

Volba vhodné přepětové ochrany

Souhra mezi normami VDE 0100-443, VDE 0100-534 a VDE 0185-305

z německého originálu časopisu *de*, 20/2009,
vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München,
upravil Ing. Josef Košťál, redakce Elektro

Nové normy znamenají často pro uživatele nejistotu. Mnoho věcí se tím náhle stává komplikovanější. Kromě toho různé normy popisují nezřídka stejnou věc. Vyskytnou-li se přitom ještě rozpory, není divu, že uživatel norem znejistí. Cílem tohoto příspěvku je vnést jasno do výběru nezbytných opatření přepětové ochrany v souvislosti se třemi aktuálními německými normami, které se této problematice týkají.

Problematikou ochrany před přepětím, resp. ochranou před bleskem pospojováním u zařízení nn, se zabývají aktuálně – a významně – normy:

- VDE 0100 Část 534:2009-02¹⁾ [1],
- VDE 0185-305:2006-10²⁾ [2],
- VDE 0100 Část 443:2007-06³⁾ [3].

Tyto tři normy jsou vzájemně sladěny a umožňují elektroinstalatérovi a kvalifikovanému projektantovi elektro bezpečný výběr nezbytných řešení ochrany před přepětím.

Důležité je při používání těchto norem, aby uživatel dokázal správně rozlišit, kterou normu a na co aplikovat. Je-li toto nejprve vysvětleno a pochopeno, přestanou být konformní opatření přepětové ochrany vyplývající z těchto norem strašákem.

Pro první přiblížení si lze zmíněné normy rozdělit podle oblastí, kterých se týkají:

- **norma [1]** – definuje, jaká konkrétní opatření (ochrany) jsou nezbytná pro daný případ použití;
- **normy [2] a [3]** – popisují (v závislosti na daném použití) příslušné cíle ochrany a opatření, která jsou nezbytná k jejich dosažení.

Norma [1] – Zařízení přepětové ochrany

Tato norma objasňuje volbu třídy svodiče přepětové ochrany. Přitom rozlišuje mezi budovami s vnější ochranou před bleskem a bez vnější ochrany před bleskem.

Budovy s vnější ochranou před bleskem

Zde je třeba zavést opatření podle normy [2]. Cílem je ochrana osob a budov před přímým úderem blesku. Jako konkrétní opatření musí být použit v hlavním rozvodu, resp.



napájení minimálně svodič přepětí typu 1, nebo dokonce tzv. kombinovaný svodič. Dále jsou také nezbytná opatření přepětové ochrany v případě, že je:

Budovy bez vnější ochrany před bleskem

Zde je třeba aplikovat opatření podle [3] (obr. 1). Cílem je ochrana přístrojů před přepětími vznikajícími spínacími pochody a před vzdálenými údermi blesku. Jako konkrétní opatření je třeba zde použít svodiče přepětí typu 2 a typu 3. Svodiče typu 1 nejsou u budov bez vnější ochrany před bleskem z hlediska norem nutné.

Přitom je třeba vzít v úvahu, že pojišťovny majetku doporučují u budov s napájením venkovním vedením nebo při vyčnívajících anténách doplnkově svodič přepětové ochrany typu 1 – viz směrnice Svazu německých pojišťoven VdS 2031 (*Ochrana před bleskem v elektrických zařízeních – Směrnice k prevenci škod*).

Konkrétní hodnoty jmenovitého svodového proudu (I_n) a bleskového proudu (I_{imp})

V důsledku různých skutečností či požadavků zákazníka nevyžadují objekty vždy stejná opatření přepětové ochrany. Aby bylo vyhověno těmto okolnostem, obsahuje nor-

¹⁾ VDE 0100 Část 534:2009-02 odpovídá české harmonizované normě ČSN 33 2000-5-534:2009-05 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepětová ochranná zařízení*, která byla zavedena do české normalizace jako modifikace IEC 60364-5-53:2001/A1:2002. Tento oddíl obsahuje opatření týkající se omezení napětí pro dosažení koordinace izolace v případech popsáných v ČSN 33 2000-4-443 (HD 60364-4-443), ČSN EN 60664-1 a ČSN EN 62305-4. Pro ochranu před přepětími mohou být použita přepětová ochranná zařízení (SPD – nazývaná někdy též přepětové ochrany), určité izolační transformátory, filtry nebo kombinace těchto prvků. Tento oddíl uvádí požadavky na volbu a umístění přepětových ochranných zařízení (SPD) v elektrických instalacích budov tak, aby se omezila přechodová přepětí atmosférického původu přenášená napájecí distribuční sítí, aby se omezila spínací přepětí i přepětí způsobená přímými údermi blesku do budov chráněných hromosvodem. V národní vysvětlující příloze je uvedeno porovnání různých označení používaných pro SPD a způsoby jejich připojení.

²⁾ Německá norma VDE 0185-305:2006-10 odpovídá české harmonizované normě ČSN EN 62305-2:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*, která je identická s mezinárodní normou IEC 62305-2:2006. Tato Část IEC 62305 platí pro ocenění rizika u staveb a inženýrských sítí způsobeného úderem blesku do země. Jejím účelem je poskytnout postup pro vyhodnocení takového rizika. Jakmile je vybrána horní mez rizika, umožňuje tento postup volbu vhodných ochranných opatření, které se musí přijmout pro snížení rizika na přípustnou mez nebo pod ní.

³⁾ VDE 0100 Část 443:2007-06 odpovídá české harmonizované normě ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*, která je identická s harmonizačním dokumentem HD 60364-4-443:2006 a byla zavedena do české normalizace jako modifikace IEC 60364-4-44:2001/A1:2003. Tato norma se zabývá ochranou elektrických instalací proti přechodným přepětím atmosférického původu, která jsou přenášená napájecí distribuční soustavou a proti spínacím přepětím, a poskytuje návod tam, kde je ochrana proti přepětí zajištěna vlastním řízením přepětí nebo řízením přepětí ochranou. Není-li zajištěna ochrana v souladu s touto normou, není zajištěna koordinace izolace a musí být vyhodnoceno riziko spojené s výskytem přepětí. V tomto novém vydání je provedena adaptace k novým mezinárodním a evropským normám. Článek Řízení přepětí ochranou založené na ocenění rizika byl doplněn a v tab. 1 byly stanoveny hodnoty požadovaných impulzních výdržných napětí pro zařízení pro sítě se jmenovitým napětím 1 000 V.

ma [1] vhodná ochranná řešení uzpůsobená pro různé požadavky. U budov bez vnější ochrany před bleskem však velké rozdíly neexistují. Pro svodiče typu 2 platí tyto mezní hodnoty jmenovitého svodového proudu (I_n):

- I_n min. 5 kA (8/20 μ s) na každou chráněnou větev,
- I_n min. 20 kA (8/20 μ s) N-PE u třífázových soustav,
- I_n min. 10 kA (8/20 μ s) N-PE u střídavých soustav.

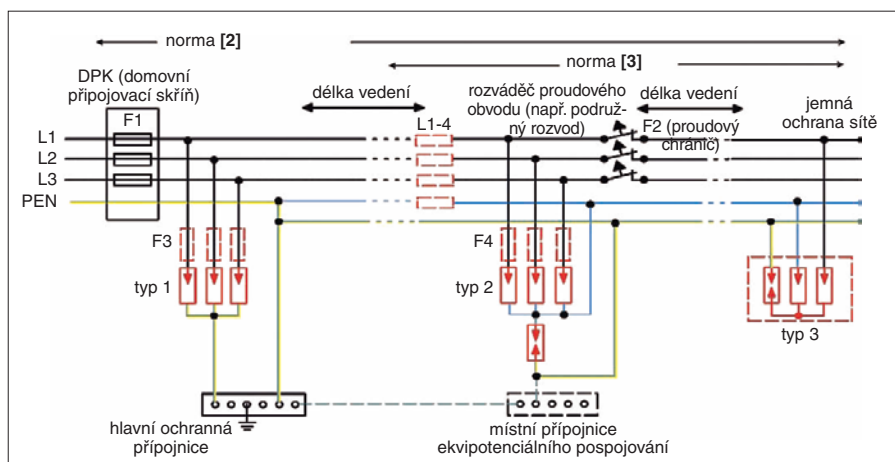
Tyto hodnoty ukazují, že právě pro soukromý sektor směřují být nabízena menší řešení, která jsou svými vlastnostmi (43,5 mm, akustická signalizace poruchy a nižší cena) optimální pro tato použití (obr. 2).

dou ochrany před bleskem I a II (např. výpočetní střediska, nemocnice, chemický nebo těžký průmysl apod.).

Avšak u budov s vnější ochranou před bleskem platí pro svodiče bleskového proudu typu 1 podle [1] u třídy ochrany před bleskem III tyto hodnoty:

- I_{imp} 12,5 kA (10/350 μ s) na každou chráněnou větev,
- I_{imp} 50 kA (10/350 μ s) N-PE u třífázových soustav,
- I_{imp} 25 kA (10/350 μ s) N-PE u střídavých soustav.

Nové technologie v oblasti polovodičových varistorů na bázi oxidu zinečnatého umožňují používat nové svodiče bleskového proudu typu 1.



Obr. 1. Přiřazení norem [2] a [3] při řešení opatření přepětové ochrany

[1] VDE 0100 Část 534:2009-02 (mod IEC 60364-5-53:2001/A1:2002; ČSN 33 2000-5-534:2009-05 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepětová ochranná zařízení)

[2] VDE 0185-305:2006-10 (idt IEC 62305-2:2006, ČSN EN 62305-2:2006-11 Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika)

[3] VDE 0100 Část 443:2007-06 (idt HD 60364-4-443:2006, mod IEC 60364-4-44:2001/A1:2003, ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím)

Svodiče typu 1 u budov s třídou ochrany před bleskem III a IV

Norma [1] požaduje např. pro normální průmyslové, obytné a administrativní budovy, jakož i pro veřejné správní budovy pouze svodiče bleskového proudu typu 1, popř. kombinovaný svodič, s celkovou svodovou schopností 50 kA (10/350 μ s). Dosud se však používaly pouze velmi drahé až o sto procent předimenzované svodiče typu 1 se svodovou schopností 100 kA (10/350 μ s), nebo dokonce s ještě většími hodnotami. Tyto svodiče jsou ve skutečnosti projektovány pro budovy s tří-

Tyto svodiče jsou cenově výrazně výhodnější než dosavadní běžné svodiče typu 1 a jsou vhodné zvláště pro budovy s třídou ochrany před bleskem III a IV. Mohou proto významně zvýšit používání svodičů bleskového proudu typu 1 u menších objektů (obr. 3).

Koordinace ochrany před přepětím

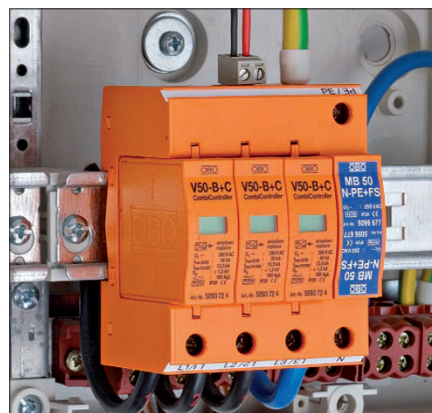
Za problematickou je považována ochrana před přepětím u koncových přístrojů připojených k vedení, které je do budovy zavedeno zvenčí. Zde je třeba kombinovat různé typy svodičů takovým způsobem, aby zaručovaly

ochranu před přepětím jako jednotný systém. Při nesprávném projektování svodičů není zajištěna jejich vzájemná energetická pevnost. Dříve se vyskytovaly problémy u kombinace se svodiči typu 1 a typu 2. Těmto problémům se lze vyhnout dodržováním těchto jednoduchých pravidel:

- používat svodiče pouze od jednoho výrobce a řídit se příslušnými pokyny pro jejich kombinace,



Obr. 2. Svodič přepětí typu 2 pro soukromé podružné rozvody



Obr. 3. Svodič přepětí (kombinovaný svodič) typu 1 a typu 2 podle [1] – použití v budovách s třídou ochrany před bleskem III (např. obchodní místnosti, obytné nebo administrativní budovy)

- alternativně lze kombinovat mezi sebou přístroje renomovaných výrobců.

V tomto případě se mohou podle VDE 0675 Část 6-11⁴⁾ kombinovat mezi sebou svodiče, které mají nízkou ochrannou hladinu $U_p < 1,5$ kV. Při použití svodičů typu 1 se proto doporučuje kombinovaný svodič. Přitom je důležité dbát na to, aby jmenovité napětí příslušných svodičů bylo identické (± 10 %).

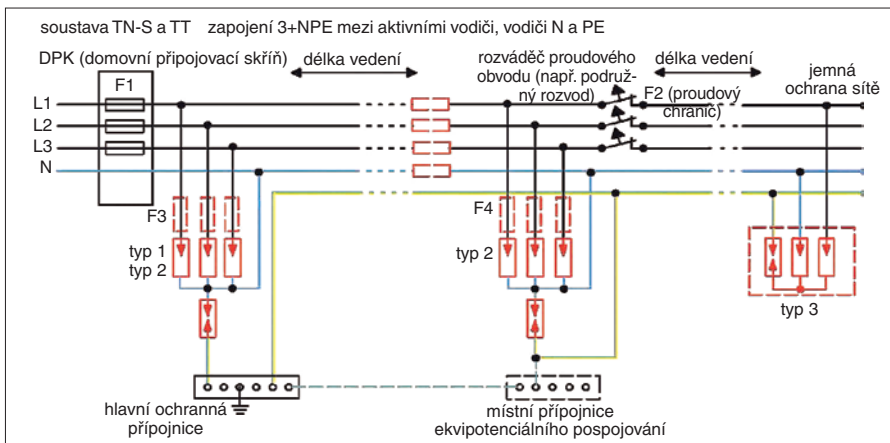
⁴⁾VDE 0675 Část 6-11 odpovídá harmonizované ČSN EN 61643-11 Ochrany před přepětím nízkého napětí – Část 11: Přepětová ochranná zařízení zapojená v sítích nízkého napětí – Požadavky a zkoušky, která byla převzata překladem mod. IEC 61643-1:1998 + IEC 61643-1:1998/Cor.:1998-11. Tato Část EN 61643 se vztahuje na zařízení pro přepětovou ochranu proti nepřímým i přímým účinkům atmosférického přepětí blesku nebo jiných transienčních přepětí. Tato zařízení jsou konstruována pro připojení k střídavým napájecím obvodům 50/60 Hz a k zařízením se jmenovitým napětím do efektivní hodnoty 1 000 V.

Potřebná zapojení svodičů

V závislosti na síťové soustavě (TN-C, TN-S, TN-C-S, TT nebo IT) jsou v normě [1] uvedeny pro svodiče různé varianty zapojení. Jako optimální se osvědčila varianta 3+1, která je díky zapojení odolnému proti poruchám univerzálně vhodná pro použití v sítích TN a TT (obr. 4). Právě u napájení TN-C-S je však důležité dbát na to, aby v případě výskytu vodičů PE a N s délkou > 0,5 m již byly použity čtyři svodiče.

Připojovací podmínky pro svodiče v kombinaci s proudovým chráničem

Svodiče přepětí propojují nízkohmově při rozdílech napětí mezi aktivními vodiči a pospojováním. Tento svodový proces může být příčinou vzniku vyrovnávacích proudů teokoučích mezi těmito dvěma potenciály.



Obr. 4. Zapojení svodičů v soustavě TN-S a TT

[1] VDE 0100 Část 534:2009-02 (mod IEC 60364-5-53:2001/A1:2002; ČSN 33 2000-5-534:2009-05 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepětová ochranná zařízení*)

[2] VDE 0185-305:2006-10 (idt IEC 62305-2:2006, ČSN EN 62305-2:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*)

[3] VDE 0100 Část 443:2007-06 (idt HD 60364-4-443:2006, mod IEC 60364-4-44:2001/A1:2003, ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*)

Jsou-li za proudovým chráničem (RCD – *Residual Current Device*) použity svodiče přepětí, může takovýto vyrovnávací proud způsobit vypnutí proudového chrániče, nebo ho dokonce zničit. Z tohoto důvodu nejsou zařízení přepětové ochrany typu 2 za proudovým chráničem přípustná. Výjimka: jsou-li svodiče typu 2 použity již před proudovým chráničem, mohou být použity také na straně zátěže za proudovým chráničem další svodiče přepětové ochrany typu 2 nebo typu 3.

Doplňkově lze v normě [1] nalézt pokyny pro průřezy vodičů, délky vedení a potřebné předjistištění, popř. odolnost proti zkratu.

Norma [2] – Opatření z hlediska ochrany před bleskem

Tato norma platí pouze pro objekty s vnější ochranou před bleskem. Zde lze obecně rozlišovat dvě ochranné úlohy, které jsou popsány v dalším textu.

Ochranná úloha 1: Jen osoby a budova

Zde platí ustanovení Části 3 normy [2]. Toto konkrétně znamená, že v případě přímého úderu blesku nesmí být energie blesku, která má vazbu se zemí přes zemnicí zařízení, příčinou žádných přeskoků, jež by ohrožovaly osoby nebo budovu.

Toto nebezpečí lze zažehnat svodičem přepětové ochrany typu 1, který je propustný pro bleskový proud, umístěním přímo u vstupu do budovy. Podrobnosti k provedení (jmenovitý proud, jmenovité napětí svodi-

žadují stínící opatření u stěn, základů a stropů. Na jednotlivých přechodech zón musí být aplikována, resp. zohledněna přiměřená opatření přepětové ochrany. Podrobnosti k provedení (jmenovitý proud, jmenovité napětí svodiče, ochranná hladina, zapojení svodiče atd.) jsou uvedeny v [1].

Důležité pro obě ochranné úlohy je respektovat toto pravidlo: varianty uspořádání svodičů typu 1 lze volit pouze s ohledem na jejich svodovou schopnost podle stanovené třídy ochrany před bleskem. Proto ani v tomto bodu není norma [2] v rozporu s normou [1].

Norma [3] – Ochranná opatření aneb Ochrana při rušivých napětích a elektromagnetickém rušení

Norma [3] popisuje konkrétní opatření přepětové ochrany, a poskytuje tak podklady pro výpočty, kterými lze stanovit skutečně nezbytná opatření přepětové ochrany. Cílem těchto opatření je ochrana před přepětími vznikajícími spínacími pochody a před vzdálenými úderu blesku.

Tato podoba přepětí má menší potenciál ohrožení než přepětí vznikající v důsledku přímého úderu blesku. Proto již svodiče typu 2 a typu 3 poskytují účinnou ochranu před přepětími vznikajícími spínacími pochody a před vzdálenými úderu blesku.

Obecné rozhodnutí pro ochranu před přepětím

Jsou-li požadována opatření ochrany před přepětím ze strany zadavatele, resp. jeho pojišťovny majetku, je třeba uvést do praxe příslušné požadavky normy [3], popř. [1]. Pro případ, kdy nejsou k dispozici konkrétní implicitní hodnoty, existuje možnost pro tato opatření přepětové ochrany vypočítat potřebné svodiče typu 2 a typu 3 pomocí normy [3].

Výpočet potřebných opatření přepětové ochrany

Tento výpočet je založen na analýze rizik. Přitom je třeba respektovat tyto možné účinky na:

1. lidský život (např. nemocnice),
2. veřejná zařízení,
3. řemeslné a průmyslové činnosti,
4. shromažďování osob (např. úřady, školy apod.),
5. jedince (např. obytná budova).

Očekávají-li se účinky na případy uvedené pod bodem 1 až 3, musí se instalovat příslušná zařízení přepětové ochrany.

U účinků, které jsou uvedeny pod body 4 a 5, lze vycházet při výpočtu potřebné ochrany před přepětím podle dále uvedených pokynů. Ochrana před přepětím je nutná, je-li:

$$d > d_c$$

če, ochranná hladina, zapojení svodiče atd.) jsou uvedeny v [1].

Ochranná úloha 2: Osoby, budova, elektrická a elektronická zařízení

Zde platí ustanovení Části 4 normy [2]. Toto pro většinu aplikací konkrétně znamená koordinované použití svodičů přepětové ochrany typu 1 podle Části 3 normy [2] a doplňková opatření přepětové ochrany v podružných rozváděcích a u koncových přístrojů. Kromě toho se tato norma zabývá také rozdělením budovy na zóny ochrany před bleskem (LPZ – *Lightning Protection Zone*), které vy-

kde d je délka napájecího vedení (max. hodnota = 1 km),

d_c kritická délka.

– účinek podle bodu 4:

$$d_c = 1/N_g$$

– účinek podle bodu 5:

$$d_c = 2/N_g$$

kde N_g je četnost blesků na kilometr čtvereční a rok (hustota zemních blesků).

Hustota zemních blesků je zdokumentována v příloze 1 normy VDE 0185-305-2 podle oblastí odpovídajícím německým poznávacím značkám vozidel.

Závěr

Lze poměrně snadno zjistit, kterou ze tří zmiňovaných norem je třeba brát při volbě potřebných opatření přepětové ochrany v úvalu. Důležité je přitom samozřejmě také nezapomínat respektovat další legislativní požadavky (např. stavební řád).

V dalším textu jsou uvedeny některé otázky, které by měly pomoci identifikovat aplikovatelné normy s ohledem na výběr vhodných opatření přepětové ochrany:

– **Je požadována vnější ochrana před bleskem (např. stavebním řádem)?**

⇒ ochrana před bleskem a přepětím podle VDE 0185-305-3 (odpovídá ČSN EN 62305-3 *Ochrana před bleskem – Část 3:*

Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života),

– **Jsou možné účinky na lidský život (např. nemocnice)?**

⇒ ochrana před bleskem a přepětím podle VDE 0185-305-3 (odpovídá ČSN EN 62305-3 *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života*),

⇒ doplňková ochrana před přepětím podle VDE 0100-443 (odpovídá ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*),

– **Jsou možné účinky na veřejná zařízení (např. telekomunikace)?**

⇒ ochrana před přepětím podle VDE 0100-443 (odpovídá ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*),

– **Jsou možné účinky na průmysl nebo živnosti (např. hotely nebo banky)?**

⇒ analýza rizik podle VDE 0185-305-2 (odpovídá ČSN EN 62305-2:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*) a podle VDE 0100-443 (odpovídá ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elek-*

trické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím),

⇒ ověřit požadavky stavebního řádu (ochrana před bleskem),

– **Jsou možné účinky na shromažďování osob (např. úřady, školy)?**

⇒ analýza rizik podle VDE 0185-305-2 (odpovídá ČSN EN 62305-2:2006-11 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*) a podle VDE 0100-443 (odpovídá ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*),

⇒ ověřit požadavky stavebního řádu (ochrana před bleskem),

– **Jsou možné účinky na jednotlivce (např. obytné budovy, malé úřadovny či kanceláře)?**

⇒ analýza rizik podle VDE 0100-443 (odpovídá ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007-02 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*). □

Z ohlasů čtenářů ...

Dobrý den,

v Elektro 12/2010 jsem si na straně 20 až 21 přečetl Otázky a odpovědi z elektrotechnické praxe. Zaujala mě však odpověď 5, ke které bych měl tyto připomínky:

1. *Úvaha o snížení ztrát motoru*

Má-li se použít větší, předdimenzovaný motor, vychází se z mylné představy, že při snižování výkonu úměrně klesá proud. Není tomu tak. U nezátíženého motoru převažuje složka jalová. Mechanické ztráty a ztráty v železe jsou stálé.

Příklad:

Uvažovaný elektromotor má jmenovitý výkon $P_{jm} = 11$ kW, otáčky $n = 1460$ min⁻¹, jmenovitý proud $I_{jm} = 21,5$ A, účinník $\cos \varphi = 0,84$ a účinnost $\eta = 88,5$ %.

Jaký proud bude mít tento motor při 50% zatížení, bude-li $\cos \varphi = 0,71$ a účinnost $\eta = 87$ %?

$$I_{50\%} = \frac{0,5P}{0,4\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} =$$

$$= \frac{5,5}{0,4\sqrt{3} \cdot 0,71 \cdot 0,87} = 12,87 \text{ A}$$

Poměr proudů pak bude:

$$\frac{I_{50\%}}{I_{jm}} = \frac{12,87}{21,5} = 0,598 \cong 60 \%$$

2. *Předpoklad, že motor dosáhne teploty*

$$t = 125 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tento předpoklad nebude pravděpodobný. Žádný stroj není konstruován s výkonem motoru odpovídajícím požadovanému příkonu. Motor má obvykle výkon o třetinu vyšší, je tedy zatěžován na 75 %. Důvodem této rezervy je právě snížení tepelných ztrát, a tím prodloužení životnosti stroje.

Pokud bychom uvažovaný motor 11 kW zaměnili za motor s výkonem o 65 % větším, tedy $11 \times 1,65 = 18,15$ kW – tomu odpovídá motor $P_{jm} = 18,5$ kW, pak by tento motor byl při zřejmém původním zatížení 75 % nově zatížen na 45 %. Dále tyto stroje mívají motor přírubového provedení, kde náhrada jiným motorem je nesnadná.

3. *Možná úprava*

Snížíme-li napětí motoru, lze při 75% zatížení dosáhnout úspory 5 až 10 % v zá-

vislosti na skutečném napětí sítě v rozsahu 380 až 420 V a jmenovitém napětí motoru 380 nebo 400 V. Snížením napětí dojde ke snížení ztrát ve vinutí, a to poklesem jalového proudu a také i z důvodu zmenšení ztrát v železe vlivem zmenšení sycení, zlepšší se i účinník $\cos \varphi$.

Snížení lze dosáhnout více způsoby, nejjednodušší může např. být zařadit do přívodu nebo do vinutí (D) vhodně vypočítanou tlumivku. Činné ztráty v tlumivce budou několikanásobně menší než ušetřeny příkon motoru.

4. *Závěr*

Jmenovité hodnoty a skutečné hodnoty se často liší. Vidíme to v praxi. Důsledkem jsou předdimenzované průřezy, jištění, což je zbytečné plýtvání. Srovnáme možné úspory u motorů s vyráběnou elektrinou ve fotovoltaických elektrárnách. U motorů lze uspořit příkon od 1 až 30 %. Současný poměr fotovoltaické energie u nás je 0,6 %.

František Majda,
elektrotechnik,
Popovice u Kroměříže