

Zriaďovanie systému ochrany pred bleskom a prepätím (LPS) od základov (7)

Jiří Kroupa

Vážení čitatelia, v poslednom tohoročnom čísle vám prinášame poslednú časť série článkov venovanej problematike ochrany pred bleskom a prepätím. Okrem návrhu má na správne fungovanie systému ochranných opatrení vplyv aj správna montáž a pripojenie týchto prvkov. Na ktoré veci treba klásť zvýšený dôraz pri montáži, povieme si v dnešnom poslednom článku s cyklu venovaného tejto problematike.

Inštalčné a montážne pokyny pre prepäťové ochrany

1. Dimenzovanie prierezov vodičov

Na prívodné vedenia vodičov vplyvajú impulzné a skratové prúdy. Treba preto správne určiť ich prierezy.

1.1 Zvodič bleskového prúdu Typ 1

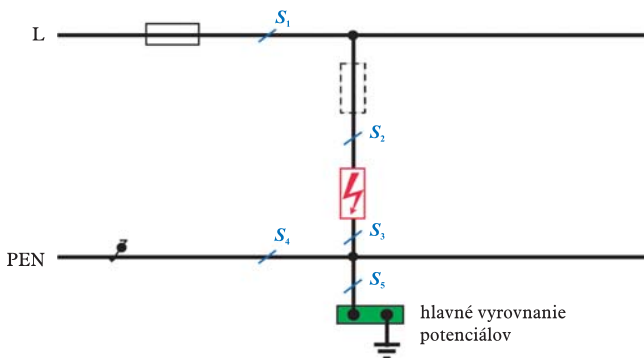
Prívodnými vedeniami vodičov Typ 1 tečú impulzné bleskové prúdy (10/350 μ s), tak, ako to zobrazuje obr. 1. Súčasne sa vytvoria následné sieťové prúdy, ktoré môžu dosiahnuť hodnotu predpokladaného skratového prúdu na mieste inštalácie vodiča. Určenie prierezu S_2 na obr. 1 musí byť vypočítané podľa STN 33 2000-5-523. Z dôvodu spínacej charakteristiky iskrísk prierezom S_2 tečú len skratové, nie prevádzkové prúdy. Pri dimenzovaní prierezu S_2 preto postupujeme len podľa kritérií ochrany pri skrate podľa STN 33 2000-5-523. Na výpočet prierezu vodiča slúži rovnica

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I} \right)^2 \quad (1)$$

kde t je prípustný čas vypnutia v prípade skratu v s,
 S – prierez vodiča v mm^2 ,
 I – prúd pri úplnom skrate v A,
 k – koeficient materiálu v $\text{A} \times \text{s}/\text{mm}^2$.

Vzhľadom na ochranu pred nebezpečným dotykom pre pevné inštalácie a pevne zabudované stroje je nutný vypínací čas $t < 5$ s. Prúd potrebný na dosiahnutie tohto času zistíme z údajov o nadprúdovej ochrane. Pri použití izolovaného medeného vedenia z PVC určíme čas $t = 5$ s a I_s , prierezy S_2 uvedené v tab. 1.

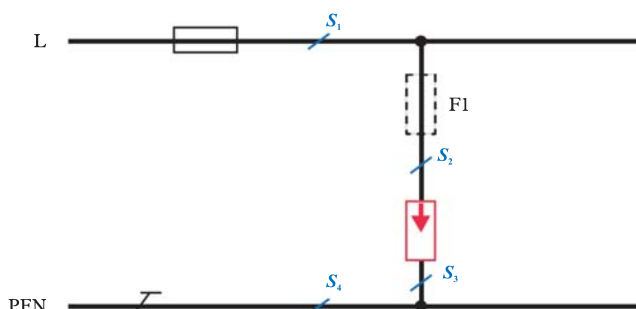
Určenie prierezu S_3 je rovnaké ako S_2 , keďže cez vodiče S_2 aj S_3 pretekajú rovnaké prúdy. Vodič s prierezom S_3 je potrebné dimenzovať ako vodič hlavného vyrovnania potenciálov. Prierez vodiča hlavného potenciálového vyrovnania môže byť max. 25 mm^2 Cu. Pri usporiadaní podľa obr. 2 je vedenie s prierezom S_5 časťou vyrovnania potenciálov v ochrane pred bleskom. Prierez S_5 preto musí byť min. 16 mm^2 a max. 25 mm^2 Cu.



Obr.1 Prierezy vedení pre zvodič bleskových prúdov Typ 1

menovitý prúd predistena A	potrebný prierez prívodu S2	
	vypočítaný mm^2	menovitý prierez mm^2
63	6,8	10
80	8,79	10
100	11,14	16
125	14,6	16
160	19,06	25
200	25,78	35
250	33,05	35

Tab.1 Potrebné prierezy prívodov vodiča



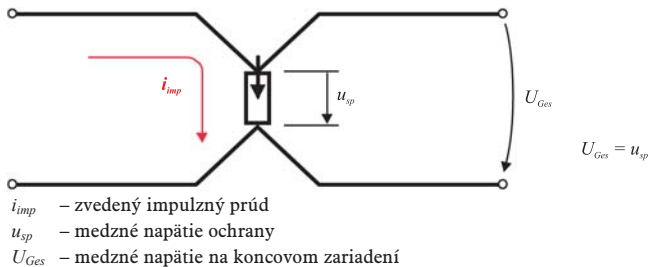
Obr.2 Prierezy vedení pre zvodič Typ 2

1.2 Zvodič prepätia Typ 2

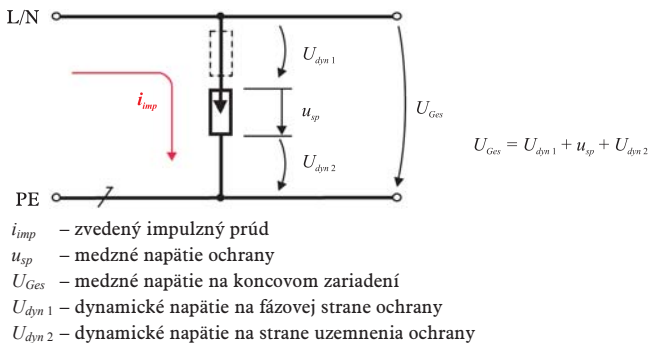
Prívodnými vedeniami vodičov prepätia Typ 2 podľa obr. 2 tečú impulzné prúdy s vlnou (8/20 μ s), ktoré nevyžadujú určité hodnoty prierezov S_2 a S_3 . V porovnaní s pripojením vodiča Typ 1 podľa obr. 1 sa pri nábehu (odozve) vodiča nevytvoria žiadne následné sieťové prúdy. Prierezy S_2 a S_3 preto treba zvoliť podľa kritérií ochrany pri skrate pre prípad poruchy vodiča (skrat). Voľba prierezov S_2 a S_3 závisí od istenia pred vodičom (istenie systému alebo istenie vo vetve vodiča).

2. Dimenzovanie dĺžok prívodov prepäťových ochrán

Pre ochranu systémov, zariadení a spotrebiteľov je rozhodujúca tá úroveň impulzného napätia, ktorá sa naozaj vyskytuje na chránených zariadeniach. Optimálny ochranný účinok je dosiahnutý vtedy, ak je úroveň impulzného napätia na chránenom zariadení v zhode s ochrannou úrovňou prepäťovej ochrany. Z tohto dôvodu sa na pripojenie prepäťových ochrán odporúča zapojenie V podľa obr. 3. V tomto zapojení sa nepoužívajú žiadne oddelené vetvy vedenia na pripojenie prepäťových ochrán. Tento optimálny spôsob zapojenia nemôžeme použiť vo všetkých prípadoch. Hlavne pri systémoch, ktorých menovité prevádzkové prúdy sú väčšie ako hodnota menovitého prúdu max. prípustného predistena prepäťových ochrán alebo maximálna zaťažiteľnosť prepájacej svorky vo zvodiči nemožno zapojenie V použiť. V tomto prípade je nutné zapojenie prepäťových ochrán v samostatnej priečnej vetve elektrického obvodu. V súčasnosti sa táto metóda používa vo väčšine prípadov. Ak menovitá hodnota najbližšieho predraden-



Obr.3 Zapojenie V prepäťových ochrán



Obr.4 Zapojenie prepäťových ochrán v priečnej vetve

ho istenia systému prekračuje hodnotu menovitého prúdu max. prípustného predistenia prepäťovej ochrany, ktorú udáva výrobca, potom je nutné do priečnej vetvy zapojiť predistenie pre prepäťovú ochranu (obr. 4). Pri nábehu (reakcii) prepäťovej ochrany v priečnej vetve tečú cez rôzne prvky (vedenia, istenia) zvodové impulzné prúdy, ktoré na týchto impedanciách navyše vyvolávajú dynamické výskyt napätia. Pri priereze vedenia menšom ako 35 mm² môžeme pri 50 Hz indukčné zložky zanedbať, pretože sú v porovnaní s ohmickými prvkami veľmi malé. Iný prípad sú však dynamické pochody.

Pri zohľadnení vzťahu

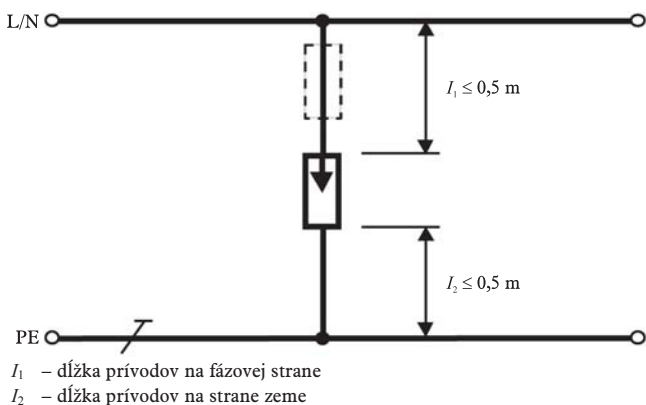
$$U_{dyn} = i \cdot R + (di/dt)L \quad (2)$$

a rýchlosti zmeny prúdu (di/dt) pri tranzientných javoch v hodnote niekoľkých 10 kA/ μ s je dynamické napätie U_{dyn} určované hlavne indukčnými prvkami.

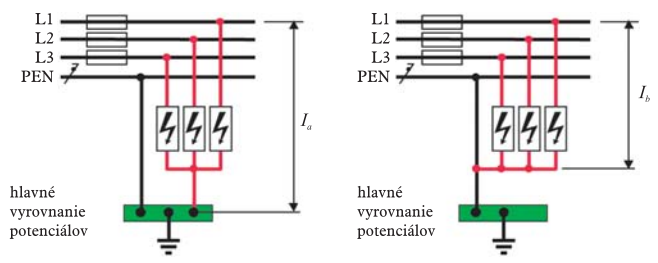
Aby sa toto napätie udržalo na nízkej úrovni, treba udržať indukčnosť prívodného vedenia a tým jeho dĺžku na čo najnižšej úrovni. Preto sa odporúča, aby celková dĺžka prívodov prepäťových ochrán neprekročila 0,5 m (obr. 5).

Túto požiadavku, na prvý pohľad ťažko realizovateľnú, vysvetľuje na príklade obr. 6. Zobrazuje hlavné vyrovnanie potenciálov v nn sieti spolu s použitím zvodičov bleskového prúdu Typ 1 s vyrovnaním potenciálov v ochrane pred bleskom.

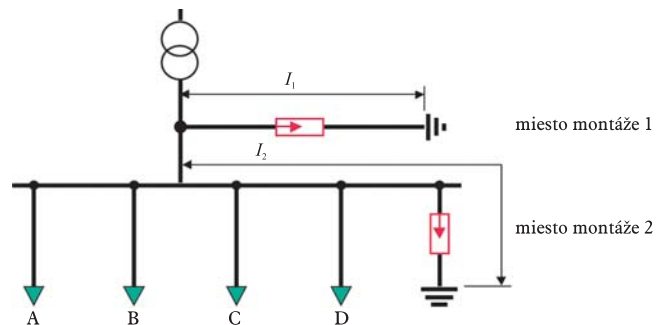
Na obr. 6 vidíme oddelené obe zapojenia. Vodič PEN je spojený s ekvipotenciálnou prípojnou a samostatný vodič vyrovnania



Obr.5



Obr.6 Vyhodnotenie prívodov prepäťových ochrán pri zohľadnení odporúčanej maximálnej dĺžky prívodov



I_1 – celková dĺžka prívodov v mieste montáže 1
 I_2 – celková dĺžka prívodov v mieste montáže 2

Obr.7 Usporiadanie prepäťových ochrán v systéme a účinná dĺžka prívodov

potenciálov realizuje uzemnenie prepäťových ochrán. Účinná dĺžka prívodu (l_a) prepäťových ochrán predstavuje vzdialenosť medzi miestom použitia ochrán (napr. skriňa domovej prípojky, hlavný rozvádzač) a ekvipotenciálnou prípojnou. S takýmto zapojením možno len v niektorých prípadoch realizovať účinnú ochranu systému. Bez veľkých nákladov však môžeme vhodným usporiadaním vedenia podľa obr. 6b znížiť účinnú dĺžku prívodov na hodnotu $l_b < 1,0 \text{ m}$. Vzdialenosť medzi skriňou domovej prípojky alebo hlavným rozvádzačom a ekvipotenciálnou prípojnou je potom nepodstatná. Riešenie tohto problému sa vzťahuje výhradne na usporiadanie prívodného vedenia prepäťových ochrán na strane zeme. Ošetriť treba aj dĺžku prívodov fázovej strany.

Uvažujme nasledujúci príklad:

Do priestorovo rozľahlej rozvodne treba nainštalovať prepäťové ochrany pre zbernicový systém a k nemu pripojené elektrické obvody (A až D) (obr. 7).

Na použitie prepäťových ochrán sú v tomto prípade určené miesta montáže 1 a 2. Miesto 1 sa nachádza bezprostredne pri napájaní zbernicového systému. Tým je pre všetkých spotrebiteľov zabezpečená ochrana pred prepätiami v rovnakej miere. Účinná dĺžka prívodov prepäťovej ochrany na mieste 1 je pre všetkých spotrebiteľov hodnota l_1 . Z priestorových dôvodov sa miesto montáže prepäťových ochrán niekedy volí v oblasti zbernicového systému. V extrémnom prípade môže byť zvolené miesto montáže 2, podľa obr. 7. Vzhľadom na elektrický obvod A má účinná dĺžka prívodov hodnotu l_2 . Zbernicové systémy majú sice v porovnaní s káblami a vedeniami nízku indukčnosť (cca. 1/4) a tým aj nižšie indukčné napätie, avšak dĺžka zbernic nesmie byť zanedbaná.

Usporiadanie prívodných vedení má výrazný vplyv na účinnosť prepäťových ochrán, a preto naň treba dbať už vo fáze projektovania.

3. Dimenzovanie predistení pre prepäťové ochrany

Správanie tavnej poistky vykazuje značné rozdiely pri vypínaní skratových prúdov v porovnaní s ovplyvnením impulznými prúdmi, zvlášť impulznými bleskovými prúdmi v tvare vlny 10/350 μ s. V závislosti od menovitého prúdu istenia a od bleskového impul-

menovitý prúd a typ			
250A/I		25 kA	75 kA
200A/I		22 kA	70 kA
160A/00		20 kA tavenie	50 kA explózia
100A/C00		9,5 kA	25 kA
63A/C00		5,5 kA	20 kA
35A/C00		4 kA	15 kA
20A/C00		1,7 kA	8 kA

Obr.8 Správanie poistiek NH pri zaťažení impulzným bleskovým prúdom 10/350 μ s

zného prúdu (10/350 μ s) bola vytvorená charakteristika na obr. 8. Môžeme rozpoznať tri rozdielne typy správania poistiek NH.

3.1 Poistka sa netaví

Energia impulzného bleskového prúdu vstupujúca do poistky je taká malá, že bezpečnostný pásik sa nepretaví. Pri zapojení zvodniča podľa obr. 9 je naďalej zabezpečené napájanie nasledujúceho systému, rovnako v prípade usporiadania podľa obr. 10.

3.2 Poistka sa pretaví

Energia impulzného bleskového prúdu stačí na roztavenie bezpečnostného pásika poistky NH a tým spôsobí prerušenie prúdovej cesty. Oscilogram poistky, roztavenej impulzným bleskovým prúdom je na obr. 11. Charakteristickým prvkom správania poistky je, že neovplyvňuje impulzný bleskový prúd, ktorý tečie poistkou.

Poistka sa vypne až po doznení impulzného bleskového prúdu. To potvrdzuje, že poistka bleskový impulzný prúd nijako neobmedzí. Ak impulzný bleskový prúd prekročí integrál tavenia, v poistke sa vytvorí oblúk. To možno rozpoznať podľa napätia, ktoré sa objaví na poistke. V zapojení prepäťových ochrán podľa obr. 9 bude v tomto prípade nasledujúci elektrický systém odpojený.

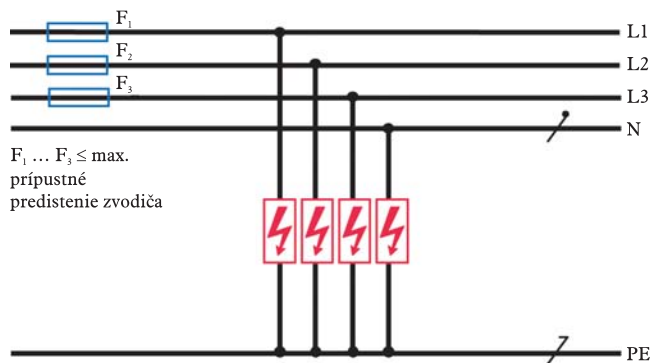
Často sa odporúča zvoliť veľkosť poistiek $F_4 - F_6$ selektívne k poistkám $F_1 - F_3$. To v praxi znamená, že hodnoty menovitých prúdov poistiek $F_1 - F_3$ zvolíme v pomere 1,6 : 1 k poistkám $F_4 - F_6$. Toto selektívne správanie poistiek platí len vo vzťahu ku skratovým prúdom, avšak nie vo vzťahu k impulzným bleskovým prúdom.

1. hodnoty menovitých prúdov poistiek $F_1 - F_3$ 160 A
2. hodnoty menovitých prúdov poistiek $F_4 - F_6$ 100

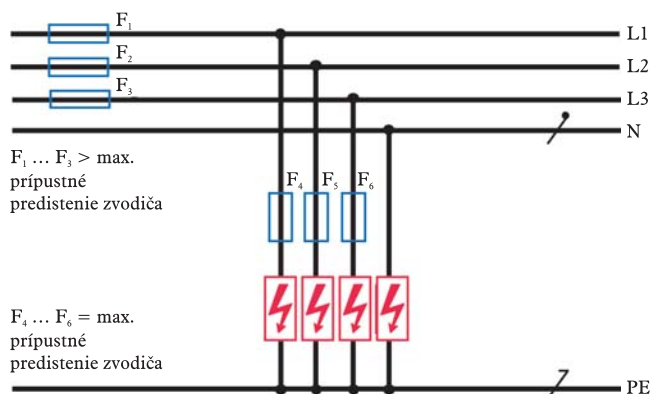
Toto usporiadanie je dimenzované pri impulznom bleskovom prúde 25 kA (10/350 μ s) na vetvu. Pri takomto vplyve sa podľa obr. 8 vypnú poistky $F_1 - F_3$, ako aj $F_4 - F_6$. Takéto usporiadanie nie je pre vplyvy impulzného bleskového prúdu selektívne. Následne zapojený systém by v takomto prípade bol odpojený. Navyše v tomto prípade dochádza k výskytu napätia na tavných poistkách $F_4 - F_6$ 2 kV (obr. 11) v priechnej vetve a tým paralelne k chránenej nn sieti. Tento výskyt napätia pôsobí ako hnacie napätie pre následne zapojené prepäťové ochrany a za určitých podmienok môže spôsobiť ich preťaženie. Aby sme tomuto javu zabránili, treba poistky $F_4 - F_6$ zvoliť čo najväčšie. V praxi to znamená, že $F_4 - F_6$ použijeme len vtedy, ak sú $F_1 - F_3$ väčšie ako výrobcom predpísané maximálne predistenie prepäťových ochrán. Hodnotu menovitých prúdov $F_4 - F_6$ potom treba zvoliť v hodnote maximálneho prípustného predistenia.

3.3 Explózia

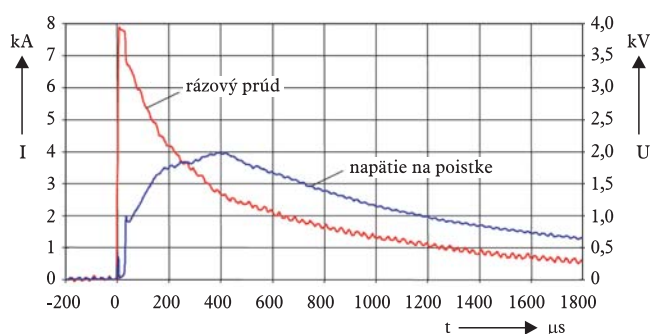
Energia impulzného bleskového prúdu je taká veľká, že bezpečnostný pásik poistky NH sa explozívne odparuje. Pritom môže byť zničený kryt poistky NH [2.12]. Okrem týchto mechanických



Obr.9 Použitie istenia siete ako predistenie pre prepäťové ochrany



Obr.10 Použitie samostatného predistenia pre prepäťové ochrany



Obr.11 Prúd a napätie na tavnjej poistke 25-A-NH pri zaťažení impulzným bleskovým prúdom(10/350 μ s)

javov dochádza aj k elektrickým účinkom, ktoré boli opísané pri tavení. To predstavuje rovnaké dôsledky pri použití predistenia pre prepäťové ochrany. Princiálne platí, že predistenie prepäťovej ochrany (zvlášť Typ 1) treba vždy voliť čo najväčšie. Ak to umožňujú podmienky montáže, tak nepoužijeme samostatné predistenia v priechnej vetve. Na zabezpečenie stáleho napájania elektrickou energiou zákaznickeho systému by malo byť miesto použitia zvodničov bleskového prúdu Typ 1 zvolené tak, aby nedochádzalo k tomu, že poistka nereaguje alebo reaguje len zriedka-vo na impulzné bleskové prúdy.



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

32

