

ČEZ Distribuce, E.ON CZ, E.ON distribuce, PRE distribuce, ZSE	Navrhování a umístování svodičů přepětí v distribučních sítích do 1 kV	PNE 33 0000-7
Odsouhlasení normy		
Obsah		
		strana
1. Všeobecně		2
1.1. Předmět normy.....		2
1.2. Rozsah platnosti.....		2
1.3. Normativní odkazy		2
1.4. Definice		3
2. Základní údaje o ochraně sítí nn proti přepětí		3
2.1. Charakteristika ochrany sítí nn proti přepětí		3
2.2. Charakteristika atmosférických přepětí v sítích nn		4
2.3. Koordinace izolace zařízení sítí		5
3. Ochranné vlastnosti různých typů svodičů přepětí		5
3.1. Bleskojistky		5
3.2. Bezjiskřivostové omezovače přepětí		6
4. Volba typu svodiče pro ochranu v sítích nn		7
5. Zásady dimenzování omezovačů přepětí v sítích nn.....		7
6. Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí		8
7. Umístění omezovačů přepětí v síti nn.....		8
7.1. Venkovní vedení		8
7.2. Kabelové zemní vedení		8
Nahrazuje:	Účinnost: od 2007-04-01	

1. Všeobecně

1.1. Předmět normy

Norma obsahuje soubor pravidel a doporučení, jak chránit zařízení distribučních sítí nn před přepětím pomocí svodičů přepětí s cílem dosáhnout minimální poruchovosti sítě z důvodu přepětí a vytvořit předpoklady pro možnost ochrany připojených instalací před přepětím. Norma obsahuje doporučení pro správná umístění svodičů přepětí, způsob připojení a volbu parametrů pro tato umístění.

Účelem použití svodičů přepětí v sítích nn je:

- omezit atmosférické přepětí v předávacích místech zařízení distribuční soustavy podle ČSN 33 2000-4-443;
- snížit na přijatelnou míru poruchy kabelových vedení a vedení AES;
- chránit před zničením rozvodná zařízení nn.

1.2. Rozsah platnosti

Tato podniková norma energetiky je vypracována pro následující organizace: ČEZ Distribuce, a.s., E.ON Česká republika, a.s., E.ON Distribuce, PREDistribuce a.s. a Západoslovenská energetika, a.s.

Její platnost se vztahuje na střídavé distribuční sítě do 1 000 V provedené venkovním vedením nebo smíšené sítě tvořené venkovním vedením a kabelovým vedením a DTS vn/0,4 kV provozované těmito společnostmi.

1.3. Normativní odkazy

ČSN 33 3060	Ochrana elektrických zařízení před přepětím
Soubor ČSN EN 62305-1 až 4	Ochrana před bleskem
ČSN 33 2000-4-443	Elektrotechnické předpisy – Elektrické zařízení – Část 4 - Bezpečnost – Kapitola 44: Ochrana před přepětím – Oddíl 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím
ČSN EN 60099-4	Svodiče přepětí. Část 4: Bezjiskřišťové omezovače přepětí pro soustavy se střídavým napětím
ČSN EN 60099-5	Svodiče přepětí. Část 5: Doporučení pro volbu a použití
ČSN 38 0810	Použití ochran před přepětím v silových zařízeních
ČSN EN 60071-1	Elektrotechnické předpisy – Koordinace izolace – Část 1: Definice, principy a pravidla

ČSN EN 60071-2	Elektrotechnické předpisy – Koordinace izolace – Část 2: Pravidla pro použití
IEC 60815	Směrnice pro volbu izolátorů s ohledem na podmínky znečištění
PNE 33 0000-1	Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribučních soustavě dodavatele elektřiny
PNE 33 0000-5	Umísťování zařízení ochrany před přepětím tř. požadavků B v el. instalacích odběrných zařízení
PNE 33 0000-3	Revize a kontroly el. zařízení přenosové a distribuční soustavy
PNE 33 0000-8	Navrhování a umísťování svodičů přepětí v distribučních sítích nad 1 kV do 45 kV

Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Lubomír Kočíš, EGÚ-Laboratoř vvn
Pracovník ONS energetiky: Ing. Jaroslav Bárta, ÚJV Řež, a.s. divize -Energoprojekt Praha

1.4. Definice

Viz PNE 33 0000-8 a soubor ČSN EN 62305.

Předávací místo - místo styku mezi DS a zařízením uživatele DS, kde elektřina do DS vstupuje nebo z ní vystupuje.

2. Základní údaje o ochraně sítí nn proti přepětí

2.1. Charakteristika ochrany sítí nn proti přepětí

V distribučních sítích nn s venkovními vedeními je nutné chránit zařízení zejména proti atmosférickým přepětím. Spínací přepětí dosahují podstatně nižších úrovní napětí a proudů než atmosférická, a zařízení nn není proto nutné proti nim chránit.

V kabelových sítích bez připojených venkovních vedení jsou největší přepětí způsobená zkraty a/nebo spínáním.

Dočasná přepětí 50 Hz namáhají více samotné svodiče přepětí než chráněná zařízení.

Ochranná opatření mají snižovat nepříznivé účinky bouřkové činnosti na distribuční sítě, které se projevují:

- výpadky dodávky;
- zhoršením kvality dodávané energie;

– zničením zařízení sítě nn nebo zkrácením jeho životnosti, což zvyšuje náklady provozovatele.

Prvořadým úkolem ochranných opatření, která jsou ekonomicky zcela opodstatněná, je instalací svodičů přepětí chránit zařízení sítě nn před zničením atmosférickým přepětím a zároveň přiměřeným snížením přepětí v síti umožnit ochranu instalace odběratele.

2.2. Charakteristika atmosférických přepětí v sítích nn

Parametry blesku mají statistický charakter. Typický úder blesku do země při bouři v letních měsících má zápornou polaritu a sestává z prvního úderu a následných úderů. V zimních sněhových bouřích převažují úderu do země s polaritou kladnou. Z hlediska přepětí na vedení má největší význam vrcholová hodnota a strmost nárůstu proudu blesku.

Atmosférické přepětí šířící se po vedení vzniká buď přímým úderem do vedení nebo indukci při nepřímých úderech. Z hlediska parametrů přepětí důležitých pro přepětiovou ochranu (vrcholová hodnota, strmost, energie) jsou přepětí při přímých úderech a indukovaná přepětí zcela odlišná.

2.2.1. Přepětí od přímých úderů do vedení

Charakteristika atmosférického přepětí na vedení se liší u vedení s uzemněnými konzolami a u vedení na dřevěných sloupech bez uzemněných konzol. Betonové sloupy s armováním se z hlediska impulsních bleskových proudů považují za vodivé.

a) Vedení s uzemněnými konzolami

Při úderu do vedení s uzemněnými konzolami úder blesku ať už do fázového vodiče, nebo do konstrukce stožáru způsobí vždy přeskoky z vedení k zemi a zpravidla i mezi fázemi. Velikost přepětí na fázových vodičích příliš nezávisí na tom, do čeho blesk udeří. Po vedení se šíří série velmi strmých impulzů vzniklá mnohonásobnými přeskoky na izolaci vedení následovaná pomalejší vlnou přepětí způsobenou vzrůstem potenciálu na uzemnění v místě úderu blesku.

b) Vedení na dřevěných sloupech bez uzemněných konzol

Dřevěné sloupy bez uzemněných konzol mají velmi vysokou izolační pevnost proti zemi 3 až 4 MV a ta způsobuje, že při úderu blesku do fázových vodičů je vedení schopno přenést přepětí řádu tisíc kV na značnou vzdálenost bez podstatného snížení jeho energie. Toto přepětí může na dálku způsobit značnou škodu na zařízení. Přitom velká izolační pevnost proti zemi neznamena nižší výpadkovost ve srovnání s vedením s uzemněnými konzolami, protože při každém úderu dojde k mezifázovému přeskoku a následnému zkratu, který je přerušen nadproudovou ochranou v síti.

2.2.2. Přepětí nepřímých úderů (indukovaná přepětí)

Úder blesku do země nebo do konstrukce v blízkosti vedení indukuje ve vedení přepětí, které může překročit izolační hladinu zařízení. Indukovaná přepětí jsou přibližně stejná ve všech vodičích a mají opačnou polaritu než proud blesku. Protože v 90% případů je proud blesku záporný (viz čl. 2.2), je polarita indukovaného přepětí většinou kladná. Indukovaná přepětí mají menší velikost a energii než přepětí při přímých úderech. Jsou méně nebezpečná pro zařízení chráněná svodiči přepětí, nicméně způsobují přeskoky a výpadky a tedy snižují technické parametry kvality a plynulost dodávky.

2.3. Koordinace izolace zařízení sítí

Koordinace izolace je proces volby izolačních hladin zařízení sítě nn a volby ochranných opatření založený na znalosti charakteristik přepětí v síti a na znalostech výdržných charakteristik izolace zařízení, jehož výsledkem je dosažení požadované výpadkovosti a poruchovosti zařízení a její vyváženosti ve sledované části systému při minimálních nákladech na provedená opatření. Vychází se přitom ze statistického charakteru přepětí v síti a z výpočtů četnosti výskytu parametrů přepětí kritických ve vztahu k izolačním hladinám zařízení. Hodnoty nejvyššího přepětí v předávacích místech jsou uvedeny v ČSN 33 2000-4-443.

Snížení poruchovosti je možné dosáhnout:

1. Zvýšením izolační hladiny zařízení.

Je to nejnákladnější a málo účinný způsob koordinace, protože při vysokých hodnotách atmosférických přepětí v síti vůči izolačním hladinám zařízení se zvýšení izolačních hladin zařízení projeví jen malým snížením jejich poruchovosti.

2. Snížením velikosti přepětí nebo jeho četnosti v síti vhodnými opatřeními

Aby se dosáhlo snížení přepětí v síti jako celku, je nutno aplikovat opatření (svodiče přepětí) v celé síti, což je velmi nákladné a přitom ne zcela účinné pro snižování výpadkovosti.

3. Snížením přepětí v místech zařízení vhodnou kombinací ochranných opatření a pomocí omezovačů přepětí.

Aplikace svodičů přepětí jako lokální ochrany zařízení je nejúčinnějším způsobem zajištění přiměřeně nízké poruchovosti zařízení nn sítí s malým negativním vlivem na výpadkovost vedení.

3. Ochranné vlastnosti různých typů svodičů přepětí

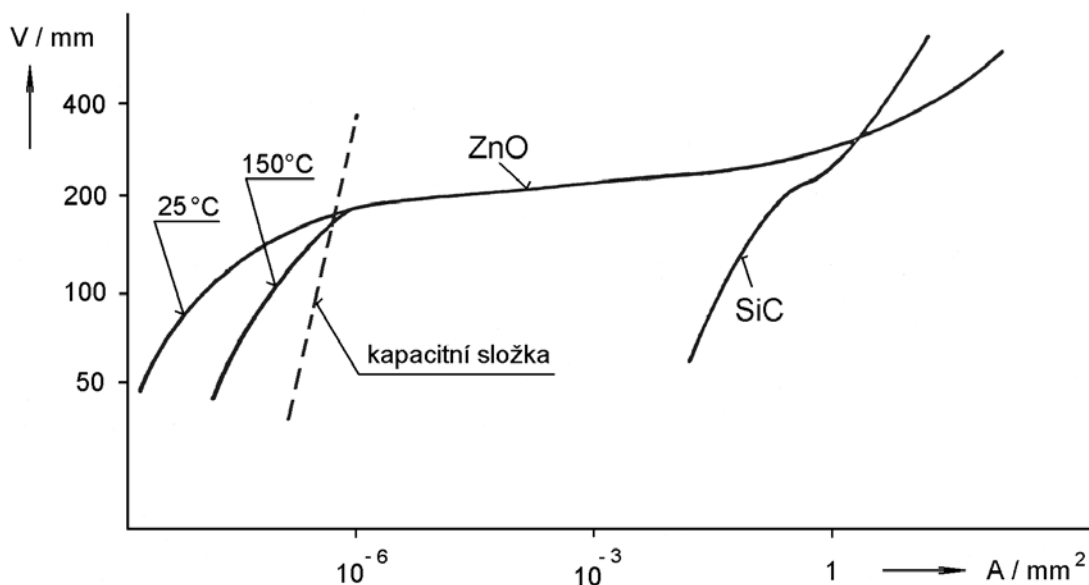
3.1. Bleskojistky

Bleskojistky sestávají z jiskřišť sériově řazených s bloky nelineárních odporů SiC a paralelních hmotových odporů řídících potenciál podél bleskojistky. Zapalovací napětí vykazuje stejně jako u hrotových jiskřišť rázovou charakteristiku a při velmi strmých

impulzech může být zapalovací napětí až o 30% vyšší než při standardním atmosférickém impulsu 1,2/50 μ s. Nelineární bloky mají zhasací funkci tzn. že proud bleskojistkou po jejím zapálení musí zhasnout při prvním průchodu proudem 50 Hz nulou. Pokud proud v jiskřištích při prvním průchodu proudem nulou nezhasne, bloky SiC nevydrží další absorpci tepelné energie a bleskojistka exploduje. Bleskojistky vzhledem ke složité vnitřní struktuře jsou choulostivé na otřesy při přepravě. Případné proniknutí vlhkosti způsobuje korozi jiskřišť s následným snížením zapalovacího napětí a rizikem destrukce. Pro všechny uvedené nevýhody se bleskojistky s bloky SiC v sítích nn postupně nahrazují bezjiskřišťovými omezovači přepětí. Při rekonstrukcích a u nových zařízení se používají omezovače přepětí. V případě zničení jedné bleskojistky je nutno vždy nahradit celou trojici (sadu) omezovači přepětí.

3.2. Bezjiskřišťové omezovače přepětí

Bezjiskřišťové omezovače přepětí sestávají ze sloupce bloků nelineárních odporů ZnO. Bloky ZnO mají nelineární VA charakteristiku zobrazenou v semilogaritmickém grafu na obrázku 1. Napětí bloku vztahované na 1 mm jeho výšky je zde znázorněno v závislosti na proudu procházejícím 1 mm² plochy bloku v kolmém řezu. V grafu je znázorněna též kapacitní složka proudu, která v oblasti malých proudů převažuje.



Obrázek 1 - Porovnání VA charakteristik bloku ZnO a SiC

Při provozním napětí jsou bloky ZnO zavřené a protéká jimi kapacitní proud řádu 1 mA a činná složka proudu je několik desítek μ A. V grafu je znázorněna i poměrně velká závislost proudu na teplotě v oblasti malých provozních proudů. Zvyšuje-li se napětí, začne se blok (hmotový polovodič) otvírat a proud tekoucí omezovačem narůstá mnohem rychleji než přiložené napětí. Ve střední části lze nelinearitu VA charakteristiky vyjádřit vztahem mezi napětím a proudem $I = AU^B$, kde exponent B u kvalitních bloků je vyšší než 50, typicky $B = 51$. Znamená to, že zvýší-li se napětí o 20 %, proud naroste více než o 4 řády, např. ze 100 mA na 1 kA. Při proudech nad 1 kA se nelinearita otvírání bloků omezovače zmenšuje a proud již neroste tak rychle s rostoucím napětím. Největší využití omezovače

k ochraně proti přepětí je ve střední části VA charakteristiky s proudy 1 A až 10 kA, kde je nelinearita největší. Nelinearita VA charakteristik (tzn. tvar křivky) je u různých typů bloků různá:

- je dána zejména vlastnostmi polovodiče ZnO. Čím je blok kvalitnější, tím větší je jeho nelinearita, a tím je VA křivka plošší a blok plní lépe funkci přepětíové ochrany (různí výrobci dosahují různé hodnoty nelinearity).
- omezovače vyšší energetické třídy (s větší plochou bloků v kolmém řezu) mají plošší křivku než omezovače nižší třídy.

Ve střední a horní části charakteristiky bloky ZnO snesou pouze impulsní zátěž, protože na rozdíl od ochranných jiskřišť a bleskojistek omezovače absorbují celou energii přepětí. (Na ochranných jiskřištích po zapálení klesne napětí téměř na nulu a energie přepětí se částečně odrazí do sítě a částečně rozptýlí do země. Na bleskojistce po zapálení napětí klesne na hodnotu napětí bloků SiC a část energie pohltí bloky, část se odrazí do sítě a část se rozptýlí v zemi).

Výhodou bloků ZnO je, že reagují na přepětí téměř okamžitě a proud začne protékat v čase několik desítek ns. Pro vyšší strmosti přepětí je na omezovači stejně jako u bleskojistky vyšší napětí, ale tento nárůst je mnohem menší než u bleskojistky, tzn. že rázová charakteristika omezovače je mnohem plošší a je dána víceméně indukčností sloupce bloků.

4. Volba typu svodiče pro ochranu v sítích nn

Pro ochranu se použijí bezjiskřišťové omezovače ZnO.

Omezovače by měly být vybaveny odpojovačem se signalizací rozpojeného stavu viditelnou při prohlídce zařízení prováděné v rámci Řádu preventivní údržby.

Pro umístění v rozváděčích musí být omezovače v netříštivém provedení.

Venkovní omezovače musí být v krytí (pouzdru) zamezujícím dotyku s živou částí.

5. Zásady dimenzování omezovačů přepětí v sítích nn

V sítích nn se vzhledem k velkému nepoměru provozního napětí a atmosférického přepětí dimenzují omezovače přepětí jednotně následujícím způsobem:

Nejvyšší trvalé provozní napětí	$U_c = 440 \text{ V}$
Jmenovitý výbojový proud	$I_n = 10 \text{ kA}$
Energetická kapacita min.	1,3 kJ/kV

6. Zásady pro umístování a připojování omezovačů přepětí

Omezovače přepětí v sítích TN-C se připojují mezi fázový vodič a vodič PEN (do hvězdy) v místě jeho uzemnění.

V případě, že se umístí omezovače přepětí v místě, kde není přizemněný vodič PEN, provede se uzemnění samostatným zemničem. Za dostatečný se považuje tyčový zemnič 1 m, nebo jiný rovnocenný zemnič. Velikost odporu uzemnění omezovačů přepětí není pro jejich funkci rozhodující. Při navrhování a provádění uzemnění se postupuje podle PNE 33 0000-1.

Ve zcela výjimečných a odůvodněných případech se omezovače přepětí zapojené mezi fázový vodič a vodič PEN neuzemňují.

Omezovače přepětí v sítích TT se připojují mezi pracovní vodiče a hlavní ochranný vodič PE, z kterého je výbojový proud sveden do země přes zkušební svorku, zemnicí svod a zemnič.

7. Umístění omezovačů přepětí v síti nn

7.1. Venkovní vedení

U venkovních vedení bez ohledu na provedení izolovanými nebo holými vodiči se omezovače přepětí umístí:

- Na transformovně (ve vývodech nn nebo v rozvaděči nn) nebo na prvním podpěrném bodě vedení.
- Ve venkovních vedeních po **500 m** za podmínky, že žádný podpěrný bod sítě nesmí být vzdálen od omezovačů přepětí více než 250 m.
- Na přechodech z venkovních vedení do zemního kabelového vedení (netýká se přípojek kratších než 250 m).

Uvedené vzdálenosti jsou měřeny podél napájecích distribučních vedení (nikoliv vzdušnou čarou).

Doporučuje se omezovače přepětí dále umístovat na místech s častým výskytem úderů blesku.

7.2. Kabelové zemní vedení

V kabelových sítích do 1 kV se ochrana před spínacím přepětím a před atmosférickým přepětím běžně neprovádí. Ochrana se provede pouze ve zdůvodněných případech.