

UTE
C 17-108
Duben 2006

SMĚRNICE

Zjednodušená analýza rizika blesku

OBSAH

ABSTRAKT	3
1. OBECNÉ	4
1.1. Oblast použití	4
1.2. Odkazy	4
1.3. Definice	5
1.4. Terminologie	6
2. HODNOCENÍ RIZIKA	8
2.1. Obecné	8
2.2. Přípustné riziko R_T	8
2.3. Procedura zjišťování nutnosti ochrany	8
2.4. Opatření ochrany	8
3. HODNOCENÍ SLOŽEK RIZIKA PRO OBJEKTY	9
3.1. Základní rovnice	9
3.2. Rekapitulace složek rizika pro daný objekt	9
PŘÍLOHA A – ODHAD POČTU NEBEZPEČNÝCH UDÁLOSTÍ N ZA ROK	10
PŘÍLOHA B – ODHAD PRAVDĚPODOBNOTI NÁSLEDKŮ ÚDERU (P) NA OBJEKTU	13
PŘÍLOHA C – HODNOCENÍ ZTRÁT L NA DANÉM OBJEKTU	14
PŘÍLOHA D – PŘÍKLAD APLIKACE	16

ABSTRAKT

V publikaci směrnice UTE C 17-100-2 zabývající se metodou kompletní analýzy rizika blesku byla stanovena metoda zjednodušené analýzy rizika blesku pro běžnou ochranu.

Tato metoda ruší a nahrazuje zjednodušené metody, které byly součástí norem NFC 17-100 a NFC 17-102. Tato informace byla uvedena v tzv. modifikaci 17-100F4 a 17-102F4.

Tato nová metoda je považována za dokonalejší než metody v normách NFC 17-100 a NF C 17-102, neboť zavádí nové parametry, které původní metody v uvedených normách neznaly, jako např.:

- přítomnost lidí
- riziko požáru, atd.

Tento dokument byl schválen 19. června 2006 komisí UF81, Ochrana objektů proti blesku a komisí 37AB, ochrana elektrických a elektronických součástí proti přepětí.

1. OBECNÉ

1.1. Oblast použití

Směrnice UTE 17-108 je určena pro zjednodušené hodnocení rizika zásahu bleskem do objektu či do elektrického vedení propojeného s objektem.

POZNÁMKA – Směrnici nelze aplikovat na hodnocení rizika úderu blesku do elektrických rozvodů či zařízení, které jsou zapojeny do rozvodné sítě. Toto řeší norma NF C 15-100 a směrnice UTE C 15-443.

Cílem směrnice je odhadnout adekvátní riziko ze stanovené horní meze přípustného rizika. Na základě tohoto odhadu je pak možné navrhnout adekvátní způsob ochrany tak, aby bylo riziko sníženo na hodnotu menší nebo rovnu hodnotě přípustné meze rizika.

Směrnice UTE C 17-108 vychází z dokumentu UTE C 17-100-2.

Oproti UTE C 17-100-2 je zde prezentovaná metoda zjednodušená, protože bere v úvahu jenom vybrané parametry. V důsledku toho je aplikovatelná pouze na objekty:

- pro které je riziko požáru minimální a nebo běžné i při hrozící jakékoliv panice
- pro které je riziko požáru vysoké, ale panika nehrozí

Metoda není použitelná pro objekty výbušného charakteru, kde hrozí riziko kontaminace okolního prostředí.

POZNÁMKA – pojmy riziko požáru a riziko paniky jsou definovány v odstavci C tohoto dokumentu.

1.2. Odkazy

NF C 15-100	Elektrická zařízení NN
UTE C 15-443	Elektrická zařízení NN – Směrnice – ochrana nízkonapěťových elektrických zařízení proti přepětí způsobeném atmosférickým výbojem – volba svodiče
NF C 17-100	Ochrana proti blesku – ochrana objektů proti blesku – instalace jímačů
NF C 17-102	Ochrana proti blesku – ochrana objektů a otevřených prostranství proti blesku jímači typu ESE
UTE C 17-100-2	Ochrana proti blesku – Směrnice – část 2: Hodnocení rizika
NF EN 60079-10 (C 23-579-10)	Elektrická zařízení určená pro výbušné plyny – část 10: klasifikační stupně nebezpečných míst
NF EN 61241-10 (C 23-241-10)	Elektrická zařízení používaná v prostředí s přítomností výbušného prachu – část 10: seznam míst, kde se nachází výbušný prach
NF EN 61643-11 (C 61-740)	Svodiče NN – část 11: svodiče připojené na NN vedení – určení a test
NF EN 61643-21 (C 61-744-21)	Svodiče NN – část 21: svodiče připojené na datové sítě – určení fungování a metody testování

1.3. Definice

1.3.1. Chráněný objekt

Je to objekt, jehož ochrana před zásahem blesku je předmětem tohoto dokumentu.

1.3.2. Objekty s nebezpečím výbuchu

Jsou to objekty, kde hrozí nebezpečí výbuchu, jak byly definovány v NF EN 60079-10 (C23-579-10) a NF EN 61241-10 (C 23-241-10).

1.3.3. Objekty s nebezpečím kontaminace prostředí

Jsou to objekty, které po zásahu bleskem mohou způsobit biologickou, chemickou či radioaktivní kontaminaci, např. jaderné objekty, chemické a petrochemické objekty, atd.

1.3.4. Elektrická síť

Je míněno síť NN nebo datové síť

1.3.5. Elektronická síť

Jsou to síť citlivé, jako jsou datová zařízení (počítače) a komponenty sdělovacích prostředků

1.3.6. Sdělovací síť

Sítě zajišťující přenos dat mezi zařízeními vyskytujícími se v oddělených objektech, jako např. telefonní linky a datová vedení

1.3.7. N_D - Počet nebezpečných událostí způsobených bleskem na daném objektu

Průměrný počet úderů blesku do objektů či souvisejícího vedení za rok

1.3.8. N_I - Počet nebezpečných událostí způsobených bleskem na provozu (provozních vedení)

Průměrný počet úderů blesku do provozních vedení za rok

1.3.9. Fyzické následky

Následky na objektu či jeho obsahu způsobené mechanickými, termickými, chemickými a výbušnými účinky blesku

1.3.10. P – Pravděpodobnost následků

Pravděpodobnost, s jakou úder blesku způsobí následek na objektu

1.3.11. L – Škoda

Průměrná škoda (na životě a majetku) odpovídající určitému typu následku určité nebezpečné události v daném objektu

1.3.12. R – Riziko

Průměrná roční hodnota škody (na životě a majetku) způsobená bleskem ku celková hodnota (života a majetku) v daném objektu

1.3.13. R_D nebo R_I - Složka rizika

Parciální riziko závislé na zdroji a typu následku

1.3.14. R_T – Přípustné riziko

Maximální hodnota rizika přípustného v daném objektu

1.3.15. N_p - Úroveň ochrany

Hodnota odvozená ze souboru hodnot parametrů bleskového proudu, kdy pravděpodobnost výskytu hodnot parametrů je v rozmezí maxima a minima, v případě přírodního původu blesku

POZNÁMKA: Úroveň ochrany je v rozmezí I. až IV. V souladu s NF C 17-100

1.3.16. Opatření ochrany

Opatření, která lze zvolit, aby se snížily případné následky způsobené bleskem

1.3.17. Systém ochrany před bleskem (LPS - Lightning Protection System, SPF – Systèmes de protection contre la foudre)

Kompletní systém používaný pro snížení hmotných škod způsobených úderem blesku do objektu, sestává se z vnější a vnitřní ochrany

1.3.18. Svodič

Je určen ke snížení přepětí

1.3.19. Servis

Zajištění stálého provozu inženýrské a telekomunikační sítě

1.4. Terminologie

1.4.1. Ztráty a škody

Bleskový proud působí škody. Rozlišují se:

- údery do objektu
- zásahy do servisních sítí připojených k danému objektu

1.4.2. Riziko a složky rizika

Riziko

R označuje hodnotu rizika jako průměrnou roční hodnotu škody (na životě a majetku) způsobenou bleskem ku celkové hodnotě (života a majetku) v daném objektu.

- R_1 : Riziko ztráty na životě
- R_2 : Riziko ztrát ve veřejných službách
- R_3 : Riziko ztráty kulturního dědictví

Každé riziko R je součtem složek rizika R_D a R_I

Složky rizika následků úderu blesku do objektu

R_D : složka rizika hmotných škod vzniklých jako následek jiskření, kdy může vzniknout požár nebo dojde k jinému poškození objektu (částečnému nebo úplnému)

Složky rizika následků zásahu do servisních sítí připojených k danému objektu

R_I : složka rizika hmotných škod způsobených zásahem do servisních sítí připojených k danému objektu (tyto škody mohou vzniknout následkem jiskření, ke kterému může dojít mezi externí instalací a kovovými součástmi na vstupu do objektu).

1.4.3. Možnosti složek rizika následků úderu blesku do objektu

R_1 : Riziko ztráty na životě

$$R_1 = R_{D1} + R_{I1}$$

R_2 : Riziko ztrát ve veřejných službách

$$R_2 = R_{D2} + R_{I2}$$

R_3 : Riziko na kulturním dědictví

$$R_3 = R_{D3} + R_{I3}$$

2. HODNOCENÍ RIZIKA

2.1. Obecné

Následují tyto procedury:

- identifikace chráněného objektu včetně stávající ochrany
- zjištění rizik na daném objektu (R_1 až R_3)
- odhad rizik (R_1 až R_3)
- posouzení nutnosti ochrany na základě porovnání rizik (R_1 až R_3) s přípustným rizikem R_T .

2.2. Přípustné riziko R_T

$$R_T=10^{-5} \text{ pro } R_1$$

$$R_T=10^{-3} \text{ pro } R_2 \text{ a } R_3$$

2.3. Procedura zjišťování nutnosti ochrany

Pro každé riziko platí:

- výpočet složek identifikovaných rizik R_D a R_I
- výpočet celkového rizika R
- identifikace přípustného rizika R_T
- porovnání celkového rizika R s přípustným rizikem R_T

Pro $R \leq R_T$ není třeba zajistit ochranu

Pro $R > R_T$ je nutná ochrana (bleskosvod nebo bleskosvod a svodič), aby se riziko snížilo na hodnotu $R \leq R_T$

V případě, že nelze docílit snížení na $R \leq R_T$ tzv. zjednodušenou metodou, je nutné použít metodu definovanou dokumentem UTE C 17-100-2.

Příklad použití metody je uveden v příloze D.

2.4. Opatření ochrany

Opatření ochrany jsou přijatelná, pokud jsou v souladu s níže uvedenými normami:

- soubor norem NF C 17-100 (NF C 17-100, NF C 17-102) ochrana s cílem snížení hmotné škody
- NF EN 61643-11 (C 61-740) a NF EN 61643-21 (C 61-744-21) ochrana s cílem snížit riziko selhání interní sítě
- norma NF C 15-100 a směrnice UTE C 15-443 pro instalaci svodičů

3. Hodnocení složek rizika pro objekty

3.1. Základní rovnice

Složky rizika R_D , R_I se vyjadřují rovnicemi:

$$R_D = N_D P_D L_D$$

$$R_I = N_I P_I L_I$$

Kde:

$N_{D \text{ nebo } I}$ je počet nebezpečných událostí (viz příloha A)

$P_{D \text{ nebo } I}$ je pravděpodobnost vzniku škody v důsledku nebezpečné události (viz příloha B)

$L_{D \text{ nebo } I}$ je následná ztráta (viz příloha C)

POZNÁMKA 1 - počet $N_{D \text{ nebo } I}$ závisí na: parametru N_g , hustota úderů blesku, na charakteristikách daného objektu a jeho okolí

POZNÁMKA 2 – pravděpodobnost $P_{D \text{ nebo } I}$ je závislá na: charakteristikách chráněného objektu a zvolených opatřeních ochrany

POZNÁMKA 3 – ztráta $L_{D \text{ nebo } I}$ závisí na: využití objektu, obydlivosti, typu zajišťovaných služeb, na odhadnuté hodnotě majetku

POZNÁMKA 4 - pro R_1 se $L_D = L_I$, kde $L_I = h r_f L_f$, pro R_2 platí $L_D = L_I$, kde $L_I = r_f L_f$ a pro R_3 platí $L_D = L_I$, kde $L_I = r_f L_f$, kde r_f a h jsou definovány v příloze C, tabulkách C.1 a C.2.

3.2. Rekapitulace složek rizika pro daný objekt

Složky rizik pro daný objekt jsou shrnuty v tabulce 1.

Tabulka 1 – Složky rizika pro daný objekt

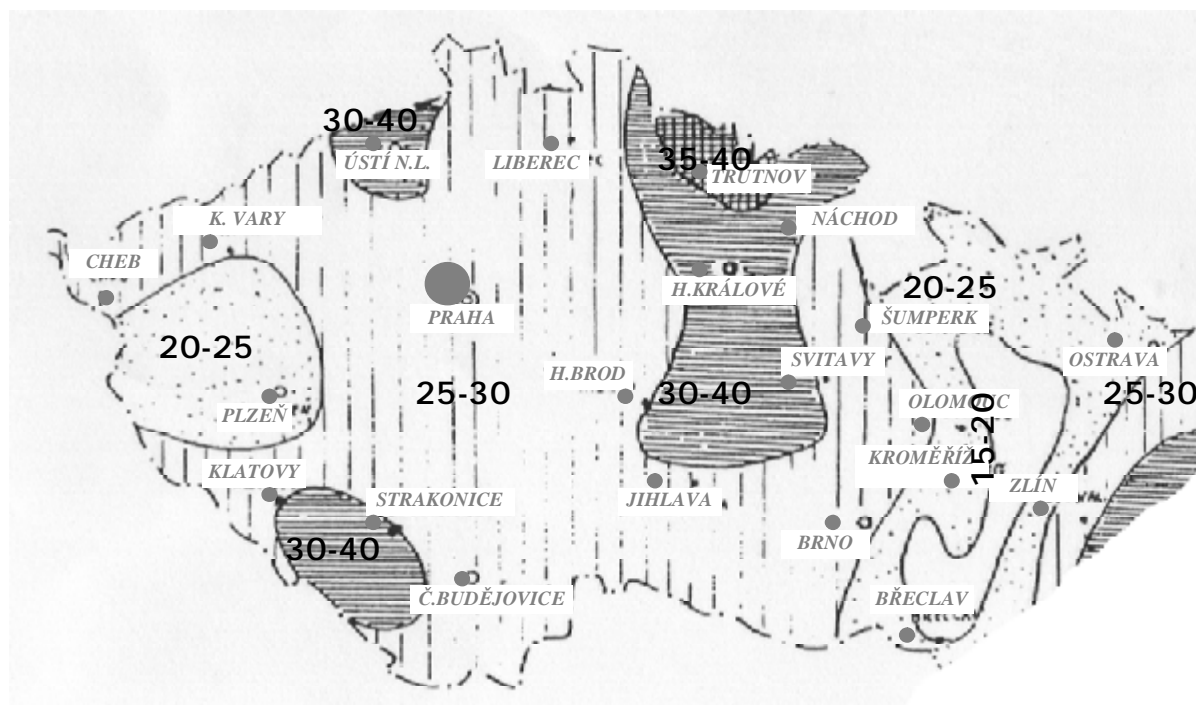
Původ škody	Úder do objektu	Úder do inženýrské sítě	Výsledné riziko
Složky rizika pro R_1	$R_{D1} = N_D P_D h r_f L_f$	$R_{I1} = N_I P_I h r_f L_f$	$R_1 = R_{D1} + R_{I1}$
Složky rizika pro R_2	$R_{D2} = N_D P_D r_f L_f$	$R_{I2} = N_I P_I r_f L_f$	$R_2 = R_{D2} + R_{I2}$
Složky rizika pro R_3	$R_{D3} = N_D P_D r_f L_f$	$R_{I3} = N_I P_I r_f L_f$	$R_3 = R_{D3} + R_{I3}$

Příloha A – Odhad počtu nebezpečných událostí N za rok

A.1 Obecné

Hustota blesků N_g vyjadřuje počet blesků na km^2 za rok. Je odvozena ze vztahu $N_g \approx 0,1 N_k$, kde N_k (keraunická úroveň, což je počet dnů v roce, kdy je slyšet bouřka) je dáno izokeraunickou mapou níže.

POZNÁMKA – Pro výpočet N_g stačí N_k podělit 10



Obrázek A.1 – Izokeraunická mapa ČR

A.2 Odhad průměrného počtu úderů do objektu za rok (N_D)

N_D je dáno vztahem:

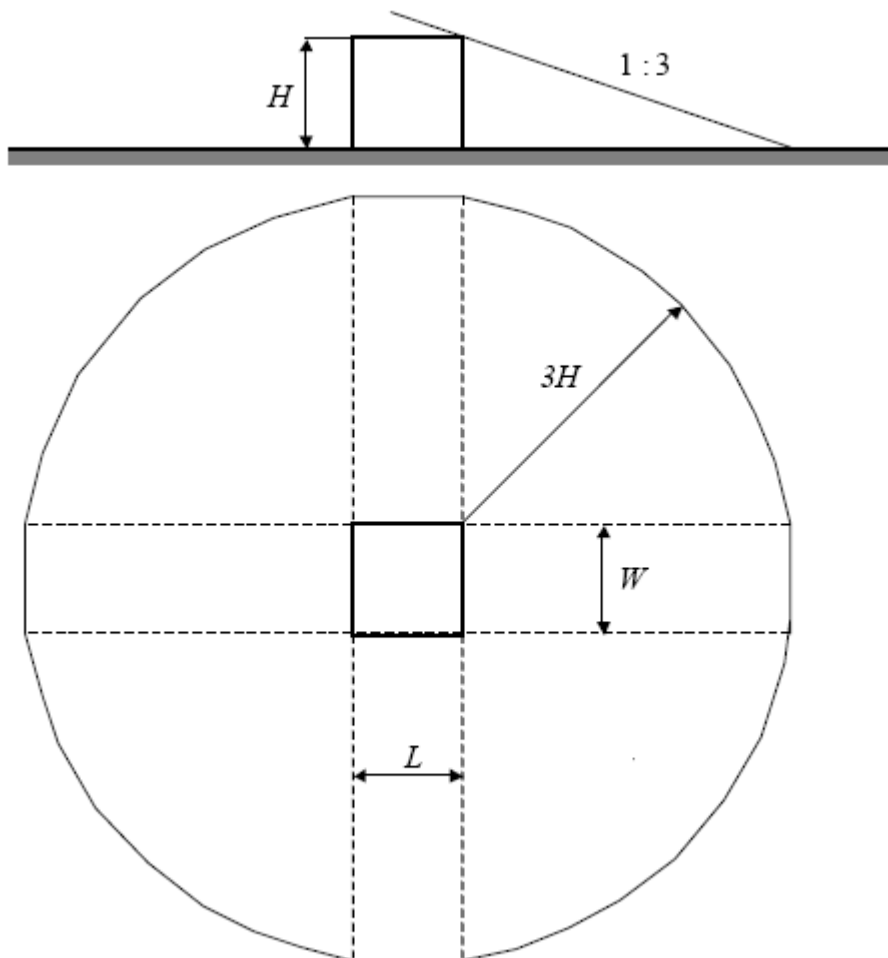
$$N_D = N_g A_d C_d 10^{-6}$$

Obdélníkové objekty

Pro osamělé obdélníkové objekty o délce L , šířce W a výšce H na plochem povrchu se exponovaná ekvivalentní plocha rovná:

$$A_d = LW + 6 H (L + W) + 9\pi (H)^2$$

L , W a H v metrech jsou rozměry daného objektu (Obrázek A.2).



Obrázek A.2 – Exponovaná ekvivalentní plocha A_d osamělého objektu

Objekt s věží

Je-li na objektu věž, přibližná přijatelná hodnota ekvivalentní plochy je vyšší hodnota ze dvou výpočtů: jednak dle vztahu pro ekvivalentní plochu (viz výše), kdy se výška věže neuvažuje, a dle vztahu $9\pi (H_p)^2$, kde H_p je výška věže.

A.3 Okolní prostředí objektu

Faktor C_d je dán podmínkami okolního prostředí objektu (viz tabulka A.1)

Tabulka A.1 – Faktor prostředí C_d

Okolní prostředí	C_d
Objekt je obklopen vyššími objekty nebo stromy	0,25
Objekt je obklopen objekty stejné či menší výšky	0,5
Samostatně stojící objekt: do vzdálenosti $3H$ nebo $3H_p$ se nic nevyskytuje	1
Samostatně stojící objekt na kopci	2

A.4 Odhad průměrného počtu úderů do inženýrských sítí objektu objektu za rok (N_I)

N_I je dáno vztahem:

$$N_I = N_g A_I C_d 10^{-6}$$

Kde N_g je hustota úderů blesku (počet úderů na km^2 za rok), A_I je ekvivalentní plocha exponovaná úderům blesku do inženýrské sítě (m^2) (viz tabulka A.2), C_d je faktor prostředí (viz tabulka A.1) pro nějž platí stejné hodnoty pro inženýrské sítě jako pro objekty.

Tabulka A.2 – Ekvivalentní exponovaná plocha A_I v závislosti na typu inženýrské sítě

	Vzdušné	Pozemní
A_I	=14 400	=6 600

Kde A_I je ekvivalentní plocha exponovaná úderům blesku do sítě v m^2 .

Příloha B – Odhad pravděpodobnosti následků úderu (P) na objektu

Uvedené hodnoty pravděpodobnosti jsou platné, pokud jsou ochranná opatření v souladu s normou.

B.1 – Pravděpodobnost vzniku hmotné škody P_D

Tabulka B.1 – Hodnoty P_D dle úrovně ochrany

Charakteristika objektu	N_P	P_D
Objekt nechráněný	-	1
Objekt chráněný	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02

B.2 – Pravděpodobnost hmotné škody v důsledku úderu do inženýrských sítí P_I

Hodnota pravděpodobnosti P_I závisí na instalované přepětové ochraně v hlavním rozvaděči objektu. Vyjma zvláštních případů, přepětová ochrana typu I je povinná vždy, když je objekt chráněn bleskosvodem.

Tabulka B.2 – Hodnota pravděpodobnosti P_I v závislosti na úrovni ochrany

N_P	P_I
V hlavním rozvaděči není přítomna přepětová ochrana	1
III-IV	0,03
II	0,02
I	0,01

POZNÁMKA – Přepětová ochrana slouží ke snížení rizika přepětí a doporučuje se tedy zvolit podle úrovně ochrany a zvoleného systému ochrany proti blesku

Pro $I_{imp} \leq 12,5$ kA platí $P_I = 0,03$ bez ohledu na hodnotu N_P

V případě, že $P_I < 0,03$, musíme zvolit přepětovou ochranu na základě výpočtu ze vzorce:

$N_{PI}: I_{imp} = 100 / (m \cdot x \cdot n)$

$N_{PII}: I_{imp} = 75 / (m \cdot x \cdot n)$

kde

m : počet elektrických vedení (s výjimkou jsou datové linky) a připojených kovových kanalizací k systému ochrany

n : počet žil v elektrickém vedení

Příloha C – Hodnocení ztrát L na daném objektu

C.1 – Ztráty na životě (Riziko R_1)

$$L_D = L_I = h r_f L_f$$

kde hodnoty r_f , h a L_f jsou dány tabulkou C.1, C.2 a C.3

Tabulka C.1 – Hodnoty r_f

Riziko požáru	r_f
zvýšené	10^{-1}
běžné	10^{-2}
nízké	10^{-3}

Tabulka C.2 – Hodnoty h

Typ nebezpečí pro osoby	H
Bez zvláštního nebezpečí	1
Riziko paniky zanedbatelné (např. dvoupatrový objekt a obydlí menší než 100 osob)	2
Průměrná úroveň paniky (např. objekt určený ke shromažďování, počet osob v rozmezí 100-1000)	5
Obtížná evakuace (např. objekt, kde se vyskytují osoby se sníženou pohyblivostí, nemocnice)	5
Vysoké riziko paniky (např. kulturní nebo sportovní objekt, kde se shromažďuje více než 1000 osob)	10

Tabulka C.3 – Hodnoty L_f pro riziko R_1

Obydlenost objektu	L_f
Objekt běžně obydlý	10^{-1}
Objekt neobydlý	10^{-2}

C.2 – Nepřípustné ztráty ve veřejných službách (Riziko R₂)

$$L_D=L_I=r_f L_f$$

Tabulka C.4 – Hodnoty L_f pro riziko R₂

Typ služby	L_f
Plyn, voda	10 ⁻¹
Média, datové služby, elektřina	10 ⁻²

- hodnota r_f je dána tabulkou C.1

C.3 Nenahraditelné ztráty na kulturním dědictví (Riziko R₃)

$$L_D=L_I=r_f 10^{-1}$$

- hodnota r_f je dána tabulkou C.1

Příloha D – Příklad aplikace

D.1 Veřejné shromaždiště

V tomto případě se počítá jen hodnota R_1 (riziko ztrát na životě), protože se nejedná o kulturní objekt. Pokud by se jednalo o kulturní objekt, počítalo by se i R_3

- $N_g = 2$ údery/rok/km²
- rozměry objektu:
L=30 m
W = 15 m
H = 10 m
Výška věže: 40 m

Exponovaná ekvivalentní plocha počítaná dle přílohy A: $A_d = 45\,239$ m² (viz A.2)

* $C_d = 1$ (jedná se o osamělý objekt) (viz tabulka A.1)

Podle odstavce A.2 $N_D = 9,05 \cdot 10^{-2}$

*Nejsou žádná elektrická vedení ($N_I = 0$)

* $r_f = 10^{-2}$ (viz tabulka C.1 příloha C)

* $h = 2$ (viz tabulka C.2 příloha C)

* $L_f = 10^{-1}$ (viz tabulka C.3 příloha C)

Je třeba zvážit několik možností pro správné určení adekvátní volby systému ochrany, jak je definováno v odstavci 2.3

První možnost: neexistuje žádný systém ochrany proti přímému úderu blesku ($P_D = 1$ podle tabulky B.1 v příloze B)

Vypočítá se $R_{D1} = N_D P_D h r_f L_f = 18,1 \cdot 10^{-5}$ (viz tabulka 1), což je vyšší než přípustné riziko (10^{-5}) viz odstavec 2.2

⇒ Je třeba zajistit ochranu (ochranu bleskosvodem, protože se jedná o riziko přímého úderu R_D)

Druhá možnost: pokus instalovat bleskosvod s volbou nízké úrovně ochrany (např. IV): $P_D = 0,2$, pro hodnotu $R_{D1} = 3,62 \cdot 10^{-5}$, což opět nevyhovuje

Třetí možnost: volba úrovně ochrany větší než III.: v tom případě $P_D = 0,1$, $R_{D1} = 1,81 \cdot 10^{-5}$, což opět nevyhovuje

Čtvrtá možnost: volba úrovně ochrany II: $P_D = 0,05$ a odtud $R_{D1} = 0,9 \cdot 10^{-5}$

Závěr: bleskosvod s úrovní ochrany II je nutný a postačující pro ochranu daného objektu proti přímému úderu blesku

POZNÁMKA 1 – s trochou zkušenosti není potřeba procházet celý postup od první hypotézy

POZNÁMKA 2 – pokud by objekt obsahoval síť, postup by byl stejný, jen by se počítaly hodnoty N_I , R_{I1} a P_I