



BLITZPLANER®

výňatek z 3. aktualizovaného vydání

Prosinec 2014, ISBN 978-3-9813770-1-9



DEHN + SÖHNE – BLITZPLANER®

Výtah ze 3. aktualizovaného vydání,
(aktualizace 01 2015)
přeloženo do českého jazyka

**Ochrana před přepětím
Ochrana před bleskem / uzemnění
Ochranné pracovní pomůcky**

DEHN chrání

DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG.
organizační složka Praha
Pod Višňovkou 1661/33
140 00 Praha 4 - Krč

tel.: 222 998 880
tel.: 222 998 881
tel.: 222 998 882
fax: 222 998 887

info@dehn.cz
www.dehn.cz

actiVsense, BLITZDUCTOR, Blitzfibel, BLITZPLANER, CUI, DEHN, logo „DEHN“, DEHNARRESTER, DEHNBloc, DEHNbridge, DEHNfix, DEHNgrip, DEHNguard, DEHNport, DEHNQUICK, DEHNrapid, DEHN schützt, DEHNshield, DEHNSnap, DEHNventil, HVI, LifeCheck, Red/Line, „... mit Sicherheit DEHN“ a červená známka DEHN bez kontur jsou v Německu a dalších zemích registrované ochranné známky.

Označení v tomto materiálu uváděných výrobků, jejichž název je současně ochrannou známkou, není zvlášť vyznačeno. Z neexistujícího označení TM či [®] nelze vyvozovat, že by se jednalo o nechráněné názvy. Rovněž tak z toho nelze nic usuzovat ohledně existence patentů, průmyslových vzorů nebo jiných intelektuálních či obchodních práv.

Změny formy a techniky, hmotností, rozměrů a materiálů si ve smyslu pokroku techniky vyhrazujeme. Zobrazení jsou nezávazná. Tiskové chyby, odchylky a omyly nejsou vyloučeny. Přetisk, i částečný, je možný pouze s naším svolením.

Publikace č. DS702/2014
© Copyright 2017 DEHN + SÖHNE

Přeložil: RNDr. Ivan Gabaš

OBSAH

9.1	Ochrana před přepětím pro frekvenční měniče	4
9.2	Ochrana před blesky a přepětím pro venkovní osvětlení	6
9.3	Ochrana před blesky a přepětím pro bioplynové stanice	8
9.4	Ochrana technologických zařízení před bleskem a přepětím – čističky odpadních vod, bioplynové stanice	15
9.5	Bezpečnostní požadavky u kabelových sítí pro televizní a rozhlasové signály a interaktivní služby	23
9.6	Ochrana proti přepětí v zemědělských budovách	26
9.7	Ochrana kamerových dohledových systémů před přepětím	28
9.8	Ochrana před přepětím pro elektroakustická zařízení	30
9.9	Ochrana EZS / EPS před přepětím	32
9.10	Ochrana před přepětím pro systémy KNX	35
9.11	Ochrana sítí Ethernet a Fast Ethernet před přepětím	38
9.12	Ochrana před přepětím pro systémy M-Bus	41
9.13	Ochrana před přepětím pro systémy PROFIBUS FMS, DP a PA	44
9.14	Ochrana telekomunikační přípojky před přepětím	46
9.15	Ochrana před přepětím pro stožáry s LED svítidly	48
9.16	Ochrana před bleskem a přepětím pro větrné elektrárny	50
9.17	Ochrana před bleskem a přepětím pro mobilní sítě (4G/LTE)	57
9.18	Ochrana před bleskem a přepětím pro střešní fotovoltaické elektrárny	62
9.19	Ochrana před bleskem a přepětím pro fotovoltaické elektrárny v krajině	70
9.20	Ochrana před přepětím pro sítě LONWorks	77
9.21	Ochrana před přepětím pro čerpací stanice	79
9.22	Ochrana před dotykovým a krokovým napětím pro sportovní areály	81
9.23	Ochrana golfových zařízení před bleskem a přepětím	84
9.24	Ochrana kostelů před přepětím	88
9.25	Ochrana pásů svítidel před přepětím	89
9.26	Ochrana výtahů před přepětím	91
9.27	Ochrana proti přepětí u zařízení pro odtah kouře a tepla	92
9.28	Všeobecné pokyny k ochraně přístřeší před blesky	95
9.29	Ochrana před přepětím pro vyhřívání okapových žlabů	98
9.30	Použití aplikačně optimalizovaných kombinovaných svodičů typu 1 v instalacích nízkého napětí	100
9.31	Ochrana proti přepětí u nouzového osvětlení	103
9.32	Ochrana před bleskem a přepětím v prostředí s nebezpečím výbuchu	105
9.33	Systémy ochrany před bleskem pro plynové regulační a měřicí stanice	110
9.34	Ochrana před blesky a přepětím pro jachty	114
PŘÍLOHY: Produktové listy		118
DEHNventil® modular		118
DEHNvenCI		120
DEHNshield®		121
Vodič HVI®light		124
Vodič HVI®/HVI®long		125
Vodič HVI®power/HVI®power long		126

Frekvenční měnič se v principu skládá z usměrňovače, meziobvodu, střídače a řídicí elektroniky (**obrázek 9.1.1**).

Na vstupu měniče je přivedené jednofázové nebo sdružené třífázové střídavé napětí přeměněno na pulsující stejnosměrné napětí a přivedeno do meziobvodu sloužícího jako úložiště energie.

Kondenzátory ve stejnosměrném meziobvodu a síťové LC filtry zapojené proti kostře (ochrannému vodiči PE) mohou vyvolat problémy s předřazenými proudovými chrániči RCD (**R**esidual **C**urrent protective **D**evice). Tyto problémy bývají často mylně spojovány s instalovanými svodiči přepětí. Ve skutečnosti však vznikají krátkodobými poruchovými proudy frekvenčního měniče. Tyto proudové impulsy postačují k tomu, aby vybavil citlivý proudový chránič. Pomůže zde rázově odolný proudový chránič, který při jmenovitém vybavovacím poruchovém proudu $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ má rázovou odolnost od 3 kA (8/20 μs) výše.

Střídač poskytuje na výstupu pulsující napětí řízené řídicí elektronikou. Čím vyšší je vzorkovací kmitočet pro pulsní šířkovou modulaci, tím bližší je výstupní napětí tvaru sinusovky. S každým pulsem je však na výstupu superponována napěťová špička, která může v závislosti na typu měniče dosahovat i více než 1200 V. Čím lepší je aproximace sinusové křivky, tím lepší je i chod a řízení motoru. To ovšem znamená, že také napěťové špičky na výstupu měniče jsou častější.

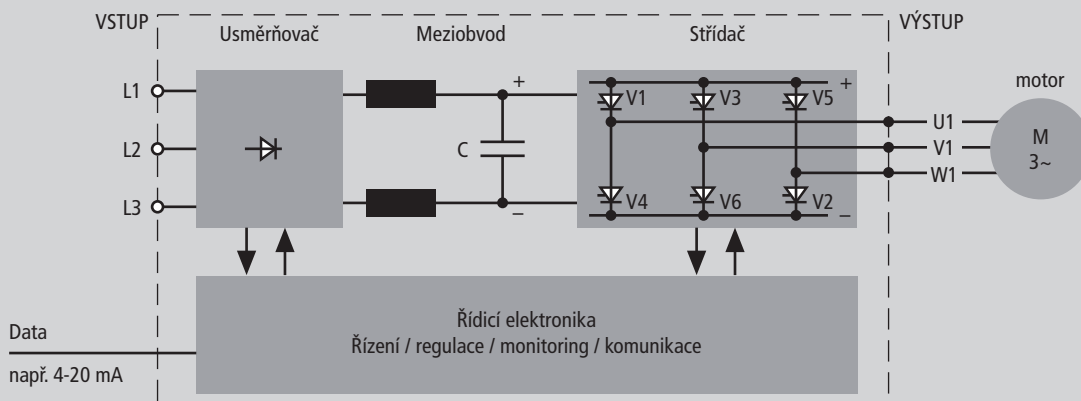
Pro výběr správného svodiče přepětí je třeba zohlednit maximální trvalé napětí U_c . To udává maximální přípustné provozní napětí,

na které smí být přepětová ochrana připojena. Kvůli napěťovým špičkám vznikajícím při provozu frekvenčního měniče musí být použity svodiče s příslušně vyšším U_c . Tím se zamezí tomu, aby kvůli „normálnímu“ provoznímu stavu a s ním spojeným napěťovým špičkám docházelo k „umělému stárnutí“ vyvolanému zvýšeným oteplováním svodičů.

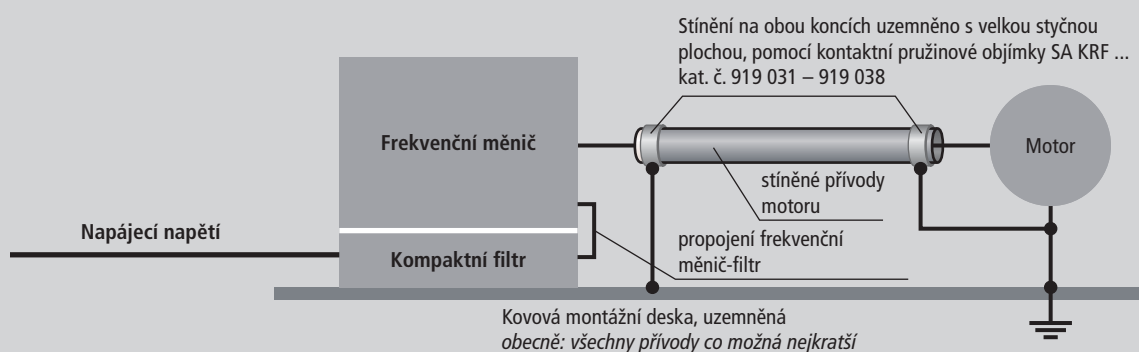
Oteplování svodičů vede k předčasnému ukončení jejich životnosti a tím k odpojení svodičů přepětí od zařízení, jež mají chránit.

Vysoký kmitočet pulsů na výstupu frekvenčního měniče vytváří rušivé elektromagnetické pole. Pro to, aby tím nebyly rušeny ostatní systémy, je nezbytné stínění výstupního vedení. Stínění přívodů k motoru je třeba uzemnit na obou koncích, tzn. jak u měniče, tak i u motoru. Je třeba při tom dbát na velkou styčnou plochu kontaktů stínění. To vyplývá z požadavků elektromagnetické kompatibility (EMC). Je výhodné použít zde kontaktní pružinovou objímku (**obrázek 9.1.2**). Pomocí mřížové zemnicí soustavy, tzn. mj. propojením zemnicí frekvenčního měniče se zemnicí motoru, se redukuje potenciálové rozdíly mezi jednotlivými částmi zařízení, a tím i vyrovnávací proudy tekoucí stíněním kabelu.

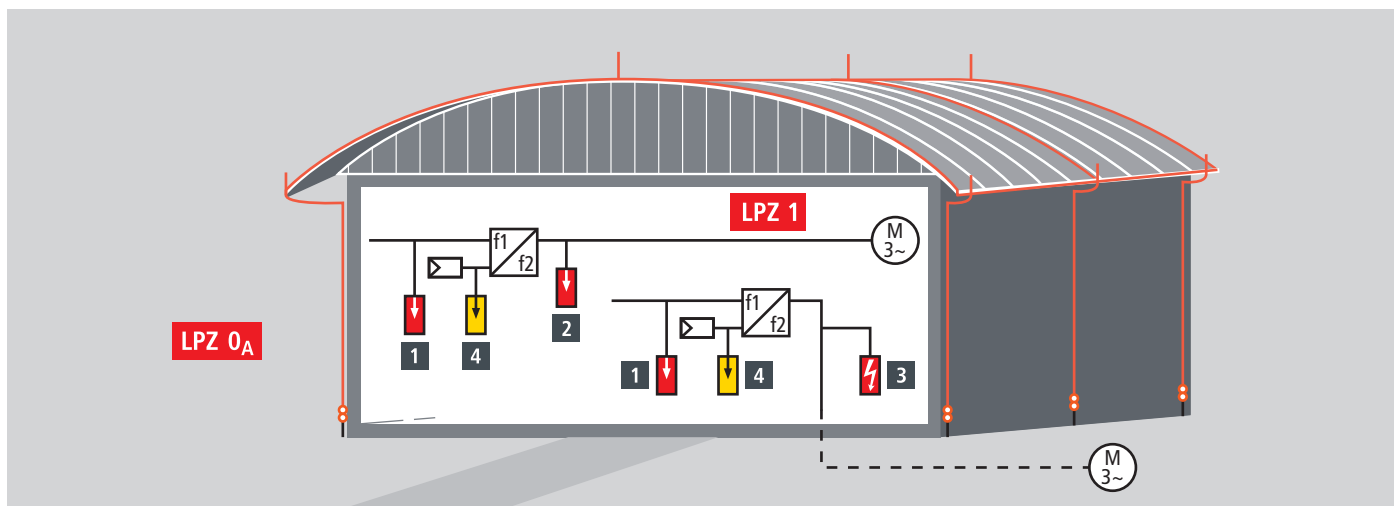
Při integraci frekvenčního měniče do systému automatizace budovy je nezbytné všechna signálová a komunikační rozhraní osadit přepětovými ochranami, aby se tak zamezilo výpadkům systému způsobeným přepětím. Na **obrázku 9.1.3** je znázorněn příklad realizace tohoto opatření pro regulační rozhraní 4-20 mA.



Obrázek 9.1.1 Principiální schéma frekvenčního měniče



Obrázek 9.1.2 Stíněný přívod motoru vyhovující podmínkám EMC



Č.	Přepětová ochrana		Kat. č.
1	DEHNguard modular	DG M TNS 275 (sítě TN-S)	952 400
	DEHNguard modular	DG M TT 275 (sítě TT)	952 310
2	DEHNguard S	DG S WE 600 (3 ks)	952 077
3	DEHNbloc Maxi	DBM 1 760 FM (3 ks)	961 175
	+ DEHNguard S	DG S WE 600 (3 ks)	+ 952 077
4	BLITZDUCTOR XT	BXT ML2 BE S 24 (např. 4-20 mA)	920 224
	+ BLITZDUCTOR XT základna	BXT BAS	+ 920 300

Obrázek 9.1.3 Frekvenční měnič s pohony v zóně ochrany před bleskem LPZ 0_A resp. LPZ 1

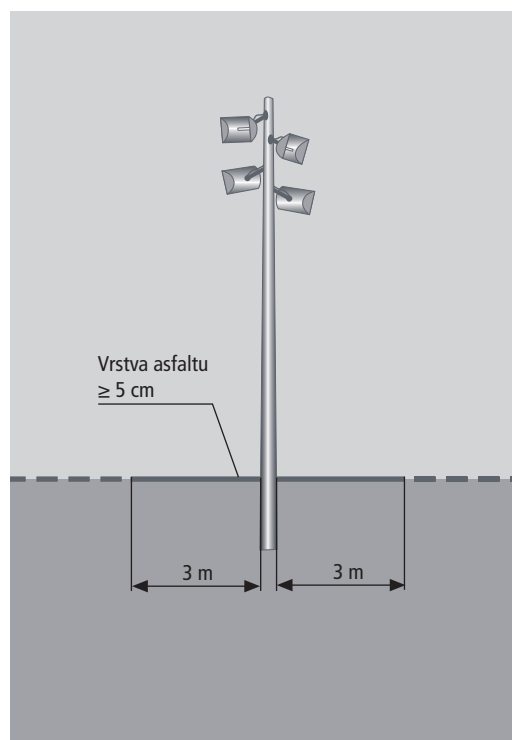
Venkovní osvětlení může být instalováno jak na budovách, tak i na prostranstvích. V každém z uvedených případů je třeba prověřit, zda se venkovní svítidla nacházejí v zóně ochrany před bleskem LPZ 0_A nebo LPZ 0_B. V zóně LPZ 0_A jsou svítidla ohrožována přímým úderem blesku, impulsními proudy celého bleskového proudu a plným elektromagnetickým polem blesku. V zóně LPZ 0_B jsou chráněna před přímým zásahem blesku, avšak nadále ohrožována dílčími bleskovými proudy a plným elektromagnetickým polem blesku.

Pokud se jedná o stožárová svítidla v zóně LPZ 0_A, je třeba je propojit v zemi navzájem i se zemnicí budov, a to vhodným zemnicím vedením. Pro dimenzování použitých materiálů a průřezů doporučujeme použít Tabulku 7 z ČSN EN 62305-3 ed. 2. Výťah z uvedené tabulky pro běžné případy je uveden v **tabulce 9.2.1**. Použitý materiál je třeba vždy volit s ohledem na korozní odolnost.

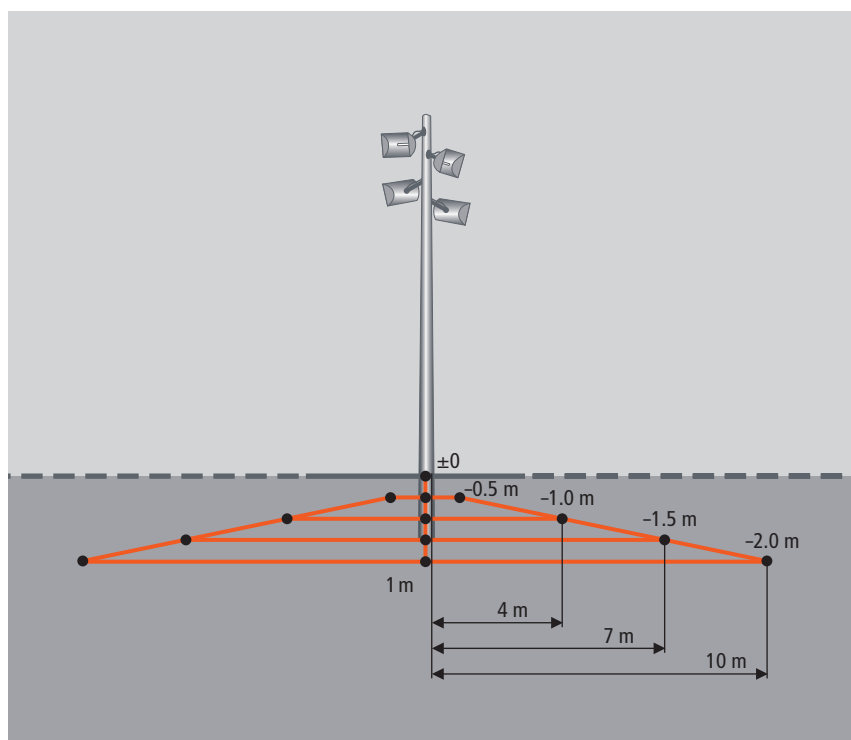
V každém jednotlivém případě je třeba prověřit, zda je třeba dalších opatření pro snížení rizika úrazu elektrickým proudem v důsledku dotykového nebo krokového napětí.

Podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 je jako nezbytné opatření pro minimalizaci dotykového napětí např. min. 5 cm silná vrstva asfaltu v okruhu 3 m kolem stožáru (**obrázek 9.2.1**).

Rovněž tak je v ČSN EN 62305-3 ed. 2 uvedeno jako opatření pro minimalizaci krokového napětí např. řízení potenciálu. Jsou zde instalovány čtyři prstence kolem stožáru v odstupu 1,0 m; 4,0 m; 7,0 m a 10,0 m v příslušných hloubkách 0,5 m; 1,0 m; 1,5 m a 2,0 m. Tyto prstence jsou propojeny navzájem i se stožárem čtyřmi propojovacími vodiči po 90° (**obrázek 9.2.2**).



Obrázek 9.2.1 Izolace okolí stožáru pro minimalizaci dotykového napětí při úderu blesku do stožáru osvětlení



Obrázek 9.2.2 Řízení potenciálů pro minimalizaci krokového napětí při úderu blesku do stožáru osvětlení

Materiál	Tvar	Zemnicí vedení
Měď	Lano/kruhový vodič/pásek	50 mm ²
Ocel	Kruhová pozinkovaná Pásek pozinkovaný	78 mm ² 90 mm ²
Nerez (V4A)	Kruhová Pásek	78 mm ² 100 mm ²

Tabulka 9.2.1

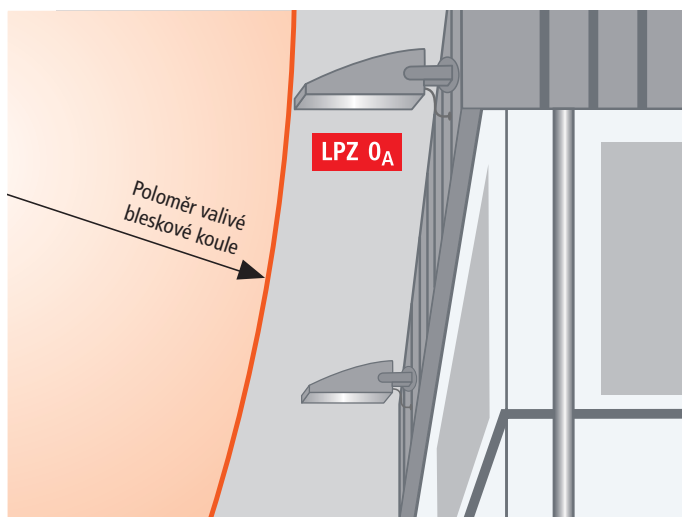
Minimální rozměry zemnicích vodičů pro propojení stožárových svítidel v zóně ochrany před bleskem LPZ 0_A navzájem i se zemnicí budov

Doporučené svodiče je třeba instalovat na přechodu zón LPZ 0_A-1 nebo LPZ 0_B-1.

Pro všechna venkovní svítidla nacházející se v zóně LPZ 0_A je třeba u vstupu vedení do budovy instalovat svodiče bleskových proudů typu 1. Pro určení této zóny ochrany před bleskem je třeba ze všech myslitelných stran „přikoulet“ příslušnou bleskovou valivou kouli. Dotýká-li se venkovních svítidel, pak se nachází v zóně LPZ 0_A (**obrázek 9.2.3 a 9.2.4**).

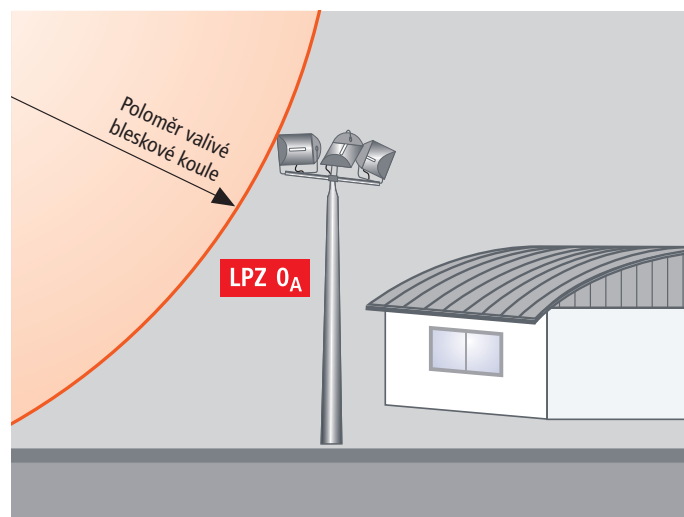
Při instalaci svodiče bleskových proudů typu 1 je třeba ověřit, zda v rozvaděči, kam jsou venkovní svítidla připojena, je již instalován energeticky koordinovaný svodič přepětí typu 2. Pokud není, doporučujeme na přechodu zón instalovat kombinovaný svodič.

Rovněž pro venkovní svítidla nacházející se v zóně LPZ 0_B je třeba na vstupu vedení do budovy instalovat svodiče přepětí typu 2 (**obrázek 9.2.5**).



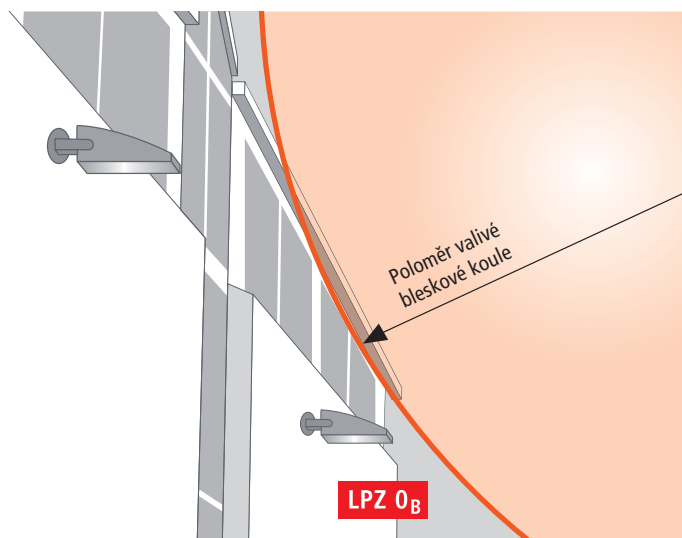
Použití	Typ	Kat. č.
Svodič bleskových proudů		
TN system	DB M 1 255 (2x)	961 120
TT system	DB M 1 255 DGP M 1 255	961 120 961 101
Kombinovaný svodič		
TN system	DSH TN 255	941 200
TT system	DSH TT 2P 255	941 110

Obrázek 9.2.3 Venkovní osvětlení pomocí svítidel na stěně v zóně $0_{A'}$, napájených 230 V, s potenciálovým vyrovnáním pro ochranu před bleskem u vstupu vedení do budovy



Použití	Typ	Kat. č.
Svodič bleskových proudů		
TN-S system	DB M 1 255 (4x)	961 120
TT system	DB M 1 255 (3x) DGP M 1 255	961 120 961 101
Kombinovaný svodič		
TN-S system	DSH TNS 255	941 400
TT system	DSH TT 255	941 310

Obrázek 9.2.4 Venkovní osvětlení pomocí svítidel na stožáru v zóně $0_{A'}$, napájených 3x230/400 V, s potenciálovým vyrovnáním pro ochranu před bleskem u vstupu vedení do budovy



Použití	Typ	Kat. č.
TN system	DG M TN 275	952 200
TT system	DG M TT 2P 275	952 110

Obrázek 9.2.5 Venkovní osvětlení pomocí svítidel na stěně v zóně $0_{B'}$, napájených 230 V

V moderních bioplynových stanicích jsou zkvašovány biologicky odbouratelné organické substráty jako močůvka, mrva, tráva, sláma, biologický odpad, zbytky z výroby cukru, vína a piva, zbytky potravin a tuků. Za tímto účelem jsou tyto organické materiály naplněny do hermeticky uzavřeného zásobníku (fermentoru). Zde v bezkyslíkatém prostředí produkují bakterie ze zkvasitelných organických hmot bioplyn. Vyrobený bioplyn je dále použit pro výrobu tepla a elektrické energie.

Na **obrázku 9.3.1** je zobrazen základní princip bioplynové stanice. Bioplynové stanice sestávají obvykle ze zakladače pro pevné i kapalné substráty, jednoho nebo více vyhříváných fermentorů, zásobníku odpadu, případného fermentoru 2. stupně, zásobníku plynu a případně úpravy plynu. Plynový spalovací motor s tepelným výměníkem a elektrogenerátorem tvoří blokovou kogenerační jednotku (BKJ). Tato BKJ vyrábí s účinností cca 30 % elektrickou energii a s účinností cca 60 % teplo (vztaženo k výhřevnosti bioplynu). Elektrická energie je dodávána do distribuční sítě. Teplo je z části použito pro vyhřívání fermentorů, zatímco přebytky jsou použity pro vytápění obytných nebo hospodářských budov.

Nezbytnost ochrany před bleskem

Při výrobě, skladování a energetickém využití bioplynu mohou vznikat nejrůznější rizika a nebezpečí pro osoby, životní prostředí i zařízení. V analýze rizik podle BImSchG/BetrSichV (Bundes Immissionsschutzgesetz / Betriebssicherheitsverordnung – spolkový zákon o ochraně před emisemi a bezpečnostní předpisy) jsou posouzeny možné zdroje nebezpečí, které mohou způsobit poruchu nebo nebezpečný stav, aby tak bylo možné přijmout odpovídající preventivní a ochranná opatření.

V bezpečnostních předpisech německé komory zemědělců pro zemědělské bioplynové stanice, rovněž tak v předpisu BGR 104 (německý soubor technických pravidel pro zamezení nebezpečí ve výbušné atmosféře) je poukázáno na to, že v prostorách s ne-

bezpečím výbuchu je pro eliminaci iniciačních zdrojů třeba provést „opatření k zamezení zážehu nebezpečné výbušné atmosféry“.

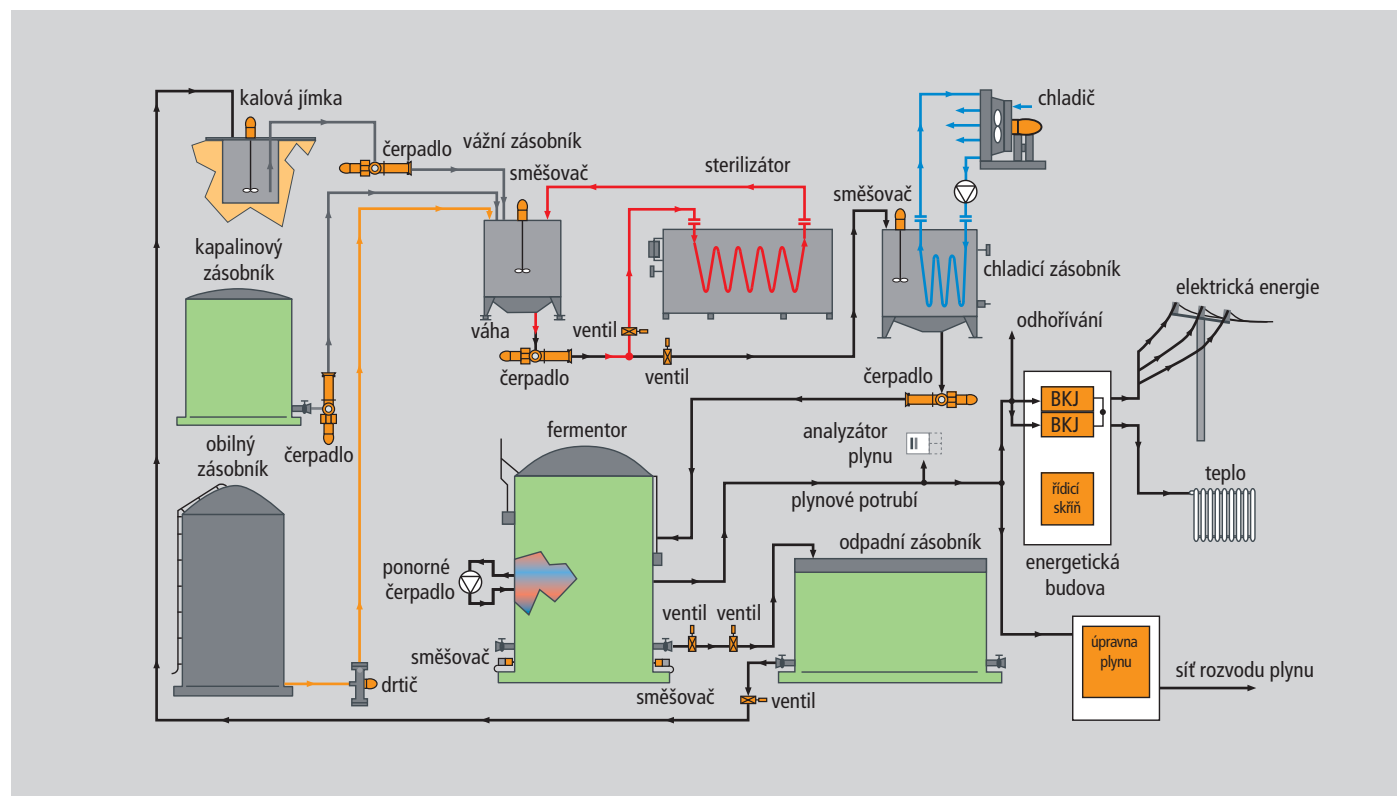
V ČSN EN 1127-1 ed. 2 v kapitole 5.3.1 je uvedeno třináct různých iniciačních zdrojů. V kapitole 5.3.8 (a rovněž tak v BGR 104) je blesk uveden jako iniciační zdroj: „Jestliže blesk udeří do prostředí s výbušnou atmosférou, je tato ihned zažehnuta. Vedle toho existuje možnost zážehu také v důsledku oteplení svodů odvádějících bleskový proud. Od místa zásahu blesku odtékají elektrické proudy, které i ve větší vzdálenosti a ve všech směrech od místa zásahu mohou vyvolat zápalné jiskry a rozstřík. I bez přímého zásahu mohou výboje při bouřkách vést k vysokým indukovaným napětím v instalacích, přístrojích a komponentách.“

Pro stanovení odpovídajících ochranných opatření se provádí analýza rizik výpočtem podle ČSN EN 62305-2 ed. 2. Jejím účelem je určit riziko škod od přímých i nepřímých úderů blesku pro stavební objekty včetně osob a zařízení uvnitř. Pokud je riziko vyšší, než je akceptovatelné, je třeba je snížit pomocí opatření pro ochranu před bleskem tak, aby nepřekračovalo přijatelnou míru.

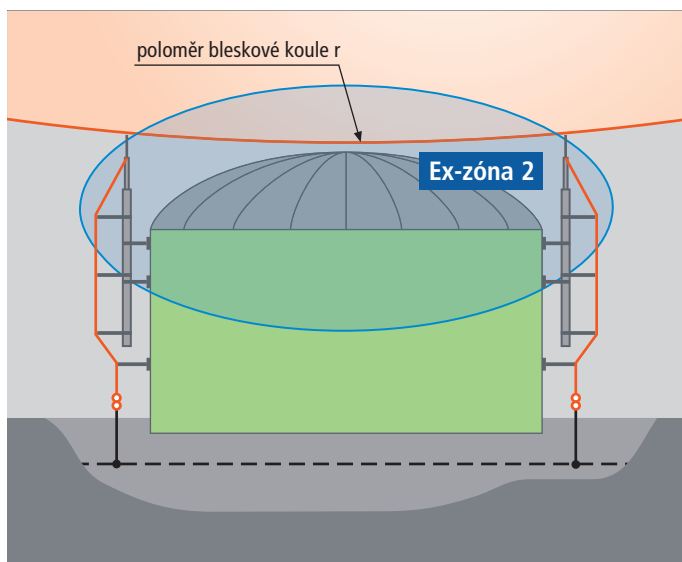
V Příloze 2 DIN EN 62305-3 jsou uvedeny doplňující informace pro zvláštní případy budov. Jsou zde blíže specifikovány i požadavky pro bioplynové stanice. Podle nich je třeba bioplynová zařízení chránit oddáleným hromosvodem vč. oddálených svodů, jestliže nelze vyloučit nebezpečí vznikající od zápalného jiskření na styčných a spojovacích místech.

Vnější hromosvod

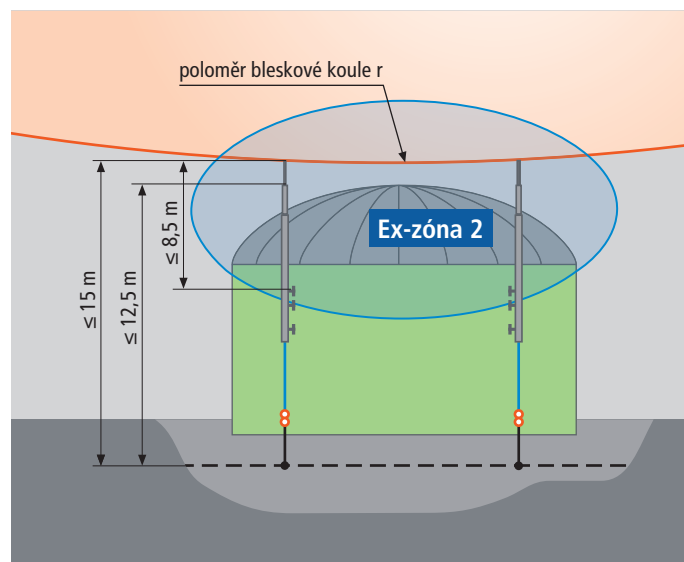
Srdcem každé bioplynové stanice je fermentor. Na trhu je široké spektrum systémů fermentorů a kvasných tanků, lišících se svou konstrukcí. Potřebný hromosvod musí být vždy přizpůsoben stavebním danostem konkrétního fermentoru. Pro stejné ochranné záměry je možné použít rozličné způsoby řešení. Jak je v Příloze 2 DIN EN 62305-3 uvedeno, odpovídá LPS II. normálním požadavkům pro zařízení ohrožená výbuchem a tedy i pro bioplynové stanice.



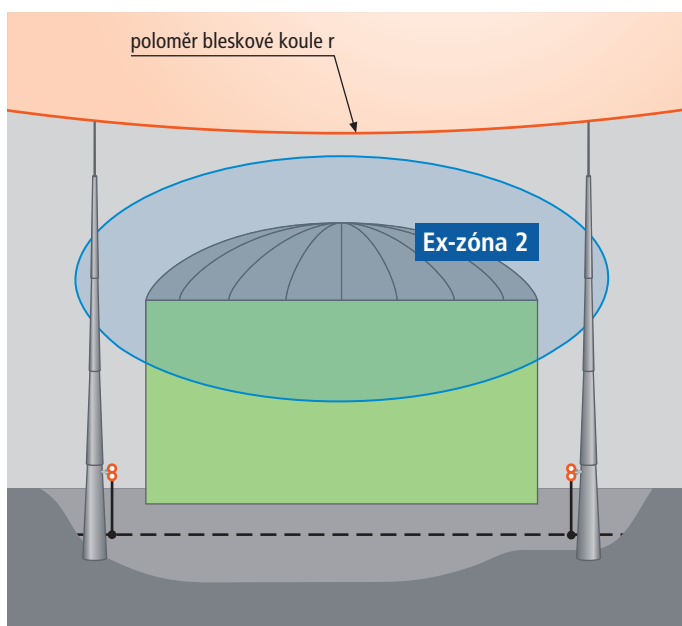
Obrázek 9.3.1 Přehledové schéma bioplynové stanice



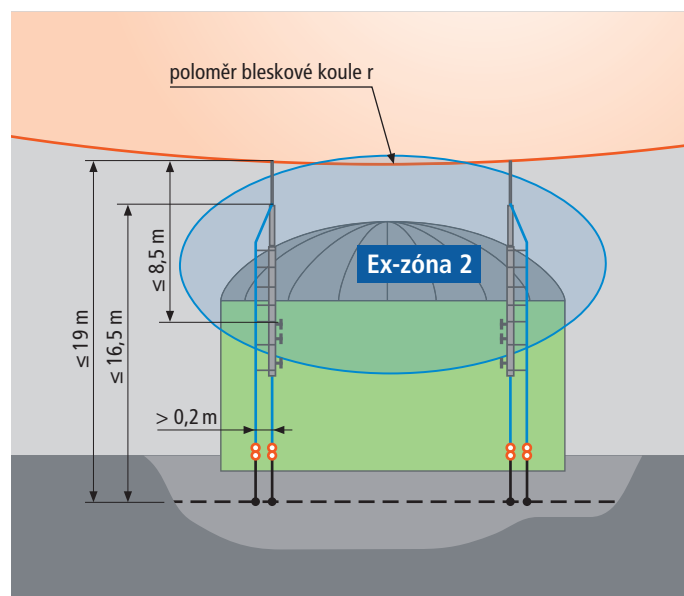
Obrázek 9.3.2 Instalace systému DEHNiso-Combi pro ochranu fermentoru s fóliovým příklopem



Obrázek 9.3.4 Ochrana fermentoru pomocí jímacích stožárů, izolovaná pomocí vodičů HVI (kat. č. 819 720)



Obrázek 9.3.3 Ochrana fermentoru s fóliovým příklopem pomocí ocelového teleskopického jímacího stožáru



Obrázek 9.3.5 Ochrana fermentoru pomocí jímacích stožárů, izolovaná pomocí dvojic vodičů HVI (kat. č. 819 750)

	Typ	Kat. č.
	Sada DEHNiso-Combi, 1 dílná, celková délka 5700 mm	105 455
	sestavující z:	
	1x Jímací tyč NIRO, délky 1000 mm	105 071
	1x Podpůrná trubka GFK/Al, délky 4700 mm	105 301
	3x úchyt na stěnu NIRO (V2A)	105 340
	2x Izolační vzpěra GFK/Al, délky 1030 mm	106 331

Tabulka 9.3.1 Sada DEHNiso-Combi

Systém ochrany před bleskem sestává z vnějšího a vnitřního hromosvodu.

Vnější hromosvod má za úkol zachytit všechny úder blesku do budovy, včetně bočních úderů, odvést bleskový proud od místa úderu do země, a v zemi ho rozptýlit tak, aby na chráněné budově

nedošlo ke škodám v důsledku tepelných, mechanických ani elektrických vlivů.

Fermentory s fóliovým příklopem

U bioplynových stanic jsou často instalovány fermentory s fóliovým příklopem. Úder blesku do tohoto příklopu vede k jeho poškození. V důsledku průpalu a rozstříku v místě úderu vystává nebezpečí požáru a výbuchu. Ochrana před bleskem musí být provedena tak, aby nemohlo dojít k přímému úderu blesku do fóliového příklopu fermentoru (**obrázek 9.3.2**).

Podle bezpečnostních předpisů pro zemědělské bioplynové stanice je např. v prostoru do 3 m od fóliového příklopu fermentoru stanovena Ex zóna 2, jež tedy obsahuje jen zřídka a krátkodobě výbušnou atmosféru. To znamená, že v Ex-zóně 2 je třeba počítat s výbušnou atmosférou jen při výjimečných, neočekávaných provozních stavech (porucha, servisní práce). V zóně Ex-2 je tedy podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 umístění jímače přípustné.

Výška a počet jímačů jsou určeny pomocí metody valivé koule. Pro jejich dimenzování je rozhodující „prověšení“ bleskové koule. To je možno určit podle ČSN EN 62305-3 ed. 2. Úrovní ochrany LPL II



Obrázek 9.3.6 Kvasný tank ze sešroubovaných kovových tabulí



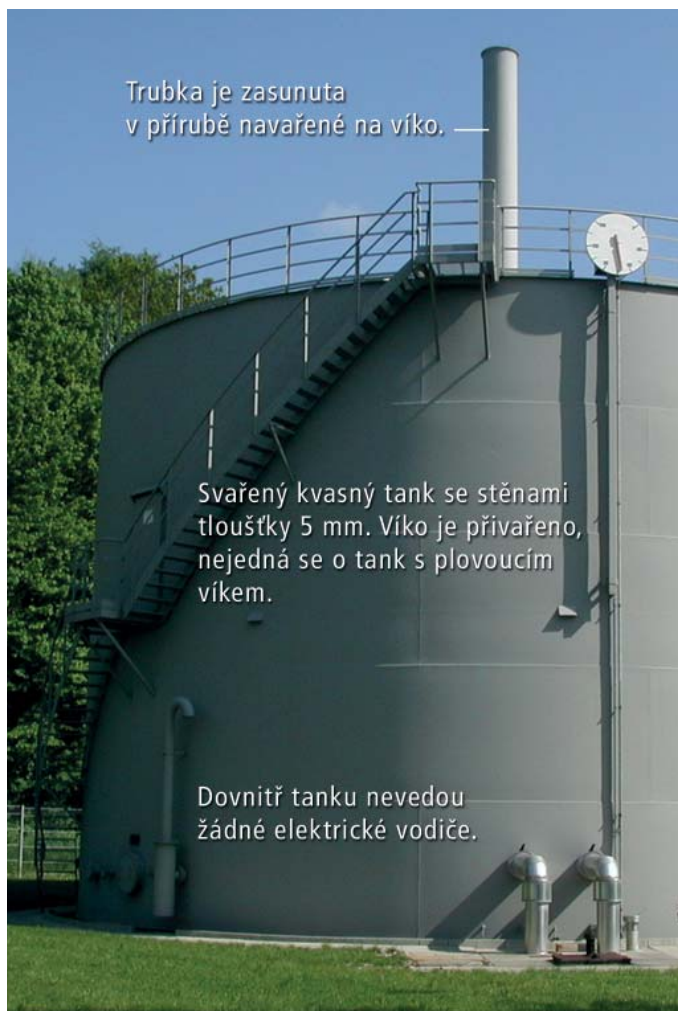
Obrázek 9.3.7 Ochrana kvasného tanku z kovových plátů pomocí oddáleného jímáče (zdroj: Büro für Technik, Hösbach)

pro zařízení ohrožená výbuchem odpovídá poloměr bleskové koule 30 m (**obrázek 9.3.2**).

Vnitřní membrána v plynojemu fermentoru vždy podle množství plynu přiléhá ke kovové vnitřní stěně fermentoru. Aby nedocházelo k nekontrolovaným přeskokům mezi svodem a kovovou stěnou fermentoru, je svod realizován jako oddálený. Oddáleným vedením svodu po distančních držácích z GFK (sklolaminát) je možno dosáhnout elektrické izolace hromosvodu od kovových částí fermentoru. Délka distančních držáků vyplývá z dostatečné vzdálenosti **s**, určené podle ČSN EN 62305-3 ed. 2.

V případě aplikace na **obrázku 9.3.2** je použita sada DEHNiso-Combi podle **tabulky 9.3.1**.

Další možností, jak zamezit přímému zásahu blesku do fermentoru s fóliovým příklopem, je instalace ocelových teleskopických jímacích stožárů (**obrázek 9.3.3**). Stožáry jsou vztyčeny na rost-



Obrázek 9.3.8 Svařený ocelový zásobník (zdroj: Eisenbau Heilbronn GmbH)

lém zemním podkladu nebo na zemních základech. Pomocí těchto stožárů je možno dosáhnout výšky nad terénem 25 m, v případě speciálního provedení i více. Standardní délky těchto stožárů jsou dodávány v dílcích po 3,5 m, což skýtá enormní výhody pro jejich dopravu. Bližší údaje pro instalaci ocelových teleskopických jímacích stožárů naleznete v montážním návodu č. 1729.

Třetí možností, jak ochránit fermentor s fóliovým příklopem před přímým úderem blesku, je použití vodiče HVI. Vodič HVI je vysokonapětově izolované vedení se speciálním vnějším pláštěm. Jeho typické použití je izolovaný svod hromosvodu pro dodržení dostatečné vzdálenosti **s** podle ČSN EN 62305-3 ed. 2. Zde je třeba nejprve dostatečnou vzdálenost **s** vypočítat podle ČSN EN 62305-3 ed. 2. Poté je třeba prověřit, zda je možno tuto dostatečnou vzdálenost **s** realizovat ekvivalentní izolační vzdáleností vodiče HVI. Existují dvě varianty řešení:

- ➔ **1. varianta:** jímací stožáry, každý s jedním vodičem HVI (**obrázek 9.3.4**). Maximální celková délka jímací soustavy, měřeno od hladiny potenciálového vyrovnání (zemnič) až po špičku jímáče, obnáší zde 15 m (při LPL II), přičemž maximální volná délka nad horním okrajem fermentoru smí (z mechanických důvodů) být max. 8,5 m.
- ➔ **2. varianta:** jímací stožáry, každý se dvěma vodiči HVI (**obrázek 9.3.5**). Maximální celková délka jímací soustavy, měřeno od hladiny potenciálového vyrovnání (zemnič) až po špičku jímáče, obnáší zde 19 m (při LPL II), přičemž maximální volná délka nad horním okrajem fermentoru smí být opět max. 8,5 m.

Poznámka: Oba vodiče HVI, vedeny paralelně, musí být v rozestupu větším než 20 cm.

Doplňující informace o vodičích HVI a montážní návody najdete na www.dehn.cz.

Poznámka – projekční služby

Protože se u oddálených jímacích soustav jedná o veskrze komplexní a rozsáhlé systémy, rádi Vám při projektování zprostředkujeme odbornou pomoc. V případě zájmu nás kontaktujte na adrese: DEHN + SÖHNE GmbH + CO.KG., organizační složka Praha, Pod Višňovkou 1661/33, 140 00 Praha 4 – Krč, tel.: 222 998 880, 222 998 881, 222 998 882 fax: 222 998 887 e-mail: info@dehn.cz.

Kvasné tanky z kovových plátů

Kvasné tanky z kovových plátů mívají obvykle tloušťku stěny 0,7 až 1,2 mm. Jednotlivé kovové pláty jsou vzájemně sešroubovány (obrázek 9.3.6).

Při použití kovových plechů jako jímáče musí být dodrženy tloušťky plechu podle Tabulky 3 v ČSN EN 62305-3 ed. 2. Pokud by nebyly tyto minimální tloušťky dodrženy, mohl by úder blesku způsobit průpal nebo nepřípustné oteplení v místě úderu. Tím by vznikalo nebezpečí požáru nebo výbuchu. Tyto zásobníky je třeba chránit přídatnými jímáči, aby tak v místě úderu blesku nedocházelo k tavení. Je zde zřizován oddálený hromosvod. Uspořádání jímací soustavy je stanoveno pomocí metody valivé bleskové koule. Svody jsou pak vedeny podél kovových plátů na distančních držácích ve stanovené dostatečné vzdálenosti od plechů (obrázek 9.3.7).

Ocelové zásobníky

Na obrázku 9.3.8 je zobrazen zásobník bioplynu s pláštěm z plně svařených ocelových plechů. Požadavky na materiál jsou podle Tabulky 3 v ČSN EN 62305-3 ed. 2 při tloušťce stěn pláště min. 4 mm

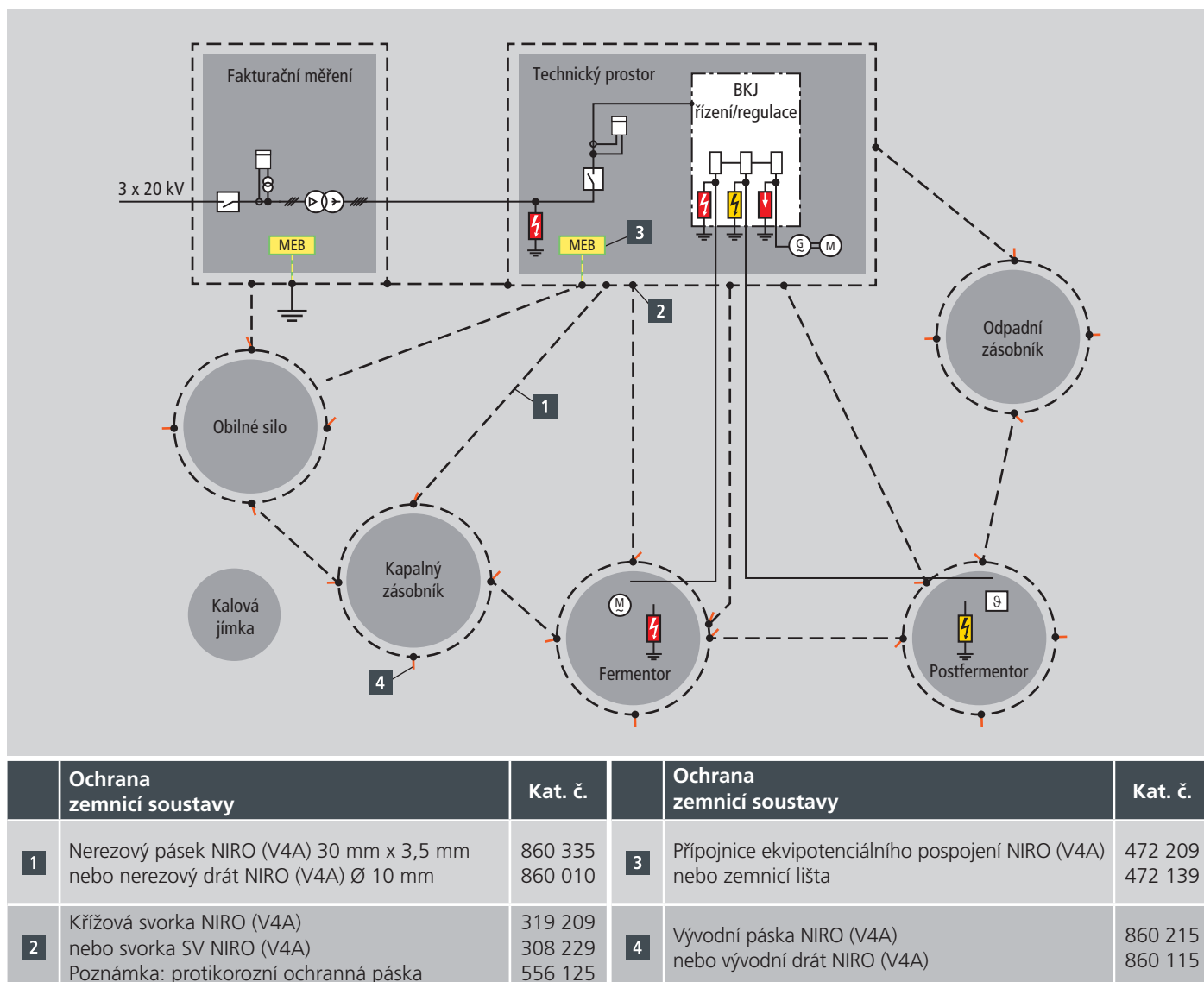
u oceli splněny. Pro systém ochrany před bleskem pak platí požadavky Přílohy D ČSN EN 62305-3 ed. 2 „Další informace pro LPS v případech staveb s prostory s nebezpečím výbuchu“. Pokud se Ex-zóny výdechů nacházejí v ochranném prostoru tvořeném kovovými a na bleskový proud dimenzovanými částmi pláště, nejsou nutné další jímáče. Pokud tomu tak není, je třeba zřídit další jímáče chránící výdechy před přímým zásahem blesku.

Koncepce uzemnění

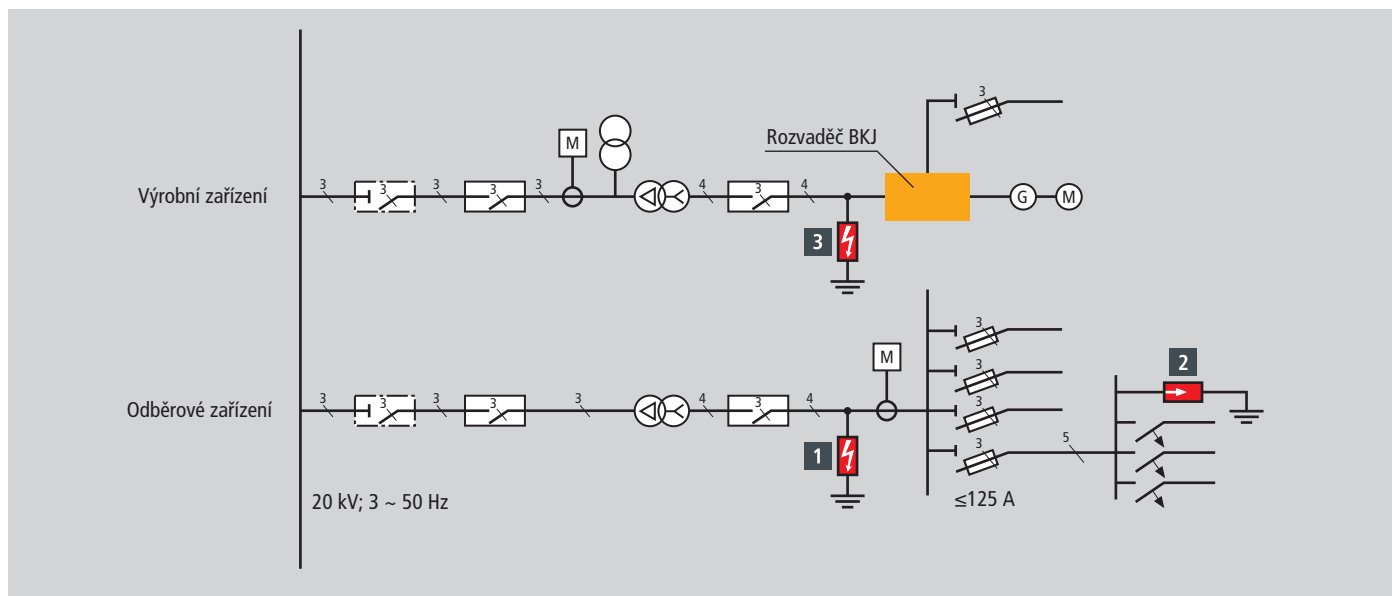
Pro zamezení velkých potenciálových rozdílů mezi jednotlivými zemnicí jsou tyto spojovány do celkové zemnicí soustavy (obrázek 9.3.9). Toho se dosahuje zasmyčkováním jednotlivých zemnicích soustav budov a systémů. Jako hospodářsky i technicky rozumné se ukázaly mřížové soustavy s velikostí oka 20 x 20 m až 40 x 40 m. Zasmyčkováním všech zemnicích soustav se významně redukuje potenciálové rozdíly mezi částmi zařízení. Rovněž napětové namáhání elektrických vedení překračujících hranice budovy je tak v případě působení blesku minimalizováno.

Napájecí síť

Vyrobený bioplyn je obvykle používán pro výrobu elektrické energie a tepla pomocí plynových zážehových nebo vznětových spalovacích motorů. V této souvislosti bývají takové motory označovány jako bloková kogenerační jednotka (BKJ). Tyto BKJ se nacházejí v samostatné provozní budově. V téměř nebo v odděleném prostoru této provozní budovy se nacházejí také energetické, regulační, řídicí a spínací skříně. Elektrická energie vyrobená v BKJ je přivedena do veřejné distribuční sítě (obrázek 9.3.10).



Obrázek 9.3.9 Mřížová zemnicí soustava bioplynové stanice



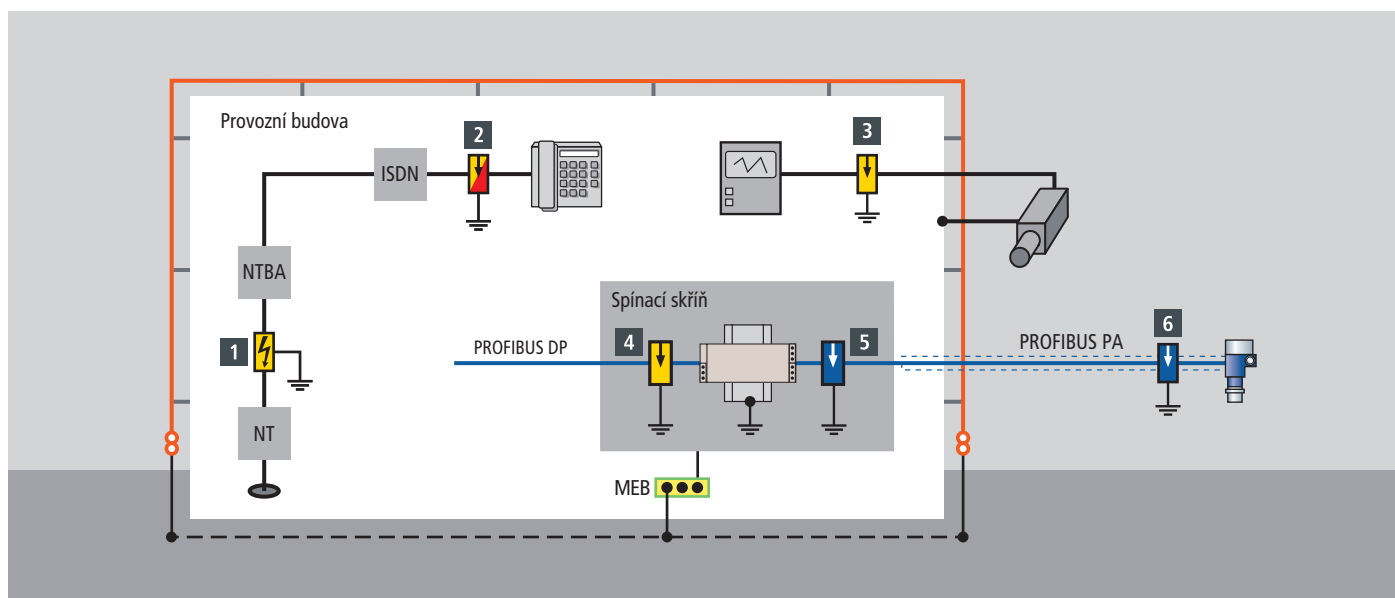
Č.		Přepětové ochrany	Kat. č.	Poznámky
Napájení / hlavní rozvaděč				
1	TN-C system	3 x DEHNbloc DB M 1 255 FM	961 125	Jednopolový svodič bleskových proudů na bázi jiskřiště, s vysokým omezením následných proudů, s kontaktem pro dálkovou signalizaci
	TN-S system	4 x DEHNbloc DB M 1 255 FM	961 125	
	TT system	3 x DEHNbloc DB M 1 255 FM + 1 x DEHNgap DGP M 255 FM	961 125 + 961 105	
Alternativně				
1	TN-C system	3 x DEHNbloc Maxi DBM 1 255 S	900 220	Koordinovaný svodič bleskových proudů s integrovaným předjištěním pro průmyslové sběrníkové systémy
	TN-S system	4 x DEHNbloc Maxi DBM 1 255 S	900 220	
	TT system	3 x DEHNbloc Maxi DBM 1 255 S + 1 x DEHNgap Maxi DGPM 1 255 S	900 220 + 900 050	
Alternativně				
1	TN-C system	3 x DEHNvenCI DVCI 1 255 FM	961 205	Kombinovaný svodič s integrovaným předjištěním a ochrannou napětovou úrovní ≤ 1,5 kV pro koncová zařízení
	TN-S system	4 x DEHNvenCI DVCI 1 255 FM	961 205	
	TT system	3 x DEHNvenCI DVCI 1 255 FM 1 x DEHNgap DGP M 255 FM	961 205 961 105	
Alternativně				
2	TN-C system	DEHNguard DG M TNC 275 FM	952 305	Vícepolový svodič přepětí s termodynamickou kontrolou a kontaktem dálkové signalizace
	TN-S system	DEHNguard DG M TNS 275 FM	952 405	
	TT system	DEHNguard DG M TT 275 FM	952 315	
Výrobní zařízení / instalace				
3	TN-C system	DEHNventil DV M TNC 255 FM	951 305	Modulární kombinovaný svodič s vysokou schopností omezení následných proudů a s ochrannou napětovou úrovní ≤ 1,5 kV
	TN-S system	DEHNventil DV M TNS 255 FM	951 405	
	TT system	DEHNventil DV M TT 255 FM	951 315	

Obrázek 9.3.10 Výťah z celkového schématu bioplynové stanice

Podstatnou součástí systému ochrany před bleskem je potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, které je třeba zajistit pro všechny elektricky vodivé systémy přivedené do budovy. Toto potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem vyžaduje, aby všechny kovové systémy byly co nejnižší impedancí přímo, a všechny systémy pod napětím byly nepřímo pomocí svodičů typu 1, navzájem propojeny do potenciálového vyrovnání. Toto potenciálové vyrovnání má být co nejbližší vstupu dotýčného systému do budovy, aby se tak zamezilo proniknutí dílčích bleskových proudů do budovy. Na příchozí vedení nízkého napětí 230/400 V AC z odběrné přípojky jsou takto instalovány přepětové ochrany SPD (Surge Protective Device) typu 1 (obrázek 9.3.10). Takovým SPD typu 1 na bázi jiskřiště s technologií RADAX-Flow pro napájecí síť je např. DEHNbloc. Tento svodič bleskového proudu má jmenovitý impulsní

proud až 50 kA (10/350 μ s) na pól. Díky patentovanému principu RADAX-Flow jsou tímto jiskřištěm omezovány a zhašeny následné zkratové proudy až do 100 kA_{eff}. Tím se zamezuje nežádoucím výpadkům napájení v důsledku vybavení předřazeného jištění. V napojených podružných rozvaděcích jsou pak instalovány svodiče přepětí typu 2 DEHNguard M TNS 275 FM.

V rozvaděči BKJ (obrázek 9.3.10) je instalován vícepolový modulární kombinovaný svodič s vysokou schopností omezit následný proud, DEHNventil. Tento kombinovaný svodič na bázi jiskřiště je snadno připojitelný a skládá se ze základny a nástrčných modulů. S DEHNventilem je zajištěna nejvyšší dostupnost zařízení a vypínací selektivita do jištění 20 A gL/gG, rovněž tak omezení a zhašení následných zkratových proudů do 100 kA_{eff}.



Č.	Ochrana pro...	Přepětová ochrana	Kat. č.
Telekomunikační a datovou techniku			
1	Připojení na pevnou telekom. síť	BLITZDUCTOR BXT ML2 BD 180 + základna BXT BAS	920 247 + 920 300
2	Přístroje ISDN	DEHNprotect DPRO 23 ISDN	909 320
3	Koaxiální vedení (videopřenos)	UGKF BNC	929 010
Techniku MaR			
4	Profibus DP	BLITZDUCTOR BXT ML4 BD HF 5 + základna BXT BAS	920 371 + 920 300
	Analogové signály (ne Ex-)	BLITZDUCTOR BXT ML4 BE 24 + základna BXT BAS	920 324 + 920 300
5	Profibus PA Ex (i)	BLITZDUCTOR BXT ML2 BD S EX 24 + základna BXT BAS EX	920 280 + 920 301
	Měření teplot Pt 100, Pt 1000, Ni 1000 (ne Ex-)	BLITZDUCTOR BXT ML4 BC 24 + základna BXT BAS	920 354 + 920 300
Terénní přístroje			
6	4-20 mA, Profibus PA, Fieldbus Foundation, Ex (i)	DPI MD EX 24 M 2	929 960
	4-20 mA, Profibus PA, Fieldbus Foundation, ne Ex-	DPI MD 24 M 2S	929 941

Obrázek 9.3.11 Ochrana techniky IT proti přepětí

Při malých vzdálenostech mezi DEHNventilem a spotřebiči (≤ 5 m) je zajištěna i ochrana koncových zařízení.

Dálkový dohled

Díky systému dálkového dohledu je možné mít stále k dispozici výkonové údaje bioplynové stanice. Údaje měřené na zařízení je možno odčítat přímo na registrační jednotce. Tato registrační jednotka je vybavena rozhraními jako Ethernet nebo RS 485, na něž je připojeno PC a/nebo modemy pro dálkový odečet a dohled. Pomocí dálkového dohledu např. přes modem se může servisní personál připojit na zařízení a poskytnout provozovateli podporu a pomoc při poruchách. Modem je připojen na koncové zařízení (NTBA) přípojky sítě ISDN. Aby byla možná trvalá kontrola a optimalizace provozu bioplynové stanice, je třeba zajistit nepřetržitou funkčnost datového přenosu sítě ISDN. K tomu je zde rozhraní U_{ko} NTBA, na něž je modem připojen, chráněno kombinovaným svodičem bleskového proudu a přepětí BLITZDUCTOR XT (obrázek 9.3.11). Pro telekomunikační koncová zařízení a pro telefonní zařízení s konektory RJ se doporučuje instalace svodiče přepětí typu DEHNprotector pro ochranu napájecích i datových vývodů.

Na obrázek 9.3.11 je kromě toho zobrazena i ochrana dohledové kamery. Pro ochranu koaxiálního vedení (video) je instalován

stíněný svodič přepětí UGKF BNC. Další aplikace pro ochranu dohledových videozařízení jsou uvedeny v kapitole 9.7 „Ochrana kamerových systémů před přepětím“.

Řízení technologického procesu

Řízení je klíčovou komponentou bioplynové stanice. Musí moci ovládat všechna čerpadla a mísící zařízení, registrovat procesní data jako množství plynu a jeho kvalitu, dohlížet na teploty, podchytit všechny vstupní hmoty, vybraná data zobrazovat a dokumentovat.

Dojde-li k výpadku řízení technologického procesu působením přepětí, pak jsou technologické procesy výroby bioplynu narušeny či přerušeny. Jelikož jsou tyto procesy velmi komplexní, může při neplánovaném přerušení provozu dojít k následným problémům, takže se může doba výpadku protáhnout i o několik týdnů.

Ve skříni řízení se nachází řídicí jednotka. Vedle digitálních vstupů a výstupů jsou zde vyhodnocovány i signály např. z čidel Pt 100, 4-20 mA a podobné. Pro zabezpečení nerušeného a trvalého přenosu technologických dat do řídicí jednotky je třeba všechna signálová a řídicí vedení překračující hranice budovy, např. od frekvenčních měničů a servopohonů, co nejbližší vstupnímu bodu osadit svodiči bleskového proudu (kategorie D1) typu BLITZDUCTOR XT (obrázek 9.3.12). V tomto svodiči přepětí je integrována bezdotyková



Obrázek 9.3.12 Moduly kombinovaných svodičů s technologií LifeCheck

a rychlá kontrola svodiče LifeCheck. Ochranné přístroje pro IT techniku jsou voleny podle maximálního provozního napětí, jmenovitého proudu, druhu signálu (DC, nízkofrekvenční, vysokofrekvenční) a podle toho, zda se jedná o symetrické nebo nesymetrické vedení. Na **obr. 9.3.11** jsou jako příklad uvedeny přepětové ochrany pro signálová a řídicí vedení.



Obrázek 9.3.13 Svodič přepětí DEHNpipe pro venkovní prostředí našroubovaný na dvou vodičový terénní přístroj

Pro ochranu terénních přístrojů s dvou vodičovým připojením, jako např. tlakové a hladinové senzory, ventily, snímače tlaku nebo průtokoměry, se doporučuje instalace svodiče přepětí DEHNpipe (**obr. 9.3.13**). Tento svodič poskytuje energeticky koordinovanou přepětovou ochranu pro terénní přístroje ve venkovním prostředí, a to při minimálních prostorových nárocích.

Ochrana technologických zařízení před bleskem a přepětím. Maximální bezpečnost, vysoká spolehlivost a provozuschopnost v každém okamžiku.

Aby bylo možné splnit tyto požadavky, musí být technologické procesy maximálním způsobem kontrolovány a cíleně řízeny, a to nejen v normálním provozu, ale i při bouřkách a složitých přechodových stavech v napájecí síti, tedy v situacích, kdy existuje vysoké riziko indukce přepětí do chráněných zařízení.

Vedle technologických zařízení je třeba rovněž zajistit i veškerou zabezpečovací techniku od hlásičů požárů, hlásičů úniku plynu, po čidla pohybu a nouzová osvětlení včetně odvětrávacích systémů. V rámci těchto opatření se uplatní veškeré postupy a principy, jež vedou k **důslednému aplikování koncepce zón ochrany před bleskem včetně stanovení rizik a managementu SPM**:

Pro dosažení efektivních nákladů a účinného systému ochrany, by měl být proveden návrh systému ochrany pro vnitřní systémy během projektování stavby a před výstavbou. Toto umožňuje optimalizaci použití náhodných součástí stavby a výběr nejlepšího kompromisního řešení pro uložení kabelů a umístění zařízení.

Pro dodatečnou montáž ve stávajících stavbách, jsou všeobecné náklady na SMP vyšší než náklady v nových stavbách. Avšak investiční náklady je možno snížit na minimum vhodným výběrem LPZ a použitím existujících instalací nebo jejich úpravou.

Účinné ochrany může být dosaženo pouze:

- ➔ jsou-li ochranná opatření navržena odborníkem v ochraně před bleskem;
- ➔ je-li zajištěna dobrá koordinace mezi různými odborníky různých profesí zapojenými do stavby budovy a SPM (např. stavebními a elektroinženýry);
- ➔ je-li plněn plán managementu.

Výběr součástí

Technologická zařízení často pracují s látkami, které jsou jedovaté, dráždivé a nebezpečné životnímu prostředí, a manipulace s nimi představuje další míru rizika. Snížení těchto rizik lze dosáhnout různými způsoby a prostředky. Jedním z nich je výběr vhodných součástí, jejichž konstrukce či provedení musí odpovídat předpokládanému nasazení.

Spolehlivým vodítkem při výběru součástí ochrany je **certifikace výrobků podle světových a evropských standardů**.

Značka DEHN reprezentuje dlouholeté zkušenosti s vývojem a vysokou kvalitou a spolehlivost výrobků potřebnou k zajištění potřebné bezpečnosti technologických zařízení v obyčejném prostředí a v prostředí Ex.

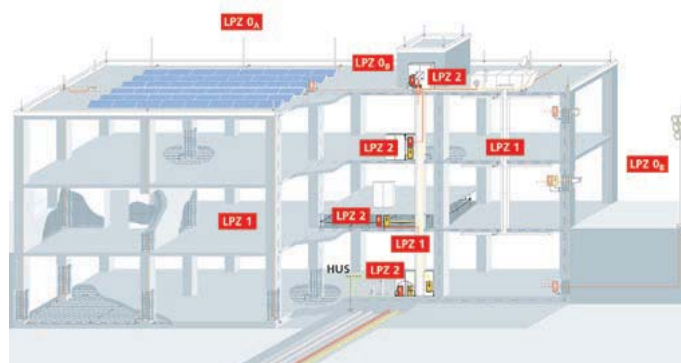
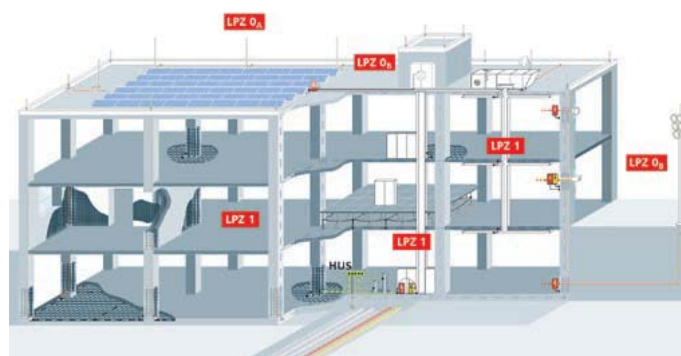
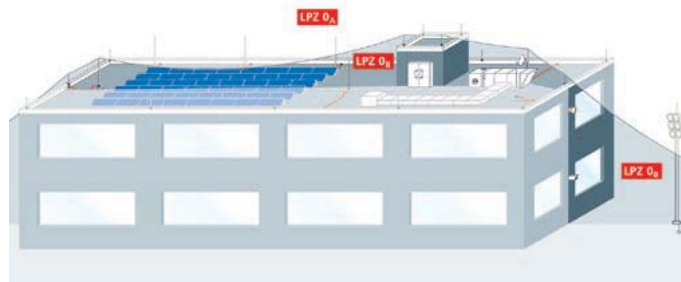
Výrobky DEHN jsou testovány a certifikovány podle souboru norem EN 50164, výrobky do prostředí Ex obdržely certifikáty ATEX, FISCO a IECEx.

Definice zón ochrany před bleskem podle ČSN EN 62305-4 ed. 2

Vnější zóny LPZ

LPZ 0 Prostor ohrožený netlumeným elektromagnetickým polem blesku a **plnými nebo dílčími bleskovými proudy**. LPZ 0 se dělí na:

LPZ 0_A Prostor ohrožený přímým úderem blesku a jeho netlumeným elektromagnetickým polem. **Instalace uvnitř budovy** mohou být zatíženy **plným bleskovým proudem**.



Značení přepětových ochran SPD:

-  = **SPD T1** svodič bleskových proudů/kombinovaný svodič pro vyrovnání potenciálů při působení blesku
-  = **SPD T1**
-  = **SPD T2** svodič přepětí pro lokální vyrovnání blesků
-  = **SPD T2**

HUS **hlavní uzemňovací sběrnice**
(může být totožná s hlavní ekvipotenciální přípojnici HEP nebo hlavní ochrannou přípojnici HOP)

Obrázek 9.4.1 Koncepce zón ochrany před bleskem LPZ

LPZ 0_B Prostor chráněný přímým úderem blesku, ale ohrožený jeho netlumeným elektromagnetickým polem. **Instalace uvnitř budovy** mohou být zatíženy **dílčími bleskovými proudy**.

Vnitřní zóny LPZ (Prostory chráněné před přímým úderem blesku)

LPZ 1 Prostor, ve kterém se může impulzní proud rozdělit do několika větví a přes **izolující rozhraní a/nebo s pomocí svodičů SPD** omezit jeho velikost. Elektromagnetické pole blesku **může být tlumeno prostorovým stíněním**.

LPZ 2 ... n Prostory, ve kterých se mohou impulzní proudy dále dělit do několika větví a přes **izolující rozhraní a/nebo s pomocí svodičů SPD** lze dále omezovat jejich velikost. Elektromagnetická pole blesku **mohou být dále tlumena prostorovým stíněním**.

Ochrana bioplynových stanic před bleskem a přepětím

Biomasa představuje významný zdroj obnovitelné energie, jehož význam neustále roste.

Provoz bioplynových stanic vyžaduje zajištění bezpečnosti zařízení, a tedy i ochranu před bleskem a přepětím. Ve stanicích se musí počítat s možným výskytem výbušné směsi bioplynu a vzduchu, je nutné zařadit plynojem a fermentor mezi zařízení s prostředím Ex. Návrh a provoz těchto zařízení se řídí zvláštními předpisy a proto provedení ochrany před bleskem a přepětím jim musí být přizpůsobeno.

Ochrana bioplynových stanic před bleskem

Požadavky na ochranu před bleskem jsou zpracovány v příloze D normy ČSN EN 62305-3 ed. 2.

Bioplynové stanice by měly být chráněny oddáleným hromosvodem, zejména, nelze-li vyloučit nebezpečí vzniku nebezpečných jiskření na styčných místech nebo v místech přiblížení elektricky vodivých kovových konstrukcí. **Při návrhu ochrany před bleskem se velmi často využívá metody valící se koule.** Důležité je, aby všechny části bioplynové stanice byly v ochranném prostoru vytvořeného oddáleným hromosvodem.

Na ochranu bioplynových stanic nabízí firma DEHN + SÖHNE v praxi osvědčené **systémy oddálených hromosvodů**:

- systém DEHNiso-Combi;
- systém jímacích stožárů s betonovými, závitovými základy nebo volně stojící stožáry se stojany bez základů;
- systém s vodičem HVI®.

BPS situace 1

Ochrana fermentoru pomocí systému DEHNiso-Combi

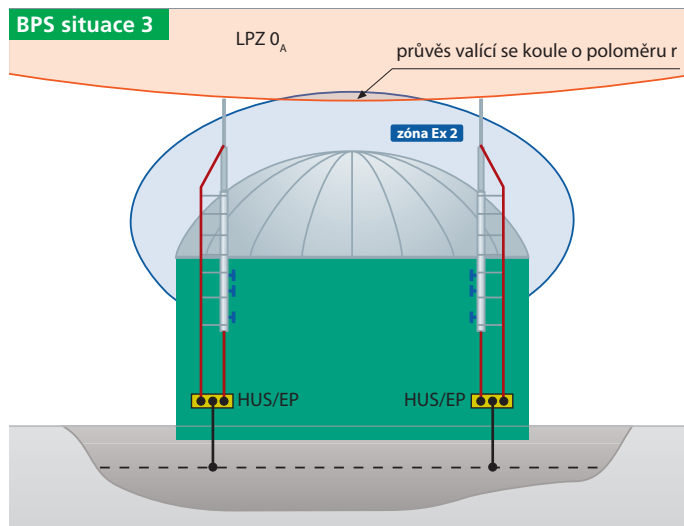
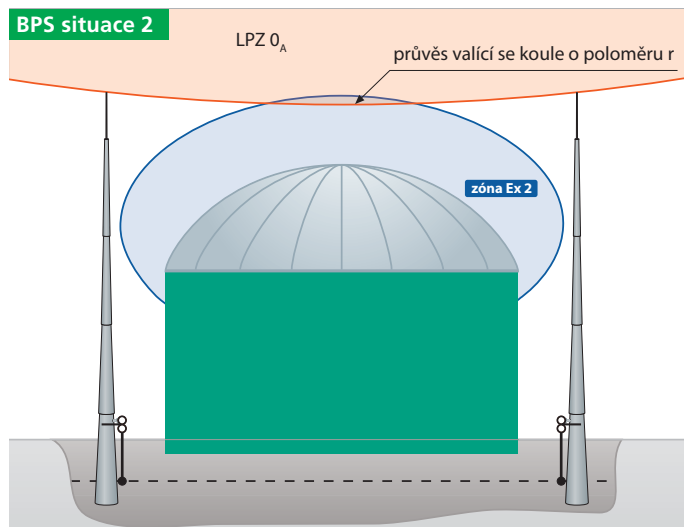
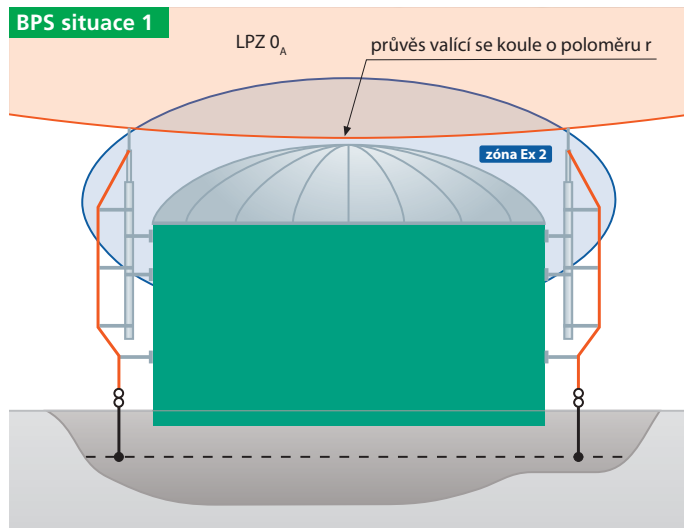
Objekt fermentoru je před přímým úderem blesku chráněn oddáleným klecovým hromosvodem. Izolační části stožárů a vzpěr zajišťují dodržování dostatečné vzdálenosti „s“ mezi jímacími a svodovým vedením a vnějším pláštěm chráněného fermentoru, a tím ho elektricky izolují od jeho vodivých konstrukcí.



BPS situace 2

Ochrana fermentoru pomocí teleskopických stožárů

Objekt fermentoru je před přímým úderem blesku chráněn oddáleným tyčovým/stožárovým hromosvodem. Ocelové teleskopické stožáry jsou od chráněného fermentoru vzdáleny v dostatečné vzdálenosti „s“. Ochranný prostor vytvořený z vhodně rozmístěných stožárů pokrývá rozsáhlé plochy s chráněnými objekty. Teleskopické sloupce se instalují přímo do rostlé zeminy, základy jímacích stožárů jsou buď závitové, nebo betonové.



Pozn.: poloměr valící se koule r je závislý na stanovené třídě LPS.

Obrázek 9.4.2 Příklady ochrany objektů bioplynové stanice



BPS situace 3

Ochrana fermentoru pomocí oddáleného hromosvodu HVI®

Objekt fermentoru je před přímým úderem blesku chráněn oddáleným hromosvodem s vodiči HVI®. U jímacích vedení a svodů s vodičem HVI® není nutné dodržovat dostatečnou vzdálenost od kovových a elektrických částí. Vodič HVI® má charakter koaxiálního kabelu. Jeho konstrukci tvoří měděná žíla o průřezu 19 mm² a tlustostěnný izolační materiál odolný proti vysokému napětí. Měření prokázala, že elektrická pevnost vodiče HVI® odpovídá dostatečné vzdálenosti $s = 0,75$ m (ve vzduchu) nebo $s < 1,5$ m (v pevném materiálu), a tím zajišťuje dodržování dostatečné vzdálenosti, které ho elektricky izolují od jeho vodivých konstrukcí.



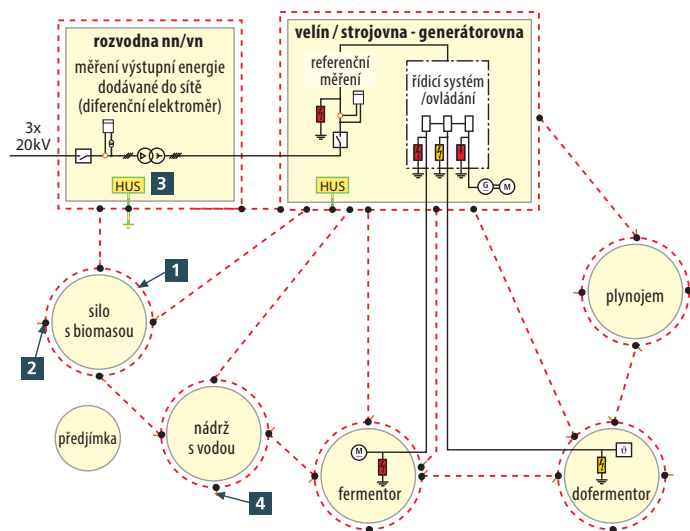
Uzemnění a vyrovnání potenciálů bioplynové stanice

Systém vyrovnání potenciálů při účinku blesku je instalován na každém technologickém zařízení. Objekty bioplynové stanice mají vlastní uzemňovací soustavy, jejich potenciály se mohou vzájemně lišit. Objekty BPS jsou propojeny napájecími a informačně-technickými kabely, po jejichž stínění mohou téct vyrovnávací proudy, které ruší a elektricky zatěžují instalovaná technologická zařízení. Propojením všech uzemňovacích soustav do jedné se omezí vznik nebezpečných potenciálových rozdílů, a tím i k omezení rozdílových proudů nejen při přímých úderech blesku.

Jako hospodárné řešení se osvědčilo mřížové uspořádání uzemnění o velikosti oka 20 x 20 m. Chemicky agresivní biomasa vyžaduje uzemnění z korozivzdorné oceli V4A.

Ochrana bioplynové stanice před přepětím

Vysoké spolehlivosti a provozuschopnosti zařízení i při přímých úderech blesku se dosáhne pouze tehdy, bude-li hromosvod doplněn systémem energeticky zkoordinovaných svodičů.



Č.	Osazení:	Kat. č.
1	pásek 30 x 3,5 mm, nerez V4A	860 335
2	křížová svorka, nerez V4A	319 207
3	ekvipotenciální přípojnice Industrie, nerez V2A	472 209
4	uzemňovací přívody, drát nerez V4A d = 10 mm	860 115

Pozn.: Spoje v zemi je třeba ošetřit antikorozní páskou.

Obrázek 9.4.3 Příklad společné uzemňovací soustavy bioplynové stanice (BPS)

V obvodech vlastní spotřeby a napájení pohonů technologických zařízení bioplynové stanice a vnitřních obvodů kogenerační jednotky se instalují svodiče osvědčené řady Red/Line.

V rozvedech informačně-technické sítě se instalují svodiče osvědčené řady Yellow/Line. Jsou-li čidla nebo pohony instalovány v prostředí Ex, musí být zařízení i svodiče v jiskrově bezpečném provedení Ex(i).

Ochrana čističky odpadních vod - ČOV před bleskem a přepětím

Přepětí nepříznivě ovlivňují technologické procesy.

Čističky odpadních vod představují složitý řetězec navzájem navazujících technologických procesů, v rámci kterého se ze znečištěné odpadní vody získává opět pitná voda.

K řízení technologie ČOV se využívají různé postupy měření a analýzy, vyžadující složité technické vybavení. Porucha technologických zařízení ČOV může ohrozit životní prostředí. Technologická zařízení jsou ohrožena přepětími, která se indukují do napájecích vedení a do vedení systémů měření a regulace technologických procesů.

Vysoká míra propojení jednotlivých částí technologických zařízení usnadňuje indukci přepětí a šíření poruchových impulsů. Nebezpečná přepětí mohou vznikat nejen při bouřkách, při přímých, blízkých i vzdálených úderech blesku, ale při zapínání či odpojování velkých elektrických zátěží.

Vyrovnání potenciálů a uzemňovací soustavy ČOV

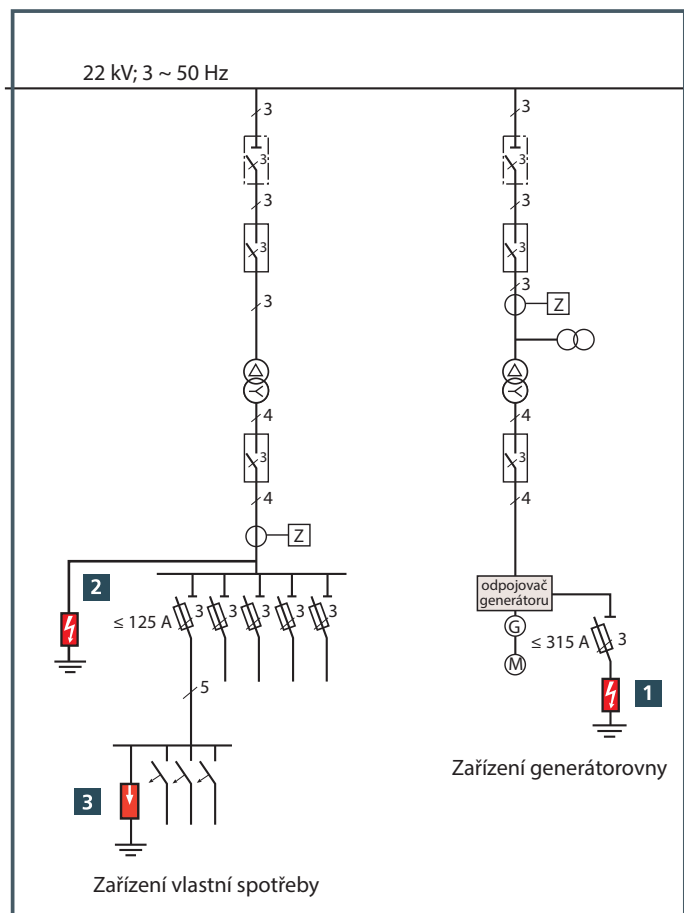
Systém vyrovnání potenciálů při účinku blesku je instalován na každém technologickém zařízení a na budově ČOV.

Vzájemným propojením těchto systémů do jednotné mřížové uzemňovací soustavy dojde ke snížení zatížení napájecích a informačně-technických kabelů dílčími bleskovými a vyrovnávacími proudy.

Jako hospodárné řešení se osvědčilo mřížové uspořádání uzemnění o velikosti oka 20 x 20 m. Chemicky agresivní odpadní kaly vyžadují uzemnění a spoje z korozivzdorné oceli V4A.

Ochrana ČOV před bleskem

Komplexní technologická zařízení ČOV vyžadují komplexní řešení ochrany před bleskem přizpůsobená jednotlivým objektům.



Č.	Osazení:	Kat. č.
1	DEHNventil® M TNC 255 FM energeticky zkoordinovaný kombinovaný svodič	951 305
2	3x DEHNbloc M 1 255 FM energeticky zkoordinovaný kombinovaný svodič <i>alternativně</i> DEHNbloc Maxi NH00 255 energeticky zkoordinovaný kombinovaný bleskových proudů <i>alternativně</i> 3x DEHNbloc Maxi 1 255 S energeticky zkoordinovaný kombinovaný bleskových proudů <i>alternativně</i> DEHNventil® M TNC 255 FM energeticky zkoordinovaný kombinovaný svodič	961 120 900 255 900 220 951 305
3	DEHNGuard® M TNS 275 FM energeticky zkoordinovaný svodič přepětí <i>alternativně</i> DEHNGuard® M TNS CI 275 FM energeticky zkoordinovaný svodič přepětí s integrovaným předjištěním	952 405 952 406

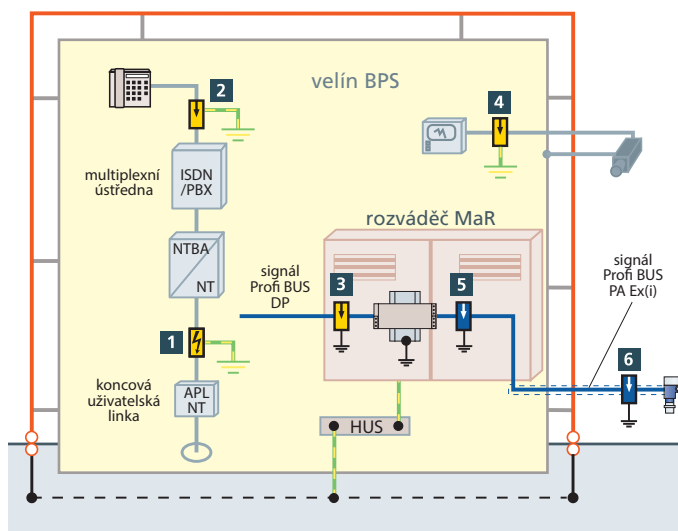
Obrázek 9.4.4 Schéma generátorovny a vlastní spotřeby bioplynové stanice

Vyhřívací a aktivační nádrže ČOV by měly být chráněny oddáleným hromosvodem, zejména, nelze-li vyloučit nebezpečí vzniku nebezpečných jiskření na styčných místech nebo v místech přiblížení elektricky vodivých kovových konstrukcí.

U rozsáhlých van na čištění vody se uplatní jímací stožáry a důsledné vyrovnání potenciálů při působení blesku.

Velín a čerpací stanice mohou být chráněny mřížovou soustavou. Při montáži je třeba důsledně dodržovat vypočtenou dostatečnou vzdálenost s.

Při návrhu ochrany před bleskem se velmi často využívá metody valící se koule. Důležité je, aby všechny části čistítky byly v ochranném prostoru vytvořeného hromosvodem.



Č.	Osazení:	Kat. č.
1	Blitzductor® XT ML2 BD 180 Kombinovaný svodič s čipem LifeCheck® pro 1 pár žil vedení symetrického rozhraní s galvanickým oddělením.	920 247 (+ 920 300)
2	DEHNrapid® LSA Kombinovaný svodič v provedení pro zářezové svorkovnice systému LSA pro 1-10 párů žil.	907 400 + 907 498 + 907 430
3	Blitzductor® XT ML2 BE HFS 5 Kombinovaný svodič s čipem LifeCheck® pro 2 žíly vedení s vf. rozhraním.	920 270 (+ 920 300)
4	DEHNpatch Propojovací kabel s integrovanou přepětovou ochranou Cat. 6.	929 100
5	Blitzductor® XT ML4 BD 180 Kombinovaný svodič s LifeCheck® v jiskrově bezpečném provedení pro 2 páry měřících vedení a sběrnicových obvodů.	920 347 (+ 920 300)
6	DEHNpipe MD EX 24 M 2 Kabelová průchodka s energeticky zkoordinovaným dvoustupňovým svodičem přepětí v jiskrově bezpečném provedení pro jiskrově bezpečné měřící obvody a sběrnice.	929 960

Obrázek 9.4.5 Schéma systému MaR a dálkového měření bioplynové stanice

Na ochranu čistících stanic nabízí firma DEHN + SÖHNE v praxi osvědčené systémy klasických i oddálených hromosvodů **DEHNiso-Combi** a **hromosvody s vodičem HVI®**.

ČOV situace 1

Ochrana před bleskem a přepětím pro měření stavu hladiny na vzdálené nádrži na dešťovou vodu

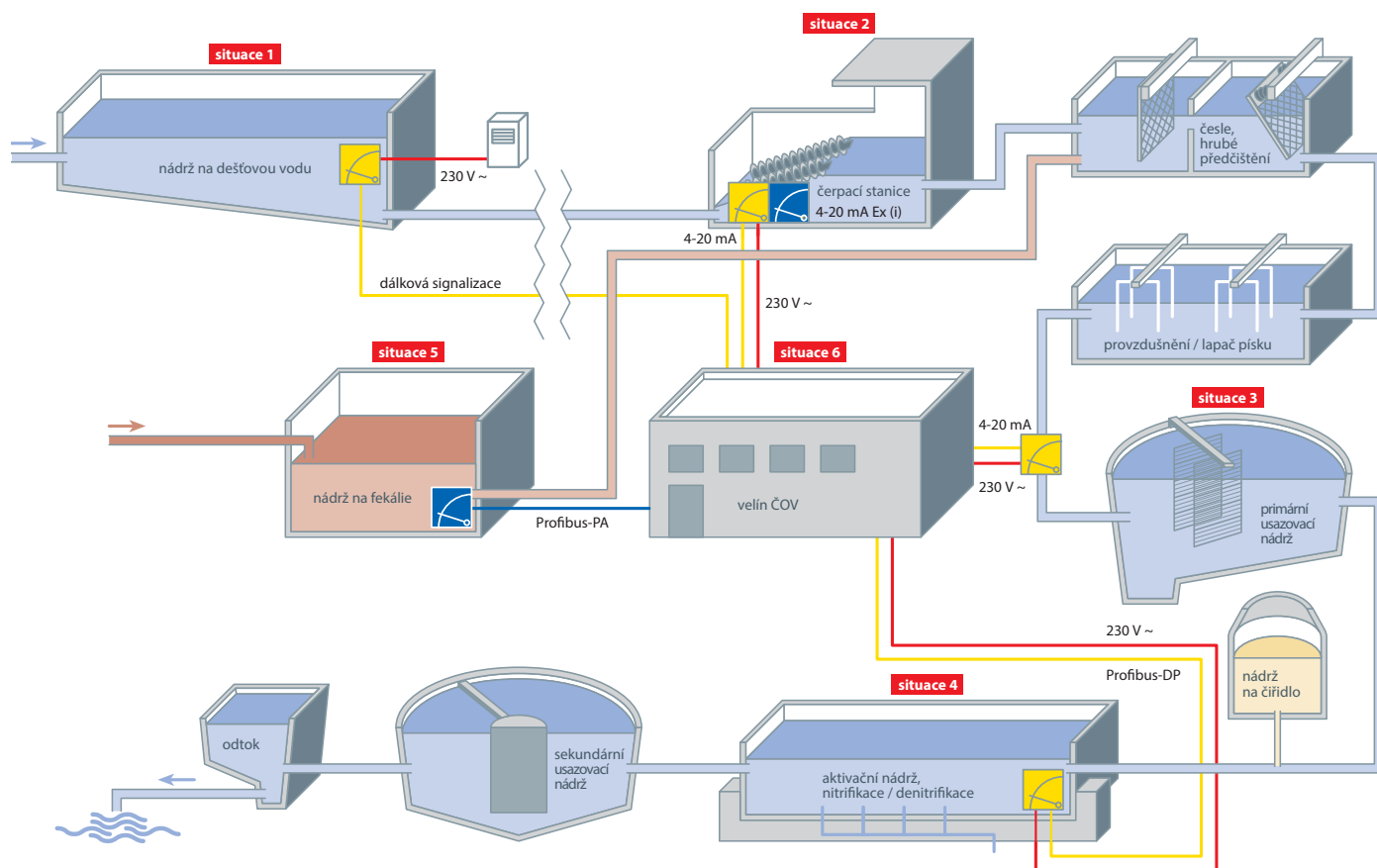
Stínění krátkých vedení mezi převodníkem a ultrazvukovými čidly je uzemněno na obou stranách. Naměřené hodnoty jsou na velín ČOV přenášeny prostřednictvím vedení dálkového měření. Napájení ze sítě nn je přivedeno přímo z distribuční sítě energetické společnosti. Na vedeních napájecích a datových rozvodů jsou instalovány kombinované svodiče (svodiče bleskových proudů a přepětí) s ochrannou úrovní vhodnou pro koncová zařízení a malými prostorovými nároky.

ČOV situace 2

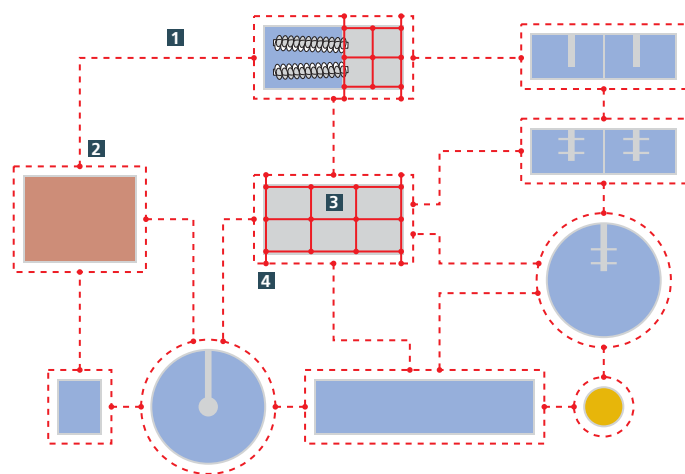
Ochrana před přepětím pro systém měření průtoku odpadní vody v kanálu

Vedení se signálem 4-20 mA a napájení nn (mimo Ex) a vedení se signálem 4-20 mA Ex(i).

V prostředí Ex je stínění vedení mezi převodníkem a ultrazvukovými čidly na obou stranách uzemněno. Prostorové oddělení převodníku



Obrázek 9.4.6 Přehledové schéma ČOV



Č.	Osazení:	Kat. č.
1	pásek 30 x 3,5 mm, nerez V4A	860 335
2	křížová svorka, nerez V4A	319 207
3	ekvipotenciální přípojnice Industrie, nerez V2A	472 209
4	uzemňovací přívody, drát nerez V4A d = 10 mm	860 115

Pozn.: Spoje v zemi je třeba ošetřit antikorozní páskou.

Obrázek 9.4.7 Příklad plošné mřížové uzemňovací soustavy ČOV

a Ex oddělovacího zesilovače v provedení Ex je na obou koncích vedení doplněno svodičem přepětí v jiskrově bezpečném provedení Ex(i).
Signalizační vedení 4 -20 mA a napájecí vedení 230 V.
V obyčejném prostředí jsou chráněna svodiči přepětí v běžném provedení.

ČOV situace 3

Ochrana před přepětím pro systém měření pH a teploty

2 vedení se signálem 4-20 mA a napájení nn.
Stínění vedení mezi převodníkem a elektrodou na hadicové armatuře je na obou koncích uzemněno.
Hodnota pH a teplota se na velin ČOV přenášejí jako 2 nezávislé signály 4-20 mA.
Napájení nn je přivedeno z velínu ČOV.
Na vedení mezi velínem a měřicím místem se instalují svodiče přepětí.

ČOV situace 4

Ochrana před přepětím pro systém měření průtoku vody

Sběrnice vedení PROFIBUS-DP a napájení nn.
Ochrana magneticky indukčního snímače a napájecího vedení 230 V (soustava TN).
Instalace svodičů přepětí do rozváděče umístěného v bezprostřední blízkosti od měřicího místa.
Stínění sběrnicového vedení je nutno uzemnit jak u snímače, tak u svodiče přepětí, hodnota uzemnění musí být co nejnižší.

ČOV situace 5

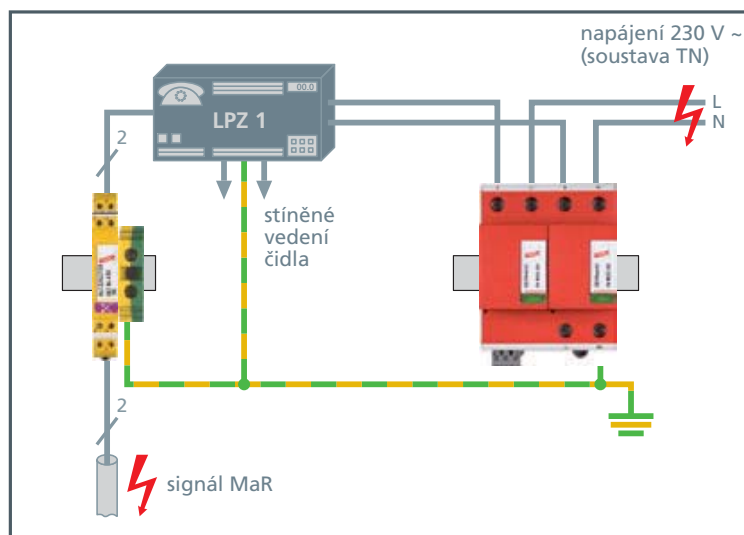
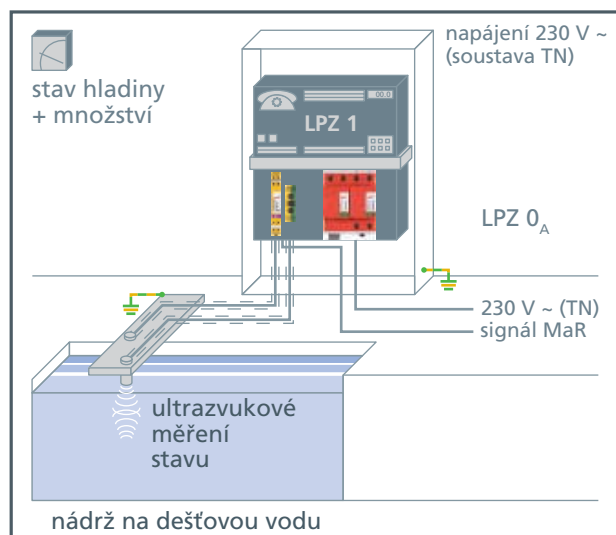
Ochrana před přepětím pro systém měření stavu hladiny PROFIBUS-PA Ex(i)

Snímač stavu hladiny v prostředí Ex je s velínem ČOV propojen prostřednictvím vedení PROFIBUS-PA v jiskrově bezpečném provedení Ex(i). Externí přívod energie chybí, a proto se ochrání pouze přípojnice ke sběrnici. U snímače je v kovové skřínce nainstalován svodič přepětí v zajištěném provedení Ex(i). Stínění sběrnicového vedení je nutno uzemnit jak u snímače, tak svodiče přepětí, hodnota odporu zemnění musí být co nejnižší.

ČOV situace 6

Ochrana velínu ČOV před přepětím

Rozváděč s řídicí jednotkou SPS.
Vedení mezi jednotlivými zařízeními je nutno osadit stejnými svodiči přepětí jako mají připojená měřicí místa. Na vstupu do rozváděče



Osazení:

1x BLITZDUCTOR® XT ML2 BD 180

nebo

1x BLITZDUCTOR® XTU ML2 BD S 0-180

1x DEHNventil® M TT 2P 255 FM

nebo

1x DEHNventil® M TN 255 FM

1x svorka pro ochranný vodič SLK 16

Kat. č.

920 247 (+ 920 300)

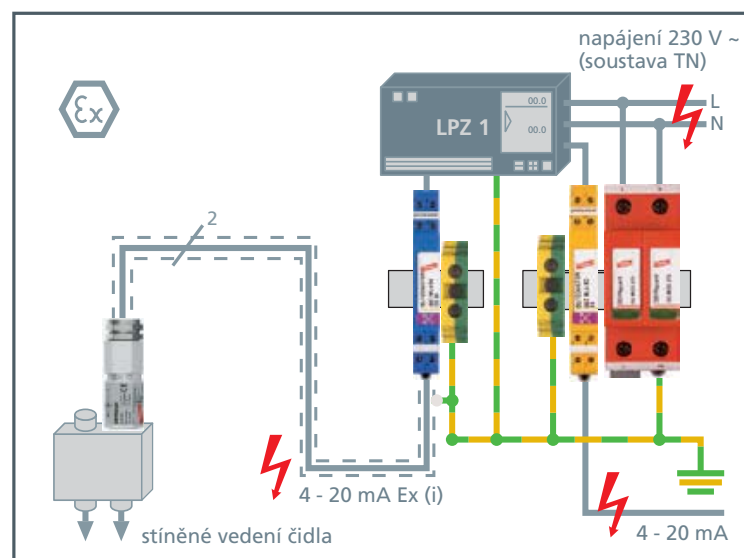
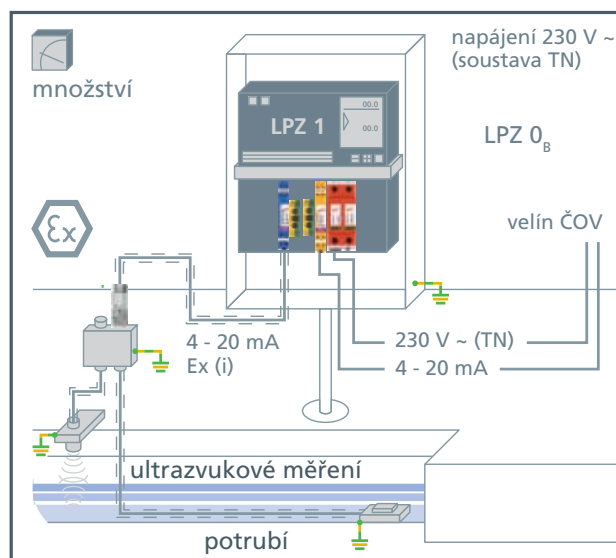
920 249

951 115

951 205

910 099

Obrázek 9.4.8 Ochrana před bleskem a přepětím pro měření stavu hladiny ve vzdálené nádrži na dešťovou vodu



Osazení:

1x BLITZDUCTOR® XT ML2 BD S 24

nebo

1x BLITZDUCTOR® XTU ML2 BD S 0-180

1x BLITZDUCTOR® XT ML4 BD EX 24

1x DEHNpipe MD EX 24 M 2

1x průchodka KV S M20 MS 9.5

2x svorka pro ochranný vodič SLK 16

1 x DEHNguard® M TN 275 FM

Kat. č.

920 244 (+ 920 300)

920 249 (+ 920 300)

920 381 (+ 920 301)

929 960

929 982

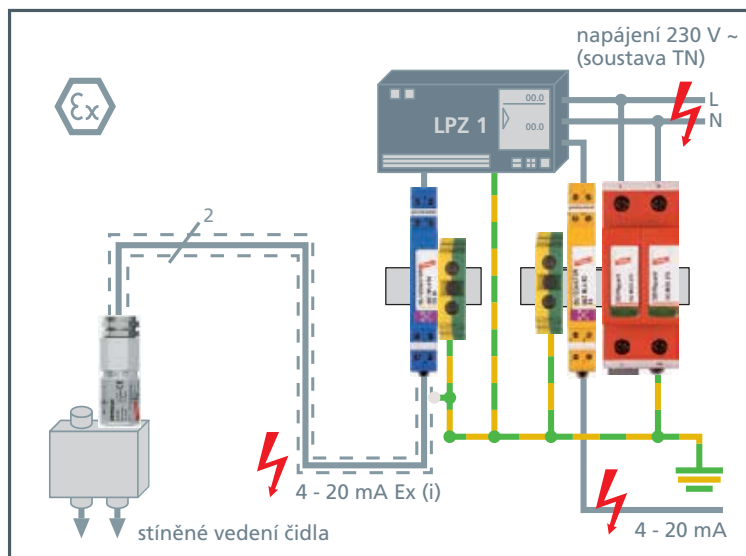
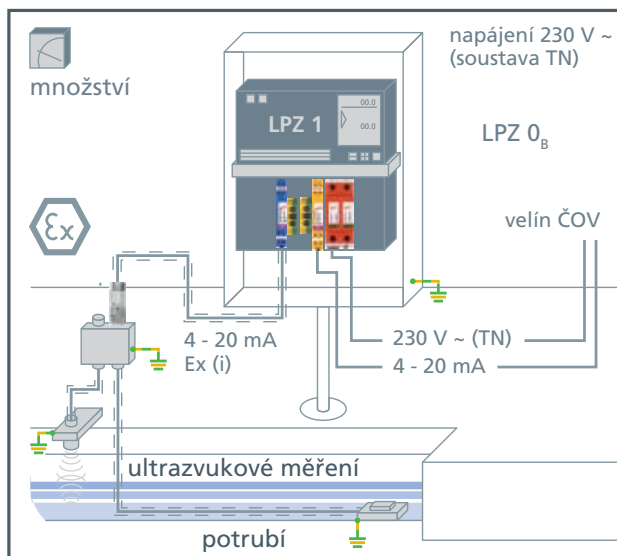
910 099

952 205

Obrázek 9.4.9 Ochrana před přepětím pro systém měření průtoku odpadní vody v kanálu

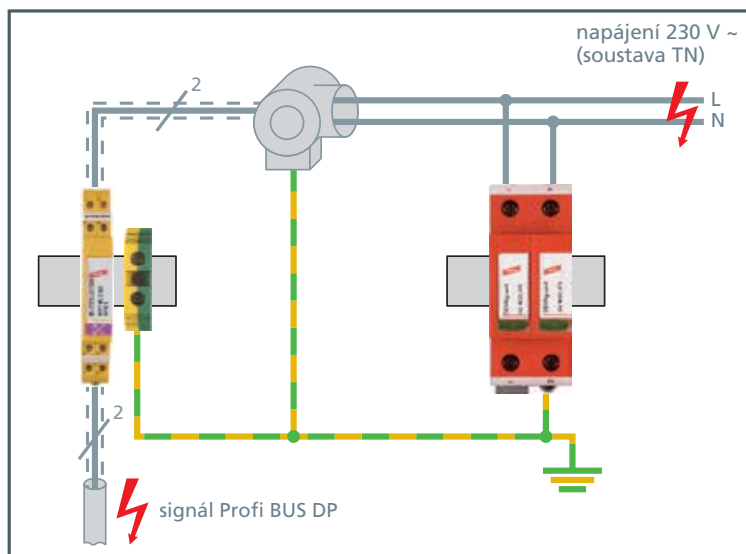
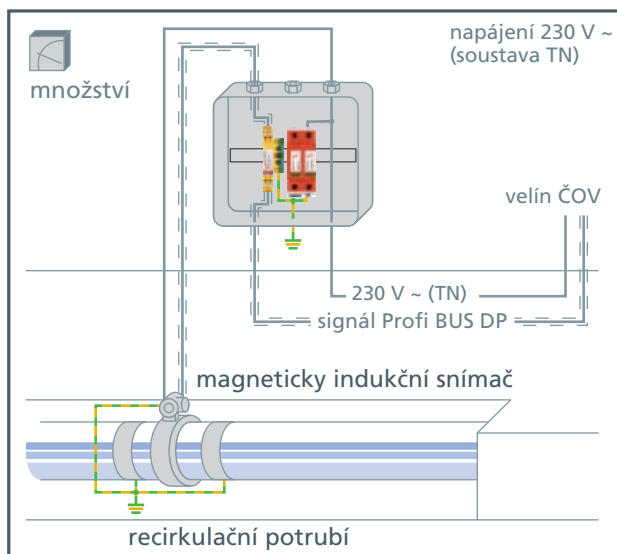
se uzemní stínění přivedených vedení, jednotlivé žíly se osadí odpovídajícími svodiči. Svodiče je třeba uspořádat přehledně, aby nevznikaly chyby při zapojení. Jsou-li svodiče bleskových proudů do

sítě nn instalovány odděleně, např. v hlavním rozváděči, stačí do rozváděčů instalovat pouze svodiče přepětí. Do koncepce ochrany před bleskem je nutno zahrnout vnitřní vedení velínu ČOV.



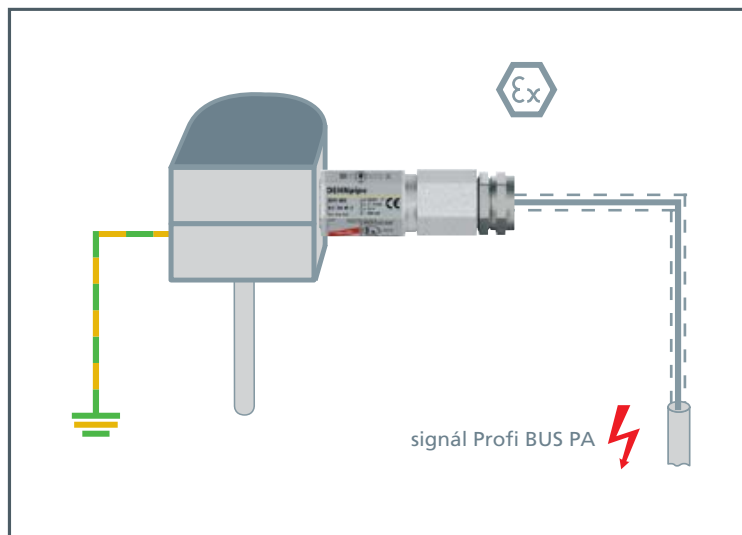
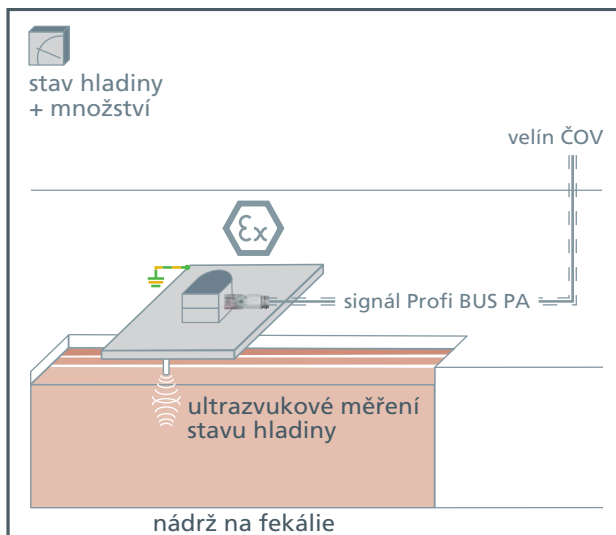
Osazení:	Kat. č.
BLITZDUCTOR® XT ML4 BD 24 nebo BLITZDUCTOR® XTU ML4 BD 0-180	920 344 (+ 920 300)
1x svorka pro ochranný vodič SLK 16	910 099
DEHNGuard® M TN 275 FM	952 205

Obrázek 9.4.10 Ochrana před přepětím pro systém měření pH a teploty



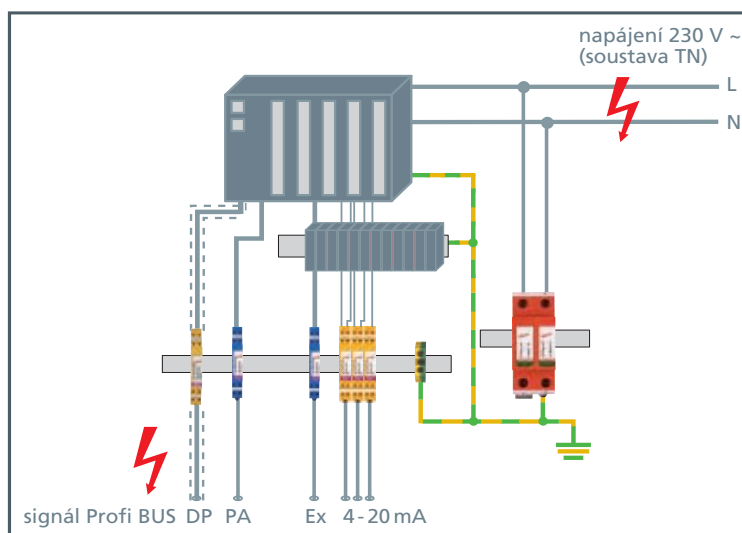
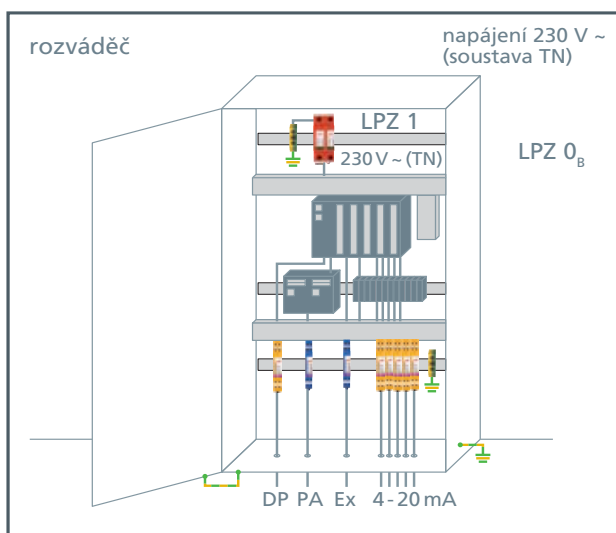
Osazení:	Kat. č.
1x BLITZDUCTOR® XT ML2 BD HFS 5 nebo 1x BLITZDUCTOR® XTU ML 2 BD S 0-180	920 271 (+ 920 300)
1x svorka pro připojení stínění SAK BXT LR	920 249 (+ 920 300)
1x svorka pro ochranný vodič SLK 16	920 395
2x DEHNGuard® M TN 275 FM	910 099
	952 205

Obrázek 9.4.11 Ochrana před přepětím pro systém měření průtoku vody



Osazení:	Kat. č.
1x DEHNpipe MD EX 24 M 2	929 960
1x průchodka KV S M20 MS 9.5	929 982
2x DEHNGuard® M TN 275 FM	952 205

Obrázek 9.4.12 Ochrana před přepětím pro systém měření stavu hladiny



Osazení:	Kat. č.
1x BLITZDUCTOR® XT ML2 BD HFS 5 nebo 1x BLITZDUCTOR® XTU ML 2 BD S 0-180	920 271 (+ 920 300)
1x svorka pro připoj. stínění SAK BXT LR	920 249 (+ 920 300)
1x svorka pro připoj. stínění SAK BXT LR	920 395
1x BLITZDUCTOR® ML2 BD HF EX 6	920 538 (+ 920 301)
1x BLITZDUCTOR® XT ML4 BD EX 24	920 381 (+ 920 301)
3x BLITZDUCTOR® XT ML4 BD 24	920 344 (+ 920 300)
1x svorka pro ochranný vodič SLK 16	910 099
1x DEHNGuard® M TN 275 FM nebo 2 x DEHNGuard® M TN 275 FM	952 205

Obrázek 9.4.13 Ochrana velínu ČOV před přepětím

Přijímací antény satelitního i pozemního vysílání se dnes instalují téměř výhradně na střeších budov. Proto norma ČSN EN 60728-11 pamatuje kromě potenciálového vyrovnání a ochrany kabelové sítě před bleskem pomocí potenciálového vyrovnání kabelového stínění i na uzemnění. Tato norma se obvykle používá pro stacionární zařízení a přístroje. Ačkoli je to z normativního hlediska možné, a ačkoli mobilní zařízení do tohoto aplikačního oboru patří, nebudou v tomto návrhu ochrany mobilní zařízení (např. obytná vozidla) pojednávána.

K tomu navíc nebudeme zvažovat anténní systémy na místech s nepatrným rizikem zásahu bleskem, kdy není nezbytné uzemnění antén. Rovněž tak nebudeme uvažovat o vypuštění potenciálového vyrovnání při podprahové hodnotě unikajícího proudu $\leq 3,5$ mA. V principu platí, že antény zřízené v souladu s touto normou nezvyšují pravděpodobnost zásahu bleskem, a že uzemněná nosná tyč antény nenahrazuje hromosvod.

Uzemnění

Jako uzemnění jsou přípustné možnosti: základový zemnič, dva horizontální páskové zemniče délky 2,5 m a svírající úhel $> 60^\circ$, svislý tyčový zemnič délky 2,5 m nebo dva svislé zemniče délky 1,5 m v rozestupu 3 m (viz **obrázek 9.5.1**). Zásadně je třeba zajistit, aby tyto zemniče byly připojeny na hlavní ekvipotenciální přípojnicí (MEB – Mean Equipotential Bonding). Minimální průřez zemniče je 50 mm² u mědi nebo 90 mm² u žárové pozinkované či nerezové oceli.

Potenciálové vyrovnání

Kabelovou síť je třeba z důvodů ochrany majetku i osob zahrnout do ochranného vyrovnání potenciálů v budově. Při mechanicky

chráněné pokládce je minimální průřez vodičů pro toto pospojení 4 mm² mědi. Toto opatření je vyžadováno z důvodu síťových svodových proudů od napájení přístrojů připojených na kabelovou síť. Proto je třeba všechny kabely zavedené do budovy (viz **obrázek 9.5.2**) připojit na ochranné ekvipotenciální pospojování (s výjimkou galvanického oddělení vnitřního a vnějšího vodiče kabelu). V případě instalace aktivních a pasivních přístrojů v rozvodech (zesilovače, odbočovače) je třeba stínicí pláště kabelů navzájem pospojovat ještě před instalací přístrojů, vnitřní vodiče pak zaizolovat.

Je třeba zohlednit především přístroje v ochranné třídě I napájené ze sítě nn a připojené na kabelovou síť. Jestliže rozvody sítě nn nejsou důsledně v systému TN-S, může nesymetrie sítě spolu se sumárisovanými 3. harmonickými složkami proudů vést k vyrovnávacím proudům stíněním kabelů, což může způsobit poruchy funkce i požár.

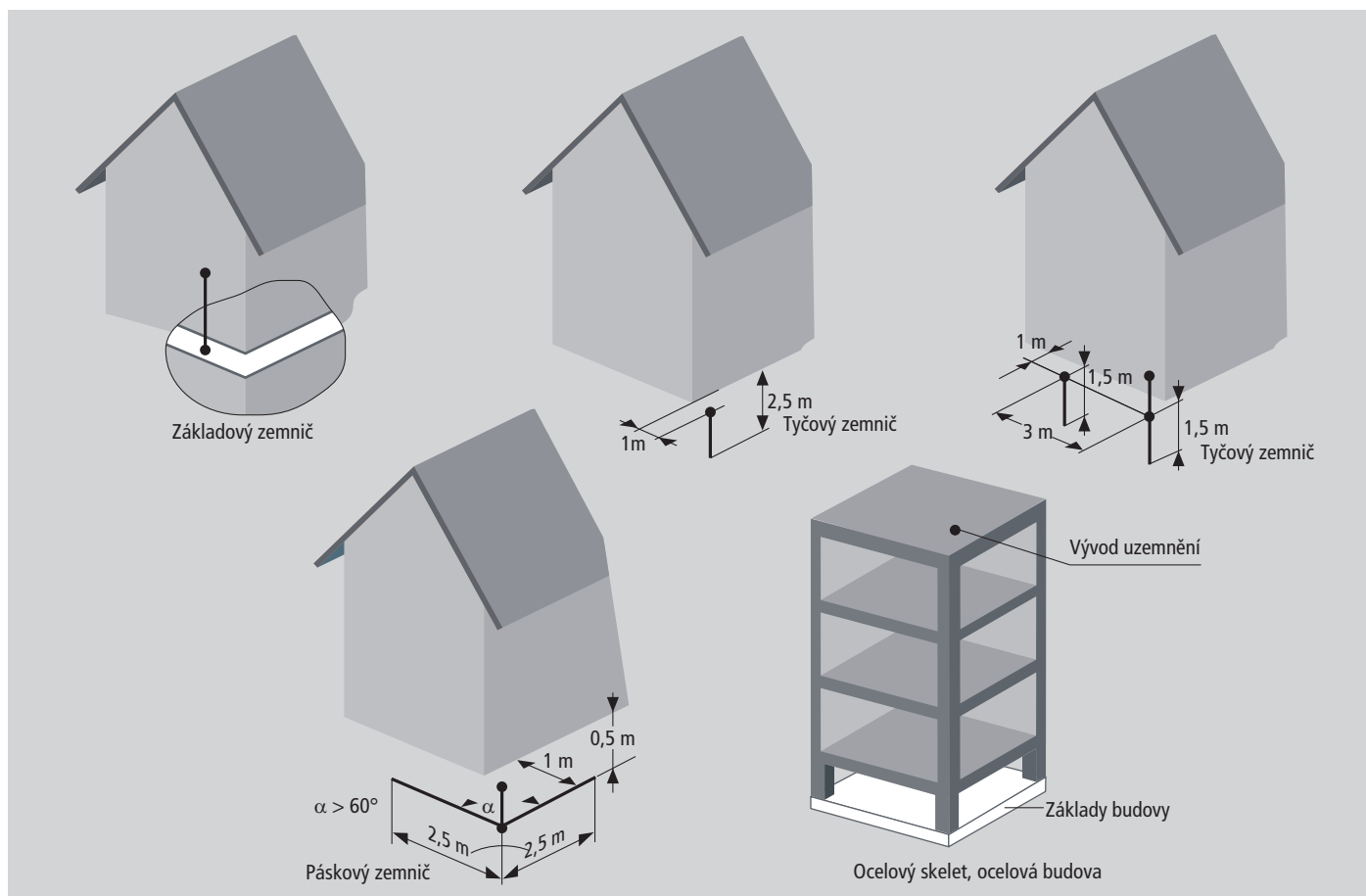
Vnitřní systém ochrany

Vnitřní ochrana před bleskem chrání vnitřek budovy, zejména elektrická zařízení a elektronické přístroje. Hlavním opatřením této ochrany je ochranné pospojování měděným vodičem o průřezu 4 mm² včetně přepětových ochran zapojených mezi vnitřním a vnějším vodičem kabelu, aby se tak zabránilo vzniku jisker a výbojů.

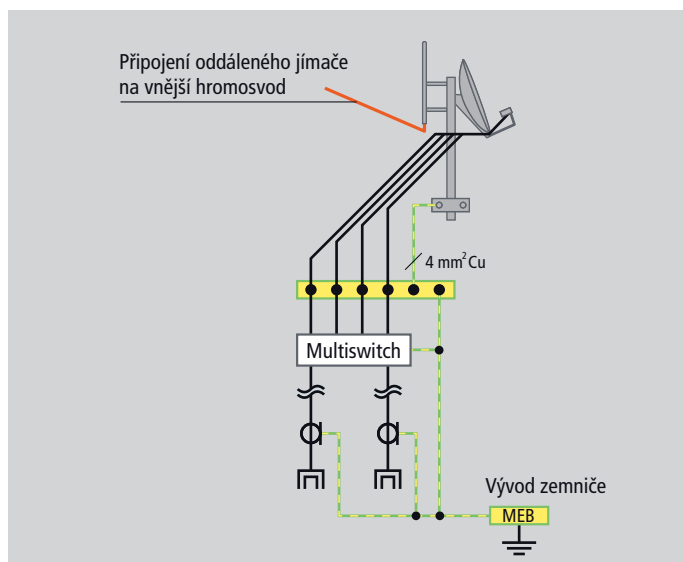
Ochrana před přepětími

Záměr ochrany vrcholu před přepětím, popsáný v normě, lze analogicky přenést i na obdobná zařízení (viz **obrázek 9.5.3**).

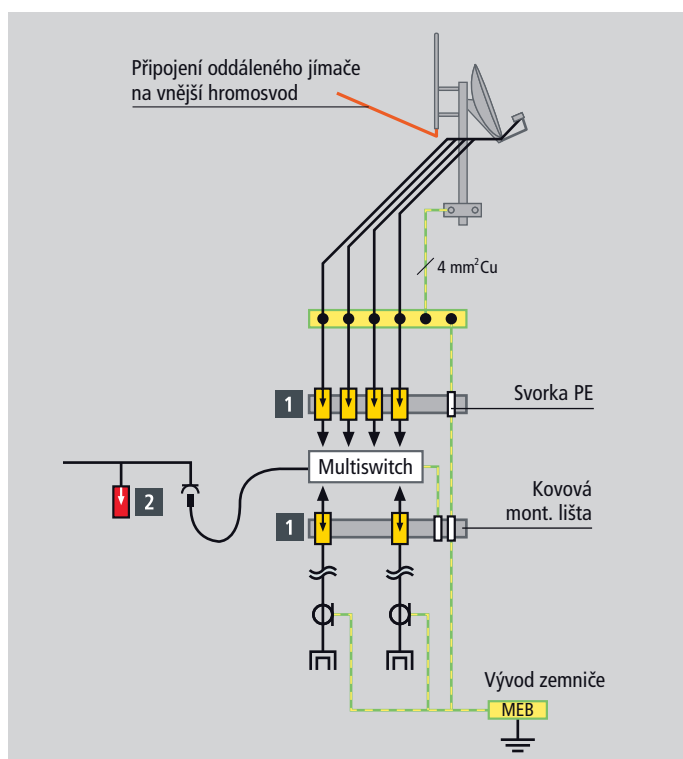
Rovněž tak uspořádání ochrany popsané v normě pro jednotovou jednotku chrání před induktivními vazbami na účastnický přístroj a lze je v souladu s normou aplikovat i na přípojky ve větších domech s několika byty.



Obrázek 9.5.1 Přípustné zemniče



Obrázek 9.5.2 Ochranné potenciálové vyrovnání kabelové sítě a přístrojů



Č.	Svodiče přepětí	Kat. č.
1	DEHNgate DGA FF TV	909 703
2	DEHNlex DFL M 255	924 396

Obrázek 9.5.3 Anténa s potenciálovým vyrovnáním na patě a se zapojením ochrany proti přepětí

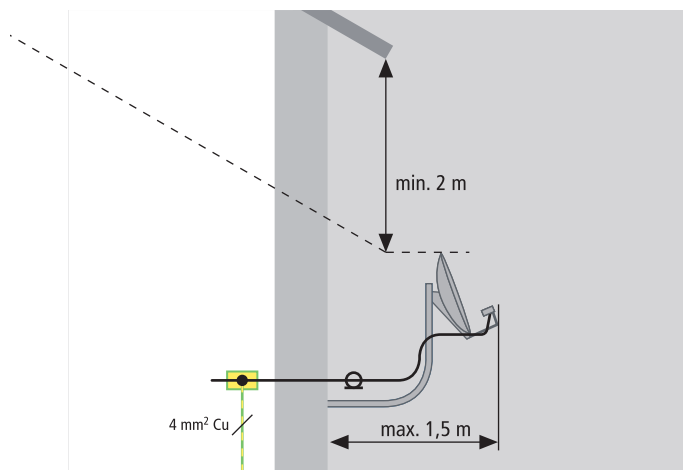
Antény v budově nebo pod střechou

Anténní systémy uvnitř budovy a takové, které jsou min. 2 m pod střechou a nevčnívají ze zdi více než 1,5 m (viz **obrázek 9.5.4**), nemusí být uzemněny zemnicím vodičem. Potenciálové vyrovnání popsaným způsobem je však přesto nutné.

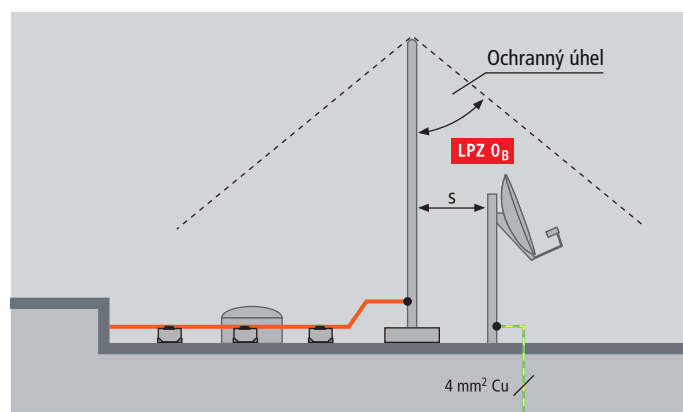
Budovy s hromosvodem

Následující pojednání jsou analogická s ochranou podle normy ČSN EN 62305-3 ed. 2 a tím tedy sestavena ve vazbě na tzv. „nejlepší řešení“ normy pro anténní systémy.

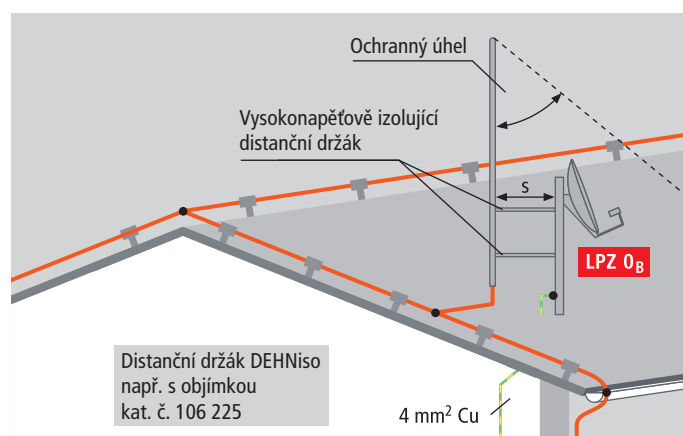
U budov se zřízeným hromosvodem je třeba umístit anténní systém do ochranného prostoru stávajícího jímáče (viz **obrázek 9.5.5**), nebo jej chránit oddálenou jímací tyčí pomocí distančního



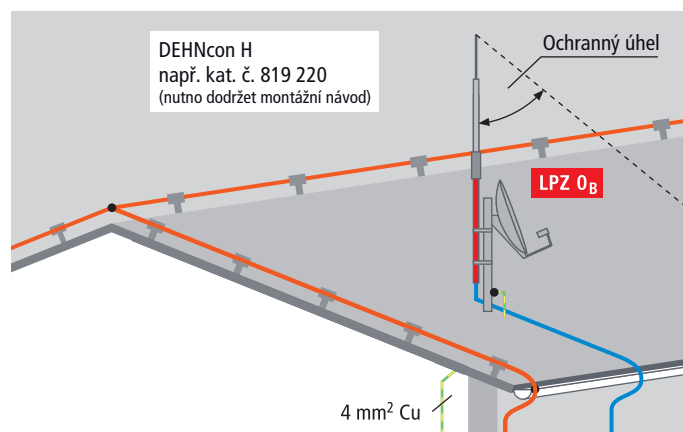
Obrázek 9.5.4 Instalace antény nevyžadující uzemnění



Obrázek 9.5.5 Anténa v ochranném prostoru stávajícího jímáče



Obrázek 9.5.6 Anténa s izolovaně instalovaným jímáčem pomocí distančních držáků DEHNiso (izolační dráha je ze sklolaminátu (GFK))



Obrázek 9.5.7 Anténa s vysokonapětovým izolovaným vodičem DEHNcon-H

držáku DEHNiso (obrázek 9.5.6) případně řešením DEHNcon-H (obrázek 9.5.7). Ve všech uvedených případech je třeba k dříve popsanému potenciálovému vyrovnání ještě navíc připojit stínicí pláště kabelů v nejnižším místě na hlavní ekvipotenciální přípojnici (MEB) vodičem potenciálového vyrovnání 4 mm² Cu, aby se tak omezilo ohrožení indukčními smyčkami. (viz obrázek 9.5.3).

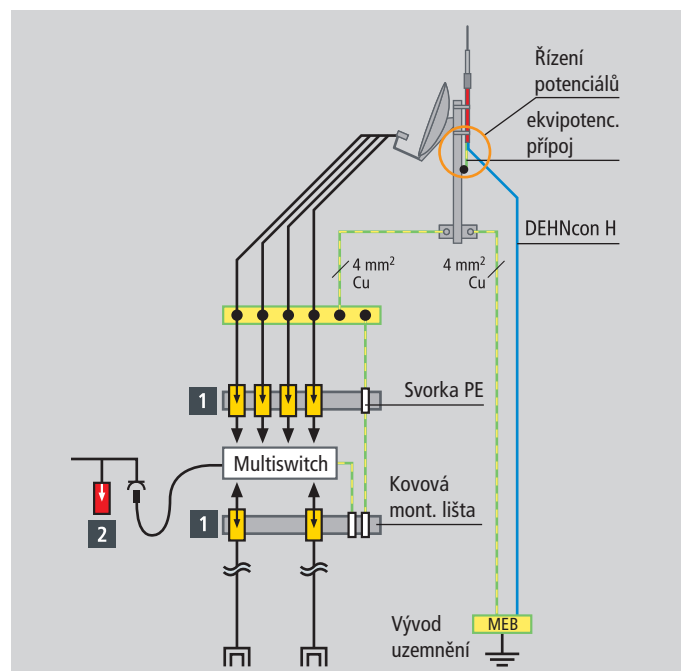
Budovy bez hromosvodu

Uzemnění antén jistě není prozřívou ochranou budov nebo jiných stavebních objektů před bleskem.

Pro budovy bez hromosvodu platí požadavek uzemnit anténní stožár. Zemnicí vodič musí být veden rovně a svisle, a má mít průřez min. 16 mm² Cu nebo obrázek 9.5.8 Uzemnění antény v uspořádání se zapojením ochrany proti přepětí 25 mm² v případě izolovaného vodiče Al, nebo 50 mm² ocelového vodiče (obrázek 9.5.8). Přípoje vodiče potenciálového vyrovnání např. na ekvipotenciální svorkovnice či páskové objímky se svorkami musí být dimenzovány na bleskové proudy a testovány podle ČSN EN 62561-1. Tento vodič se instaluje v co možná největší vzdálenosti od jiných vodičů a od uzemněných systémů, jelikož v případě úderu blesku zde vystupují stejné fyzikální souvislosti, jaké musí být zohledněny při dodržení dostatečné vzdálenosti od vnějšího hromosvodu.

Jako zemnicí vodič lze využít i náhodné vodiče tvořené přirozenými součástmi stavby či zařízení, jestliže je to dovoleno a lze je považovat za dostatečně spolehlivé, elektricky vodivé a z hlediska průřezu ekvivalentní standardním zemnicím vodičům. I zde se provede výše popsané potenciálové vyrovnání, ovšem bez připojení vnějšího stínění kabelů v nejnižším bodě na hlavní ekvipotenciální přípojnici MEB (viz obrázek 9.5.8).

Jako alternativu k uzemnění anténního stožáru nabízí i zde efektivní ochranu proti vlivům úderu blesku řešení DEHNcon-H, u něhož je vysokonapětově izolované vedení svedeno až k uzemnění. Nezbytné řízení potenciálu anténního stožáru je zde pak uskutečněno pomocí beztak instalovaného vodiče potenciálového vyrovnání (viz obrázek 9.5.9).

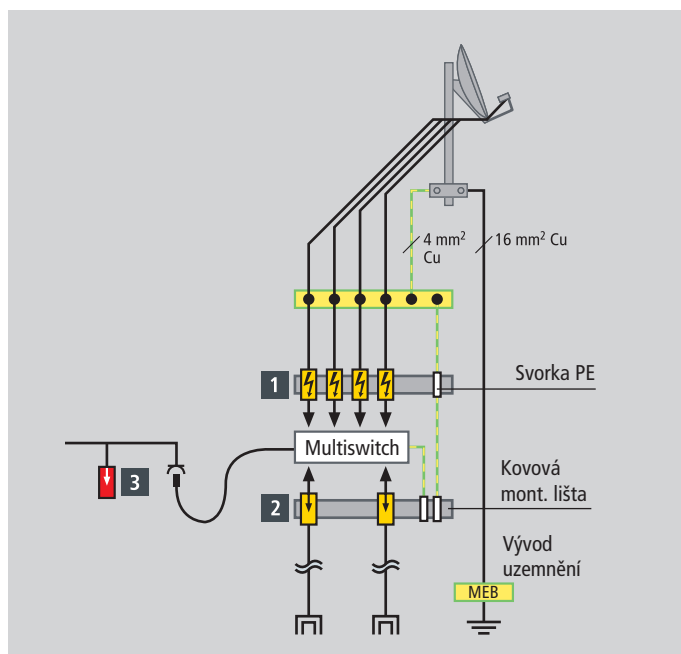


Č.	Svodiče přepětí	Kat. č.
1	DEHNgate DGA FF TV	909 703
2	DEHNlex DFL M 255	924 396

Obrázek 9.5.9 Anténa s vysokonapětovým vodičem DEHNcon-H a s ochranou proti přepětí

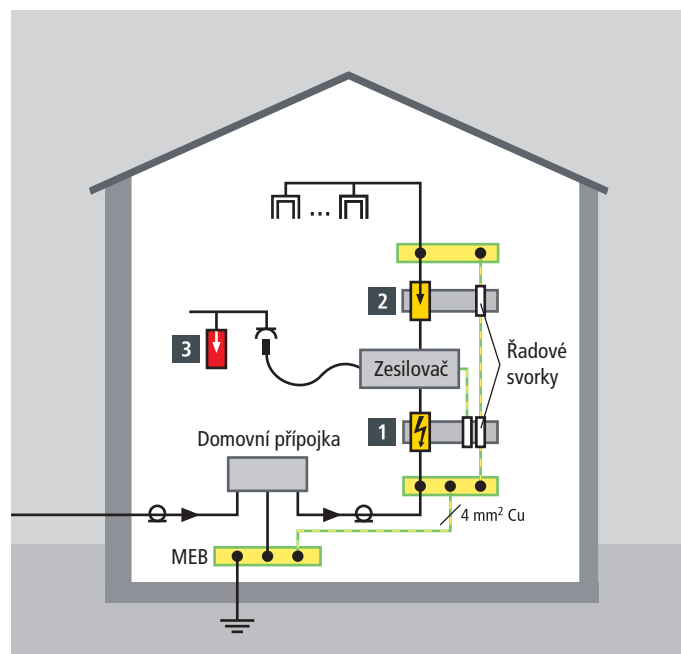
Budova s přípojkou kabelové sítě

U přípojky kabelové televize přivedené do budovy kabelem je vždy třeba počítat s vlivem bleskových proudů, pročež se zde instalují výhradně přepětové ochrany schopné odvádět bleskové proudy, jako např. DEHNgate GFF TV (viz obrázek 9.5.10).



Č.	Svodiče přepětí	Kat. č.
1	DEHNgate DGA GFF TV	909 705
2	DEHNgate DGA FF TV	909 703
3	DEHNlex DFL M 255	924 396

Obrázek 9.5.8 Uzemnění antény v uspořádání se zapojením ochrany proti přepětí



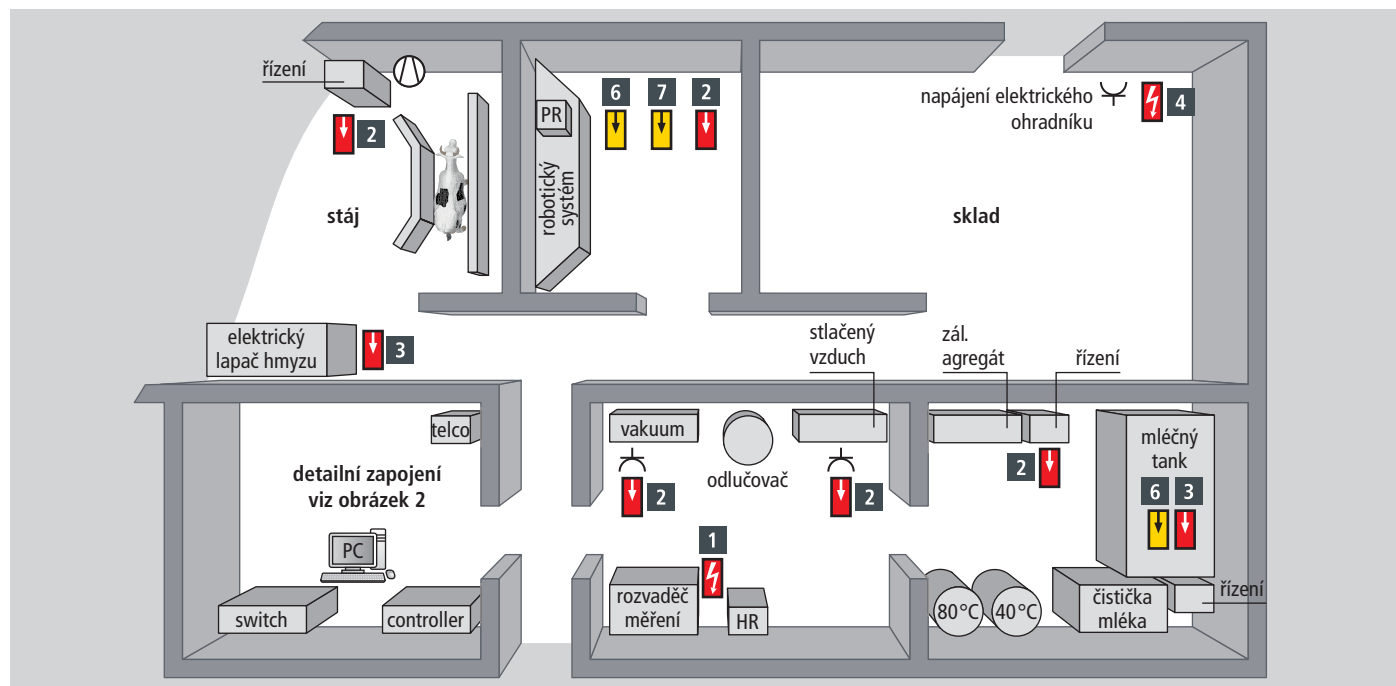
Č.	Svodiče přepětí	Kat. č.
1	DEHNgate DGA GFF TV	909 705
2	DEHNgate DGA FF TV	909 703
3	DEHNlex DFL M 255	924 396

Obrázek 9.5.10 Přípojka kabelové televize se zapojením přepětové ochrany

Komplexní elektrické a IT instalace vykreslují obrázek moderního zemědělství. Dochází zde k optimalizaci časově náročných prací, a pokud je to možné, i k jejich automatizaci. Jsou aplikovány postupy a systémy, projevující se pozitivně na výnosech.

Pro chov mléčného skotu to znamená, že:

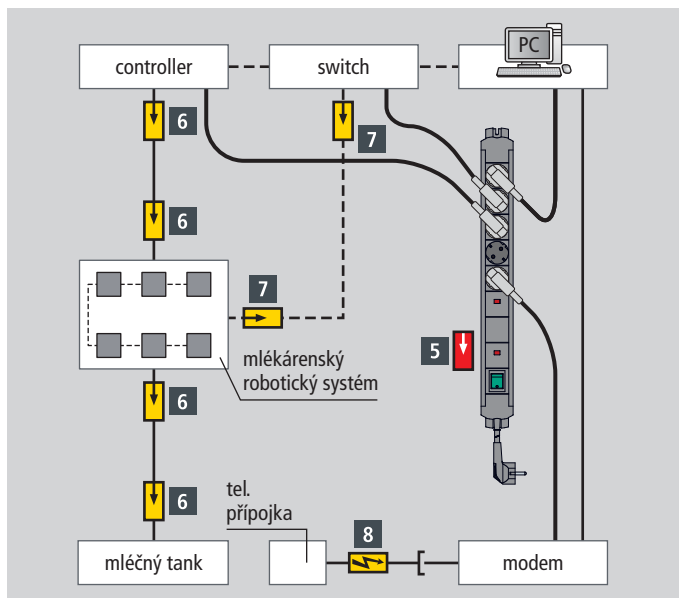
- ➔ plně automatické krmicí a dojící zařízení identifikuje transpondér krávy a řídí proces dojení nebo krmnou dávku,
- ➔ vydojené mléko je analyzováno na přítomnost krve či infekce a poté zlikvidováno nebo přečerpáno do nádrže,



Obrázek 9.6.1 Uspořádání přepětiových ochran pro zemědělskou budovu

Číslo pol. v obr. 9.6.1 a 2	Svodič		Kat. č.
1	DEHNventil DV ZP TNC 255	Instalováno na napájecí sběrnici před měřicím zařízením	900 390
	DEHNventil DV ZP TT 255		900 391
	nebo alternativně: DEHNshield DSH TNC 255		941 300
	DEHNshield DSH TT 255		941 310
2	DEHNrail DR M 4P 255	$3/N/PE \leq 25 \text{ A}$	953 400
3	DEHNrail DR M 2P 255	$1/N/PE \leq 25 \text{ A}$	953 200
	DEHNflex DFL A 255	$1/N/PE \leq 16 \text{ A}$	924 389
4	DEHNventil DV M TN 255	$1/N/PE$	951 200
	DEHNventil DV M TT 2P 255		951 110
	nebo alternativně: DEHNshield DSH TT 2P 255		941 110
5	SFL-Protector SFL PRO 6X	konektorová lišta	909 250
6	BLITZDUCTOR BXT ML2 BE HF 5	sběrnice CAN-bus nebo ALCOM-bus	920 270
	+ základna BXT BAS		920 300
	nebo alternativně: BLITZDUCTOR BSP M2 BE HF 5		926 270
	+ základna BXT BAS		920 300
7	DEHNpatch DPA M CAT6 RJ45S 48	LAN	929 121
8	BLITZDUCTOR BXT ML2 BD 180	Telefon U_{k0}	920 247
	+ základna BXT BAS		920 300
	nebo alternativně: DEHNbox DBX TC 180		922 210

Tabulka 9.6.1 Příklad osazení přepětiových ochran pro zemědělskou budovu s mlékárenským robotickým systémem (je třeba dodržet též technické údaje jeho výrobce).



Obrázek 9.6.2 Zapojení přepětových ochran pro sběrníkové systémy a telefonní přípojku

- ➔ mléko z dojícího systému je v mléčném tanku chlazeno, a pomocí tepelného čerpadla je přes výměník ohříván přívod zásobníku užitkové vody (úspora nákladů ohřevem užitkové vody),

- ➔ čisticí automatika proplachuje mléčné potrubí,
- ➔ vakuové zařízení zajišťuje podtlak pro dojení,
- ➔ tlakový vzduch ovládá bránu dojícího robotu, pohání krmicí mechanizmy a pneumatický poháněč dobytka,
- ➔ elektrické lapače hmyzu mohou minimalizovat hmyzí populace a tedy i přenos infekcí,
- ➔ ventilátory zlepšují vnitřní klima stáje a tedy příznivě ovlivňují zdraví dobytka i kvalitu mléka.

Na příkladu zařízení s mlékařenskými roboty (**obrázek 9.6.1**) jsou jednotlivé systémy zobrazeny v jejich prostorovém umístění. Řízení těchto systémů se uskutečňuje pomocí vícero datových vedení (**obrázek 9.6.2**). Prostřednictvím modemu má provozovatel k dispozici přístup k celému systému.

Norma ČSN 33 2000-7-705 ed. 2) doporučuje, aby v případě instalovaného elektronického zařízení byla zřízena ochrana proti blesku a přepětí. **Tabulka 9.6.1** ukazuje vhodnou sestavu přepětových ochran pro hospodářskou budovu (**obrázek 9.6.1 a 9.6.2**).

Pro ochranu zemědělských budov před přepětími je důležité ochranné potenciálové vyrovnání podle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 a dále podle ČSN 33 2000-7-705 ed. 2. Tyto normy popisují připojení cizích vodivých částí v podlaze stájí a dojících prostorách, a je doporučeno i pro roštové betonové podlahy.

Pro monitorování objektů a přístupu k nim se ve všech oblastech používají kamerové dohledové systémy. V následujícím textu budou popsána opatření pro ochranu proti přepětí odpovídající nárokům na spolehlivost provozu těchto systémů.

Kamerový dohledový systém sestává přinejmenším z jedné kamery, jednoho monitoru a jedné vhodné přenosové cesty. Kamery s dálkovým řízením jsou zpravidla vybaveny objektivem s horizontálním a vertikálním polohováním, takže lze ovladačem individuálně nastavit směr pohledu kamery.

V nejjednodušším případě může být přenosové vedení mezi kamerou a monitorem tvořeno koaxiálním kabelem nebo symetrickým dvoudrátovým vedením. U koaxiálního kabelu se jedná o nesympetrický přenos, tzn. že videosignál je přenášen vnitřním vodičem kabelu. Stínění kabelu (kostra) je vztažný bod pro přenos signálu.

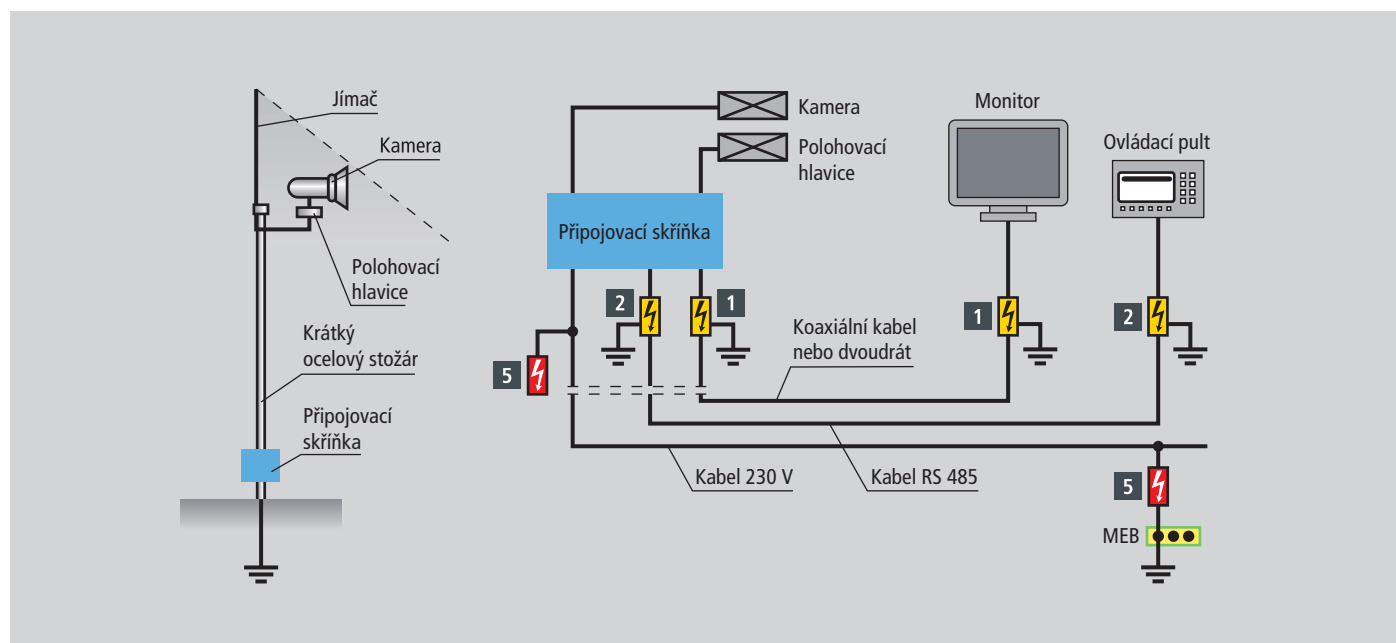
U dvoudrátových přenosů se používají symetrizační členy (baluny) převádějící koaxiální signál na dvoudrátový.

Napájecí napětí je často přiváděno odděleně. U IP kamer se však uskutečňuje přenos obrazového signálu i napájecího napětí jedním vedením. Polohování kamery řídí sběrnice RS 485.

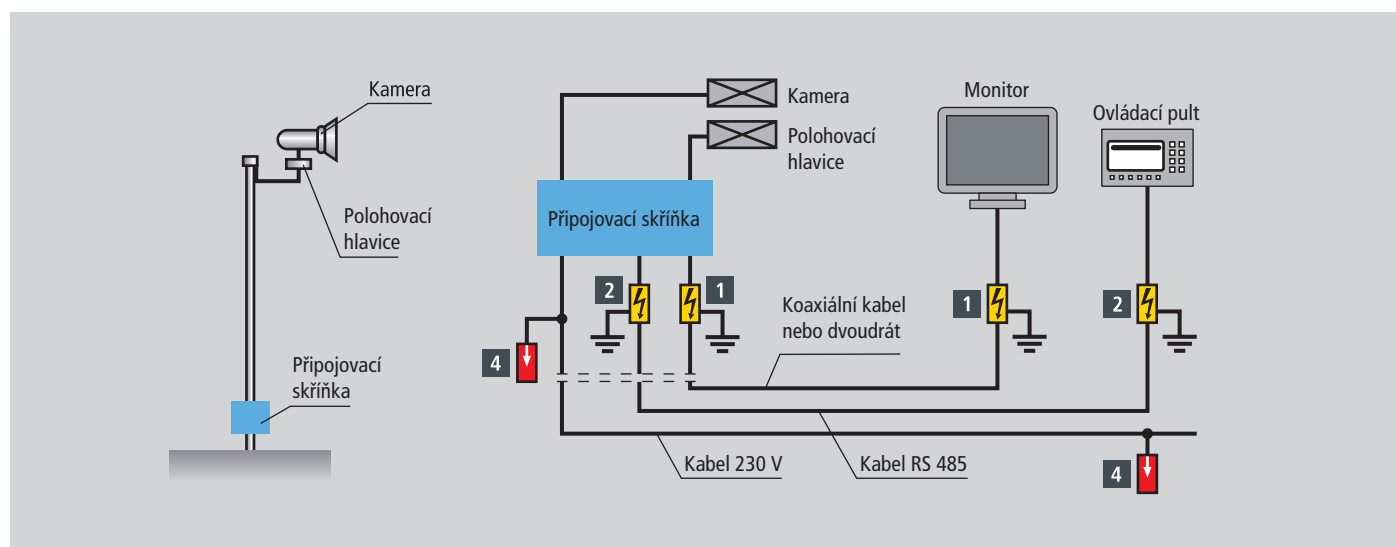
Budova s vnějším hromosvodem

Na **obrázku 9.7.1** je dohledová kamera instalovaná na stožáru. Přímému zásahu blesku do kamery lze zamezit jímáčem připevněným na stožár.

Propojovací vedení mezi přípojnou skříňkou a kamerou je obvykle umístěno uvnitř stožáru. Pokud to není možné, je třeba vést kamerový kabel v kovové trubce vodivě spojené se stožárem. V případě, že délka vedení obnáší jen několik metrů, je možno vypustit instalaci přepětové ochrany v přípojně skříňce.



Obrázek 9.7.1 Kamerový systém s napojením na budovu s vnějším hromosvodem a oboustrannou ochranou proti přepětí dimenzovanou na bleskové proudy



Obrázek 9.7.2 Kamerový systém s napojením na budovu bez vnějšího hromosvodu a oboustrannou ochranou proti přepětí

Pro všechny uvedené kabely vedoucí z přípojné skříňky na stožár dovnitř budovy s vnějším hromosvodem je třeba na vstupu do budovy realizovat potenciálové vyrovnání pro ochranu proti blesku (viz **tabulka 9.7.1**).

Při montáži kamery na fasádu budovy je třeba dbát na to, aby kamera nebyla v prostoru ohroženém úderem blesku, nebo ji před přímým úderem chránit instalovaným jímáčem.

Budova bez vnějšího hromosvodu

U budov bez vnějšího hromosvodu se vychází z toho, že riziko škod způsobených přímým nebo velmi blízkým úderem blesku do budovy je nepatrné a tedy akceptovatelné. V tomto případě je postačující ochrana pomocí instalace svodičů přepětí (viz **tabulka 9.7.1**).

Obrázek 9.7.2 znázorňuje kamerový systém ve vícevodičové technice a **obrázek 9.7.3** IP-kamerový systém v digitální technice.

Č.	Ochrana pro...	Svodiče přepětí	Kat. č.
Přepětové ochrany pro informační systém			
1	Dvoudrát (video)	BLITZDUCTOR XT, BXT ML2 BD HFS 5 + BXT BAS	920 271 920 300
	Koaxiální kabel (video)	UGKF BNC nebo DGA BNC VCID	929 010 909 711
2	Kabel RS 485 (řízení kamery)	BLITZDUCTOR XT, BXT ML2 BD HFS 5 + BXT BAS	920 271 920 300
3	Kabel LAN (IP kamera)	DPA M CLE RJ45B 48 DPA M CAT6 RJ45H 48	929 121 929 110
Přepětové ochrany pro napájecí síť nn – svodiče přepětí			
4	AC síť TN	DEHNguard DG M TN 275	952 200
	AC síť TT	DEHNguard DG M TT 2P 275	952 110
Systémy katodové ochrany			
5	AC síť TN	DEHNventil DV M TN 255	951 200
	AC síť TT	DEHNventil DV M TT 2P 255	951 110

Tabulka 9.7.1 Přepětové ochrany na **obrázcích 9.7.1 až 9.7.3**

Elektroakustická zařízení slouží k šíření hlasu, hudby a poplachových signálů. K tomu účelu je užitečný signál modulován na nosné napětí (50 V, 70 V, 100 V) a přes převaděč se dostává až k reproduktoru. Tento převaděč transformuje nízkohomovou impedanci reproduktoru na vyšší hodnotu a tím snižuje tekoucí proud. Tím je možno použít i vedení o průměru 0,6 mm nebo 0,8 mm.

V oblasti reproduktorů se používají nejrůznější varianty. Obvyklé jmenovité příkony vestavných a jednotlivých reproduktorů se pohybují mezi 6-30 W, u reproduktorových sloupů mezi 20-100 W a u tlapačů mezi 10-60 W. Jmenovité výkony modulárních zesilovačů se pohybují mezi 100 W a 600 W (ojediněle i více).

Na jedné lince nebo v jedné skupině mohou být provozovány společně reproduktory různých výkonů. Minimální výkon zesilovače odpovídá součtu příkonů jednotlivých reproduktorů v zařízení. Při jejich stanovení však není rozhodující suma jmenovitých příkonů reproduktorů, nýbrž suma navolených výkonů na převaděčích.

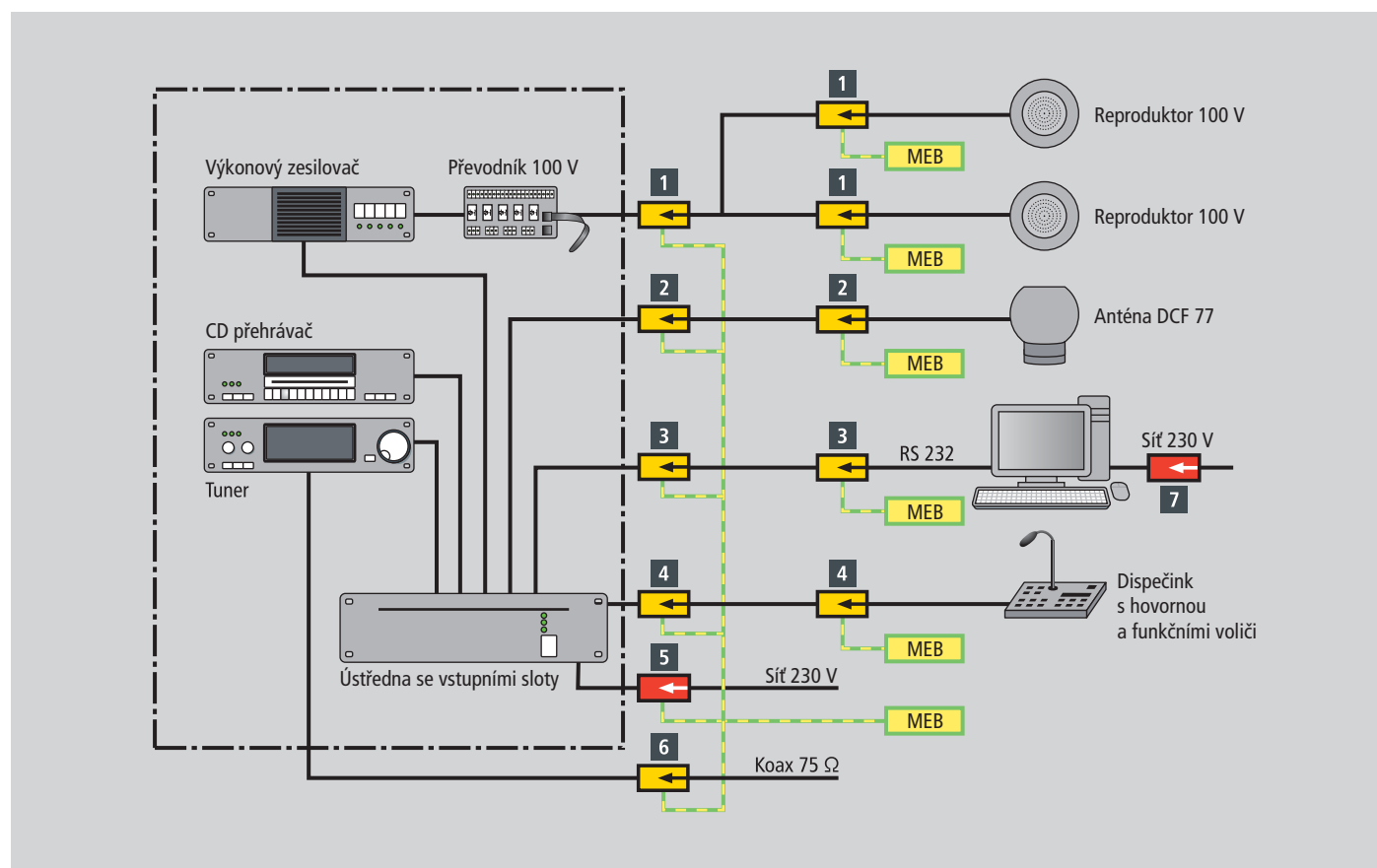
V ČSN EN 50174-2 ed. 2 je v čl. 7.2.1 řešena ochrana před úderem blesku a před přepětím. Rovněž je zde zváženo riziko škod vztažené

k provozovatelem akceptovatelnému riziku. Jestliže z toho vyplývá nezbytnost opatření pro ochranu před přepětím, jsou k odpovídajícím zařízením a systémům hodným ochrany připojeny přepětové ochrany.

V následujících popisech nejsou zohledněny případné další relevantní předpisy (např. stavební zákon, požární předpisy pro kabeláž v únikových prostorech, systémy akustické výstrahy, požární hlásiče apod.).

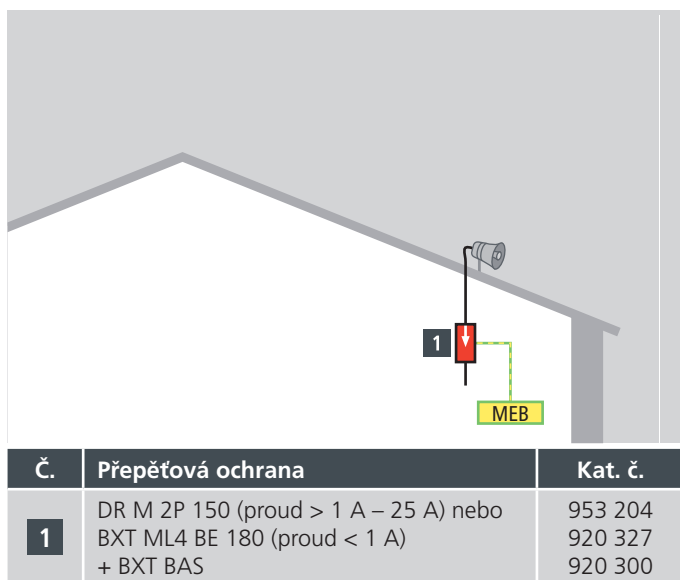
Větší elektroakustické systémy bývají sestaveny modulárně v 19" rámu (**obrázek 9.8.1**) a často se nacházejí v blízkosti trvale obsazeného pracoviště. V takových případech je pro použití uvedených přepětových ochran (4 + 5) rozhodující délka propojovacího kabelu k PC nebo hovorovému pultu. Při délce > 5 m je ochrana nezbytná.

Pro dimenzování svodičů přepětí na reproduktorové linky (1 + 2) je třeba určit maximální proud I v dotčené větvi vedení. To se provede podle vztahu $I = P/U$, kde P je výkon zesilovače resp. reproduktoru (skupiny reproduktorů) a U je nosné napětí.

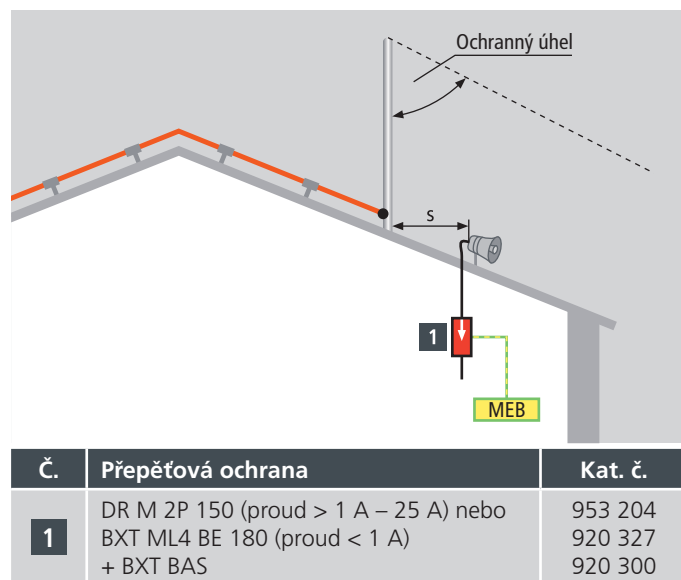


Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.	Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	DR M 2P 150 (proud > 1 A – 25 A) nebo BXT ML4 BE 180 (proud < 1 A) + BXT BAS	953 204 920 327 920 300	4	BXT ML2 BD HFS 5 + BXT BAS	920 271 920 300
2	DGA G BNC	929 042	5	DR M 2 P 255	953 200
3	FS 9E HS 12	924 019	6	DGA FF TV	909 703
			7	DPRO 230	909 230

Obrázek 9.8.1 Elektroakustické zařízení v modulárním provedení s přepětovými ochrami



Obrázek 9.8.2 Tlampač na budově bez vnějšího hromosvodu



Obrázek 9.8.3 Tlampač v ochranném prostoru jímací soustavy na budově s vnějším hromosvodem

Všechny zemnicí vývody všech svodičů přepětí poblíž chráněného elektroakustického zařízení je třeba pospojit do jednoho blízkého společného potenciálového bodu.

Jestliže se venkovní reproduktory nacházejí na střeše budovy, existuje nebezpečí jejich poškození nepřímým zásahem blesku (induk-

tivní/kapacitní vazba), a to jak u instalací bez vnějšího hromosvodu (**obrázek 9.8.2**), tak i u instalací s vnějším hromosvodem (**obrázek 9.8.3**). U instalací s vnějším hromosvodem (**obrázek 9.8.3**) je venkovní reproduktor díky svému umístění v ochranném prostoru jímací soustavy bezpečně chráněn před přímým zásahem blesku.

Systémy pro detekci a signalizaci vloupání či požáru (EZS/EPS) mají aktivně ohlašovat nebezpečnou situaci, a při absenci nebezpečí být pasivní. Chybné funkce těchto systémů (nehlášení nebezpečí či falešný poplach) jsou velmi nežádoucí a drahé. Náklady spojené s falešnými poplchy EZS/EPS obnášejí ročně stovky milionů eur. Falešné poplchy jsou však rušivé i v jiném ohledu:

- ➔ Provozovatel se při častých falešných poplachech nemůže na systém EZS/EPS spolehnout, a zpochybňuje smysl takového zařízení a investici do něj.
- ➔ Ostraha přestane reagovat na poplachové signály.
- ➔ Sousedé jsou akustickými výstrahami rušeni.
- ➔ Zásahové jednotky (např. hasiči) jsou zbytečně vázány.
- ➔ Spuštění automatického hasicího zařízení způsobuje přerušení provozu.

Všechny tyto faktory způsobují zbytečné náklady a lze jim zamezit, pokud již ve stadiu projekce jsou identifikovány možné příčiny falešných poplachů a pokud jsou eliminovány pomocí vhodných preventivních opatření.

Koordinovaná ochrana před blesky a přepětím předchází falešným poplachům či zničení EZS/EPS atmosférickými výboji resp. přepětím a zvyšuje spolehlivost zařízení.

V případě instalace EZS/EPS nevyžadovaného stavebními předpisy by měli stavitel a provozovatel při projekci, instalaci a při stanovení jednotlivých opatření vycházet z normy ČSN EN 62305-4 ed. 2.

Velké množství dnes instalovaných EZS/EPS má zvýšenou odolnost proti rušení podle ČSN EN 61000-4-5, a to proti přechodovým přepětím na primární i sekundární straně i na vodičích napájecí sítě nn. Nicméně rozsáhlá ochrana proti škodám vznikajícím z úderu blesku a z přepětí je možná jen pomocí opatření vnější i vnitřní ochrany (viz **obrázky 9.9.1 až 9.9.3**).

Principy dohledových obvodů

Pro EZS/EPS se používají různé obvodové principy:

➔ Pulsní technika

Informace aktivovaného hlásiče je přenášena v digitální podobě. To umožňuje identifikaci čidla a jeho přesnou lokalizaci (**obrázek 9.9.1**).

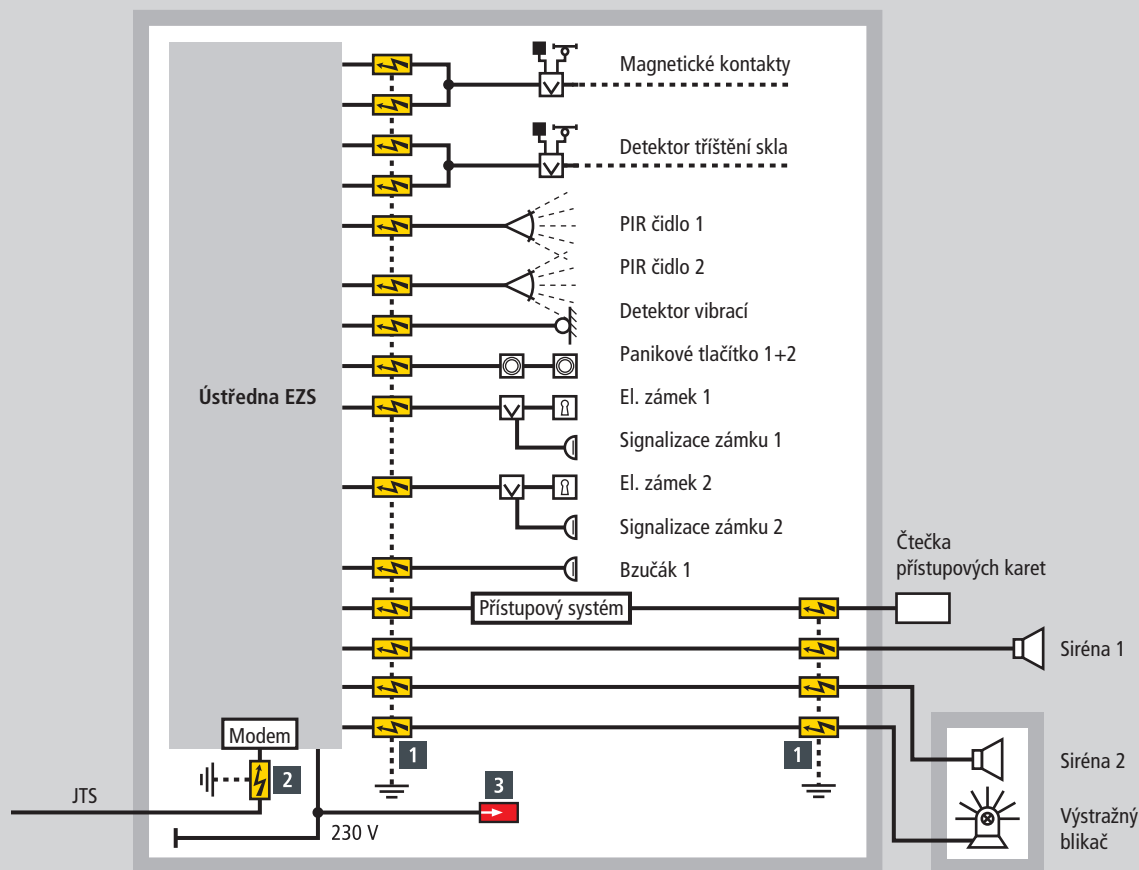
➔ Analogový okruh

Adresované hlásiče určují každý hlásič v okruhu. Přerušení vedení ani zkrat na něm nenarušují funkci (**obrázek 9.9.2**).

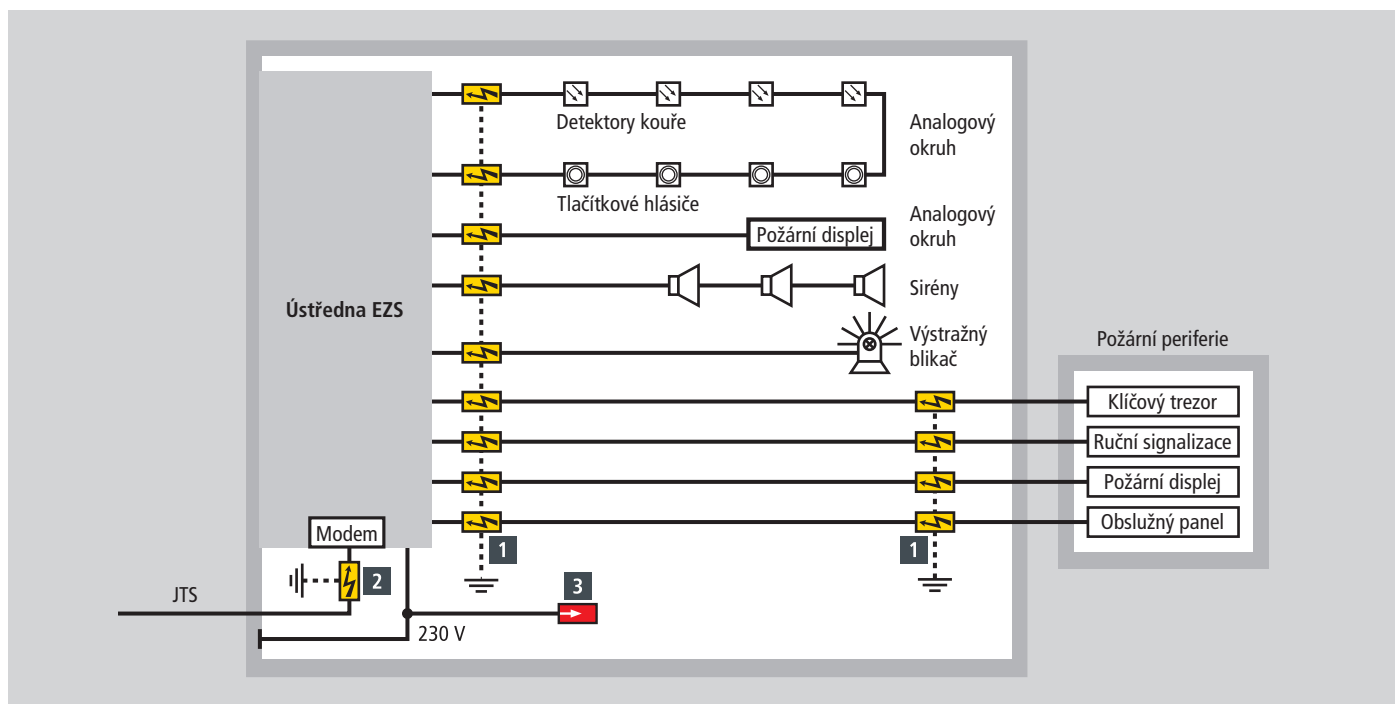
➔ Stejnoseměrné obvody

Každá signálová linka je trvale monitorována na principu klidového proudu. Aktivuje-li se některý hlásič na lince, přeruší ji a vyvolá poplach v centrále. Zde může být identifikována signálová linka, ne však jednotlivé hlásiče na ní. (**obrázek 9.9.3**).

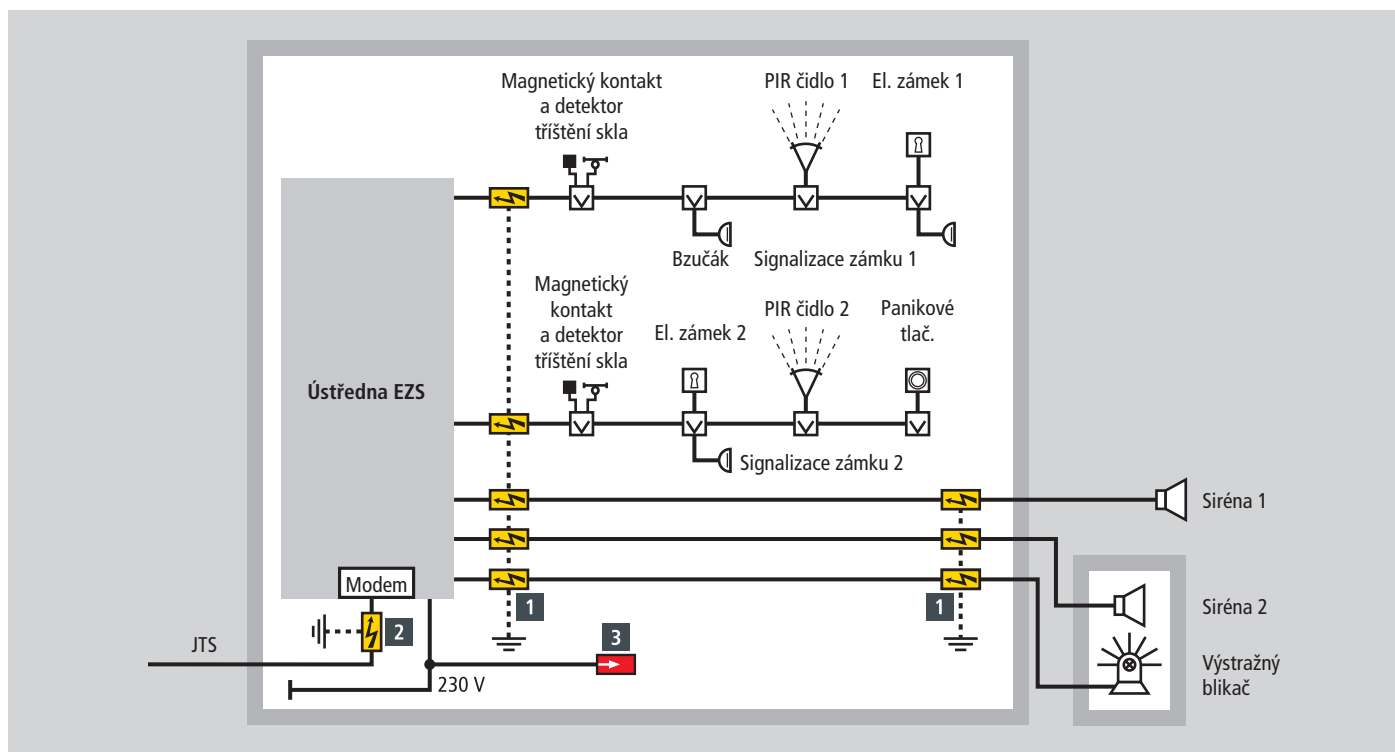
Nezávisle na použitém principu musí být všechny vodiče v systému EZS/EPS překračující hranice zón zahrnuty do celkového systému ochrany před bleskem a přepětím.



Obrázek 9.9.1 Ochrana ústředny EZS před blesky a přepětím, impulsní obvody



Obrázek 9.9.2 Ochrana ústředny EPS před blesky a přepětím, analogové okruhy



Obrázek 9.9.3 Ochrana ústředny EZS před blesky a přepětím, stejnosměrné obvody

Č.	Ochrana pro...	Svodiče přepětí	Kat. č.
Kombinované svodiče pro informační technologie, na rozhraní LPZ 0A (0B) ↔ LPZ 1 resp. prostor 0/A (0/B) ↔ prostor 1			
1	Skupiny signálových vodičů, vnější alarmy v technice 24 V (zde max. 0,75 A)	BXT ML2 BE S 24 (2-drát + 1 společný vztažný potenciál) BXT ML4 BE 24 (4-drát) + BXT BAS + STAK BXT LR (pro společný vztažný potenciál)	920 224 920 324 920 300 920 395
2	Kabel LAN (IP kamera)	DPA M CLE RJ45B 48 DPA M CAT6 RJ45H 48	929 121 929 110
Svodiče přepětí pro napájení nn AC, na rozhraní LPZ 0B ↔ LPZ 1 resp. prostor 0/B ↔ prostor 1			
3	AC síť TN-S AC síť TT	DG M TN 275 DG M TT 2P 275	952 200 952 110

Tabulka 9.9.1 Kombinované svodiče a svodiče přepětí v **obrázcích 9.9.1 až 9.9.3**

Doporučená ochrana

Svodiče BLITZDUCTOR XT typu BXT ML2 BE ... jsou určeny pro ochranu dvoudrátových signálových linek (je třeba souhlasu výrobce EZS/EPS, k doptání též u DEHN + SÖHNE GmbH + Co.K.G.) a umožňují pomocí pružné svorky připojení třetího vodiče na vztažném potenciálu. V případě vícevodičových vedení je možné rozšíření pomocí čtyřvodičového modelu typu BXT ML4 BE ... Volba ochranných svodičů odpovídá napětí na signálových vodičích, které zpravidla obnáší 12-48 V (viz **tabulka 9.9.1**). Jelikož nesmí být překročen celkový odpor signálových linek, je možno BLITZDUCTOR doporučit i z důvodu jeho nepatrného vnitřního odporu.

U výstupů z dohledové ústředny (akustická a optická signalizace) je třeba zajistit, aby nebyl překročen jmenovitý proud ochranných přístrojů.

Jestliže je dohledová ústředna připojena na pevnou přípojku telefonní sítě, je zpravidla instalován telefonní volič. Pro tento případ použití je vhodná přepěťová ochrana BLITZDUCTOR XT, BXT ML2 BD 180. Pro ochranu napájení ze sítě nn se doporučuje instalace modulární přepěťové ochrany DEHNguard (viz **tabulka 9.9.1**).

Na úrovni statutárního orgánu nebo výkonného vedení podniku je zpravidla dána široká zodpovědnost za bezpečnost. Provozovatel zařízení je z právního hlediska laik, který nemůže posoudit, zda z konkrétního technického řešení mohou vyplývat nějaká nebezpečí. Proto si odborné elektrotechnické firmy nabízející technická řešení musí v každém jednotlivém případě ověřit, zda jimi nabízená řešení vyhovují také skutečným požadavkům.

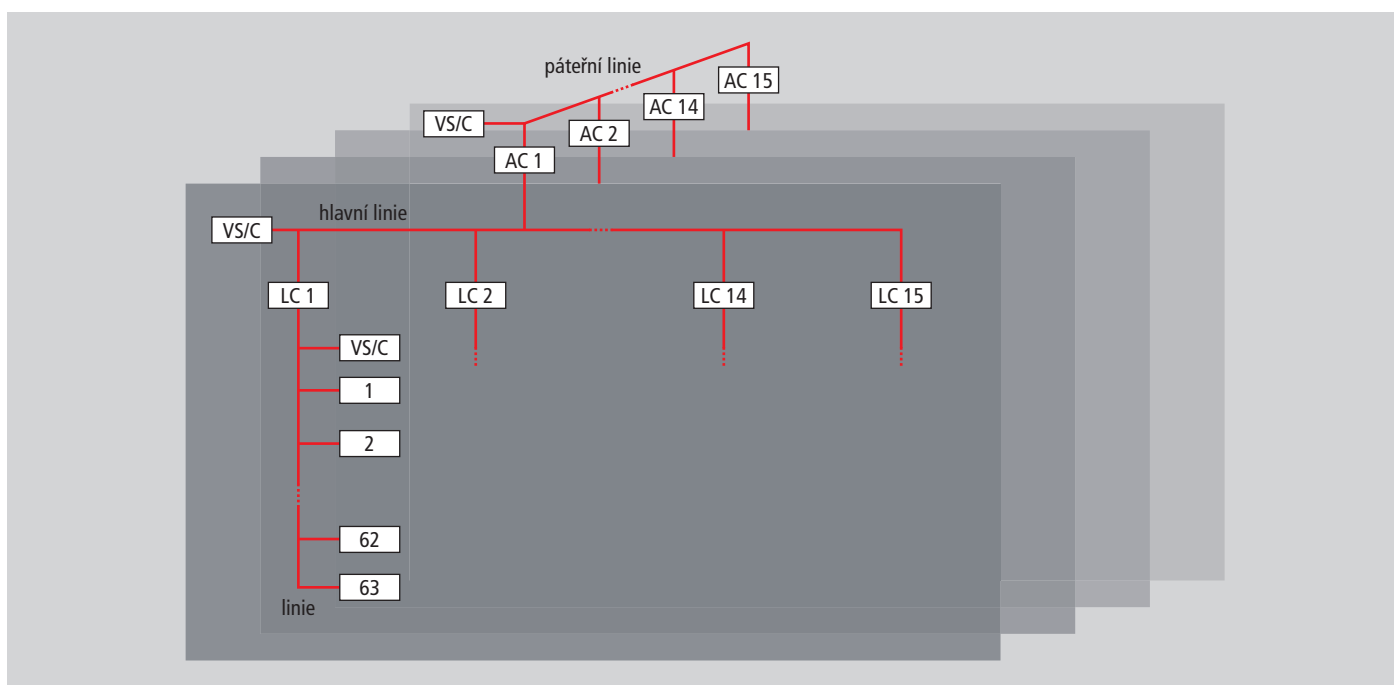
Elektrické instalace v budovách s rozsáhlým vybavením obslužnou, zobrazovací, řídicí a regulační technikou bývají většinou vybaveny instalačním sběrnicovým systémem. Široce rozšířeným instalačním sběrnicovým systémem je EIB (European Installation Bus) vyvinutý počátkem r. 1990. Ten dnes tvoří jádro systému KNX, který je světově prvním otevřeným standardem definovaným EN 50090 (ČSN EN 50090).

Předností standardu KNX je interoperabilita mezi nejrůznějšími přístroji, a to nezávisle na výrobci a oboru. Tak mohou být údaje větrného/dešťového senzoru nebo teplotního/slunečního senzoru zpracovávány nejrůznějšími technickými zařízeními v budově. Osvětlovací systémy se mohou podle potřeby a v závislosti na světelných podmínkách zapínat, vypínat nebo programově přepínat mezi různými světelnými scénami. Údaje o spotřebě mohou být shromažďovány a použity pro řízení odběru. To jsou jen některé

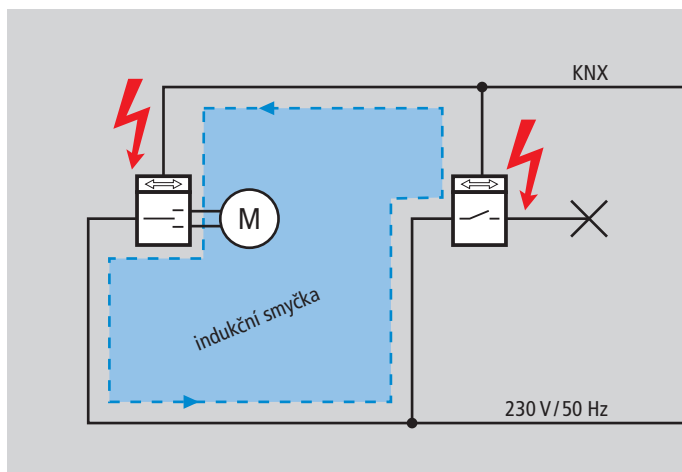
příklady z nespočetných možností daných instalací systému KNX. Vedle těchto předností je možno též podstatně snížit instalační náročnost takových zařízení a tedy i náklady.

Nejmenší instalační jednotkou ve sběrnicové topologii je linie. Ta sestává z max. 64 účastníků (ETS 3 starter). Pokud je třeba více účastníků než 64, je možno až 15 linií pomocí liniiových spojek připojit na hlavní linii (a vytvořit tak tzv. oblast). Další rozšíření je možné propojením až 15 oblastí pomocí oblastních spojek na páteřní linii (**obrázek 9.10.1**).

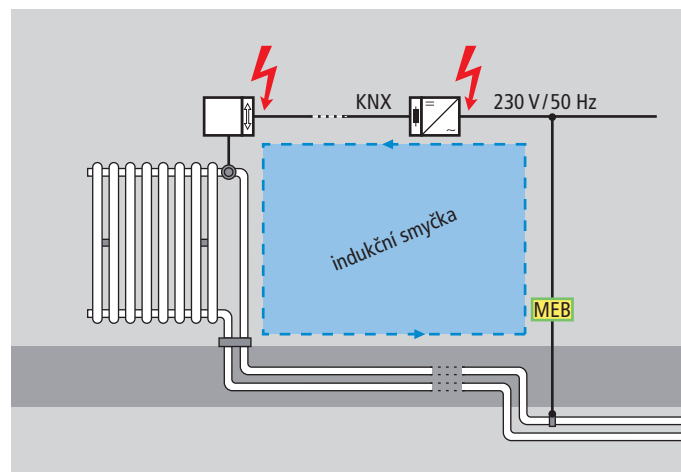
Sběrnice KNX je napájena malým bezpečným napětím (SELV) max. 29 V. Délka vedení v jednom segmentu linie a délka vedení mezi dvěma účastníky jsou omezené. Při maximální délce liniiového segmentu 1000 m vzniká, navzdory jejich elektrické pevnosti, nebezpečí poškození v důsledku elm. vazby.



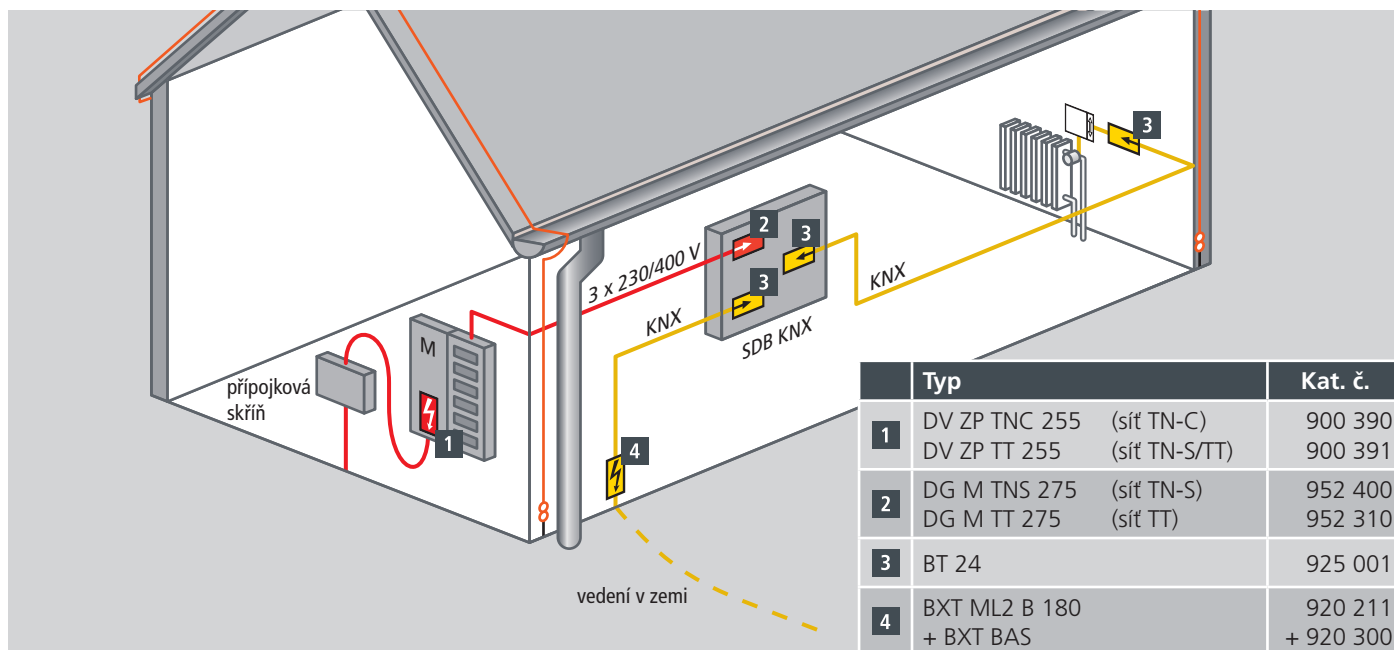
Obrázek 9.10.1 Sběrnice KNX s maximálním počtem účastníků na linii, maximálním počtem linií na hlavní linii a maximálním počtem hlavních linií (oblastí) na páteřní linii



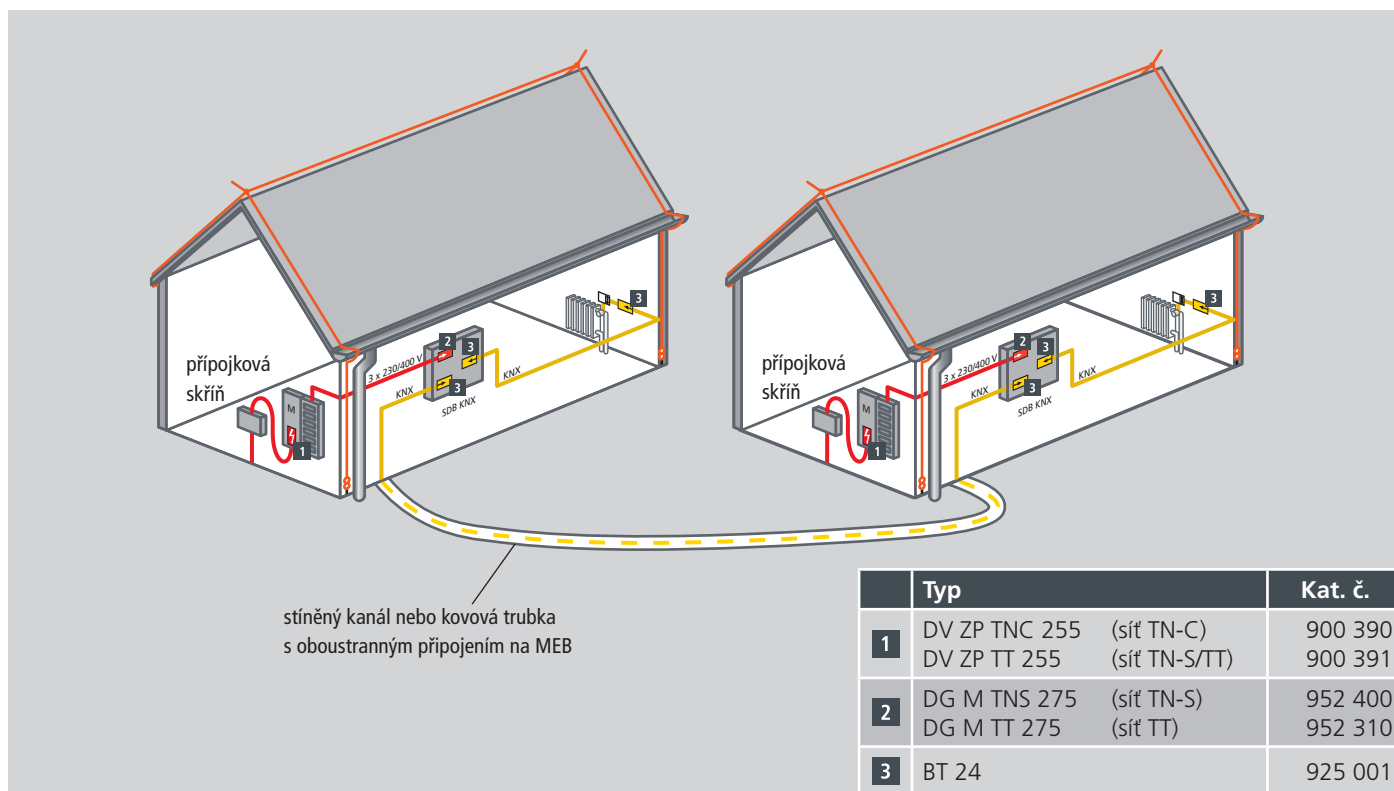
Obrázek 9.10.2 Indukční smyčka vzniklá mezi dvěma účastníky sběrnice KNX napájenými nízkým napětím



Obrázek 9.10.3 Indukční smyčka vzniklá připojením účastníka sběrnice KNX na kovovou konstrukci nebo potrubí



Obrázek 9.10.4 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem u vstupu sběrnice KNX do budovy a zapojení přepětových ochranných součástí u rozvaděče KNX a u akčního členu vytápění



Obrázek 9.10.5 V důsledku vytažení zóny odpadající potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem u sběrnice KNX

Již při pokládce vedení je třeba dbát toho, aby nevznikaly indukční smyčky. Proto je třeba sběrnice i napájecí vodiče k účastníkům vést ve vzájemné bezprostřední blízkosti (**obrázek 9.10.2**). Smyčky vznikají také ve spojení s kovovou konstrukcí nebo potrubím připojenými k ekvipotenciální přípojnici (**obrázek 9.10.3**). I zde se doporučuje vést vodiče co nejblíže konstrukci či potrubí.

Budova s vnějším hromosvodem

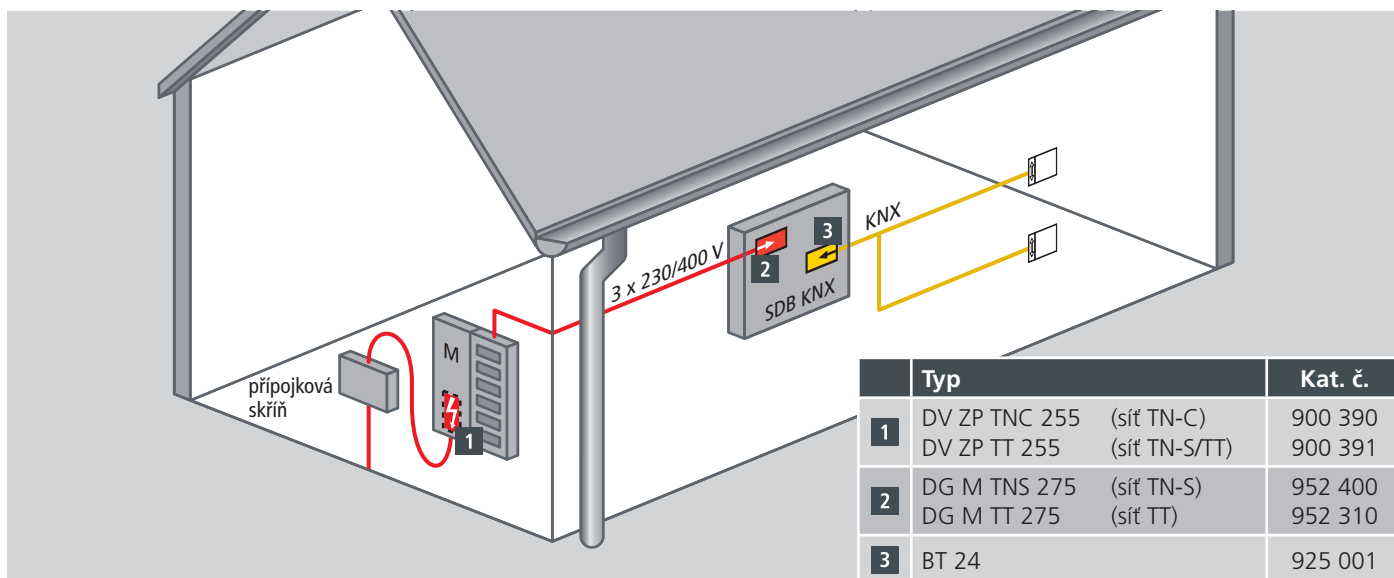
Norma vyžaduje ekvipotenciální pospojení pro ochranu před bleskem, proto všechny kabely je třeba na přechodu zón LPZ 0_A na LPZ 1 osadit svodiči bleskového proudu. Jelikož u budovy s vnějším hromosvodem vzniká při úderu blesku namáhání elektromagnetickým polem uvnitř budovy vyšší, než je tomu při vzdáleném úderu, vyžaduje budova s vnějším hromosvodem rozsáhlou ochranu pomocí svodičů přepětí (**obrázek 9.10.4**).

Pokud je vedení sběrnice KNX mezi budovami skutečně v kovovém, oboustranně uzemněném a na bleskové proudy dimenzovaném kanálu/potrubí, pak u vedení sběrnice KNX na hranici budovy odpadá potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, a instalují se pouze svodiče přepětí (**obrázek 9.10.5**).

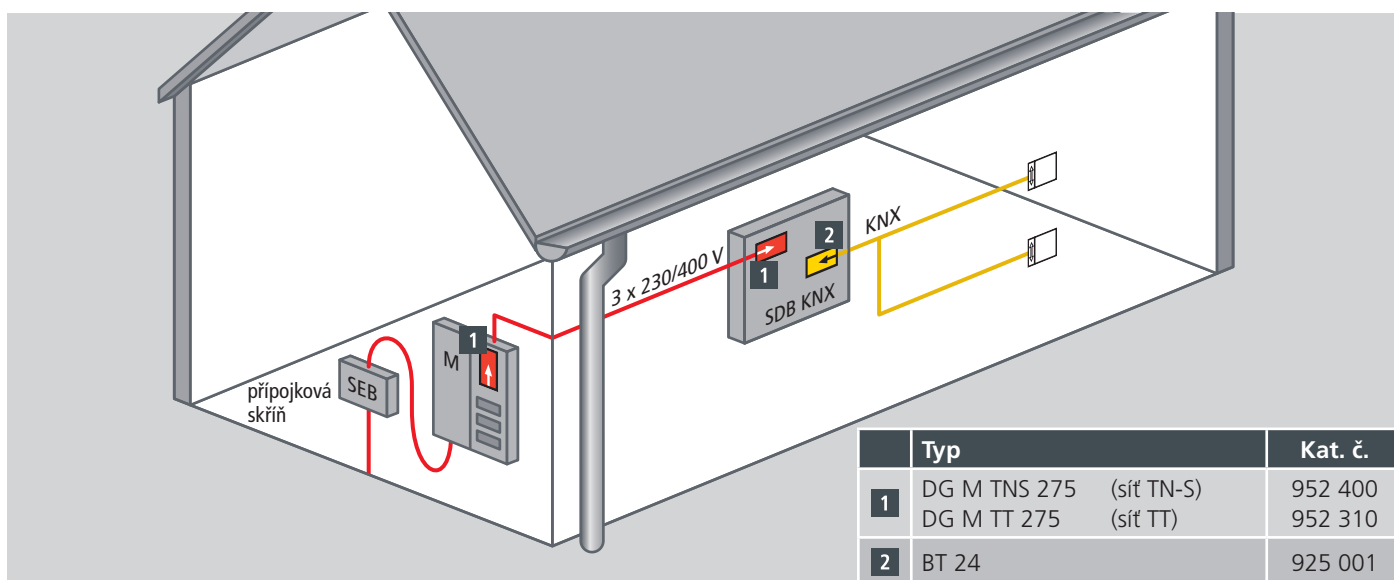
Budova bez vnějšího hromosvodu

Protože dimenzování ochranných před ohrožením blízkými údery blesku probíhá podle individuálních požadavků, vyvstává otázka, zda u vstupu napájecí sítě do budovy nemá být zapojena přívodu dimenzovaná na bleskové proudy, a to pomocí kombinovaného svodiče (**obrázek 9.10.6**).

Bez ohledu na místo úderu blesku jsou vždy u rozvaděče KNX instalovány přepětové ochrany (**obrázek 9.10.6 a 9.10.7**).



Obrázek 9.10.6 Zapojení ochrany dimenzované na bleskové proudy u hlavního napájecího systému s přepětovými ochranami u rozvaděče KNX



Obrázek 9.10.7 Zapojení přepětových ochran u hlavního rozvaděče a u rozvaděče KNX

Díky vysoké dielektrické pevnosti sběrnice u krátkých úseků sběrnice s izolovanými senzory (např. kombinace instalačních krabic bez uzemněných vestavných přístrojů) jen ne-

patrné riziko zničení. Instalaci svodičů přepětí přímo u účastníků na sběrnici je v takovém případě možno vypustit (**obrázek 9.10.6 a 9.10.7**).

Nejrozšířenější technologií sítí LAN je v současnosti Ethernet. Název Ether (éter) odkazuje na první bezdrátové síť. Ethernet započal v 80. letech 20. století 10 Mbitovým ethernetem po koaxiálním kabelu, následoval Fast Ethernet se 100 Mbit/s a Gig Systémy pro detekci a sigabit Ethernet s 1000 Mbit/s a 10 Gbit/s. Všechny varianty ethernetu jsou založeny na stejných principech. Od 90. let 20. století se stal nejrozšířenější technologií lokálních sítí (LAN) a vytlačil jiné standardy LAN jako např. Token Ring a Arcnet. Ethernetový kabel fyzicky sestává z různých typů koaxiálního kabelu 50 Ω nebo z kroucených párů vodičů (twisted-pair), skleněných vláken nebo jiných médií. Rychlost přenosu obnáší momentálně typicky 100 Mbit/s, avšak rychlost 1000 Mbit/s se používá stále více.

Přepětí způsobují rušení, ale také poškození a tím i výpadky zařízení IT. Tím může být narušen i jejich provoz. Důsledkem toho pak mohou být delší výpadky provozu ostatních zařízení a systémů. Pro dostupnost a spolehlivost IT zařízení jsou proto nutné nejen zálohované napájení a pravidelné zálohování dat, ale také ochrana proti přepětí.

Příčiny škod

Výpadky zařízení IT bývají typicky způsobeny:

- ➔ vzdálenými údermi blesku, vyvolávajícími přechodová přepětí ve vedeních napájecích sítí, datových a telekomunikačních vedeních,
- ➔ blízkými údermi blesku vytvářejícími elektromagnetická pole indukující přechodová přepětí do napájecích, datových a telekomunikačních vedení,
- ➔ přímými zásahy blesku vyvolávajícími v instalacích v budově nepřipustné rozdíly potenciálů a dílčí bleskové proudy.

Strukturovaná kabeláž jako jednotný prostředek připojení

Strukturovaná kabeláž je jednotné médium pro připojení různých služeb jako analogové telefony, ISDN nebo nejrůznější technologie LAN. Stávající instalace je možno snadno přizpůsobit novým úlohám, aniž by bylo nutné měnit kabeláž nebo její vývody. Systém strukturované kabeláže nabízí aplikačně nezávislou, univerzálně použitelnou kabeláž, nevázanou na nějakou specifickou síťovou topologii, výrobce nebo konkrétní produkt. Druh použitého kabelu a struktura kabeláže zaručují použití pro všechny současné i v dohledné budoucnosti dostupné protokoly.

Univerzální systém kabeláže sestává ze tří hierarchických úrovní:

1. **Primární kabeláž** propojuje rozvaděč areálu budov (campusu) s hlavními rozvaděči jednotlivých budov. Pro datové síť se v této oblasti používají hlavně optické kabely 50 $\mu\text{m}/125 \mu\text{m}$ (mnohovodové, při vzdálenostech > 2 km jednovodové). Obvyklá délka nepřekračuje cca 1500 m.
2. **Sekundární kabeláž** slouží k propojení hlavního rozvaděče budovy s etážovými rozvaděči. Také zde se přednostně používá mnohovodový optický kabel, ale při kratších vzdálenostech i mnohopárové symetrické kabely kroucené dvoulinky 100 Ω . Délka obnáší cca do 500 m.
3. **Terciální kabeláž** pokrývá pracoviště jednoho podlaží. Tato kabeláž svedená do etážového rozvaděče by v případě kroucené dvoulinky neměla překročit délku 90 m. Pro spojení mezi etážovým rozvaděčem a zásuvkami se používá především měděný kabel (kroucená dvoulinka) nebo v současnosti i mnohovodový optický kabel 50 nebo 62,5 μm .

Rozhraní mezi těmito jednotlivými úrovněmi tvoří pasivní propojovací panely. Tyto panely (patch panely) tvoří pojítka mezi primární, sekundární a terciální úrovní univerzálních kabelážních systémů. Umožňují

jednoduchým přepojením propojovacích kabelů (patch kabelů) bez problémové zavedení komunikačních služeb na konkrétní pracoviště. Propojovací panely pro metalické i optické kabely se rozlišují podle počtu přípojných míst (portů). Pro strukturovanou kabeláž jsou obvyklé 24-portové panely a pro telekomunikační instalace 25-portové. Standardní je vestavba do 19" rámu nebo skříně.

Základní struktura aplikačně neutrálních kabeláží je hvězdicová. Všechny současné, na trhu existující protokoly je možno provozovat na hvězdicové topologii kabeláže nezávisle na tom, zda představují logický kruh nebo logickou paralelní sběrnici.

Strukturované kabelážní systémy propojují všechna koncová zařízení. Umožňují komunikaci mezi telefonem, datovou sítí, zabezpečovací technikou, automatizační technikou budovy, dále propojování sítí LAN a WLAN, přístup na intranet i na internet. Aplikačně neutrální kabeláž umožňuje uživateli velkou flexibilitu v instalaci koncových zařízení. Z toho se vyvozuje, že v příštích letech Ethernet převezme všechny informační toky jako data, hovorovou komunikaci, televizi, automatizaci i řízení strojů a zařízení, a tím se stane univerzálním přenosovým médiem. Důsledné zvážení elektromagnetické kompatibility (EMC) je proto nutností.

Projektování elektromagnetické kompatibility

Elektromagnetická kompatibility (EMC) je vlastnost elektrického nebo magnetického přístroje nebo nástroje spočívající v tom, že rušivě neovlivňuje jiné objekty včetně sebe samotného elektromagnetickým rušením a že odolává působení elektromagnetických vlivů ostatních přístrojů ve svém okolí.

Pro trvalý nerušený provoz datové sítě je tedy nevyhnutelné do rané fáze úvah zahrnout EMC. To se dotýká nejen samotné kabeláže sítě, ale i celkové elektrotechnické infrastruktury budov a jejich komplexu, v němž má být celá síť instalována. Proto je důležité posoudit elektromagnetické prostředí:

- ➔ Jsou přítomny potenciální zdroje rušení, jako např. směrové spoje, vysílače mobilních telefonních sítí, výrobní linky nebo zdviže?
- ➔ Jaká je kvalita napájecí sítě (např. obsah vyšších harmonických, flickery, napěťové špičky, přechodové jevy)?
- ➔ Jaké je ohrožení úderem blesku (např. četnost)?
- ➔ Je možné rušivé vyzařování?

Pro zabezpečení provozuschopnosti datových sítí, a také s ohledem na v budoucnu očekávatelné zvýšené nároky, je třeba elektromagnetické kompatibility zařízení věnovat zvláštní pozornost. Proto by měla každá projekce datové sítě obsahovat i koncepci zemnění a potenciálového vyrovnání, pojednání ohledně:

- ➔ trasování vedení
- ➔ kabelové struktury
- ➔ aktivních prvků
- ➔ ochrany před bleskem
- ➔ stínění signálových vedení
- ➔ potenciálového vyrovnání
- ➔ ochrany před přepětím.

Nejdůležitějšími opatřeními k vytvoření EMC a tím k nerušenému datovému přenosu jsou:

- ➔ Prostorové oddělení známých zdrojů elektromagnetického rušení (např. transformátorů, pohonů výtahů) od komponent IT.
- ➔ Použití kovových, uzavřených a uzemněných kabelových žlabů v oblastech rušivého vyzařování silných vysílačů, případně připojení koncových zařízení výhradně optickými kabely.

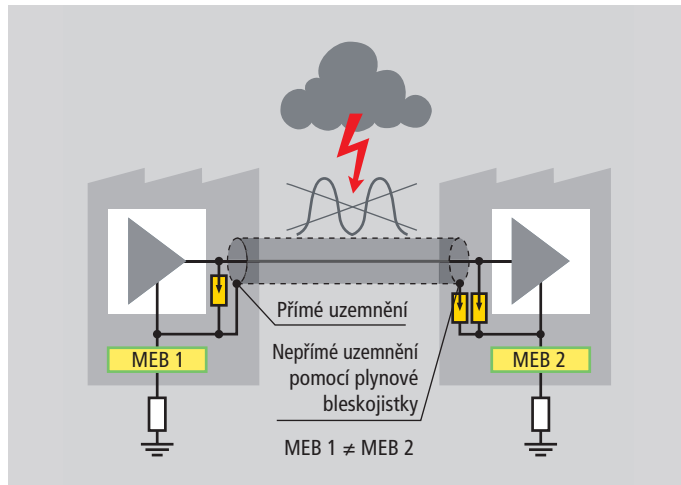
- ➔ Použití oddělených napájecích obvodů pro koncová zařízení, případně nasazení odrušovacích filtrů a UPS.
- ➔ Vyhnutí se souběhu silových vedení a datových vedení, zejména na napájecích vedení výkonných spotřebičů (kvůli nebezpečí vysokých přepětí při spínání a vypínání) a známých zdrojů rušení (např. tyristorové regulace).
- ➔ Použití stíněných datových kabelů, na obou koncích uzemněných (viz **obrázek 9.11.1**). To platí i pro připojovací kabel koncového zařízení a patch kabel.
- ➔ Potenciálové vyrovnání (viz **obrázek 9.11.2**) pro kovové opláštěné a stínění (např. kabelové lávky a kanály) se zahrnutím i armování (propojení do mříže).
- ➔ Stíněný datový kabel a silové vedení by měly v sekundární úrovni rozvodů být vedeny stejnou stoupací šachtou. Odděleným, navzájem protilehlým stoupacím šachtám je třeba se vyhnout. Rozestup mezi oběma kabelovými systémy by neměl překročit 20 cm.
- ➔ Silové napájecí vedení pro koncová zařízení a příslušná datová vedení musí být vedeny zásadně stejnou trasou, s použitím oddělovacích přepážek. V terciální úrovni rozvodů je doporučený rozestup mezi těmito vedeními max. 10 cm.
- ➔ V případě, že je budova vybavena hromosvodem, je třeba dodržet bezpečnostní odstup mezi silovými/datovými vedeními a součástmi vnějšího hromosvodu (jímače, svody), rovněž tak i zamezit paralelnímu vedení silových/datových vedení se svody vnějšího hromosvodu.
- ➔ Použití světlovodných kabelů pro IT kabelové propojení různých budov (primární úroveň kabeláže).
- ➔ Instalace přepětových ochran v silových obvodech a v oblasti terciální úrovně kabeláže pro ochranu před přechodovými přepětími vznikajícími při spínacích procesech a bleskových výbojích (viz **obrázky 9.11.3 a 9.11.4**).



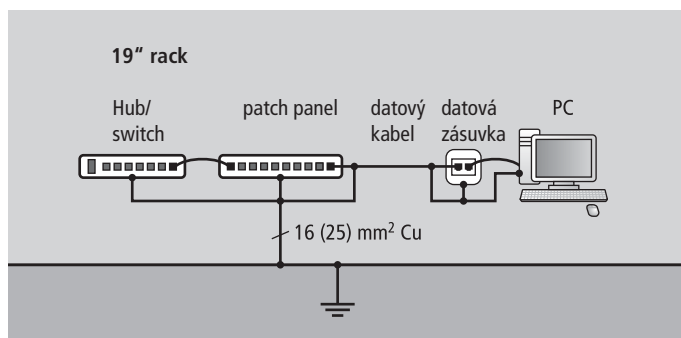
Obrázek 9.11.3 Univerzální svodič přepětí NET-Protector pro ochranu datových vodičů etážového rozvaděče (též pro síť třídy D)



Obrázek 9.11.4 DEHNprotector – univerzální přepětová ochrana pro ochranu napájecích i datových přívodů pracoviště



Obrázek 9.11.1 Oboustranné připojení stínění – odstínění proti kapacitní / induktivní vazbě a zamezení vyrovnávacím proudům přímým a nepřímým uzemněním stínění



Obrázek 9.11.2 Potenciálové vyrovnání stíněné kabeláže

- ➔ Pro zamezení rušivých proudů stíněním datových vedení provádět silové obvody v soustavě TN-S.
- ➔ Provedení přípojnice hlavního ekvipotenciálního pospojení se silovými obvody (PEN) na jednom místě v budově (např. v prostoru silové přípojky budovy).

Pro funkční ochranu EMC je důležitá také znalost ochranného působení svodičů bleskových proudů a přepětí pro IT, jakož i jejich správná volba.

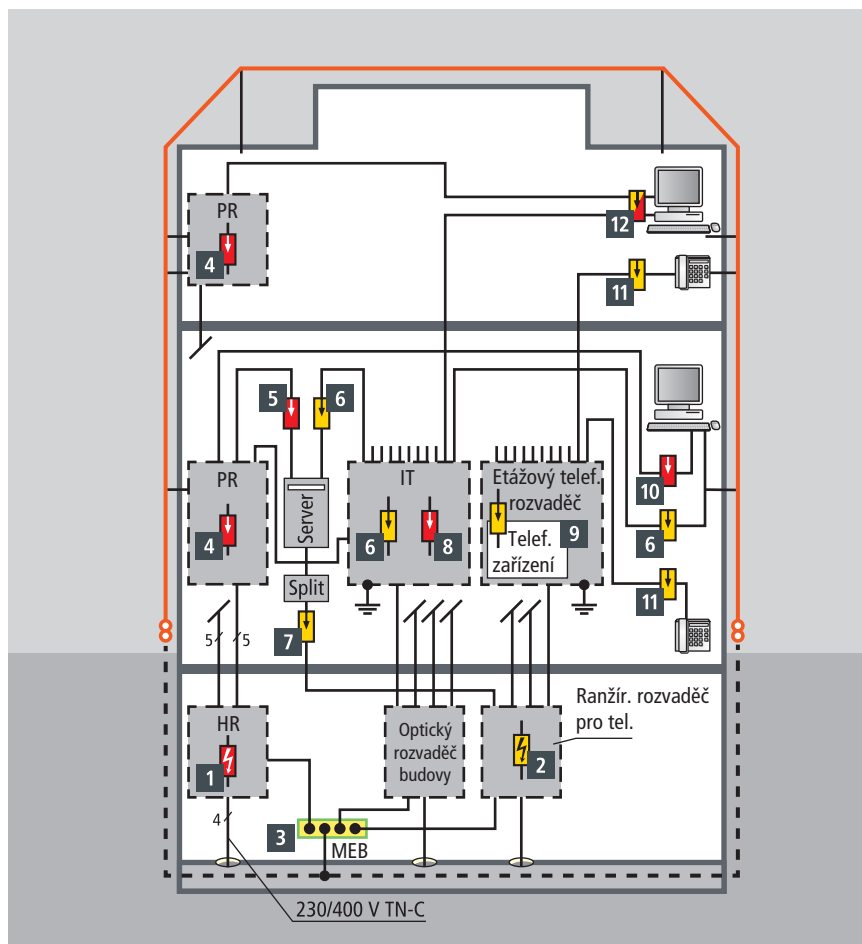
Ochranné působení svodičů pro informační technologie

V rámci ověřování elektromagnetické kompatibility (EMC) musí elektrické a elektronické prostředky (přístroje) prokázat stanovenou odolnost proti rušení impulsními rušivými napětími na přívodních vodičích.

Rozmanitost elektromagnetického prostředí vyžaduje, aby přístroje měly rozdílnou odolnost proti rušení. Tato odolnost se vyjadřuje třídou odolnosti proti rušení. a rozlišují se třídy 1 - 4. Třída 1 představuje nejnižší požadavky na odolnost přístroje proti rušení. Třídu odolnosti proti rušení lze zpravidla najít v dokumentaci zařízení, nebo je ji možno získat dotazem u výrobce.

Svodiče pro IT musí omezit rušení na vedení na bezpečné hodnoty tak, aby nebyla překročena jeho odolnost proti rušení. Například pro koncové zařízení s 2. třídou odolnosti proti rušení je třeba zvolit takový svodič, který nepropustí vyšší hodnotu než je testovací hodnota pro EMC: impulsní napětí < 1 kV v kombinaci s impulsním proudem několika ampérů (v závislosti na návazné síti).

Koncová zařízení mají podle jejich použití a konstrukce různé třídy odolnosti proti rušení na svých datových rozhraních. Při volbě vhodného svodiče přepětí je třeba přihlížet nejen k systémovým



Obrázek 9.11.5 Administrativní budova se zařízením o vysoké dostupnosti

parametrů, nýbrž také k tomu, zda je svodič schopen zařízení ochránit. Za účelem snadného přiřazení byl pro produktovou řadu Yellow/Line vytvořen systém značení tříd svodičů. To umožňuje ve spojení s dokumentací koncového zařízení přesné určení, zda svodič odpovídá koncovému zařízení, tzn. zda jsou vzájemně energeticky zkoordinovány.

Správně dimenzované svodiče přepětí chrání bezpečně koncové zařízení před napěťovými a energetickými špičkami a tím zvyšují dostupnost/spolehlivost zařízení.

Moderní komunikační sítě používají stále vyšší frekvence, a tím se stávají stále citlivějšími na rušivé vlivy. Hladký provoz sítě tedy začíná již klíčovým plánem EMC zahrnujícím i ochranu budovy a systémů před bleskem a přepětím (viz **obrázek 9.11.5**).

Volba přepětových ochran

Pro účinnou ochranu před přepětím je nezbytné koordinovat jednotlivá opatření pro různé systémy mezi odbornými profesemi elektro a IT za spoluúčasti výrobce přístrojů. U rozsáhlejších projektů je tedy nezbytné angažovat odborníky znalé této problematiky.

	Svodiče přepětí	Typ	Kat. č.
1	DEHNventil	DV M TNC 255	951 300
2	DEHN – rozvaděč potenciálového vyrovnání	DPG LSA ... P	906 10...
	Rozpoj. svorkovnice	TL2 10DA LSA	907 996
	DEHNrapid LSA	DRL 10 B 180 FSD	907 401
	Uzemňovací rám	EF 10 DRL	907 498
	DEHNrapid LSA	DRL PD 180	907 430
3	Ekvipotenciální přípojnice	K12	563 200
4	DEHNguard modulární	DG M TNS 275	952 400
5	DEHNrail modulární	DR M 2P 255	953 200
6	DEHNpatch	DPA M CAT6 RJ45H 48	929 110
7	DEHNlink (před splitterem)	DLI TC 2 I	929 028
8	SFL-Protector	SFL PRO 6X 19"	909 251
9	NET-Protector pro 8 x dvoupár	NET PRO TC 2 LSA	929 072
	Vestavné pouzdro 19"	EG NET PRO 19"	929 034
10	DEHNflex M	DFL M 255	924 396
11	Telefonní ochranný modul DSM	DSM TC 2 SK	924 272
12	DEHNprotector	DPRO 230 LAN100	909 326

M-Bus (z anglického Meter-Bus, zde meter = měřidlo) slouží k přenosu stavu čítačů u měřičů spotřeby. Všechny měřiče připojené na M-Bus je možno centrálně odečítat, buďto na místě nebo z externího střediska datovým přenosem. To zvyšuje např. kvalitu bydlení nájemníků, a je možné kdykoli kontrolovat energetické hospodaření celé budovy.

Systém M-Bus bývá instalován pro odečet spotřeby a dálkový dohled

- ➔ systémů ústředního a dálkového vytápění, rovněž tak
- ➔ činžovních domů.

Odečtení měřičů je možno provést centrálními nebo distribuovanými systémy.

Pokud se měřiče nacházejí v bezprostřední blízkosti, bývá volena jednoduchá a nenákladná centrální architektura. Vytvoří se hvězdicové propojení vodičů mezi jednotlivými měřiči a systémovou centrálou. V případě distribuovaného systému jsou data z lokálních měřičů nejprve shromažďována v podstanici, a následně pak odesílána po sběrnici do systémové centrály.

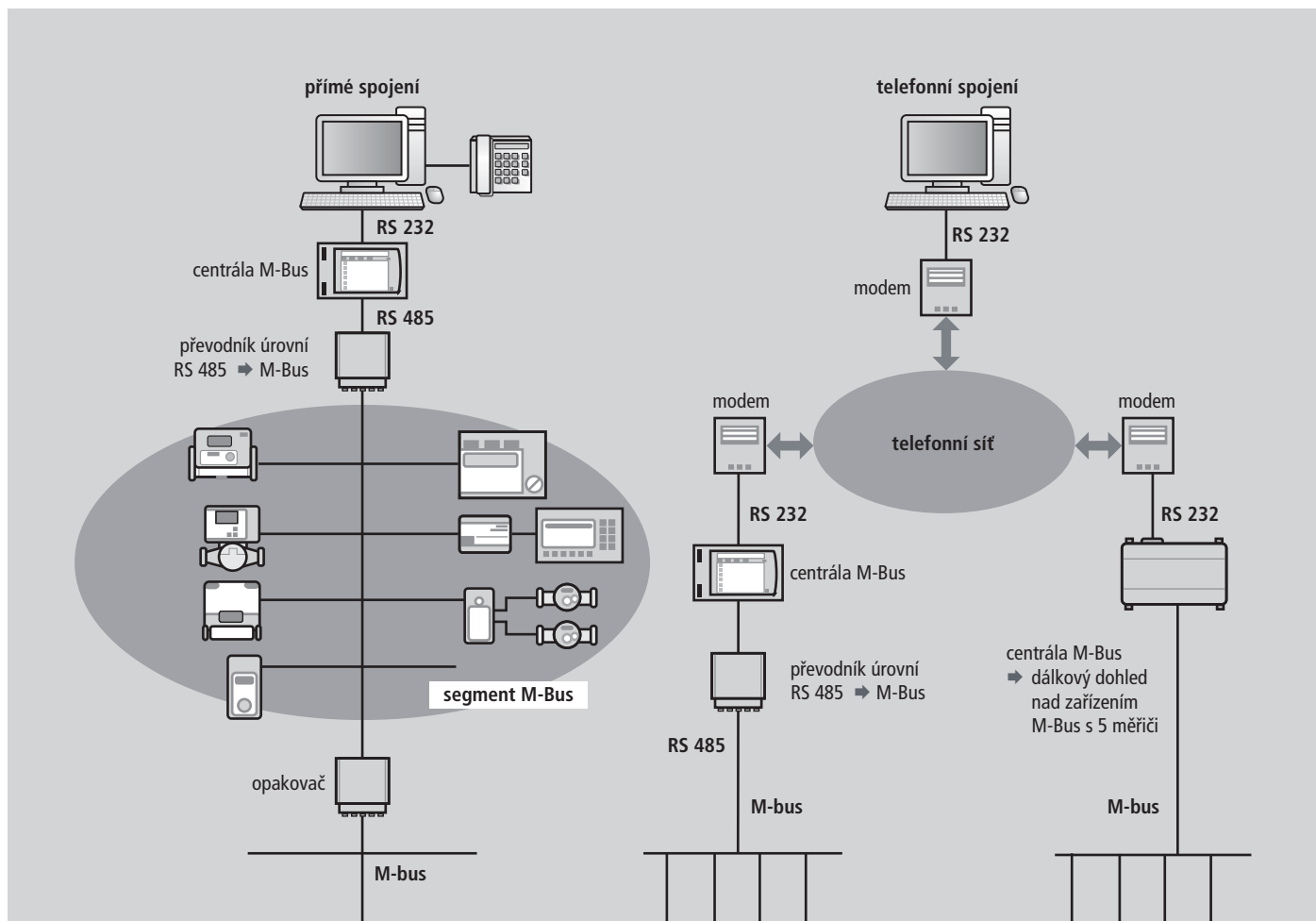
Jak je ukázáno na **obrázku 9.12.1**, komunikuje centrální master (v nejjednodušším případě PC s převodníkem na M-Bus) po sběr-

nicovém vedení s účastníky (slave) na sběrnici. Instalaci opakovačů M-Bus je možno instalaci M-Bus rozdělit do segmentů. Na každý segment je možno připojit až 250 účastníků typu slave, jako kalorimetry, vodoměry, elektroměry, plynoměry, senzory a aktory všeho druhu. Stále více výrobců implementuje do svých měřičů rozhraní M-Bus až do úrovně komunikačního protokolu.

M-Bus je dvoudrátový sběrniceový systém napájený masterem, v podstatě plovoucí. U žádného z ostatních účastníků nesmí v provozu vzniknout vazba na zemní potenciál. Maximální napětí na sběrnici je 42 V.

Vodiče a rovněž tak přístroje a ochrany připojené na M-Bus zatěžují segment M-Bus svými odpory a kapacitami a tím ovlivňují délku sběrniceového vedení / přenosovou rychlost.

Centrála M-Bus má tak např. klidový proud M-Bus 375 A (250 standardních zátěží po 1,5 mA), který dodává napájení pro různé přístroje na M-Bus s rozličným počtem standardních zátěží (např. 3 standardní zátěže odpovídají 4,5 mA). Použitý průřez měděných vodičů ve spojení se součtem úbytků napětí na dílčích úsecích až k dotčenému účastníku na sběrnici určuje maximální přípustnou délku sběrniceového vedení (**tabulka 9.12.1**).



Obrázek 9.12.1 Příklad systému M-Bus

Vedení J-Y (ST) Y...x 0,8	Počet účastníků	Proud na jednoho účastníka	Maximální úbytek napětí
0,8 km	60	např. 1,5 mA	5,4 V

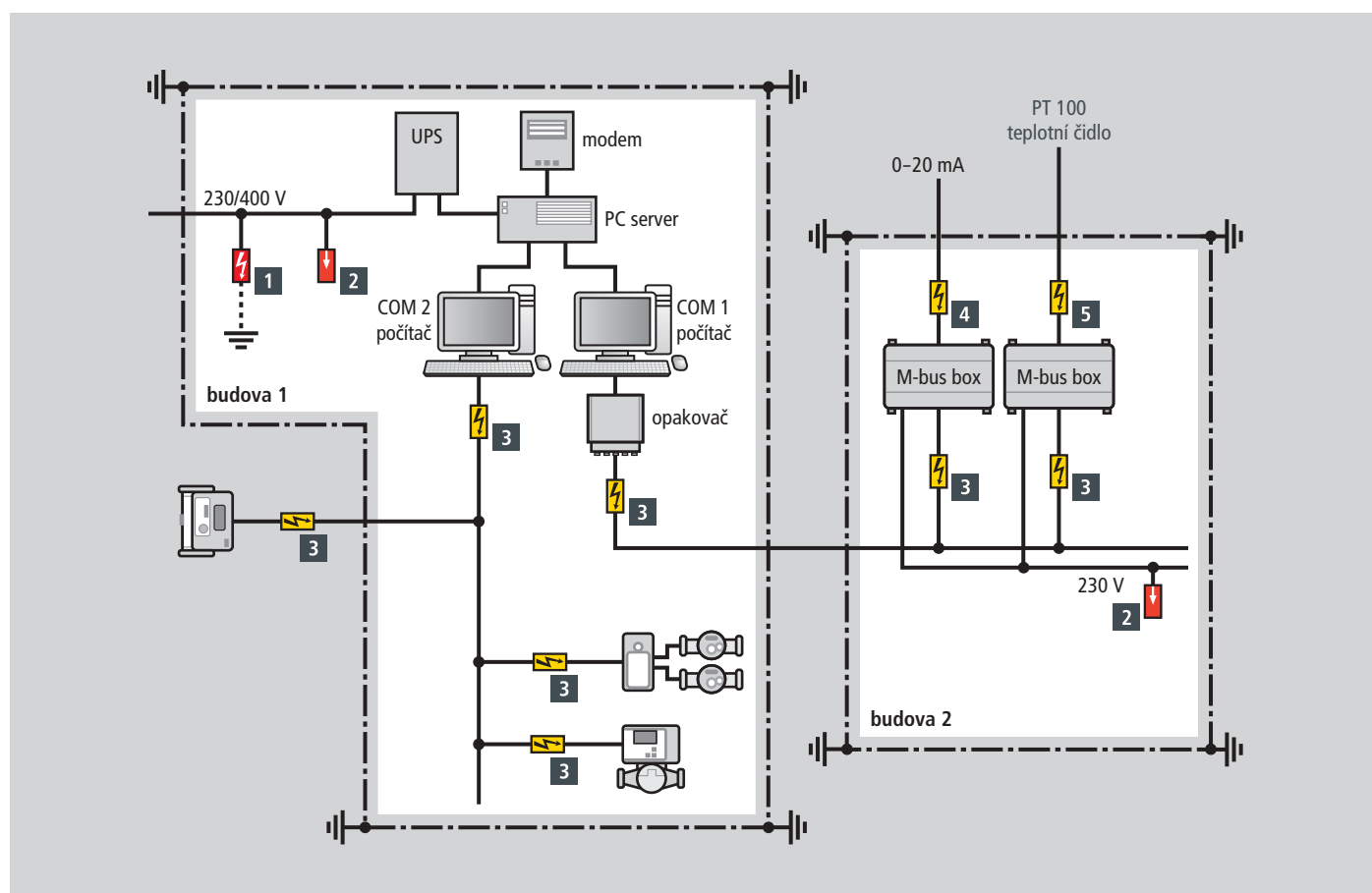
Tabulka 9.12.1 Maximální možný úbytek napětí na sběrniceovém vedení

Přenosová rychlost	Maximální kapacita sběrnice při přenosové rychlosti 9600 Bd	Celková kapacita vedení a účastníků
9600	100 nF	60 měřičů + 0,8 km J-Y (ST) Y ... x 0,8 60 x 1 nF + 0,8 km x 50 nF/km

Tabulka 9.12.2 Maximální přenosová rychlost v závislosti na elektrické kapacitě účastníků (zde měřičů) a sběrniceho vedení

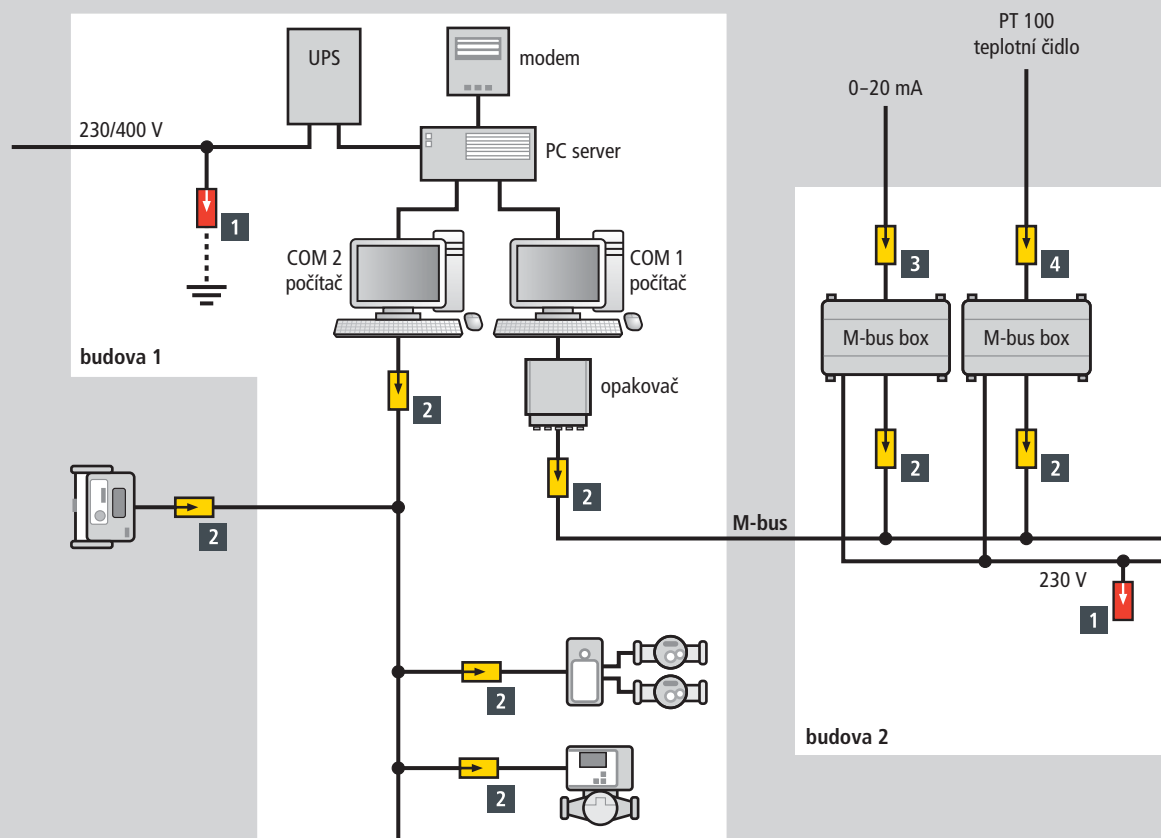
Přepětové ochrany	Kat. č.	Kapacita: žila/žila	Podélná (seriová) impedance na žilu
BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BD S 48	920 245	0,7 nF	1,0 Ω
BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BE S 24	920 224	0,5 nF	1,8 Ω
BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BE S 5	920 220	2,7 nF	1,0 Ω
DEHNconnect DCO SD2 MD 48	917 942	0,6 nF	1,8 Ω
DEHNconnect DCO SD2 ME 24	917 921	0,5 nF	1,8 Ω
DEHNconnect DCO SD2 E 12	917 987	1,2 nF	–

Tabulka 9.12.3 Údaje o kapacitách a seriových impedancích přepětových ochran



Č.	Ochrana pro...	Přepětové ochrany	Kat. č.
Výběr kombinovaných svodičů podle napájecí sítě (v hlavním rozvaděči poblíž vstupu sítě do budovy)			
1	Třífázová síť TN-C	DEHNventil DV M TNC 255	951 300
	Třífázová síť TN-S	DEHNventil DV M TNS 255	951 400
	Třífázová síť TT	DEHNventil DV M TT 255	951 310
Přepětové ochrany pro napájecí síť			
2	Třífázová síť TN-S	DEHNgard DG M TNS 275	952 400
	Třífázová síť TT	DEHNgard DG M TT 275	952 310
	AC síť TN	DEHNgard DG M TN 275	952 200
	AC síť TT	DEHNgard DG M TT 2P 275	952 110
Přepětové ochrany pro signálová rozhraní			
3	M-bus	BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BD S 48 + základna BXT BAS	920 245 + 920 300
4	0–20 mA	BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BE S 24 + základna BXT BAS	920 224 + 920 300
5	Teplotní čidlo Pt 100	BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BE S 5 + základna BXT BAS	920 220 + 920 300

Obrazek 9.12.2 Koncepce ochrany systému s M-Bus u budov s vnějším hromosvodem



Č.	Ochrana pro...	Přepětové ochrany	Kat. č.
Přepětové ochrany pro napájecí síť			
1	Třífázová síť TN-S	DEHNguard DG M TNS 275	952 400
	Třífázová síť TT	DEHNguard DG M TT 275	952 310
	AC síť TN	DEHNguard DG M TN 275	952 200
	AC síť TT	DEHNguard DG M TT 2P 275	952 110
Přepětové ochrany pro signálová rozhraní			
2	M-bus	DEHNconnect DCO SD2 MD 48	917 942
3	0–20 mA	DEHNconnect DCO SD2 ME 24	917 921
4	Teplotní čidlo Pt 100	DEHNconnect DCO SD2 E 12	917 987

Obrázek 9.12.3 Koncept ochrany systému s M-Bus u budovy bez vnějšího hromosvodu

Dalším aspektem je závislost maximální taktovací frekvence, jež je závislá na celkové kapacitě na segmentu sběrnice.

Na příkladu centrály M-Bus, která může budit sběrnici rychlostí 9600 Bd při kapacitě 100 nF, je třeba posoudit situaci:

- ➔ typ vedení J-Y (ST) Y...x 0,8
- ➔ cca 75 Ω/km, cca 50 nF/km, účastník M-Bus (např. čítač) cca 1 nF, odběr cca 1,5 mA (**tabulka 9.12.2**).

Jestliže jsou nyní zapojeny přepětové ochrany, je třeba přihlídnout k jejich podélným odporům a mezivodičovým kapacitám (**tabulka 9.12.3**).

Budova s vnějším hromosvodem

U budov s vnějším hromosvodem je nezbytné potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem (MEB).

Všechna napájecí i datová vedení do/z budovy jsou připojena na MEB pomocí svodičů bleskového proudu. **Obrázek 9.12.2** ukazuje příklad zapojení zasíťovaného systému s M-Bus pro ochranu před bleskovými proudy a přepětími.

Budova bez vnějšího hromosvodu

U budov bez vnějšího hromosvodu umožňuje ochrana před přepětím ochranu elektrických instalací a systémů. **Obrázek 9.12.3** ukazuje příklad, jak musí být zasíťovaný systém s M-Bus zapojen, abychom dosáhli ochrany před přepětími.

Použití PROFIBUS jako komunikačního systému v technologických procesech i jeho použití jako řídicího média mezi buňkami a objekty vyžaduje jeho vysokou dostupnost. Tomuto požadavku však protirečí vysoké ohrožení přepětími, protože rozsáhlé prostorové uspořádání umožňuje vysoké indukční i kapacitní vazby.

PROFIBUS je název firmy SIEMENS pro komunikační produkty (hardware i software) odpovídající normovanému standardu PROFIBUS (ProcessFieldBus). Alternativní označení pro PROFIBUS FMS a PROFIBUS DP jsou produktové názvy Siemens SINEC L2 a SINEC L2-DP. Zatímco PROFIBUS FMS je dimenzován pouze na datové přenosy rychlostí do 500 kbps, je PROFIBUS DP schopen přenášet data rychlostí až 12 Mbps. Těžiště použití PROFIBUS FMS leží především v obsluze velkých datových objemů na úrovni technologických procesů a skupin. Rychlý PROFIBUS DP je koncipován pro použití v oblasti distribuovaných PLC.

Posledním vývojovým výstupem v segmentu PROFIBUS je jiskrově bezpečný PROFIBUS PA, který je možno použít i v technologických procesech v prostorech s nebezpečím výbuchu.

Jako přenosové médium slouží obvykle dvoudrátová sběrnice. Fyzické vlastnosti sběrnice odpovídají v podstatě standardu RS 485.

Připojení účastníků na sběrnici je možné různým způsobem:

- ➔ připojení pomocí 9-pólového konektoru D-Sub (většinou kontakty 3/8),

- ➔ připojení na šroubové svorky,
- ➔ připojení sběrnicovými svorkami.

Budova s vnějším hromosvodem

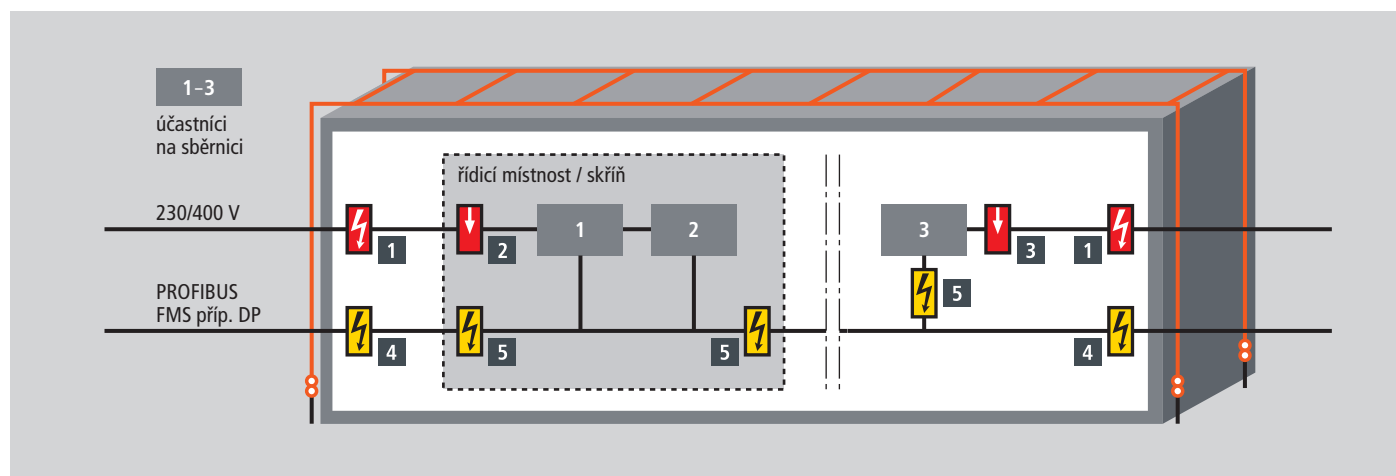
Jestliže budova má systém ochrany před bleskem, je zde povinné potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem. Toto zahrnuje spojení zemnicí soustavy s potrubími, kovovými konstrukcemi a uzemněnými částmi energetických a informačních zařízení. K tomu jsou navíc připojeny i všechny energetické i informační kabely vstupující do/vystupující z budovy, a to pomocí svodičůbleskových proudů (obrázek 9.13.1 a 9.13.2).

Dalším opatřením pro ochranu elektrických instalací a systémů je ochrana před přepětím spojená s potenciálovým vyrovnáním pro ochranu před bleskem.

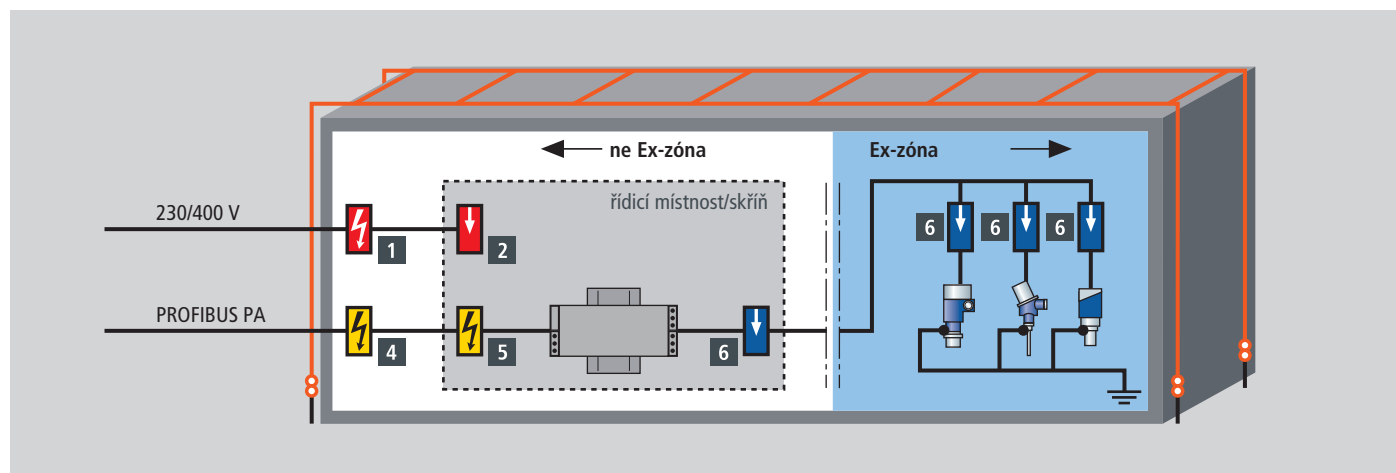
Jestliže jsou tato opatření, tj. potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, ochrana před přepětím a vnější hromosvod provedeny řádně, redukuje se výpadky při přímém zásahu blesku na minimum.

Budova bez vnějšího hromosvodu

Není-li vytvořen vnější hromosvod, je třeba účastníky na sběrnici opatřit svodiči přepětí. Instalaci svodičůbleskových proudů na napájecí a datové vodiče je možno v tomto případě vypustit (odpádají svodiče č. 1 a 4).



Obrázek 9.13.1 PROFIBUS FMS příp. DP přesahující hranice budovy, budova s vnějším hromosvodem



Obrázek 9.13.2 Jiskrově bezpečný PROFIBUS PA v budově s vnějším hromosvodem

Č. v obr. 9.13.1 a 2	Ochrana pro...	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	Třífázová síť TN-S Třífázová síť TT	DEHNventil DV M TNS 255 DEHNventil DV M TT 255	951 400 951 310
2	Třífázová síť TN-S Třífázová síť TT	DEHNguard DG M TNS 275 DEHNguard DG M TT 275	952 400 952 310
3	AC 230 V napájení DC 24 V napájení	DEHNrail DR M 2P 255 DEHNrail DR M 2P 30	953 200 953 201
4	PROFIBUS	BLITZDUCTOR XT BXT ML2 B 180 + základna BXT BAS	920 211 920 300
5	PROFIBUS	BLITZDUCTOR XT BXT ML2 BE HFS 5 + základna BXT BAS	920 270 920 300
6	PROFIBUS v Ex-zóně	BLITZDUCTOR XT BXT ML4 BD EX 24 + základna BXT BAS nebo DEHNpipe DPI MD EX 24 M 2	920 381 920 301 929 960

Tabulka 9.13.1 Svodiče bleskových proudů a přepětí v instalaci jiskrově bezpečného PROFIBUS PA, PROFIBUS FMS a DP

Telekomunikační vedení jsou vedle energetických napájecích vedení ta nejdůležitější spojení vedením. Pro vysoce technizované procesy v současných průmyslových závodech a kancelářích jsou životně důležité vždy funkční rozhraní s vnějším světem.

Telekomunikační vedení jako síť vedení pokrývá často plochu několika km². U takto velkoplošných sítí je třeba počítat s častým zavlčením přepětí.

Nejjistější cestou, jak ochránit budovu před negativními vlivy blesků, je komplexní systém ochrany před blesky, sestávající z vnější i vnitřní ochrany.

Hrozby

Vedení k místní telefonní ústředně a zrovna tak i vnitřní kabelové vedení jsou tvořena měděným kabelem, jehož stínění je velmi chabé. Zavedením kabelu do budovy zvenčí je umožněno, aby vznikly vysoké potenciálové rozdíly mezi vnitřními instalacemi v budově a přichozím vedením. Je třeba počítat se zvýšením potenciálu vodičů galvanickou a induktivní vazbou. Při paralelním vedení silnoproudých a slaboproudých vedení mohou rovněž spínací pochody způsobovat rušení ovlivňující slaboproudá vedení.

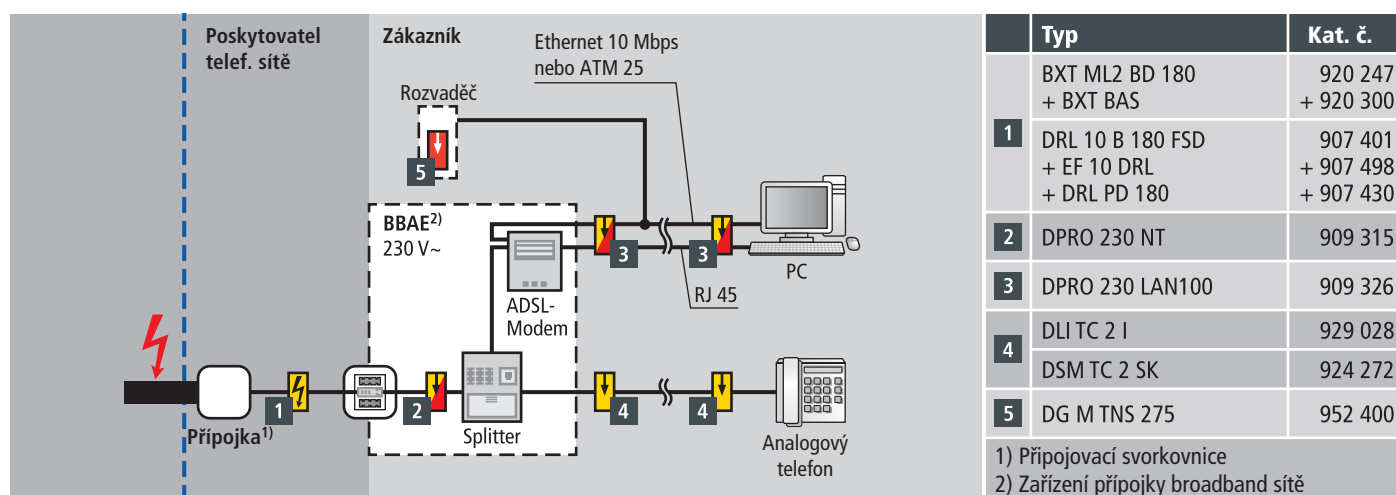
Ochrana ADSL přípojky před přepětím

ADSL přípojka vyžaduje k tradičnímu připojení telefonu navíc ADSL připojení, což podle příslušné varianty je síťová karta Ethernet nebo ATM v PC a speciální ADSL modem se splitterem rozbočujícím telefonní a datový provoz. Telefonní přípojka přitom může být volitelně analogová nebo ISDN.

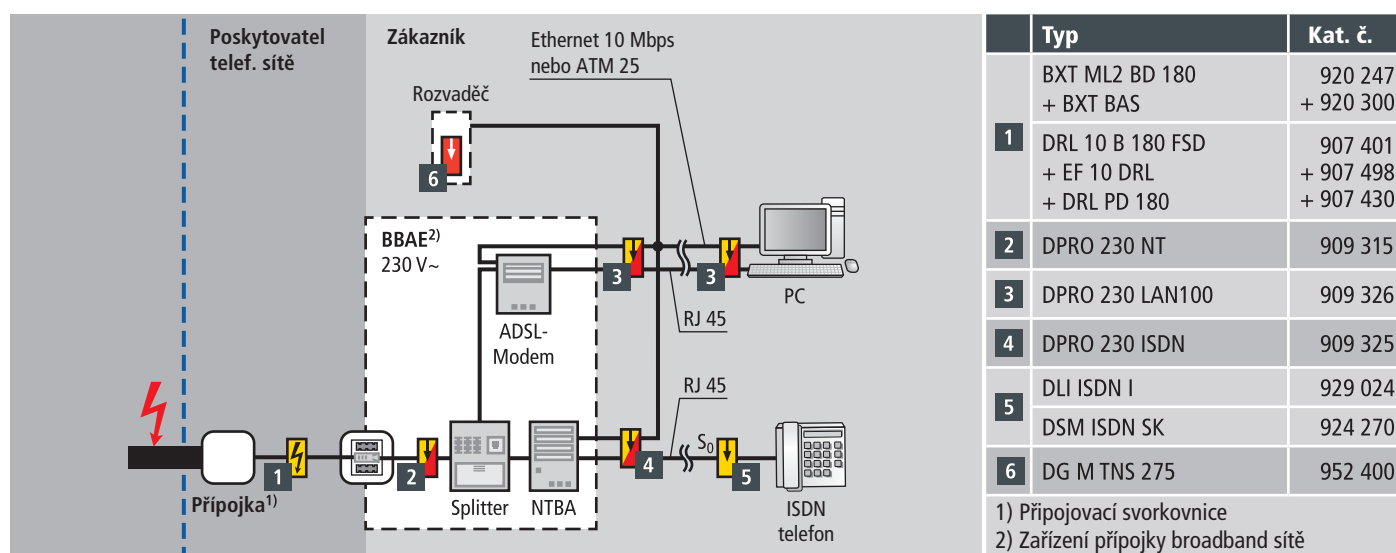
Splitter odděluje analogový hovorový signál či digitální ISDN signál od datového toku ADSL při dodržení všech důležitých systémových parametrů jako např. impedance, útlum přeslechu a úroveň. Plní funkci kmitočtové výhybky. Na vstupní straně je spojen se zásuvkou telefonní přípojky. Na výstupní straně jednak dává ADSL modemu k dispozici vysokofrekvenční signály kmitočtového spektra ADSL, a jednak řídí komunikaci v dolním kmitočtovém pásmu s analogovým telefonem nebo se zařízením ISDN BRI.

K PC je ADSL modem připojen síťovou kartou Ethernet (10 Mbps) či ATM 25 nebo prostřednictvím rozhraní USB.

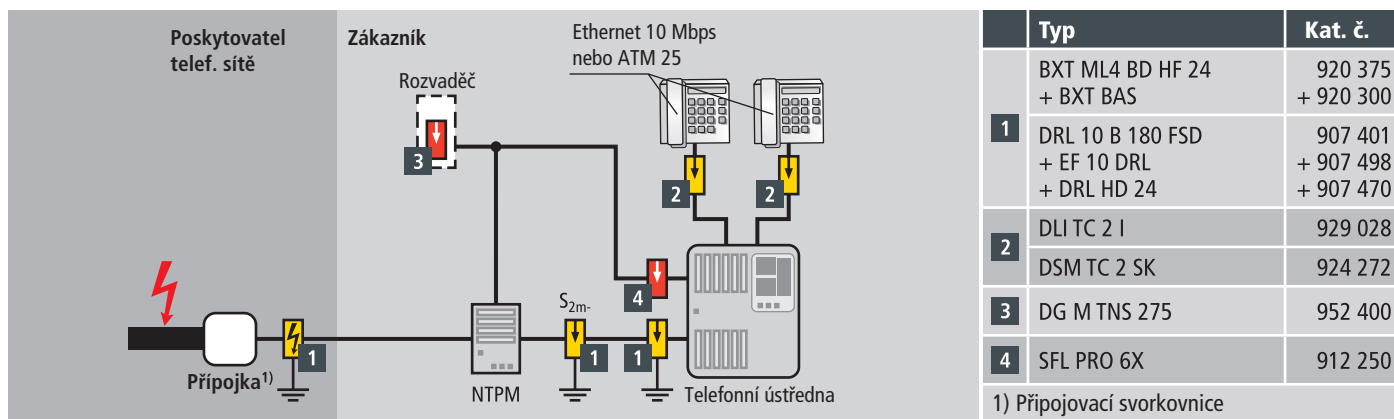
Modem vyžaduje navíc napájecí napětí 230 V AC (viz **obrázky 9.14.1 a 9.14.2**).



Obrázek 9.14.1 Ochrana před bleskem a přepětím pro analogovou přípojku s ADSL



Obrázek 9.14.2 Ochrana před bleskem a přepětím pro ISDN přípojku s ADSL



Obrázek 9.14.3 Přepětová ochrana pro telefonní zařízení ISDN PRI

Ochrana přípojky ISDN před přepětím

Prostřednictvím ISDN (Integrated Service Digital Network) jsou nabízeny různé služby v jedné veřejné síti. Digitálním přenosem mohou být zprostředkovány jak řeč, tak i data. Koncové zařízení NTBA (Network Terminating Unit for ISDN Basic Rate Access) je předávacím rozhraním k účastníkovi. Také zařízení NTBA je napájeno ze sítě 230 V AC.

Obrázek 9.14.2 ukazuje ochranu ISDN přípojky odpovídajícími přepětovými ochranami.

Ochrana přípojky ISDN PRI před přepětím

Přípojka ISDN PRI (NTPM = Network Termination for Primary rate Multiplex access) má 30 kanálů B po 64 kbit/s, jeden kanál D a jeden synchronizační kanál, rovněž 64 kbit/s. Pomocí ISDN PRI mohou být přenášena data rychlostí až 2 Mbit/s. Zařízení NTPM je k tomu vybaveno rozhraním U_{2m} . Účastnické rozhraní je S_{2m} . K tomuto rozhraní se připojují velká pobočková zařízení nebo datové přípojky s velkým objemem dat. Ochranu takové přípojky proti přepětí ukazuje **obrázek 9.14.3**. Také zařízení NTPM je napájeno ze sítě 230 V AC.

LED světelné zdroje na stožárech bývají instalovány pro osvětlení ulic, cest a prostranství, a to z vícemetrové výšky. Důvodem je potřeba velké osvětlené plochy. To je možné pouze tehdy, když má světelný zdroj dostatečně vysoký světelný tok, což už pro dnešní vysoce účinné LED nepředstavuje problém. Jejich životnost, malá teplotní závislost a možnost individuálního řízení světelných scén naplňují požadavky ohledně hospodárnosti a ochrany životního prostředí.

LED světelné zdroje se vyznačují:

- ➔ vysokou světelnou účinností až 110 lm/W,
- ➔ rozložením světla snadno přizpůsobitelným potřebám pomocí čoček,
- ➔ disponibilitou různých barev a barevných teplot,
- ➔ životností, v závislosti na provozním proudovém zatížení, mezi 50 000 a 100 000 h,
- ➔ teplotně téměř nezávislým světelným tokem – ten podléhá jen malým změnám, např. při $-30\text{ °C} \rightarrow 115\%$ a při $40\text{ °C} \rightarrow 95\%$ jmenovité hodnoty,
- ➔ možností pomocí budičů LED přednastavit individuální světelné scény (např. světelný tok, provozní doby, závislost na soumraku),
- ➔ možností individuálního řízení scén také pomocí rozhraní DALI nebo 1-10 V,
- ➔ předurčením i pro oblast bezpečnostního osvětlení díky jejich plnému svitu bez zpoždění, ihned po zapnutí.

V praxi jsou instalována nejrůznější svítidla LED, přičemž jejich tělo je zpravidla kovové, nezávisle na tom, zda se jedná o spotřebiče II. třídy ochrany (s dvojitou resp. zesílenou izolací), nebo I. třídy (s automatickým odpojením od zdroje) podle ČSN 33 2000-4-41

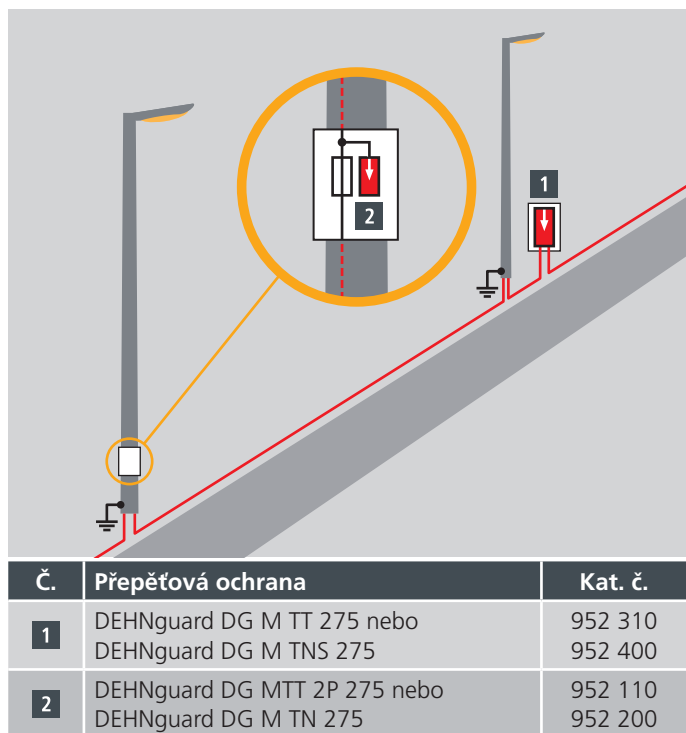
ed. 2 (HD 60364-4-41). Kovový plášť LED svítidla zde plní úlohu plošného odvodu vznikajícího tepla.

Co se týče samotného stožáru, téměř bezvýhradně bývá kovový. Napájecí napětí bývá do stožáru přivedeno kabelem v zemi. Menší stožáry mívají v dolní části přípojný prostor otevíratelný nástrojem, a z něj vyvedený gumový kabel ke svítidlu, s oboustranně odlehčeným tahem. V tomto přípojném prostoru se nacházejí přípojovací svorky a nadproudová ochrana.

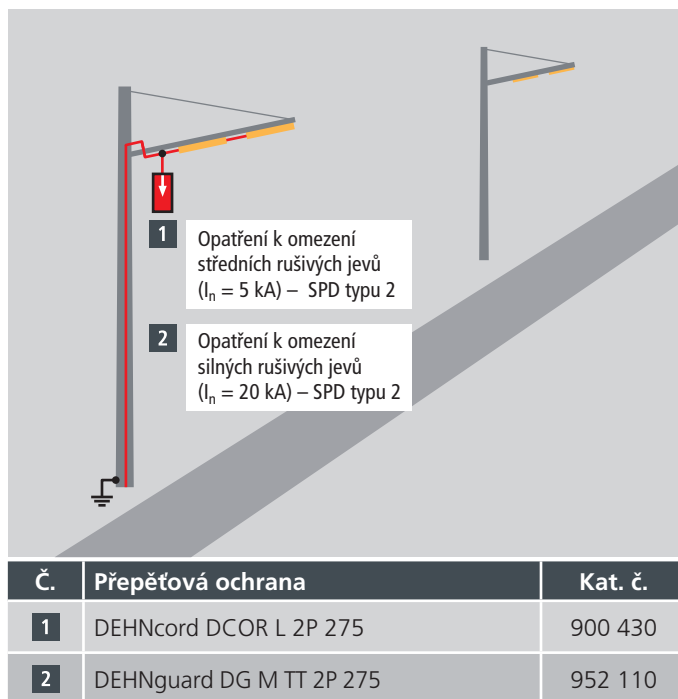
Větší stožáry disponují napájecím rozvaděčem, a pokud jsou napájeny ze sítě i z náhradního zdroje, jsou tyto prostory podle normových požadavků odděleny.

Jestliže jsou instalovány stožáry nebo stožárová svítidla LED z PVC, je třeba zohlednit také vznikající elektrostatický náboj. To však není předmětem tohoto pojednání.

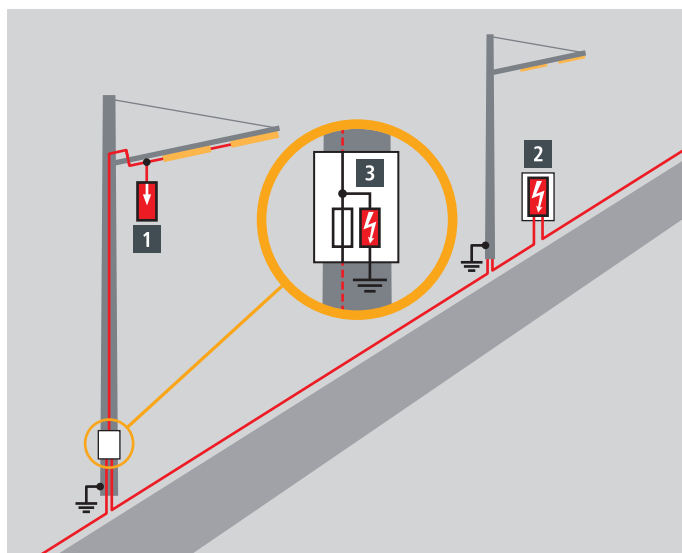
Porovnáme-li nyní náklady na výměnu komponent z důvodu přepětí, a to u dřívějších svítidel s vysokotlakými výbojkami a u dnešních svítidel s LED, zjistíme, že u dřívějších výbojkových zdrojů docházelo k poškození výbojek, zapalovacích přístrojů a induktivních předřadníků. U dnešních LED svítidel jsou to budiče LED, jejich parametrizace a LED samotné, co vyvolává vysoké náklady. Přestože životnost stožárových LED svítidel umožňuje očekávat jejich amortizaci v předvídatelné době, přesto vyvstává otázka, jaké záruky poskytuje výrobce na celý systém (LED budič a LED samotné), jestliže namáhání přepětím negativně ovlivňuje typickou životnost. Průmysl výroby světelných zdrojů sice již reagoval zvýšenou elektrickou pevností budičů LED a uvádí pro novější stožárová svítidla LED proudovou rázovou odolnost v řádu 2 kA a napěťovou pevnost 4 kV. Rázové proudy v síti a přepětí překračují však tyto hodnoty několikanásobně. Zejména je třeba si povšimnout, že napěťové pevnosti L vs. N a L/N vs. PE se podstatně liší.



Obrázek 9.15.1 Svodič přepětí v přípojném prostoru/rozvaděči kovového stožáru pro ochranu kovového LED svítidla před přepětími přivedenými ze sítě v důsledku vzdálených atmosférických jevů a spínacích jevů



Obrázek 9.15.2 Svodič přepětí v blízkosti LED svítidla při volně uloženém přívodu, pro ochranu před indukovanými přepětími nebo jako jediná ochrana před přepětími přivedenými ze sítě v důsledku vzdálených atmosférických jevů a spínacích jevů



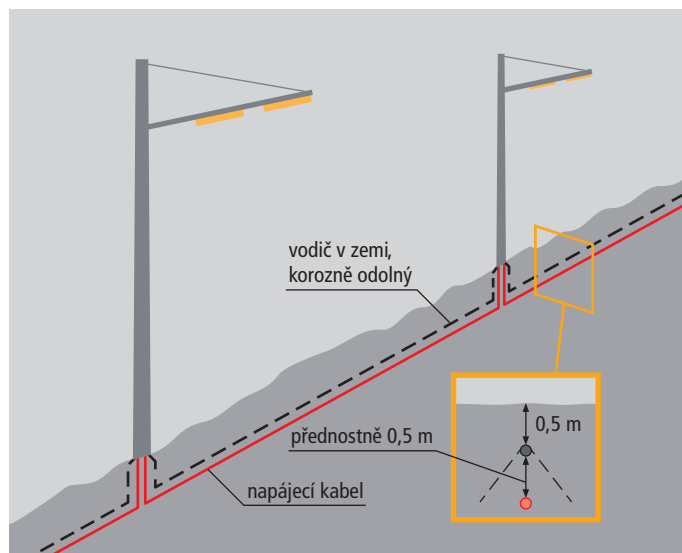
Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	DEHNcord DCOR L 2P 275	900 430
2	DEHNshield DSH TT 255 nebo DEHNshield DSH TNS 255	941 310 941 400
3	DEHNshield DSH TT 2P 255 nebo DEHNshield DSH TN 255	941 110 941 200

Obrázek 9.15.3 Kombinovaný svodič v přípojném prostoru/rozvaděči kovového stožáru ve spojení se svodičem přepětí pro ochranu stožárového LED svítidla před blízkými atmosférickými jevy a pro ochranu před spínacími přepětími přivedenými ze sítě

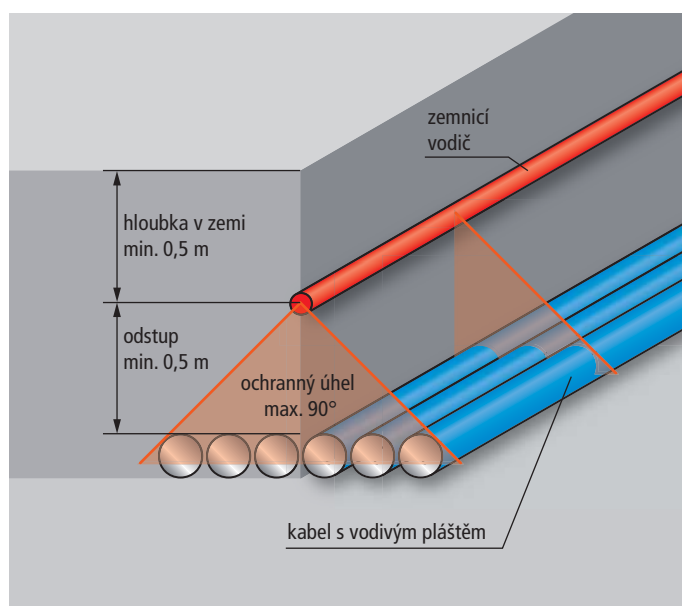
Kovovým stožárem, ve spojení s kovovým LED svítidlem, se minimalizuje pravděpodobnost indukce. Proto postačí zabývat se pouze přepětími přivedenými v napájecí síti. V tomto případě je možno v přípojném prostoru/rozvaděči stožáru instalovat svodič přepětí (**obrázek 9.15.1**). To má tu výhodu, že je možné provádět kontrolu svodiče přepětí bez vysokozdvíže plošiny.

Pokud je ovšem situace taková, že kovové LED svítidlo netvoří s kovovým stožárem uzavřený systém, jelikož napájecí přívod je veden volně vně stožáru a na výložníku je několik LED svítidel, je třeba instalovat svodič přepětí v blízkosti svítidla (**obrázek 9.15.2**). To je také doporučeno jako postačující opatření pro ochranu před přepětím v případě, že je pravděpodobnost výskytu přepětí nepatrná. Pokud se týče instalace svodiče přepětí ve stožárovém svítidle LED, je třeba zohlednit třídu ochrany svítidla. Dvojitou či zesílenou izolaci (třída II.) svítidla nesmí narušit pouhá základní izolace (izolace živých částí jako základní ochrana) svodičů přepětí. Pro opatření k potlačení rušení střední velikosti ($I_n = 5 \text{ kA}$) se doporučuje instalace DEHNcord. Pro omezení silných rušivých vlivů ($I_n = 20 \text{ kA}$) by měl být nasazen modulární DEHNgard DG M TT 275.

Pokud dojde k zásahu blesku do kovového stožáru, působí tento stožár jako stínění vnitřkem vedeného kabelu, a aplikačně optimalizovaný kombinovaný svodič na patě stožáru odvádí bleskový proud. Svou nízkou ochrannou napětovou hladinou tak chrání LED svítidla (**obrázek 9.15.3**). Toto zapojení vždy vyžaduje vertikální nebo horizontální zemnič, a podle způsobu vedení kabelu též případně přidavný svodič přepětí podle **obrázek 9.15.2**.



Obrázek 9.15.4 Zemničí vodič pro ochranu kabelové trasy a pro uzemnění stožárů



Obrázek 9.15.5 Ochranný prostor pro kabelovou trasu

V zásadě je třeba realizovat tuto variantu zapojení pomocí kombinovaného svodiče vždy, pokud zhodnocení rizik vyžaduje vyšší ochranný účinek, než jakého je možno dosáhnout svodičem přepětí. Jako příklad je možno uvést velmi vysoké stožáry, na nichž jsou instalována velkoplošná LED svítidla na výložníkových roštech (velké parkovací plochy, stadiony atd.), a dále pak stožárová LED svítidla napájená z budovy se systémem ochrany před bleskem, jelikož soustavou potenciálového vyrovnání pro ochranu před bleskem je bleskový proud přiveden i k LED svítidlu.

U nových instalací, kde jak stožáry, tak i napájecí kabely budou teprve zřízeny, je třeba kabelovou trasu opatřit holým zemničím vodičem.

Jestliže dojde k úderu blesku do stožáru (ne do samotného LED svítidla) nebo do země, má zemničí vodič funkci nezbytného zemniče a linearizuje potenciálový spád. Zamezí se tím přeskokům do kabelu (**obrázek 9.15.4**).

Větrné elektrárny jsou kvůli své exponované poloze a stavební výšce vystaveny přímým účinkům blesků. Jestliže nebezpečí úderu blesku roste se čtvercem výšky objektu, lze odhadnout, že megawattová větrná elektrárna je zasažena přímým úderem blesku každých 12 měsíců. Vysoké investiční náklady se musí z tržeb za vyrobenou energii amortizovat v několika letech, což znamená, že je třeba zamezit prostojům způsobeným poškozením blesky a přepětím, a také nákladům na následné opravy. Je tedy zapotřebí důkladná ochrana před bleskem a přepětím.

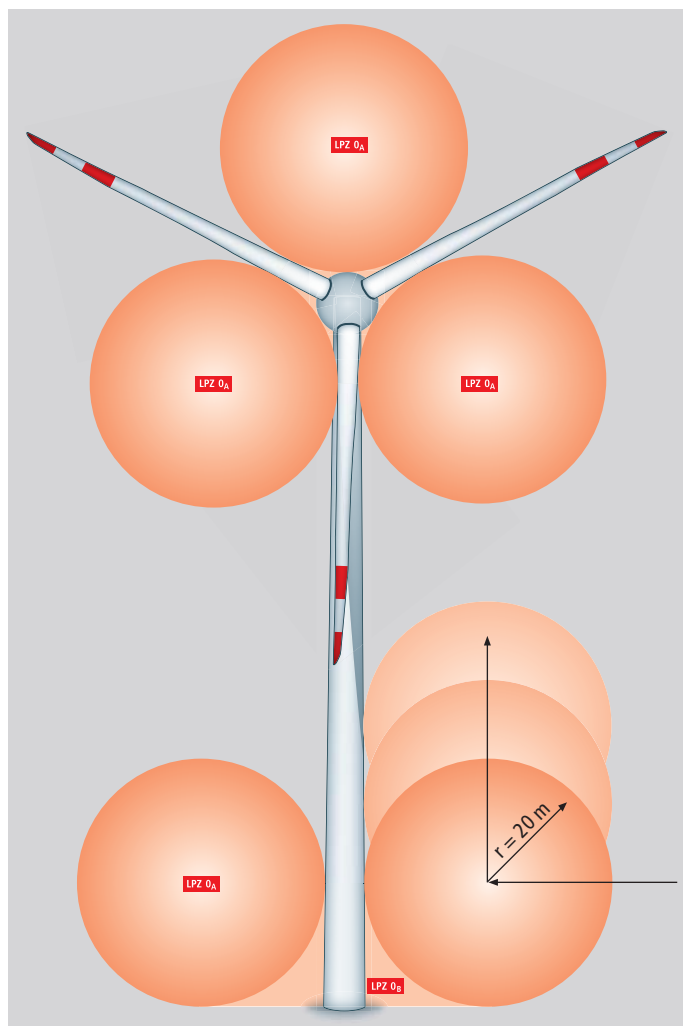
Pro dimenzování ochranných opatření proti blesku je třeba zohlednit, že u objektů o výšce > 60 m a v exponovaném místě je třeba vzít v potaz vedle sestupných blesků mrak-země také vzestupné blesky země-mrak. Jejich vysoký náboj je důležitý zejména u ochrany rotorových listů a pro dimenzování svodičů bleskových proudů.

Normy

Při projekci ochrany slouží jako základ normy ČSN EN 61400-24, normy řady ČSN EN 62305 a případně německého Lloyd (např. GL 2010 IV – Část 1: Směrnice pro certifikaci větrných elektráren).

Ochranná opatření

Norma ČSN EN 61400-24 doporučuje, aby všechny části větrné elektrárny byly chráněny na úrovni LPL I, leda že by analýza rizik prokázala, že postačí i nižší úroveň ochrany. Vyhodnocení rizik může dospět i k tomu, že různým částem je přiřazena různá úroveň ochrany.



Obrázek 9.16.1 Metoda valivé koule

Normou ČSN EN 61400-24 je doporučeno, aby jako základ ochrany před bleskem byla použita komplexní koncepce ochrany.

Ochrana větrné elektrárny sestává z vnějšího hromosvodu a z ochrany proti přepětí pro ochranu elektrických a elektronických zařízení. Pro projekci ochranných opatření je výhodné větrnou elektrárnu rozdělit do ochranných zón (LPZ – Lightning Protection Zones).

Ochrana větrné elektrárny před bleskem zahrnuje ochranu dvou dílčích systémů, které se vyskytují jen u větrných elektráren – listy rotoru a mechanický náhon. Ochrana těchto dvou zvláštních částí je tedy v normě ČSN EN 61400-24 věnován odpovídající široký prostor. Norma doporučuje prokázat odolnost těchto systémů proti bleskovým proudům proudovým testem jak s prvotním rázovým proudem, tak s dlouhým doznívajícím proudem, a to pokud možno ve společném výboji.

Následně je klíčová realizace ochrany před bleskem a přepětím i pro elektrické a elektronické přístroje a systémy.

Komplexní problematika ochrany rotorových listů a točivě uložených částí si zaslouží detailnějšího prozkoumání, a je specifická pro různé výrobce a typy. ČSN EN 61400-24 k tomu dává důležité pokyny.

Koncepce ochranných zón LPZ

Koncepce zón ochrany před bleskem je strukturní opatření pro vytvoření definovaného EMC (EMC = elektromagnetická kompatibilita) klimatu uvnitř objektu. Definované EMC prostředí je určeno odolností použitých elektrických zařízení proti rušivým vlivům. Proto koncepce zón ochrany před bleskem zahrnuje jako ochranné opatření redukci rušivých vlivů, a to jak přivedených vedením, tak i indukovaných, na dohodnutou úroveň. Z tohoto důvodu je chráněný objekt rozdělen do zón ochrany.

Stanovení zón LPZ 0_A , tedy těch částí zařízení, jež mohou být vystaveny přímému úderu blesku, a LPZ 0_B , jež je přiřazena těm částem zařízení, jež jsou chráněny před přímým úderem blesku venkovní jímací soustavou nebo jímací integrovanými v částech zařízení (jako např. v listech rotoru), se provádí pomocí metody valivé koule. Tato metoda však není podle ČSN EN 61400-24 použitelná pro samotné listy rotoru. Provedení jímací soustavy je tedy třeba prověřit podle kapitoly 8.2.3 ČSN EN 61400-24. **Obrázek 9.16.1** ukazuje princip použití metody valivé koule a **obrázek 9.16.4** možné rozdělení větrné elektrárny do různých zón ochrany. Rozdělení do zón je při tom závislé na konstrukci větrné elektrárny – musí zohlednit její strukturu. Rozhodující je však to, aby z vnějšku působící vlivy v zóně LPZ 0_A byly na všech hranicích zóny vhodnými stínícími prvky a zabudovanými přepěťovými ochranami omezeny do té míry, aby bylo možné nerušeně provozovat elektrické a elektronické přístroje a systémy uvnitř větrné elektrárny.

Opatření pro stínění

Gondola by měla být zhotovena jako do sebe uzavřený kovový stínící plášť. Uvnitř gondoly je pak vytvořen prostor s podstatně sníženým elektromagnetickým polem oproti vnějšku. Ocelovou věž ve formě trubky, jak to bývá u větrných elektráren obvyklé, je možno podle ČSN EN 61400-24 považovat za téměř dokonalou elektromagneticky stínící Faradayovu klec. U betonových hybridních věží je třeba funkci galvanické klece zajistit armovací ocelí a uzemněním, a důkladným elektrickým propojením jednotlivých komponent. Řídicí a regulační skříně v gondole, a také v provozní budově, by měly být rovněž kovové. Propojovací vedení by měla být opatřena vnějším stíněním dimenzovaným na bleskové proudy. V technickém smyslu je ochrana vedení stíněním účinná proti EMC vazbám pouze tehdy, je-li stínění spojeno s potenciálovým vyrovnáním na obou koncích. Okontaktování stínění musí být s plným opásmím svorkou, bez dlouhých vývodů nevhodných z hlediska EMC.

Magnetické stínění a rovněž tak vedení vodičů je třeba provést podle kap. 4 ČSN EN 62305-4 ed. 2. Z tohoto důvodu je třeba aplikovat všeobecné směrnice pro EMC kompatibilní instalační praxi podle IEC/TR 61000-5-2.

Opatření pro stínění jsou např.:

- ➔ potažení sklolaminátové gondoly kovovým mřížovím,
- ➔ kovová věž,
- ➔ kovové rozvaděče,
- ➔ stínění tras propojovacích kabelů dimenzované na bleskové proudy (kovový kabelový kanál, stíněná trubka apod.),
- ➔ stíněné kabely.

Opatření pro vnější ochranu před bleskem

Sem patří:

- ➔ jímáče a svody v rotorových listech,
- ➔ jímáče pro ochranu gondolové nástavby, gondoly a hlavice turbíny,
- ➔ využití věže jako jímáče a svodu,
- ➔ zemnicí soustava složená ze základového zemniče kombinovaného s obvodovým zemničem.

Vnější hromosvod má za úkol zachytit přímé údery blesku včetně úderů do věže větrné elektrárny a odvést bleskový proud od místa zásahu do země. Dále slouží k tomu, aby se bleskový proud v zemi rozptýlil bez tepelných či mechanických škod nebo nebezpečných výbojů, které by mohly způsobit požár nebo výbuch a ohrožovat osoby.

Potenciální místa zásahu bleskem na objektu větrné elektrárny je možné, s výjimkou rotorových listů, určit pomocí metody valivé koule (**obrázek 9.16.1**). Pro větrné elektrárny se doporučuje úroveň ochrany LPL I. Pro zjištění míst úderu blesku je tedy použita valivá blesková koule o poloměru $r = 20$ m, valená po objektu větrné elektrárny. Všude tam, kde se tato koule dotkne objektu, jsou potenciální místa úderu blesku potřebná ochrany pomocí jímáčů.

Konstrukce gondoly by měla být součástí hromosvodu, aby tak bylo zajištěno, že blesky, které zasáhnou gondolu, zasáhnou buďto takové kovové díly, které zásahu odolají, nebo jímací soustavu, která byla k tomuto účelu zkonstruována. Gondoly se sklolaminátovým nebo podobným pláštěm musí být vybaveny jímací soustavou a svody, tvořícími kolem gondoly klec (kovové mřížoví). Jímací soustava včetně volně vedených vodičů v této kleci musí být schopna odolat bleskům odpovídajícím zvolenému stupni ohrožení (ochrany). Další vodiče v této Faradayově kleci musí být dimenzovány tak, aby odolaly takové části bleskového proudu, jakému mohou být vystaveny. Podle ČSN EN 61400-2 je třeba, aby jímáče pro ochranu měřících přístrojů apod. na vnější straně gondoly byly provedeny podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 a jejich svody byly připojeny na výše popsanou Faradayovu klec.

Přirozené kovové části, které jsou trvalou součástí větrné elektrárny a nebudou měněny (např. hromosvod v rotorových listech, ložiska, strojové rámy, hybridní věž), smějí být použity jako součást LPS. Pokud má větrná elektrárna kovovou konstrukci, je možno vycházet z toho, že splňuje předpoklady pro vnější hromosvod třídy LPL I podle ČSN EN 62305.

Předpokladem je, že blesk je bezpečně zachycen hromosvodem rotorových listů a může být pomocí přirozených součástí, jako jsou ložiska, strojové nosníky, věž a/nebo jejich bypassem (např. otevřené jiskřiště, uhlíkové kartáče) odvedeny do zemnicí soustavy.

Jímací soustava / svod

Jak je z **obrázku 9.16.1** zřejmé, mohou

- ➔ rotorové listy,
- ➔ gondola s nástavbami (**obrázek 9.16.2 a. 9.16.4**),
- ➔ hlavice turbíny a
- ➔ věž větrné elektrárny

být zasaženy bleskem. Pokud jsou všechny schopny bezpečně zachytit a do zemnicí soustavy odvést maximální očekávaný bleskový

pulsní proud 200 kA, pak je možné je použít jako náhodné součásti jímací soustavy vnějšího hromosvodu větrné elektrárny.

Pro ochranu rotorových listů je často na sklolaminátovou špičku rotoru montován kovový receptor představující pro blesk definované místo úderu. Od receptoru (jímáče) je listem veden svod až k patě listu. Ohledně působení blesku je třeba vycházet z toho, že blesk udeří do špičky listu (receptoru) a další cestu do zemnicí soustavy pak nalezne svodem uvnitř listu přes strojovnu a věž.

Zemnicí soustava

Zemnicí soustava větrné elektrárny v sobě musí spojovat několik funkcí, jako např. ochranu osob, zajištění EMC a ochranu před blesky.

Pro rozptýlení bleskových proudů a pro zamezení destrukce větrné elektrárny je účinná zemnicí soustava bezpodmínečně nutná (**obrázek 9.16.3**). Nadto musí zemnicí soustava chránit lidi i zvířata před elektrickým úderem. Při úderech blesku musí zemnicí soustava svést do země možné vysoké bleskové proudy a tam je také rozptýlit, aniž by došlo k nebezpečným tepelným a/nebo elektrodynamickým účinkům.

Obecně je důležité, že pro větrnou elektrárnu se buduje zemnicí soustava, která slouží jak pro ochranu před bleskem, tak i pro uzemnění energetické sítě.

Poznámka: Pro provedení zemnicí soustavy tak, aby se zamezilo vysokým krokovým a dotykovým napětím při zkratech ve vn nebo vvn síti, je třeba dodržet předpisy pro vysoké napětí jako CENELEC HO 637 S1 resp. relevantní národní předpisy. Ohledně bezpečnosti osob se norma ČSN EN 61400-24 odkazuje na ČSN IEC/TS 60479-1 a IEC/TR 60479-4.

Uspořádání zemničů

V normě ČSN EN 62305-4 ed. 2 jsou popsány dva druhy zemničů vhodných pro větrné elektrárny:

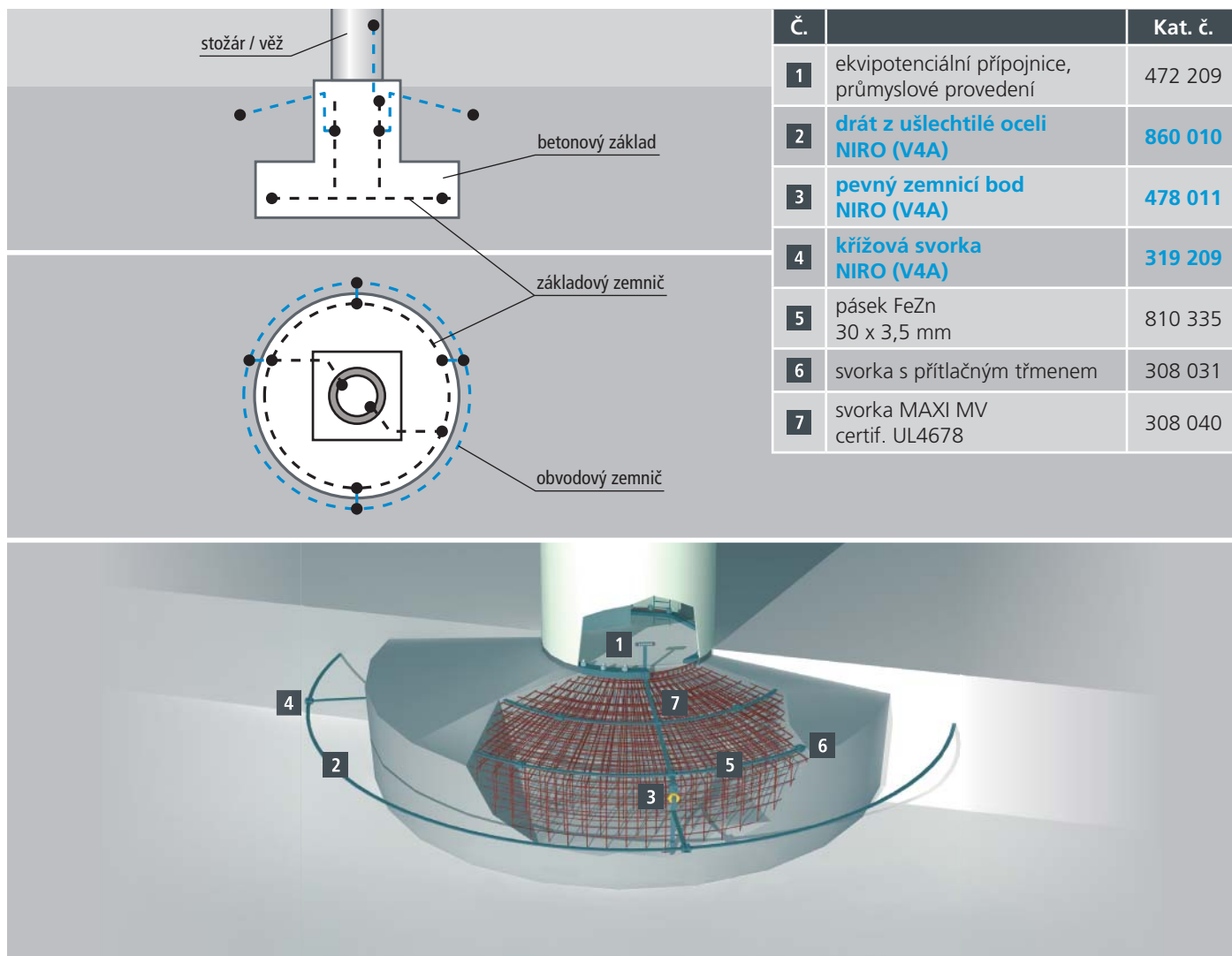
Typ A: Podle informativní přílohy I ČSN EN 61400-24 tento typ zemniče není vhodný pro samotnou větrnou elektrárnu, ale pouze pro vedlejší budovy (např. budovy s měřicí technikou nebo kancelářské budovy související s větrným parkem). Uspořádání zemničů typu A sestává z horizontálních nebo vertikálních zemničů spojených s budovou alespoň dvěma svody.

Typ B: Podle informativní přílohy I ČSN EN 61400-24 musí být pro větrnou elektrárnu použity zemniče typu B. Tyto sestávají buďto z vnějšího obvodového zemniče zapuštěného do země, nebo ze základového zemniče. Obvodový zemnič a kovové prvky v základech musí být spojeny s konstrukcí věže.

Armování základů větrné elektrárny má být integrováno do zemnicí soustavy v každém případě. Uzemnění paty věže a uzemnění provozní budovy by měla být navzájem propojena mřížovou zemnicí soustavou, aby tak vznikla zemnicí soustava o co největší ploše. K zamezení příliš vysokého krokového napětí při úderu blesku je



Obrazek 9.16.2 Příklad jímací soustavy pro meteorologickou stanici a pro výstražné letecké osvětlení



Obrázek 9.16.3 Zemničí soustava větrné elektrárny

pro ochranu osob třeba kolem paty věže vytvořit korozivzdolné obvodové zemniče realizující řízení potenciálu (z oceli NIRO (V4A), např. mat. 1.4571) – viz **obrázek 9.16.3**.

Základový zemnič

Základový zemnič je výhodný jak technicky, tak ekonomicky, a je také vyžadován německými technickými připojovacími podmínkami (TAB) provozovatelů distribuční sítě. Základový zemnič je součástí elektrické instalace a plní podstatné bezpečnostní funkce. Jeho vytvoření musí tedy být provedeno odbornou elektrotechnikou silou nebo pod jejím dohledem.

Kovové materiály pro zemnič musí odpovídat materiálům uvedeným v ČSN EN 62305-3 ed. 2, tab. 7. Je třeba vždy dbát na chování kovu z hlediska koroze v zemi.

Jako materiál pro základový zemnič je třeba použít ocel (kulatý drát nebo pásek), jež může být holá nebo pozinkovaná. Kulatý drát musí mít průměr min. 10 mm, pásek musí mít rozměry min. 30 mm x 3,5 mm. Při tom je třeba, aby tento materiál byl překryt vrstvou min. 5 cm betonu (ochrana proti korozi). Dále k tomu je třeba vytvořit spojení mezi základovým zemničem a hlavní ekvipotenciální přípojnici (MEB) větrné elektrárny. Vývody základového zemniče je třeba vytvořit pomocí pevných zemničích bodů nebo páskových vývodů z nerezové oceli (V4A). Rovněž tak v zemi uložený obvodový zemnič je třeba vytvořit z nerezavějící oceli (V4A).

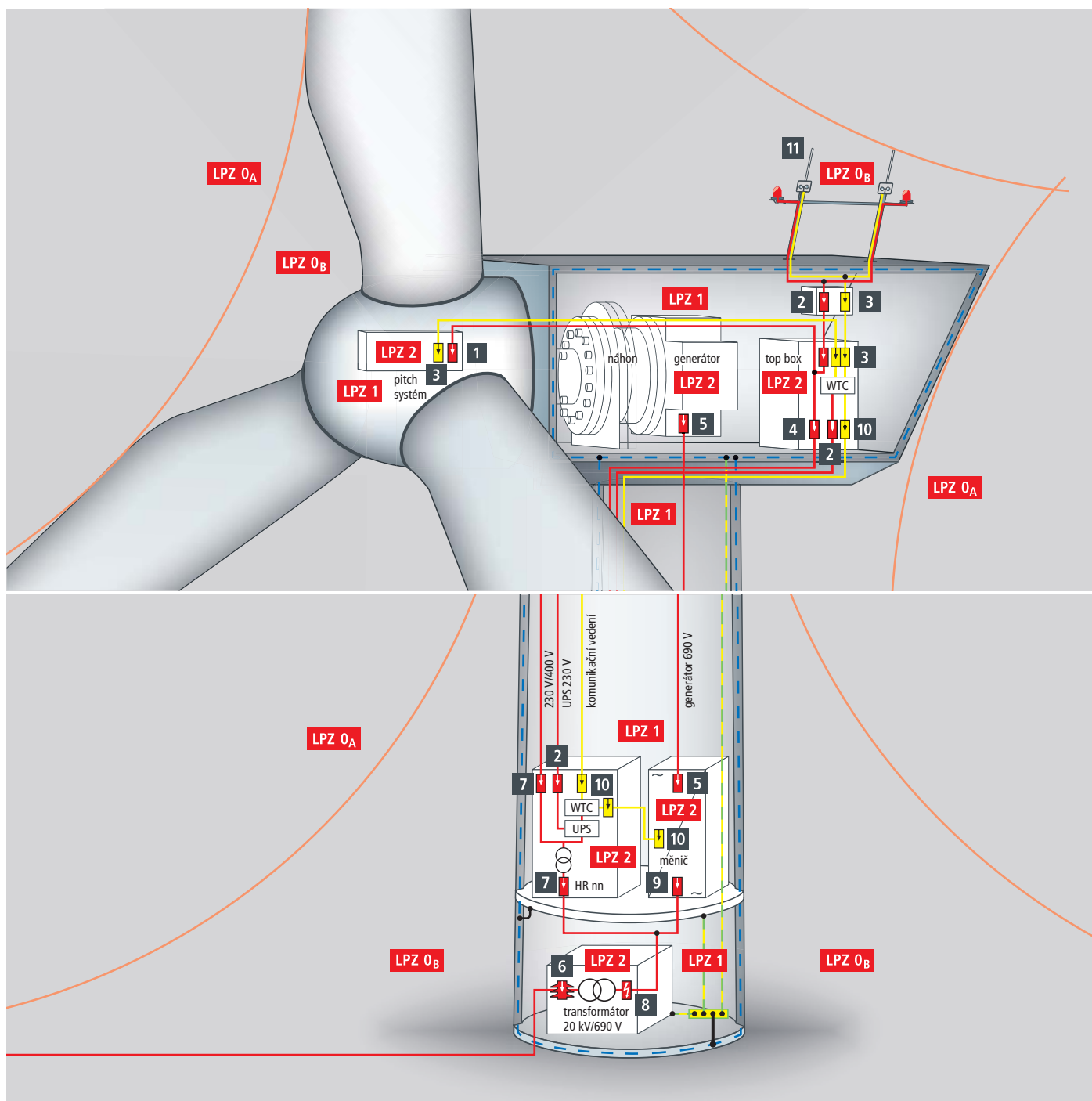
Opatření vnitřního hromosvodu

- ➔ Opatření pro zemnění a potenciálové vyrovnání,
- ➔ prostorové stínění a izolační vzdálenost,
- ➔ vedení vodičů a stínění vodičů,
- ➔ instalace koordinovaných přepětiových ochran.

Ochrana vedení na přechodu mezi zónami ochrany před bleskem LPZ 0_A na LPZ 1 a vyšší

Pro bezpečný provoz elektrických a elektronických přístrojů je vedle stínění proti rušivým polím třeba realizovat také na hranici mezi zónami (LPZ) ochranu proti rušení přivedenému po vedení (**obrázek 9.16.4 a 9.16.5**). Na přechodu LPZ 0_A do LPZ 1 (klasicky označováno také jako potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem) musí být instalovány ochrany, které jsou schopny beze škod odvést významné dílčí bleskové proudy. Tyto ochrany jsou označovány jako svodiče bleskových proudů SPD typu 1 a jsou testovány rázovými proudy s vlnou 10/350 μs. Na přechodu LPZ 0_B na LPZ 1 a na přechodu LPZ 1 na vyšší se objevují slabší proudové impulsy jako důsledek zvenčí indukovaných napětí nebo v systému samém vzniklých přepětí. Tyto ochrany jsou označovány jako svodiče přepětí SPD typu 2 a jsou testovány rázovými proudy s vlnou 8/20 μs.

Podle koncepce ochranných zón je třeba na rozhraní mezi LPZ 0_A a LPZ 1 nebo na rozhraní LPZ 0_A a LPZ 2 bez výjimky všechny kabely a vedení přicházející zvenčí připojit na potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, a to pomocí svodičů bleskových proudů SPD typu 1. Na každém dalším rozhraní zón uvnitř chráněného prostoru je třeba vytvořit místní potenciálové vyrovnání, na něž musí být připojeny všechny kabely a vedení procházející oním rozhraním. Při přechodu z LPZ 0_B na LPZ 1 a při přechodu z LPZ 1 na LPZ 2 je třeba instalovat svodiče přepětí SPD typu 2. Při přechodu z LPZ 2 na LPZ 3 je třeba instalovat svodiče přepětí SPD typu 3. Účelem svodičů přepětí SPD typu 2 a 3 je jednak dále redukovat zbytkové rušivé jevy propuštěné předřazenými stupni, a jednak omezit indukovaná či v zařízení větrné elektrárny vzniklá přepětí.



Obrázek 9.16.4 Ochrana proti blesku a přepětí u větrné elektrárny

Volba SPD podle ochranné napěťové úrovně (U_p) a podle odolnosti zařízení proti rušení

Pro popis požadované ochranné napěťové úrovně U_p v dané LPZ postačí stanovit stupeň odolnosti zařízení v dané LPZ proti rušení. Např. pro síťová vedení a přípojky provozních zařízení podle ČSN EN 61000-4-5 ed. 3 a ČSN EN 60664-1 ed. 2, pro telekomunikační vedení a přípojky zařízení ČSN EN 61000-4-5 ed. 3, ITU-T K.20 a ITU-T K.21, pro ostatní vedení a přípojky zařízení pak podle údajů výrobce. Výrobci elektrických a elektronických systémů a přístrojů by měli být schopni poskytnout potřebné informace o odolnosti podle EMC norm. V opačném případě by musel výrobce větrné elektrárny provést zkoušky ke stanovení odolnosti. Stanovená odolnost komponent v LPZ proti rušení bezprostředně určuje nezbytnou ochrannou napěťovou úroveň, která musí být zajištěna na hranicích LPZ. Odolnost systému proti rušivým e_{img} jevům musí být případně prokázána se všemi instalovanými SPD a s chráněnými provozními prostředky.

Ochrana napájecího systému

Transformátor větrné elektrárny může být instalován na různých místech (v samostatné distribuční budově, na patě věže, ve věži,

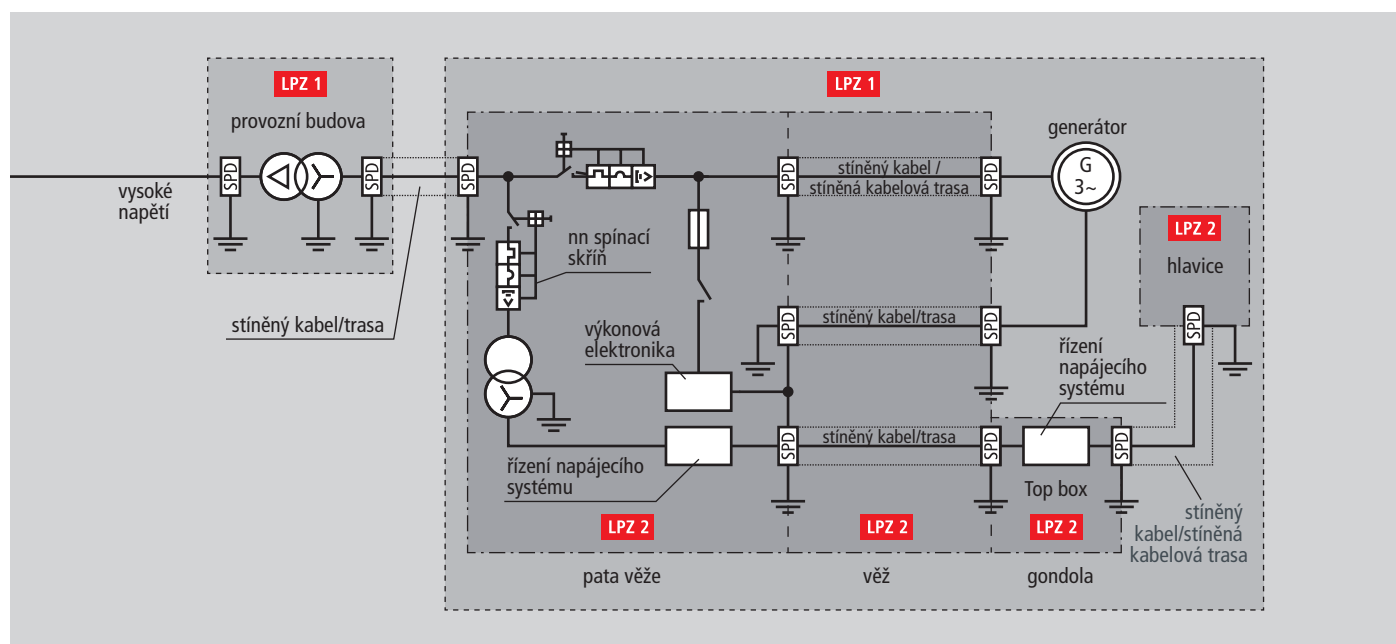
v gondole). V případě velkých větrných turbín např. je nestíněný 20-kV kabel veden na patě věže do vn rozvodny sestávající z vakuového výkonového spínače, mechanicky blokováného odpojovače sběrnic, výstupního odpínače uzemnění a ochranného relé. Vysokonapěťové kabely vedou pak od vn spínacího zařízení ve věži větrné elektrárny k transformátoru, který se může nacházet v patě věže nebo v gondole (obrázek 9.16.4). Transformátor napájí řídicí rozvaděč na patě věže, silový rozvaděč v gondole a systém natáčení rotorových listů (tzv. pitch system) v hlavici prostřednictvím sítě TN-C (L1, L2, L3, PEN). Ze silového rozvaděče v gondole jsou elektricky poháněná zařízení v gondole napájena střídavým napětím 230/400 V.

Podle ČSN 33 2000-4-443 ed. 3 (IEC 60364-4-44) musí všechny elektrické provozní prostředky instalované ve větrné elektrárně mít pulsní přepětovou výdržnost odpovídající jmenovitému napětí instalace (viz ČSN EN 60664-1 ed. 2, Tab. 1 Koordinace izolace). Z toho vyplývá, že svodiče přepětí, které mají být instalovány, opět v souladu se jmenovitým napětím instalace, smí mít nanejvýše zde udanou ochrannou napěťovou úroveň. Svodiče přepětí použité pro ochranu napájení 400/690 V tedy musí mít ochrannou

Poř. č. v obr. 9.16.4	Chráněná oblast	Ochranný přístroj	Kat. č.
1	Napájení hlavice Signálová vedení gondola-hlavice	DEHNguard TN 275 FM BLITZDUCTOR XT BE 24 * DENHpatch DPA M CAT6 RJ45S48	952 205 920 324 929 121
2	Výstražné letecké osvětlení	DEHNguard M TN 275 FM	952 205
3	Signálová vedení meteostanice	BLITZDUCTOR XT ML4 BE 24 * BLITZDUCTOR XT ML2 BE S 24 *	920 324 920 224
4	Řídicí rozvaděč v gondole Napájení 230/400 V	DEHNguard M TNC 275 FM DEHNguard M TNC CI 275 FM	952 305 952 309
5	Generátor	DEHNguard M WE 600 FM	952 307
6	Transformátor	DEHNmid DMI 9 10 1 DEHNmid DMI 36 10 1	990 003 990 013
7	Napájení řídicího rozvaděče na patě věže, systém TN-C 230/400 V	DEHNguard M TNC 275 FM DEHNguard M TNC CI 275 FM	952 305 952 309
8	Hlavní napájení 400/690 V TN systém	3x DEHnbloc M 1 440 FM	961 145
9	Střídač	DEHNguard M WE 600 FM	952 307
10	Signálová vedení řídicího rozvaděče na patě věže	BLITZDUCTOR XT ML4 BE 24 * BLITZDUCTOR XT ML2 BE S 24 *	920 324 920 224
11	Gondolové nástavby	Jímací tyče Pásková objímka pro jímací tyče	103 449 540 105

Tabulka 9.16.1 Ochrana větrné elektrárny (koncepte zón dle **obrázku 9.16.4**)

* plus příslušná základna BXT BAS, kat. č. 920 300



Obrázek 9.16.5 Příklad instalace svodičů na hranicích zón LPZ u větrné elektrárny v souladu s ČSN EN 61400-24

napětovou úroveň $U_p \leq 2,5$ kV a pro síť 230/400 V ochrannou úroveň $U_p \leq 1,5$ kV, aby tak chránily citlivá elektrická/elektronická zařízení (**obrázek 9.16.6 a 9.16.7**).

Pro síť 400/690 V třeba instalovat takové ochrany, které jsou schopny beze škod odvádět bleskový proud s vlnou 10/350 μ s a zajistit ochrannou napětovou úroveň $U_p \leq 2,5$ kV (**obrázek 9.16.8**).

Ochrana transformátoru

Ochrana vn transformátoru je realizována vn svodičem DEHNmid. Tyto je třeba přizpůsobit vn síti co do systému a napětí (**obrázek 9.16.9**).

Napájecí síť 230/400 V

Napájecí síť TN-C 230/400 V pro řídicí rozvaděč na patě věže, silový rozvaděč v gondole a systém natáčení rotorových listů v hlavici je třeba chránit pomocí svodičů přepětí SPD typu 2, např. DEHNguard M TNC 275 CI FM (**obrázek 9.16.6**).

Ochrana výstražného letového osvětlení

Výstražné letové osvětlení nacházející se na stožáru senzorů v ochranné zóně LPZ 0_b je třeba na každém přechodu zón (LPZ 0_b → LPZ 1, LPZ 1 → LPZ 2) rovněž tak chránit svodičem přepětí SPD typu 2 (**tabulka 9.16.1**). Podle instalovaného systému je tu možné použít např. komponenty z řady DEHNguard (nn) a/nebo rodiny BLITZDUCTOR pro mn resp. signálová vedení.

Napájení 400/690 V

Pro ochranu transformátoru 400/690 V, měničů, síťových filtrů a měřícího vybavení je třeba instalovat koordinované jednopólové svodiče bleskových proudů s vysokou schopností limitace následných proudů pro systémy 400/690 V, např. DEHnbloc M 1 440 FM (**obrázek 9.16.8**). U měniče je třeba dát pozor na to, že dimenzování musí zohlednit maximální zde se vyskytující napětové špičky, které jsou vyšší než u čistě sinusového napětí. Osvědčilo se zde použití svodičů pro jmenovité napětí 600 V a s $U_{mov} = 750$ V. Svodiče DEHNguard DG M



Obrázek 9.16.6 Modulární svodič přepětí SPD typu 2 pro ochranu sítě 230/400 V



Obrázek 9.16.7 Ochrana generátoru/měniče



Obrázek 9.16.8 Koordinovaný svodič přepětí SPD typu 1



Obrázek 9.16.9 Svodič pro vn DEHNmid instalovaný na transformátoru větrné elektrárny

WE 600 FM (**obrázek 9.16.7**) mohou zde být instalovány jak obousměrně na měniči (síťová i generátorová strana), tak i na generátoru samém. Ovšem při použití dvojité napájených asynchronních generátorů musí být na straně rotoru použita kombinace svodičů se zvýšenou napětovou pevností. Zde se doporučuje kombinace svodičů 3+1 („Neptunův trojzubec“) pro jmenovitá napětí do 1000 V. Přídavný svodič na bázi jiskřiště slouží k potenciálovému oddělení a zamezuje předčasné reakci varistorových svodičů.

Svodiče přepětí pro informační technologie

Svodiče přepětí pro ochranu elektronických zařízení v telekomunikačních a signálových sítích před přímým i nepřímým působením blesků a před jinými přechodovými přepětími jsou popsány v ČSN EN 61643-21 a podle koncepce ochranných zón jsou instalovány na hranicích zón (**obrázek 9.16.4, tabulka 9.16.1**). Svodiče sestávající z několika stupňů musí být dimenzovány bez slabin, to znamená, že je třeba zajistit vzájemnou koordinaci ochranných stupňů. V opačném případě reagují ochranné stupně jen částečně, což vede k poruchám ochrany. Informační kabely ve větrné elektrárně a propojení řídicích rozvaděčů od paty věže do gondoly bývají často realizovány optickým vláknem. Kabelové připojení senzorů a aktorů do řídicích rozvaděčů však bývá realizováno měděnými stíněnými kabely. Optovláknové kabely nepotřebují být ošetřeny pomocí svodičů přepětí, protože zde není možné ovlivnění elektromagnetickým prostředím – leda že optický kabel má kovový plášť, který pak musí být přímo nebo pomocí přepětových ochrany připojen na potenciálové vyrovnání. Obecně je třeba osadit svodiči tato stíněná signálová vedení spojující aktory a senzory s řídicími rozvaděči:

- ➔ signálová vedení meteorostanice a výstražných letových světel na senzorovém stožáru,
- ➔ signálová vedení vedená hlavicí mezi gondolou a systémem natáčení rotorových listů (pitch systém)
- ➔ signálová vedení pro pitch systém
- ➔ signálová vedení k měniči
- ➔ signálová vedení k automatickému hasicímu zařízení

Signálová vedení meteorostanice

Signálová vedení (rozhnutí 4-20 mA) vedoucí od senzorů meteorostanice do řídicího rozvaděče vycházejí ze zóny LPZ 0_s a končí v zóně LPZ 2, a mohou být chráněna kombinovaným svodičem BLITZDUCTOR XT ML4 BE 24 nebo kombinovaným svodičem BLITZDUCTOR XT ML2 BE S 24 (**obrázek 9.16.10**). Tyto svodiče jsou prostorově úsporné kombinované svodiče s technologií LifeCheck pro ochranu 4 resp. 2 vodičů se společným vztažným potenciálem, stejně jako vodičů nesymetrického rozhnutí, a volitelně s přímým nebo nepřímým uzemněním stínění.

Uzemnění stínění je připojeno pomocí svorek s pérovým kontaktem pro trvanlivé a nízkoimpedanční připojení stínění jak na chráněné, tak i na nechráněné straně svodiče.

Jestliže je anemometr vybaven ohřevem, je zde jako ochranný prvek možno použít BLITZDUCTOR BVT ALD 36. To je energeticky koordinovaný kombinovaný svodič pro ochranu plovoucích DC napájecích vedení, montovaný na lištu (**obrázek 9.16.10**).

Signálová vedení pro systém natáčení rotorových listů

Jestliže výměna informací mezi gondolou a pitch-systémem probíhá po datových vodičích Fast Ethernetu (100 Mb), může být použit univerzální svodič přepětí DEHNpatch DPA M CLE RJ45B 48. Tento svodič je použitelný pro Ethernet v průmyslovém provozu a podobné aplikace ve strukturované kabeláži ve třídě E do 250 MHz pro všechny datové služby do napětí 48 V pro ochranu 4 párů vodičů (**obrázek 9.16.11**).

Pro ochranu datových vodičů 100 Mb Ethernetu lze použít rovněž DEHNpatch DPA M CAT6 RJ45S 48. U tohoto svodiče se jedná o hotový kompletní patch-kabel s integrovaným svodičem přepětí. Ošetření signálových vodičů pro pitch-systém závisí na instalovaných senzorech, které mohou v závislosti na výrobci mít různé parametry. Pokud jsou např. použity senzory napájené napětím 24 V DC nebo menším, pak je možné pro ochranu těchto signálových vedení použít svodič přepětí BLITZDUCTOR BXT ML4 BE 24. Ten je vhodný pro instalaci na přechodu zón LPZ 0_s na LPZ 2 a vyšší. Zapojen by měl být na obou stranách, jak v pitch-systému, tak i v kontroléru.



Obrázek 9.16.8 Koordinovaný svodič přepětí SPD typu 1

Monitorování stavu

Téma dostupnosti zařízení se stává u větrných elektráren, speciálně pak u těch offshorových, stále důležitějším. Je tedy důležitý monitoring stavu svodičů bleskových proudů a svodičů přepětí s ohledem na známky opotřebení, tj. možného blížícího se výpadku. Cílenou instalací monitoringu stavu svodičů je možné cíleně plánovat servisní zásahy a tím šetřit provozní náklady.

DEHN nabízí u svodičů BLITZDUCTOR pro informační technologie integrovanou technologii LifeCheck – jednoduchý a ideální systém pro monitoring stavu svodičů – k včasnému rozpoznání nnutí a naplánování výměny svodiče v následujícím servisním intervalu. Technologie LifeCheck trvale monitoruje řádný stav svodiče. Stejně jako systém včasného varování rozpozná LifeCheck hrozící elektrické nebo tepelné přetížení prvků ochrany. Status LifeCheck je možno přečíst bezkontaktně technologií RFID. Trvale instalovaná jednotka Condition Monitoringu podporuje dohled nad stavem 10 svodičů typu BLITZDUCTOR XT. K dispozici jsou dva systémy:

1. DRC MCM XT (**obrázek 9.16.11**) – Multiple Condition Monitoring System – kompaktní přístroj na montážní lištu pro monitoring stavu:

- ➔ monitoring stavu svodičů s technologií LifeCheck,
- ➔ je možno kaskádovat, a tak monitorovat systém až 150 svodičů (600 signálových vodičů),
- ➔ minimální potřeba drátových spojů,
- ➔ dálková signalizace prostřednictvím RS 485 nebo pomocí FM-kontaktů (1 rozpínací a 1 spínací kontakt).

2. DRC SCM XT– Single Condition Monitoring System – jednotka ideálně vhodná pro menší instalace s max. deseti svodiči:

- ➔ monitoring stavu svodičů s technologií LifeCheck,
- ➔ trvale monitoruje až 10 svodičů (40 signálových vodičů),
- ➔ minimální potřeba drátových spojů,
- ➔ dálková signalizace prostřednictvím FM-kontaktu (1 rozpínací kontakt).

Analogicky k monitorování stavu řady BLITZDUCTOR XT je možné kontrolovat funkci svodičů řady DEHNguard a DEHNbloc s označením „FM“ pomocí bezpotenciálního kontaktu. U svodičů DEHNguard s označením „LI“ (Lifetime Indication) označuje žlutý indikátor, vedle zeleného (OK) a červeného (porucha), blížící se konec životnosti modulu. Při objevení se žlutého indikátoru dosáhl modul cca 80 % své životnosti. Vedle optické indikace na modulu je tento signál k výměně svodiče při příštím servisu předán také pomocí kontaktu dálkové signalizace na kontrolér turbíny.

Laboratorní zkoušky podle ČSN EN 61400-24

Norma ČSN EN 61400-24 definuje pro větrné elektrárny dva základní zkušební postupy pro ověření odolnosti proti rušivým vlivům na systémové úrovni:

- ➔ Při testech rázovým proudem za provozních podmínek jsou do jednotlivých vodičů řídicího systému s připojeným napájecím napětím zaváděny impulsní proudy nebo dílčí bleskové proudy. Chráněné provozní prostředky včetně všech SPD jsou při tom podrobeny zkoušce rázovým proudem.
- ➔ Druhá zkušební procedura emuluje účinky LEMP (elektromagnetického impulsu vzniklého úderem blesku). Při této zkoušce je do struktury, která má odvádět bleskový proud, zaveden plný bleskový proud, a je zkoumáno chování elektrických systémů při co nejrealističtějších vykabelování a za provozních podmínek. Rozhodujícím parametrem zkoušky je strmost nárůstu bleskového proudu.

Výrobcům větrných elektráren nabízí DEHN inženýring a také provádění zkoušek ve svých laboratořích v Německu (**obrázek 9.16.12**), jako např.:

- ➔ testy bleskovým proudem u ložisek a převodovek mechanického náhonu,
- ➔ testy vysokým proudem na receptorech a svodech rotorových listů,
- ➔ testy odolnosti proti rušení na systémové úrovni, pro důležité řídicí systémy, jako např. pitch-systém, větrné senzory nebo výstražné letové osvětlení,
- ➔ zákaznický specifické připojovací jednotky.

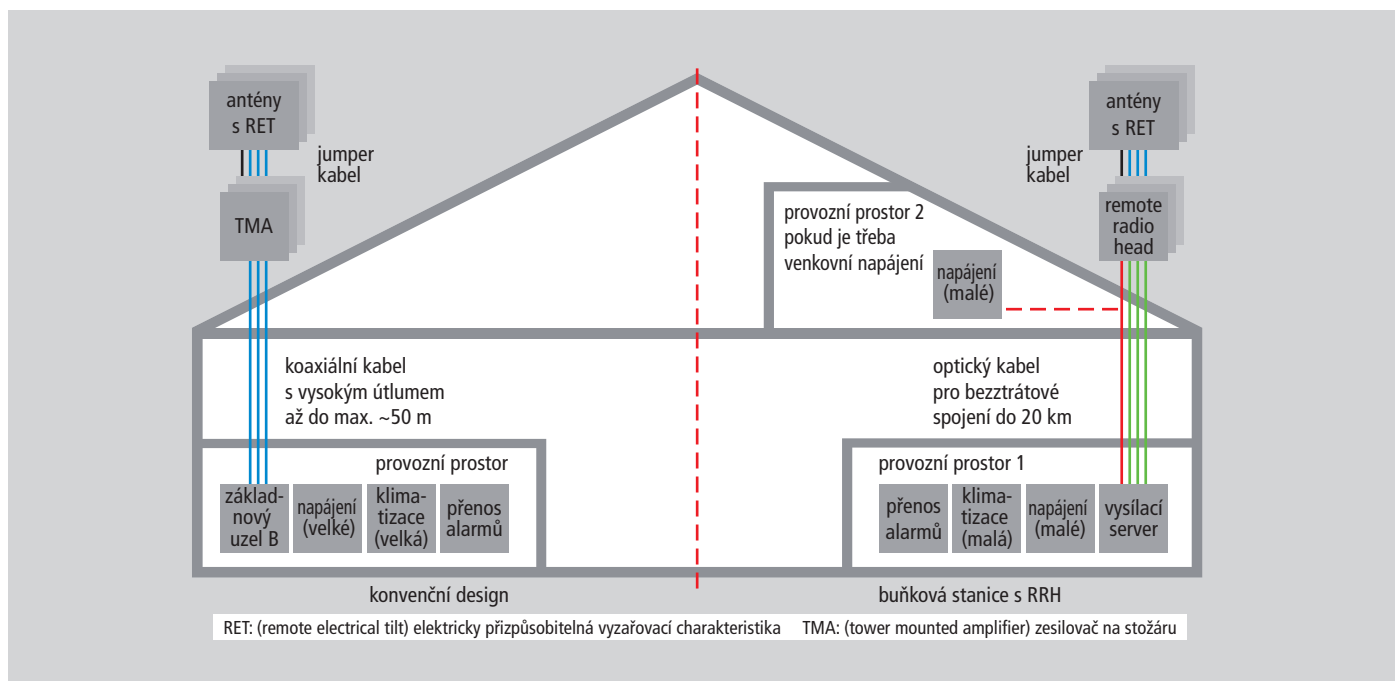
Takovéto systémové testy by měly být podle ČSN EN 61400-24 provedeny pro důležité řídicí systémy.



Obrázek 9.16.11 Příklad ochrany v pitch-systému



Obrázek 9.16.12 Zákaznické zkoušky v laboratoři pulsních proudů



Obrázek 9.17.1 Srovnání: konvenční buňková základnová stanice (vlevo) a buňková stanice s technologií RRH (vpravo)

S komerčním zavedením technologie UMTS v roce 2003 se vedle hovorové komunikace prosadila také mobilní datová komunikace. Globální poptávka po širším přenosovém pásmu je vyvolána mj. rostoucími požadavky na datové objemy.

Rostoucí používání smartphonů a jiných mobilních zařízení vede k podstatně vyššímu vytížení stávajících a konvenčně budovaných mobilních sítí až k jejich limitům.

Pro mobilní operátory sázející na moderní inovativní technologie jsou problematické jak vysoké investiční náklady na nové síťové infrastruktury a systémovou techniku, tak i vysoké náklady na údržbu a provoz stávající mobilní sítě. Je tedy jejich záměrem efektivně snížit servisní a provozní náklady, a k tomu navíc poskytnout rostoucí skupině mobilních uživatelů významně vyšší dostupnost a spolehlivost. Mobilní operátoři a výrobci systémové techniky používají celosvětově stále více technologii remote radio head/unit pro UMTS (3G) a LTE (4G). Remote radio head/unit (RRH/RRU) je rozšířením třetí generace mobilních sítí.

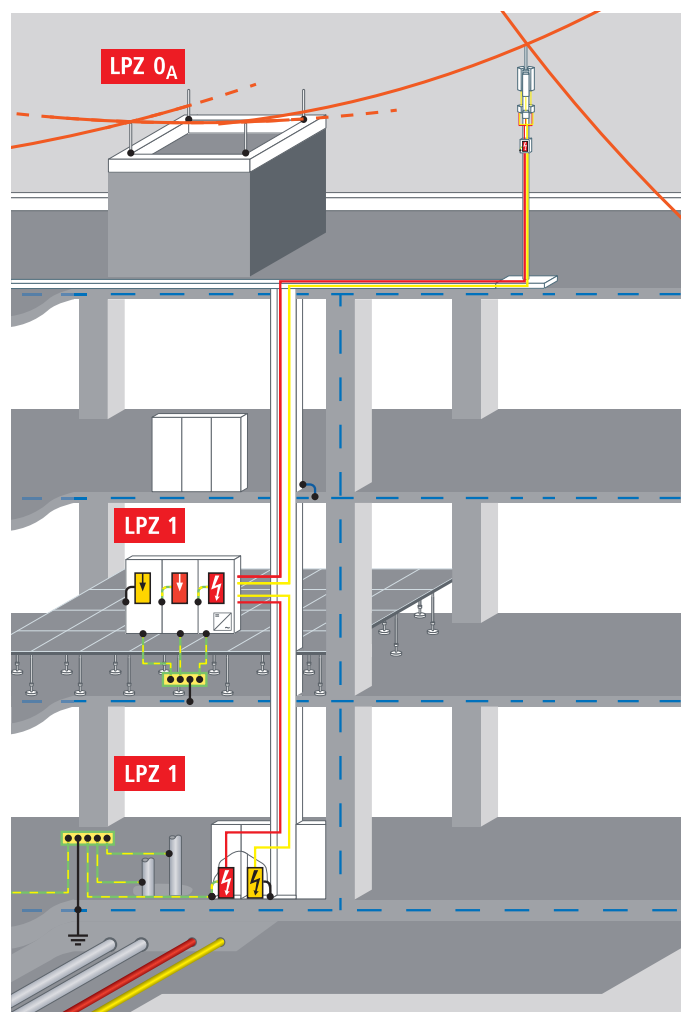
RRH/RRU technologie není používána jen pro komerční mobilní aplikace, ale také pro digitální radiokomunikace bezpečnostních složek, např. policie a záchranné služby, jež vyžadují vysokou spolehlivost a dostupnost.

Konvenční buňkové stanice

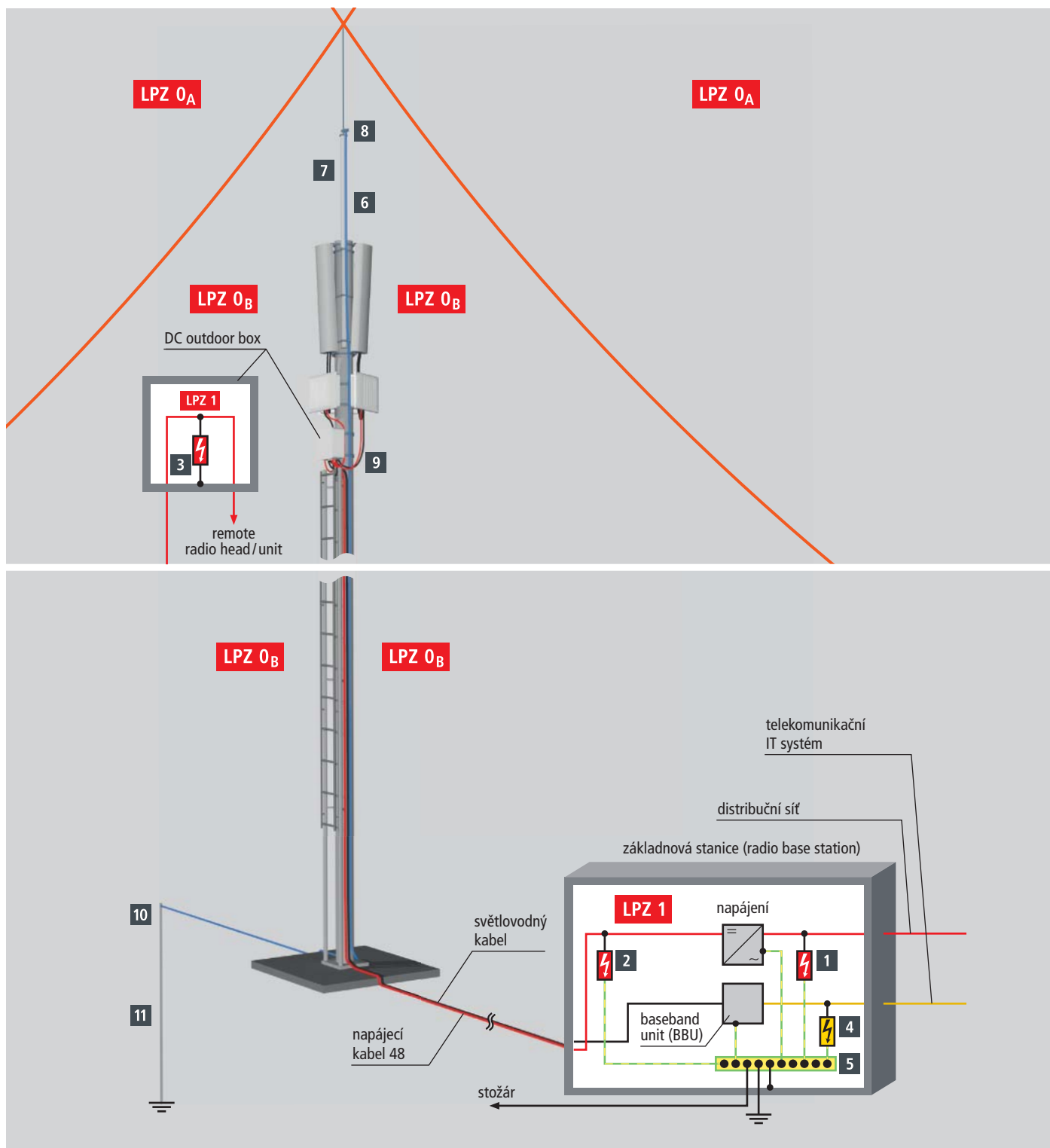
Konvenčně vybudované buňkové stanice používají koaxiální kabely, takzvané vlnovodné kabely. Nevýhodou této technologie jsou významné přenosové ztráty (až 50 % výkonu) v závislosti na délce vedení a průřezích vysokofrekvenčních kabelů. Navíc kompletní vysílací technika je integrována do základnové stanice (radio base station, RBS), což vyžaduje permanentní chlazení technických prostor a tedy vysokou spotřebu energie i náklady na údržbu (**obrázek 9.17.1**).

Buňkové stanice s remote radio heads / units

Remote radio heads/units obsahují přesunutou vysokofrekvenční techniku, která původně byla integrována centrálně v základnové stanici. Vysokofrekvenční signál je vytvářen přímo u antény a poté vyzařován. RRH/RRU jsou montovány bezprostředně u antény



Obrázek 9.17.2 Principiální design RRH/U se střešními zařízeními



Obrázek 9.17.3 Remote radio head/unit a základnová stanice (RBS) v případě stožáru v terénu

a zabezpečují tak nižší ztráty při vyšší přenosové rychlosti. Další výhodou je redukce potřeby klimatizační techniky umožněná vlastním chlazením oddělené RRH. Datový přenos mezi základnovou stanicí a RRH/RRU je možný po optickém vlákně až do vzdálenosti 20 km. Vymístění systémové techniky a instalace moderních malých základnových stanic tak šetří jednak náklady na energie, jednak díky redukci technických prostor i náklady na pronájem prostor a místní poplatky (obrázek 9.17.1).

Vnější hromosvod

Antény výše uvedených systémů bývají často zřizovány na pronajatých střešních plochách. Mezi provozovatelem antén a vlastníkem stavby zpravidla existuje smluvní ujednání, podle něhož zřízením antén nesmí dojít ke zvýšenému ohrožení budovy. Ve vztahu k ochraně před blesky to znamená, že při úderu blesku do nosné konstrukce nesmí do budovy proniknout žádný dílčí bleskový

proud. Dílčí bleskový proud uvnitř budovy by ohrožoval elektrická a elektronická zařízení.

Obrázky 9.17.2 a 9.17.3 zobrazují nosné konstrukce anténních systémů s oddáleným jímáčem.

Jímací hrot musí být upevněn na nosné konstrukci antény izolovaně pomocí podpůrné trubky z nevodivého materiálu. Výška jímacího hrotu se řídí podle nosné konstrukce, eventuálně zde se vyskytujících elektrických zařízení anténního systému a základnové stanice (RBS), aby je tak jímáč chránil ve svém ochranném prostoru. U staveb s vícero anténními systémy je třeba instalovat také několik oddálených jímáčů.

Základnové stanice (RBS) s kombinovanými svodiči DEHNvap CSP

Napájení RBS je třeba zajistit samostatným přívodním kabelem nezávislým na napájení budovy. Pro zařízení vysílače mobilní sítě

Č. v obr. 9.17.3	Ochrana pro	Typ	Kat. č.
AC napájení			
1	Základnová stanice 230/400 V AC	DEHNvap CSP 3P 100 FM	900 360
DC napájení			
2	Napájení (48 V DC)	DEHNsecure DSE M 1 60 FM	971 126
3	Remote radio head/unit (48 V DC)	DEHNsecure DSE M 2P 60 FM	971 226
Pevná síť			
4	Telekomunikační vedení	BLITZDUCTOR XT BXT ML4 B 180 + základna BXT BAS	920 310 920 300
Vnější hromosvod			
5	Stožár v terénu / střešní nástavba	ekvipotenciální přípojnice, 10 vývodů	472 219
6	Stožár v terénu / střešní nástavba	vodič HVI III	819 025
7	Stožár v terénu / střešní nástavba	podpurná trubka GFK/Al	105 300
8	Stožár v terénu / střešní nástavba	přípojná deska	301 339
9	Stožár v terénu / střešní nástavba	anténní pásková objímka	540 100
10	Stožár v terénu	nerezová pásková objímka	620 915
11	Stožár v terénu	nerezová zemnicí tyč	620 902

Tabulka 9.17.1 Ochrana zařízení mobilní sítě před blesky a přepětím

je třeba instalovat vlastní, samostatné podružné/etážové rozvaděče. Každý takový rozvaděč je standardně osazen komponentami pro ochranu před bleskem a přepětím (kombinovaný svodič, SPD typu 1). Navíc je u elektroměru, tzn. za pojistkami jističími přípojku, instalován také kombinovaný svodič (SPD typu 1). Z důvodů energetické koordinace je třeba na obou místech instalovat přepětěvé ochrany (SPD – Surge Protective Device) téhož výrobce. Rozsáhlé laboratorní testy DEHN s napájením od různých výrobců dokládají nezbytnost koordinace kombinovaných svodičů, jako je DEHNvap CSP (CSP = Cell Site Protection), s integrovaným zapojením napájecích zdrojů.

Pro ochranu napájecích zdrojů (PSU, Power Supply Unit) základnové stanice jsou instalovány kombinované svodiče bleskových proudů a přepětí na bázi jiskřiště, typu DEHNvap CSP 3P 100 FM. Tento SPD typu 1 je koncipován speciálně pro potřeby napájení radiových vysílačů a přijímacích systémů.

Při instalaci kombinovaných ochranných před bleskem a přepětím, a obzvláště kombinovaných svodičů bleskových proudů a přepětí, je třeba dbát na kvalitativní hledisko „vypínací selektivita“ k předřazenému jističi. Jenom při dostatečné schopnosti omezovat a přerušovat následné zkratové proudy je možné zamezit zbytečnému vybavení pojistek, a tedy odpojení systému od napájení.

Aplikace Remote Radio Head / Unit

Buňková stanice mobilní sítě sestává z:

- ➔ základnové stanice / radiové základnové stanice (vnitřní nebo venkovní),
- ➔ baseband unit / radio server,
- ➔ remote radio heads/units (RRH/RRU).

Pro provoz remote radio head/unit (aktivní systémová technologie) je zapotřebí samostatné napájení 48 V DC z provozních prostor. Zpravidla k tomu bývají instalovány vícežilové stíněné měděné kabely o průřezu 6-16 mm². Tyto DC kabely jsou vedeny převážně vně budovy až na střešinu a k RRH/RRU nebo od základnové stanice ke stožáru. Datová komunikace mezi RRH/RRU a systémovou technikou je zde realizována konfekčním světlovodným kabelem, na rozdíl od dosud používaných vlnovodných kabelů. V obou případech (střešina i stožár) jsou však jak DC napájecí kabel, tak i systémová technologie v případě přímého úderu blesku vystaveny bleskovým proudům.

Přístroje pro ochranu před bleskem a přepětím musí proto být schopny bezpečně odvádět bleskové proudy do zemnicí soustavy. Z tohoto důvodu jsou zde instalovány svodiče bleskových proudů SPD typu 1 podle ČSN EN 61643-11 ed. 2 (Class I, IEC 61643-1/-11). Bezpečnou energetickou koordinaci s následujícími ochranami ve vstupních obvodech koncových zařízení umožňují pouze SPD typu 1 na bázi jiskřiště. Instalací jiskřišť pro ochranu základnových stanic, napájecích traktů a remote radio heads/units jsou bleskové proudy odvedeny mimo systémovou technologii. Poskytují tedy tu nejvyšší možnou ochranu zařízení a zabezpečují dostupnost stanice i při působení blesků (**obrázek 9.17.2 a 3**).

Zákaznická řešení pro 48 V DC napájení remote radio head/unit (SPD typu 1)

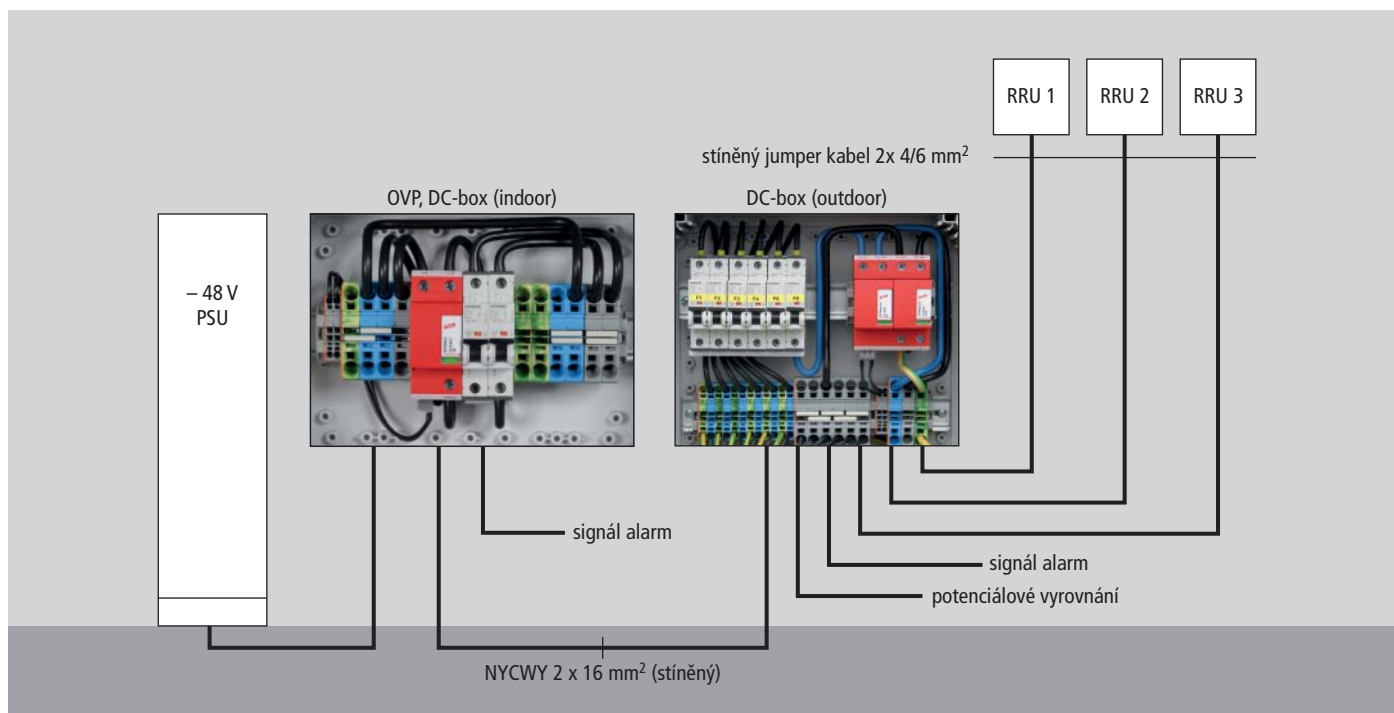
DC svodič: modulární svodič bleskového proudu SPD typu 1, DEHNsecure 60 ... (FM)

DC napájení RRH/RRU je řešeno centrálně z provozní místnosti. Stíněný napájecí kabel je podle ČSN EN 60728-11 ed. 2 nutno spojit s uzemněním antény, a při instalovaném hromosvodu také podle ČSN EN 62305-3 ed. 2.

Svodiče typu 1 pro DC, s nízkou ochrannou napětíovou úrovní, speciálně vyvinuté pro RRH/RRU, jsou instalovány v DC-indoor-boxu blízko napájecího zdroje PSU v technické místnosti, a v DC-outdoor-boxu na anténním stožáru. V DC-boxu na stožáru je realizováno zapojení „1+1“, tj. kladný pól a stínění kabelu jsou spojeny nepřímou přes součtové jiskřiště, aby se tak zamezilo korozi a bludným proudům. Na straně napájecího zdroje PSU je kladný pól uzemněn přímo. Zde jsou zpravidla instalovány jednopólové svodiče typu 1 pro DC.

Již z výroby zapojené sestavy přístrojů DC-boxů pro vnitřní i venkovní instalace se svodiči bleskových proudů SPD typu 1 pro DC DEHNsecure DSE M 1 60 FM a DSE 2P 60 FM (SPD typu 1) zajišťují účinnou ochranu zařízení. Napětíová ochranná úroveň U_p svodiče bleskových proudů SPD typu 1 musí být nižší, než je napětíová výdržnost systémové techniky.

Předností nové koncepce DC svodičů je jednak velká rezerva ve jmenovitých proudech zátěže do 2 000 A pro budoucí rozšíření systému, nulové následné proudy až do 60 V DC a absence svodových proudů, jednak vynikající ochrana koncového zařízení díky nízkému zbytkovému napětí $\leq 0,4$ kV při 5 kA (ochranná napětíová úroveň 1,5 kV (10/350 μ s)).



Obrázek 9.17.4 Zapojení remote radio heads (RRHs) při prostorově oddělených rovinách potenciálového vyrovnání s DC-boxem (outdoor) a DEHNsecure DSE M 2P 60 FM a rovněž OVP-box (indoor) s DEHNsecure DSE M 1 60 FM

Obrázek 9.17.4 ukazuje koncepci ochrany pro jednu RRH/RRU aplikaci při prostorově oddělených rovinách potenciálového vyrovnání.

Kombinovaný svodič SPD typu 1 pro instalace RRH/RRU

Obrázek 9.17.5 ukazuje příklad zákaznické kombinace přístrojů jako systémové řešení s jedním svodičem SPD typu 1 podle ČSN EN 61643-11 ed. 2 na bázi jiskřiště.

Při maximálním impulsním proudu 12,5 kA/pól (10/350 μ s) a napětové ochranné úrovni U_p 1,5 kV poskytuje prostorově úsporný DEHNshield (2 moduly TE) ochranu koncovým zařízením. S takovou kombinací přístrojů je možno napájet až 6 RRH/RRU napětím 48 V DC (max. 60 V a max. 80 A) se sklovláknovým kabelem. Konstrukce DC-boxu zajišťuje navíc velmi malou větrnou zátěž a jednoduchou instalaci na stožár.

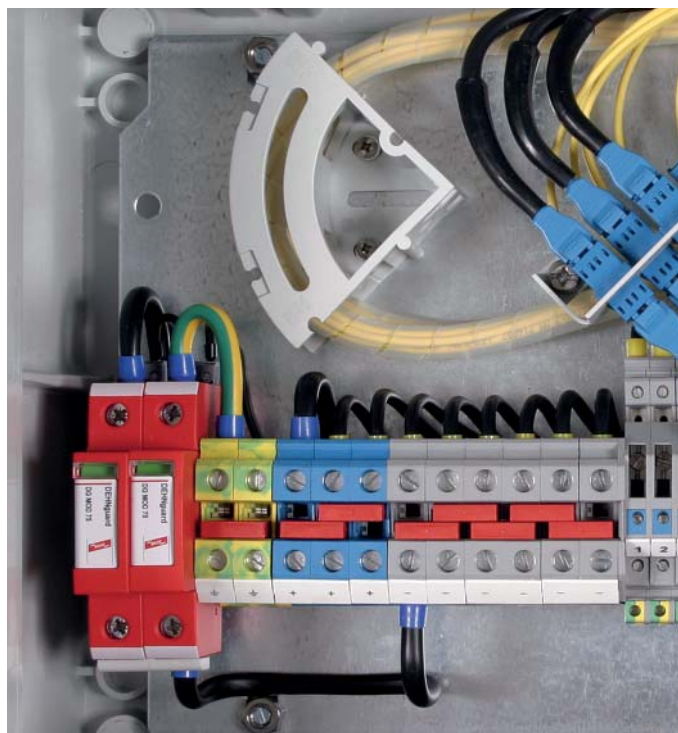


Obrázek 9.17.5 Ochrana instalace RRH se svodičem typu 1 v typickém instalačním prostředí

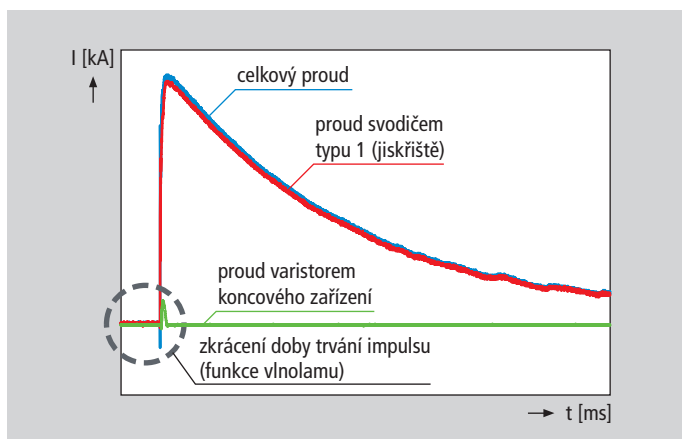
Zákaznická řešení pro remote radio head/unit 48 V DC (SPD typu 2)

V závislosti na filozofii ochrany mobilního operátora a výrobce systémové technologie, technických specifikacích a národních specifikách nacházejí použití i kombinace ochranných SPD typu 2 podle ČSN EN 61439-1 ed. 2 a ČSN EN 61439-2 ed. 2. SPD typu 2, jako je DEHNguard DG S 75 FM, poskytují ochranu koncovým zařízením, jsou založeny na technologii varistorů s velmi nízkou ochrannou napětovou úrovní a jsou instalovány v systémech RRH/RRU se jmenovitým napětím do 48 V DC.

Obrázek 9.17.6 ukazuje vystrojenou kombinaci přepětových ochranných typu 2 jako hybridní provedení (DC-box) pro vnitřní i venkovní instalace. Uzavíratelný sklolaminátem vyztužený plášť s krytím IP 66 poskytuje místo pro max. 6 RRH/RRU. Všechna příchozí a odchozí



Obrázek 9.17.6 Vystrojený hybridní box pro 48 V DC venkovní instalace se svodičem SPD typu 2 DEHNguard

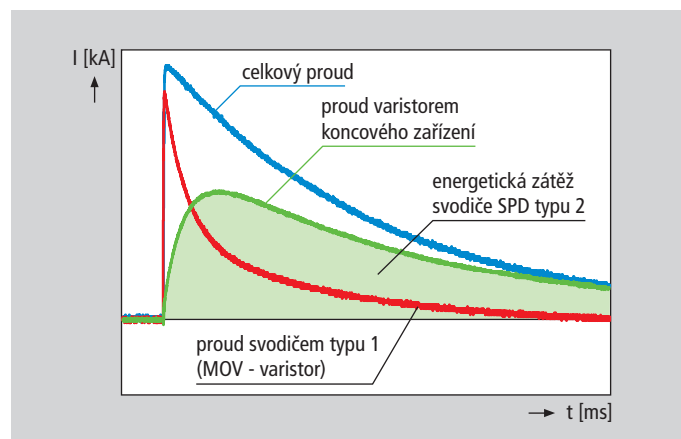


Obrázek 9.17.7 SPD typu 1 na bázi jiskřiště (typický průběh)

vedení do 48 V jsou vyvedena na řadové svorky, což přináší usnadnění montáže zejména na stožárech, ale také při noční montáži. Pro datovou komunikaci je zde připraveno až 12 duplexních světlovodných adaptérů pro připojení konfekčních sklovláknových kabelů z technické místnosti. Pomocí tzv. jumper kabelů se pak provede krátké propojení k anténním hlavicím (heads/units). Snadno použitelné montážní příslušenství, jako upevňovací prvky na zeď a držáky na stožár s upínací páskou, pak zajišťují jednoduchou a rychlou montáž.

Porovnání ochranného účinku SPD typu 1 na bázi jiskřiště a na bázi varistoru

Důležitým kritériem pro instalaci jiskřišť jako svodičů typu 1 v porovnání s varistory (MOV Metal Oxide Varistor) s ohledem na bleskové proudy 10/350 μ s je energetická koordinace s chráněným koncovým zařízením.



Obrázek 9.17.8 SPD typu 1 na bázi varistoru (typický průběh)

Díky rychlé reakci jiskřiště v řádu mikrosekund se zde dosahuje tzv. „funkce vlnolamu“, totiž že po zapálení výboje v jiskřišti již neteče téměř žádný proud do koncového zařízení (**obrázek 9.17.7**).

Tím je i při velmi vysokých impulsních proudech dovedeno do koncového zařízení jen malé množství energie, které již není kritické pro ochranné obvody koncových zařízení.

Ve srovnání s tím při použití varistorových přepětových ochran teče do chráněného zařízení proud po celou dobu trvání impulsu. To v mnoha případech znamená poškození, v nejhorším případě i zničení připojeného AC/DC zdroje a rovněž tak systémové technologie (**obrázek 9.17.8**).

Systémové testy zařízení pro mobilní sítě od různých výrobců ukazují zřetelně, že pro tento případ použití zajišťují potřebný ochranný účinek pouze jiskřiště.

V Německu je v současnosti instalováno hodně přes milion fotovoltaických zařízení. Ekonomická výhodnost samovýroby a snaha o trochu nezávislosti v získávání energie učiní v budoucnosti fotovoltaická zařízení integrální součástí elektroinstalací. Fotovoltaická zařízení jsou přitom vystavena povětrnostním vlivům, kterým musí vzdorovat po desetiletí.

Kabeláž fotovoltaického zařízení obvykle vstupuje do budovy a trasa k přípoje distribuční sítě bývá dlouhá.

Bleskové výboje způsobují elektrické rušení – jak prostorovým elektromagnetickým polem, tak i přenášená po vedení. S rostoucí délkou vedení nebo s rostoucí plochou smyčky se tento efekt zesiluje. Ke škodám způsobeným přepětím dochází nejen na fotovoltaických panelech, měničích a jejich monitorovací elektronice, ale jsou tím postiženy i přístroje v ostatních částech domovní instalace. V komerčních prostorech může navíc docházet ke škodám na výrobní technologii, což způsobuje výpadky v produkci.

Pokud přepětí vniknou do ostrovních fotovoltaických systémů (tj. nepřipojené k distribuční síti), může to přerušit provoz celého sounapájeného zařízení (např. lékařské přístroje, dodávku vody).

Nezbytnost ochrany budov před bleskem

Při přímém úderu blesku do budovy je na prvním místě ochrana osob a ochrana před požárem. Energie uvolněná bleskovým výbojem je jedním z nejčastějších příčin požárů.

Již při projektování fotovoltaického zařízení je zpravidla zřejmé, zda je budova již vybavena hromosvodem. Pro veřejné budovy (např. místa shromažďování osob, školy a nemocnice) stavební předpisy vyžadují hromosvod. U staveb komerční nebo rezidenční povahy závisí nutnost ochrany před bleskem na jejich poloze, stavbě a využití. Je u nich třeba zjistit, zda do nich může blesk udeřit nebo tam způsobit vážné následky. Instalace potřebující ochranu je pak třeba vybavit trvale funkčním systémem ochrany před bleskem.

Podle současného stavu vědeckotechnických znalostí instalace fotovoltaických panelů nezvyšuje riziko úderu blesku do budovy, takže potřebu hromosvodu nelze z pouhého faktu instalace fotovoltaiky vyvozovat. Tímto zařízením však mohou do budovy být zavlečena silná, bleskem způsobená rušení. Proto je podle ČSN EN 62305-2 ed. 2 třeba zjistit riziko škod, a toto riziko zohlednit při instalaci fotovoltaického systému. Pro výpočet rizika škod nabízí DEHN software DEHNsupport-Toolbox. Analýza rizik provedená s pomocí tohoto nástroje poskytuje výsledek srozumitelný všem zúčastněným stranám. Software porovnává zjištěné riziko s technickým řešením ochrany a ukazuje ekonomicky optimální ochranu. V národním dodatku 5 DIN EN 62305-3 je pod bodem 4.5 – Řízení rizik uvedeno, že systém ochrany před bleskem LPS III dimenzovaný pro stupeň ochrany LPL III odpovídá normálním požadavkům pro fotovoltaická zařízení. Vedle toho i svaz německých pojišťoven (GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft) uvádí ve své směrnici VdS-2010 (Rizikem řízená ochrana objektů před bleskem a přepětím) odpovídající ochranná opatření. I zde je pro fotovoltaická zařízení ($> 10 \text{ kW}_p$) na budovách vyžadována úroveň ochrany LPL III a tedy instalace hromosvodu LPS III, včetně opatření pro ochranu před přepětím.

Zásadně zde platí, že fotovoltaické systémy na budovách nesmí jakkoli narušovat stávající ochranu před bleskem.

Nezbytnost ochrany před přepětím ve fotovoltaických instalacích

Bleskové výboje indukují v elektrických vodičích přepětí. Pro ochranu elektrických systémů před těmito ničivými napětovými špičkami se osvědčily přepětové ochrany SPD (Surge Protective Device). Tyto se instalují před chráněnými zařízeními na jeho AC, DC i datových přívozech. Často jsou také vyžadovány v pojistných podmínkách

pro fotovoltaické zařízení. ČSN CLC/TS 50539-12 Ochrany před přepětím nízkého napětí - Ochrany před přepětím pro zvláštní použití zahrnující DC - Část 12: Zásady výběru a použití - SPD připojená do fotovoltaických instalací uvádí pod b. 9.1 instalaci přepětových ochrany jako nezbytnou, leda že by analýza rizik prokázala opak. Podle ČSN 33 2000-4-443 ed. 3 (HD 60364-4-44) musí být přepětové ochrany instalovány i v budovách bez vnějšího hromosvodu, např. v komerčních a průmyslových objektech, mj. i zemědělských provozech. Národní dodatek 5 DIN EN 62305-3 rozvádí podrobně druhy a místo instalace SPD.

Trasování vedení u fotovoltaických instalací

Při trasování kabelů je třeba dbát na to, aby nevznikaly velké smyčky. To platí jak pro připojení jednotlivých částí ke stringu, tak i pro propojení stringů. Dále je třeba vyhnout se tomu, aby datové a senzorové vodiče křížily několik stringových vedení a tím v kombinaci s vedeními stringů vytvářely velkoplošné smyčky. Toho je třeba dbát i u připojení měniče k síti. Je tedy důležité, aby silová vedení (DC i AC) vedla v celé délce souběžně s vodiči potenciálového vyrovnání. Totéž platí i pro datová vedení (např. senzor slunečního svitu, monitoring výtěžku).

Zemnění fotovoltaických systémů

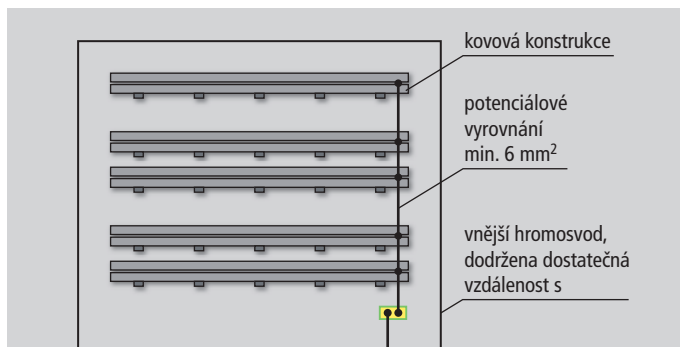
Fotovoltaické panely bývají zpravidla upevněny na kovových montážních systémech. Aktivní DC strana fotovoltaických panelů má dvojitou nebo zesílenou izolaci podle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Kombinace několika technologií na straně FV panelu a měniče (např. s galvanickým oddělením nebo bez něj) má za následek různé požadavky na uzemnění. Navíc integrovaný hlídač izolačního stavu měniče je funkční pouze tehdy, když je nosná konstrukce panelů uzemněna. V dodatku 5 DIN EN 62305-3 jsou uvedeny informace pro praktickou implementaci. Pokud se celá instalace nachází v ochranném prostoru jímací soustavy a je dodržena tzv. „dostatečná vzdálenost s“, instaluje se funkční uzemnění kovové nosné konstrukce. Článek 7 uvádí pro funkční uzemnění vodič o průřezu minimálně 6 mm^2 Cu nebo ekvivalentní (viz **obrázek 9.18.1**). Vodičem tohoto průřezu je třeba také navzájem trvanlivě propojit kovové profily jednotlivých stojanů.

Jestliže je montážní systém spojen s vnějším hromosvodem, protože nebylo možné dodržet dostatečnou vzdálenost s, stávají se tyto vodiče součástí vnějšího hromosvodu. Pak je zde zásadním požadavkem jejich schopnost vést bleskové proudy. Minimální požadovaný průřez při hromosvodu LPS III je 16 mm^2 Cu nebo vodič ekvivalentní. I zde je třeba navzájem trvanlivě propojit kovové profily jednotlivých stojanů, a to opět průřezem min. 16 mm^2 Cu. Vodiče funkčního uzemnění resp. vodiče potenciálového vyrovnání je nutno vést souběžně a co nejtěsněji u silového vedení AC / DC (**obrázek 9.18.2**).

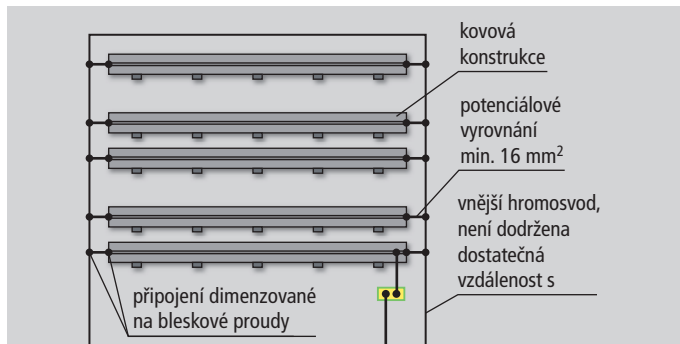
Na běžné montážní systémy je možno připevnit zemnicí svorku UNI (**obrázek 9.18.3**). Spojuje např. Cu vodič 6 nebo 16 mm^2 , nebo holé dráty (o průměru 8 - 10 mm) s nosnou konstrukcí, a spoj odolá bleskovým proudům. Pomocí integrované kontaktní destičky z materiálu NIRO (V4A) je zajištěna i korozní odolnost v kontaktu s nosnou konstrukcí (Al).

Dostatečná vzdálenost s podle ČSN EN 62305-3 ed. 2

Je třeba přihlídnout k dostatečné vzdálenosti s mezi hromosvodem a fotovoltaickým systémem. Tato udává odstup dostatečný k tomu, aby při úderu blesku do hromosvodu nedošlo k nekontrolovanému přeskoku na blízké kovové části. Nekontrolovaný přeskok může v nejhorším případě způsobit požár budovy. Škody na fotovoltaickém zařízení jsou pak podružné. Podrobnosti ohledně



Obrázek 9.18.1 Funkční uzemnění nosné konstrukce FV panelů, jestliže budova nemá vnější hromosvod, nebo jej má a je dodržena dostatečná vzdálenost (DIN EN 62305-3 dodatek 5)



Obrázek 9.18.2 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem provedené na podstavcích FV panelů při nedodržení dostatečné vzdálenosti



Obrázek 9.18.3 Zemní svorka UNI: mezičlen z korozivzdorné oceli zabráňuje kontaktní korozi. Tím jsou vytvořena dlouholetá spolehlivá propojení mezi různými materiály vodičů.

výpočtu jsou uvedeny v kapitole 5.6 uvedené normy a dostatečnou vzdálenost s je možno snadno a rychle určit pomocí software DEHN Distance Tool (kapitola 3.3.2).

Plný stín na fotovoltaických panelech

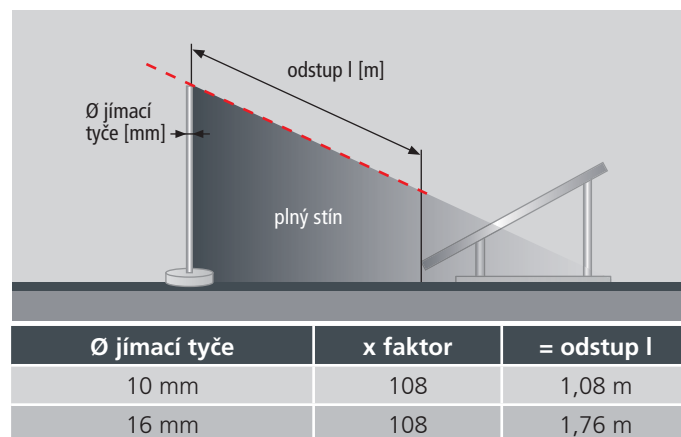
Důležitým aspektem pro zamezení nežádoucímu zastínění fotovoltaických panelů je jejich odstup od vnějšího hromosvodu. Difúzní stín, jaký se vytváří pod vzduchem vedenými vodiči, je z hlediska FV zařízení a energetického výtěžku nevýznamný. Oproti tomu ostře ohraničený plný stín je schopen výrazně ovlivnit tok proudu ve FV panelech. Je třeba zabránit proudovému zatížení jednotlivých buněk a bypassových diod. Tvorbě plného stínu zamezí dostatečně velká vzdálenost stínícího předmětu od FV panelu. Tak např. plný stín jímací tyče o průměru 10 mm se s rostoucím odstupem stále zmenšuje, až při vzdálenosti 1,08 m plný stín zanikne a přemění se v plně difúzní (obrázek 9.18.4). Výpočet plného stínu je uveden např. v příloze A dodatku 5 DIN EN 62305-3.

Speciální přepětové ochrany pro DC stranu fotovoltaických systémů

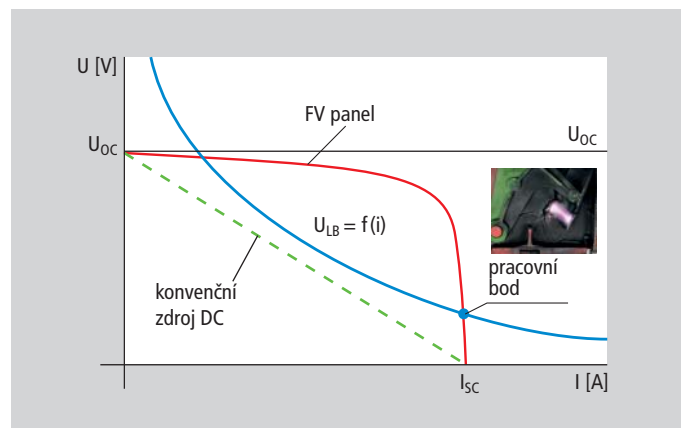
Voltampérové charakteristiky fotovoltaických panelů se výrazně liší od charakteristik klasických zdrojů stejnosměrného napětí. FV články mají nelineární charakteristiku (obrázek 9.18.5) a jsou příčinou masivního udržování jednou zapáleného elektrického oblouku. Tato vlastnost má za následek nejen nutnou robustnější stavbu spínacích a jisticích prvků, ale vyžaduje i u přepětových ochrany k tomu přizpůsobené odpínače. Ty musí být schopny zvládnout zkratový proud FV panelů. Výběr k tomu vhodných SPD je popsán v dodatku 5 DIN EN 62305-3 (kapitola 5.6.1 tabulka 1). Pro zjednodušení výběru SPD typu 1 jsou zde přiloženy **tabulky 9.18.1 a 9.18.2**, z nichž je možné vyčíst nezbytnou zatížitelnost rázovým bleskovým proudem I_{imp} v závislosti na třídě ochrany před bleskem (LPL), počtu svodů vnějších hromosvodů a typu SPD (napětí omezující varistory nebo napětí zkratující svodiče s jiskřištěm). Je třeba použít SPD odpovídající příslušné normě pro zkoušení ČSN EN 50539-11, k níž se odkazuje v bodě 9.2.2.7 i ČSN CLC/TS 50539-12.

DC svodiče typu 1 pro použití ve fotovoltaických systémech: několikapólový kombinovaný DC svodič typu 1, DEHNcombo YPV SCI (FM)

Kombinovaný svodič DEHNcombo YPV SCI (FM) (obrázek 9.18.6) svou integrovanou technologií SCI naplňuje výše uvedené požadavky. Vedle osvědčeného zapojení Y odolného proti poruchám je zde integrován třístupňový DC spínací obvod s technologií SCI. Ta se skládá z kombinovaného odpojovacího a zkratovacího zařízení s termodynamickou kontrolou a s tavnou pojistkou v bypassu. Toto zapojení (obrázek 9.18.7) při přetížení odpojí bezpečně svodič od napětí z FV zdroje a spolehlivě zhasí elektrický oblouk. S DEHNcombo YPV SCI (FM) je tak možno chránit FV generátory až do proudu 1000 A bez předjistění. Tento kombinovaný svodič



Obrázek 9.18.4 Odstup FV panelu od jímací tyče pro zamezení plného stínu



Obrázek 9.18.5 Zatěžovací VA charakteristika konvenčního DC zdroje v porovnání s FV zdrojem; při spínání FV generátoru se charakteristika protíná s charakteristikou elektrického oblouku

Třída ochrany LPL a maximální bleskový proud (10/350 μs)		Počet svodů vnějšího hromosvodu			
		< 4		≥ 4	
		Hodnoty pro napětí omezující SPD typu 1 nebo kombinované SPD typu 1 (seriové řazení) založené na volbě I _{8/20} (8/20 μs) a I _{10/350} (10/350 μs)			
		I _{SPD1} = I _{SPD2} I _{8/20} / I _{10/350}	I _{SPD3} = I _{SPD1} + I _{SPD2} = I _{total} I _{8/20} / I _{10/350}	I _{SPD1} = I _{SPD2} I _{8/20} / I _{10/350}	I _{SPD3} = I _{SPD1} + I _{SPD2} = I _{total} I _{8/20} / I _{10/350}
I or unknown	200 kA	17/10	34/20	10/5	20/10
II	150 kA	12,5/7,5	25/15	7,5/3,75	15/7,5
III and IV	100 kA	8,5/5	17/10	5/2.5	10/5

Tabulka 9.18.1 Volba minimální proudové impulsní zatížitelnosti SPD typu 1 s napětovou omezovací charakteristikou (varistorový typ) nebo kombinovaného SPD typu 1 (seriové řazené varistory a jiskřiště) podle ČSN CLC/TS 50539-12 (tabulka A.1)

Třída ochrany LPL a maximální bleskový proud (10/350 μs)		Počet svodů vnějšího hromosvodu			
		< 4		≥ 4	
		Hodnoty pro SPD typu 1 se spínací charakteristikou nebo kombinované SPD typu 1 (paralelní řazení)			
		$I_{SPD1} = I_{SPD2}$ I_{imp}	$I_{SPD3} = I_{SPD1} + I_{SPD2} = I_{total}$ I_{imp}	$I_{SPD1} = I_{SPD2}$ I_{imp}	$I_{SPD3} = I_{SPD1} + I_{SPD2} = I_{total}$ I_{imp}
I nebo neznámá	200 kA	25	50	12,5	25
II	150 kA	18,5	37,5	9	18
III a IV	100 kA	12,5	25	6,25	12,5

Tabulka 9.18.2 Volba minimální proudové impulsní zatížitelnosti SPD typu 1 (jiskřiště) nebo kombinovaného SPD typu 1 (paralelně řazené varistory a jiskřiště) podle ČSN CLC/TS 50539-12 (tabulka A.2)



Obrázek 9.18.6 Kombinovaný svodič typu 1, DEHNcombo YPV SCI, pro ochranu fotovoltaických systémů před přepětím a před dílčími bleskovými proudy

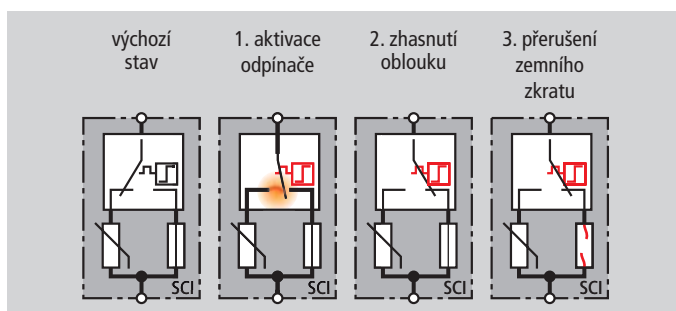
spojuje v jednom přístroji funkce svodiče bleskového proudu a svodiče přepětí. Tím je dosaženo vysoce účinné ochrany koncového zařízení. Se svou zatížitelností I_{total} 12,5 kA (10/350 µs) je možno jej flexibilně použít i pro nejvyšší třídy ochrany.

Dodává se pro napětí U_{CPV} 600 V, 1000 V a 1500 V. Jeho šířka přitom obnáší pouze 4 moduly (TE). Je to tedy ideální kombinovaný svodič typu 1 pro instalaci ve fotovoltaických elektrárnách.

Další velmi výkonnou technologií pro odvádění dílčích bleskových proudů u fotovoltaických DC systémů jsou napětí zkratující SPD typu 1 na bázi jiskřiště. Zde je k dispozici svodič DEHNlimit PV 1000 V2 (obrázek 9.18.8). Tato řada přístrojů vyniká velmi vysokými impulsními proudy $I_{total} = 50$ kA 10/350 µs, což je na trhu jedinečné. Tohoto výkonu je dosaženo pomocí technologie jiskřiště kombinovaného s obvodem zhášení stejnosměrného proudu. To působí jako velmi účinná ochrana další elektroniky.

DC svodiče typu 2 pro použití ve fotovoltaických systémech: modulární DC svodič typu 2, DEHNguard M YPV SCI ... (FM) a DEHNCube YPV SCI ...

Bezpečný provoz SPD v DC FV obvodech je nezbytný i při použití přepětových ochran typu 2. U přístroje DEHNguard M YPV SCI ... (FM) je proto opět použito poruchám odolné zapojení Y kombinované



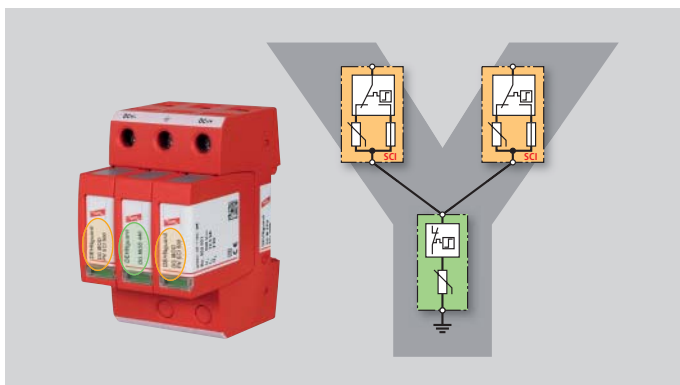
Obrázek 9.18.7 Fáze spínacího procesu třístupňového DC spínacího obvodu v DEHNguard M YPV SCI ... (FM)



Obrázek 9.18.8 Kombinovaný svodič typu 1 na bázi jiskřiště DEHNlimit PV 1000 V2

s technologií SCI (obrázek 9.18.9). I u tohoto svodiče typu 2 je možné připojení bez předjistění ve fotovoltaických zdrojích do 1000 A.

Souhrn technologií nasazených v DEHNguard M YPV SCI ... (FM) zamezuje poškození přístroje při poruše izolace ve FV obvodu a stejně tak nebezpečí požáru přetíženého svodiče. Svodič je uveden do elektricky bezpečného stavu bez újmy na provozu fotovoltaického zařízení. Tento bezpečnostní obvod umožňuje v plné šíři využívat vlastnosti varistorových omezovačů napětí i ve stejnosměrných obvodech fotovoltaického zařízení. Navíc se touto permanentní přepětovou ochranou minimalizuje množství menších napětových špiček.



Obrázek 9.18.9 Modulární svodič přepětí SPD typu 2 DEHNGuard M YPV SCI ... (FM) se zapojením Y odolným poruchám a s třístupňovým DC spínacím obvodem



Obrázek 9.18.10 Vystrojený svodič přepětí typu 2 DEHNCube YPV SCI 1000 1M

Technologie SCI v přístrojích DEHNGuard M YPV SCI ... (FM) tedy přispívá ke zvýšení životnosti celé DC strany FV systému.

Výběr SPD podle ochranné napěťové úrovně U_p

Provozní napětí DC strany fotovoltaických systémů se případ od případu liší. V současnosti jsou možné hodnoty až do 1500 V. Tomu odpovídá také různá napěťová výdržnost koncových zařízení. Pro zajištění účinné ochrany instalace musí být ochranná napěťová úroveň U_p svodiče nižší, než je napěťová výdržnost chráněné instalace. Podle ČSN CLC/TS 50539-12 je třeba dodržet bezpečnostní rezervu 20 % mezi napěťovou výdržností instalace a U_p . Je také nezbytné nutně dodržet energetickou koordinaci mezi SPD typu 1 příp. SPD typu 2 a vstupními obvody koncového zařízení. Pokud jsou již svodiče v koncovém zařízení integrovány, je již koordinace mezi SPD typu 2 a vstupními obvody zajištěna z výroby (**obrázek 9.18.11**).

Příklady použití:

Budova bez vnějšího hromosvodu (situace A)

Obrázek 9.18.12 ukazuje koncepci ochrany proti přepětí pro fotovoltaický systém na budově bez vnějšího hromosvodu. Nebezpečná přepětí se zde indukují do FV instalace od blízkých úderů blesků nebo jsou přivedena z napájecí sítě domovní přípojkou pro spotřebiče. Ochrana je provedena pomocí SPD typu 2. Svodiče jsou instalovány v těchto místech:

- ➔ DC oblast FV panelů a měniče,
- ➔ AC výstup měniče,
- ➔ hlavní rozvaděč přípojky sítě nn,
- ➔ komunikační rozhraní s metalickými vývody.

Každý DC vstup (MPP) měniče je třeba osadit jedním svodičem typu 2, např. DEHNGuard M YPV SCI ... (FM). Touto přepětovou ochranou mohou být fotovoltaické instalace bezpečně chráněny



Obrázek 9.18.11 Přepětové ochrany DEHNGuard SPD typu 2 integrované v měniči na DC i AC straně

na stejnosměrné straně. ČSN CLC/TS 50539-12 předepisuje při vzdálenostech mezi FV panelem a měničem nad 10 m další DC svodič typu 2 u FV panelu.

Pokud je FV měnič instalován ve vzdálenosti ne dále než 10 m od SPD typu 2 instalovaného na přípojce sítě nn, pak jsou AC výstupy měniče dostatečně chráněny. Při větších délkách vedení je podle ČSN CLC/TS 50539-12 nutný další SPD typu 2, např. DEHNGuard M ... 275, před AC vstupem měniče.

V měřené části domovní instalace sítě nn je také instalován svodič přepětí typu 2, konkrétně DEHNGuard M ... CI 275 (FM). CI (Circuit Interruption) zde znamená integrované koordinované předjištění v ochranné proudové dráze ve svodiči. Díky tomu je možné instalovat tento přístroj v AC síti bez dalšího předjištění. Dodává se v provedení pro všechny sítě nn (TN-C, TN-S, TT).

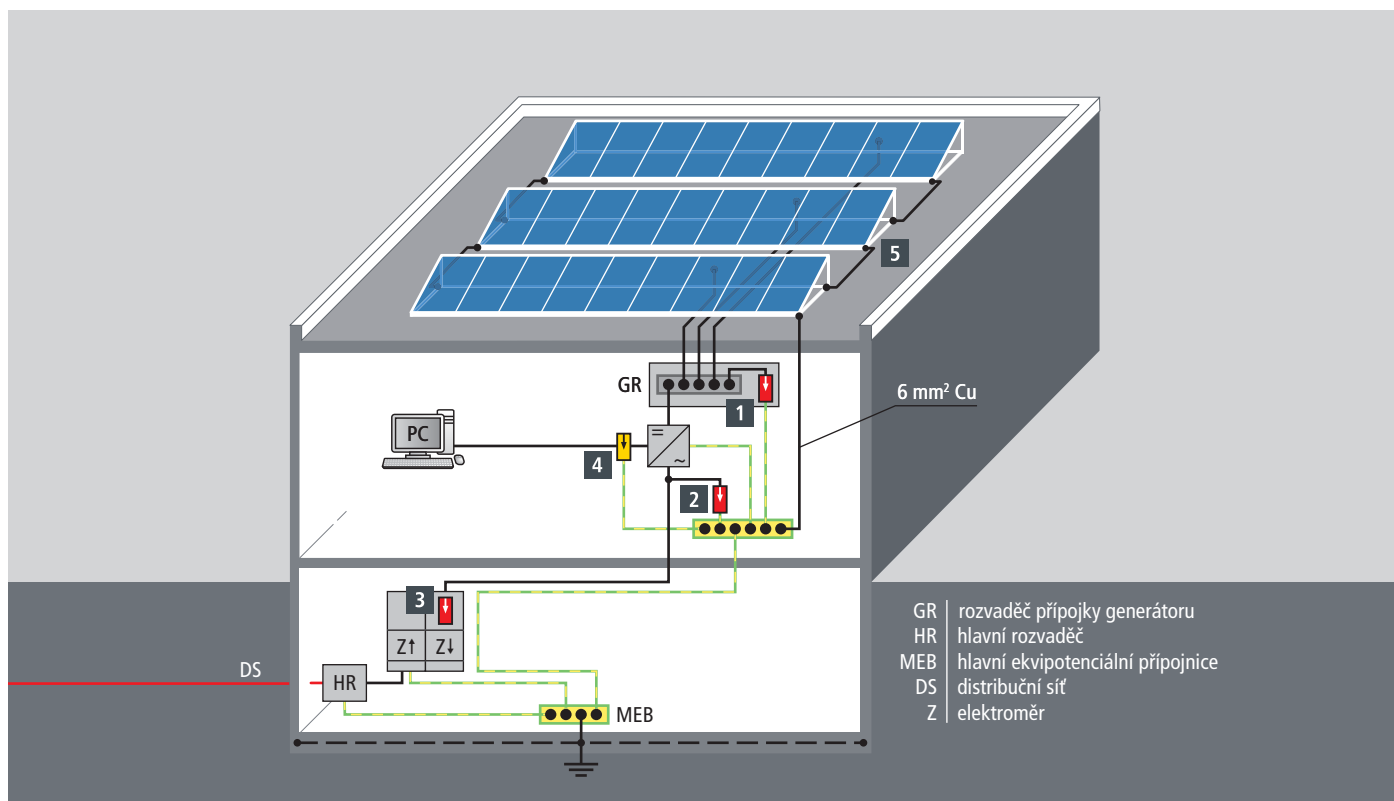
Jestliže jsou k měničům připojeny datové a senzorové vodiče pro monitoring výtěžku, jsou i pro tato rozhraní nezbytné vhodné přepětové ochrany. Pro datové systémy na bázi RS 485 je k dispozici svodič BLITZDUCTOR XTU. Ten má vývody pro dva páry vodičů, např. pro příchozí a odchozí datové vedení.

Budova s vnějším hromosvodem při dodržení dostatečné vzdálenosti s (situace B)

Koncepci ochrany pro fotovoltaickou instalaci na budově s vnějším hromosvodem a při dodržení dostatečné vzdálenosti s mezi FV systémem a vnějším hromosvodem ukazuje **obrázek 9.18.13**.

Primárním cílem ochrany je zamezení škod na zdraví a životech osob, jakož i věcných škod (požár budovy), v důsledku blesků. Fotovoltaická instalace nesmí narušovat tuto funkci vnějšího hromosvodu. Navíc k tomu je třeba i tuto FV instalaci chránit před přímým úderem blesku, což znamená, že je třeba ji instalovat v ochranném prostoru vnějšího hromosvodu. Tento ochranný prostor vytváří jímací soustava (např. jímací tyče) a tím zamezuje přímým úderům blesků do FV panelů a propojovacích kabelů. Toto předurčení ochranného prostoru je možné ověřit např. metodou ochranného úhlu (**obrázek 9.18.14**) nebo metodou valivé koule (**obrázek 9.18.15**) podle ČSN EN 62305-3 ed. 2. Je třeba dbát toho, aby mezi všemi elektricky vodivými částmi FV instalace a vnějším hromosvodem byla dodržena dostatečná vzdálenost s. Navíc je třeba, jak bylo již dříve uvedeno, dostatečným odstupem jímacích tyčí od FV panelů zamezit tvorbě plných stínů.

Podstatnou součástí systému ochrany před bleskem je potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem. To je třeba provést pro všechny do budovy vstupující elektricky vodivé systémy a vedení, jež mohou být zasaženy bleskovým proudem. Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem spočívá v přímém připojení kovových systémů, a v nepřímém připojení systémů pod napětím pomocí svodičů bleskových proudů typu 1, a to na zemnicí soustavu. Toto potenciálové vyrovnání je třeba realizovat co nejbližší vstupu



Č. na obrázku		Svodič	*FM = bezpotenciálový kontakt signalizace	Kat. č.
DC vstup měniče				
1	každý MPPT	DEHNguard DG M YPV SCI 1000 FM *		952 515
	každý MPPT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 1M		900 910
	každé 2 MPPT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 2M		900 920
AC výstup měniče				
2	síť TN-S	DEHNguard DG M TNS 275 FM *		952 405
Vstup sítě nn				
3	síť TN-C	DEHNguard DG M TNC CI 275 FM *		952 309
	síť TN-S	DEHNguard DG M TNS CI 275 FM *		952 406
	síť TT	DEHNguard DG M TT CI 275 FM *		952 327
Datové rozhraní				
4	dva páry vodičů i s rozdílným provozním napětím do 180 V	BLITZDUCTOR BXTU ML4 BD 0-180 + základna BXT BAS		920 349 + 920 300
Funkční uzemnění				
5	funkční ekvipotenciální pospojení	zemnicí svorka UNI		540 250

Obrázek 9.18.12 Fotovoltaické zařízení na budově bez vnějšího hromosvodu – situace A (dodatek 5 DIN EN 62305-3)

daného vodivého předmětu do budovy, aby se tak zamezilo proniknutí dílčího bleskového proudu do budovy. Připojné místo sítě nn je třeba osadit vícepólovým SPD typu 1, např. kombinovaným svodičem DEHNventil ZP s technologií jiskřiště. Tento svodič odpovídá připojovacím podmínkám provozovatelů distribučních sítí a může být instalován již v neměřené části na sběrnicích přípojky nn. Pokud přípojka nemá sběrnicový systém, doporučuje se instalace SPD typu 1 – kombinovaného svodiče DEHNventil M ... 255. Tyto kombinované svodiče v sobě spojují svodič bleskových proudů a svodič přepětí v jednom přístroji. Při vedení mezi svodičem a měničem kratším než 10 m je i měnič dostatečně chráněn před přepětím. Při větších délkách je podle ČSN CLC/TS 50539-12 nutný další SPD typu 2, např. DEHNguard M, před AC vstupem měniče. DC stranu měniče je třeba ochránit svodičem typu 2 pro fotovoltaiku, např. DEHNCube YPV SCI ... (obrázek 9.18.16).

To platí i pro beztransformátorové přístroje. Pokud jsou měniče vybaveny také datovými vedeními, např. pro monitorování výtežku, pak je třeba zabudovat přepětové ochrany i na tato vedení. Zde

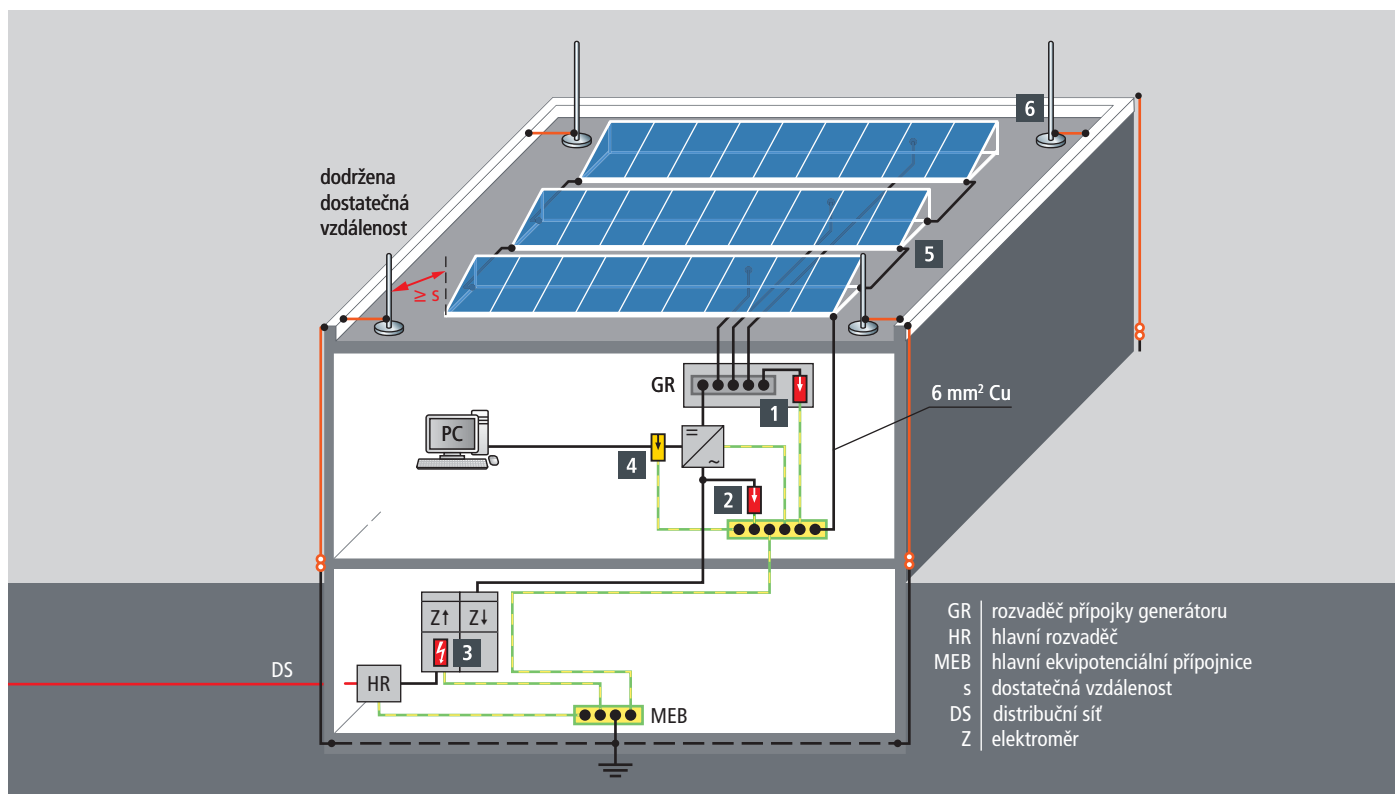
může být instalován BLITZDUCTOR XTU s technologií ActivSense a chránit též vedení s analogovými signály stejně jako datové sběrnice (např. RS 485). Tento přístroj automaticky rozpoznává příložené provozní napětí užitečného signálu a přizpůsobí mu ochrannou napěťovou úroveň.

Vysokonapěťové izolované vedení, vodič HVI

Další technickou možností, jak realizovat dostatečnou vzdálenost s, je instalace vysokonapěťových izolovaných vedení, jako je vodič HVI. Jeho pomocí je možné dosáhnout dostatečné vzdálenosti s až 0,9 m na vzduchu. Tím mohou vodiče HVI bezprostředně za oblastí koncovky přicházet do kontaktu s FV instalací. Podrobnosti ohledně použití a montáže vodiče HVI jsou uvedeny v materiálu Blitzplaner (Lightning Protection Guide) nebo v montážním návodu.

Budova s vnějším hromosvodem při nedodržení dostatečné vzdálenosti s (situace C)

Jestliže je střešní plášť kovový nebo ho tvoří sám fotovoltaický systém, pak nelze z montážně technických důvodů dodržet

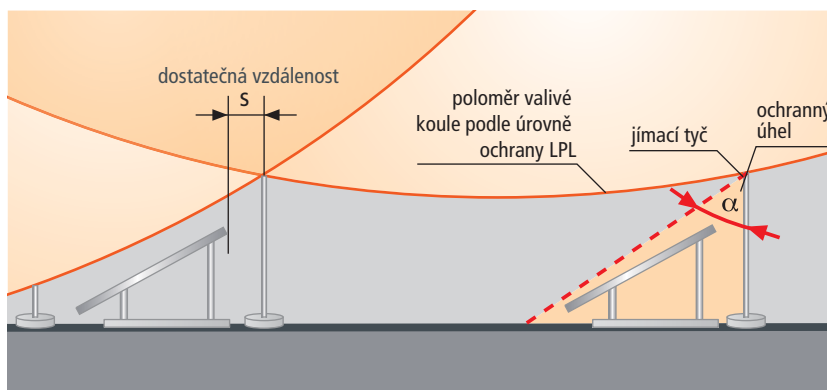


Č. na obrázku	Svodič	* FM = bezpotenciálový kontakt signalizace	Kat. č.
DC vstup měniče			
1	každý MPPT	DEHNguard DG M YPV SCI 1000 FM *	952 515
	každý MPPT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 1M	900 910
	každé 2 MPPT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 2M	900 920
AC výstup měniče			
2	síť TN-S	DEHNguard DG M TNS 275 FM *	952 405
Vstup sítě nn			
3	síť TN-C	DEHNventil DV M TNC 255 FM *	951 305
	síť TN-S	DEHNventil DV M TNS 255 FM *	951 405
	síť TT	DEHNventil DV M TT 255 FM *	951 315
Datové rozhraní			
4	dva páry vodičů i s rozdílným provozním napětím do 180 V	BLITZDUCTOR BXTU ML4 BD 0-180 + základna BXT BAS	920 349 + 920 300
Funkční uzemnění / vnější hromosvod			
5	funkční ekvipotenciální pospojení	zemnicí svorka UNI	540 250
6	jímací soustava	jímací tyč s betonovým podstavcem 8,5 kg	101 000 + 102 075

Obrázek 9.8.13 Fotovoltaické zařízení na budově s vnějším hromosvodem při dodržení dostatečné vzdálenosti s – situace B (dodatek 5 DIN EN 62305-3)



Obrázek 9.18.14 Stanovení ochranného prostoru metodou ochranného úhlu



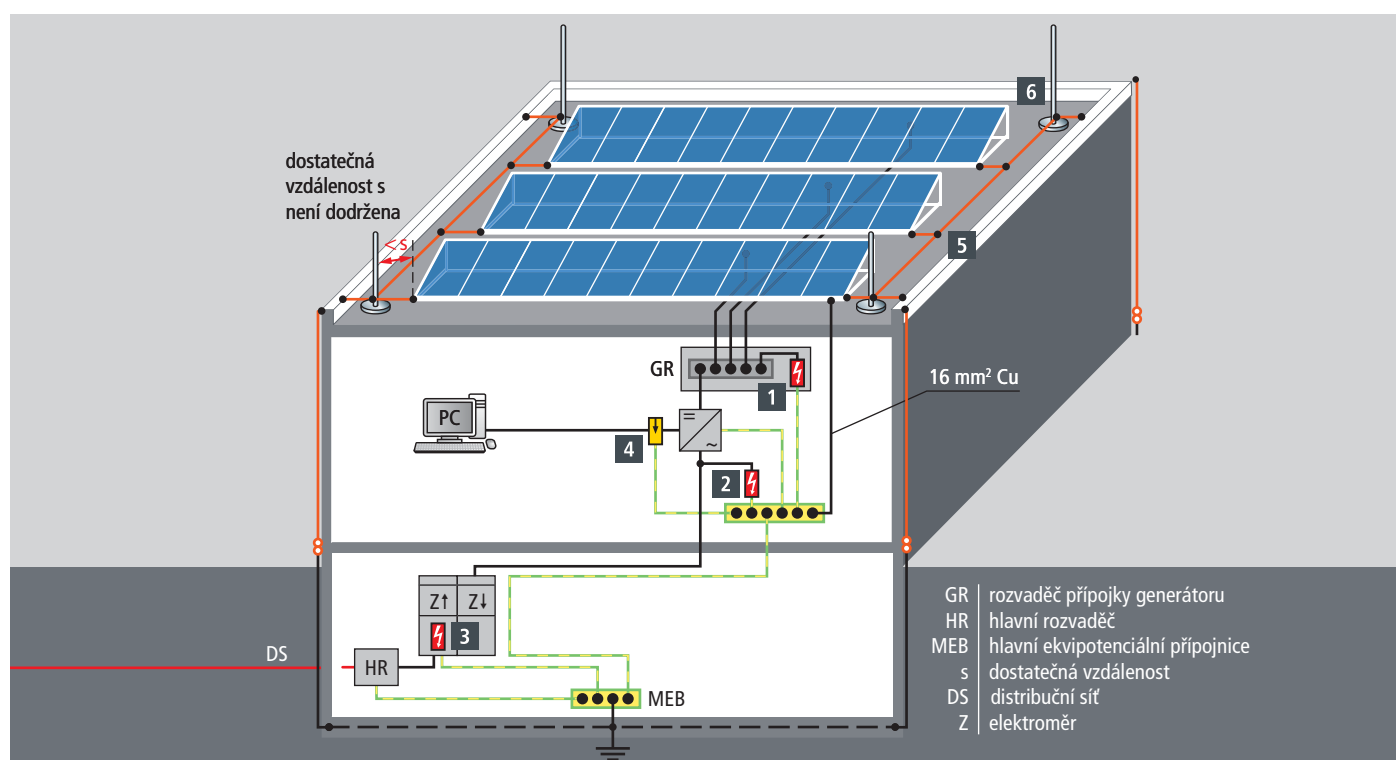
Obrázek 9.18.15 Stanovení ochranného prostoru metodou valivé koule v porovnání s metodou ochranného úhlu



Obrázek 9.18.16 Svodič typu 2 DEHNcube YPV SCI 1000 1M pro ochranu měničů (1 MPPT)

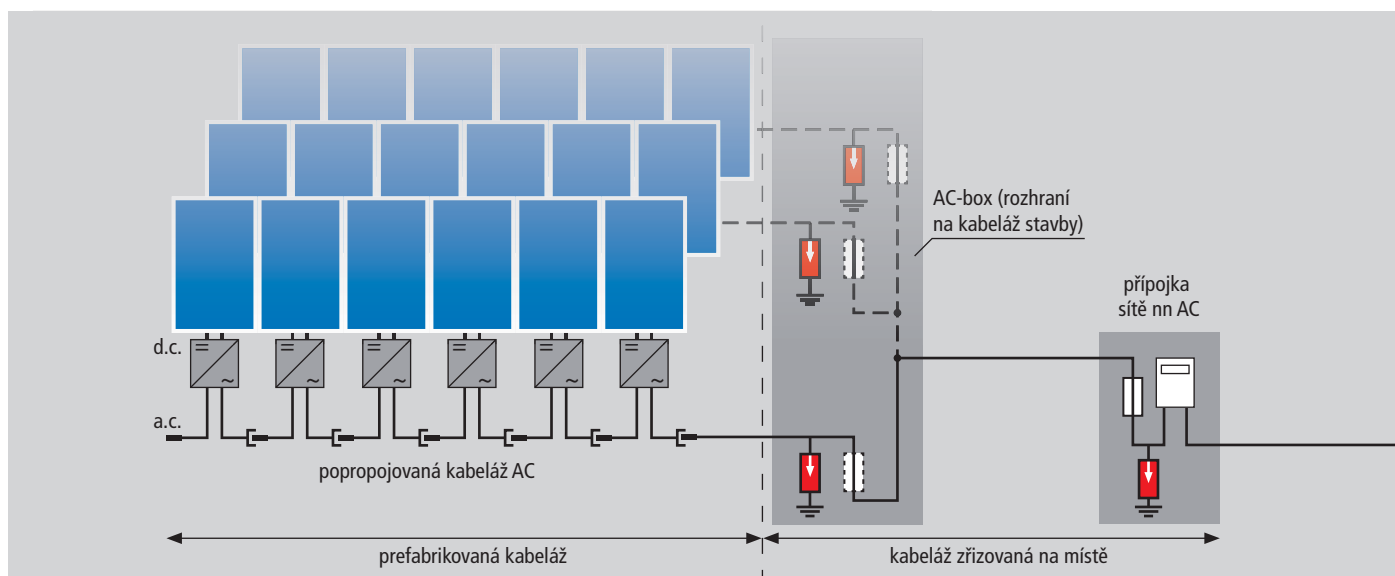
dostatečnou vzdálenost s. Kovové součásti montážního systému fotovoltaických panelů musí být spojeny s vnějším hromosvodem, a to spojením odolávajícím bleskovým proudům (16 mm² Cu nebo vodič ekvivalentním). To znamená, že nyní musí být potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem provedeno i pro vodiče FV systému vstupující do budovy (**obrázek 9.8.16**). Podle dodatku 5 DIN EN 62305-3 a ČSN CLC/TS 50539-12 je třeba DC vedení osadit SPD typu 1 pro fotovoltaiku.

K tomuto účelu se používá kombinovaný svodič typu 1 + typu 2 DEHNcombo YPV SCI (FM). I pro napájecí přívody sítě nn je třeba realizovat toto potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem. Pokud jsou FV měniče dále než 10 m od nezbytných svodičů typu 1 pro přípojné místo sítě nn, pak je nutné i na AC straně měničů instalovat další SPD typu 1 (např. kombinovaný svodič typu 1 + typu 2 DEHNshield ... 255). Pokud je instalován i monitoring výtěžku, je třeba rovněž tak opatřit odpovídající datová vedení vhodnými



Č. na obrázku		Svodič	* FM = bezpotenciálový kontakt signalizace	Kat. č.
DC vstup měniče				
1	každý MPPT	DEHNcombo DCB YPV SCI 1000 FM *		900 066
AC výstup měniče				
2	síť TN-S	DEHNshield DSH TNS 255		941 400
Vstup sítě nn				
3	síť TN-C	DEHNventil DV M TNC 255		900 390
		DEHNventil DV M TNC 255 FM *		951 305
	síť TN-S	DEHNventil DV M TNS 255 FM *		951 405
	síť TT	DEHNventil DV ZP TT 255 (těž pro TN-S)		900 391
		DEHNventil DV M TT 255 FM *		951 315
Datové rozhraní				
4	dva páry vodičů, i s různým provozním napětím do 180 V	BLITZDUCTOR BXTU ML4 BD 0-180 + základna BXT BAS		920 349 + 920 300
Funkční uzemnění / vnější hromosvod				
5	funkční ekvipotenciální pospojení	zemnicí svorka UNI		540 250
6	jímací soustava	jímací tyč s betonovým podstavcem 8,5 kg		101 000 + 102 075

Obrázek 9.18.17 Fotovoltaický systém na budově s vnějším hromosvodem při nedodržení dostatečné vzdálenosti s – situace C (dodatek 5 DIN EN 62305-3)



Obrázek 9.18.18 Příklad: budova bez vnějšího hromosvodu; přepětová ochrana pro modulové měniče se nachází v přípojné skříni kabeláže na střeše

ochranami. Pro datové systémy např. na bázi RS 485 je používána přepětová ochrana BLITZDUCTOR XTU.

Fotovoltaické instalace s modulárními měniči

Modulové měniče (mikro-měniče) vyžadují jinou koncepci ochrany před přepětím. V tomto případě je DC vedení FV panelu nebo páru panelů připojeno přímo na modulový měnič. Propojovací DC vedení je třeba vést bez vytváření nevhodných smyček. Přímá indukce do takto malých DC struktur má obvykle jen nepatrnou ničivou energii. Prostorově rozsáhlá kabeláž FV instalace s modulovými měniči se pak vyskytuje na AC straně (**obrázek 9.18.18**). Pokud je modulový měnič umístěn bezprostředně u FV panelu, je možné zapojit přepětové ochrany pouze na AC straně:

- ➔ Budovy bez vnějšího hromosvodu = typ 2, svodič DEHNguard M ... 275 pro AC (příp. třífázovou síť) je instalován v bezprostřední blízkosti modulového měniče, a svodič a DEHNguard ... 275 CI u přípojky sítě nn.
- ➔ Budovy s vnějším hromosvodem při dodržení dostatečné vzdálenosti s = svodič typu 2, např. DEHNguard M ... 275 v bez-

prostřední blízkosti modulového měniče, a svodič bleskových proudů SPD typu 1 např. DEHNventil ZP, u přípojky sítě nn.

- ➔ Budovy s vnějším hromosvodem při nedodržení dostatečné vzdálenosti s = svodič typu 1, např. DEHNshield ... 255, v bezprostřední blízkosti modulového měniče a DEHNventil ZP u přípojky sítě nn.

Nezávisle na jednotlivých výrobcích modulových měničů jsou tyto vybaveny systémem monitorování dat. Jestliže jsou provozní data modulárního měniče namodulována na AC vedení, je třeba u samostatných přijímacích jednotek (vyčlenění a zpracování dat) také zajistit ochranu před přepětím (např. DEHNbox DBX KT BD). Totéž platí pro propojení rozhraní na nadřazený systém (Ethernet, ISDN) a jejich napájení.

Solární elektrárny jsou součástí dnešní elektrotechniky. Jejich odborné provedení zahrnuje ochranu před bleskem a přepětím, což přispívá k co možná nejdelšímu dlouholetému nerušenému využívání těchto elektrických zdrojů.

S několika nově instalovanými GW výkonu ročně se v mnoha zemích vyvinuly do relevantní části moderní energetiky. Mezitím jsou instalovány velké solární elektrárny o výkonu 100 MW a více. Ty jsou připojeny přímo na vn a vvn hladině. Fotovoltaika jakožto pevná součást napájení musí tedy splňovat podmínky pro stabilní provoz sítě. Eventuální výpadky jsou evidovány systémem monitoringu výtěžku a zatěžují roční výnosovou bilanci elektrárny. Objem investic a požadovaná minimálně dvacetiletá životnost činí nezbytným vyhodnotit riziko škod způsobených úderem blesků a přijmout ochranná opatření.

Riziko úderu blesku pro stavební objekty jako fotovoltaické elektrárny

Existuje souvislost mezi slunečním zářením, vzdušnou vlhkostí a četností blesků. Regiony s vysokou intenzitou slunečního svitu a vysokou vzdušnou vlhkostí jsou vystaveny vyššímu riziku úderu blesku. Regionální četnost blesků (počet blesků/km²/rok) a rovněž tak poloha a velikost FV elektrárny jsou základem pro výpočet pravděpodobnosti úderu blesku do zařízení. FV instalace jsou po desetiletí vystaveny lokálním povětrnostním vlivům bouřek.

Škody a nezbytnost ochrany před blesky

Ve fotovoltaických systémech dochází ke škodám jak destruktivním účinkem přímých úderů blesků, tak v důsledku kapacitně nebo induktivně přenesených napětí z elektromagnetického pole blesků. Škody mohou způsobit také napěťové špičky ze spínacích pochodů v připojené AC síti. K poškození může dojít u FV panelů, měničů, nabíječek a jejich dohledových a komunikačních systémů.

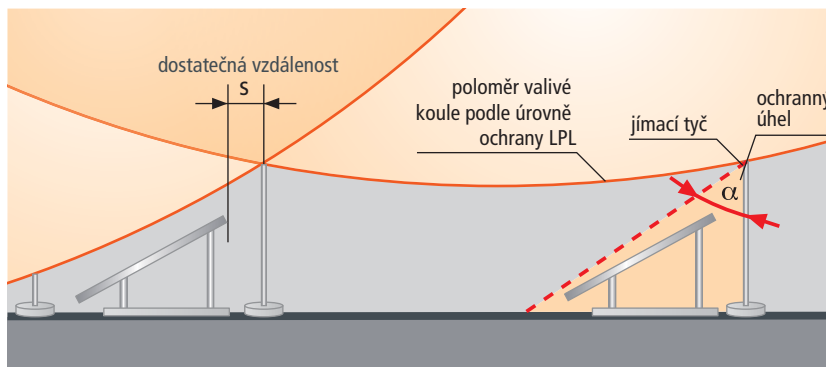
Hospodářské škody přináší vedle nákladů na obnovu a opravy také výpadek ve výnosech a náklady na využití rezervního výkonu. Impulsy vyvolané blesky také způsobují předčasné stárnutí bypassových diod, výkonových polovodičů a vstupně/výstupních obvodů datových systémů, což opět vyvolá zvýšené budoucí náklady na opravy.

Navíc k tomu provozovatelé sítí vznášejí požadavky na dostupnost vyrobené energie. Ty např. v Německu podporuje i nový energetický zákon (Grid Codes). Množí se i zvažování těchto hledisek finančními a pojišťovacími institucemi. V takzvaných due diligence analýzách pro účely financování je přibráno i posouzení opatření pro ochranu před bleskem. Asociace německých pojišťoven (GDV – Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft) ve své směrnici VdS-2010 (Rizikem řízená ochrana objektů s alternativními zdroji energie z obnovitelných zdrojů před bleskem a přepětím) vyžaduje odpovídající ochranná opatření pro ochranu před bleskem (LPL III) pro fotovoltaická zařízení > 10 kW_p.

Riziko škod je třeba stanovit podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 a z toho vyplývající důsledky zohlednit při projekci. K tomuto účelu nabízí DEHN + SÖHNE software DEHNsupport. Poskytnutá analýza rizik zajišťuje, že všem zúčastněným stranám je poskytnuta srozumitelná koncepce ochrany před blesky, jež je technicky a ekonomicky optimalizovaná a poskytne nutnou ochranu při transparentních nákladech.

Opatření pro ochranu FV elektráren před účinky blesků

Pro účinnou ochranu před blesky je nezbytný systém hromosvodu, jehož jednotlivé prvky jsou optimálně sladěny. Počínaje jímací soustavou, přes zemnicí soustavu, potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem až po přepěťové ochrany pro silové i datové obvody.



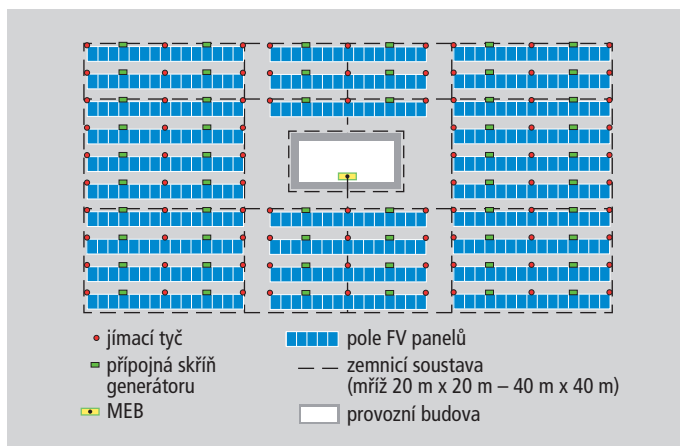
Obrázek 9.19.1 Stanovení ochranného prostoru metodou valivé koule v porovnání s metodou ochranného úhlu

Jímací soustava a svody

Pro ochranu elektrických systémů FV elektrárny před přímým zásahem blesku je nezbytné umístit je do ochranného prostoru jímací soustavy. Při projektování podle směrnice VdS-2010 je jako základ stanovena úroveň ochrany LPL III. Na základě tohoto přiřazení je možno pomocí metody valivé koule (**obrázek 9.19.1**) stanovit počet jímacích tyčí. Ty pak vytvářejí nad stojany FV panelů, provozními prostory a kabeláží ochranný prostor. S ohledem na induktivní vazbu rušivých polí se doporučuje montovat komponenty jako jsou přípojné skříně na stojanech nebo distribuované modulové měniče co nejdále od prvků jímací soustavy. Rovněž vysoké stožáry s dohledovými kamerami působí jako jímáče. Samotný kamerový systém je pak třeba montovat tak, aby se také nacházel v ochranném prostoru stožáru. Všechny svody od těchto jímáčů je třeba spojit s vývodními páskami zemnicí soustavy. Z důvodu nebezpečí koroze v místě výstupu vývodní pásky ze země nebo z betonu je třeba tyto vývody realizovat korozivzdorné (nerozvíjející ocel V4A, např. mat. č. 1.4571). Jestliže jsou použity vývody z pozinkované oceli, je třeba je odpovídajícím způsobem chránit, např. páskou Denso nebo smršťovacím náplekem. Jímací tyče mohou být mechanicky upevněny ke stojanům FV panelů. Jsou zde instalovány např. distanční držáky DEHNiso (**obrázek 9.19.2**). V oblasti podstavce mohou být jímáče spojeny s uzemněním prostřednictvím zatlukaných základů. To usnadňuje pozdější údržbu pozemku.



Obrázek 9.19.2 Hromosvod s držáky DEHNiso



Obrázek 9.19.3 Zemnicí soustava podle ČSN EN 62305-3 ed. 2

Zemnicí soustava

Zemnicí soustava (**obrázek 9.19.3**) je základem pro vybudování účinné ochrany FV elektrárny před blesky a přepětím. V příloze D dodatku 5 DIN EN 62305-3 se doporučuje zemní odpor R_A zemnicí soustavy menší než 10Ω . V praxi se osvědčila mříž (20 m x 20 m až 40 m x 40 m) v nezámrazné hloubce, vytvořená z korozivzdorné oceli o průměru 10 mm. Kovové stojany FV panelů je také možné použít jako součást mříže, pokud mají vodivost odpovídající min. požadavkům ČSN EN 62305-3 ed. 2. V dodatku 5 DIN EN 62305-3 se doporučuje v případě použití kovových stojanů tyto navzájem propojit. Mříž je zpravidla vedena podle kabelových tras. Je však třeba usilovat o uzavřenou smyčku. Speciálně pro provozní budovu je třeba dodržet normy ČSN EN 61936-1 a ČSN EN 50522. Zemnicí soustavy FV generátorů a provozní budovy je třeba vzájemně propojit pomocí plochého pásu 30 mm x 3,5 mm nebo kulatým drátem o $\varnothing 10$ mm (materiál NIRO (V4A), např. mat. č. 1.4571 nebo měď nebo pozinkovaná ocel). Propojení jednotlivých zemnicích soustav zmenšuje celkový zemní odpor. Mřížovým provedením zemnicích soustav vzniká ekvipotenciální plocha, která při působení blesku významně redukuje napětové namáhání elektrických propojovacích vedení mezi polem FV panelů a provozní budovou. Pro zachování stabilního zemního odporu během mnoha let provozu je třeba zohlednit vlivy koroze, vlhkosti a mrazu. Jako délka zemniců se uplatní pouze ta, která je v nezámrazné hloubce. Prvky mříže je třeba propojovat odpovídajícími spojovacími prvky testovanými na bleskový proud. Kovové stojany, na nichž jsou fotovoltaické panely upevněny, je třeba propojit jak navzájem, tak i se zemnicí soustavou. Konstrukce stojanů se závrtnými nebo závrtnými základy mohou být použity jako zemniče (**obrázek 9.19.4**) tehdy, pokud jejich materiál a tloušťka stěny odpovídají údajům

z tab. 7 v ČSN EN 62305-3. Požadovaná minimální délka 2,5 m v nezámrazné hloubce může přičtena, pokud jsou vzájemně propojené prvky spojeny odpovídajícím způsobem pro bleskový proud. Tyto základy je třeba propojit, opět způsobem dimenzovaným na bleskový proud, např. pomocí 8-mm drátu z ušlechtilé oceli (např. mat. č. 1.4571) a svorkou UNI na lem (**obrázek 9.19.5**).

Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem

Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem je přímé propojení všech kovových systémů způsobem odolávajícím bleskovým proudům. Pokud se FV panely, kompletní kabeláž a provozní budova i s meteorologickou stanicí nacházejí v ochranném prostoru vnějšího hromosvodu, není třeba ve vedeních očekávat žádné přímé bleskové proudy. Jestliže je elektrárna připojena na distribuční síť na hladině nn, pak je tato „předávka“ spojena s hlavní ekvipotenciální přípojnici (MEB) pomocí svodiče bleskových proudů SPD typu 1 (např. DEHNventil), jelikož zde protéká dílčí bleskový proud. Totéž platí i pro příchozí telekomunikační kabely. Zde se uplatní SPD typu 1 jako např. BLITZDUCTOR nebo DEHNbox (**obrázek 9.19.6**).

Solární generátor a systém vnějšího hromosvodu

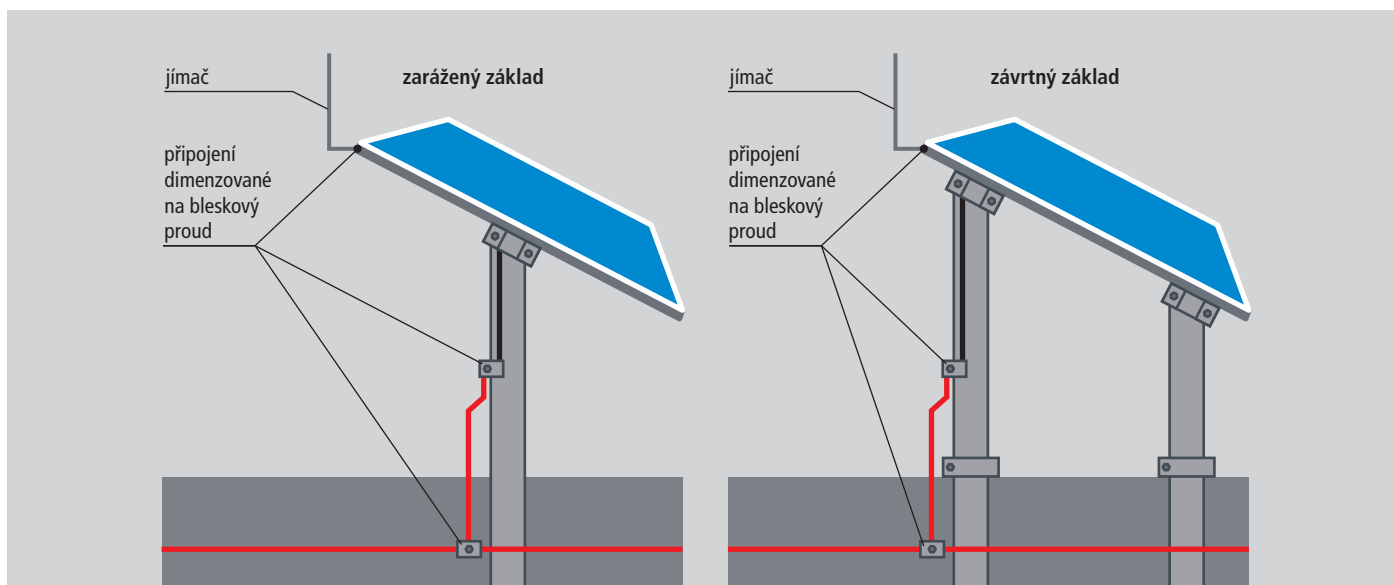
Jímače vnějšího hromosvodu jsou nezbytné. Nekontrolovaný úder blesku do FV systému by měl za následek průtok bleskového proudu elektrickou instalací a vedl by k vážným škodám na systému. Při zřizování vnějšího hromosvodu je třeba dbát toho, aby se zamezilo významnému zastínění solárních článků např. jímačími tyčemi. Difúzní stín vytvářený vzdálenými tyčemi nebo vedením je z technického hlediska i z hlediska energetického výtěžku nedůležitý. Oproti tomu plný stín způsobuje nevhodné zatížení solárních článků a příslušných bypassových diod. Nezbytný odstup od stínících předmětů je možné vypočítat, je v přímém vztahu k průměru jímačí tyče. Například plný stín jímačí tyče o průměru 10 mm se promění v difúzní stín ve vzdálenosti 1,08 m. Výpočtu plného stínu se věnuje dodatek 5 DIN EN 62305-3 v příloze A.

Trasování vedení uvnitř FV instalací

Po celé délce vedení je důležité dbát toho, aby se zamezilo tvorbě velkoplošných smyček. To platí jak uvnitř sériově propojených jednopólových DC obvodů (string), tak i mezi jednotlivými stringy. Rovněž tak je třeba zamezit tomu, aby datová nebo senzorová vedení křížila několik stringů nebo společně s vedením stringů tvořila velkoplošné smyčky. Vodiče silového vedení (DC a AC), uzemnění a potenciálové vyrovnání je třeba vést v co nejtěsnějším souběhu.

Opatření pro ochranu FV elektrárny před přepětím

Pro ochranu elektrických systémů ve fotovoltaické elektrárně je třeba instalovat přepětové ochrany (SPD – surge protective device). Při úderu blesku do vnějšího hromosvodu na elektrárně v krajině



Obrázek 9.19.4 Zarážené a závrtné základy s propojením jímače a zemniče dimenzovaným na bleskové proudy

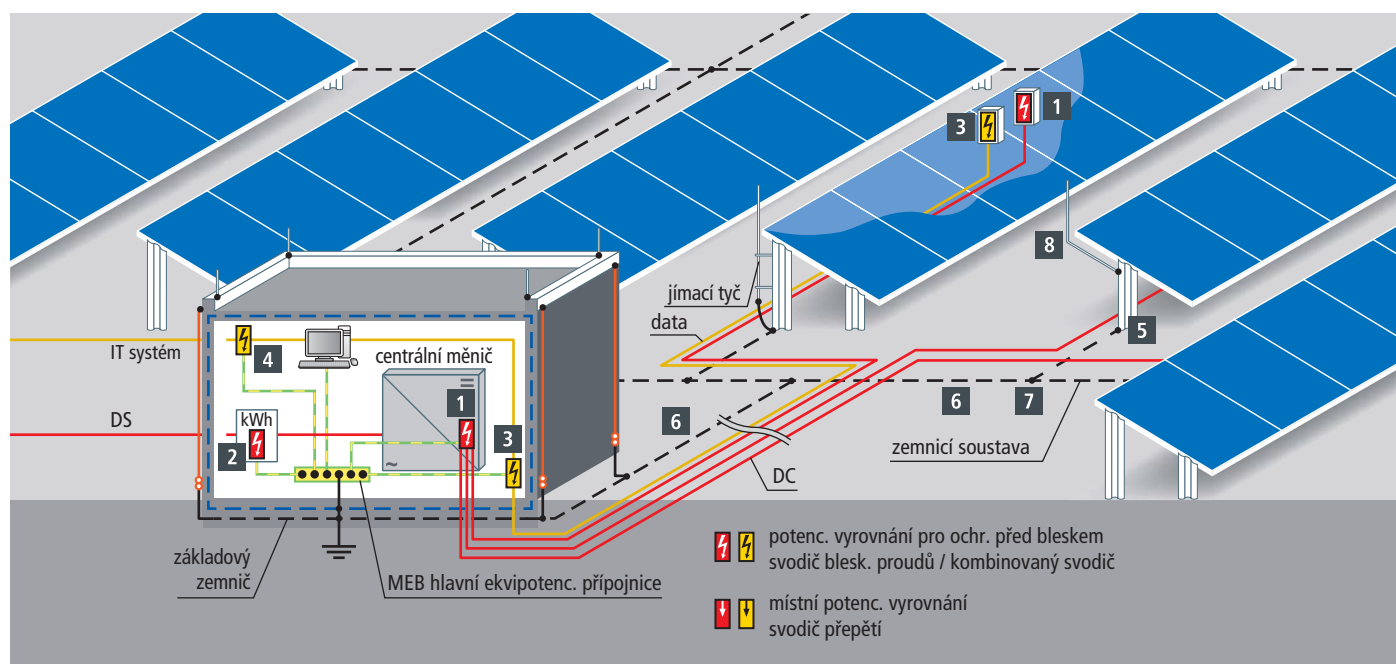


Obrázek 9.19.5 Svorka UNI na lem

se jednak indukují vysoké napěťové impulsy do nejrůznějších elektrických vodičů, jednak dochází k průtoku dílčích bleskových proudů všelikou kabeláží uvnitř solárního parku (DC vedení, AC vedení, datová vedení). Intenzita těchto proudových impulsů závisí mj. na provedení zemnicí soustavy, měrnému odporu zeminy v místě a způsobu provedení kabeláže. Koncepte instalace s centrálním měničem (**obrázek 9.19.6**) s sebou nesou do plochy roztaženou kabeláž stejnosměrné strany. Příloha D dodatku 5 normy DIN EN 62305-3 vyžaduje pro DC-SPD typu 1 s charakteristikou omezovače napětí minimální zatížitelnost I_{total} 10 kA (10/350 μ s).

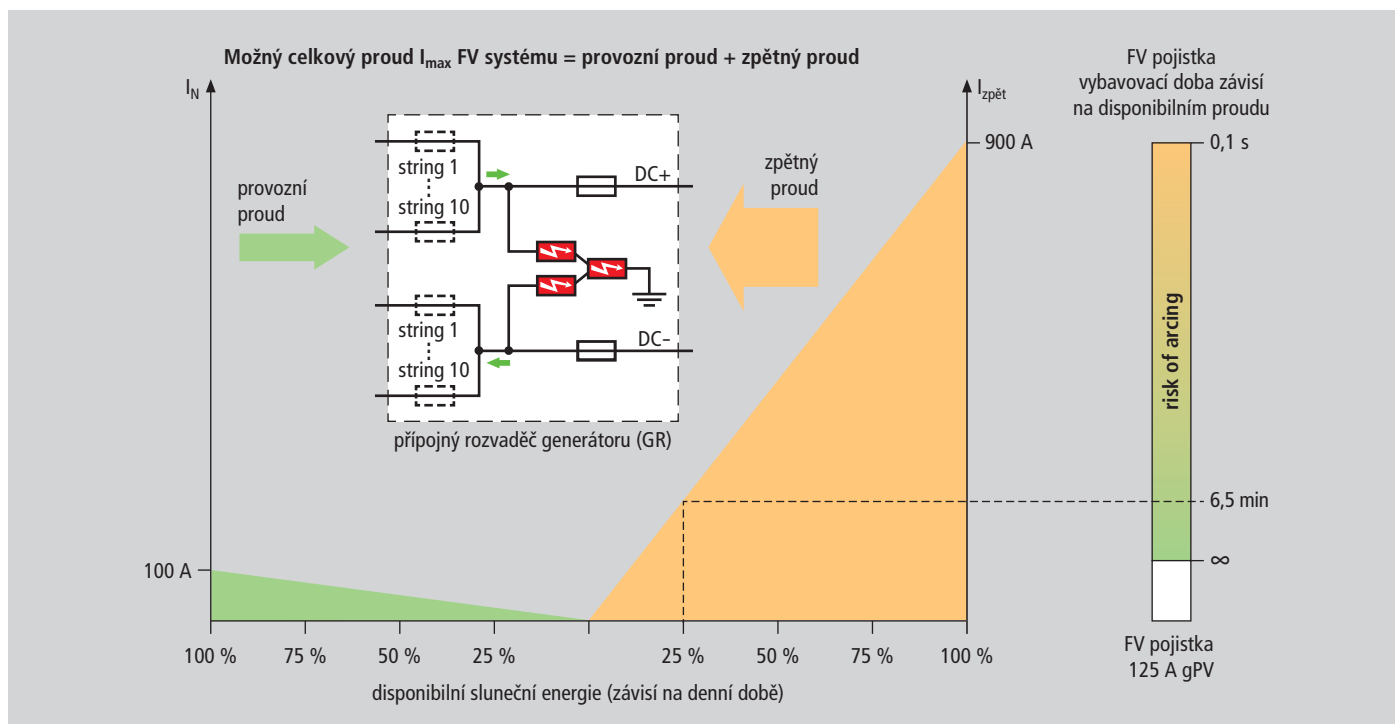
Je zde třeba použít takové SPD, které mají dostatečnou zkratovou odolnost I_{SCPv} , jež je definována dle ČSN EN 50539-11, a musí být výrobcem udávána. To platí i ve vztahu k eventuálním zpětným proudům.

Ve FV systémech s centrálním měničem slouží pro ochranu před zpětným proudem pojistky. Maximální disponibilní proud závisí na aktuální intenzitě slunečního záření. V určitých provozních stavech



Č. na obrázku	Ochranný prvek	* FM = bezpotenciálový signalizační kontakt	Kat. č.
DC vstup měniče			
1	centrální střídač a jeho rozvaděč	DEHNcombo DCB YPV SCI 1500 FM *	900 067
ACsíťová přípojka			
2	síť TN-C	DEHNventil DV M TNC 255 FM *	951 305
	síť TN-S	DEHNventil DV M TNS 255 FM *	951 405
	síť TT	DEHNventil DV M TT 255 FM *	951 315
Datové rozhraní			
3	pár vodičů i s rozdílným provozním napětím do 180 V	BLITZDUCTOR BXTU ML2 BD 0-180 + základna BXT BAS	920 249 + 920 300
Dálková údržba			
4	ISDN resp. DSL	DEHNbox DBX U4 KT BD S 0-180	922 400
Zemnicí soustava			
5	potenciálové vyrovnání	svorka UNI na lem	365 250
6	zemnicí vodič	kulatý drát (Ø 10 mm) FeZn	800 310
		kulatý drát (Ø 10 mm) NIRO (V4A)	860 010
		ocelový pásek (30 x 3,5 mm) FeZn	852 335
		ocelový pásek (30 x 3,5 mm) NIRO (V4A)	860 325
7	spojovací prvek	svorka MV NIRO (V4A)	390 079
		příp. svorka SV FeZn	308 220
8	jímací tyč	jímací hrot úhlový (vč. dvou svorek na lem)	101 110

Obrázek 9.19.6 Koncepte ochrany FV elektrárny s centrálním měničem

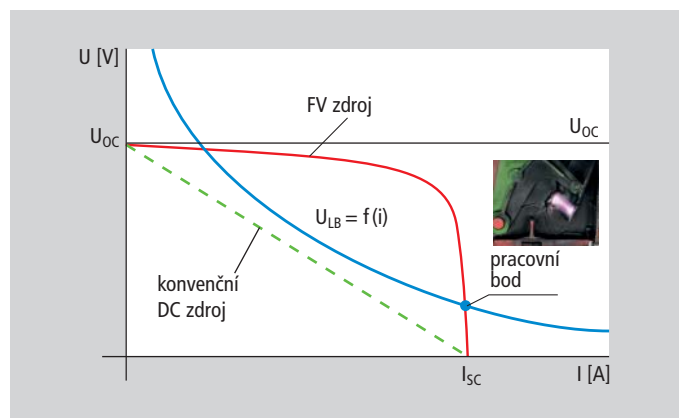


Obrázek 9.19.7 FV systém s $I_{\max} = 1000 \text{ A}$: na denní době závislý očekávaný zkratový proud na FV svodiči

vybavují pojistky proti zpětnému proudu až po několika minutách (obrázek 9.19.7). Přepětové ochrany v generátorovém rozvaděči musí proto být dimenzovány na celkový možný proud – skládající se z provozního proudu a zpětného proudu – a při přetížení zajistí automatické odpojení bez vzniku elektrického oblouku ($I_{\text{SCPV}} > I_{\max}$ FV systému).

Speciální svodiče pro stejnosměrnou stranu fotovoltaických systémů

Voltampérové charakteristiky fotovoltaických panelů se výrazně liší od charakteristik klasických zdrojů stejnosměrného napětí. FV články mají nelineární charakteristiku (obrázek 9.19.8) a liší se především podstatně svým chováním při stejnosměrném elektrickém oblouku. Tato vlastnost má za následek nejen nutnou robustnější stavbu FV spínacích a FV jisticích prvků, ale vyžaduje i u přepětových ochran k tomu přizpůsobenou konstrukci. Tyto SPD musí být schopny zvládnout následný zkratový proud FV panelů. Bezpečný provoz, a to i v případě přetížení přepětových ochran na stejnosměrné straně, požaduje ČSN CLC/TS 50539-12 i dodatek 5 DIN EN 62305-3. Dodatek 5 DIN EN 62305-3 obsahuje přesnější odhad rozdělení bleskových proudů pomocí počítačové simulace, než dodatek 1 DIN EN 62305-4. Při výpočtu rozdělení bleskového proudu musí být zohledněny svody hromosvodu, možná zemnicí spojení v poli panelů a stejnosměrná silová vedení. Je zde ukázáno, že amplituda a mohutnost dílčích bleskových proudů tekoucích SPD a DC vedením nezávisí jen na počtu svodů, nýbrž je také ovlivněna impedancí SPD. Tato impedance je pak závislá na jmenovitém napětí SPD, topologii SPD a typu SPD (napětí spínací nebo napětí omezující). Pro dílčí bleskové proudy tekoucí svodiči na DC straně FV instalace je charakteristické časové zkrácení proudového impulsu. Při



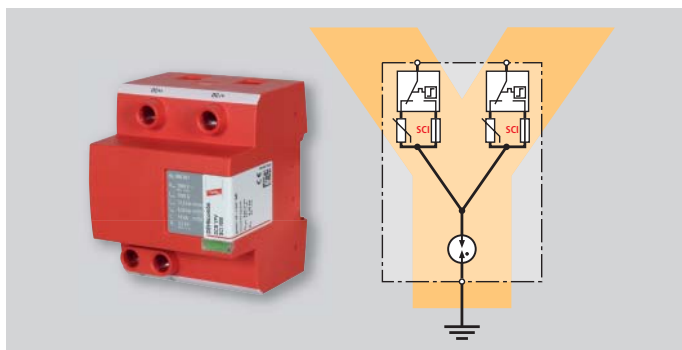
Obrázek 9.19.8 Zatěžovací VA charakteristika konvenčního DC zdroje v porovnání s FV zdrojem; při spínání FV generátoru se charakteristika protíná s charakteristikou elektrického oblouku

volbě vhodných SPD musí být zohledněna jak amplituda rázového proudu, tak i celková impulsní zátěž. Tyto souvislosti jsou popsány v dodatku 1 DIN EN 62305-4.

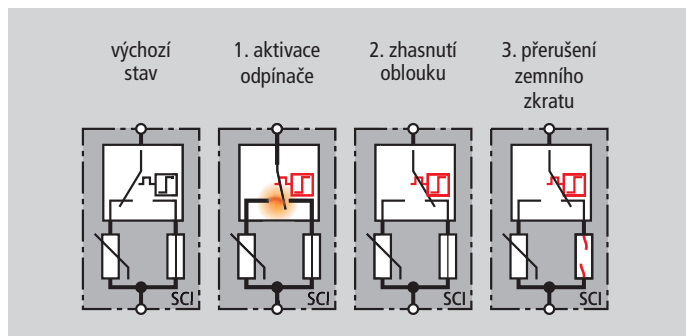
Pro zjednodušení výběru SPD je možné vyčíslit nezbytnou zatížitelnost rázovým bleskovým proudem I_{imp} svodiče SPD typu 1 v závislosti na typu svodiče (napětí omezující varistorový svodič nebo napětí spínací svodič na bázi jiskřiště) z tabulky 9.19.1. Zohledňují se jak maximální rázové proudy, tak i dílčí bleskové proudy s vlnou 10/350 μs , aby tyto SPD mohly odvádět impulsní zátěž bleskových proudů.

Úroveň ochrany LPL a maximální bleskový proud (10/350 μs)		Hodnoty pro napětí omezující nebo kombinované (se sériovým řazením) SPD typu 1				Hodnoty pro napětí spínací nebo kombinované (s paralelním řazením) SPD typu 1	
		$I_{10/350}$		$I_{8/20}$		$I_{10/350}$	
		každá chráněná větev [kA]	I_{total} [kA]	každá chráněná větev [kA]	I_{total} [kA]	každá chráněná větev [kA]	I_{total} [kA]
III and IV	100 kA	5	10	15	30	10	20

Tabulka 9.19.1 Minimální proudová zatížitelnost napětí omezujících nebo kombinovaných SPD typu 1 a napětí spínacích (zkratujících) SPD typu 1 pro FV elektrárnu v krajině při LPL III; podle ČSN CLC/TS 50539-12 (tab. A.3)



Obrázek 9.19.9 DEHNcombo YPV SCI – kombinovaný svodič přepětí typu 1 + typu 2 se zapojením Y odolným poruchám a s třístupňovým DC spínacím obvodem



Obrázek 9.19.10 Fáze spínacího procesu třístupňového DC spínacího obvodu v DEHNcombo YPV SCI ... (FM)

Svodič DEHNcombo YPV SCI ... (FM) obsahuje vedle osvědčeného, poruchám odolného ochranného zapojení Y také třístupňový DC spínací obvod (**obrázek 9.19.9**). Ten sestává z kombinovaného odpínacího a zkratovacího obvodu s termodynamickou kontrolou. V jejich bypassové větvi je integrována tavná pojistka, která v případě poruchy přeruší tok proudu a uvede celou jednotku do bezpečného stavu (**obrázek 9.19.10**). Fotovoltaické generátory se systémovým výkonem do 1000 A mohou díky tomu být chráněny pomocí DEHNcombo YPV SCI ... (FM) jak u měniče, tak v přípojném rozvaděči FV generátoru (GR), a to bez předjištění (**obrázek 9.19.11**). DEHNcombo YPV SCI je dodáván pro napětí 600 V, 1000 V a 1500 V. Pokud je instalován monitoring stringů, je možné do systému dohledu zahrnout i bezpotenciálové signalizační kontakty SPD a takto monitorovat jejich stav.

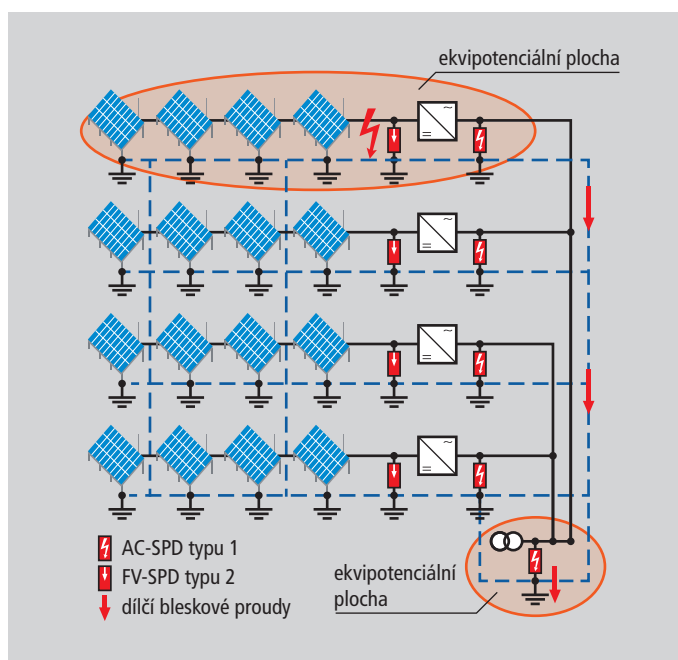
Souhrn všech v DEHNcombo YPV SCI integrovaných technologií zabráňuje poškození přetíženého svodiče při poruše izolace v obvodu FV proudu, výrazně redukuje nebezpečí požáru přetíženého svodiče a uvede tento svodič do bezpečného elektrického stavu bez narušení provozního chodu FV instalace. Toto bezpečnostní zapojení umožňuje využívat vlastností varistorů (omezení napětí) v celé oblasti, nyní tedy i ve stejnosměrných FV obvodech. Tento svodič je aktivní i při množství menších napěťových špiček. Technologie SCI tím přispívá k prodloužení životnosti bypassových diod a DC vstupů měničů.

FV elektrárny s distribuovanými stringovými měniči

Jestliže jsou solární elektrárny koncipovány s distribuovanými měniči (tj. každý string má svůj měnič), pak se velká část silové kabeláže přesune z DC na stranu AC. Měniče jsou namontovány v poli pod stojany FV panelů. Pro svou blízkost k FV panelům přejímá měnič také typické funkce rozvaděče přípojení FV generátoru (GR). V dodatku 5 DIN EN 62305-3 je vysvětleno, že v závislosti na silové kabeláži (stringové měniče nebo centrální měnič) je tím ovlivněno rozdělení bleskového proudu. Pro doplnění tohoto ukazuje **obrázek 9.19.12** příkladně rozdělení bleskového proudu při použití stringových měničů. I při stringových měničích působí silová kabeláž jako vodiče potenciálového vyrovnání mezi „lokálním“ zemním poten-

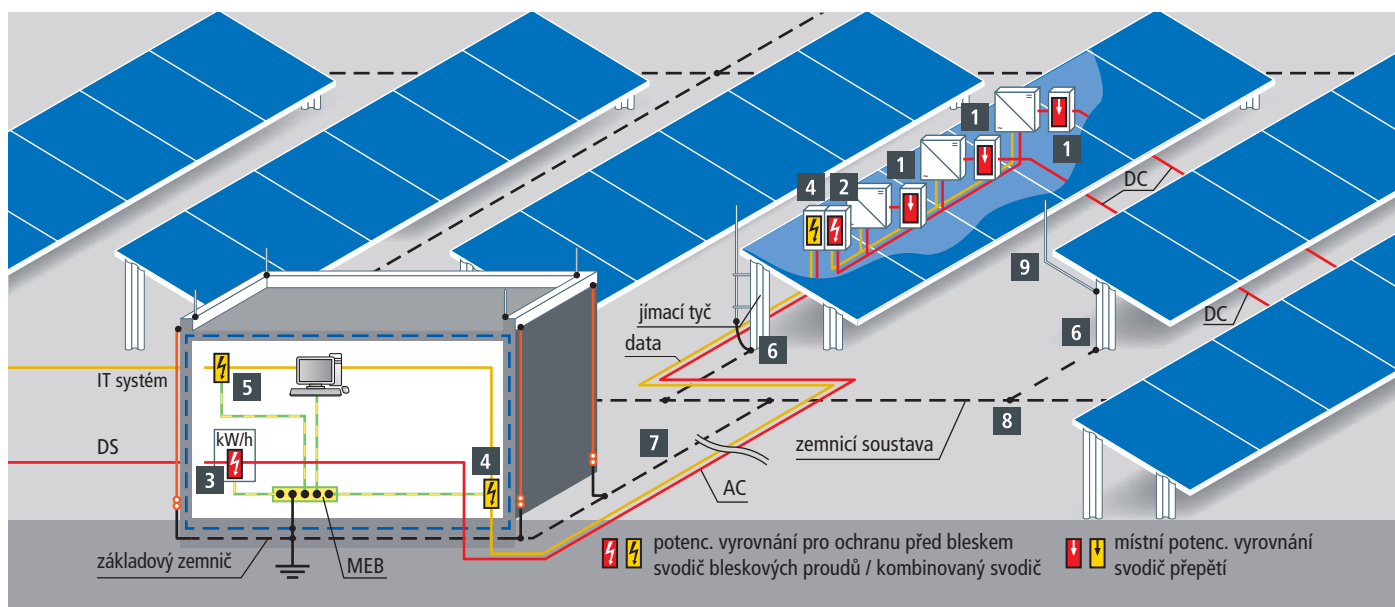


Obrázek 9.19.11 Přepětová ochrana v rozvaděči přípojení FV generátoru s monitoringem stringů



Obrázek 9.19.12 Rozdělení bleskového proudu u FV instalace se stringovými měniči v poli

ciálním pole FV panelů, v němž došlo k úderu blesku, a „vzdálenou“ ekvipotenciální plochou napájecího transformátoru. Rozdíl oproti instalaci s centrálním měničem je pouze v tom, že u instalace se stringovými měniči tekou dílčí bleskové proudy po AC vedeních. Tomu odpovídajcně je třeba na AC straně stringových měničů a na nn straně napájecího transformátoru instalovat SPD typu 1. Minimální impulsní proudová zatížitelnost SPD typu 1 v závislosti na technologii SPD je uvedena v **tabulce 9.19.1**. Na DC straně stringových měničů postačí instalovat SPD typu 2 jako je DEHNcube YPV SCI. Stringové měniče a s nimi spojená pole FV panelů při zemnicí soustavě provedené podle dodatku 5 DIN EN 62305-3 tvoří lokální ekvipotenciální plochu, takže na DC kabeláži není třeba očekávat bleskové proudy, svodiče tedy především omezují indukované rušivé impulsy. Ty také přebírají přepětovou ochranu FV panelů v blízkém okolí. V takzvaných AC sběrných rozvaděcích jsou sdružovány AC výstupy těchto venkovních měničů a opatřeny mezilehlým jištěním. Jsou-li zde instalovány přepětové ochrany typu 1, např. DEHNshield ... 255, chrání tyto SPD všechny výstupy měničů do vzdálenosti 10 m (měřeno po kabelu). Další AC kabeláž z pole panelů je pak svedena do provozní budovy. Výkonné svodiče typu 1 + typu 2, např. kombinovaný svodič DEHNventil, v tomto uzlovém bodu chrání požadované elektrické vybavení pro síťové předávací místo. Další provozní zařízení, jako automatika ochranného odpojovače od sítě, alarmová ústředna nebo webový server, pokud jsou vzdálena méně než 10 m (po kabelu) od tohoto SPD, jsou ohledně síťového napájení rovněž chráněna (**obrázek 9.19.13**).



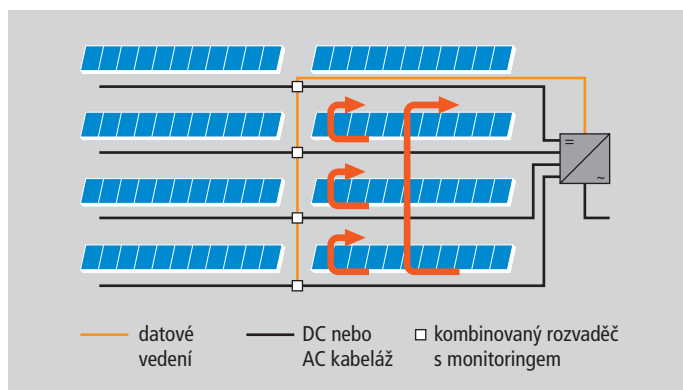
Č. na obrázku	Ochranný prvek	*FM = bezpotenciálový signalizační kontakt	Kat. č.
DC vstup měniče			
1	pro jeden MPTT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 1M	900 910
	pro 2 MPTT	DEHNCube DCU YPV SCI 1000 2M	900 920
	pro každý MPTT	DEHNGuard DG M YPV SCI 1000 FM	952 515
AC strana měniče			
2	síť TN-S	DEHNshield DSH TNS 255	941 400
AC strana – síťová přípojka			
3	síť TN-C	DEHNventil DV M TNC 255 FM *	951 305
	síť TN-S	DEHNventil DV M TNS 255 FM *	951 405
	síť TT	DEHNventil DV M TT 255 FM *	951 315
Datové rozhraní			
4	jeden pár vodičů s provozním napětím do 180 V	BLITZDUCTOR BXTU ML2 BD 0-180 + základna BXT BAS	920 249 + 920 300
Dálková údržba			
5	ISDN příp. DSL	DEHNbox DBX U4 KT BD S 0-180	922 400
Zemnicí soustava / vnější hromosvod			
6	potenciálové vyrovnání	svorka UNI na lem	365 250
7	zemnicí vodič	kulatý drát (Ø 10 mm) FeZn	800 310
		kulatý drát (Ø 10 mm) NIRO (V4A)	860 010
		ocelový pásek (30 x 3,5 mm) FeZn	852 335
		ocelový pásek (30 x 3,5 mm) NIRO (V4A)	860 325
8	spojovací prvek	svorka MV NIRO (V4A)	390 079
		nebo svorka SV FeZn	308 220
9	jímací soustava	jímací hrot úhlový (vč. dvou svorek na lem)	101 110

Obrázek 9.19.13 Koncepte ochrany FV elektrárny se stringovými měniči před bleskem

Opatření pro ochranu proti přepětí pro IT systémy

Do provozních budov jsou přiváděny datové údaje z areálu, dálkové údržby provozovatele, stejně jako měření výkonu a řízení ze strany provozovatele sítě. Aby servisní pracovníci mohli pomocí dálkové diagnostiky určit příčiny poruch a na místě je cíleně odstranit, je třeba trvale zajistit spolehlivý datový přenos. Dálková údržba stringů a měničů, pořizování meteorologických dat, ochrana majetku i externí komunikace jsou založeny na nejrůznějších fyzických rozhraních. Signály z měření větru a slunečního záření přenášené analogově mohou být chráněny pomocí DEHNbox DBX. Díky technologii ActiVsense je DEHNbox použitelný pro signálová napětí do 180 V a automaticky tomu přizpůsobí napěťovou ochrannou úroveň. Pokud je pro komunikaci mezi měniči použito rozhraní RS 485, je pro to ideální BLITZDUCTOR XT. Pro kamero-

vé systémy s přenosem po koaxiálním kabelu, jež bývají používány pro ochranu majetku proti zlodějům a vandalům, je instalován DEHNgate BNC VC. Jestliže jsou části velkých FV elektráren navzájem propojeny Ethernetem, jako přepětová ochrana je zde vhodný DEHNpatch M Cat 6, který je možné použít i pro PoE (Power over Ethernet). Ať se jedná o ISDN nebo ADSL, přístroje pro spojení s vnějším světem jsou také chráněny nezbytnými ochranami. Dohled nad instalací na úrovni stringu: U elektráren s centrálním měničem jsou v poli instalovány generátorové rozvaděče (GR) s přídatnými měřicími senzory. Jestliže je instalace realizována se stringovými měniči (**obrázek 9.19.13**), přebírá tuto úlohu jejich integrovaný monitoring. V obou případech jsou naměřené hodnoty z pole panelů přenášeny přes digitální rozhraní. Datová vedení jsou z provozní budovy vedeny společně se silovými kabely (AC nebo



Obrázek 9.19.14 Principiální obrázek indukčních smyček u FV elektrárny

DC). Z důvodu délkových omezení sběrníkových datových kabelů jsou pak tyto kabely vedeny také tak, že kříží řady stojanů FV panelů. Při přímém úderu blesku pak tyto příčné spoje přenášejí také

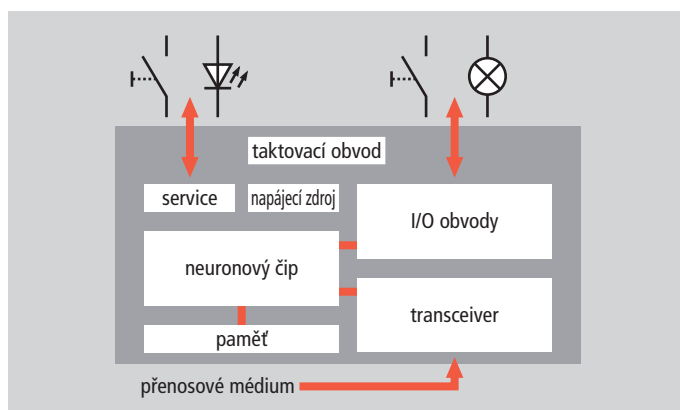
dílčí bleskové proudy. Tyto proudy mohou poškodit vstupní obvody a může též dojít k průrazu na silovou kabeláž. Souhrou silové kabeláže, kovových řad stojanů a datových vedení se také vytvářejí velkoplošné indukční smyčky (**obrázek 9.19.14**). To je ideální prostředí pro tranzientní přepětí v důsledku bleskových výbojů, které se mohou vazbou přenést do těchto vedení. Takové napěťové špičky jsou schopné překročit pulsní izolační pevnost daných systémů. Následkem jsou pak škody způsobené přepětím. V těchto monitorovacích GR, resp. v distribuovaných stringových měničích, je tedy třeba instalovat SPD na datové přenosy. Kabelová stínění musí být podle normy připojena ve všech připojovacích bodech (ČSN EN 50174-2 ed. 2). Pro potlačení rušení jako brum nebo bludné proudy je to možné provést i nepřímou. Například zde může být použit BLITZDUCTOR XT společně s EMC pružinovou svorkou SAK BXT LR k nepřímému zemnění stínění.

Všeobecná ochrana před bleskem a přepětím pro všechny systémy je schopna výrazně zlepšit návratnost těchto elektráren. Náklady na servis a údržbu se snižují stejně jako náklady na opravy a náhradní díly. Celková hodnota FV elektrárny odpovídajícím způsobem stoupne.

Médium	Transceiver	Přenosová rychlost	Max. délka vedení	Uzel → Uzel	Napájení uzlu
2-drát	TP/XF-78	78 kbit/s	1400 m sběrnice/linka		odděleně
2-drát	TP/XF-1250	1250 kbit/s	130 m sběrnice/linka		odděleně
2-drát	FTT10-A	78 kbit/s	2700 m sběrnice/linka 500 m volná struktura	J-Y(ST)Y 2x2x0,8 320 m volná struktura	odděleně
2-drát	LPT-10	78 kbit/s	2200 m sběrnice/linka 500 m volná struktura	J-Y(ST)Y 2x2x0,8 320 m volná struktura	po sběrnici

Tabulka 9.20.1 Transceivery (nejběžnější vyznačeny tučně) a jejich přenosové rychlosti s maximálními délkami vedení

Pomocí technologie LONWorks je možné realizovat distribuované automatizované systémy. Inteligentní uzly zde komunikují pomocí protokolu LonTalkProtocol®. Srdcem uzlu je neuronový čip (3120, 3150 a další vylepšené), který přistupuje k přenosovému médium prostřednictvím transceiveru a je vybaven I/O obvody pro připojení spínačů, relé, analogovými vstupy a výstupy apod. (obrázek 9.20.1).



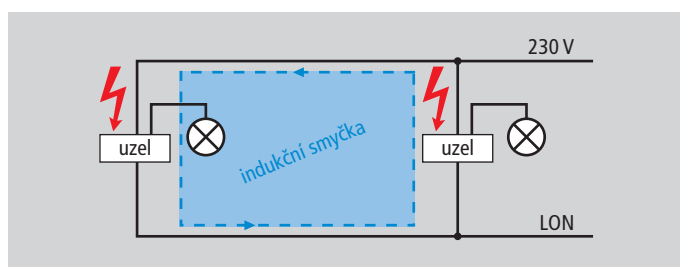
Obrázek 9.20.1 Struktura uzlu LONWorks s neuronovým čipem, transceiverem a I/O obvody

Transceiver	Kapacita	
	vodič/vodič	vodič/zem
FTT10-A	300 pF	10 max. 20 pF
LPT-10	150 pF	10 pF

Tabulka 9.20.2 Kapacity transceiverů v sítích FTT/LPT

Přepětová ochrana	Kapacita	
	vodič/vodič	vodič/zem
BXT ML2 BD S 48	700 pF	25 pF

Tabulka 9.20.3 Kapacity přepětových ochran



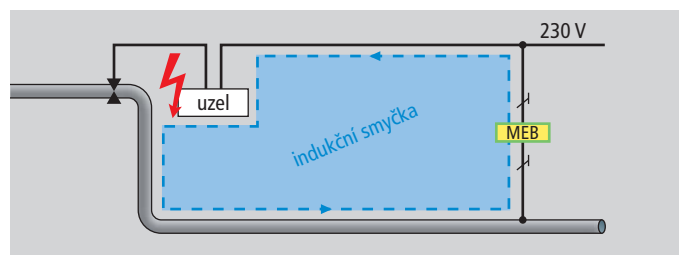
Obrázek 9.20.2 Indukční smyčka vytvořená dvěma uzly

Přenosová média

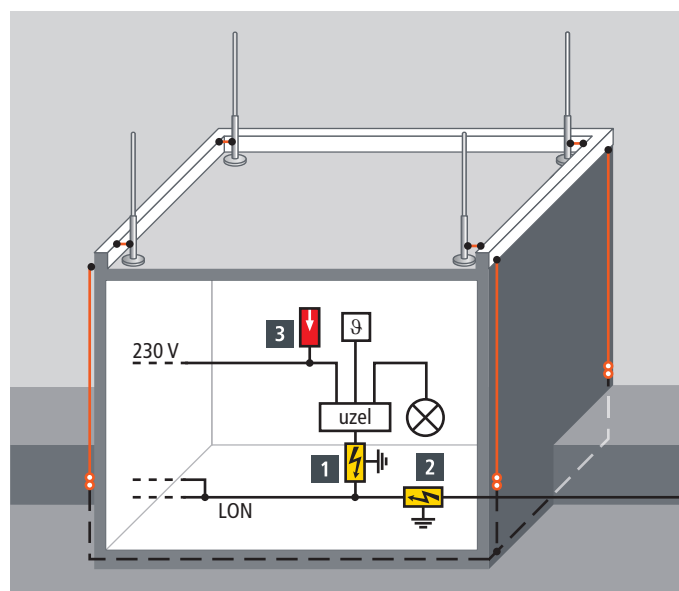
Vedle uvedených dvoudrátových spojů existují také přenosy po síti 230 V, světlovodu, koaxiálním kabelu nebo bezdrátově.

Dvoudrátová sběrnice jako přenosové médium

Transceivery pro dvoudrátovou sběrnici (např. J-Y(ST)Y 2x2x0,8) se liší svou přenosovou rychlostí (kbps) a tím také maximální délkou vedení (tab. 9.20.1).



Obrázek 9.20.3 Indukční smyčka vzniklá v důsledku elektromagnetického ventilu na kovovém potrubí



Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	BXT ML2 BD S 48 + BXT BAS	920 245 920 300
2	jako 1 (potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem)	
3	DR M 2P 255	953 200

Obrázek 9.20.4 Instalace přepětových ochran u transceiverů LPT při smíšené topologii překračující hranice budovy

Z důvodu možnosti volného vedení dvoudrátového kabelu bývají přístroje v LON síti v budově vybaveny převážně transceiverů FTT (Free Topology Transceiver) a LPT (Link Power Transceiver) (LPT a FTT jsou navzájem na společné sběrnici kompatibilní).

Kapacity transceiverů v sítích FTT/LPT mezi vodiči navzájem a mezi vodičem a zemí mají v **tabulce 9.20.2** uvedené hodnoty. Při instalaci přepětových ochran je třeba zohlednit také jejich kapacity (vodič/vodič a vodič/zem), protože se tomu odpovídajícím způsobem snižuje počet připojitelných transceiverů (**tabulka 9.20.3**).

Vznik přepětí způsobený indukčními smyčkami

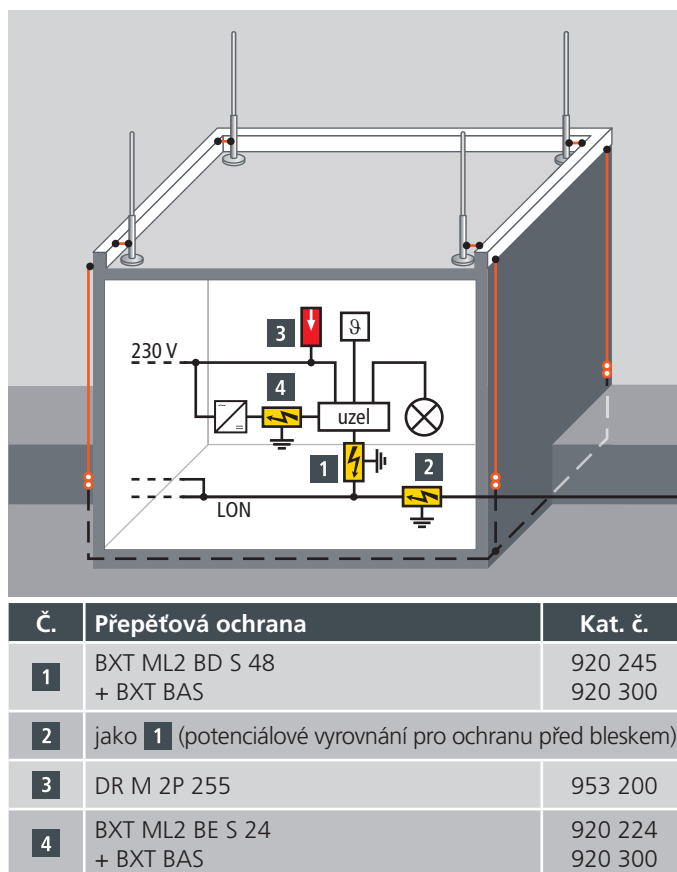
Při pokládce kabelů je třeba dbát toho, aby nevznikaly indukční smyčky. Proto je třeba vést vedení sběrnice a vedení sítě nn k účastníkům v těsném souběhu (**obrázek 9.20.2**). Při napěťové pevnosti 2,5 kV kabelu J-Y(ST)Y je možné těsné paralelní vedení s napájecím vedením sítě nn. Po odstranění Y-pláště kabelu J-Y(ST)Y je však nezbytný odstup 10 mm.

Smyčky vznikají také u uzlů namontovaných na kovovou konstrukci nebo potrubí, které je připojeno na ekvipotenciální pospojení (**obrázek 9.20.3**). I zde se doporučuje co nejtěsnější vedení s konstrukcí či potrubím.

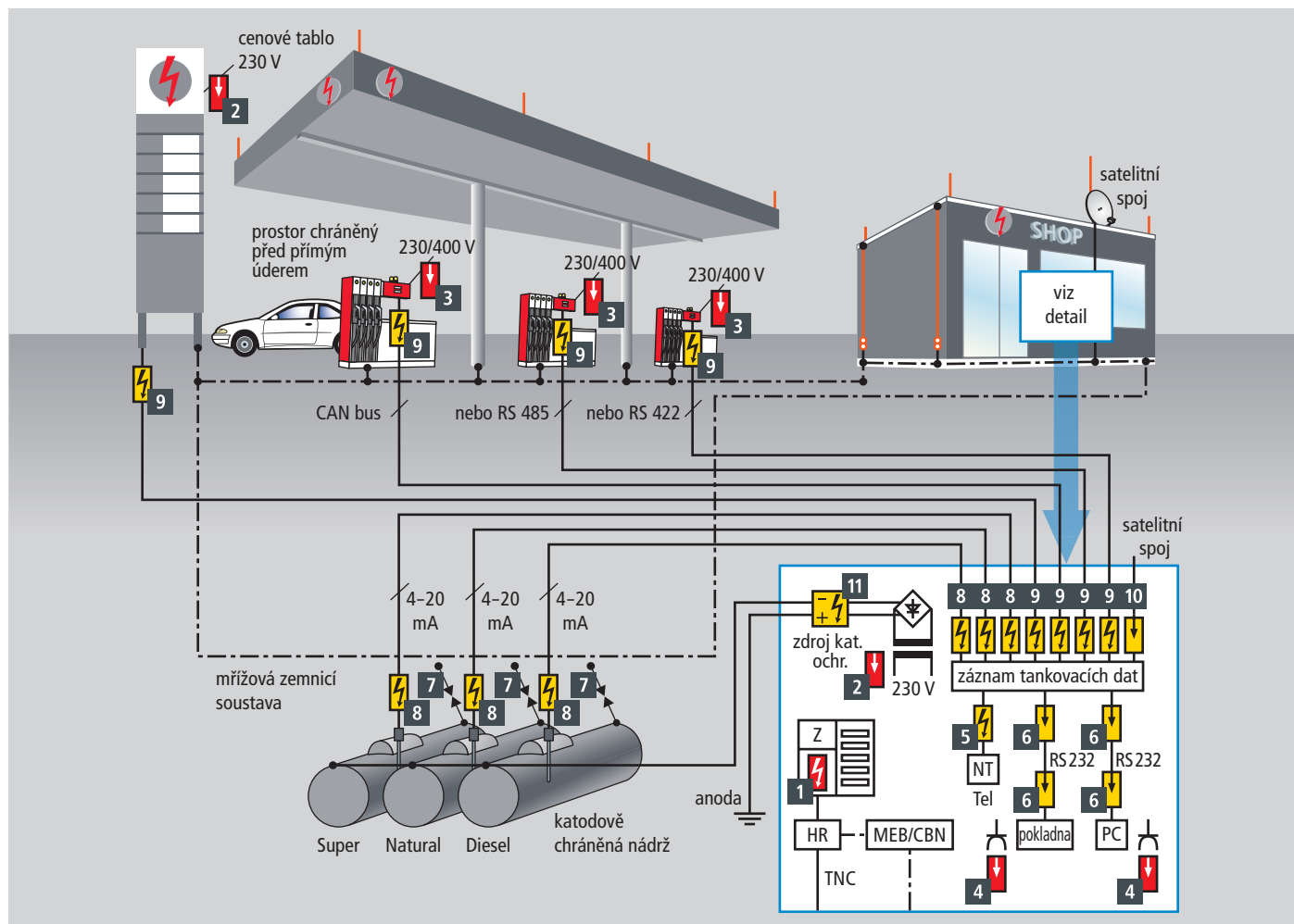
Ochrana proti přepětí při smíšené topologii

Pokud se vstupy/výstupy připojené na uzel nacházejí v jeho těsné blízkosti, ochrana proti přepětí není nezbytná.

Obrázek 9.20.4 ukazuje ochranu transceiverů LPT napájených po dvoudrátové sběrnici. Ochrana přímo napájených transceiverů FTT (typicky 24 V DC) při delším napájecím vedení je zobrazena na **obrázku 9.20.5**.



Obrázek 9.20.5 Instalace přepětových ochran u transceiverů FTT při smíšené topologii překračující hranice budovy



	Instalace	Typ	Kat. č.		Instalace	Typ	Kat. č.
1	síť T..., 3-fáz. síť T...	DV M T... 255 alternativně DV ZP T...	951... 900 3...	7	zóna 1 nebo 2	EXFS 100	923 100
2	síť TN, 1-fáz. síť TT, 1-fáz.	DG M TN 275 DG M TT 2P 275	952 200 952 110	8	4–20 mA: 2p. 4–20 mA: 4p.	BXT ML2 BE S 24 BXT ML4 BE 24 + BXT BAS	920 224 920 324 920 300
3	síť TN-S, 3-fáz. síť TT, 3-fáz.	DG M TNS 275 DG M TT 275	952 400 952 310	9	CAN, RS 485, RS 422: 2p. CAN, RS 485, RS 422: 2p.	BXT ML2 BE HFS 5 BXT ML4 BE HF 5 + BXT BAS	920 270 920 370 920 300
4	1-fáz.	DPRO 230	909 230	10	SAT	DGA FF TV	909 703
5	telefon	BXT ML2 BD 180 + BXT BAS	920 247 920 300	11	obvod katodické ochrany	BVT KKS ALD 75	918 420
6	25-pól. D-Sub	FS 25E HS 12	924 018				

Obrázek 9.21.1 Instalace čerpací stanice s hromosvodem, mřížovou zemnicí soustavou, ochranným a funkčním uzemněním a přepětíovými ochranami

Čerpací stanice jsou blesky a přepětím obzvláště ohrožovány. Řídicí a zobrazovací systémy reagují velmi citlivě na bleskové proudy a přepětí.

V Německu musí být nezbytnost systému ochrany čerpací stanice před bleskem posouzena mj. na základě analýzy rizik podle zákona o bezpečnosti práce a ochraně zdraví (BetrSichV), technických předpisů pro bezpečnost provozu (TRBS 2152 Teil 3), předpisů VDE a požárně technických požadavků relevantního zemského stavebního zákona (LBO).

Německý zákon o bezpečnosti práce a ochraně zdraví předepisuje, že musí být vyloučeny všechny zdroje iniciace požáru či výbu-

chu. Některé zemské stavební předpisy uvádějí: „Stavební objekty, u nichž v důsledku polohy, druhu stavby nebo způsobu využívání může snadno dojít k zásahu bleskem, nebo tento zásah může mít závažné následky, musí být vybaveny trvale funkčními hromosvod-y“. V České republice je situace podobná.

Pro určení míry ohrožení je možné použít analýzu rizik podle normy o ochraně před blesky (ČSN EN 62305-2). Konkrétní parametry objektu a instalace určují existující riziko stavebního objektu. Jestliže jsou zjištěné hodnoty rizik vyšší než v normě uvedené akceptovatelné hodnoty, je nutno zvolit taková opatření (vnější hromosvod,

ochrana před přepětím, požární signalizace a protipožární systémy atd.), která sníží rizika na akceptovatelnou hodnotu.

Již v normě ČSN 33 2000-1 ed. 2 (HD 60364-1) lze nalézt požadavek, že věcné hodnoty je třeba chránit proti škodám vyvolaným přepětími v důsledku atmosférických jevů nebo spínacích procesů. Zde navrhované přepětíové ochrany jsou určeny pro instalaci vně případných Ex-zón (zón 0, 1 a 2). Pokud jsou přepětíové ochrany instalovány uvnitř Ex-zón, musí být odpovídajícími opatřeními (např. k tomuto účelu certifikovanými instalačními boxy nebo certifikovanými přepětíovými ochranami) zajištěno, že nedojde k iniciaci.

Zařízení instalovaná vně budovy čerpací stanice (např. ukazatel cen) jsou ohrožena přímým úderem blesku a jsou tedy na vstupu do budovy připojena na svodiče bleskových proudů. To platí i pro zvenčí přicházející vedení elektrické distribuční sítě.

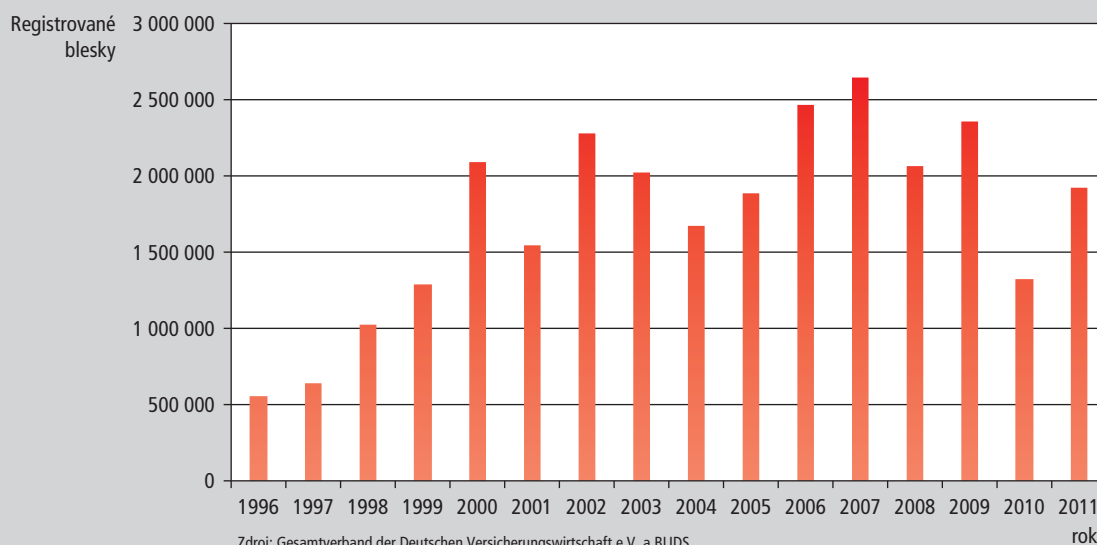
Čerpací stojany se nacházejí pod kovovou přečnívající střechou budovy a tedy v prostoru, který je před přímým úderem blesku chráněn. Z tohoto důvodu a také z důvodu mřížové zemnicí soustavy (**obrázek 9.21.1**) byly pro ochranu vedení k elektronice čerpacích

stojanů použity svodiče přepětí, a to jak na vstupu vedení do budovy, tak i na vstupu vedení do stojanu.

Základním předpokladem pro ochranu před přímými zásahy blesku je podle ČSN EN 62305 odborně provedený vnější hromosvod v kombinaci s důsledným potenciálovým vyrovnáním pro ochranu před bleskem a s dalšími opatřeními pro ochranu před přepětím. Tabulka v **obrázku 9.21.1** ukazuje typy ochran, které jsou vhodné pro ochranné připojení na různá rozhraní a systémové komponenty.

Je důležité, aby všechny kovové konstrukce (např. potrubí, pláště čerpacích stojanů, nádrže) byly pospojovány a spojeny se zemnicí soustavou budovy čerpací stanice. Norma ČSN EN 62305-3 doporučuje, aby zemnicí soustava měla zemní odpor $< 10 \Omega$. Pro spojení zemnicí soustavy s nádržemi s katodickou protikorozní ochranou lze použít pouze jiskřiště v Ex-provedení.

Sběrníkové systémy, senzory a IT připojení popsané v **obrázku 9.21.1** byly uvedeny jako příklad a bez nároku na úplnost. Pro instalaci jsou určující výhradně údaje z detailní projektové dokumentace a požadavky a informace od přebírajícího subjektu.



Obrázek 9.22.1 Počet úderů blesků v Německu v letech 1996-2011

Nezbytnost systémů ochrany před bleskem pro hřiště a sportoviště, a rovněž tak pro přilehlé prostory pro diváky se stále více veřejně diskutuje. Škody v nedávné minulosti a rostoucí četnost bouřek (**obrázek 9.22.1**) odůvodňují požadavek na ochranu. Údery blesků do osvětlovacích stožárů, do tribun a do ohrazení či dokonce přímo na hrací plochu vzniká potenciálně vysoké riziko pro sportovce i diváky. Osoby, které jsou zasaženy bleskem, nebo které stojí poblíž částí zařízení vedoucích bleskové proudy a v důsledku přeskoků i jimi proteče dílčí bleskový proud, musí počítat s těžkým zraněním nebo dokonce smrtí. Osoby, které nejsou bleskem přímo zasaženy, avšak nacházejí se blízko místa úderu (napěťový trychtýř), přemostují nohama nebo dotykem s jinými osobami životu nebezpečné napětí (krokové napětí). To má za následek úrazy jako fibrilace srdečních komor, poruchy srdečního rytmu, srdeční zástava a v neposlední řadě také zranění, která jsou při panickém úprku z areálu přímo naprogramována. Z tohoto důvodu stavební předpisy některých spolkových zemí na toto riziko poukazují:

Stavební objekty, u nichž v důsledku polohy, druhu stavby nebo způsobu využití může snadno dojít k zásahu blesku nebo tento může mít vážné následky, je třeba vybavit trvale účinnými hromosvody. (Bavorský stavební zákon, Bay Bo, čl. 44.) Tento článek dochází uplatnění i u sportovních zařízení. (Pozn.: v ČR lze takto aplikovat § 36 vyhl. 268/2009 Sb.)

V odborných kruzích byla proto vytvořena organizační pravidla pro chování a varovné pokyny, které preventivně upozorňují na nebezpečí úderu blesku. Včasně rozpoznání ohrožení znamená, že je možné opustit ohrožené prostory a stáhnout se do budovy nebo k tomu určených chráněných prostor. Doplňující opatření pro ochranu před bleskem redukuje riziko úrazu v kritickém okolí osvětlovacích stožárů, podél kovových plotů a na únikových trasách. Podrobnější informace je možné nalézt v publikaci VDE (německý elektrotechnický svaz, Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.) „Správné chování za bouřky“ nebo ABB (komise pro ochranu před blesky a jejich výzkum, Ausschuss für Blitzschutz und Blitzforschung), např. „Úvahy o úderu blesku na sportovišti ve Wald-Michelbachu 8. 8. 2008“. Dodatek 2 DIN EN 62305-3 popisuje, jak zřízovat pevně instalované ochranné systémy na budovách, osvětlovacích zařízeních a tribunách.

Ochrana budov před blesky / potenciálové vyrovnání pro ochranu před blesky

Přístřešky, šatny a klubovny slouží jako útočiště při náhlých prudkých lijácích a bouřkách. Pro budovy využívané takovýmto způsobem je nezbytný hromosvod s úrovní ochrany min. LPL III podle ČSN EN 62305-3 ed. 2. Podle dodatku č. 2 DIN EN 62305-3 je pro divácké prostory na nekrytých tribunách nutno aplikovat LPL II. Kovové oplocení a části tribun, stejně jako vlajkové stožáry nebo zobrazovací tabla, mohou při úderech blesku rovněž vést dílčí bleskové proudy. Tím způsobené potenciálové rozdíly jsou příčinou nekontrolovaných přeskoků. Ty pak způsobují požáry a ohrožují osoby a zvířata zdržující se v jejich bezprostřední blízkosti. Aby se tomu zabránilo, musejí se tyto části zařízení navzájem vodivě spojit. **Obrázek 9.22.2** ukazuje spojení hromosvodu s elektrickou napájecí sítí 230/400 V na vstupu sítě do budovy pomocí kombinovaného svodiče DEHNventil v hlavním rozvaděči. Příslušné potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem pro kovové a elektronické systémy navíc zabraňuje vzniku požáru uvnitř těchto budov.



Obrázek 9.22.2 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, s DEHNventil M



Obrázek 9.22.3 DEHNconductor – vodič HVI-light



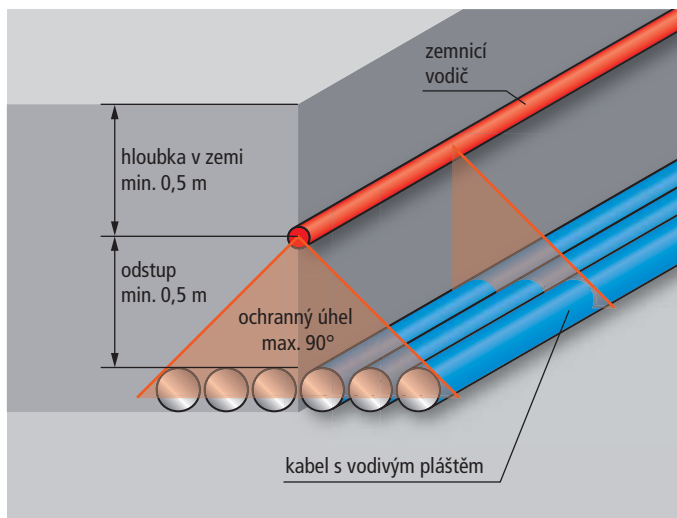
Obrázek 9.22.4 Vodič HVI instalovaný na stožáru

Oddálená jímací soustava

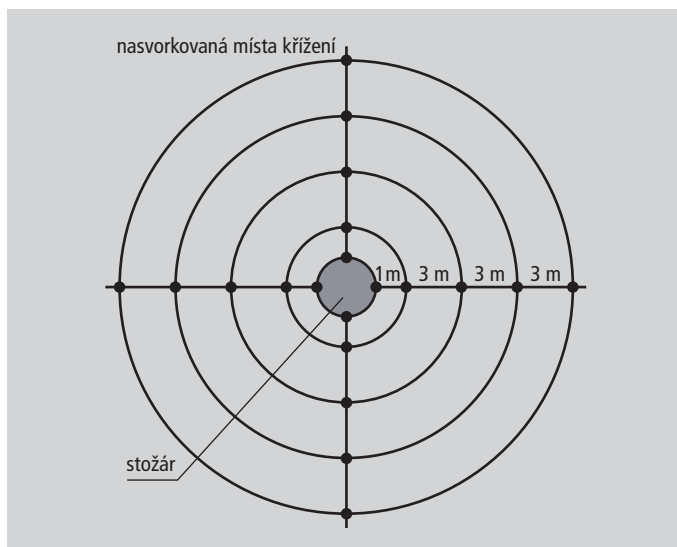
Podle současného stavu znalostí v oboru ochrany před bleskem jsou kovové osvětlovací stožáry s oddálenými jímáči chráněny před přímým zásahem blesku. Tyto součásti zařízení mají prostřednictvím elektrických vedení vodivé spojení s citlivými elektrickými a elektronickými zařízeními. Díky oddáleným jímáčům se svody DEHNconductor HVI-System (vysokonapěťové izolované vedení; **obrázek 9.22.3**) jsou vyloučeny přeskoky. Kovové osvětlovací stožáry, zobrazovací tabla, součásti tribun a vlajkové stožáry jsou tím zbaveny bleskových proudů a je tím zamezeno, aby tyto nebezpečné proudy mohly téci do citlivých elektrických systémů. **Obrázek 9.22.4** znázorňuje sestavu stožáru s DEHNconductor HVI-System chráněného před bleskovými proudy. Výška jímáče hrotu se odvozuje od úrovně ochrany LPL, která musí být předem stanovena. Vysokonapěťový izolovaný svod (vodič HVI) může být (s použitím specifického příslušenství a při dodržení montážního návodu) upevněn přímo na stožár. Bleskový proud je veden stranou, mimo stožár a elektrotechnickou instalaci.

Hromosvody na osvětlovacích stožárech

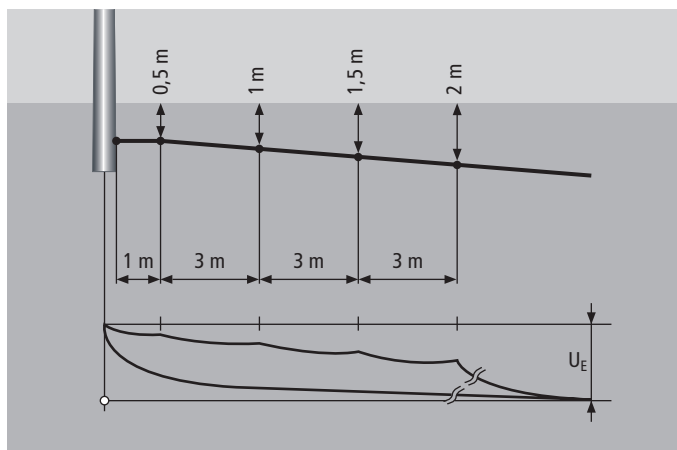
Osvětlovací soustavy, stojící blízko u okraje hrací plochy nebo na tribunách, by měly být vybaveny hromosvodem. Zemniče jednotlivých stožárů by měly být spojeny navzájem jakož i se zemniči budov



Obrázek 9.22.5 Ochranný prostor pro kabelovou trasu



Obrázek 9.22.6a Řízení potenciálu u stožáru



Obrázek 9.22.6b Řízení potenciálu u stožáru

areálu (klubovny, šatny nebo technické budovy). Tato přídatná spojení zlepšují potenciálové vyrovnání i účinnost jednotlivých zemničů a při správném trasování vytvářejí pro kabelové trasy k osvětlovacím stožárům ochranný prostor (**obrázek 9.22.5**).

Izolace stanoviště, dotykové a krokové napětí (řízení potenciálu)

Osoby nacházející se při úderu blesku přímo vedle osvětlovacích stožárů, zachytných plotů, vlajkových stožárů nebo přístřešků mohou být zasaženy bleskovými proudy, svýma nohama přemostovat vysoké potenciálové rozdíly (krokové napětí) nebo se za určitých

okolností přímo dotýkat vodivých konstrukcí (dotykové napětí). Z toho vyplývající riziko úrazu je možné snížit tím, že se jejich stanoviště odpovídajícím způsobem izoluje (izolace nášlapného povrchu). To zamezuje nebezpečí nepřípustně vysokého krokového a dotykového napětí při úderu blesku. Izolační vrstvu min. 5 cm asfaltu v okruhu kolem dotčené části zařízení je možné podle ČSN EN 62305 považovat za dostačující s ohledem na dotykové napětí. Alternativou je v určitých případech také instalace vodičů CUI s napěťovou pevností $\geq 100 \text{ kV}$ (1,2/50 μs).

Pro snížení krokového napětí je možné rovněž instalovat řízení potenciálu podle dodatku 1 DIN EN 62305-3. V tomto případě jsou kolem stožárů nebo kovových tribun v zemi uloženy další navzájem propojené zemniče (**obrázek 9.22.6a**). V prostoru řízeného potenciálu je potenciálový rozdíl nižší. Bleskový proud se může rozptýlit do země rovnoměrněji. S rostoucí vzdáleností od stožáru se hloubka zemničů má vždy o 0,5 m zvětšit (**obrázek 9.22.6b**). Krokové napětí je tím nižší, čím rovnoměrněji jsou zemniče uloženy, a nebezpečí úrazu je tak významně sníženo.

Golfové areály jsou zařízení s rozsáhlou a bohatou infrastrukturou. Zpravidla sestávají z klubu, haly pro vaky a vozíky (často s integrovaným tréninkovým odpalištěm), šatnami a sociálním zařízením, ochrannými chatkami, odstavišti golfových vozíků (s nabíjecími stanicemi). Velkoplošné zavlažovací zařízení zajišťuje kvalitu trávníku. Golfové areály jsou často tak vzdálené od rozvodných sítí nízkého napětí, že distributor zajistí připojku na hladině vn (kompaktní trafostanice).

Všeobecně je účelné pro jednotlivé části golfového areálu vyhodnotit rizika škod v důsledku zásahu bleskem, a to podle ČSN EN 62305-2 ed. 2, a z toho plynoucí výsledky zahrnout do projekce ochranných opatření.

Opatření pro ochranu před bleskem jsou kombinací vnější ochrany a potenciálového vyrovnání pro všechna vedení vstupující do/ vycházející z budovy (např. kovová potrubí plynu, vody stejně jako elektrická napájecí a signální vedení).

Opatření pro potenciálové vyrovnání k ochraně před bleskem podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 jsou např.:

- ➔ Instalace svodičů bleskového proudu typu 1 (např. DEHNventil) pro elektrická vedení.
- ➔ Přímé propojení kovových systémů (struktur) na sběrnici potenciálového vyrovnání.

Ochrany před přechodovými přepětími (v důsledku nepřímého zásahu blesku či spínacích dějů z elektrické sítě) se dosáhne instalací svodičů přepětí (svodič typu 2, např. DEHNguard). To zvyšuje bezpečnost a dostupnost (spolehlivost) zařízení. Normativní pokyny k tomu jsou obsaženy v normách ČSN EN 62305-4 ed. 2, ČSN 33 2000-4-443 ed.2 a ČSN EN 62561-2.

Ochranná přístřeší

Ochranné přístřešky, např. na golfovém hřišti, musí nabízet nejen ochranu před deštěm a vichrem, ale i před účinky blesku.

Pro zamezení nebezpečí při zásahu bleskem je zde nezbytná vnější ochrana před bleskem, kombinovaná s opatřeními k potlačení nepřipustně vysokého krokového a dotykového napětí na příchodu k chatce a uvnitř ní (viz **obrázek 9.23.1**). Při volbě umístění chatky je třeba vyhnout se exponovaným místům (na výšině, na kraji lesa, pod osamělými stromy).

Klubovna

Jestliže je do klubovny přivedena elektrická napájecí síť, pak se často v suterénu nachází hlavní domovní rozvaděč napájející jednotlivé okruhy (restaurace, sociální zařízení, obchod i další oddělené budovy).

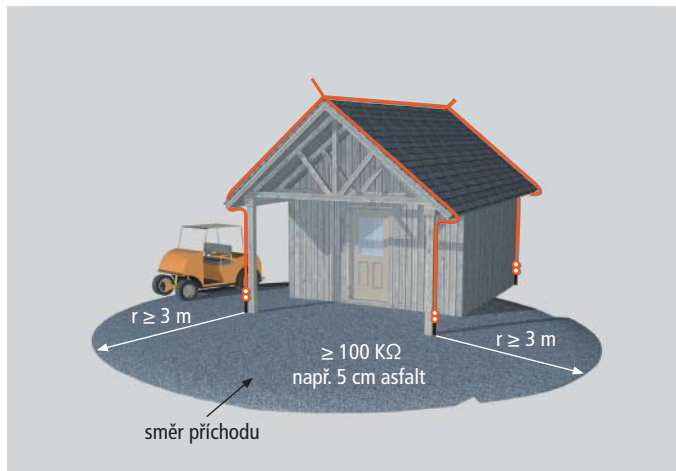
V tomto rozvaděči je instalován kombinovaný svodič typu 1, protože je třeba vyloučit ohrožení bleskovými proudy zavlečenými z napájecí sítě, a to nezávisle na tom, zda je realizována vnější ochrana před bleskem (viz **obrázek 9.23.2**). V podružných obvodech jsou pak instalovány svodiče přepětí typu 2.

V technické místnosti klubovní budovy také zpravidla končí telefonní a datová přípojka. V tom nejjednodušším případě je přivedeno několik vedení (U_{ko}) pro telefon a pro data/internet.

Na vedení U_{ko} je blízko jejich vstupu do budovy instalován kombinovaný svodič typu 1 pro informační technologie.

Kancelářská komunikace, RFID systémy pro výdej míčků, vstupní oprávnění a zapůjčování vozíků jsou důležité funkce. Proto by měla být příslušná síťová karta opatřena svodičem přepětí pro LAN a její síťové napájení chráněno svodičem přepětí typu 3.

Je třeba neopominout ochranné zapojení vysílací/přijímací antény RFID systému či satelitní antény pro příjem TV/R u vstupu do budovy.



Obrázek 9.23.1 Ochrana před krokovým a dotykovým napětím pro chatku s jedním vchodem a s definovaným směrem příchodu

Hala pro vozíky s tréninkovým odpalištěm

V souvislosti s vnější ochranou před bleskem je často neodmyslitelně nutné řešit opatření k zamezení nepřipustně vysokého krokového či dotykového napětí. Tato opatření je třeba učinit v prostorách pod stříškou a u vstupu, kde je předpokládán vysoký pohyb osob. K tomu účelu je možno použít různá opatření.

Jedním je např. dodržení povrchového el. odporu $\geq 100 \text{ k}\Omega$ ve vymezeném ochranném prostoru 3 m kolem svodu (např. 5 cm asfalt).

Jak bylo zmíněno v úvodu, je třeba blízko vstupu do budovy provést potenciálové vyrovnání rozličných systémů. Pokud se na základě analýzy rizik ukáže, že je to nutné, je třeba uskutečnit další ochranná opatření proti přepětí až ke koncovým zařízením (viz **obrázek 9.23.3**).

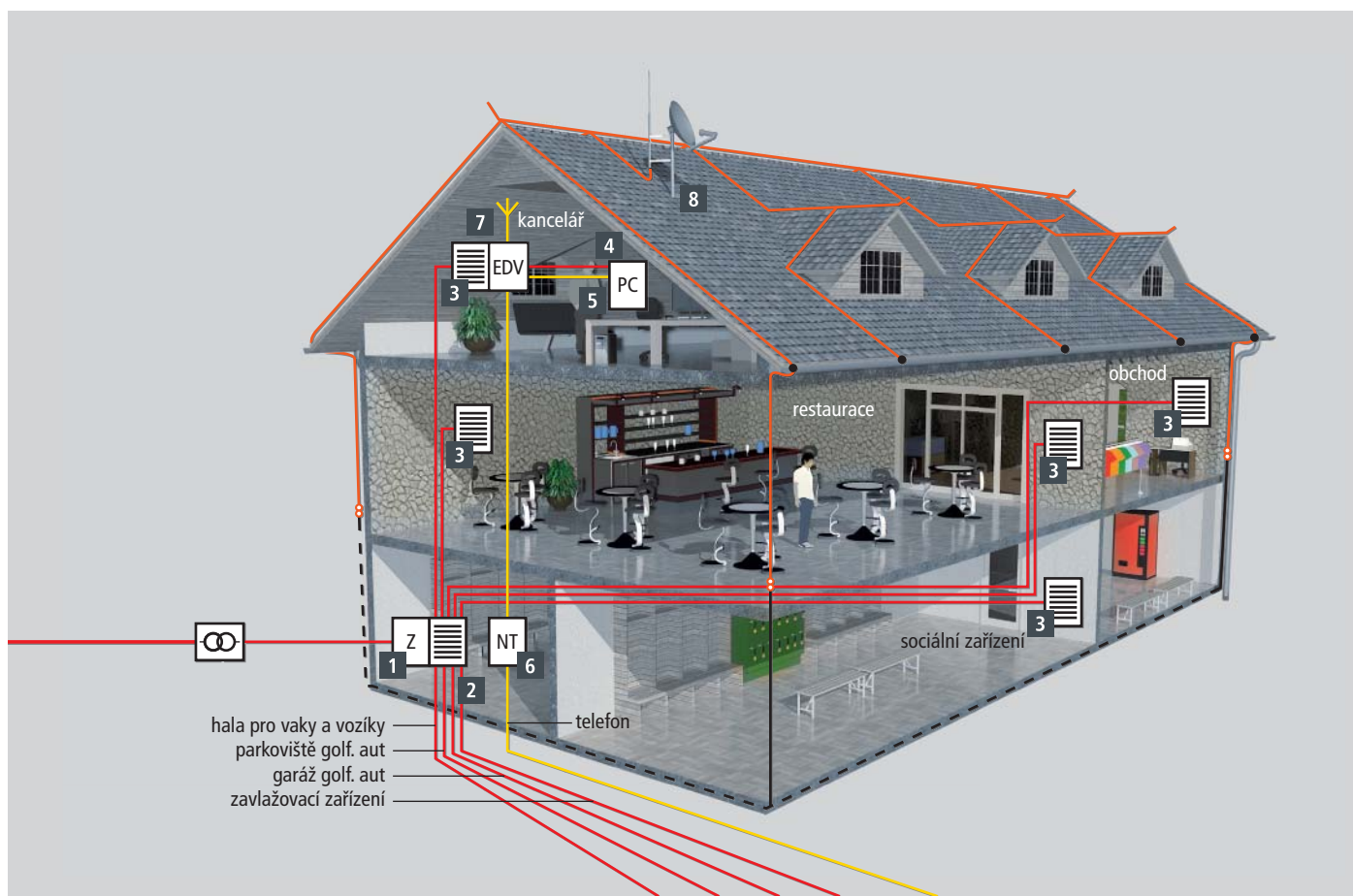
U parkoviště golfových autíček a v jejich garáži se ohledně ochranných opatření postupuje podle stejných principů, jako u haly pro golfové vozíky s tréninkovým odpalištěm.

Zavlažovací zařízení

Zařízení je většinou napájeno z umělého rybníku. Potřebná čerpadla se nacházejí v podzemních šachtách a jsou řízena z technické budovy (**obrázek 9.23.4**).

Tlakové vodní potrubí prochází celým golfovým areálem. Odbočkami napájené zavlažovače zavlažují jednotlivé greeny a odpaliště. Elektromagnetické ventily, instalované přímo u zavlažovačů nebo v zemních boxech, uvolňují tlak vody a nechávají zavlažovače vysunout z jejich zapaštěné pozice. Pro aktivaci jednotlivých zavlažovačů jsou elmg. ventily řízeny pomocí dekodérů. Datový přenos je uskutečněn po dvoudrátovém okružním vedení společně s napájecím ventilů (např. 35 V/1 Hz, 1,1 A). Toto dvoudrátové vedení může být celkem přes 10 km dlouhé. Přípojná vedení k elmg. ventilům však nepřekračují délku 150 m, protože by jinak docházelo k nepřipustně vysokým úbytkům napětí.

Dlouhé dvoudrátové vedení a také dlouhá vedení k elmg. ventilům zde představují to největší ohrožení přepětím. Proto jsou v praxi na dvoudrátovém okružním vedení po každých cca 150 m instalovány odpovídající ochranné přístroje proti přepětí. Již při instalaci tlakového potrubí a okružního vedení je třeba se postarat o zřízení



	Ochranná opatření	Síť	Typ	Kat. č.
1	Kombinovaný svodič na mont. lištu	TN-C TN-S TT	DEHNventil DV M TNC 255 DEHNventil DV M TNS 255 DEHNventil DV M TT 255	951 300 951 400 951 310
	Kombinovaný svodič na přípojnicí	TN-C TN-S TT	DEHNventil DV ZP TNC 255 DEHNventil DV ZP TT 255 DEHNventil DV ZP TT 255	900 390 900 391 900 391
2	I_{uv} ➔ východ z budovy < 15 m, svodič blesk. proudů na mont. lištu	TN-S TT	4 x DEHNbloc DB M 1 255 3 x DEHNbloc DB M 1 255 + 1 x DEHNgap DGP M 255	961 120 961 120 + 961 101
3	Svodič přepětí na montážní lištu	TN-S TT	DEHNguard DG M TNS 275 DEHNguard DG M TT 275	952 400 952 310
4	Svodič přepětí do inst. krabice / v zásuvce	všechny	DEHNflex DFL M 255 přepětíový modul pro zásuvky STC 230 SFLProtector SFL PRO 6X	924 396 924 350 909 250
Rozhraní			Typ	Kat. č.
5	LAN datová síť		DEHNpatch DPA M CAT6 RJ45S 48	929 100
6	Telefon	1 trunk 2 trunks	BLITZDUCTOR BXT ML2 BD 180 + základna BXT BAS BLITZDUCTOR BXT ML4 BD 180 + základna BXT BAS	920 247 + 920 300 920 347 + 920 300
7	Anténa WLAN		DEHNgate DGA G BNC + mont. úhelník	929 042 + 106 329
8	Anténa SAT		DEHNgate DGA FF TV	909 703

Obrázek 9.23.2 Ochrana nízkonapětových a datových sítí a vybavení klubovny proti přepětí

strojených, korozivzdorných zemničů (hloubkové zemniče nebo pa-prskové souběžné zemniče), aby bylo možno přepětíové ochrany na místě řádně uzemnit.

Technická budova

U vstupu do technické budovy je třeba zřídit ochranné potenciálové vyrovnání pro tlakové vodní potrubí, dvoudrátové okružní vedení, datové i napájecí přípojky i pro přívody k čerpadlům.

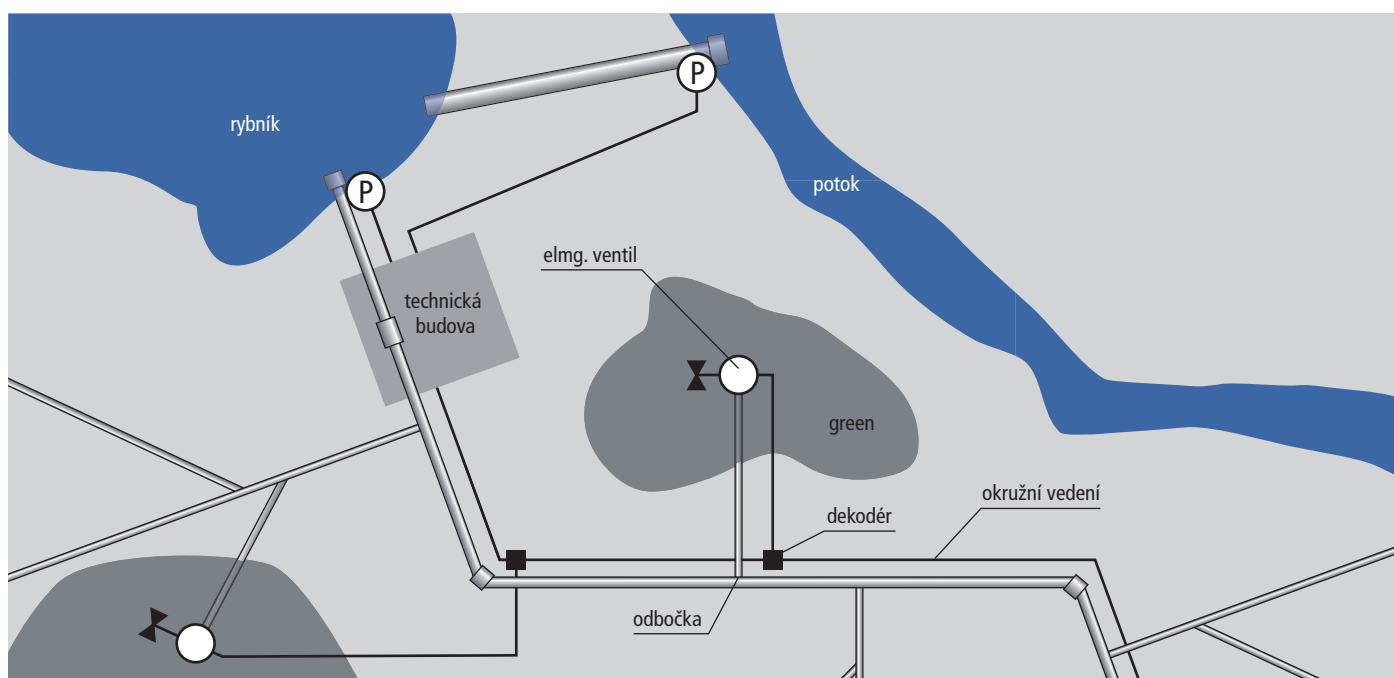
V závislosti na velikosti budovy mohou být pro vnitřní vedení potřebná další ochranná opatření realizovaná u jednotlivých zařízení (obrázek 9.23.5).

Všechna zde představená řešení ochrany jsou příklady. Ochrana před bleskem a přepětím musí být přizpůsobena konkrétním místním okolnostem a podmínkám.

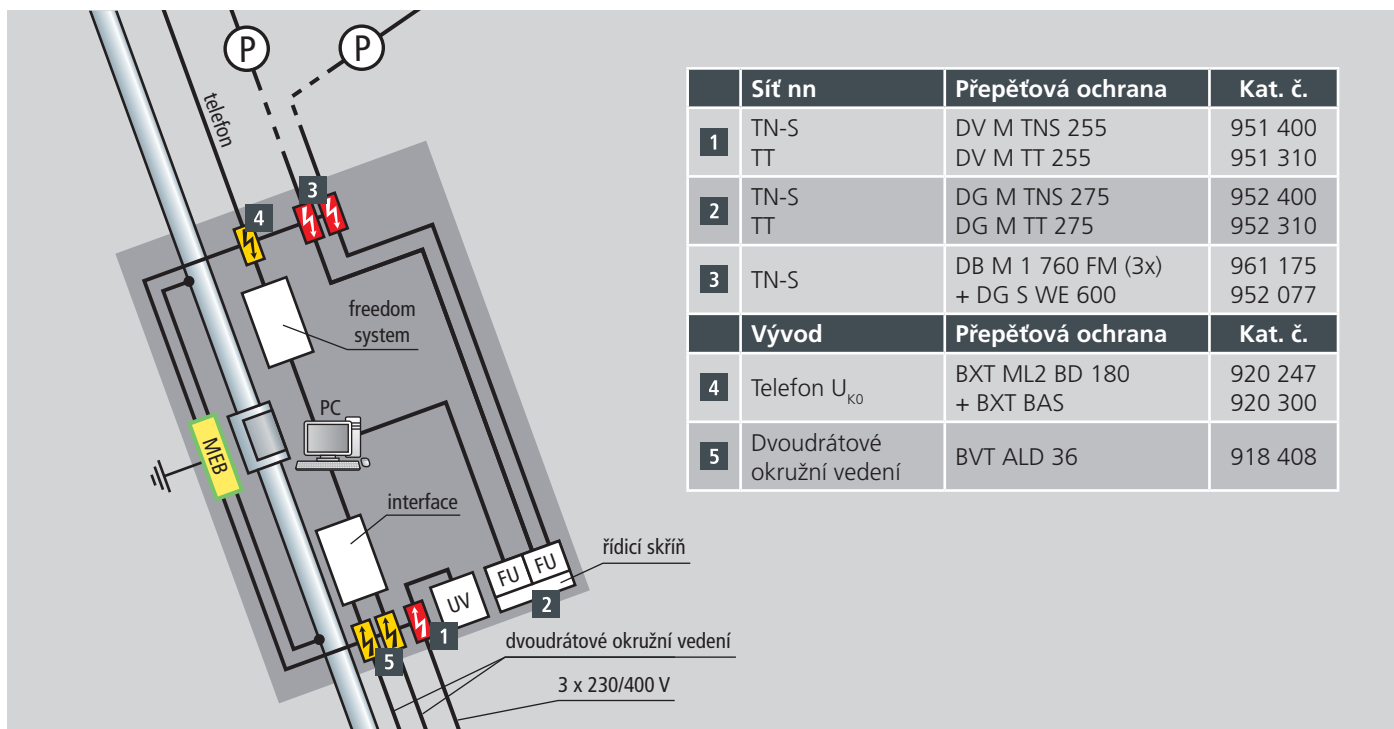


	Svodič	Síť	Typ	Kat. č.
1	Kombinovaný svodič na mont. lištu	TN-S TT	DEHNventil DV M TNS 255 DEHNventil DV M TT 255	951 400 951 310
2	Svodič přepětí, v inst. krabici Svodič přepětí na mont. lištu	všechny	DEHNflex DFL M 255 DEHNrail DR M 2P 255	924 396 953 200
	Rozhraní		Typ	Kat. č.
3	Anténa WLAN		DEHNgate DGA G BNC + mont. úhelník	929 042 + 106 329

Obrázek 9.23.3 Ochrana haly pro vaky a vozíky a s integrovaným odpalištěm před přepětím, krokovým a dotykovým napětím



Obrázek 9.23.4 Tlakové rozvody s odbočkami, elektromagnetickými ventily, okružním vedením a dekodéry



Obrázek 9.23.5 Technická budova s rozvaděči elektro, řídící skříní, zavlažovacím zařízením, PC, interfejsy a datovým řídicím systémem

Kostely jakožto budovy vysoké kulturní hodnoty a rovněž místa shromažďování osob je třeba vybavovat trvale účinnými hromosvody. V normě pro ochranu před blesky DIN EN 62305-3 v dodatku 2 je tato problematika pojednána v oddílu 18.

ČSN EN 62305-4 ed. 2 popisuje, jak realizovat ochranu proti přepětí. Navíc ČSN 33 2000-1 ed. 2 (HD 60364-1) vyžaduje, aby majetek byl chráněn proti poškození způsobenému přepětím vyvolaným atmosférickými jevy nebo spínacími procesy (čl. 131.6.2).

Obrázek 9.24.1 ukazuje standardní řešení a detail ochrany vedení pro řízení zvonů ukazuje **obrázek 9.24.2**.

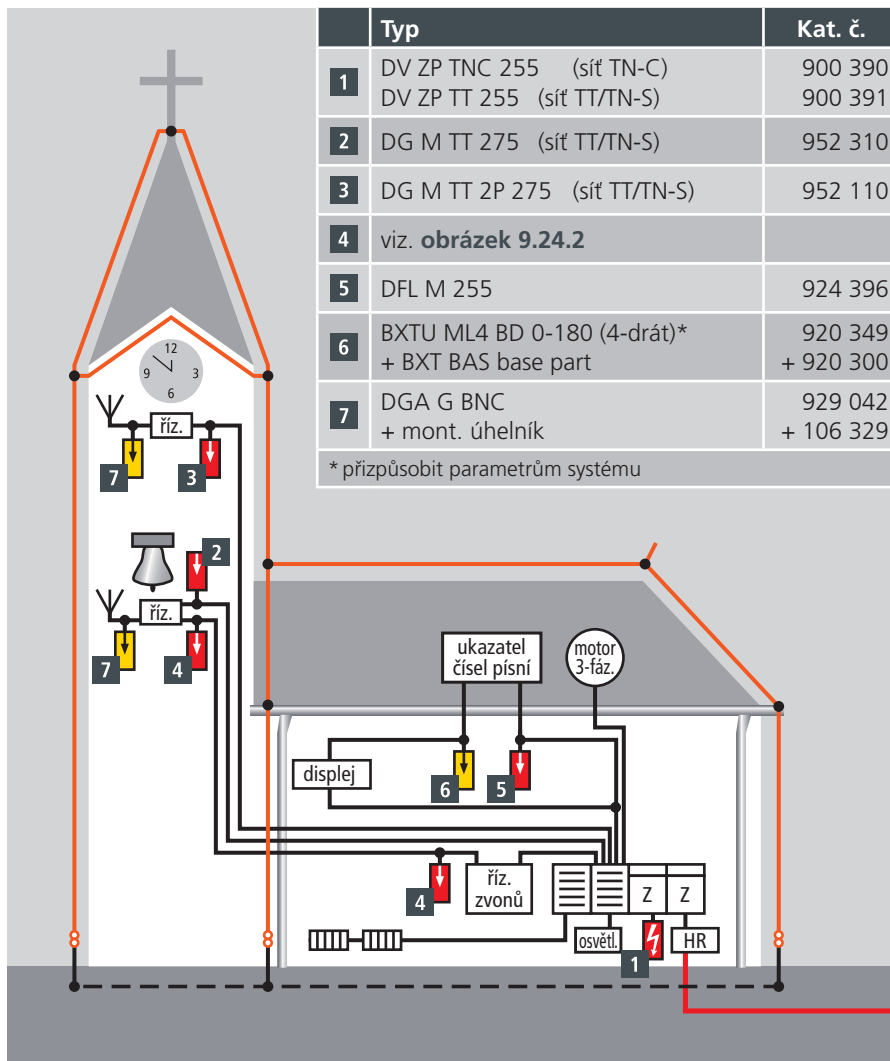
Dodržení dostatečné vzdálenosti s mezi svody příp. bleskovými proudy zasaženými vodičnými částmi na straně jedné, a vodiči vedenými kostelní věží na straně druhé, sice vylučuje nebezpečí přeskočení, nikoli však elektromagnetickou vazbu. Pro její minimalizaci je možné realizovat tato opatření:

- ➔ krátké délky vedení,
- ➔ malé nebo žádné smyčky.

Pokud toto není možné, je nezbytná instalace přepětových ochran.

Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem

Hromosvod vyžaduje potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem, a to jak pro kovové systémy v budově, tak i pro všechny kabely přicházející v zemi. U kostelních objektů se to vždy týká napájecí sítě nn a případně dalších kabelů (např. osvětlení cesty).



Obrázek 9.24.1 Princip vnějšího a vnitřního hromosvodu kostela s věží

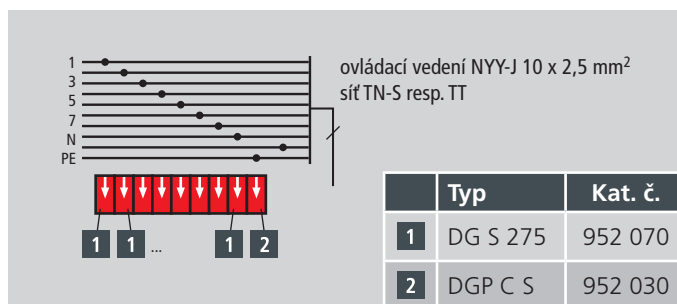
Ochrana před přepětím

Vedení uložená ve věži a v chrámové lodi jsou často dlouhá a/nebo vytvářejí smyčky. Týká se to především vedení k elektrickým věžním hodinám a k řízení zvonů. Oba systémy bývají dnes synchronizovány s přesným časem pomocí DCF 77.

Pokud ukazatel čísel písni není ovládán bezdrátově, je rovněž zde třeba počítat se zvýšenou elektromagnetickou vazbou.

Vedle již uvedených systémů je včet dotčených systémů možno rozšířit i o trubkové topení, varhany a ozvučení.

Přepětové ochrany SPD typu 2 pro napájecí síť (230 V příp. 230/400 V) v tomto příkladu osazení nevyžadují separátní ekvipotenciální vodič k hlavní ekvipotenciální přípojnici MEB, protože již první přepětová ochrana má toto připojení.



Obrázek 9.24.2 Příklad přepětové ochrany pro řízení zvonů

V průmyslu, obchodě i zemědělství se z ekonomických důvodů používají zářivková svítidla s trubicemi o průměru 26 mm příp. 16 mm s elektronickými předřadníky.

Ve vysokých halách bývají instalovány pásy panelových svítidel s úzkým vyzařovacím úhlem. Samotná hromadná výměna světelných zdrojů (cca 16.000 hodin provozu u trubic 26 mm, cca 20.000 hodin u trubic 16 mm) je v takovém případě spojena s vysokými náklady. K jejímu provedení jsou třeba horolezci nebo zdvihací technika a výměna obvykle probíhá mimo provozní dobu.

Co však v případě, že některé předřadníky jsou poškozeny přepětím, nebo dokonce vysadí celý osvětlovací pás? Pak vzniká potřeba okamžitého řešení, jelikož pak často není k dispozici minimální nezbytná intenzita osvětlení, což vedle snížení pracovního výkonu může vést i k nehodám.

Norma ČSN 33 2000-4-443 ed. 3 (IEC 60364-4-44) se zabývá ochranou před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením, specificky ochranou před atmosférickým nebo spínacím přepětím. Kapitola 443.3.2.2 popisuje instalaci SPD typu 2 příp. typu 3 v komerčních budovách.

Často dlouhé přívody k osvětlovacím pásům představují dobrý příjmač rušivých polí. Ani svodič přepětí SPD typu 2 ani kombinovaný svodič SPD typu 1 instalovaný v napájecím rozvaděči nemůže zabránit naindukovaným napěťovým špičkám na svorkách svítidel. To vyžaduje další svodiče přepětí v bezprostřední blízkosti pásu svítidel.

Nebezpečí vazebního přenesení impulsů do samotných pásů svítidel se významně sníží při použití svítidel v třídě ochrany I (tj. s připojením PE). Pokud jsou svítidla v provedení s dvojitou či zesílenou izolací,

pak je často kabeláž světelného pásu vedena v kovovém nosném profilu a díky tomuto stíněnému provedení dobře chráněna.

V praxi se vyskytují jak pásy svítidel napájené jednofázově 230 V/50 Hz, tak i třífázově 3 x 230/400 V/50 Hz. Pro oba případy platí, že maximální počet připojených svítidel je limitován průřezem průchozí kabeláže. Aby bylo možné pro jistění zohlednit i náběhové proudy elektronických předřadníků, uvádí výrobce svítidel maximální počet připojitelných svítidel v závislosti na jmenovitém proudu nadproudového jistění. To znamená, že např. při 16 A jističi s charakteristikou B je možno připojit max. 13 elektronických předřadníků dvouzářivkových svítidel T26/58, ačkoli provozní proud je $13 \times 0,58 \text{ A} = 7,54 \text{ A}$. Protože svítidla nezpůsobují přetížení, postačí jistit vedení pouze proti zkratu. Také úbytek napětí na vedení není určen jmenovitým proudem jističe, nýbrž provozním proudem svítidel.

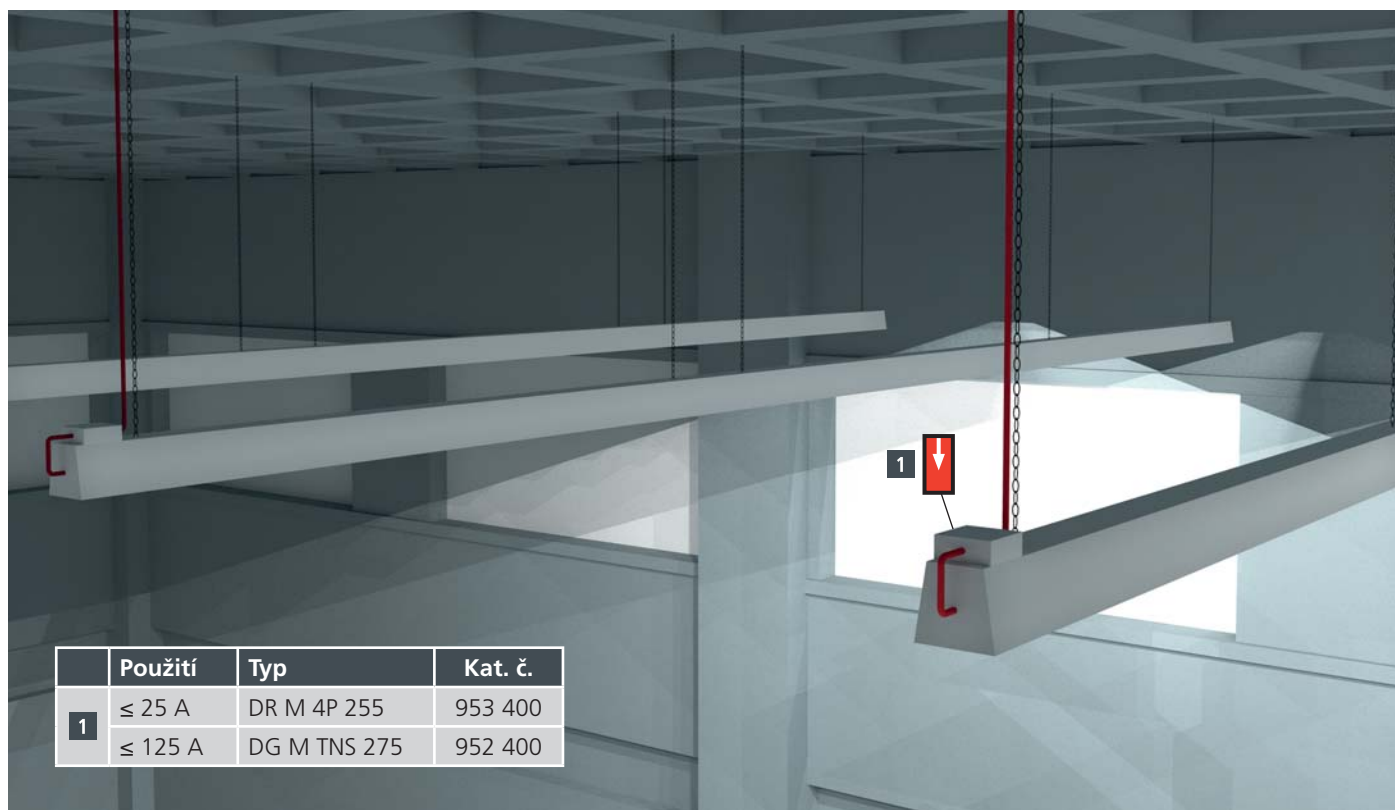
V praxi jsou u menších, střídavým napětím 230 V napájených pásů svítidel s předjistěním 16 A, používány svodiče přepětí typu 3 (**obrázek 9.25.1**). Jejich malé rozměry umožňují montáž uvnitř tělesa svítidla.

Pro pásy svítidel napájené třífázově se při předjistěním do 25 A nabízí svodiče přepětí typu 3 na montážní lištu, které mohou být montovány v instalační krabici „na omítku“ s odpovídajícím krytím přímo na nosný profil pásu svítidel (**obrázek 9.25.2**). Tato varianta montáže je doporučena v případě, že svítidla jsou zavěšena na několikametrových závěsech.

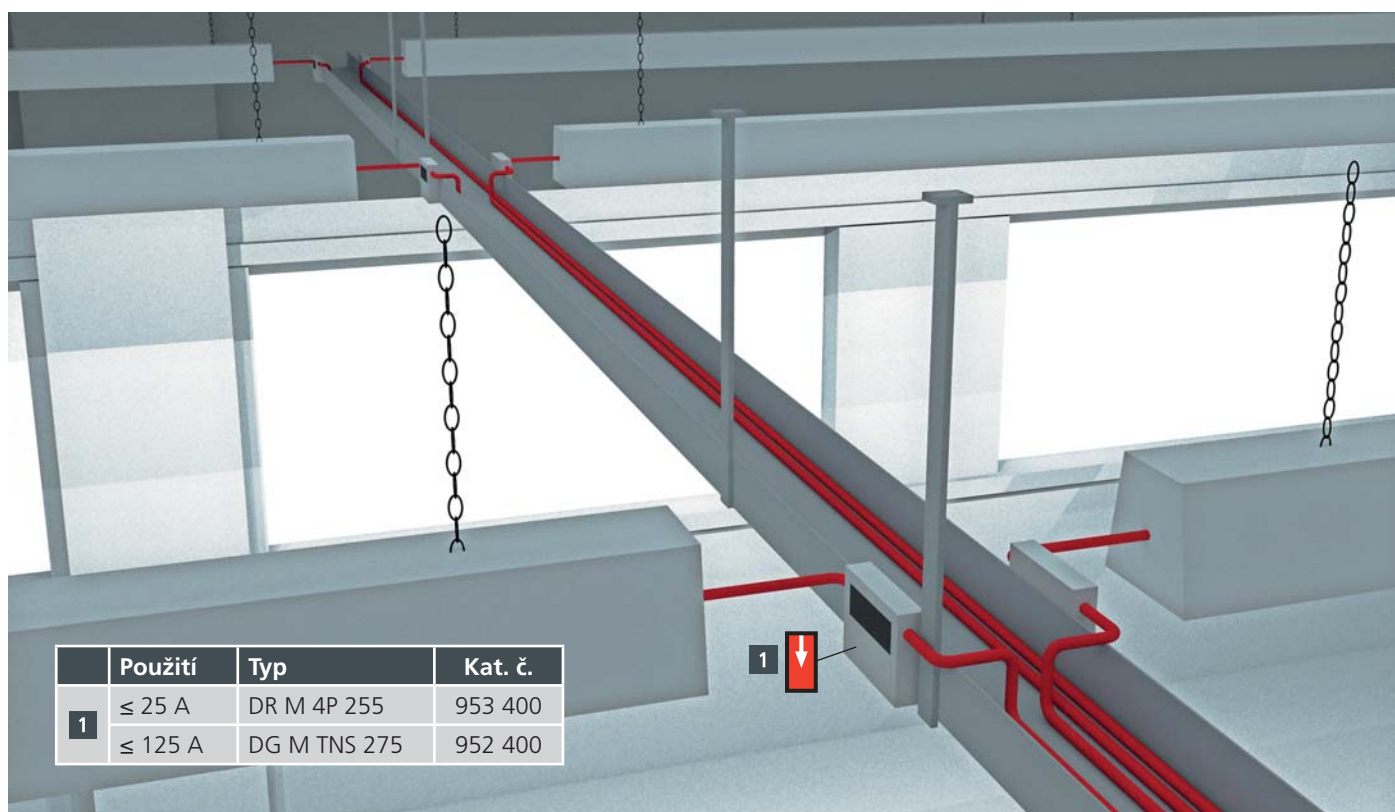
Pokud jsou uvedená svítidla montována blízko stropu, měla by být zvolena montáž výše uvedených instalačních krabic na kabelové žlaby (**obrázek 9.25.3**).



Obrázek 9.25.1 Svodič přepětí typu 3 v osvětlovacích tělesech kancelářských prostor



Obrázek 9.25.2 Svodič přepětí typu 3 resp. typu 2 v instalační krabici „na omítku“ na nosném profilu osvětlovacího pásu



Obrázek 9.25.3 Svodič přepětí typu 3 resp. typu 2 v instalační krabici „na omítku“ na kabelovém žlabu

Pokud jsou výkonné pásy svítidel napájené třífázově (jmenovitý proud > 25 A) dlouhým vedením, musí být často zvolen větší průřez vodičů pro dodržení dovoleného úbytku napětí a impedance smyčky. V takových případech bývá průřez přívodního vodiče redukován v rozvodné krabici těsně před připojením svítidla na průřez

vhodný pro jeho svorky (zpravidla 2,5 mm²). Zde se nabízí instalace svodičů přepětí SPD typu 2. Ty jsou na trhu v provedení pro síť TN-S i TT. Uvedené vodiče mohou být předjištěny až do 125 A, což však z důvodu zatížení kabeláže pásu svítidel při zkratu beztak nepříchází v úvahu.

Výtahy se používají k dopravě osob i nákladů ve všemožných soukromých i komerčních prostorech. Pro malé výšky zdvihu se často používají výtahy s hydraulickým pohonem, v opačném případě na lanech zavěšené výtahy s protiváhou. Rychlosti osobních výtahů začínají u 1 m/s, u budov střední výšky a u výškových budov do 8 m/s, a u výškových budov příští generace až 17 m/s. Nákladové výtahy mají nosnost až do 5 tun.

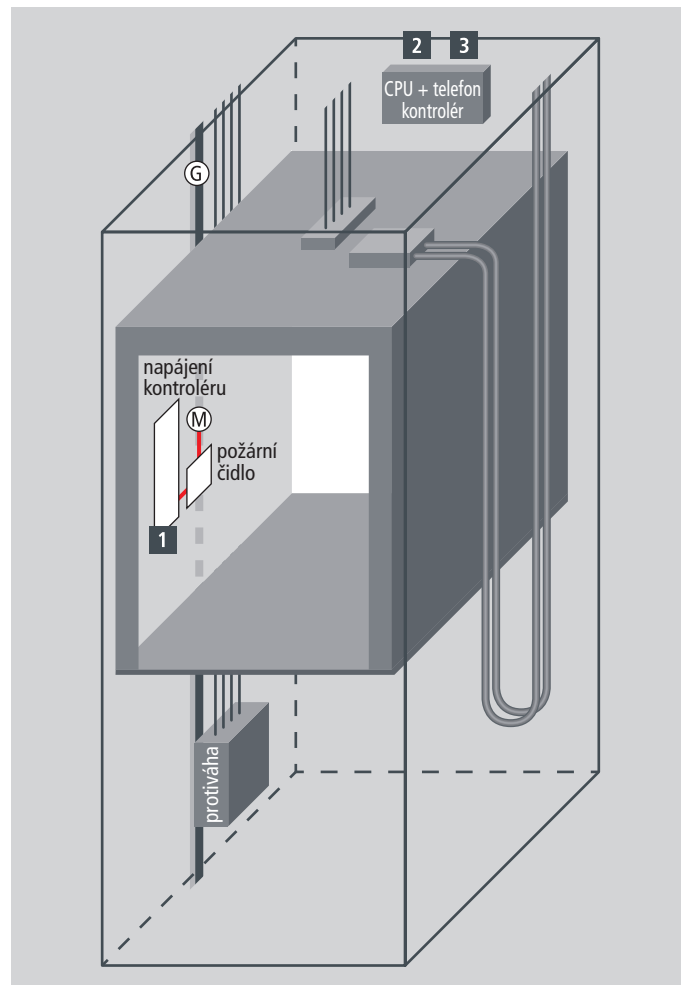
Výtahy jsou vybavovány mnoha funkcemi:

- ➔ měkký, frekvenčním měničem řízený rozjezd a dojezd,
- ➔ opatřeními pro optimalizaci provozu (např. vynechání zastávek při plném zatížení, přednostní jízda, chování výtahu při požáru),
- ➔ funkce pro úsporu energie, které při jízdě prázdné kabiny i v klidu vypnou osvětlení a ventilaci kabiny,
- ➔ rekuperace energie, kdy při jízdě zatíženého výtahu dolů nebo prázdného nahoru převedou mechanickou energii do elektrické napájecí sítě.

Tyto funkce jsou možné jen prostřednictvím elektroniky, která je však citlivá.

Výrobci výtahů činí nejrůznější opatření pro to, aby se rušivé vlivy indukované do kabeláže a technologie výtahu potlačily na únosnou míru. Přesto, ať se jedná o kovové a tedy stínící skříně rozvaděčů nebo o způsob vedení a vlastnosti kabelů, všechna tato opatření nemohou zabránit tomu, aby technologií výtahu poškozovala tranziční přepětí přivedená po kabelu.

V technice výtahů jsou používány periferní jednotky (např. obslužné panely či displeje na podlažích) s prefabrikovanými propojovacími kabely s konektory. Zapojení přepětových ochran se tedy omezuje na silovou přípojku napájecí sítě, telefonní vedení a, pokud je instalován, požární hlásič (**obrázek 9.26.1**).



	Použití	Typ	Kat. č.
1	Síť TN-S Síť TT	DG M TNS 275 DG M TT 275	952 400 952 310
2	Telefon U_{ko} / pobočka	BXT ML2 BD 180 + BXT BAS	920 247 920 300
3	Požární čidlo → PLC	BXT ML2 BE S 24 + BXT BAS	920 224 920 300

Obrázek 9.26.1 Zapojení přepětové ochrany výtahu

K tomu, aby bylo možné v případě požáru bezpečně opustit budovu, je nezbytné, aby únikové cesty byly udržovány prosté kouře. Kouř zhoršuje orientaci i dýchání lidí.

Zařízení pro odtah kouře a tepla jsou vybavena jak ručními, tak i automatickými hlásiči požáru, detekujícími kouř nebo vysokou teplotu, a pomocí elektromechanicky nebo pneumaticky poháněných oken či světlíků odvádějí kouř a teplo z únikových cest. Kromě této hlavní úlohy jsou tato okna a světlíky používány pro větrání. K tomu slouží přídavné ovladače, které mohou potlačit ovládací příkazy nižší priority. Protože tyto systémy musí být funkční i při výpadku napájecí sítě, jejich ústředny jsou vybaveny akumulátory zajišťujícími napájení požárních hlásičů a odtahu kouře a tepla. Pro to také bývají pohony oken a větracích světlíků stejnosměrné.

V následujících příkladech je pro dimenzování přepětových ochranných uvažováno napájecí napětí 24 V DC, obvyklé v této oblasti techniky. Dále použijeme větrací světlíky s elektromechanickým pohonem a s odběrem nepřekračujícím 1,8 A DC resp. 4 A DC.

Budova s nekovovou střechou a s vnějším hromosvodem

Zapuštěné nebo vyčnívající střešní nástavby staveb vybavených vnějším hromosvodem musí být podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 umístěny v ochranném prostoru jímací soustavy při dodržení dostatečné vzdálenosti s , a to tehdy, jakmile jsou překročeny následující mezní hodnoty:

Zapuštěné nebo vyčnívající kovové nástavby:

- ➔ 0,3 m výšky nad rovinou střechy,
- ➔ celkové plochy nástavby 1,0 m²,
- ➔ délky nástavby 2,0 m.

Zapuštěné nebo vyčnívající nekovové nástavby:

- ➔ výšky 0,5 m.

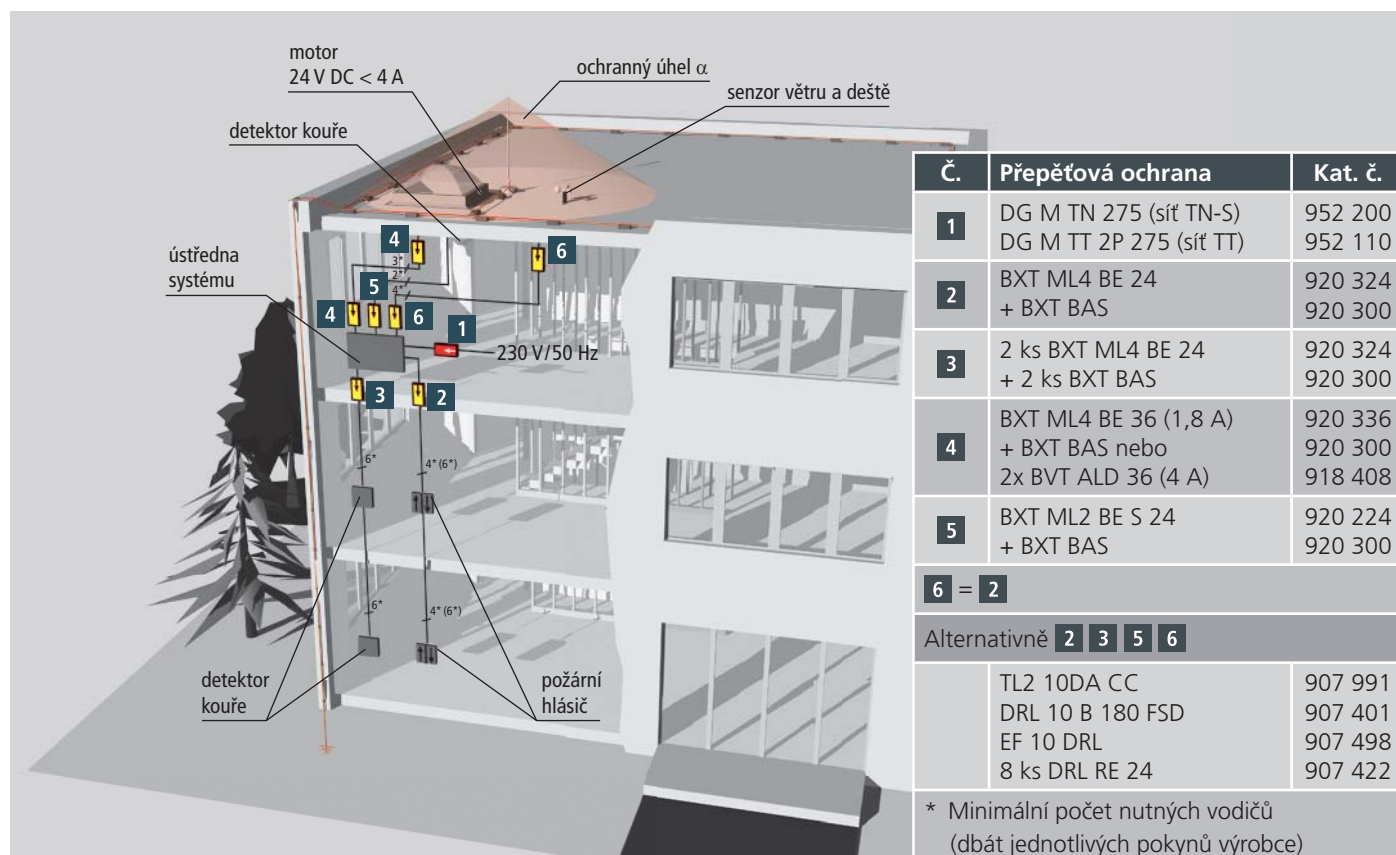
Z výše uvedených důvodů musí být větrací světlíky odpovídající velikosti chráněny před zásahem blesku.

Díky instalovaným jímacím tyčím se světlíky nacházejí v ochranném prostoru v ochranné zóně LPZ 0_b, znamenající žádné zasažení zde instalovaných zařízení bleskovými proudy (**obrázek 9.27.1**). Svodič přepětí zde plní požadavky kladené v této zóně ohledně induktivní vazby.

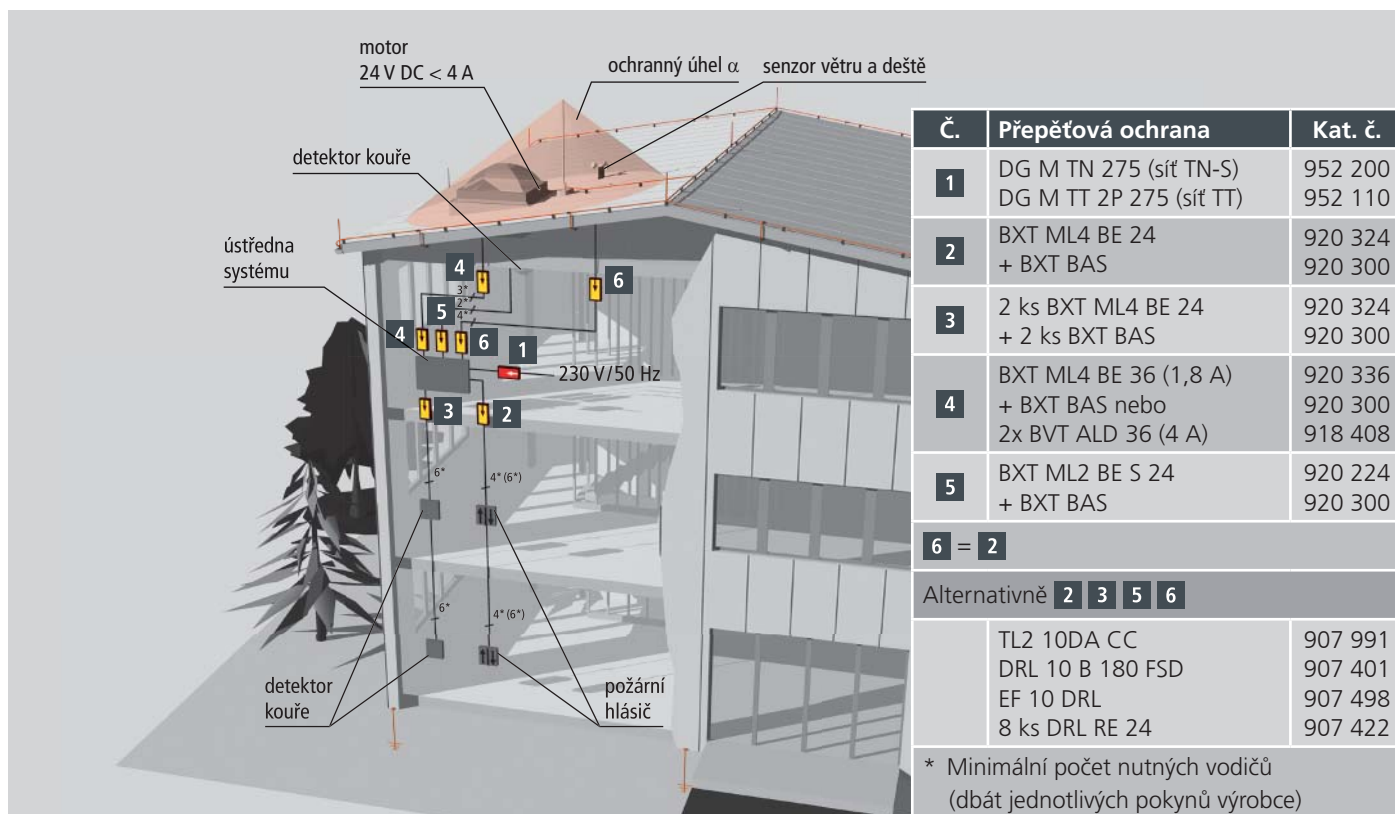
Stavba s kovovou střechou a s vnějším hromosvodem

Na rozdíl od staveb s nekovovou střechou a vnějším hromosvodem zde platí různé normativní předpisy ohledně použitelnosti kovových střech jako jímací soustavy a ohledně jejich schopnosti vedení bleskového proudu:

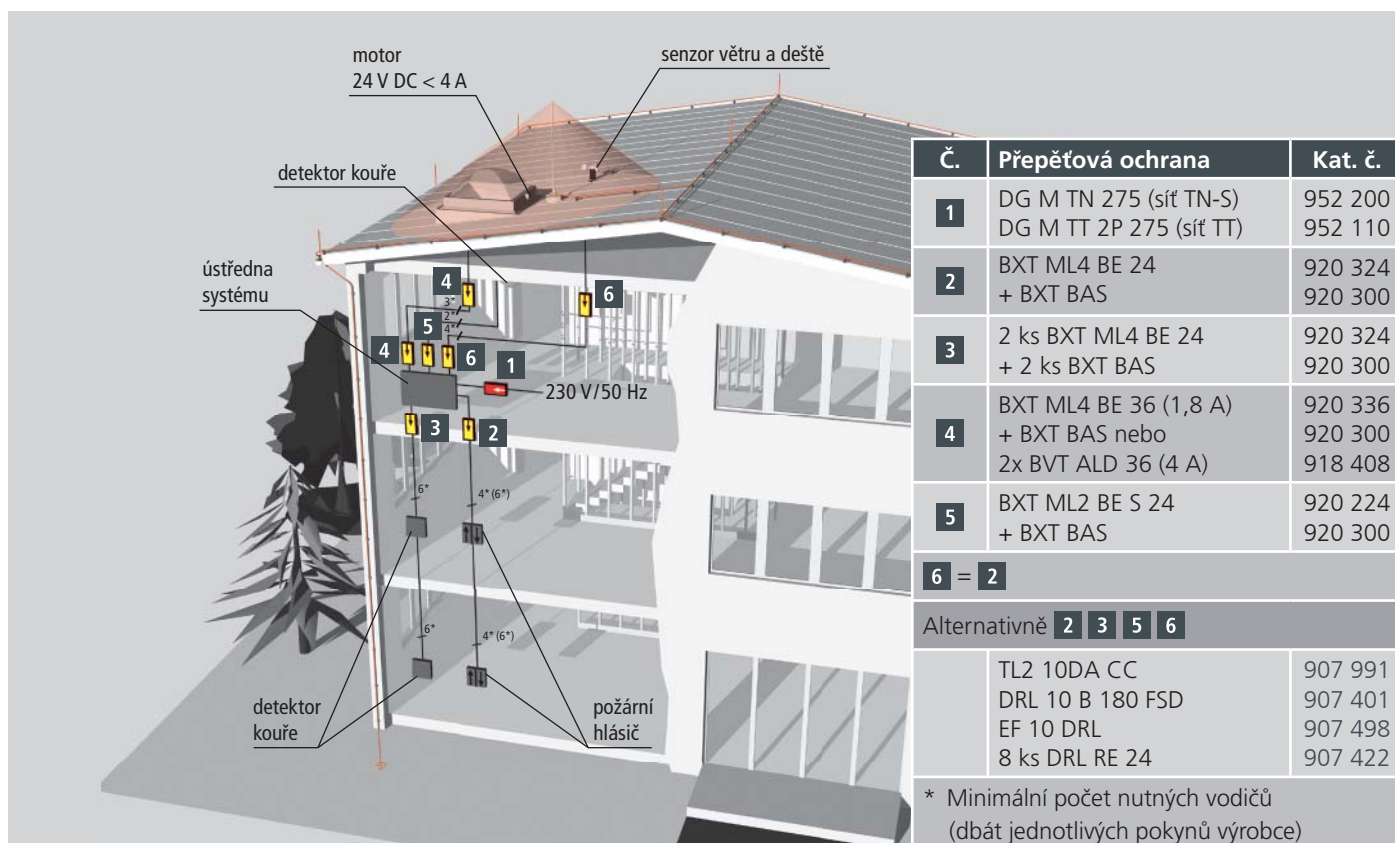
1. Kovová střecha může být použita jako přirozený (náhodný) jímáč pouze pokud výrobce krytiny potvrzuje její použitelnost jako jímací soustavu (ČSN EN 62305 3 ed. 2).
2. Kovová střešní krytina nemá požadovanou tloušťku t (ČSN EN 62305-3 ed. 2, tabulka 3) a musí být chráněna proti přímým zásahům blesku, jelikož by její propálení mohlo způsobit požár snadno zápalných či dřevěných materiálů pod střešní krytinou a došlo by k porušení vodotěsnosti střechy. Jímací soustava musí být propojena navzájem vodiči a spoji dimenzovanými pro bleskové proudy (např. testovanými svorkami, tvrdým pájením, svařováním, lisováním, šroubováním nebo nýtováním).
3. Kovová střešní krytina má nezbytnou tloušťku t (ČSN EN 62305 3 ed. 2, tabulka 3).



Obrázek 9.27.1 Světlík v ochranném prostoru jímáče na nekovové střeše budovy s vnějším hromosvodem



Obrázek 9.27.2 Světlík v ochranném prostoru jímáče na kovové střeše budovy se strukturou kovových svodů (kovový skelet, popropojovaný armovaný beton nebo uzemněná fasáda)



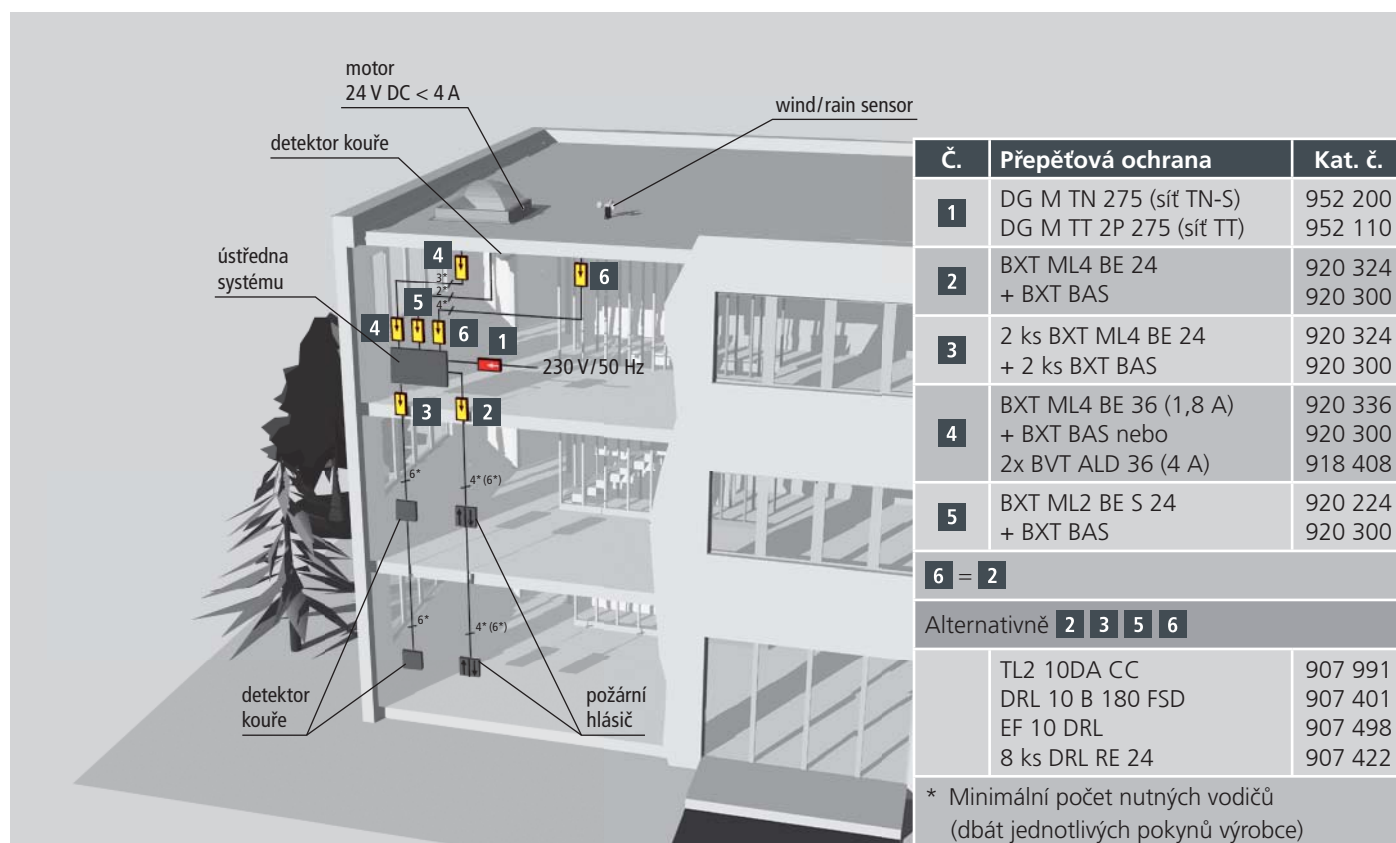
Obrázek 9.27.3 Světlík v ochranném prostoru jímáče na kovové střeše budovy s tradičními svody

Ve spojení s popsány variantami provedení kovových střeš rozlišujeme ještě dvě varianty svodů:

A. Stěny sestávají z propojeného armování schopného vést bleskové proudy, nebo mají kovovou konstrukci. V těchto případech není třeba dodržovat dostatečnou vzdálenost, jelikož buďto je díky množství proudových cest (armováním) jednotlivý proud velmi nízký, nebo díky nízké indukčnosti (kovových nosníků)

nehrozí nebezpečí přeskoků na jiné kovové struktury. Kovové fasády, v nejnižším místě (na úrovni terénu) každých 15 m připojené na zemnicí soustavu, splňují rovněž uvedené požadavky.

B. Stěny sestávají z nevodivých materiálů (cihly, dřevo ap.) a svody jsou připojeny na zemnicí soustavu v rozstupech odpovídajících třídě LPS.



Obrázek 9.27.4 Světlík v ochranném prostoru jímáče na kovové střeše budovy s tradičními svody

Na budovách mohou být různé kombinace jímacích soustav (viz předchozí body 1., 2. a 3) a svodů (viz předchozí body A. a B.). U staveb s jímací soustavou a svody v kombinacích 1.+A., 2.+A., nebo 3.+A. nehrozí zápalné výboje. Úderům blesků do odvětrávacích světlíků lze zamezit jímací soustavou. Světlíky jsou tedy před přímými zásahy chráněny, avšak nenacházejí se v ochranné zóně LPZ 0_B, jelikož jímáče přivádějí bleskový proud přímo na střešní krytinu, což vede k rozdělení bleskového proudu do velké plochy. Protože však může dojít k úderu blesku v blízkosti světlíku, doporučuje se instalace svodiče bleskového proudu (**obrázek 9.27.2**).

Budova s kovovou střechou a konvenčními svody je považována za kritickou (**obrázek 9.27.3**). Při úderu blesku se bleskový proud rozdělí symetricky mezi svody. Přesto však zde hrozí nebezpečí,

a tedy je zde nutnost dodržení dostatečné vzdálenosti. I u těchto budov je třeba zamezit přímému zásahu budovy pomocí jímací soustavy, avšak ani zde není odvětrávací světlík v ochranné zóně LPZ 0_B. Protože zde mohou téci dílčí bleskové proudy do budovy po kabelu pohonu ventilačního světlíku, je nezbytný svodič bleskových proudů. Budovy s odtahem kouře a tepla mívají zpravidla kvůli své výšce vícero svodů, v důsledku čehož není nutno počítat s přetížením bleskového proudu.

Budovy bez vnějšího hromosvodu

Zde není třeba žádného rozlišování ohledně kovové nebo nekovové střešní krytiny, protože každý přímý zásah budovy znamená riziko požáru. Ani přímý zásah blesku do odvětrávacího světlíku není zvládnutelný svodiči bleskového proudu. Svodič přepětí zde plní funkci ochrany proti indukovaným napětím (**obrázek 9.27.4**).

V Německu je ročně registrováno více než 1,5 miliónu blesků. Toto přírodní divadlo je vzrušující a nádherné, ale také každý rok zabíjí lidi a zvířata, a ničí materiální hodnoty. Ohroženy jsou obzvláště osoby, které se zdržují na volném prostranství, jako hráči golfu nebo pěší turisté. Z celého světa jsou každoročně hlášeny závažné nehody se zraněnými a mrtvými, zejména na golfových hřištích. Ochrana před účinky blesků v ochranných přístřeších je proto vhodné věnovat zvláštní pozornost. V následujícím textu najdete všeobecné pokyny pro ochranná opatření u ochranných přístřeší. Přístřeší, např. na golfových hřištích, musí poskytovat ochranu nejen před deštěm a větrem, ale i před účinky blesků. Je proto zcela mimo diskusi otázka, zda je pro takové přístřeší nutný i hromosvod. Například provozovatel golfového hřiště má zvýšenou povinnost dbát o bezpečí klubových členů a hráčů. Základ odpovědnosti provozovatele golfového hřiště tvoří pojistné podmínky. „Provozovatelé golfových hřišť mají vůči všem uživatelům povinnost bránit všem nebezpečím, ať existujícím či potenciálně možným, jestliže je to pro něj možné a únosné. To jsou vedle organizačních opatření obzvláště také stavební opatření. Počet, vybavení, velikost a umístění ochranných přístřeší před blesky při tom závisí rozhodujícím způsobem na velikosti, poloze a vybavení konkrétního golfového zařízení. Ochranné přístřeší před blesky musí odpovídat aktuálním technickým požadavkům. Omezení ručení, např. odpovídající vývěskou nebo písemnou dohodou o vyluče z ručení, z důvodu absence nebo nedostatečného počtu ochranných přístřeší, není možné.“ (Z časopisu Golfmanager 6/2010, str. 7, autor Daniel Witaschek.)

Ochranné přístřeší

Pro umístění je nutno volit jiná než exponovaná místa - na návrší, na okraji lesa, pod osaměle stojícími stromy tedy ne. Stejně tak je důležité, aby okolí přístřeší v okruhu cca 3 m bylo udržováno prosté křoví, větví apod. Přístřeší je i za bouřky bezpečné, jestliže:

- ➔ je vybaveno odpovídajícím hromosvodem s odpovídajícím řízním potenciálu,
- ➔ pokud je vybaveno elektricky vodivými systémy (např. elektrické kabely), pak tyto jsou zahrnuty do potenciálového vyrovnání,

➔ jsou provedena odpovídající opatření pro ochranu před dotykovým napětím.

Ochrana před blesky

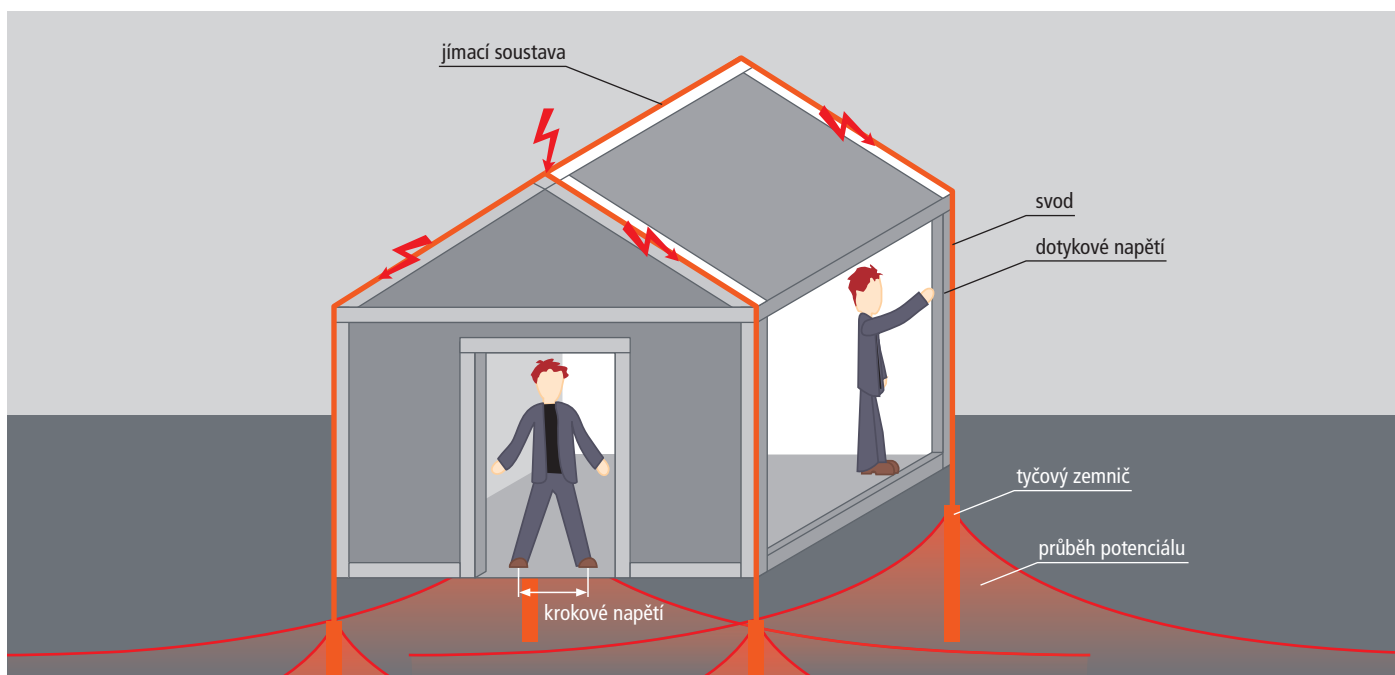
Systému ochrany před blesky se zjednodušeně říká hromosvod. Pro ochranné přístřeší sestává z jímáče na střeše (jímací vedení a/nebo jímací tyč), svodu po stěně (svodový drát) a zemniče (obvykle zemniční tyč). Hromosvod má za úkol blesk zachytit a poté jej spolehlivě a bezpečně odvést do země, aby se tak zabránilo nebezpečným výbojům a přístřeší bylo ochráněno před požárem a mechanickým poškozením. Pro osoby pobývající uvnitř spočívá ohrožení ve vzniku vysokého „bleskového napětí“ v zemi. Odborníci to nazývají potenciálový trychtýř. Toto životu nebezpečné napětí může člověk nohama zachytit. Proto se nazývá krokovým napětím. Osoby uvnitř přístřeší potřebují také dostatečný bezpečnostní odstup od hromosvodu, aby nebyly ohrožovány nebezpečně vysokým dotykovým napětím (**obrázek 9.28.1**).

Účinná ochrana přístřeší i golfistů či turistů před blesky se dá vytvořit s relativně malým úsilím. Vedle technických opatření je však důležité také správné chování osob za bouřky. Měli by tak při příchodu bouřky vyhledat přístřeší včas a toto během bouřky nepouštět.

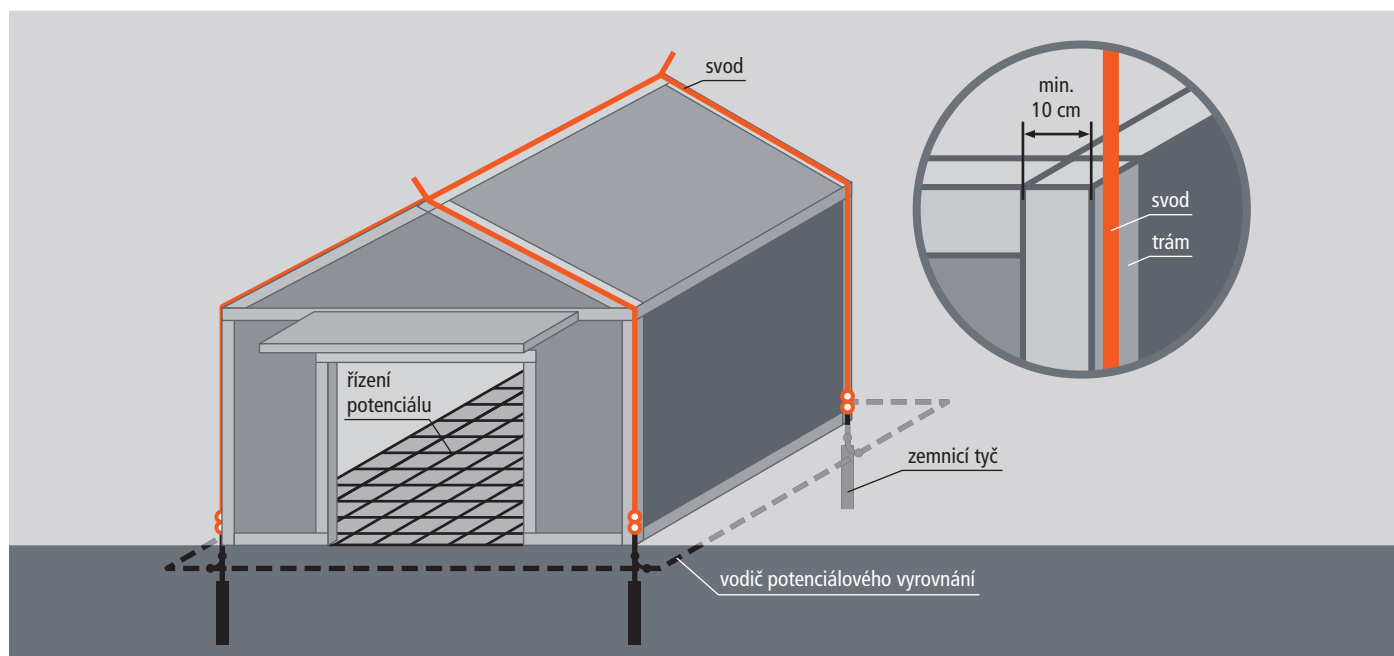
Pro další úvahy budeme předpokládat nejobvyklejší provedení přístřeší jako dřevostavby.

Zamezení dotykových napětí

Pro zamezení nebezpečně vysokého dotykového napětí musí být zajištěn dostatečný odstup mezi osobami v přístřeší a hromosvodem. Pro přístřeší na **obrázku 9.28.2** o půdorysu cca 3 x 3 m, s výškou okapového žlabu 3 m a se zobrazeným hromosvodem k tomu postačí dřevěné trámy tloušťky 10 cm. Minimální výška přístřeší cca 3 m splňuje výše uvedený bezpečnostní odstup od částí hromosvodu na střeše (jímací tyč nebo jímací vedení). Obtížnější je ovšem dodržet dostatečný odstup od vnějších stěn. Proto musí být stěna nebo její konstrukce, po níž je dolů veden svodový drát, dostatečně silná (**obrázek 9.28.2**). Pro spojení hromosvodu se zemí se zde používají většinou tyčové zemniče (kovové tyče definované



Obrázek 9.28.1 Ohrožení dotykovým a krokovým napětím



Obrázek 9.28.2 Vedení svodu po rohovém trámu pro dodržení dostatečné vzdálenosti

délky a z materiálu přizpůsobeného místním podmínkám). Zemnicí tyče jsou u každého svodu zaraženy svisle do země, a to podle druhu zeminy do hloubky 6 až 9 m (**obrázek 9.28.2 až 9.28.5**). U ochranných přístřeší v podobě srubu je zpravidla tato tloušťka stěny dodržena. Jinak je však tomu u přístřeší majících jen tenké dřevěné stěny. Zde musí být svody vedeny bezprostředně na vnějších rozích v oblasti konstrukce (svislých nosníků), aby se tak dosáhlo s jistotou co největší tloušťky stěny (**obrázek 9.28.2**). Je však možná i alternativní konstrukce izolovaného hromosvodu (oddálený hromosvod*). (*Zde jsou k tomu zapotřebí obsáhlé speciální odborné znalosti. Pro podrobnosti se tedy obraťte na odborného projektanta.) Další možností, jak dosáhnout pro ochranu před bleskem nezbytného bezpečnostního odstupu, je instalace silně izolovaného svodu, jakým DEHN vyrábí pod obchodním názvem CUI (**obrázek 9.28.3**). Ten je nevyhnutelný především u ještě menších přístřeší než zde uvedená.

Zamezení krokových napětí

Uvnitř přístřeší nesmí při úderu blesku do jeho hromosvodu ani do blízkého okolí vzniknout nebezpečně vysoké krokové napětí. K dosažení tohoto jsou dvě možnosti.

- a) Zamezení nebezpečných krokových napětí pomocí izolace podlahy.

To znamená, že podlaha musí být pokryta např. vrstvou 5 cm asfaltu. Alternativně zde může být i dřevěná podlaha, ovšem s dostatečným odstupem od země, aby bylo zajištěno řádné

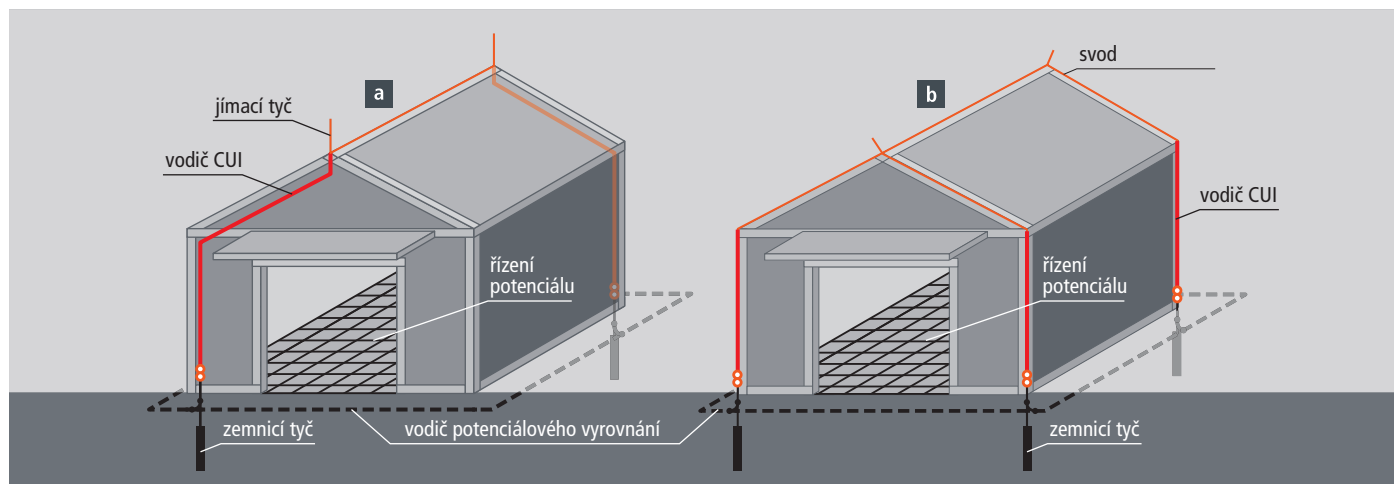
větrání prostoru pod podlahou a aby tato zůstávala za všech okolností suchá. Musí také být pomocí vhodných opatření trvale zamezeno jakémukoli prorůstání rostlin (**obrázek 9.28.4**).

- b) Zamezení krokových napětí pomocí řízení potenciálu

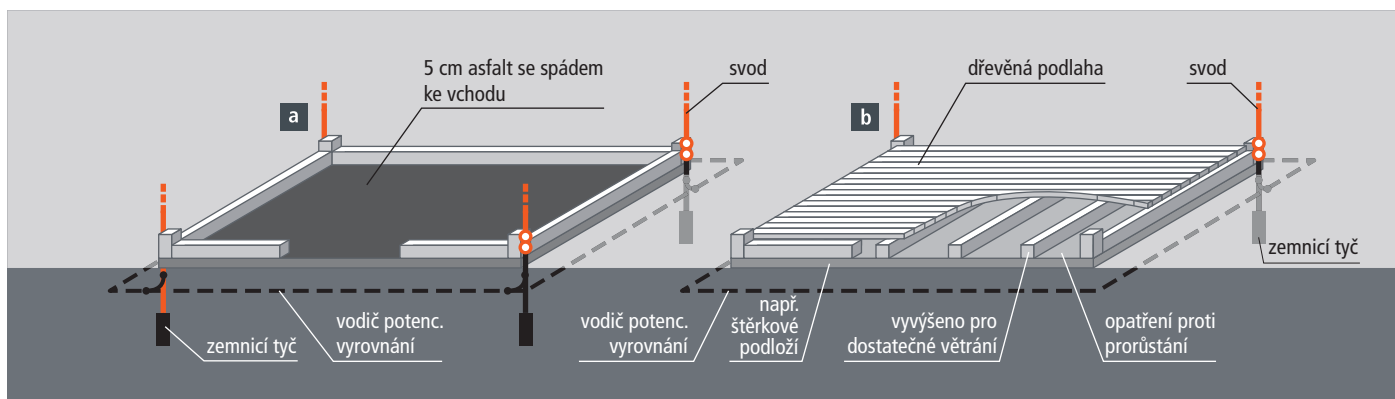
Dalším ochranným opatřením je řízení potenciálu, tj. položení husté kovové mříže (např. armovací kari síť v betonu nebo mřížový zemnič s oky $< 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ v zemi) v zemi bezprostředně pod stanovištěm osob. Pro zajištění požadované životnosti kovového rastru v zemině se doporučuje použít 10 mm drát z materiálu NIRO (V4A), např. mat. č. 1.4571. Tento vodič je uložen v hloubce max. 0,1 m v rastru $< 0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$ a pomocí svorek je spojen v každém křížení a ke každému svodu (**obrázek 9.28.5**).

Ochranná přístřeší v ochranném prostoru oddáleného hromosvodu

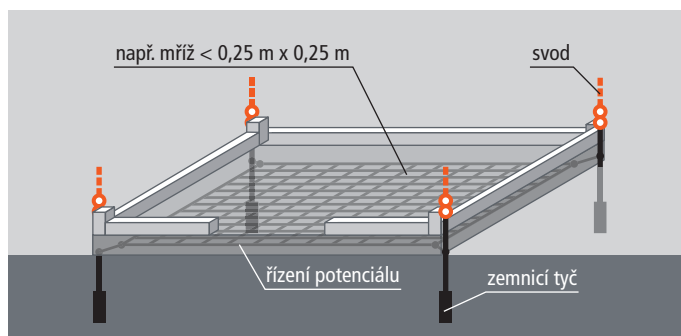
Protože jímací stožár vztyčený s odstupem od přístřeší (oddálený hromosvod) zajišťuje ochranu před přímým úderem blesku, je třeba přístřeší vybavit již jen řízením potenciálu (**obrázek 9.28.6**). Takovéto jímací stožáry dodává DEHN pod označením Tele-Blitzschutzmast (teleskopický jímací stožár se závitovými základy - např. kat. č. 103 123). Tato varianta ochrany před bleskem je s oblibou používána tehdy, kdy ochranné přístřeší již existuje, avšak pro svou nedostatečnou velikost by nemohlo zajistit dostatečnou vzdálenost od jímáče na střeše ani od svodu.



Obrázek 9.28.3 Instalace vysokonapěťového vodiče CUI: a) u malé chatky se dvěma jímacími tyčemi; b) při příliš tenkých stěnách



Obrázek 9.28.4 Izolace podlahy pro zamezení krokového napětí: a) pomocí asfaltu; b) dřevěnou podlahou



Obrázek 9.28.5 Řízení potenciálu pro redukci krokového napětí

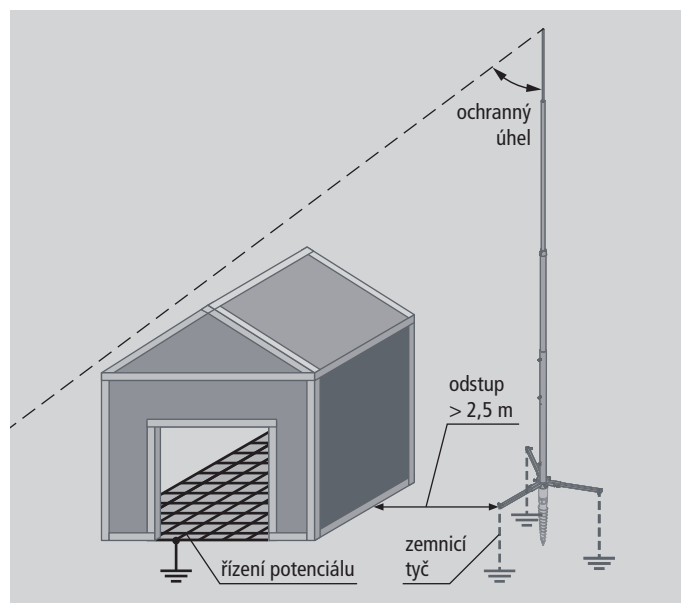
Kovové ochranné chatky

V kovových ochranných přístřeších (kovová střeška, stěny i podlaha) nevzniká žádné nebezpečí při dotyku s kovovou konstrukcí. Musí však být zřízen zemnič, stejně jako kovová podlaha nebo kovová mřížka ve funkci výše popsaného řízení potenciálu. Musí se ovšem také věnovat pozornost průpalu při zásahu bleskem, tzn. materiál střešky musí mít dostatečnou tloušťku (ČSN EN 62305-3 ed. 2, tab. 3, tloušťka t), aby nedocházelo k ohrožování osob. Pokud kovová střeška nemá dostatečnou tloušťku materiálu, je nutno na střeše instalovat jímací tyče a tyto spojit spojením dimenzovaným na bleskové proudy.

Shrnutí

Všeobecně platí, že ochranné přístřeší je možno opustit teprve tehdy, až se bouřka dostatečně vzdálí. To nastává tehdy, když po dobu cca 30 minut není slyšet žádné zahřmění.

Ochranná přístřeší, ať na golfových hřištích či na turistických cestách, vyžadují jak hromosvod, tak i nezbytná opatření pro minima-



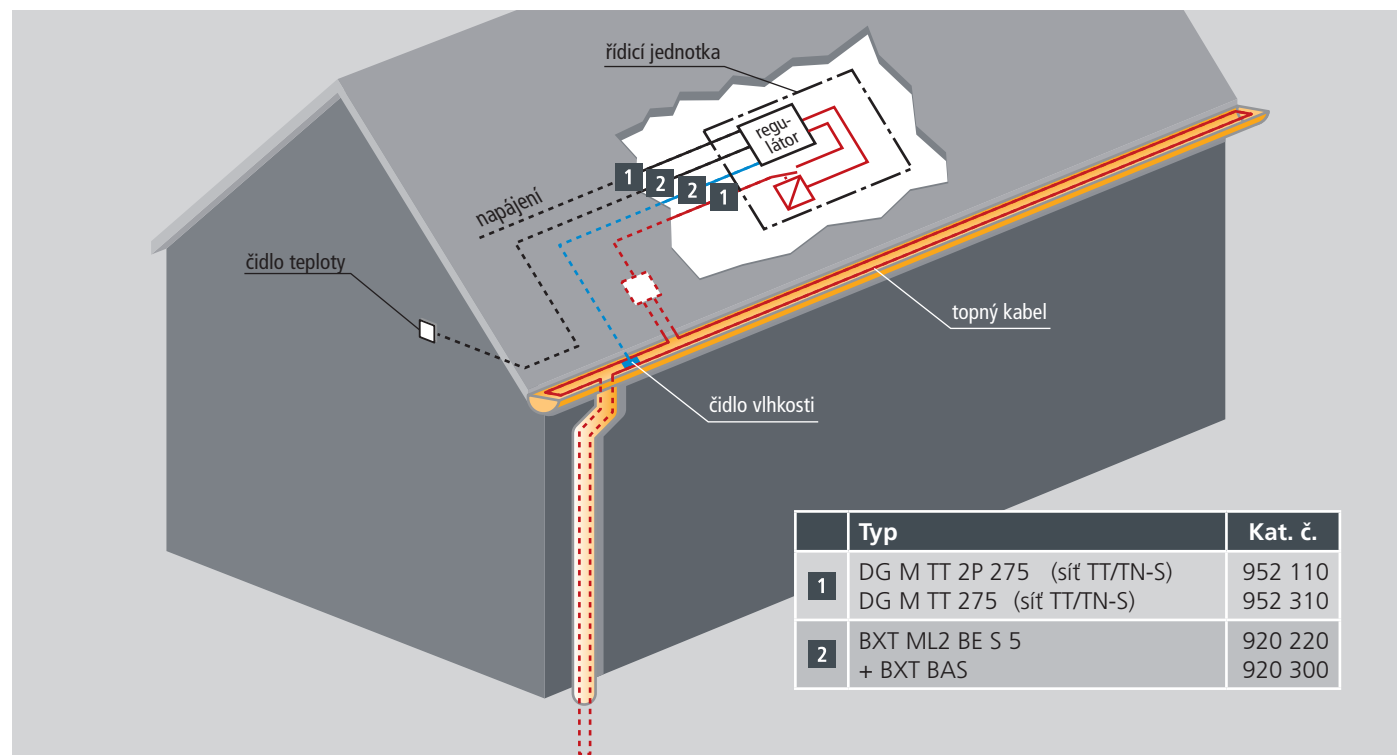
Obrázek 9.28.6 Oddálený hromosvod s teleskopickým jímacím stožárem

lizaci ohrožení osob nepřipustně vysokými dotykovými a krokovými napětími. Jak bylo popsáno výše, dají se tato opatření realizovat jednoduchými prostředky.

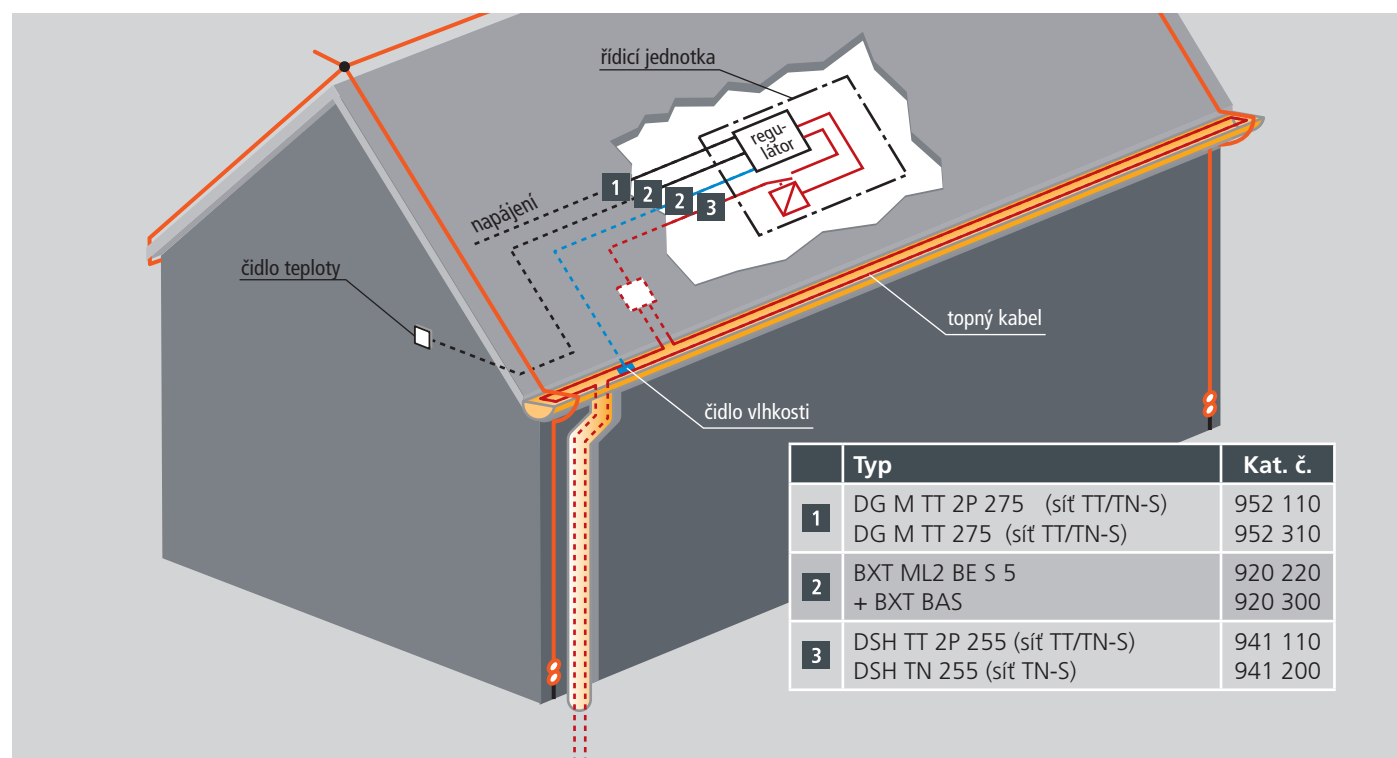
Normativní základ a celkovou koncepci ochrany před blesky obsahuje řada norem ČSN EN 62305. Pro detailnější informace o ochraně před blesky kontaktujte autorizované firmy nebo navštivte www.dehn.cz.

Sluneční záření a teplo z budovy může i za mrazu způsobit odtažení sněhu na střeše. Voda však může jinde znovu zmrznout, tam zamezit odtoku a způsobit vzednutí vody, což naruší systém odvodnění střechy. Navíc se tím vytvářejí příznivé podmínky pro tvorbu rampouchů, což s sebou přináší zvýšené ohrožení.

Ještě vážnějším problémem je nárůst zatížení střechy sněhem a ledem. To může rychle vést k překročení nosnosti střechy. Bavorské ministerstvo životního prostředí dokonce na základě skutečných škodných událostí vydalo „Návod k odhadnutí aktuální sněhové zátěže“.



Obrázek 9.29.1 Zapojení přepětových ochran řídící jednotky v budově bez vnějšího hromosvodu



Obrázek 9.29.2 Zapojení svodičů bleskových proudů a přepětí u řídící jednotky vzdálené od vstupu kabelů do budovy, v budově s vnějším hromosvodem

Škodám je možno zabránit pomocí ohřevu střechy a okapů, to ale pouze tehdy, jestliže je jeho funkčnost zajištěna i po působení blesků a přepětí.

Budovy bez vnějšího hromosvodu

U budovy bez vnějšího hromosvodu se vychází z toho, že provozatel budovy považuje riziko úderu blesku do budovy za mizivé. Nemá-li tedy budova vnější hromosvod, je třeba použít svodiče přepětí SPD typu 2 pro ochranu před indukovanými přepětími podle ČSN 33 2000-1 ed. 2.

Topné rohože/kabely i čidla teploty a vlhkosti se nacházejí vně budovy. Proto jsou jejich přívodní kabely vystaveny naindukovaným přepětím. Jejich škodlivé působení lze očekávat na všech vedeních. Proto jsou tato vedení těsně u jejich vstupu do budovy osazena svodiči přepětí typu 2, rovněž tak i přívod k řídicí jednotce (**obrázek 9.29.1**).

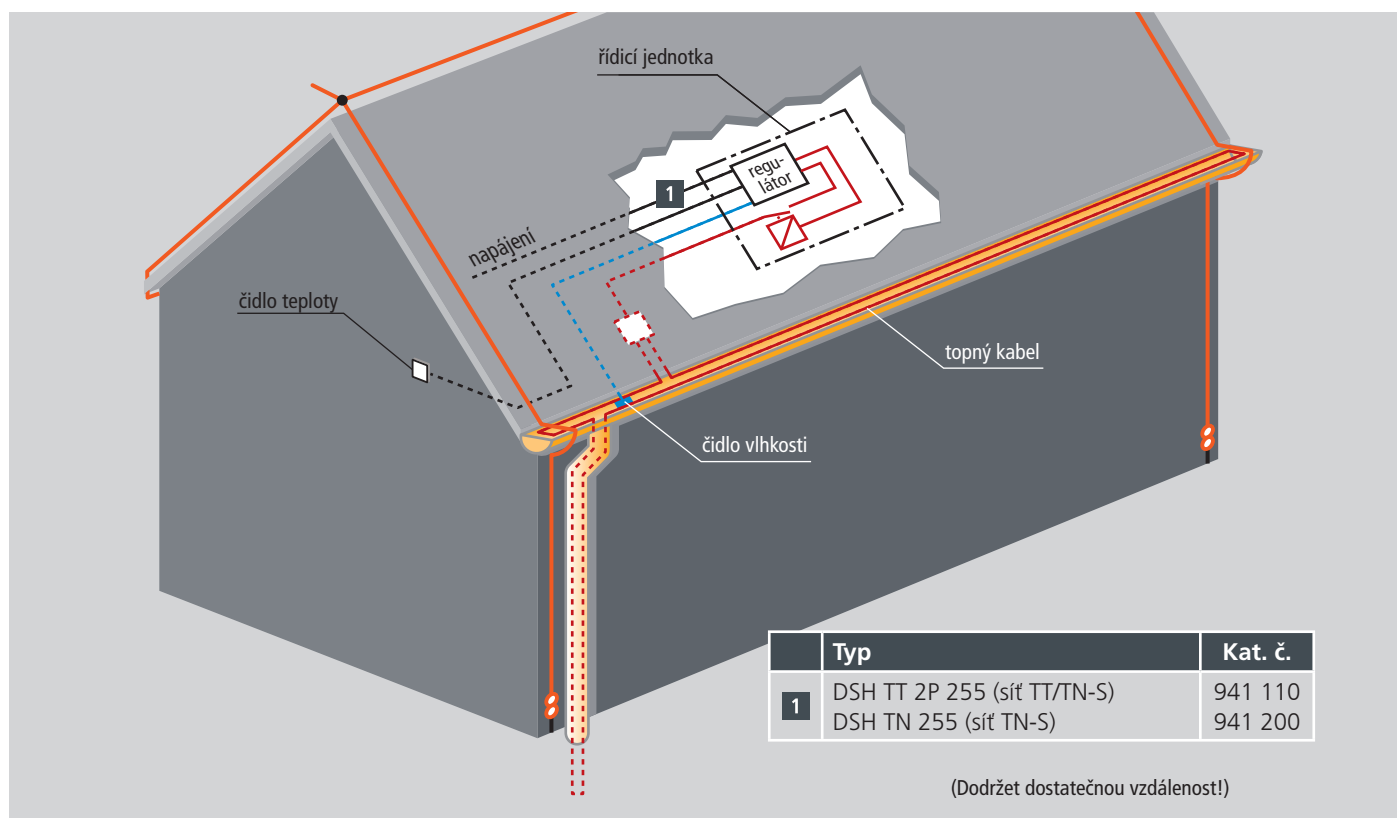
Budovy s vnějším hromosvodem

Pro zřízení systémů ochrany budov před bleskem v budovách s vnějším hromosvodem platí soubor norem ČSN EN 62305-1 až 4 ed. 2. U takovýchto budov jsou zpravidla okapové žlaby i okapové

trubky bezprostředně vodivě spojeny s jímací soustavou. Při úderu blesku jsou tedy na vysokém potenciálu. Rovněž vedení topných pásů/kabelů a čidel vlhkosti jsou v přímém kontaktu s okapovými trubkami a žlaby. Tato skutečnost vede nutně k přímému vniknutí bleskových proudů do vedení. Proto musí být tato vedení těsně u vstupu do budovy osazena svodiči bleskových proudů SPD typu 1. Zároveň je třeba dbát, aby se bleskový proud rozdělil mezi svod připojený na okap a svod připojený na jímací smyčku. I pokud dotýčný vnější hromosvod má jen 4 svody, je třeba počítat při LPL III s bleskovými proudy ne více než 10-12 kA na žílu. V napájecím přívodu řídicí jednotky je zapotřebí svodič přepětí SPD typu 2 (**obrázek 9.29.2**).

Budovy, které jsou vystavěny ze železobetonu s propojeným armováním nebo budovy s ocelovou kostrou (ČSN EN 62305-4 ed. 2) tvoří výjimku. Pokud je jímací soustavou zajištěno, že nemůže dojít k úderu blesku do vedení uložených na střeše, pak je možné zapojení ochrany podle **obrázek 9.29.1**.

Při akceptovatelném obětování řídicí jednotky (řídicí jednotka a zvenci přivedená kabeláž však nesmí představovat riziko požáru) může být budova samotná chráněna pomocí kombinovaného svodiče v místě vstupu kabelu do budovy (**obrázek 9.29.3**).



Obrázek 9.29.3 Zapojení svodičů bleskových proudů u řídicí jednotky blízko vstupu kabelů do budovy (ř. j. obětována), v budově s vnějším hromosvodem

Použití aplikačně optimalizovaných kombinovaných svodičů DEHNshield v zařízeních nízkého napětí

Při úderu blesku do vnějšího hromosvodu budovy dojde k rozdělení bleskového proudu mezi kabely přivedené do budovy a zemnicí soustavu budovy. Norma pro ochranu před bleskem ČSN EN 62305 ed. 2 doporučuje v souvislosti s instalací vnějšího hromosvodu uskutečnit i opatření pro vnitřní ochranu před bleskem. Tím se zabrání nebezpečným výbojům uvnitř chráněné budovy. Pod pojmem „potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem“ popisuje norma podrobněji pospojení všech kovových částí budovy přímo, nebo u napájecích a informačních systémů nepřímo pomocí přepětových ochran uvnitř budovy. Zde zmiňované přepětové ochrany jsou označovány jako svodiče bleskového proudu, SPD typu 1 s odpovídající napětovou ochrannou úrovní.

Jakožto aplikačně optimalizovaný kombinovaný svodič typu 1 přebírá DEHNshield funkci potenciálového vyrovnání pro ochranu před bleskem, a to až do bleskového proudu 50 kA (10/350 μ s) v jediném stupni. To výrazně odlišuje DEHNshield od jiných svodičů na bázi varistorů, dostupných na trhu v této výkonové a aplikační třídě.

Také pro budovy bez vnějšího hromosvodu, avšak napájené prostřednictvím vrchního venkovního vedení, kde německá norma VdS 2031 doporučuje pro napájecí síť svodič typu 1, poskytuje DEHNshield optimální ochranu. Při předjištění elektroinstalace do 160 A může být DEHNshield instalován bez dalšího předjištění. Pomocí použité technologie pro potlačení následného proudu na bázi jiskřiště je zajištěna selektivita dokonce i pro malé hodnoty jištění (35 A gL/gG), což znamená, že předřazené jištění nevybaví v důsledku následného proudu ze sítě.

Dojde-li k úderu blesku do venkovního zařízení (např. stožár s kamerou), poteče dílčí bleskový proud do zemnice dotyčného venkovního zařízení. Další část bleskového proudu teče po přípojném kabelu do budovy. Zde je třeba dbát, aby tento do budovy tekoucí bleskový proud nepřetížil zde instalovaný SPD (Surge Protective Device, přepětová ochrana).

Díky svým technickým parametrům, dimenzovaným pro použití v jednoduchých a kompaktních instalacích, je pro tuto oblast aplikací DEHNshield výhodným řešením (**obrázek 9.30.1**).

Co se rozumí pod pojmem aplikačně optimalizované použití?

Svodič SPD typu 1 instalovaný na vstupu (kabelu) do budovy musí být schopen odvádět dílčí bleskové proudy popsané výše. Další SPD typu 2 a/nebo typu 3, instalované dále v budově, musí být s tímto SPD typu 1 energeticky koordinovány. Kombinovaný svodič DEHNshield (SPD typu 1) na bázi jiskřiště, s funkcí omezení následného proudu a aplikačně optimalizovaný, splňuje všechny tyto požadavky. SPD typu 1 na bázi varistorů obvykle nemohou splnit kritérium koordinace. Díky své funkci vlnolamu je DEHNshield již sám dimenzován pro ochranu koncových zařízení a tím vyhoví i požadavkům na energetickou koordinaci s SPD typu 2 nebo 3 (**obrázek 9.30.1**).

Kombinovaný svodič DEHNshield umožňuje nákladově optimalizovaný a aplikačně-specifický návrh a projekt přizpůsobený konkrétní aplikaci při dodržení všech standardů. Pro dodatečné vybavení instalace svodiči je obvykle k dispozici pouze velmi malý prostor. I zde je DEHNshield možností, jak to uskutečnit i při stísněných poměrech. Při tom ovšem i zde, tak jako při projektování nové instalace, je třeba zohlednit parametry instalace a ověřit možnost instalace DEHNshield.

Abychom učinili oblast aplikací svodičů DEHNshield zřejmější, budou dále uvedeny některé příklady aplikací v budovách a instalacích.



Obrázek 9.30.1 DEHNshield, vnitřně propojený a aplikačně optimalizovaný kombinovaný svodič na bázi jiskřiště

Příklady aplikací na obrázku 9.30.2

Na místech, kde může dojít k přímému zásahu bleskem (LPZ 0_A) je třeba pro redukci bleskového proudu dotyčné zařízení vybavit zemnicí. Sem spadají např. stožáry s kamerami, stožáry osvětlení nebo vyhřívané vozovky. Mimoto slouží kamery často k bezpečnostním účelům (dohled), a osvětlovací stožáry jsou v mnoha případech nutná zařízení pro ochranu osob, např. osvětlení únikových cest. V obou případech tedy je z bezpečnostních důvodů nezbytné dbát na ochranu před bleskem.

Podobně to vypadá i u vyhřívané vozovky, jenom s tím rozdílem, že zde se bleskem obzvláště ohrožený prostor rozšiřuje i na plochu před budovou nebo vedle ní. Pro bezpečný provoz (nebezpečí smyku na strmém vjezdu do podzemních garáží) je třeba minimalizovat poruchy vyhřívacího systému způsobené bleskem či přepětím.

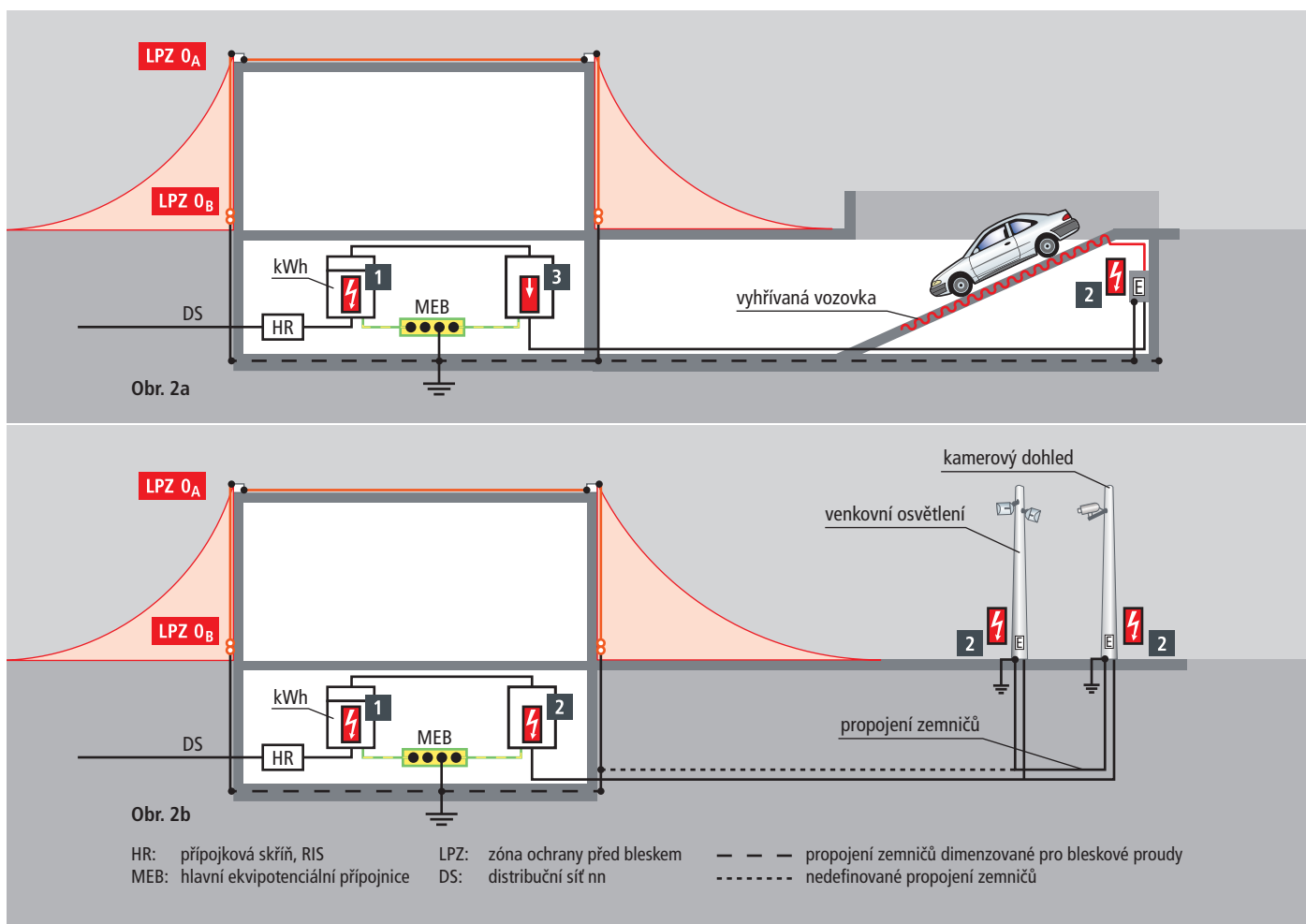
Zemnice uvedených zařízení je třeba propojit. Pokud se toto propojení provede v zemi (ČSN EN 62305 3 ed. 2, Příloha 1) a případně po celé délce kabelu až k budově, zabrání se tak poškození kabelu při úderu blesku do země.

Příklady aplikací na obrázku 9.30.3

Jestliže je možné vyloučit úder blesku do venkovních zařízení (LPZ 0_B), i přesto trvá ohrožení dílčími bleskovými proudy při zásahu blesku do hromosvodu hlavní budovy. Mohou při tom být odváděny dílčí bleskové proudy k zařízením na potenciálu vzdálené země (nabíjecí sloupky pro elektromobily, sloupky se síťovými zásuvkami, automatická závora s vlastním jímačem).

Pro zajištění plynulého a bezpečného provozu se očekává v budoucích koncepcích nabíjecích sloupků pro elektromobily požadavek velmi vysoké dostupnosti tak, jak je to dnes obvyklé u benzínových čerpacích stanic. Protože tyto sloupky stojí mimo budovy a protože jsou vybaveny citlivou elektrovýzbrojí, je rovněž zde třeba věnovat zvláštní pozornost ochraně před blesky, aby se tak minimalizovaly výpadky zařízení způsobené bleskem či přepětím.

U automatických závor se již po desetiletí dbá na ochranu před bleskem a přepětím, aby tak mohl být zachován jejich trvalý provoz. U sloupků s venkovními zásuvkami je podle jejich účelu použití třeba již v projekční fázi pamatovat na ochranu před bleskem a přepětím. I pro tato zařízení je zemnicí nezbytný k odvedení dílčího bleskového proudu, přitékajícího z budovy, do země pomocí DEHNshield. Kromě toho se však doporučuje i propojení zemnicí, přestože není nezbytně nutné. Zařízení umístěná v bezprostřední

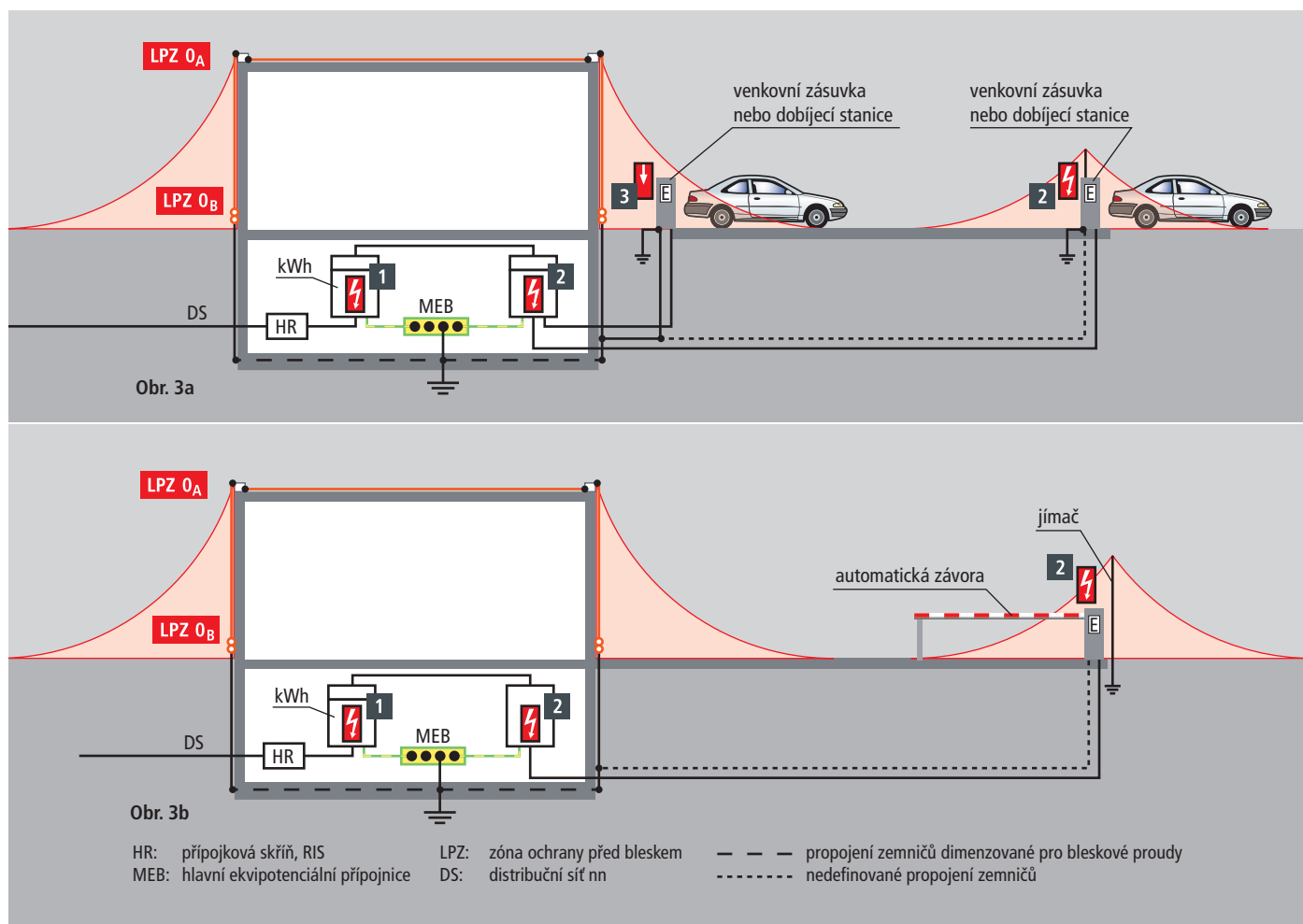


Č. na obrázku	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	DEHNventil modulární DV M TNS 255 (soustava TN-S) nebo	951 400
	DEHNventil modulární DV M TT 255 (soustava TT) nebo	951 310
	DEHNventil DV ZP TT 255 (soustava TT)	900 391
2	DEHNshield DSH TNS 255 (soustava TN-S) nebo	941 400
	DEHNshield DSH TT 255 (soustava TT) nebo	941 310
	DEHNshield DSH TN 255 (jednofázová soustava TN) nebo	941 200
	DEHNshield DSH TT 2P 255 (jednofázová soustava TT nebo TN)	941 110
3	DEHNguard modulární DG M TNS 275 (soustava TN-S) nebo	952 400
	DEHNguard modulární DG M TT 275 (soustava TT) nebo	952 310
	DEHNguard modulární DG M TN 275 (soustava TN) nebo	952 200
	DEHNguard modulární DG M TT 2P 275 (jednofázová soustava TT nebo TN)	952 110

Obrázek 9.30.2 Aplikačně optimalizované možnosti instalace DEHNshield na příkladu vyhřívaného příjezdu k podzemním garážím (2a), vnějším osvětlením a kamerovým systémem dohledu (2b)

blízkosti budovy, a tedy spojená přímo s napájecím vedením a zemnicím budovy, mohou být chráněna svodičem SPD typu 2. Aplikačně optimalizovaný SPD typu 1, jako je DEHNshield, pokrývá ochranu určitých případů použití. Předpokládá se ovšem, že po-

psaná opatření jsou provedena důsledně, a že jsou zohledněny technické parametry chráněných zařízení. Tak např. dobře fungující zemnicí je jedním z nejdůležitějších článků, které musí být v celkovém zařízení a instalaci realizovány.



Č. na obrázku	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	DEHNventil modulární DV M TNS 255 (soustava TN-S) nebo	951 400
	DEHNventil modulární DV M TT 255 (soustava TT) nebo	951 310
	DEHNventil DV ZP TT 255 (soustava TT)	900 391
2	DEHNshield DSH TNS 255 (soustava TN-S) nebo	941 400
	DEHNshield DSH TT 255 (soustava TT) nebo	941 310
	DEHNshield DSH TN 255 (jednofázová soustava TN) nebo	941 200
	DEHNshield DSH TT 2P 255 (jednofázová soustava TT nebo TN)	941 110
3	DEHNguard modulární DG M TNS 275 (soustava TN-S) nebo	952 400
	DEHNguard modulární DG M TT 275 (soustava TT) nebo	952 310
	DEHNguard modulární DG M TN 275 (soustava TN) nebo	952 200
	DEHNguard modulární DG M TT 2P 275 (jednofázová soustava TT nebo TN)	952 110

Obrázek 9.30.3 Aplikačně optimalizované možnosti instalace DEHNshield na příkladu nabíjecí stanice pro elektromobily nebo sloupku s venkovní zásuvkou (3a) a automatickou závorou (2b)

Hlavní úlohou nouzového osvětlení je ukázání a osvětlení únikových cest, osvětlení nebezpečných pracovišť až do bezpečného ukončení tamějších činností a osvětlení pro zabránění panice.

V následujícím textu bude pojednána ochrana proti přepětí pro napájecí ústředny (CBS), na trhu uváděné jako centrální akumulátorové stanice.

Tyto systémy mají rozhraní na:

- ➔ napájecí síť;
- ➔ skříň s akumulátory;
- ➔ prvky spínající obvody nepřetržitého napájení, které ve spojení se systémově specifickými předřadníky svítidel umožňují individuální přiřazení jako trvalé, pohotovostní nebo spínané trvalé světlo. Dále tyto prvky umožňují předepsané revize a monitoro-

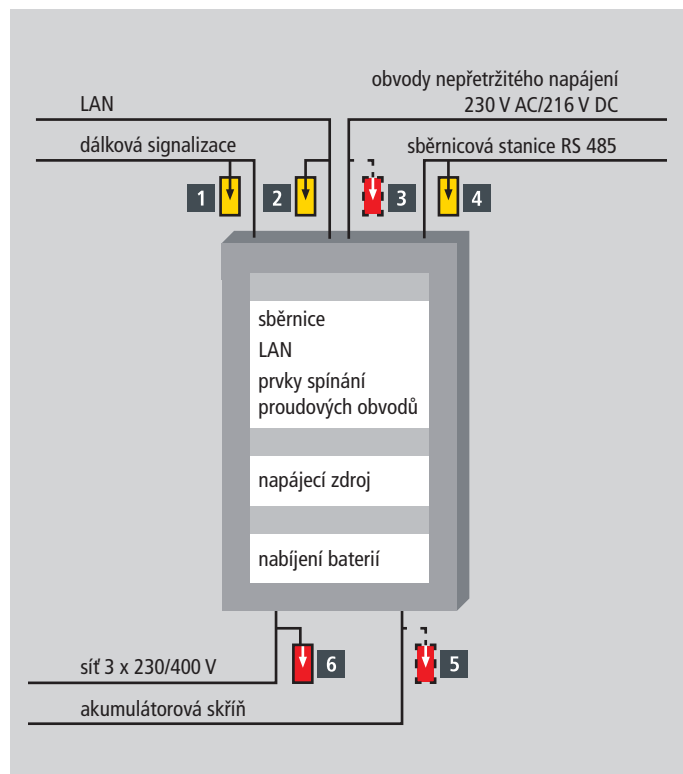
vání jednotlivých svítidel. Navíc obsahují i potřebné prvky nadproudové ochrany;

- ➔ sběrnici pro komunikaci ústřední stanice s podřízenými jednotkami;
- ➔ LAN;
- ➔ dálkovou signalizaci;
- ➔ programovatelné vstupy a výstupy.

Z analýzy rizik vyplývá, zda je nutné tato rozhraní chránit pomocí přepětových ochranných (SPD – Surge Protective Device). Např. pro takřka bezrizikovou ochranu centrální akumulátorové stanice je nezbytné osadit ochrany na všechna výše uvedená rozhraní. (**obrázek 9.31.1**). Na **obrázcích 9.31.1 až 9.31.4** jsou ty SPD, které jsou obvykle nutné, vyznačeny plně orámovaným symbolem. SPD instalované na základě analýzy rizik jsou vyznačeny čárkovaně orámovaným symbolem.

Zatímco na **obrázku 9.31.1** se vychází z toho, že na přívodu napájecí i datové sítě do budovy je již koordinovaný svodič bleskového proudu (SPD typu 1) instalován, pro vedení obvodů nouzového osvětlení vycházející z budovy je nutný též SPD typu 1 pro požadované potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem (**obrázek 9.31.2**). Protože tyto obvody jsou napájeny jak střídavě, tak i stejnosměrně, musí zde instalovaný SPD typu 1 na přechodu zón LPZ 0_A do LPZ 1 (vstup do budovy) pro to dimenzován. Z technických důvodů zde nemohou být použity standardní svodiče na bázi jiskřičky vyvinuté a testované pro AC obvody, jelikož při DC provozu chybí průchod napětí nulou, potřebný pro zhašení obloukového výboje. Ideální přepětovou ochranou je zde DEHNsecure M 1 242, určený pro DC i AC (s předjistěním max. 10 A gL/gG).

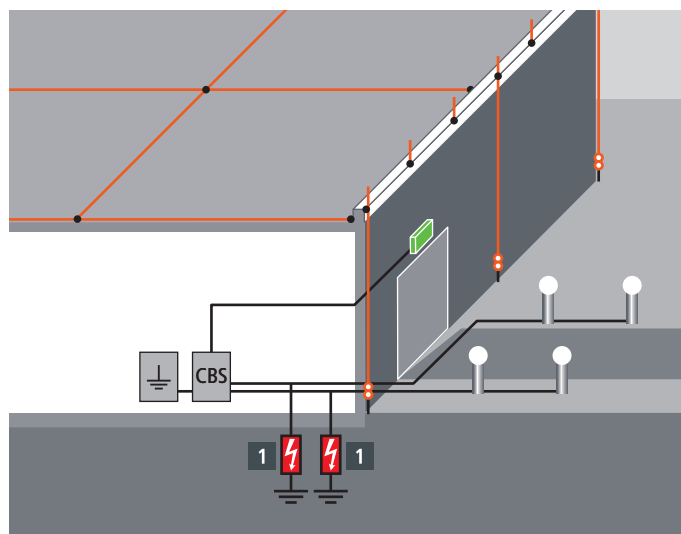
Tak, jako musí být zaručeno fungování kabelové sítě i v případě požáru, je tomu stejně i při instalaci přepětových ochranných. To znamená, že při kabeláži se zaručenou funkcí při požáru je třeba přepětové ochrany připojené na tuto kabeláž instalovat v rozvaděči



Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	BLITZDUCTOR BXT ML4 BE 24* + základna BXT BAS	920 324 920 300
2	DEHNpatch DPA M CLE RJ45B 48	929 121
3	DEHNguard DG M TN 275	952 200
4	BLITZDUCTOR BXT ML2 BD HFS 5* + základna BXT BAS	920 271 920 300
5	DEHNguard DG M TN 275	952 200
6	DEHNguard M TNS 275* DEHNguard M TT 275*	952 400 952 310

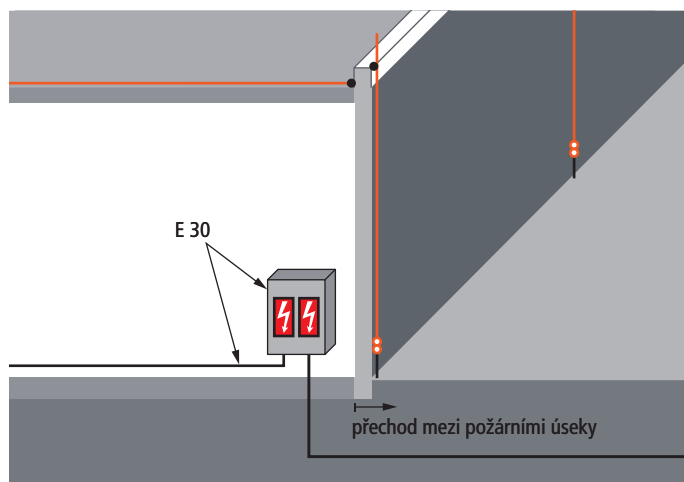
* zohlednit individuální požadavky rozhraní a sítě

Obrázek 9.31.1 Centrální akumulátorová stanice, přívod sítě, přívody k akumulátorům, sběrníkové vedení, vedení dálkové signalizace, vedení LAN a vedení nepřetržitého napájení – to vše v téže zóně LPZ 1 a v téže požární úseku



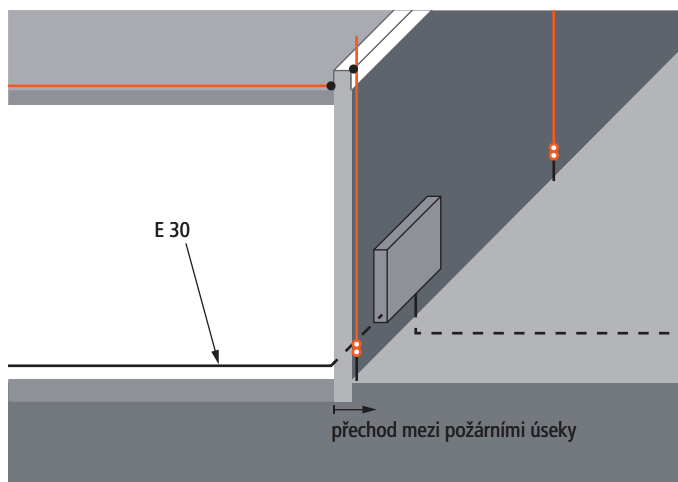
Č.	Přepětová ochrana	Kat. č.
1	DEHNsecure DSE M 1 242 (2 ks) propojovací lišta MVS 1 3	971 122 900 615

Obrázek 9.31.2 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem u obvodů nouzového osvětlení na přechodu zón LPZ 0_A do LPZ 1



Obrázek 9.31.3 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem u vedení E 30 v rozvaděči E 30 (vnitřní strana obvodové zdi)

v provedení E 30 (**obrázek 9.31.3**). Přitom musí být rozvaděč E 30 dimenzován tak, aby nebyla překročena maximální přípustná teplota prostředí příslušného svodiče. K tomuto účelu musí být technický list této přepětové ochrany dán k dispozici výrobci rozvaděče E 30.



Obrázek 9.31.4 Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem u běžného rozvaděče (vnější strana obvodové zdi)

Pokud je kabel se zaručenou funkcí vyveden skrze obvodovou zeď, a jestliže je přepětová ochrana instalována na vnější straně obvodové zdi, pak zde postačí běžný rozvaděč, ovšem s potřebným krytím IP (**obrázek 9.31.4**).

V chemických a petrochemických průmyslových provozech při výrobě, zpracování, skladování a dopravě hořlavín (např. benzín, líh, zkapalněný plyn, výbušné prachy) vznikají prostory s nebezpečím výbuchu. V těchto prostorech je pro zamezení výbuchům nutno eliminovat jakýkoli zdroj jisker. V příslušných bezpečnostních předpisech je poukázáno na ohrožení takových provozů atmosférickými výboji (bleskem). Je třeba si uvědomit, že zde hrozí nebezpečí výbuchu a požáru od přímého i nepřímého bleskového výboje, a to z toho důvodu, že takové provozy bývají často velmi rozlehlé. Pro dosažení požadované dostupnosti a bezpečnosti je k ochraně elektrických a elektronických instalací proti bleskovým proudům a přepětím nezbytný konceptní postup.

Koncepce řešení ochrany

V prostorech s nebezpečím výbuchu se často používají jiskrově bezpečné měřicí obvody. **Obrázek 9.32.1** ukazuje principiální skladbu takového systému a přiřazení do zón ochrany před bleskem. Z důvodu požadované vysoké dostupnosti systémů a pro vyhovění značným nárokům na bezpečnost v Ex-zónách byly následující prostory rozděleny na zóny ochrany před bleskem LPZ 1 a LPZ 2:

- ➔ vyhodnocovací elektronika v řídicí místnosti (LPZ 2),
- ➔ vysílače teploty u zásobníku (LPZ 1),
- ➔ vnitřní prostor zásobníku (LPZ 1).

Podle koncepce ochranných zón dle ČSN EN 62305-4 ed. 2 musí být na hranicích zón všechna vedení vybavena dostatečnými ochrannými proti přepětí. Tyto ochrany budou popsány dále.

Vnější hromosvod

Vnější hromosvodem se rozumí souhrn všech prostředků instalovaných na chráněném objektu nebo uvnitř, sloužících k zachycení bleskového výboje a odvedení bleskového proudu do zemnicí soustavy. Systém ochrany před bleskem pro prostory s nebezpečím výbuchu odpovídá za normálních okolností třídě ochrany LPL II. V odůvod-

něných jednotlivých případech, za zvláštních podmínek (např. zákonná ustanovení) nebo na základě analýzy rizik, je možné se od tohoto pravidla odchýlit. Následující požadavky vycházejí z úrovně ochrany LPL II.

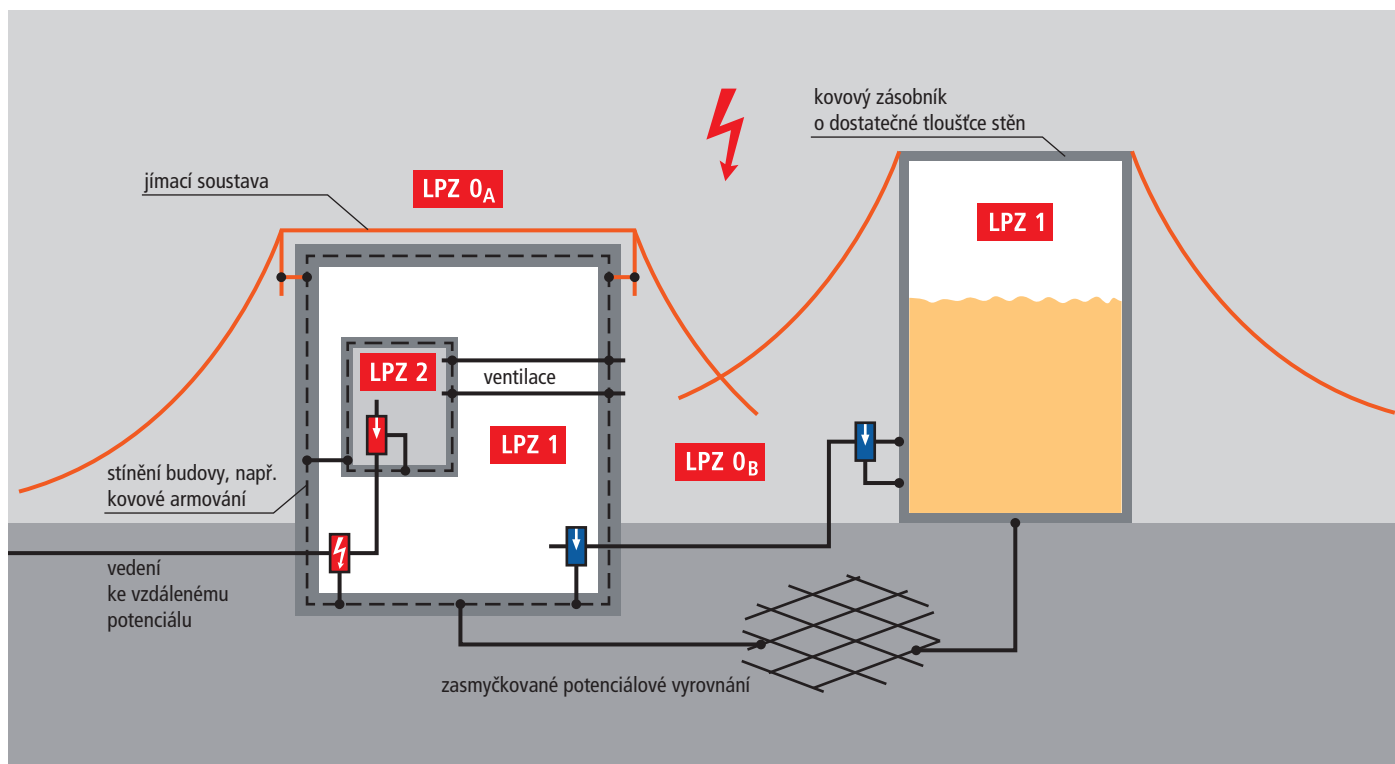
Jímací soustavy

V prostorech s nebezpečím výbuchu musí být zřizovány jímací soustavy minimálně podle LPS II (**tabulka 9.32.1**). Ke zjištění možných míst úderu blesku je doporučena metoda valivé koule s poloměrem odpovídajícím minimálně LPS II. V případě úderu blesku do jímací soustavy však v místě zásahu bleskem může dojít k jiskření či výboji. Aby se zabránilo nebezpečí zapálení, je třeba, aby jímací soustava byla zřízena vně Ex-zón (**obrázek 9.32.2**). Jako jímače mohou sloužit i náhodné součásti (např. kovové střešní konstrukce, kovová potrubí a zásobníky), pokud tloušťka materiálu je min. 5 mm, a to podle ČSN EN 62305-3 ed. 2, Příloha D 5.5.2, a pokud oteplení materiálu ani jeho úbytek v místě zásahu nevyvolá jiná další ohrožení (např. ztenčení stěny tlakového zásobníku, vysoká povrchová teplota v místě zásahu) (**obrázek 9.32.1**).

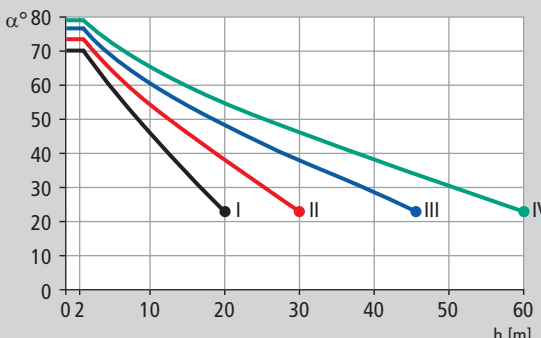
Svody

Svody jsou elektricky vodivé spoje mezi jímací soustavou a zemnicí soustavou. Pro minimalizaci možných škod při odvádění bleskového proudu k zemniči je třeba svody zřídit tak, aby od místa zásahu až po zem

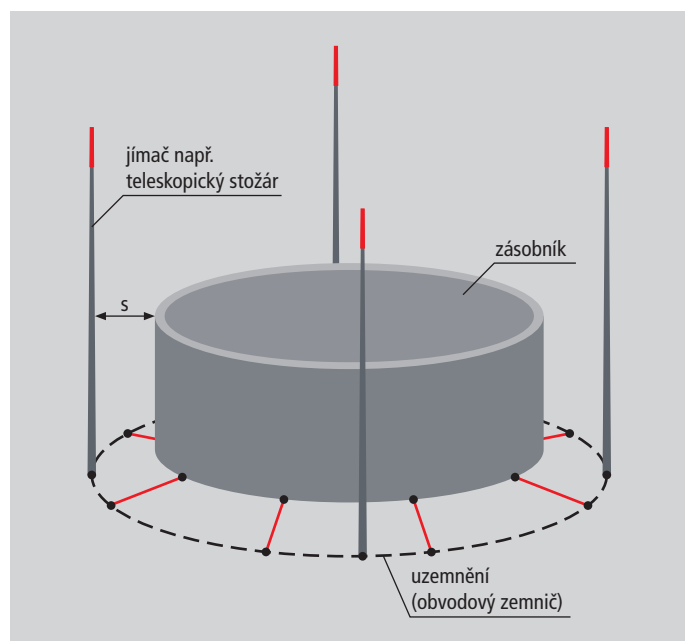
- ➔ vedlo několik paralelních proudových cest (u zařízení v Ex-zónách po každých 10 m obvodu střechy jeden svod, minimálně však 4),
- ➔ délka proudových tras byla co možná nejkratší,
- ➔ pospojení pro potenciálové vyrovnání bylo provedeno všude, kde je to třeba.
- ➔ Osvědčilo se potenciálové vyrovnání provedené na úrovni terénu, a pak po každých 20 m výšky objektu.



Obrázek 9.32.1 Schéma rozdělení areálu a zařízení do zón ochrany před bleskem (LPZ)

Třída LPS	Způsob ochrany			Typický rozestup svodů [m]
	Poloměr bleskové valivé koule [m]	Ochranný úhel α	Velikost smyčky (oka mříže) [m]	
I	20		5 x 5	10
II	30		10 x 10	10
III	45		15 x 15	15
IV	60		20 x 20	20

Tabulka 9.32.1 Uspořádání jímacích soustav podle třídy ochrany před bleskem



Obrázek 9.32.2 Jímací soustava pro zásobník s jímacími tyčemi a jímacími lany

Jako svody mohou být použita i armování železobetonových staveb, pokud jsou vzájemně trvanlivě navzájem pospojována způsobem dovolujícím průchod bleskového proudu.

Dostatečná vzdálenost

K nebezpečnému přiblížení mezi součástmi vnějšího hromosvodu a kovovými či elektrickými instalacemi uvnitř budovy dochází tehdy, jestliže izolační vzdálenost d mezi jímací soustavou či svodem na jedné straně, a kovovými či elektrickými instalacemi uvnitř chráněné budovy na straně druhé, není dostatečná. Izolační vzdálenost nesmí být menší než tzv. dostatečná vzdálenost s ($d > s$).

Protože se ve skutečnosti bleskový proud rozdělí mezi jednotlivé svody podle jejich impedancí, je nezbytné dostatečnou vzdálenost s podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 pro konkrétní stavbu či zařízení vypočítat samostatně.

Stínění budovy

Dalším opatřením v koncepci zón ochrany před bleskem je realizace stínění budovy. K tomuto účelu jsou podle možností pospojovány kovové fasády a armování stěn, podlah a stropů tvořících tak stínící Faradayovy klece (obrázek 9.32.3). Elektrickým pospojením těchto přirozených kovových součástí chráněného objektu do co možná nejvíce uzavřených klecí se dosáhne pozoruhodného potlačení magnetických polí. Je možné tímto jednoduchým způsobem zredukovat magnetická pole faktorem 10 až 300 a vytvořit se

tím infrastruktura pro EMC ochranu, a to za nízkých nákladů. Při dodatečných úpravách existujících staveb musí být pro prostorové odstínění k zajištění EMC např. instalovány obklady z rohoží z konstrukční oceli.

Ochrana proti přepětí v Ex-zónách

Zóny ochrany před bleskem a Ex-zóny jsou vzájemně harmonizovány již ve stadiu projekce. To znamená, že musí být splněny jak požadavky na použití přepětových ochrany v Ex-zónách, tak i na hranicích zón LPZ. Místo instalace svodičů přepětí je tak jednoznačně dáno – nachází se na přechodu z LPZ 0_B do LPZ 1. To zamezí vniknutí nebezpečných přepětí do Ex-zón 0 nebo 20, jelikož rušivý impuls je předem odveden. Také dostupnost čidel/vysílačů teploty, důležitých pro technologický proces, je tak podstatně zvýšena. Také musí být splněny požadavky ČSN EN 60079 11 ed. 2, ČSN EN 60079 14 ed. 4 a ČSN EN 60079 25 ed. 2 (obrázek 9.32.4):

- ➔ Instalace takových přepětových ochrany, které vydrží min. 10 impulsů po 10 kA bez poškození či narušení ochranné funkce.
- ➔ Zabudování přepětové ochrany do kovového stíněného pouzdra, uzemněného min. 4 mm² Cu vodičem.
- ➔ Instalace vodičů mezi svodičem a chráněným zařízením v kovové trubce na obou koncích uzemněné, nebo použití stíněných vedení o max. délce 1 m.

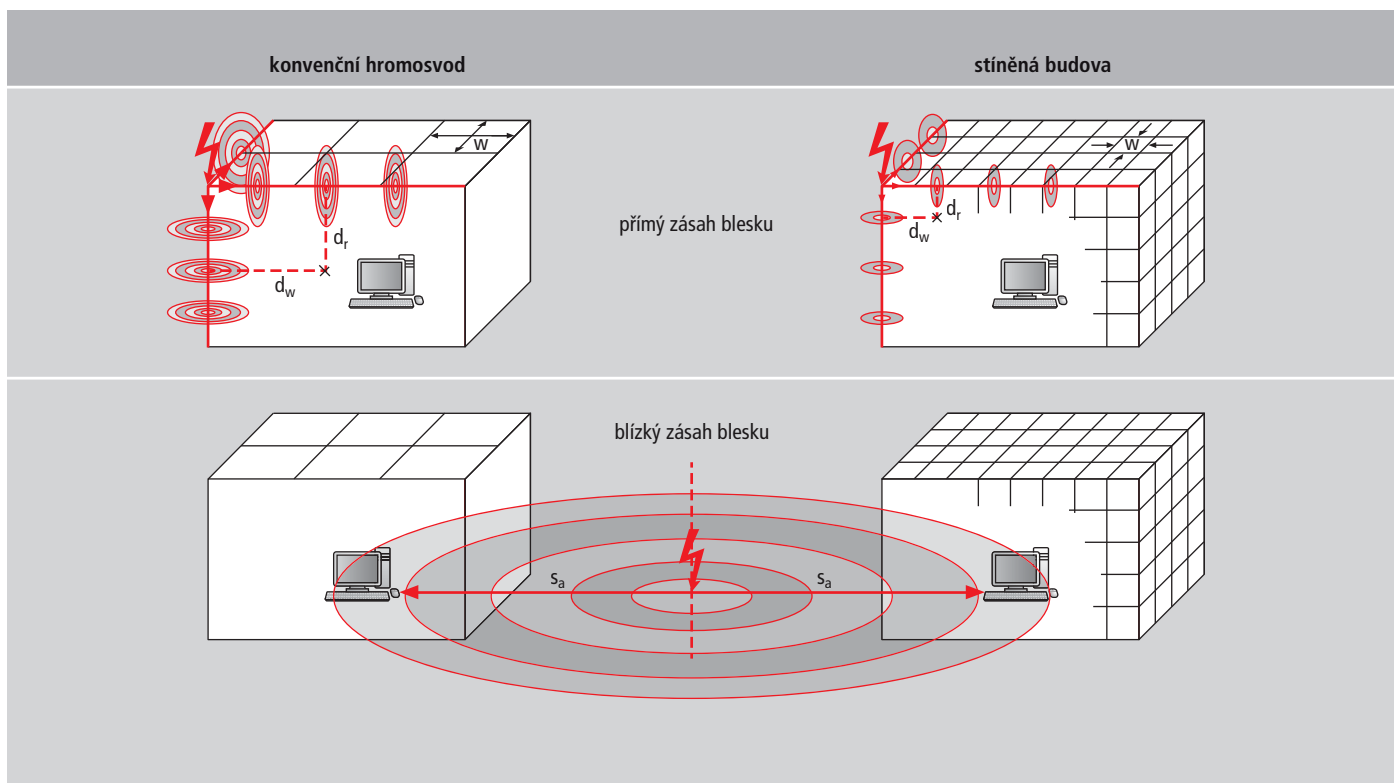
Podle definice v koncepci ochrany je PLC ve velině dáno jako LPZ 2. Jiskrově bezpečné vedení od čidla teploty je rovněž na přechodu z LPZ 0_B do LPZ 1 vedeno přes přepětovou ochranu. Tato přepětová ochrana na opačném konci venkovního vedení vstupujícího do budovy musí být stejně dimenzovaná, jako přepětová ochrana instalovaná u nádrže. Od přepětové ochrany je jiskrově bezpečné vedení dále vedeno přes oddělovací zesilovač (obrázek 9.32.5). Odtud je pak vedeno stíněné vedení k PLC v LPZ 2. Připojení stínění tohoto kabelu na obou koncích pak umožňuje přechod kabelu z LPZ 1 do LPZ 2 bez přepětové ochrany, protože očekávané zbytkové rušení je oboustranně uzemněným stíněním kabelu významně potlačeno (k tomu viz „Stínění v jiskrově bezpečných měřicích obvodech“).

Další kritéria výběru přepětových ochrany v jiskrově bezpečných měřicích obvodech

Izolační pevnost zařízení

Pro to, aby bludné proudy nezkreslovaly údaje měřicích čidel, bývají měřicí signály vedené od nádrže galvanicky oddělené. Měřicí převodník má mezi jiskrově bezpečnou smyčkou 4 ... 20 mA a uzemněným teplotním čidlem izolační pevnost ≥ 500 V AC. Zařízení je tedy plovoucí. Při instalaci přepětových ochrany je třeba tuto vlastnost zachovat.

Pokud má měřicí převodník izolační pevnost < 500 V AC, je jiskrově bezpečný měřicí obvod považován za uzemněný. V takovém případě pak použité přepětové ochrany musí mít při jmenovitém



Obrázek 9.32.3 Stínění budov využitím přirozených součástí stavby

rázovém proudu 10 kA (vlna 8/20 μ s) ochrannou napětovou úroveň nižší, než je izolační pevnost „uzemněného“ převodníku (např. U_p (žíla/PE) ≤ 35 V).

Stupeň ochrany proti jiskření – kategorie ia, ib nebo ic?

Měřicí převodník a přepětová ochrana jsou instalovány v Ex-zóně 1, takže pro proudovou smyčku 4 ... 20 mA postačí úroveň ochrany proti jiskření ib. Použitá přepětová ochrana je certifikována pro ty nejvyšší nároky úrovně ia, je tedy vhodná i pro aplikace úrovně ochrany ib a ic.

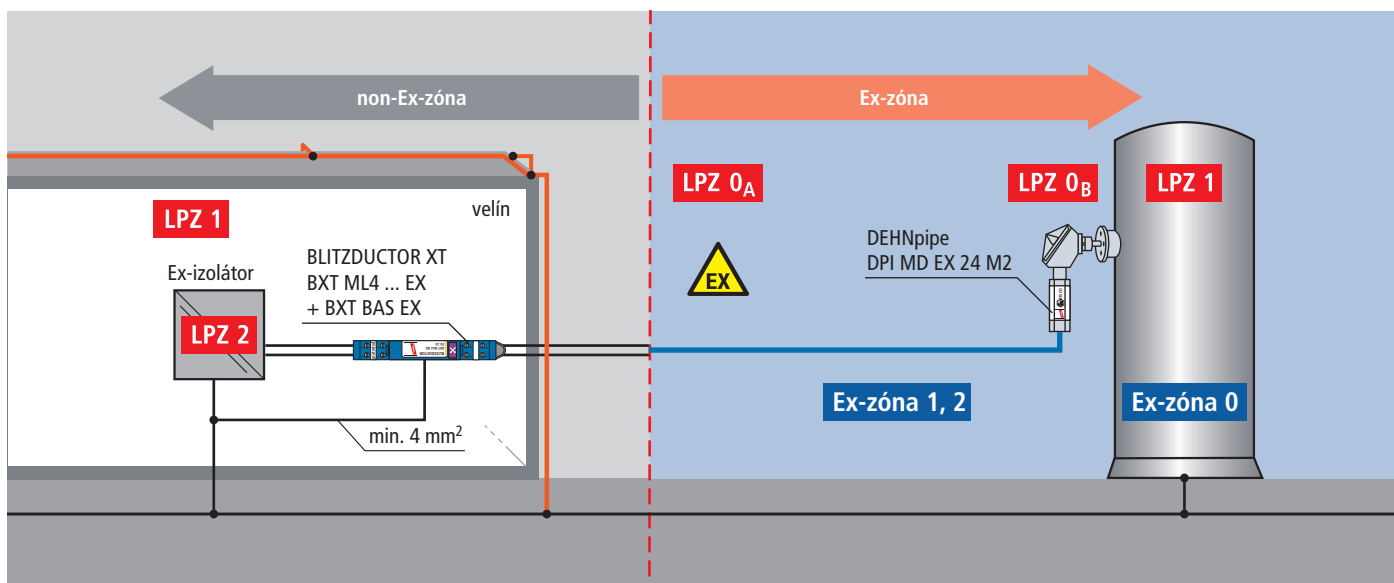
Maximálně přípustné hodnoty L_0 a C_0

Před uvedením jiskrově bezpečného měřicího obvodu do provozu musí být prokázána jiskrová bezpečnost tohoto obvodu. Jak napáječ, tak i měřicí převodník, použitý kabel i přepětové ochrany musejí v celku splňovat podmínky jiskrové bezpečnosti. V daném případě je třeba vzít v úvahu i případné akumulátory energie (indukčnosti, kapacity) v přepětových ochranách. U přepětové ochrany typu

BXT ML4 BD EX 24 (obrázek 9.32.6) jsou podle certifikátu z typové zkoušky dle EU (PTB 99 ATEX 2092) vnitřní kapacity a indukčnosti zanedbatelné a při posuzování celkového obvodu není třeba je brát v úvahu (tabulka 9.32.2).

Maximální hodnoty napětí U_i a proudu I_i

Chráněný jiskrově bezpečný měřicí převodník má podle jeho technických údajů pro jiskrově bezpečné aplikace dáno maximální napájecí napětí U_i a maximální zkratový proud I_i (obrázek 9.32.7). Jmenovité napětí U_c přepětové ochrany musí být minimálně tak vysoké, jako maximální výstupní napětí napájecího zdroje naprázdno. Také jmenovitý proud přepětové ochrany musí být přinejmenším tak vysoký, jako očekávaný zkratový proud I_i měřicího převodníku. Pokud by při dimenzování přepětové ochrany nebyly dodrženy tyto mezní podmínky, mohla by být přepětová ochrana přetížena a tedy by mohlo dojít k jejímu výpadku, nebo by mohlo dojít k narušení jiskrové bezpečnosti nepřipustným zvýšením teploty u přepětové ochrany.



Obrázek 9.32.4 Přepětové ochrany v jiskrově bezpečném měřicím obvodu



Obrázek 9.32.5 Přepětové ochrany pro jiskrově bezpečné měřicí obvody

Koordinace přepětové ochrany s koncovým zařízením

Doporučení NAMUR NE 21 stanovuje všeobecné podmínky odolnosti provozních prostředků (např. měřících převodníků) pro technologické procesy a laboratoře proti rušivým vlivům. Signálové vstupy takových zařízení musí odolávat napětím 0,5 kV mezi žilami (příčné napětí) a 1 kV mezi žílou a zemí (podélné napětí). Měřicí obvod a tvar měřicího impulsu jsou definovány v základní normě ČSN EN 61000-4-5 ed. 3. Podle amplitudy testovacího impulsu je koncovému zařízení přiřazena odpovídající odolnost. Tyto výdržnosti jsou vyznačeny jako stupně 1-4. Přitom 1 znamená nejnižší stupeň odolnosti a 4 ten nejvyšší stupeň. Stupeň odolnosti je zpravidla možné nalézt v technické dokumentaci chráněného přístroje, nebo jej lze zjistit dotazem u výrobce. Při nebezpečí působení blesku a přepětí musí být rušivé impulsy na vedení (napětí, proud, energie) omezeny na takovou hodnotu, která se nachází pod zkušební úrovní koncového zařízení. Stupně odolnosti jsou vyznačeny na přepětových ochranách (např. P1).

Mřížová zemnicí soustava

V praxi byly dříve zemnicí soustavy vytvářeny jako oddělené (ochranné uzemnění pro hromosvod a pro ochranu před úrazem odděleně od funkčního uzemnění). To se ukázalo jako nevhodné a může to být dokonce nebezpečné. Při úderu blesku zde mohou vzniknout rozdíly napětí v řádu stovek kV, což může vést ke zničení elektronických prvků, ohrožení osob a v důsledku výbojů k výbuchům v zónách s nebezpečím výbuchu. Z tohoto důvodu se doporučuje pro každou jednotlivou budovu či část zařízení vybudovat jeden vlastní zemnič, a tyto zemniče poté propojit do mříže. Toto zasmyčkování (obrázek 9.32.6) redukuje potenciálové rozdíly mezi budovami / částmi zařízení a tedy i vyrovnávací dílčí bleskové proudy ve vedeních. Potenciálové rozdíly mezi budovami či částmi zařízení jsou v případě úderu blesku tím menší, čím hustší je

zemnicí mříž. Jako hospodárné se prokázaly mříže o velikosti oka 20 x 20 m (v prostředí s nebezpečím výbuchu a při instalaci elektronických systémů se doporučují mříže 10 x 10 m). Při výběru materiálu pro zemniče je třeba dbát na to, aby se zamezilo koroznímu ohrožení potrubních vedení v zemi.

Potenciálové vyrovnání

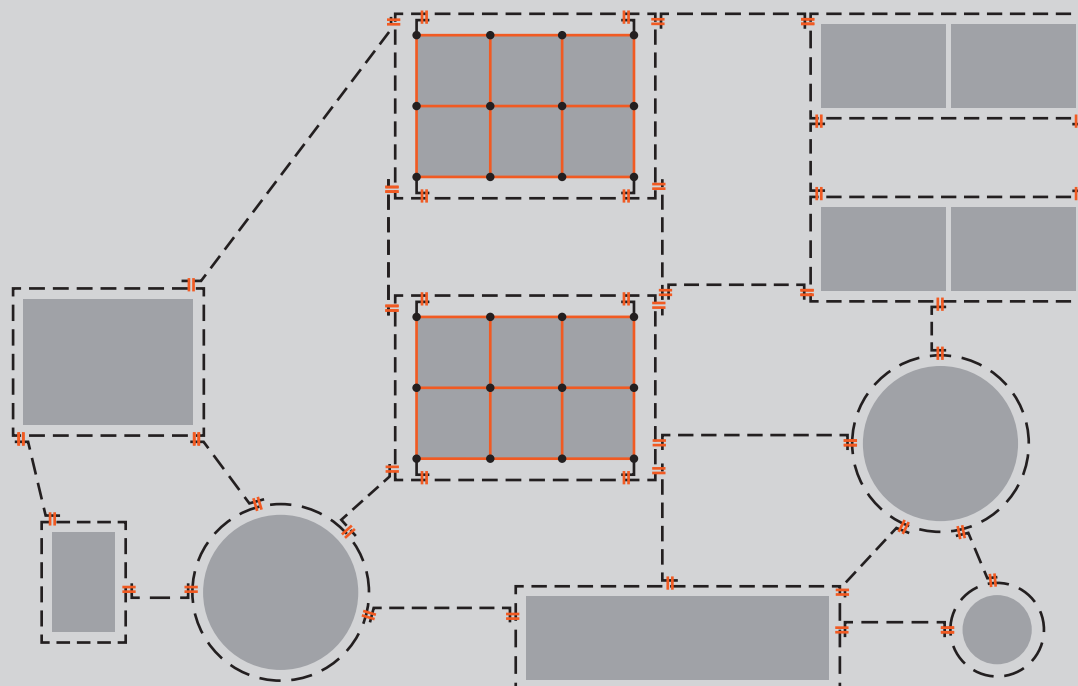
Ve všech prostorech s nebezpečím výbuchu je nutno provést důsledné potenciálové vyrovnání, aby nedocházelo k potenciálovým rozdílům mezi různými a cizími vodivými částmi. Rovněž nosné sloupky budov a stavební dílce, potrubní vedení, zásobníky atd. musejí být zapojeny do potenciálového vyrovnání tak, aby nebylo nutno počítat s napětovými rozdíly ani při poruše. Vývody vodičů potenciálového vyrovnání musí být zajištěny proti samovolnému povolení. Norma ČSN EN 60079-14 ed. 4 požaduje doplňkové pospojování, které je třeba pečlivě instalovat a ověřit v souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Při instalaci přepětových ochrany je třeba použít pro vodiče napojení na potenciálové vyrovnání min. Cu o průřezu 4 mm².

Potenciálové vyrovnání pro ochranu před bleskem vně Ex-zón

Použití přepětových ochrany v instalacích nn ve spotřebitelském sektoru a u MaR systémů vně prostor s nebezpečím výbuchu (např. dozorna) nevykazuje žádné zvláštnosti oproti ostatním aplikacím a byly již mnohokrát popsány (viz dokument DS 649 E – „Red/Line Selection Guide“). V této souvislosti je třeba poukázat na to, že přepětové ochrany pro vedení z LPZ 0_A do LPZ 1 musí být schopny odvádět bleskový proud a být ověřeny zkušební vlnou 10/350 μs. Přepětové ochrany různých tříd musí být navzájem koordinovány. Vytvořením ochranného řetězce s přepětovými ochranami od společnosti DEHN je toto zajištěno.

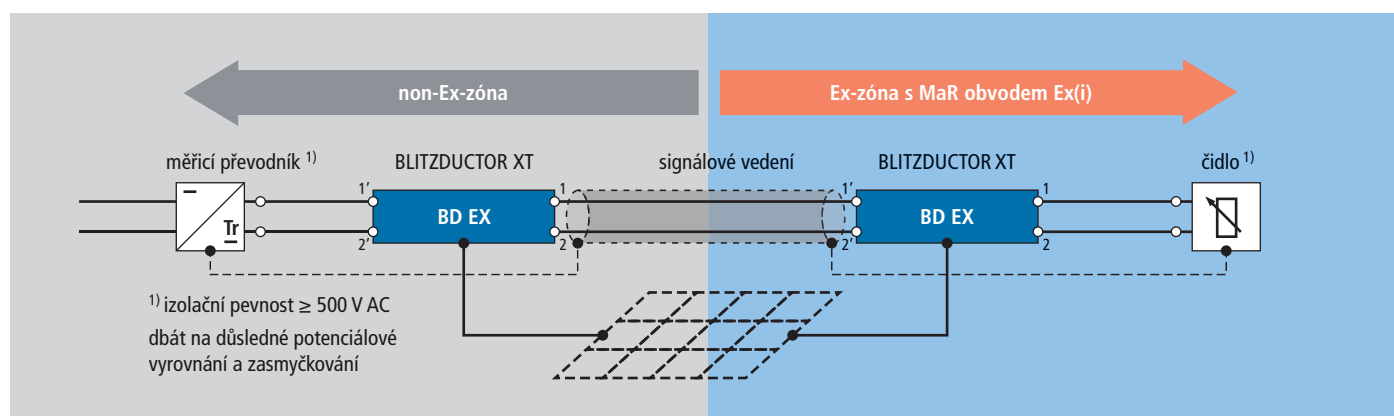
Technické údaje	Převodník TH02	Přepětová ochrana BXT ML4 BD Ex 24
Místo instalace	zóna 1	zóna 1
Úroveň ochrany proti jiskření	ib	ia
Napětí	U _i max. = 29,4 V DC	U _c = 33 V DC
Proud	I _i max. = 130 mA	I _N = 500 mA
Kmitočet	f _{HART} = 2200 Hz, frekvenční modulace	f _G = 7,7 MHz
Odolnost	dle NE 21, např. 0,5 kV žíla/žíla	jmenovitý imp. proud I _n 20 kA (8/20 μs) ochranná úroveň ≤ 52 V žíla/žíla
Testováno podle	ATEX, CE	ATEX, CE, IEC 61643-21, IEC EX
Plovoucí 500 V	ano	ano
Vnitřní kapacita C _i	C _i = 15 nF	zanedbatelná
Vnitřní indukčnost L _i	L _i = 220 μH	zanedbatelná

Tabulka 9.32.2 Příklad s jedním převodníkem teploty



Je třeba dodržet tyto normy pro zemnicí soustavu:
 ČSN 33 2000-5-54 ed. 3: Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení
 - Uzemnění a ochranné vodiče
 ČSN EN 62305-3 ed. 2: Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
 příp. též ČSN EN 50310 ed. 3: Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízením
 informační technologie
 příp. též ČSN EN 50522: Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV

Obrázek 9.32.6 Příklad zasmyčkováné zemnicí soustavy



Obrázek 9.32.7 Příklad ošetření stínění u jiskrově bezpečných kabelů

Stínění v jiskrově bezpečných obvodech

Ošetření stínění kabelu je důležitým opatřením proti elektromagnetickým vlivům. Je zde požadováno, aby účinky elektromagnetického pole ohledně jejich schopnosti vyvolat jiskření byly potlačeny na bezpečnou míru. To je však možné pouze tehdy, jestliže je stínění kabelu uzemněno na obou koncích. Oboustranné uzemnění stínění je v Ex-zónách přípustné tehdy, jestliže je možné s vysokou jistotou počítat s neexistencí potenciálových rozdílů mezi zemnicími body (mřížová zemnicí soustava s oky 10 x 10 m), paralelně s jiskrově bezpečným vedením je veden izolovaný zemnicí vodič o průřezu 4 mm² (nebo lépe 16 mm²), a ten je na libovolných místech na trase propojen se stíněním kabelu a spoj je vždy opět zaizolován. Toto paralelní vedení je pak na konci připojeno na touž přípojnicí ekvipotenciálního pospojování, na kterou je připojen i stínicí plášť jiskrově bezpečného vedení (**obrázek 9.32.6**).

Navíc i armovací pruty, které jsou trvanlivě a elektricky vodivé propojeny, mohou být využity jako vodič potenciálového vyrovnání. Tyto jsou pak na obou koncích připojeny na přípojnicí ekvipotenciálního pospojování.

Shrnutí

Ohrožení chemických a petrochemických provozů bleskovými výboji a z toho vyplývající elektromagnetické rušení jsou pojednány v příslušných směrnících. Při uskutečňování koncepce zón ochrany před bleskem v projekci a realizaci takových zařízení lze minimalizovat rizika tvorby jisker způsobených přímým zásahem blesku nebo výbojem rušivých energií indukovaných do vedení, a to technicky, bezpečnostně i ekonomicky akceptovatelným způsobem. Použité svodiče přepětí musí splňovat jak požadavky ochrany před výbuchem a koordinace s koncovým zařízením, tak i požadavky vyplývající z provozních parametrů obvodů MaR.

K hlavním úkolům plynových regulačních a měřicích stanic patří monitorování a výpočet množství plynu, automatický provoz stanic se stavově a množstevně orientovaným připojováním/odpojováním měřicích a regulačních cest, jakož i regulace dodávek a monitorování transportních objemů plynu mezi distribučními společnostmi.

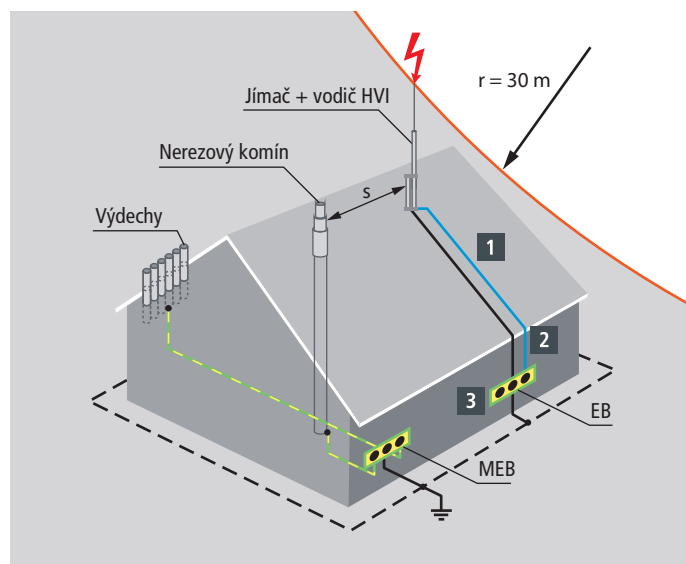
Plynové regulační a měřicí stanice jsou energetická zařízení a jako taková podléhají Energetickému zákonu (458/2000 Sb.). Proto platí primárně bezpečnostní požadavky Energetického zákona za dodržení všeobecně uznávaných technických pravidel stanovených v ČSN a TPG. Pro dohled nad energetickými zařízeními jsou kompetentní orgány státního dozoru.

U určitých funkčních jednotek napojených na energetické zařízení musí být nadto splněny požadavky zákonů o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. To je v zodpovědnosti provozovatele. Sem patří zařízení v prostorech s nebezpečím výbuchu, jejichž komponenty jsou dotčeny směrnicí Rady 94/9/ES (ATEX). Je třeba dodržet např. použití přístrojů splňujících směrnicí Rady 94/9/ES (ATEX), instalaci v souladu se stavem techniky, zkoušky před uvedením do provozu a periodické revize prováděné oprávněnou osobou v zodpovědnosti provozovatele.

Základní požadavky zákonů o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, jež je třeba v této souvislosti dodržovat, byly dále konkretizovány vydáním příslušných TPG. Požadavky na elektrickou i neelektrickou ochranu plynových zařízení před výbuchem jsou popsány v technických pravidlech TPG REGULAČNÍ STANICE G 605 02.

Určení míry ohrožení – zjištění stávajícího stavu

Při inventuře je třeba vyšetřit stávající stav zařízení. Je třeba podchytnout stavební údaje, existující dokumentaci stejně jako i možné požadavky pojišťovny.



	Komponenty	Kat. č.
1	Střešní podpěra vedení se vzpěrou pod taškovou krytinu a s držákem pro vodič HVI	202 829
2	Podpěra vedení na stěnu pro vodič HVI	275 259
3	Zemnicí přípojnice s 2x2 přípoji	472 109

Obrázek 9.33.1 Izolovaný vnější hromosvod pro sedlovou střechu

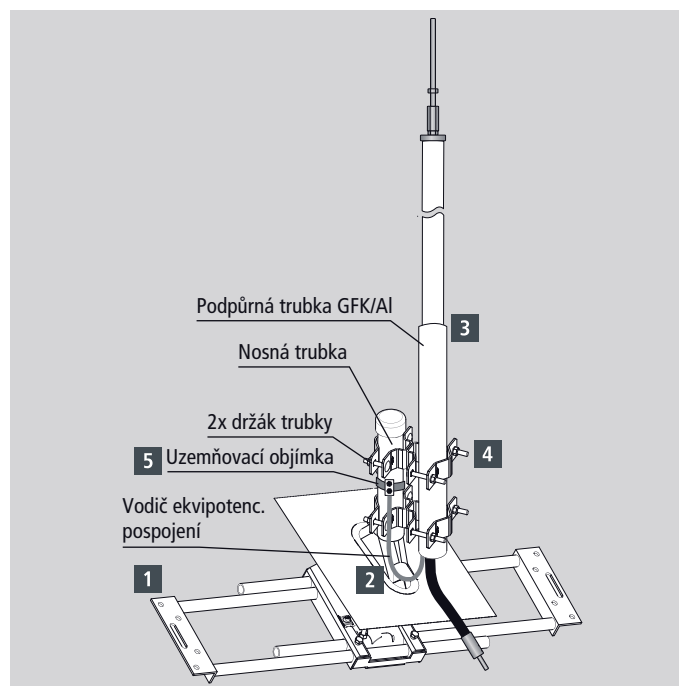
Na základě určení míry ohrožení se společně s provozovatelem zařízení rozhodne o nezbytných ochranných opatřeních proti škodlivým účinkům blesků a přepětí. Projektant při tom použije platné předpisy umožňující projektování kompletního systému ochrany.

Bezpečným základem pro nadčasové systémy ochrany před bleskem je ČSN EN 62305. Tato norma je určena pro projekci, zřizování, zkoušení a údržbu systémů ochrany budov, instalací, hmotného majetku i osob v budově před blesky.

Ohrožení objektu bleskem a potřeba ochrany před ním se posuzují na základě částí 1 a 2 normy ČSN EN 62305 ed. 2. Podle míry ohrožení vyplývá volba techniky a ekonomicky optimálních ochranných opatření. Pomocí částí 3 a 4 normy ČSN EN 62305 ed. 2 jsou pak stanovená ochranná opatření konkretizována. Pro provozovatele i pro projektanta je tedy norma ČSN EN 62305 solidním základem, v neposlední řadě také proto, že na tomto základě je možno snáze a méně nákladně realizovat i ochranná opatření pro rozsáhlé energetické a informační systémy. Ochranná opatření pro elektrotechnické systémy jsou popsána v ČSN EN 62305-4 ed. 2.

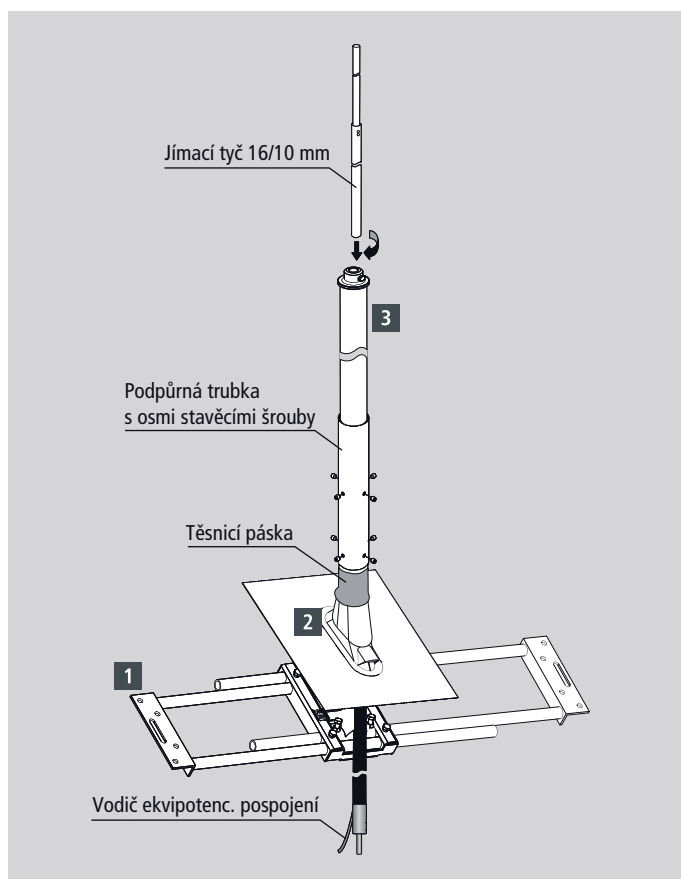
Ohodnocení rizik u plynové regulační a měřicí stanice

Od samého počátku je třeba zohledňovat potřebnou ochranu stavby, technických zařízení i osob před působením blesků. Z tohoto důvodu jsou cíle ochrany stanovovány společně s provozovatelem, a to ještě před zahájením analýzy rizik.



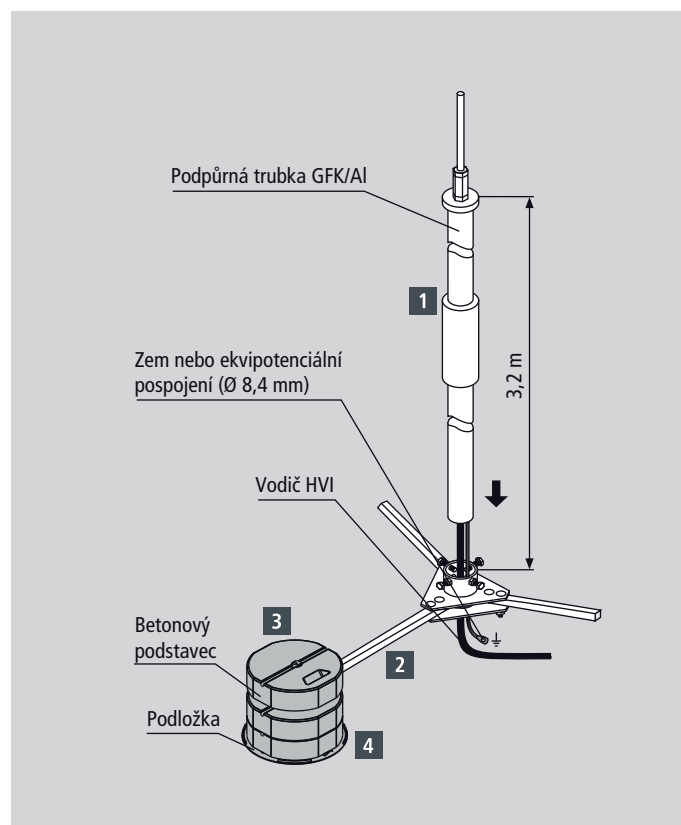
	Komponenty	Kat. č.
1	Držák podpůrné trubky do střechy na krokev	105 240
2	Sada průchodky střechou	105 245
3	DEHNcon-H vodič HVI-I v podpůrné trubce s jímáčem	819 245
4	Držák na trubku do 2"	105 354
5	Uzemňovací objímka na anténní stožár	540 103

Obrázek 9.33.2 Izolovaný vnější hromosvod pro sedlovou střechu – varianta 1



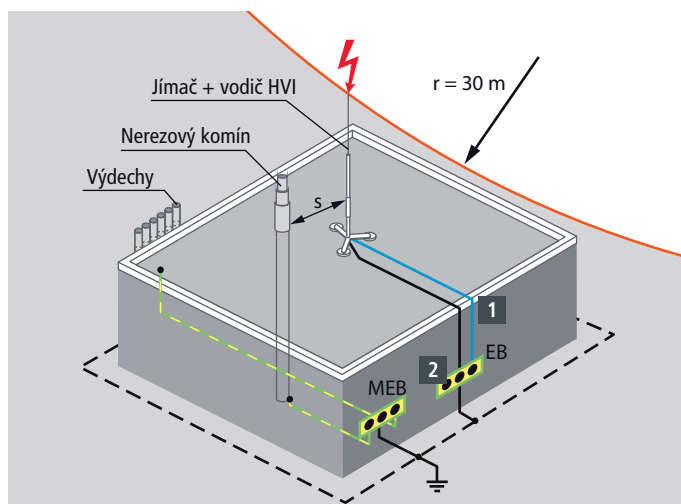
	Komponenty	Kat. č.
1	Držák podpůrné trubky do střešky na krokve	105 240
2	Sada průchodky střešou	105 245
3	DEHNcon-H vodič HVI-I v podpůrné trubce s jímačem	819 245

Obrázek 9.33.3 Izolovaný vnější hromosvod pro sedlovou střechu – varianta 2



	Komponenty	Kat. č.
1	Vodič HVI-I v podpůrné trubce s jímačem	819 326
2	Tříramenný stojan pro vodič HVI v podpůrné trubce	105 351
3	Betónový podstavec	102 010
4	Podložka	102 050

Obrázek 9.33.5 Izolovaný vnější hromosvod pro plochou střechu – varianta č. 3



	Komponenty	Kat. č.
	Držák HVI-Ex W70	275 440
1	Držák HVI-Ex W200	275 441
	Vodivá vzpěra HVI-Ex busbar 500	275 48
2	Zemnicí přípojnice s 2x2 přípoji	472 109

Obrázek 9.33.4 Izolovaný vnější hromosvod pro plochou střechu

Těmito cíli by v našem příkladu byly:

- ➔ ochrana před požárem a explozí
- ➔ ochrana osob
- ➔ ochrana elektroniky v systémech s požadovanou vysokou dostupností

Nejprve se stanoví ztráty podle ČSN EN 62305 vyplývající z potřebné dostupnosti a rizika škod, což vede k těmto ztrátovým faktorům:

- ➔ L1: úraz nebo smrt osob (ve ztrátách L1 je zohledněn i iniciační zdroj – blesk s ohledem na ochranu před výbuchem)
- ➔ L2: ztráty na veřejných službách
- ➔ L4: ztráty ekonomických hodnot

Následně uvedený příklad byl vypočten na základě ČSN EN 62305-2, a to s pomocí softwaru DEHNSupport. Výslovně upozorňujeme, že postup zde uvedený je pouze příklad. Znázorněné řešení (**obrázek 9.33.1**) není nikterak závazné a samozřejmě může být nahrazeno jinými, rovnocennými řešeními. Následně budou představena možná řešení odpovídající stupni ochrany LPL II, včetně jejich podstatných charakteristik v závislosti na montážní variantě. Vysokonapěťový izolovaný svod (vodič HVI-I) může být veden nad střešní krytinou (**obrázek 9.33.2**) nebo ukryt pod krytinou (**obrázek 9.33.3**).

Jestliže místní podmínky vyžadují pokládku vedení uvnitř výbuchové zóny Ex-1 nebo Ex-2, je třeba pokládku provést podle montážního návodu č. 1501. **Obrázky 9.33.4 a 9.33.5** ukazují příklad řešení ochrany plynové regulační a měřicí stanice s plochou střechou.

Položka v obrázku 9.33.6	Ochrana pro...	Ochranný přístroj	Kat. č.
Silové elektrické systémy			
1	Třífázové sítě nn, systém TN-S/TT	DEHNventil M TT 255 DEHNventil M TT 255 FM DEHNventil ZP TT 255	951 310 951 315 900 391
	Třífázové sítě nn, systém TN-C	DEHNventil M TNC 255 DEHNventil M TNC 255 FM	951 300 951 305
	AC sítě nn, systém TN	DEHNventil M TN 255 DEHNventil M TN 255 FM	951 200 951 205
	AC sítě nn, systém TT	DEHNventil M TT 2P 255 DEHNventil M TT 2P 255 FM	951 110 951 115
Informační systémy			
2	Dálkové řízení, telekomunikace	BXT ML4 BD 180 nebo BXT ML2 BD 180 + BXT BAS	920 347 920 247 + 920 300
MaR technika			
3	Jiskrově bezpečné měřicí obvody a systémy	BXT ML4 BD EX 24 nebo BXT ML2 BD S EX 24 + BXT BAS EX	920 381 920 280 + 920 301
Systémy katodové ochrany			
4	Zařízení katodové ochrany, ochranný proud do 12 A	BVT KKS ALD 75	918 420
	Zařízení katodové ochrany, ochranný proud nad 12 A	DEHNBloc M 1 150 FM + DEHNGuard S 150 FM + MVS 1 2 nebo DEHNBloc M 1 150 + DEHNGuard S 150 + MVS 1 2	961 115 + 952 092 + 900 617 961 110 + 952 072 + 900 617
5	Zařízení katodové ochrany, obvod měřících senzorů	BVT KKS APD 36	918 421
Izolované části zařízení			
6	Izolační vložky / izolační příruby	EXFS 100 nebo EXFS 100 KU	923 100 923 101
Ekvipotenciální vyrovnání v Ex-zónách			
7	Bezjiskrové připojení potrubí	EX BRS 27 nebo EX BRS 90 nebo EX BRS 300 nebo EX BRS 500	540 821 540 801 540 803 540 805

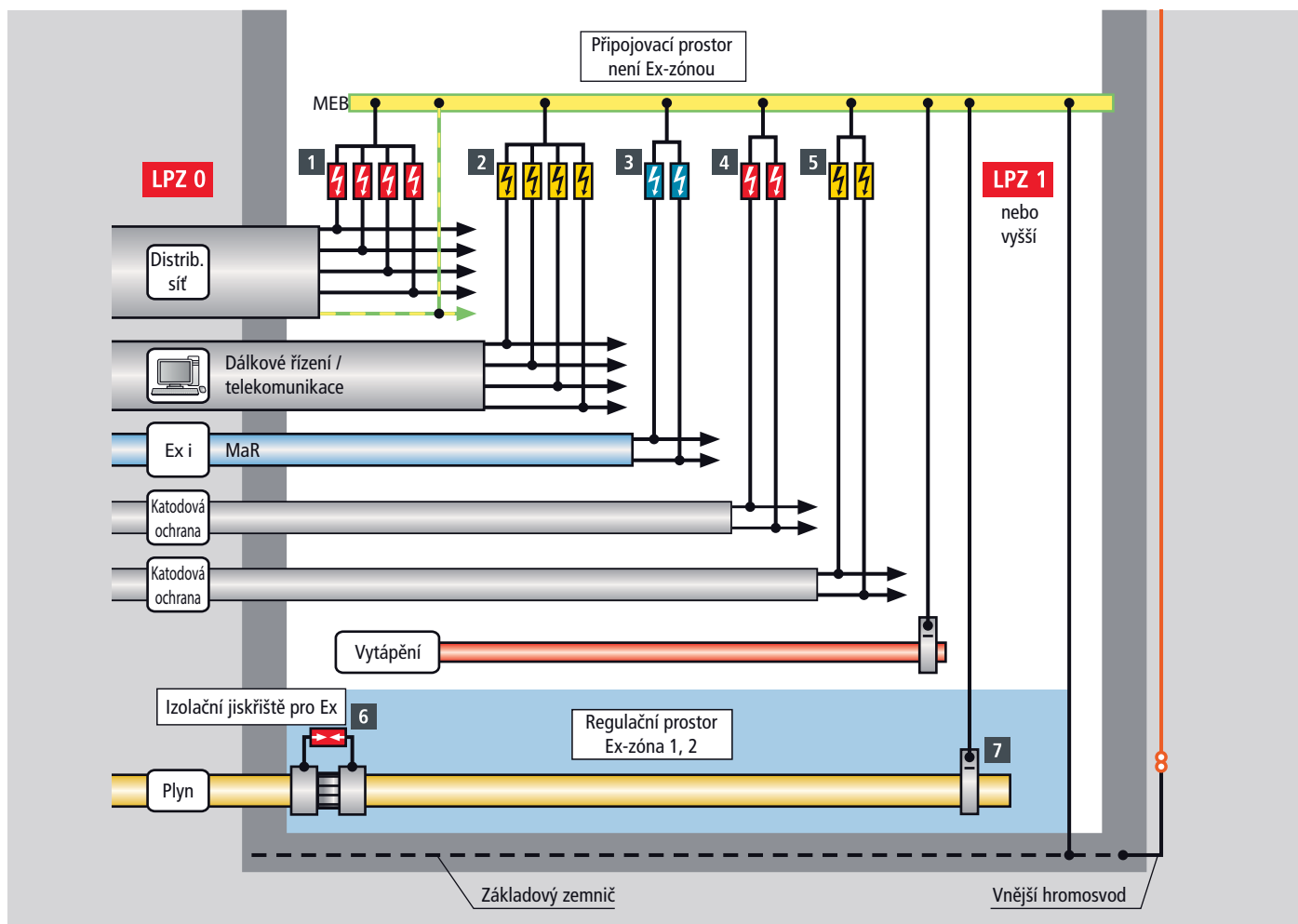
Tabulka 9.33.1 Doporučené komponenty pro potenciálové vyrovnání k ochraně před bleskem podle **obrázku 9.33.6**

Vnitřní ochrana před bleskem - vyrovnání potenciálů - ochrana před přepětím

Všechny elektricky vodivé systémy vstupující zvenčí do plynové regulační a měřicí stanice musí být navzájem pospojeny systémem potenciálového vyrovnání pro ochranu před bleskem (**obrázek 9.33.6**). Tento požadavek je splněn přímým vodivým propojením všech kovových systémů, a nepřímým pospojením všech systémů pod napětím pomocí přepětových ochranných (svodičů). Tyto svodiče musí mít schopnost odvádět bleskové proudy (SPD typ 1: zkušební rázová vlna 10/350 μs). Ochrana ekvipotenciálním pospojením má

být provedena co nejbližší místu vstupu pospojovaného systému do objektu (přechod zón LPZ 0-1 nebo vyšší). To redukuje vysoké rozdíly potenciálů a nebezpečné přeskoky v prostorách ohrožených výbuchem, čímž je zamezeno proniknutí dílčích bleskových proudů dovnitř budovy.

V závislosti na odolnosti proti rušení a v závislosti na okolí instalovaných systémů mohou být nezbytná další ochranná opatření podle ČSN EN 62305-4 pro zvýšení spolehlivosti citlivých elektrických systémů. V praxi se osvědčila kombinace přepětové ochrany, stínění a dodatkového ekvipotenciálního vyrovnání.



Obrázek 9.33.6 Ochrana před bleskem pomocí ekvipotenciálního pospojení přivedených vedení

Jachty jsou vystaveny nebezpečí zásahu bleskem, ať na moři, v kotvišti nebo na zemi (např. v suchém doku). Pravděpodobnost zásahu je závislá na místní četnosti blesků N_g , jež udává, kolik blesků za rok udeří na 1 km². Ohrožení na moři je tím větší, čím blíže se jachta blíží vodám na rovníku. Obecně je četnost blesků často vyšší na zemi (v kotvišti) než na volném moři.

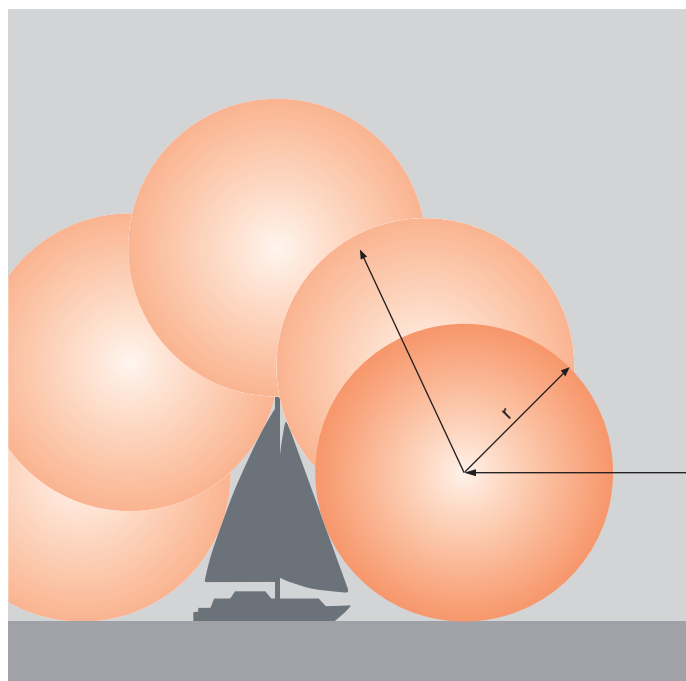
Udeří-li blesk do stěžně jachty, sjede po něm na palubu. Po stěžni jsou zpravidla vedeny různé kabely, např. k pozičním světlům, k radiové anténě nebo k měřiči síly větru. Po těchto kabelech pronikne bleskový proud dovnitř jachty a rozdělí se po celé kabelové napájecí síti, která napájí např. echolot (hloubkoměr) a log (měřič rychlosti). Tato zařízení tím mohou být poškozena a může dojít k průniku vody do lodi, protože tyto přístroje se nacházejí pod čarou ponoru. Zatímco na moři bude průnik vody do lodi jistě zpozorován a odstraněn, během přezimování v kotvišti zůstane většinou nezpozorován a jachta se může potopit.

K určení možných míst úderu blesku se používá elektro-geometrický model „bleskové koule“. Ten popisuje přicházející blesk (střed koule), který z určité vzdálenosti (poloměr koule) zasáhne daný objekt. Čím menší poloměr koule je zvolen, tím efektivněji budou blesky zachyceny. V normách pro ochranu před bleskem jsou úrovně ochrany LPL I až LPL IV přiřazeny různým polůměrům r . Nejvyššího stupně ochrany před úderem blesku je dosaženo použitím úrovně ochrany LPL I. Při této úrovni ochrany je možno systémem ochrany zvládnout 99 % všech blesků, s rázovými bleskovými proudy menšími než 200 kA a většími než 3 kA.

Pro jachty bývá často použita úroveň ochrany LPL III. To je třeba ozřejmit na příkladu. Z vyobrazení na **obrázku 9.34.1** je možno vyhodnotit riziko zásahu do stěžně. Následující informace je možné použít i u víceštěžňové jachty. Všechna místa, kde se blesková koule dotkne jachty, jsou potenciální místa zásahu a je třeba je chránit.

Ochrana před bleskem

Pro aplikaci opatření ochrany před bleskem je třeba rozlišovat, zda je stěžň a trup lodi kovový, nebo je z nekovového materiálu.



Obrázek 9.34.1 Ohrožení úderem blesku na jachtě podle metody valivé bleskové koule pro úroveň ochrany LPL III

Kovová jachta

Pokud má jachta kovový trup a s ním vodivě spojený kovový stěžň, nejsou nutná žádná další opatření pro svedení bleskového proudu. Dojde-li k úderu blesku do stěžně této jachty, největší díl bleskového proudu je sveden stěžněm do trupu a kýlu, rovněž tak dílčí bleskové proudy lanovím, odtud pak odchází bleskový proud do vody (**obrázek 9.34.2**).

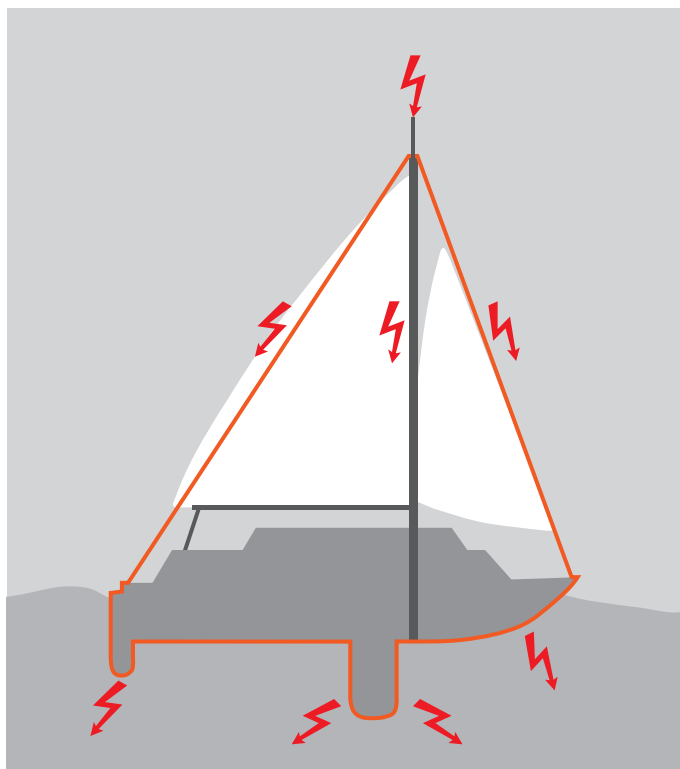
Nekovová jachta

Pokud se však jedná o jachtu s dřevěným nebo sklolaminátovým trupem, jsou zapotřebí další opatření pro ochranu před bleskem. Jestliže je stěžň např. dřevěný, musí jej min. o 300 mm přechýňat jímací tyč o průměru min. 12 mm. Nezbytný svod od špičky stěžně může být měděný a měl by mít průřez min. 70 mm². Svod musí být veden vně jachty a být připojen na zemnicí desku. Tato deska musí mít plochu min. 0,25 m² a být vyrobena z mědi nebo jiného materiálu odolávajícího mořské vodě. U větších jachet se může stát, že pro ochranu před bleskem a pro napájení jsou použity různé zemnicí desky. Ty pak musí být instalovány s dostatečným vzájemným odstupem, aby se zabránilo přeskoku.

Když dojde k úderu blesku do jímací tyče na nevodivém stěžni, musejí být bleskové proudy tekoucí svodem na stěžni i stěhy, úpony a jejich dolní upnutí až do zemnicí desky. To předpokládá, že stěžň, úpony, stěhy i jejich upínací oka jsou spojeny s touto zemnicí deskou. Tyto spoje vyžadují minimální průřez 16 mm² mědi. Všechny spoje vedoucí bleskové proudy musí být výhradně šroubové, nýtované nebo svařované.

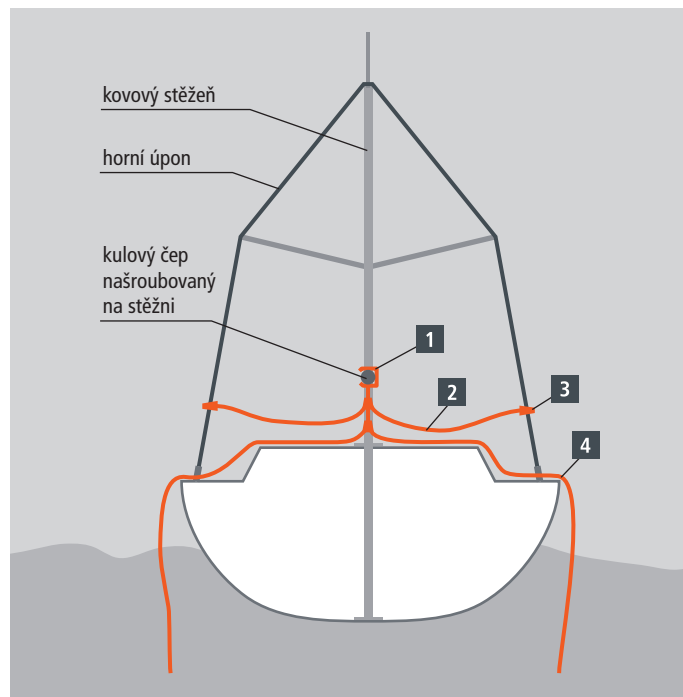
Mobilní hromosvod při kovovém stěžni

Obzvláště jednoduše a nenákladně je možné zřídit mobilní hromosvod, což bývá s oblibou používáno u příležitostných charterových plaveb jachty. Jeho principem je, že stávající hliníkový stěžň je v dolní části opatřen kulovým čepem a poté je využit jako svod.



Obrázek 9.34.2 Rozdělení bleskového proudu na jachtě při úderu do stěžně

Na kulový čep je našroubována svorka dimenzovaná pro bleskové proudy, spojená se dvěma několikametrovými zemnicími pásky s dalšími svorkami. Tyto svorky jsou pak spojeny s úpony, aby se tak také využily jako svody. Volné konce zemnicích pásků musí během použití viset ponořeny do hloubky min. 1,5 m (**obrázek 9.34.3**). Všechny součásti a spoje musí být dimenzovány na bleskový proud a být korozivzdorné. Toto řešení ochrany před bleskem je možné při blížíci se bouři velmi rychle instalovat a poskytuje určitou ochranu před působením blesků. Není však možné s jistotou odpovědět, zda ochrana jachty před blesky odpovídá normativním požadavkům, protože na potenciálové vyrovnání (ochrana osob), dostatečnou vzdálenost atd. nebyl brán zřetel. Lze pouze mít za to, že je zamezeno škodám jako např. průrazu trupu, protože největší část bleskového proudu teče zemnicími pásky do vody. Proto je třeba vždy dávat přednost pevně instalovanému hromosvodu.



	Díl	Typ/materiál	Kat. č.
1	Univerzální zemnicí svorka	UEK 25 HG	774 234
2	Vícepólové zemnicí lano	např. V6TZ3N8	lze přizpůsobit pomocí DEHN konfigurátoru
3	Zemnicí kleště	NIRO	546 001
4	Zemnicí pásek	Cu	377 007

Obrázek 9.34.3 Mobilní hromosvod na jachtě s kovovým stěžněm

Síťové napájení

ČSN 33 2000-7-709 (Přístavy a obdobné lokality) popisuje zvláštní požadavky na napájecí obvody (napájení v maríně) vodních sportovních plavidel a hausbótů napájených z veřejné sítě. Pod vodními sportovními plavidly je třeba rozumět takové lodi, čluny, jachty, motorové barkasy a hausbóty, které jsou používány výhradně pro sport a volný čas.

Dále popsané pojednání se týká pouze napájení z jednofázové sítě střídavého napětí 230 V/50 Hz. (V modifikované formě jsou přirozeně použitelné i pro síť třífázovou.) Zásuvky a vidlice zde používané musí pro proudovou zatížitelnost do 63 A odpovídat ČSN EN 60309-2 ed. 3 (provedení CEE modré).

Z pohledu ochrany proti korozi platí, že ochranný vodič pozemní přípojky napájecí sítě se nespojuje s uzemněnými kovovými částmi plavidla. Ochranný vodič pozemní přípojky není na jachtě pro ochranu před úrazem elektrickým proudem zapotřebí, protože tuto ochranu zajišťuje oddělovací transformátor na jachtě společně s proudovým chráničem (**obrázek 9.34.4**).

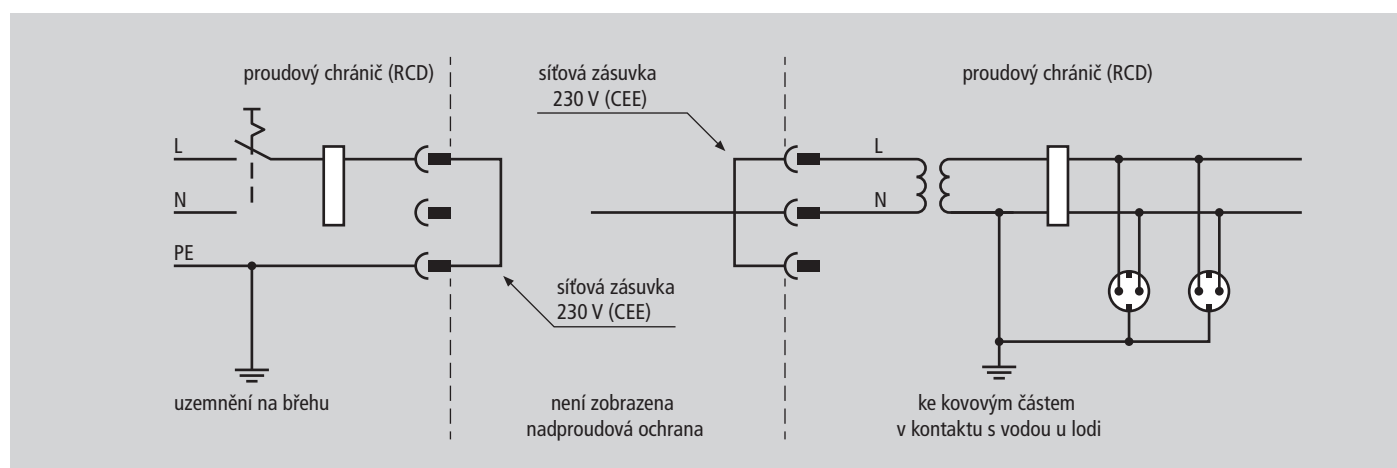
Potenciálové vyrovnání

U jachet obecně platí, že všechny ochranné vodiče palubní elektroinstalace a všechny kovové části musí být spojeny se společným systémem potenciálového vyrovnání a uzemnění napájecí sítě. Tímto opatřením je zajištěno, že nemůže vzniknout žádné nebezpečné dotykové napětí ani dojít k jiskření či obloukovému výboji. Pro vodiče potenciálového vyrovnání, které nevedou bleskové proudy, je nezbytný průřez min. 6 mm² Cu. K tomuto účelu se používají vodiče plné, slané a jemně slané (flexibilní). Z důvodu chvění a vibrací jsou jemně slané vodiče vhodnější. Je však třeba nepominout, že může dojít k jejich poškození vlivem korozivního prostředí (slané, vlhké) a kapilární vzlinavosti. Proto je třeba chránit konce jemně slaných vodičů u nalisovaných kabelových ok pomocí smršťovacích návleků.

Vnitřní hromosvod / ochrana před přepětím

Jedním z nejdůležitějších opatření je zde kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí instalovaný bezprostředně v napájecí síti (**obrázek 9.34.5**). Jeho nezbytnost objasníme na následujících dvou ohrožujících situacích.

Udeří-li blesk do jímací tyče nebo kovového stěžně zakotvené jachty napájené ze sítě, stoupne potenciál jachty oproti potenciálu síťové přípojky. Část bleskového proudu je odvedena do vody a v závislosti na vodivosti vody dojde také k přeskoku na napájecí kabel pozemní síťové přípojky. Tento přeskok vede vedle poškození instalace a zařízení na jachtě také k nebezpečí požáru. Ještě pravděpodobnější je však, že zakotvená jachta připojená na pozemní síť bude ohrožena úderem blesku na souš. V tomto případě teče bleskový proud směrem k jachtě a zde způsobí výše uvedené škody. Při instalaci výše uvedeného kombinovaného svodiče typu 1 je třeba dbát toho, aby systém potenciálového vyrovnání na jachtě nevedl kvůli ochrannému vodiči pozemní sítě k nežádoucím



Obrázek 9.34.4 Zamezení korozi pomocí instalace oddělovacího transformátoru

Ochrana osob

Uvedená opatření potenciálového vyrovnání pro všechny přípoje zmiňované v kapitole Potenciálové vyrovnání snižují ohrožení osob uvnitř jachty. Z tohoto důvodu by osoby za bouřky pokud možno

- ➔ neměly pobývat na palubě, protože zde v důsledku vlhkých povrchů může dojít k potenciálovým rozdílům představujícím ve spojení s vlhkou pokožkou nebezpečí,
- ➔ neměly se dotýkat úponů, stěhů ani jiných předmětů,

- ➔ neměly kontrolovat hromosvod, to je třeba dělat pravidelně a ne teprve za bouřky. Je při tom důležité kontrolovat, zda je v pořádku i potenciálové vyrovnání, tzn. spojení všech kovových vodivých zařízení na palubě s hromosvodem.

Podrobnější informace najdete v knize „Blitzschutz für Yachten“ (Hromosvody pro jachty), autor Michael Hermann, Palstek Verlag, Hamburk, 2011.



Chrání zařízení a spotřebiče připojené k síti nízkého napětí i při přímých úderech blesku. Instalace na rozhraní zón ochrany před bleskem LPZ 0_A - 2.

Kompletně zapojený kombinovaný svodič, typ 1 + typ 2 na bázi jiskřiště, složený ze základního dílu a zásuvných ochranných modulů

Vysoká provozní spolehlivost chráněných zařízení je zajištěna omezením následného proudu technologií RADAX-Flow Jiskřiště je selektivní, do velikosti zkratového proudu 50 kA_{eff} nezpůsobuje vybavení pojistek od hodnoty 20 A gG a výše

Schopnost svádět bleskové proudy až do 100 kA (10/350 μs)

Umožňuje ochranu koncového zařízení

Funkční stav nebo porucha je signalizována zeleným/červeným terčíkem v signalizačním poli

Snadná výměna ochranných modulů pomocí aretovacích tlačítek na ochranném modulu

Zkoušeno vibrací a otřesem podle ČSN EN 60068-2

Provedení

DEHNventil M TNC 255: modulární kombinovaný svodič pro sítě TN-C

DEHNventil M TNS 255: modulární kombinovaný svodič pro sítě TN-S

DEHNventil M TT 255: modulární kombinovaný svodič pro sítě TT a TN-S (zapojení 3+1)

DEHNventil M TN 255: modulární kombinovaný svodič pro jednofázové sítě TN

DEHNventil M TT 2P 255: modulární kombinovaný svodič pro jednofázové sítě TT a TN (zapojení 1+1)

DEHNventil M ... FM: s kontaktem dálkové signalizace (bezpotenciálový přepínač)



Detaily

Ve funkčně řešeném designu řady Red/Line spojuje skupina modulárních svodičů DEHNventil působivým způsobem bezpečnost a inovaci. V případě řešení „All-in-one“ je splněna funkce ekvipotenciálního pospojování proti blesku a funkce svodiče přepětí. Obzvláště pro kompaktní elektroinstalace malého rozsahu může být tato funkce velkou výhodou. Parametry svodiče podle kritérií daných energetickou koordinací umožňují při malých vzdálenostech (≤ 5 m) mezi DEHNventilem a spotřebičem ochranu koncového zařízení. S přihlédnutím ke schopnosti svádět bleskové proudy až 100 000 A je vytvořen dobrý základ pro zajištění vysoké spolehlivosti připojených chráněných zařízení. Také pro rozsáhlé vnitřní rozvody a zařízení nabízí instalace svodičů DEHNventil mnohonásobné výhody. Svodiče přepětí řady Red/Line instalované na rozhraní jednotlivých zón ochrany před bleskem jsou se svodičem DEHNventil energeticky zkoordinované. Použití zapouzdřených klouzavých jiskřišť a malé rozměry kombinovaných svodičů umožňují snadnou integraci do rozváděčů. Charakteristický znak skupiny modulárních svodičů DEHNventil představuje funkční design. Důležitou složkou je systém pro odjištění a výměnu modulů. Ten zajišťuje, že i v případě nejvyššího zatížení zůstane ochranný modul bezpečně propojen se základním dílem. Bude-li třeba provést jeho výměnu, stisknutím příslušných tlačítek na ochranném modulu dojde k jeho odjištění a ochranný modul je možno jednoduše a bez použití nářadí vyjmout ze základního dílu. Při využití zdvojených svorek, které jsou k dispozici pro připojení všech vodičů, je možno realizovat zapojení do V, přednostně doporučené v ČSN 33 2000-5-534. Toto zapojení je vhodné do velikosti jmenovitého proudu až 125 A, přičemž představuje značnou úsporu místa i nákladů na instalaci. Pro vzájemné propojení s dalšími řadovými přístroji je možno použít hřebenové propojky typ MVS 3 8 6 a typ MVS 4 11 8. Provedení svodiče DEHNventil se shoduje s daným typem sítě nn.

Vysoká provozní spolehlivost chráněných elektrických zařízení je dosažena použitím jiskřišť s patentovanou technologií RADAX-Flow, která je schopna zhášet nebo omezit následné proudy ze sítě. Rovněž při velkých zkratových proudech až 100 kA_{eff} jsou následné proudy tak silně omezeny, že je spolehlivě zajištěna selektivita vůči předřazeným pojistkám a vlivem průchodu následného proudu ze sítě nedojde k jejich vybavení.

Bezodběrový ukazatel stavu provozu/porucha pro každý ochranný obvod poskytuje okamžitou informaci o provozním stavu svodiče. Vedle standardního optického ukazatele se zeleným/červeným terčíkem disponují varianty svodičů DEHNventil M ... FM třípólovou svorkovnicí pro připojení dálkové signalizace stavu. Kontakty jsou řešeny jako bezpotenciálový přepínač, proto je možno zapojit obvod dálkové signalizace jako rozepínací nebo spínací.

Parametry svodiče, stejně jako celková koncepce, umožňují instalaci v neměřené části rozvodů nízkého napětí před elektroměrem.

DEHNventil M TNC (FM)

Modulární kombinovaný svodič pro sítě TN-C 230/400 V (zapojení 3+0); v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DV M Obj. č.	TNC 255 951 300	TNC 255 FM 951 305
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Nejvyšší provozní napětí AC (U _c)	264 V (50/60 Hz)	264 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μs) [L1+L2+L3-PEN] (I _{total})	75 kA	75 kA
Bleskový proud (10/350 μs) [L-PEN] (I _{imp})	25 kA	25 kA
Ochranná úroveň (U _p)	$\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5$ kV
Max. předjištění (L) do I _K = 50 kA _{eff}	315 A gG	315 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL	KEMA, VDE, UL
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Rozšířená technická data:	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)
– Max. prospektivní zkratový proud	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})

DEHNventil M TNS (FM)

Modulární kombinovaný svodič pro sítě TN-S 230/400 V (zapojení 4+0); v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DV M Obj. č.	TNS 255 951 400	TNS 255 FM 951 405
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Nejvyšší provozní napětí AC (U_c)	264 V (50/60 Hz)	264 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	100 kA	100 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	25 kA	25 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff}	315 A gG	315 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL	KEMA, VDE, UL
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Rozšířená technická data:	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)
– Max. prospektivní zkratový proud	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})

DEHNventil M TT (FM)

Modulární kombinovaný svodič pro sítě TT a TN-S 230/400 V (zapojení 3+1); v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DV M Obj. č.	TT 255 951 310	TT 255 FM 951 315
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Nejvyšší provozní napětí AC [L-N] (U_c)	264 V (50/60 Hz)	264 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	100 kA	100 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	25/100 kA	25/100 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff}	315 A gG	315 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL	KEMA, VDE, UL
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Ochranná úroveň [L-PE] (U_p)	2,2 kV	2,2 kV
– Max. prospektivní zkratový proud	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})

DEHNventil M TN (FM)

Modulární kombinovaný svodič pro jednofázové sítě TN 230 V (zapojení 2+0); v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DV M Obj. č.	TN 255 951 200	TN 255 FM 951 205
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Nejvyšší provozní napětí AC (U_c)	264 V (50/60 Hz)	264 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	50 kA	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	25 kA	25 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff}	315 A gG	315 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL	KEMA, VDE, UL
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Rozšířená technická data:	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)
– Max. prospektivní zkratový proud	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})

DEHNventil M TT 2P (FM)

Modulární kombinovaný svodič pro jednofázové sítě TT a TN-S 230 V (zapojení 1+1); v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DV M Obj. č.	TT 2P 255 951 110	TT 2P 255 FM 951 115
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Nejvyšší provozní napětí AC [L-N] (U_c)	264 V (50/60 Hz)	264 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	50 kA	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	25/50 kA	25/50 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. předjistiění (L) do $I_k = 50$ kA _{eff}	315 A gG	315 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL	KEMA, VDE, UL
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Ochranná úroveň [L-PE] (U_p)	2,2 kV	2,2 kV
Ochranná úroveň [L-PE] (U_p)	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})



Kombinovaný svodič přepětí na bázi jiskřiště, s integrovaným předjištěním schopným převést bleskové proudy Energeticky zkoordinovaný v rámci skupiny produktů Red/Line

Nízká ochranná úroveň $U_p \leq 1,5$ kV (vč. předjištění)

Vysoká provozní spolehlivost chráněných zařízení je zajištěna omezením následného proudu technologií RADAX-Flow

Účinné zhášení následných síťových proudů až do 100 kA_{eff}

Schopnost svádět bleskové proudy až do 25 kA (10/350 μ s)

Umožňuje ochranu koncového zařízení

Funkční stav nebo porucha je signalizována zeleným/červeným terčíkem v signalizačním poli

Chrání zařízení a spotřebiče připojené k síti nízkého napětí i proti přepětí při přímých úderech blesku. Instaluje se na rozhraní zón ochrany před bleskem LPZ 0_A – 2.

Provedení

DEHNvenCI 1 255: jednopólový kombinovaný svodič s integrovaným předjištěním

DEHNvenCI 1 255 FM: s kontaktem dálkové signalizace pro systém monitorování stavu (bezpotenciálový přepínač)

Detaily

Koordinované kombinované svodiče DEHNvenCI s funkčním designem skupiny svodičů Red/Line představují nejlepší možné spojení ochrany a úspory místa. V těle přístroje o šířce pouhých dvou jednotek se spojují vlastnosti praxí osvědčených DEHNventilů a předjištění svodiče odolné proti bleskovému proudu.

Vzhledem ke zmenšujícím se rozměrům rozváděčů je pro uživatele bezproblémová instalace svodičů bleskových proudů stále obtížnější. Použitím svodiče DEHNvenCI budou splněny požadavky nejen na úsporu místa, ale zároveň budou dodrženy požadavky na ochranu vyžadované u moderních rozváděčů. Integrované předjištění svodiče je dimenzováno tak, aby byl zajištěn nejvyšší svodový výkon spolu s optimální ochranou zařízení. Díky tomu odpadá instalace odpovídajícího samostatného předjištění svodiče, čímž mohou být použity co možná nejkratší přívodní vodiče v souladu s doporučením normy ČSN 33 2000-5-534.

Svodič DEHNvenCI představuje pro uživatele výkonný kombinovaný svodič s jednoduchou instalací.

Parametry svodiče podle kritérií daných energetickou koordinací umožňují při malých vzdálenostech (≤ 5 m) mezi DEHNvenCI a spotřebičem ochranu koncového zařízení, případně citlivé elektroniky v moderních rozváděčích.

Vysoká provozní spolehlivost chráněných elektronických spotřebičů je zajištěna použitím jiskřiště s patentovanou technologií RADAX-Flow pro zhášení, resp. omezení následného proudu ze sítě.

Svodiče DEHNvenCI je možno neomezeně instalovat i v průmyslových rozvodech s velkým zkratovým proudem až do 100 kA_{eff}.

Schopnost svádět bleskové proudy bez rizika zničení svodiče a zároveň snížení energie impulsu až na hodnotu přijatelnou pro koncová zařízení, zajišťují vysokou provozní spolehlivost rozváděčů při úderu blesku a tím výrazně snižují riziko ztrát způsobených výpadkem provozu.

Bezodběrový ukazatel provoz/porucha, který je možno integrovat do systému monitorování stavu, podává okamžitou informaci o provozním stavu svodiče. Vedle standardního signalizačního pole se zeleným/červeným terčíkem, disponuje varianta svodiče DEHNvenCI 1 255 FM navíc třípólovou svorkovnicí pro připojení dálkové signalizace. Kontakty dálkové signalizace jsou řešeny jako bezpotenciálový přepínač, proto je možno signalizační obvod podle koncepce zapojit jako rozepínací nebo spínací.

DEHNvenCI 255 (FM)

Jednopólový kombinovaný svodič s integrovaným předjištěním schopným převést bleskové proudy pro síť 230/400 V; v provedení FM s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DVCI 1	255	255 FM
Obj. č.	961 200	961 205
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1/Třída I	typ 1/Třída I
Nejvyšší provozní napětí AC (U_C)	255 V (50/60 Hz)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) (I_{imp})	25 kA	25 kA
Ochranná úroveň (U_p)	$\leq 1,5$ kV	$\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	není nutné	není potřebná
Certifikace	KEMA	KEMA
Kontakt dálkové signalizace/typ kontaktu		přepínač
Rozšířená technická data:	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)	Použití v rozvodnách s prospektivním zkratovým proudem vyšším než 50 kA _{eff} (zkoušeno podle VDE)
– Max. prospektivní zkratový proud	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})	100 kA _{eff} (220 kA _{peak})



Kompletně zapojený kombinovaný svodič s kompaktní konstrukcí, typ 1 + typ 2 na bázi jiskříště
Technologie jiskříště o šířce jednoho modulu/1 pól umožňuje prostorově úspornou instalaci
Kombinovaný svodič přepětí, typ 1 podle ČSN EN 61643-11
Je určen pro vyrovnání potenciálů v ochraně před bleskem a zároveň chrání koncová zařízení
Schopnost svádět bleskové proudy až do 50 kA (10/350 μ s)
Funkční stav nebo porucha je signalizována zeleným/červeným terčíkem v signalizačním poli
Vysoká schopnost zhášet následné proudy ze sítě ($I_{fi} = 25 \text{ kA}_{eff}$)

Chrání zařízení a spotřebiče připojené k síti nízkého napětí při přímých úderech blesku. Instaluje se na rozhraní zón ochrany před bleskem LPZ 0_A - 2.

Provedení

DEHNshield TNC 255: kombinovaný svodič přepětí v kompaktním provedení pro síť TN-C

DEHNshield TNS 255: kombinovaný svodič přepětí v kompaktním provedení pro síť TN-S

DEHNshield TT 255: kombinovaný svodič přepětí v kompaktním provedení pro síť TT a TN-S (zapojení 3+1)

DEHNshield TN 255: kombinovaný svodič přepětí v kompaktním provedení pro síť TN

DEHNshield TT 2P 255: kombinovaný svodič přepětí v kompaktním provedení pro síť TT a TN (zapojení 1+1)

DEHNshield ... FM: s kontaktem dálkové signalizace pro kontrolu stavu (bezpotenciálový přepínací kontakt)

Detaily

Prostorově optimalizovaná řada přístrojů DEHNshield s širokým použitím nabízí mnohonásobné výhody, jaké může nabídnout pouze svodič přepětí typ 1 + typ 2 na bázi jiskříště. Spadá do skupiny tzv. „Wellenbrecher – Funktion“ (WBF), neboli funkce vlnolamu. Funkce vlnolamu a s tím spojené zkrácení impulzního času zajišťují, že energie bleskového proudu bude snížena na nejnižší možnou úroveň. Tím je zajištěno, že následující stupně ochrany nebo koncová zařízení budou dále pracovat bez poškození nebo zničení. DEHNshield je samozřejmě energeticky zkoordinován s dalšími produkty řady Red/Line. Jako kombinovaný svodič s optimalizovaným využitím je schopen vyrovnat potenciál bleskového proudu až do 50 kA (10/350 μ s) a zároveň funguje jako přepětěová ochrana, a to vše v jednom stupni svodiče. Tyto vlastnosti zřetelně odlišují DEHNshield od ostatních varistorových svodičů, používaných na trhu v tomto rozsahu použití a výkonnosti.

Na základě svých technických parametrů a velmi kompaktního provedení jako svodiče bleskových proudů na bázi jiskříště s šířkou pouze jednoho modulu na pól, se nabízí DEHNshield jako výhodné řešení pro tuto třídu použití. Jako optimální řešení ochrany je DEHNshield vzhledem ke svým rozměrům obzvláště vhodný pro bytové a rodinné domy.

DEHNshield nabízí rovněž optimální ochranu pro stavby bez hromosvodu, střešní nástavby nebo domy napájené vrchním vedením. Pro objekty s hlavním jištěním do 160 A nemusí být DEHNshield samostatně jištěn.

Instalace svodiče podle kritérií energetické koordinace zajišťuje při malých vzdálenostech mezi DEHNshieldem a spotřebičem ($\leq 5 \text{ m}$) zároveň ochranu koncového zařízení.

Použití nevyfukujícího jiskříště a potřeba malého místa optimalizovaného kombinovaného svodiče umožňuje jednoduchou integraci do rozvodů. Vzhledem k použití technologie jiskříště, omezujícího následné proudy, je dosaženo selektivity až k velmi nízké hodnotě jištění (35 A gG), to znamená, že předřazené jištění nevybaví vlivem následného síťového proudu.

Pro propojení s dalšími řadovými moduly mohou být použity hřebenové lišty a přípojovací svorky s kolíkem z produktové řady DEHN + SÖHNE. Podle typu napájecí sítě nízkého napětí pro spotřebiče je volba konkrétního modulu DEHNshield na základě typového označení modulů velice jednoduše proveditelná. Beznapětěová kontrolka stavu provozu/porucha pro každý pól zajistí okamžitou informaci o provozním stavu svodiče. Vedle svodičů vybavených standardně ukazatelem stavu zeleným/červeným barevným označením jsou k dispozici varianty i modulů DEHNshield ...FM opatřených třípólovou svorkovnicí pro dálkovou signalizaci. Vzhledem k provedení s bezpotenciálovým přepínačem je možno zvolit podle systému zapojení dálkové signalizace buď rozepnutý nebo sepnutý kontakt.

Parametry svodiče, stejně jako celková koncepce, umožňují instalaci v neměřené části rozvodů nízkého napětí.

DEHNshield TNC

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro síť TN-C 230/400 V (zapojení 3+0).



Typ DSH	TNC 255
Obj. č.	941 300
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	Typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3-PEN] (I_{total})	37,5 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-PEN] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň (U_p)	$\leq 1,5 \text{ kV}$
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL

DEHNshield TNC FM

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro sítě TN-C 230/400 V (zapojení 3+0); s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DSH Obj. č.	TNC 255 FM 941 305
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3-PEN] (I_{total})	37,5 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-PEN] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň (U_p)	$\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA
Kontakty dálkové signalizace/typ kontaktů	přepínač

DEHNshield TNS

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TN-S v napájecích sítích 230/400 V (zapojení 4+0).



Typ DSH Obj. č.	TNS 255 941 400
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL

DEHNshield TNS FM

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TN-S v napájecích sítích 230/400 V (zapojení 4+0); s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DSH Obj. č.	TNS 255 FM 941 405
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA
Kontakty dálkové signalizace/typ kontaktů	přepínač

DEHNshield TT

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TT a TN-S v napájecích sítích 230/400 V (zapojení 3+1).



Typ DSH Obj. č.	TT 255 941 310
SPD podle ČSN EN 61643-11 / ... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	12,5/50 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL
Ochranná úroveň [L-PE] (U_p)	2,0 kV

DEHNshield TT FM

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TT a TN-S v napájecích sítích 230/400 V (zapojení 3+1); s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DSH Obj. č.	TT 255 FM 941 315
SPD podle ČSN EN 61643-11/... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	50 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	12,5/50 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA
Kontakty dálkové signalizace/typ kontaktů	přepínač

DEHNshield TN

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TN-S v napájecích sítích 230 V (zapojení 2+0).



Typ DSH Obj. č.	TN 255 941 200
SPD podle ČSN EN 61643-11/... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	25 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL

DEHNshield TN FM

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TN v napájecích sítích 230 V (zapojení 2+0); s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DSH Obj. č.	TN 255 FM 941 205
SPD podle ČSN EN 61643-11/... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	25 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L, N-PE] (I_{imp})	12,5 kA
Ochranná úroveň [L-PE]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA
Kontakty dálkové signalizace/typ kontaktů	přepínač

DEHNshield TT 2P

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TT a TN v napájecích sítích 230 V (zapojení 1+1).



Typ DSH Obj. č.	TT 2P 255 941 110
SPD podle ČSN EN 61643-11/... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	25 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	12,5/25 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA, VDE, UL

DEHNshield TT 2P FM

Kompletně zapojený kombinovaný svodič s optimalizovaným použitím pro systémy TT a TN v napájecích sítích 230 V (zapojení 1+1); s bezpotenciálovým kontaktem dálkové signalizace.



Typ DSH Obj. č.	TT 2P 255 FM 941 115
SPD podle ČSN EN 61643-11/... IEC 61643-11	typ 1 + typ 2/Třída I + Třída II
Maximální provozní napětí AC (U_c)	255 V (50/60 Hz)
Bleskový proud (10/350 μ s) [L+N-PE] (I_{total})	25 kA
Bleskový proud (10/350 μ s) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	12,5/25 kA
Ochranná úroveň [L-N]/[N-PE] (U_p)	$\leq 1,5/\leq 1,5$ kV
Max. nadproudová ochrana ze strany sítě	160 A gG
Certifikace	KEMA
Kontakty dálkové signalizace/typ kontaktů	přepínač



Vodič HVI-light umožňuje rovněž instalace, u kterých na konci oblasti koncovky (oblasti přizpůsobení) není třeba provést propojení s ekvipotenciálním vyrovnáním.

Vodič HVI-light doplňuje osvědčenou řadu vodičů HVI. Definovaný bod připojení musí být proveden např. na tříramenném stojanu, ovšem bez nutnosti připojení na ekvipotenciální vyrovnání (bez použití uzemňovacího vodiče). Z toho vyplývají značné časové úspory a velice jednoduchá montáž.



V dnešní době představují velké ploché střechy poslední možnou úroveň instalací. Navzdory možnému nebezpečí přímého úderu blesku jsou zde často umístěny potrubní rozvody, elektrická a informačně-technická zařízení nebo fotovoltaické aplikace. Všechna tato zařízení jsou vodivě propojena s vnitřkem budovy. Díky tomu mohou být do budovy zavlečeny dílčí bleskové proudy. Ty mohou poškodit nebo dokonce zničit citlivá elektrická, resp. elektronická zařízení. Instalací izolovaného vnějšího systému ochrany před bleskem bude zabráněno zavlečení těchto dílčích bleskových proudů do budovy.

Vnější ochrana před bleskem realizovaná vodiči HVI-light je systém vytvářející dostatečnou vzdálenost pro ploché střechy. Vysokonapěťová izolace vodiče HVI-light zabrání nekontrolovaným přeskokům části bleskového proudu například přes vodivé části střešní krytiny na vnitřní kovová nebo elektrická zařízení.

Vodič s vysokonapěťovou izolací HVI-light pro dodržení dostatečné vzdálenosti vůči elektricky vodivým částem podle ČSN EN 62305-3.

Použití pro nejvyšší dostatečnou vzdálenost $s \leq 45$ cm (pro vzduch) nebo $s \leq 90$ cm (pro pevný nevodivý materiál).

Vodič HVI-light splňuje požadavky uvedené v ČSN EN 62561-2.

Teplota pro práci s vodičem HVI-light je -5 až +40 °C a teplota prostředí (při pevném uchycení) je od -30 do +70 °C.

Vodič HVI®light (na kabelovém bubnu)

Vodič HVI-light je dodáván v délce 100 m na překližkových kabelových bubnech (průměr bubnu je cca 800 mm, šířka cca 485 mm). Součástí dodávky je vnitřní šestihránný klíč.



Obj. č.	819 125
Materiál vnitřního vodiče	Cu
Materiál izolace	PE
Materiál pláště	PVC
Barva vodiče	tmavě šedá ●
Průměr vodiče	20 mm

Vodič HVI®light (v požadované délce)

Vodič HVI-light je dodáván v kartonové krabici, v požadované délce (max. 70 m). Požadovanou délku je třeba zadat v objednávce (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 129
Materiál vnitřního vodiče	Cu
Materiál izolace	PE
Materiál pláště	PVC
Barva vodiče	tmavě šedá ●
Průměr vodiče	20 mm
Minimální objednávací délka (l1)	6 m



Vodič s vysokonapěťovou izolací pro dodržení dostatečné vzdálenosti mezi vedením hromosvodu a ostatními vodivými součástmi podle ČSN EN 62305.

Použití do ekvivalentní dostatečné vzdálenosti $s \leq 75$ cm (vzduch) nebo $s \leq 150$ cm (pevný nevodivý materiál).

Vodič HVI-long splňuje požadavky uvedené v ČSN EN 62561-1. Teplota pro práci s vodičem HVI-long je od -5 do +40 °C a teplota prostředí (při pevném uchycení) je od -30 do +70 °C.

Vodič HVI® (předem připravený pro vložení do podpůrné trubky)

Vodič má jeden zakončovací prvek nasazený, součástí balení je zakončovací prvek na druhý konec vodiče. Minimální délka vodiče pro objednání je 6 m, potřebnou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 220	819 223
Materiál vnitřního vodiče	Cu	Cu
Materiál izolace	PE	PE
Materiál pláště	PVC	PVC
Barva vodiče	černá ●	šedá ●
Průměr vodiče	20 mm	23 mm
Minimální objednávací délka	6 m	6 m
Balení	1 ks	1 ks

Vodič HVI® (předem připravený pro uložení vně podpůrné trubky)

Vodič má jeden zakončovací prvek nasazený, součástí balení je zakončovací prvek na druhý konec vodiče. Minimální délka vodiče pro objednání je 6 m, potřebnou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 226	819 227
Materiál vnitřního vodiče	Cu	Cu
Materiál izolace	PE	PE
Materiál pláště	PVC	PVC
Barva vodiče	černá ●	šedá ●
Průměr vodiče	20 mm	23 mm
Minimální objednávací délka	6 m	6 m
Balení	1 ks	1 ks

Vodič HVI®long (na kabelovém bubnu)

Vodič HVI-long určený pro montáž na stavbě je dodáván na překližkových kabelových bubnech (průměr cca 800 mm, šířka cca 485 mm), součástí dodávky je vnitřní šestihranný klíč.



Obj. č.	819 135	819 136
Materiál vnitřního vodiče	Cu	Cu
Materiál izolace	PE	PE
Materiál pláště	PVC	PVC
Barva vodiče	černá ●	šedá ●
Průměr vodiče	20 mm	23 mm
Balení	100 m	100 m

Vodič HVI®long (v požadované délce)

Vodič HVI-long je dodáván v požadované délce pro montáž na stavbě. Vodič je dodáván zabalený v balíku. Požadovanou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 131	819 132
Materiál vnitřního vodiče	Cu	Cu
Materiál izolace	PE	PE
Materiál pláště	PVC	PVC
Barva vodiče	černá ●	šedá ●
Průměr vodiče	20 mm	23 mm
Minimální objednávací délka	6 m	6 m
Maximální objednávací délka	70 m	60 m
Balení	1 ks	1 ks



Vodič s vysokonapěťovou izolací pro dodržení dostatečné vzdálenosti mezi vedením hromosvodu a ostatními vodivými součástmi podle ČSN EN 62305-3.

Použití do ekvivalentní dostatečné vzdálenosti $s \leq 90$ cm (pro vzduch) nebo $s \leq 180$ cm (pro pevný nevodivý materiál).

S jedním svodem je možno podle systému ochrany před bleskem (LPS) realizovat následující délky vedení:

LPS I max. 11,25 m

LPS II max. 15,0 m

LPS III/IV max. 22,50 m

Zkoušeno bleskovým proudem 200 kA (10/350 μ s) v návaznosti na ČSN EN 62561-1. Vodič HVI-power long splňuje požadavky uvedené v ČSN EN 62561-2. Teplota pro práci s vodičem HVI-power long je -5 až +40 °C a teplota prostředí (při pevném uchycení) je od -30 do +70 °C.

Vodič HVI®power (předem připravený pro vložení do podpůrné trubky)

Vodič má jeden přípojovací prvek nasazený, součástí balení je přípojovací prvek na druhý konec vodiče. Minimální délka vodiče pro objednání je 6 m, potřebnou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 160
Materiál vnitřního vodiče	Cu
Materiál izolace	PE
Materiál pláště	PE
Barva vodiče	černá ●
Průměr vodiče	27 mm
Minimální objednávací délka	6 m
Maximální objednávací délka	35 m

Vodič HVI®power (předem připravený pro uložení vně podpůrné trubky) pro podpůrnou trubku HVI®power GFK/Al

Vodič HVI-power předem připravený pro uložení vně podpůrné trubky, s jedním přípojovacím prvkem nasazeným a jedním volně přiloženým. Přípojovací sada vodiče HVI-power na podpůrnou trubku GFK/Al pro vodiče HVI-power je složena ze závitového čepu, přípojovacího dílu, teplem smrštitelné bužírky a upevňovacího kroužku s držákem vedení s prořezem (Ø 27 mm) pro zajištění oblasti koncovky (součástí jsou stahovací pásy).

Minimální délka pro objednání je 6 m, požadovanou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 165
Materiál vnitřního vodiče	Cu
Materiál izolace	PE
Materiál pláště	PE
Barva vodiče	černá ●
Průměr vodiče	27 mm
Minimální objednávací délka	6 m
Maximální objednávací délka	35 m

Vodič HVI®power long (na kabelovém bubnu)

Vodič HVI-power long určený pro montáž na stavbě je dodáván v délce 100 m na překližkových kabelových bubnech (průměr cca 900 mm, šířka cca 485 mm).

Součástí dodávky je vnitřní šestihlanný klíč.



Obj. č.	819 137
Materiál vnitřního vodiče	Cu
Materiál izolace	PE
Materiál pláště	PE
Barva vodiče	černá ●
Průměr vodiče	27 mm

Vodič HVI®power long (v požadované délce)

Vodič HVI-power-long je dodáván v požadované délce pro montáž na stavbě. Vodič kat. č. 819 163 je dodáván zabalený v balíku, kat. č. 819 161 je dodáván na kabelovém bubnu. Požadovanou délku je třeba zadat při objednání (krok 0,5 m).



Obj. č.	819 163	819 161
Materiál vnitřního vodiče	Cu	Cu
Materiál izolace	PE	PE
Materiál pláště	PE	PE
Barva vodiče	černá ●	černá ●
Průměr vodiče	27 mm	27 mm
Minimální objednávací délka	6 m	36 m
Maximální objednávací délka	35 m	80 m



HVI®
(150 kA, vlna 10/350)



HVI®power
(200 kA, vlna 10/350)



HVI®light
(150 kA, vlna 10/350)



Řada vysokonapěťových vodičů HVI®

Kontaktní adresa:

DEHN + SÖHNE GmbH + CO.KG., organizační složka Praha
Pod Višňovkou 1661/33, CZ - 140 00 Praha 4 - Krč
tel.: +420 222 998 880-2
e-mail: info@dehn.cz, www.dehn.cz



DEHNshield® TNC FM

Kombinovaný svodič bleskových proudů
na bázi jiskřiště s ochrannou úrovní 1,5 kV

Kontaktní adresa:

DEHN + SÖHNE GmbH + CO.KG., organizační složka Praha
Pod Višňovkou 1661/33, CZ - 140 00 Praha 4 - Krč
tel.: +420 222 998 880-2
e-mail: info@dehn.cz, www.dehn.cz