jsou v některých případech alespoň dva svody nezbytné pro každý ESE bleskosvod

Dodržení tohoto doporučení vede k realizaci alespoň dvou samostatných svodů pro každý ESE bleskosvod i v případě, jsou-li bleskosvody na střeše propojeny, jak je uvedeno v odstavci 2.2.5.1

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UTE/CEF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE - 33, avenue du Général Leclerc – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex – Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr.

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku – Ochrana objektů proti blesku
- Instalace bleskosvodu

17-102F4
Duben 2006

Duben 2006

Ve věci :
NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾

Otázka:

Je stále platná metoda řízení rizika při zásahu blesku dle přílohy B normy?

Odpověď:

NE.

V návodu UTE C 17-100-2 o kompletním řízení rizika blesku je odkazována nová zjednodušená metoda z návodu UTE C 17-108.

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE 33, avenue du Général Leclerc - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství systémem ESE	17-102F5 Září 2006
--	-----------------------

Září 2006

Ve věci :
NF C 17-102
Interpretace
17-102F1 7

Otázka:

Interpretací 17-102F1 byly redukovány poloměry ochrany o 40%. Interpretací 17-102F4 zaniká parametr C5=10. Bude i nadále platit redukce ochranných poloměrů o 40%?

Odpověď:

ANO.

Redukce je stále platná. Ale do budoucna bude navíc brán ohled na objekty typu sila a jaderné objekty (INB) a jejich ochranné prostředí (ICPE), tj. případy objektů, kde koeficient h=20 (nebezpečí pro prostředí) a h=50 (kontaminace prostředí). Koeficient h vyjadřuje rozsah poškození daného specifickým rizikem, jak je uvedeno v odstavci C návodu UTE C 17-100-2.

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE Tour Chantecoq –5, rue Chantecoq – 92808 Puteaux Cedex – Tél: 01 49 07 62 00 – Fax: 01 47 78 73 51 – E-mail: ute@ute.asso.fr – Internet: <http://www.utefr.com/>

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství
systémem ESE

17-102-F6
Červen 2007

Červen 2007

Ve věci:
NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾

Otázka:

Od zrušení přílohy normy NF C 17-102 týkající se analýzy rizika se aplikuje doporučení UTE C 17-100-2 týkající se volby stupně ochrany pro rizikové objekty – volí se stupeň ochrany 1+ a nebo 1++.

Jaká jsou přídatná opatření pro stupeň ochrany 1+ a 1++ aplikovaná pro ESE systémy?

Odpověď:

Odpovědí na tuto otázku je tabulka doplňující interpretaci F4

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE 33, avenue du Général Leclerc - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr

Přídavná opatření pro stupeň ochrany 1+ a 1++

Stupeň 1+ : obvodový drát

Stupeň 1++: redukce o 40% ze základního ochranného poloměru (pokud již nebylo aplikováno dle I'ICPE)

Kritérium záchytu			Stupeň ochrany					
	symbol	jednotka	1++	1+	I	II	III	IV
Mezní hodnota proudu fiktivní sféry	I	kA	3	3	3	5	10	16
Poloměr fiktivní sféry	r	m	20	20	20	30	45	60
Horní mez proudu		kA	200	200	200	150	100	100
Dolní mez proudu		kA						
Přídavná opatření			Pozn. 1	Pozn. 2				
Pravděpodobnost s jakou jsou parametry blesku menší než maximální hodnota					0,99	0,98	0,97	0,97
Pravděpodobnost s jakou jsou parametry blesku menší než minimální hodnota					0,99	0,97	0,91	0,84
Účinnost ochrany			99,9%	99%	98%	95%	90%	80%
<p>Pozn. 1</p> <p>1+: objekt chráněný systémem ESE</p> <p>Soustava ESE se svodem (svody) a uzemněním (uzemněními) je připojena na nepřerušené ocelové (kovové) armatury nebo na strukturu z armovaného betonu, které slouží jako náhodné svody</p> <p>Propojení ESE s náhodnými svody musí být provedeno jak na střeše, tak v zemi</p> <p>V případě, že není možno vzájemně propojit svody na střeše, vede se obvodové drát v úrovni střechy (po jejím obvodu)</p> <p>Náhodné svody musí být vzájemně propojeny v zemi buď základovým uzemněním nebo speciálním uzemněním k tomu určeném</p> <p>Při absenci náhodných nelze realizovat ochranu objektu ve stupni 1+</p> <p>Pozn. 2</p> <p>1++: platí poznámka 1 navíc s redukcí ochranného poloměru o 40%, kdy je zajištěna kompletní ochrana proti přímému úderu blesku předmětů vyskytujících se na střeše objektu</p>								

UTE

INTERPRETACE NORMY INSTITUTEM PRO NORMALIZACI – UTE (UNION TECHNIQUE DE L'ELECTRICITE ET DE LA COMMUNICATION)⁽¹⁾

Ochrana proti blesku objektů a otevřených prostranství
systémem ESE

17-102-F7
Červen 2007

Červen 2007

Ve věci:
NF C 17-102 z
července 1995⁽²⁾
Odstavec 1.1.1

Otázka:

V oblasti působnosti současných norem není výška objektu omezena.

Pro normu 17-102 je v odstavci 1.1.1 řešena ochrana objektu do výšky 60 m. Je toto omezení stále platné?

Odpověď:

NE.

Při ochraně objektů, jejichž výška přesahuje 60 m, je třeba postupovat následovně:

Výška objektu	
≤ 60 m	Lze aplikovat NF C 17-102 v původním znění
≥ 60 m	<p>Postupovat dle NF C 17-102 při realizaci ochrany proti přímému úderu blesku.</p> <p>Přídavná opatření pro ochranu proti přímému úderu blesku (přidat další ESE nebo zvolit jímací zařízení dle EN 62305-3) instalovat na každou fasádu v oblasti posledních 20% výšky</p> <p>Provedení minimálně čtyř svodů podle NF C 17-102 rozložených v rozích objektu</p> <p>Navíc, v případě objektu o výšce nad 120 m je doporučena přídavná ochrana všech bodů fasády vyskytujících se nad 120 m</p>

⁽¹⁾ Interpretace komisí pro normalizaci UF81 – Ochrana objektů proti blesku

⁽²⁾ Ochrana proti blesku – ochrana objektů a prostranství proti blesku systémem ESE, UTE 33, avenue du Général Leclerc - 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél. 01 40 93 62 00 – www.ute-fr.com – E-mail : ventes@ute.asso.fr