

Zriaďovanie systému ochrany pred bleskom a prepätím (LPS) od základov (6)

Jiří Kroupa

Ako sme vám avizovali v minulom čísle, pokračujeme v našom seriáli a dnes si objasníme rozdiely medzi zvodičmi bleskového prúdu a zvodičmi prepätia a oboznámime sa so zásadami ich inštalácie v jednotlivých typoch sietí.

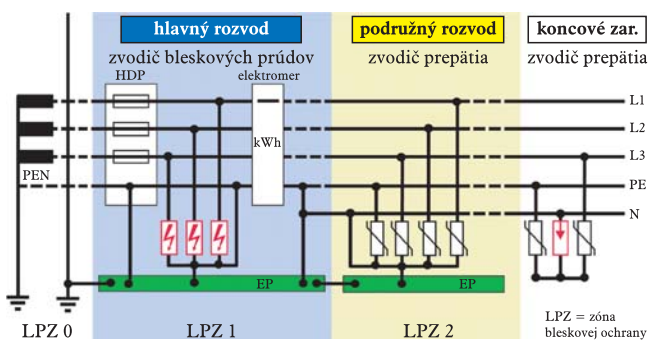
Použitie zvodičov pre zariadenia a systémy sietí nízkeho napätia podľa konceptu zón bleskových ochrán na základe EN 62305

1. Klasifikácia zvodičov pre zariadenia a systémy sietí nízkeho napätia

Zriaďovanie systému ochrany pred bleskom a prepätím pre elektrické sústavy reprezentuje aktuálny stav techniky a je bezpodmienečným infraštruktúrnym predpokladom bezporuchovej prevádzky komplexných elektrických a elektronických systémov. Požiadavky na zvodiče, ktoré sú určené na ochranu pred bleskom a prepätím podľa konceptu zón ochrán pred bleskom definuje STN EN 61643-11.

Podľa požiadaviek a zatažení, ktoré sa kladú na zvodič podľa obr. 1, sú zvodiče zadelené a označované ako SPD Typ I, Typ II a Typ III.

Zvodiče, ktoré sú určené na použitie v oblasti pevnej inštalácie budovy, sú zvodiče SPD Typ I, Typ II a Typ III. Najvyššie požiadavky vzhľadom na ich zvodovú schopnosť sa kladú na zvodiče Typ I. Tie sú určené na použitie na rozhraní zón bleskových ochrán (LPZ) 0_A – 1, podľa obr. 1. Tieto zvodiče musia byť schopné opakovane znášať prechod bleskového prúdu v tvare vlny 10/350 μs bez poškodenia. Zvodiče SPD Typ I sa nazývajú zvodiče bleskových prúdov. Úlohou týchto zvodičov bleskového prúdu je zabrániť vniknutiu nebezpečných čiastkových bleskových prúdov do elektrickej sústavy budovy. Na prechode LPZ 1 a 2 sa



Obr.1 Použitie zvodičov v nn sieti

používajú zvodiče prepätia na ochranu pred prepätiami, ktoré sa vyskytujú medzi aktívnymi vodičmi L₁, L₂, L₃ a N proti ochrannému vodiču PE. To sú zvodiče prepätia SPD Typ II. Ich zvodová schopnosť je v rozsahu niekoľkých 10 kA pri vlne (8/20 μs).

Posledným prvkom ochrany pred bleskom a prepätím pre siete nízkeho napätia je ochrana koncového zariadenia (prechod LPZ 2 na 3). Hlavnou úlohou na tomto mieste použitej ochrany SPD Typ III je ochrana proti prepätiam, ktoré sa vyskytujú medzi vodičmi L a N v elektrickej sústave. Tu ide hlavne o spínacie a priečne prepätia.

Hlavnými vlastnosťami zvodičov sú:

1. maximálne prípustné menovité prevádzkové napätie,
2. menovitý zvodový impulzný prúd pri príslušnej vlne,
3. ochranná úroveň (hladina).

Poznámka: Nadmerné znižovanie ochrannej hladiny zvodiča hlboko pod odolnosť zariadenia alebo inštalácie nie je vzhľadom na životnosť zvodiča potrebné a je skôr jeho nevýhodou ako prednosťou.

Rozličné úlohy, usporiadanie a požiadavky na zvodiče zhŕňa tab. 1.

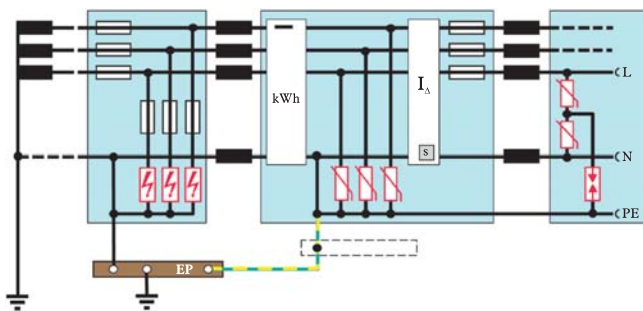
2. Použitie zvodičov v rozličných typoch siete

Elektrické prúdy, ktoré tečú ľudským telom, môžu mať nebezpečné účinky. Preto treba vykonať opatrenia na zabránenie pretekaniu nebezpečného prúdu ľudským telom v každej elektrickej sústave. Tieto opatrenia sa nazývajú ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím. Pri inštalácii silnoprúdových zariadení majú najvyššiu prioritu. Opatreniam proti nebezpečnému dotykovému napätiu sa musia prispôsobiť všetky ostatné opatrenia, napr. ochrana pred bleskom a prepätím, a nemôžu byť použitím ochrán pred bleskom a prepätím znefunkčnené. Pritom treba zohľadniť aj možný prípad poruchy zvodiča, aj keď je nepravdepodobná. To je veľmi dôležité, pretože použitie zvodičov bleskových prúdov a prepätia je vždy proti ochrannému vodiču.

V nasledujúcich odsekoch preto opisujeme použitie zvodičov bleskových prúdov a prepätia v rozličných sieťových sústavách. Zobrazené príklady riešení predstavujú použitie zvodičov bleskových prúdov principiálne v oblasti domovej prípojky, to znamená

označenie ochrany	označenie opatrenia	úloha opatrenia	miesto inštalácie
zvodič bleskových prúdov (SPD Typ I)	vyrovnanie potenciálov v ochrane pred bleskom	ochrana pred vniknutím čiastkových bleskových prúdov do elektrickej siete	hlavný rozvod budovy
zvodič prepätia (SPD Typ II)	ochrana pred prepätím v rozvádzači	ochrana pred podĺžnymi prepätiami (L proti PE) (N proti PE)	podružné rozvody
zvodič prepätia (SPD Typ III)	ochrana pred prepätím pri koncovom zariadení	ochrana pred priečnymi prepätiami (L proti N)	zásuvky, parapetné kanály, pripojenia zariadení

Tab.1 Zadelenie ochrán



Obr.2 Použitie zvodíčov v sieti TN-C-S

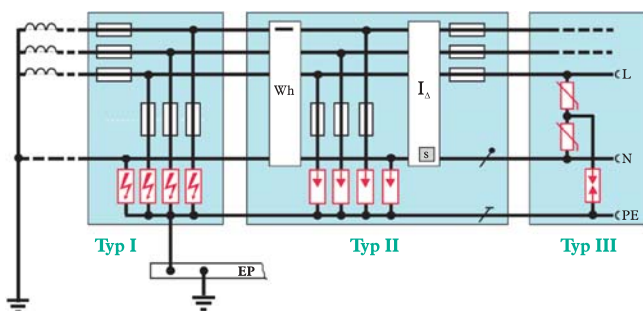
v oblasti pred elektromerom. Použitie zvodíčov bleskových prúdov pred elektromerom je riadené podnikovou normou energetiky o použití zvodíčov bleskového prúdu SPD Typ I pred elektromerom.

2.1 Použitie zvodíčov v sústave TN

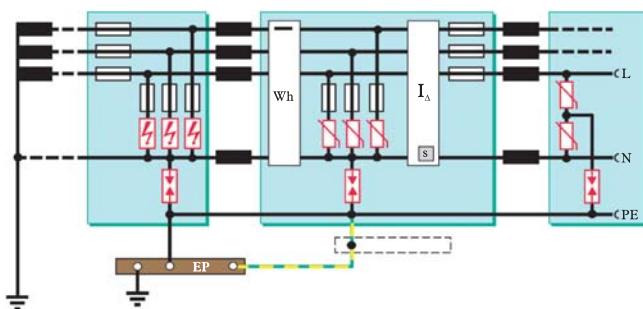
Pri sústave TN sa ako ochranné opatrenie používa aj ochrana prúdovým chráničom. Príklad pripojenia s použitím zvodíčov bleskových prúdov a prepätia v sústave TN-C-S je znázornený na obr. 2. Treba si všimnúť, že použitie zvodíčov prepätia SPD Typ III nasleduje za istením. K tomu treba poznamenať, že použitie zvodíčov prepätia SPD Typ III na ochranu koncových zariadení nasleduje spravidla proti priečnym prepätiam, čiže proti prepätiam, ktoré sa vyskytujú medzi L a N. S prepäťovým obmedzením medzi L a N nebude zvedený žiadny impulzný prúd proti PE, takže tento priebeh nemôže byť istením FI indikovaný ako poruchový prúd. Zvyčajne majú zvodíče prepätia Typ III menovitú zvodovú schopnosť 1,5 kA.

2.2 Použitie zvodíčov v sieti TT

Pre sieť typu TT sú na ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím prípustné opatrenia proti nadprúdu, poruchovému prúdu a v mimoriadnych prípadoch aj proti poruchovému napätiu (ochrana FU). Pre použitie zvodíčov bleskových prúdov a zvodíčov prepätia v TT sieťach to znamená, že môžu byť inštalované až za už uvedenými ochranami, aby bola v prípade poruchy zvodíča zabezpečená ochrana proti nebezpečnému dotykovému napätiu. Ako už bolo uvedené v odseku 2.1, pri montáži zvodíčov SPD Typ I a SPD Typ II za istením FI treba počítať s tým, že z dôvodu zvedeného impulzného prúdu voči PE bude táto udalosť istením



Obr.3 Použitie zvodíčov v sieti TN-S



Obr.4 Použitie zvodíčov v sieti TT

FI interpretovaná ako poruchový prúd a istenie FI obvod preruší. Pri použití zvodíčov SPD Typ I treba navyše vychádzať z toho, že ako v sieti TN, aj v tomto prípade sa istenie FI mechanicky poškodí vplyvom dynamiky zvedeného bleskového prúdu. Tým by sa poškodila ochrana pri priamom dotyku a opatrenia by neboli účinné. Takémuto stavu, v ktorom môže dôjsť k ohrozeniu osôb, treba, samozrejme, zabrániť. Preto musia byť v sieťach typu TT zvodíče SPD Typ I, ako aj SPD Typ zapojené zásadne pred istením FI. Zvodíče SPD Typ I a SPD Typ II musia byť inštalované tak, aby boli splnené podmienky pre použitie prúdových chráničov na ochranu pred nebezpečným dotykovým napätím. V prípade poruchy, čiže pri poškodenom zvodíči musia začať tiecť prúdy, ktoré vyvolajú automatické vypnutie nadprúdových ochrán v priebehu 5 s. Musíme teda vyvolať skratový prúd. Ak sú zvodíče v sieti TT usporiadané tak, ako to zobrazujú obr. 3 a 4 pre sieť TN, potom v prípade poruchy nevzniknú skratové prúdy, ale len prúdy zemného spojenia. Na tieto prúdy však nadprúdová ochrana nezareaguje včas. Usporiadanie zvodíčov SPD Typ I a SPD Typ II v sieti TT musí preto byť medzi L a N. Toto usporiadanie v prípade poruchy zvodíča zabezpečí vznik skratového prúdu a nadprúdová ochrana zareaguje. Keďže sa však bleskové prúdy vyskytujú proti zemi, čiže PE, treba vytvoriť spojenie medzi N a PE. Tieto N-PE zvodíče musia spĺňať špeciálne požiadavky, keďže musia viesť súčet čiastkových bleskových prúdov z L_1, L_2, L_3 a N. Pre použitie zvodíčov v sieti TT medzi L a N platia nasledujúce maximálne prípustné napätia:

$$U_c > 1,1 \times U_n$$

Maximálne prípustné napätie zvodíča U_c medzi N a PE je:

$$U_c > 1,1 \times U_n \times 0,5$$

najmenej však > 250 V striedavého napätia. Z toho vyplývajú hodnoty pre sieť TT 230/400 V pre zvodíč medzi L a N:

$$U_c > 1,1 \times 230 \text{ V}, U_c > 253 \text{ V}.$$

Maximálne prípustné napätie zvodíča medzi N a PE:

$$U_c > 1,1 \times U_n \times 0,5 = 126,5$$

$$U_c > 250 \text{ V}$$

Skúšobný bleskový impulzný prúd zvodíča SPD Typ I sa určí podľa tried ochrán objektu I, II, III/IV, podľa EN 62303.

Pre zvodíč medzi N a PE treba dodržať tieto hodnoty:

Trieda ochrany pred bleskom:

I $I_{imp} > 100 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$

II $I_{imp} > 75 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$

III $I_{imp} > 50 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$

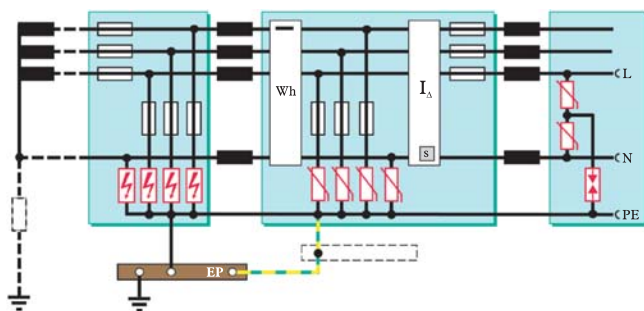
Zvodíče SPD Typ II sa inštalujú tiež medzi L a N, ako aj N a PE. Pre zvodíč medzi N a PE, v súvislosti so SPD Typ II, sa požaduje zvodová schopnosť $I_{sn} > 20 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$.

Tieto požadované parametre nespĺňajú viaceré zvodíče bleskového prúdu a zvodíče prepätia distribuované na slovenskom trhu.

Príklad zapojenia zvodíčov bleskových prúdov a prepätia v sieti TT je na obr. 4. Zapojenie zvodíčov prepätia SPD Typ III nasleduje tak, ako aj v sieti TN, teda za istením FI. Impulzný prúd zvedený týmto zvodíčom je spravidla taký malý, že túto udalosť istenie FI nevyhodnotí ako poruchový prúd. Napriek tomu je vhodné inštalovať istenie FI odolné proti impulznému prúdu.

2.3 Použitie zvodíčov v sieti IT

Pre siete IT sú prípustné opatrenia: ochrana pri nepriamom dotyku, nadprúdové ochrany, istenie FI, sledovanie stavu izolácie a v mimoriadnych prípadoch aj ochrana FU. Zatiaľ čo v sieti TN alebo TT je v prípade prvej poruchy vďaka prúdovým chráničom alebo FI ochranám zabezpečená ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím, v sieti IT pri prvej poruche nasleduje len hlásenie



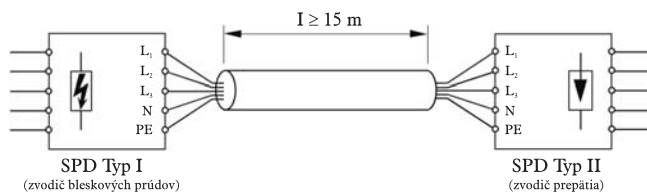
Obr.5 Použitie zvodíčov v sieti IT

nie. Nemôže dôjsť k výskytu príliš vysokého dotykového napätia, keďže pri prvej poruche v sieti IT dôjde len k spojeniu so zemou. Sieť IT sa potom pretransformuje na základe svojho prevádzkového stavu na sieť TN alebo TT. Sieť IT môže byť preto po prvej poruche bezpečne ďalej v prevádzke, takže začaté práce alebo procesy vo výrobe (napr. v chemickom priemysle) môžu byť úspešne ukončené. Pri prvej chybe prevezme ochranný vodič potenciál chybného krajného vodiča, čo však nepredstavuje žiadne nebezpečenstvo, pretože cez ochranný vodič prevezmú všetky kryty a kovové časti tento potenciál a tým nevzniknú žiadne nebezpečné rozdiely potenciálov. Treba však dbať na to, aby v prípade výskytu prvej chyby zodpovedalo napätie siete IT nepoškodeného vodiča proti zemi napätiu medzi krajnými vodičmi. V prípade poškodeného zvodíča v IT sieti 230/400 V sa preto na nepoškodených zvodíčkoch vyskytne napätie 400 V. Tento možný prevádzkový stav treba zohľadniť pri výbere zvodíčov.

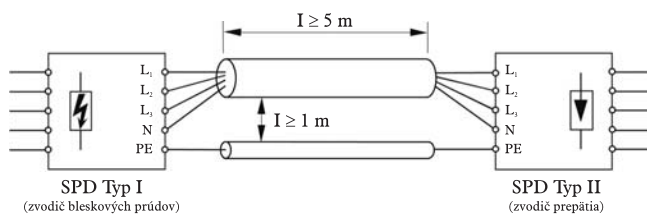
Pri výskyte druhej chyby v sieti IT musí dôjsť k reakcii niektorého ochranného zariadenia ako v odseku 2.1 a 2.2 platné pre sieť TN a TT. Preto sa aj v sieti IT odporúča použitie zvodíčov SPD Typ I a Typ II pred istením FI. Príklad zapojenia zvodíčov bleskových prúdov a prepätia v sieti IT je na obr. 5.

3. Koordinácia zvodíčov

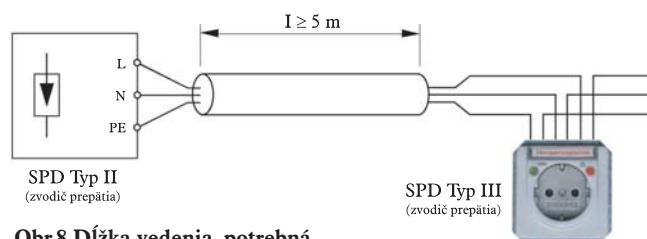
V praxi (pozri obr. 2 až 5) sú zvodiče SPD I (zvodiče bleskových prúdov) a zvodiče SPD Typ II a Typ III (zvodiče prepätia) kvázi



Obr.6 Dĺžka vedenia, potrebná na oddelenie zvodíčov SPD Typ I a Typ II, ak je vodič PE uložený v kábli



Obr.7 Dĺžka vedenia, potrebná na oddelenie zvodíčov SPD Typ I a Typ II, ak je vodič PE vedený samostatne



Obr.8 Dĺžka vedenia, potrebná na oddelenie zvodíčov SPD Typ II a Typ III

paralelne zapojené. Pre rozdielne nábehové charakteristiky, zvodovú schopnosť a ochranné úlohy zvodíčov Typ I, Typ II a Typ III musia byť tieto typy zvodíčov v systéme nainštalované tak, aby menovité údaje jednotlivých zvodíčov neboli prekročené. Preto treba zvodiče energeticky správne usporiadať, aby zvodič znížil impulzný prúd natoľko, aby zvyškový prúd následne zaradený zvodič nemohol poškodiť. Tento princíp sa nazýva energetická koordinácia zvodíčov. Energetickú koordináciu treba použiť medzi zvodičmi SPD Typ I, Typ II a Typ III, ako aj medzi zvodičmi SPD Typ II a Typ III.

3.1 Koordinácia zvodíčov SPD Typ I, Typ II a Typ III

Pri vplyve bleskového prúdu na systém (pozri obr. 2 až 5) zareaguje pre nízku ochrannú úroveň najprv zvodič prepätia Typ II v podružnom rozvážači. Menovité údaje tohto zvodíča uvádzajú ochrannú úroveň (hladinu) < 1,5 kV. Táto hodnota napätia nestačí na to, aby vyvolala reakciu paralelne zapojeného iskrisového zvodíča bleskových prúdov SPD Typ I (pretože hodnota nábehu, reakcie tohto iskrisa leží medzi 3 a 3,5 kV). Aby sme zabránili preťaženiu zvodíča SPD Typ II v podružnom rozvážači, musíme na vedení medzi zvodičom prepätia a zvodičom bleskových prúdov vyvolať dodatočné pozdĺžne napätie, ktoré spolu s ochrannou úrovňou zvodíča prepätia SPD Typ II v podružnom rozvážači dosiahne nábehovú hodnotu iskrisa vo zvodíči bleskových prúdov SPD Typ I. Pozdĺžne napätie možno v 230/400 V sieti vyvolať použitím káblvej impedancie alebo koncentrovanej indukčnosti (oddelovacie tlmivky). Veľkosť oddeľovacej impedancie, ktorá je potrebná medzi zvodičmi bleskových prúdov Typ I a zvodičmi prepätia Typ II z radu Red/Line, je 15 μ H.

3.2 Koordinácia zvodíčov SPD Typ I a SPD Typ II

Indukčnosť kábla závisí od vedenia ochranného vodiča PE. Ak je ochranný vodič uložený v spoločnom kábli s L_1 , L_2 , L_3 a N, potom je medzi zvodičom bleskových prúdov (Typ I) a zvodičom prepätia Typ II potrebný kábel s dĺžkou > 15 m (obr. 6). Ak je ochranný vodič vedený oddelene od L_1 , L_2 , L_3 a N, potom pri odstupe kábla podľa obr. 7 stačí dĺžka > 5 m.

Ak nemožno tieto hodnoty dodržať, potom treba koordináciu medzi zvodičmi SPD Typ I a zvodičmi SPD Typ II realizovať pomocou oddeľovacej tlmivky. Špičkový svetový výrobca, napr. firma DEHN + SÖHNE, vyrábajú SPD Typ I, ktoré sú priamo koordinované s SPD Typ II a netreba používať oddeľovaciu tlmivku alebo kombinované zvodiče SPD Typ I s ochrannou úrovňou definovanou pre SPD Typ II.

3.3 Koordinácia zvodíčov SPD Typ II a SPD Typ III

Pre rozdielne úlohy zvodíčov SPD Typ II a SPD Typ III je aj medzi týmito typmi nutná koordinácia. Koordinácia je zabezpečená vtedy, ak je medzi zvodičmi SPD Typ II a SPD Typ III uložené vedenie s minimálnou dĺžkou 5 m (obr. 8).



DEHN + SÖHNE
M. R. Štefánika 13
962 12 Detva
Tel.: 045/541 05 57
Fax: 045/541 05 58
e-mail: info@dehn.sk
http://www.dehn.sk

39

