

Fotovoltaická zařízení aneb ochrana před bleskem v praxi

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

Nepřípustná přiblížení mezi jímacím zařízením systému ochrany před bleskem a fotovoltaickým zařízením instalovaným na střeše budovy mohou vést k závažným poruchám, nebo dokonce ke zničení elektroniky fotovoltaického zařízení. Předmětem tohoto příspěvku je správné napojení fotovoltaického zařízení do systému již existujícího uzemnění při současném zohlednění opatření elektromagnetické kompatibility a ochrany před bleskem.

V posledních letech dramaticky vzrostl objem škod na fotovoltaických zařízeních. Důvody vzniku těchto škod lze spatřovat především ve:

- zvyšujícím se počtu nově instalovaných fotovoltaických zařízení,
- větší bouřkové aktivitě,
- neodborně provedené instalaci fotovoltaických zařízení.

V prvním případě jde nepochybně o vítaný jev, v druhém případě o skutečnost, se kterou je třeba se smířit, a třetí případ, tedy neodborná instalace, představuje problém, který lze kvalifikovaným a zodpovědným přístupem úspěšně řešit.

V souvislosti s třetím jmenovaným případem vyvstávají nejrůznější otázky, jako např.:

- Stačí vícenásobně spojit nosný rám fotovoltaického zařízení se systémem ochrany před bleskem? A když ano, tak jakým způsobem? Existuje nějaký vnitřní předpis pro ochranu před bleskem, resp. přepětím, a jak se taková ochrana realizuje?
- Je přípustné spojit fotovoltaické zařízení s přípojnicí ekvipotenciálního pospojování pouze měděným drátem o průřezu 16 mm²?
- Jaká opatření je třeba učinit při případném odinstalování systému ochrany před bleskem?
- Je lepší spojit nosný rám fotovoltaického zařízení se zvláštní uzemňovací tyčí, nebo s přípojnicí ekvipotenciálního pospojování?

Norma [1], která platí pro fotovoltaická zařízení, popisuje pouze ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem. Opatření z hlediska EMC (*Electro Magnetic Compatibility*, elektromagnetická kompatibility), ochrany před bleskem a přepětím jsou zapracována do jiných norem. Jde např. o evropské normy pro ochranu před bleskem [2] až [5], jakož i [6] až [8] a dále také o normy DIN VDE řady 0800. Proč by mohly zmíněné normy a dále také normy [9] až [13] nějakým způsobem souviset s fotovoltaickými zařízeními, je objasněno v dalším textu.

Odborná instalace fotovoltaických zařízení

Fotovoltaické zařízení, které se nachází na stavebním objektu vybaveném systémem ochrany před bleskem, musí být instalováno podle norem [3] a [4]. To znamená, že se fotovoltaické zařízení musí nacházet v ochranném prostoru jímacího zařízení a přitom v dostatečné vzdálenosti *s*; ta musí být větší než oddělovací vzdálenost *k* jímacím zařízením, svodům, jakož i k náhodným součástem systému ochrany před bleskem (např. okapový žlab, plechové hrany, dešťové odpadní roury apod.).

Nachází-li se např. fotovoltaické zařízení na velmi vysokém stavebním zařízení a není-li možné dodržet oddělovací vzdálenost, musí být všechny vodivé části fotovoltaického zařízení zahrnuty do nově instalované úrovně pospojování ochrany před bleskem. To se však netýká rodinných domků nebo jiných nízkých stavebních objektů.

Často je však třeba z důvodu přiblížení realizovat na místech, kde k němu dochází, také jiná opatření (např. výměnu vodivých okapů za plastové apod.).

Zde je třeba zmínit, že Svazové sdružení německého pojištnictví předepisuje v [13] v tabulce A.03 pro stavební objekty s fotovoltaickým zařízením s výkonem větším než 10 kW třídu ochrany před bleskem III. Totéž platí podle normy [4] odst. 17 (Fotovoltaická a solárně-tepelná zařízení), kde je rovněž předepsaná třída ochrany před bleskem III.

Dodržování oddělovací vzdálenosti

V případech, kdy nelze dodržet oddělovací vzdálenost, se vždy po třech metrech spojí spolu všechny vodivé části fotovoltaického zařízení (zdůvodnění je v dalším textu) a všechny kabely musí být opatřeny svodičem bleskového proudu. Je-li však oddělovací vzdálenost dodržena, nesmí mezi fotovoltaickým zařízením a systémem ochrany před bleskem být žádné spojení. Provádí se ale instalace svodiče přepětí Typ II a pospojování. Celkový systém ochrany před

bleskem sestává z vnějšího a vnitřního systému ochrany před bleskem, jež tvoří nedělitelný celek.

V dalším textu tohoto příspěvku je uveden přehled o možných opatřeních s ohledem na přepětí a pospojování. Tento přehled by měl čtenáři objasnit, jak důležité je pospojování a zemnicí zařízení mezi všemi komponentami fotovoltaického zařízení (ostatně asi by nebylo moudré demontovat existující systém ochrany před bleskem). Zřizovatel by neměl zapomenout na to, že musí jako firma podle [2] prokázat, že stavební objekt nepotřebuje systém ochrany před bleskem. A to tím spíš, je-li systém ochrany před bleskem již instalován. Téměř všechna fotovoltaická zařízení jsou pojištěna a mají být při větších výkonech (nad 10 kW) vybavena systémem ochrany před bleskem podle [13].

K uzemnění a pospojování

Také u uzemnění a pospojování se objevují v případech fotovoltaických zařízení v praxi známé příčiny škod. Všechna fotovoltaická zařízení mají elektronické řízení, často dokonce se spojením na telekomunikační kabely nebo jiné datové a řídicí kabely. Proto je třeba s ohledem na pospojování a uzemňovací opatření dodržovat některá pravidla.

V odst. 17.3 normy [4] je uvedeno:

„Měla by být použita stíněná hlavní vedení generátoru pro snížení indukovaných přepětí. Při dostatečném průřezu stínění lze použít stínící kabel k vedení bleskových proudů, je-li připojení generátoru na vnější ochranu před bleskem díky nedostatečné oddělovací vzdálenosti nevyhnutelné. Přitom je třeba dbát na propustnost bleskového proudu hlavního vedení generátoru.“

Tento odstavec (17.3) není pravděpodobně u mnohých projektantů či zřizovatelů zcela znám, neboť s dostatečným průřezem stínění se lze u hlavních vedení generátorů setkat jen vzácně. Podmiňovací tvar „měla by...“, který je v tomto odstavci použit, není sice rovnocenný imperativnějšímu slovesu „musí“, ale zato dává zřizovateli např. možnost instalovat dodatečně paralelní vedení pospojování, které zaručí proudové odlehčení stínění kabelu. Stínění kabelu musí být také minimálně uzemněno na obou koncích.

Norma [4] uvádí různá provedení oddáleného jímacího zařízení a opatření přepětové ochrany. Na obrázku 19 této normy (zde

obr. 1) jsou znázorněna navrhovaná opatření přepětové ochrany a je tam uvedeno i stíněné hlavní vedení generátoru.

Hrubou chybou, a téměř vždy nejhlavnější příčinou poškození fotovoltaických zařízení, je chybějící pospojování. V odst. 6.7.1 (Uzemnění a pospojování) normy [12] se uvádí:

„Dokud tečou proudy v uzemňovací soustavě, a ne v elektronických obvodech, nemá to žádné škodlivé důsledky. Nenacházejí-li se však uzemňovací soustavy na stejném potenciálu, jsou-li např. spojeny hvězdicově se zemnicí svorkou, tečou všude vysokofrekvenční bludné proudy, tj. také signálními vedením. Přístroje mohou být poškozeny, nebo dokonce zničeny.“

Elektronika – obzvláště ohrožená zařízení

Právě poslední věta z citovaného odstavce 6.7.1 důrazně potvrzuje nebezpečí poškození elektronických částí fotovoltaického zařízení. Tam, kde jsou instalována elektronická zařízení, musí být instalace provedeny podle norem [9] až [12].

Na obr. 2 jsou znázorněna opatření přepětové ochrany pro takovéto elektronické přístroje a zařízení. Tyto slouží podle normy [11] odst. 6.3.1 k:

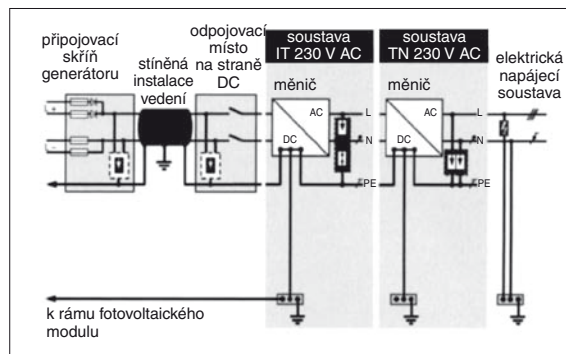
- ochraně sdělovacích vedení (venkovní vedení, závěsné kabely, úložné kabely, přívodní kabely) a s nimi vodičve spojených přístrojů proti přepětí, která vznikají v důsledku atmosférických výbojů, působením okolních silnoproudých zařízení a eventuálním přímým překročením napětí ze silnoproudých zařízení,
- ochraně velmi citlivých součástek (elektronické součástky, polovodičové součástky apod.) v přístrojích, přičemž je ochranný účinek docílen spolupůsobením svodičů přepětí s dalšími spínacími prvky (integrována ochrana),
- vytvoření pospojování mezi vodivými částmi zařízení, která nepatří do obvodu pracovního proudu, nelze-li možná přepětí mezi těmito částmi vyrovnat z provozních důvodů vodivým spojením.

Příklad se záznamníkem dat

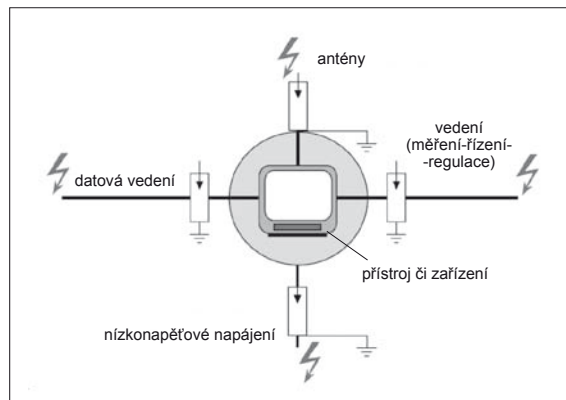
Na obr. 2 si lze místo obecného přístroje nebo zařízení docela dobře představit záznamník dat pro fotovoltaické zařízení. V rodinném domě je záznamník dat běžně připojen do síťové zásuvky. Fotovoltaické panely a připojova-

cí skříní generátoru jsou uzemněny např. křížovým zemnicím, což je v praxi nejčastější případ. Při výskytu poruchy (může jít i o zkrat) mohou zde téct vyrovnávací proudy, ale pouze přes základní desku záznamníku dat, čímž ho mohou poškodit. Tento příklad opět naznačuje další důvod, proč se zemnicí zařízení fotovoltaického zařízení spojuje se zemnicím zařízením stavebního zařízení (pospojováním tam, kde je instalována vyhodnocovací jednotka – např. záznamník dat) nebo také proč musí mít společně zemnicí zařízení.

Podle normy [11] odst. 6.3.1 písm. a musí být elektronická zařízení chráněna, protože jsou připojena na sdělovací vedení nechrá-



Obr. 1. Ochrana před přepětím fotovoltaických zařízení, nelze-li dodržet oddělovací vzdálenost mezi jímacím zařízením a fotovoltaickým zařízením (zdroj: [4])



Obr. 2. Přepětí se mohou do přístrojů nebo zařízení dostat různými cestami

ená proti vazbám. Další důvod pro opatření přepětové ochrany je uveden ve stejné normě [11] v odst. 6.3.1 písm. b. Tam lze nalézt upozornění na to, že elektronická zařízení obsahují součástky, které reagují na přepětí velmi citlivě. V odst. 6.3.1 písm. c též normy je uvedeno, že elektronická zařízení jsou připojena na více vedení, která nepatří do obvodu pracovního proudu.

Tento příklad objasňuje důležitost opatření přepětové ochrany. Ještě důležitější je však pospojování mezi jednotlivými místy stavebních zařízení, kde byly instalovány elektronické přístroje citlivé na přepětí.

Další informace o pospojování jsou uvedeny v normě [1] v odst. 712.413.1.2.1, kde se říká:

„... kovová konstrukční místa fotovoltaického generátoru musí být přímo spojena s hlavní ochrannou svorkou nebo přípojnicí. Toto spojení vyžaduje místní zemnicí a použítí vodiče pospojování s průřezem v souladu s odst. 543.1.3.“

Provedení ochranného pospojování

V nové normě [1] v odst. 712.413.1.2.2 je uvedeno:

„Neodpovídá-li kryt v rozsahu stejnosměrného napětí včetně krytu fotovoltaického střídače třídě ochrany II nebo rovnocenné izolaci, musí doplňující pospojování spojit mezi sebou vodivý kryt a volně přístupné cizí vodivé části.“

V též normě [1] v odst. 712.54 (Zemnicí zařízení a ochranný vodič) lze k tomuto bodu najít následující odkaz:

„Jsou-li zřizovány vodiče pospojování, musí být zřizovány paralelně a v co možná nejtěsnějším kontaktu se střídavými a stejnosměrnými kabely/vedeními a příslušenstvím.“

Výrok „jsou-li zřizovány vodiče pospojování“ ale neznamená, že musí být podle normy [1] zřízeny. Nicméně pro účely ochranných opatření pro elektroniku musí být pospojování instalováno.

Norma [1] v odst. 712.54 (Zemnicí zařízení, ochranný vodič a vodič pospojování) dále uvádí:

„Jsou-li zřizovány vodiče ochranného pospojování, musí být zřizovány paralelně a v co možná nejtěsnějším kontaktu se střídavými a stejnosměrnými kabely/vedeními a příslušenstvím.“

V tomto případě musí být u fotovoltaického zařízení, jak je zmíněno výše, instalováno ochranné pospojování. Tato povinnost odpadá pouze tehdy, mají-li kabely/vedení dostatečně velká stínění, která jsou oboustranně uzemněna a která slouží nejen jako stínění, ale také jako pospojování.

Norma [1] v odst. 712.444.4.4 k tomuto uvádí:

„Aby bylo možné zmenšit napětí vyvolané úderem blesku, musí být plocha všech smyček vodičů co nejmenší.“

Smyčky vodičů

Je důležité zamezit vytváření velkých smyček na vedení a na vodičích, to znamená, že spodní konstrukce musí být četněji pospojována. Na smyčky vytvořené v napájecím vedení se mohou vázat impulzní proudy, které se při nepříznivé konfiguraci přičítají k impulzním proudům indukovaným do fotovoltaického zařízení. Jak prokázala firma Dehn + Söhne ve své vysokonapětové laboratoři, jsou smyčky vodičů pro fotovoltaická zařízení zvláště nebezpečné.

(z německého originálu časopisu *de*, 7/2008, vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München, upravitel Ing. Josef Košťál, redakce Elektro)

Literatura:

[1] DIN VDE 0100-712:2006-06 (ČSN 33 2000-7-712 *Elektrické instalace budov – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy*).

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

[3] VDE 0185-305-3:2006-10 (ČSN EN 62305-3 *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života*).

[4] VDE 0185-305-3 Beiblatt 2:2007-01 (ČSN EN 62305-3 *Příloha 2: Doplňkové informace pro zvláštní stavební zařízení*).

[5] VDE 0185-305-4:2006-10 (ČSN EN 62305-4 *Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*).

[6] DIN VDE 0100-410:2007-06 (ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007-08 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*).

[7] DIN VDE 0100-540:2007-06 (ČSN 33 2000-5-54 ed. 2:2007-09 *Elektrické instalace nízkého*

napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování).

[8] DIN VDE 0100-610:2004-04 (ČSN 33 2000-6-61 *Elektrické instalace budov – Část 6-61: Revize – Výchozí revize*).


[9] DIN VDE 0800-1:1989-5 (*Sdělovací technika. Používané pojmy, požadavky a zkoušky na bezpečnost zařízení a přístrojů*).

[10] VDE 0800-2-310:2006-09 (ČSN EN 50310 ed. 2:2006-10 *Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízeními informační technologie*).

[11] VDE 0800-10:1991-3 (*Sdělovací technika. Přechnodná ustanovení pro zřízení a provoz zařízení*).

[12] VDE 0800-174-2:2001-09 (ČSN EN 50174-2 *Informační technika – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Plánování instalace a postupy instalace v budovách*).

[13] VdS 2010:2005-07 (*Rizikově orientovaná ochrana před bleskem a přepětím – Směrnice k prevenci škod*).



Ing. Richard Jindra,
general manager firmy
HENSEL, s. r. o.

Prisuzoval jste někdy význam znamení, ve kterém jste narozen?

Jsem narozen ve znamení Vodnáře, velký význam tomu však nepřisuzuji. S úsměvem si občas pročtu nějaký horoskop, obvykle již prošlý, a snažím se najít, zda se něco odehrálo podle něj.

Je vedle obchodní činnosti v elektrotechnice nějaký jiný obor, nebo spíše koníček, kterému se věnujete?

Ano, z mnoha mých koníčků upřednostňuji numizmatiku, vyžaduje pečlivost, systematickosti i organizační schopnosti. Rád fotografuji – stále mne oslovuje černobílá fotografie! Myslím, že současný digitální systém fotografií ubíjí kreativitu a snahu vyhledávání zajímavých záběrů.

Kdo vás profesně nejvíce ovlivnil?

Ohned po ukončení studií na ČVUT jsem začal pracovat „ve fabrice“ – to stále považuji za školu života a jsem rád, že tomu tak bylo.

Jakou hudbu máte rád?

Možná je to neobvyklé, ale poslouchám, zejména v autě, dvě kategorie – vážnou hudbu a klasický rock. Rád si poslechnu dobrou, rytmickou hudbu, zejména když je to česká hudba, s dobrým textem.

Co právě čtete? Jakou literaturu máte rád?

Netrpím nedostatkem času na čtení a průběžně mám rozečteny tři až čtyři knihy. Čtu vše, co mě zajímá - literatura faktu, záhady a tajemno a mnohdy i „science fiction“.

Co sport, fandíte zvláště některému?

Jsem bývalý aktivní hráč hokeje a přibližně 1krát v měsíci chodím hrát s mými vrstevníky. Kondice se ztrácí, ale kombinací schopností zůstávají. Oblíbený volejbal a stolní tenis hraji jen příležitostně.

Čeho si nejvíc vážíte u svých spolupracovníků?

Nejvíce oceňuji vztah svých spolupracovníků k firmě, tedy jak je nyní módní říkat „loajalitu“.

Váš největší profesionální úspěch?

Pracoval jsem v různých profesních oblastech a vždy jsem dokázal rozpoznat problémy a nalézat jejich řešení. Svůj nedávný dvouletý pobyt mimo ČR, v cizím prostředí, v odlišné mentalitě i kultuře, a schopnost bez jakékoliv pomoci znovu založit firmu a připravit její funkci – to momentálně považuji za úspěch nejčerstvější.

(jk)

názyvy, pojmy, zkratky	
NIP (<i>Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie</i>)	národní inovační program vodík a technologie palivových článků
nulový vodič	podle normy vodič elektricky spojený s nulovým bodem (uzlem), který je schopen podílet se na rozvodu elektrické energie
ochranný vodič (PE)	podle normy vodič určený pro zajištění bezpečnosti, např. ochranu před úrazem elektrickým proudem
OTV	opravná trakčního vedení
PDS	provozovatel distribuční soustavy
pracovní izolace	izolace mezi vodivými částmi, která je nutná pouze pro řádnou funkci zařízení
přídavná izolace	nezávislá izolace, která je přidaná k základní izolaci pro ochranu v případě poruchy
revize elektrického zařízení	podle normy činnost vykonávaná na elektrickém zařízení, při které se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav elektrického zařízení z hlediska jeho bezpečnosti; součástí revize je vypracování zprávy o revizi
ŘSE	řídící stanoviště elektrodyspečera (České dráhy)
SBC (<i>Single-Board Computer</i>)	jednodeskový počítač
střední vodič, vodič středního bodu	podle normy vodič elektricky spojený se středním bodem, který je schopen podílet se na rozvodu elektrické energie
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
uzemněný vodič ochranného pospojování	podle normy vodič ochranného pospojování vodič spojený se zemí
vodič ochranného pospojování	podle normy ochranný vodič zabezpečující ochranné pospojování
vodič PEL	podle normy vodič slučující v sobě funkci vodiče ochranného uzemnění a vodiče vedení (soustava DC)
vodič PEM	podle normy vodič slučující v sobě funkci vodiče ochranného uzemnění a středního vodiče (soustava DC)
vodič PEN	podle normy vodič slučující v sobě funkci vodiče ochranného uzemnění a nulového vodiče (soustava AC)
vodič pracovního pospojování	podle normy vodič zajišťující pracovní pospojování
vodič pracovního uzemnění	podle normy uzemňovací vodič, který zajišťuje pracovní uzemnění