

Ochrana před bleskem v prostředích s nebezpečím výbuchu

Blesk je elektrostatický výboj, a tudíž možný zdroj iniciace výbuchu nebo požáru, který může vzniknout následkem:

- tavení v místě úderu blesku,
- oteplení v místech svodů,
- nekontrolovaných přeskoků při nedodržení dostatečné vzdálenosti s,
- indukovaných přepětí v kabelech a vedeních,
- úderů do vstupních napájecích vedení v prostředích s nebezpečím výbuchu.

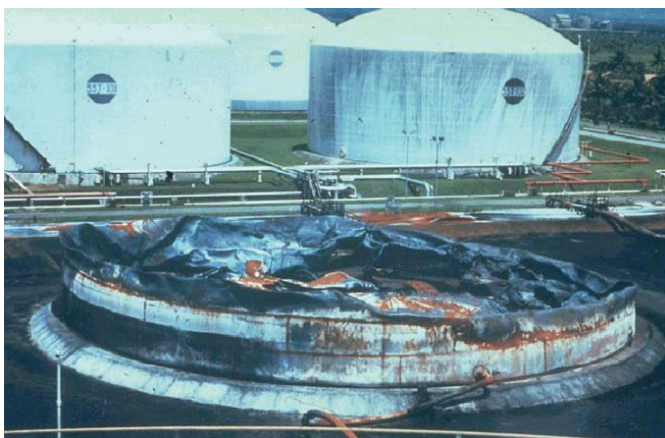
V prostředí s nebezpečím výbuchu je nutno bezpodmínečně zabránit vzniku rozdílů potenciálů.

Mimořádné události v rafinériích [1]

Cilacap (Indonésie), říjen 1995: Úder blesku do zásobníku ropné rafinérie



Obr. 1 Zásobníky rafinérie explodovaly následkem úderu blesku, Cilacap /Jáva 1995



Obr. 2 Zásobníky rafinérie explodovaly následkem úderu blesku, Cilacap /Jáva 1995

Po úderu blesku došlo ke zničení indonéské rafinérie Pertamina v Cilacap na jižním pobřeží Jávy (obr. 1 a 2). Úderem blesku explodoval zásobník ropy a hořící ropa zapálila dalších šest sousedních zásobníků. Příčinou exploze a následného požáru bylo neúplné vyrovnání potenciálů. Z bezpečnostních důvodů muselo být evakuováno 1 000 obyvatel Cilacapu a 400 zaměstnanců rafinérie. Rafinérie byla odstavena na 1,5 roku. Kryla 34 % celkové spotřeby Indonésie. To znamenalo, že musely být dováženy z Jávy veškeré suroviny, např. ropa, benzín, petrolej, nafta v denní hodnotě 300 000 eur. Na jaře 1997 byla znovu obnovena výroba.

Trzebinia (Polsko), květen 2002: Úder blesku do zásobníku ropné rafinérie



Obr. 3 Trzebinia, Polsko Požár tanku rafinérie způsobený bleskem



Obr. 4 Trzebinia, Polsko Požár tanku rafinérie způsobený bleskem

Požár vypuknul v rafinérii po úderu blesku do hrany plovcí střechy zásobníku, který byl téměř plný. Místem vznícení byl malý prosakovací bod v těsnění mezi střechou a stěnou nádrže. Explodovalo 2 000 tun paliva. Vysoké plameny vyšlehly do desítek metrů a husté mraky kouře zakryly celou oblohu. Hasiči nemohli dostat oheň pod kontrolu (obr. 3 a 4).

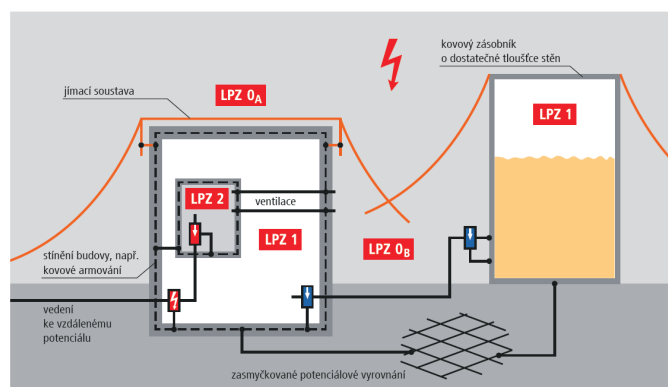
Ochrana před bleskem? Žádná!

Koncepce řešení ochrany

V prostorech s nebezpečím výbuchu se často používají jiskrově bezpečné měřicí obvody. Obrázek 5 [2] 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 zónách Ex 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 podle ČSN EN 62305-4 ed. 2 [3] musí být na hranicích zón všechna vedení vybavena dostatečnými ochranami proti přepětí.



Obr. 5 Koncepce rozdělení do zón ochrany před bleskem LPZ [2]

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 minimálně třídě ochrany LPS II/LPL II. V odůvodněných 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 LPS II/LPL II.

Jímací soustava

Nejvhodnější metodou pro prostředí s nebezpečím výbuchu je metoda valící se koule, protože je nejpřesnější z hlediska nejnižších hodnot bleskových proudů. Je vhodné využívat bočních jímáčů především pro ochranu budov. Zde se jedná o neekonomičtější variantu.

Soustava svodů

Pro prostředí s nebezpečím výbuchu jsou ideální svody v provedení izolované soustavy podle článku 5.3.2. normy ČSN EN 62305-3 ed.2 [4]. Z jednoho jímáče může jít jeden svod do uzemňovací soustavy za použití vysokonapěťových vodičů, např. vodiče HVI (obr. 6). Musí se ale dodržet montážní návody výrobce těchto vodičů.



Obr. 6 Instalace vodiče HVI long v prostředí s nebezpečím výbuchu

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 ($d > s$).

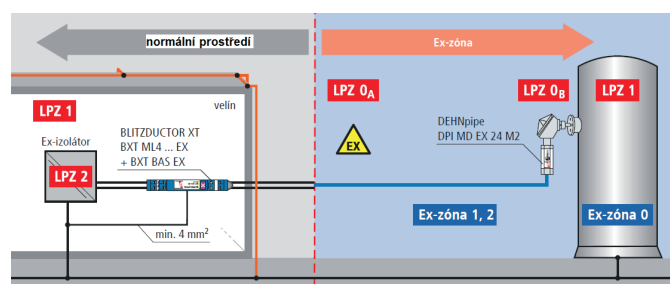
Protože se ve skutečnosti bleskový proud rozdělí mezi jednotlivé svody podle jejich impedancí, je nezbytné dostatečnou vzdálenost s podle ČSN EN 62305-3 ed. 2 [4] pro konkrétní stavbu či zařízení vypočítat samostatně.

Ochrana proti přepětí v nebezpečných zónách

Zóny ochrany před bleskem a nebezpečné zóny (Ex) jsou vzájemně harmonizovány již ve stadiu projekce. Tzn., že musí být splněny jak požadavky na použití přepětíových ochranných zón (Ex), 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 zón (Ex) 0 nebo 20, jelikož ru-

šivý impuls je předem odveden. Také disponibilita čidel/vysílačů teploty, důležitých pro technologický proces, je tak podstatně zvýšena. Také musí být splněny požadavky ČSN EN 60079-11 ed. 2 [5], ČSN EN 60079-14 ed. 4 [6] a ČSN EN 60079-25 ed. 2 [7] (obr. 7) [2]:

- Instalace takových přepět'ových ochran, které vydrží min. 10 impulsů po 10 kA bez poškození či narušení ochranné funkce.
- Zabudování přepět'ové 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.



Obr. 7 Přepět'ové ochrany pro jiskrově bezpečné obvody [2]

Další kritéria výběru přepět'ových ochran 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 přepět'ových ochran 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 přepět'ové ochrany musí mít při jmenovitém rázovém proudu 10 kA (vlna 8/20 μ s) ochrannou napět'ovou úroveň nižší, než je izolační pevnost „uzemněného“ převodníku (např. U_p (žíla/PE) ≤ 35 V).

Tab. 1 Příklad převodníku teploty [2]

Technické údaje	Převodník TH02	Přepět'ová ochrana BXT ML4 BD Ex 24
Místo instalace	zóna I	zóna I
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	podle NE 21, např. 0,5 kV žíla/žíla	jmenovitý imp. proud I_n 20 kA (8/20 μ s) 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	$L_i = 220$ μ H	zanedbatelná

Stupeň ochrany proti jiskření – kategorie ia, ib nebo ic?

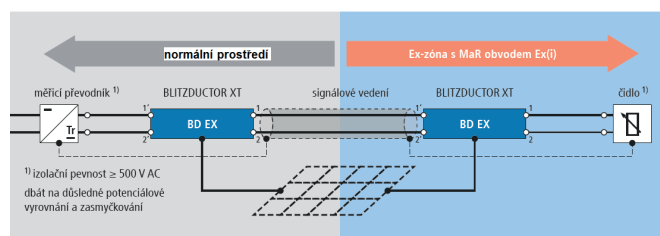
Měřicí převodník a přepět'ová ochrana jsou instalovány v zóně 1 (Ex), takže pro proudovou smyčku 4 ... 20 mA postačí úroveň ochrany proti jiskření ib. Použitá přepět'ová ochrana je certifikována pro ty nejvyšší nároky úrovně ia, je tedy vhodná i pro aplikace úrovně ochrany ib a ic.

Maximální přípustné hodnoty I_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 přepět'ové ochrany musejí v celku splňovat podmínky jiskrové bezpečnosti. V daném případě je třeba vzít v úvahu i případné akumulátory energie (indukčnosti, kapacity) v přepět'ových ochranách. U přepět'ové ochrany typu BXT ML4 BD EX 24 (obr. 8) [2] jsou podle certifikátu z typové zkoušky podle EU (PTB 99 ATEX 2092) vnitřní kapacity a indukčnosti zanedbatelné a při posuzování celkového obvodu není třeba je brát v úvahu (tab. 1).

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 (obr. 7) [2]. Jmenovité napětí U_c přepět'ové ochrany musí být minimálně tak vysoké, jako maximální výstupní napětí napájecího zdroje naprázdno. Také jmenovitý proud přepět'ové ochrany musí být přinejmenším tak vysoký, jako očekávaný zkratový proud I_i měřicího převodníku. Pokud by při dimenzování přepět'ové ochrany nebyly dodrženy tyto mezní podmínky, mohla by být přepět'ová ochrana přetížena. Tímto by mohlo dojít k jejímu výpadku, nebo k na-



Obr. 8 Příklad stínění u jiskrově bezpečných kabelů [2]

rušení jiskrové bezpečnosti nepřijatelným zvýšením teploty přepětové ochrany.

Shrnutí

- Pro prostředí s nebezpečím výbuchu navrhnout minimálně třídu ochrany před bleskem LPS II.
- Pokud možno upřednostnit izolovaný, či oddálený hromosvod, před hromosvodem tvořeným holým vedením.
- Sjednotit koncepci zón ochrany před bleskem LPZ s návrhem nebezpečných zón EX, přitom zóna LPZ 0_A se nesmí nacházet v nebezpečné zóně EX.
- Důsledně provádět vyrovnání potenciálů.
- Kontrolovat parametry svodičů bleskových proudů SPD typu 1 (vlny 10/350) – jednoznačně upřednostnit svodiče na bázi jiskřiště.
- Pro jiskrově bezpečné obvody použít k tomu zkoušené svodiče SPD typu 2 a 3 (certifikát ATEX).
- Mělo by platit pravidlo – jedna hodnota zemního odporu pro jeden objekt/areál.
- Vždy respektovat specifické podmínky jednotlivých aplikací.

Literatura:

- [1] Kutáč, J., Meravý, J.: Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců, SPBI Ostrava 2010
- [2] LIGHTNING PROTECTION GUIDE, 3rd updated Edition, DS702/E/2014, ISBN 978-3-9813770-1-9
- [3] ČSN EN 62305-4 ed. 2, 2011-09: Ochrana před bleskem – část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
- [4] ČSN EN 62305-3 ed. 2, 2012-01: Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života
- [5] ČSN EN 60079-11 ed. 2, 2012; Výbušné atmosféry – Část 11: Ochrana zařízení jiskrovou bezpečností „i“
- [6] ČSN EN 60079-14 ed. 4, 2014; Výbušné atmosféry – Část 14: Návrh, výběr a zřízení elektrických instalací
- [7] ČSN EN 60079-25 ed. 2, 2011; Výbušné atmosféry – Část 25: Jiskrově bezpečné elektrické systémy

*Ing. Jiří Kutáč,
DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG.,
organizační složka Praha
RNDr: Ivan Gabaš, nezávislý konzultant*