

Obsah

Proč požáry fotovoltaiky?.....	4
Poplašné zprávy v médiích.....	5
Příklad konkrétního požáru	7
Experimentální požár fotovoltaiky	8
Další riziko	9
Napětí na fotovoltaickém panelu při požáru	10
Účinky elektrického proudu na lidský organismus	11
Snižování rizik.....	12
Závěr.....	13
Zdroje	14

Proč požáry fotovoltaiky?

Vybrala jsem si tento projekt, protože bydlíme v rodinném domku a fotovoltaiku máme na střeše, můj pokoj je hned pod ní v podkroví. Začalo mě zajímat, co by se mohlo stát, kdyby začala fotovoltaika hořet, vyburcovala mě k tomu masová média.



Obr. 1: Ukázka požáru fotovoltaiky

Poplašné zprávy v médiích

- ✓ V médiích (nejen v Německu, ale i v České republice) se objevují zprávy typu: „Hasební zásahy na budovách s fotovoltaickými panely jsou nebezpečné. Jeden hasič již byl vážně zraněn elektrickým proudem.“
- ✓ „Hasiči budovy s fotovoltaikou nehasí, protože je to příliš nebezpečné, pouze chrání přilehlé budovy.“
- ✓ „Fotovoltaické systémy jsou zvláště nebezpečné, protože je nelze vypnout.“

Případ 1: Hasič zasažený elektrickým proudem



Obr. 2: Záběr z televizních zpráv o hasebním zásahu v obci Rösrath

Ve zprávách televizní stanice Kabel 1 bylo uvedeno, že hasič byl vážně zraněn elektrickým proudem při hašení budovy v obci Rösrath. Z videa je však zřejmé, že se nejednalo o fotovoltaický, ale o solární termální systém, tj. kolektory pro ohřev teplé vody. Hasičská Asociace bezpečnosti práce a pojištění k tomu uvedla, že nebyl hlášen žádný jiný případ úrazu elektrickým proudem v souvislosti s hašením fotovoltaických systémů.

Závěr: jedná se o mýtus, jehož původ lze s největší pravděpodobností hledat v technické neznalosti novinářů, kteří v praxi nerozeznají solární termální systém od fotovoltaiky.

Případ 2: Hasiči budovy s fotovoltaikou nehasí



Schwerinsdorf

Haus in Schwerinsdorf abgebrannt

18. Februar 2011

Der Brand war in einem Zimmer ausgebrochen und breitete sich dann auf das gesamte Gebäude aus. Die Feuerwehr konnte erst spät eingreifen - wegen einer Fotovoltaikanlage auf dem Dach.

Obr. 3: Záběr z televizních zpráv o hasebním zásahu v obci Rösrath

Z oficiální zprávy velitele zásahu:

- ✓ Po vnitřním útoku zůstala za obložením z velkých dřevěných panelů ložiska požáru.
- ✓ Došlo k přenesení požáru a hrozilo zřícení dřevěné nosné konstrukce, proto hasiči vnitřní útok přerušili a budovu opustili.
- ✓ Vnější útok pokračoval poté, co byly fotovoltaické panely zničeny.
- ✓ Fotovoltaický systém nebyl příčinou zničení budovy požárem, ale bránil hasebnímu zásahu.

Opět se tedy jedná o **mýtus**.

Případ 3: Fotovoltaické systémy jsou zvlášť nebezpečné, protože je nelze vypnout

Tato informace je pouze částečně pravdivá, a sice ve druhé části, tj. fotovoltaické systémy v současnosti většinou nejsou provedeny tak, aby bylo možno je v případě potřeby uvést do stavu, že na vodičích nebude napětí.

Tvrzení, že fotovoltaické systémy jsou zvlášť nebezpečné, je **mýtus**, přestože je **fakt**, že je nelze vypnout.

Příklad konkrétního požáru

Následující příklad konkrétního požáru ukazuje, že možných příčin může být více, od chyb v projektu přes závady při montáži až po poruchy jednotlivých komponent. V daném případě, z jehož vyšetřování byly pořízeny následující fotografie, byla příčinou kombinace zátěžových faktorů.

Požár vznikl v elektroinstalační místnosti fotovoltaického systému. Při zjišťování příčin požáru se ukázalo, že jednotlivá zařízení byla namontována s menšími rozestupy, než požadují jejich výrobci. Sekundárně došlo k vnitřnímu požáru rozvaděče na straně střídavého napětí. Z konstrukčního hlediska bylo překvapivé, že v okruhu nebyly použity žádné jisticí prvky pro odpojení střídačů v případě závady nebo nehody. Jedná se samozřejmě o hrubou chybu v návrhu systému.

Závažných pochybení se však v uvedeném případě sešlo více. Mezi nejkritičtější, které se mohly podílet na vzniku požáru, lze počítat:

Střídače byly umístěny v podkroví, prostor se za slunečního počasí ohříval od nezateplené střechy na relativně vysoké teploty.



Obr. 4: Požár v instalační místnosti FV systému

Experimentální požár fotovoltaiky

Dne 30. 3. 2012 byl v opuštěném objektu letiště Líně proveden experimentální požár dvou malých fotovoltaických systémů. V průběhu požáru byly měřeny elektrické parametry obou systémů.

Větší systém – jmenovitý výkon 1,86 kWp – odpovídá potřebě běžného rodinného domu. Panely byly umístěny na plechové krytině bývalé tělocvičny. Menší systém se skládal z 2 ks panelů umístěných na krytině z pálených tašek dodatečně instalované na střeše po odstranění původní plechové krytiny. Výkon menšího systému odpovídá potřebě malého rekreačního objektu.



Obr. 5: Umístění panelů na střeše tělocvičny

Před požárem dne 29. 3. 2012 byla provedena řada měření s cílem posoudit bezpečnost stejnosměrné silové elektroinstalace v průběhu hasičského zásahu – měření velikosti krokového napětí, přerušování stejnosměrných silových rozvodů pod napětím pomocí standardní hasičské techniky, izolační schopnosti hasičské obuvi a další.

U obou fotovoltaických systémů byly v průběhu požáru měřeny jejich voltampérové charakteristiky a byly zaznamenány průběhy teplot na jednotlivých panelech. U vybraných fotovoltaických panelů byly zaznamenávány hodnoty napětí na prázdnou U_{0C} . Z voltampérových charakteristik změřených v průběhu požáru a je možno usuzovat na chování systému za jiných světelných podmínek.

Z celého průběhu požáru a následného hasičského zásahu byly pořízeny videozáznamy a termovizní snímky.



Obr. 6: Ohořelé panely



Obr. 7: Hašení požáru

Další riziko

Další oblastí s rizikem úrazu elektrickým proudem jsou akumulátory, které v některých solárních instalacích tvoří součást fotovoltaického systému. V nich se přes den skladuje (akumuluje) přebytečná elektrická energie získaná ze solárních panelů. Tyto akumulátory představují riziko úrazu jednak elektrickým proudem (i když jsou již odpojeny od fotovoltaického systému), jednak možným únikem nebezpečných látek souvisejících s jejich náplní (většinou zředěná kyselina sírová), zvláště vlivem poškození při požáru.

Napětí na fotovoltaickém panelu při požáru

Z hlediska rizika úrazu elektrickým proudem je možno považovat fotovoltaické panely za zdroj stejnosměrného napětí/proudu se specifickými vlastnostmi. Maximální proud, který jsou panely schopny generovat (ISC – proud nakrátko) je přímo úměrný intenzitě osvětlení. Naproti tomu maximální napětí (UOC – napětí naprázdno) sice s intenzitou ozáření roste, ale závislost je nelineární. Při velmi malých intenzitách ozáření do zhruba 100 W/m^2 (v závislosti na typu a kvalitě panelu) napětí naprázdno roste relativně rychle, zatímco při intenzitě ozáření nad 200 W/m^2 už vcelku zanedbatelně. Napětí naprázdno kromě toho závisí na teplotě panelu – s rostoucí teplotou napětí naprázdno klesá.

Požár mimo fotovoltaickou elektrárnu

Jiná je situace, pokud k požáru dojde v jiné části objektu, kterou prochází vodiče od fotovoltaických panelů. Typickým příkladem je umístění střídače v suterénní místnosti. I při odpojení střídače od distribuční soustavy nebo od panelů zůstávají vodiče pod napětím, které odpovídá napětí naprázdno. Pro tyto situace však v současnosti již jsou k dispozici technická řešení, která umožňují odpojit vedení blíže u panelů.

V praxi málo rozšířené, ale z hlediska bezpečnosti při požáru výhodné řešení představují mikrostrídače a výkonové optimizéry umístěné přímo u fotovoltaických panelů. Mikrostrídače potřebují k provozu připojení k distribuční soustavě s odpovídajícím napětím a frekvencí. Při odpojení od sítě není na jejich výstupu napětí. Výkonové optimizéry ke své funkci zase potřebují elektrické propojení a datovou komunikaci se střídačem, pokud je toto propojení přerušeno, na výstupu DC/DC měniče je nulové napětí.

Účinky elektrického proudu na lidský organismus

Úrazy stejnosměrným proudem jsou mnohem méně časté, než by se očekávalo z počtu používání stejnosměrného proudu a smrtelné úrazy se vyskytují pouze za velmi nepříznivých podmínek, např. v dolech. Děje se tak částečně proto, že u stejnosměrného proudu odpoutání od uchopených částí je snadnější, a že u doby trvání zasažení elektrickým proudem delším než je perioda srdečního cyklu zůstává práh komorové fibrilace podstatně vyšší než u střídavého proudu.

Hlavní rozdíly mezi účinkem střídavého a stejnosměrného proudu na lidské tělo pramení ze skutečnosti, že excitační účinky proudu (stimulace nervů a svalů, vyvolání síňové nebo komorové fibrilace) souvisí se změnami velikosti proudu, zejména s jeho připojením a odpojením. K vytvoření stejných excitačních účinků je velikost stejnosměrného proudu konstantní intenzity dvakrát až čtyřikrát větší než u střídavého proudu.

Pro posouzení bezpečnosti elektrického proudu lze použít mezní (prahové) hodnoty. Mez uvolnění, tj. proud, který již zasažené osobě zabrání uvolnění od vodiče, je podle normy 5 mA u střídavého proudu a 25 mA u proudu stejnosměrného. Závažnější negativní účinky na organismus (fibrilace srdečních komor a následná zástava srdce, zástava dechu nebo popálení) nastávají u střídavého proudu od 30 mA a u stejnosměrného od 120 mA, přičemž riziko roste s rostoucím proudem. Například s pravděpodobností 5 % nastávají komorové fibrilace u osob zasažených elektrickým proudem při střídavém proudu 40 až 50 mA nebo při stejnosměrném proudu 150 až 170 mA.

Za předpokladu stejného elektrického odporu je tedy lidský organismus schopen snést několikanásobně vyšší stejnosměrné napětí než napětí střídavé. Riziko úrazu lze snížit zvýšením elektrického odporu použitím vhodné obuvi, oděvu nebo ochranných pomůcek.

Rozsah poškození organismu závisí na:

- * způsobu kontaktu těla s vodičem a intenzitě proudu (čím větší proud tím větší poškození)
- * napětí
 - pod 1000 V = elektrolytické
 - nad 1000 V = poškození tepelné
- * frekvenci proudu (50 Hz)
- * odporu (čím menší odpor, tím víc škody)

Klinický obraz

- 1) Myokard (srdce) – poruchy rytmu, u nízkého napětí – smrt z důvodu fibrilace komor, na myokardu koagulační nekrózy
- 2) CNS – anatomické i funkční postižení
 - a) Plné zničení mozku (teplem se uškvaří)
 - b) Částečné léze (otok)
 - c) Asfyktické poškození mozku (hypoxie, apnoe, křeče svalstva i dechového)
 - d) Edém mozku (důsledek špatně prováděné KPCR)
- 3) Dlouhé kosti a svaly – zlomeniny způsobené křečemi
- 4) Kůže – popáleniny

Snižování rizik

Pro posouzení rizik spojených s požáry v budovách s instalovanými fotovoltaickými systémy byl v Německu realizován výzkumný projekt s názvem Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung (Posouzení požárního rizika u fotovoltaických systémů a vývoj bezpečnostních konceptů pro zmírnění rizika), který byl ukončen v lednu 2014.

Projekt se zaměřil na analýzu rizik a slabých míst ve fotovoltaických systémech a jejich komponentách, vyhodnocení vzniku požárů a analýzu vlastností elektrického oblouku, jeho detekce, případně prevence. Na základě analýz byly doporučeny opatření a postupy k uvedení fotovoltaického systému do bezpečného stavu. Zároveň byla vypracována doporučení pro případ hasebního zásahu.

Hašení FS

- 1) Vzdálenost 1 m mezi hasičem a elektrickým zařízením pod napětím
- 2) Vzdálenost 1 m při hašení rozptýleným proudem u proudnice C podle DIN 14365
- 3) Vzdálenost 5 m při hašení plným proudem u proudnice C podle DIN 14365
- 4) U jiných proudnic dodržovat vzdálenost podle údajů výrobce

Metodický list HZS ČR

Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky vydalo v prosinci 2012 dva metodické listy s taktickými postupy zásahu při požáru fotovoltaických elektráren.

V zásadě se fotovoltaické elektrárny hasí vodou obdobnými postupy, jaké jsou předepsány pro jiná elektrická zařízení a vedení pod napětím 400 V [ML25]. V Německu existují pro hašení elektrických zařízení pod napětím obdobná pravidla, platí však pro napětí až do 1000 V, což je u většiny typů fotovoltaických panelů maximální systémové napětí (napětí sériově propojených panelů).

1) Při požáru střešní konstrukce s FV elektrárnou

Při požáru střešní konstrukce s FV elektrárnou je třeba především požadovat a zajistit odpojení FV elektrárny od vnější elektrické sítě a odpojení panelů od střídače. Je nutno zabránit šíření požáru mimo požárem zachvácenou část na střeše a to jednak zásahem ze spodu, k ochraně nosných konstrukcí (ochlazováním, aby nedošlo ke ztrátě jejich nosnosti) a k zabránění šíření požáru dovnitř budovy, a jednak vnější zásahovou cestou, na střešní konstrukci z výškové techniky (nepoužívat nastavovací žebříky) nebo jiného vhodného místa mimo zasaženou střechu rozptýleným proudem obdobně jako běžná zařízení a vedení pod napětím do 400 V.

Z důvodu rizika úrazu elektrickým proudem je nutno vyhnout se kontaktu s vodivými částmi střechy a panelů; nešlapat po panelech, nedotýkat se kovových konstrukcí nebo střechy pokud jsou viditelně spojeny s nosnou konstrukcí panelů. Pro práce na střeše určovat jen nezbytný počet hasičů, a nenasazovat na střechu hasiče při současném hašení střechy vodivými hmotami.

Fotovoltaické panely jsou málo hořlavé a nepřispívají k intenzitě požáru, proto se hasí, jen pokud je to bezprostředně nutné. Je však nutno pamatovat na riziko zhroucení nosné konstrukce nebo sesutí panelů, v takovém případě je nutno prostor okamžitě opustit.

Závěr

Představují tedy fotovoltaické systémy riziko požáru? Myslím si, že problém je rozhodně menší, než jak by se mohlo zdát na základě zpráv v masových médiích v Německu (a ještě více v České republice).

Existuje poměrně malé riziko, že by příčinou požáru mohl být samotný fotovoltaický systém. Je nutno si uvědomit, že určité riziko požáru představuje každé elektrické zařízení, tedy i rychlovarná konvice, a celkové riziko roste s počtem zařízení.

Rizika požáru fotovoltaických zařízení je možno snížit pečlivou instalací a následnou revizí a periodickými kontrolami. Monitorování (výkonu) může poskytnout signál o možné degradaci jednotlivých komponent.

Protože většinou je příčina na střídavé straně, bylo by zřejmě vhodné přezkoumat zkušební postupy pro testování standardních střídavých komponent.

Myslím si, že při dodržování bezpečnostních zásad je fotovoltaika dobré a bezpečné řešení.

Zdroje

LAUKAMP, Hermann, Robin GRAB a Heribert SCHMIDT. Představuje fotovoltaika při požáru vážné riziko pro hasiče?: Mýty a fakta podle zkušeností z Německa. In: [online]. 29. 7. 2013 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/10179-predstavuje-fotovoltaika-pri-pozaru-vazne-riziko-pro-hasice>

BECHNÍK, Bronislav. Experimentální požár fotovoltaiky. In: [online]. 20. 4. 2012 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/8512-experimentalni-pozar-fotovoltaiky>

BECHNÍK, Bronislav. Požáry fotovoltaiky a riziko úrazu elektrickým proudem: Mýty, fakta a metodické listy Hasičského sboru ČR. In: [online]. 4. 8. 2014 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/11554-pozary-fotovoltaiky-a-riziko-urazu-elektrickym-proudem>

KOŠŤÁL, Josef. Smrt hrozí ze střechy aneb Fotovoltaika a hasiči. In: [online]. 6. 11. 2014 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=43307