

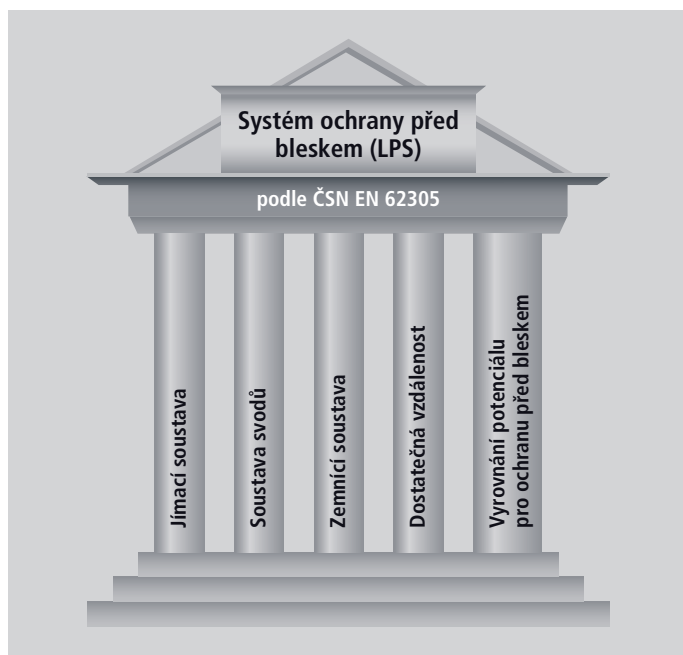


BLITZPLANER®

výňatek



4 Systém ochrany před bleskem



Obrázek 4.1 Součásti systému ochrany před bleskem

Systémy ochrany před bleskem (anglicky: Lightning Protection Systems - LPS) mají chránit stavby před požárem nebo mechanickým zničením včetně osob v budovách před zraněním nebo dokonce před smrtí.

Systém ochrany před bleskem sestává z vnější a vnitřní ochrany před bleskem (**obrázek 4.1**).

Vnější systém ochrany před bleskem:

- ➔ zachycení přímých úderů blesku jímací soustavou,
- ➔ bezpečné svedení bleskového proudu do země s použitím soustavy svodů,
- ➔ rozptýlení bleskového proudu v zemi pomocí zemnicí soustavy.

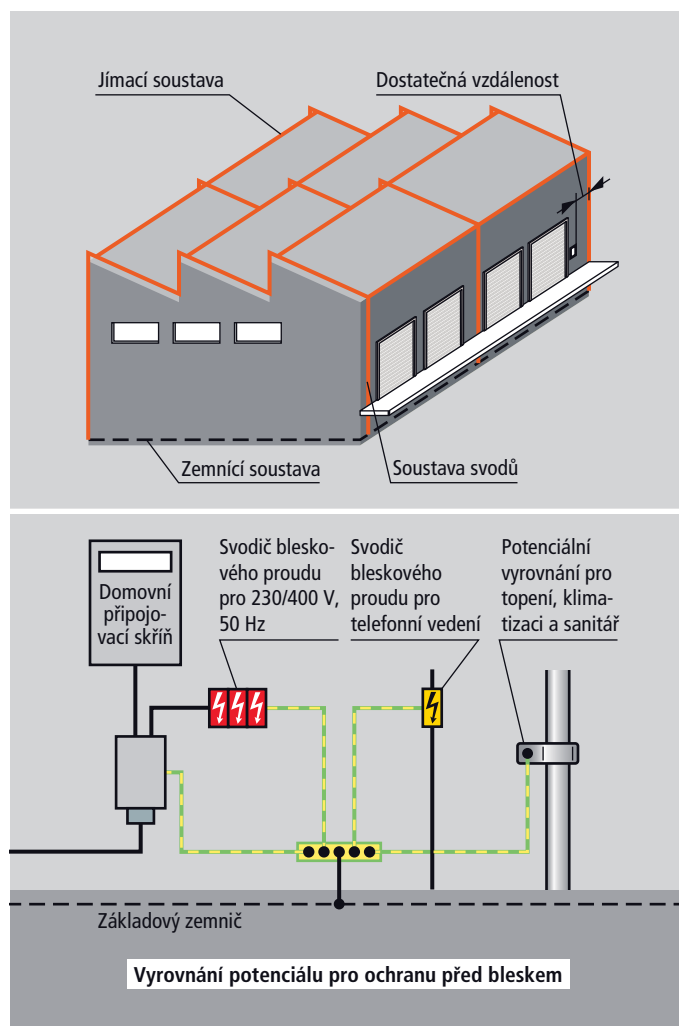
Vnitřní systém ochrany před bleskem:

- ➔ zabránění nebezpečnému jiskření uvnitř stavby. Toho se dosáhne použitím ekvipotenciálního pospojování nebo dostatečnou vzdáleností mezi součástmi systému ochrany před bleskem a jinými elektricky vodivými prvky uvnitř stavby.

Ekvipotenciální pospojování v ochraně před bleskem snižuje rozdíly napětí zapříčiněné bleskovým proudem. Toho se dosáhne pospojováním všech oddálených vodivých částí zařízení přímo pomocí vedení nebo pomocí svodičů přepětí (SPD) (**obrázek 4.2**).

Čtyři třídy ochrany před bleskem LPL I, II, III a IV jsou pevně dány jedním souborem pravidel, která odpovídají úrovni ohrožení. Každý soubor zahrnuje zadání na třídě závislá (např. poloměr valící se koule, velikost ok mřížové soustavy) a na třídě nezávislá (např. průřezy, materiály).

Pro zajištění plynulé dostupnosti komplexních informačně-technických systémů jsou nutná nejen opatření před přímým úderem blesku, ale také před přepětím.



Obrázek 4.2 Systém ochrany před bleskem (LPS - Lightning Protection System)

5

Vnější ochrana před bleskem

5.1 Jímací soustava

Jímací soustava systému ochrany před bleskem má za úkol chránit objekt před přímými zásahy. Je třeba ji dimenzovat tak, aby se zabránilo nekontrolovaným přeskokům do chráněné budovy, příp. do chráněné stavební soustavy.

Díky správně dimenzovaným jímacím soustavám budou dopady zásahu blesku do budovy kontrolovaně sníženy.

Jímací soustavy se mohou spojit a libovolně mezi sebou kombinovat z následujících součástí:

- ➔ tyče
- ➔ napnuté dráty a lana
- ➔ mřížová soustava.

Při určení polohy jímacích soustav systému ochrany před bleskem se musí věnovat zvláštní pečlivost ochraně rohů a hran chráněné

budovy. V nejvyšší míře to platí u jímacích soustav na plochých střeách a na horních částech fasád. Jímací soustavy je třeba umístit především na rozích a hranách.

Při stanovení uspořádání a polohy jímacích soustav mohou být použity tři metody (**obrázek 5.1.1**):

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

Přitom je metoda valící se koule univerzální metodou pro plánování, která se obzvlášť doporučuje pro geometricky složité případy aplikace.

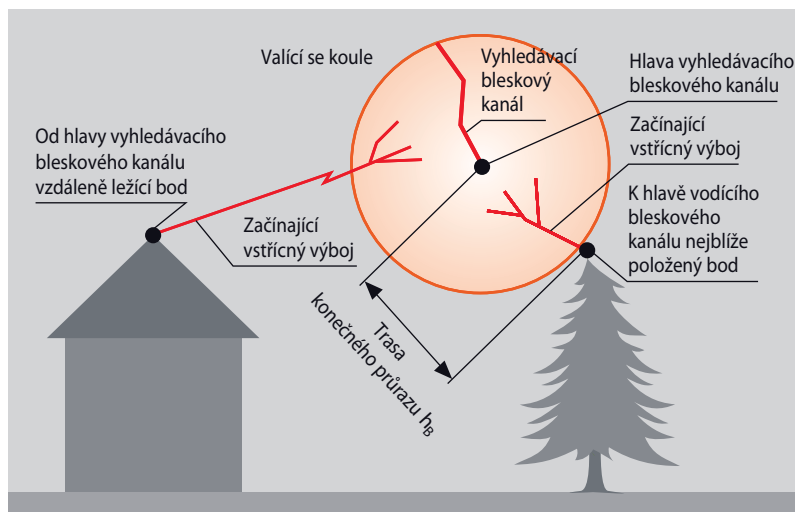
Dále jsou představeny tyto tři různé metody.

5.1.1 Druhy jímacích soustav a postupy pro dimenzování

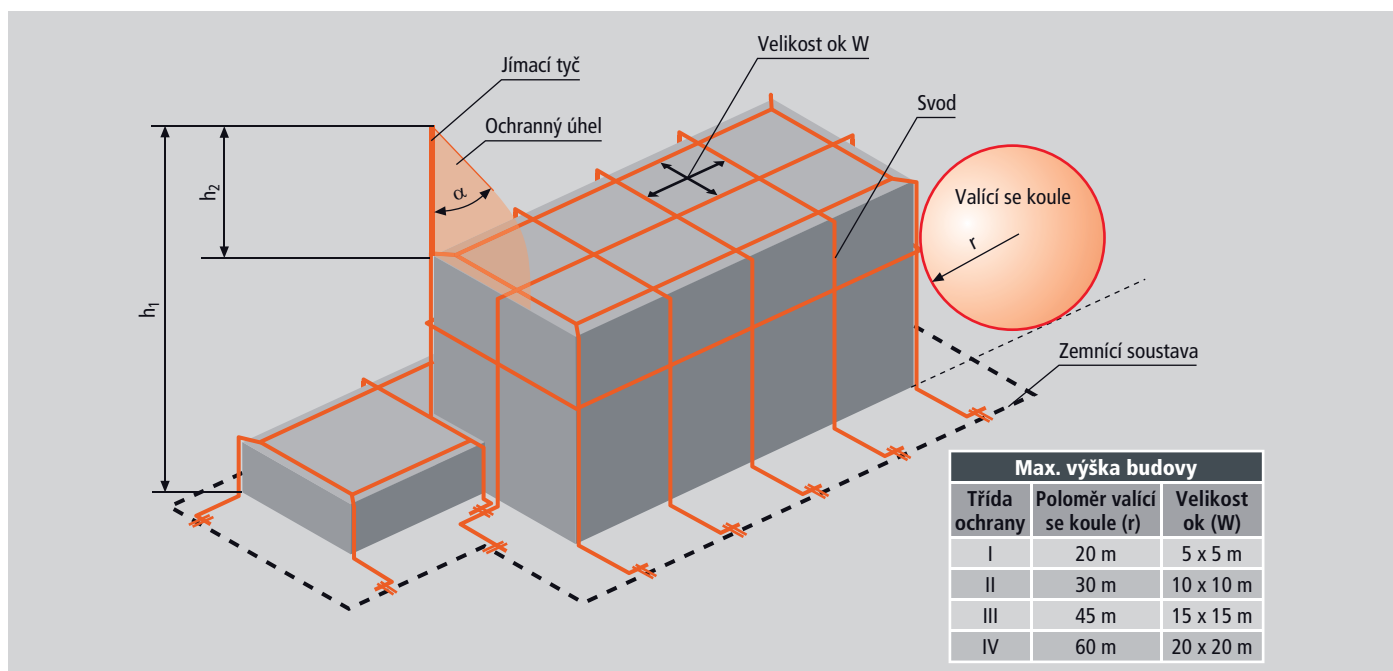
Metoda valící se koule - elektrogeometrický model

U blesků mezi mrakem a zemí narůstá bleskový kanál postupně skokově od mraku ve směru k zemi. Jakmile se bleskový kanál přiblíží na několik stovek až několik desítek metrů k zemi, bude překročena elektrická izolační schopnost vzduchu v blízkosti země. Začne od země narůstat další, bleskovému kanálu podobný „vůdčí“ výboj ve směru k hlavě bleskového kanálu: vstříčný výboj. Tím se stanoví místo zásahu blesku (**obrázek 5.1.1.1**).

Počáteční bod vstříčného výboje a tím pozdější místo zásahu blesku určuje především hlava bleskového kanálu. Hlava bleskového kanálu se může pouze přiblížit na určitou vzdálenost k zemi. Ta bude stanovena nestále společně narůstající intenzitou elektrického pole země během přibližování hlavy bleskového kanálu. Nejmenší vzdálenost mezi hlavou bleskového kanálu a počátečním bodem vstříčného výboje se nazývá trasa konečného průrazu h_b (odpovídá poloměru valící se koule).



Obrázek 5.1.1.1 Začínající vstříčný výboj, který stanovuje bod zásahu



Obrázek 5.1.1 Metody pro dimenzování jímací soustavy u vysokých budov

Hladina ochrany LPL	Pravděpodobnosti pro mezní hodnoty parametrů bleskového proudu		Poloměr valící se koule (trasa konečného průřezu h_b) r [m]	Nejmenší špičková hodnota bleskového proudu I [kA]
	> Minimální hodnoty	< Maximální hodnoty		
IV	0,84	0,95	60	16
III	0,91	0,95	45	10
II	0,97	0,98	30	5
I	0,99	0,99	20	3

Tabulka 5.1.1.1 Vztahy mezi úrovní ohrožení, pravděpodobností zachycení, trasou konečného průřezu h_b a nejmenší špičkovou hodnotou proudu I ; Zdroj: Tabulka 5 normy ČSN EN 62305-1

Bezprostředně po překročení elektrické izolační schopnosti na jednom místě vzniká vstřícný výboj, který vede ke konečnému průřezu a který překonává trasu konečného průřezu. Na základě pozorování ochranného účinku zemnicích lan a stožárů vysokého napětí byl vytvořen takzvaný **elektrogeometrický model**.

Ten se zakládá na hypotéze, že hlava bleskového kanálu se k objektům na zemi bez ovlivnění přiblíží až na trasu konečného výboje. Místo zásahu bude poté určeno objektem, který bude vykazovat nejkratší vzdálenost k hlavě bleskového kanálu. Odtamtud startující vstřícný výboj „se prosadí“ (**obrázek 5.1.1.2**).

Rozdělení tříd ochrany a poloměr valící se koule

V prvním přiblížení existuje proporcionalita mezi špičkovou hodnotou bleskového proudu a elektrickým nábojem uloženým v bleskovém kanálu. Mimo to je intenzita elektrického pole země při narůstajícím bleskovém kanálu závislá v prvním přiblížení na náboji, který je uložen v bleskovém kanálu.

Tím existuje úměra mezi špičkovou hodnotou I bleskového proudu a trasou konečného průřezu h_b (= poloměr valící se koule):

$$r = 10 \cdot I^{0,65}$$

r [m]
 I [kA].

Ochrana budov před bleskem je popsána v normě ČSN EN 62305-1. Tato norma mimo jiné definuje rozdělení na jednotlivé hladiny ochrany/třídy ochrany a stanovuje z toho vyplývající opatření pro ochranu před bleskem.

Rozlišuje čtyři třídy ochrany. Přitom třída ochrany I poskytuje nejvyšší a třída ochrany IV v porovnání nejnižší ochranu. S příslušnou třídou ochrany souvisí s účinností zachycení E_i jímacích soustav, to znamená, jaký podíl očekávaných zásahů blesku bude prostřednictvím jímacích soustav bezpečně zvládnut. Z toho vyplývá trasa konečného průřezu a tím poloměr valící se koule. Souvislosti mezi úrovní ohrožení/třídou ochrany, pravděpodobností zachycení jímací soustavou, trasou konečného průřezu/poloměrem valící se koule a špičkovou hodnotou proudu jsou znázorněny v **tabulce 5.1.1.1**.

Vyjdeme-li z hypotézy elektrogeometrického modelu, že se hlava bleskového kanálu přiblíží k objektům na zemi svévolně a neovlivněně až na vzdálenost trasy konečného průřezu, lze odvodit všeobecnou metodu, která dovoluje ověření ochranného prostoru libovolně uspořádaných objektů. K provedení této metody valící se koule potřebujeme model chráněného objektu v měřítku (např. v měřítku 1:100), ve kterém jsou napodobeny vnější obrysy a příp. jímací soustavy. Podle lokality zkoumaného objektu je rovněž nutné společně zahrnout okolní budovy a objekty, protože ty by mohly být účinné jako „přirozená ochranná opatření“ pro zkoumaný objekt.

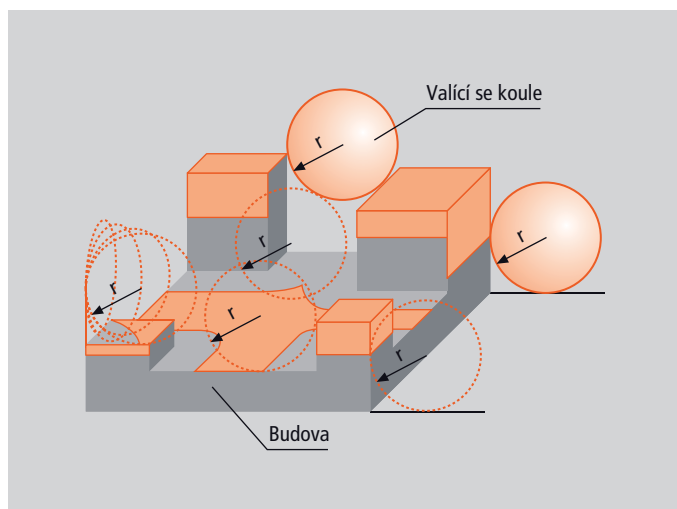
Dále potřebujeme v měřítku kouli adekvátní příslušné třídě ochrany s poloměrem, který odpovídá trasu konečného průřezu (poloměr valící se koule musí podle třídy ochrany v měřítku souhlasit s poloměry 20, 30, 45 nebo 60 m). Střed použité valící se koule odpovídá hlavě bleskového kanálu, a k ní se vytvoří příslušné vstřícné výboje.



Valící se koule se může dotknout, jak je ukázáno na tomto obrázku, nejen špičky kostela, nýbrž také ve více místech kostelní lodě. Ve všech místech dotyku jsou možné zásahy.

Obrázek 5.1.1.2 Model valící se koule; Zdroj: Prof. Dr. A. Kern, Cáchy

Valící se koule bude nyní valena okolo zkoumaného objektu, a budou označeny příslušné body dotyku, které odpovídají možným místům zásahu blesku. Následně bude valící se koule valena nad objektem ve všech směrech. Opět budou všechny body dotyku označeny. Tak se vyobrazí na modelu všechny možná místa zásahu blesku, a bude možné také zjistit oblasti případných postranních zásahů. Budou rovněž zvýrazněny přirozené ochranné prostory, které vyplynou na základě geometrie chráněného objektu a jeho okolí. V těchto místech se může upustit od montáže jímacích vedení (**obrázek 5.1.1.3**).



Obrázek 5.1.1.3 Schématická aplikace metody valící se koule u budovy se silně členěným povrchem

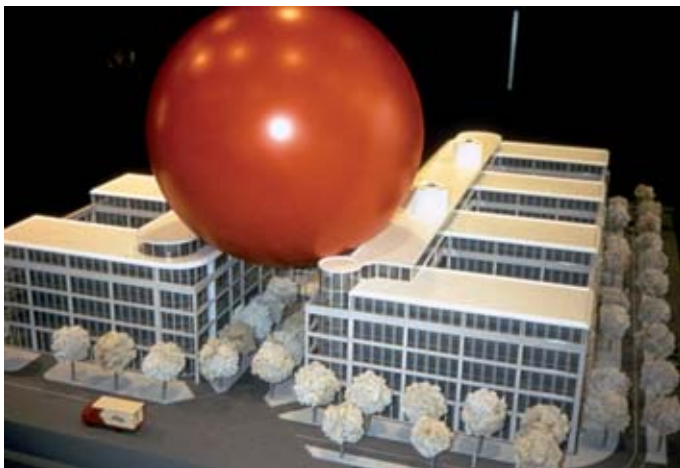
Přitom je třeba ovšem respektovat, že u špiček věží byly také již zjištěny stopy blesku v místech, která při valení valící se koule nebyla přímo dotčena. Toto je možné vyvodit z toho, že u vícenásobných blesků došlo na základě povětrnostních podmínek k přesunutí patního bodu blesku. Podle toho se může stát, že se okolo zjištěných míst zásahu vytvoří oblast řádově o velikosti jednoho metru, ve které budou rovněž možné zásahy blesku.

Příklad 1: Novostavba administrativní budovy v Mnichově

Ve fázi plánování novostavby administrativní budovy se rozhodlo, kvůli komplexní geometrii použít metodu valící se koule, aby se identifikovaly oblasti ohrožené zásahem blesku.

Toto bylo možné, protože k dispozici byl architektonický model novostavby v měřítku 1:100.

Jako požadavek na systém ochrany před bleskem byla stanovena třída ochrany I, to znamená, že poloměr valící se koule činil 20 cm (**obrázek 5.1.1.4**).



Obrázek 5.1.1.4 Novostavba administrativní budovy: Model s valící se koule třídy ochrany I; Zdroj: WBG Wiesinger

V místech, ve kterých se valící se koule dotýkala části budovy, by mohl nastat přímý zásah bleskem s příslušnou minimální hodnotou špičky proudu 3 kA (**obrázek 5.1.1.5**).

V důsledku toho zde bylo nutné navrhnout adekvátní jímací soustavu. Poté, co byla v těchto místech nebo v bezprostřední blízkosti umístěna elektrická zařízení (např. na střeše budovy), byly tam instalovány další jímáče.



Obrázek 5.1.1.5 Novostavba administrativní budovy DAS: Oblasti ohrožené zásahem bleskem pro třídu ochrany I v pohledu shora (výřez); Zdroj: WBG Wiesinger

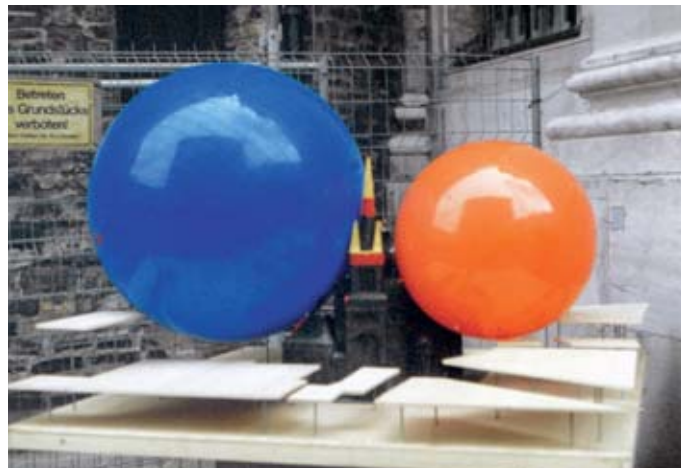
Aplikací metody valící se bleskové koule bylo možno vyhnout se instalaci jímací soustavy v bodech, kde z hlediska techniky ochrany není nutná. Na druhé straně mohla být zlepšena ochrana před přímými zásahy v těch místech, kde to je nutné (**obrázek 5.1.1.5**).

Příklad 2: Katedrála v Cáchách

Katedrála stojí uprostřed starého města v Cáchách a je obklopena vysokými budovami. Přímo vedle katedrály se nachází model v měřítku 1:100, který má návštěvníkům geometrii stavebního díla znázornit lépe pochopitelným způsobem.

Obklopující budovy poskytují katedrále v Cáchách z části přirozenou ochranu před zásahy bleskem. Pro ukázkou přirozené ochrany a účinnosti opatření pro ochranu před bleskem byly okolní budovy ve svých podstatných elementech vytvořeny ve stejném měřítku modelu (1:100) (**obrázek 5.1.1.6**).

Obrázek 5.1.1.6 ukazuje dále na modelu valící se koule třídu ochrany II a III (to znamená s poloměry 30 cm a 45 cm).



Obrázek 5.1.1.6 Katedrála v Cáchách: Model s okolím a valící se koule třídy ochrany III a II; Zdroj: Prof. Dr. A. Kern, Cáchy

Cílem zde přitom bylo představit stoupající požadavky na jímací soustavu při klesajícím poloměru valící se koule, to znamená, na jaké oblasti katedrály v Cáchách je třeba se dívat při vyšší třídě ochrany II dodatečně jako na ohrožené zásahem bleskem.

Valící se koule s menším poloměrem vyšší třídy ochrany se modelu dotýká samozřejmě také v těch místech, ve kterých se ho již dotkla valící se koule s větším poloměrem. Tím je pouze ještě nutné stanovit dodatečné body dotyku.

Při dimenzování jímací soustavy pro budovu nebo střešní nástavbu je rozhodující, jak je znázorněno, průhyb valící se koule.

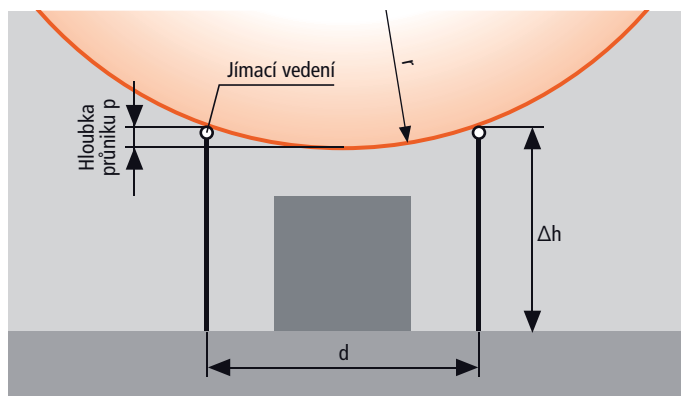
S následujícím vzorcem se může vypočítat hloubka průniku p valící se koule, pokud se valící se koule valí například po „kolejích“. Toto je např. dáno u dvou napnutých drátů.

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

r Poloměr valící se koule

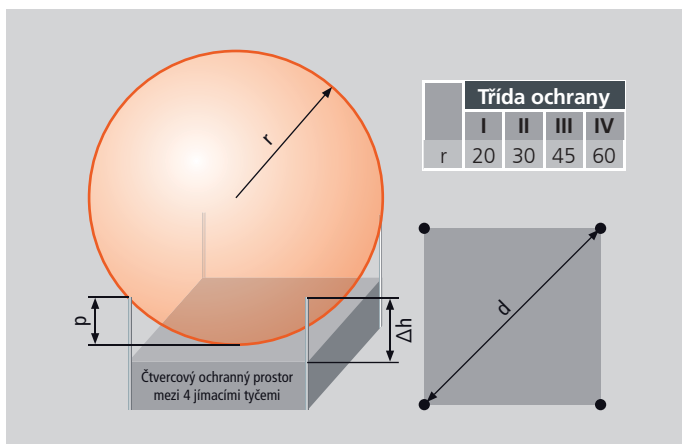
d Vzdálenost mezi dvěma jímacími tyčemi nebo dvěma paralelními jímacími vedeními.

Obrázek 5.1.1.7 znázorňuje tento způsob úvahy. Pokud se má plocha střechy nebo nástavby na střeše chránit před přímým zásahem, často se taková ochrana realizuje prostřednictvím jímacích tyčí. Díky čtvercovému uspořádání jímacích tyčí, které obvykle nejsou nahoře propojené, neběží koule „po kolejích“, nýbrž „se ponoří hlouběji“, čímž bude hloubka průniku koule větší (**obrázek 5.1.1.8**).

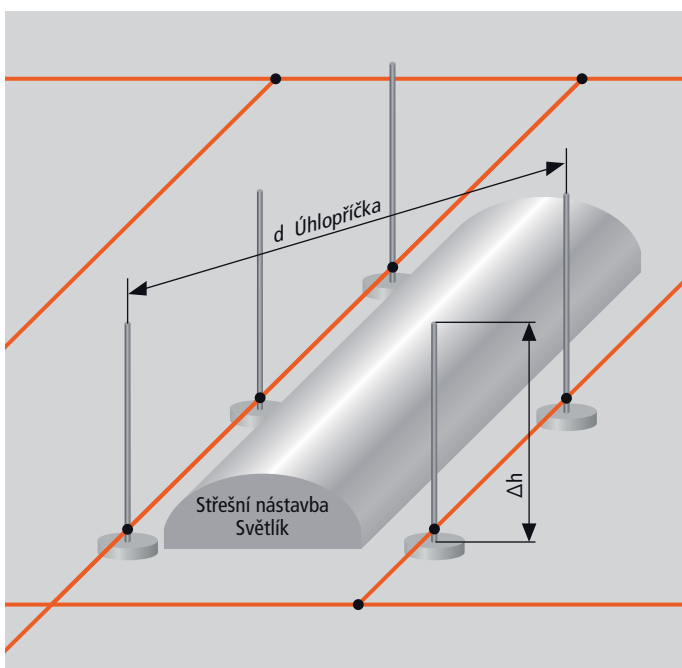


Obrázek 5.1.1.7 Hloubka průniku p valící se koule

Výška jímací tyče Δh se musí vždy dimenzovat vyšší než zjištěná hodnota hloubky průniku p a tím než průhyb valící se koule. Touto dodatečnou výškou jímací tyče se zaručí, aby se valící se koule nedotýkala chráněného objektu.



Obrázek 5.1.1.8 Jímací soustava pro střešní nástavby se svým ochranným prostorem



Obrázek 5.1.1.9 Výpočet Δh při více jímacích tyčích podle metody valící se koule

Jiný způsob postupu, jak zjistit výšku jímacích tyčí, je umožněn na základě **tabulky 5.1.1.2**. Rozhodující je pro hloubku průniku valící se koule největší vzdálenost jímacích tyčí mezi sebou. Na základě největší vzdálenosti je možné v tabulce vyčíst hloubku průniku p (průhyb). Jímací tyče je třeba dimenzovat v souladu s výškou střešní nástavby (ve vztahu k umístění jímací tyče) a dodatečně s hloubkou průniku (**obrázek 5.1.1.9**). Pokud se např. výpočtem nebo z tabulky zjistí celková výška jímací tyče 1,15 m, tak se zpravidla použije výška jímací tyče 1,5 m, která je běžně k dostání na trhu.

Metoda mřížové soustavy

Mřížová jímací soustava se může aplikovat univerzálně a nezávisle na výšce budovy a tvaru střechy. Na krytině střechy se uspořádá mřížová jímací soustava s příslušnou velikostí ok mříže, která odpovídá třídě ochrany (**tabulka 5.1.1.3**).

Průhyb valící se koule bude u jímací mřížové soustavy zjednodušeně předpokládán jako nula.

Poloha jednotlivých ok je volně volitelná při použití hřebenu a vnějších hran budovy a také kovových přirozených stavebních součástí, které slouží jako jímací soustava.

Jímací vedení na vnějších hranách budovy se musí položit pokud možno co nejbliže k hranám.

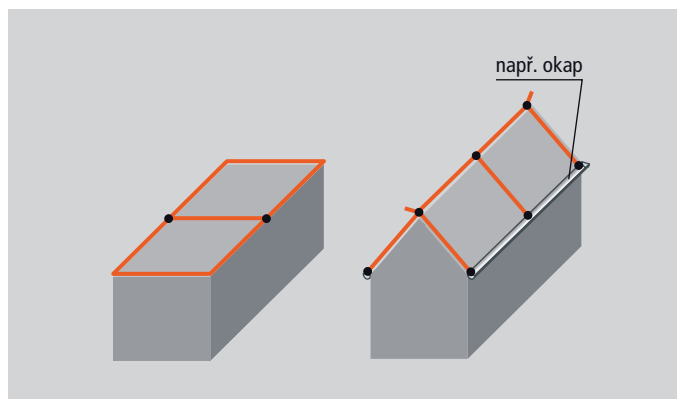
Kovovou atiku je možné použít jako jímací soustavu a/nebo jako svod, pokud se splní požadované minimální rozměry pro náhodné součásti jímací soustavy (**obrázek 5.1.1.10**).

d	Průhyb valící se koule [m] (zaokrouhleno)			
Vzdálenost mezi jímacími tyčemi [m]	Třída ochrany s poloměrem valící se koule [m]			
	I (20 m)	II (30 m)	III (45 m)	IV (60 m)
2	0,03	0,02	0,01	0,01
4	0,10	0,07	0,04	0,03
6	0,23	0,15	0,10	0,08
8	0,40	0,27	0,18	0,13
10	0,64	0,42	0,28	0,21
12	0,92	0,61	0,40	0,30
14	1,27	0,83	0,55	0,41
16	1,67	1,09	0,72	0,54
18	2,14	1,38	0,91	0,68
20	2,68	1,72	1,13	0,84
23	3,64	2,29	1,49	1,11
26	4,80	2,96	1,92	1,43
29	6,23	3,74	2,40	1,78
32	8,00	4,62	2,94	2,17
35	10,32	5,63	3,54	2,61

Tabulka 5.1.1.2 Průhyb valící se koule u dvou jímacích tyčí nebo dvou paralelních jímacích vedeních

Třída ochrany	Velikost ok
I	5 x 5 m
II	10 x 10 m
III	15 x 15 m
IV	20 x 20 m

Tabulka 5.1.1.3 Velikost ok



Obrázek 5.1.1.10 Mřížová jímací soustava

Metoda ochranného úhlu

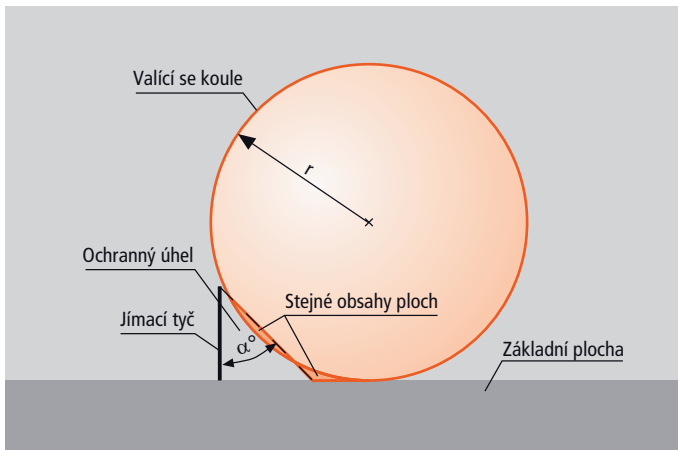
Metoda ochranného úhlu je odvozena od elektrogeometrického modelu blesku. Ochranný úhel je určen poloměrem valící se koule. Ochranný úhel porovnatelný s poloměrem valící se koule vylpne tehdy, když úkos protíná valící se kouli tak, že tím vznikající plochy jsou obsahově stejně velké (**obrázek 5.1.1.11**).

Tato metoda se aplikuje u budov se symetrickými rozměry (např. sedlová střecha) nebo pro střešní nástavby (např. antény, trubky výstupního vzduchu).

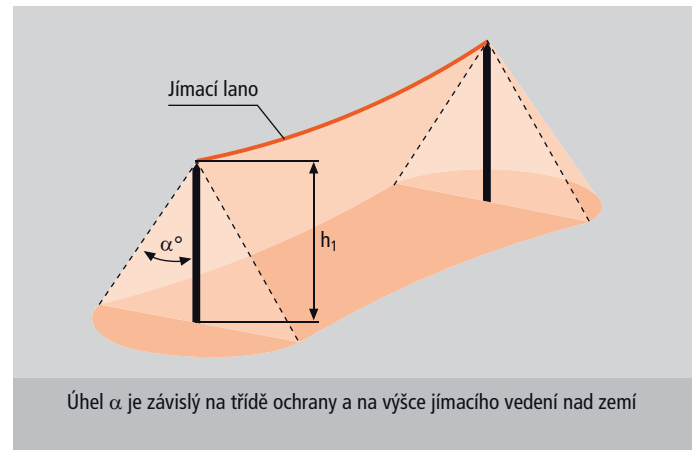
Ochranný úhel je závislý na třídě ochrany a na výšce jímací soustavy nad referenční rovinou (**obrázek 5.1.1.12**).

Jímací vedení, jímací tyče, stožáry a dráty by měly být uspořádány tak, aby všechny části chráněné budovy ležely uvnitř chráněného prostoru jímací soustavy.

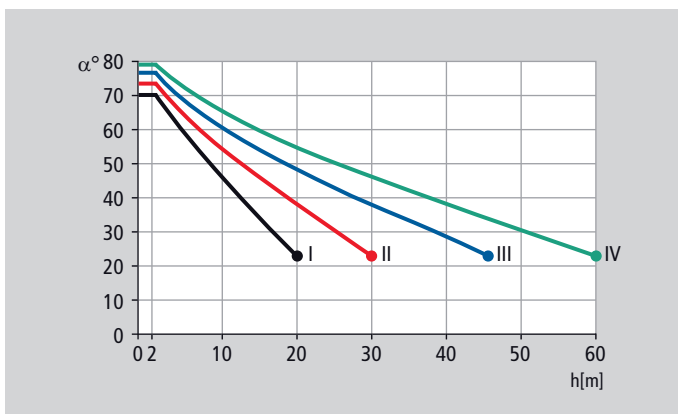
Chráněný prostor může být „kuželovitý“ nebo s přepnutím např. lana „ve tvaru stanu“ (**obrázky 5.1.1.13 až 5.1.1.15**).



Obrázek 5.1.1.11 Ochranný úhel a porovnatelný poloměr valící se koule

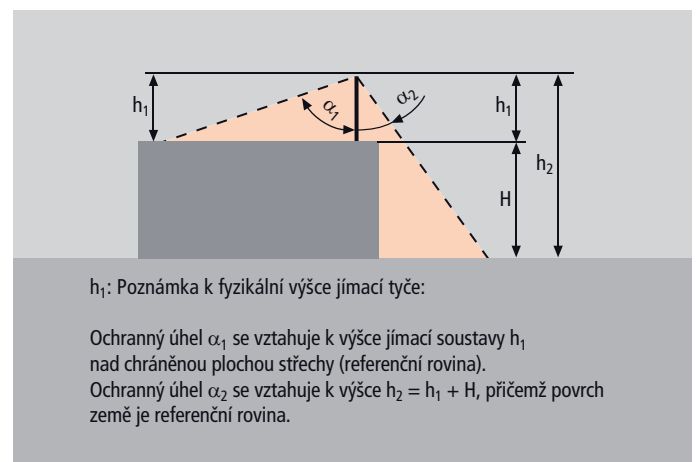


Obrázek 5.1.1.15 Prostor chráněný jímacím vedením

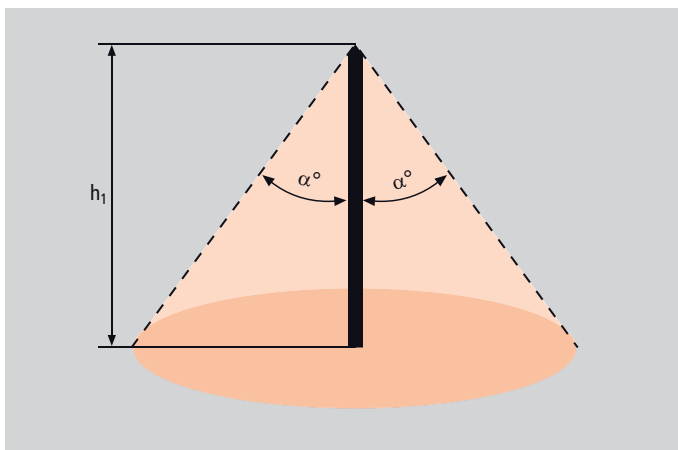


Obrázek 5.1.1.12 Ochranný úhel α jako funkce výšky h v závislosti na třídě ochrany

Pokud jsou jímací tyče postaveny na ploše střechy pro ochranu střešních nástaveb, potom může být ochranný úhel α rozdílný. V **obrázku 5.1.1.16** je referenční rovina pro ochranný úhel α_1 plocha střechy. Ochranný úhel α_2 má zem jako referenční rovinu, a tím je úhel α_2 podle **obrázku 5.1.1.12** a **tabulky 5.1.1.4** menší než α_1 . V **tabulce 5.1.1.4** je možné vyčíst odpovídající ochranný úhel podle třídy ochrany a příslušnou vzdálenost (ochranný prostor).



Obrázek 5.1.1.16 Prostor chráněný jímací tyčí



Obrázek 5.1.1.13 Kuželovitý ochranný prostor

Metoda ochranného úhlu pro oddálené jímací soustavy střešních nástaveb

Zvláštní problémy nastávají, když střešní nástavby, které byly často umístěny dodatečně, vyčnívají z ochranných prostorů mřížové soustavy. Doplňující ochranná opatření jsou nutná tehdy, pokud mají tyto střešní nástavby mimo jiné ještě elektrická nebo elektronická zařízení, jako např. střešní ventilátory, antény, měřicí systémy nebo televizní kamery.

Při přímém připojení takových zařízení k vnější ochraně před bleskem budou v případě zásahu blesku vedeny dílčí proudy do budovy, které mohou vést ke zničení citlivých zařízení přepětím. Pomocí oddálené jímací soustavy je třeba zabránit přímým zásahům do těchto nástaveb, které přecházejí přes střechu.

Pro ochranu menších střešních nástaveb (s elektrickými zařízeními) se hodí jímací tyče podle **obrázku 5.1.1.17**. Tvoří kuželovitou ochrannou oblast a zabraňují tak přímému zásahu do střešní nástavby.

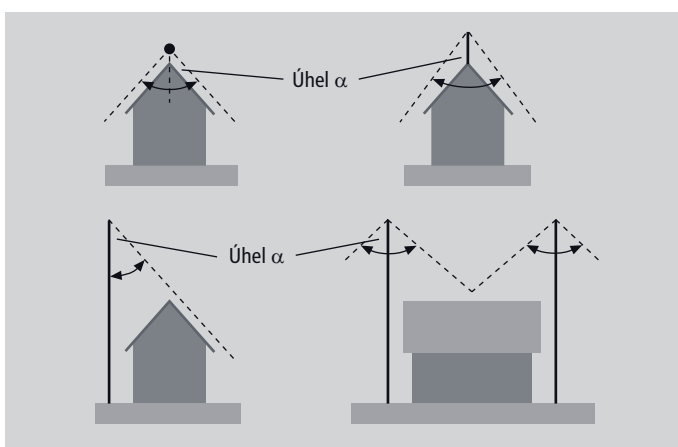
Dostatečnou vzdálenost s je třeba zohlednit při dimenzování výšky jímací tyče.

Oddálená a neoddálená jímací soustava

Při provádění vnější ochrany před bleskem na budově se rozlišují dva druhy jímacích soustav:

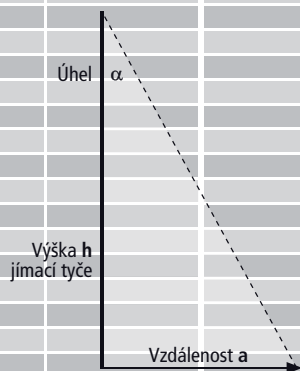
- ➔ oddálené,
- ➔ neoddálené.

Obě provedení je možné mezi sebou kombinovat.



Obrázek 5.1.1.14 Příklad jímacích soustav s ochranným úhlem α

Výška jímací tyče h v m	LPS I		LPS II		LPS III		LPS IV	
	Úhel α	Vzdálenost a v m	Úhel α	Vzdálenost a v m	Úhel α	Vzdálenost a v m	Úhel α	Vzdálenost a v m
1	71	2,90	74	3,49	77	4,33	79	5,14
2	71	5,81	74	6,97	77	8,66	79	10,29
3	66	6,74	71	8,71	74	10,46	76	12,03
4	62	7,52	68	9,90	72	12,31	74	13,95
5	59	8,32	65	10,72	70	13,74	72	15,39
6	56	8,90	62	11,28	68	14,85	71	17,43
7	53	9,29	60	12,12	66	15,72	69	18,24
8	50	9,53	58	12,80	64	16,40	68	19,80
9	48	10,00	56	13,34	62	16,93	66	20,21
10	45	10,00	54	13,76	61	18,04	65	21,45
11	43	10,26	52	14,08	59	18,31	64	22,55
12	40	10,07	50	14,30	58	19,20	62	22,57
13	38	10,16	49	14,95	57	20,02	61	23,45
14	36	10,17	47	15,01	55	19,99	60	24,25
15	34	10,12	45	15,00	54	20,65	59	24,96
16	32	10,00	44	15,45	53	21,23	58	25,61
17	30	9,81	42	15,31	51	20,99	57	26,18
18	27	9,17	40	15,10	50	21,45	56	26,69
19	25	8,86	39	15,39	49	21,86	55	27,13
20	23	8,49	37	15,07	48	22,21	54	27,53
21			36	15,26	47	22,52	53	27,87
22			35	15,40	46	22,78	52	28,16
23			36	16,71	47	24,66	53	30,52
24			32	15,00	44	23,18	50	28,60
25			30	14,43	43	23,31	49	28,76
26			29	14,41	41	22,60	49	29,91
27			27	13,76	40	22,66	48	29,99
28			26	13,66	39	22,67	47	30,03
29			25	13,52	38	22,66	46	30,03
30			23	12,73	37	22,61	45	30,00
31					36	22,52	44	29,94
32					35	22,41	44	30,90
33					35	23,11	43	30,77
34					34	22,93	42	30,61
35					33	22,73	41	30,43
36					32	22,50	40	30,21
37					31	22,23	40	31,50
38					30	21,94	39	30,77
39					29	21,62	38	30,47
40					28	21,27	37	30,14
41					27	20,89	37	30,90
42					26	20,48	36	30,51
43					25	20,05	35	30,11
44					24	19,59	35	30,81
45					23	19,10	34	30,35
46							33	29,87
47							32	29,37
48							32	29,99
49							31	29,44
50							30	28,87
51							30	29,44
52							29	28,82
53							28	28,18
54							27	27,51
55							27	28,02
56							26	27,31
57							25	26,58
58							25	27,05
59							24	26,27
60							23	25,47



Tabulka 5.1.1.4 Ochranný úhel α v závislosti na třídě ochrany (LPS)



Obrázek 5.1.1.17 Ochrana menších střešních nástaveb před přímými zásahy s jímacími tyčemi

Jímací soustavy neoddáleného vnějšího systému ochrany před bleskem pro ochranu budovy se mohou zřizovat následujícími způsoby:

- ➔ pokud je střecha z nehořlavého materiálu, mohou se vedení jímací soustavy instalovat na povrchu budovy (např. sedlová nebo plochá střecha). Zpravidla se rovněž používají nehořlavé stavební materiály. Tím je možné instalovat komponenty vnější ochrany před bleskem přímo na budovu (**obrázky 5.1.1.18 a 5.1.1.19**).
- ➔ pokud je střecha z lehce vznětlivého materiálu (třída materiálu B 3, jako např. u měkkých střešních materiálů), nesmí být vzdálenost mezi hořlavými částmi střechy a jímací soustavou z jímacích tyčí, jímacích vedení nebo jímacích mřížových soustav menší než 0,4 m. Lehce vznětlivé části chráněné budovy nesmí být v přímém kontaktu s částmi vnější ochrany před bleskem. Nesmí se ani nacházet pod střešní krytinou, která se může při zásahu blesku propálit.



Obrázek 5.1.1.18 Sedlová střecha s držákem vedení

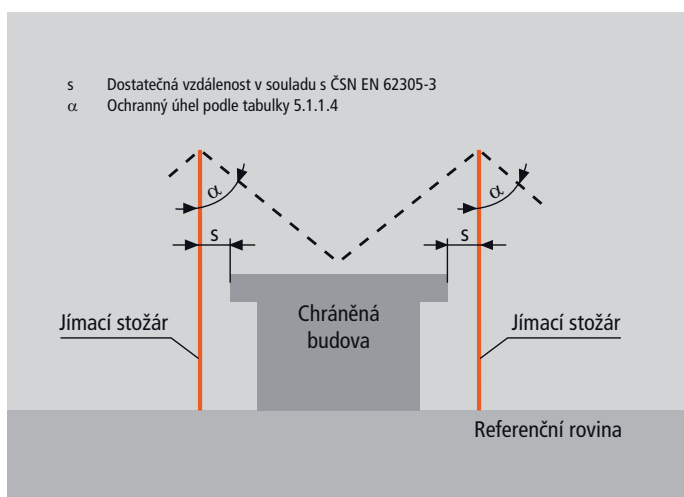


Obrázek 5.1.1.19 Plochá střecha s jímacími tyčemi a s držáky vedení: Ochrana světlíků.

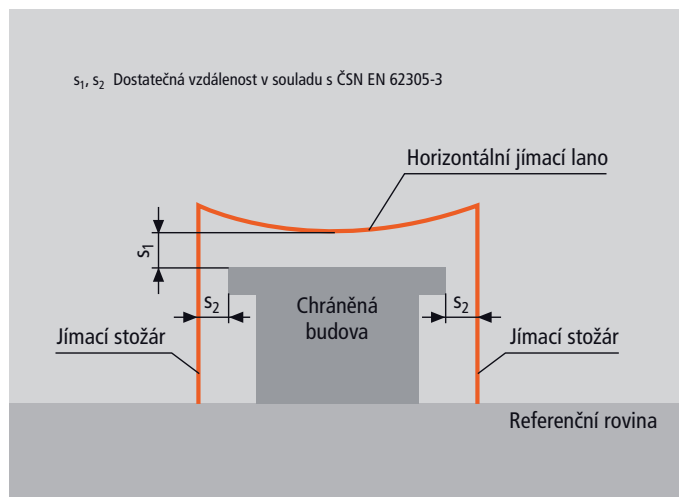
U **oddálených** jímacích soustav se celá budova chrání před přímým zásahem jímacími tyčemi, jímacími stožáry nebo pomocí lan upnutých mezi stožáry. Jímací soustavy je třeba zřizovat při respektování dostatečné vzdálenosti s k budově (**obrázky 5.1.1.20 a 5.1.1.21**).

Je třeba dodržet dostatečnou vzdálenost s mezi jímacím systémem a budovou.

Tyto jímací soustavy, které jsou oddálené od budovy, se často aplikují u hořlavých materiálů na střeše (např. rákos) nebo u prostředí s nebezpečím výbuchu (např. čerpací stanice).



Obrázek 5.1.1.20 Oddálená vnější ochrana před bleskem se dvěma jímacími stožáry podle metody ochranného úhlu: Projekce na vertikální plochu



Obrázek 5.1.1.21 Oddálená vnější ochrana, sestávající ze dvou oddálených jímacích stožárů, propojených horizontálním jímacím vedením: Projekce na vertikální plochu prostřednictvím dvou stožárů (nárys)

Další možnost vytvoření oddálených jímacích soustav spočívá v tom, že se pomocí elektricky izolujících materiálů, jako např. GFK (sklolaminát), připevní jímací soustava (jímací tyče, vedení nebo lana) k chráněnému objektu.

Tato forma oddálení se může použít místně omezeně nebo také pro veškeré části zařízení. Často se používá pro střešní nástavby, jako jsou ventilátory nebo chladicí zařízení, které jsou elektricky vodivě spojeny se zařízením uvnitř budovy.

Náhodné součásti jímacích soustav

Jako náhodné součásti jímací soustavy se mohou použít kovové části konstrukce, jako např. atiky, dešťové okapy, zábradlí nebo opláštění.

U budovy v provedení s ocelovým skeletem, s kovovou střechou a fasádou z vodivého materiálu, jsou tyto části za určitých předpokladů použitelné pro vnější ochranu před bleskem.

Opláštění z kovového plechu, u nebo na chráněné budově, se mohou použít tehdy, když je provedené trvale elektrické propojení mezi různými částmi. Tato trvalá elektrická propojení se mohou zhotovit např. pájením, svářením, lisováním, sešroubováním nebo snýtováním. Prostřednictvím kvalifikovaných odborníků se mohou provádět spoje pájením na měkko. Souvisle spájená plocha spoje musí mít plochu minimálně 10 cm² při šířce minimálně 5 mm.

Pokud elektrické propojení není dáno, musí se tyto elementy dodatečně propojit např. pomocí propojovacích pásek nebo propojovacích kabelů.

Pokud není tloušťka kovového plechu menší než hodnota t' v **tabulce 5.1.1.5** a pokud není nutné zohledňovat propálení plechů v bodě zásahu nebo zapálení hořlavého materiálu pod opláštěním, mohou se takové plechy použít jako jímací soustava. Zde není stanoveno žádné rozlišení tlouštěk materiálu podle tříd ochrany.

Je ovšem nutné učinit opatření proti propálení nebo nepřipustnému ohřátí v bodu zásahu, tloušťka kovového plechu nesmí být menší než hodnota t v **tabulce 5.1.1.5**.

Tyto požadované tloušťky t materiálů se běžně, např. u kovových střech, nemohou dodržet.

U trubek a nádob existuje ovšem možnost tyto minimální tloušťky (tloušťky stěn) splnit. Pokud je ovšem zvýšení teploty (zahřátí) na vnitřní straně trubky nebo nádrže nebezpečné pro v ní se nacházející médium (nebezpečí požáru nebo exploze), nejsou tyto použitelné jako jímací soustava.

Pokud nebudou požadavky na odpovídající minimální tloušťku splněny, mají se konstrukční části, např. potrubí nebo nádoby, umístit v ochranné oblasti před přímým zásahem.

Třída ochrany LPS	Materiál	Tloušťka ^a t mm	Tloušťka ^b t' mm
I až IV	Olovo	-	2,0
	Ocel (antikorozi, pozinkovaná)	4	0,5
	Titan	4	0,5
	Měď	5	0,5
	Hliník	7	0,65
	Zinek	-	0,7

^a t zabrání propálení
^b t' pouze pro kovové oplechování, pokud zamezení propálení, přehřátí a zapálení není důležité

Tabulka 5.1.1.5 Minimální tloušťka kovových plechů

Tenké nanesení vrstvy barvy, 1 mm bitumenu nebo 0,5 mm PVC není možné při přímém zásahu bleskem považovat za izolaci. Vysokou energii, která je přeměněna při přímém zásahu blesku, budou taková nanesení vrstev proražena.

Pokud se vodivé části nachází na ploše střechy, mohou být tyto použity jako náhodná jímací soustava, pokud neexistuje žádné vodivé propojení do vnitřní části budovy.

Přes trubkové spoje a podobně, nebo po elektrických vedeních, která vedou do budovy, se mohou dílčí bleskové proudy dostat do vnitřní části budovy a ovlivnit nebo dokonce zničit citlivá elektrická/elektronická zařízení.

Aby se zabránilo těmto dílčím bleskovým proudům, je třeba pro takové střešní nástavby instalovat oddálené jímací soustavy.

Dimenzování oddálené jímací soustavy se může uskutečnit podle metody valící se koule nebo ochranného úhlu. Jímací soustava s velikostí ok, která odpovídá příslušné třídě ochrany, se může zřídit tehdy, když celkové uspořádání bude vedené se zvýšením (jako oddálené) o požadovanou dostatečnou vzdálenost s.

5.1.2 Jímací soustava pro budovy se sedlovou střechou

Pod pojmem jímací soustava na střeše se rozumí komplex kovových součástí, jako např. jímací vedení, jímací tyče, pomocné jímače.

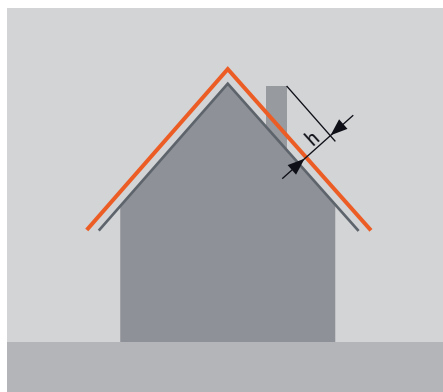
Exponovaná místa zásahu blesku, jako vrcholy štítů, komíny, hřebeny a hrany, hrany štítů a okapů, římsy a ostatní vyčnívající střešní nástavby, je třeba opatřit jímacími soustavami.

V normálním případě se u sedlových střech na střešní ploše zřizuje mřížová jímací soustava v souladu s třídou ochrany (např. velikost ok 15 m x 15 m pro třídu ochrany III) (obrázek 5.1.2.1).

Poloha jednotlivých ok je volitelná při použití hřebenu a vnějších hran a také kovových součástí, které slouží jako jímací soustava.



Obrázek 5.1.2.1 Jímací soustava na sedlové střeše



Obrázek 5.1.2.2 Výška střešní nástavby z elektricky nevodivého materiálu (např. PVC), $h \leq 0,5$ m



Obrázek 5.1.2.3 Doplňková jímací soustava pro odvodušňovací potrubí

Jímací vedení na vnějších hranách budovy se musí položit pokud možno přímo k hranám.

Aby se mřížová jímací soustava na ploše střechy uzavřela, využívá se zpravidla kovová okapová roura. Za předpokladu, že samotná okapová roura je elektricky vodivě propojena, se instaluje okapová svorka v bodě křížení jímací soustavy s okapovou rourou.

Střešní nástavby s elektricky **nevodivého** materiálu (např. odvodušňovací trubky z PVC) jsou považovány za dostatečně chráněné, pokud z úrovně mříže nevyčnívají o více než $h = 0,5$ m (obrázek 5.1.2.2).

Pokud je míra $h > 0,5$ m, tak je třeba nástavbu opatřit jímací soustavou (např. pomocným jímačem) a propojit s nejbližším jímacím vedením. K tomuto účelu se může např. použít drát s průměrem 8 mm až do maximální volné délky 0,5 m, jak je znázorněno na obrázku 5.1.2.3.

Střešní nástavby z kovu bez vodivého spojení do vnitřní části budovy se nemusí spojovat s jímací soustavou, pokud jsou splněny všechny následující předpoklady:

- střešní nástavby smí vyčnívat maximálně 0,3 m nad úroveň střechy,
- střešní nástavby smí vykazovat maximálně uzavřenou plochu 1 m² (např. střešní okno),
- střešní nástavby smí mít maximální délku 2 m (např. plechové krytiny).

Pouze pokud jsou všechny tři předpoklady dodrženy, může se od připojení upustit. Nadále se musí za výše uvedených podmínek respektovat dostatečná vzdálenost k jímacím vedením a svodům (obrázek 5.1.2.4).

Pro komíny je třeba instalovat jímací tyče tak, aby se celý komín nacházel v chráněné oblasti. Při dimenzování jímacích tyčí se použije metoda ochranného úhlu.

Pokud je komín zděný nebo postavený z tvárnic, tak se může jímací tyč namontovat přímo na komín.

Pokud se nachází nějaká vložená kovová trubka uvnitř komína, např. při sanaci staré stavby, musí být dodržena dostatečná vzdálenost k této vodivé části. Zde se použije oddálená jímací soustava, přičemž se zřídí jímací tyče se vzpěrami. Kovovou vloženou trubku je třeba připojit k potenciálovému vyrovnání.

Uspořádání pro ochranu parabolických antén se uskuteční podobně jako uspořádání pro ochranu komínů s vloženou kovovou trubkou.

Při přímém zásahu blesku do antén se mohou přes stínění koaxiálních kabelů dostat dílčí bleskové proudy do vnitřní části chráněné budovy a mohou zapříčinit již popsaná ovlivnění a zničení. Aby se tomu zabránilo, opatří se antény oddálenými jímacími tyčemi



Obrázek 5.1.2.4 Budovy s fotovoltaickým zařízením a s dodrženu dostatečnou vzdáleností; Zdroj: Ochrana před bleskem Wettingfeld, Krefeld



Obrázek 5.1.2.5 Anténa s jímací tyčí na izolovaných držácích

(**obrázek 5.1.2.5**). Jímací soustava na hřebeni má ochranu oblast ve tvaru stanu (podle metody ochranného úhlu). Úhel je závislý na výšce nad referenční rovinou (např. povrchem země) a na zvolené třídě ochrany.

5.1.3 Jímací soustava pro budovy s plochou střechou

Na budovách s plochými střechami (**obrázek 5.1.3.1**) se používá pro dimenzování jímací soustavy metoda mřížové soustavy. Na krytině střechy se uspořádá mřížová jímací síť s příslušnou velikostí ok mříže, které odpovídají třídě ochrany (**tabulka 5.1.1.3**).

Obrázek 5.1.3.2 ukazuje praktickou aplikaci jímací soustavy metodou mřížové soustavy - mříže - ve spojení s jímacími tyčemi pro ochranu střešních nástaveb, jako např. světlíků, fotovoltaických panelů nebo ventilátorů.



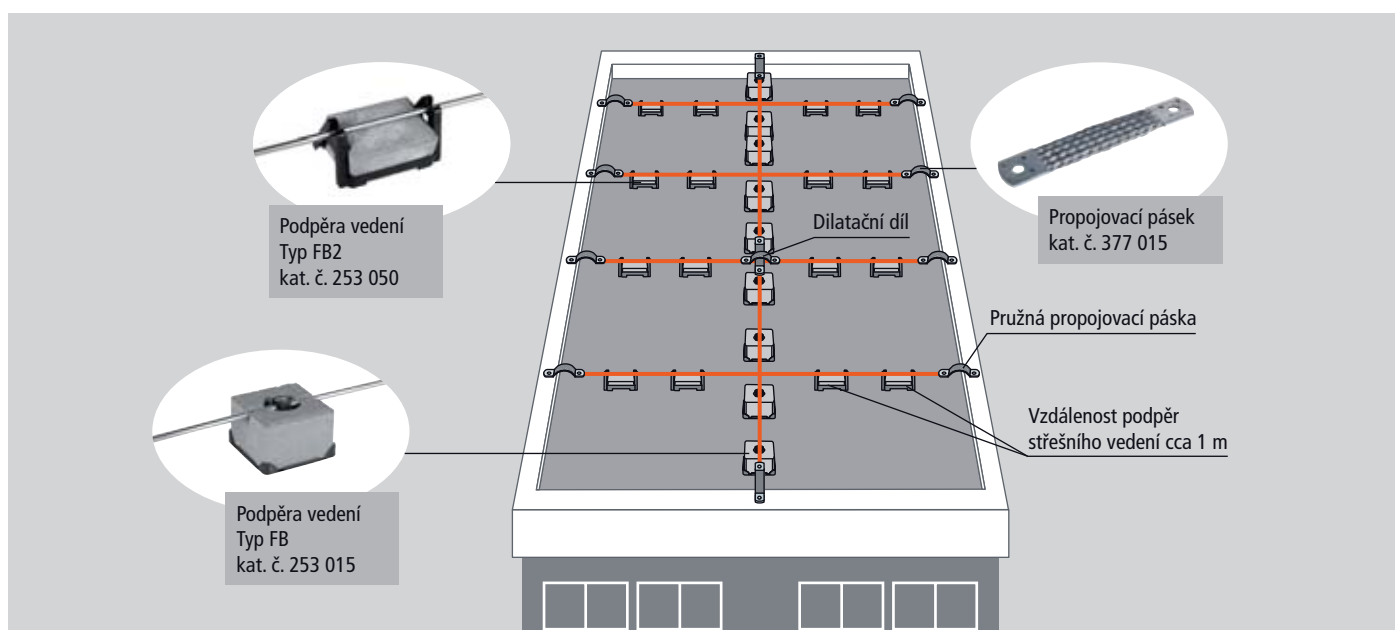
Obrázek 5.1.3.2 Aplikace jímacích tyčí

Podpěry střešního vedení na plochých střechách se pokládají ve vzdálenosti cca 1 m. Jímací vedení se propojí s atikou jako s náhodnou součástí jímací soustavy. Kvůli teplotně podmíněným změnám délek materiálů použitých u atiky jsou jednotlivé segmenty vybaveny „posuvnými plechy“.

Pokud se atika použije jako jímací soustava, musí se tyto jednotlivé segmenty mezi sebou trvale elektricky vodivě propojit, aniž by byla negativně ovlivněna schopnost roztažení. Toto se může realizovat pomocí propojovacích pásek, spon nebo kabelů (**obrázek 5.1.3.3**).



Obrázek 5.1.3.3 Propojení atiky



Obrázek 5.1.3.1 Jímací soustava pro plochou střechu

Také u jímacích vedení a svodů je třeba zohlednit teplotou podmíněné délkové změny.

Při zásahu blesku do atiky může dojít k protavení použitého materiálu. Pokud toto není možné akceptovat, je zde nutno instalovat pomocné jímače, které jsou umístěny podle metody valící se koule. (obrázek 5.1.3.4).



Obrázek 5.1.3.4 Příklad ochrany plechové střešní atiky, pokud propálení není dovolené (pohled zepředu)

Držáky vedení pro ploché střechy - homogenně svařované

Při působení větru se mohou střešní pásy, pokud nejsou připevněny odborně, tedy v podstatě jsou pouze položeny, pohybovat horizontálně k ploše střechy. Aby nedošlo k posunutí podpěr vedení pro jímací vedení na hladkém povrchu, je nutné speciální zajištění polohy jímacího vedení. Běžné podpěry střešních vedení se na střešních pásích nemohou přilepit trvale, protože není většinou zajištěna snášenlivost lepidel se střešním pásem. Jednoduchá a bezpečná možnost zajištění polohy u podpěry střešního vedení typu KF spočívá v kombinaci s příložkami (nařezané pásy na míru) ze stejného materiálu, jako střešní pás. Příložka se sevře do podpěry KF, přiloží na střešní pás a z obou stran se k němu přiváří. Podpěra a příložka se mají umístit bezprostředně vedle sváru střešního pásu, s roztečí podpěr cca 1 m. Pás fólie se svaří podle údajů výrobce střešního pásu se střešním pásem. Tím se zabrání posunutí jímacího vedení na plochých střechách.

Při větším sklonu střechy než 5° se musí každá podpěra střešního vedení opatřit fixací polohy, při sklonu střechy menším než 5° pouze každá druhá. Při větších sklonech střechy než 10° není podpěra střešního vedení podle montážní situace případně již použitelná.

Uspořádání podpěr střešního vedení se musí u mechanicky připevněných střešních pásů z umělé hmoty uskutečnit v bezprostřední oblasti mechanického připevnění.

U těchto prací je třeba respektovat, že svářecí a lepicí práce se u zatěsnění dotknou oblasti záruky pokrývače střešní krytiny.

Nutné práce je třeba proto provádět pouze po odsouhlasení s příslušně odpovědným pokrývačem střešní krytiny nebo je nechat provádět přímo jím (obrázek 5.1.3.5).

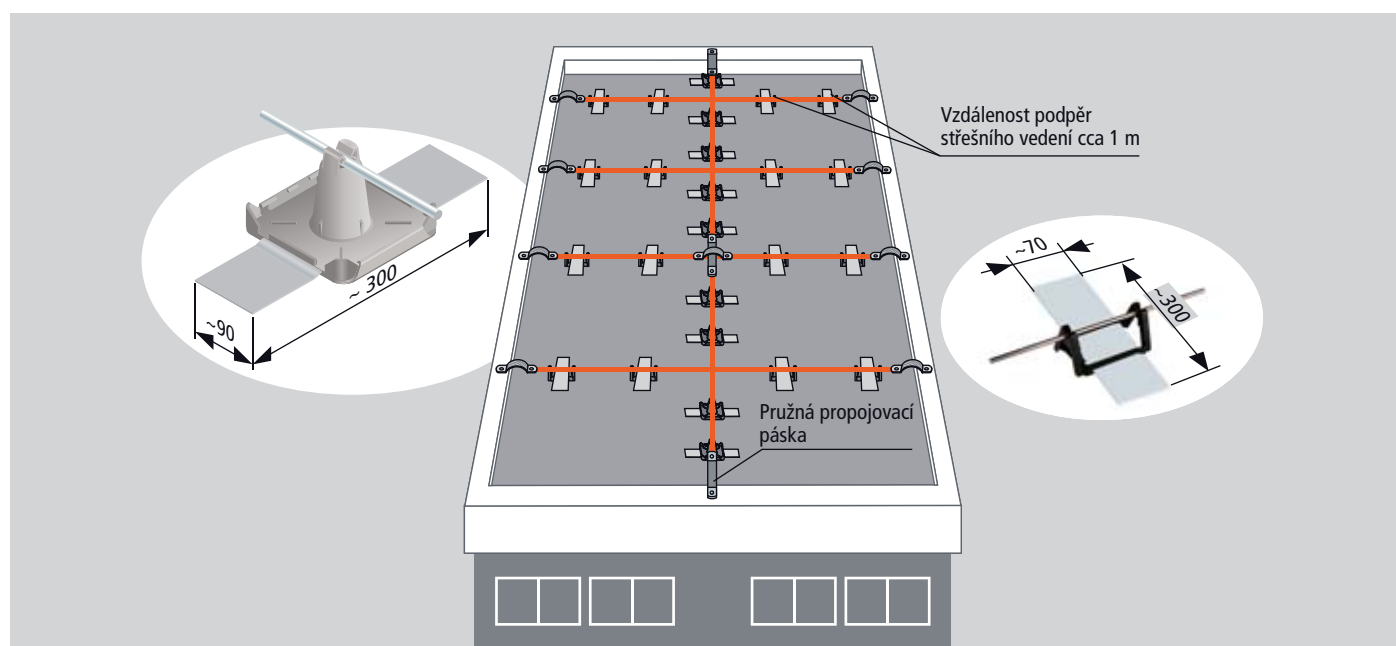
5.1.4 Jímací soustavy na kovových střechách

Moderní účelové budovy v oblasti průmyslu a obchodu mají často střechy a fasády z kovu. Kovové pásy nebo desky mají běžné tloušťku 0,7 - 1,2 mm.

Obrázek 5.1.4.1 ukazuje příkladně provedení plechové střechy. Pokud blesk do takové střechy udeří přímo, může vzniknout otvor z důvodu roztavení a vypaření v místě úderu blesku. Velikost otvoru je závislá na energii blesku a také na vlastnostech materiálu střechy (např. tloušťka). Největším problémem jsou ale následné škody, např. vniknutí vody v tomto místě. Než bude tato škoda zpozorována, mohou uplynout dny a týdny. Navlhne střešní izolace a/nebo navlhnou prostory pod střechou.



Obrázek 5.1.4.1 Provedení plechových střech, např. střechy s kulatým stojatým falcem plechu



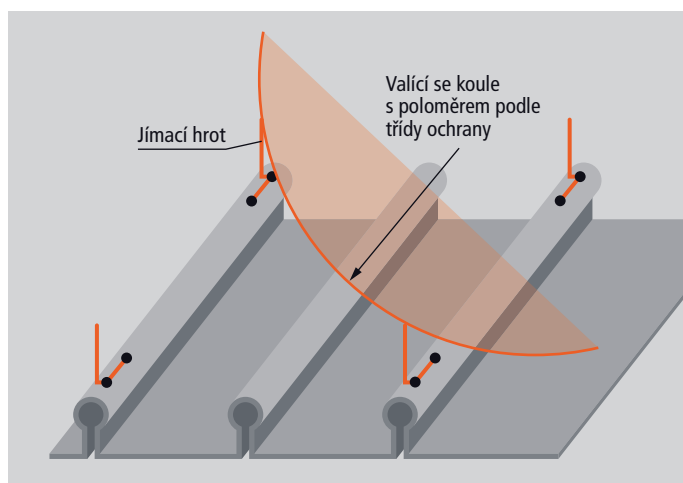
Obrázek 5.1.3.5 Pásy z umělé hmoty na plochou střechu - Podpěra střešního vedení typ KF/KF2

Příklad poškození, který byl hodnocen informační službou Siemens, **Blitz InformationsDienst von Siemens (BLIDS)**, ukazuje tuto problematiku (**obrázek 5.1.4.2**). Blesk o proudu cca 20000 A udeřil do plechové krytiny a vypálil otvor (**obrázek 5.1.4.2: Detail A**). Protože plechová krytina nebyla uzemněna svodem, vznikl v oblasti římsy přeskok na náhodné kovové součásti ve zdi (**obrázek 5.1.4.2: Detail B**), ve kterých rovněž vypálil otvor.

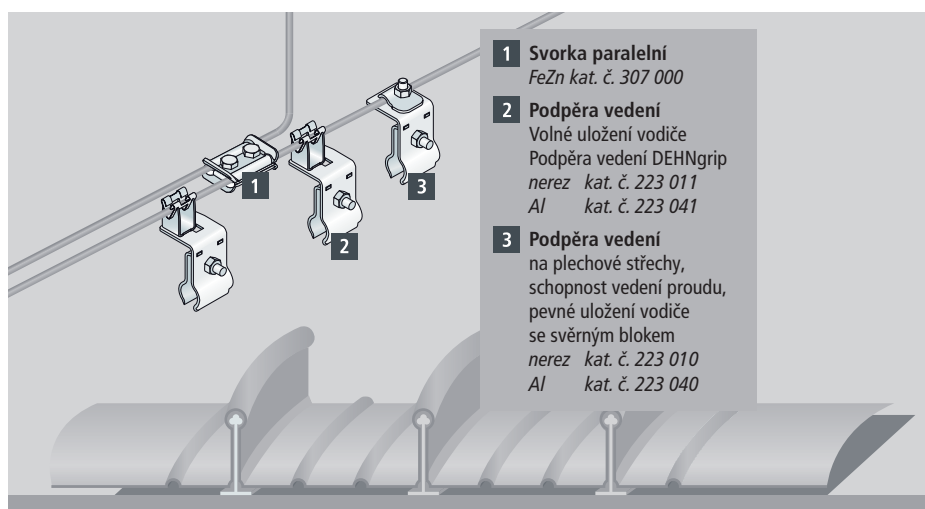
Aby se takovým škodám zabránilo, musí se také na „tenkou“ plechovou střechu nainstalovat řádná vnější ochrana před bleskem s dráty a svorkami se schopností vést proud. Norma o ochraně před bleskem ČSN EN 62305-3 poukazuje jednoznačně na nebezpečí poškození na plechových střeších. Pokud je požadována vnější ochrana před bleskem, musí kovové plechy mít minimální hodnoty stanovené v **tabulce 5.1.1.5**.



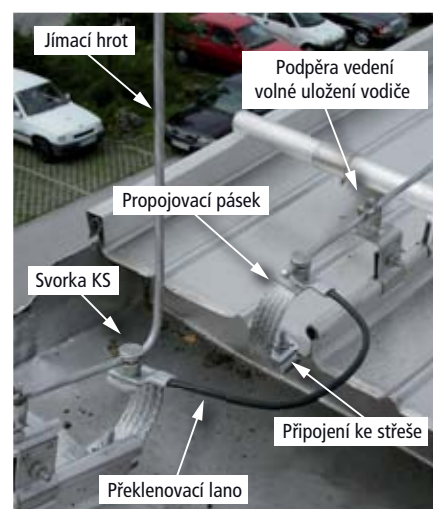
Obrázek 5.1.4.2 Příklad poškození plechové krytiny



Obrázek 5.1.4.3 Jímací soustava plechové střechy - ochrana proti protavení



Obrázek 5.1.4.4a Podpěra vedení pro plechovou střechu - kulatý stojatý falc plechu



Obrázek 5.1.4.4b Podpěra vedení pro plechovou střechu - kulatý stojatý falc plechu

Vhodné pro všechny třídy ochrany před bleskem	
Vzdálenost horizontálních vedení	Výška pomocného jímače *)
3 m	0,15 m
4 m	0,25 m
5 m	0,35 m
6 m	0,45 m

*) doporučené hodnoty

Tabulka 5.1.4.1 Ochrana před bleskem pro plechové střechy - výška pomocných jímačů

Tloušťky t nejsou pro střešní krytiny reálné. Kovové plechy s tloušťkou t se mohou jako náhodné jímací soustavy použít pouze tehdy, jestliže protavení, přehřátí a roztavení je přípustné. Tento druh poškození střechy je třeba odsouhlasit s vlastníkem budovy. Také v pravidlech Německého pokrývačského řemesla „Vnější ochrana před bleskem na střeše a na zdi“ se požaduje odsouhlasení s vlastníkem.

Pokud vlastník poškození střechy v případě zásahu blesku neakceptuje, tak se musí na kovové střeše instalovat separátní jímací soustava. Jímací soustava musí být umístěna tak, aby se valící koule (poloměr r v souladu se zvolenou třídou ochrany) nedotýkala plechové střechy (**obrázek 5.1.4.3**).

Doporučuje se, pro montáž jímací soustavy instalovat takzvanou „ježkovitou střechu“ s jímacími tyčemi.

V praxi se osvědčily, nezávisle na třídě ochrany, výšky pomocných jímačů podle **tabulky 5.1.4.1**.

Pro připevnění vedení a pomocných jímačů se nesmí plechová střecha navrtávat. Pro různé varianty plechových střech (kulatý stojatý přehyb, stojatý přehyb, trapéz) jsou k dispozici držáky vedení nejrůznějšího druhu. Na **obrázku 5.1.4.4a** je znázorněna možná forma provedení pro plechovou střechu s kulatým stojatým přehybem plechu. U forem provedení držáků vedení se svorkou se může jímací hrot připevnit přímo.

Je třeba respektovat, že v průběhu vedení např. na trapézové střeše podpěra vedení, která se nachází v nejvyšším místě střechy, musí být realizována s pevným uložením vodiče, zatímco všechny ostatní podpěry vedení kvůli teplotou podmíněnému vyrovnání délky musí být provedeny s volným uložením vodiče (**obrázek 5.1.4.4b**).

Podpěra vedení s pevným uložením vodiče je zobrazena na **obrázku 5.1.4.5** na příkladu střechy z trapézového plechu.



Obrázek 5.1.4.5 Vzor montáže, střecha z trapézového plechu, podpěry vedení se svorkou



Obrázek 5.1.4.6 Vzor montáže, střecha s kulatým stojatým falcem plechu



Obrázek 5.1.4.7 Jímací tyč pro světlík na střechě s kulatým stojatým falcem plechu

Na **obrázku 5.1.4.5** je vedle podpěry vedení viditelný také pomocný jímač. Podpěra vedení se musí nad zakrývací kulatou podložkou pro otvor zavěsit do přípevňovacího šroubu, aby se zabránilo případnému vniknutí vody.

Na **obrázku 5.1.4.6** je volné uložení vodiče znázorněno na příkladu střechy se stojatým falcem.

Rovněž na **obrázku 5.1.4.6** je znázorněno připojení se schopností vést proud ke střechě se stojatým falcem v okrajové oblasti střechy. Nechráněná zařízení, která vyčnívají nad střechu, např. světlíky a klapky pro odtažení kouře, jsou exponovanými místy zásahu blesku. Aby se zabránilo přímému zásahu blesku do těchto zařízení, musí se nainstalovat jímačí tyče vedle těchto nad střechu vyčnívajících zařízení (**obrázek 5.1.4.7**). Výška jímačí tyče vyplývá z ochranného úhlu α .

Jímačí soustavy na doškových, slámových nebo rákosových střechách je třeba např. uložit volně napnuté na izolačních podpěrách. Také v oblasti okapu se musí dodržet určené vzdálenosti.

Při dodatečné montáži systému ochrany před bleskem na střechě je třeba volit vzdálenosti podle toho větší tak, aby po novém položení krytiny byly minimální vzdálenosti v každém případě dodrženy. Typickou hodnotou pro vzdálenost svodů je u třídy ochrany III 15 m. Skutečná vzdálenost svodů mezi sebou vyplyne na základě výpočtu dostatečné vzdálenosti s podle ČSN EN 62305-3.

U vedení na hřebenu střechy mohou být rozteče podpěr až cca 15 m, u svodů mohou být až cca 10 m bez nutnosti instalovat dodatečné podpěry.

Napínavé sloupky se musí pevně ukotvit do střešní konstrukce (krokve a příčné trámy) pomocí průchozích čepů a podložek (**obrázky 5.1.5.1 až 5.1.5.3**).

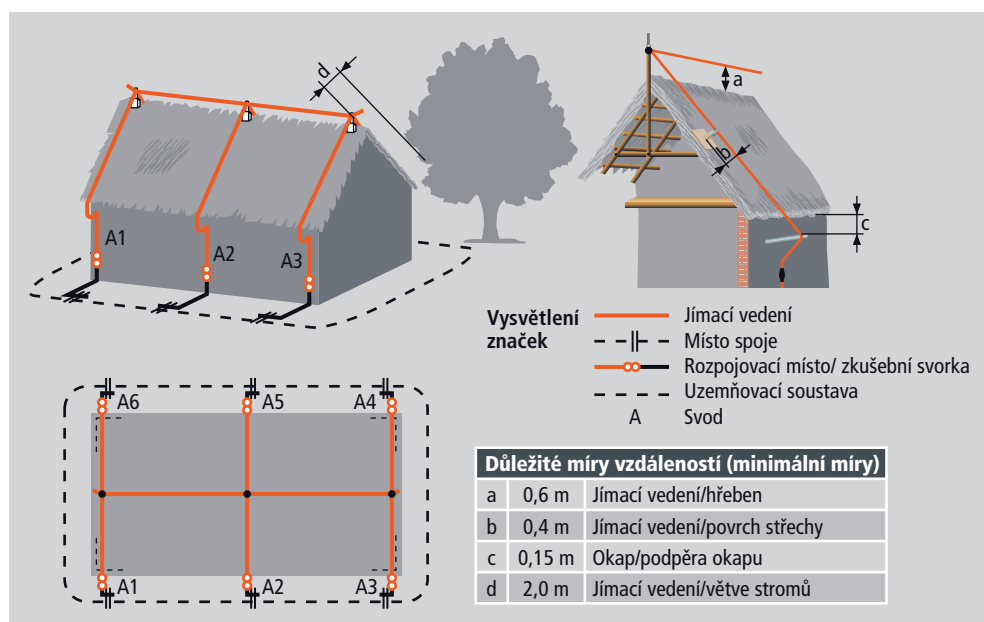
5.1.5 Princip jímačí soustavy pro budovy s měkkou střešní krytinou

Dimenzování třídy ochrany III splňuje všeobecně požadavky pro takovou budovu. Ve zvláštních jednotlivých případech se může provést analýza rizik dle normy ČSN EN 62305-2.

Příloha 2 k normě DIN EN 62305-3 upravuje v odstavci 4.3 pro budovy s měkkou střešní krytinou (měkké střechy) zvláštní uložení jímačí soustavy.

Pokud se nachází na střechě kovové části (např. větrné korouhvičky, zkrápěcí zařízení, antény, kovové plechy, žebříky), je nutno tyto kompletně umístit do ochranného prostoru oddálené jímačí soustavy.

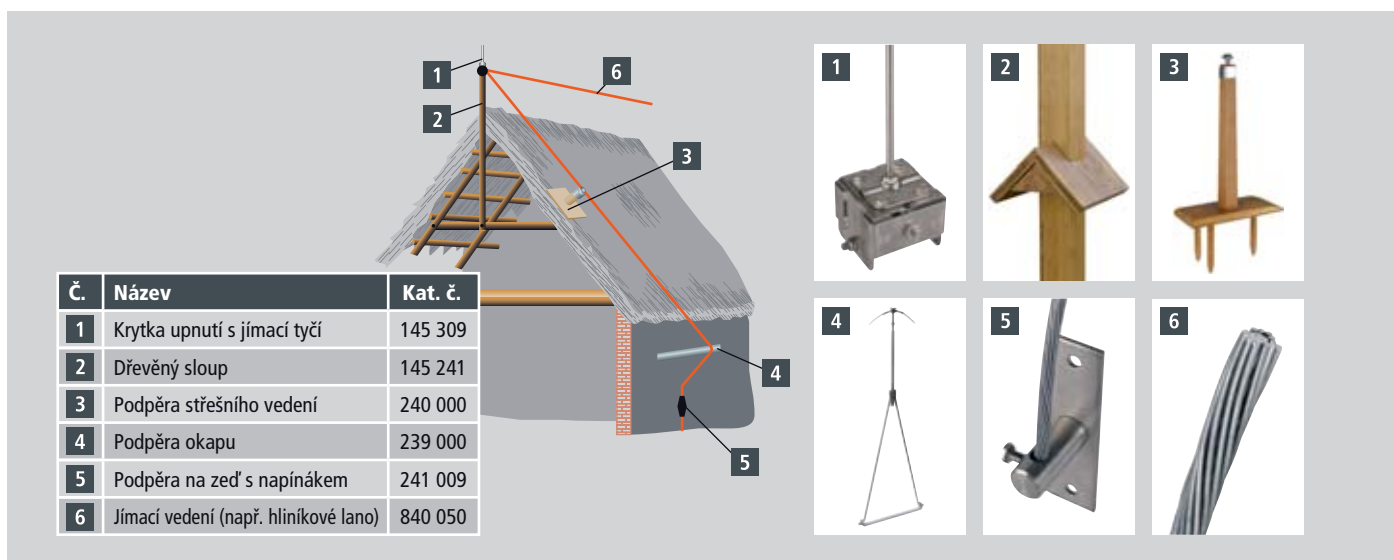
Pokud není možné toto opatření provést, je zapotřebí v těchto případech instalovat účinnou ochranu před bleskem. To se provede instalací oddálené vnější ochrany před bleskem pomocí jímačích tyčí umístěných vedle budovy, nebo pomocí jímačích vedení nebo mřížové soustavy natažené mezi stožáry umístěnými vedle budovy.



Obrázek 5.1.5.1 Jímačí soustava pro budovy s měkkou střešní krytinou



Obrázek 5.1.5.3 Rákosová střecha



Obrázek 5.1.5.2 Konstrukční součásti pro měkkou střešní krytinu

Pokud měkká střecha hraničí se střešní krytinou z kovu, a jestliže se má budova opatřit vnější ochranou před bleskem, musí se mezi měkkou a kovovou střechu vložít elektricky nevodivá střešní krytina o šířce minimálně 1 m, např. z umělé hmoty.

Větve a větvičky stromů se musí nacházet v minimální vzdálenosti 2 m od měkké střechy. Pokud stojí stromy těsně u budovy a vyčnívají přes ní, musí se na okraji střechy, který je obrácen ke stromům (hrana okapu, štít) umístit jímací vedení, které je nutno propojit se systémem pro ochranu před bleskem. Při instalaci je třeba dodržet nutné odstupy. Další možností, jak chránit budovy s měkkou střešní krytinou před bleskem, je instalace jímacích stožárů, které zajistí dostatečný ochranný prostor pro celou budovu.

Novou a zároveň z architektonického hlediska velmi příznivou možností oddálené ochrany před bleskem je použití izolovaných svodů. Jako příklad instalace izolovaných svodů slouží sanace střechy historického selského domu v Dolním Sasku (**obrázek 5.1.5.4**).



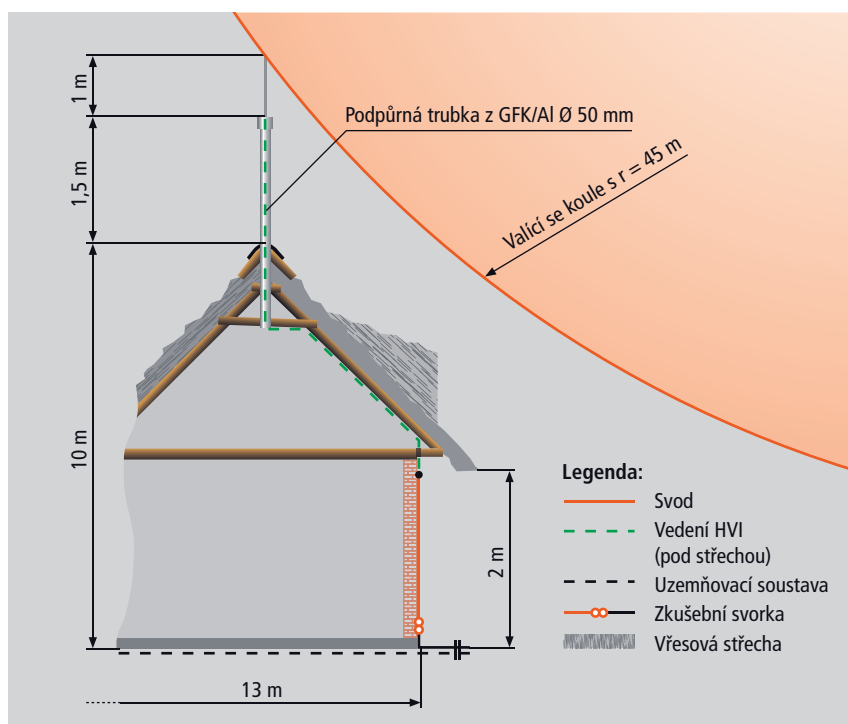
Obrázek 5.1.5.4 Historický selský dům s vnější ochranou před bleskem; Zdroj: Hans Thormählen GmbH & Co.KG.

Pro historický selský dům byl instalován systém ochrany před bleskem podle třídy ochrany III. Řešení odpovídá normativním požadavkům pro budovy s měkkou střešní krytinou (DIN EN 62305-3). Objekt je opatřen hřebenem z vřesu, který je pro ochranu před poškozením ptactvem potažen mřížovou sítí.

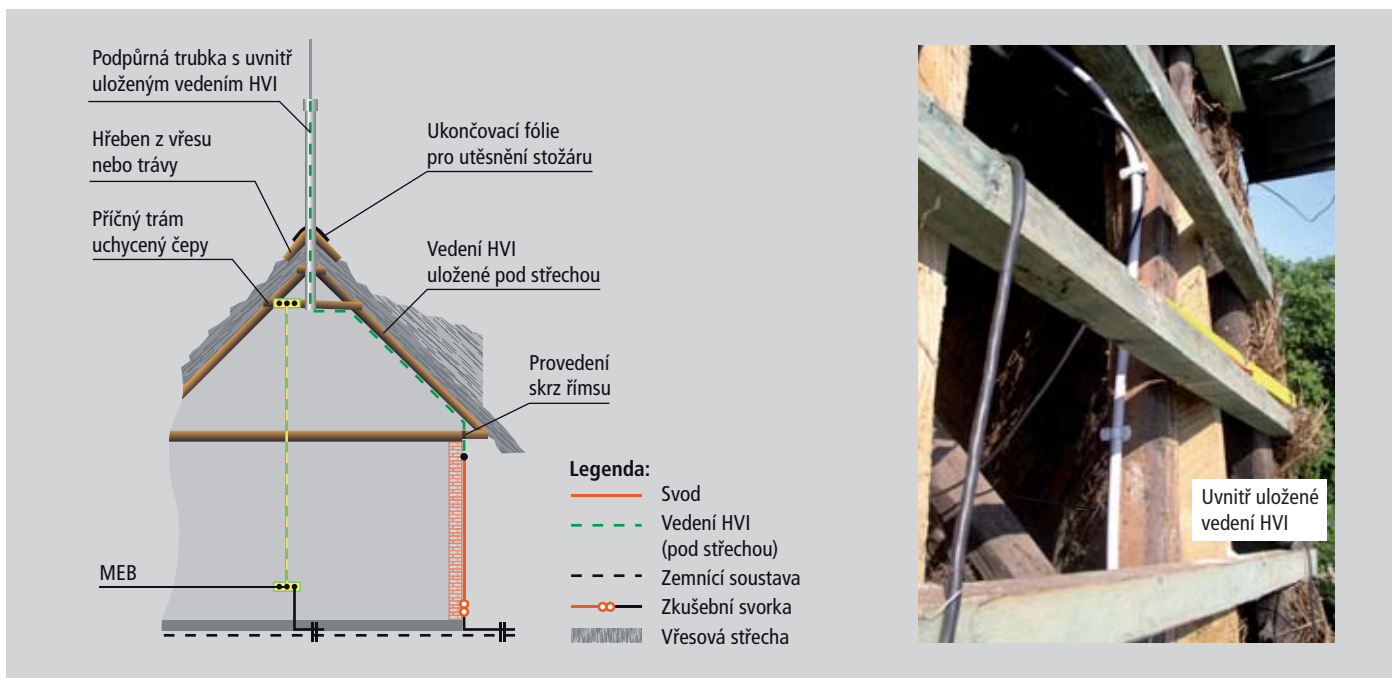
Pro návrh jímací soustavy je třeba nejprve metodou valící se koule určit její ochranné oblasti. Na základě norem je třeba u třídy ochrany III použít poloměr valící se koule 45 m. V konkrétním případě byla zjištěna výška jímací soustavy 2,30 m, která zajistí ochranný prostor dva komíny na hřebenu střechy a zároveň pro tři nové vikýře v ploše střechy (**obrázek 5.1.5.5**).

Aby bylo možno jímací soustavu včetně izolovaných svodů nadzvednout do odpovídající výšky, byla zvolena podpůrná trubka ze sklolaminátu (skleněnými vlákny vyztužená umělá hmota). Pro zajištění mechanické stability je spodní část podpůrné trubky vyrobena z hliníku. V této oblasti může dojít vlivem účinků indukce k nežádoucímu jiskření vůči dalším kovovým částem. Aby se tomu zabránilo, nesmí se v oblasti 1 m okolo hliníkové trubky nacházet žádné uzemněné části nebo elektrická zařízení. Proto je třeba v oblasti štítu z vřesu nebo trávy použít např. vázací dráty z nylonu. Elektrickou izolaci mezi jímací soustavou a svody na jedné straně a mezi chráněnými kovovými instalacemi a zařízeními elektrické a informační techniky uvnitř chráněné budovy na druhé straně, je možné zajistit dostatečnou vzdáleností s mezi těmito

vodivými částmi. Tuto je třeba určit v souladu s ČSN EN 62305-3. Vedení s vysokonapětovou izolací HVI (HVI: High Voltage Insulation) zajišťuje ekvivalentní dostatečnou vzdálenost ve vzduchu $s = 0,75 m$



Obrázek 5.1.5.5 Řez hlavní budovou



Obrázek 5.1.5.6 Zobrazení principu a zobrazení položení svodu na krokvi střechy

nebo $s = 1,50$ m pro pevný nevodivý materiál. Uspořádání svodu je znázorněné na **obrázku 5.1.5.6**.

Při instalaci je vedení HVI instalováno uvnitř ochranné trubky. Požadované provedení řízení potenciálů je realizováno pomocí hlavní ekvipotenciální přípojnice, na kterou byl připojen slaněný vodič H07V-K 1×16 mm². Pro připevnění ochranné trubky byly zhotoveny speciální pomocné konstrukce (příčné rozpěry ze dřeva), přičemž svody kolem krokvi stávající střešní konstrukce byly svedeny dolů pod střešními latěmi (**obrázek 5.1.5.6**). U okapu byly vodiče HVI vedeny skrz římsu (**obrázek 5.1.5.7**).

Od tohoto místa byly z architektonických důvodů svody provedeny hliníkovým drátem. Přechod vedení HVI na neizolovaný, holý svod v blízkosti zemnicí soustavy byl proveden podle montážního návodu. Nebylo zde nutné dodržet oblast koncovky.

5.1.6 Pochozí a sjízdné střechy

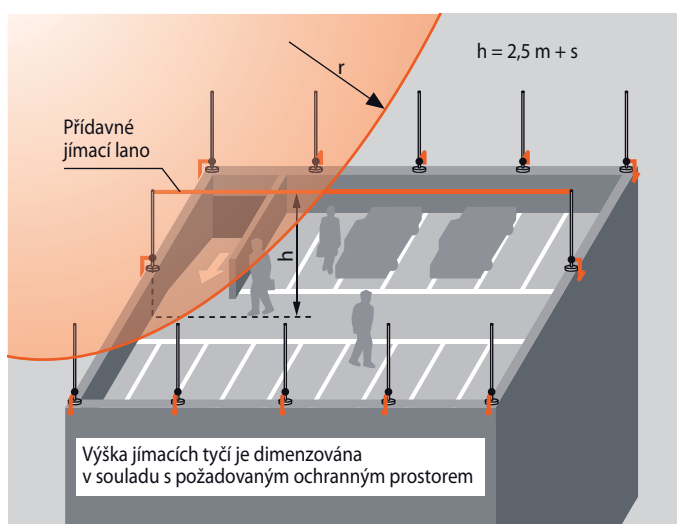
Na střechách, umožňujících jízdu vozidel, se nemohou umístit žádná vyčnívající jímací vedení (např. s betonovými podpěrami). Možným řešením je jímací vedení uložit buď do betonu nebo do spár mezi deskami vozovky. Pokud se jímací vedení uloží do těchto spár, budou v uzlových bodech ok instalovány jímací hříby jako definované body zásahu blesku.



Obrázek 5.1.5.7 Vedení HVI skrz římsu



Obrázek 5.1.6.1 Ochrana před bleskem pro střechy s parkovištěm - ochrana budov



Obrázek 5.1.6.2 Ochrana před bleskem pro střechy s parkovištěm - ochrana budov a osob (ČSN EN 62305-3)

Velikost ok mříže nesmí překročit hodnotu odpovídající třídě ochrany.

Pokud je zaručeno, že se během bouřky nepohybují na této ploše žádné osoby, postačuje zřídit jmenovaná opatření.

Osoby, které mohou vstupovat na plochu střechy, je třeba prostřednictvím výstražné tabulky informovat, že střechu je třeba při bouřce neprodleně opustit, a že se na ní nesmí vstupovat (**obrázek 5.1.6.1**).

Pokud by se měly během bouřky nacházet na ploše střechy nějaké osoby, je třeba jímací soustavu projektovat tak, aby tyto osoby (uvažovaná výška 2,5 m - s nataženou paží) byly také chráněny před přímým zásahem. Jímací soustava může být dimenzována pomocí metody valící se koule nebo také ochranného úhlu (**obrázek 5.1.6.2**).

Tyto jímací soustavy mohou být zřízeny pomocí napnutých lan nebo jímacích tyčí. Jímací tyče se připevňují například k prvkům konstrukce jako je atika a podobně.

Např. stožáry veřejného osvětlení mohou fungovat jako jímací tyče pro ochranu osob. U tohoto provedení je ovšem třeba respektovat dílčí bleskové proudy, které jsou vedeny po síti NN do vnitřní části budovy. Vyrovnání potenciálů v ochraně před bleskem je pro toto vedení bezpodmínečně nutné.

5.1.7 Jímací soustava pro zatravněné střechy a ploché střechy

Z ekonomických a ekologických hledisek může mít smysl zatravnění střechy. Důvodem k tomu jsou zvuková izolace, ochrana krytiny střechy, snížení prašnosti okolního ovzduší, dodatečná tepelná izolace, filtrace a zadržení srážkové vody a přirozené zlepšení životního a pracovního prostředí. K tomu je třeba dodat, že zatravněné střechy jsou v mnoha regionech vyžadovány. Rozlišuje se mezi takzvaným extenzivním a intenzivním zatravněním. Extenzivní zatravnění vyžaduje malou údržbu, na rozdíl od intenzivního zatravnění, které vyžaduje ošetření hnojením, zavlažováním a stříháním. Pro oba druhy zatravněných střech se musí na střechu nanést půdní substrát nebo granulát.

Ještě náročnější je, když se granulát nebo substrát musí odstranit z důvodu přímého zásahu blesku.

V případě neexistence vnější ochrany před bleskem může dojít ke ztrátě vodotěsnosti střechy v bodě zásahu blesku.

Praxe ukazuje, že nezávisle na formě péče o zatravněnou střechu, může a měl by na její ploše být zřízen systém vnější ochrany před bleskem.

Norma pro ochranu před bleskem ČSN EN 62305-3 předepisuje u mřížové jímací soustavy velikost ok, která je závislá na zvolené třídě ochrany. Vedení, uložené uvnitř krycí vrstvy substrátu, je obtížné po několika letech zkontrolovat. Pomocné jímače nebo jímací hříby nejsou již z důvodu vzrostlé vegetace rozpoznatelné a při ošetřování zatravněných ploch se často poškodí. K tomu lze připočítat ještě nebezpečí koroze u vedení uložených uvnitř krycí vrstvy. Mřížová vedení, uložená rovnoměrně nad zatravněnou plochou, jsou navzdory přerostlé vegetaci lehce kontrolovatelná, a je kdykoliv možné pomocí jímacích hrotů a tyčí zdvihnout úroveň jímací soustavy a nechat jí „společně vyrůst“. Pro uspořádání jímacích soustav existují různé možnosti. Běžně se nezávisle na výšce budovy zřizuje na střešní ploše mřížová jímací soustava s velikostí ok od 5 m x 5 m (třída ochrany I) až do velikosti ok 15 m x 15 m (třída ochrany III). Mřížovou jímací soustavu je třeba instalovat na celé střeše, s upřednostněním vnějších kovových hran střechy a kovových konstrukcí, které případně slouží jako náhodné jímače.

Jako materiál drátu pro jímací soustavy na zatravněných střechách se osvědčila korozivzdorná ocel (nerez V4A, např. s číslem materiálu 1.4571).

Při položení vedení v krycí vrstvě (v půdním substrátu nebo granulátu) se nesmí použít žádný hliníkový drát (**obrázky 5.1.7.1 až 5.1.7.3**).



Obrázek 5.1.7.1 Zatravněná střecha



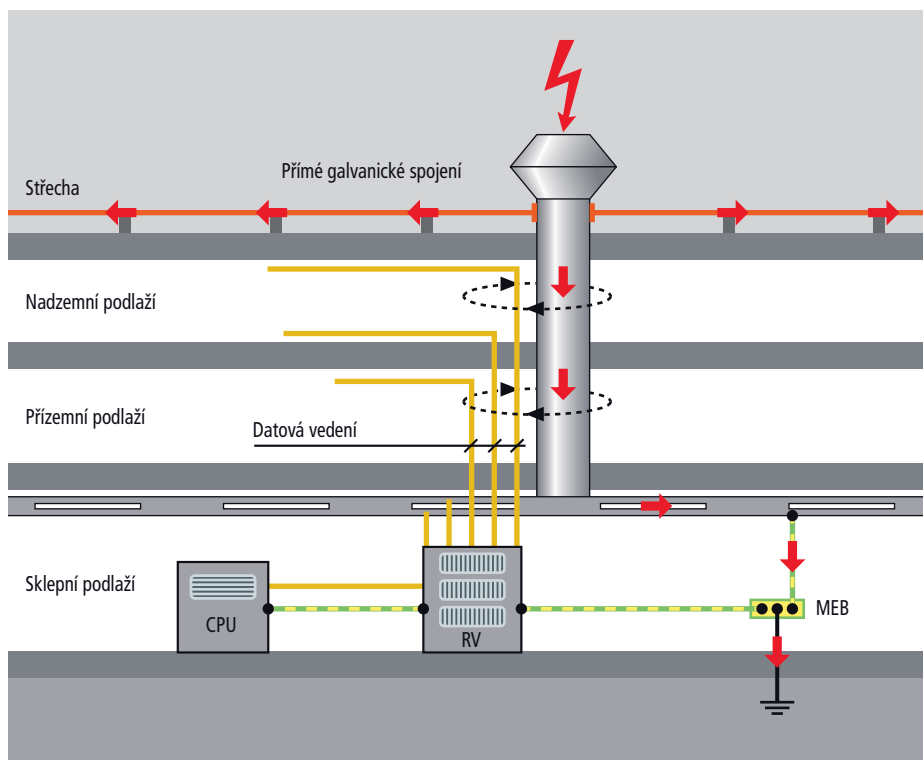
Obrázek 5.1.7.2 Jímací soustava na zatravněné střeše



Obrázek 5.1.7.3 Instalace vedení nad krycí vrstvou

5.1.8 Oddálené jímací soustavy

Střešní nástavby, jako klimatizační jednotky a chladicí zařízení např. pro velkokapacitní počítače, se nachází často na střechách velkých kancelářských budov a průmyslových staveb. Tyto je třeba ochránit, stejně jako antény, světlíky otevíratelné elektrickým pohonem, reklamní panely s integrovaným osvětlením a všechny ostatní vyčnívající střešní nástavby, protože tyto zpravidla mají vodivé spojení např. přes elektrická vedení nebo kanály do vnitřní části budovy. Ve vztahu k úrovni techniky ochrany před bleskem se tyto střešní nástavby chrání pomocí oddálené jímací soustavy proti přímým zásahům blesku. Tím se zabrání tomu, aby dílčí bleskové proudy byly zavlčeny do vnitřní části budovy, kde by ovlivnily nebo dokonce zničily citlivá elektrická/elektronická zařízení.



Obrázek 5.1.8.1 Ohrožení ze strany přímo připojených střešních nástaveb

V minulosti se tyto střešní nástavby připojovaly přímo. Tím byly dílčí bleskové proudy zavlečeny do vnitřní části budovy. Později bylo praktikováno „nepřímé připojení“ přes jiskřiště. V důsledku toho mohly ale přímé zásahy do střešní nástavby vždy také částečně odtékat přes „vnitřní vedení“, ačkoliv při vzdáleném zásahu do budovy jiskřiště nemělo dosáhnout zapalovacího napětí. Toto napětí o velikosti cca 4 kV bylo překročeno téměř vždy, takže byl do vnitřní části budovy zavlečen dílčí bleskový proud např. po elektrickém vedení, což vedlo a vede k uvedenému negativnímu ovlivnění elektrických a elektronických zařízení.

Jedinou nápravou, jak těmto vazebním proudům zabránit, jsou oddálené jímací soustavy, které respektují dostatečnou vzdálenost s.

Obrázek 5.1.8.1 ukazuje průnik dílčího bleskového proudu do vnitřní části budovy.

Tyto rozmanité střešní nástavby je možné chránit různými druhy provedení oddálených jímacích soustav.

Jímací tyče

Pro menší střešní nástavby (např. malé ventilátory) je možno ochrany dosáhnout jednotlivými nebo kombinací více jímacích tyčí. Jímací tyče až do výšky 2,0 m se mohou připevnit jako volně stojící pomocí jednoho nebo dvou na sobě postavených betonových podstavců (např. kat. č. 102 010) (**obrázek 5.1.8.2**).



Obrázek 5.1.8.2 Oddálená jímací soustava - ochrana jímacími tyčemi

Pro výšky od 2,5 m až 3,0 m se musí na chráněném objektu umístit jímací tyče s distančními držáky z nevodivého materiálu (např. distanční držák DEHNiso) (**obrázek 5.1.8.3**).

Pokud se mají jímací tyče zajistit také proti silným bočním nárazům větru, je zapření pomocí úhlové vzpěry praktickým řešením (**obrázky 5.1.8.4 a 5.1.8.5**).

Pokud jsou požadovány jímací tyče s větší výškou, např. pro velké střešní nástavby, a nelze je k ničemu připevnit, je možné tyto jímací tyče opatřit speciálními stabilizačními zařízeními.

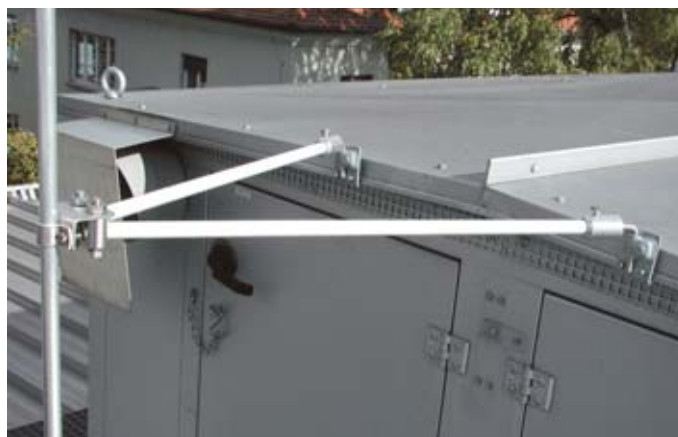
Pomocí tříramenného stojanu se mohou volně stojící jímací tyče zřizovat až do výšky 14 m. Tyto stojany se fixují k zemi pomocí běžných betonových podstavců (poskládaných na sebe). Od volné výšky 6 m jsou nutné dodatečné podpěry, aby se čelilo zatížením větrem.

Tyto volně stojící jímací tyče mohou být použity u nejrůznějších aplikací (např. antény, fotovoltaická zařízení). Tento druh jímací soustavy se vyznačuje krátkým montážním časem, protože není třeba vrtat žádné otvory a nemusí se příliš šroubovat (**obrázky 5.1.8.6 a 5.1.8.7**).

Pokud se má jímacími tyčemi chránit soustava budov nebo zařízení (např. fotovoltaická zařízení na volné ploše, sklady munice), použijí se jímací stožáry. Stožáry se upevňují do prefabrikovaných železobetonových základů nebo do betonových základů s armovacími koši. Armovací koš se vloží do prefabrikovaného betonového základu přímo v závodě, nebo se do betonového základu vloží na



Obrázek 5.1.8.3 Jímací tyč s izolovaným držákem



Obrázek 5.1.8.4 Uchytení jímací tyče úhlovou vzpěrou



Obrázek 5.1.8.5 Uchytení jímací tyče



Obrázek 5.1.8.6 Oddálená jímací soustava pro fotovoltaiku



Obrázek 5.1.8.7 Oddálená jímací soustava pro střešní nástavby

stavbě. Tyto stožáry mohou dosáhnout volně výšky 25 m nad terén, v případě speciální výroby je možno dosáhnout ještě větší výšky. Ocelové teleskopické stožáry pro ochranu před bleskem se dodávají rozebrané, což obzvláště pro přepravu poskytuje značné výhody. Bližší informace (např. montáž, vztyčení) k těmto ocelovým teleskopickým stožárům pro ochranu před bleskem je možné vyčíst z návodu pro montáž č. 1729 (**obrázek 5.1.8.8**).



Obrázek 5.1.8.8 Vztyčování teleskopického stožáru pro ochranu před bleskem

Zavěšená lana nebo vedení

Podle ČSN EN 62305-3 se mohou jímací soustavy vést nad chráněným zařízením.

Jímací soustavy vytváří ochranný prostor, po stranách ve tvaru stanu a na koncích ve tvaru kužele. Ochranný úhel α je závislý na třídě ochrany a na výšce jímacích soustav nad referenční rovinou.

Pro určení ochranného prostoru, tvořeného lany nebo vedením, je možno použít také metodu valící se koule (poloměr valící se koule v souladu s třídou ochrany).

Mřížová jímací soustava s odpovídající dostatečnou vzdáleností s , kterou je nutno dodržet mezi částmi zařízení a jímací soustavou, se může rovněž použít. Zde se zřizují např. svislé izolované distanční držáky v betonových soklech tak, aby se mříž mohla vést ve zvýšené rovině (**obrázek 5.1.8.9**).



Obrázek 5.1.8.9 Jímací soustava; Zdroj: Ochrana před bleskem Wettingfeld, Krefeld

DEHNiso-Combi

Produktový program DEHNiso-Combi poskytuje pro uživatele optimální možnost instalovat vedení nebo lana v souladu se třemi různými metodami projektování jímací soustavy (valící se koule, ochranný úhel, mříž).

Bližší informace o aplikaci jsou uvedeny v tiskopisech DS151 a v montážním návodu č. 1475. Popsaná provedení se mohou mezi sebou libovolně kombinovat, aby se oddálená jímací soustava přizpůsobila místním daným podmínkám (**obrázky 5.1.8.10 až 5.1.8.13**).



Obrázek 5.1.8.10 Tříramenný stojan pro volně stojící podpěrné trubky



Obrázek 5.1.8.11 Oddálená jímací soustava s DEHNiso-Combi



Obrázek 5.1.8.12 Podpůrná trubka DEHNiso-Combi připevněná k zábradlí



Obrázek 5.1.8.13 Oddálená jímací soustava s DEHNiso-Combi

5.2 Svody

Svod je elektricky vodivé spojení mezi jímací soustavou a zemnicí soustavou. Svody mají svést zachycený bleskový proud do zemnicí soustavy, aniž by na budově vznikly škody např. příliš vysokým oteplením.

Pro zamezení vzniku škod při svádění bleskového proudu do zemniče je třeba tyto svody zřídit tak, aby od místa zásahu až k zemi:

- ➔ existovalo více paralelních cest proudu,
- ➔ délka proudové dráhy byla jak jen možno krátká (přímo, svisle, bez smyček),
- ➔ všude, kde je to třeba, bylo provedeno spojení s vodivými částmi stavby.

5.2.1 Stanovení počtu svodů

Počet svodů vychází z obvodu střechy (obvodu průmětu střechy na zem). Jejich uspořádání je třeba vytvořit tak, aby – počínaje rohem budovy – byly co nejrovnoměrněji rozděleny podél obvodu.

Podle konkrétních specifik stavby (např. brány, prefabrikované dílce) mohou být rozestupy protilehlých svodů odlišné. V každém případě je však třeba dodržet minimálně celkový počet potřebných svodů podle třídy ochrany před bleskem.

V normě ČSN EN 62305 jsou uvedeny typické rozestupy mezi svody a mezi obvodovými vedeními v závislosti na třídě ochrany (**tabulka 5.2.1.1**).

Třída ochrany	Typický rozstup
I	10 m
II	10 m
III	15 m
IV	20 m

Tabulka 5.2.1.1 Rozestupy mezi svody podle ČSN EN 62305-3

Přesný počet svodů je možno určit pouze výpočtem dostatečné vzdálenosti s . Jestliže není možné při plánovaném počtu svodů na budově dodržet vypočtenou dostatečnou vzdálenost s , spočívá možnost splnit tento požadavek ve zvýšení počtu svodů. Díky paralelním dráhám proudu se zlepší proudový rozdělovací koeficient k_c . Proud v jednotlivých svodech se zmenší, a dostatečnou vzdálenost s je pak možno dodržet.

Pokud je zajištěno jejich dobré elektrovedivé propojení, i přirozené součásti stavby (např. železobetonové nosníky, ocelové konstrukce) mohou být využity jako svody.

Příčným propojením svodů na úrovni země (základové vedení) a obvodovým vedením na vyšších budovách se dosáhne symetrizace rozdělení bleskového proudu, což také snižuje dostatečnou vzdálenost s .

V platné edici norem ČSN EN 62305 je dostatečné (izolační) vzdálenosti příkládán velký význam. Uvedenými opatřeními je možno dostatečnou vzdálenost u staveb redukovat a tím svést bleskový proud bezpečně.

Jestliže tato opatření nepostačují k tomu, aby byla dodržena dostatečná vzdálenost, je možno použít vysokonapěťové kabely (HVI).

5.2.2 Svody v případě neoddáleného hromosvodu

V prvé řadě jsou svody instalovány přímo na budově (bez odstupu od ní). Kritériem pro jejich vedení přímo po budově je oteplení v případě zásahu hromosvodu bleskem.

Pokud stěna sestává z nehořlavých nebo (běžně, nikoli však lehce) hořlavých materiálů, smějí být svody instalovány přímo na, nebo ve stěně.

Podle stavebních předpisů nejsou zpravidla používány lehce hořlavé stavební materiály. Proto zpravidla mohou být svody montovány přímo na budovu.

Dřevo, při hustotě v syrovém stavu nad 400 kg/m^3 a tloušťce nad 2 mm , platí za (běžně) hořlavé. Proto může být svod osazen přímo na např. dřevěný stožár.

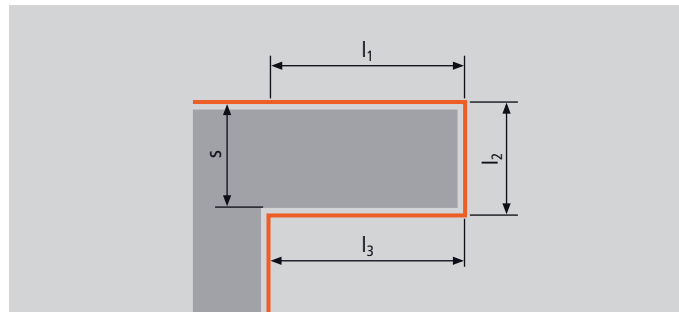
Pokud stěna sestává z lehce hořlavých materiálů, mohou být svody instalovány přímo na povrch stěny za předpokladu, že zvýšení teploty při průtoku bleskového proudu není nebezpečné.

Maximální oteplení různých vodičů ΔT (K) podle třídy ochrany je možno použít z **tabulky 5.2.2.1**. Podle těchto hodnot je zpravidla přípustné vést samotné svody pod tepelnou izolací, jelikož oteplení nevede k nebezpečí požáru izolace. Tlumení požáru je tím rovněž zajištěno.

Použitím přídavného pláště z PVC při pokládce svodu uvnitř tepelné izolace nebo pod ní se oteplení povrchu svodu sníží. Může být také použit Al vodič s PVC pláštěm. Pokud stěna sestává z lehce hořlavých materiálů a oteplení svodů je nebezpečně vysoké, musí být svody instalovány tak, aby odstup svodu od stěny byl větší než $0,1 \text{ m}$. Upevňovací prvky se mohou dotýkat stěny. To, zda stěna, na níž má být instalován svod, sestává z hořlavých materiálů, musí určit zřizovatel stavby.

5.2.2.1 Instalace svodů

Svody musí být uspořádány tak, aby byly přímým pokračováním jímacích vedení. Musí být instalovány přímo a svisle, aby představovaly nejkratší možné přímé spojení se zemí. Je třeba zamezit vytváření smyček např. u vystupujících okapů nebo jiných výstupků. Pokud to není možné, musí vzdálenost mezi dvěma místy přiblížení na svodu, podle délky l vedení mezi těmito dvěma body, splňovat požadavek dostatečné vzdálenosti s (viz **obrázek 5.2.2.1.1**). Dostatečná vzdálenost je vypočtena podle celkové délky $l = l_1 + l_2 + l_3$.

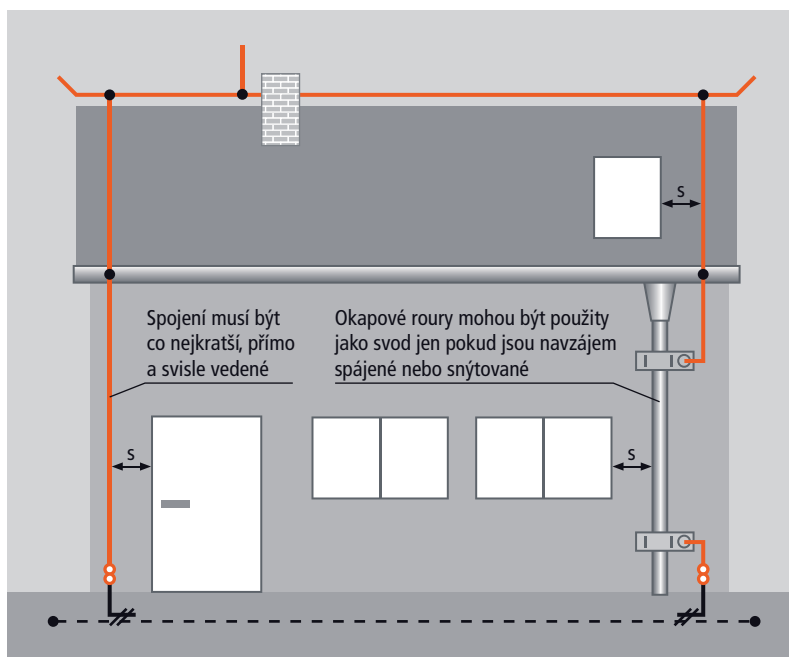


Obrázek 5.2.2.1.1 Smyčka na svodu

Svody nesmějí být instalovány v okapových žlabech ani okapových rourách, a to ani když jsou potaženy izolační hmotou. Vlhkost v okapech by vedla k silné korozi svodů.

Pokud je jako svod použit hliník, nesmí být instalován ani přímo na/do/pod omítku, maltu nebo beton, ani do země. Montáž vodiče s pláštěm PVC je možná do malty, omítky nebo betonu, pokud je zajištěno, že plášť nebude mechanicky poškozen a že nedojde ani k prasknutí izolace mrazem.

Doporučuje se instalovat svody tak, aby byla dodržena dostatečná vzdálenost s ode všech dveří a oken (viz **obrázek 5.2.2.1.2**).



Obrázek 5.2.2.1.2 Svody

q [mm ²]	Ø [mm]	Třída ochrany											
		Hliník			Ocel			Měď			Nerez (V4A)		
		III + IV	II	I	III + IV	II	I	III + IV	II	I	III + IV	II	I
16		146	454	*	1120	*	*	56	143	309	*	*	*
50	8 mm	12	28	52	37	96	211	5	12	22	190	460	940
78	10 mm	4	9	17	15	34	66	3	5	9	78	174	310

* tavení/odpařování

Tabulka 5.2.2.1 Maximální oteplení ΔT (K) různých materiálů vodičů

Kovové okapové žlaby musí být v místě křížení se svody s těmito svody spojeny (viz **obrázek 5.2.2.1.3**).

Kovové okapové roury musí být u paty spojeny s ekvipotenciálním pospojováním nebo zemnicem, a to i tehdy, když nejsou použity jako svody.

Spojením s okapovým žlabem protékáním bleskovým proudem i okapová roura vede část bleskového proudu, který musí být sveden do země. Možné provedení ukazuje **obrázek 5.2.2.1.4**.



Obrázek 5.2.2.1.3
Jímací soustava s napojením na okapový žlab



Obrázek 5.2.2.1.4
Uzemnění okapové roury

5.2.2.2 Náhodné součásti svodu

Při využití přirozených součástí stavby jako náhodných svodů může být snížen počet instalovaných svodů, nebo tyto mohou případně i zcela odpadnout.

Následující části stavby mohou být použity jako „náhodné součásti“ systému svodů:

➔ Kovové instalace

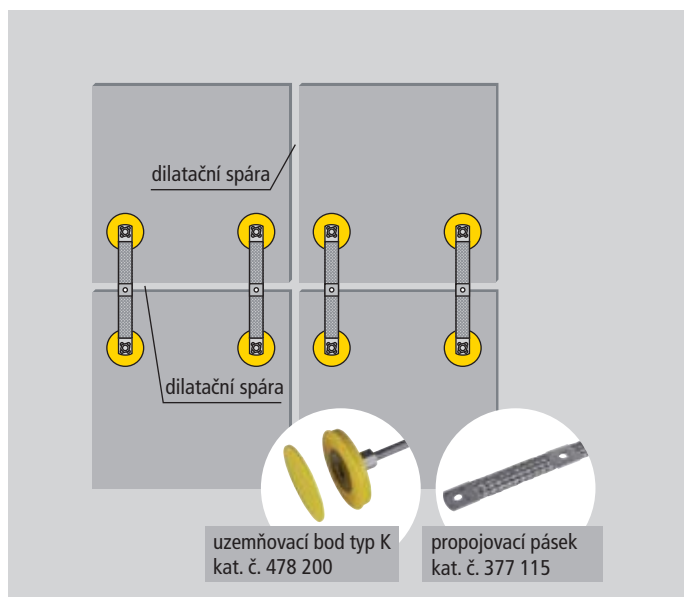
Předpokládá se, že pevné spojení mezi jednotlivými částmi je trvalé a jejich rozměry odpovídají minimálně požadavkům na svody. Tyto kovové instalace mohou být také zavinuty v izolační hmotě. Je nepřijatelné použití potrubního vedení s hořlavým nebo výbušným obsahem, pakliže těsnění v přírubách/spojkách není kovové nebo příruby/spojky spojovaných potrubí nejsou jinak vodivě spojeny.

➔ Kovová kostra stavby

Jestliže je použita kovová kostra stavby nebo propojená armovací ocel jako svody, nejsou nezbytná obvodová vedení, jelikož se již přídatným obvodovým vedením nedosáhne lepšího rozdělení proudu.

➔ Popropojované armování stavby

U stávajících staveb nelze armování využít jako náhodný svod, jestliže není armování spolehlivě propojeno. V takovém případě je pak nutno instalovat vnější svody.



Obrázek 5.2.2.2.1 Použití náhodných součástí – nová budova z betonových prefabrikátů

➔ Betonové prefabrikáty

Betonové prefabrikáty musí být opatřeny připojovacími místy armování, a tato všechna místa musí být elektricky vodivě propojena. Jednotlivé díly pak na stavbě během montáže musí být vzájemně propojeny (viz **obrázek 5.2.2.2.1**).

➔ Fasádní prvky, profilové tyče a kovové nosné konstrukce fasád

Za předpokladu, že rozměry vyhovují požadavkům na svody (čl. 5.6.2 normy ČSN EN 62305-3), že kovové plechy či trubky mají tloušťku min. 0,5 mm a že průchodnost elektrického proudu svisle odpovídá čl. 5.5.3 normy ČSN EN 62305-3, mohou být tyto díly využity jako náhodné svody.

Poznámka: V případě předpjatého betonu je nutno zohlednit zvláštní riziko případných nepřijatelných mechanických vlivů v důsledku bleskového proudu a jako důsledek připojení na hromosvod.

Na předpjaté tyče nebo lana je možno se připojovat pouze vně předpjaté oblasti. Před použitím předpínacích prvků jako svodů je třeba si vyžádat souhlas zřizovatele stavby.

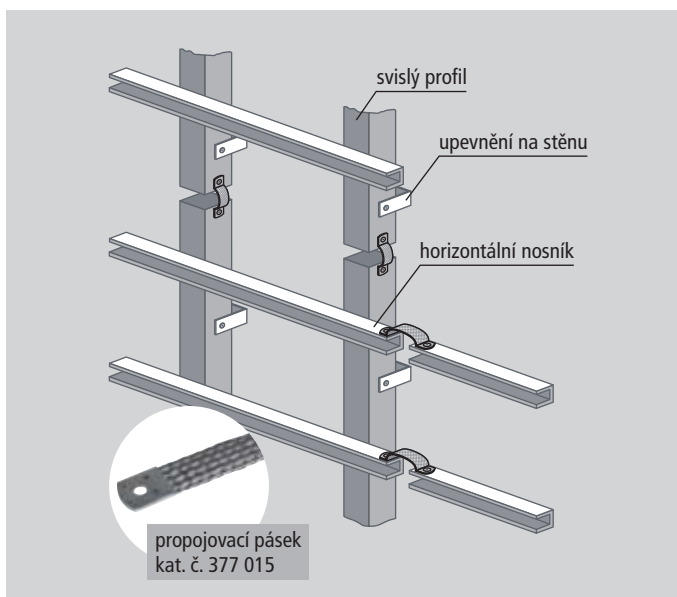
Jestliže armování stávající stavby není spolehlivě popropojováno, nemůže být použito jako svod. Je pak třeba instalovat vnější svody. Dále mohou být jako náhodné svody použity fasádní prvky, profily a nosné konstrukce, a to za předpokladu, že:

- ➔ rozměry vyhovují minimálním požadavkům na svody. Kovové plechy nesmí být tenčí než 0,5 mm. Musí být zajištěna jejich elektrická průchodnost ve svislém směru. Jestliže jsou kovové fasády použity jako svod, pak musí být popropojovány tak, že jednotlivé tabule plechu jsou navzájem spolehlivě spojeny šrouby, nýty nebo můstky. Musí být instalováno spolehlivé a dostatečně proudově dimenzované připojení na jímací i zemnicí soustavu.

- ➔ Jestliže jednotlivé tabule plechu nejsou navzájem propojeny tak, jak je popsáno v předchozím odstavci, avšak jejich nosná konstrukce ano a to tak, že od napojení na jímací soustavu až po uzemnění je průběžně vodivá, může být tato konstrukce použita jako svod (viz **obrázky 5.2.2.2.2 a 5.2.2.3**).

Kovové okapové roury mohou být použity jako náhodné svody, jestliže jsou spolehlivě propojeny (v zasunutí zapájeny nebo snýtovány) a tloušťka stěny je min. 0,5 mm (viz **obrázek 5.2.2.1.2**).

Jestliže okapová roura není spolehlivě popropojována, může sloužit jako podpěra přídatného svodu. Tento způsob použití je znázorněn na **obrázku 5.2.2.2.4**. Protože svod je podpírán pouze touto rourou, je žádoucí připojit takovouto okapovou rouru na zemnicí dostatečně dimenzovaným připojením na bleskový proud.



Obrázek 5.2.2.2.2 Kovová nosná konstrukce elektrovedivě přemostěná



Obrázek 5.2.2.2.3 Uzemnění kovové fasády



Obrázek 5.2.2.2.4 Svod na okapové rouře



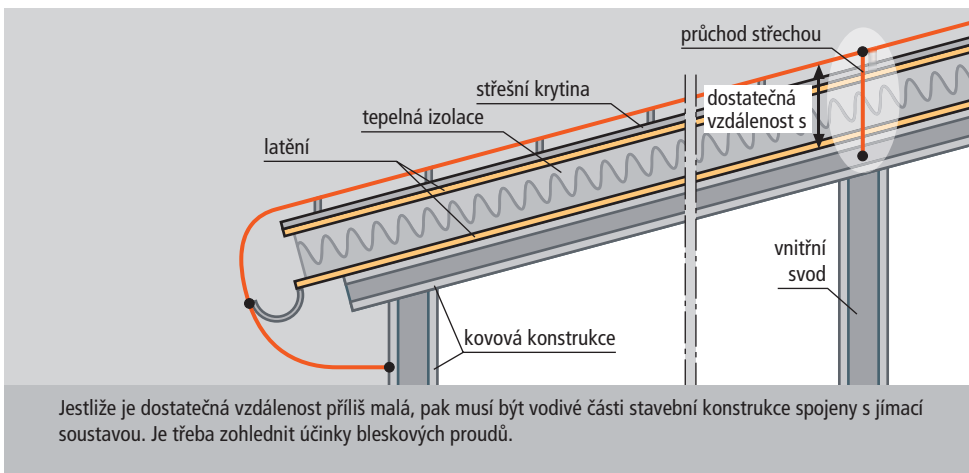
Obrázek 5.2.2.3.1 Zkušební svorka s číslem

5.2.2.3 Zkušební svorky

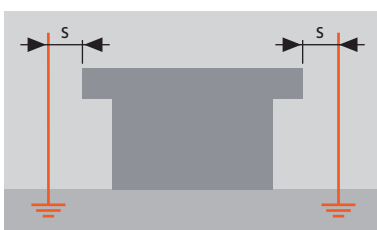
U každého napojení svodu na zemnič musí být instalována zkušební svorka (pokud možno nad zemí). Zkušební svorky jsou nezbytné k tomu, aby mohly být přezkušovány následující vlastnosti hromosvodu:

- ➔ vzájemné spojení mezi svody prostřednictvím jímací soustavy,
- ➔ vzájemné propojení mezi vývody zemničů, např. u obvodového nebo základového zemniče (zemnič typu B),
- ➔ zemní odpory u individuálních zemničů (zemniče typu A).

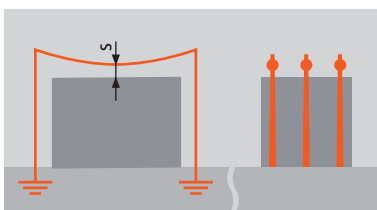
Zkušební svorky nejsou nezbytné tehdy, jestliže druh stavby (např. železobeton nebo ocelová konstrukce) neumožňuje „galvanické“ oddělení „náhodného“ svodu od zemničů soustavy (např. základový zemnič). Zkušební svorka smí být rozpojena pouze pomocí nástroje a za účelem měření, jinak musí být trvale spojena. Každá zkušební svorka musí být jednoznačně identifikována v projektové dokumentaci hromosvodu. Zpravidla bývají zkušební svorky číslovány (viz **obrázek 5.2.2.3.1**).



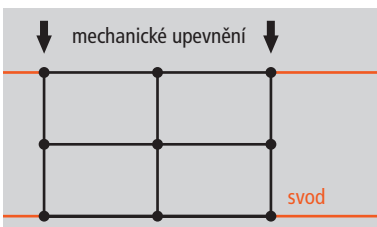
Obrázek 5.2.2.4.1 Jímací soustava na rozsáhlých střechách – vnitřní svody



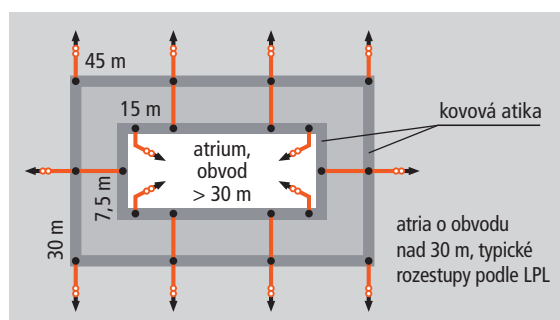
Obrázek 5.2.3.1 Jímací stožáry odděleně od budovy



Obrázek 5.2.3.2 Jímací stožáry propojené napnutým lanem



Obrázek 5.2.3.3 Jímací stožáry propojené lanem s příčnými spoji (smčky)



Obrázek 5.2.2.5.1 Soustava svodů v atriu

5.2.2.4 Vnitřní svody

Jestliže jsou hrany budovy (délka a šířka) čtyřikrát delší než je rozstup mezi svody podle třídy ochrany, měly by být instalovány přídavné vnitřní svody (viz **obrázek 5.2.2.4.1**). Velikost rastru pro vnitřní svody je cca 40 x 40 m.

Vnitřní svody bývají často nezbytné u rozsáhlých budov s plochou střechou, jako např. velké montážní haly nebo distribuční střediska. V těchto případech by měla průchody střechou realizovat pokrývačská firma držící záruku za těsnost celé střechy.

Je třeba zohlednit působení dílčích bleskových proudů tekoucích vnitřními svody stavby a při projektování vnitřní ochrany před bleskem zohlednit elektromagnetické pole v blízkosti svodů (indukční vazba na elektrické a elektronické systémy).

5.2.2.5 Atria

Stavby s uzavřenými vnitřními dvory o obvodu nad 30 m musí být vybaveny i v atriu svody v rozstupech podle **tabulky 5.2.1.1** (viz **obrázek 5.2.2.5.1**).

5.2.3 Svody oddáleného vnějšího hromosvodu

Jestliže jímací soustava sestává z jímačů na odděleně stojících stožárech (nebo na jednom stožáru), tvoří tyto současně jímací i svodovou soustavu (**obrázek 5.2.3.1**). Pro každý jednotlivý stožár je potřeba min. jeden svod.

Ocelové stožáry nebo stožáry s popropojovaným armováním již nevyžadují další svody. Například kovový vlajkový stožár může být z estetických důvodů použit jako jímač.

Je třeba dodržet dostatečnou vzdálenost s mezi jímací/svodovou soustavou a budovou. Jestliže je jímač vytvořen jedním či více napnutými dráty či lany, je pro každý konec takového vedení, kde jsou vodiče upevněny, nezbytný nejméně jeden svod (viz **obrázek 5.2.3.2**).

Tvoří-li jímací soustavu zasmyčkováná síť vodičů, tj. jednotlivé dráty či lana tvoří navzájem smyčky (jsou křížem propojeny), je na každém konci vodiče, kde je vodič upevněn, nezbytný alespoň jeden svod (viz **obrázek 5.2.3.3**).

5.2.4 Vysokonapěťový izolovaný svod – vodič HVI

Základní úlohou vnějšího hromosvodu je, podle principu objeveného a formulovaného Benjaminem Franklinem, blesk zachytit, vně budovy svést a bezpečně zavést do země. Pro zamezení nebezpečných přeskoků mezi částmi vnějšího hromosvodu a vnitřními vodivými součástmi (elektrická/elektronická zařízení, potrubní vedení, vzduchotechnické kanály atd.) v důsledku přímého zásahu bleskem je důležitým požadavkem dodržení dostatečné vzdálenosti s při projektování i realizaci hromosvodu.

Dostatečná vzdálenost musí být vypočtena podle normy ČSN EN 62305-3 odst. 6.3.

Dodržení dostatečné vzdálenosti je však u nových i stávajících budov často problém. Moderní architektura často ze stylových důvodů nedovoluje instalovat svod s odstupem od budovy s použitím distančních držáků ze sklolaminátu. U moderních průmyslových objektů je často plochá střecha tou poslední disponibilní úrovní pro instalaci zařízení jako např. vzduchotechnika, klimatizace, anténní technika, různé potrubní systémy a kabelové lávky. Je při tom třeba zohlednit i hromosvodní systémy, a nutně dodržet dostatečnou vzdálenost.

Šikovným polohováním jímačů dimenzovaných metodou valivé koule je možno zamezit přímým zásahům blesku do vyčnívajících střešních nástaveb. Tyto nástavby jsou zpravidla spojeny s technickou výbavou budov.

Zvláštním požadavkem zde je, svést bezpečně bleskový proud do země při dodržení dostatečné vzdálenosti s a v souladu s architektonickými požadavky. Řešením tohoto problému je vodič HVI (HVI: High Voltage Insulation).

Dostatečná vzdálenost

Výpočet dostatečné vzdálenosti tvoří základ pro rozhodnutí, zda a který vodič HVI je vhodný pro tuto instalaci. Dostatečná vzdálenost je tedy základem při projekci oddáleného hromosvodu. Abychom mohli náležitě dimenzovat ochranná opatření, je třeba dostatečnou vzdálenost stanovit již v plánovací fázi. Skutečné délky vedení jsou pro výpočet dostatečné vzdálenosti rozhodující zejména při použití vodičů HVI. Podle normy ČSN EN 62305-3 se dostatečná vzdálenost s pro zamezení nekontrolovaných přeskoků vypočte takto:

$$s = \frac{k_i \cdot k_c}{k_m} \cdot l$$

s dostatečná vzdálenost,

k_i koeficient v závislosti na zvolené třídě ochrany LPL,

k_c koeficient závislý na velikosti bleskového proudu tekoucího svodem,

k_m koeficient závislý na materiálu elektrické izolace,

l celková délka podél jímací soustavy nebo svodu v metrech, měřeno od bodu, kde má být stanovena dostatečná vzdálenost, k nejbližšímu bodu potenciálového vyrovnání nebo k zemniči.

Dostatečná vzdálenost je určena délkou (l) svodu, třídou ochrany (k_i), rozdělením bleskového proudu mezi různé svody (k_c) a materiálovým koeficientem (k_m).

Konstrukce a způsob fungování vodiče HVI

Základní koncepce vysokonapěťového izolovaného svodu tkví v tom, obalit vodič vedoucí bleskový proud izolačním materiálem tak, aby byla dodržena nezbytná dostatečná vzdálenost s od jiných vodivých částí konstrukce budovy, elektrických vedení a potrubí. Pro zamezení nepřijatelného přiblížení musí být u vysokonapěťového izolovaného svodu splněny tyto požadavky:

- ➔ dostatečná odolnost proti průrazu izolace impulzy bleskového napětí po celé délce vedení,
- ➔ zamezení povrchového výboje,
- ➔ dostatečné proudové dimenzování tj. dostatečný průřez vodiče,
- ➔ dostatečné dimenzování přípoje svodu na jímací soustavu (jímací tyč, jímací vedení atd.),
- ➔ připojení na zemničí soustavu nebo na potenciálové vyrovnání.

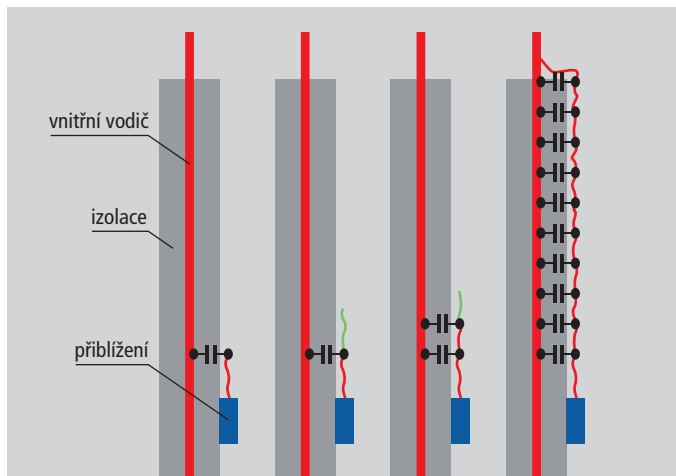
Obalením svodu izolačním materiálem o vysoké elektrické pevnosti může být, za dodržení určitých podmínek z vysokonapěťové techniky, dodržena dostatečná vzdálenost s. Musí být při tom podchyteny možné plazivé povrchové výboje po plášti! Vodičem pouze obalným izolačním pláštěm tento problém není řešitelný.

Již při relativně malých napěťových impulzech dochází k povrchovým výbojům v oblasti přiblížení (např. mezi kovovým uzemněným držákem a místem napojení svodu), mohoucími vést až k celkovému průrazu po povrchu i na dlouhé délce vedení. Kritická místa pro vznik takových výbojů jsou ta, kde se stýkají izolace, kov (na vysokém potenciálu nebo uzemněný) a vzduch. Toto prostředí je z pohledu techniky vysokého napětí silně namáháno, takže může dojít k tvorbě povrchových výbojů a tím k silnému snížení napěťové pevnosti. Se vznikem povrchových výbojů je třeba počítat vždy tehdy, když normální složka (kolmá k povrchu izolace) intenzity elektrického pole vede k překročení zápalného napětí výboje a tangenciální složka (rovnoběžná s povrchem izolace) pole vyvolá rozšíření výboje podél izolace (viz **obrázek 5.2.4.1**).

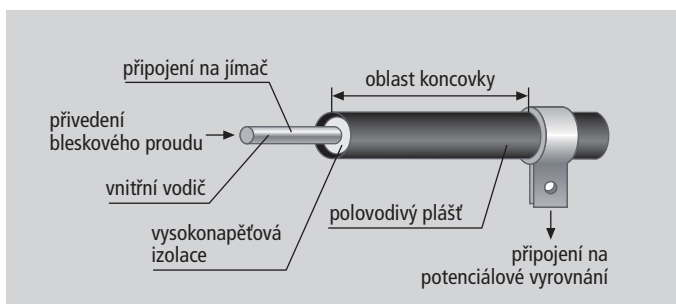
Zápalné napětí výboje určuje elektrickou pevnost celé izolační soustavy a činí pro taková uspořádání řádově 250 - 300kV impulzního bleskového napětí.

Koaxiální kabel s polovodivým pláštěm

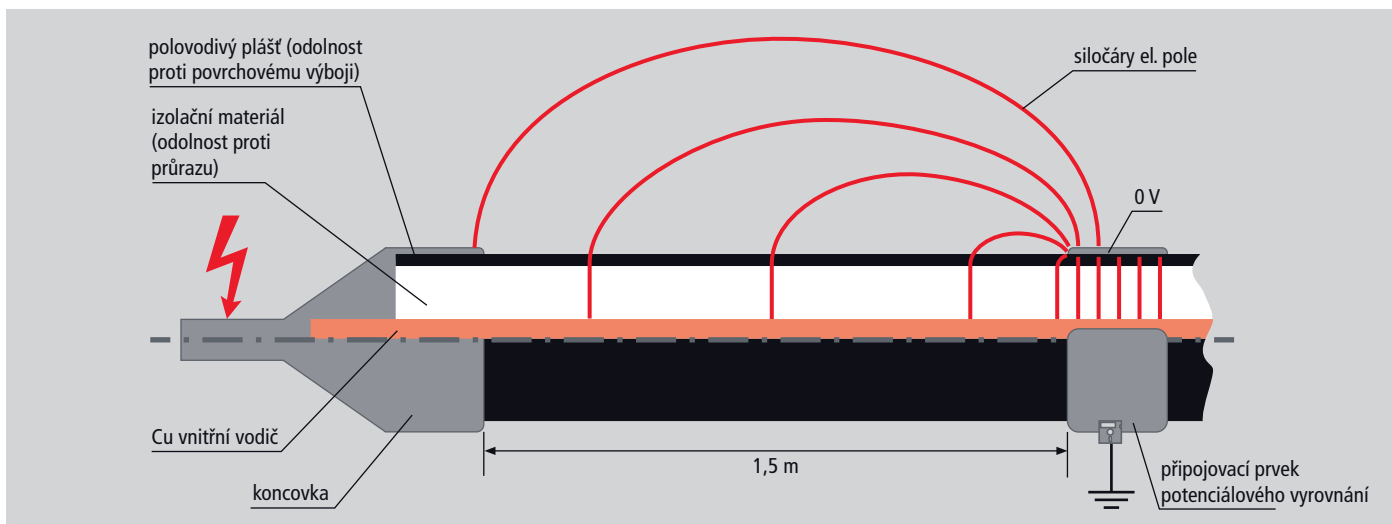
Se speciálně vyvinutým, koaxiálně konstruovaným jednovodičovým kabelem HVI je možno zamezit vzniku plazivého povrchového výboje a bleskový proud bezpečně svést do země (viz **obrázek 5.2.4.2**). Izolované svody s řízeným elektrickým polem pomocí elektricky polovodivého pláště zamezují povrchovým výbojům pomocí cíleného ovlivňování elektrického pole v oblasti koncovky. Tím je dosaženo zavedení bleskového proudu do speciálního kabelu i bezpečného



Obrázek 5.2.4.1 Princip vzniku povrchového výboje na izolovaném svodu bez speciálního pláště



Obrázek 5.2.4.2 Stavbní prvky vodiče HVI



Obrázek 5.2.4.3 Princip řízení el. pole u koncovky

svedení bleskového proudu při dodržení dostatečné vzdálenosti s. Je třeba si povšimnout, že magnetické pole obklopující proudem protékající vnitřní vodič tím není ovlivněno.

Optimalizací řízení elektrického pole vznikla speciálně přizpůsobená oblast koncovky vedení. Délka této oblasti je dána variantou vodiče HVI. Toto speciální ukončení začíná v bodě napájení (připojení na jímací soustavu) a končí v předepsané vzdálenosti s připevněným přípojným prvkem potenciálového vyrovnání (**obrázek 5.2.4.3**).

Vycházejíce z dostatečné vzdálenosti s je možno vypočítat maximální délku vedení takového izolovaného svodu L_{max} takto

$$L_{max} = \frac{k_m \cdot s}{k_i \cdot k_c}$$

Variety vodiče HVI

Vodič HVI byl přizpůsoben neustále rostoucím nárokům podmínek staveb. Rozlišují se tři typy vodiče HVI:

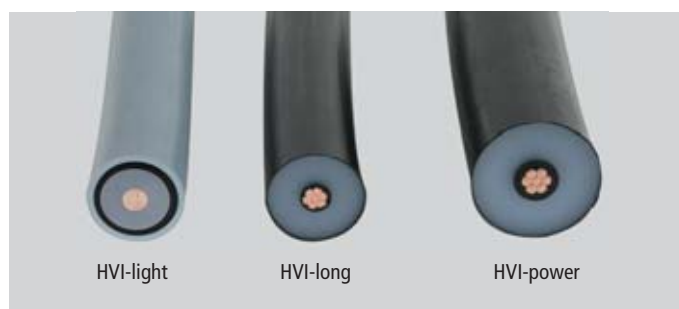
- ➔ vodič HVI-light, DEHNcon-H,
- ➔ vodič HVI, HVI-long,
- ➔ vodič HVI-power.

Každá z těchto variant vodiče HVI (viz **obrázek 5.2.4.4**) má odlišné tloušťky a vlastnosti a tedy také odlišné instalační údaje. V produktové skupině vodičů HVI se rozlišuje mezi černými a šedými vodiči. Příkladový šedivý plášť umožňuje opticky nenápadnější instalaci vodiče HVI na odpovídajících budovách. Nejdůležitější parametry jednotlivých vodičů HVI jsou uvedeny v **tabulce 5.2.4.1**.

Vodiče HVI splňují požadavky ČSN EN 50164-2. V následujícím textu jsou jednotlivé druhy vodičů HVI popsány podrobněji.

Vodič HVI-light ($s \leq 0,45$ m na vzduchu, $s \leq 0,9$ m v tuhých stavebních hmotách)

Bez ohledu na nebezpečí možných zásahů bleskem jsou na ploché střechy instalovány potrubní vedení, elektrické a informační systémy i velkoplošné fotovoltaické panely. V takovéto instalaci a v kom-



Obrázek 5.2.4.4 Variety vodiče HVI



Obrázek 5.2.4.5 Ochrana FV zařízení pomocí vodiče HVI

binaci s rozměry budovy je dodržení dostatečné vzdálenosti téměř nemožné. Normou vyžadované důsledné prosmyčkování jímací soustavy při dodržení dostatečných vzdáleností je přesto nezbytné. Vodič HVI-light je systém pro dodržení dostatečné vzdálenosti u mřížových jímacích soustav na plochých střechách. Díky vysokonapěťové izolaci vodiče HVI-light je zamezeno nekontrolovaným přeskokům např. skrz střešní krytinu na kovové nebo elektrické součásti stavby.

	s na vzduchu	s v tuhé stav. hmotě	délka oblasti koncovky	průřez vnitř. vodiče	vnější průměr	poloměr ohybu
HVI-light, DEHNcon-H, HVI, HVI-long	$s \leq 0,45$ m	$s \leq 0,9$ m	$\leq 1,2$ m	19 mm ²	šedý 20 mm	≥ 200 mm
	$s \leq 0,75$ m	$s \leq 1,5$ m	$\leq 1,5$ m	19 mm ²	černý 20 mm šedý 23 mm	≥ 200 mm ≥ 230 mm
HVI-power, HVI-power-long	$s \leq 0,90$ m	$s \leq 1,8$ m	$\leq 1,8$ m	25 mm ²	černý 27 mm šedý 30 mm	≥ 270 mm ≥ 300 mm

Tabulka 5.2.4.1 Parametry vodičů HVI

Tento systém se výrazně liší od standardního vodiče HVI v tom, že není nutno vytvářet přímé napojení na ekvipotenciální pospojování budovy (není zde oblast koncovky). Je zde oblast přizpůsobení, v níž je připojovací bod vodiče HVI vytvořen prostřednictvím kovových podpěr vedení na spodní části podpůrné trubky. Tím se vytváří možnost jednodušší montáže (viz **obrázek 5.2.4.5**).

Důležité je při tom, že při výpočtu dostatečné vzdálenosti je třeba použít skutečné délky vodiče HVI-light. Je ovšem třeba vzít v úvahu i délku vodiče u podpůrné trubky až k připojovací desce (napojení na jímač).

DEHNcon-H ($s \leq 0,45$ m na vzduchu, $s \leq 0,9$ m v tuhých stavebních hmotách)

Instalace holých, neizolovaných vedení představuje problém nebezpečného přiblížení především v oblasti rodinných domů a nízkých budov vůbec. Zde je většinou nemožné důsledné dodržení dostatečné vzdálenosti. Požadavek na dodržení dostatečné vzdálenosti



Obrázek 5.2.4.6 Připojení vodiče DEHNcon-H (HVI-light) na zemnicí soustavu



Obrázek 5.2.4.7 Ochrana rodinného domu s použitím DEHNcon-H (HVI-light III)



Obrázek 5.2.4.8 Ochrana bioplynové stanice s použitím vodiče HVI - I

vychází nejen z normy pro ochranu před blesky ČSN EN 62305, ale i z oblastí sdělovací techniky. V normě ČSN EN 60728-11 se doporučuje u budov s hromosvodem nosné konstrukce antén integrovat pokud možno jako oddálené (izolované). K tomuto účelu lze s výhodou použít vodič DEHNcon-H.

Podle způsobu použití se rozlišují dvě varianty provedení vodiče DEHNcon-H (vystrojené ve výrobě):

- ➔ DEHNcon-H, HVI-light I,
- ➔ DEHNcon-H, HVI-light III.

Vodič DEHNcon-H HVI-light I se použije tehdy, jestliže je jímač spojován přímo se zemnicí soustavou budovy (viz **obrázek 5.2.4.6**). Vodič DEHNcon-H HVI-light III s koncovkou montovanou až na místě se použije tehdy, jestliže se má připojit na jiné části (např. na okapový žlab). Dostatečná vzdálenost v připojovacím bodě obnáší $s \leq 0,175$ m na vzduchu nebo $s \leq 0,35$ m v tuhých stavebních hmotách (viz **obrázek 5.2.4.7**).

Vodič HVI ($s \leq 0,75$ m na vzduchu, $s \leq 1,5$ m v tuhých stavebních hmotách)

Standardní vodič HVI má široké spektrum variant instalace. Před přímým zásahem blesku mohou být takto chráněny rozsáhlé střešní nástavby, antény i stožáry se sdělovací technikou. Vedle toho, díky svým vlastnostem, nabízí tento vodič i možnost instalace svodu až k zemnicí soustavě. Pokud toto není požadováno, je možné i připojení na stávající konvenční hromosvodní systémy (vyvýšené/oddálené obvodové vedení).

Podle způsobu použití se rozlišují dvě (ve výrobě vystrojené) varianty:

- ➔ vodič HVI I,
- ➔ vodič HVI III.

Vodič HVI I se použije tehdy, jestliže bude propojovat jímačí soustavu přímo se zemnicí soustavou budovy (viz **obrázek 5.2.4.8**).

Vodič HVI III s jednou pevně nasazenou, a jednou na místě instalovanou koncovkou, se typicky použije tehdy, když při projektování stavby není možno určit celkovou délku přesně. Použije se též tehdy, když např. několik chráněných částí budovy není napojeno na zemnicí soustavu jednotlivě, ale společně prostřednictvím vyvýšeného/oddáleného obvodového vedení (viz **obrázek 5.2.4.9**).

Nezbytná koncovka vodiče HVI vyžaduje připojení na ekvipotenciální pospojování budovy.



Obrázek 5.2.4.9 Instalace vodiče HVI s koncovkou



Obrázek 5.2.4.10 Instalace vodiče HVI-power

Vodič HVI-long ($s \leq 0,75$ m na vzduchu, $s \leq 1,5$ m v tuhých stavebních hmotách)

U nových budov, a rovněž při rekonstrukcích, je kvůli neznámé a proměnlivé situaci na stavbě zřídka možné stanovit přesné délky vodičů HVI již při projektování hromosvodu. Z tohoto důvodu nabízí vodič HVI-long možnost jeho vystrojení až na místě. Vodič HVI-long je pro instalaci k dispozici v délce 100 m navinutý na bubnu. Určení délky, oříznutí a instalace koncovek provede montážní firma na místě.

Nezbytná koncovka vodiče HVI-long vyžaduje připojení na ekvipotenciální pospojování budovy.

Vodič HVI-power ($s \leq 0,9$ m na vzduchu, $s \leq 1,8$ m v tuhých stavebních hmotách)

Vodič HVI-power je nejvýkonnější variantou vysokonapětového izolovaného vodiče HVI. Oproti standardnímu vodiči HVI umožňuje dodržení ekvivalentní dostatečné vzdálenosti 0,9 m na vzduchu a 1,8 m v tuhých stavebních hmotách. Je třeba vyzdvihnout to, že vodič HVI-power a k němu příslušné komponenty byly prověřeny na výdrž bleskovým proudem do 200 kA (10/350 μ s). Proto je možno tuto variantu vodiče použít pro všechny třídy ochrany LPL (I-IV).

Tento vodič nachází uplatnění především u budov jako nemocnice, výpočetní střediska nebo síla, kde je z důvodu rozměrů (výšky) budovy třeba dodržovat velké dostatečné vzdálenosti. Dále je také možné delší vedení až k zemnicí soustavě (obrázek 5.2.4.10).

Vodič se ukládá do podpůrné trubky. Nezbytné ekvipotenciální vyrovnání u koncovky je uskutečněno automaticky prostřednictvím pružného vnitřního kontaktu. Je nezbytné připojení podpůrné trubky na ekvipotenciální vyrovnání v budově.

Princip funkce koncovky

Bez dalších opatření způsobují vysoká impulzní napětí průrazy po povrchu izolačních materiálů. Tento jev je znám jako přeskok plazivým výbojem. Jakmile je překročeno tzv. zápalné napětí výboje, iniciuje se povrchový výboj, který může bez problémů překonat i vzdálenost několika metrů. Vodič HVI je pro zamezení těchto povrchových výbojů vybaven speciálním vnějším pláštěm umožňujícím uřídit i vysokonapětové impulzy vůči referenčnímu potenciálu. Pro správnou funkci je k tomu potřeba v oblasti koncovky vytvořit spojení mezi vnějším polovodivým pláštěm a ekvipotenciálním pospojováním budovy (nepostíženým bleskovým napětím). Toto připojení se může uskutečnit např. na kovové uzemněné střešní nástavby v ochranném prostoru hromosvodu, na uzemněné části stavební

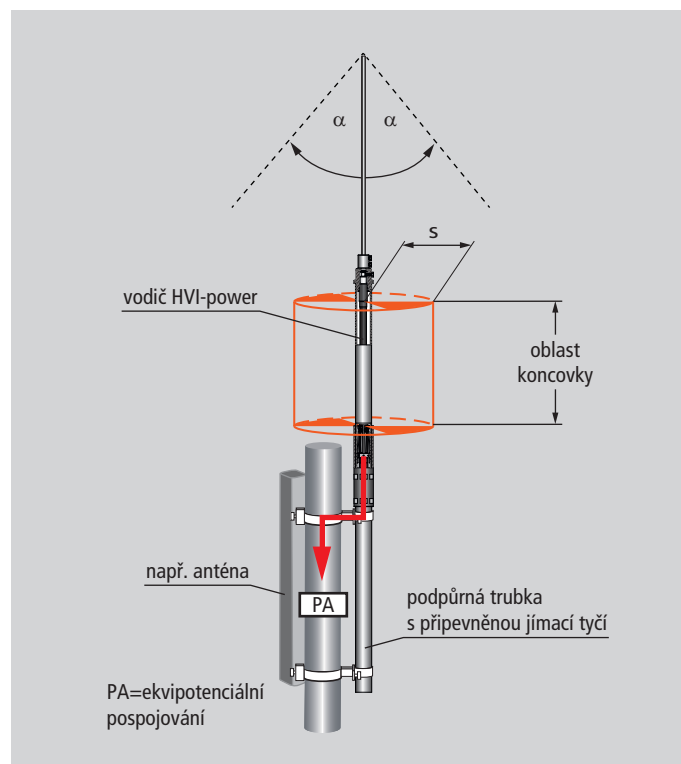
konstrukce, anténní nosiče nezasažené bleskovým napětím, nebo na ochranný vodič sítě nízkého napětí. Princip funkce řízení pole polovodivým pláštěm vodiče HVI je znázorněn na obrázku 5.2.4.3.

V oblasti koncovky (tj. v oblasti mezi hlavicí a připojovacím prvkem potenciálového vyrovnání) nesmějí být umístěny žádné vodivé nebo uzemněné části jako např. kovové podpěry vedení, konstrukční díly nebo armování. Zobrazení dostatečné vzdálenosti s jako válce je znázorněno na obrázku 5.2.4.11.

Montáž připojovacích prvků

Rozlišujeme mezi černými a šedivými vodiči HVI. Při montáži připojovacích prvků vodičů HVI je nutné především správné oříznutí vysokonapětové izolace. Jsou k tomu k dispozici pohodlné nástroje. Jestliže je instalován šedivý vodič HVI, je třeba odstranit šedivý plášť v délce cca 65 mm. Nesmí se při tom narušit pod ním ležící černý plášť. Následně se pomocí nástroje HVI-strip (obrázek 5.2.4.12) jednoduše a bezpečně odstraní vnější plášť i PE izolace v délce cca 35 mm. Měděný vodič pod izolací se při použití nástroje HVI-strip nepoškodí.

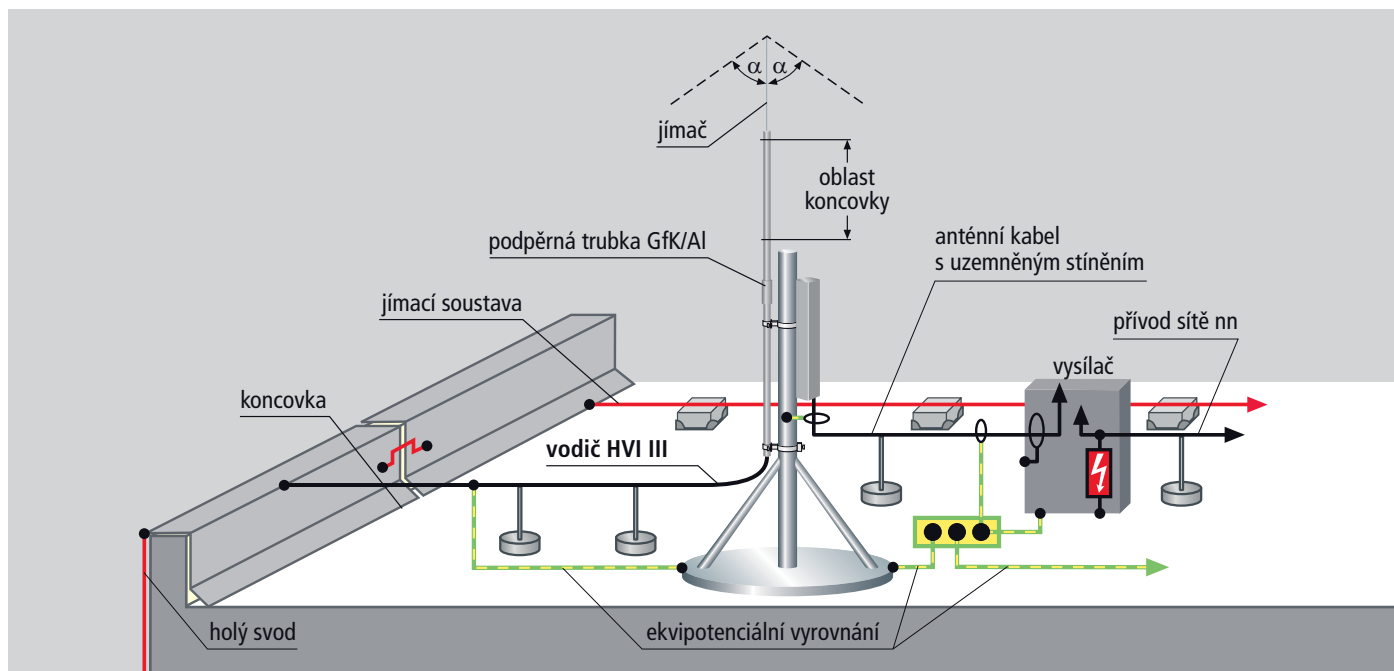
Poté je vedení ukončeno násuvným připojovacím prvkem. Připojovací prvek se zafixuje dvěma pojistnými šrouby. Tím je zároveň zaručen spolehlivý elektrický kontakt. V posledním kroku je třeba přes připojovací prvek přetáhnout izolaci s vnitřním lepidlem a za použití horkovzdušné pistole spoj utěsnit. To dává sestavě dodatečnou mechanickou ochranu a utěšňuje koncovku vedení proti pronikání vlhkosti. Tím je zamezeno korozi vnitřního měděného vodiče.



Obrázek 5.2.4.11 Oblast koncovky



Obrázek 5.2.4.12 Nástroj HVI-strip pro stažení izolace



Obrázek 5.2.4.13 Integrace antény do stávajícího hromosvodu použitím vodiče HVI

Montáž přípojovacího prvku PA (potenciálového vyrovnání)

Přípojovací prvky potenciálového vyrovnání se montují podle varianty vodiče HVI a instalačních podmínek při zohlednění délky oblasti koncovky v závislosti na dostatečné vzdálenosti. Podrobnější údaje jsou uvedeny v montážních návodech.

U šedivého vodiče HVI je třeba odstranit přídavný šedivý plášť, aby bylo možné kontaktovat pod ním ležící polovodivý plášť. Poté je možno namontovat přípojovací prvek PA.

Použití HVI při ochraně střešních nástaveb

Kovové a elektrické střešní nástavby vyčnívají z roviny střechy a představují místa exponovaná úderům blesku. Vodivým spojením s potrubním vedením, vzduchotechnickými kanály a elektrickými vedeními dovnitř budovy i zde vzniká nebezpečí zavlečení části bleskových proudů.

Proniknutí dílčích bleskových proudů do budovy se zabrání tím, že oddálená jímací soustava je připojena izolovanými svody. Celé

elektrické/kovové zařízení vyčnívající nad rovinu střechy je při tom v ochranném prostoru. Bleskový proud je veden kolem chráněné nástavby a rozptýlen v zemnicí soustavě.

Instalace vodiče HVI ve fasádách

Často je kladen zvláštní požadavek na opticky nenápadné navázání svodu při dodržení dostatečné vzdálenosti s. Dříve to bylo realizováno kulatým vodičem upevněným na distančních podpěrách DEHNiso. Tento horizontální odstup je však často neakceptovatelný, jakkoli byl technicky nutný.

Pomocí vodiče HVI je možná pokládka svodu přímo na fasádu nebo její integrace do fasády. Izolovaným svodem tím vznikají jiné možnosti architektonického utváření. Funkčnost a design se mohou spojit v jedno, čímž se tato inovativní technologie stává důležitým aspektem moderního stavitelství. Při použití vodiče HVI je možné jednoduché svedení bleskového proudu do zemniče, aniž by při tom bylo nutno zohledňovat odstup od kovových a elektrických součástí stavby.

Použití HVI u vysílací a přijímací techniky

Základnové stanice mobilní telefonní sítě jsou hojně instalovány na hostitelských budovách. Mezi provozovatelem mobilní sítě a vlastníkem budovy bývá zpravidla ujednáno, že zřízením základnového zařízení nesmí být budova ohrožována.

Ve vztahu k ochraně před bleskem to znamená zejména, že při zásahu blesku do nosné konstrukce nesmí být do budovy zavlečen ani dílčí bleskový proud. Ten by uvnitř budovy ohrožoval elektrická a elektronická zařízení.

Z tohoto důvodu musí být nosná anténní konstrukce vybavena oddáleným jímačem v kombinaci s izolovaným svodem (viz **obrázek 5.2.4.13**). Tímto nástavcem upevněným přímo na nosnou trubku antény jsou minimalizovány plochy vystavené větru (vodič HVI v podpěrné trubce) a tím i přídavné mechanické namáhání nosné trubky antény (viz **obrázek 5.2.4.14**).

Použití vodiče HVI na doškových střechách

Doškové a šindelové střechy představují kvůli specifické požární záteži obzvláštní výzvu pro instalaci hromosvodu. Kvůli použití těchto snadno zápalných materiálů platí zejména u těchto objektů pravidlo dodržovat dostatečné vzdálenosti. Vodič HVI je možno aplikovat i u měkkých střech. Izolovaným vedením bleskového proudu až k zemnicí soustavě se zabrání nekontrolovaným přeskokům na instalaci. Navíc je tímto řešením vyhověno i architektonickým požadavkům.



Obrázek 5.2.4.14 Montáž vodiče HVI na nosné trubce antény

Použití vodiče HVI u budov ohrožených výbuchem

Zásahy blesku do staveb a do jejich blízkosti, stejně jako do přivedených inženýrských sítí nebo do jejich blízkosti, mohou způsobit škody na stavbě nebo na osobách a zařízení uvnitř. To může působit a mít vliv i na blízké okolí. Při zacházení s hořlavými látkami jako plyny, parami, mlhami nebo prachy, jejichž směs se vzduchem tvoří hořlavou atmosféru a při zdroji iniciace může vést k výbuchu, vzniká zvýšené riziko. Z pohledu ochrany před bleskem jsou zde nezbytné informace, které teprve pak umožní odbornou instalaci ochranných systémů.

Zaměstnavatel má podle NV 406/2004 Sb. povinnost vypracovat dokumentaci o ochraně před výbuchem. V ní jsou posouzena potenciální nebezpečí z důvodu existence a šíření výbušných atmosfér a stanoven plán výbuchových zón. Rozeznáváme tyto výbuchové zóny (Ex-zóny):

- Zóna 0: Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často.
- Zóna 1: Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy pravděpodobný.
- Zóna 2: Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené směsí vzduchu s hořlavými látkami ve formě plynu, páry nebo mlhy není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek.
- Zóna 20: Prostor, ve kterém je výbušná atmosféra tvořená oblakem zviřeného hořlavého prachu ve vzduchu přítomna trvale nebo po dlouhou dobu nebo často.
- Zóna 21: Prostor, ve kterém je občasný vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zviřeného hořlavého prachu ve vzduchu pravděpodobný.
- Zóna 22: Prostor, ve kterém vznik výbušné atmosféry tvořené oblakem zviřeného hořlavého prachu ve vzduchu není pravděpodobný, a pokud výbušná atmosféra vznikne, bude přítomna pouze výjimečně a pouze po krátký časový úsek.

Rozdělení každé takové stavby na Ex-zóny zahrnuje identifikaci možných zdrojů iniciace výbuchu. V normě ČSN EN 1127-1 je mj. uveden úder blesku jako zdroj iniciace ve výbušné atmosféře. Když blesk udeří do výbušné atmosféry, vždy ji zažehne. Z místa zásahu blesku odtékají vysoké proudy, které na své dráze mohou vyvolat jiskření. Následné zdroje iniciace mohou vzniknout:

- ➔ roztavením v místě zásahu,
- ➔ ohřevem cesty odvádějící proud,
- ➔ nekontrolovanými přeskoky při nedodržení dostatečné vzdálenosti,
- ➔ napětími indukovanými do kabelů a vedení,
- ➔ úderů do vedení, která jsou zavedena do prostor s nebezpečím výbuchu.

Jestliže jsou systémy ochrany před bleskem instalovány na nebo do budovy, v níž jsou definovány Ex-zóny, musí tyto systémy odpovídat požadavkům dotyčných zón. Potřebné vymezení zón je obsaženo v dokumentaci o ochraně před výbuchem podle bezpečnostních předpisů. U provozů s Ex-zónami 2 a 22 je třeba počítat s přítomností výbušné atmosféry jen vzácně, za nepředvídaných okolností. Současný výskyt stavu „přítomnost výbušné atmosféry“ se zdrojem iniciace – bleskem je nanejvýš vzácný. Proto je zásah blesku (do jímací soustavy) v těchto zónách přípustný. Přesto však jsou nekontrolované přeskoky při nedodržení dostatečné vzdálenosti, stejně jako oteplení cest odvádění bleskového proudu, ve všech Ex-zónách neakceptovatelné, tedy nepřipustné.

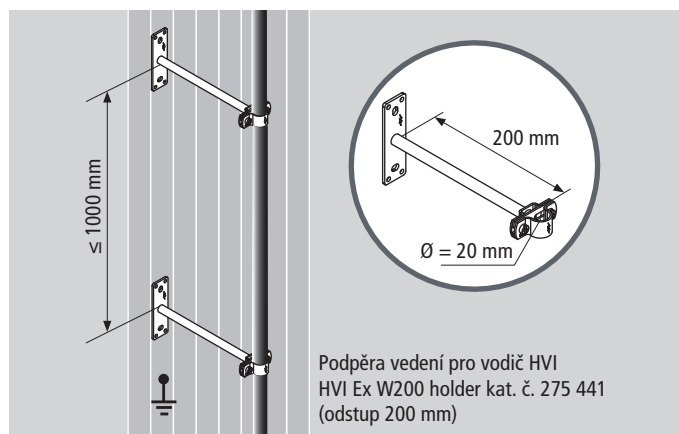
Přeskokům a tím i nebezpečnému jiskření se v prostorách s nebezpečím výbuchu zabránil elektrickou izolací hromosvodu od vodivých částí budovy a od elektrických vedení v budově.



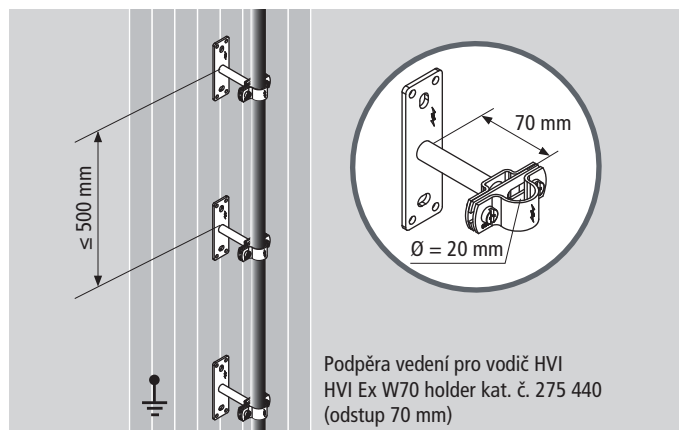
Obrázek 5.2.4.15 Montáž vodiče HVI na tlakové plynové stanici

Použitím vodiče HVI je možno splnit požadavek na dodržení dostatečné vzdálenosti a rovněž zamezit nepřipustnému oteplení tras odvádějících bleskové proudy. Vysokonapěťovým izolovaným svodem je bleskový proud odváděn přímo k zemi, aniž by došlo k přeskoku. Vodič HVI může být při tom instalován přímo vedle kovových částí konstrukce stavby nebo elektrotechnických systémů (viz **obrázek 5.2.4.15**).

Při průtoku bleskového proudu vodičem HVI vzniká, z důvodu slabého kapacitního posuvného proudu do vzdálených zemniců, na vnějším polovodivém plášti určitý potenciál. Tento potenciál je tím menší, čím kratší je rozestup mezi speciálními podpěrami vedení (s ekvipotenciálním pospojením) na polovodivém plášti. Při dodržení těchto instalačních předpisů pro pokládku v Ex-zónách 1 a 2 nebo 21 a 22 je bezpečně zabráněno vzniku výbojů (jiskření) při průchodu bleskového proudu vodičem HVI. Co však není potlačeno, je působení elektromagnetického bleskového impulsu. Na **obrázcích 5.2.4.16 a 5.2.4.17** jsou uvedeny dva příklady variant pokládky.



Obrázek 5.2.4.16 Ex-varianta 1, kovová fasáda



Obrázek 5.2.4.17 Ex-varianta 2, kovová fasáda

Použití vodiče HVI u bioplynových stanic

Při projektování ochrany bioplynových zařízení před bleskem musí být koncepce ochrany komplexní. Výzvou je zde především ochrana fermentorů, postfermentorů a nádrží na digestát. Zpravidla se zde jedná o válcovité zásobníky o velkém průměru. Uzávěr fermentoru je zpravidla kupolovitá membrána z gumovitého materiálu. Z důvodu průměru i výšky fermentoru s membránou je pro ochranu celého zásobníku před přímým zásahem nutno zřizovat velmi vysoké jímače. Alternativou k teleskopickým jímačům, vztyčovaným vedle fermentoru na odpovídajících základech, je možno také instalovat jímače s vodičem HVI přímo na fermentor (viz **obrázek 5.2.3.18**). Tyto jímače s integrovaným vodičem HVI mohou být montovány až do volné délky $\leq 8,5$ m. Jímací stožár může být osazen jedním nebo dvěma vodiči HVI. Počet svodů závisí na efektivní délce svodu a na dostatečné vzdálenosti. Jelikož jsou v daném případě vodiče HVI pokládány v Ex-zónách, je nutné přidavné napojení vnějšího pláště druhého vodiče na potenciálové vyrovnání v odstupu ≤ 1000 mm. Další informace je možno najít v příslušném montážním návodu.



Obrázek 5.2.4.18 Ochrana fermentoru s vodičem HVI

5.3 Materiály a minimální rozměry jímačů a svodů

V **tabulce 5.3.1** jsou uvedeny minimální průřezy, tvary a materiály jímačů.

Tyto požadavky vyplývají z elektrické vodivosti materiálů pro vedení bleskového proudu (oteplení) a z mechanického namáhání při jejich použití.

Při použití kulatého drátu o $\varnothing 8$ mm jako jímače je povolena volná výška max. 0,5 m. Omezení volné výšky při použití kulatého drátu $\varnothing 10$ mm je 1 m.

Poznámka: Podle tabulky 8 ČSN EN 62305-3 je pro propojení mezi dvěma sběrnici ekvipotenciálového vyrovnání vyžadován průřez min. 16 mm^2 Cu.

Při zkouškách s měděným vodičem v PVC izolaci a rázovým proudem 100 kA (10/350 μs) bylo zjištěno oteplení o 56 K. Proto je možno např. vodič NYY 1 x 16 mm^2 Cu použít jako svod nebo jako nadzemní i podzemní propojovací vedení. To je již po desetiletí obvyklá instalační praxe, např. při instalaci svodů pod fasádou.

5.4 Montážní rozměry jímačů a svodů

V praxi se osvědčily následující rozměry (viz **obrázek 5.4.1**) a jsou v první řadě určeny mechanickými silami, které na prvky vnějšího hromosvodu působí.

Tyto mechanické síly vznikají částečně elektrodynamickými silami při průtoku bleskového proudu, ale hlavně tlakovými a tahovými silami např. při teplotních změnách délky nebo zátěži větrem či sněhem. Údaj o max. rozestupu mezi podpěrami vedení 1,2 m se vztahuje především na pozinkovanou ocel (relativně tuhou). Při použití hliníku se v praxi ustavily rozestupy max. 1 m.

Materiál	Tvar	Minimální průřez v [mm^2]
měď, pocínovaná měď	masivní pásek	50
	masivní kulatina ^{b)}	50
	lano ^{b)}	50
	masivní kulatina ^{c)}	176
hliník	masivní pásek	70
	masivní kulatina	50
	lano	50
hliníková slitina	masivní pásek	50
	masivní kulatina	50
	lano	50
	masivní kulatina	176
poměděná hliníková slitina	masivní kulatina	50
žárově zinkovaná ocel	masivní pásek	50
	masivní kulatina	50
	lano	50
	masivní kulatina ^{c)}	176
poměděná ocel	masivní kulatina	50
	masivní pásek	50
nerezová ocel	masivní pásek ^{d)}	50
	masivní kulatina ^{d)}	50
	lano	50
	masivní kulatina ^{c)}	176

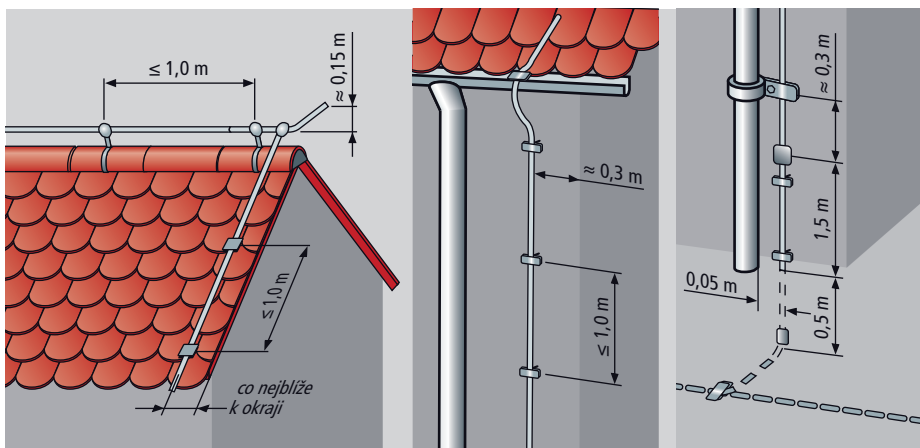
^{a)} Mechanické a elektrické vlastnosti stejně jako korozní odolnost musí odpovídat požadavkům řady ČSN EN 50164.

^{b)} V určitých aplikacích, kde není důležitá mechanická pevnost, lze průřez 50 mm^2 (průměr 8 mm) snížit na 25 mm^2 . Při tom je třeba dát pozor na zkrácení rozestupů mezi upevňovacími prvky.

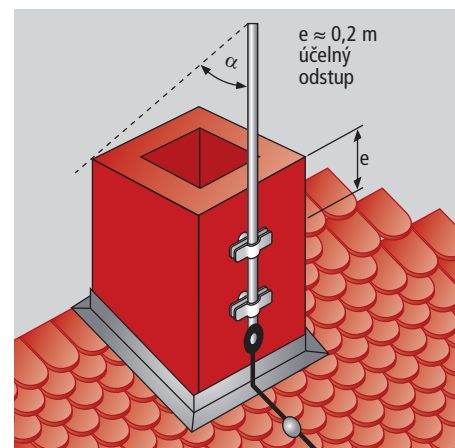
^{c)} Použitelné pro jímací tyče a zaváděcí tyče. Pro aplikace, kde není kritické mechanické namáhání např. větrem, lze použít max. 1 m dlouhou jímací tyč o průměru 9,5 mm.

^{d)} Pokud jsou důležité tepelné a mechanické požadavky, mohou být tyto míry zvýšeny na 75 mm^2 .

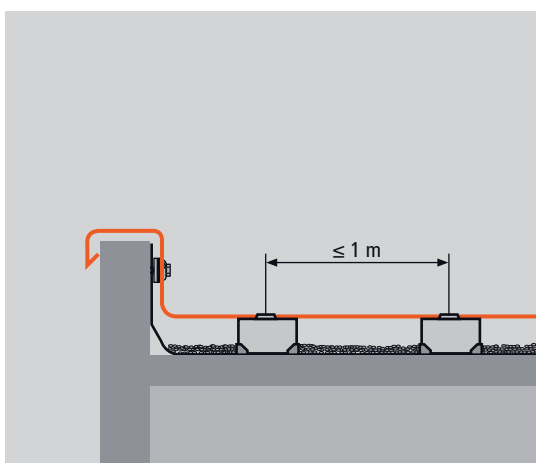
Tabulka 5.3.1 Materiály, tvary a minimální průřezy jímačů, jímacích tyčí, zaváděcích tyčí a svodů ^{a)} dle Tabulky 6 normy ČSN EN 62305-3



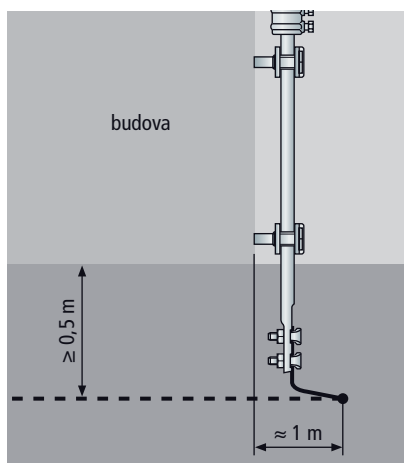
Obrázek 5.4.1 Příklad detailů vnějšího hromosvodu na budově se šikmou střechou a taškami



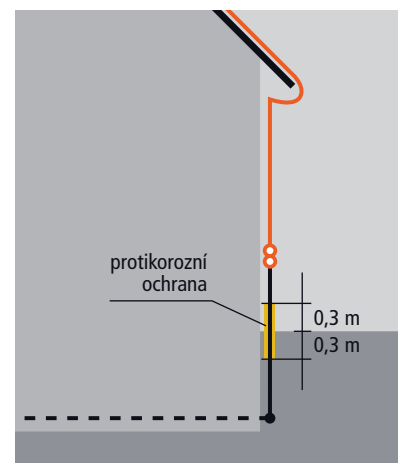
Obrázek 5.4.2 Jímací tyč pro komín



Obrázek 5.4.3 Aplikace na ploché střeše



Obrázek 5.4.4 Rozměry pro obvodový zemnič



Obrázek 5.4.5 Místa ohrožená korozí

V normě ČSN EN 62305-3 jsou pro vnější hromosvod doporučeny následující rozměry podle **obrázků 5.4.1 a 5.4.2**. Pokud je to možné, měla by být při instalaci svodů dodržena dostatečná vzdálenost s od oken, dveří a jiných otvorů.

Obrázek 5.4.3 ukazuje aplikaci na ploché střeše.

Další důležité montážní rozměry jsou zobrazeny na **obrázcích 5.4.3 až 5.4.5**.

Povrchové zemniče (např. obvodový zemnič) kolem budovy se kladou do hloubky > 0,5 m s odstupem cca 1 m od budovy (**obrázek 5.4.4**).

U průchodu do země nebo přípojů na základový (či obvodový) zemnič je třeba dbát na protikorozní ochranu. Je třeba provést opatření jako nanesení protikorozní ochranné vrstvy nebo použití vodiče opláštěného PVC, a to min. 0,3 m nad a pod terénem (vstupem do země), (viz **obrázek 5.4.5**). V mnoha případech je jednodušší variantou použití nerezového pásku (V4A).

Dále je třeba opatřit protikorozní ochranou připojovací pásové vývody pro potenciálové vyrovnání uvnitř budovy ve vlhkých či mokrých prostorách.

Za předpokladu, že není třeba zohlednit žádné obzvlášť agresivní vlivy prostředí, osvědčily se pro jímací soustavu a svody navzájem i vůči konstrukcím materiálové kombinace podle **tabulky 5.4.1**. Jedná se při tom o zkušenosti z praxe.

5.4.1 Délkové změny kovových vodičů

V praxi jsou často podceňovány teplotní změny délek jímáčů a svodů. V dřívějších předpisech a ustanoveních byl často paušálně doporučen dilatační prvek po každých 20 m. Toto ustanovení se vztahovalo na dříve obvyklé a výlučné použití ocelových drátů. Vyšší hodnoty roztažnosti ušlechtilé oceli, mědi a především hliníku nebyly zohledněny.

Na střeše a u ní je v průběhu roku nutno počítat se změnami teploty o 100 K. Tím vyvolané změny délky jsou pro různé materiály kovových drátů uvedeny v **tabulce 5.4.1.1**. Markantní je, že teplotní roztažnosti oceli a hliníku se liší faktorem cca 2.

Pro praxi, zde tedy pro instalaci dilatačních prvků, vyplývají pokyny uvedené v **tabulce 5.4.1.2**.

	ocel (pozink.)	hliník	měď	nerez (V4A)	titan	čín
ocel (pozink.)	ano	ano	ne	ano	ano	ano
hliník	ano	ano	ne	ano	ano	ano
měď	ne	ne	ano	ano	ne	ano
nerez (V4A)	ano	ano	ano	ano	ano	ano
titan	ano	ano	ne	ano	ano	ano
čín	ano	ano	ano	ano	ano	ano

Tabulka 5.4.1 Materiálové kombinace

Materiál	Koeficient délkové roztažnosti α $\frac{1}{10^6} \cdot \frac{1}{K}$	ΔL vzorec pro výpočet: $\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$ předpokládaná teplotní změna na střeše: $\Delta T = 100 K$
ocel	11,5	$\Delta L = 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \cdot 1m \cdot 100K = 0,115cm \approx 1,1 \frac{mm}{m}$
ušlechtilá ocel	16	$\Delta L = 16 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \cdot 1m \cdot 100K = 0,16cm \approx 1,6 \frac{mm}{m}$
měď	17	$\Delta L = 17 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \cdot 1m \cdot 100K = 0,17cm \approx 1,7 \frac{mm}{m}$
hliník	23,5	$\Delta L = 23,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{K} \cdot 1m \cdot 100K = 0,235cm \approx 2,3 \frac{mm}{m}$

Tabulka 5.4.1.1 Výpočet teplotní změny délky ΔL kovových drátů v hromosvodu

Materiál	Podklad pod upevněním jímacího vedení či svodu		Rozstup dilatačních prvků v m
	měkký, např. plochá střecha s bitumenovými či umělohmotnými pásy	tvrdý, např. střešní tašky či zdivo	
ocel	•		≈ 15
		•	≤ 20
ušlechtilá ocel/ měď	•		≈ 10
		•	≤ 15
hliník	•		≤ 10
		•	≤ 10

Použití dilatačních prvků, jestliže není k dispozici žádné jiné vyrovnání délek.

Tabulka 5.4.1.2 Dilatační prvky v hromosvodu – doporučené použití

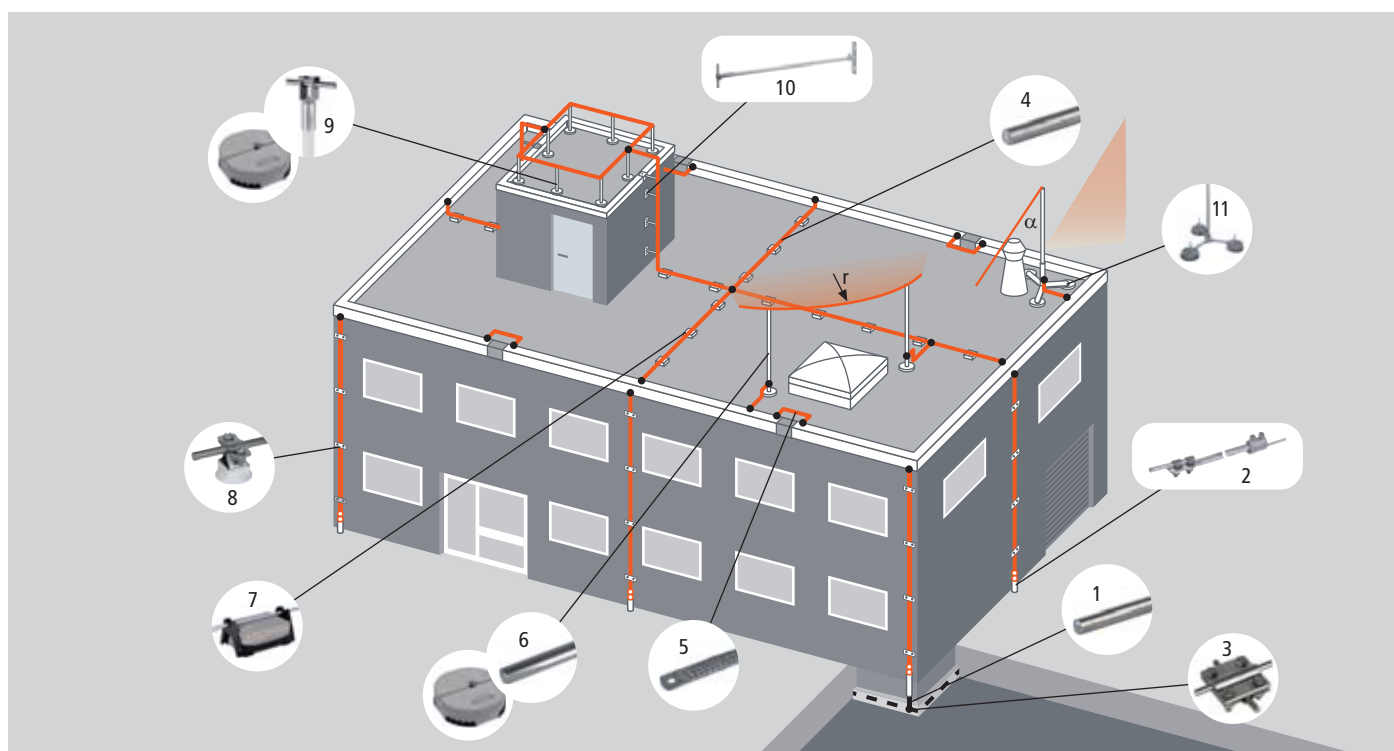


Obrázek 5.4.1.1 Jímací soustava – dilatační prvek s propojovacím páskem

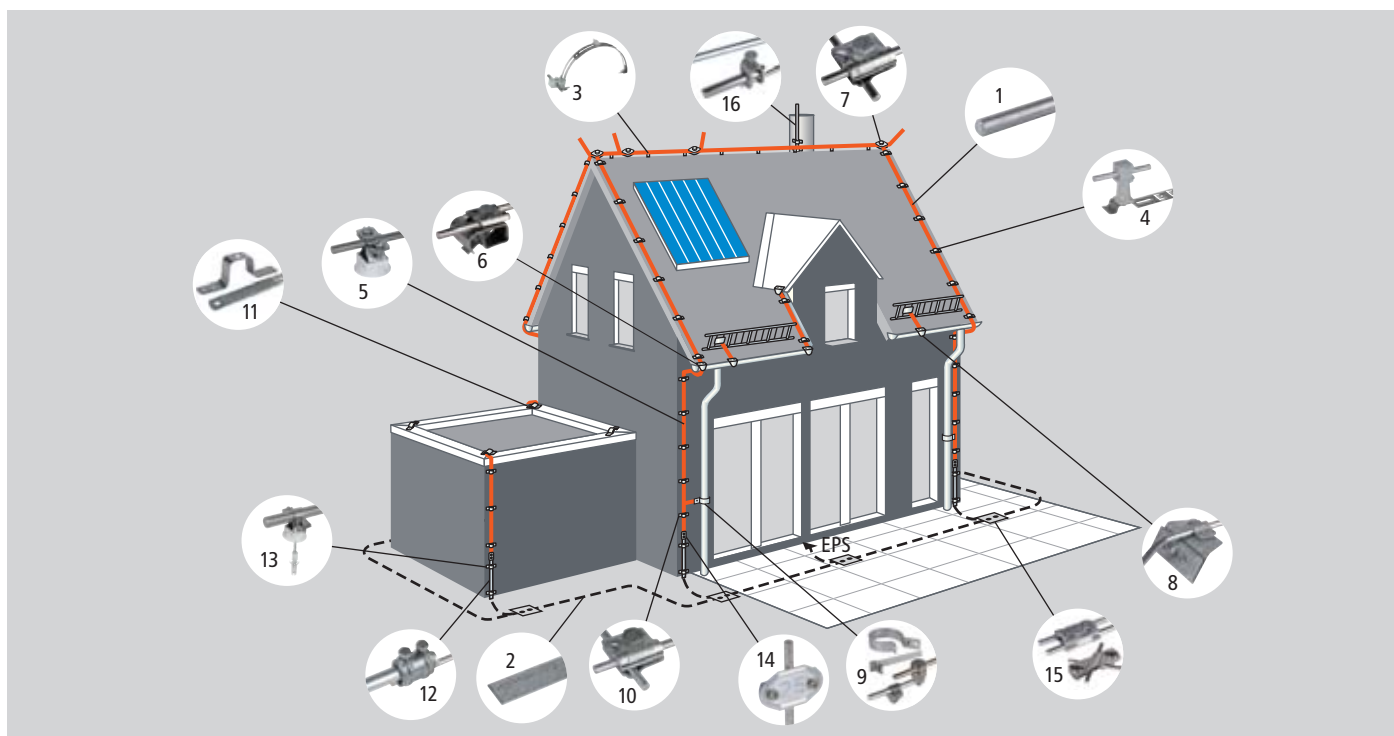
Při použití dilatačních prvků je třeba dbát na to, aby byly ohebné. Vytvarování kovového drátu do tvaru S nestačí, protože tyto na místě ručně vytvořené „dilatační prvky“ nejsou dostatečně ohebné.

Při napojování jímacích soustav např. na obvodové kovové atiky na okrajích střech by se mělo dbát na ohebné připojení pomocí vhodných dílců nebo jiných opatření. Jestliže toto napojení není flexibilní, vzniká nebezpečí poškození kovového krytu atiky v důsledku teplotních dilatací.

Pro kompenzaci teplotních dilatací jímacích vedení je třeba použít ohebné pásy k vyrovnání délek (viz **obrázek 5.4.1.1**).



Obrázek 5.4.2.1a Vnější hromosvod průmyslového objektu



Obrázek 5.4.2.1b Vnější hromosvod rodinného domu

Č.	Popis produktu	Kat. č.
1	Drát z korozivzdorné oceli Ø 10 mm nerez (V4A)	860 010
2	Sada zaváděcí tyče/vývodu uzemnění FeZn	480 150
3	Křížová svorka nerez (V4A)	319 209
4	Drát DEHNalu AlMgSi	840 008
5	Propojovací pásek Al	377 015
6	Jímací tyč s betonovým podstavcem s klínem a podložkou AlMgSi	103 420 102 340
7	Podpěra vedení na ploché střechy	253 050
8	Podpěra vedení DEHNhold	274 160
9	Vyvýšené obvodové vedení s betonovým podstavcem s klínem a podložkou a s distanční podpěrou sklolam./nerez (V4A)	102 340 106 160
10	Distanční podpěra DEHNiso sklolaminát/nerez	106 120
11	Jímací tyč volně stojící	105 500

Tabulka 5.4.2.1a Komponenty vnějšího hromosvodu průmyslového objektu

5.4.2 Vnější hromosvod pro průmyslový objekt a pro rodinný dům

Obrázek 5.4.2.1a ukazuje provedení vnějšího hromosvodu pro průmyslový objekt a **obrázek 5.4.2.1b** pro rodinný dům se zabudovanou garáží.

Následně jsou uvedeny příklady použitelných dílů (**obrázky 5.4.2.1a a b a tabulky 5.4.2.1a a b**).

Nejsou zde zohledněna nutná opatření vnitřní ochrany před bleskem, jako např. potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem a ochrana před přepětím.

Poukazujeme zde na program držáků a podpěr DEHN DEHNhold, DEHNSnap a DEHNgrip.

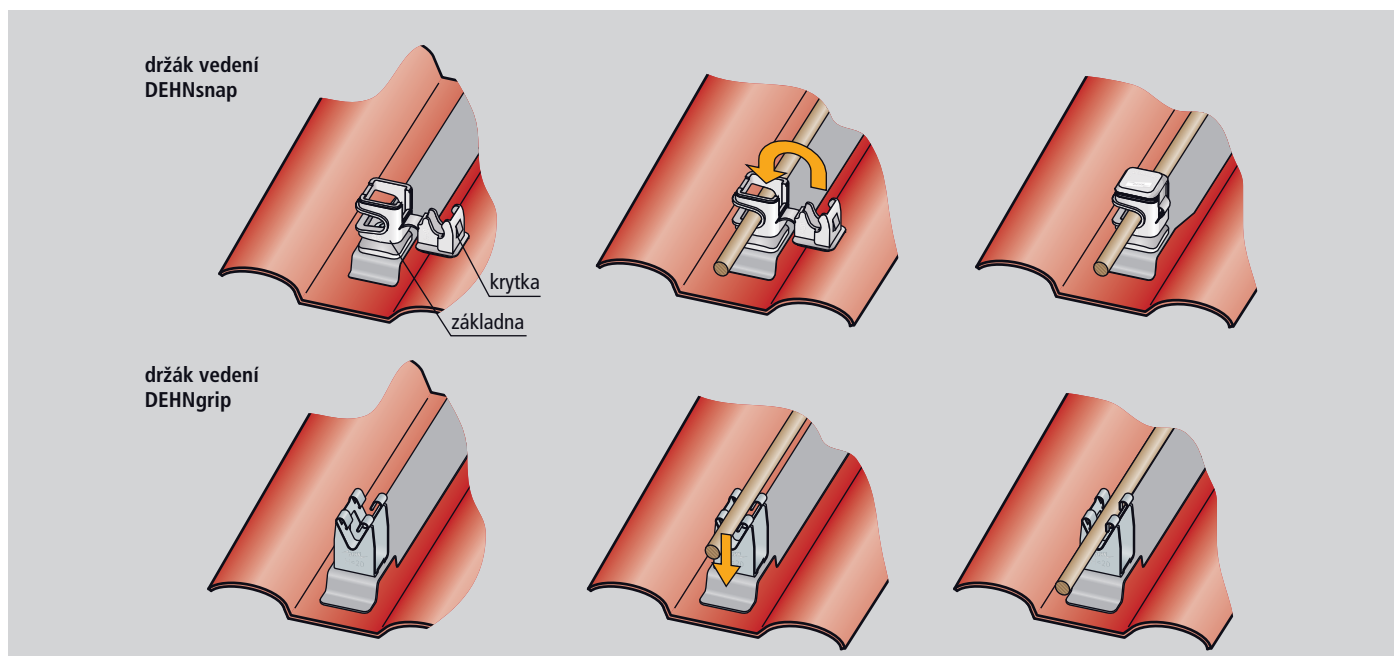
Držák vedení DEHNhold je vyroben z masivního materiálu nerez (V4A) a je použitelný pro rozličné materiály Al, nerez (V4A), FeZn a Cu.

Generace umělohmotných držáků DEHNSnap (**obrázek 5.4.2.2**) je vhodná jako základní stavební kámen (pro střechy a stěny). Vodič se v držáku zafixuje jednoduchým přihnutím víčka, přesto je však volně veden. Speciální technika západky nepůsobí žádným mechanickým namáháním na uzávěr.

DEHNgrip (**obrázek 5.4.2.2**) je systém bezšroubových držáků z materiálu nerez (V4A). Také tento systém bezšroubových držáků je vhodný pro vodiče Ø 8 mm na střeše i na stěně. Stačí jednoduché zatlačení vodiče, a vodič je zafixován v DEHNgrip (**obrázek 5.4.2.2**).

Č.	Popis produktu	Kat. č.
1	Drát Ø 8 mm – DEHNalu, polotvrdý nebo měkký	840 008 840 018
2	Pásek 30 x 3,5 mm Drát Ø 10 mm	FeZn 810 335 nerez (V4A) 860 010
3	Podpěra vedení na hřebenače	FeZn 202 020 nerez (V4A) 204 109 nerez (V4A) 204 249 nerez (V4A) 204 269 nerez (V4A) 206 109 nerez (V4A) 206 239
4	Podpěra vedení na ploché střechy	nerez (V4A) 204 149 nerez (V4A) 204 179 FeZn 202 010 FeZn 202 050 FeZn 202 080 nerez (V4A) 206 209 FeZn 206 309
5	DEHNSnap DEHNgrip Podpěra vedení DEHNhold s umělohm. podložkou Podpěra vedení na zateplené zdivo	204 006 207 009 274 150 273 740
6	Svorka na okapový žlab	FeZn 339 050 nerez (V4A) 339 059 FeZn 339 060 nerez (V4A) 339 069
7	Svorka MV	FeZn 390 050 nerez (V4A) 390 059
8	Svorka na sněhovou zábranu	FeZn 343 000
9	Objímka na okap. potrubí, nastavit. Ø 60-150 mm Objímka na okapové potrubí libovolného průřezu Svorka KS k připojení vedení Svorka KS	423 020 423 200 301 000 nerez (V4A) 301 009
10	Svorka MV	390 051
11	Propojovací lamela Propojovací pásek	Al 377 006 Al 377 015
12	Zaváděcí tyč Ø 16 mm kompletní sada	480 150 480 175
13	Podpěra tyče s umělohmotnou podložkou	274 260
14	Štítek s vyfrézovanými čísly pro označení zkušebních svorek	480 006 480 005
15	Svorka paralelní Svorka křížová Svorka SV	305 000 306 020 319 201 FeZn 308 220 nerez (V4A) 308 229
16	Jímací tyč s příkovanou patkou Jímací tyče na obou koncích zaoblené Svorka na tyč	100 100 483 100 380 020

Tabulka 5.4.2.1b Komponenty vnějšího hromosvodu rodinného domu



Obrázek 5.4.2.2 Držáky vedení DEHNSnap a DEHNgrip

5.4.3 Pracovní pokyny pro montáž podpěr střešního vedení

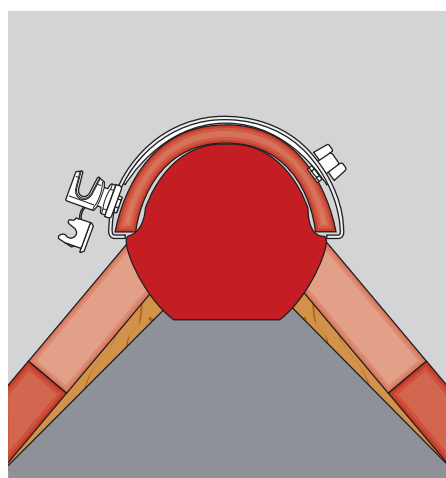
Hřebenáče

Podle rozměru hřebenáče nastavit držák vedení justovacím šroubem (obrázek 5.4.3.1).

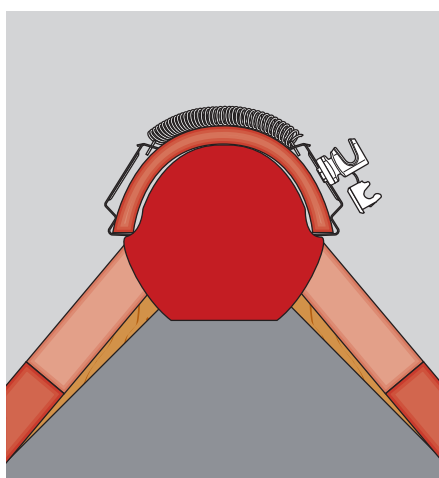
Polohu vedení je možné nastavit spojitě pomocí držáku posuvného stranově od středu až na kraj. (Povolení držáku je možné jeho otáčením nebo povolením upevňovacího šroubu.)

➔ Střešní podpora vedení SPANNsnap s umělohmotným držákem vedení DEHNSnap nebo nerezovým (V4A) DEHNgrip (obrázek 5.4.3.2). Trvalá napínací síla tažné pružiny nerez (V4A). Univerzální rozsah rozpětí 180-280 mm se stranově nastavitelným vedením vodiče Rd 8 mm.

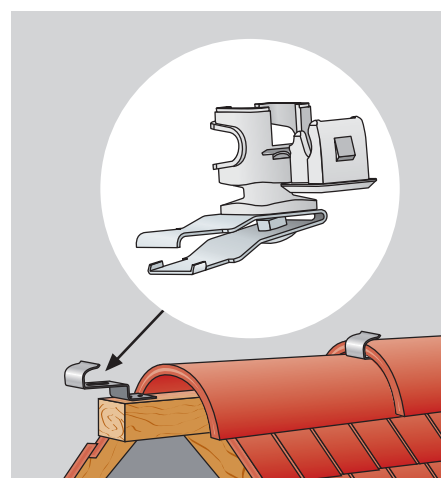
➔ Podpora vedení FIRStsnap s umělohmotným držákem vedení DEHNSnap, k nasazení na již existující hřebenové třmeny u hřebenáčů kladených na sucho (obrázek 5.4.3.3).



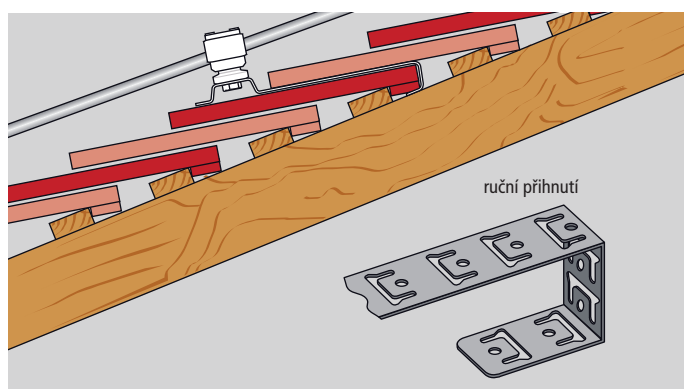
Obrázek 5.4.3.1 Podpora vedení s DEHNSnap pro hřebenáče



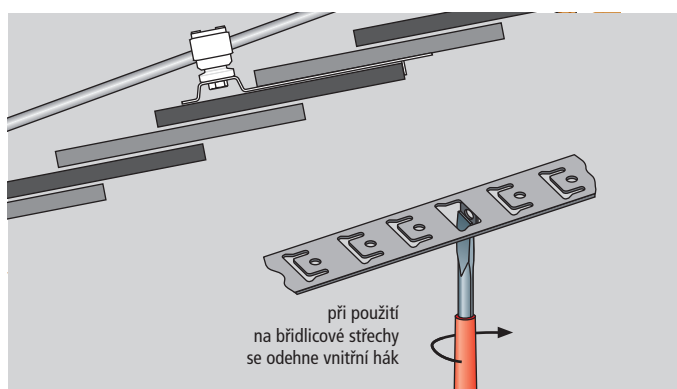
Obrázek 5.4.3.2 SPANNsnap s plastovým držákem vedení DEHNSnap



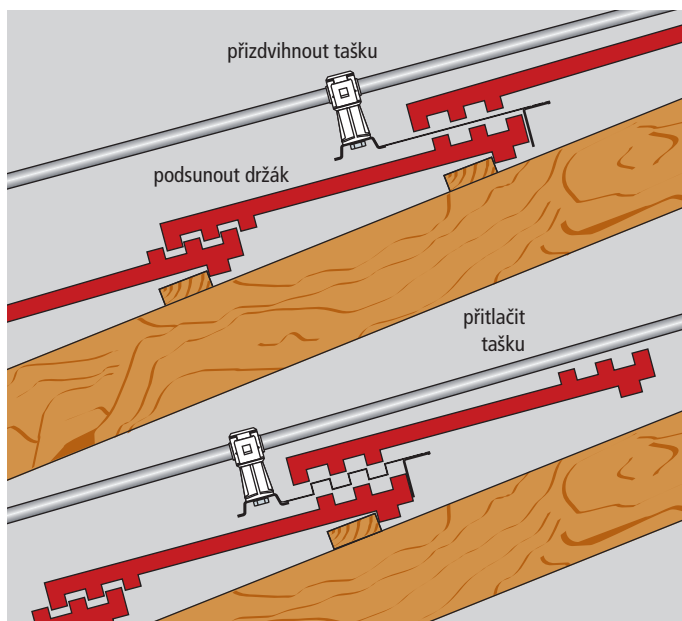
Obrázek 5.4.3.3 FIRStsnap pro nasazení na existující třmeny hřebenáčů



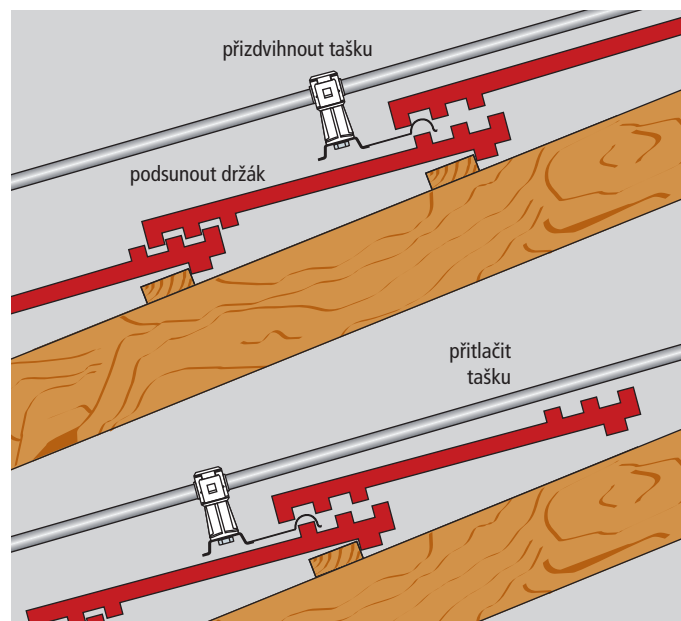
Obrázek 5.4.3.4 Střešní podpora vedení UNISnap s prolisovanou vzpěrou – použití na taškách esovkách a na plochých taškách (např. bobrovky)



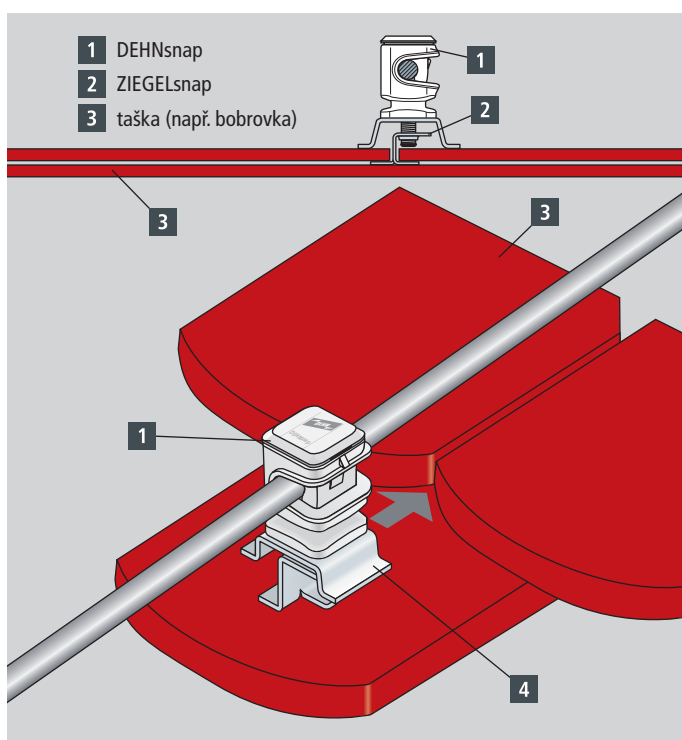
Obrázek 5.4.3.5 Střešní podpora vedení UNISnap s prolisovanou vzpěrou – použití na břidlicových střeších



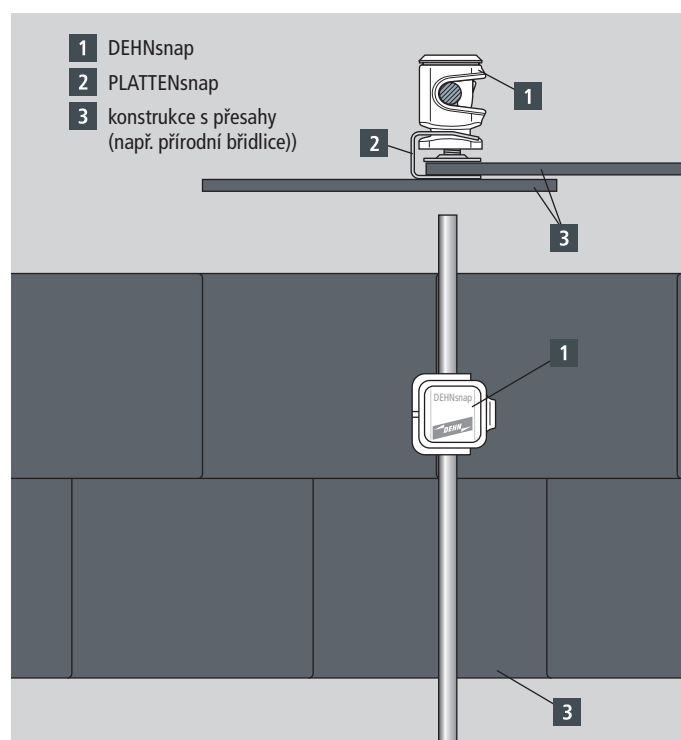
Obrázek 5.4.3.6 Podpěra vedení FLEXIsnap k přímému vytvarování podle drážek



Obrázek 5.4.3.7 Podpěra vedení k zavěšení za dolní drážku tašky



Obrázek 5.4.3.8 ZIEGELsnap k upevnění mezi ploché tašky nebo desky



Obrázek 5.4.3.9 PLATTENsnap pro překrývající se konstrukce

Podpěry vedení FIRSTsnap se nasazují na třmeny hřebenačů usazovaných při výstavbě na sucho, a utahují se rukou (otáčet pouze držákem DEHNSnap).

Tašky ploché, esovky

Střešní podpěra vedení UNIsnap se vzpěrou s prolisy se používá na ploše střechy. Po ručním přihnutí se podpěra vedení zavěsí za střešní tašku (obrázek 5.4.3.4).

Břidlicové střechy

Při použití na břidlicové střechy se odehne vnitřní hák (obrázek 5.4.3.5) nebo se použije podpěra s přidavnou přitlačnou čelistí (kat. č. 204 089).

Tašky falcovky

➔ Podpěra střešního vedení FLEXIsnap pro tašky s drážkami, pro přímé vytvarování podle drážek (obrázek 5.4.3.6). Ohebná

nerozová (V4A) vzpěra se zasune mezi drážkované tašky. Zatláčením na horní tašku se vzpěra vytvaruje a přizpůsobí se drážkám. Tím drží pevně pod taškou.

➔ Podpěra střešního vedení (kat. č. 204 229) s vytvarovanou vzpěrou k zavěšení na spodní drážku u taškových střech (obrázek 5.4.3.7).

Ploché tašky nebo desky

Podpěra ZIEGELsnap s držákem DEHNSnap na přitlačné svěrcce (obrázek 5.4.3.8) se zasune mezi ploché tašky (např. bobrovky) nebo desky a ručně se utáhne (otáčet pouze držákem DEHNSnap).

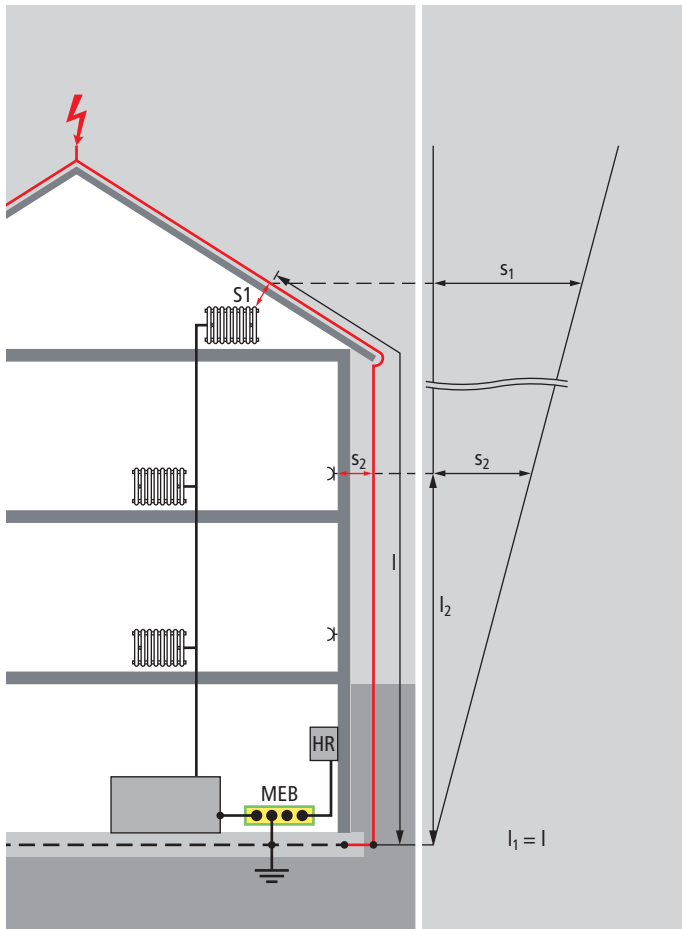
Překrývající se konstrukce

Držák vedení DEHNSnap (obrázek 5.4.3.9) se svěrkou s třmínkem se u konstrukci s přesahy (např. ploché desky nebo břidlice) nasune ze strany a při otevřeném držáku se utáhne šroubovákem. DEHNSnap se může u šikmo kladených desek také natočit tak, aby bylo možné svislé vedení vodiče.

5.6 Elektrická izolace vnějšího hromosvodu – dostatečná vzdálenost

Nebezpečí nekontrolovaného přeskoku mezi díly vnějšího hromosvodu a kovovými instalacemi nebo elektrickými zařízeními vzniká tehdy, jestliže odstup mezi jímačem či svodem na jedné straně a kovovými či elektrickými instalacemi na straně druhé není uvnitř chráněné budovy dostatečný.

Kovové instalace, např. vodovod, klimatizační vedení či elektrorozvody vytvářejí v budově indukční smyčky, do kterých je indukováno rázové napětí v důsledku rychlých změn magnetického pole bleskového proudu. Je třeba zamezit tomu, aby tyto napěťové rázy vedly k nekontrolovaným přeskokům, což by eventuálně mohlo způsobit požár. Přeskok např. na elektrické vedení může způsobit enormní škody na elektroinstalaci a na připojených spotřebičích. Na **obrázku 5.6.1** je znázorněn princip dostatečné vzdálenosti.



Obrázek 5.6.1 Zobrazení principu - dostatečná vzdálenost

Vzorec pro výpočet dostatečné vzdálenosti s je pro praktika často obtížně zvladatelný:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} \cdot l \quad [m]$$

kde

- k_i závisí na zvolené třídě LPS (induktivní faktor),
- k_c závisí na geometrickém uspořádání (proudový rozdělovací koeficient),
- k_m závisí na materiálu okolí (materiálový faktor) a
- l [m] je délka měřená podél jímače či svodem od místa, kde má být určena dostatečná vzdálenost, až k nejbližšímu bodu vyrovnání potenciálů.

Koeficient k_i

Koeficient k_i pro aktuální třídu ochrany reprezentuje ohrožující strmost nárůstu proudu. Závisí na třídě LPS a je stanoven v ČSN EN 62305-3 v tabulce 10 (viz zde **tabulka 5.6.1**).

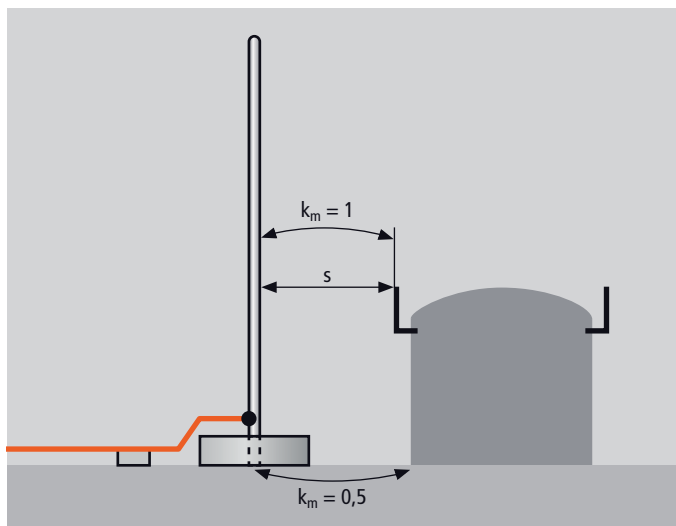
Třída ochrany LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III a IV	0,04

Tabulka 5.6.1 Koeficient indukce k_i

Materiálový faktor k_m

Materiálový faktor k_m zohledňuje izolační vlastnosti okolí. Pro elektroizolační vlastnosti vzduchu je stanoven koeficient 1. Všechny ostatní tuhé materiály používané ve stavebnictví (zdivo, dřevo atd.) mají o polovinu horší elektroizolační vlastnost než vzduch. Toto je třeba rozlišovat i při instalované jímací tyči na ploše střechy. Jak je znázorněno na **obrázku 5.6.2**, je mezi patou jímače a střešní nástavbou pevný materiál ($k_m = 0,5$), zatímco mezi horní hranou nástavby a jímací tyčí je izolační dráha vzduchová ($k_m = 1$).

Další materiálové faktory kromě k_m 0,5 a 1 nejsou normativně stanoveny. Odlišné hodnoty musí být technicky nebo výpočtem zdůvodněny. Pro používaný materiál GFK (umělá hmota zpevněná skelným vláknem) je u výrobků DEHN pro oddálené hromosvody (DEHNiso-distanční držák, DEHNiso-Combi) specifikován faktor 0,7. Tento faktor může být, tak jako ostatní materiálové faktory, použit ve výpočtu.



Obrázek 5.6.2 Materiálové faktory při jímací tyči na ploché střeše

U vícevrstvé konstrukce zdiva je možno faktor k_m stanovit výpočtem. Do něj vstupují tloušťky materiálových vrstev a elektroizolační vlastnosti materiálů (viz **obrázek 5.6.3**). Vzorec pro výpočet koeficientu $k_{m \text{ celk.}}$ pak zní:

$$k_{m \text{ celk.}} = \frac{(l_1 \cdot k_{m1} + l_2 \cdot k_{m2} \dots + l_x \cdot k_{mx})}{l_g}$$

kde

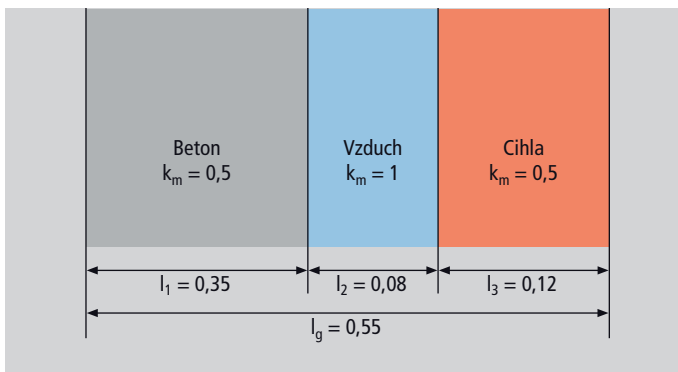
- $k_{m \text{ celk.}}$ je celkový materiálový koeficient,
- $l_1, l_2 \dots l_x$ tloušťky jednotlivých materiálů,
- l_g celková tloušťka materiálu,
- $k_{m1}, k_{m2} \dots k_{mx}$ definují izolační vlastnosti jednotlivých materiálů.

Při skladbě stěny dle **obrázku 5.6.3** se materiálový koeficient $k_{m \text{ celk.}}$ vypočte takto:

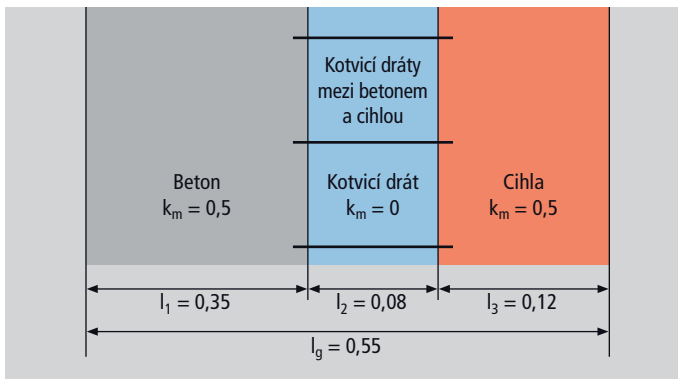
$$k_{m \text{ celk.}} = \frac{(0,35 \text{ m} \cdot 0,5 + 0,08 \text{ m} \cdot 1 + 0,12 \text{ m} \cdot 0,5)}{0,55 \text{ m}}$$

$$k_{m \text{ celk.}} = 0,573$$

Při vícevrstvých konstrukcích zdiva se však většinou používají propojovací prvky mezi vrstvami materiálů (např. beton, cihly, tepelně izolační spojovací prvky) (**obrázek 5.6.4**). Tím není možno vycházet



Obrázek 5.6.3 k_m při různých materiálech se vzduchovou dráhou výboje



Obrázek 5.6.4 k_m při různých materiálech bez vzduchové dráhy výboje

ze vzduchové dráhy mezi oběma materiály. Celkový materiálový koeficient pro takovou konstelaci je odpovídajícím způsobem nižší:

$$k_{m\text{ celk.}} = \frac{(0,35\text{ m} \cdot 0,5 + 0,08\text{ m} \cdot 0 + 0,12\text{ m} \cdot 0,5)}{0,55\text{ m}}$$

$$k_{m\text{ celk.}} = 0,427$$

Všeobecně se doporučuje vycházet z nejnepříznivější situace a aplikovat materiálový faktor $k_m = 0,5$.

Délka l

Délka l (viz **obrázek 5.6.1**) je reálná vzdálenost měřená podél jímacího zařízení nebo svodu od bodu, v němž má být stanovena minimální bezpečná izolační vzdálenost, až k nejbližší následující úrovni potenciálového vyrovnání (rovina nulového potenciálu) nebo k uzemnění.

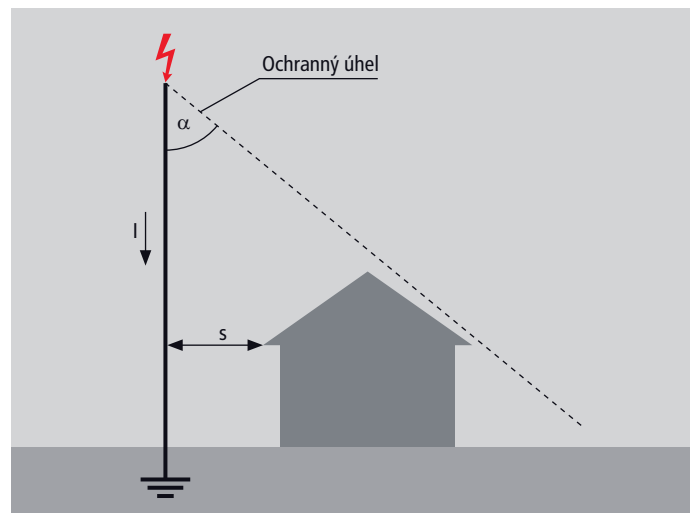
Každá budova s ekvipotenciálovým vyrovnáním pro ochranu před blesky má v blízkosti zemského povrchu ekvipotenciální plochu základového zemniče nebo uzemnění. Tato plocha je referenční rovina pro stanovení délky l.

Proudový rozdělovací koeficient k_c

Faktor k_c zohledňuje rozdělování proudu v systému svodů vnějšího hromosvodu. V normě jsou uvedeny různé vzorce pro výpočet k_c . Pro dosažení prakticky realizovatelných dostatečných vzdáleností, především u vyšších budov, je doporučena instalace obvodových vedení. Tímto zesílením je dosaženo symetrizace proudů, což se projeví zmenšením nezbytné dostatečné vzdálenosti.

Rozdíl potenciálů mezi instalacemi v budově a svody je v blízkosti země nulový. S rostoucí výškou se rozdíl potenciálů zvětšuje. Tento potenciálový trychtýř je možno si představit jako kužel postavený na špičce (**obrázek 5.6.1**). Proto je potřebná dostatečná vzdálenost na špičce budovy či na ploše střechy největší a směrem k uzemnění se zmenšuje. Může tedy být žádoucí provést výpočet odstupu od svodů několikrát, pro různé délky l.

Výpočet proudového rozdělovacího koeficientu k_c často není jednoduchý, z důvodu rozličnosti staveb.



Obrázek 5.6.5 Jímací stožár s $k_c = 1$

Proudový rozdělovací koeficient k_c jednotlivý jímač

Jestliže je např. vedle budovy vztyčen jímací stožár, teče tímto jímačem a svodem celkový bleskový proud. Koeficient k_c je tedy roven 1. Bleskový proud se zde nemůže rozdělit. Tím je často obtížné dodržet dostatečnou vzdálenost. Na **obrázku 5.6.5** se toho dá dosáhnout oddálením jímacího stožáru (např. teleskopického) od budovy.

Proudový rozdělovací koeficient k_c zjednodušený postup

Pro rychlé a jednoduché ohodnocení koeficientu k_c je možno použít hodnotu koeficientu v závislosti na počtu svodů, jak je ukázáno v **tabulce 5.6.2**. Tento zjednodušený postup je možné použít pouze tehdy, jestliže největší horizontální rozměr stavby (délka nebo šířka) není větší než čtyřnásobek její výšky.

Počet svodů n	k_c
1 (pouze při oddáleném hromosvodu)	1
2	0,66
3 a více	0,44

Tabulka 5.6.2 Proudový rozdělovací koeficient k_c zjednodušený postup

Hodnoty koeficientu k_c platí pro zemnič typu B. U zemničů typu A, jejichž zemní odpor sousedních zemních elektrod (hloubkové zemniče) se neliší navzájem více než faktorem 2, je možno tyto hodnoty k_c použít rovněž. Pokud se však zemní odpory jednotlivých zemničů liší více než dvojnásobně, měla by být použita hodnota $k_c = 1$.

Proudový rozdělovací koeficient k_c dva jímače/svody vzájemně propojené

Jestliže jsou dva jímače či jímací stožáry propojeny, může se bleskový proud rozdělit do dvou tras (**obrázek 5.6.6**). Toto rozdělení ovšem z důvodu rozdílných délek (impedancí) není 50% na 50%, jelikož blesk ne vždy zasáhne přesně střed soustavy (stejně impedance), ale může zasáhnout i jiné místo jímací soustavy. Tento nepříznivý případ je při výpočtu faktoru k_c zohledněn následujícím vzorcem:

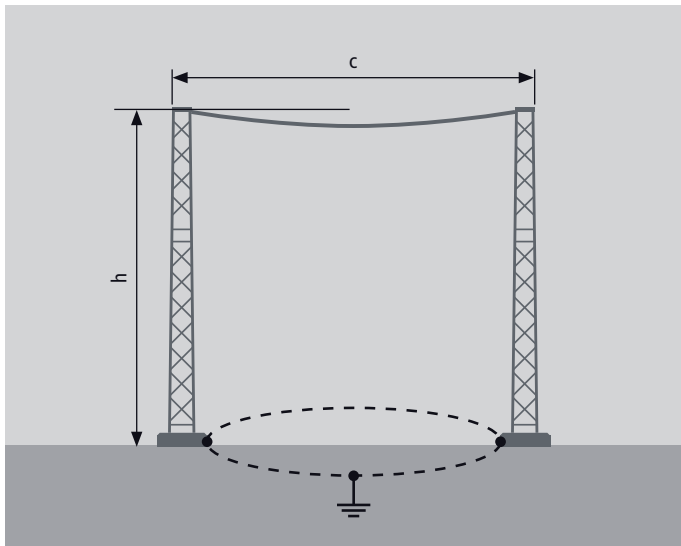
$$k_c = \frac{h + c}{2h + c}$$

h délka svodu c vzájemná vzdálenost jímačů či stožárů

V tomto výpočtu se předpokládá zemnič typu B. Jsou-li použity jednotlivé zemniče typu A, je třeba je vzájemně propojit.

Následující příklad ukazuje výpočet koeficientu k_c u sedlové střechy se dvěma svody (**obrázek 5.6.7**). K dispozici je zemnič typu B (obvodový nebo základový):

$$k_c = \frac{9 + 12}{2 \cdot 9 + 12} = 0,7$$



Obrázek 5.6.6 Určení k_c při dvou stožárech s napnutým lanem a se zemničem typu B

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

- h délka svodu až k okapu, jako nejneprůzračnějšímu místu pro zásah bleskem
- c vzájemná vzdálenost svodů
- n celkový počet svodů.

$$k_c = \frac{1}{2 \cdot 4} + 0,1 + 0,2 \sqrt[3]{\frac{12}{4}}$$

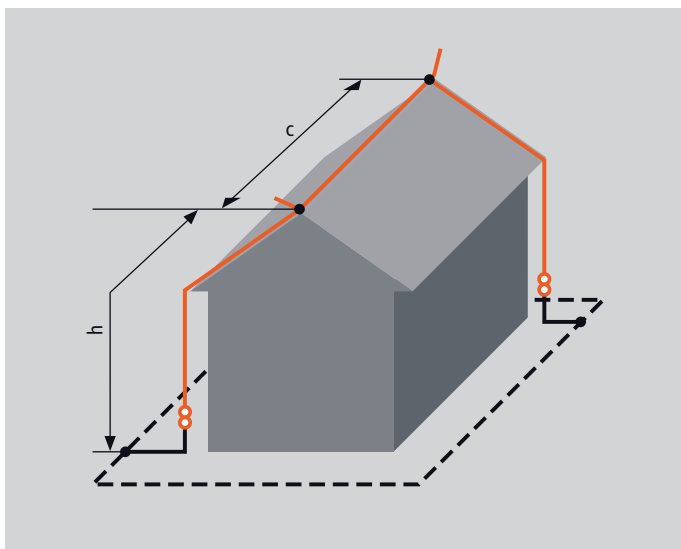
Výsledek: $k_c \approx 0,51$.

Tento vztah je aproximací pro prostorové struktury a pro $n \geq 4$. Hodnoty h a c se předpokládají v rozsahu od 3 m do 20 m. Pokud jsou k dispozici vnitřní svody, je třeba tyto svody v počtu n zohlednit.

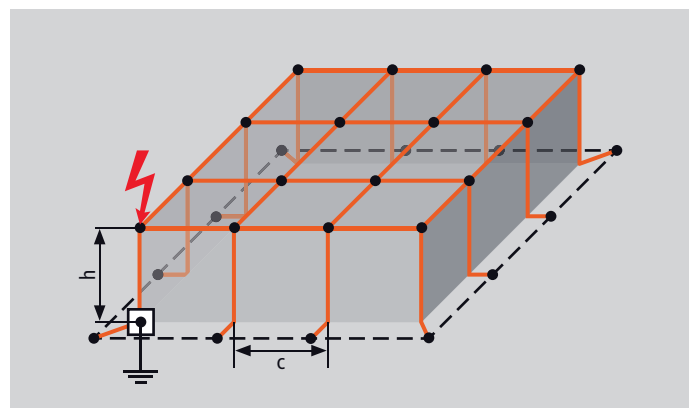
U staveb s plochými střechami se proudový rozdělovací koeficient k_c vypočte následujícím způsobem. Předpokládá se zde uspořádání zemniče typu B (**obrázek 5.6.9**):

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

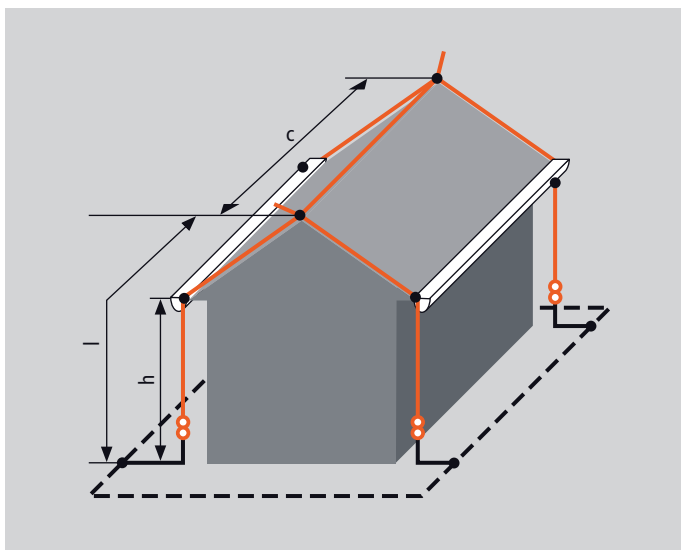
- h vzdálenost nebo výška mezi obvodovými vedeními
- c vzdálenost svodu od nejbližšího dalšího svodu
- n celkový počet svodů



Obrázek 5.6.7 Určení k_c při sedlové střeše se 2 svody



Obrázek 5.6.9 Hodnoty koeficientu k_c v případě mřížové jímající soustavy a se zemničem typu B



Obrázek 5.6.8 Sedlová střeška se 4 svody

Rozestupy mezi svody vycházejí z třídy ochrany (tabulka 6 v ČSN EN 62305-3). Přijatelná odchylka je $\pm 20\%$. Rozstup c tedy stanoví největší vzdálenost mezi symetricky uspořádanými svody.

Detailní postup pro stanovení dostatečné vzdálenosti s

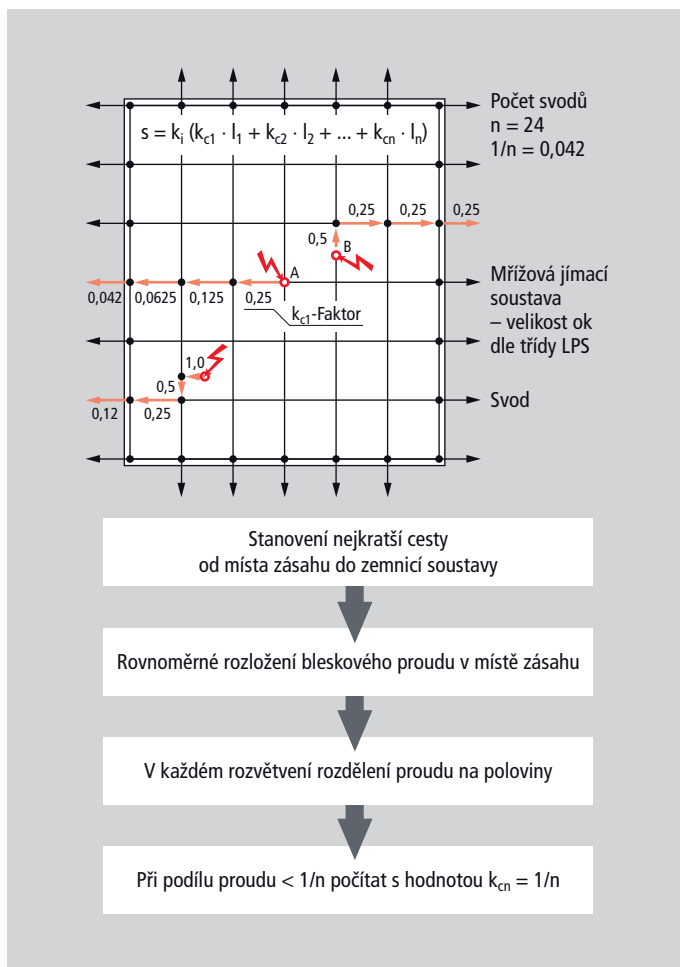
Vedle výše vysvětlených možností zjednodušeného stanovení proudového rozdělovacího koeficientu k_c a dostatečné vzdálenosti s existuje i podrobný způsob výpočtu. U budov s mřížovým systémem hromosvodu se díky množství cest proudu, vznikajících na vedeních plochých střech či svodů, dosahuje dobrého rozdělení proudu. To působí kladně především na velikost dostatečné vzdálenosti. Při střešní nástavbě (viz **obrázek 5.6.10**) lze detailním postupem vypočítat dostatečnou vzdálenost s co nejpřesněji. Obecný vzorec pro výpočet zde zní:

$$s = \frac{k_v}{k_m} (k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n)$$

- k_{c1}, k_{cn} proudový rozdělovací koeficient odpovídající počtu proudových drah
- l_1, l_n délka vedení k nejbližšímu uzlovému bodu

Proudový rozdělovací koeficient k_c a dostatečná vzdálenost s při sedlové nebo ploché střeše a ≥ 4 svody

Uspořádání svodů podle **obrázku 5.6.7** by již nemělo být zřizováno ani u rodinného domku. Dalšími dvěma svody, tj. celkem 4, se proudový rozdělovací koeficient k_c podstatně zlepšil (**obrázek 5.6.8**). Pro výpočet bude použit tento vzorec:



Obrázek 5.6.10 Hodnoty koeficientu k_c pro systém s více svody dle obrázku C.4 v ČSN EN 62305-3

Hodnoty k_c závisí na počtu proudových drah. Dostáváme tedy následující pravidlo:

➔ $k_c = 1$ od místa přiblížení k 1. uzlovému bodu

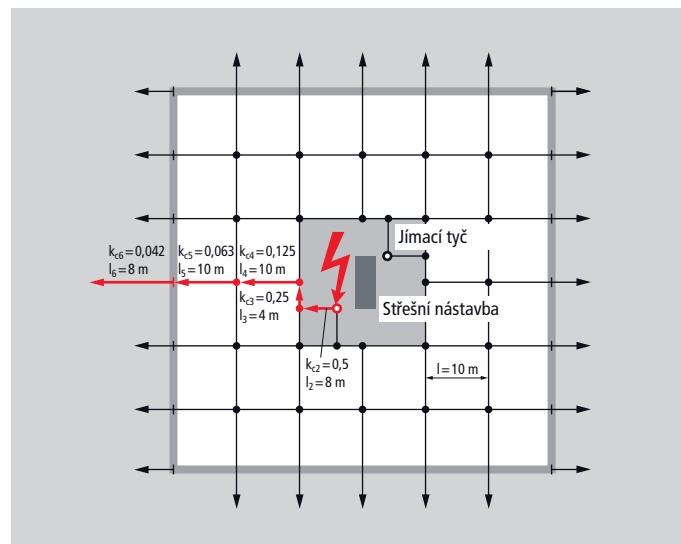
Od 1. uzlového bodu k následujícímu uzlovému bodu k_{c2} závisí na počtu dopředných vedení:

➔ $k_c = 0,5$ při dvou dopředných vedeních

➔ $k_c = 0,33$ při třech dopředných vedeních

➔ $k_c = 0,25$ při čtyřech dopředných vedeních

V každém dalším uzlu se předchozí hodnota k_c sníží na polovinu. Nejnižší možná hodnota k_c by však neměla být menší než „1/počet svodů“.



Obrázek 5.6.11 Rozdělení proudu při více svodech

Příklad: Pro zřejmění je zde popsána dostatečná vzdálenost s pro plochou střechu se sřešní nástavbou.

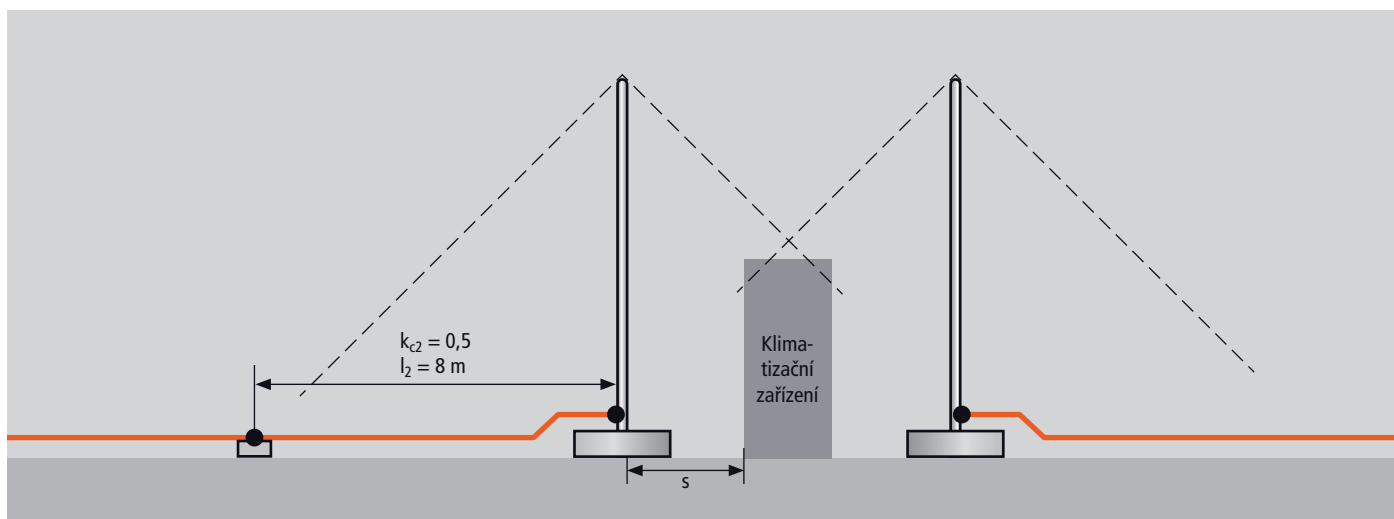
Na sřeše budovy (obrázky 5.6.11 a 5.6.12) s třídou ochrany (LPS) II byla zřízena klimatizační jednotka.

Údaje o budově:

- ➔ třída ochrany II
- ➔ koeficient indukce k_i 0,06
- ➔ délka 60 m
- ➔ výška 7 m
- ➔ počet svodů 24
- ➔ nejmenší hodnota k_c (1/počet svodů) $k_{cmin} = 0,042$
- ➔ základový zemnič typu B -1,0 m.

Klimatizační jednotka má být zahrnuta do prostoru chráněného před přímým úderem (LPZ 0_B) dvěma diagonálně uspořádanými jímacími tyčemi. Dostatečná vzdálenost má být určena na patě jímáče. Na základě husté mříže vedení na ploše sřechy se vytvoří proudové dráhy s různými délkami vedení. Tím se bleskový proud rozdělí podle jednotlivých uzlových bodů takto:

- ➔ 1. pata jímáče (dvě dopředná vedení)
 $k_{c1} = 0,5$ s délkou vedení l_1 8,0 m
- ➔ 2. uzel 1 (dvě dopředná vedení)
 $k_{c2} = 0,25$ s délkou vedení l_2 4,0 m
- ➔ 3. uzel 2 (dvě dopředná vedení)
 $k_{c3} = 0,125$ s délkou vedení l_3 10,0 m



Obrázek 5.6.12 Příklad sřešní nástavby; systém s více svody

- ➔ 4. uzel 3 (tři dopředná vedení)
 $k_{c4} = 0,063$ s délkou vedení l_4 10,0 m
- ➔ 5. uzel 4 (tři dopředná vedení)
 $k_{c5} = 0,042$ s délkou vedení l_5 8,0 m

Dostatečná vzdálenost je pak vypočtena takto:

$$s = \frac{k_i(k_{c1} \cdot l_1 + k_{c2} \cdot l_2 + \dots + k_{cn} \cdot l_n)}{k_m}$$

$$s = \frac{0,06(0,5 \cdot 8m + 0,25 \cdot 4m + 0,125 \cdot 10m + 0,063 \cdot 10m + 0,042 \cdot 8m)}{0,5}$$

s = 0,87 m pro tuhé stavební hmoty

Na patě klimatizační jednotky je třeba dodržet dostatečnou vzdálenost 0,87 m v tuhých stavebních hmotách.

Určení roviny nulového potenciálu

Pro výpočet dostatečné vzdálenosti je důležité stanovení nulové potenciálové roviny. Tato u budov leží ve výšce základového resp. obvodového zemniče. Určení nulové potenciálové roviny je tedy pro velikost dostatečné vzdálenosti rozhodující.

U budov majících stěny a stropy vyztužené vzájemně propojeným armováním schopným vést bleskový proud je možno toto armování využít jako svody. Tím pak není potřeba dodržovat žádné dostatečné vzdálenosti, a to z důvodu průběžného stejného potenciálu. Na střeších jsou však zpravidla jako krytiny použity izolační materiály a střešní folie, na nichž jsou pak instalovány mřížové jímací soustavy. Tyto jsou pak v blízkosti atiky připojeny na armování. Při zásahu bleskem v oblasti jímací mříže a vedení vzniká potřeba dodržení dostatečné vzdálenosti. Proto se doporučuje zde vést oddálené vodiče s ohledem na dostatečnou vzdálenost.

U budov s pospojovaným ocelovým skeletem včetně kovové střechy je možno předpokládat výšku roviny nulového potenciálu rovnou výšce budovy. Zde se nevyskytují žádné dostatečné vzdálenosti.

Všeobecně platí - zohledňovat požadavky normy ČSN EN 62305-3. Jednoduchou možností výpočtu dostatečné vzdálenosti nabízí nástroj DEHN Distance Tool ze softwarového balíku DEHNSupport. Výpočet je založen na metodě potenciálu uzlových bodů.

5.7 Krokové a dotykové napětí

V normě ČSN EN 62305-3 je poukázáno na to, že ve zvláštních případech může být vně budovy v blízkosti svodů životu nebezpečné dotykové nebo krokové napětí, ačkoli systém ochrany před bleskem byl vyprojektován v souladu s normou.

Tyto zvláštní případy nastávají např. poblíž vchodů či přístřešků staveb s vysokou frekvencí návštěvníků, jako jsou divadla, kina, nákupní střediska, mateřské školy, jestliže jsou v bezprostřední blízkosti holé svody hromosvodu.

U obzvláště exponovaných (bleskem ohrožených) staveb volně přístupných veřejnosti mohou být rovněž nezbytná opatření proti nepřipustně vysokému krokovému a dotykovému napětí.

Tato opatření (např. řízení potenciálů) se v první řadě používají u kostelů, rozhleden, ochranných přístřeší, osvětlovacích stožárů a mostů.

Hromadění osob může být místně rozdílné (např. u vchodu do nákupního střediska či u výstupu na rozhlednu). Pak jsou tedy opatření k potlačení krokového a dotykového napětí nezbytná pouze v těchto obzvláště ohrožených místech.

Zde je aplikováno řízení potenciálů, izolace stanoviště nebo další, následně popsaná opatření. Jednotlivá opatření mohou také být vzájemně kombinována.

Definice dotykového napětí

Dotykové napětí je napětí, které působí na člověka mezi jeho stanovištěm na zemi a místem dotyku na svodu. Dráha proudu vede od ruky přes tělo k nohám (**obrázek 5.7.1**).

Nebezpečí nepřipustně vysokého dotykového napětí nevzniká u staveb s ocelovým skeletem či ze železobetonu, ovšem za předpokladu, že armování je důkladně propojeno nebo že jsou svody uloženy v betonu.

Dále může být dotykové napětí zanedbáno u kovových fasád, pokud jsou propojeny na potenciálové vyrovnání a/nebo použity jako přirozené (tzv. náhodné) součásti systému svodů.

Jestliže se v ohrožených oblastech vně budovy pod povrchem země nachází armovaný beton s armováním spolehlivě spojeným se základovým zemničem, zlepšuje toto opatření tvar potenciálového trychtýře a působí jako řízení potenciálů. Tím pak může být v dalším posuzování zanedbáno krokové napětí.

Nebezpečí, že nějaká osoba utrpí újmu při dotyku na svod, může být sníženo těmito opatřeními:

- ➔ Svod je opláštěn izolačním materiálem (min. 3 mm zesítného polyetylénu s výdržnou rázovou napěťovou pevností 100 kV, 1,2/50 μ s).
- ➔ Umístění svodu může být změněno tak, aby se nenacházel např. v oblasti vstupu do budovy.
- ➔ Pravděpodobnost nahromadění osob může být snížena umístěním zákazových tabulek nebo štítků s pokyny. Myslitelné jsou i zábrany.
- ➔ Přechodový odpor povrchové vrstvy na zemi je uvnitř pásma 3 m od svodů ne menší než 100 k Ω .

Poznámka: Vrstva izolační hmoty, např. asphalt, o tloušťce 5 cm (nebo vrstva štěrku 15 cm) obecně redukuje nebezpečí na přijatelnou míru (ČSN EN 62305-3, kap. 8.1).

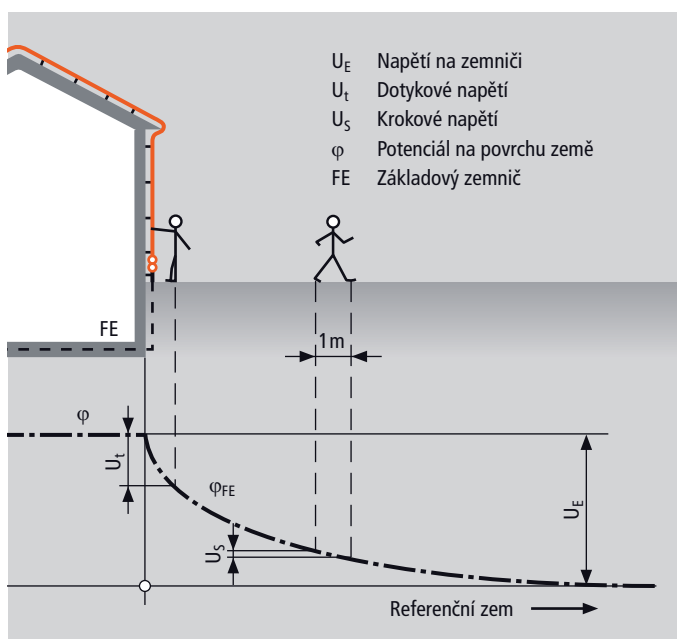
- ➔ Zahuštění mřížové sítě zemničů potenciálovým řízením.

Poznámka: Okapová roura – i v případě, že není svodem – může při dotyku představovat pro osoby nebezpečí. V takovém případě je třeba např. kovovou rouru nahradit trubkou z PVC (o výšce 3 m).

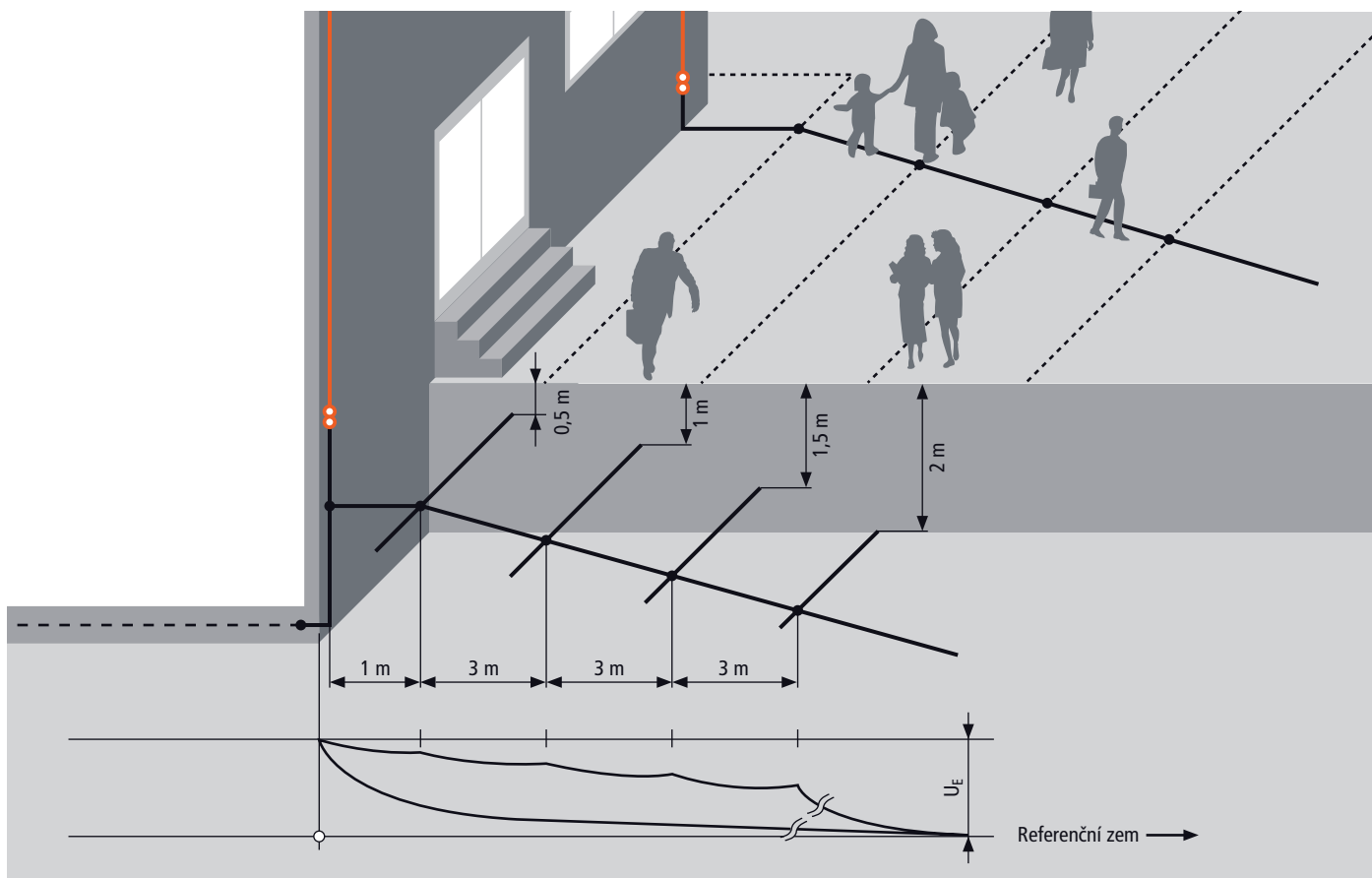
Definice krokového napětí

Krokové napětí je taková část napětí zemniče, která může být překlenuta člověkem s krokem délky 1 m, přičemž dráha proudu probíhá lidským tělem od jedné nohy ke druhé (**obrázek 5.7.1**).

Krokové napětí závisí na tvaru potenciálového trychtýře. Jak je z obrázku zřejmé, s narůstající vzdáleností od budovy se krokové napětí zmenšuje. Tím je pro osoby s nárůstem odstupů od budovy riziko redukováno.



Obrázek 5.7.1 Principiální schéma – krokové a dotykové napětí



Obrázek 5.7.2 Řízení potenciálů – principiální schéma a průběh potenciálového trychtýře

Pro snížení krokového napětí mohou být použita tato opatření:

- ➔ Přístup osob do ohrožených míst může být zamezen (např. zábranami nebo plotem).
- ➔ Zmenšení ok mříže zemničů – potenciálové řízení.
- ➔ Přechodový odpor povrchové vrstvy na zemi je uvnitř pásma 3 m od svodů ne menší než 100 k Ω (ČSN EN 62305-3, kap. 8.2).

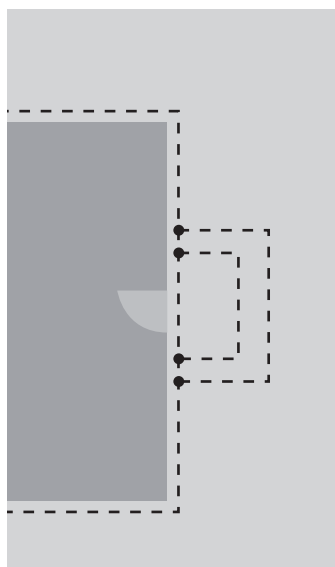
Pokud se v ohroženém prostoru v blízkosti chráněné budovy často zdržuje mnoho osob, mělo by zde být pro jejich ochranu zřízeno potenciálové řízení.

Potenciálové řízení je dostačující, jestliže odporový gradient na povrchu země v chráněném prostoru není větší než 1 Ω /m.

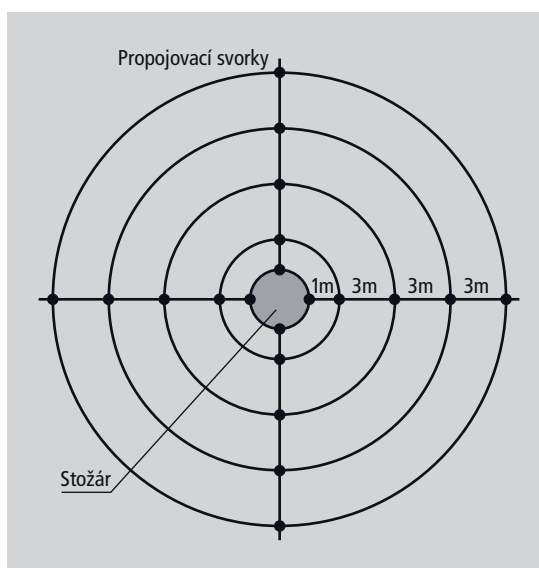
K tomu by měl být instalován dodatkový obvodový zemnič s odstupem 1 m od stávajícího základového zemniče, v hloubce 0,5 m. Má-li stavba obvodový zemnič, pak je již tento zemnič „prvním kruhem“ potenciálového řízení. Další obvodové zemniče mají být instalovány s odstupem 3 m od prvního a od dalších obvodových zemničů. S rostoucí vzdáleností od budovy je třeba zvětšovat i jejich hloubku (vždy po 0,5 m) (viz **tabulka 5.7.1**).

Pokud je potenciálové řízení pro stavbu realizováno, je třeba je instalovat např. takto (**obrázky 5.7.2 a 5.7.3**):

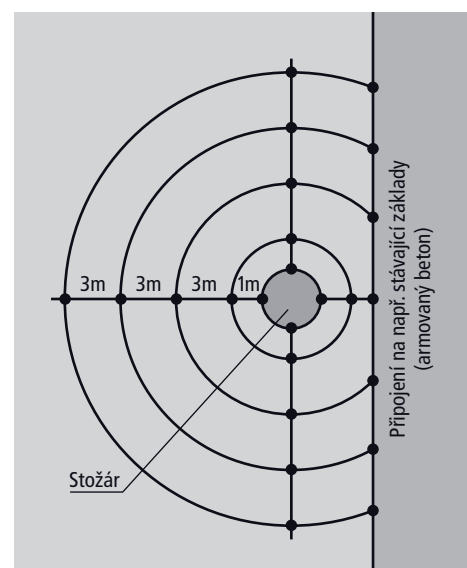
- ➔ Svody je třeba propojit se všemi kruhy potenciálového řízení
- ➔ Propojení jednotlivých kruhů je třeba provést přinejmenším dvojmo (**obrázek 5.7.4**).



Obrázek 5.7.3 Možné řízení potenciálů u vchodu do budovy



Obrázek 5.7.4 Provedení potenciálového řízení pro stožár osvětlení nebo mobilního vysílače



Obrázek 5.7.5 Řízení připojením na obvodový/základový zemnič

Jestliže obvodové zemniče (řídící zemniče) nemohou být provedeny jako kruhové, je třeba je na koncích spojit s ostatními konci obvodových zemničů. Uvnitř jednotlivých kruhů by měla být zřízena nejméně dvě propojení (**obrázek 5.7.5**).

	Vzdálenost od budovy	Hloubka
1. kruh	1 m	0,5 m
2. kruh	4 m	1,0 m
3. kruh	7 m	1,5 m
4. kruh	10 m	2,0 m

Tabulka 5.7.1 Rozestupy kruhových zemničů a hloubky při řízení potenciálů

Při volbě materiálů pro obvodové zemniče se musí dávat pozor na možné korozní zatížení.

Při zohlednění tvorby galvanických článků mezi základovým a obvodovým zemničem se osvědčil materiál nerez (V4A), např. materiál č. 1.4571.

Obvodové zemniče mohou být vytvořeny z drátu kruhového průřezu o \varnothing 10 mm nebo z pásku 30 mm x 3,5 mm.

5.7.1 Potlačování dotykového napětí u svodů hromosvodu

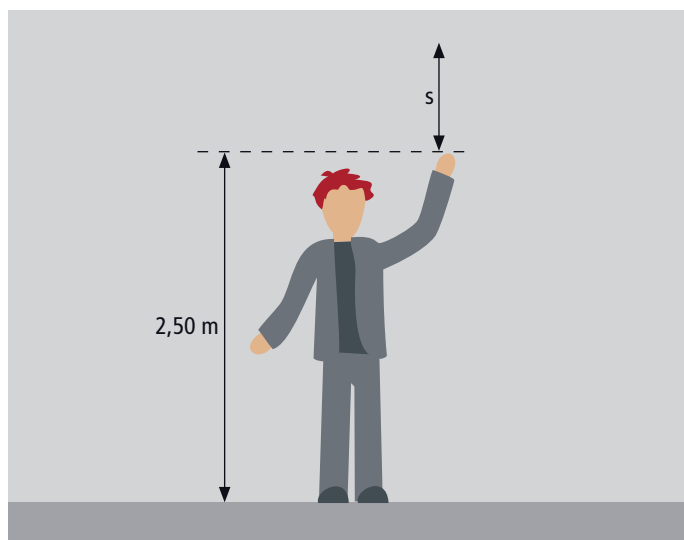
Prostor ohrožující osoby vně budovy dotykovým a krokovým napětím je vymezen jako vzdálenost 3 m od budovy, a to do výšky 3 m. Tento prostor, který je třeba chránit, odpovídá svou výškou maximální výšce dosahu člověka se vztyčenou paží plus dodatečná vzdálenost s (**obrázek 5.7.1.1**).

Zvláštní požadavky na ochranná opatření jsou dány např. u vstupních prostor nebo přístřešků staveb s vysokou četností návštěvníků, jako jsou kina, divadla, nákupní střediska, mateřské školy, pakliže v bezprostřední blízkosti nejsou izolované svody a ochranné zemniče.

U obzvláště exponovaných (bleskem ohrožených) staveb volně přístupných veřejnosti, jako jsou např. ochranné přístřešky, mohou být rovněž opatření proti nepřipustně vysokým dotykovým napětím nezbytná. Při analýze rizik stavby podle ČSN EN 62305-2 je ohrožení osob posuzováno jako parametr L1 (úraz nebo smrt osob).

Nebezpečí vznikající dotykovým napětím je možno redukovat těmito opatřeními:

- ➔ Svod je opláštěn izolačním materiálem (min. 3 mm zesítěného polyetylénu s výdržnou rázovou napěťovou pevností 100 kV, 1,2/50 μ s).
- ➔ Umístění svodu je změněno tak, aby se nenacházel např. v oblasti vstupu do budovy.



Obrázek 5.7.1.1 Ochranný prostor pro jednu osobu

- ➔ Měrný odpor povrchové vrstvy země je uvnitř pásma 3 m od svodů nejméně 100 k Ω (ČSN EN 62305-3).
- ➔ Pravděpodobnost nahromadění osob může být snížena umístěním zákazových tabulek nebo štítků s pokyny. Myslitelné jsou i zábrany.

Opatření k ochraně před dotykovým napětím nemusí být sama o sobě dostatečná pro funkční ochranu osob. Tak např. nepostačuje opláštění exponovaného svodu izolací, pokud nejsou současně provedena opatření proti průrazům po povrchu izolace. To je obzvláště důležité, je-li třeba vzít v úvahu povětrnostní vlivy jako např. dešť (vlhkost).

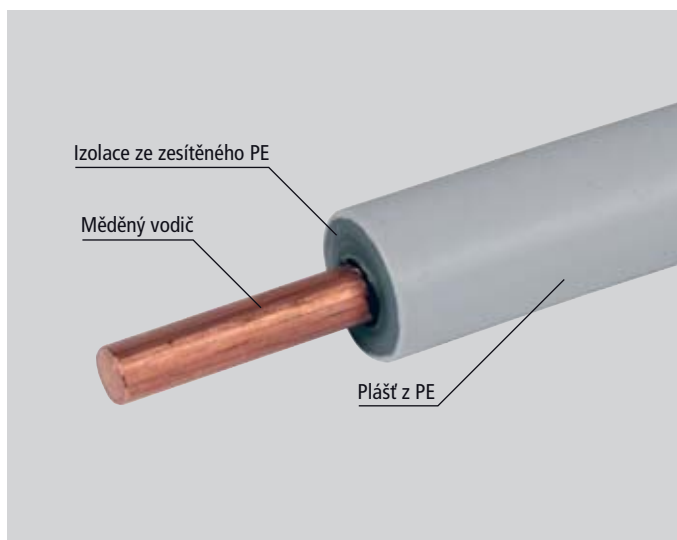
Tak jako u holého svodu, i u izolovaného svodu vzniká při úderu blesku vysoké napětí. Toto napětí je však odděleno od člověka izolací. Díky tomu, že lidské tělo je mnohem vodivější než izolační materiál, je izolační vrstva namáhána téměř celým dotykovým napětím. Pokud izolace namáhání napětím nevydrží, může část bleskového proudu projít lidským tělem do země tak jako při neizolovaném svodu. Pro spolehlivou ochranu osob proti dotykovým napětím je tedy nezbytné nutně zamezit jak průrazu izolace, tak i sestupnému průrazu po izolační cestě.

Tento požadavek na odolnost proti průrazu i proti povrchovému přeskočení, pro ochranu proti dotykovému napětí, splňuje systémové řešení jako vedení CUI.

Konstrukce CUI vedení

Vedení CUI sestává z vnitřního měděného vodiče o průřezu 50 mm² pokrytého izolační vrstvou zesítěného polyetylénu o tloušťce 6 mm, odolného rázovému napětí (**obrázek 5.7.1.2**). Pro ochranu před vnějšími vlivy je takto izolovaný vodič dodatečně pokryt silnou vrstvou polyetylénu. Izolovaný svod je položen v celém nebezpečném prostoru, tzn. nad zemí je instalován úsek 3 m svislého vedení CUI. Horní konec je připojen na příchozí svod od jámače, a dolní konec je připojen na zemnič.

Kromě odolnosti izolace proti průrazu je nutno zohlednit i nebezpečí sestupných povrchových výbojů mezi přípojným bodem holého svodu a rukou člověka dotýkajícího se izolovaného svodu. Tato problematika povrchových výbojů známá z vysokonapěťové techniky se ještě zostřejuje cizími vrstvami, např. ve formě deště. Pokusy je možno prokázat, že izolované vedení bez dodatečných opatření může být při dešti proraženo i na dráze delší než 1 m. Nasazením vhodného deštníku na izolované vedení je u vedení CUI vytvořena dostačující suchá zóna, která zamezí sestupnému průrazu po izolačním povrchu. Zkouškami výdržného napětí při dešti byla prokázána provozní bezpečnost vedení CUI, a to jak z hlediska odolnosti proti průrazu, tak proti povrchovému výboji, při pulsních napětích do 100 kV (1,2/50 μ s). Při těchto zkouškách deštěm je vedení sprchováno definovaným množstvím vody o určité vodivosti, a to pod úhlem 45° (**obrázek 5.7.1.3**).



Obrázek 5.7.1.2 Konstrukce vedení CUI



Obrázek 5.7.1.3 Zkoušení výdržného napětí při dešti

Vedení je již kompletně připraveno, s prvkem pro připojení na svod (svorka), a může být eventuálně zkráceno pro připojení na zemnicí soustavu. Výrobek je možno objednat v délce 3,5 m a 5 m, a to i s nezbytnými CUI přizpůsobenými podpěrami, umělohmotnými či kovovými (**obrázek 5.7.1.4**).

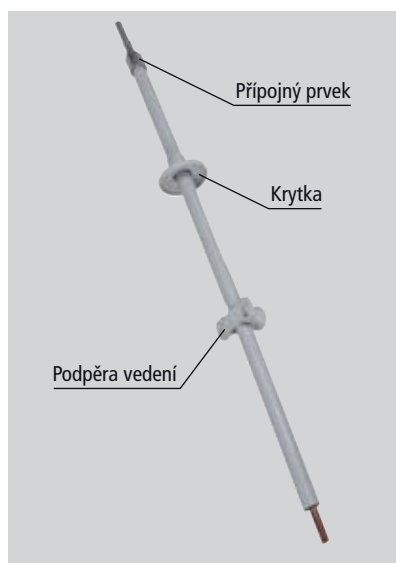
Speciálním vedením CUI je možno jednoduchým opatřením a při nepatrných nákladech na instalaci potlačit dotykové napětí na svodech. Tím je pro osoby v obzvláště ohrožených místech podstatně sníženo riziko.

Induktivní vazby při vysokých strmostech proudu

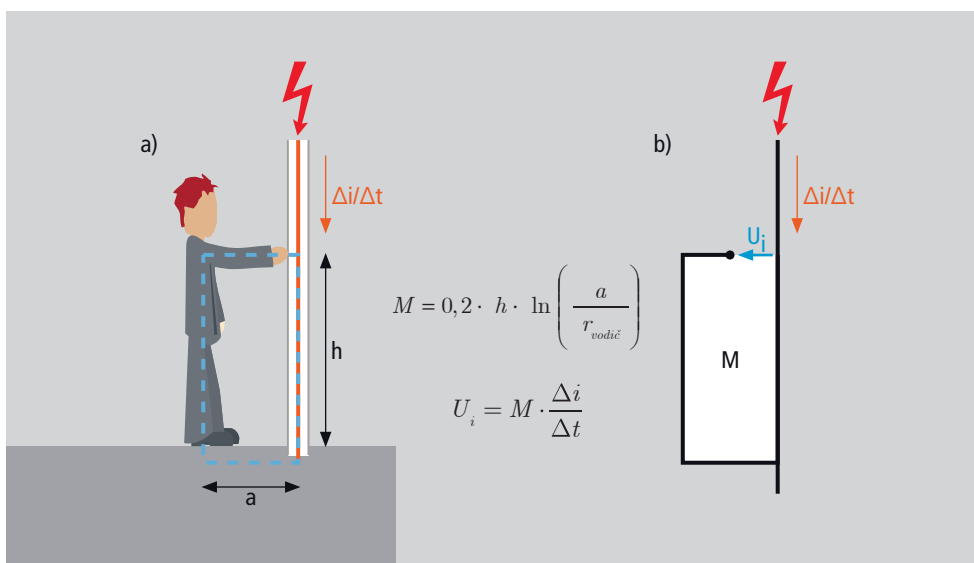
V souvislosti s ohrožením osob je třeba zohlednit i magnetické pole soustavy s jeho působením na blízké okolí svodů. U rozlehlých smyček v instalaci se mohou např. v blízkosti svodů objevit napětí několika set kV, což může vést k velkým hospodářským škodám. Také lidské tělo díky své vodivosti vytváří spolu se svodem a vodivou zemí smyčku se vzájemnou indukčností M , do které se mohou indukovat vysoká napětí U_i (**obrázky 5.7.1.5a a 5.7.1.5b**). Systém svod-člověk při tom funguje jako transformátor.

Toto naindukované napětí namáhá izolaci, jelikož lidské tělo i země je v porovnání s ní nutno považovat za vodivé. Je-li napětové namáhání příliš vysoké, vede to k materiálovému nebo povrchovému průrazu. Indukované napětí pak touto smyčkou prohájí proud, jehož velikost závisí na odporech a na vlastní indukčnosti smyčky, a jenž může být nebezpečný životu zasažené osoby. Izolace tedy musí vyhovovat těmto napětovým nárokům.

Normativní údaj 100 kV při 1,2/50 μ s zahrnuje vysoké, ale velmi krátké napětové impulsy, vznikající jen během náběžné hrany proudového impulsu (0,25 μ s při negativním následném blesku). S rostoucí hloubkou vnoření izolovaných svodů se zvětšuje plocha smyčky a tím i vzájemná indukčnost. Tím odpovídajícím způsobem stoupá indukované napětí a namáhání izolace, což je při tomto posuzování induktivní vazby nutno vzít v úvahu.



Obrázek 5.7.1.4 Produkt – vedení CUI



Obrázek 5.7.1.5 (a) Smyčka svod – osoba;
(b) Vzájemná indukčnost M a indukované napětí U_i