



bez komentáře

Shořelý stykač

Ochrana před bleskem dle souboru norem ČSN EN 62305 realizace v praxi

TNI 34 1390

Ing. Jiří Kutáč, člen TNK 22 a TNK 97

Úvod

Po 40 letech je tady nový soubor ČSN EN 62305, který od 1. 2. 2009 zcela nahradí normu ČSN 34 1390. Dnem 31. 1. 2009 končí souběžná platnost obou norem. Norma ČSN 34 1390 byla ve své době na vysoké odborné úrovni (rok vydání 1969).

V této normě nebyla zpracována vnitřní ochrana před bleskem. Důvod byl ten, že v dané době nebyla miniaturizace výpočetní techniky a elektroniky na tak velkém stupni technického pokroku jako dnes. V současné době jsou elektrická a elektronická zařízení velice citlivá vůči impulzu LEMP, tudíž se stalo nutností i vytvoření vnitřní ochrany před bleskem.

Technická normalizační informace TNI 34 1390 – Komentář k souboru norem ČSN EN 62305 – 1 až 4

Předmětem technické normalizační informace (TNI) je především objasnění a výklad souboru českých technických norem ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem. TNI není náhradou souboru ČSN EN 62305 ale pouze jeho doplňkem. Spolu s normami nevytváří závazný prováděcí předpis. TNI je pouze návodem, jak uplatňovat fyzikální principy (s ohledem na ekonomiku a statiku chráněných staveb) v provedení ochrany před bleskem a přepětím. Je zcela v kompetenci každého, jak tyto principy dokáže v konkrétním případě ve smyslu ČSN EN 62305 využít. Bez pochopení fyzikálních principů a jejich užití v praxi nelze docílit spolehlivých a zároveň i ekonomicky přijatelných řešení. Jednotlivé konkrétní případy se mohou od sebe odlišovat zdánlivě v maličkostech, které však mohou mít pro řešení zásadní význam.

Normy a ustanovení v nich uvedená nejsou obecně závazným právním předpisem. Mohou se jimi stát pouze některými právními úkony (např. uvedením v právním předpisu nebo ve smlouvě). Platnost této TNI je tři roky.

Příklad návrhu ochrany před bleskem pro rodinný dům

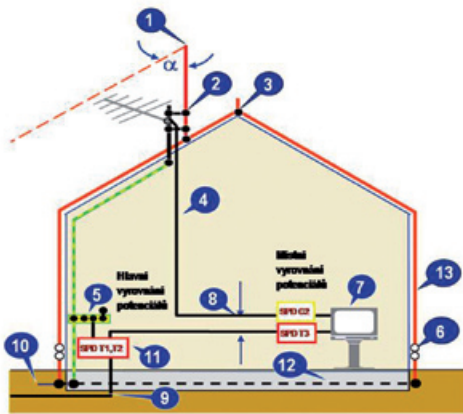
Příklad ochrany před bleskem je zpracován pro rodinný dům o rozměrech (10 × 10 × 8 m) se sedlovou střechou, s betonovou krytinou a s anténním stožárem. Dům je vybaven běžnou výbavou elektroniky a přípojková skříň je vzdálena 20 m od vnější stěny domu.

Jímací soustava

Varianta s hřebenovou soustavou s oddáleným tyčovým jímačem

Hromosvodní ochrana je především závislá na využití objektu a na tvaru střechy. Rodinný dům s běžnou výbavou elektroniky je možno na základě hrubého odhadu zařadit do LPS III. Pro dům se sedlovou střechou a s anténním stožárem je nejvhodnější řešení pomocí hřebenové jímací soustavy a oddáleného tyčového jímače. Vzdálenost tohoto jímače od anténního stožáru je dána na základě výpočtu dostatečné vzdálenosti s. Hřebenová jímací soustava vytvoří ochranný prostor, který je dán třídou LPS III a výškou hřebenového vedení vůči úrovni terénu stavby (referenční rovině), tzn. pro výšku +8 m a LPS III je ochranný úhel α o velikosti 64°. Přesahující-li některé části související se stavbou tento vytvořený ochranný prostor, je potřeba instalovat pomocné tyčové jímače. Jímače mohou skrýt do svého prostoru tyto vyčnívající kovové části (0,3 m nad střechou) a nekovové části (0,5 m nad střechou). Je vhodné provést kontrolu ochranného prostoru provedením řezu především v místech anténního stožáru a komínu. Dále je nutno vypočítat dostatečnou vzdálenost s mezi jímačem a anténním stožárem a nebo mezi komínem a jímačem (pokud se v komínu nachází kovové vložkování) a tu pak důsledně dodržet viz obr. 1.

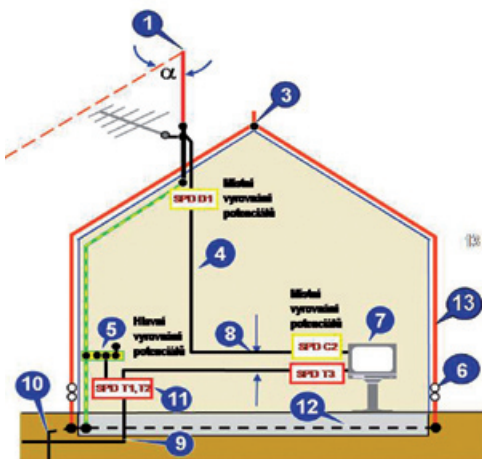
Uvítáme, pokud se s ostatními elektrotechniky podělíte o své zkušenosti a zašlete nám vaše fotografie e-mailem na adresu redakce@etm.cz spolu s krátkým komentářem a adresou pro zaslání malé pozornosti. Nejlepší fotografie zveřejníme v Elektrotechnickém magazínu.



Obr. 1 Rodinný dům s oddáleným hromosvodem

Varianta s hřebenovou soustavou a s neodáleným tyčovým jímačem

V tomto případě je řešena hřebenová jímací soustava stejně jako v předchozí variantě, ale na rozdíl od výše uvedené varianty je anténní stožár použit jako jímač a nebo je instalována jímací tyč, která je vodičvě spojena s anténním stožárem. Při realizaci této varianty mohou vniknout části bleskových proudů do vnitřní instalace přes koaxiální kabely. Tyto účinky mohou být jen zčásti eliminovány svodiči přepětí, které nezaručí zcela vyrovnání potenciálů bleskových proudů viz obr. 2.



Obr. 2 Rodinný dům s neodáleným hromosvodem

Legenda k obrázkům 1 a 2

- 1 Jímací tyč
- 2 Izolační podpěra
- 3 Horizontální jímací vedení na hřebenu
- 4 Anténní kabel
- 5 Sběrnice pospojování, na kterou je připojeno stínění anténních kabelů
- 6 Zkušební svorka
- 7 Televize
- 8 Paralelní souběh anténních kabelů a napájecího vedení
- 9 Napájecí vedení sítě nn
- 10 Strojený zemnič
- 11 Rozváděč se svodiči přepětí
- 12 Základový zemnič
- 13 Svod hromosvodu
- α Ochranný úhel

- SPD T1, T2** Svodič přepětí SPD typu 1 a 2
- SPD T3** Svodič přepětí SPD typu 3
- SPD D1** Svodič přepětí SPD kategorie D1
- SPD C2** Svodič přepětí SPD kategorie C2

Soustava svodů

Počet svodů pro rodinný dům (LPS III) o obvodu $o = 40$ m je stanoven (dle ČSN EN 62305-3, tabulkou č. 4 – pro LPS III je vzdálenost sousedních svodů 15 m):

$$\text{počet svodů} = \frac{\text{obvod domu}}{\text{vzdálenost mezi svody}} = \frac{40}{15} = 2,7 \text{ tzn. } 3$$

Svody budou umístěny v rozích domu tak, aby nesouvisely se vstupem do domu a případně s chodníkem (při úderu blesku hrozí dotyková napětí). Svody by měly být vedeny co nejbližší kraji hrany střechy a mo-

hou být uchyceny na kovových okapových rourách. Umístění zkušebních svorek může být ve vzdálenosti 1,5 m nad terémem (není podmínkou). Spojení se zemničem mohou zajišťovat zaváděcí tyče (vč. pasivní proti korozní ochraně). Při použití zaváděcích tyčí není nutno použít ochranný úhelník.

Kontrola dostatečné vzdálenosti s pro:

- hřebenovou soustavu (střecha; +8 m);
- dostatečná vzdálenost s_1 (pro vzduch):

$$s_1 = k_i \frac{k_{c1}}{k_m} l_1 = 0,04 \frac{0,62}{1} 14 = 0,35 \text{ m}$$

kde k_{c1} je geometrický koeficient, který je stanoven dle ČSN EN 62305-3, obrázku E.2 pro hřebenové vedení $k_{c1} = 0,62$

dostatečná vzdálenost s_1 (pro tuhý materiál, $k_m = 0,5$):

$$s_1 = 0,7 \text{ m}$$

Jímací drát (hřebenové vedení) by měl být vzdálen (pro tuhý materiál 0,7 m) od prvního vnitřního metalického vedení nebo vnitřní kovové části. Dostatečná vzdálenost s (pro izolační materiál zkoušený dle řady norem ČSN EN 50164, $k_m = 0,7$):

$$s_1 = 0,5 \text{ m}$$

- tyčový jímač délky 2 m (anténní stožár; +10 m);
- dostatečná vzdálenost s_2 (pro izolační podpěru zkoušenou dle řady norem ČSN EN 50164):

$$s_2 = k_i \frac{k_{c2}}{k_m} l_2 = 0,04 \frac{1}{0,7} 2 = 0,12 \text{ m}$$

celková dostatečná vzdálenost s (pro $k_m = 0,7$) mezi jímačem a anténním stožárem:

$$s = s_1 + s_2 = 0,5 + 0,12 = 0,62 \text{ m}$$

V praxi to může být držák o délce 0,75 m.

Pozn.: hodnoty koeficientů

- k_i 0,04 pro LPS III, IV;
- k_m 1 pro vzduch; $k_m = 0,5$ pro tuhý materiál; $k_m = 0,7$ pro izolační držáky, které jsou elektricky zkoušeny dle norem ČSN EN 50164.
- k_c 1 pro samostatný jímač;
- k_c $1 / 2n + 0,1 + 0,2 \times (c/h) 1/3$ pro mřížovou soustavu;
- n – počet svodů; c – vzdálenost mezi svody; h – vzdálenost mezi obvodovým jímacím vodičem a zemničem nebo obvodovými vodiči.

Ekvipotenciální pospojování proti blesku – instalace svodiče SPD typu 1

Pro celkové řešení ochrany před bleskem rodinného domu je nutno instalovat svodič bleskového proudu SPD typu 1, např. pro čtyřvodičový přívod SPD typu 1 v provedení TNC, co možná nejbližší vstupu do domu. V uvedeném příkladě, kdy přípojková skříň je vzdálena 20 m od vnější zdi domu, je jediné smysluplné řešení umístění svodiče do prvního rozváděče. Ten by měl být situován co nejbližší vnější zdi domu, např. ve vstupní chodbě. Svodič SPD typu 1 pro rodinný dům (LPS III) by měl mít minimálně tyto parametry:

- nejvyšší trvalé provozní napětí: 255 V AC/50 Hz
- souhrnný zkušební impulzní proud (3-pólový): 50 kA (10/350 μ s)
- ochrannou úroveň: < (1,5–2,5) kV
- max. následný proud při UC: 3 kA (dnes již možno 50 kA)

Pokud má být svodič SPD typu 1 umístěn v neměřené části elektrické instalace, musí být dodrženy požadavky PNE 33 0000-5.

Zemnicí soustava – základový zemnič

U nových staveb je upřednostňován obvodový základový zemnič uspořádání typu B. Ten je vytvořen zemnicím drátem po obvodu základu (obvykle pozinkovaný drát \varnothing 10 mm). Měl by být umístěn 5 cm nad dnem výkopu tak, aby byl obklopen betonovou směsí. Obvodový základový zemnič by měl být spojen každých 5 m s ocelovým armováním

základu nejlépe svorkami z nerez oceli (technicky spolehlivé řešení). Tak může být dosaženo hodnoty zemního odporu v rozmezí (0,1–0,5) Ω. Spojení by měly být opatřeny asfaltovou záblivkou. Dle souboru ČSN EN 62305-3 by měla být hodnota zemního odporu do 10 Ω.

Na základový zemnič jsou napojeny uzemňovací přívody. V uvedeném příkladu rodinného domu jsou tři a jeden uzemňovací přívod pro sběrnici hlavního pospojování.

U stávajících staveb, kde není možno dobudovat základový zemnič, se doporučuje zřídit strojený obvodový zemnič uspořádání typu A v nezamrzající hloubce (0,5–1) m pod úrovní terénu dle klimatických podmínek. Strojený obvodový zemnič by měl být umístěn 1 m od vnější zdi objektu z důvodu krokových napětí. Systém zřízení uzemňovacích přívodů je stejný jako u základového zemniče.

Příklad návrhu ochrany před bleskem pro výrobní halu

Výrobní hala o rozměrech (70 × 30 × 10 m) s plochou střechou (zděné stěny), na střeše jsou umístěny klimatizační jednotky o rozměrech (7 × 8 × 2 m), transformátor 22 kV/ 0,4 kV uvnitř haly.

Jímací soustava

Varianta č. 1 – s plastovou střešní krytinou a plastovanou atikou – oddálená mřížová soustava

Soukromá výrobní hala na základě projednání s majitelem byla zařazena do LPS III (doporučuje se písemné stanovisko). Je-li střešní krytina z fólie, nemůže být použita krytina jako náhodný jímač. Proto by měla být navržena oddálená mřížová jímací soustava se provede pomocí holého drátu nejlépe slitiny hliníku a křemíku, který se uchytí na distanční izolační držáky po obvodu haly. Délka držáků se stanoví na základě geometrické kontroly tak, aby se valící koule nedotkla střešní krytiny. Proveďte se řez v daném místě a vyšetřte dotyk valící se koule s drátem v místě atiky. Další možností je kontrola metodou ochranného úhlu.

Pro výšku jímacího drátu $H = 11$ m se odečte z tabulky 2 ČSN EN 62305-3 ochranný úhel $\alpha = 59^\circ$. Jímací drát by měl být umístěn v držácích a podstavcích tak, aby:

- délka držáku byla dostatečná s ohledem na ochranný prostor vytvořený jímacím vedením o úhlu $\alpha = 59^\circ$;
- nehrozilo při horších povětrnostních podmínkách stržení jímacího vedení ze střechy;
- byla brána v potaz vypočtená minimální dostatečná vzdálenost s pro systém izolačních držáků (dosazením za koeficient $k_m = 0,7$ – na základě testu dle souboru ČSN EN 50164).

Na základě všech tří podmínek byla navržena a výpočtem dostatečně vzdálenosti s zkontrolována standardní délka izolační podpěry 0,5 m. Jímací drát bude uložen po vnějším obvodu hran haly a uchycen v podpěrách, které budou vzdáleny mezi sebou každé 2 m a zaklínovány v betonových podstavcích vč. podložek z PVC. Obvodové jímací vedení bude doplněno o příčná vedení tak, aby vznikla oka o velikosti 15 × 15 m, která jsou určená pro třídu LPS III dle ČSN EN 62305-3, tabulky 2. V každém rohu klimatizační jednotky bude instalován jeden podpůrný izolační stožár o celkové délce 4,2 m s izolačními držáky, ve kterých bude uchycen jímací drát. Vzdálenost mezi jímacím drátem a jednotkou bude dána dostatečnou vzdáleností s a musí být znovu vypočtena pro danou výšku jímacího vedení.

Varianta č. 2 – s plechovou střešní krytinou a atikou (o tloušťce 0,5 mm) – neodálená mřížová soustava

Jímací soustava bude provedena na rozdíl od varianty č. 1 jako neodálená. Jímací vedení je navrženo také o stejných rozměrech (viz výše uvedená varianta) a je vodič spojeno s plechovou krytinou. Na úrovni střechy je realizováno vyrovnání potenciálů bleskových proudů. Pro ochranu klimatizačních jednotek se instaluje systém oddálené hromosvodní ochrany (viz varianta č. 1) z důvodu vyloučení přímého úderu blesku do klimatizačních jednotek a přeskočení na napájecí vedení pro jednotku. Jímací vedení svede hlavní část bleskového proudu mimo klimatizační jednotku.

Varianta č. 3 – s plechovou střešní krytinou a atikou (o tloušťce 0,5 mm) – náhodná jímací soustava

Tato varianta je možná u soukromých staveb, kde se nenachází pod

plechovou střešní krytinou hořlavý materiál (vyloučen vznik požárů) a kde majiteli nevdají vznik průpalu v krytině po případném úderu blesku (možnost zatékání do stavby, doporučení – písemný souhlas).

Soustava svodů

Obvodové stěny ze zdiva, počet svodů výrobní haly (LPS III) o obvodu $o = 200$ m je stanoven (dle ČSN EN 62305-3, tab. 4 – pro LPS III je vzdálenost sousedních svodů 15 m):

$$\text{počet svodů} = \frac{\text{obvod haly}}{\text{vzdálenost mezi svody}} = \frac{200}{15} = 13,3 \text{ tzn. } 14$$

Svody u této varianty mohou být instalovány na povrchu i jako skryté (pozor viz nutno dodržet upozornění pro instalaci skrytých svodů). Svody by měly být umístěny především v rozích haly a ostatní svody by měly být rozmístěny co nejrovnoměrněji po obvodu. Spojení se zemničem mohou zajišťovat zemničí tyče (vč. pasivní proti korozní ochrany).

Zemničí soustava – základový zemnič

Pro výrobní halu bude navržen obvodový základový zemnič uspořádání typu B. Podmínky instalace budou stejné jako u příkladu pro rodinný dům.

Ekvipotenciální pospojování proti blesku – instalace svodiče SPD typu 1

V rozvodně na vstupu elektrického vedení je instalován transformátor o napětí 22 kV/0,4 kV. Svodič bleskového proudu SPD typu 1 (např. DEHNventil) bude osazen na sekundární straně transformátoru z důvodu zavlečení bleskového proudu do vnitřní instalace haly při úderu blesku do jímací soustavy objektu.

Pro variantu č. 1 a č. 2 jímací soustavy není potřeba provádět další opatření pro vyrovnání bleskových proudů.

U varianty č. 3 jímací soustavy je nutno provést na vstupu všech vedení klimatizační jednotky do stavby (rozhraní LPZ 0B–LPZ 1) vyrovnání potenciálů bleskových proudů svodiči SPD typu 1.

Koncepce vnitřní ochrany

Koncepce vnitřní ochrany je založena především na koncepci postupného snižování elektromagnetického pole. Ve výrobních halách jsou často instalovány digitálně řízené pracovní stroje, které jsou náchylné vůči pulznímu přepětí. Jedná se o různé obráběcí stroje, vstříkovací lisu, výrobní linky, třídící linky, tiskařské stroje, potravinářské stroje, dřevařské stroje, apod. Ve většině případů se jedná o instalace ve starších průmyslových areálech, kde kvalita napájecí sítě z hlediska přepětových impulzů a rušivých napětí není příliš dobrá. V těchto lokalitách, také velmi často bývají lokální zdroje přepětových impulzů, jako jsou fázové řízené tyristorové zdroje, rozvodny vn a vvn, kompenzační rozváděče apod.

Typickým uspořádáním napájení je takové, kdy ve výrobní hale je stávající napájecí rozváděč a z něho je napájen rozváděč nového stroje. Vzdálenost mezi rozváděčem napájení a rozváděčem stroje zpravidla bývá maximálně několik desítek metrů. V napájecím rozváděči se instaluje svodič SPD typu 1 (např. DEHNventil) a v napájecím rozváděči stroje svodič SPD typu 2 (např. DEHNguard). Pokud je instalace složitější a v rozváděčích jsou instalovány další elektronické komponenty, jako například řídicí systémy, pak je nutno instalovat svodiče SPD typu 3 (např. DEHNrail) co nejbližší napájení těchto elektronických komponentů. Umístění co možná nejbližší chráněnému koncovému zařízení je velmi důležité, protože zde hrozí nebezpečí indukovaní přepětí.

Dalším důležitým opatřením je provedení vyrovnání potenciálů mezi jednotlivými rozváděči a strojem. Toto vyrovnání potenciálů se realizuje propojením vodičem o dostatečném průřezu, případně spojením se společnou uzemňovací soustavou. Na základě praktických zkušeností bylo zjištěno, že v žádném případě není nutno instalovat odrušovací filtry pro vysokofrekvenční ručení ani filtry pro eliminaci vyšších harmonických kmitočtů, při instalaci kvalitních svodičů přepětí, které omezují i amplitudu supeponovaných rušivých kmitočtů.

V TNI 34 1390 jsou zpracovány příklady, např. solární elektrárny, meteorologické stanice, nádrže s plynem, elektronické systémy na dálnicích a větrné elektrárny.