

# Požární bezpečnost fotovoltaických systémů

plk. Ing. Zdeněk Hošek,  
MV – generální ředitelství  
Hasičského záchranného sboru ČR

Využití sluneční energie není žádnou novinkou. Pouze se neustále zdokonalují systémy a technologie pro lepší využití této energie. Podle statistik Energetického regulačního úřadu bylo k 1. prosinci 2010 na území naší republiky instalováno 12 109 fotovoltaických elektráren o celkovém výkonu 1 393,86 MW. Jednou z nepříznivých stránek tohoto vývoje je problematika zajištění požární bezpečnosti fotovoltaických systémů.

## Fotovoltaický článek

Fotovoltaický článek je obecně vzato velkoplošná dioda s alespoň jedním přechodem PN. Ve fotovoltaickém článku lze teoreticky přeměnit na elektrinu maximálně 50 % dopadajícího světelného záření. Jeden fotovoltaický článek typického rozměru 10 × 10 cm je schopen při maximálním výkonu dodávat stejnosměrné napětí 0,5 V a proud až 3 A. Zároveň s rostoucí intenzitou dopadajícího světla elektrický výkon fotovoltaického článku roste, s jeho rostoucí teplotou naopak výkon klesá (při zvýšení teploty o 10 °C poklesne výkon o 4 %, při zvýšení o 25 °C výkon klesá až o 10 %).

## Fotovoltaické panely (FVP)

Napětí jednoho fotovoltaického článku je stejnosměrné, v rozsahu 0,5 až 0,6 V. Takové napětí je příliš nízké pro další využití v praxi. Sériovým propojením několika článků lze však získat napětí, které je použitelné v různých typech fotovoltaických systémů. Sestavy článků v sériovém nebo i sériově-parallelním řazení, hermeticky uzavřené ve struktuře krycích materiálů, tvoří fotovoltaický panel. Fotovoltaický panel určený pro použití v praxi musí vykazovat dostatečnou mechanickou a klimatickou odolnost (např. proti silnému větru, krupobití, mrazu). Konstrukce solárních panelů jsou proto v závislosti na způsobu jejich použití variabilní. Většinou jsou opatřeny duralovými rámy. Jednak pro zpevnění celé konstrukce, jednak z důvodů montážních. Čelní krycí vrstva je obvykle vyrobena ze speciálního tvrzeného (bezpečnostního) skla, které odolává i silnému krupobití (obr. 1). V praxi se obvykle používají panely s 36 fotovoltaickými články o výstupním jmenovitém stejnosměrném napětí 12 V nebo se 72 články o napětí 24 V. Výkon fotovoltaických panelů se udává ve wattech (W). Pod pojmem jmenovitý výkon fotovoltaických panelů se rozumí výkon vyrobený fotovoltaickým panelem při výkonnostní zkoušce, kdy je panel zkoušen při záření o hustotě ener-

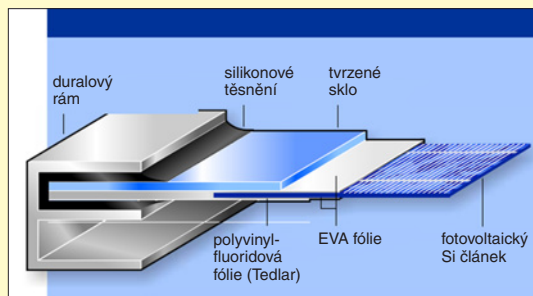
gie 1 000 W/m<sup>2</sup>, při teplotě 25 °C a světelném spektru odpovídajícím slunečnímu záření po průchodu bezoblačnou atmosférou Země. V zahraniční literatuře se často používá jednotka Wp (*watt peak*). V podstatě jde o snahu vyjádřit, že jde o maximální výkon panelu (ve wattech) za ideálního letního dne.

Fotovoltaické panely mají v závislosti na druhu použité technologie různý výkon (obvykle od 150 do 280 W). Účinnost průmyslově vyráběných fotovoltaických panelů se pohybuje okolo 14 až 17 % a jejich životnost se uvádí přibližně 25 let (odvozeno na základě laboratorních zkoušek). Po uplynutí dvanácti let je garantován zpravidla výkon 90 %, do 25 let zaručují výrobci výkon 80 %.

## Fotovoltaické systémy (FVS)

Vhodnými propojeními fotovoltaických článků anebo panelů vznikají fotovoltaické systémy různých výkonů. Podle účelu použití lze fotovoltaické systémy rozdělit do čtyř základních skupin:

- *Drobné aplikace* jsou např. fotovoltaické články v kalkulačkách nebo také solární nabíječky akumulátorů. Trh drobných



Obr. 1. Složení fotovoltaického panelu

aplikací nabývá na významu, protože se množí poptávka po nabíjecích zařízeních pro okamžité dobíjení akumulátorů (mobilní telefony, notebooky, fotoaparáty, přehrávače MP3 apod.).

- *Sítové systémy (grid-on)* jsou systémy připojené k distribuční síti. Nejčastěji se uplatňují v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. Připojení těchto systémů podléhá schvalovacímu řízení. Mezi

nejčastější způsoby použití grid-on patří střešní systémy rodinných a bytových domů, fasády a střechy administrativních budov, fotovoltaické elektrárny na volné ploše.

- *Ostrovní systémy (grid-off)* se používají všude tam, kde není k dispozici rozvodná síť a kde je třeba střídavé napětí 230 V. Obvykle jsou ostrovní systémy instalovány na místech, kde není účelné nebo kde není možné vybudovat elektrickou přípojku.
- *Fotovoltaika integrovaná do budov (BIPV, Building Integrated Photovoltaics)* je použití fotovoltaiky v obvodových pláštích budov (např. střechy, transparentní podhledy, stropy, fasády). Jednak přispívá k architektonické atraktivitě budovy, jednak má příznivý dopad na snížení nákladů na instalaci samotného fotovoltaického systému. Vzhledem k tomu, že pláště budov jsou obvykle vystavovány nemalým energetickým tokům v podobě slunečního záření, znamená využívání této energie pomocí systémů umístěných na jejich povrchu významný přínos v úspoře primárních energií.

## Propojení fotovoltaických systémů kabely

Ve fotovoltaických systémech se běžně používají dva typy kabelů. Kabely pro stejnosměrnou část (DC) jsou určeny pro rozvod elektrické energie od přípojníc fotovoltaických panelů k měniči (střídači) napětí. Kabely pro střídavou část (AC) se používají pro rozvod elektrické energie od měniče napětí do rozváděče či elektrické stanice. Kabely používané ve stejnosměrné části musí být dimenzovány pro stejnosměrné napětí až 800 V. Navíc musí vyhovovat také podmínkám venkovního prostředí. Z důvodu ochrany proti nežádoucímu uzemnění a zkratu jsou záporný a kladný vodič vedeny odděleně. Pro tyto účely vyhovují jednožilové vodiče s dvojitou izolací. Tyto vodiče musí být odolné proti mechanickému namáhání, UV záření, vlivům počasí a velkým teplotním rozdílům (–40 až 70 °C).

## Bezpečnost fotovoltaických systémů z hlediska právních předpisů a technických norem

Podmínky pro výstavbu a bezpečný provoz fotovoltaických aplikací v České republice upravuje množství právních předpisů. Velký význam má zejména energetický zákon [1], dále zákon o podpoře využívání ob-

novitelných zdrojů [2], stavební zákon [3], vyhláška o obecných požadavcích na využívání území [4], vyhláška o podrobnější úpravě územního řízení a veřejnoprávní smlouvy [5], zákon o požární ochraně [6], vyhláška o požární prevenci [7], vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb [8], nařízení vlády, kterým se stanovují technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí [9].

Na uvedené právní předpisy navazuje také několik českých technických norem, které vymezují podrobné technické podmínky vztahující se k bezpečnému provozu fotovoltaických systémů. Jsou to zejména ČSN 33 2000-7-712 [10], ČSN EN 61215 [11], ČSN IEC 755 [12], ČSN EN 60439-1 ed. 2 + Z1 [13], ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 [14], ČSN 73 0804 [15].

*Pozn.:* Na tomto místě je třeba upozornit na skutečnost, že pro fotovoltaické systémy nelze využívat ČSN 73 0848 *Požární bezpečnost staveb, Kabelové rozvody*, protože se tato norma na výrobu elektřiny nevztahuje.

### Podmínky požární bezpečnosti pro umístování a navrhování fotovoltaických systémů

#### Umístování fotovoltaických systémů

Při umístování fotovoltaických systémů v území je třeba vycházet z obecných ustanovení stavebního práva. Tyto stavby nelze umístit v nezastavitelném území, neboť nejde o veřejnou technickou infrastrukturu, a v důsledku toho není možné při posuzování záměru využít např. ustanovení § 18 odst. 6 stavebního zákona. Následně se uplatní postup podle zákona o požární ochraně a předpisů vydaných k jeho provedení, které stanovují, že stavba fotovoltaického systému musí být ve smyslu podrobností uvedených v § 2 odst. 1 vyhlášky č. 23/2008 Sb. umístěna tak, aby podle druhu splňovala technické podmínky požární ochrany zejména na:

- odstupové vzdálenosti a požárně nebezpečný prostor,
- přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku.

V případě umístění ostrovního či síťového fotovoltaického systému na volném prostranství lze tato zařízení z hlediska již uvedených předpisů a v souladu s ČSN 73 0804 považovat za otevřené technologické zařízení, od kterého je stanovena minimální odstupová vzdálenost 6,5 m, popř. se stanoví na základě podrobného výpočtu.

Pro účinný a bezpečný zásah jednotek požární ochrany se stavby a nástupní plochy pro požární techniku ve smyslu ustanovení § 12 a přílohy č. 3 vyhlášky č. 23/2008 Sb. navrhuji:

- s vjezdy pro požární techniku o minimální šířce 3,5 m a výšce 4,1 m, jde-li o prostory obestavěné, ohrazené nebo jiným způsobem zneprístupněné,

- se smyčkovým objezdem nebo plochou umožňující otáčení vozidla v případě neprůjezdných jednoruňkových přístupových komunikací delších než 50 m,
- 4 m od hranice ochranného pásma takovým způsobem, který umožňuje příjezd a provedení zásahu mimo ochranné pásmo.



Obr. 2. Pohled na ohněm zničený fotovoltaický panel

Zde je však třeba vzít v úvahu rovněž ustanovení § 2 odst. 2 písm. a) bod 20 energetického zákona, že každé energetické zařízení sloužící pro přeměnu různých forem energie na elektřinu, zahrnující všechna nezbytná zařízení (např. elektrické stanice), je považováno za výrobu elektřiny, která musí být chráněna ochranným pásmem, přičemž:

- ochranné pásmo výroby elektřiny je vymezeno svislými rovinami vedenými ve vodorovné vzdálenosti 20 m kolmo na oplocení nebo na vnější líc obvodového zdiva elektrické stanice (§ 46 odst. 7 energetického zákona),
- ochranné pásmo vzniká dnem nabytí právní moci územního rozhodnutí o umístění stavby nebo územního souhlasu s umístěním stavby; jestliže není podle stavebního zákona vyžadován ani jeden z těchto dokladů, vzniká ochranné pásmo dnem uvedení zařízení elektrizační soustavy do provozu ([1], § 46, odst. 1).

Největším problémem při umístování fotovoltaických systémů jsou tzv. dodatečné instalace zejména síťových systémů na již existujících objektech, které jsou považovány za technická zařízení stavby, jsou *domovním* (vnitřním) technickým zařízením. Podle stanoviska ministerstva pro místní rozvoj je možné takové instalace podle ([3], § 103 odst. 1 písm. b bod 20) posoudit jako záměr, který pro svoji realizaci nevyžaduje stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu. V takovém případě by mohla být za určitých okolností porušena právní jistota zatížením sousedních staveb a pozemků věcným břemenem v podobě nově vzniklého ochranného pásma výroby elektřiny (bez vědomí a souhlasu jejich vlastníků) a také ohrožen život či zdraví zasahujících hasičů.

### Navrhování fotovoltaických systémů

Při navrhování fotovoltaických systémů je třeba vycházet z obecných ustanovení stavebního zákona, a to z tohoto pohledu: Pro stavbu mohou být navrženy a použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splní požadavky na mechanickou odolnost a stabilitu, požární bezpečnost, hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí, bezpečnost při udržování a užívání stavby, včetně bezbariérového užívání stavby, ochranu proti hluku a na úsporu energie a ochranu tepla.

Fotovoltaické systémy a jejich komponenty (např. moduly, rozvodnice, měniče, zdroje a rozvodnice se spínacími přístroji) jsou podle nařízení vlády č. 17/2003 Sb. výrobky stanovené k posouzení shody. Některé typy těchto elektrických zařízení jsou však vyráběny za účelem trvalého zabudování do stavby. V důsledku toho musí svým provedením vyhovovat určenému účelu použití, a splňovat tedy i základní požadavky stanovené směrnicí Rady 89/106/EHS pro stavební výrobky.

Při vlastním navrhování fotovoltaických systémů se při zpracování požárněbezpečnostního řešení vychází z požadavků zvláštních právních předpisů, normativních požadavků a z podmínek vydaného územního rozhodnutí. V této souvislosti je třeba upozornit na určitou diskrepanci některých ustanovení stavebního zákona a energetického zákona, které by mohly činit nejen při navrhování požární bezpečnosti fotovoltaických systémů potíže.

Je třeba mít na zřeteli, že i když podle § 103 odst. 1 písm. b) bod 4 stavebního zákona zařízení, která jsou součástí nebo příslušenstvím energetické soustavy, nevyžadují stavební povolení ani ohlášení stavebnímu úřadu, vlastní stavby energetické soustavy (buď jako celek, nebo části schopné samostatného užívání) však jednoznačně vyžadují územní rozhodnutí v souladu s § 92 nebo v některých případech územní souhlas v souladu s § 96 stavebního zákona. Jde totiž o stavby, které nejsou vymezeny v taxativním výčtu staveb a zařízení nevyžadujících podle § 79 odst. 3 téhož zákona rozhodnutí o umístění stavby ani územní souhlas. Celá situace je komplikována zejména tím, že stavební ani energetický zákon pojmy *energetická soustava*, *příslušenství* a *součást* nedefinují.

Z výše uvedeného lze ale dovodit, že současné pojetí § 103 odst. 1 písm. b) bod 4 stavebního zákona v kontextu s požadavky § 92 (§ 96) umožňuje doplnit stavbu (v tomto případě energetickou soustavu, její část elektrizační soustavu) o prvek, který je její součástí či příslušenstvím, avšak z hlediska tohoto zákona musí být v souladu s podmínkami rozhodnutí o umístění stavby, popř. s územním souhlasem.

Složitější situace nastává při navrhování ostrovních systémů nebo síťových systémů na parcele rodinného domu nebo na jeho střechě. Z tohoto pohledu jde rovněž spíše o problematiku stavebního práva, které upravuje tuto věc dvěma způsoby:

- v rámci plochy pro bydlení není možné bez změny územního plánu umísťovat zařízení, jako je sluneční elektrárna, s větší kapacitou, než vyžaduje povolovaný rodinný dům,
- je-li plocha územním plánem určena pro bydlení, mohou na ní být v souladu s územněplánovací dokumentací umísťovány pouze kolektory pro ohřev vody nebo přitápění, popř. fotovoltaické panely pro výrobu elektrické energie pouze v tom případě, že slouží výlučně pro navržený dům a jsou umístěny na něm nebo na jeho pozemku.

Při umísťování fotovoltaických systémů na střechách objektů je také nutné posoudit, zda střešní plášť, konstrukce fotovoltaického systému a systém ochrany před bleskem vy-

váděče (fotovoltaické zdroje, fotovoltaická pole) musí být také označeny štítkem označujícím, že části uvnitř rozváděčů mohou být živé ještě po odpojení fotovoltaického měniče napětí.

### Požární ochrana provozovaných fotovoltaických systémů

Z hlediska požární ochrany jsou fotovoltaické systémy a aplikace problematické zejména z důvodů ztížené dostupnosti pro jednotky požární ochrany (odlehle ostrovní systémy ve volné přírodě nebo síťové systémy na střechách objektů) a ztížených podmínek pro zásah (stejnou částí fotovoltaických systémů nelze vypnout, jde o zásah pod napětím a v ochranném pásmu). Měníč napětí s odpojovačem se v instalaci fotovoltaické výroby elektřiny umístuje tak, aby stejnosměrná část rozvodu, která zůstává pod stálým napětím, byla co nejkratší. Střešní nebo fasádní instalace fotovoltaických panelů nesmí svým provedením znemožňovat odvětrání objektu či prostoru, omezit provoz, opravy a údržbu spalinyových cest, ani bránit přístupu jednotek požární ochrany při zásahu.

Vzhledem k tomu, že většina standardně vyráběných fotovoltaických panelů obsahuje pouze minimální množství hořlavých hmot, lze je jako zdroj vzniku požáru téměř spolehlivě vyloučit. Jedinými hořlavými součástmi fotovoltaických systémů jsou přípojovací boxy, propojovací konektory a propojovací kabely (izolace), na jejichž uhašení v prvopočátku většinou postačí přenosný hasicí přístroj určený k hašení zařízení pod napětím (např. práškový nebo CO<sub>2</sub>), který musí být umístěn v každém novém rodinném domě; jednotky požární ochrany mají tyto věcné prostředky rovněž ve standardní výbavě.

Fotovoltaické panely jsou také charakteristické tím, že s rostoucí teplotou ztrácejí velmi progresivně výkon. Při běžné teplotě požáru nemají již téměř žádný výkon. Navíc jsou fotovoltaické panely povinně vybaveny před vstupem DC do měniče (střídače) napětí pojistkovým odpojovačem. Fotovoltaické zařízení musí být i přesto na straně DC považováno vždy za činné, přestože je odpojeno od strany AC.

Ze současných statistik vyplývá, že v praxi vznikají spíše požáry fotovoltaických výroben elektřiny způsobené závadou v rozváděčích nebo měničích napětí a vnějšími vlivy. Jde zejména o požáry ostrovních fotovoltaických systémů umístěných v přírodním prostředí, způsobené atmosférickými výboji anebo požáry okolních prostorů. Vzhledem k tomu, že fotovoltaické panely se pro dosažení maximálního osvitů umísťují v polích vzdálených od sebe minimálně 3 m, lze přenesení požáru z hořící řady panelů na řadu

panelů sousedních téměř vyloučit. Jestliže by nastal požár fotovoltaické výroby elektřiny z důvodu vnějších vlivů, je vždy účelné bránit jeho rozšíření a požárem napadené panely nechat vyhořet. Pro hašení požárů pod napětím platí pro jednotky požární ochrany Metodický list č. 14 kapitoly N Bojového řádu jednotek požární ochrany (rok 2001), kde je v odst. 15 písm. d) a e) stanoveno, za jakých podmínek může být tento zásah prováděn. Hašení pod napětím do 1 000 V je v současné době běžnou praxí.

### Literatura:

- [1] Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů), ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení a veřejnoprávní smlouvy.
- [6] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [7] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).
- [8] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb.
- [9] Nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanovují technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí.
- [10] ČSN 33 2000-7-712 Elektrické instalace budov – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy.
- [11] ČSN EN 61215 Fotovoltaické (PV) moduly z krystalického křemíku pro pozemní použití – Posouzení způsobilosti konstrukce a schválení typu.
- [12] ČSN IEC 755 Všeobecné požadavky pro proudové chrániče.
- [13] ČSN EN 60439-1 ed. 2 + Z1 Rozváděče nn – Část 1: Typově zkoušené a částečně typově zkoušené rozváděče.
- [14] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- [15] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty.
- [16] Metodická pomůcka ministerstva pro místní rozvoj k umísťování, povolování a užívání fotovoltaických staveb a zařízení – listopad 2009.
- [17] Metodické sdělení MMR – Fotovoltaická elektrárna. Odbor územního plánování, 22. 6. 2010.



Obr. 3. Požárem poškozený fotovoltaický panel

hovují technickým podmínkám vyhlášky č. 23/2008 Sb. Fotovoltaické moduly musí zároveň být instalovány tak, aby byl zajištěn odvod tepla při maximálním slunečním osvitě v daném místě.

Pro ochranu FV musí být dodrženy pokyny výrobce a napájecí vodič musí mít na straně AC hlavního přívodu přístroje pro ochranu proti proudovému přetížení a zkratu. U fotovoltaického měniče napětí musí být na straně DC instalován odpojovač.

Rozvodná zařízení elektrické energie a hlavní vypínače elektrického proudu musí být označeny ve smyslu podrobností uvedených v ustanovení § 11 odst. 2 písm. f) vyhlášky o požární prevenci. Všechny roz-