

# FRANCOUZSKÁ NORMA

## NF C 17-102

září 2011

klasifikační index: **C 17-102**

---

ICS: 91.120.40

Ochrana proti blesku

### **Bleskosvody s včasnou emisí výboje**

E: Protection against lightning - Early streamer emission lightning protection systems

D: Blitzschutz – Blitzableitersysteme mit Startvorrichtung

### ***Homologovaná francouzská norma***

Francouzská norma schválená rozhodnutím generálního ředitele AFNOR ze dne 17. srpna 2011 s platností od 17. září 2011.

Nahrazuje homologovanou normu NFC 17-102 z července 1995, která zůstává platná do září 2012.

### ***Analogie***


Tento dokument nemá žádnou CEI ani CENELEC analogii.

### ***Uplatnění***

Tato norma popisuje hlavní opatření pro ochranu staveb a otevřených prostranství proti přímému úderu blesku pomocí bleskosvodu s včasnou emisí výboje. Princip ochrany objektu proti blesku je založen na elektrogeometrickém modelu.

### ***Klíčová slova***

konstrukce, stavba, otevřené prostranství, ochrana proti blesku, systém ochrany, bleskosvod, instalace, projekt, svod, uzemnění, ochrana proti korozi, revize, pravidelná revize, údržba.



## PŘEDMLUVA

Neexistuje mezinárodní ani evropská norma zabývající se bleskosvody s včasnou emisí výboje.

Předložená norma ruší a nahrazuje normu NFC 17-102 z roku 1995 včetně jejího druhého vydání z roku 2009.

Tato norma odkazuje na předpisy sledující technický vývoj, které jsou důležité pro ochranu objektů (domů a nepohyblivých instalací, atd.) a otevřených prostranství (skladových ploch a otevřených prostranství pro sportovní účely) proti blesku systémem s včasnou emisí výboje.

Protože jde o náhodný přírodní jev, instalace systému ochrany proti blesku v souladu s předloženou normou nezaručuje stoprocentní ochranu staveb, osob a zařízení, ale může zásadně snížit riziko úderu blesku v chráněných objektech.

Opatření uvedená v předložené normě stanovují minimální podmínky zaručující požadovanou ochranu.

Toto nové vydání je důsledkem vydání souboru evropských norem EN 62 305 a zejména části EN 62 305-3 zabývající se způsoby ochrany staveb proti blesku.

Vzhledem k tomu, že soubor EN 62 305 se nezabývá technologií včasné emise výboje, nastala nutnost revidovat normu NF C 17-102 a redefinovat předpisy pro projektování a instalaci ochrany proti blesku systémem s včasnou emisí výboje.

Aby nenastal žádný rozpor se souborem evropských norem, předložená norma neobsahuje žádný odkaz na výše uvedený soubor norem, ale přebírá základní technickou podstatu pro návrh a instalaci ochrany proti blesku.

UTE stanovuje následující termíny:

- září 2012 – zrušení nahrazených národních norem
- září 2012 – ukončení produkce podle nahrazených norem

Předložená norma byla schválena 28. června 2011 komisí UF81 – ochrana proti blesku.

# Obsah

Obsah	1
1 Rozsah použití	5
2 Normativní a regulativní reference	5
3 Definice	6
3.1 Koordinovaná ochrana proti přepětí	6
3.2 Proudový impuls ( $I_{imp}$ )	6
3.3 Nebezpečná událost	6
3.4 Nebezpečné jiskření	6
3.5 Svod	6
3.6 Aktivní jimač (ESEAT)	6
3.7 Systém bleskosvodu s okamžitou inicializací výboje (systém ESE)	6
3.8 Zemnicí systém	6
3.9 Elektrický systém	6
3.10 Elektronický systém	6
3.11 Ekvipotenciální připojení	6
3.12 Ekvipotenciální spojovací tyč	6
3.13 Ekvivalentní sběrná oblast budovy ( $A_d$ )	6
3.14 Efektivita ESEAT ( $\Delta T$ )	7
3.15 Externí systém ESE izolovaný od chráněné budovy	7
3.16 Externí systém ESE neizolovaný od chráněné budovy	7
3.17 Porucha elektrických a elektronických systémů	7
3.18 Poruchový proud ( $I_a$ )	7
3.19 Poranění živých tvorů	7
3.20 Vzájemně propojené ocelové konstrukce	7
3.21 Interní systém	7
3.22 Izolační jiskřiště (ISG)	7
3.23 Elektromagnetický impuls způsobený bleskem (LEMP)	7
3.24 Systém ochranných opatření proti působení elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem (LPMS)	7
3.25 Hustota blesků ( $N_g$ )	7
3.26 Zásah blesku v blízkosti objektu	7
3.27 Uder blesku do objektu	7
3.28 Zásah blesku do země	8
3.29 Úroveň ochrany proti blesku (LPL)	8
3.30 Zóna ochrany proti blesku (LPZ)	8
3.31 Ztráta ( $L_x$ )	8
3.32 Přirozený komponent	8
3.33 Uzel	8
3.34 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oduření blesku do budovy ( $N_b$ )	8
3.35 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oduření blesku do elektrického vedení ( $N_L$ )	8
3.36 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oduření blesku do blízkosti elektrického vedení ( $N_I$ )	8
3.38 Chráněný objekt	8
3.39 Fyzická škoda	8
3.40 Potrubí	9
3.41 Pravděpodobnost škody ( $P_x$ )	9
3.42 Chráněná oblast	9
3.43 Ochranná opatření	9
3.44 Referenční jednoduchý jimač bleskosvodu (SRAT)	9
3.45 Jmenovité impulsní výdržné napětí ( $U_w$ )	9
3.46 Riziko ( $R$ )	9
3.47 Dílčí riziko ( $R_x$ )	9
3.48 Venkovské prostředí	9
3.49 Bezpečná vzdálenost	9
3.50 Specifický svod	9
3.51 Místo zásahu	9
3.52 Stavby s nebezpečím výbuchu	9
3.53 Ekologicky nebezpečné stavby	9
3.54 Předměstské prostředí	10
3.55 Rázový impuls	10
3.56 Zařízení pro ochranu proti rázovému impulsu (SPD)	10
3.57 Telekomunikační vedení	10
3.58 Zkušební svorka	10
3.59 Tolerovatelné riziko ( $R_T$ )	10
3.60 Tranzientní impulzní napětí atmosférického původu	10
3.61 Městské prostředí	10
3.62 Zóna stavby ( $Z_s$ )	10
4 Systém ochrany proti blesku s jimačem ESE	11
4.1 Potřeba ochrany	11
4.2 Prvky systému ochrany proti blesku	11
5 Systém ochrany proti blesku ESE	12
5.1 Návrh	12

5.2	Jímač ESE .....	12
5.2.1	Všeobecné principy .....	12
5.2.2	Efektivita ESEAT .....	12
5.2.3	Umístění ESEAT .....	12
5.2.3.1	Chráněná oblast .....	12
5.2.3.2	Ochranný poloměr .....	14
5.2.3.3	Volba a umístění ESEAT .....	14
5.2.3.4	Ochrana výškových budov (vyšších než 60 m) .....	14
5.2.3.5	Ochrana budov pro úroveň ochrany I+ a I++ .....	15
5.2.4	Materiály a rozměry .....	15
5.2.5	Instalace .....	15
5.3	Svody .....	16
5.3.1	Všeobecné principy .....	16
5.3.2	Počet svodů .....	16
5.3.3	Vedení tras .....	16
5.3.4	Vnitřní trasy .....	18
5.3.5	Obvodový plášť .....	18
5.3.6	Materiály a rozměry .....	18
5.3.7	Zkušební svorka .....	18
5.3.8	Čítač blesků .....	18
5.3.9	Přirozené komponenty .....	19
5.3.9.1	Přirozené komponenty, které mohou nahradit celý svod nebo jeho část .....	19
5.3.9.2	Přirozené komponenty, které mohou být použity jako doplněk svodu(ů) .....	19
5.4	Ekvipotenciální pospojování kovových částí .....	19
5.4.1	Všeobecně .....	19
5.5	Ekvipotenciální pospojování proti blesku .....	19
5.5.1	Všeobecně .....	19
5.5.2	Ekvipotenciální propojení pro kovové instalace .....	20
Tabulka 1	Minimální dimenze vodičů propojujících jednotlivé pospojovací tyče nebo připojujících pospojovací tyče k systému uzemnění .....	20
Tabulka 2	Minimální dimenze vodičů připojujících interní kovové instalace k pospojovací tyči .....	20
5.5.3	Ekvipotenciální pospojování proti blesku pro externí kovové části .....	21
5.5.4	Ekvipotenciální pospojování proti blesku pro interní systémy .....	21
5.5.5	Ekvipotenciální pospojování proti blesku pro vedení připojená ke chráněné stavbě .....	21
5.6	Elektrická izolace externího systému ESE .....	21
Tabulka 3	Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu $k_i$ .....	22
Tabulka 4	Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu $k_m$ .....	22
Tabulka 5	Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu $k_c$ .....	22
6	Zemnicí systémy .....	23
6.1	Všeobecně .....	23
6.2	Typy zemnicích systémů .....	23
Tabulka 6	Hodnoty měrného odporu typických zemín .....	24
6.3	Doplňková opatření .....	24
6.4	Vzájemné ekvipotencionální propojení uzemnění .....	25
6.5	Požadavky na vzdálenosti .....	25
6.6	Materiály a dimenze .....	25
7	Speciální opatření .....	26
7.1	Antény .....	26
7.2	Sklady hořlavých a explozivních materiálů .....	26
7.3	Církevní stavby .....	26
8	Realizace, revize a údržba .....	27
8.1	Soubor provedení .....	27
8.2	Postup revizí .....	27
Tabulka 7	Periodicita kontrol vzhledem k úrovni ochrany .....	27
8.3	Revizní zpráva .....	27
8.4	Výchozí revize .....	28
8.5	Vizuální kontrola .....	28
8.6	Kompletní revize .....	28
8.7	Údržba .....	28
Příloha A	(normativní) ANALÝZA RIZIK .....	29
A.1	Vysvětlení pojmů .....	29
A.1.1	Škoda a ztráta .....	29
A.1.1.1	Zdroje škod .....	29
A.1.1.2	Typy škod .....	29
A.1.1.3	Typy ztrát .....	29
Tabulka A.1	Zdroje škod, typy škod, typy ztrát podle místa zásahu .....	30
A.1.2	Riziko a složky rizika .....	30
A.1.2.1	Riziko .....	30
A.1.2.2	Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu stavby bleskem .....	31
A.1.2.3	Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku v blízkosti stavby .....	31
A.1.2.4	Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku do vedení připojeného ke stavbě .....	31
A.1.2.5	Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku do blízkosti vedení připojeného ke stavbě .....	31
A.1.3	Skladba složek rizika vztažených ke stavbě .....	32
Tabulka A.2	Složky rizika uvažované pro každý typ ztráty v budově .....	32



A.2	Řízení rizika .....	33
A.2.1	Základní procedura .....	33
A.2.2	Stavby uvažované pro posouzení rizika .....	33
A.2.3	Tolerovatelné riziko $R_T$ .....	33
Tabulka A.3	Typické hodnoty tolerovatelného rizika $R_T$ .....	33
A.2.4	Specifická procedura vyhodnocení nutnosti ochrany .....	33
A.2.5	Procedura vyhodnocení efektivnosti nákladů na ochranu .....	34
A.2.6	Volba ochranných opatření .....	34
A.3	Posouzení složek rizika pro stavbu .....	36
A.3.1	Základní rovnice .....	36
A.3.2	Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku do stavby (S1) .....	36
A.3.3	Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku v blízkosti stavby (S2) .....	36
A.3.4	Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku do vedení připojeného ke stavbě (S3) .....	36
A.3.5	Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku v blízkosti vedení připojeného ke stavbě (S4) .....	37
A.3.6	Shrnutí složek rizika ve stavbě .....	37
Tabulka A.4	Složky rizika pro stavbu podle různých typů škod způsobených různými zdroji .....	37
A.3.7	Rozdělení stavby do zón $Z_S$ .....	38
A.3.8	Posouzení složek rizika ve stavbě se zónami $Z_S$ .....	38
A.3.8.1	Rizika $R_1$ , $R_2$ , $R_3$ a $R_4$ .....	38
A.3.8.1.1	<i>Stavba s jedinou zónou</i> .....	38
A.3.8.1.2	<i>Stavba s několika zónami</i> .....	39
A.4	Posouzení ročního počtu nebezpečných událostí $N$ .....	40
A.4.1	Všeobecně .....	40
A.4.2	Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem stavby $N_D$ a zásahu stavby $N_{D_a}$ připojené na konec "a" vedení .....	40
A.4.2.1	Stanovení sběrné oblasti $A_D$ .....	40
A.4.2.1.1	<i>Pravouhlá stavba</i> .....	41
A.4.2.1.2	<i>Stavba se složitým tvarem</i> .....	42
A.4.2.1.3	<i>Stavba (konstrukce) jako součást budovy</i> .....	43
A.4.2.2	Relativní poloha stavby .....	43
Tabulka A.5	Koeficient polohy $C_a$ .....	43
A.4.2.3	Počet nebezpečných událostí pro stavbu $N_D$ ("b" konec vedení) .....	44
A.4.2.4	Počet nebezpečných událostí pro sousedící stavbu $N_{D_a}$ ("a" konec vedení) .....	44
A.4.3	Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem v blízkosti stavby $N_M$ .....	44
A.4.4	Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem do vedení $N_L$ .....	44
Tabulka A.6	Sběrné oblasti $A_I$ a $A_i$ v závislosti na charakteristikách vedení .....	45
Tabulka A.7	Koeficient transformátoru $C_t$ .....	45
A.4.4	Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem do blízkosti vedení $N_I$ .....	45
Tabulka A.8	Koeficient prostředí $C_i$ .....	45
A.5	Posouzení pravděpodobnosti $P_X$ škody na stavbě .....	46
A.5.1	Pravděpodobnost $P_A$ , že zásah blesku způsobí zranění lidí nebo zvířat .....	46
Tabulka A.9	Hodnoty pravděpodobnosti $P_A$ , že zásah blesku způsobí zranění lidí nebo zvířat v důsledku dotykového nebo krokového napětí .....	46
A.5.2	Pravděpodobnost $P_B$ , že zásah blesku způsobí fyzickou škodu .....	46
Tabulka A.10	Hodnoty pravděpodobnosti $P_B$ v závislosti na ochranných opatřeních ke snížení fyzické škody .....	47
A.5.2	Pravděpodobnost $P_C$ , že zásah blesku do stavby způsobí selhání interních systémů .....	47
Tabulka A.11	Hodnota pravděpodobnosti $P_{SPD}$ jako funkce LPL, pro kterou jsou SPD navrženy .....	47
A.5.4	Pravděpodobnost $P_M$ , že zásah blesku do blízkosti stavby způsobí selhání interních systémů .....	47
Tabulka A.12	Hodnota pravděpodobnosti $P_{MS}$ jako funkce koeficientu $K_{MS}$ .....	48
Table A.13	Hodnota koeficientu $K_{S3}$ v závislosti na vnitřní kabeláži .....	48
A.5.5	Pravděpodobnost $P_U$ , že zásah blesku do vedení způsobí poranění lidí nebo zvířat .....	49
Tabulka A.14	Hodnoty pravděpodobnosti $P_{LD}$ v závislosti odporu $R_S$ stínění kabelu a impulsního výdržného napětí $U_w$ zařízení .....	49
A.5.6	Pravděpodobnost $P_V$ , že zásah blesku do vedení způsobí fyzickou škodu .....	49
A.5.7	Pravděpodobnost $P_W$ , že zásah blesku do vedení způsobí selhání interních systémů .....	50
A.5.5	Pravděpodobnost $P_Z$ , že zásah blesku v blízkosti vedení způsobí selhání interních systémů .....	50
Tabulka A.15	Hodnoty pravděpodobnosti $P_{LI}$ v závislosti odporu $R_S$ stínění kabelu a impulsního výdržného napětí $U_w$ zařízení .....	50
A.6	Posouzení rozsahu ztráty $L_X$ škody na stavbě .....	50
A.6.1	Průměrná relativní roční velikosti ztráty .....	50
A.6.2	Ztráty na lidských životech .....	51
Tabulka A.15	Typické průměrné hodnoty $L_t$ , $L_f$ a $L_o$ .....	51
Tabulka A.17	Hodnoty snižujících koeficientů $r_a$ a $r_u$ jako funkce typu povrchu zeminy nebo podlahy .....	52
Tabulka A.18	Hodnoty snižujícího koeficientu $r_p$ jako funkce opatření podniknutých ke snížení následků požáru .....	52
Tabulka A.19	Hodnoty snižujícího koeficientu $r_f$ jako funkce rizika požáru stavby .....	52
Tabulka A.20	Hodnoty koeficientu $h_z$ zvyšujícího relativní velikosti ztráty za přítomnosti speciálních nebezpečí .....	53
A.6.3	Nepřijatelná ztráta veřejných služeb .....	53
Tabulka A.21	Typické průměrné hodnoty $L_f$ a $L_o$ .....	53
A.6.4	Ztráta na nenahraditelném kulturním dědictví .....	53
A.6.5	Ekonomická ztráta .....	54
Tabulka A.22	Typické průměrné hodnoty $L_t$ , $L_f$ a $L_o$ .....	54
Příloha A	Ng mapy .....	55
Příloha C	(normativní) AKTIVNÍ JÍMAČ – ZKUŠEBNÍ PROCEDURY A POŽADAVKY .....	56
C.1	Provozní podmínky .....	56
C.1.1	Normální podmínky .....	56
C.1.2	Abnormální podmínky .....	56

C.2	Požadavky.....	56
C.2.1	Všeobecné požadavky.....	56
C.2.1.1	Identifikace a dokumentace.....	56
C.2.1.2	Značení.....	56
C.2.2	Požadavky na okamžitou inicializaci výboje.....	56
C.2.3	Elektrické požadavky.....	56
C.2.4	Mechanické požadavky.....	56
Tabulka C.1	Materiál, uspořádání, minimální plocha místo zásahu.....	57
C.2.5	Ekologické požadavky.....	57
C.2.5.1	Environmentální požadavky.....	57
C.2.6	Elektromagnetická kompatibilita.....	57
C.2.6.1	Elektromagnetická odolnost.....	57
C.2.6.2	Elektromagnetické emise.....	57
C.3	Typová zkouška.....	58
C.3.1	Všeobecná zkouška.....	59
C.3.1.1	Dokumentační informace a identifikace.....	59
C.3.1.2	Značení.....	59
C.3.2	Mechanické zkoušky.....	59
C.3.3	Environmentální zkoušky.....	59
C.3.3.1	Zkouška slanou mlhou.....	59
C.3.3.2	Zkouška ve vlhkém šířičitém prostředí.....	59
C.3.4	Zkouška odolnosti proti proudu.....	59
Tabulka C.2	Hodnota proudu $I_{imp}$ .....	60
C.3.5	Zkoušky ESE.....	60
C.3.5.1	Experimentální sestava.....	60
C.3.5.1.1	<i>Charakterizace referenčního jmače bleskosvodu s jednou tyčí</i> .....	60
C.3.5.1.2	<i>Rozměry zkušební sestavy</i> .....	61
C.3.5.2	Podmínky zkoušky.....	61
C.3.5.2.1	<i>Simulace křivky</i> .....	61
C.3.5.2.2	<i>Simulace impulsního pole</i> .....	61
C.3.5.2.3	<i>Kontrolovaná množství – prováděná měření</i> .....	62
C.3.5.2.3.1	<i>Elektrické parametry</i> .....	62
Tabulka C.3	– Odchytky klimatických parametrů během zkoušek.....	62
C.3.5.2.4	<i>Určení ESE (okamžitě inicializace výboje) ESEAT</i> .....	63
C.3.5.2.5	<i>Ověření účinku ESEAT</i> .....	64
C.4	Struktura a obsah zkušební zprávy.....	65
C.5	Ošetřování a údržba ESEAT.....	66
Příloha D	(normativní) OCHRANA OSOB PROTI ELEKTRICKÉMU ÚRAZU ZPŮSOBENÉMU BLESKEM.....	67
D.1	Ochranná opatření proti poranění lidí a zvířat v důsledku dotkových a krokových napětí.....	67
D.1.1	Ochranná opatření proti dotkovým napětím.....	67
D.1.2	Ochranná opatření proti krokovým napětím.....	67
Příloha E	(informativní) PŘÍKLADY HODNOT KOEFICIENTU $k_c$ .....	68
BIBLIOGRAFIE.....		71



# Ochrana proti blesku pomocí systému bleskosvodu s okamžitou inicializací výboje (ESE)

## 1 Rozsah použití

Tato norma je použitelná pro ochranu proti přímému zásahu blesku pomocí bleskosvodu s okamžitou inicializací výboje (systém ESE) pro běžné stavby a otevřené plochy. Systém ESE musí být zkoušen, vybrán a instalován podle této normy.

## 2 Normativní a regulativní reference

Následující normy obsahují ustanovení, na která se odvolává tato norma a která jsou tedy nutná. Co se týče datovaných referencí, použije se pouze příslušná zmiňovaná verze. Co se týče nedatovaných verzí, použije se poslední vydání příslušné reference (zahrnující možné dodatky).

IEC 60060-1	High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
CLC/TS 61643-12	Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems - Selection and application principles
EN 50164-1	<i>Lightning protection system components - Requirements for connection components</i>
EN 50164-2	<i>Lightning protection system components - Requirements for conductors and earth electrodes</i>
EN 50164-3	<i>Lightning protection system components - Requirements for isolating spark gaps</i>
EN 50164-6	<i>Lightning protection system components - Requirements for lightning strike counters (LSC)</i>
EN 50164-7	<i>Lightning protection system components - Requirements for earthing enhancing compounds</i>
EN 60068-2-52	Environmental testing - Part 2: Tests - Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)
EN 60079-10	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres
EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
EN 61000-6-3	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
EN 61180-1	High-voltage test techniques for low-voltage equipment -- Part 1: Definitions, test and procedure requirements
EN 61241-10	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 10: Classification of areas where combustible dust are or may be present
EN 61643-11	<i>Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and tests</i>
EN ISO 6988	Metallic and other non-organic coatings - Sulfur dioxide test with general condensation of (A 05-106) moisture
UTE C 15-443	Guide pratique – Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres. Choix et installation des parafoudres
UTE C 15-712-1	Guide Pratique – Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution – Installation électrique à basse tension
ITU K.46	Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against direct lightning - Recommendations lightning-induced surges
ITU K.47	Protection of telecommunication lines using metallic conductors against direct lightning discharges
Directive RTTE 1999/5/CE	Concernant es équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité.

## 3 Definice

### 3.1 Koordinovaná ochrana proti přepětí

Sada zařízení ochrany proti přepětí řádně zvolených, koordinovaných a správně instalovaných pro redukci poškození elektrických a elektronických systémů.

### 3.2 Proudový impuls ( $I_{imp}$ )

Špičková hodnota ( $I_{peak}$ ) definovaná nábojem  $Q$  a specifickou energií  $W/R$ .

### 3.3 Nebezpečná událost

Zásah blesku do chráněného objektu nebo do jeho blízkosti.

### 3.4 Nebezpečné jiskření

Elektrický výboj v důsledku blesku, který vyvolá fyzické škody uvnitř chráněné budovy.

### 3.5 Svod

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

### 3.6 Aktivní jímač (ESEAT)

Jímač bleskosvodu, který generuje výboj dříve než jednoduchá tyč jímače bleskosvodu při porovnání za stejných podmínek.

#### POZNÁMKA

Jímač bleskosvodu s okamžitou inicializací je tvořen místem zásahu, inicializačním zařízením, upevňovacím prvkem a připojením na svody.

### 3.7 Systém bleskosvodu s okamžitou inicializací výboje (systém ESE)

Kompletní systém obsahující jeden nebo několik aktivních jímačů ESEAT a veškeré prvky pro bezpečné svedení blesku do země s cílem zajistit ochranu budov, zařízení nebo otevřeného prostranství proti přímému zásahu blesku.

#### POZNÁMKA

Obsahuje interní i externí systém ochrany proti blesku.

### 3.8 Zemní systém

Součást externího systému ESE, určený pro svedení a rozptýlení proudu blesku do země.

### 3.9 Elektrický systém

Systém obsahující nízkonapěťové napájecí zdroje a vedení.

### 3.10 Elektronický systém

Systém obsahující citlivé elektronické komponenty jako například komunikační zařízení, počítače, systémy řízení a přístrojového vybavení, rádiové systémy, výkonová elektronická zařízení.

### 3.11 Ekvipotenciální připojení

Připojení separátních vodivých částí zařízení (viz 5.5) k systému ESE, provedené pomocí přímého připojení nebo pomocí SPD, pro snížení rozdílů potenciálů způsobených proudem blesku.

### 3.12 Ekvipotenciální spojovací tyč

Kolektor použitý ke spojení přirozených komponentů, vodičů nulového potenciálu, vodičů zemnění, stínění a vodičů chránících elektrické komunikační kabely nebo jiných vodičů se systémem ochrany proti blesku.

### 3.13 Ekvivalentní sběrná oblast budovy ( $A_d$ )

Plocha země vystavená stejnému počtu zásahů blesku jako uvažovaná budova.



### 3.14 Efektivita ESEAT ( $\Delta T$ )

Rozdíl (vyjádřený v  $\mu s$ ) mezi dobou inicializace ESEAT a SRAT naměřený laboratorně za podmínek definovaných touto normou.

### 3.15 Externí systém ESE izolovaný od chráněné budovy

Systém ochrany proti blesku se systémem jímače bleskosvodu systémem svodu **umístěným tak, že** trasa proudu blesku není v kontaktu s chráněnou budovou.

#### POZNÁMKA

V izolovaném systému ochrany proti blesku je nebezpečné jiskření mezi systémem ochrany proti blesku a budovou vyloučeno.

### 3.16 Externí systém ESE neizolovaný od chráněné budovy

Systém ochrany proti blesku se systémem jímače bleskosvodu systémem svodu **umístěným tak, že** trasa proudu blesku může být v kontaktu s chráněnou budovou.

### 3.17 Porucha elektrických a elektronických systémů

Permanentní poškození elektrických a elektronických systémů v důsledku elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem.

### 3.18 Poruchový proud ( $I_a$ )

Minimální špičková hodnota proudu blesku, která způsobí poškození.

### 3.19 Poranění živých tvorů

Poranění – včetně usmrcení – osob nebo zvířat v důsledku dotykových nebo krokových napětí způsobených bleskem.

### 3.20 Vzájemně propojené ocelové konstrukce

Ocelový výztuž v betonové konstrukci, která je považována za elektricky propojenou.

### 3.21 Interní systém

Elektrické a elektronické systémy v budově.

### 3.22 Izolační jiskřiště (ISG)

Komponent s výbojovou vzdáleností pro izolování elektricky vodivých zařízení

#### POZNÁMKA

V případě zásahu blesku jsou v důsledku výboje části zařízení dočasně vodivě spojeny.

### 3.23 Elektromagnetický impuls způsobený bleskem (LEMP)

Elektromagnetické účinky proudu blesku.

#### POZNÁMKA

Zahrnuje vedený rázové impulsy a rovněž účinky vyzařených impulsů elektromagnetického pole.

### 3.24 Systém ochranných opatření proti působení elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem (LPMS)

Kompletní systém ochranných opatření pro interní systémy proti působení elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem.

### 3.25 Hustota blesků ( $N_g$ )

Počet blesků na  $km^2$  za jeden rok. Tato hodnota je k dispozici jako počet zásahů blesku do země podle sítě detekce blesků v dané lokalitě.

### 3.26 Zásah blesku v blízkosti objektu

Zásah blesku v blízkosti chráněného objektu, který může způsobit nebezpečná přepětí.

### 3.27 Uder blesku do objektu

Zásah blesku do chráněného objektu.

### 3.28 Zásah blesku do země

Atmosférický elektrický výboj mezi mrakem a zemí, složený z jednoho nebo několika elektrických oblouků.

### 3.29 Úroveň ochrany proti blesku (LPL)

Číslo vztažené ke skupině parametrů hodnot proudu blesku relevantních k pravděpodobnosti, že u přirozeně vzniklých blesků nebudou překročeny související minimální/maximální návrhové hodnoty.

#### POZNÁMKA

Úroveň ochrany proti blesku se používá pro návrh ochranných opatření podle relevantní příslušné skupiny parametrů proudu blesku.

### 3.30 Zóna ochrany proti blesku (LPZ)

Zóny, ve které je definováno elektromagnetické prostředí blesku.

#### POZNÁMKA

Hranice zóny ochrany proti blesku nemusí nutně být fyzické (například stěny, podlahy a stropy).

### 3.31 Ztráta ( $L_x$ )

Znamená míru ztrát (lidských a materiálních) vyplývajících ze specifického typu škod v důsledku nebezpečné události, vztažené k hodnotě (lidské a materiální) chráněného objektu.

### 3.32 Přirozený komponent

Vodivý prvek umístěný z vnější strany stavby, zapuštěný ve stěnách nebo umístěný uvnitř stavby, který může být použit jako náhrada svodu systému ESE.

#### POZNÁMKA

Pro ochranu pomocí ESEAT mohou být přirozené komponenty použity jako doplněk, nesmí však představovat jediný svod (s výjimkou celokovových staveb).

### 3.33 Uzel

Bod elektrického vedení, ve kterém lze předpokládat zanedbání proudového impulsu.

#### POZNÁMKA

Příklady uzlů jsou přípojky VN/NN transformátorů, multiplexery na komunikačních linkách, nebo SPD instalované společně s vedením.

### 3.34 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oderu blesku do budovy ( $N_D$ )

Očekávaný roční průměrný počet nebezpečných událostí v důsledku zásahu blesku do budovy.

### 3.35 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oderu blesku do elektrického vedení ( $N_L$ )

Očekávaný roční průměrný počet nebezpečných událostí v důsledku zásahu blesku do elektrického vedení.

### 3.36 Četnost nebezpečných událostí v důsledku oderu blesku do blízkosti elektrického vedení ( $N_I$ )

Očekávaný roční průměrný počet nebezpečných událostí v důsledku zásahu blesku do blízkosti elektrického vedení.

### 3.38 Chráněný objekt

Budova nebo elektrické vedení chráněné proti účinkům zásahu blesku.

#### POZNÁMKA

Chráněná budova může být součástí větší budovy.

### 3.39 Fyzická škoda

Poškození stavby (nebo jejího obsahu) nebo vedení v důsledku mechanického, tepelného, chemického nebo explozivního působení blesku.

- 3.40 Potrubí**  
Potrubí určené k přepravě kapalin do/ven z budovy (plynovodní, vodovodní, olejové potrubí).
- 3.41 Praviděpodobnost škody ( $P_x$ )**  
Praviděpodobnost, že nebezpečná událost způsobí škodu na chráněném objektu nebo v chráněném objektu.
- 3.42 Chráněná oblast**  
Zóna chráněná systémem ESE ochrany proti blesku.
- 3.43 Ochranná opatření**  
Opatření, která musí být přijata pro ochranu objektu s cílem snížení rizika.
- 3.44 Referenční jednoduchý jímač bleskosvodu (SRAT)**  
Kovová tyč s geometrickým tvarem definovaná v této normě, která bude použita jako reference.
- 3.45 Jmenovité impulsní výdržné napětí ( $U_w$ )**  
Impulsní výdržné napětí přiřazené výrobcem zařízení nebo jeho části, charakterizující specifickou výdrž jeho izolace proti přepětí.
- POZNÁMKA  
Pro účely této normy je uvažováno pouze výdržné napětí mezi živým vodičem a zemí.
- 3.46 Riziko ( $R$ )**  
Hodnota praviděpodobné roční ztráty (lidské a materiální) v důsledku zásahu blesku, vztahená k celkové hodnotě (lidské a materiální) chráněného objektu.
- 3.47 Dílčí riziko ( $R_x$ )**  
Dílčí riziko v závislosti na zdroji a typu škody.
- 3.48 Venkovské prostředí**  
Oblast s nízkou hustotou zástavby.
- POZNÁMKA  
Příkladem venkovského prostředí je venkov.
- 3.49 Bezpečná vzdálenost**  
Vzdálenost mezi dvěma vodivými částmi, při které nemůže dojít k nebezpečnému jiskření.
- 3.50 Specifický svod**  
Svod vyhovující požadavkům EN 50164-2, který však není přirozenou součástí stavby.
- 3.51 Místo zásahu**  
Bod, ve kterém se blesk dostane do kontaktu se zemí, stavbou, nebo systémem ochrany proti blesku.
- 3.52 Stavby s nebezpečím výbuchu**  
Stavby obsahující přímo explozivní materiály nebo nebezpečné oblasti, definované podle IEC 60079-10 a IEC 61241-10
- POZNÁMKA  
Pro účely posouzení rizik podle této normy se uvažují pouze stavby s nebezpečnými oblastmi typu 0 nebo stavby obsahující přímo explozivní materiály.
- 3.53 Ekologicky nebezpečné stavby**  
Stavby, které v důsledku zásahu blesku mohou vyvolat biologické, chemické nebo radioaktivní emise (chemické a petrochemické závody, jaderné elektrárny, apod.).

### 3.54 **Předměstské prostředí**

Oblast se střední hustotou zástavby.

#### POZNÁMKA

Příkladem předměstského prostředí je městská periferie.

### 3.55 **Rázový impuls**

Tranzientní vlna vznikající jako přepětí a/nebo nadproud v důsledku elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem.

#### POZNÁMKA

Rázové impulsy v důsledku elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem mohou vznikat z parciálních proudů blesku, indukčních efektů ve smyčkách zařízení a jako reziduální ohrožení na SPD.

### 3.56 **Zařízení pro ochranu proti rázovému impulsu (SPD)**

Zařízení určené pro omezení tranzientních přepětí a odvedení nadproudů. Obsahuje minimálně jeden nelineární prvek.

### 3.57 **Telekomunikační vedení**

Přenosové médium určené pro komunikaci mezi zařízeními, které může být umístěno v separátních budovách (například telefonní a datová vedení).

### 3.58 **Zkušební svorka**

Svorka navržená a umístěná pro usnadnění elektrického zkoušení a měření komponentů systému ESE.

### 3.59 **Tolerovatelné riziko ( $R_T$ )**

Maximální hodnota rizika, která může být tolerována v chráněném objektu.

### 3.60 **Tranzientní impulzní napětí atmosférického původu**

Krátkodobé přepětí /maximálně několik milisekund), oscilující nebo neoscilující, obvykle silně utlumené.

### 3.61 **Městské prostředí**

Oblast s vysokou hustotou zástavby.

#### POZNÁMKA

Příkladem venkovského prostředí je střed města.

### 3.62 **Zóna stavby ( $Z_s$ )**

Část stavby s homogenní charakteristikou, kde je pro posouzení dílčího rizika použita jediná skupina parametrů.





## 4 Systém ochrany proti blesku s jímačem ESE

### 4.1 Potřeba ochrany

Potřeba ochrany je dána mnoha parametry včetně hustoty blesků v dané oblasti. Návrh analýzy rizik je uveden v Příloze A. Hustota blesků je uvedena v Příloze B nebo podle lokálních údajů včetně příkladu sítě detekce, map a statistik.

#### POZNÁMKA 1

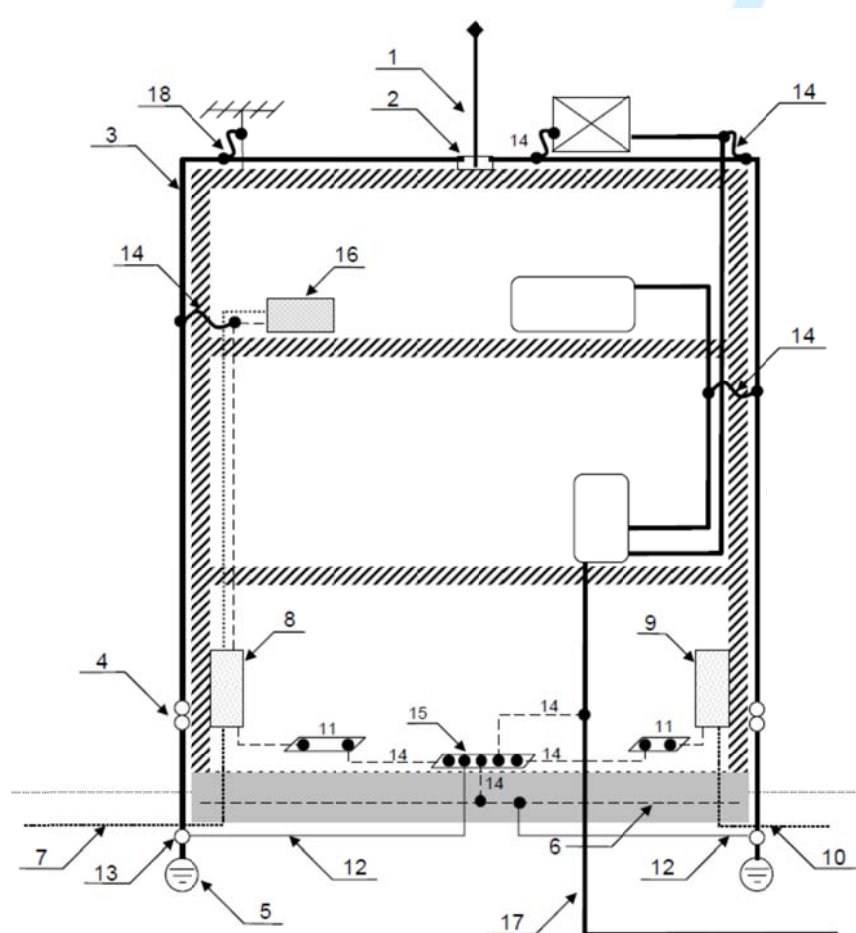
K rozhodnutí o přijetí ochranných opatření z jiných než statistických důvodů mohou vést i další úvahy - například závazné předpisy nebo personální aspekty, protože některé faktory nelze odhadnout: například přání na vyloučení ohrožení života nebo zajištění bezpečnosti obyvatel budovy mohou vyžadovat použití ochrany i v případě, že kalkulované riziko je pod přijatelnou úrovní.

#### POZNÁMKA 2

Mohou být použity různé normativní dokumenty poskytující metody analýzy rizik.

### 4.2 Prvky systému ochrany proti blesku

Zařízení může obsahovat následující prvky:



- 1 jeden nebo několik ESEAT
- 2 připojovací prvek
- 3 jeden nebo několik specifických svodů
- 4 zkušební svorka pro každý svod
- 5 jedna zemnicí deska pro každý specifický svod
- 6 základová zemnicí elektroda (uzemnění stavby)
- 7 elektrický silový kabel
- 8 hlavní rozvaděč s SPD
- 9 hlavní telekomunikační rozvaděč s SPD
- 10 telekomunikační kabel s SPD
- 11 jedna nebo několik ekvipotenciálních pospojovacích tyčí
- 12 jedna nebo několik ekvipotenciálních pospojovacích tyčí mezi zemnicími deskami
- 13 rozpojitelné pospojovací zařízení
- 14 jedno nebo několik ekvipotenciálních pospojení (přímo nebo pomocí izolačního jiskřiště)
- 15 hlavní zemnicí tyč
- 16 elektrické zařízení
- 17 kovové potrubí
- 18 jedno nebo několik ekvipotenciálních pospojení antény pomocí izolačního jiskřiště

Obrázek 1 – Prvky systému ochrany proti blesku

## 5 Systém ochrany proti blesku ESE

### 5.1 Návrh

Návrh se provede podle požadované úrovně ochrany proti blesku, s určením umístění jímače bleskosvodu, tras svodů a umístění a typu zemního systému.

Návrh bude založen na dostupných údajích a bude zahrnovat následující:

- tvar a sklon střechy
- materiál střechy, stěn a vnitřních konstrukcí
- kovové střešní prvky a důležité externí kovové prvky (plynovody, klimatizační zařízení, žebříky, antény, vodní nádrže...
- okapní žlaby a dešťové odpady
- vyčnívající části konstrukcí a jejich materiál (vodivý/nevodivý)
- nejzranitelnější části konstrukce: za zranitelné se považují vyčnívající části (věžičky, korouhvičky, ostré objekty, komíny, okapní žlaby, nároží a hřebeny, kovové objekty (odsavače vzduchu, lávky na čištění oken, zábradlí, fotovoltaické panely (UTE C15-712-1), balustrády, ...), schodiště, technické nástavby na plochých střechách...
- umístění kovových vedení (vodovod, elektro, plyn...)
- překážky, které mohou ovlivnit trajektorii blesku (venkovní elektrická vedení, kovové ploty, stromy...)
- charakteristiky okolního prostředí, které může mít korozivní účinky (slané prostředí, petrochemická závody, cementárny...)
- přítomnost hořlavých materiálů nebo citlivých zařízení (počítače, elektronická zařízení, cenné nebo nenahraditelné předměty...).

### 5.2 Jímač ESE

#### 5.2.1 Všeobecné principy

ESE jímač bleskosvodu (ESEAT) se skládá z místa zásahu, jímacího zařízení, upevňovacího zařízení a přípojka ke svodu.

Oblast chráněná ESEAT je určena efektivitou (viz 5.2.2).

ESEAT má být přednostně instalován v nejvyšší části stavby, v nejvyšším bodě chráněné oblasti.

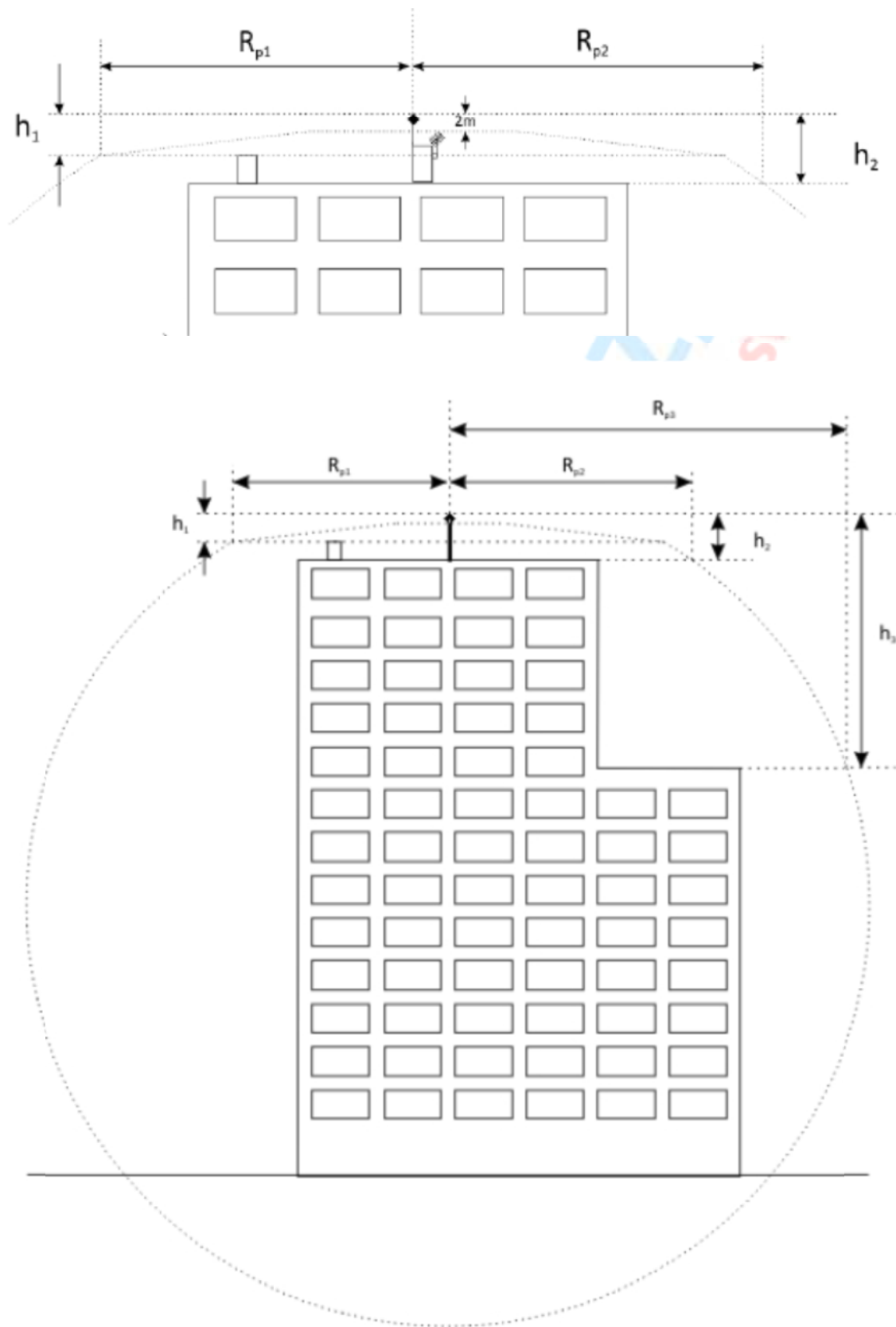
#### 5.2.2 Efektivita ESEAT

ESEAT je charakterizován efektivitou  $\Delta T$ , která je prokázána zkouškou vyhodnocení (viz Příloha C). Maximální hodnota  $\Delta T$  je 60  $\mu s$  (bez ohledu na výsledek zkoušky).

#### 5.2.3 Umístění ESEAT

##### 5.2.3.1 Chráněná oblast

Chráněná oblast je vymezena rotační plochou definovanou ochranným poloměrem odpovídajícím různým uvažovaným výškám ( $h$ ), jejíž osa je totožná s osou jímače bleskosvodu (viz Obrázek 2).



Obrázek 2 – Ochranný poloměr (za předpokladu  $h_1 = 5 \text{ m}$ )

Kde:  $h_n$  výška hrotu ESEAT nad horizontální rovinou položenou nejvzdálenějším bodem chráněného objektu  
 $R_{pn}$  ochranný poloměr ESEAT k uvažované výšce  $h_n$

### 5.2.3.2 Ochranný poloměr

Ochranný poloměr ESEAT je vztažen k jeho výšce ( $h$ ) relativní k chráněnému povrchu, k jeho efektivitě a ke zvolené úrovni ochrany (viz Příloha A).

$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \quad (\text{pro } h \geq 5 \text{ m})$$

a

$$R_p = h \times R_p(5) / 5 \quad (\text{pro } 2 \text{ m} \leq h \leq 5 \text{ m})$$

Kde: $R_p(h)$ (m)	ochranný poloměr při dané výšce $h$
$h$ (m)	výška hrotu ESEAT nad horizontální rovinou proloženou nejvzdálenějším bodem chráněného objektu
$r$ (m)	20 m pro úroveň ochrany I 30 m pro úroveň ochrany II 45 m pro úroveň ochrany III 60 m pro úroveň ochrany IV
$\Delta$ (m)	$\Delta = \Delta T \times 10$

Praktické zkušenosti prokázaly, že  $\Delta$  = efektivita získaná během zkoušek vyhodnocení ESEAT. Pro budovy vyšší než 60 m se aplikují požadavky podle 5.2.3.4.

### 5.2.3.3 Volba a umístění ESEAT

Pro instalaci každého systému ochrany proti blesku musí být provedena analýza rizik s cílem stanovit minimální požadovanou ochranu proti blesku.

Umístění ESEAT se zvolí podle 5.2.1 a 5.2.5.

Požadované ochranné poloměry pro ochranu stavby se stanoví podle charakteru budovy.

Výška a efektivita ESEAT jsou určeny pomocí výše zmíněných bodů a vzorců na základě zvoleného ESEAT.

### 5.2.3.4 Ochrana výškových budov (vyšších než 60 m)

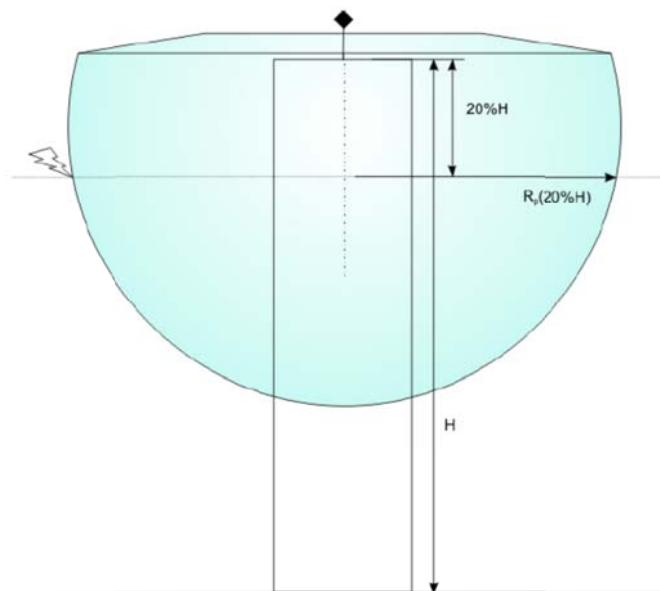
Musí být provedena doplňková ochrana proti přímému zásahu blesku pro nejvyšších 20 % výšky budovy vyšší než 60 m nebo pro jakýkoliv bod nad 120 m, a to pomocí ESEAT nebo jiných prostředků na každé fasádní stěně, podle platných norem.

Navíc k tomu musí být použity minimálně 4 svody, propojené kruhovým vodičem (pokud je to možné), rozmístěné po obvodu a pokud možno na každém rohu budovy.

#### POZNÁMKA

Riziko v důsledku podélných blesků je obecně nízké, protože pouze malé procento všech blesků u štíhlých staveb bude po straně a navíc jejich parametry jsou poněkud nižší než parametry blesků na vrcholu staveb.





Obrázek 3 – Doplnková ochrana proti přímému zásahu blesku pro nejvyšších 20 % výšky stavby pro budovy vyšší než 60 m

#### 5.2.3.5 Ochrana budov pro úrovně ochrany I+ a I++

Úroveň ochrany I+: systém ESE při úrovni ochrany 1 je navíc propojen s kovovou konstrukcí nebo ocelovou výztuží budovy využitou jako přirozené svody začleněné do systému ESE podle 5.3. Připojení k přirozeným svodům se provede na úrovni střechy a na úrovni terénu. Pokud nejsou svody propojeny na úrovni střechy, může se pro splnění těchto požadavků použít kruhový vodič umístěný nad střechou. Svody musí být propojeny na úrovni terénu buďto zemnicí smyčkou, nebo pomocí vyhrazeného vodiče.

Pokud neexistují přirozené svody nebo pokud nelze splnit jeden z výše uvedených požadavků, nelze dosáhnout úrovně ochrany I+.

Úroveň ochrany I++: střecha je chráněna na úrovni I+ pomocí ESEAT s poloměrem ochrany zmenšeným o 40 % v porovnání s hodnotami uvedenými v 5.2.3.2, pro dosažení kompletní ochrany zařízení na střeše proti přímému zásahu blesku.

#### 5.2.4 Materiály a rozměry

Veškeré materiály musí odpovídat EN 50164-2.

#### 5.2.5 Instalace

Horní část ESEAT musí být instalována nejméně 2 m nad chráněnou oblastí (včetně antén, chladících věží, přístřešků, nádrží, apod.).

Při navrhování systému ESE se doporučuje vzít v úvahu architektonické body, které jsou adekvátní pro umístění ESEAT. Těmito místy jsou nejvyšší konstrukční body, jako například:

- místnosti na terasách
- hřebeny
- zděné nebo kovové komíny.

ESEAT chránící otevřené plochy chráněné (sportoviště, golfová hřiště, plavecké bazény, tábořiště, ...) budou instalovány na specifických podporách (stožáry osvětlení, sloupy nebo jakékoliv blízké konstrukce)ů, které umožňují ESEAT pokrýt celou chráněnou oblast.

ESEAT může být sporadicky umístěn také na samostatně stojících stožárech. V případě použití vodivých kotevních lan tato musí být pospojena v kotevních bodech na úrovni terénu se svody s použitím vodičů podle EN 50164-2.

## 5.3 Svody

### 5.3.1 Všeobecné principy

Úkolem svodů je odvedení proudu blesku z jímače bleskosvodu do zemnicího systému. Svody musí být přednostně umístěny na externí části stavby.

Každý ze svodů bude upevněn k ESEAT pomocí by připojovacího systému umístěného na stožár. Ten obsahuje mechanický adaptér, který zajišťuje permanentní elektrický kontakt.

Pokud je svod umístěn na stěně z hořlavého materiálu a není vyroben z mědi, musí být pro vyloučení nebezpečného nárůstu teploty splněna nejméně jedna z následujících podmínek:

- separace vodičů je nejméně 0,10 m
- průřez vodiče je nejméně 100 mm<sup>2</sup>.

Aby mohly být svody považovány za samostatné, nesmí být vedeny paralelně (paralelně znamená, že mezi svody existuje vzdálenost podél přímky větší než 2 m). Aby mohly být vyřešeny veškeré případně vzniklé praktické problémy, tolerance 5 % celkové délky kratšího svodu může běžet podél stejné trasy.

### 5.3.2 Počet svodů

Co se týče neizolovaných svodů systému ESE, každý ESEAT musí být připojen minimálně ke dvěma svodům. Pro lepší rozdělení proudu by – kromě případů vyšší moci – měly být dvě trasy k uzemnění umístěny na dvou různých fasádách.

Nejméně jedna z nich musí být specifický svod vyhovující EN 50164-2, protože přirozené prvky mohou být modifikovány nebo odstraněny bez respektování toho, že náleží k systému ochrany proti blesku. Jestliže je na stejné budově umístěno více ESEAT, pak svody mohou být společné, pokud vypočtená bezpečná vzdálenost pro celý systém tento počet umožňuje. Pokud tedy na střeše existuje  $n$  ESEAT, není systémově nutné mít instalováno  $2n$  svodů, ale povinných je minimálně  $n$  specifických svodů.

Počet specifických svodů podle EN 50164-2 musí být minimálně roven počtu ESEAT na budově. Bezpečná vzdálenost umožňuje stanovit počet potřebných svodů a rovněž možnost použití společných svodů. Zvýšení počtu svodů pak umožňuje snížit bezpečnou vzdálenost.

Některé příklady výpočtu bezpečné vzdálenosti viz Příloha E.

U izolovaného systému ESE je pro každý ESEAT zapotřebí minimálně jeden svod.

V případě pylonů, stožárů, komínů a ostatních kovových konstrukcí:

- Pokud kovová konstrukce splňuje požadavky na přirozené komponenty, může být použita jako první svod.
- Pokud je konstrukce izolovaná, může být použita jako samostatný potřebný svod. Pak nejsou nutné žádné další specifikované svody.
- Pokud konstrukce není izolovaná, pak může být považována za dva potřebné svody v případě, že její průřez je větší nebo roven 100 mm<sup>2</sup>. Pokud je průřezová plocha v rozsahu od 50 mm<sup>2</sup> do 100 mm<sup>2</sup>, je nutný druhý specifický svod podle EN 50164-2. Konstrukce, která nesplňuje požadavky přirozeného komponentu, nemůže být použita jako svod, takže bude nutný jeden nebo dva specifické svody.

#### POZNÁMKA

Přirozené komponenty musí mít nízkou a trvalou hodnotu impedance. Pro získání takovéto impedance může být nutné přidání specifického svodu podle EN 50164-2.

### 5.3.3 Vedení tras

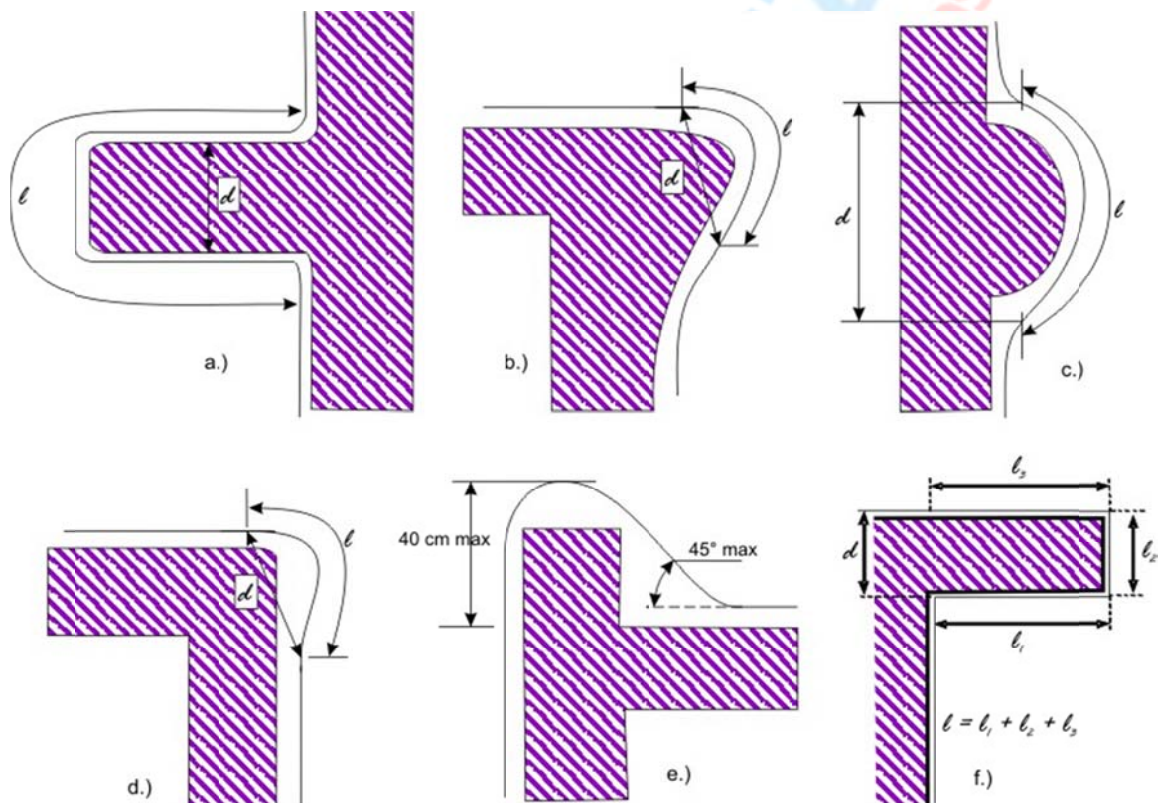
Svod musí být instalován takovým způsobem, aby jeho trasa byla pokud možno přímá. Trasa svodu musí být co nejpřímější, nejkratší, s vyloučením ostrých ohybů nebo úseků směřujících vzhůru. Poloměry ohybů nesmí být menší než 20 cm (viz obrázek 4). Pro

svody se přednostně používají stranově tvarované ohyby. Svody nesmí být vedeny podél ani napříč elektrických vedení.

Trasy kolem parapetních stěn nebo říms (nebo obecněji kolem překážek) je třeba vyloučit. Musí být přijata opatření pro zajištění maximálně přímé trasy svodů. Nicméně, pro přechod překážky se sklonem 45° nebo méně je přípustná maximální výška 40 cm (viz Obrázek 4(e))

Alternativně je možno stanovit minimální poloměr ohybu výpočtem bezpečné vzdálenosti podle 5.6 jako  $l = l_1 + l_2 + l_3$  v závislosti na níže uvedeném případě (f).

Na Obrázku 4 (d) je vždy splněna podmínka  $d > l/20$ , protože podmínka  $l/\sqrt{2}$  je splněna pro jakoukoliv délku  $l$ .



Kde:  $l$  délka smyčky v metrech  
 $d$  šířka smyčky, v metrech

Riziko dielektrického průrazu je vyloučeno, pokud je splněna podmínka  $d > l/20$ .

**Obrázek 4 – Tvary ohybů svodu**

Vzdálenosti mezi svody a možnými propojovacími vodiči jsou korelovány s bezpečnostní vzdáleností.

Upevňovací prvky svodů musí být provedeny na bázi "3 ks na metr". Tyto upevňovací prvky musí být vhodné pro podporu svodu a jejich instalací nesmí dojít k porušení vodotěsnosti střechy. Musí umožňovat případnou tepelnou expanzi vodičů. Provrtávání svodu pro jeho upevnění k podpoře je zakázáno!

Veškeré vodiče musí být vzájemně spojeny svorkami ze shodného materiálu, nýtováním, pájením, nebo pájením natvrdo.

Svody musí být chráněny proti nebezpečí mechanického nárazu/poškození ochrannými trubkami do výše nejméně 2 m nad úroveň terénu.

POZNÁMKA  
Vyloučení dotykového napětí viz Příloha D.

#### 5.3.4 Vnitřní trasy

Pokud nelze svod instalovat vně stavby, může být veden vnitřně v části nebo v celé výšce stavby. V takovém případě musí být svod umístěn ve vyhrazené nehořlavé a izolované trubce.

Bezpečná vzdálenost musí být vypočtena i pro vnitřní svody, s cílem umožnit stanovení potřebné izolační úrovně vyhrazené trubky.

Uživatel stavby si musí být vědom z toho vyplývajících problémů s kontrolou a údržbou svodů a rizik vznikajících jako důsledek existence přepětí uvnitř budovy.

Musí být vyloučen přístup osob ke specifickým kabelovým kanálům za bouřky, případně musí být splněna ochranná opatření jako u externích svodů (viz Příloha D), včetně ekvipotenciálního pospojení podlah se svodem.

#### 5.3.5 Obvodový plášť

Pokud je budova vybavena kovovým obvodovým pláštěm, kamenným nebo skleněným obkladem, nebo v případě pevných krycích částí fasády, svod může být instalován na betonové fasádě nebo na hlavní nosné konstrukci (pod pláštěm).

V takovém případě musí být kovové části pláště nahoře a dole spojeny se svodem.

Svod – pokud není vyroben z mědi – musí být umístěn ve vzdálenosti více než 10 cm od hořlavého materiálu obvodového pláště nebo hlavní nosné konstrukce, pokud jeho průřez je menší než 100 mm<sup>2</sup>. V případě průřezu 100 mm<sup>2</sup> nebo více není nutno dodržet vzdálenost mezi svodem a izolačním materiálem.

##### POZNÁMKA 1

Pro ověření odlišného pravidla musí být proveden specifický výpočet nárůstu teploty.

##### POZNÁMKA 2

Stejně požadavky se aplikují rovněž na veškeré hořlavé materiály ve střeše (například došková střecha).

#### 5.3.6 Materiály a rozměry

Viz EN 50164-2.

#### 5.3.7 Zkušební svorka

Každý svod musí být opatřen zkušební svorkou pro možnost odpojení zemnicího systému a pro možnost měření.

Zkušební svorky jsou obvykle umístěny ve spodní části svodů. Pokud jsou svody instalovány na kovových stěnách nebo v případě, že systémy ESE nejsou vybaveny specifickými svody, zkušební svorky budou umístěny mezi každým zemnicím systémem a kovovým prvkem, ke kterému je připojena zemnicí deska. Zkušební svorky jsou pak instalovány v kontrolní skříňce (vyhovující EN 50164-5) označené symbolem uzemnění.

#### 5.3.8 Čítač blesků

Pokud je instalace opatřena čítačem blesků, pak tento musí být umístěn na nejpřímějším svodu. Čítač musí vyhovovat EN 50164-6.



### 5.3.9 Přirozené komponenty

Některé z vodivých konstrukčních prvků mohou nahradit všechny nebo některé ze svodů, nebo je mohou doplňovat.

#### 5.3.9.1 Přirozené komponenty, které mohou nahradit celý svod nebo jeho část

Externí propojené ocelové rámy (kovové konstrukce) mohou být obecně použity jako svody, pokud jsou vodivé a jejich odpor je  $0,1 \Omega$  nebo nižší. V takovém případě je horní konec ESEAT spojen přímo s kovovým rámem, jehož spodní konec je připojen k zemnímu systému.

Použití přirozených svodů musí splňovat požadavky na ekvipotenciální pospojení podle kapitoly 3.

#### 5.3.9.2 Přirozené komponenty, které mohou být použity jako doplněk svodu(ů)

T Následující prvky mohou být použity jako doplněk systému ochrany proti blesku a pospojeny s ním:

- (a) propojené ocelové rámy umožňující průtok elektrického proudu:
- interní kovové konstrukce, ocelová výztuž betonových konstrukcí a kovové konstrukce uvnitř stěn, za předpokladu že v jejich horní a spodní části existují specifické připojovací svorky určené k tomuto účelu;
  - externí kovové konstrukce, které neprobíhají přes celou výšku stavby;

**POZNÁMKA**

Pokud je použit předpjatý beton, musí se věnovat speciální pozornost riziku mechanického účinku způsobenému proudem blesku protékajícím systémem ochrany proti blesku.

- (b) kovové krycí plechy chráněné oblasti, za předpokladu, že:
- je zajištěna trvalá elektrická vodivost mezi různými částmi;
  - nejsou opatřeny povlakem z izolačních materiálů;

**POZNÁMKA**

Tenký ochranný nátěr, 1 mm betonu nebo 0,5 mm PVC nejsou považovány za izolaci.

- (c) kovové potrubí, pokud jeho tloušťka je minimálně 2 mm.

## 5.4 Ekvipotenciální pospojení kovových částí

### 5.4.1 Všeobecně

Interní systém ESE musí zabránit výskytu nebezpečného jiskření v chráněné stavbě vznikajícího jako důsledek proudu blesku protékajícího v externím systému ESE nebo v ostatních vodivých částech stavby.

Nebezpečné jiskření může vzniknout mezi externím systémem ESE a následujícími komponenty:

- kovové instalace;
- interní systémy;
- externí vodivé součásti a vedení připojené ke konstrukci.

Nebezpečné jiskření různými součástmi lze eliminovat pomocí:

- ekvipotenciálního pospojení podle 5.5, nebo
- elektrické izolace mezi součástmi podle 5.6.

## 5.5 Ekvipotenciální pospojení proti blesku

### 5.5.1 Všeobecně

Vyrovnaní potenciálu je dosaženo propojením systému ESE s:

- kovovými konstrukčními díly;

- kovovými instalacemi;
- interními systémy;
- externími vodivými součástmi a vedeními připojenými ke konstrukci.

Když je provedeno ekvipotenciální pospojení proti blesku k interním systémům, část proudu blesku může protékat do takovýchto systémů a tento efekt je nutné vzít v úvahu.

K propojení mohou být použity následující prostředky:

- pospojovací vodiče, tam kde není zajištěna elektrická kontinuita přirozeným pospojením;
- ochranná zařízení proti rázovým impulsům (SPD) tam, kde přímé propojení s pospojovacími vodiči není proveditelné.

Způsob, jakým je docíleno ekvipotenciální pospojení, je důležitý a musí být projednán s provozovatelem telekomunikační sítě, provozovatelem elektrické sítě, a ostatními provozovateli nebo dotčenými úřady, protože zde mohou existovat protichůdné požadavky.

SPD musí být instalovány tak, aby byla možná jejich kontrola.

#### POZNÁMKA

Když je instalován systém ESE, mohou být dotčeny venkovní kovové konstrukce chráněné stavby. Toto je nutno vzít v úvahu při návrhu takových systémů. Pro externí kovové konstrukce může být rovněž ekvipotenciální pospojení proti blesku.

### 5.5.2 Ekvipotenciální propojení pro kovové instalace

V případě izolovaného externího systému ESE musí být zřízeno ekvipotenciální pospojení proti blesku pouze na úrovni terénu.

Pro případ neizolovaného externího systému ESE musí být ekvipotenciální pospojení proti blesku instalováno na následujících místech:

- V podzemním podlaží nebo přibližně na úrovni terénu. Pospojovací vodiče musí být připojeny k pospojovací tyči vyrobené a instalované způsobem umožňujícím snadný přístup pro kontrolu. Pospojovací tyč musí být připojena k systému uzemnění. Pro velké stavby (typicky s délkou více než 20 m) může být instalováno několik pospojovacích tyčí za předpokladu, že tyto jsou propojeny.
- Tam, kde nejsou splněny požadavky na izolaci (viz 5.6).

Ekvipotenciální pospojení proti blesku musí být vedeno pokud možno přímo.

#### POZNÁMKA

Když je zřízeno ekvipotenciální pospojení proti blesku k vodivým částem stavby, část proudu blesku může protékat do stavby a tento efekt je nutno vzít v úvahu.

Minimální hodnoty průřezů pospojovacích vodičů propojujících jednotlivé pospojovací tyče a vodičů připojujících tyto tyče k systému uzemnění jsou uvedeny v Tabulce 2.

**Tabulka 1** Minimální dimenze vodičů propojujících jednotlivé pospojovací tyče nebo připojujících pospojovací tyče k systému uzemnění

Úroveň ochrany	Materiál	Průřez (mm <sup>2</sup> )
I až IV	Měď	16
	Hliník	22
	Ocel	50

**Tabulka 2** Minimální dimenze vodičů připojujících interní kovové instalace k pospojovací tyči

Úroveň ochrany	Materiál	Průřez (mm <sup>2</sup> )
I až IV	Měď	6
	Hliník	8
	Ocel	16

Pospojení může být provedeno prostřednictvím izolačním jiskřištěm podle EN50164-3.

### 5.5.3 Ekvipotenciální pospojení proti blesku pro externí kovové části

Pro externí kovové části musí být provedeno ekvipotenciální pospojení proti blesku co nejbližší k bodu, kde vstupují do chráněné stavby.

Pospojovací vodiče musí být schopny odolat části proudu blesku, která jimi protéká. Pospojení může být provedeno prostřednictvím izolačním jiskřištěm podle EN50164-3.

### 5.5.4 Ekvipotenciální pospojení proti blesku pro interní systémy

Bezpodmínečně musí být instalováno ekvipotenciální pospojení proti blesku podle 5.5.2 a) a 5.5.2 b).

Pokud vodiče interních systémů jsou stíněné nebo umístěné v kovových instalačních trubkách, může být postačující pospojení pouze těchto stínění a instalačních trubek.

Pokud vodiče interních systémů nejsou stíněné ani umístěné v kovových instalačních trubkách, musí být pospojení prostřednictvím SPD. V TN systémech musí být vodiče PE a PEN pospojeny k systému ESE přímo nebo prostřednictvím SPD.

Charakteristiky pospojovacích vodičů a SPD jsou stejné jako v 5.5.2.

Pokud je požadována ochrana interních systémů proti rázovým impulsům, použije se "koordinovaný systém SPD" vyhovující požadavkům EN 61643-11 a TS 61643-12.

### 5.5.5 Ekvipotenciální pospojení proti blesku pro vedení připojená ke chráněné stavbě

Musí být instalováno ekvipotenciální pospojení proti blesku pro elektrická a telekomunikační vedení podle 5.5.3.

Veškeré vodiče každého vedení musí být pospojeny přímo nebo prostřednictvím SPD. Živé vodiče smí být připojeny pouze k pospojovací tyči prostřednictvím SPD. V TN systémech musí být vodiče PE a PEN pospojeny přímo nebo prostřednictvím SPD k pospojovací tyči.

Pokud jsou vedení stíněná nebo umístěná v kovových instalačních trubkách, provede se pospojení těchto stínění a instalačních trubek.

Ekvipotenciální pospojení proti blesku pro stínění kabelů nebo instalační trubky se provede co nejbližší k bodu, kde vstupují do chráněné stavby.

Charakteristiky pospojovacích vodičů a SPD jsou stejné jako v 5.5.2.

Pokud je požadována ochrana interních systémů připojených k vedením vstupujícím do budovy proti rázovým impulsům, použije se "koordinovaný systém SPD" vyhovující požadavkům EN 61643-11 a TS 61643-12.

## 5.6 Elektrická izolace externího systému ESE

Elektrická izolace mezi jímačem bleskosvodu a kovovými částmi konstrukce, kovovými instalacemi a interními systémy může být zajištěna poskytnutím bezpečné vzdálenosti mezi částmi. Obecná rovnice pro výpočet je dána takto:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l \quad (\text{m})$$

Kde:  $k_i$  závisí na zvolené úrovni ochrany (viz Tabulka 3);  
 $k_m$  závisí na elektrické izolaci materiálu (viz Tabulka 4);  
 $k_c$  závisí na proudu blesku protékajícím jímačem bleskosvodu a [svodem](#);  
 $l$  délka (m) podél jímače bleskosvodu a [svodu, z bodu, kde je uvažována bezpečná vzdálenost, do bodu nejbližšího ekvipotenciálního pospojení](#).

**POZNÁMKA**

Délka  $l$  podél jímače bleskosvodu může být zanedbána u staveb s kontinuální kovovou střechou, která působí jako přirozený jímací systém.

**Tabulka 3 Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu  $k_i$**

Úroveň ochrany	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III a IV	0,04

**Tabulka 4 Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu  $k_m$**

Vzduch	1
Beton, cihly	0,5

**POZNÁMKA 1**

Pokud existuje několik izolačních materiálů v sérii, je dobrým zvykem použít nejnižší hodnotu  $k_m$ .

**POZNÁMKA 2**

Při použití jiných izolačních materiálů musí být konstrukční návod a hodnota  $k_m$  poskytnuty výrobcem.

V budovách s kovovou nebo elektricky propojenou vyztuženou betonovou rámovou konstrukcí není bezpečná vzdálenost požadována.

**Tabulka 5 Izolace externího systému ESE – hodnoty koeficientu  $k_c$**

Počet svodů $n$	$k_c$	
	Systém uzemnění typu A1 nebo A2	Systém uzemnění typu B
1	1	1
2	0,66 <sup>c)</sup>	1 ... 0,5 (viz Obrázek E.1) <sup>a)</sup>
3 a více	0,44 <sup>b)c)</sup>	1 ... 1/n (viz obrázek E.2) <sup>a)</sup>

a) Viz Příloha E  
 b) Pokud jsou svody vedeny horizontálně kruhovými vodiči, rozdělení proudu je homogennější ve spodních částech systému svodů a koeficient  $k_c$  je dále redukován. Toto platí speciálně pro štíhlé stavby.  
 c) Tato hodnoty platí pro samostatné zemnicí elektrody se srovnatelnými odpory uzemnění. Pokud se odpory uzemnění samostatných zemnicích elektrod zřetelně liší, musí být předpokládán koeficient  $k_c = 1$ .

**POZNÁMKA**

Při použití jiných hodnot  $k_c$  musí být provedeny detailní výpočty.



## 6 Zemní systémy

### 6.1 Všeobecně

Všechny zemní systémy stejné budovy musí být vzájemně propojeny.

Pro každý svod musí být použita jedna zemní deska složená nejméně ze dvou zemních elektrod.

V důsledku impulsní povahy proudu blesku a s cílem zlepšit odvedení proudu do země a tím minimalizovat riziko nebezpečných rázových impulsů v chráněném prostoru je nutno vzít v úvahu tvar a rozměry zemního systému a rovněž hodnotu jeho odporu.

Pro usnadnění a rychlé rozptýlení proudu blesku musí být zajištěn určitý kontaktní povrch se zeminou.

Zemní systémy musí splňovat následující požadavky:

- Hodnota odporu změřená pomocí běžného zařízení musí být co možná nejmenší (méně než  $10 \Omega$ ). Tento odpor musí být naměřen na zemní desce izolované od veškerých ostatních vodivých komponentů.
- Musí být vyloučeny zemní systémy s nadměrně dlouhou horizontální nebo vertikální složkou ( $> 20 \text{ m}$ ), s cílem minimalizovat pokles indukčního napětí.

Z tohoto důvodu není vhodné použití samostatného vertikálního systému uloženého hluboko pro dosažení vlhkých vrstev zeminy, pokud není povrchový odpor zvláště vysoký a pokud není vrstva s vysokou vodivostí příliš hluboko.

Nicméně je nutno poznamenat, že takovéto vrtné zemní systémy mají vysokou vlnovou impedanci v případě, že hloubka přesahuje 20 m. Pak musí být použit větší počet dokonale vzájemně propojených horizontálních vodičů nebo vertikálních tyčí.

Zemní systémy musí být provedeny a uloženy tak, jak bylo uvedeno výše.

Pokud to není reálně nemožné, zemní systémy musí být vždy směřovány ven z budovy.

#### POZNÁMKA

Vyloučení krokových napětí viz Příloha D.

### 6.2 Typy zemních systémů

Rozměry zemní desky závisí na měrném odporu zeminy, ve které jsou zemní systémy instalovány. Měrný odpor se může výrazně měnit v závislosti na materiálu zeminy (jíl, písek, skála ...).

Měrný odpor může být stanoven podle Tabulky 6 nebo změřen pomocí vhodné metody měřicím přístrojem.

Zemní systémy každého svodu mohou být:

#### Typ A, dále rozdělený do:

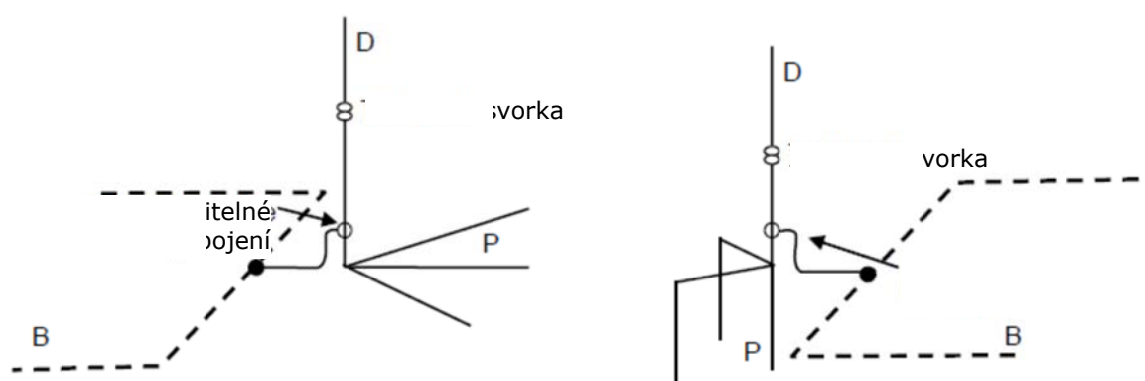
- A1. Vodiče stejné povahy a průřezu (s výjimkou hliníkových), uspořádané ve tvaru vějíře s velkými rozměry a uložené v hloubce minimálně 50 cm  
Příklad: Tři vodiče s délkou 7 – 8 m, uložené horizontálně v hloubce minimálně 50 cm.
- A2. Soustava několika vertikálních tyčí, minimální délka 6 m a hloubka 50 cm:
  - uspořádaných lineárně nebo ve tvaru trojúhelníka a vzájemně vzdálených nejméně na délku odpovídající hloubce uložení;
  - vzájemně propojené v zemi uloženým vodičem, který má stejné nebo kompatibilní vlastnosti jako svod.

## Typ B – kruhová zemnicí elektroda

Tento typ zahrnuje buďto kruhový vodič kolem stavby, který je v kontaktu se zemínou v délce nejméně v 80 % své celkové délky, nebo základovou zemnicí elektrodu (za předpokladu, že její průřez je minimálně 50 mm<sup>2</sup>). Spodní část každého svodu musí být minimálně doplňkově připojena k minimálně 4 m paprsku nebo minimálně 2 m tyči.

Tabulka 6 Hodnoty měrného odporu typických zemín

Typ zeminy	Měrný odpor ( $\Omega\text{m}$ )
Bažinatý terén	Méně než 30
Naplaveniny, bahno	20 - 100
Humus	10 - 150
Vlhká rašelina	5 - 100
Hlína, měkká	50
Jíl, vápenatý	100 - 200
Hlína, kompaktní	30 - 40
Jíl, jurský vápenatý	50 - 500
Písek, hlinitý	200 - 3000
Písek, křemičitý	1500 - 3000
Kamenitá půda, holá	300 - 500
Kamenitá půda, travnatý porost	100 - 300
Vápenec, měkký	1000 - 5000
Vápenec, kompaktní	500 - 1000
Vápenec, rozpukaný	800
Břidlice	1500 - 10000
Svor	100 - 600
Žula, zvětralá	
Pískovec, zvětralý	
Žula, silně zvětralá	
Pískovec, silně zvětralý	



D: svod  
B: kruh v základech budovy  
P: uzemnění systému ESE

Obrázek 5 – Schéma – zemnicí systém typ A1 a A2

### 6.3 Doplnková opatření

Pokud vysoký měrný odpor zeminy neumožňuje dosáhnout odpor zemnicího systému nižší než 10  $\Omega$  s využitím výše zmíněných ochranných opatření, mohou být použita následující doplňková opatření:

- přidání nekorozivního materiálu ke zlepšení měrné vodivosti zeminy kolem zemnicích vodičů (obsyp);

- přidání zemnicích tyčí pro vějířové uspořádání nebo jejich připojení ke stávajícím tyčím;
- aplikace zlepšení uzemnění podle NF EN 50164-7. Pokud ani po aplikaci výše zmíněných opatření nelze získat odpor zemnicího systému nižší než  $10 \Omega$ , může být vzata v úvahu skutečnost, že zemnicí systém typu A poskytuje akceptovatelné odvedení proudu blesku v případě, že obsahuje v zemi uložený systém zemnicích desek:
  - s délkou nejméně 160 m v případě úrovně ochrany I
  - s délkou nejméně 100 m v případě úrovně ochrany II, III, IV
 V každém případě nesmí být každý vertikální nebo horizontální prvek delší než 20 m.

Potřebná délka může být kombinací paprsků (kumulovaná délka  $L_1$ ) a tyčí (kumulovaná délka  $L_2$ ) s následujícím požadavkem:

$$160 \text{ m (resp. } 100 \text{ m)} \leq L_1 + 2 \times L_2$$

Jestliže pro zemnicí systém typu B nelze dosáhnout hodnoty  $10 \Omega$ , pak kumulovaná délka doplňkových elektrod musí být:

- 160 m pro úroveň ochrany I (resp. 100 m pro ostatní úrovně ochrany) v případě paprskové elektrody;
- 80 m pro úroveň ochrany I (resp. 50 m pro ostatní úrovně ochrany) v případě tyčí;
- nebo jejich kombinace jak je vysvětleno výše pro zemnicí systém typu A.

#### 6.4 Vzájemné ekvipotenciální propojení uzemnění

Pokud má budova nebo chráněný prostor základový zemnicí systém pro elektrické systémy, pak s ním musí být systémy zemnicí desek systému ESE propojeny pomocí standardního vodiče (viz EN 50164-2).

V případě nových instalací toto musí být respektováno již ve fázi projektu, a propojení se základovým zemnicím okruhem musí být provedeno před každým svodem pomocí zařízení, které může být odpojeno a je umístěno před kontrolní skříňkou označenou symbolem  $\equiv$ .

V případě stávajících budov a instalací musí být provedeno přednostně spojení se zakopanými částmi a musí existovat možnost jeho odpojení pro účely kontroly. V případě propojení provedeného uvnitř budovy musí trasa pospojovacího kabelu vyloučit indukce v kabelech a okolních objektech.

Pokud je do chráněné oblasti zahrnuto několik separátních objektů, pak zemnicí systém ESEAT musí být pospojen k zakopané ekvipotenciální zemnicí síti, která propojuje veškeré stavby.

#### 6.5 Požadavky na vzdálenosti

Komponenty uzemnění systému ESE musí být vzdáleny minimálně 2 m od jakékoliv v zemi uloženého kovového potrubí nebo vedení, pokud tato potrubí nebo vedení nejsou elektricky spojena s hlavním ekvipotenciálním pospojením stavby.

Pro zeminy s měrným odporem vyšším než  $500 \Omega\text{m}$  je minimální vzdálenost 5 m.

#### 6.6 Materiály a dimenze

Viz EN 50164-2.

## 7 Speciální opatření

### 7.1 Antény

Anténa na střeše budovy zvyšuje pravděpodobnost zásahu blesku a je prvním zranitelným prvkem, který bude pravděpodobně zasažen výbojem blesku.

Nosný stožár antény musí být pomocí vhodného vodiče spojen přímo nebo prostřednictvím SPD nebo izolovaného jiskřiště se systémem ochrany proti blesku, pokud anténa není vně chráněné oblasti nebo na jiné střeše. Koaxiální kabel musí být chráněn pomocí ochranného zařízení proti rázovému impulsu.

Běžný nosný stožár může být použit za následujících podmínek:

- ESEAT je upevněn na hrotu stožáru;
- hrot ESEAT je nejméně 2 m nad nejbližší anténou;
- svod je pomocí svorky upevněn přímo na jímač bleskosvodu;
- koaxiální kabel antény je veden vnitřkem stožáru antény.

V případě stojanů (trojnožek) se doporučuje vést koaxiální kabel v kovové trubce.

### 7.2 Sklady hořlavých a explozivních materiálů

Nádrže obsahující hořlavé kapaliny musí být uzemněny. Takovéto uzemnění však nemusí poskytovat adekvátní ochranu proti atmosférickým výbojům. Z tohoto důvodu je nutno provést důkladný dodatečný průzkum.

ESEAT musí být umístěny vně bezpečné oblasti, ve větší výšce než chráněné instalace. Jestliže je to možné, svody musí být uloženy vně bezpečné oblasti. Pokud toto není proveditelné, je třeba věnovat speciální péči vyloučení vzniku elektrického oblouku.

Zemní systémy musí být orientovány proti skladovacím plochám.

#### POZNÁMKA

Doporučuje se instalovat čítač blesků.

### 7.3 Církevní stavby

Kostelní věže, věže, minarety a zvonice mohou být snadno zasaženy bleskem vzhledem k jejich výčnělkům a výšce.

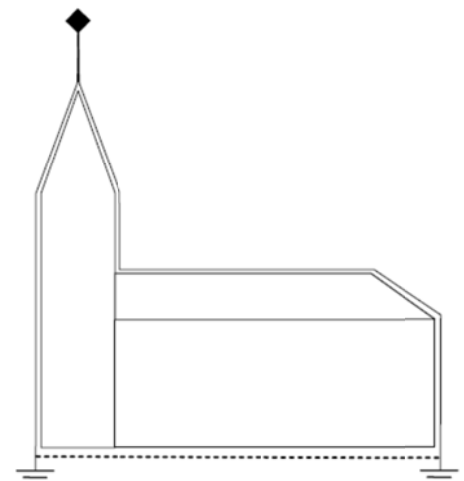
Hlavní výčnělek (výčnělky) mají být chráněny pomocí ESEAT připojených k zemi prostřednictvím přímého svodu vedeného podél hlavní věže.

Druhý svod sledující hřeben hlavní chrámové lodě musí být realizován, pokud je hlavní výčnělek (výčnělky) vyšší než 40 m.

Pokud je na konci chrámové lodě umístěn nekovový kříž nebo socha, pak takovýto předmět musí být opatřen jímačem bleskosvodu.

Oba zemní systémy ESE bleskosvodu a elektrické zemnění musí být vzájemně propojeny zemnicím vodičem.

Některé církevní stavby mají elektricky ovládané zvonky. Elektrické napájení musí být chráněno proti přepětí pomocí svodičů přepětí v souladu s EN61643-11 a TS 61643-12.



Obrázek 6 – Církevní stavby



## 8 Realizace, revize a údržba

Instalace systému ESE a komponentů ochrany proti blesku musí být ověřena revizí porovnáním s projektovou dokumentací a Souborem provedení. Dobrý stav systému ESE musí být udržován po celou dobu jeho životnosti.

### 8.1 Soubor provedení

Dodavatel musí založit po dokončení systému ESE Soubor provedení. Tento musí obsahovat minimálně následující údaje a doklady:

- požadovaná úroveň ochrany
- zdůvodnění ochrany
- typ a charakteristiky ESEAT
- zkušební procedura ESEAT
- počet a umístění svodů
- existence a umístění čítače blesků
- zdůvodnění elektrické izolace
- zdůvodnění ekvipotenciálního pospojení proti blesku včetně SPD
- typ a hodnota zemnicích systémů
- zdůvodnění dimenzování zemnicích systémů, pokud hodnota je vyšší než 10  $\Omega$ .

### 8.2 Postup revizí

Systémy ochrany proti blesku musí být podrobeny revizi:

- výchozí revize, po dokončení instalace systému ESE
- periodické revize, podle následující Tabulky 7
- revize po každé změně, opravě, nebo zasažení chráněné stavby bleskem.

#### POZNÁMKA

Pro úroveň ochrany 1 a 2 se provede kompletní kontrola vždy, když stavba byla zasažena bleskem.

Tabulka 7 Periodicita kontrol vzhledem k úrovni ochrany

Úroveň ochrany	Vizuální kontrola (rok)	Kompletní kontrola (rok)	Kritické systémy Kompletní kontrola (rok)
I a II	1	2	1
III a IV	2	4	1

#### POZNÁMKA

Systémy ochrany proti blesku používané v aplikacích zahrnujících speciální stavby s nebezpečím výbuchu musí být vizuálně kontrolovány každých 6 měsíců. Elektrické zkoušky instalací musí být prováděny jedenkrát ročně. Přípustnou výjimkou z ročního plánu zkoušek je provádění zkoušek s intervalem 14 až 15 měsíců tam, kde je považováno za výhodné provádět zkoušky zemnicího odporu v různých ročních obdobích s cílem získat údaje o jeho sezónních změnách.

#### POZNÁMKA 1

Zásahy blesku mohou být registrovány čítačem zásahů blesku instalovaným na jednom ze svodů.

#### POZNÁMKA 2

Pokud národní úřady nebo instituce vyžadují pravidelné zkoušení elektrických systémů stavby, doporučuje se provádět zkoušku funkčnosti systému ochrany proti blesku současně se zkouškou interních ochranných opatření proti blesku včetně ekvipotenciálního pospojení proti blesku s elektrickým systémem.

#### POZNÁMKA 3

Starší instalace musí být vztaženy k úrovni ochrany proti blesku, nebo intervaly provádění revizí musí být převzaty z lokálních a jiných zkušebních specifikací jako jsou například stavební směrnice, technické předpisy, instrukce, zákony týkající se průmyslové bezpečnosti a ochrany zdraví.

#### POZNÁMKA 4

Kritické systémy musí být definovány ze zákona nebo koncovým uživatelem.

### 8.3 Revizní zpráva

Každá periodická revize musí být zaznamenána s podrobnou zprávou, obsahující veškeré nálezy revize a požadovaná nápravná opatření.

## 8.4 Výchozí revize

Výchozí revize musí být provedena po dokončení instalace systému ESE, s cílem zajistit, že tento je v souladu s opatřeními normy a Souborem provedení.

Tato revize je založena minimálně na následujících bodech:

- ESEAT je 2 m nebo výš nad jakýmkoliv objektem v chráněné oblasti
- charakteristiky ESEAT odpovídají Souboru provedení
- shoda prvků systému ESE s touto normou a NF EN 50164 a NF EN 61643 prostřednictvím označení, prohlášení, nebo podle dokumentace
- trasy, umístění a elektrická kontinuita svodů
- upevnění různých komponentů
- bezpečné vzdálenosti a/nebo ekvipotenciální pospojení
- zemnicí systém
- propojení zemnicích systémů systému ESE s hlavním ekvipotenciálním pospojením stavby.

Pokud je vodič zčásti nebo zcela zakryt, musí se v každém případě provést kontrola jeho elektrické kontinuity.

## 8.5 Vizuální kontrola

Vizuální kontrola se provádí pro ujištění, že:

- nebyla zaznamenána žádná škoda v důsledku blesku
- nebyla modifikována integrita systému ESE
- žádná rozšíření nebo modifikace chráněné stavby nevyžadují instalaci doplňkových opatření ochrany proti blesku
- elektrická kontinuita viditelných vodičů je korektní
- veškeré upevňovací prvky a mechanické ochrany jsou v dobrém stavu
- žádná část nebyla oslabena působením koroze
- je respektována bezpečná vzdálenost, existuje dostatečné ekvipotenciální pospojení a je v dobrém stavu
- indikátor životnosti je v pořádku.
- jsou kontrolovány a zaznamenávány výsledky údržbářských prací (viz 8.7).

## 8.6 Kompletní revize

Kompletní revize zahrnuje vizuální kontrolu a provedení následujících kontrol:

- elektrická kontinuita skrytých vodičů
- hodnoty odporů zemnicích systémů (musí být analyzovány veškeré odchylky od hodnot počátečního stavu > 50 %)
- správná funkce ESEAT podle procedury výrobce.

### POZNÁMKA

V průběhu instalace nebo při provádění údržby je proveditelné vysokofrekvenční měření zemnicího systému, s cílem zkontrolovat koherenci mezi potřebami a instalovaným zemnicím systémem.

## 8.7 Údržba

Veškeré závady na systému ESE zjištěné během kontroly musí být bezodkladně odstraněny, tak aby byl zachován jeho optimální výkon.

Údržba komponentů a ochranných systémů musí být prováděna v souladu s dokumentací výrobce.

## Příloha A (normativní) ANALÝZA RIZIK

### A.1 Vysvětlení pojmů

#### A.1.1 Škoda a ztráta

##### A.1.1.1 Zdroje škod

Proud blesku je primárním zdrojem škody. Následující zdroje jsou rozlišeny podle bodu zásahu (viz Tabulka A.1):

S1: zásah do stavby

S2: zásah do blízkosti stavby

S3: zásah do vedení

S4: zásah do blízkosti vedení

##### A.1.1.2 Typy škod

Blesk může způsobit škodu v závislosti na charakteristikách chráněného objektu. Některé z důležitých charakteristik jsou: typ stavby, obsah a použití, typ vedení a ochranná opatření.

Pro praktické použití posouzení rizik je užitečné rozlišovat mezi třemi základními typy škod, které se mohou objevit jako důsledek zásahu blesku (viz tabulka A.1):

D1: poranění osob a zvířat

D2: fyzická škoda

D3: selhání elektrických nebo elektronických systémů.

Škoda na stavbě způsobená v důsledku blesku může být omezena na část stavby nebo může být rozšířena na celou stavbu. Může rovněž zahrnovat okolní stavby nebo prostředí (například chemické nebo radioaktivní emise).

Blesk, který zasáhne vedení, může způsobit škodu na prostředku samotném (vedení nebo potrubí) a rovněž na souvisejících elektrických nebo elektronických systémech. Škoda se může rovněž rozšířit na systémy spojení s vedením.

##### A.1.1.3 Typy ztrát

Každý typ škody, samostatně nebo v kombinaci s ostatními, může vyvolat následnou ztrátu v chráněném objektu. Typ vyvolané ztráty závisí na charakteristikách objektu samotného a na jeho obsahu. V úvahu je nutno brát následující typy ztrát (viz Tabulka A.1):

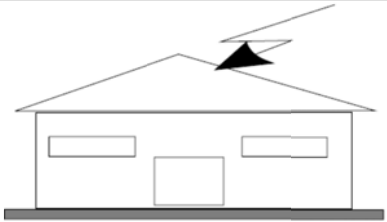
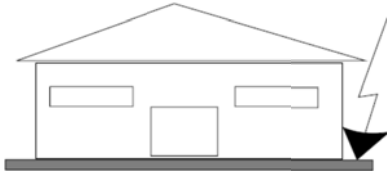


L1: ztráta na lidských životech

L2: ztráta na veřejných službách

L3: ztráta na kulturním dědictví

L4: ekonomická ztráta (stavba a její obsah).

Tabulka A.1 Zdroje škod, typy škod, typy ztrát podle místa zásahu

Místo zásahu	Zdroj škody	Stavba	
		Typ škody	Typ ztráty
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>2)</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>1)</sup> , L2, L4
	S2	D3	L1 <sup>1)</sup> , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 <sup>2)</sup> L1, L2, L3, L4 L1 <sup>1)</sup> , L2, L4
	S4	D3	L1 <sup>1)</sup> , L2, L4

<sup>1)</sup> Pouze pro stavby s nebezpečím exploze, a pro nemocnice nebo jiné stavby, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

<sup>2)</sup> Pouze pro objekty, kde může dojít ke ztrátě zvířat.

## A.1.2 Riziko a složky rizika

### A.1.2.1 Riziko

Riziko  $R$  je hodnota pravděpodobné průměrné roční ztráty. Relevantní riziko musí být vyhodnoceno pro každý typ ztráty, která může vzniknout ve stavbě nebo ve vedení.

Rizika vyhodnocovaná ve stavbě mohou následující:

- $R_1$ : riziko ztráty lidských životů
- $R_2$ : riziko ztráty veřejných služeb
- $R_3$ : riziko ztráty kulturního dědictví
- $R_4$ : riziko ekonomické ztráty

Pro vyhodnocení rizik je třeba definovat a vypočítat  $R$ , relevantní složky rizika (parciální rizika závislé na zdroji a typu škody).

Každé riziko  $R$  je součtem svých složek. Při výpočtu rizika mohou být složky rizika seskupeny podle zdroje škody a typu škody.



#### A.1.2.2 Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu stavby bleskem

$R_A$ : Složka vztažená k poranění osob a zvířat v důsledku dotykového a krokového napětí v zónách až do 3 m vně stavby. Ztráta typu L1 a – v případě staveb pro hospodářské zvířectvo;

**POZNÁMKA 1**

Složka rizika v důsledku dotykových a krokových napětí uvnitř stavby vzniklých v důsledku zásahu stavby bleskem není v této normě uvažován.

**POZNÁMKA 2**

Ve speciálních stavbách mohou být lidé ohroženi přímým zásahem (například nejvyšší podlaží parkovacích garáží nebo stadionů). Tyto případy mohou být rovněž vzaty v úvahu použitím principů této normy.

$R_B$ : Složka vztažená k fyzické škodě způsobené nebezpečným jiskřením uvnitř stavby, které iniciuje požár nebo explozi, která může rovněž ohrozit okolí. Mohou vzniknout všechny typy ztrát (L1, L2, L3).

$R_C$ : Složka vztažená k selhání interních systémů v důsledku elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem. Ve všech případech může vzniknout ztráta typu L2, společně s typem L1 v případě staveb s nebezpečím výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

#### A.1.2.3 Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku v blízkosti stavby

$R_M$ : Složka vztažená k selhání interních systémů v důsledku elektromagnetického impulsu způsobeného bleskem. Ve všech případech může vzniknout ztráta typu L2, společně s typem L1 v případě staveb s nebezpečím výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

#### A.1.2.4 Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku do vedení připojeného ke stavbě

$R_U$ : Složka vztažená k poranění osob a zvířat v důsledku dotykového a krokového napětí uvnitř stavby, v důsledku proudu vneseného do vedení vstupujícího do stavby. Ztráta typu L1 a – v případě zemědělských staveb;

$R_V$ : Složka vztažená k fyzické škodě (požár nebo exploze iniciovaná nebezpečným jiskřením mezi externí instalací a kovovými částmi obecně ve vstupním bodě vedení do stavby) v důsledku proudu blesku procházejícího ve vstupujícím vedení nebo kolem něj. Mohou vzniknout všechny typy ztrát (L1, L2, L3).

$R_W$ : Složka vztažená k selhání interních systémů v důsledku přepětí indukovaného na vstupujících vedeních a přeneseného do budovy. Ve všech případech může vzniknout ztráta typu L2, společně s typem L1 v případě staveb s nebezpečím výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

**POZNÁMKA**

Vedení uvažovaná v tomto posouzení jsou pouze vedení vstupující do stavby. Zásah blesku do potrubí nebo do jeho blízkosti není uvažován jako zdroj škody na základě pospojení potrubí s ekvipotenciální pospojovací tyčí. Pokud ekvipotenciální pospojovací tyč neexistuje, pak takovéto ohrožení musí být rovněž uvažováno.

#### A.1.2.5 Složky rizika pro stavbu v důsledku zásahu blesku do blízkosti vedení připojeného ke stavbě

$R_Z$ : Složka vztažená k selhání interních systémů v důsledku přepětí indukovaného na vstupujících vedeních a přeneseného do budovy. Ve všech případech může vzniknout ztráta typu L2, společně s typem L1 v případě staveb s nebezpečím výbuchu a nemocnic nebo jiných staveb, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

**POZNÁMKA**

Vedení uvažovaná v tomto posouzení jsou pouze vedení vstupující do stavby. Zásah blesku do blízkosti potrubí nebo uvažován jako zdroj škody na základě pospojení potrubí s ekvipotenciální pospojovací tyčí. Pokud ekvipotenciální pospojovací tyč neexistuje, pak takovéto ohrožení musí být rovněž uvažováno.

### A.1.3 Skladba složek rizika vztažených ke stavbě

V následujícím jsou uvedeny složky rizika uvažované pro každý typ ztráty

$R_1$ : riziko ztráty lidských životů

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{1)} + R_M^{1)} + R_U + R_V + R_W^{1)} + R_Z^{1)} \quad (1)$$

<sup>1)</sup> Pouze pro stavby s nebezpečím exploze, a pro nemocnice nebo jiné stavby, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

$R_2$ : riziko ztráty veřejných služeb

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \quad (2)$$

$R_3$ : riziko ztráty kulturního dědictví

$$R_3 = R_B + R_V \quad (3)$$

$R_4$ : riziko ekonomické ztráty

$$R_4 = R_A^{2)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{2)} + R_V + R_W + R_Z \quad (4)$$

<sup>2)</sup> Pouze pro objekty, kde může dojít ke ztrátě zvířat.

Složky rizika odpovídající každému typu škody jsou rovněž kombinovány v Tabulce A.2.

**Tabulka A.2** Složky rizika uvažované pro každý typ ztráty v budově

Zdroj škody	Zásah do stavby S1			Zásah do blízkosti stavby S2	Zásah do vedení připojeného ke stavbě S3	Zásah do blízkosti vedení připojeného ke stavbě S4	
	$R_A$	$R_B$	$R_C$				
$R_1$	*	*	* 1)	* 1)	*	* *	* 1)
$R_2$		*	*	*		*	*
$R_3$		*				*	*
$R_4$	* 2)	*	*	*	* 2)	*	*

<sup>1)</sup> Pouze pro stavby s nebezpečím exploze, a pro nemocnice nebo jiné stavby, kde selhání interních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.

<sup>2)</sup> Pouze pro objekty, kde může dojít ke ztrátě zvířat.



## A.2 Řízení rizika

### A.2.1 Základní procedura

Použije se následující procedura:

- Identifikace chráněného objektu a jeho charakteristik.
- Identifikace všech typů ztráty v objektu a relevantního odpovídajícího rizika  $R$  ( $R_1$  až  $R_4$ ).
- Vyhodnocení rizika  $R$  pro každý typ ztráty ( $R_1$  až  $R_4$ ).
- Vyhodnocení nutnosti ochrany porovnáním rizik  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  pro stavbu s tolerovatelným rizikem  $R_T$ .
- Vyhodnocení efektivnosti nákladů na ochranu v porovnání s náklady na celkovou ztrátu s ochrannými opatřeními a bez nich. V tomto případě musí být pro vyhodnocení takovýchto nákladů provedeno posouzení složek rizika  $R_4$  pro stavbu.

### A.2.2 Stavby uvažované pro posouzení rizika

Posuzované stavby zahrnují následující:

- Stavba jako taková.
- Instalace ve stavbě.
- Obsah stavby.
- Osoby ve stavbě nebo v zónách do 3 m vně stavby.
- Okolní prostředí ovlivněné škodou na stavbě.

Ochrana nezahrnuje připojená vedení vně stavby.

#### POZNÁMKA

Zvažovaná stavba může být dále rozčleněna na několik zón (viz A.3.7).

### A.2.3 Tolerovatelné riziko $R_T$

Určení hodnoty tolerovatelného rizika je věcí kompetentního úřadu.

Reprezentativní hodnoty tolerovatelného rizika  $R_T$  jsou uvedeny v Tabulce A.3, přičemž zásah blesku zahrnuje ztrátu lidských životů nebo ztrátu sociálních nebo kulturních hodnot.

Tabulka A.3 Typické hodnoty tolerovatelného rizika  $R_T$

Typ ztráty	$R_T$ ( $y^{-1}$ )
Ztráta lidského života nebo poranění s trvalými následky	$10^{-5}$
Ztráta veřejných služeb	$10^{-3}$
Ztráta kulturního dědictví	$10^{-3}$

### A.2.4 Specifická procedura vyhodnocení nutnosti ochrany

Při vyhodnocení nutnosti ochrany objektu proti blesku musí být uvažována následující rizika:

- rizika  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  pro stavbu

Pro každé uvažované riziko se provedou následující kroky:

- určení složek  $R_x$  tvořících riziko
- výpočet určených složek rizika  $R_x$
- výpočet celkového rizika  $R$
- určení tolerovatelného rizika  $R_T$
- porovnání rizika  $R$  s hodnotou tolerovatelného rizika  $R_T$

Jestliže platí  $R \leq R_T$ , pak ochrana proti blesku není nutná.

Jestliže platí  $R > R_T$ , pak musí být provedena opatření pro snížení  $R \leq R_T$  pro všechna rizika, kterým je objekt vystaven.

### A.2.5 Procedura vyhodnocení efektivity nákladů na ochranu

Kromě nutnosti ochrany stavby nebo vedení může být užitečné stanovit ekonomický přínos instalovaných ochranných opatření, s cílem snížení ekonomické ztráty  $L_4$ .

Posouzení složek rizika  $R_4$  pro stavbu umožňuje uživateli vyhodnotit náklady ekonomické ztráty s ochrannými opatřeními a bez nich.

Procedura stanovení efektivity nákladů vyžaduje následující:

- určení složek  $R_x$  tvořících riziko  $R_4$  pro stavbu
- výpočet určených složek rizika  $R_x$  bez nových/dodatečných ochranných opatření
- výpočet ročních nákladů na celkovou ztrátu  $C_L$  bez nových/dodatečných ochranných opatření
- přijetí zvolených ochranných opatření
- výpočet složek rizika  $R_x$  s provedením zvolených dodatečných ochranných opatření
- výpočet ročních nákladů na reziduální ztrátu v důsledku každé složky rizika  $R_x$  v chráněné stavbě nebo vedení
- výpočet celkových ročních nákladů na reziduální ztrátu  $C_{RL}$  s provedením zvolených dodatečných ochranných opatření
- výpočet celkových ročních nákladů  $C_{PML}$  na provedení zvolených dodatečných ochranných opatření
- porovnání nákladů

Jestliže platí  $C_L < C_{RL} + C_{PM}$ , pak opatření pro ochranu proti blesku neleže považovat za efektivní.

Jestliže platí  $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$ , pak opatření pro ochranu proti blesku jsou prokázána jako úsporná po dobu životnosti stavby nebo vedení.

### A.2.6 Volba ochranných opatření

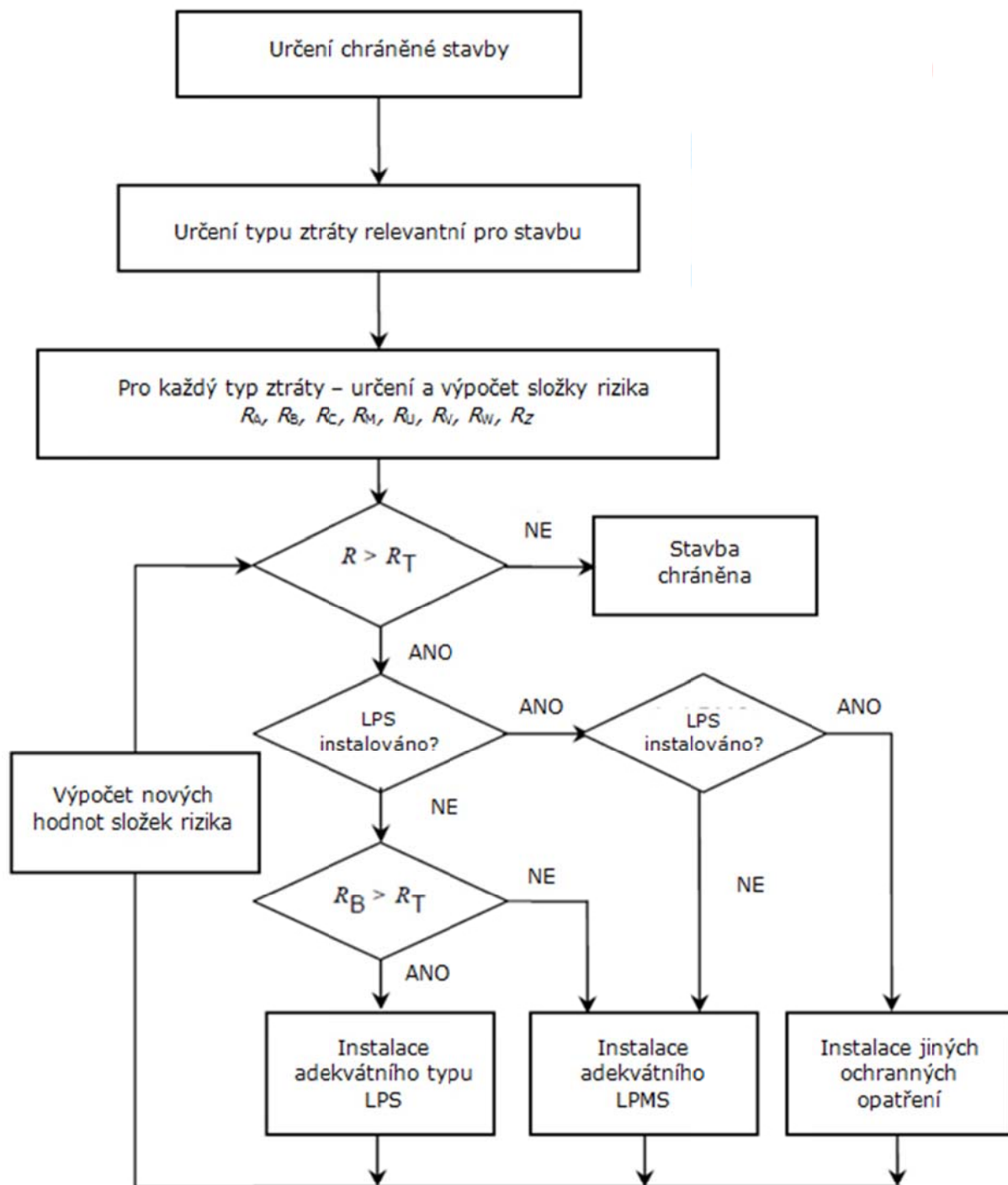
Volba nejvhodnějších ochranných opatření musí být provedena projektantem podle podílu každé složky rizika na celkovém riziku  $R$  a podle technických a ekonomických hledisek různých ochranných opatření.

Musí být určeny kritické parametry pro stanovení efektivnějších opatření ke snížení rizika  $R$ .

Pro každý typ ztráty existuje množství ochranných opatření, která – samostatně nebo v kombinaci – tvoří podmínku  $R \leq R_T$ . Přijaté řešení musí být zvoleno s ohledem na technické a ekonomické aspekty. Zjednodušená procedura volby ochranných opatření pro stavby je uvedena v blokovém schématu (Obrazek A.1). Dodavatel nebo projektant musí v každém případě určit nejkritičtější složky rizika a tyto redukovat, rovněž s respektováním ekonomických aspektů.







Obrázek A.1 – Procedura volby ochranných opatření pro stavby

## A.3 Posouzení složek rizika pro stavbu

### A.3.1 Základní rovnice

Každá složka rizika  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$  a  $R_Z$ , jak jsou popsány v A1, může být popsána následující obecnou rovnicí:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x \quad (20)$$

Kde:  $N_x$  počet nebezpečných událostí za rok (viz rovněž A.4)  
 $P_x$  pravděpodobnost škody na stavbě (viz rovněž A.5)  
 $L_x$  následná ztráta (viz rovněž A.6).

#### POZNÁMKA 1

Počet nebezpečných událostí  $N_x$  je ovlivněn hustotou blesků ( $N_g$ ) a charakteristikami chráněného objektu, jeho okolí a zeminy.

#### POZNÁMKA 2

Pravděpodobnost  $P_x$  je ovlivněna charakteristikami chráněného objektu a aplikovanými ochrannými opatřeními.

#### POZNÁMKA 3

Následná ztráta  $L_x$  je ovlivněna způsobem využívání objektu, přítomností osob, typem veřejných služeb, hodnotou zboží ovlivněného škodou, a opatřeními aplikovanými pro omezení výše ztráty.

### A.3.2 Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku do stavby (S1)

Pro vyhodnocení složek rizika vztažených k zásahu blesku do stavby se použije následující vztah:

- složka vztažená k poranění lidí a zvířat (D1)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \quad (21)$$

- složka vztažená k fyzické škodě (D2)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \quad (22)$$

- složka vztažená k selhání interních systémů (D3)

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C \quad (22)$$

### A.3.3 Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku v blízkosti stavby (S2)

Pro vyhodnocení složek rizika vztažených k zásahu blesku v blízkosti stavby se použije následující vztah:

- složka vztažená k selhání interních systémů (D3)

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M \quad (24)$$

### A.3.4 Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku do vedení připojeného ke stavbě (S3)

Pro vyhodnocení složek rizika vztažených k zásahu blesku do vedení připojeného ke stavbě se použije následující vztah:

- složka vztažená k poranění lidí a zvířat (D1)

$$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times L_U \quad (25)$$

- složka vztažená k fyzické škodě (D2)

$$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times L_V \quad (26)$$

- složka vztažená k selhání interních systémů (D3)

$$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_W \quad (27)$$

Pokud má vedení více než jednu část, pak hodnoty  $R_U$ ,  $R_V$  a  $R_W$  jsou sumou hodnot  $R_U$ ,  $R_V$  a  $R_W$  relevantních pro každou část vedení. Uvažované části jsou části mezi stavbou a prvním distribučním uzlem. V případě stavby s více než jedním připojeným vedením s rozdílnými trasami se výpočet provede pro každé vedení.

### A.3.5 Posouzení složek rizika v důsledku zásahu blesku v blízkosti vedení připojeného ke stavbě (S4)

Pro vyhodnocení složek rizika vztažených k zásahu blesku v blízkosti vedení připojeného ke stavbě se použije následující vztah:

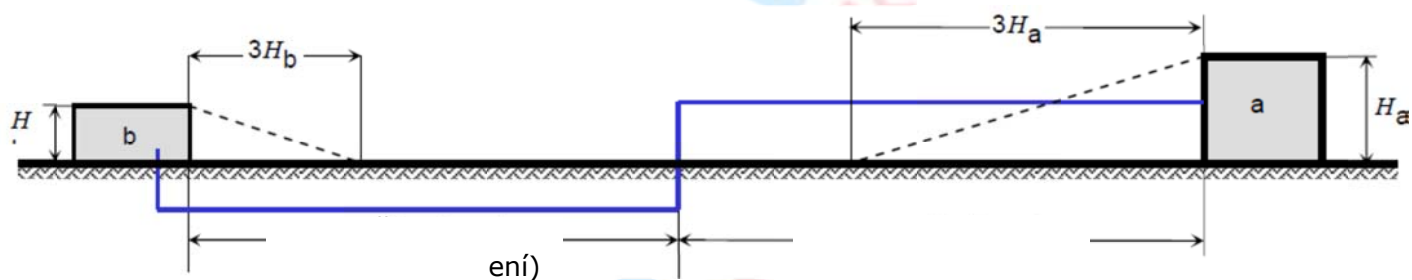
- složka vztažená k selhání interních systémů (D3)

$$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_Z \quad (28)$$

Pokud má vedení více než jednu část, pak hodnot  $R_Z$  je sumou složek  $R_Z$  relevantních pro každou část vedení. Uvažované části jsou části mezi stavbou a prvním distribučním uzlem.

V případě stavby s více než jedním připojeným vedením s rozdílnými trasami se výpočet provede pro každé vedení.

Pro účely tohoto vyhodnocení se pro případ  $(N_I - N_L) < 0$  předpokládá, že  $(N_I - N_L) = 0$ .



Obrázek A.1 – Stavby na koncích vedení  
na konci "a" musí být stavba chráněna (stavba b) a na konci "a" sousedící stavba (stavba b)

### A.3.6 Shrnutí složek rizika ve stavbě

Složky rizika pro stavby jsou shrnuty v Tabulce A.4, podle různých typů škod a různých zdrojů škod.

Tabulka A.4 Složky rizika pro stavbu podle různých typů škod způsobených různými zdroji

Zdroj škody Škoda	S1 Zásah blesku do stavby	S2 Zásah blesku v blízkosti stavby	S3 Zásah blesku do přívodního vedení	S4 Zásah blesku v blízkosti vedení
D1 Poranění lidí nebo zvířat	$R_A = N_D \times P_A \times r_a \times L_t$		$R_U = (N_L + N_{Da}) \times P_U \times r_u \times L_t$	
D2 Fyzická škody	$R_B = N_D \times P_B \times r_p \times h_z \times L_t$		$R_V = (N_L + N_{Da}) \times P_V \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f$	
D3 Selhání elektrických a elektronických systémů	$R_C = N_D \times P_C \times L_o$	$R_M = N_M \times P_M \times L_o$	$R_W = (N_L + N_{Da}) \times P_W \times L_o$	$R_Z = (N_I - N_L) \times P_Z \times L_o$

Pokud je stavba rozdělena na zóny,  $Z_S$  (viz A.3.7), pak každá složka rizika musí být vyhodnocena pro každou zónu  $Z_S$ .

### A.3.7 Rozdělení stavby do zón $Z_S$

Pro posouzení každé složky rizika může být stavba rozdělena do zón  $Z_S$ , z nichž každá má homogenní charakteristiky. Stavba však může – nebo nemusí – být považována za jedinou zónu.

Zóny  $Z_S$  jsou definovány zejména:

- typem zeminy nebo podlahy (složky rizika  $R_A$  a  $R_U$ )
- požárními úseky (složky rizika  $R_B$  a  $R_V$ )
- prostorovým odstíněním (složky rizika  $R_C$  a  $R_M$ ).

Další zóny mohou být definovány podle:

- rozmístění interních systémů (složky rizika  $R_C$  a  $R_M$ )
- stávajících nebo budoucích ochranných systémů (všechny složky rizika)
- hodnot ztráty  $L_x$  (všechny složky rizika).

Dělení stavby do zón  $Z_S$  musí brát v úvahu proveditelnost zavedení nevhodnějších ochranných opatření.

### A.3.8 Posouzení složek rizika ve stavbě se zónami $Z_S$

Pravidla pro posouzení složek rizika závisí na typu rizika.

#### A.3.8.1 Rizika $R_1$ , $R_2$ , $R_3$ a $R_4$

##### A.3.8.1.1 Stavba s jedinou zónou

V tomto případě je definována jediná zóna  $Z_S$  tvořená celou stavbou. Podle A.3.7 je riziko  $R$  rovno součtu složek rizika  $R_x$  ve stavbě. Pro vyhodnocení složek rizika a volbu příslušných relevantních parametrů se použijí následující pravidla:

- Parametry relevantní k počtu nebezpečných událostí  $N$  musí být vyhodnoceny podle A.4.
- Parametry relevantní k pravděpodobnosti škody  $P$  musí být vyhodnoceny podle A.5.

Navíc k tomu:

- Pro složky  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$  a  $R_Z$  musí být pevně stanovena jediná hodnota pro každý příslušný parametr. Tam kde je použitelných několik hodnot, zvolí se nejvyšší z nich.
- Pro složky  $R_C$  a  $R_M$  jsou – v případě že zóna obsahuje více než jeden interní systém – hodnoty  $P_C$  a  $P_M$  dány následovně:

$$P_C = 1 - (1 - P_{C1}) \times (1 - P_{C2}) \times (1 - P_{C3}) \quad (29)$$

$$P_M = 1 - (1 - P_{M1}) \times (1 - P_{M2}) \times (1 - P_{M3}) \quad (30)$$

Kde:  $P_{Ci}$  a  $P_{Mi}$  jsou parametry relevantní k internímu systému  $i$ .

- Parametry relevantní k výši ztráty  $L$  musí být vyhodnoceny podle to A.6.  
Pro zónu může být předpokládána typická průměrná hodnota odvozená z A.6, podle způsobu používání stavby.

S výjimkou  $P_C$  a  $P_M$  – v případě že v zóně existuje více než jedna hodnota jakéhokoliv jiného parametru – se převezme hodnota parametru vedoucí k nejvyšší hodnotě rizika.

Definování stavby s jedinou zónou může vést k nákladným ochranným opatřením, protože každé z těchto opatření musí pokrýt celou stavbu.



#### A.3.8.1.2 Stavba s několika zónami

V tomto případě je stavba rozdělena do několika zón  $Z_S$ . Riziko pro stavbu je pak součtem rizik relevantních pro všechny zóny stavby; riziko v každé zóně je součtem všech relevantních složek rizika v zóně.

Pro vyhodnocení složek rizika a volbu příslušných relevantních parametrů se použijí pravidla podle A.3.8.1.1.

Rozdělení stavby do zón umožňuje projektantovi při vyhodnocování složek rizika vzít v úvahu specifické charakteristiky každé části stavby a zvolit nejvhodnější ochranná opatření pro jednotlivé zóny a tak snížit celkové náklady na ochranu proti blesku.



INDELEC<sup>®</sup> CZ, s.r.o.  
Ochrana před bleskem - hromosvodky

## A.4 Posouzení ročního počtu nebezpečných událostí $N$

### A.4.1 Všeobecně

Průměrný roční počet nebezpečných událostí  $N$  v důsledku zásahu blesku, které ovlivňují chráněný objekt, závisí na bouřkové aktivitě v dané oblasti a na fyzikálních charakteristikách objektu. Pro výpočet  $N$  se obecně akceptuje vynásobení hustotou blesků  $N_g$  ekvivalentní sběrnou plochou objektu, s respektováním korekčního součinitele pro fyzikální charakteristiky objektu.

Hustota blesků  $N_g$  je počet blesků na  $\text{km}^2$  za jeden rok. Tato hodnota je k dispozici jako počet zásahů blesku do země podle sítě detekce blesků v mnoha oblastech.

#### POZNÁMKA 1

Pokud není mapa  $N_g$  k dispozici, může být v oblastech mírného pásma použit vztah:

$$N_g = 0,1 T_d \quad (31)$$

Kde:  $T_d$  je roční počet dnů s bouřkou (tento údaj lze získat z izokeraunických map).

Události, které lze považovat za nebezpečné pro chráněnou stavbu, jsou:

- zásah blesku do stavby
- zásah blesku v blízkosti stavby
- zásah blesku do vedení vstupujícího do stavby
- zásah blesku v blízkosti vedení vstupujícího do stavby
- zásah do stavby, ke které je vedení připojeno.

Zjednodušenou metodu lze aplikovat pouze na stavbu, kde:

- je nízké nebo obvyklé riziko požáru
- je vysoké riziko požáru, ale nízké riziko paniky
- neexistuje riziko exploze
- neexistuje ekologické riziko
- stavba není nemocnice.

### A.4.2 Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem stavby $N_D$ a zásahu stavby $N_{Da}$ připojené na konec "a" vedení

#### A.4.2.1 Stanovení sběrné oblasti $A_D$

Pro osamocené stavby na rovném terénu se sběrná oblast  $A_D$  definuje průnikem plochy terénu a přímkou se sklonem 1/3, procházející horní částí stavby (tečna) a rotující kolem ní. Stanovení hodnoty  $A_D$  může být provedeno graficky nebo početně.



#### A.4.2.1.1 Pravoúhlá stavba

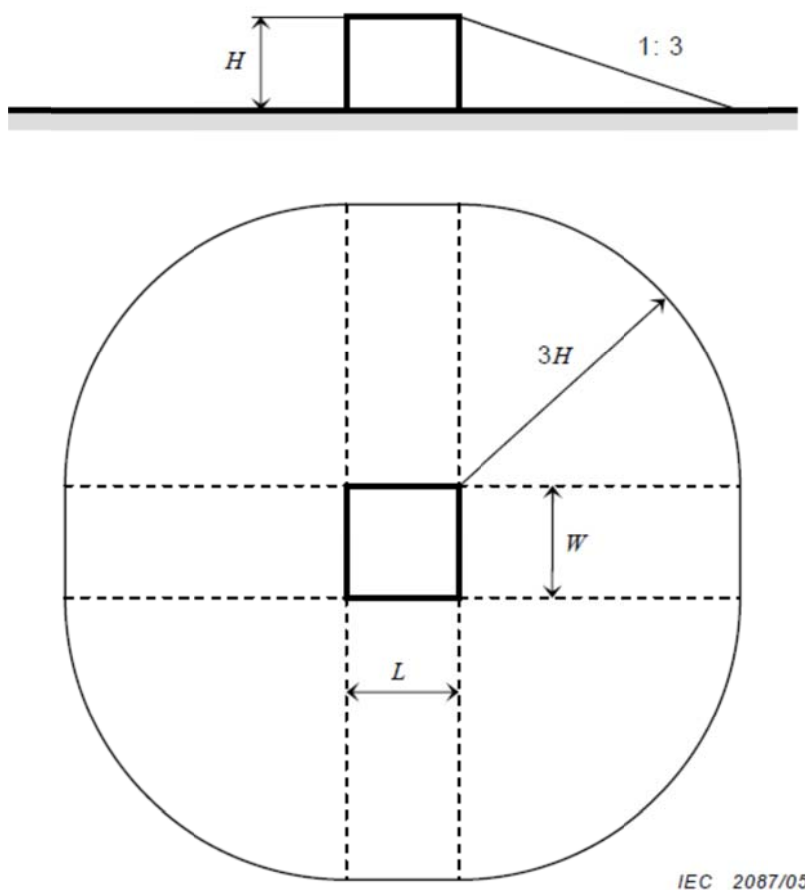
Pro osamocenou pravoúhlou stavbu s délkou  $L$ , šířkou  $W$  a výškou  $H$  na rovném terénu  $n$  je pak sběrná oblast

$$A_d = L \times W + 6 \times H \times (L + W) + 9 \times \pi \times (H)^2 \quad (32)$$

Hodnoty  $L$ ,  $W$  a  $H$  jsou uvedeny v (m) (viz Obrázek A.4).

#### POZNÁMKA

Přesnější vyhodnocení lze získat s uvažováním relativní výšky stavby vzhledem k okolním objektům nebo terénu ve vzdálenosti  $3H$  od stavby.



Obrázek A.4 – Sběrná oblast  $A_d$  osamocené stavby

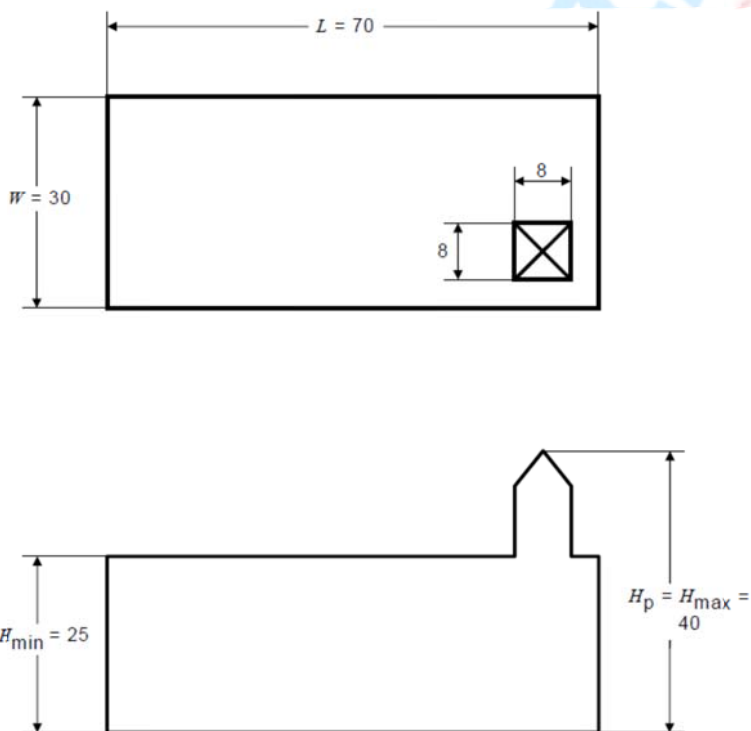
#### A.4.2.1.2 Stavba se složitým tvarem

Pokud má stavba složitý tvar – například vyvýšeniny na střeše (viz Obrázek A.5), použije se pro vyhodnocení  $A_d$  grafická metoda a (viz Obrázek A.6), protože při použití maximálních ( $A_{dmax}$ ) nebo minimálních ( $A_{dmin}$ ) rozměrů mohou být rozdíly příliš velké.

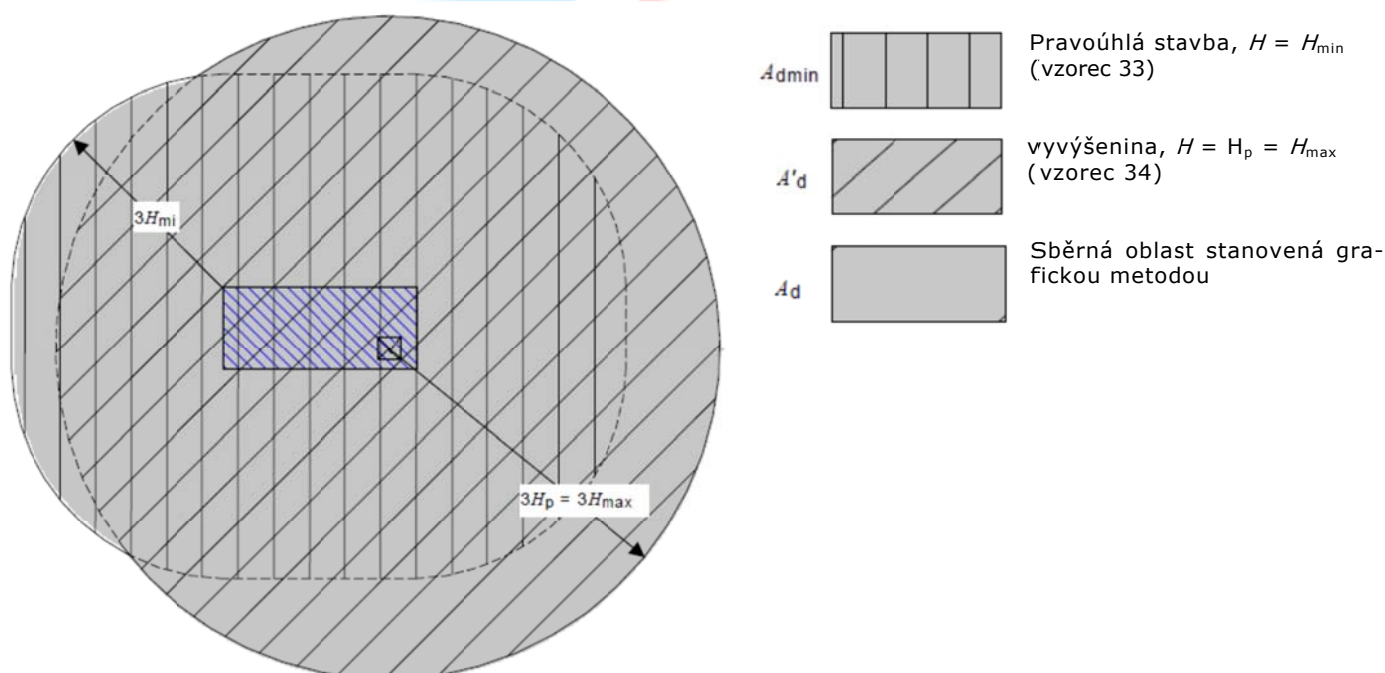
Přijatelná přibližná hodnota sběrné oblasti je maximum mezi  $A_{dmin}$  a sběrnou oblastí přiřazenou vyvýšenině  $A_d'$ . Hodnotu  $A_d'$  lze vypočítat následovně:

$$A_d' = 9 \times \pi \times (H_p)^2 \quad (33)$$

Kde:  $H_p$  je výška vyvýšeniny.



Obrázek A.5 – Stavba se složitým tvarem



Obrázek A.6 – Různé metody stanovení sběrné oblasti pro stavbu na Obrázku A.5



### A.4.2.1.3 Stavba (konstrukce) jako součást budovy

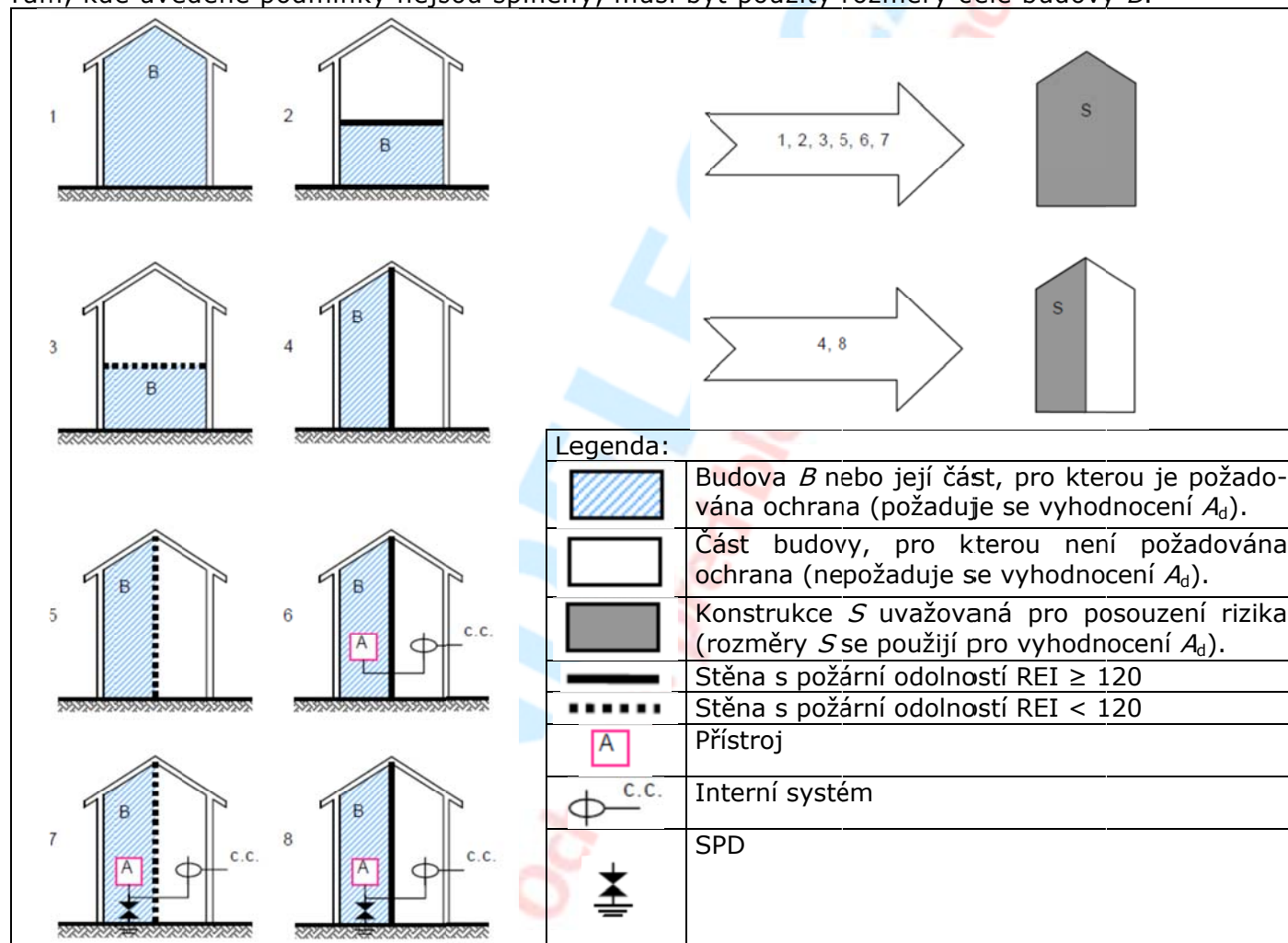
Tam, kde je konstrukce  $S$  považována za součást budovy  $B$ , rozměry konstrukce  $S$  mohou být použity pro vyhodnocení  $A_d$  za předpokladu splnění následujících podmínek (viz Obrázek A.7):

- konstrukce  $S$  je separátní vertikální částí budovy  $B$ ;
- budova  $B$  není budova s nebezpečím exploze;
- šíření požáru mezi konstrukcí  $S$  a ostatními částmi budovy  $B$  je zamezeno pomocí stěn s požární odolností 120 minut (REI 120) nebo pomocí jiných ekvivalentních opatření;
- šíření přepětí běžnými vedeními (pokud existují) je zamezeno pomocí SPD instalovaných na vstupních bodech takovýchto vedení do konstrukce nebo pomocí jiných ekvivalentních opatření

#### POZNÁMKA

Definice a informace k REI viz Official Journal of European Union, 1994/28/02, n. C 62/63.

Tam, kde uvedené podmínky nejsou splněny, musí být použity rozměry celé budovy  $B$ .



Obrázek A.7 – Konstrukce uvažované pro vyhodnocení sběrné oblasti  $A_d$

### A.4.2.2 Relativní poloha stavby

Relativní poloha stavby s kompenzací pro sousedící objekty nebo exponované místa bude zohledněna prostřednictvím koeficientu polohy  $C_d$  (viz Tabulka A.5).

Tabulka A.5 Koeficient polohy  $C_d$

Relativní poloha	$C_d$
Objekt obklopený vyššími objekty nebo stromy	0,25
Objekt obklopený stejně vysokými nebo nižšími objekty nebo stromy	0,5
Osamocený objekt – žádné další objekty v nejbližším okolí	1
Osamocený objekt – na kopci nebo vyvýšenině	2

#### A.4.2.3 Počet nebezpečných událostí pro stavbu $N_D$ ("b" konec vedení)

Hodnotu  $N_D$  lze stanovit jako součin:

$$N_D = N_g \times A_{d/b} \times C_{d/b} \times 10^{-6} \quad (34)$$

Kde:  $N_g$  hustota blesků (1/km<sup>2</sup>/rok)  
 $A_{d/b}$  sběrná oblast osamocené stavby (m<sup>2</sup>), viz Obrázek A.4  
 $C_{d/b}$  koeficient polohy stavby, viz Tabulka A.5

#### A.4.2.4 Počet nebezpečných událostí pro sousedící stavbu $N_{Da}$ ("a" konec vedení)

Průměrný roční počet nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem stavby  $N_{Da}$  na konci "a" vedení (voz A.3.5 a obrázek A.3) lze vyhodnotit jako součin:

$$N_{Da} = N_g \times A_{d/a} \times C_{d/a} \times C_t \times 10^{-6} \quad (35)$$

Kde:  $N_g$  hustota blesků (1/km<sup>2</sup>/rok)  
 $A_{d/a}$  sběrná oblast osamocené sousedící stavby (m<sup>2</sup>), viz Obrázek A.4  
 $C_{d/a}$  koeficient polohy stavby, viz Tabulka A.5  
 $C_t$  korekční koeficient pro přítomnost VN/NN transformátoru na vedení, ke kterému je stavba připojena (viz Tabulka A.4); tento koeficient se aplikuje na úsek vedení od transformátoru vzhledem ke stavbě.

#### A.4.3 Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem v blízkosti stavby $N_M$

Hodnotu  $N_M$  lze stanovit jako součin:

$$N_M = N_g \times (A_m - A_{d/b} C_{d/b}) \times 10^{-6} \quad (36)$$

Kde:  $N_g$  hustota blesků (1/km<sup>2</sup>/rok)  
 $A_m$  sběrná oblast pro zásah blesku v blízkosti stavby (m<sup>2</sup>)

Sběrná oblast  $A_m$  se prodlužuje na vedení do vzdálenosti 250 m od obvodu stavby (viz Obrázek A.8).

Pokud platí  $N_M < 0$ , pak se pro posouzení použije  $N_M = 0$ .

#### A.4.4 Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem do vedení $N_L$

Pro jeden úsek vedení lze hodnotu  $N_L$  stanovit jako:

$$N_L = N_g \times A_I \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \quad (37)$$

Kde:  $N_g$  hustota blesků (1/km<sup>2</sup>/rok)  
 $A_I$  sběrná oblast zásahů do vedení (m<sup>2</sup>), viz Obrázek A.3 a Obrázek A.8  
 $C_d$  koeficient polohy vedení (viz Tabulka A.2)  
 $C_t$  korekční koeficient pro přítomnost VN/NN transformátoru na vedení, ke kterému je stavba připojena (viz Tabulka A.4); tento koeficient se aplikuje na úsek vedení od transformátoru vzhledem ke stavbě.

**Tabulka A.6 Sběrné oblasti  $A_T$  a  $A_i$  v závislosti na charakteristikách vedení**

	Vzdušné vedení	Podzemní vedení
$A_T$	$(L_c - 3 (H_a + H_b)) \cdot 6 H_c$	$(L_c - 3 (H_a + H_b)) \sqrt{\rho}$
$A_i$	$1000 L_c$	$25 L_c \sqrt{\rho}$

Kde:  $A_T$  sběrná oblast zásahů do vedení (m<sup>2</sup>)  
 $A_i$  sběrná oblast zásahů do země v blízkosti vedení (m<sup>2</sup>)  
 $H_c$  výška vodičů vedení nad terénem (m)  
 $L_c$  délka úseku vedení od stavby k prvnímu uzlu (m); maximální předpokládaná hodnota  $L_c = 1000$  m  
 $H_a$  výška stavby připojené na "a" konec vedení (m)  
 $H_b$  výška stavby připojené na "b" konec vedení (m)  
 $\rho$  měrný odpor zeminy, ve které je vedení uloženo ( $\Omega$ m); maximální předpokládaná hodnota  $\rho = 500 \Omega$ m

Pro účely tohoto výpočtu:

- pokud není známa hodnota  $L_c$ , předpokládá se  $L_c = 1000$  m
- pokud není známa hodnota  $\rho$ , předpokládá se  $\rho = 500 \Omega$ m
- pro podzemní kabely probíhající v celé délce v zasmyčkováném uzemnění se pro ekvivalentní sběrnou oblast může předpokládat  $A_i = A_T = 0$
- za chráněnou stavbu se považuje stavba připojená na "b" konci vedení.

**POZNÁMKA**

Další informace ke sběrným oblastem  $A_T$  a  $A_i$  viz ITU Recommendations K.46 a K.47.

**Tabulka A.7 Koeficient transformátoru  $C_t$**

Transformátor	$C_t$
Vedení s transformátorem se dvěma vinutími	0,2
Pouze vedení	1

**A.4.4 Posouzení průměrného ročního počtu nebezpečných událostí v důsledku zásahu bleskem do blízkosti vedení  $N_I$**

Pro jeden úsek vedení (nadzemní, podzemní, stíněné, nestíněné) lze hodnotu  $N_I$  stanovit jako:

$$N_I = N_g \times A_i \times C_e \times C_t \times 10^{-6} \quad (38)$$

Kde:  $N_g$  hustota blesků (1/km<sup>2</sup>/rok)  
 $A_i$  sběrná oblast zásahů do země v blízkosti vedení (m<sup>2</sup>)  
 $C_e$  koeficient prostředí (viz Tabulka A.8)  
 $C_t$  korekční koeficient pro přítomnost VN/NN transformátoru na vedení, ke kterému je stavba připojena (viz Tabulka A.4); tento koeficient se aplikuje na úsek vedení od transformátoru vzhledem ke stavbě.

**Tabulka A.8 Koeficient prostředí  $C_e$**

Prostředí	$C_e$
Městské, se štíhlými budovami <sup>1)</sup>	0
Městské <sup>2)</sup>	0,1
Předměstské <sup>3)</sup>	0,5
Venkovské	1

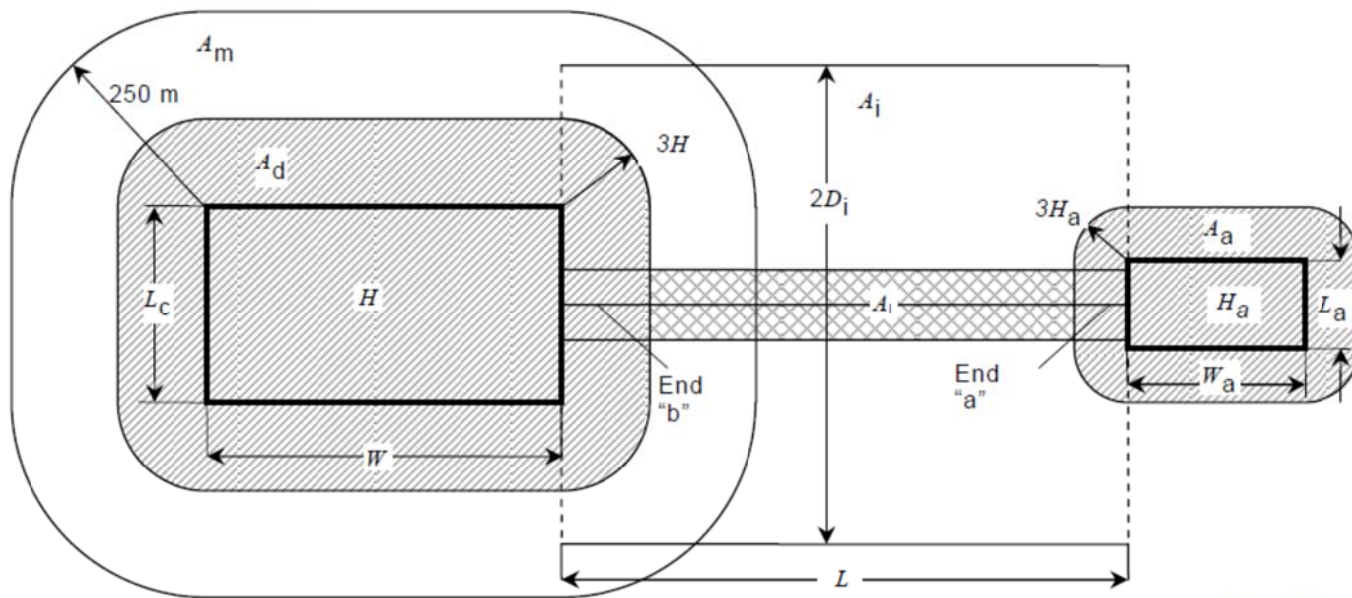
<sup>1)</sup> Budovy vyšší než 20 m

<sup>2)</sup> Budovy s výškou od 10 do 20 m

<sup>3)</sup> Budovy nižší než 10 m

**POZNÁMKA**

Sběrná oblast  $A_i$  vedení je definována svou délkou  $L_c$  a příčnou vzdáleností  $D_i$  (viz Obrázek A.8), ve které zásah blesku do blízkosti vedení může indukovat přepětí ne menší než 1,5 kV.



IEC 2091/05

Obrázek A.8 – Sběrné oblasti ( $A_d$ ,  $A_m$ ,  $A_i$ ,  $A_l$ )

## A.5 Posouzení pravděpodobnosti $P_x$ škody na stavbě

Pravděpodobnosti uvedené v této příloze jsou platné v případě, že ochranná opatření souhlasí s jejich standardy.

Hodnoty pravděpodobností  $P_x$  menší než 1 mohou být zvoleny pouze v případě, že opatření nebo charakteristika platí pro celou chráněnou stavbu nebo zónu stavby ( $Z_s$ ) a pro veškerá relevantní zařízení.

### A.5.1 Pravděpodobnost $P_A$ , že zásah blesku způsobí zranění lidí nebo zvířat

Hodnota pravděpodobnosti  $P_A$  úrazu lidí nebo zvířat v důsledku dotykového nebo krokového napětí vzniklého zásahem blesku do stavby je uvedena v Tabulce A.9 jako funkce typických ochranných opatření.

Tabulka A.9 Hodnoty pravděpodobnosti  $P_A$ , že zásah blesku způsobí zranění lidí nebo zvířat v důsledku dotykového nebo krokového napětí

Ochranné opatření	$P_A$
Žádné	1
Elektrická izolace exponovaných svodů (např. zesíťovaný PE, min. 3 mm).	$10^{-2}$
Efektivní ekvipotencializace zeminy	$10^{-2}$
Výstražná upozornění	$10^{-1}$

Pokud je provedeno více než jedno opatření, pak hodnota  $P_A$  je součinem odpovídajících hodnot  $P_A$ .

#### POZNÁMKA 2

Tam, kde je jako systém svodů použita výztuž nebo prvky rámové konstrukce, nebo tam, kde jsou zajištěna fyzická omezení, hodnota  $P_A$  může být zanedbána.

### A.5.2 Pravděpodobnost $P_B$ , že zásah blesku způsobí fyzickou škodu

Hodnota pravděpodobnosti  $P_B$  vzniku fyzické škody v důsledku zásahu blesku do stavby je uvedena v Tabulce A.10 jako funkce úrovně ochrany (LPL).



**Tabulka A.10** Hodnoty pravděpodobnosti  $P_B$  v závislosti na ochranných opatřeních ke snížení fyzické škody

Charakteristiky stavby	Třída systému ESE	$P_B$
Stavba nechráněná systémem ESE	—	1
Stavba chráněná systémem ESE	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Úroveň I+		0,01
Úroveň I++		0,001

#### A.5.2 Pravděpodobnost $P_C$ , že zásah blesku do stavby způsobí selhání interních systémů

Pravděpodobnost  $P_C$ , že zásah blesku do stavby způsobí selhání interních systémů, závisí na použité koordinované SPD ochraně:

$$P_C = P_{SPD} \quad (38)$$

Hodnoty  $P_{SPD}$  závisí na úrovni ochrany (LPL), pro kterou je SPD navrženo (viz Tabulka A.11).

**Tabulka A.11** Hodnota pravděpodobnosti  $P_{SPD}$  jako funkce LPL, pro kterou jsou SPD navrženy

LPL	$P_{SPD}$
Nekoordinovaná ochrana SPD	1
III - IV	0,03
II	0,02
I	0,01
POZNÁMKA 3	0,005 – 0,001

#### POZNÁMKA 1

Pouze "koordinovaná SPD ochrana" je vhodná jako ochranné opatření pro snížení  $P_C$ . Koordinovaná SPD ochrana je vhodná pro snížení  $P_C$  pouze ve stavbách chráněných systémem ESE nebo ve stavbách s průběžnou rámovou konstrukcí z kovu nebo vyztuženého betonu fungující jako přirozený systém ESE, kde jsou zajištěny požadavky pospojení a uzemnění.

#### POZNÁMKA 2

Stíněné interní systémy připojené k externím vedením složené z kabelů zabezpečených proti blesku nebo systémy s kabeláží v kabelovodech zabezpečených proti blesku, kovových instalačních trubkách, nebo kovových trubkách; mohou vyžadovat využití koordinované SPD ochrany.

#### POZNÁMKA 3

Menší hodnoty  $P_{SPD}$  jsou možné v případě SPD vykazujících lepší ochranné charakteristiky (vyšší proudová odolnost, nižší úroveň ochrany, atd.) v porovnání s požadavky definovanými pro LPL I na relevantních místech instalace.

#### A.5.4 Pravděpodobnost $P_M$ , že zásah blesku do blízkosti stavby způsobí selhání interních systémů

Pravděpodobnost  $P_M$ , že zásah blesku do blízkosti stavby způsobí selhání interních systémů, závisí na přijatých ochranných opatřeních proti blesku (LPM) podle koeficientu  $K_{MS}$ .

Pokud není poskytnuta SPD ochrana splňující požadavky EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_M$  je rovna hodnotě  $P_{MS}$ .

Hodnoty  $P_{MS}$  jako funkce  $K_{MS}$  jsou uvedeny v Tabulce A.12, kde  $K_{MS}$  je koeficient vztažený k výkonnosti přijatých ochranných opatření.

Pokud je poskytnuta SPD ochrana splňující požadavky EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_M$  je rovna menší z hodnot  $P_{SPD}$  a  $P_{MS}$ .

**Tabulka A.12** Hodnota pravděpodobnosti  $P_{MS}$  jako funkce koeficientu  $K_{MS}$

$K_{MS}$	$P_{MS}$
$\geq 0,4$	1
0,15	0,9
0,07	0,5
0,035	0,1
0,021	0,01
0,016	0,005
0,015	0,003
0,014	0,001
$\leq 0,013$	0,0001

Pro interní systémy se zařízením, které neodpovídá odolnosti nebo výdržnému napětí úrovně dané v relevantních normách výrobku se předpokládá  $P_{MS} = 1$ .

Hodnoty koeficientu  $K_{MS}$  jsou získány jako součin:

$$K_{MS} = K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4} \quad (40)$$

- Kde:
- $K_{S1}$  zohledňuje efekt odstínění stavby, systému ESE nebo jiného stínění na hranici LPZ 0/1
  - $K_{S2}$  zohledňuje efekt odstínění pro interní stínění na hranici LPZ X/Y ( $X > 0$ ,  $Y > 1$ )
  - $K_{S3}$  zohledňuje charakteristiky interní kabeláže /viz Tabulka A.13)
  - $K_{S4}$  zohledňuje zádržné impulsní napětí chráněného systému

Uvnitř LPZ, v bezpečné vzdálenosti od hraničního odstínění rovné minimálně šířce oka sítě  $w$ , mohou být koeficienty  $K_{S1}$  a  $K_{S2}$  pro systém ESE nebo prostorová stínění síťového typu vyhodnoceny následovně:

$$K_{S1} = K_{S2} = 0,12 \times w \quad (41)$$

kde  $w$  (m) je šířka oka sítě prostorového stínění síťového, nebo svodů síťového typu systému ESE, nebo vzdálenost mezi kovovými sloupy konstrukce, nebo vzdálenost mezi vyztuženými prvky betonových rámců, které působí jako přirozený systém ESE.

Pro průběžné kovové stínění s tloušťkou 0,1 mm až 0,5 mm platí  $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$  až  $10^{-5}$ .

Tam, kde indukční smyčka probíhá blízko stínících vodičů hranice LPZ ve vzdálenosti od stínění menší než je bezpečná vzdálenost, hodnoty  $K_{S1}$  a  $K_{S2}$  budou vyšší. Například hodnoty  $K_{S1}$  a  $K_{S2}$  musí být zdvojnásobeny tam, kde vzdálenost ke stínění je v rozsahu 0,1  $w$  až 0,2  $w$ .

Pro stupňovité LPZ je výsledná hodnota  $K_{S2}$  součinem relevantních  $K_{S2}$  každé LPZ.

**POZNÁMKA**

Maximální hodnota  $K_{S1}$  je omezena na 1.

**Table A.13** Hodnota koeficientu  $K_{S3}$  v závislosti na vnitřní kabeláži

Type interní kabeláže	$K_{S3}$
Nestíněný kabel – žádná preventivní opatření pro trasu s cílem vyloučit smyčky <sup>1)</sup>	1
Nestíněný kabel – preventivní opatření pro trasu s cílem vyloučit velké smyčky <sup>2)</sup>	0,2
Nestíněný kabel – preventivní opatření pro trasu s cílem vyloučit smyčky <sup>2)</sup>	0,02
Stíněný kabel s odporem stínění <sup>4)</sup> $5 < RS \leq 20 \Omega/\text{km}$	0,001
Stíněný kabel s odporem stínění <sup>4)</sup> $1 < RS \leq 5 \Omega/\text{km}$	0,0002
Stíněný kabel s odporem stínění <sup>4)</sup> $RS \leq 1 \Omega/\text{km}$	0,0001

<sup>1)</sup> Smyčkové vodiče s různými trasami ve velkých budovách (plocha smyčky řádově 50 m<sup>2</sup>).

<sup>2)</sup> Smyčkové vodiče ve stejném kabelovodu nebo vodiče smyčky s různými trasami v malých budovách (plocha smyčky řádově 10 m<sup>2</sup>).

<sup>3)</sup> Smyčkové vodiče ve stejném kabelu (plocha smyčky řádově 0,5 m<sup>2</sup>).

<sup>4)</sup> Kabely se stíněním s odporem  $RS$  ( $\Omega/\text{km}$ ) pospojované k ekvipotenciální pospojovací tyči na obou koncích a zařízení připojené ke stejné pospojovací tyči.

Pro kabeláž probíhající v průběžném kovovém kabelovodu pospojeném k ekvipotenciálním pospojovacím tyčím na obou koncích se hodnoty  $K_{S3}$  vynásobí 0,1.

Koeficient  $K_{S4}$  je vyhodnocen následovně:

$$K_{S4} = 1,5 / U_w \quad (42)$$

Kde:  $U_w$  jmenovité impulsní výdržné napětí chráněného systému (kV)

Pokud jsou v interním systému přístroje s odlišnými hodnotami impulsního výdržného napětí, pak se zvolí koeficient  $K_{S4}$  relevantní k nejnižší hodnotě impulsního výdržného napětí.

#### A.5.5 Pravděpodobnost $P_U$ , že zásah blesku do vedení způsobí poranění lidí nebo zvířat

Hodnoty pravděpodobnosti  $P_U$  poranění lidí nebo zvířat způsobeného dotykovým napětím v důsledku zásahu blesku do vedení vstupujícího do stavby závisí na charakteristikách stínění vedení, impulsním výdržném napětí interních systémů připojených k vedení, typických ochranných opatřeních (fyzická omezení, výstražné tabulky, apod.) (viz Tabulka A.9) a SPD na vstupu vedení.

Pokud SPD neumožňuje ekvipotenciální pospojení, hodnota  $P_U$  je rovna hodnotě  $P_{LD}$ , přičemž  $P_{LD}$  je pravděpodobnost selhání interních systémů v důsledku zásahu blesku do připojeného vedení. Hodnoty  $P_{LD}$  jsou uvedeny v Tabulce A.14.

Pokud SPD umožňuje ekvipotenciální pospojení, hodnota  $P_U$  je rovna nižší z hodnot  $P_{SPD}$  (viz Tabulka A11) a  $P_{LD}$ .

#### POZNÁMKA

V tomto případě není pro snížení  $P_U$  nutná koordinovaná SPD ochrana podle EN 61643-11 a TS 61643-12, SPD postačují.

**Tabulka A.14** Hodnoty pravděpodobnosti  $P_{LD}$  v závislosti odporu  $R_S$  stínění kabelu a impulsního výdržného napětí  $U_w$  zařízení

$U_w$ (kV)	$5 < R_S \leq 20$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$1 < R_S \leq 5$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$R_S \leq 1$ ( $\Omega/\text{km}$ )
1,5	1	0,8	0,4
2,5	0,95	0,6	0,2
4	0,9	0,3	0,04
6	0,8	0,1	0,02

Kde:  $R_S$  je odpor stínění kabelu ( $\Omega/\text{km}$ )

Pro nestíněné kabely se použije hodnota  $P_{LD} = 1$ .

Pokud jsou provedena ochranná opatření (fyzická omezení, výstražné tabulky, apod.), pak pravděpodobnost  $P_U$  bude dále snížena vynásobením hodnotou pravděpodobnosti  $P_A$  uvedené v Tabulce A.9.

#### A.5.6 Pravděpodobnost $P_V$ , že zásah blesku do vedení způsobí fyzickou škodu

Hodnoty pravděpodobnosti  $P_V$  fyzické škody způsobené v důsledku zásahu blesku do vedení vstupujícího do stavby závisí na charakteristikách stínění vedení, impulsním výdržném napětí interních systémů připojených k vedení, a SPD na vstupu vedení.

Pokud SPD neumožňuje ekvipotenciální pospojení, hodnota  $P_V$  je rovna hodnotě  $P_{LD}$ , přičemž  $P_{LD}$  je pravděpodobnost selhání interních systémů v důsledku zásahu blesku do připojeného vedení. Hodnoty  $P_{LD}$  jsou uvedeny v Tabulce A.14.

Pokud SPD umožňuje ekvipotenciální pospojení, hodnota  $P_V$  je rovna nižší z hodnot  $P_{SPD}$  (viz Tabulka A11) a  $P_{LD}$ .

#### POZNÁMKA

V tomto případě není pro snížení  $P_U$  nutná koordinovaná SPD ochrana podle EN 61643-11 a TS 61643-12, SPD postačují.

### A.5.7 Pravděpodobnost $P_W$ , že zásah blesku do vedení způsobí selhání interních systémů

Hodnoty pravděpodobnosti  $P_W$ , že zásah blesku do vedení vstupujícího do stavby způsobí selhání interních systémů, závisí na charakteristikách stínění vedení, impulsním výdržném napětí interních systémů připojených k vedení, a na SPD na vstupu vedení.

Pokud není zajištěna koordinovaná ochrana vyhovující EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_W$  je rovna hodnotě  $P_{LD}$ , přičemž  $P_{LD}$  je pravděpodobnost selhání interních systémů v důsledku zásahu blesku do připojeného vedení.

Hodnoty  $P_{LD}$  jsou uvedeny v Tabulce A.14.

Pokud je zajištěna koordinovaná ochrana vyhovující EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_W$  je rovna nižší z hodnot  $P_{SPD}$  (viz Tabulka A11) a  $P_{LD}$ .

### A.5.5 Pravděpodobnost $P_Z$ , že zásah blesku v blízkosti vedení způsobí selhání interních systémů

Hodnoty pravděpodobnosti  $P_Z$ , že zásah blesku v blízkosti vedení vstupujícího do stavby způsobí selhání interních systémů, závisí na charakteristikách stínění vedení, impulsním výdržném napětí interních systémů připojených k vedení, a na použitých ochranných opatřeních.

Pokud není zajištěna koordinovaná ochrana vyhovující EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_Z$  je rovna hodnotě  $P_{LI}$ , přičemž  $P_{LI}$  je pravděpodobnost selhání interních systémů v důsledku zásahu blesku do připojeného vedení.

Hodnoty  $P_{LI}$  jsou uvedeny v Tabulce A.15.

Pokud je zajištěna koordinovaná ochrana vyhovující EN 61643-11 a TS 61643-12, pak hodnota  $P_Z$  je rovna nižší z hodnot  $P_{SPD}$  (viz Tabulka A11) a  $P_{LI}$ .

**Tabulka A.15** Hodnoty pravděpodobnosti  $P_{LI}$  v závislosti odporu  $R_S$  stínění kabelu a impulsního výdržného napětí  $U_w$  zařízení

$U_w$ kV	Bez stínění	Stínění není pospojováno k ekvipotenciální pospojovací tyči, k níž je připojeno zařízení	Stínění je pospojováno ke stejné ekvipotenciální pospojovací tyči, k níž je připojeno zařízení		
			$5 < R_S \leq 20$ $\Omega/\text{km}$	$1 < R_S \leq 5$ $\Omega/\text{km}$	$R_S \leq 1$ $\Omega/\text{km}$
1,5	1	0,5	0,15	0,04	0,02
2,5	0,4	0,2	0,06	0,02	0,008
4	0,2	0,1	0,03	0,008	0,004
6	0,1	0,05	0,02	0,004	0,002

Kde:  $R_S$  je odpor stínění kabelu ( $\Omega/\text{km}$ )

#### POZNÁMKA

Přesnější vyhodnocení  $K_S$  pro stíněné a nestíněné úseky najdete v ITU Recommendation K.46.

## A.6 Posouzení rozsahu ztráty $L_X$ škody na stavbě

### A.6.1 Průměrná relativní roční velikosti ztráty

Ztráta  $L_X$  odkazuje na průměrnou relativní velikost specifického typu škody, která může být způsobena zásahem blesku, s uvažováním jejího rozsahu i účinků.

Její hodnota závisí na:

- počtu osob a době, po kterou se zdržují na nebezpečném místě;
- typu a důležitosti veřejné služby;
- hodnotě majetku postiženého škodou.

Ztráta  $L_X$  se mění s typem uvažované ztráty ( $L_1, L_2, L_3, L_4$ ) a – pro každý typ ztráty – s typem škody ( $D_1, D_2$  a  $D_3$ ), která ztrátu způsobila.



Používají se následující symboly:

$L_t$	ztráta v důsledku poranění dotykovým a krokovým napětím
$L_f$	ztráta v důsledku fyzického poškození
$L_o$	ztráta v důsledku selhání interních systémů

### A.6.2 Ztráty na lidských životech

Hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$  mohou být stanoveny na základě relativního počtu obětí z následujícího přibližného vztahu:

$$L_x = (n_p / n_t) \times (t_p / 8760) \quad (43)$$

Kde:	$n_p$	počet pravděpodobně ohrožených osob (obětí)
	$n_t$	předpokládaný celkový počet osob (uvnitř stavby)
	$t_p$	doba hodin/rok, po kterou se osoby zdržují na nebezpečném místě, mimo stavbu (pouze $L_t$ ) nebo uvnitř stavby ( $L_t$ , $L_f$ a $L_o$ )

Typické průměrné hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$ , které se použijí v případě, že určení  $n_p$ ,  $n_t$  a  $t_p$  je nejisté nebo obtížné, jsou uvedeny v Tabulce A.16.

Tabulka A.15 Typické průměrné hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$

Typ stavby	$L_t$
Všechny typy - osoby uvnitř stavby	$10^{-4}$
Všechny typy - osoby mimo stavbu	$10^{-2}$

Typ stavby	$L_f$
Nemocnice, hotely, občanská výstavba	$10^{-1}$
Průmyslové a obchodní stavby, školy	$5 \times 10^{-2}$
Stavby pro kulturu, kostely, muzea	$2 \times 10^{-2}$
Ostatní	$10^{-2}$

Typ stavby	$L_o$
Stavby s nebezpečím exploze	$10^{-1}$
Nemocnice	$10^{-3}$

Ztráta na lidských životech je ovlivněna charakteristikami stavby. Tyto jsou zohledněny zvyšujícím koeficientem ( $h_z$ ) a snižujícími koeficienty ( $r_f$ ,  $r_p$ ,  $r_a$ ,  $r_u$ ) následovně:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (44)$$

$$L_U = r_u \times L_t \quad (45)$$

$$L_B = L_V = r_p \times h_z \times r_f \times L_f \quad (46)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (47)$$

Kde:	$r_a$	koeficient snižující ztrátu na lidských životech v závislosti na typu zeminy (viz Tabulka A.17)
	$r_u$	koeficient snižující ztrátu na lidských životech v závislosti na typu podlahy (viz Tabulka A.18)
	$r_p$	koeficient snižující ztrátu na lidských životech v závislosti na typu opatření podniknutých ke snížení následků požáru (viz Tabulka A.19)
	$r_f$	koeficient snižující ztrátu v důsledku fyzické škody za přítomnosti speciálního nebezpečí viz Tabulka A.20)
	$h_z$	koeficient zvyšující snižující ztrátu v důsledku fyzické škody za přítomnosti speciálních nebezpečí viz Tabulka A.20)

**Tabulka A.17** Hodnoty snižujících koeficientů  $r_a$  a  $r_u$  jako funkce typu povrchu zeminy nebo podlahy

Typ povrchu	Přechodový odpor $k\Omega^{1)}$	Koeficienty $r_a$ a $r_u$
Zemědělská půda, beton	$\leq 1$	$10^{-2}$
Mramor, keramika	1 – 10	$10^{-3}$
Štěrk, mochetový koberec, koberce	10 – 100	$10^{-4}$
Asfalt, linoleum, dřevo	$\geq 100$	$10^{-5}$

1) Hodnoty naměřené mezi elektrodou  $400\text{ cm}^2$  přitlačenou silou 500 N v nekonečnu.

**Tabulka A.18** Hodnoty snižujícího koeficientu  $r_p$  jako funkce opatření podniknutých ke snížení následků požáru

Opatření	$r_p$
Žádná	1
Jedno z následujících opatření: hasicí přístroje, instalace manuálně ovládaného hasicího zařízení, instalace manuálního poplachového zařízení, hydranty, požární úseky, chráněné únikové cesty.	0,5
Jedno z následujících opatření: hasicí přístroje, instalace automaticky ovládaného hasicího zařízení, instalace automatického poplachového zařízení <sup>1)</sup>	0,2

<sup>1)</sup> Pouze v případě, pokud je chráněno proti přepětím a ostatním poškozením a pokud hasičská zásahová jednotka může dorazit v době kratší než 10 minut.

Pokud je provedeno více než jedno opatření, pak se jako hodnota  $r_p$  použije nejnižší z relevantních hodnot.

Ve stavbách s rizikem exploze se v každém případě použije hodnota  $r_p = 1$ .

**Tabulka A.19** Hodnoty snižujícího koeficientu  $r_f$  jako funkce rizika požáru stavby

Riziko požáru	$r_f$
Exploze	1
Vysoké	$10^{-1}$
Běžné	$10^{-2}$
Nízké	$10^{-3}$
Žádné	0

**POZNÁMKA 1**

V případě staveb s rizikem exploze a staveb obsahujících výbušné směsi může být nutné podrobnější vyhodnocení koeficientu  $r_f$ .

**POZNÁMKA 2**

Za stavby s vysokým rizikem požáru lze považovat stavby vyrobené z hořlavých materiálů, stavy se střechou vyrobenou z hořlavých materiálů, nebo stavby se specifickým požárním zatížením vyšším než  $800\text{ MJ/m}^2$ .

**POZNÁMKA 3**

Za stavby s běžným rizikem požáru lze považovat stavby se specifickým požárním zatížením v rozsahu 400 až  $800\text{ MJ/m}^2$ .

**POZNÁMKA 4**

Za stavby s nízkým rizikem požáru lze považovat stavby se specifickým požárním zatížením menším než  $400\text{ MJ/m}^2$ .

**POZNÁMKA 5**

Specifické požární zatížení je poměr mezi energií celkového množství hořlavého materiálu ve stavbě a celkovým povrchem stavby.

**Tabulka A.20** Hodnoty koeficientu  $h_z$  zvyšujícího relativní velikost ztráty za přítomnosti speciálních nebezpečí

Typ speciálního nebezpečí	$h_z$
Žádné	1
Nízká úroveň paniky (například stavby omezená dvěma podlažími a maximálním počtem osob 100).	2
Průměrná úroveň paniky (například stavby určené pro kulturní nebo sportovní události, s počtem osob 100 až 1000).	5
Obtížná evakuace (například stavby s nepohyblivými osobami, nemocnice).	5
Vysoká úroveň paniky (například stavby určené pro kulturní nebo sportovní události, s počtem osob více než 1000).	10
Nebezpečí pro okolí nebo životní prostředí.	20
Kontaminace okolí nebo životního prostředí.	50

### A.6.3 Nepřijatelná ztráta veřejných služeb

Hodnoty  $L_f$  a  $L_o$  mohou být stanoveny na základě relativního rozsahu možné ztráty z následujícího přibližného vztahu:

$$L_x = n_p / n_t \times t_p / 8760 \quad (48)$$

Kde:  $n_p$  počet pravděpodobně ohrožených osob (uživatelů/nesloužících)  
 $n_t$  předpokládaný celkový počet osob (uživatelů/sloužících)  
 $t$  doba hodin/rok ztráty služby

Typické průměrné hodnoty  $L_f$  a  $L_o$ , které se použijí v případě, že určení  $n_p$ ,  $n_t$  a  $t$  je nejisté nebo obtížné, jsou uvedeny v Tabulce A.21.

**Tabulka A.21** Typické průměrné hodnoty  $L_f$  a  $L_o$

Typ služby	$L_f$	$L_o$
Zásobování plynem, zásobování vodou	$10^{-1}$	$10^{-2}$
TV, telekomunikace, dodávka elektrické energie	$10^{-2}$	$10^{-3}$

Ztráta veřejné služby je ovlivněna charakteristikami stavby se snižujícím koeficientem  $r_p$  následovně:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (49)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (50)$$

Hodnoty koeficientů  $r_p$  a  $r_f$  jsou uvedeny v Tabulce A.18 a Tabulce A.19.

### A.6.4 Ztráta na nenahraditelném kulturním dědictví

Hodnota  $L_f$  může být stanovena na základě relativního rozsahu možné ztráty z následujícího přibližného vztahu:

$$L_x = c / c_t \quad (51)$$

Kde:  $c$  průměrná hodnota možné ztráty stavby (tj. pojistná hodnota nebo možná ztráta majetku), vyjádřená finančně  
 $c_t$  celková hodnota stavby (tj. celková pojistná hodnota veškerého majetku nacházejícího se ve stavbě), vyjádřená finančně

Typická průměrná hodnota  $L_f$ , která se použije v případě, že určení  $c$  a  $c_t$  je nejisté nebo obtížné, je:

$$L_x = 10^{-1}$$

Ztráta na nenahraditelném kulturním dědictví je ovlivněna charakteristikami stavby se snižujícím koeficientem  $r_p$  následovně:

$$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_f \quad (52)$$

Hodnoty koeficientů  $r_p$  a  $r_f$  jsou uvedeny v Tabulce A.18 a Tabulce A.19.

#### A.6.5 Ekonomická ztráta

Hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$  mohou být stanoveny na základě relativního rozsahu možné ztráty z následujícího přibližného vztahu:

$$L_x = c / c_t \quad (53)$$

Kde:  $c$  průměrná hodnota možné ztráty stavby (včetně jejího obsahu a relevantních činností a jejich důsledků), vyjádřená finančně  
 $c_t$  celková hodnota stavby (včetně jejího obsahu a relevantních činností a jejich důsledků), vyjádřená finančně

Typické průměrné hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$  pro všechny typy staveb, které se použijí v případě, že určení  $c$  a  $c_t$  je nejisté nebo obtížné, jsou uvedeny v Tabulce A.22.

Tabulka A.22 Typické průměrné hodnoty  $L_t$ ,  $L_f$  a  $L_o$

Typ stavby	$L_t$
Všechny typy - uvnitř stavby	$10^{-4}$
Všechny typy - mimo stavbu	$10^{-2}$

Typ stavby	$L_f$
Nemocnice, průmysl, muzea, zemědělství	0,5
Hotely, školy, administrativa, kostely, veřejná zábava, hospodářské stavby	0,2
Ostatní	0,1

Typ stavby	$L_o$
Riziko exploze	$10^{-1}$
Nemocnice, průmysl, administrativa, hotely, hospodářské stavby	$10^{-3}$
Ostatní	$10^{-4}$

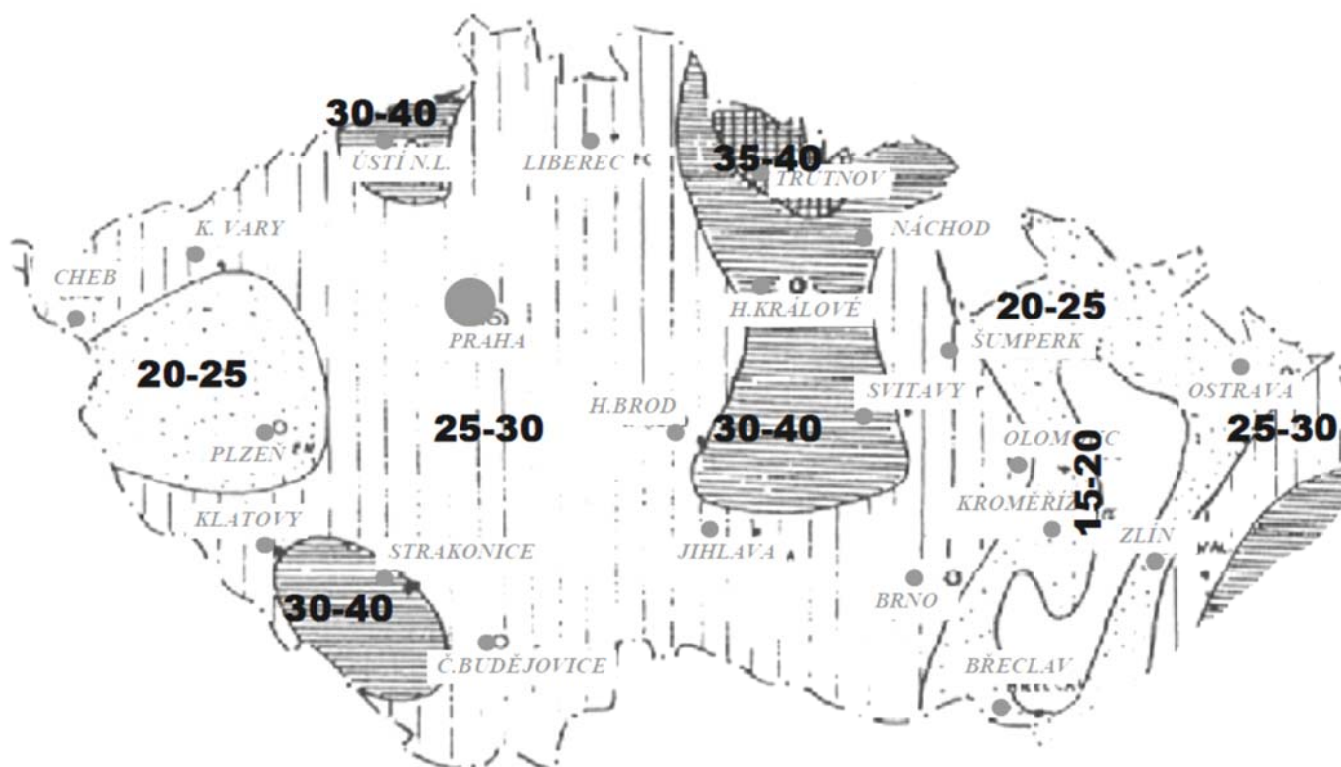
Ztráta ekonomické hodnoty je ovlivněna charakteristikami stavby. Tyto jsou zohledněny zvyšujícím koeficientem ( $h_z$ ) a snižujícími koeficienty ( $r_p$ ,  $r_a$ ,  $r_f$ ,  $r_u$ ) následovně:

$$L_A = r_a \times L_t \quad (54)$$

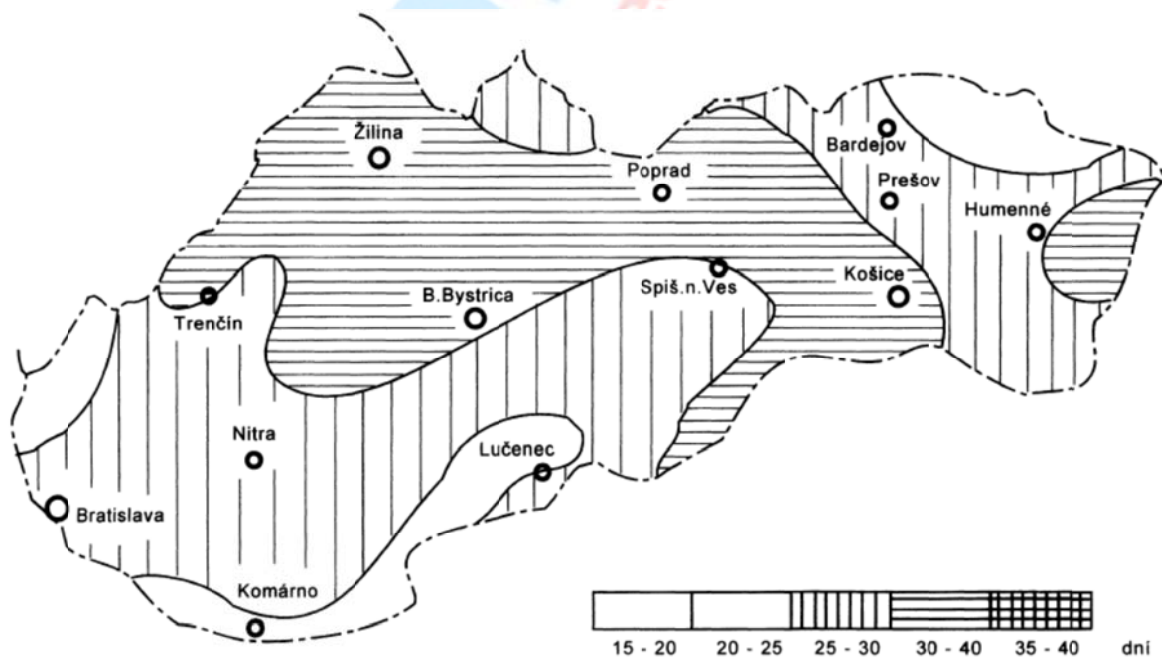
$$L_U = r_u \times L_t \quad (55)$$

$$L_A = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \quad (56)$$

$$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_o \quad (57)$$



Obrázek B.1 – Izokeraunická mapa České republiky



Obrázek B.1 – Izokeraunická mapa Slovenska



## Příloha C (normativní) AKTIVNÍ JÍMAČ – ZKUŠEBNÍ PROCEDURY A POŽADAVKY

### C.1 Provozní podmínky

#### C.1.1 Normální podmínky

Normální provozní podmínky jsou následující:

- provozní teplota v rozsahu  $-20\text{ °C}$  až  $+60\text{ °C}$
- rychlost větru nižší než  $122\text{ km/h}$

#### C.1.2 Abnormální podmínky

Abnormální provozní podmínky jsou následující:

- provozní teplota nižší než  $-20\text{ °C}$  nebo vyšší než  $+60\text{ °C}$
- rychlost větru vyšší než  $122\text{ km/h}$
- sníh a led
- lokalita s vysoce znečištěným ovzduším

### C.2 Požadavky

#### C.2.1 Všeobecné požadavky

##### C.2.1.1 Identifikace a dokumentace

Aktivní jímač (ESEAT) je identifikován následujícími informacemi uvedenými na výrobku (označení):

- název, logo, nebo obchodní značka výrobce
- reference výrobku
- účinnost okamžité inicializace výboje (ESE)  $\Delta T$  (v  $\mu\text{s}$ )
- sériové číslo

##### C.2.1.2 Značení

Informace musí být čitelně a nesmazatelné. Musí zahrnovat minimálně název, logo, nebo obchodní značka výrobcem, referenci výrobku, sériové číslo. Kontrola zkouškou podle C.3.1.2.

#### C.2.2 Požadavky na okamžitou inicializaci výboje

ESE aktivního jímače ( $\Delta T$ ) se stanoví pomocí procedur uvedených v C.3.5. Musí být v rozsahu od  $10\ \mu\text{s}$  do  $60\ \mu\text{s}$ .

Pokud je hodnota  $\Delta T$  nižší než  $10\ \mu\text{s}$ , pak jímač bleskosvodu nebude považován za ESEAT.

Pokud je hodnota  $\Delta T$  vyšší než  $10\ \mu\text{s}$ , veškeré výpočty budou prováděny s použitím  $\Delta T=60\ \mu\text{s}$ .

#### C.2.3 Elektrické požadavky

ESEAT musí být odolný proti impulsu blesku  $100\text{ kA}$  (křivka 10/350). Toto se ověří zkouškou definovanou v C.3.4.

#### C.2.4 Mechanické požadavky

Součásti ESEAT, kterými prochází proud blesku, musí mít průřez vyhovující EN 50164-2 (případná jiskřiště použitá v návrhu ESEAT jsou zkoušena během zkoušek odolnosti a nejsou na ně kladeny žádné mechanické požadavky).

Části ESET, které zachycují blesk, musí mít rozměrové charakteristiky podle následující tabulky.

**Tabulka C.1 Materiál, uspořádání, minimální plocha místo zásahu**

<b>Materiál</b>	<b>Uspořádání</b>	<b>Minimální plocha</b>	<b>Poznámka</b>
Měď, hliník, slitiny hliníku, žárově pozinkovaná ocel <sup>1)</sup> , nerezová ocel <sup>2)</sup>	Plný materiál	200 mm <sup>2</sup>	Průměr 16 mm

<sup>1)</sup> Povlak musí být hladký a průběžný, a nesmí vykazovat žádná matná místa. Minimální tloušťka je 50 µm.

<sup>2)</sup> Chrom 16 %, nikl 8 %, uhlík 0,07 %.

## **C.2.5 Ekologické požadavky**

### **C.2.5.1 Environmentální požadavky**

ESEAT musí odolávat omezením, jako jsou například slaná tříšť a ovzduší obsahující siřníky na mořském pobřeží nebo v průmyslovém prostředí.

Toto se kontroluje zkouškami popsány v C.3.3.

## **C.2.6 Elektromagnetická kompatibilita**

### **C.2.6.1 Elektromagnetická odolnost**

ESEAT bez elektronického systému nebo pouze s pasivními komponenty (diody, odpory, kondenzátory, cívky, varistory a ostatní ochranné komponenty) nejsou citlivé na elektromagnetické vlnění v průmyslovém prostředí. Z tohoto důvodu nejsou zkoušky odolnosti požadovány.

Ostatní ESEAT musí být podrobeny zkouškám. Tyto ESEAT musí být v souladu s aplikovatelnými zkouškami podle normy EN 61000-6-2 (odolnost proti průmyslovému prostředí). Provoz ESEAT zařízení a zkušebního zařízení případně integrovaného do ESEAT nesmí být v průběhu této zkoušky rušen. Toto se ověří vizuálně absencí jiskření.

### **C.2.6.2 Elektromagnetické emise**

ESEAT bez elektronického systému nebo pouze s pasivními komponenty (diody, odpory, kondenzátory, cívky, varistory a ostatní ochranné komponenty) negenerují žádné signály jindy než za podmínek bouřky. Z tohoto důvodu nejsou zkoušky emisí požadovány.

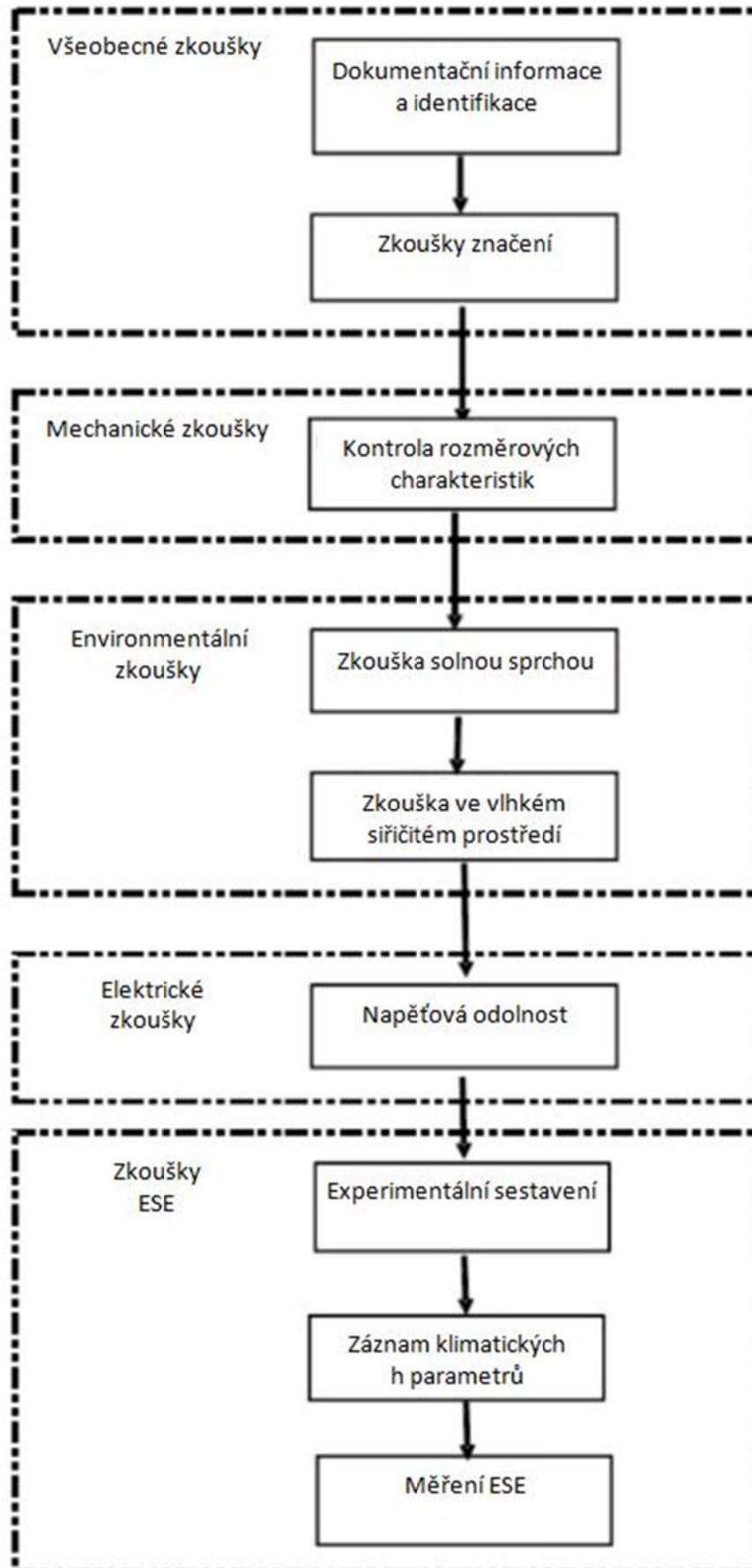
Ostatní ESEAT musí být podrobeny zkouškám. Tyto ESEAT musí být v souladu s aplikovatelnými zkouškami podle normy EN 61000-6-3 (emisní norma pro obytná prostředí).

Pro ESEAT splňující tyto podmínky (ale obsahující rádiové moduly) musí být splněny veškeré požadavky popsané ve směrnici RTTE 1999/5/CE.



### C.3 Typová zkouška

Zkouška musí být provedena na vzorku podle schématu na Obrázku C.1.



Obrázek C.1  
Zkušební sekvence

### C.3.1 Všeobecná zkouška

#### C.3.1.1 Dokumentační informace a identifikace

Kontrola identifikace /značení se provede podle požadavků C2.1.2. Shoda se kontroluje vizuální prohlídkou.

#### C.3.1.2 Značení

Zkouška se provede na všech typech značení s výjimkou vylisovaného nebo gravírovaného značení.

Zkouška se provede manuálním otíráním značení po dobu 15 sekund bavlněnou tkaninou namočenou do vody a po dobu 15 sekund bavlněnou tkaninou namočenou do alifatického hexanu.

#### POZNÁMKA 1

Alifatický hexan je definován takto: obsah maximálně 0,1 % (obj.) aromatického uhlovodíku, kauributanol index 29, teplota počátku destilace přibližně 65 °C, teplota konce destilace přibližně 69 °C, specifická hmotnost 0,68 g/cm<sup>3</sup>.

Po ukončení zkoušky musí být označení čitelné.

### C.3.2 Mechanické zkoušky

Kontrola rozměrových charakteristik a jejich tolerancí se provádí podle výkresů a údajů výrobce:

- určení snímací části;
- výpočet vnitřního průměru na těle snímací části;
- výpočet vnitřního průměru částí, kterými má procházet proud.

### C.3.3 Environmentální zkoušky

#### C.3.3.1 Zkouška slanou mlhou

Zkouška solnou sprchou podle normy EN 60068-2-52, s výjimkou článků 7, 10 a 11, které nelze použít.

Zkouška je prováděna s úrovní náročnosti 2

#### C.3.3.2 Zkouška ve vlhkém siřičitém prostředí

Zkouška ve vlhkém siřičitém prostředí podle normy EN ISO 6988, 7 cyklů a koncentrace SO<sub>2</sub> 667 ppm (obj.).

Každý cyklus trvá 24 hodin a obsahuje periodu zahřívání v trvání 8 hodin, teplota 40 °C ± 3 °C v nasyceném vlhkém prostředí, a následně periodu udržování, 16 hodin. Po této periodě udržování se obnoví vlhké siřičité prostředí.

### C.3.4 Zkouška odolnosti proti proudu

Po environmentální zkoušce a bez očištění vzorku se ESEAT podrobí následujícím zkouškám.

*Test odolnosti proti impulsnímu proudu  $I_{imp}$*

Zkušební impuls  $I_{imp}$  je definován pomocí  $I_{peak}$ ,  $Q$ , a  $W/R$ . Unipolární proudový impuls musí dosáhnout těchto parametrů během 10 ms.

Typickým tvarem křivky pro dosažení těchto parametrů je křivka 10/350. Vztah mezi  $I_{peak}$ ,  $Q$ , a  $W/R$  je dán následujícími vzorci:

$$Q \text{ (As)} = 0,5 / I_{peak} \text{ (kA)}$$
$$W/R \text{ (kJ/}\Omega\text{)} = Q^2 \text{ (As)}$$

Tolerance špičkové hodnoty  $I_{peak}$ , náboje Q a specifické energie W/R jsou

- $I_{deáčh}$   $\pm 10 \%$
- Q  $\pm 20 \%$
- W/R  $\pm 35 \%$

Vzorek bude podroben třikrát zkušebnímu proudu uvedenému v Tabulce C.2. přestávka mezi zkouškami musí umožnit ochlazení vzorku na pokojovou teplotu.

Tabulka C.2 Hodnota proudu  $I_{imp}$

$I_{peak}$ (kA)	Q (As)	W/R (kJ/ $\Omega$ )
100	50	2500

#### Potvrzení zkoušky

Zkouška se považuje za úspěšnou, pokud záznam napětí/proudu a vizuální kontrola neodhalí jakékoli známky zhoršení nebo průrazu vzorku, s výjimkou částí odvádějících proud blesku, kde se mohou objevit stopy inicializace a povrchového roztavení.

#### C.3.5 Zkoušky ESE

Referenční norma pro zkušební proceduru je EN 61180-1.

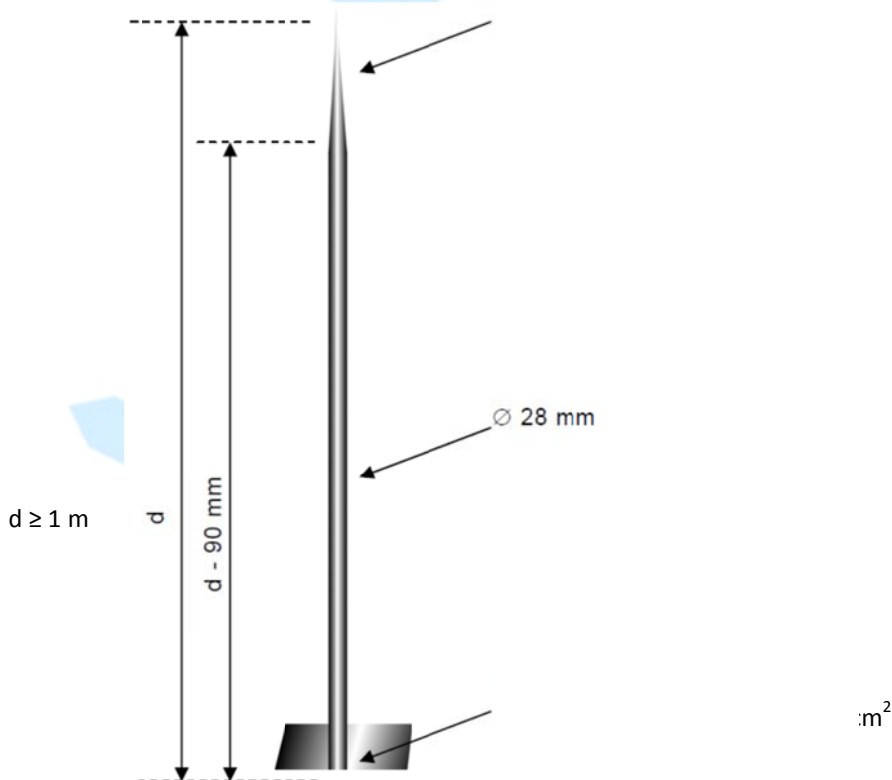
ESEAT musí být instalován a elektricky připojen podle instrukcí výrobce. V průběhu zkoušky se nesmí provádět žádná údržba nebo demontáž ESEAT.

Je třeba si uvědomit, že pro crash-testy a měření jsou zapotřebí příslušné zkušební techniky, s cílem zajistit zaznamenání správných zkušebních hodnot.

##### C.3.5.1 Experimentální sestava

###### C.3.5.1.1 Charakterizace referenčního jímače bleskosvodu s jednou tyčí

Referenční jímač bleskosvodu s jednou tyčí (SRAT) musí respektovat rozměry uvedené na následujícím obrázku.



Obrázek C.2 Referenční jímač bleskosvodu s jednou tyčí

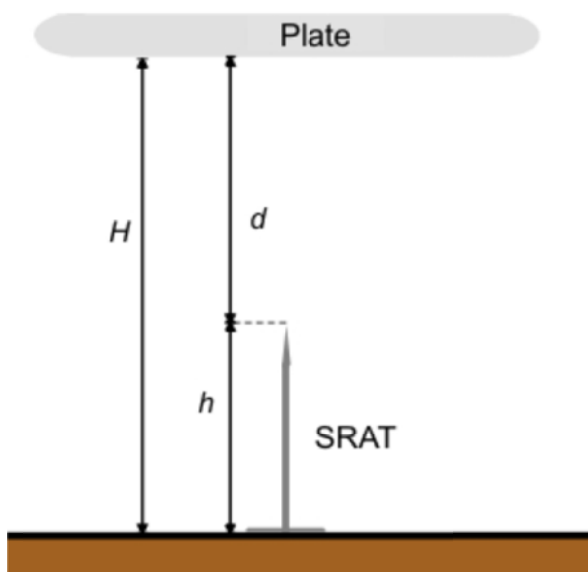


### C.3.5.1.2 Rozměry zkušební sestavy

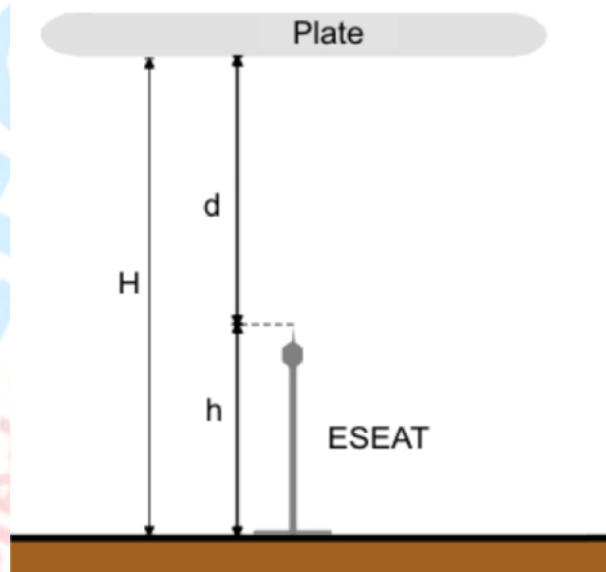
Rozměry zkušební sestavy jsou následující:

- Výška jímače bleskosvodu ( $h$ ) rovna nebo větší než 1 m. Výškový rozdíl mezi dvěma svorkami musí být menší než 1 %.
- Vzdálenost mezi horní deskou (plate) a základnou ( $H$ ) musí být větší než 2 m. Poměr  $h/H$  musí být v rozsahu 0,25 až 0,5.
- Nejmenší horizontální rozměr horní desky je vzdálenost mezi deskou a základnou ( $H$ ).
- Tyč o průměru 28 mm, podpora jímače bleskosvodu, spočívá na podpoře tvaru čtverce o straně 0,2 m.

Následující obrázky představují dvě zkušební konfigurace, odpovídající zkoušce referenčního SRAT (jak je definován na Obrázku C.2) a zkoušení ESEAT.



Obrázek C.3  
Experimentální sestava pro SRAT



Obrázek C.3  
Experimentální sestava pro ESEAT

### C.3.5.2 Podmínky zkoušky

Účinnost ESEAT je posuzována v laboratorii pro vysoká napětí porovnáním inicializační doby vzestupné větve, kterou inicializuje ESEAT, s dobou inicializace vzestupné větve SRAT.

K tomuto účelu jsou SRAT a ESEAT postupně posouzeny za stejných elektrických a geometrických podmínek během laboratorních zkoušek, simulujících inicializační podmínky zachycení přirozeného výboje (vzestupná pozitivní větev).

#### C.3.5.2.1 Simulace křivky

Přirozená křivka existující předtím, než v důsledku zásahu blesku vzniknou podmínky pro vytvoření korony a předcházejícího prostorového náboje. Z tohoto důvodu je nutná její simulace aplikací stejnosměrného proudu, který vytvoří elektrická pole v rozsahu -20 až -25 kV/m.

#### C.3.5.2.2 Simulace impulsního pole

Impulsní pole může být simulováno spínacím impulsem, jehož doba náběhu je v rozsahu 100 až 1000  $\mu$ s. Spád křivky při iniciaci vzestupné větve musí být v rozsahu  $2 \times 10^8$  až  $2 \times 10^9$  V/m/s. Typický tvar křivky je 250/2500 podle IEC 60060-1 (důležitá je pouze tolerance na čele).

### C.3.5.2.3 *Kontrolovaná množství – prováděná měření*

#### C.3.5.2.3.1 *Elektrické parametry*

Kontrolované a zaznamenávané technické parametry jsou tvar a magnituda aplikovaných napětí (kalibrace okolního pole, křivka impulsního napětí, sdružený proud) pro SRAT a ESEAT.

K tomuto účelu se zřídí následující:

- permanentní polarizační napětí,
- impulsní křivka, která spouští inicializaci na SRAT: aplikované napětí se určí pomocí jednoduché procedury "nahoru a dolů", tak aby byla získána hodnota U100 s konečnou přesností 1 %.

#### C.3.5.2.3.2 *Geometrické parametry*

Vzdálenost pro každou zkoušku musí být stejná ( $\pm 1$  mm); musí být zkontrolována před každou konfigurací (viz Obrázek C.3).

#### C.3.5.2.3.3 *Klimatické parametry*

Klimatické podmínky (tlak, teplota, relativní vlhkost) musí být zaznamenány na začátku a ve středu zkoušek každé série a na konci zkoušek zkušební konfigurace.

Aby bylo možno považovat zkušební konfigurace SRAT a ESEAT za identické (stejně napětí U100), odchylky klimatických parametrů musí vyhovovat hodnotám definovaným v následující tabulce. V jiném případě je před další konfigurací nutno přeměřit napětí U100.

**Tabulka C.3 – Odchylky klimatických parametrů během zkoušek**

Parametr	Odchylky pro obě zkušební konfigurace
Tlak	+/- 2 %
Teplota	+/- 10 °C
Relativní vlhkost	+/- 20 %

Hodnoty se zaznamenají do zkušební zprávy, nepovedou však k žádným opravám.

#### C.3.5.2.3.4 *Počet zásahů na konfiguraci*

Pro každou konfiguraci se zaznamená prvních 50 použitelných zásahů (případ nepoužitelného zásahu: rozběh generátoru). Doba prodlevy mezi dvěma zásahy musí být 2 minuty. Tato hodnota musí být dodržována během celé zkoušky.

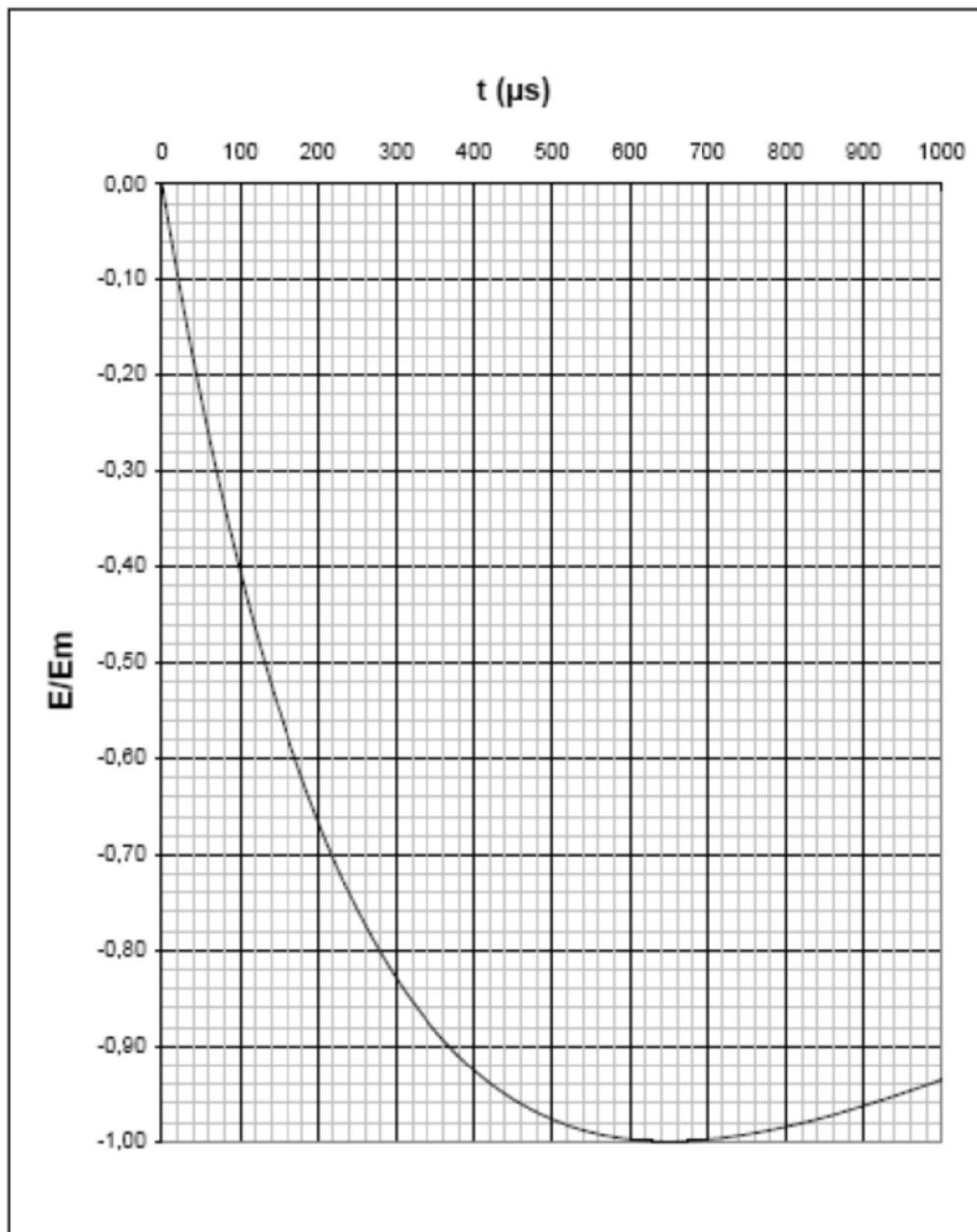
#### C.3.5.2.3.5 *Měření ESE (okamžité inicializace výboje) ESEAT*

Kritérium zvolené pro posouzení efektivity ESEAT je jeho schopnost opakovaně inicializovat vzestupnou větev dříve než SRAT umístěný za stejných podmínek. Pro každý použitelný zásah na SRAT a na ESEAT se měří hodnota T inicializační doby vzestupné větve. Doba T se měří mezi průsečíkem časové osy s křivkou impulsního napětí a okamžikem odpovídajícím náhlé změně sklonu křivky impulsního napětí odpovídající inicializaci.

Na základě měření inicializačních dob vzestupné větve získaných na SRAT a ESEAT se vypočítají průměrné inicializační doby  $T_{moy}'_{SRAT}$  a  $T_{moy}'_{ESEAT}$ , na základě použitelných zásahů a s respektováním parametrů. Rovněž se vypočítá směrodatná odchylka dvou rozdělení ( $\sigma_{SRAT}$  a  $\sigma_{ESEAT}$ ).

#### C.3.5.2.4 Určení ESE (okamžité inicializace výboje) ESEAT

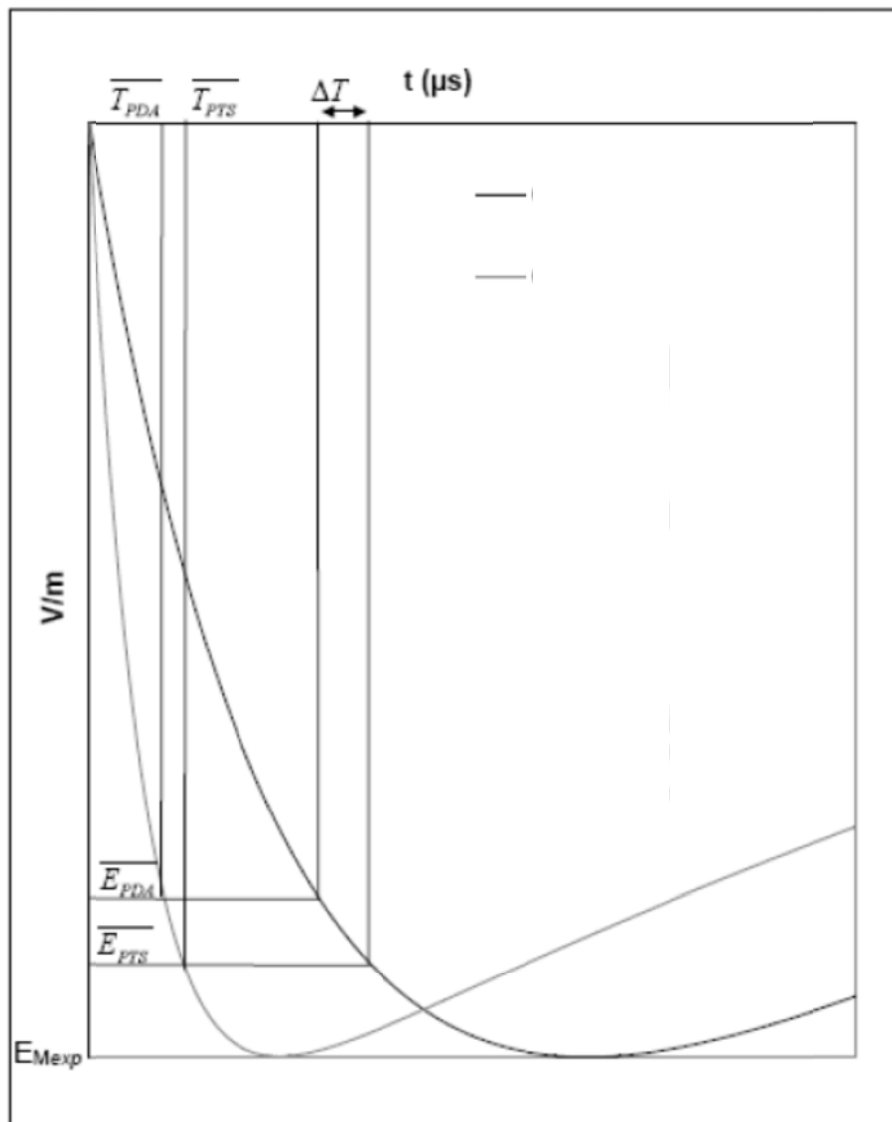
ESE je dána ve vztahu k referenční křivce definované dobou náběhu  $T_m = 650\mu s$  a tvarem definovaným na Obrázku C.5.



Obrázek C.5  
Referenční křivka

Na vrchol referenční křivky, pro kterou je hodnota pole  $E_M$  nastavena na maximální experimentální hodnotu  $E_{Mexp}$ , je položena experimentální křivka.

Hodnoty  $T_{moy'_{ESEAT}}$  a  $T_{moy'_{SRAT}}$  jsou vztaženy k E-polím prostřednictvím experimentální křivky. Z těchto E-polí pak pomocí referenční křivky odvodíme inicializační doby  $T_{SRAT}$  and  $T_{ESEAT}$  vztažené k referenční křivce, použité pro výpočet ESE  $\Delta T (\mu s) = T_{SRAT} - T_{ESEAT}$ .



Obrázek C.6  
Princip grafické korekce

#### C.3.5.2.5 Ověření účinku ESEAT

Vypočtou se průměrné hodnoty  $T_{ESEAT}$  a  $T_{SRAT}$  a směrodatné odchylky  $\sigma_{ESEAT}$  a  $\sigma_{SRAT}$ . Zkoušený bleskosvod je ESEAT, pokud jsou splněny následující podmínky:

- $T_{ESEAT} < T_{SRAT}$
- $\Sigma_{ESEAT} < 0,8 \sigma_{SRAT}$
- $T_{PTS} - T_{PDA} > 10 \mu s$

## C.4 Struktura a obsah zkušební zprávy

Účelem této instrukce je poskytnout všeobecné požadavky kladené na zprávy o laboratorních zkouškách. Tento dokument má za cíl poskytnout jasné a kompletní procedury pro laboratoře předkládající zkušební zprávy.

Výsledky každé zkoušky provedené laboratoří musí být uvedeny přesně, jasně, jednoznačně a objektivně, v souladu s veškerými instrukcemi uvedenými ve zkušebních metodách. Výsledky musí být uvedeny ve zkušební zprávě a musí zahrnovat veškeré informace nutné pro interpretaci výsledků zkoušky a veškeré informace požadované použitou metodou.

Speciální péči a pozornost je nutno věnovat uspořádání zprávy, zejména co se týče prezentace údajů a snadné přizpůsobení čtenáři. Formátování musí být pečlivě a specificky navrženo pro každý typ prováděné zkoušky, nicméně hlavičky musí být standardizovány podle následujícího.

Struktura každé zprávy musí zahrnovat minimálně následující údaje:

- identifikace zprávy
- název nebo předmět zprávy
- název, adresa a telefonní číslo zkušební laboratoře
- název, adresa a telefonní číslo podřízené zkušební laboratoře, kde byla zkouška prováděna (pokud se liší od laboratoře, která byla pověřena provedením zkoušky)
- jedinečné identifikační číslo (nebo sériové číslo) zkušební zprávy
- název a adresa prodejce/výrobce
- stránky zprávy musí být číslovány a musí být uveden celkový počet stránek
- datum vydání zprávy
- datum (data) provádění zkoušky (zkoušek)
- podpis a funkce (nebo ekvivalentní identifikace) osoby (osob) oprávněných k podepsání obsahu zprávy jménem zkušební laboratoře
- podpis a funkce osoby (osob) provádějících zkoušku
- popis zkušebního vzorku
- popis odebrání vzorku
- podrobný popis a jednoznačná identifikace zkušebního vzorku a/nebo zkušební montážní skupiny
- charakterizace a stav zkušebního vzorku a/nebo zkušební montážní skupiny
- fotografie, výkresy, nebo jakákoliv jiná vizuální dokumentace, pokud je k dispozici
- normy a reference
- identifikace použitého zkušební normy a datum vydání této normy
- ostatní relevantní dokumenty a uvedením data
- zkušební procedura
- popis zkušební procedury
- odůvodnění veškerých odchylek, doplňků, výjimek od/k/z odkazované normy
- veškeré ostatní informace relevantní ke specifické zkoušce, jako například podmínky prostředí
- konfigurace zkušební montážní sestavy
- umístění sestavy ve zkušební oblasti a techniky měření
- popis zkušebního zařízení
- popis zařízení použitého pro každou provedenou zkoušku (například generátor, atd.)
- popis měřících přístrojů
- charakteristiky a kalibrační údaje veškerých přístrojů použitých pro měření hodnot specifikovaných v normě
- zaznamenané výsledky a parametry
- *(výše uvedené údaje budou přiměřeně prezentovány ve formě tabulek, grafů, výkresů, fotografií, nebo jiných vizuálních dokumentů)*
- prohlášení o úspěšnosti/neúspěšnosti zkoušky, s uvedením části zkoušky ve které zkušební vzorek nevyhověl a popsáním selhání (toto musí být přiměřeně doloženo výkresy, fotografiemi, nebo jinými vizuálními dokumenty)



## C.5 Ošetřování a údržba ESEAT

S cílem zajistit správnou činnost ESEAT výrobce musí popsat ve sdělení k provádění kontrol a údržby opatření, která musí být provedena pro zajištění údržby jeho výrobku.

Toto sdělení musí obsahovat minimálně následující informace:

- operace, které musí být prováděny v průběhu vizuální kontroly systému ochrany proti blesku
- operace, které musí být prováděny v průběhu kompletní revize systému ochrany proti blesku
- zkušební zařízení, které může být nutné k provádění kontrol výrobku
- správná provozní kritéria pro výrobek
- postup v případě poruchy

Pokud ESEAT vyžaduje specifickou periodickou údržbu (například výměna baterií), pak toto musí být specifikováno ve sdělení přiloženém k výrobku.



INDELEC  
Ochrana před bleskem - hromosvod

## Příloha D (normativní) OCHRANA OSOB PROTI ELEKTRICKÉMU ÚRAZU ZPŮSOBENÉMU BLESKEM

### D.1 Ochranná opatření proti poranění lidí a zvířat v důsledku dotykových a krokových napětí

#### D.1.1 Ochranná opatření proti dotykovým napětím

Za určitých podmínek může být bezprostřední okolí svodů systému ESE vně budovy nebezpečné (ohrožující život) i v případě, že systém ESE byl navržen a realizován v souladu s výše uvedenými požadavky.

Nebezpečí je redukováno na tolerovatelnou úroveň, pokud je splněna jedna z následujících podmínek:

- pravděpodobnost přístupu osob do blízkosti svodů, nebo doba trvání jejich přítomnosti vně stavby v blízkosti svodů je velmi nízká;
- přirozený systém svodů typicky obsahuje více než 10 sloupů rozsáhlé kovové rámové konstrukce nebo více sloupů vzájemně propojené ocelové konstrukce, se zajištěnou elektrickou kontinuitou;
- přechodový odpor povrchové vrstvy zeminy ve vzdálenosti do 3 m od svodu není nižší než 100 k $\Omega$ .

#### POZNÁMKA

Vrstva izolačního materiálu (např. asfalt s tloušťkou 5 cm nebo vrstva šterku s tloušťkou 15 cm) obecně snižuje riziko na tolerovatelnou úroveň.

Pokud není splněna žádná z těchto podmínek, musí být přijata následující ochranná opatření proti poranění lidí a zvířat v důsledku dotykového napětí:

- izolace exponovaného svodu 100 kV, 1,2/50  $\mu$ s, impulsní výdržné napětí, například zasíťovaný polyetylén min. 3 mm;
- fyzické omezení a/nebo výstražné tabulky pro minimalizaci pravděpodobnosti, že dojde ke kontaktu se svodem.

#### D.1.2 Ochranná opatření proti krokovým napětím

Za určitých podmínek může být bezprostřední okolí svodů systému ESE vně budovy nebezpečné (ohrožující život) i v případě, že systém ESE byl navržen a realizován v souladu s výše uvedenými požadavky.

Nebezpečí je redukováno na tolerovatelnou úroveň, pokud je splněna jedna z následujících podmínek:

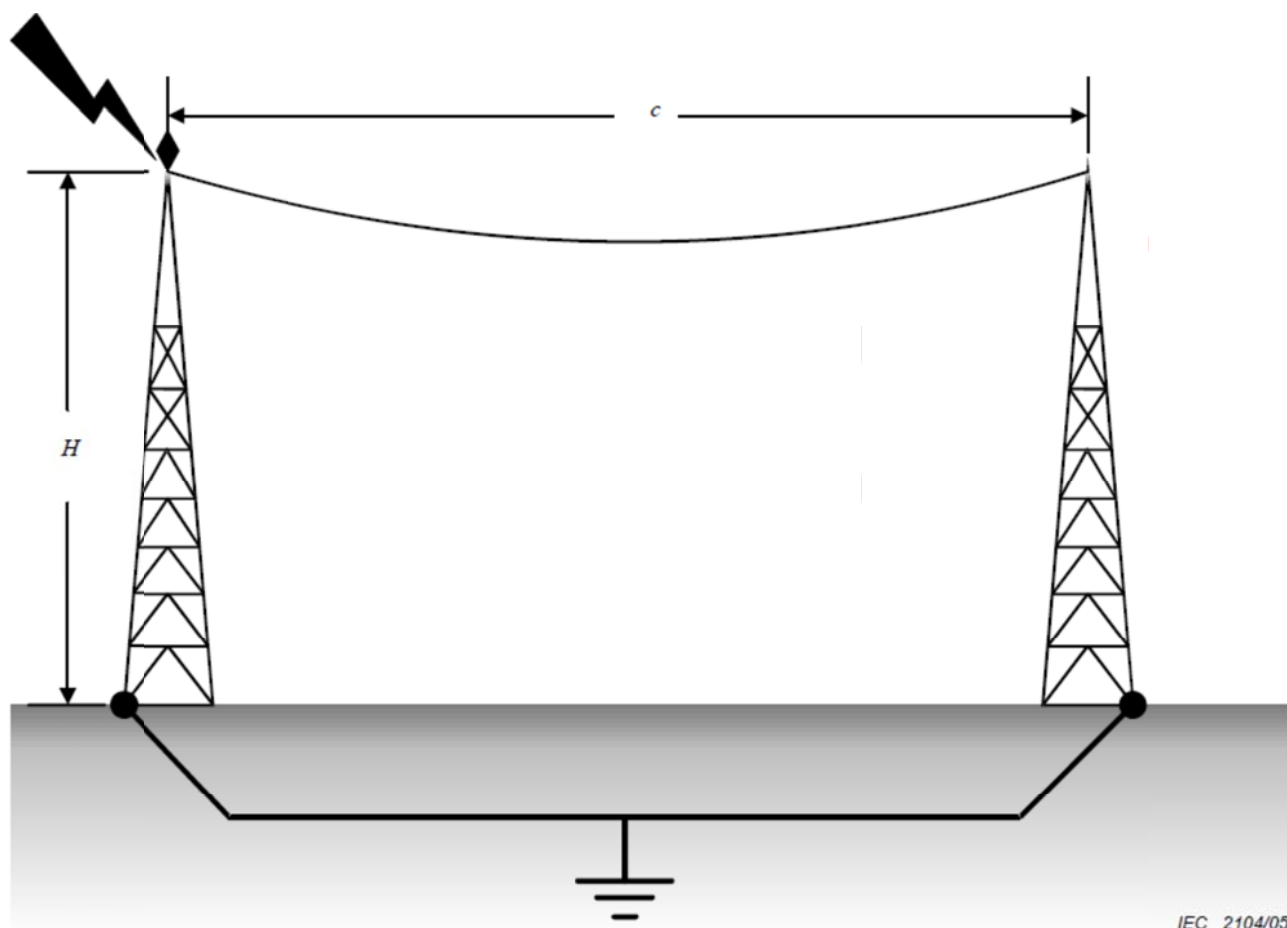
- pravděpodobnost přístupu osob do nebezpečné oblasti, nebo doba trvání jejich přítomnosti v nebezpečné oblasti ve vzdálenosti do 3 m od svodu je velmi nízká;
- přirozený systém svodů typicky obsahuje více než 10 sloupů rozsáhlé kovové rámové konstrukce nebo více sloupů vzájemně propojené ocelové konstrukce, se zajištěnou elektrickou kontinuitou;
- přechodový odpor povrchové vrstvy zeminy ve vzdálenosti do 3 m od svodu není nižší než 100 k $\Omega$ .

#### POZNÁMKA

Vrstva izolačního materiálu (např. asfalt s tloušťkou 5 cm nebo vrstva šterku s tloušťkou 15 cm) obecně snižuje riziko na tolerovatelnou úroveň.

Pokud není splněna žádná z těchto podmínek, musí být přijata následující ochranná opatření proti poranění lidí a zvířat v důsledku dotykového napětí:

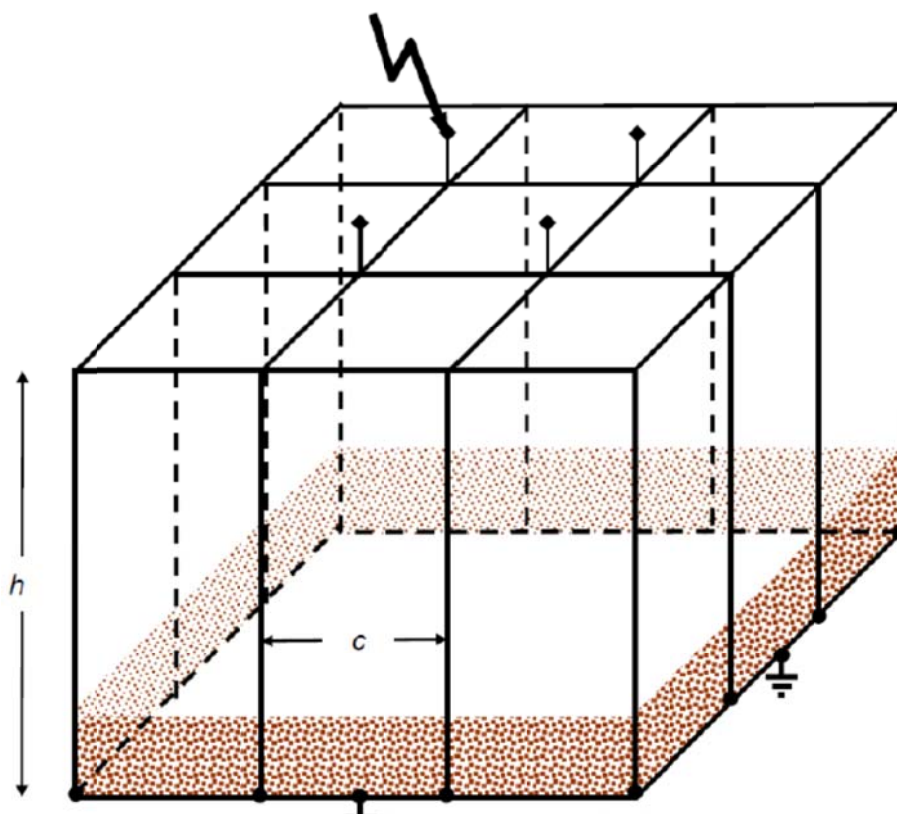
- ekvipotencializace pomocí zasmyčkování zemního systému;
- fyzické omezení a/nebo výstražné tabulky pro minimalizaci pravděpodobnosti, že dojde ke vstupu do nebezpečné oblasti do vzdálenosti do 3 m od svodu.



$$k_c = \frac{h+c}{2h+c}$$

POZNÁMKA  
 $H = h$

Obrázek E.1  
Případ ESE se dvěma svody a zemnicím systémem typu B



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

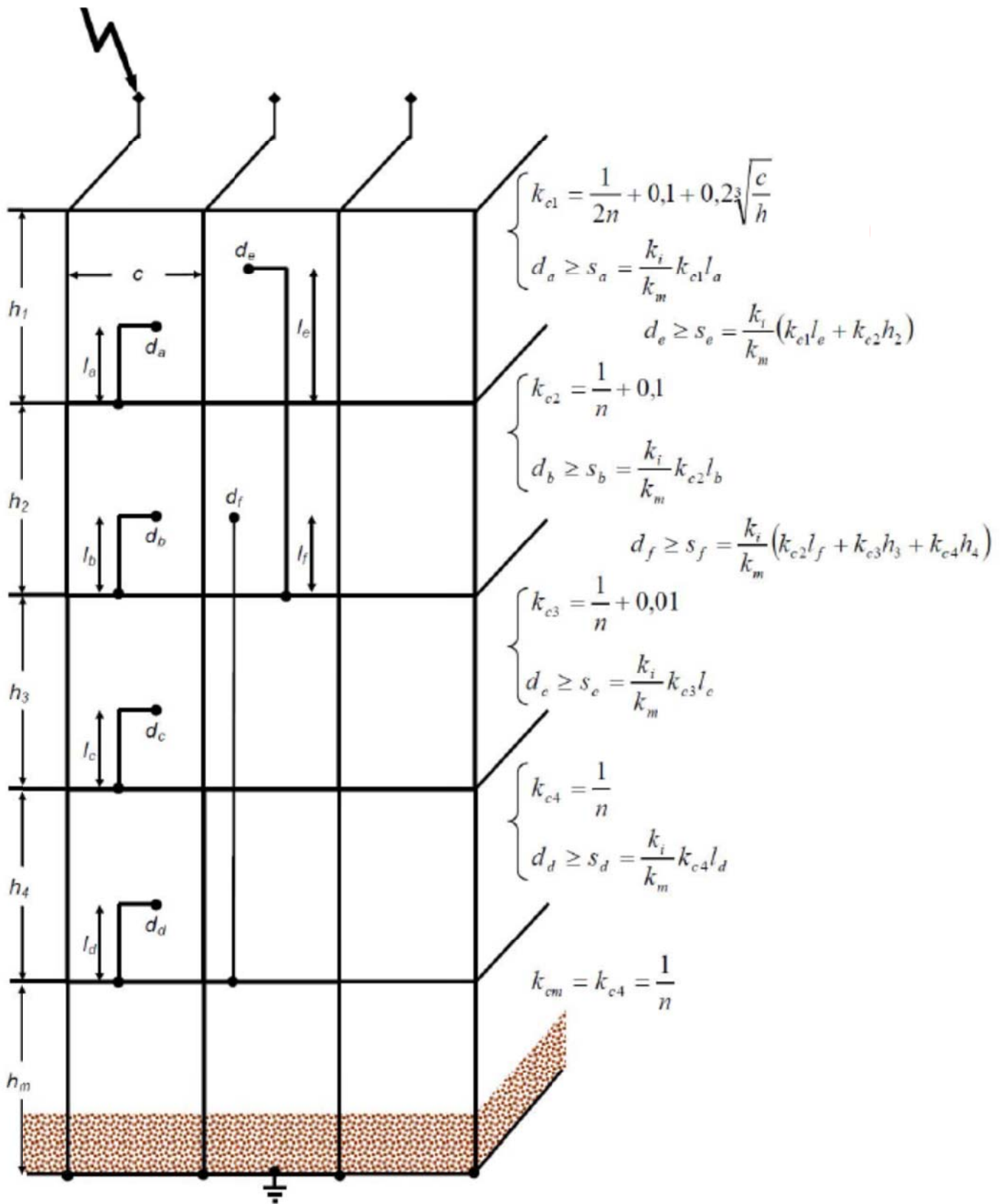
Legenda:  $n$  celkový počet svodů  
 $c$  vzdálenost svodu od nejbližšího svodu  
 $h$  rozestup (nebo výška) mezi kruhovými vodiči

**Obrázek E.2**  
**Případ ESE s více svody propojenými na úrovni střechy a zemnicím systémem typu B**

Pokud jsou pro lepší vyvážení proudu blesku nebo jako doplňkové prvky bodu zásahu použity vložené doplňkové kruhové vodiče, dojde ke zlepšení (snížení) bezpečné vzdálenosti (viz Obrázek E.3). Nicméně, v případech velmi štíhlých staveb není dodržení bezpečné vzdálenosti reálně možné.

**POZNÁMKA**

V posledním uvedeném případě je pak nutno systém ochrany proti blesku propojit na úrovni střechy s kovovou konstrukcí stavby



Obrázek E.3  
Příklady bezpečné vzdálenosti pro svody propojené kruhovými vodiči



## BIBLIOGRAFIE

- EN 50164-1 *Lightning protection system components - Requirements for connection components*
- EN 50164-2 *Lightning protection system components - Requirements for conductors and earth electrodes*
- EN 50164-3 *Lightning protection system components - Prescriptions pour les éclateurs d'isolement*
- EN 50164-4 *Lightning protection system components - Requirements for fasteners*
- EN 50164-5 *Lightning protection system components - Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals*
- EN 50164-6 *Lightning Protection Components (LPC) - Requirements for lightning strike counters*
- EN 50164-7 *Lightning protection system components - Requirements for earth enhancing compounds*
- EN 61643-21 *Low voltage surge protective devices - Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Performance requirements and testing methods*
- TS 61643-12 *Low-voltage surge protective devices - Part 12: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks - Selection and application principles*

