

Příručka  
BOZP elektro

# Ochrana před bleskem a přepětím 2015



## Obsah:

- A) Všeobecné informace o blesku
- B) Názvosloví
- C) ČSN EN 62305-1 - obecné principy
- D) ČSN EN 62305-3 - provedení hromosvodů
- E) Nebezpečí, které může (při neopatrnosti) el. zařízení způsobit
- F) První pomoc při úraze el. proudem
- G) Použití hasících přístrojů
- H) Termíny revizí hromosvodů
- CH) Kvalifikace osob:
- K) Způsobilost osob k obsluze a práci na el. zařízení:

## **A) Všeobecné informace o blesku:**

Ochrana před bleskem podle platných norem vyhovuje znalostem o atmosférické

elektríně a současnému stavu techniky. Za zvlášť nepříznivých okolností způsobených např. výbojem blesku mimořádně vysokých parametrů mohou však vzniknout škody. ikdyž ochrana před bleskem bude provedena podle těchto norem.

Blesk je nejpůsobivějším a nejstarším projevem elektřiny, existujícím dávno před vznikem člověka. Jako impozantní přírodní úkaz vzbuzoval v lidech strach, časem se jej však lidstvo naučilo využívat k ovládnání druhých, jak o tom svědčí příklady z bible. Teprve mnohem později, asi před 250 lety, se blesk stal předmětem bádání, které vedla k vynálezu bleskosvodu.

Fyzikální parametry blesku jsou i pro dnešní civilizovaný svět obrovské. Náboj mraku velikosti srovnatelné s koulí o průměru 5 km je asi 1 000 coulombů. Tento náboj se vybíjí přeskokem, tj. bleskem, při napětí 50 až 100 miliónů voltů. Rychlost hlavního výboje je 15000 až 150000 km//s. Asi 50 %, měřených výbojů mělo proudy větší než 30 kA. Trvání bleskového výboje bylo asi u 50 sledovaných případu kratší než 0,2 s. Nejdéle trval bleskový výboj 1,4 s.

Škodlivé účinky blesku jsou:

t e p e l n é, např. natavení vodičů, **požáry**,

m e c h a n í k é, např. exploze vzduchových bublin v betonu, podélně roztržení dřevěných stožárů a stromů odpařením vlhkostí dřeva,

e l e k t r o m a g n e t í c k é, vznik přepětí a tím porušení elektrické pevnosti zařízení, zničení polovodičových součástek atd..

Pří rázovém výboji blesku se výrazně uplatňuje indukčnost vodičů. Projevuje se to zejména přeskoky. Proto jsou požadavky na řešení hromosvodů odlišné např. od požadavků na elektrický rozvod.

### ***Projektová dokumentace hromosvodů (včetně příslušného uzemnění...)***

Pro každé hromosvodové zařízení musí být zhotovena potřebná výkresová dokumentace. Po dohotovení rozvodu hromosvodu musí být do dokumentace zakresleny případné změny a takto dle skutečnosti opravená dokumentace je předána majiteli objektu.

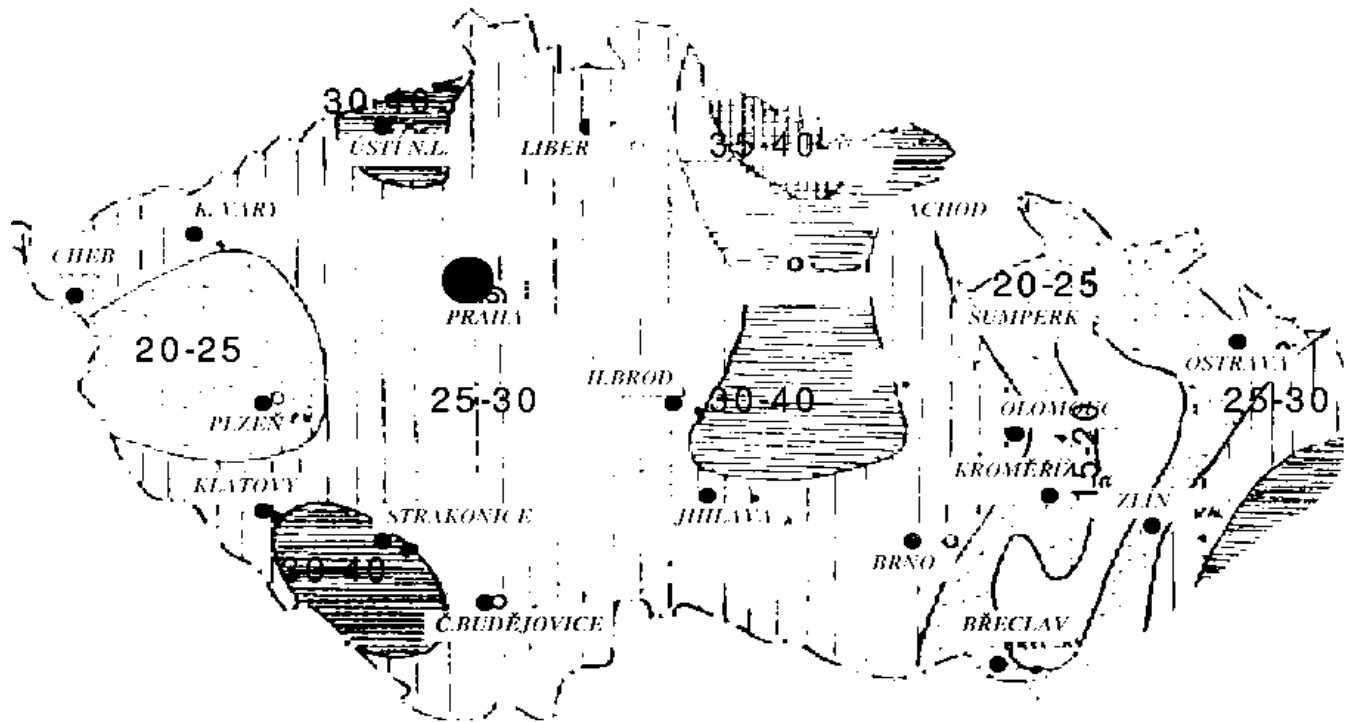
- zdůvodnění a popis jímacího zařízení
- provedení svodů a jejich připojení na uzemnění
- provedení uzemnění
- použité materiály a jejich dimenzování
- připojení kovových dílů, kovových konstrukcí střechy k jímací soustavě; použití náhodných svodů
- zdůvodnění typu bleskosvodů a rozmístění jímací soustavy
- schéma napojení jímačů na uzemňovací soustavu
- propojení zemničů; dispoziční výkresy jímačů na střechách
- propojení kovových konstrukcí objektu
- půdorys zastřešení s vyznačením všech podstatných součástí (jímačů, svodů, zemničů...) a součástí připojených na hromosvod

Ve všech případech musí být pro každou uzemňovací soustavu plán, z něhož musí být patrné:

- způsob uzemnění a umístění zemničů
- rozměry zemničů
- hloubka uložení zemničů
- spojení zemničů

### **Hustota blesků:**

Mapa frekvence úderů blesku na území ČR:



### Ochrana před bleskem z hlediska legislativy:

Vyhl. č. 268/2009 Sb. § 36

(1) Ochrana před bleskem se musí zřizovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit:

- ohrožení života nebo zdraví osob, zejména ve stavbě pro bydlení, stavbě s vnitřním shromažďovacím prostorem, stavbě pro obchod, zdravotnictví a školství, stavbě ubytovacích zařízení nebo stavbě pro větší počet zvířat,
  - poruchu s rozsáhlými důsledky na veřejných službách, zejména v elektrárně, plynárně, vodárně, budově pro spojová zařízení a nádraží,
  - výbuch zejména ve výrobě a skladu výbušných a hořlavých hmot, kapalin a plynů,
  - škody na kulturním dědictví, popřípadě jiných hodnotách, zejména v obrazárně, knihovně, archivu, muzeu, budově, která je kulturní památkou,
  - přenesení požáru stavby na sousední stavby, které podle písmen a) až d) musí být před bleskem chráněny,
  - ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí, zejména u továrního komína, věže, rozhledny a vysílací věže.
- 2) Pro stavby uvedené v odstavci 1 musí být proveden výpočet řízení rizika podle normových hodnot k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby.
- (3) Pro uzemnění systému ochrany před bleskem se u staveb zřizuje přednostně základový zemnič.

### B) ČSN EN 62305-1 Obecné principy:

Neexistují žádná zařízení ani metody, které by umožňovaly modifikovat přírodní atmosférické úkazy do té míry, že by mohly zabránit výbojům blesku. Údery blesku do staveb, nebo v jejich blízkosti (nebo inženýrských sítí spojených se stavbami) jsou nebezpečné pro lidi,

samotné stavby, jejich obsah a instalace stejně jako pro inženýrské sítě. Proto je nutné použití opatření pro ochranu před bleskem.

Některé výrazy:

**sestupný blesk** : výboj blesku, který začíná sestupným lídrem z mraku k zemi

POZNÁMKA Sestupný blesk se skládá z prvního krátkého výboje, po kterém mohou následovat další krátké výboje. Po jednom nebo více krátkých výbojích může následovat dlouhý výboj.

**vzestupný blesk**: výboj blesku, který začíná vzestupným lídrem z uzemněného objektu do mraku.

**systém ochrany před bleskem** (lightning protection system) LPS

kompletní systém používaný pro snížení hmotných škod způsobených úderem blesku do stavby

**vnější systém ochrany před bleskem**: (hromosvod: část LPS, která se skládá z jímací soustavy, soustavy svodů a uzemňovací soustavy

**vnitřní systém ochrany před bleskem**: část LPS, která se skládá z ekvipotenciálního pospojování proti blesku a/nebo elektrické izolace vnějšího LPS

**jímací soustava**: část vnějšího LPS, která používá kovové prvky jako jsou tyče, mřížová soustava nebo zavěšená lana určená k zachycení úderu blesku

**soustava svodů**: část vnějšího LPS určená ke svedení bleskového proudu z jímací soustavy do uzemňovací soustavy

**uzemňovací soustava**: část vnějšího LPS určená ke svedení a rozptýlení bleskového proudu do země

**vnější vodivé části**: rozsáhlé kovové části vstupující nebo vystupující z chráněné stavby jako jsou potrubí, kovové díly kabelů, kovová vedení atd., které mohou přenášet část bleskového proudu.

**ekvipotenciální pospojování proti blesku** (vyrovnání potenciálů při působení blesku) :

připojení oddělených kovových prvků k LPS přímým vodivým spojením nebo přes přepětová ochranná zařízení pro snížení rozdílů potenciálů způsobených bleskovým proudem

**systém ochranných opatření proti LEMP**

V tabulce I se vykazují účinky blesku na různé typy staveb.  
 v tabulce I se vykazují účinky blesku na různé typy staveb.

**Tabulka 1 – Účinky blesku na typické stavby**

Typ stavby z hlediska účelu a/nebo obsahu	Účinky blesku
Obytný dům	Průraz elektrických instalací, požár a materiální škoda. Škoda je obvykle omezena na objekty exponované v místě úderu nebo na cestě bleskového proudu. Porucha elektrického a elektronického zařízení a instalovaných systémů (například televizorů, počítačů, modemů, telefonů atd.).
Zemědělská stavba	Prvotní riziko požáru a nebezpečná kroková napětí stejně jako hmotné škody. Následné riziko v důsledku ztráty elektrické energie a nebezpečí života pro dobytek v důsledku poruchy elektronického řízení větracích a krmících systémů, atd.
Divadlo Hotel Škola Obchodní dům Sportovní areál	Poškození elektrických instalací (například elektrického osvětlení), které může způsobit paniku. Porucha požární signalizace, která vede k opožděným požárním opatřením.
Banka Pojišťovací společnost Obchodní společnost, atd.	Jako je uvedeno výše a navíc problémy vyvolané ztrátou komunikace, poruchami počítačů a ztrátou dat.
Nemocnice Sanatorium Vězení	Jako je uvedeno výše a navíc problémy lidí s intenzivní péčí a potíže se záchranou nepohyblivých lidí.
Průmysl	Přidavné účinky závislé na výrobní náplni továren, v rozsahu od malých až po nepřijatelné škody a ztráty na výrobě.
Muzeum a archeologická naleziště Kostel	Ztráta nenahraditelného kulturního dědictví.

### 5.1.2 Příčiny a typy poškození staveb

Příčinou poškození je proud blesku. Z hlediska polohy místa úderu vzhledem ke stavbě se musí brát v úvahu následující situace:

- S1: údery do stavby;
- S2: údery v blízkosti stavby;
- S3: údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě;
- S4: údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě.

Souhrnně může blesk způsobit tři základní typy škod:

- D1: úraz živých bytostí způsobený dotykovými a krokovými napětími;
  - D2: hmotnou škodu (požár, výbuch, mechanickou destrukci, uvolnění chemikálií) způsobenou účinky bleskového proudu včetně jiskření;
  - D3: poruchu vnitřních systémů způsobenou LEMP.

Pro účely této normy se uvažují následující typy ztrát:

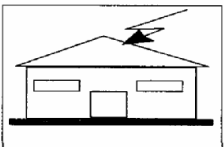
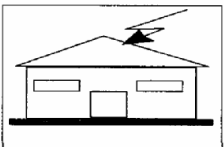
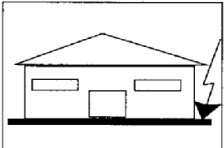
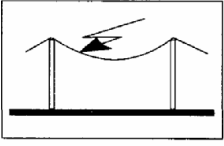
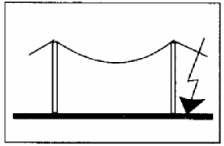
- L1: ztráty na lidských životech;
- L2: ztráty na službách veřejnosti;
- L3: ztráty na kulturním dědictví;
- L4: ztráty ekonomické hodnoty (stavby a jejího obsahu, inženýrské sítě a ztráta činnosti).

Ztráty typu LI, L2 a L3 mohou být považovány za ztráty společenských hodnot, zatímco ztráty typu L4 mohou být považovány za čistě ekonomické ztráty.

**Tabulka 2 – Účinky blesku na různé typy služeb**

Typ inženýrské sítě	Účinky blesku
Telekomunikační vedení	Mechanické poškození vedení, tavení stínění a vodičů, průraz izolace kabelů a zařízení, který vede k primární poruše s okamžitou ztrátou služby. Sekundární poruchy optických kabelů s poruchou kabelu, ale bez ztráty služby.
Silnoproudá elektrická vedení	Poškození izolátorů venkovního vedení nízkého napětí, průraz izolace kabelového vedení, průraz izolace zařízení na vedení a transformátorů s následnou ztrátou dodávky energie.
Vodovodní potrubí	Poškození elektrických a elektronických regulačních zařízení, které pravděpodobně způsobí ztrátu dodávky vody.
Plynové potrubí Palivové potrubí	Proděravění nekovových těsnění mezi přírubami, které pravděpodobně způsobí požár a/nebo výbuch. Poškození elektrických a elektronických regulačních zařízení, které pravděpodobně způsobí ztrátu dodávky paliva nebo plynu.

**Tabulka 3 – Škody a ztráty na stavbách podle různých míst úderu blesku**

Místo úderu		Příčina poškození	Typ poškození	Typ ztráty
Stavba		S1	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4
V blízkosti stavby		S2	D3	L1*, L2, L4
Inženýrská síť připojená ke stavbě		S3	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4
V blízkosti inženýrské sítě		S4	D3	L1*, L2, L4

\* Pouze pro stavby s nebezpečím výbuchu a pro nemocnice nebo jiné stavby, kde porucha vnitřních systémů bezprostředně ohrožuje lidské životy.  
\*\* Pouze pro nemovitosti, kde mohou být ztráty na zvířatech.

### 6.1 Potřeba ochrany před bleskem

Potřeba ochrany chráněných objektů před bleskem za účelem snížení ztrát společenských hodnot LI, L2 a L3 musí být vyhodnocena.

Aby mohlo být vyhodnoceno, zda je nebo není potřebná ochrana objektu před bleskem, musí se provést ohodnocení rizika. V úvahu se musí brát následující rizika odpovídající typům ztrát uvedeným v 5.3:

- R1: riziko ztrát na lidských životech;
- R2: riziko ztrát na službách veřejnosti;
- R3: riziko ztrát na kulturním dědictví.

### **Hladiny ochrany před bleskem:**

Pro účely této normy jsou zavedeny čtyři hladiny ochrany před bleskem (I až IV). Pro každou LPL je stanoven soubor maximálních a minimálních parametrů blesku.

Hladina ochrany LPL	Maximální hodnota bleskového proudu	Poloměr valící se koule
I	200 kA	20 m
II	150 kA	30 m
III	100 kA	45 m
IV	100 kA	60 m

Orientační zatřídění objektů:

- LPS I nemocnice, banky, plynárny, čerpací stanice, stanice Policie...  
 LPS II školy, supermarkety, stanice mobilních operátorů,  
 LPS III běžné rodinné domy, zemědělské objekty  
 LPS IV objekty a haly bez trvalé lidské obsluhy, stavby jen se silnoproudou instalací

- LPS - kompletní systém sloužící ke snížení hmotných škod způsobených bleskem  
 LPL - hladina ochrany před bleskem

## **C) ČSN EN 62305-3 Provedení hromosvodů:**

### **Jímací soustava:**

Jímací soustava může být vytvořena kombinací následujících částí:

- a) tyče (včetně samostatně stojících stožárů);
- b) zavěšená lana;
- c) mřížové vodiče.

Jednotlivé tyče jímací soustavy by měly být na střeše spolu vzájemně spojeny tak, aby bylo zajištěno rozdělení bleskového proudu.

(Radioaktivní jímače mohou být posuzovány pouze jako obyčejné jímače..).

### **Umístění:**

Součásti jímací soustavy instalované na střeše musí být umístěny na rozích, exponovaných místech

a hranách (především na horních dílech fasád) podle jedné nebo více následných metod.

Přípustné metody pro stanovení umístění jímací soustavy jsou tyto:

- metoda ochranného úhlu;
- metoda valící se koule;
- metoda mřížové soustavy.

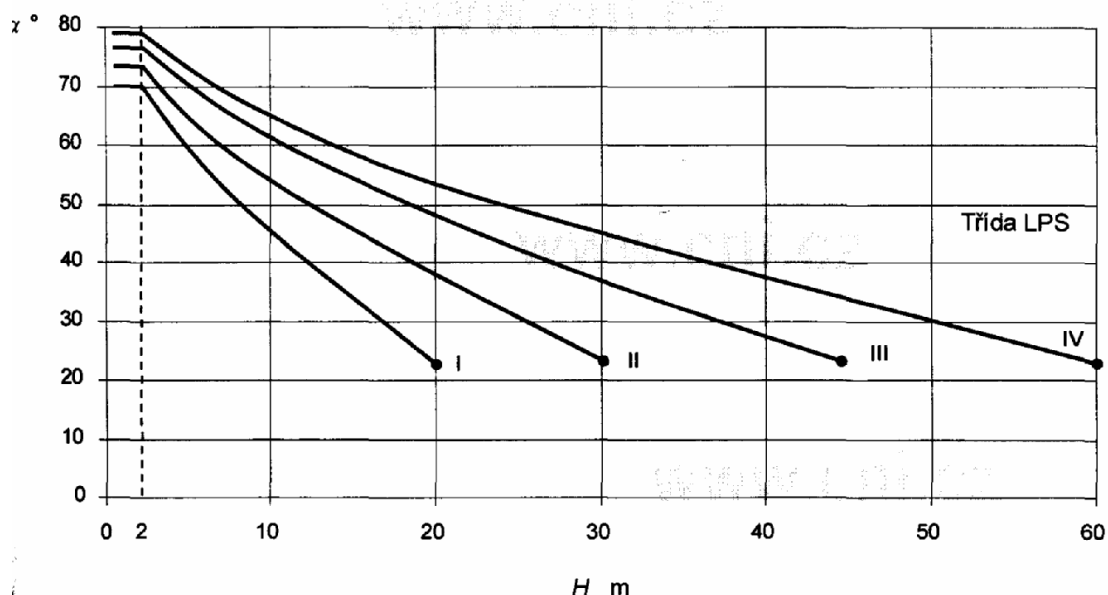
Metoda valící se koule je vhodná pro všechny případy.

Metoda ochranného úhlu je vhodná pro jednoduché tvary budov, ale je ohraničena výškou jímací soustavy – viz tabulka 2.

Metoda mřížové soustavy je vhodná pro ochranu rovinných ploch.

**Tabulka 2 – Maximální hodnoty poloměru valící se koule, velikosti ok a ochranného úhlu jsou přiřazeny třídě LPS**

Třída LPS	Metody ochrany		
	Poloměr valící se koule $r$ m	Velikost ok $W$ m	Ochranný úhel $\alpha^\circ$
I	20	5 × 5	Viz obrázek dole
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	



### Jímací soustava před bočními údery do vysokých budov:

U staveb vyšších 60 m mohou blesky udeřit i do boku stavby obzvlášť do hrotu, hran a rohu vnějších ploch.

### Provedení

Provedení jímací soustavy u stavby s neizolovaným (neoddáleným) vnějším LPS může být realizována následujícími způsoby:

- pokud střecha je z nehořlavého materiálu, mohou být vodiče jímací soustavy položeny na střeše staveb
- je-li střecha z lehce hořlavého materiálu, musí být dodržena vzdálenost mezi jímací soustavou a materiálem střechy. U doškových střech, kde nejsou ocelové držáky pro uchycení, je dostačující vzdálenost 15 cm. U jiných hořlavých materiálů je dostačující vzdálenost větší než 10 cm

— lehce hořlavé součásti stavby nesmí být v přímém kontaktu s částmi hromosvodu a nesmí se nechat přímo pod kovovou krytinou, která může být při úderu blesku propálena...

Tomu se musí věnovat pozornost i při méně hořlavých materiálech, jako jsou například dřevěné desky.

### Náhodné součásti

Následující součásti stavby mohou být považovány za náhodné jímače a součásti LPS:

Kovové oplechování stavby, pokud:

- bude zajištěno trvalé el. propojení mezi různými díly (například pájením natvrdo, svařením, lisováním, falcováním, šroubováním nebo nýtováním);
- tloušťka oplechování není menší než hodnota  $t'$  uvedená v tabulce 3, když není potřeba předcházet propálení oplechování nebo uvažovat vznícení lehce hořlavých materiálů pod obložním;
- tloušťka oplechování není menší než hodnota  $t$  uvedená v tabulce 3, je-li nutné dělat opatření proti propálení nebo nedovolenému zahřátí v bodu úderu;
- nejsou potaženy izolační hmotou;

OZNAMKA Tenká vrstva ochranné barvy nebo 1 mm asfaltu nebo 0,5 mm PVC se nepovažuje za izolaci...

**Tabulka 3 – Minimální tloušťka kovových oplechování nebo kovových potrubí jímacích soustav**

Třída LPS	Materiál	Tloušťka <sup>a</sup> $t$ mm	Tloušťka <sup>b</sup> $t'$ mm
I až IV	Olovo	–	2,0
	Ocel (pozinkovaná)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Měď	5	0,5
	Hliník	7	0,65
	Zinek	–	0,7

<sup>a</sup>  $t$  zabrání propálení, přezhavení nebo zapálení.  
<sup>b</sup>  $t'$  jen pro kovové oplechování, není-li nutno zabránit propálení, přezhavení nebo zapálení.

### Soustava svodů – všeobecně:

Aby se snížila pravděpodobnost škod způsobených bleskem, který proteče LPS, je nutno svody umístit tak, aby mezi místem úderu se zemí:

- bylo více paralelních drah proudu;
- délka dráhy proudu byla co možná nejkratší;
- bylo provedeno ekvipotenciální pospojování k vodivým součástem stavby

### Umístění neizolovaného (neoddáleného) LPS

Pro každý neizolovaný (neoddálený) LPS musí být použity v každém případě minimálně dva svody. Svody by měly být rozmístěny po obvodu ve stejných rozestupech.

**Tabulka 4 – Typické hodnoty vzdálenosti mezi svody a mezi obvodovými vodiči podle třídy LPS**

Třída LPS	Obvyklé vzdálenosti m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Svody musí být rozmístěny pokud možno tak, aby bylo vytvořeno přímé pokračování jímací soustavy.

Svody musí být instalovány přímo a svisle, aby bylo vytvořeno co nejkratší přímé spojení se zemí. Musí být zabráněno vytvoření instalačních smyček. Není-li možno tornu zabránit, musí se vytvořit dostatečná vzdálenost měřená mezi dvěma body svodu, které se k sobě navzájem přiblíží a délka  $l$  mezi těmito body...

### **Svody LPS neoddáleného od chráněné stavby smí být instalovány:**

- je-li stěna z nehořlavého materiálu, smí se svody umísťovat na nebo do stěny;
- je-li stěna z lehce hořlavého materiálu, smí se svody umísťovat na stěně, pokud zvýšení teploty způsobené průchodem bleskového proudu není nebezpečné s ohledem na materiál stěny;
- je-li stěna z lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty svodů je nebezpečné, musí být svody umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 10 cm. Není-li možno zajistit dodržení vzdálenosti mezi svodem a hořlavým materiálem, měl by být průřez svodů minimálně 100

mm<sup>2</sup>.**Tabulka 6 – Materiál, tvary a minimální průřezy ploch jímací soustavy, jímacích tyčí a svodů**

Materiál	Tvary	Minimální průřez mm <sup>2</sup>	Poznámky <sup>10)</sup>
Měď	Tuhý pásek	50 <sup>8)</sup>	2 mm min. tloušťka
	Tuhý drát <sup>7)</sup>	50 <sup>8)</sup>	8 mm průměr
	Lano	50 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
	Tuhý drát <sup>3), 4)</sup>	200 <sup>8)</sup>	16 mm průměr
Pocínovaná měď <sup>1)</sup>	Tuhý pásek	50 <sup>8)</sup>	2 mm min. tloušťka
	Tuhý drát <sup>7)</sup>	50 <sup>8)</sup>	8 mm průměr
	Lano	50 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
Hliník	Tuhý pásek	70	3 mm min. tloušťka
	Tuhý drát	50 <sup>8)</sup>	8 mm průměr
	Lano	50 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
Legovaný hliník	Tuhý pásek	50 <sup>8)</sup>	2,5 mm min. tloušťka
	Tuhý drát	50	8 mm průměr
	Lano	50 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
	Tuhý drát <sup>3)</sup>	200 <sup>8)</sup>	16 mm průměr
Pozinkovaná ocel <sup>2)</sup>	Tuhý pásek	50 <sup>8)</sup>	2,5 mm min. tloušťka
	Tuhý drát <sup>9)</sup>	50	8 mm průměr
	Lano	50 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
	Tuhý drát <sup>3), 4), 9)</sup>	200 <sup>8)</sup>	16 mm průměr
Nerezová ocel <sup>5)</sup>	Tuhý pásek <sup>6)</sup>	50 <sup>8)</sup>	2 mm min. tloušťka
	Tuhý drát <sup>6)</sup>	50	8 mm průměr
	Lano	70 <sup>8)</sup>	1,7 mm min. průměr každého pramen
	Tuhý drát <sup>3), 4)</sup>	200 <sup>8)</sup>	16 mm průměr

**Zkušební svorka (spojka):**

Zkušební spojky by měly být umístěny na každém připojení svodu k uzemňovací soustavě, mimo náhodné svody, které jsou spojeny se základovým zemničem.

Pro účely měření musí být možno spojku rozpojit pomocí náradí – umísťuje se ve výšce 1,5m.

**Uzemňovací soustava**

Důležitými kritérii uzemnění jsou jeho tvary a rozměry tak, aby došlo k rozdělení bleskového proud země a byla zmenšena nebezpečná přepětí. Všeobecně je však doporučen nízký zemní odpor (je-li to možno, nižší než 10 Ω).

Z hlediska ochrany před bleskem je nutno upřednostnit jednu integrovanou soustavu uzemnění objektu, která je vhodná pro všechny účely (například ochranu před bleskem a silnoproudé instalace...)

V uzemňovacích soustavách se používají dva základní typy uspořádání zemničů:

**Uspořádání typu A**

Toto uspořádání se skládá z vodorovného nebo svislého zemniče, instalovaného vně chráněné stavby, která je spojen s každým svodem..

Pro uspořádání typu A nesmí být celkový počet zemničů nižší než dva.

Minimální délka vodorovných zemničů pro třídu LPZ III a IV je 5 m a pro svislé 2,5m.

(Minimální délka nemusí být dodržena je-li odpor uzemnění menší než 10 Ω).

Vodorovný zemnič je možné rozšířit max. na 60m.

Zemnič musí být uložen v hloubce min. 50cm (60cm). Při výchozí revizi musí být viditelný.

Uspořádání B : se skládá např. ze základového zemniče.

**Tabulka 7 – Materiál, tvary a minimální rozměry zemničů**

Materiál	Tvary	Minimální rozměry			Poznámky
		Zemničí tyč Ø mm	Zemničí vodič	Zemničí deska mm	
Měď	Lano <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		1,7 mm min. průměr každého lana
	Tuhý drát <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		8 mm průměr
	Tuhý pásek <sup>3)</sup>		50 mm <sup>2</sup>		2 mm min. tloušťka
	Tuhý drát	15 <sup>8)</sup>			
	Trubka	20			2 mm min. tloušťka stěny
	Tuhá deska			500 × 500	2 mm min. tloušťka
	Mřížovaná deska			600 × 600	25 mm × 2 mm průřez Minimální délka tvaru mříže: 4,8 m
Ocel	Pozinkovaný tuhý drát <sup>1) 2)</sup>	16 <sup>9)</sup>	10 mm průměr		
	Pozinkovaná trubka <sup>1) 2)</sup>	25			2 mm min. tloušťka stěny
	Pozinkovaný tuhý pásek <sup>1)</sup>		90 mm <sup>2</sup>		3 mm min. tloušťka
	Pozinkovaná tuhá deska <sup>1)</sup>			500 × 500	3 mm min. tloušťka
	Pozinkovaná mříž. deska <sup>1)</sup>			600 × 600	30 mm × 3 mm průřez
	Tuhý drát s měděným pokrytím <sup>4)</sup>	14			250 µm minimální poloměr Obsah mědi v obalu 99,9 %
	Čistý tuhý drát <sup>5)</sup>		10 mm průměr		
	Čistý nebo pozinkovaný tuhý pásek <sup>5) 6)</sup>		75 mm <sup>2</sup>		3 mm min. tloušťka
	Pozinkované lano <sup>5) 6)</sup>		70 mm <sup>2</sup>		1,7 mm min. průměr každého lana
	Pozinkovaný křížový profil <sup>1)</sup>	50 × 50 × 3			

Таблица 4.2-1

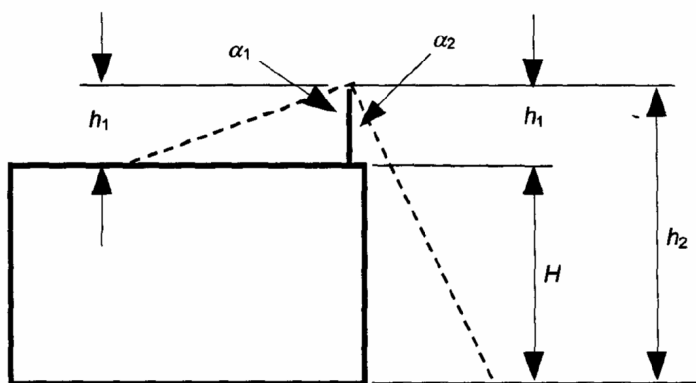
Půda	Měrný odpor ( $\Omega\text{m}$ )
Bažinatý terén	Pod 30
Bahno	20-100
Humus	10-150
Vlhká rašelina	5-100
Měkká hlína	50
Vápenatý jíl a hutná hlína	100-200
Jurský vápenatý jíl	30-40
Hlinitý písek	50-500
Křemičitý písek	200-3000
Holá kamenitá půda	1500-3000
Kamenitá půda pokrytá trávou	300-500
Měkký vápenec	100-300
Hutný vápenec	1000-5000
Popraskaný vápenec	500-1000
Krystalická břidlice	50-300
Žula a pískovec v závislosti na úpravě	1500-10000
Žula a pískovec jemně upravený	100-600

### **Umístění jímací soustavy:**

Umístění jímací soustavy je považováno za dostatečné, je-li chráněná stavba (zařízení) zcela umístěna uvnitř ochranného prostoru, který je vytvořen jímací soustavou. Pro určení ochranných prostorů musí být vzaty jen skutečné fyzické rozměry jímací soustavy.

### **Ochranný prostor svislé jímací tyče:**

Ochranný prostor svislé jímací tyče bude vytvořen pravoúhlým kuzelem s vrcholem umístěným v ose jímací tyče, polovičním vrcholovým úhlem  $\alpha$ , který je závislý na třídě LPS a na výšce jímací soustavy dle tabulky 2.



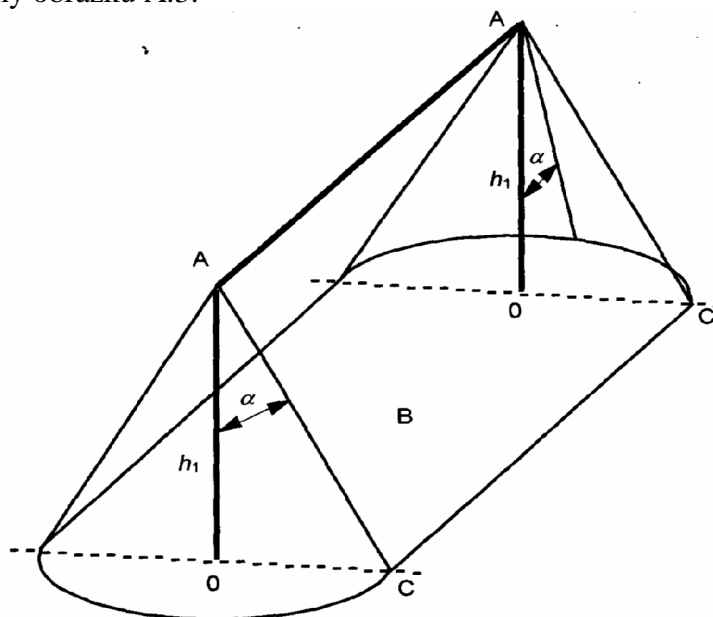
### Legenda

$h_1$  Fyzická výška jímací tyče

POZNÁMKA Ochranný úhel  $\alpha_1$  odpovídá výšce jímáče  $h_1$ , je to výška nad chráněným povrchem střechy; ochranný úhel  $\alpha_2$  odpovídá výšce  $h_2 = h_1 + H$ , plocha terénu referenční roviny;  $\alpha_1$  přísluší k  $h_1$  a  $\alpha_2$  přísluší k  $h_2$ .

### Ochranný prostor vodičové jímací soustavy:

Prostory, které jsou chráněny vodičovou jímací soustavou, jsou definovány sestavou prostorů chráněnou zdánlivými svislými tyčemi, které mají mezi vrcholy vodič. Příklady ochranných prostor jsou zobrazeny obrázku A.3.

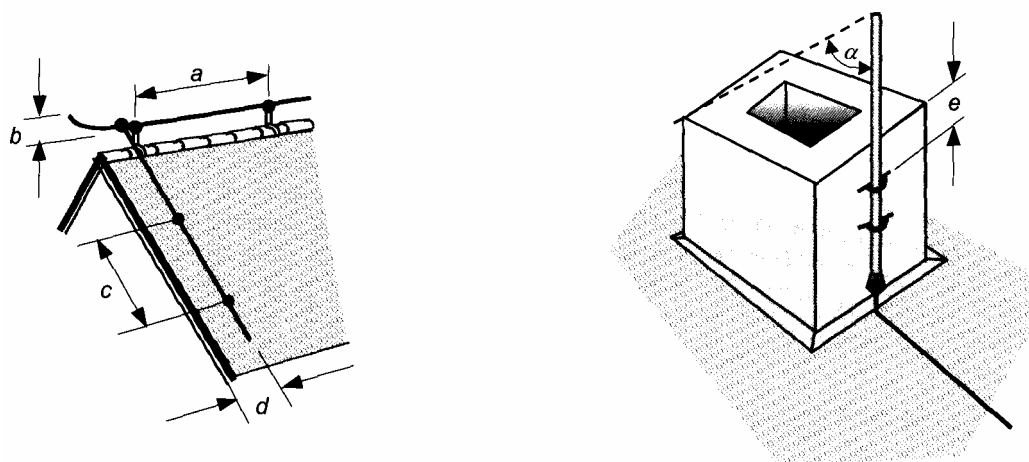
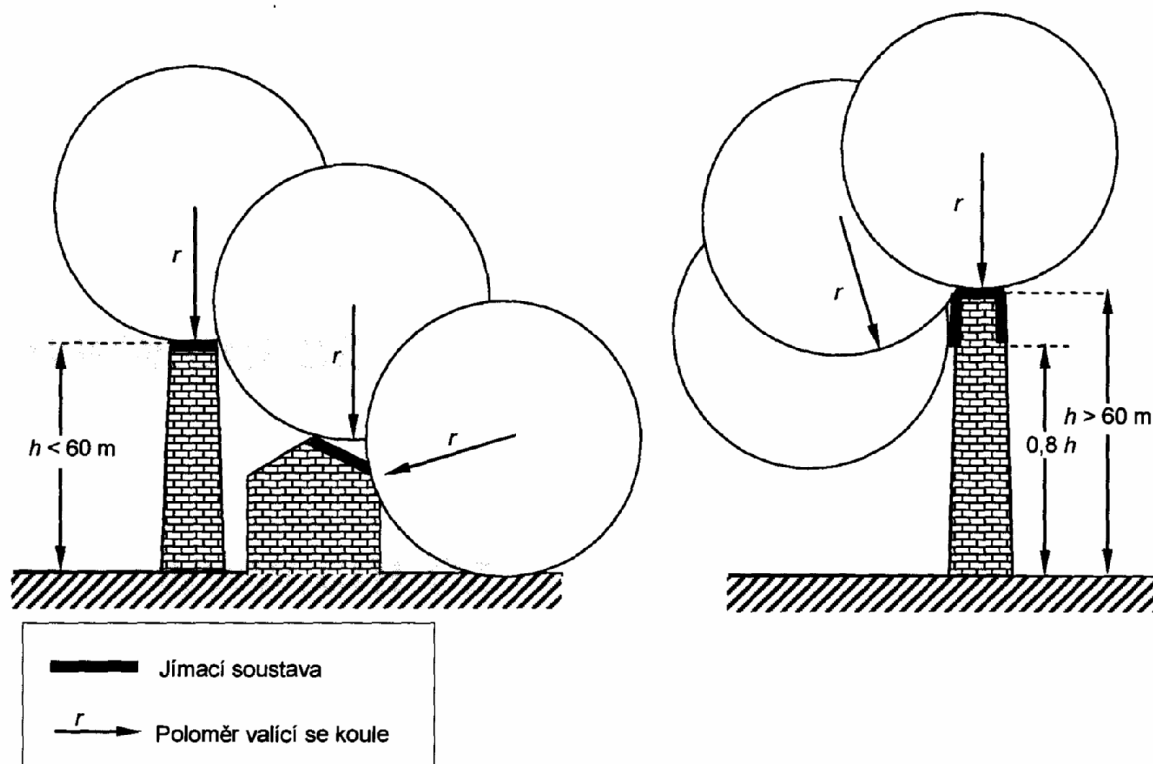


POZNÁMKA Legenda viz obrázek A.1.

Obrázek A.3 – Ochranný prostor vodičové jímací soustavy

### Umístění jímací soustavy použitím metody valící se koule:

Pravděpodobnost úderu do boku staveb nižších než 60 m je všeobecně zanedbatelná....



### Umístění jímací soustavy použitím metody mřížové soustavy:

Pro ochranu rovinných ploch je určena mřížová soustava, která bude chránit celkovou plochu, budou-li splněny všechny následující podmínky:

Vodiče jímací soustavy jsou umístěny:

- na okrajích střechy;
- na převisích střechy;
- na hřebenech střechy, je-li sklon střechy větší než 1:10

POZNÁMKA 1 Metoda mřížové soustavy je vhodná pro vodorovné a sedlové (s malým sklonem) střechy s žádným zakřivením.

POZNÁMKA 2 Metoda mřížové soustavy je vhodná pro rovinné boční plochy, které mají být chráněny před bočními úderami.

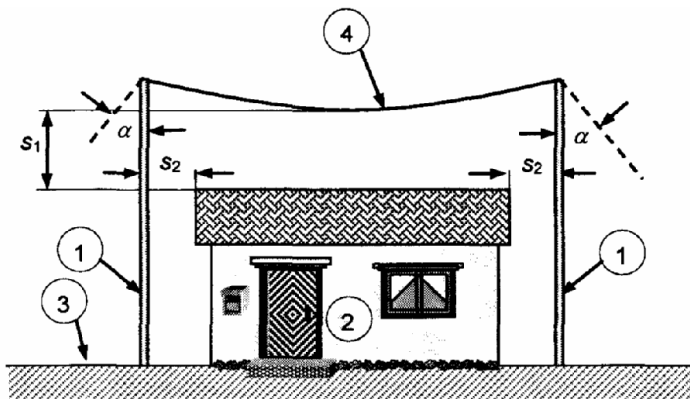
POZNÁMKA 3 Je-li sklon střech větší než 1:10, měly by být použity paralelní jímací vodiče místo mřížky, jejich vzájemná vzdálenost by neměla být větší než potřebná šířka ok mřížky.

Propad valivé koule:

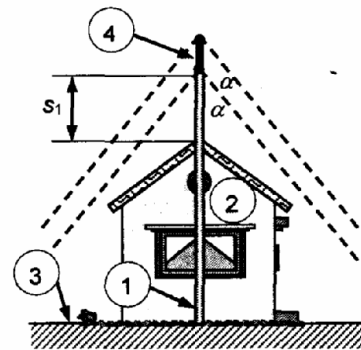
Třída LPS	Poloměr koule r (m)	Rozteč ok mřížky (m)	Propad koule (cm)
I	20	5	16
II	30	10	42
III	45	15	63
IV	60	20	84

Mřížová soustava by měla být umístěna tak, aby vodivé součásti stavby byly pod propadem valivé koule a to ještě s připočítáním bezpečné vzdálenosti 20 cm...

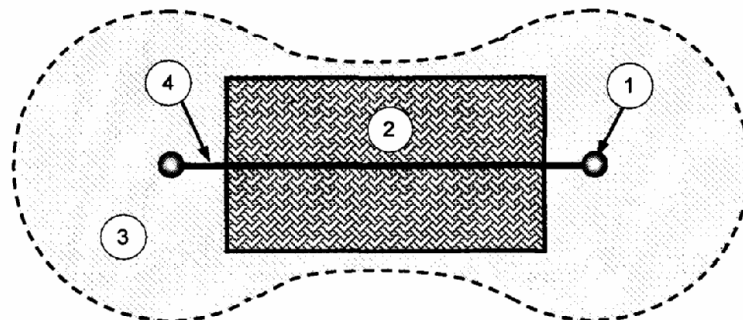
### Příklady provedení hromosvodu:



Obrázek E.14a – Projektování ve svislé rovině se dvěma stožáry



Obrázek E.14b – Projektování ve svislé rovině s pravým úhlem k zemi (terénu) se dvěma stožáry



Obrázek E.14c – Projektování ve vodorovné referenční rovině

### Ochrana zapuštěných nebo vyčnívajících střešních nadstavb bez vodivých instalací:

Jímací tyče pro ochranu kovových, zapuštěných nebo vyčnívajících střešních nadstavb by měly být tak vysoké, že chráněná nadstavba leží celá uvnitř ochranného prostoru jímací tyče určeného valící se koule nebo je celá v kuželu určeném ochranným úhlem..

Kovové střešní nadstavby, které neleží v ochranném prostoru jímacích tyčí, nepotřebují dodatečnou ochranu nepřekračují-li jejich rozměry následující hodnoty:

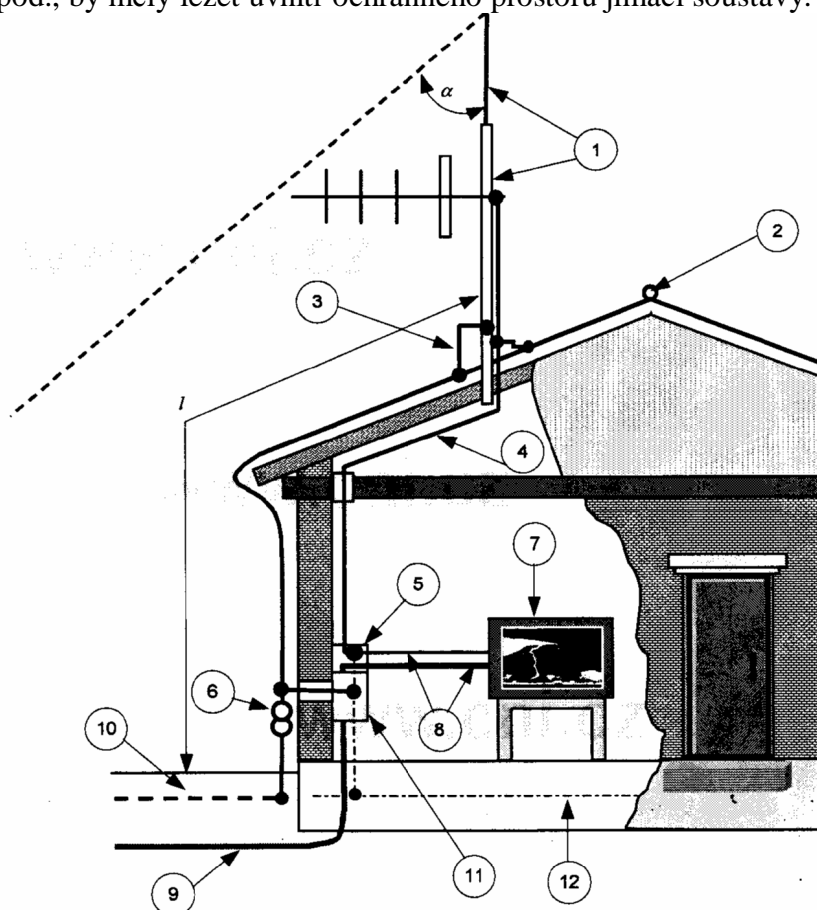
- výška nad úrovní střechy je menší než 30 cm
- celkovou plochu nadstavby 1,0 m<sup>2</sup>
- délku nadstavby 2,0 m.

Pro nekovové střešní nadstavby, které neleží v ochranném prostoru jímacích tyčí a které nevyšší víc než 50 cm nad prostor vytvořený jímací soustavou, není potřebná žádná další dodatečná jímací soustava.

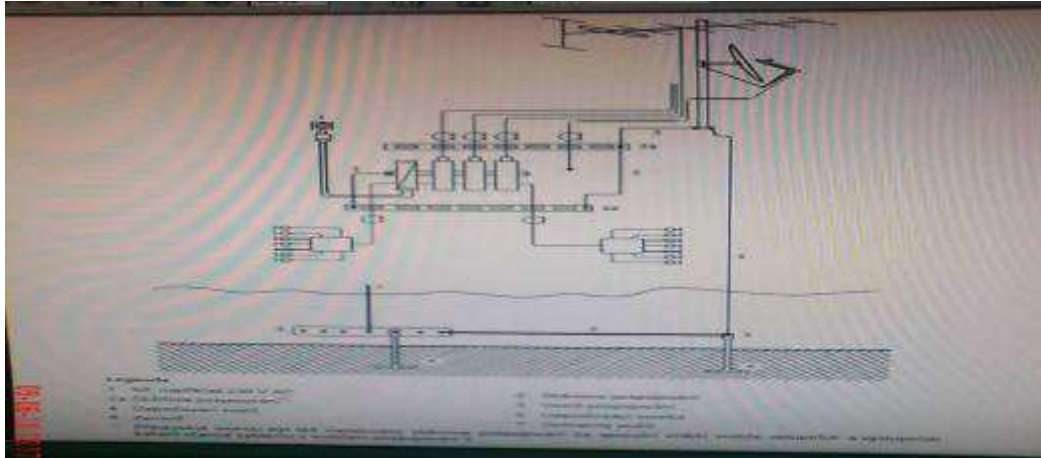
Komíny s izolovaným materiálem by měly být chráněny jímacími tyčemi nebo obvodovým jímacím vedením, když neleží uvnitř ochranného prostoru jímací soustavy. Jímací tyč na komíně by měla mít takovou délku, aby celý komín ležel uvnitř ochranného prostoru

### ***Ochrana střešních nadstaveb, které obsahují el. zařízení; antény (ČSN EN 60728-11...) ....***

Střešní nadstavby z izolovaného nebo vodivého materiálu, které obsahují el. zařízení, antény apod., by měly ležet uvnitř ochranného prostoru jímací soustavy.



Opletení kabelových vedení antén musí být z důvodů vyloučení rozdílu potenciálu zahrnuty do systému pospojování v budovách. Vodiče pospojování musí mít průřez min. Cu 4 mm<sup>2</sup>. Není-li budova opatřena hromosvodem musí být anténní stožár a vodiče koaxiálních kabelů uzemněny



## Fotovoltaika:

Návrhy řešení ochrany před bleskem je možné rozdělit do několika skupin:

### 1.1 Panely na střeše rodinného domu se střešní krytinou z nevodivého materiálu, kdy:

- celou FTV je možné umístit do ochranného prostoru jímací soustavy,
- celou FTV není možné umístit do ochranného prostoru jímací soustavy.

### 1.2 Panely na střeše rodinného domu se střešní krytinou z vodivého materiálu.

Návrh řešení ochrany před bleskem podle 1.1a. V tomto případě je třeba především zkontrolovat prostorové řešení rozmístění panelů na střeše objektu. Panely budou umístěny v dostatečné vzdálenosti s od jímací soustavy. Ochranný prostor jímací soustavy je možné ještě zvětšit použitím jímačů na hřebeni střechy nebo využitím malých pomocných jímačů vytvořených z kousků drátu.

#### Důležité upozornění:

Nosnou konstrukci FTV panelů je třeba pospojit s ekvipotenciální přípojnici (EP) Cu vodičem o minimálním průřezu  $6\text{mm}^2$ . Vodič pospojování ani kabely od FTV článků se nikde nesmí přiblížit k jímací soustavě na vzdálenost menší, než je stanovená „přeskoková“ vzdálenost „S“.

Při této variantě umístění FTV panelů je zapotřebí se dále zabývat pouze indukovaným přepětím. Přímý úder blesku nebo nekontrolované přeskoky nehrozí.

Podle výstupního stejnosměrného (DC) napětí z FTV panelů je nutné zvolit přepěťovou ochranu, která bude umístěna co nejbližší k FTV panelům. Na vstupu do měniče bude instalována stejná přepěťová ochrana pro zabezpečení bezporuchového provozu měniče..

#### Poznámka:

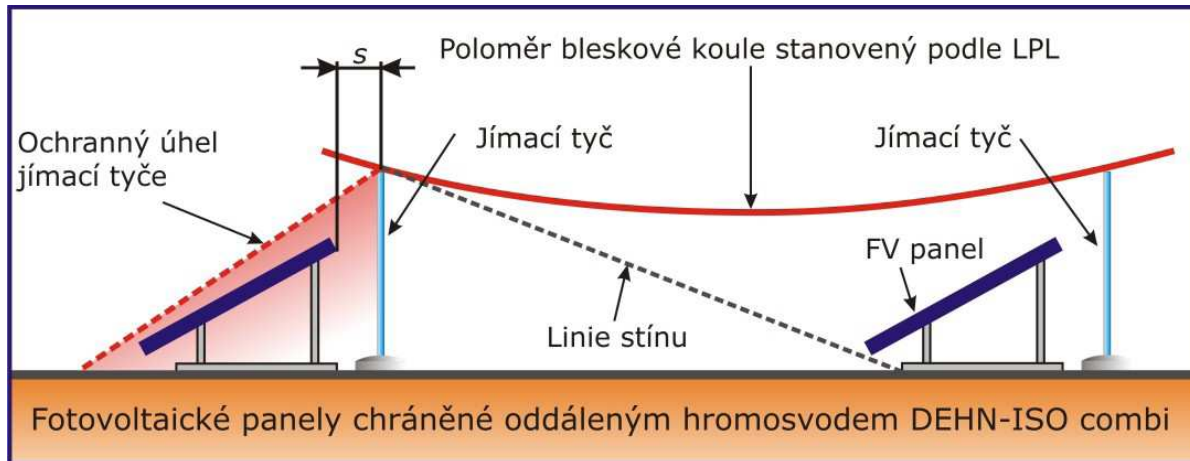
Jeli vzdálenost mezi FTV panely a měničem několik metrů (měřeno po vedení), není třeba instalovat svodiče přepětí na oba konce, ale postačí je umístit pouze u měničů.

Měniče se často instalují těsně pod střechou. Toto řešení má několik výhod, neboť po objektu není taženo stejnosměrné (DC) vedení s poměrně vysokým napětím, které navíc lze jen obtížně vypínat.

Dále je třeba se zaměřit na ochranu celé aplikace ze strany distribuční soustavy, neboť odtud bude ohrožena zřejmě častěji než od přímého úderu blesku do objektu (spínací přepětí, blízké i vzdálené úderu blesku, jejichž energie se šíří distribuční soustavou do značných vzdáleností). A zde je nutné věnovat velkou pozornost způsobu napojení FTV elektrárny na distribuční soustavu. V každém případě jde o samostatné rozvody, které se netýkají ostatních rozvodů v objektu. Střídavý výstup 230 V je veden do nového elektroměrového rozváděče (EMR), který se většinou umísťuje vedle dosavadního EMR určeného pro měření spotřeby v objektu, a dále do přípojkové skříně. Pro správné rozmístění svodičů přepětí je třeba znát, kde bude EMR instalován. Jeli EMR umístěn na obvodové zdi objektu nebo uvnitř těsně za

obvodovou zdi, nenastanou větší problémy. Je výhodné instalovat svodič bleskových proudů Typ 1 do samostatného rozváděče před oba elektroměry (nutný ale souhlas rozvodných závodů...).

## 2. Velké FTV elektrárny s panely na plochých střechách



### **E) Nebezpečí, které může (při neopatrnosti) el. zařízení způsobit...**

Při dotyku člověka s el. částí pod napětím dojde k průchodu proudem tělem. Ten je omezen odporem lidského těla (asi 2000  $\Omega$ ) a případně odporem podlahy, použité obuvi atd. V krajním případě může dosáhnout až 115 mA. Je nutné zdůraznit, že je to hodnota neslučitelná s životem. Navíc odpor těla poměrně rychle klesá a procházející proud se zvětšuje....

Jaké proudy mohou lidským tělem procházet v praxi a jak se tento proud projevuje?

Proudy od 1 do 6 mA vyvolávají podráždění; při proudech od 8 do 15 mA nastává stahování svalů paže - je to hranice, kdy se ještě můžeme pustit; při proudech od 15 do 20 mA nastává křeč, kdy se bez cizí pomoci již nedokážeme uvolnit; při proudech 25 mA je ochromeno dýchací svalstvo...

Bezpečný proud je udáván hodnotou  $< 3,5$  mA.

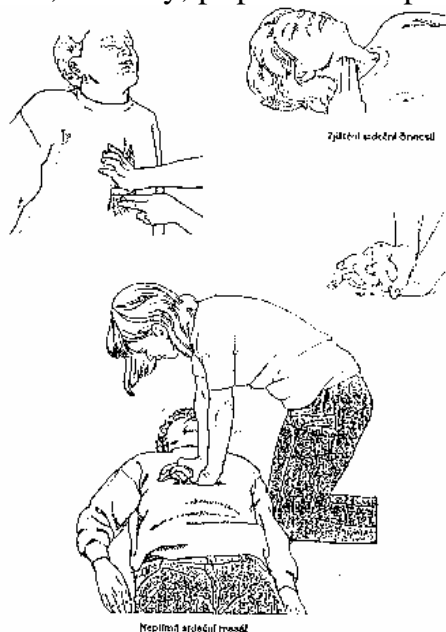
Další důležitou veličinou je čas průchodu proudem lidským tělem. Prochází-li el. proud lidským tělem 0,8 sekundy a déle, zasáhne minimálně jedenkrát vulnerabilní (zranitelnou) fázi v průběhu srdečního tepu, během níž je srdce zvláště náchylné k zástavě. Při zkracování průchodu proudem srdcem se zmenšuje možnost vzniku fibrilace srdce. Při době 0,2 s je až 60% naděje, že k fibrilaci nedojde. Fibrilace je chvění srdečních komor, kdy srdce přestává plnit funkci krevní pumpy!

Proudové chrániče vypínají v časech okolo 0,02 s a jsou tak významným prvkem bezpečnosti např. u "venkovních" zásuvek - sloužících k napojení přenosných el. spotřebičů v "nebezpečném" venkovním prostředí.

## **F) První pomoc při úraze el. proudem:**

### **Postup záchranných prací při úrazu el. proudem:**

- 1) Vyproštění postiženého provedeme tak, aby nedošlo k následnému úrazu zachránce. (vypnutí elektřiny, odtažení postiženého, odsunutí zdroje úrazu, přerušení přívodu el. proudu...)
- 2) K poskytování pomoci přistoupíme okamžitě, když postižená osoba je mimo dosah možného nebezpečí.
- 3) Pro správný postup oživovacích pokusů je třeba zajistit životní funkce t. j. dýchání a srdeční činnost. Zjišťování je-li postižený při vědomí, je-li dýchání dostatečné, je-li hmatný tep na krční tepně, by nemělo trvat déle než 5s.
- 4) Podle výsledku prohlídky zahájíme ihned příslušné oživovací pokusy. Např. nejhorší případ je bezvědomí (postižený nedýchá a tep je nehmatný), vzniká z mnoha příčin a rozpoznání je často obtížné. Je nutné počítat s poruchou mozkových funkcí a s akutním ohrožením života.
- 5) Postiženého položíme na tvrdou podložku na záda. Silně zakloníme hlavu a předsuneme dolní čelist. Zahájíme umělé dýchání v kombinaci s nepřímou srdeční masáží a to až do příjezdu zdravotníků. Počet stlačení 80x za minutu (děti 100x).
- 6) Frekvence umělých vdechů má být asi 12 až 16x za minutu (u dětí 20x) Je-li zachránce sám provádí 15 stlačení na 2 vdechy. Místo pro stlačování hrudníku je 2 prsty nad dolním okrajem hrudní kosti. Jsou-li zachránci dva provedou 2 rychlé vdechy s následným 5x stlačením a jedním vdechem.
- 7) Vždy zavoláme lékaře. Lékařské vyšetření je nezbytné i v případech, kdy postižený se po úraze el. proudem, nebo po úspěšně provedené první pomoci cítí bez potíží. Průchod el. energie tělem může způsobit změny na srdečním svalu, mozku, cévách, nervech a pod. A příznaky se mohou objevit až později...
- 8) Při úraze el. proudem může dojít i k šoku. Šok je závažný a život ohrožující stav, spočívající v poruše oběhu krve. Ihned zavedeme protišoková opatření (teplo, ticho, tekutiny, případně tišící prostředky a transport).



## G) Použití hasících přístrojů na el. zařízení:

- a) Při požáru musí být nebezpečné nebo ohrožené části el. zařízení vypnuty.
- b) Pro hašení el. zařízení musí být přístupné a udržovány v pohotovosti hasící přístroje nebo hasící zařízení vhodného typu.
- c) K obsluze a používání hasících přístrojů mají být vyškoleny vhodné osoby.
- d) Požáry, u nichž se vyskytuje elektrické zařízení pod napětím lze hasit:
- hasicím přístrojem CO<sub>2</sub> (sněhový)
  - halonovým
  - práškovým

A to vždy podle pokynů na štítku (napětí, odstup...).

e) Nikdy se nesmí hasit el. zařízení pod napětím hasicím přístrojem vodním ani pěnovým!

f) Osoby si musí uvědomovat, že z horkých a hořících materiálů mohou unikát toxické látky.

## H) Termíny revizí hromosvodů:

"Nové" hromosvody - dle ČSN EN 62305-3:

Hladina ochrany	Vizuální kontrola (rok)	Úplná revize (rok)	Kritické systémy Celková revize
I a II	1	2	1
III a IV	2	4	1

"Staré" hromosvody - dle ČSN 341390:

<i>Druh prostředí</i>	<i>revizní lhůta</i>
<i>Objekty s prostředím požáru a výbuchu; objekty postavené ze stavebních hmot C1, C2 a C3</i>	2
<i>Ostatní</i>	5

## CH) Kvalifikace osob:

1) Odborná kvalifikace osob obsluhujících el. zařízení - ČSN EN 50110-1 a vyhl. 50/1978 Sb.

### a) Pracovníci bez el. vzdělání:

- **Laik:** je osoba neseznámená ani nepoučená o účincích el. proudu. S obsluhou a drobnou údržbou je tato osoba seznámena pouze formou návodů k obsluze el. zařízení.

- **Osoba seznámená: §3 vyhl. č. 50 :** je osoba, která není poučená ani znalá, ale je seznámená v rozsahu své činnosti s předpisy se zacházením a obsluhou elektrických zařízení a upozorněna na nebezpečí, která ji při těchto činnostech ohrožují. Seznámení zajistí prokazatelným způsobem osoba poučená. Osoby seznámené nesmějí pracovat na nekrytých živých částech elektrického zařízení, ani se jich dotýkat přímo nebo jakýmkoliv předmětem.
- **Osoba poučená: §4 vyhl. 50:** je osoba, která byla prokazatelně v rozsahu svých činností poučena osobou alespoň znalou tak, aby jí tím bylo umožněno vyvarovat se nebezpečí, které elektřina může způsobit. Rozsah jejich činností je uveden v provozních předpisech a pracovních postupech, s kterými musí být prokazatelně seznámena. O kvalifikaci musí být vydáno osvědčení. Kvalifikace je získána a udržována školením s prokazatelným ověřením znalostí např. 1x za 3 roky. Bude-

li tato osoba vykonávat pouze obsluhu el. zařízení, může prokazatelné poučení a ověření znalostí, včetně vydání osvědčení, provést i pověřená osoba poučená.

-

## 2) Osoby s odborným elektrotechnickým vzděláním:

Jsou osoby s odpovídajícím vzděláním, znalostmi a zkušenostmi, umožňující jí vyvarovat se nebezpečí a vyhodnotit rizika, která elektřina může vytvořit.

§ 5 – osoba znalá (absolvent učiliště, střední nebo vysoké el. technické školy)

§ 6 – osoba znalá s vyšší kvalifikací

§ 7 – osoba znalá s vyšší kvalifikací - pro řízení činnosti

§ 8 – osoba znalá s vyšší kvalifikací - pro dodavatelskou činnost (živnostníci, odborný zástupce dodavatelské firmy...)

§ 9 – osoba znalá – revizní technik

§ 10 – osoba znalá - projektant

## K) Způsobilost osob k obsluze a práci na el. zařízení:

Kvalifikace osob	Obsluha zařízení		Práce na zařízení nn		
	<i>mn, nn</i>	<i>vn</i>	<i>bez napětí</i>	<i>v blízkosti živých částí</i>	<i>Pod napětím</i>
<i>Osoba seznámená</i>	<i>Smí<sup>1)</sup></i>	<i>nesmí</i>	<i>smí podle pokynů</i>	<i>Smí ve vzdálenosti vyšší než 30 cm - dle pracovních postupů</i>	<i>nesmí</i>
<i>Osoba poučená</i>	<i>Smí<sup>2)</sup></i>		<i>smí podle pokynů</i>	<i>smí podle pracovních postupů<sup>4)</sup></i>	<i>nesmí</i>
<i>Osoba znalá</i>	<i>smí sama<sup>3)</sup></i>	<i>smí sama</i>	<i>smí podle prac. postupů</i>	<i>smí podle pracovních postupů</i>	<i>smí podle prac. postupů</i>

*mn – malé napětí do 50 V; nn - nízké napětí od 50 V do 1000 V; vn – vysoké napětí nad 1000 V*

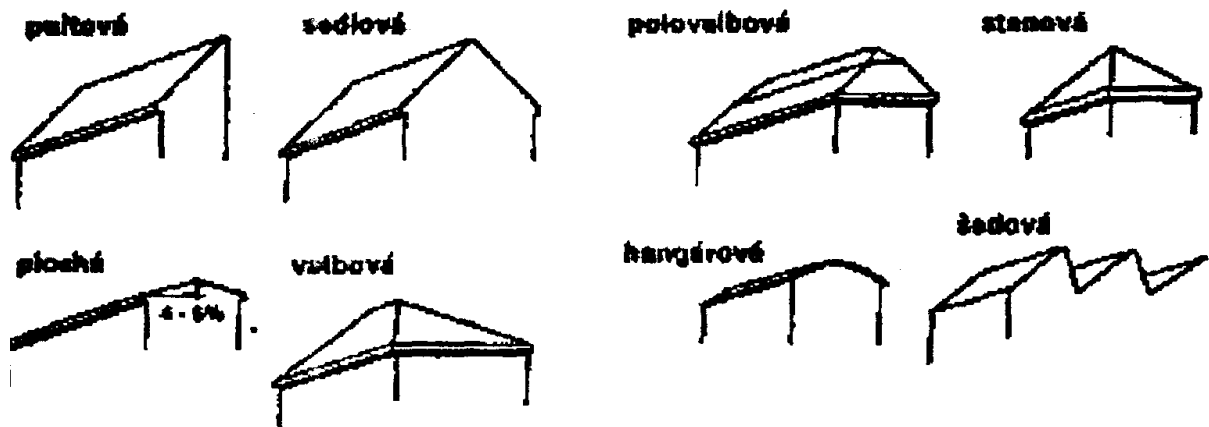
<sup>1)</sup> *samostatně obsluhovat elektrická zařízení mn a nn, která jsou provedena tak, že při jejich obsluze nemohou přijít do styku s částmi pod napětím*

<sup>2)</sup> *samostatně obsluhovat elektrická zařízení všech napětí s podmínkou, že se mohou dotýkat jen částí zařízení, které jsou pro obsluhu určeny*

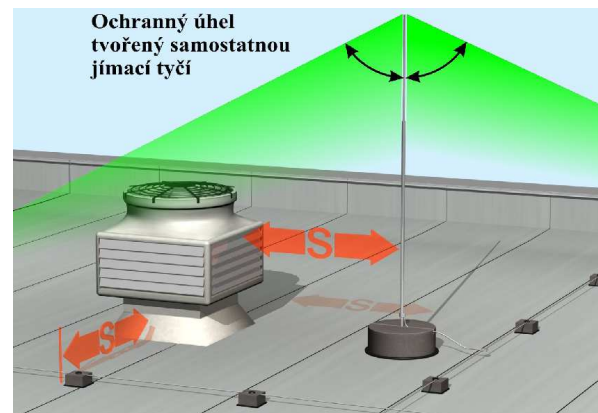
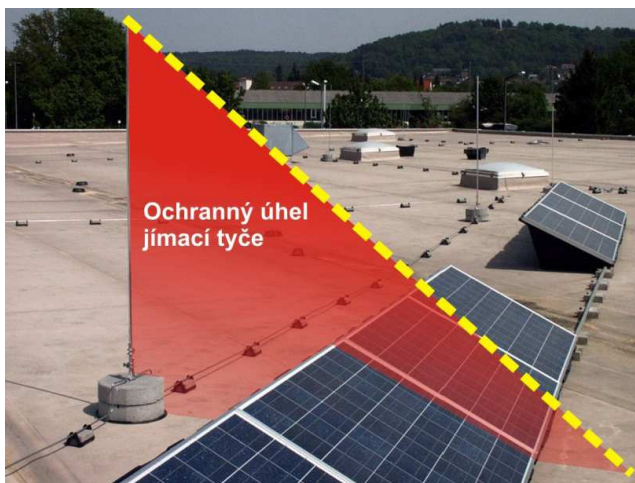
<sup>3)</sup> *samostatně obsluhovat místně nebo dálkově elektrické zařízení*

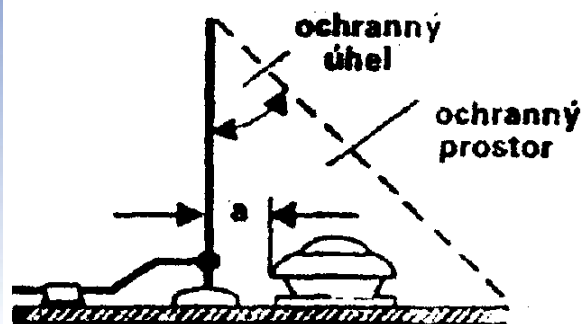
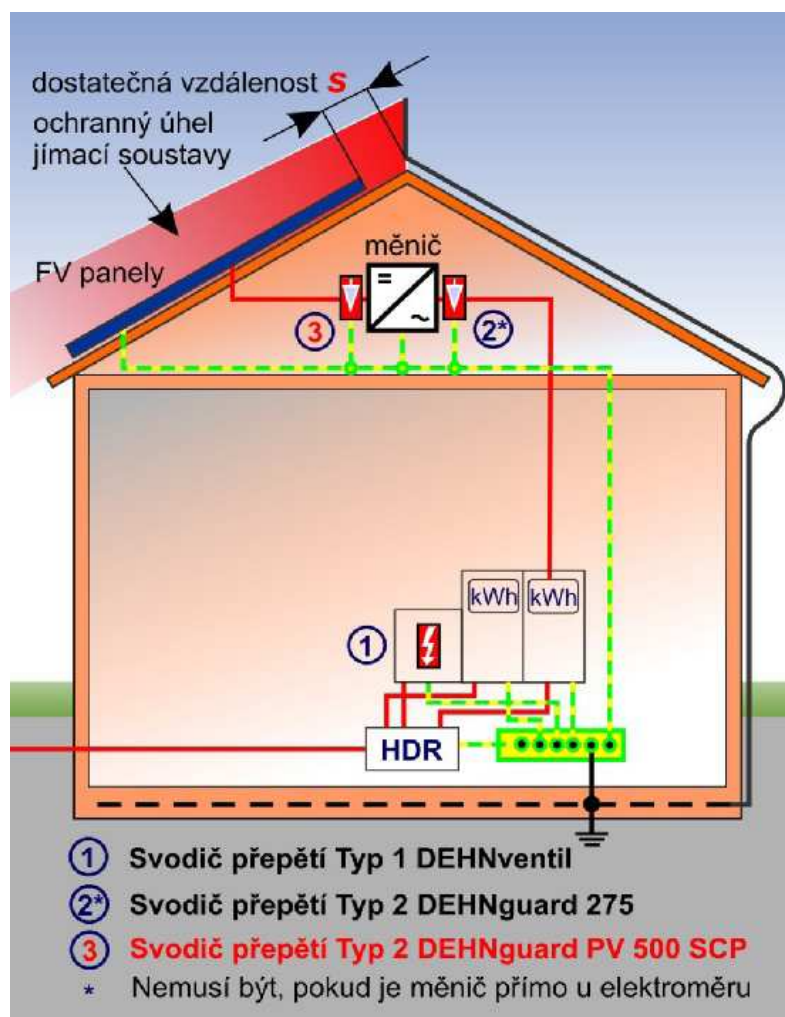
<sup>4)</sup> *tato osoba musí být však poučena osobou alespoň znalou*

Obrázková příloha:



FTV elektrárna a ochrana před bleskem a přepětím dle DEHN Sohne:





**Při zpracování byly použity tyto podklady:**

Vyhl. č. 50/1978 Sb.; ČSN EN 50110-1 ed. 2; ČES 33.04.94; ČSN EN 62305-1; ČSN EN 62305-3, ČSN 332000-5-54, ČSN EN 60728-11, ČSN 341390; TNI 341390; vyhl. č. 268/2009 Sb...

Knížka Hájek, Šalamounský – vydání 2008 verze 2.0...

Nesmí být dále rozmnožováno – slouží pouze jako učební pomůcka.

Předpokládá se, že uživatel této příručky je vlastníkem originálních ČSN nebo uživatelem služby ČSN online; případně má příslušné originály k dispozici jiným legálním způsobem.