

Ochrana před přepětím jako povinnost

Vojtech Kopecky, znalec pro elektromagnetickou kompatibilitu a systémy ochrany před bleskem řemeslné komory v Cáchách, Německo

Z důvodu vysokých nákladů, které vznikají v souvislosti se škodami způsobenými přepětími, je tento příspěvek věnován normám a ustanovením VDE popisujícím opatření přepětové ochrany.

Škody způsobené přepětím představují v Německu roční finanční náklady ve výši asi jedné miliardy eur. Tato suma však zdaleka nereprezentuje skutečné škody, neboť nezahrnuje mj. náklady následných škod. Typickým příkladem je případ vzniklé škody z důvodu přepětí, kdy sice není poškozeno samotné elektrické zařízení, ale „pouze“ systém řízení výrobního procesu. Nicméně ztráty z výpadku výroby v důsledku tohoto poškození dosahují často milionových částek.

Prudce rostoucí náklady na pojištění

Ze strany pojišťovacích společností nebo postižených firem lze často zaslechnout stížnosti na to, že projektanti, provádějící firmy, ale nezřídka i zkušební technici a přejímací inspektoři, nemají dostatečné znalosti o tom, kdy a jaká opatření přepětové ochrany je třeba použít. Je široce rozšířena chybná domněnka, že přepětové ochrany jsou jakási dobrovolná doplňková opatření.

Elektroinstalace musí být zřizovány, rozšiřovány, měněny a udržovány podle všeobecně uznávaných pravidel techniky. Evropské normy a ustanovení VDE (*Verein Deutscher Elektrotechniker*, Svaz německých elektrotechniků) tímto všeobecně uznávaným pravidlům techniky odpovídají. Instalace nových zařízení musí být z tohoto důvodu realizovány minimálně podle normy, nebo dokonce podle lepšího (přísnějšího) standardu. Od těchto norem se lze odchýlit jen v tom případě, že jsou použita jiná opatření, která jsou rovnocenná, nebo lepší.

Požadavky norem napříč různými oblastmi použití

Národní předpisy, jako např. LBO (*Landesbauordnung*, zemský stavební řád) jednotlivých spolkových zemí, zvláštní nařízení nebo zvláštní směrnice jsou vypracovány pro

konkrétní stavební zařízení a také pro systémy ochrany před bleskem. Pro stavební zařízení musí projektant podle [2] zjišťovat potřebnou třídu ochrany před bleskem systému ochrany před bleskem stavebních zařízení. Přitom se v konkrétním případě může také stát, že systém ochrany před bleskem nebude vůbec třeba. Při těchto zkoumáních však

V řadě norem DIN VDE 0100 (*Zřízení zařízení nízkého napětí – Část 4: Ochranná opatření – Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem*) lze ve skupině 400 u ochranných opatření nalézt v části 400 opatření přepětové ochrany. DIN VDE 0100-442 (VDE 0100 Část 442):1997-11 [5] popisuje ochranu zařízení nízkého napětí při zemním spojení v sítích s vyšší napětovou hladinou.

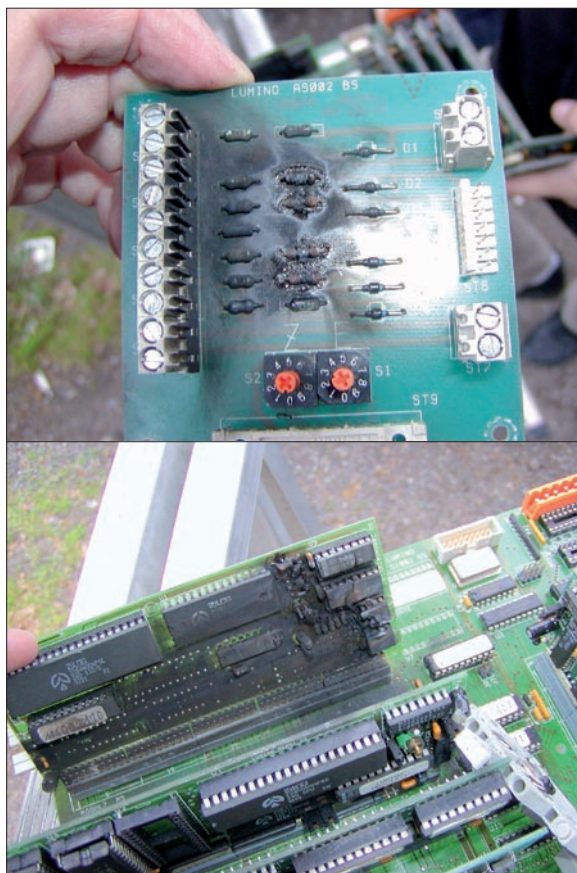
Normy skupiny 400 nejsou hlavním předmětem tohoto příspěvku, i když uzemnění vodičů PEN je pro rovnováhu napětí či posunutí nulového bodu (nebo také přepětí) velmi důležité. Tímto hlediskem se zabývají také další normy. Ze čtyřstovkové skupiny je třeba vyzvednout normu DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Část 444):1999-10 [6] a v ní především nově vydanou (v roce 2007) normu DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06 [7].

Správné projektování elektromagnetické kompatibility

Norma [6] se zabývá správným projektováním elektromagnetické kompatibility sítových soustav (TN-S) zamezením vzniku indukčních smyček na kabelech a vedeních, jakož i opatřeními s ohledem na ochranu stíněním a ochranu před přepětím. V normě [7] jsou nyní nově uvedeny změny se zjednodušenou metodou

analýzy rizik, kdy je ověřována otázka, zda jsou u daného elektrického zařízení nutná opatření přepětové ochrany, nebo ne. Je-li při zřizování zařízení ustoupeno od instalace svodičů přepětí, měla by analýza rizik prokázat, že opatření přepětové ochrany skutečně nejsou třeba. Dodatky A a B zmíněné normy jsou pro toto zjištění normativní. Základní informace o opatření přepětové ochrany lze nalézt v normě DIN VDE 0184 (VDE 0184):2005-10 [8].

Opatření přepětové ochrany silnoproudých vedení jsou uvedena v předběžné normě DIN VDE 0100-534 (VDE V 0100 Část 534): 1999-4 [9]. Přitom je velmi důležité, jakým způsobem jsou svodiče přepětí instalovány.



Obr. 1. Poškození vlivem přepětí způsobeného úderem blesku

projektant také zjistí, zda lze požadavky na ochranu před přepětím odvodit.

Ukáže-li se při těchto zkoumáních, že pro dané stavební zařízení je požadován systém ochrany před bleskem, platí také automaticky požadavek na opatření přepětové ochrany. Toto se však neomezuje jen na svodiče přepětí u napájecích kabelů, ale platí také pro telekomunikační kabely (datové kabely atd.), u kterých je třeba svodiče instalovat.

Tento příspěvek popisuje jen důležitá opatření z pohledu ochrany před přepětím, nezávisle na normách o ochraně před bleskem [1], [2], [3], [4] a normách o mobilních anténách.

Přihlížet nejen k silnoproudým zařízením

Na konci předchozího odstavce byla zmíněna silnoproudá vedení. Jak je to ale u jiných napětí než 230 V, tj. např. v oblasti výpočetní techniky, u instalací řídicích obvodů nebo výstražných signálních zařízení? Všechny tyto nebo podobné instalace jsou tu a tam zajišťovány silnoproudářskými firmami, jejichž pracovníci často nemají dostatečnou znalost norem řady DIN VDE 0800.

Podle [10], odst. 1.1, musí být podle normy pro bezpečnost zařízení telekomunikační techniky zajištěna bezpečnost zařízení na zpracování informací, resp. dat, pro která neplatí žádná vlastní norma o bezpečnosti zařízení. Poznámka 1 této normy odkazuje na to, že k telekomunikační technice patří např. tato zařízení:

- telefonní, dálkopisná a obrazová přenosová zařízení jakéhokoliv druhu a velikosti pro drátový i bezdrátový přenos,
- simplexní a duplexní telefonní zařízení,
- volací, vyhledávací a signalizační zařízení se zvukovou a světelnou indikací,
- reprodukcí zařízení,
- elektrická zařízení s časovou službou,
- výstražná signální zařízení pro požár, vloupání a přepadení,
- ostatní výstražná signální zařízení a zabezpečovací zařízení,
- návěstní zařízení pro železniční a silniční dopravu,
- zařízení k dálkovému ovládní,
- přenosová zařízení,
- zařízení rozhlasové, televizní, zvukové a obrazové techniky.

Poznámka 2 této normy zmiňuje také zařízení pro zpracování dat a kancelářské stroje.

Přihlížet také k vazbám

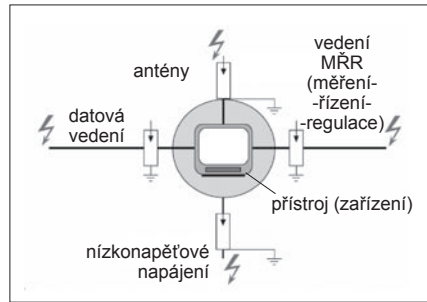
Normy DIN-VDE řady 0800 jdou ve svých požadavcích ještě dále. Tak např. DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Část 10): 1991-03 [11] v odst. 6.1.2 stanovuje: „*Lze-li předpokládat přepětí, musí se chránit odpovídajícím způsobem ty části telekomunikačního zařízení, u kterých by mohlo docházet k ohrožení osob nebo které nemají dostatečnou odolnost proti tomuto namáhání.*“

V odst. 6.3.1 této normy je uvedeno ještě toto upozornění: „*Vytvořit pospojování mezi vodivými částmi zařízení, které nepatří k obvodu pracovního proudu, nelze-li z provozních důvodů vyrovnat možná přepětí mezi těmito částmi vodivým spojením.*“

Na obr. 2 je zobrazen příklad čtyř různých vedení vedoucích k elektrickému přístroji. Tento přístroj vykazuje sám o sobě také určitý potenciál z důvodu propojení na síťovou soustavu pospojování, která musí být (nejen) v Německu uzemněna [13]. Jak přístroj, tak zařízení mají určitou dielektrickou pevnost, za kterou ručí výrobce. Díky

vodičům připojeným k přístroji, popř. k zařízení, se mohou na těchto přístrojích nebo zařízeních vyskytovat různá napětí prostřednictvím vazeb. Z tohoto důvodu je třeba chránit před přepětím všechny kabely a vedení, které vedou k ohroženým přístrojům nebo zařízením.

Pro příklad si lze místo obecného zařízení z obr. 2 představit konkrétní přístroj, jakým je např. ústředna požární signalizace. Její výrobce do ní instaloval svodič přepětí, protože ručí za dielektrickou pevnost svých



Obr. 2. Ochrana přístrojů

elektrotechnických výrobců. Úkolem svodiče přepětí instalovaného v elektrickém zařízení je snížit přepětíovou hladinu na úroveň dielektrické pevnosti přístroje nebo zařízení. Přes připojené kabely a vedení k této ústředně však mohou do této ústředny proniknout větší přepětí, která jsou schopna vyvolat spuštění planého požárního poplachu, nebo ústřednu dokonce zcela zničit. Jak je známo z praxe, mnoho firem stále ještě používá vedení J-Y(ST)Y, přestože v normě [12], odst. 6.3.2, pododstavec 2), je uvedeno, že stínění kabelu podle normy EN 50173 (*Informační technologie – Univerzální kabelážní systémy*) musí mít minimální vazební odpor. Při použití vedení JY (ST)Y je třeba počítat s tím, že tato vedení jsou ohrožena vazbami. Stupeň tohoto ohrožení závisí na délce vedení a druhu instalace. Nepříznivou kombinací zmíněných činitelů může v tomto vedení dojít k přepětím, jejichž hodnoty přesáhnou dielektrickou pevnost ústředny. V tomto případě již nedokáže zabudovaný svodič přepětí zničení ústředny zabránit.

U ústředny požární signalizace i u jiných podobných přístrojů či zařízení lze často zjistit tzv. škody přepětím. V podstatě jde o škody vzniklé v důsledku toku vyrovnávacích proudů a nesprávného propojení s pospojováním.

Norma [13] v odst. 6.7.1 o instalaci komunikační kabeláže obsahuje jeden důležitý citát: „*Nenachází-li se uzemňovací soustavy na stejném potenciálu, např. jsou-li spojeny hvězdicově se zemnicí svorkou, tečou všude vysokofrekvenční bludné proudy, tj. také signálními vedeními. Přístroje mohou být v tomto případě rušeny, nebo dokonce zničeny.*“

Tyto problémy se vyskytují především u stavebních zařízení, kde není žádné síto-

vé pospojování. Síťová soustava pospojování musí být dimenzována pro nejvyšší možné frekvence, které zaručí dostatečně malou impedanci. Tyto frekvence se objevují také u tranzientních přepětí, která vznikají vlivem spínacích pochodů, zkratů a atmosférických výbojů. Nicméně i u jednoduchých zařízení je nedostatečné uzemnění a pospojování důvodem k zavedení opatření přepětíové ochrany.

Příklad fotovoltaického zařízení

U fotovoltaických zařízení (obr. 3) dochází často k poškození záznamníku dat nebo jiných řídicích zařízení. Příčina těchto problémů může spočívat v tom, že je např. záznamník dat instalován i připojen v obytném domě. Záznamník přijímá data přes datové vedení od řízení fotovoltaického zařízení, které je instalováno např. v sousedním objektu.



Obr. 3. Solární panely fotovoltaického zařízení (ilustrační foto)

Tato dvě zařízení nemají ani společné zemnicí zařízení, ani nejsou připojena ke společné soustavě pospojování. V důsledku toho může mezi stavebními zařízeními dojít i při velmi vzdálených úderech blesku k přepětím a tokům vyrovnávacích proudů, které mohou tato zařízení zničit.

Zřizovací firmy často argumentují tím, že u stavebních zařízení, která nemají systém ochrany před bleskem, nemusí být instalovány ani svodiče přepětí. Pravda je, že v normě DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712) [14] toto není výslovně uvedeno. K otázce pospojování lze v této normě najít informace jako např.: „*Instalují-li se vodiče ochranného pospojování, musí být zřizovány paralelně a v co nejtěsnějším kontaktu s AC a DC kabely nebo vedeními a s příslušenstvím.*“ Zde je tato norma nesprávně interpretována, domnívá-li se zřizovatel, že nemusí být instalováno pospojování ani společné uzemňovací zařízení. V případě zmíněného záznamníku dat nebo řízení fotovoltaického zařízení je třeba totiž kromě normy [14] brát v úvahu také normy [11], [12] a [13].

Druhy instalací a chyby, které mohou při instalaci svodičů přepětí vzniknout, nejsou předmětem tohoto příspěvku. V této souvis-

losti je dobré zmínit stínění kabelů a vedení. Chráněné vedení svodiče přepětí nesmí být instalováno paralelně s nechráněnými vedeními nebo uzemňovacími vodiči svodiče přepětí. Není-li z nedostatku místa možné toto dodržet, mohou, resp. musí být učiněna stínící opatření.

Přitom je třeba brát v úvahu některé stínící podmínky. Jednostranně uzemněné stínění chrání jen před kapacitními vazbami. Pouze oboustranně uzemněné stínění může chránit jak před kapacitními, tak před indukčními vazbami. Před vazbami se lze u kabelů a vedení chránit stíněním, která jsou podle [6], [12] a [13] minimálně oboustranně uzemněna. Normy [3] a [4] předepisují uzemnění také u přechodu mezi jednotlivými zónami ochrany před bleskem (LPZ – *Lightning Protection Zone*). Je-li u stavebního zařízení zřízena síťová soustava pospojování a soustava TN-S, nemohou zde vznikát žádné nebo jen nepatrné vyrovnávací proudy. Z tohoto důvodu nevznikají ani žádná rušení na stínění kabelu.

Podle [12], odst. 6.3.2, by měl kontakt stínění vycházet z principu Faradayovy klece (tzn. pokrytí 360°). Tím je vytvořeno nejen nízkofrekvenční spojení, ale i vysokofrekvenční.

Jen u kabelových stínění překračujících rámec budovy, která jsou spojena s dalšími stavebními zařízeními s jiným napětovým potenciálem, musí být jedna strana stínění kabelu uzemněna přes svodič přepětí nebo jiskříštitel. U stínění kabelu, které není uzemněno oboustranně, nebo u uzemnění se zmíněným řešením vytváří stínění kabelu rušící anténu. Zde může také docházet k přeskokům mezi stíněním a aktivními žilami.

Právní aspekty

Opatření přepětí ochrany spolu s opatřeními pro uzemnění, pospojování a stínění jsou částí požadavku na elektromagnetickou kompatibilitu (EMC – *Electro Magnetic Compatibility*).

EMC je podle zákona o elektromagnetické kompatibilitě přístrojů z roku 1998, § 2, odst. 9, schopnost přístroje uspokojivě pracovat v elektromagnetickém prostředí, aniž by tento přístroj sám způsoboval elektromagnetická rušení, která by byla pro ostatní přístroje nacházející se v tomto prostředí nepřijatelná. V novém zákonu o elektromagnetické kompatibilitě z roku 2007 lze najít v § 1, odst. 1, změněnou formulaci v tom smyslu, že kromě přístrojů jsou nyní popsána doplňkově také zařízení. Podle § 3, č. 1, jsou těmito zařízeními přístroje, jakož i mobilní, přenosná a stacionární zařízení.

Podle § 4, odst. 2 (*Základní požadavky*), zákona o elektromagnetické kompatibilitě (z roku 2007) platí: „*Stacionární zařízení musí být doplňkově k požadavkům podle odst. 1 instalována podle všeobecně uznávaných pravidel techniky.*“

K těmto všeobecně uznávaným pravidlům patří evropské normy a ustanovení VDE. Teprve jsou-li splněna všechna opatření přepětí ochrany, vyhovují také stavební zařízení skutečně těmto normám.

Literatura:

- [1] DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2006-10 *Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy.*
- [2] DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2): 2006-10 *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika.*
- [3] DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3): 2006-10 *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života.*
- [4] DIN EN 62305-4 (VDE 0185-305-4): 2006-10 *Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách.*
- [5] DIN VDE 0100-442 (VDE 0100 Část 442):1997-11 *Elektrické instalace budov – Část 4: Bezpečnost – Kapitola 44: Ochrana proti přepětí – Oddíl 442: Ochrana zařízení nn při zemních poruchách v síti vysokého napětí.*
- [6] DIN VDE 0100-444 (VDE 0100 Část 444): 1999-10 *Elektrické instalace budov – Část 4: Bezpečnost – Kapitola 44: Ochrana proti přepětí – Oddíl 444: Ochrana před elektromagnetickým rušením ve stavebních objektech.*
- [7] DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443): 2007-06 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím (IEC 60364-4-44:2001, A1:2003, mod).*
- [8] DIN VDE 0184 (VDE 0184): 2005-10 *Přepětí a ochrana před přepětím v nízkonapětových silnoproudých instalacích se střídavým napětím – Všeobecné základní informace (IEC TR 62066:2002).*
- [9] Předběžná norma DIN V VDEV 0100-534 (VDE V 0100 Část 534):1999-4 *Elektrické instalace budov – Výběr a stavba elektrických zařízení – zařízení přepětí ochrany.*
- [10] DIN VDE 0800-1 (VDE 0800 Část 1):1989-5 *Sdělovací technika. Používané pojmy, požadavky a zkoušky na bezpečnost zařízení.*
- [11] DIN VDE 0800-10 (VDE 0800 Část 10):1991-3 *Sdělovací technika. Přechná ustanovení pro zřízení a provoz zařízení.*
- [12] DIN EN 50174-2 (VDE 0800 Část 174-2): 2001-9 *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách.*
- [13] DIN EN 50310 (VDE 0800 Část 2-310):2001-9 *Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízeními informační techniky.*
- [14] DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712): 2006-06 *Elektrické instalace budov – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy (IEC 60364-7-712:2002, mod).*

(z německého originálu časopisu *de*, 22/2007, vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München, upravitel Ing. Josef Košťál, redakce Elektro)



Vojtěch Kopecký,

znalec řemeslné komory v CÁCHACH (Aachen, SRN) pro elektromagnetickou kompatibilitu

a systémy ochrany před bleskem

Přisuzoval jste někdy význam zname-ní, ve kterém jste narozen?

Ano, jsem Vodnář, tedy „v konfrontaci se životem kdykoli připraven ke skoku“. Ale poslední léta tuto tematiku nesleduji, abych průběh svého života neovlivnil.

Je vedle elektrotechniky nějaký jiný obor, kterému se věnujete?

Elektrotechnika je tak různorodá, že když ji chcete vykonávat poctivě, na jiné obory vám moc času nezbyvá. Ale přesto mám svého koníčka - rád cestuji, filmuji a zpracovávám tyto filmy.

Kdo Vás profesně nejvíce ovlivnil?

Víte, já jsem původně vyučen v Čechách v elektrooboru. A po profesní stránce mě pozitivně nejvíce ovlivnil můj tehdejší mistr.

Jakou hudbu máte rád?

Hudbu typu country. Ale na žádný hudební nástroj nehraji.

Co právě čtete. Jakou literaturu máte rád?

Velmi mě přitahuje literatura o dávných kulturách světa. A protože rád cestuji, tak také cestopisy.

Co sport, fandíte zvlášť některému?

Hrával jsem, a myslím, že vzhledem ke své téměř dvoumetrové výšce i dobře, košíkovou. Aktivní sportovec však již nejsem a nyní fandím fotbalovému klubu *Allemania Aachen*.

Váš oblíbený citát?

„Nejde - to slovo neznám.“ To je citát, který charakterizuje celou mou profesní kariéru.

Co bylo Vaše dosavadní nejtěžší rozhodnutí?

Odejít z České republiky.

Čeho si nejvíc vážíte u svých spolupracovníků?

Myslím, že spolehlivost je to nejcennější. Osobní, v přístupu ... a například i v dodržování norem, jelikož praxe ukazuje, že při dodržování kvalitních norem nedochází ke škodám na zařízení a snižuje se nebezpečí úrazu.

(jk)