

STŘEŠNÍ FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY

Odborná informace vedoucí k minimalizaci rizika vzniku nežádoucích událostí a jejich následků

Předkládaný materiál přináší přehled základních požadavků a doporučení odborníků ČAP pro instalaci FVE, a to s plným respektováním ustanovení ČSN P 730847.

Od 1. 6. 2024 je účinná nová norma požární bezpečnosti pro fotovoltaické systémy (FV systémy) ČSN P 73 0847. Dlouho očekávaná norma řeší některá preventivní a ochranná opatření pro zvýšení bezpečnosti FV systémů. Obecně normy představují minimální požadavky a zaměřují se na ochranu osob. Zejména u střešních elektráren se ale musíme zajímat také o budovu, která má mnohonásobně vyšší hodnotu než samotný FV systém, a o provoz v této budově. Ještě před samotným zahájením přípravné fáze celého projektu instalace FV systému na střechu vybraného objektu je proto vhodné si položit několik důležitých otázek:

- Nacházejí se v budově zásoby, technologie nebo jiná zařízení s velmi vysokou hodnotou?
- Jsou tyto zásoby a zařízení citlivé na poškození vodou při případném hasebním zásahu?
- Jsou budova a provoz v ní kritické pro chod celé společnosti? Může v případě požáru budovy vzniknout významné přerušení provozu pro celou společnost?
- Jsou v objektu přítomny prostory s nebezpečím výbuchu hořlavých par, plynů nebo prachů?

V případě, že je na některé z výše uvedených otázek odpověď ANO, je nezbytné zvážit, zda střešní FV panely na takovou budovu vůbec instalovat. V případě vzniku požáru způsobeného FV systémem totiž nelze vyloučit totální škodu na celém objektu, popř. dlouhodobé přerušení provozu i v případě, že samotná majetková škoda je relativně nízká.

Rovněž je potřeba zvážit instalaci FV systému na střechu, která je v horším technickém stavu, případně na konci své životnosti (např. potřebná rekonstrukce do 5 let). V takovém případě je vhodnější nejprve realizovat rekonstrukci střechy, resp. střešního pláště a teprve následně instalovat FV systém.

I v případě, kdy stavební zákon nevyžaduje stavební povolení (případně stavební záměr dle nového stavebního zákona), je vhodné zpracovat projektovou dokumentaci včetně statického posouzení a požárněbezpečnostního řešení. I když není vyžadováno povolení stavby, je nutné posoudit umístění zařízení, popř. vedení kabelů s ohledem na stávající úroveň požární bezpečnosti stavby.

Při návrhu FV systému je samozřejmě potřeba dodržet všechny požadavky nové normy. Nicméně některé oblasti nejsou v normě řešeny vůbec nebo jen částečně, protože norma se týká primárně jen požární bezpečnosti. A i v této oblasti je norma určitým kompromisem. Může být proto přínosné zvážit a do projektu zapracovat i dále uvedená doporučení odborníků. Kromě toho je samozřejmě žádoucí větší projekty vždy konzultovat s Vaší pojišťovnou.

Statika a stavební konstrukce objektu

- Základem je posouzení statiky nosných konstrukcí stavby na zatížení FV panely jak během užívání technologie, tak během instalačních prací. Kritické může být například jednostranné zatížení střechy při vykládce panelů na střechu během instalace.
- Také je vhodné provést posouzení statiky nosných konstrukcí i na změnu zatížení sněhem a větrem.

- Dále se doporučuje instalovat tzv. deflektory na ochranu panelů před účinky větru, popř. instalovat panely „zády k sobě“ (back-to-back). Platí pravidlo, že čím vyšší je sklon panelů, tím větší účinky větru mohou být očekávány.

Požární bezpečnost

- V rámci zvýšení požární bezpečnosti odborníci doporučují používat především monokrystalické nebo polykrystalické křemíkové panely (moduly tvořené krycím sklem a zadní vrstvou ideálně z druhého krycího skla), které budou umístěny na konstrukci z materiálů třídy reakce na oheň A1–A2. Použití např. plastových nebo dřevěných nosných konstrukcí významně přispívá k rozšíření případného požáru. Terminologií nové normy se jedná pouze o systémy „s omezeným vývinem tepla“, které by měly aspirovat na hodnotu uvolněného tepla max. 75 MJ/m².

Standardně je požární odolnost konstrukcí projektována pro případ vzniku požáru uvnitř budovy a konstrukce mají zabránit jeho rozšíření do vnějších prostor. V případě instalování střešního FV systému je ale nutno zohlednit i opačný přístup – tedy možnost vzniku požáru na střeše budovy a jeho následné rozšíření do budovy. V této souvislosti je nutné upozornit, že klasifikace střešního pláště B_{ROOF(t3)} je bezpředmětná, protože zkoušky jsou prováděny na volné střeše, zatímco s instalovanými FV panely se střešní plášť chová zcela odlišně. Teplo požáru se od panelů odráží zpět do střechy a dochází k samovolnému a nekontrolovatelnému šíření požáru pod panely, které navíc svou plochou omezují účinnost hasebního zásahu.

- V ideálním případě by měly být FV systémy instalovány na střechy, které obsahují jen nehořlavé prvky a materiály (třída reakce na oheň A1 nebo A2) včetně případných izolací. FV systém by neměl být instalován v případě, že je střecha zhotovena z PUR nebo EPS/XPS sendvičových panelů (tyto typy izolace jsou velmi hořlavé a hrozí šíření požáru uvnitř panelů). V případě, že skladba střechy obsahuje zejména v horní vrstvě i jiné izolační materiály než jen s třídou reakce na oheň A1 nebo A2, popř. pokud povlaková krytina má třídu reakce na oheň F, je třeba instalovat dodatečnou tepelněizolační vrstvu o dostatečné tloušťce z materiálu třídy reakce na oheň A1 nebo A2, jako je např. tuhá těžká deska z kamenné vlny.
- Další, spíše ne zcela preferovanou variantou je umístění FV systému na střechu, jejíž povrch je tvořen štěrkovým zásypem nebo jiným nehořlavým materiálem dostatečné tloušťky. Vrstva štěrku do určité míry chrání i hořlavou konstrukci střechy před sálavým teplem při požáru a před odkapávajícími kousky plastů. Nevýhodou tohoto řešení je vyšší náročnost na statiku objektu s ohledem na váhu štěrkového zásypu spolu s váhou celého FV systému. Rovněž není možné vyloučit ani určité poškození FV panelů při vichřici vlivem létajících kamínků nebo posun panelů po mokřích oblázcích rovněž vlivem silného větru. Instalace FV systému na střechy s kačírkem je proto spíše krajním řešením.
- Instalace FVE dále není vhodná pro tzv. zelené střechy (hrozí rychlé rozšíření požáru v případě suché vegetace, komplikovaná údržba vegetace i FV systému). V těchto případech je požárem ohrožen především samotný FV systém. Riziko pro budovu je zvýšené zejména v případech, kdy jsou ve střeše světlíky apod.

- Tam, kde je vyšší riziko přerušení provozu (např. unikátní/drahá technologie v objektu, úzké místo výroby apod.), lze jako vhodné technické opatření navrhnout důslednou hydroizolaci stropu nad posledním podlažím (tj. navíc ke standardní hydroizolaci střechy, která může být během požáru poškozena), aby hasební voda neprotekla do objektu a nezpůsobila dodatečné škody uvnitř. V tomto případě je samozřejmě nutné vyřešit průběžný odvod hasební vody nebo dostatečnou únosnost stropních a nosných konstrukcí.
- V případě instalace FV panelů do fasády objektu (do zateplovacího systému) je nutné zvolit tepelnou izolaci jen třídy reakce na oheň A1 nebo A2. V případě odvětrané fasády je nutno vzduchovou mezeru upravit tak, aby nemohlo nastat šíření požáru horkým vzduchem vzhůru vlivem komínového efektu pod fasádou. Nezbytné je dodržení ČSN P 73 0847 ohledně přesahů (0,9 m na všechny strany u objektů nad 6 m výšky).
- Specifickou situací je použití tzv. ohebných nebo flexibilních FV panelů, které se lepením nebo jiným obdobným způsobem aplikují přímo na střešní plášť. Zde je nutné zohlednit přítomnost krycího plastu a většího množství uvolněného tepla při hoření. Obdobně jako v případě použití standardních FV panelů i tyto ohebné panely by měly být instalovány výhradně na střechy obsahující jen nehořlavé prvky a materiály. Alternativně lze tyto panely instalovat i na střešní plášť s klasifikací minimálně B_{ROOF}(t3), avšak pouze v případě, že použitá tepelná izolace je třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Důvodem je skutečnost, že při jejich instalaci není možné dosáhnout určité vzduchové mezery mezi panely a střešním pláštěm.
- Panely je třeba instalovat tak, aby jejich rozmístění nebránilo hasebnímu zásahu a současně aby bylo omezeno šíření požáru. Jedná se především o vytvoření uliček mezi panely a rozdělení do menších polí (pole by také měla respektovat případné požární dělení objektu pod střešní konstrukcí). I v případě, že bude instalován FV systém „s omezeným vývinem tepla“, odstupové vzdálenosti je vhodné dimenzovat podle přísnějších požadavků ČSN P 73 0847 na systémy „bez omezeného vývinu tepla“ (tj. podle čl. 6.3.2.2 a přílohy C).

Umístění komponent a částí FV systému, požárněbezpečnostní zařízení

- Pokud jsou střídače napětí umístěny v interiéru budovy, doporučuje se umístit je do samostatného požárního úseku s požární odolností nejméně 60 minut (vč. výplní otvorů), vybaveného detekcí teploty, EPS a ideálně i vhodným typem SHZ.
- V případě, že budou střídače instalovány na stěně nebo na střeše objektu, je třeba je instalovat na nehořlavý podklad (materiál třídy reakce na oheň A1 nebo A2, včetně tepelné izolace), příp. je potřeba použít nehořlavou podložku s dostatečným horizontálním/vertikálním přesahem (nejméně dle normy). Mezi střešním pláštěm a nehořlavou podložkou by měla zůstat vzduchová mezera. Pokud je střídač/rozvaděč instalován výše než 300 mm nad střešním pláštěm, je nutné velikost podložky patřičně zvětšit (obrázek v normě počítá s tím, že střídač/rozvaděč je instalován přímo na střešním plášti).
- Střídače na střeše musí být umístěny alespoň 1,5 m od světlíků z hořlavých hmot, aby nedošlo k rozšíření požáru na světlík a následnému odpadávání/odkapávání hořlavých částí do objektu a tím rozšíření požáru dovnitř objektu.
- I přes dostatečné IP krytí střídačů napětí je vhodné nevystavovat je povětrnostním podmínkám v plném rozsahu (déšť, slunce, krupobití, sníh). A pokud budou tyto systémy instalovány ve

venkovním prostředí, umístit je do stínu a vybavit je vhodnou stříškou z nehořlavých hmot (třída reakce na oheň A1–A2).

- Jsou-li střídače napětí umístěny mimo budovu, musí být v samostatném chlazeném a větraném kontejneru v dostatečné vzdálenosti (min. 10 m) od hořlavých stěn budovy. Pasivní chlazení bývá zejména v menších uzavřených prostorách neúčinné a komponenty se mohou přehřívat.
- Není vhodné instalovat střídače napětí na střechu pod samotnými FV panely, kde se mohou přehřívat, je zde špatná cirkulace vzduchu a může dojít ke kontaktu s hořlavým povrchem střechy.
- Jednotlivé střídače napětí by měly být od sebe vzdáleny vždy nejméně 50 cm.
- V případě, že je součástí instalace i bateriové úložiště, mělo by být umístěno v exteriéru v samostatném kontejneru. Do kontejneru je žádoucí instalovat systém pro měření teploty, EPS a případně i vhodný typ SHZ.
- Pokud je bateriové úložiště součástí budovy, je třeba ho umístit do samostatného požárního úseku s odolností nejméně 60 minut (v ideálním případě až 120 minut, za požární dveře v kouřotěsném provedení) vybaveného detekcí teploty, EPS a ideálně i vhodným typem SHZ. Ideální umístění baterií je u obvodové stěny s otvorem umožňujícím odvětrání prostoru a vedení zásahu (okno/dveře). Baterie by měly být snadno přemístitelné z objektu.
- Baterie by vždy měly být typu LFP (LiFePO₄), resp. s požárnětechnickými charakteristikami odpovídajícími tomuto typu nebo lepšími. Použité automobilové baterie (tzv. „second life“) představují velmi vysoké požární riziko a jejich instalaci uvnitř objektu odborníci zásadně nedoporučují. Pokud budou takové baterie v rámci FV systému použity, pak jedině v samostatném zcela nehořlavém kontejneru nejméně 15 m daleko od jiných objektů nebo hořlavých materiálů.
- Systémy EPS a systémy monitorování teploty musí být vyvedeny na místo s trvalou obsluhou, příp. prostřednictvím ZDP. Vhodné je instalovat systém EPS i do prostoru s rozvaděči, který bude přímo napojen na samočinné odpojení FV systému.
- V případě, že je součástí instalace i distribuční transformátor, tento je nutné umístit samostatně, mimo transformátor spotřeby areálu. A v ideálním případě také samostatně vyvést VN výkon.
- Je potřeba dbát na to, aby kabeláž nebyla vystavena přílišnému mechanickému namáhání (ostré ohyby, tah atd.). Řešením je použít gumové podložky na ostrých hranách nebo zvětšit vůli kabeláže. Množství ohybů kabeláže by mělo být minimalizováno.
- Kabeláž by měla obsahovat ochranu před UV zářením a měla by vést v plně uzavřených kovových žlabech třídy reakce na oheň A1–A2 (to je důležité i z hlediska ochrany před hlodavci a ptáky).
- Množství prostupů kabeláže přes střechu by mělo být co nejmenší a kabeláž je vhodnější vést po lávkách/žlabech z vnější strany.
- Všechny prostupy kabeláže do objektu je nutno zajistit tak, aby bylo minimalizováno riziko rozšíření požáru do objektu. Jedná se především o dotěsnění hmotou třídy reakce na oheň A1–A2 nebo hmotou používanou na požární ucpávky. V každém případě je potřeba dotěsnit prostup až k samotným kabelům (nevyhovující je například použití požární ucpávky v případě, kdy jsou kabely vedeny v různých chráničkách, potrubích apod.). Požární ucpávky jsou zkoušeny na

omezení požáru zevnitř objektu vně a při plně rozvinutém požáru. Takové utěsnění však nemusí bránit požáru kabelové trasy z vnějšku objektu dovnitř.

- V místě prostupu kabelové trasy přes střechu objektu nesmí být ve vzdálenosti 30 cm od prostupu žádné hořlavé konstrukce včetně případných izolací.

Bezpečnostní prvky a systémy

- Odborníci doporučují instalovat do systému tzv. DC a AC požární odpínače, které slouží k bezpečnému odpojení elektrické energie před i za střídačem napětí. Tyto odpínače musí být připojeny na tlačítka CENTRAL STOP, případně TOTAL STOP (pokud jsou v objektu instalována). Vypínací tlačítka by měla být instalována poblíž vstupu do objektu nebo v místě stávajícího vypínače elektrické energie. Instalace samostatného tlačítka není nutná v případě, kdy dojde k odpojení FV systému v případě vypnutí běžné elektrické energie.
- Napětí na jednom stringu musí být po aktivování bezpečnostní funkce maximálně 120 V DC, v souladu s čl. 6.2.3.2 ČSN P 73 0847. Toto lze zajistit pomocí například optimizérů, mikrostrídačů apod.
- Vhodné je instalovat zařízení AFCI (Arc Fault Circuit Interruption) jak na AC, tak DC straně (může být provedeno jako součást střídačů na DC straně), v souladu s čl. D.8 ČSN P 73 0847. Toto zařízení slouží k přerušení elektrického obvodu při detekci elektrického oblouku, resp. zkratu. Dokáže tak rozlišovat mezi neškodným a již potenciálně nebezpečným elektrickým obloukem.
- U veškerých instalací musí být adekvátní přepětíová ochrana a celý FV systém řádně uzemněny.
- Velmi vhodné je zpracovat a odsouhlasit s příslušným oddělením HZS dokumentaci zdolávání požáru (DZP) vč. tzv. technického listu FV systému v souladu s ČSN P 73 0847, čl. 6.2.3.7 a příloha F. A to i v případě, pokud není dána povinnost zpracovat DZP. Tento technický list by měl obsahovat přinejmenším grafické zobrazení vedení tras, typ a umístění baterií, místo umístění tlačítek pro odpojení systému, max. napětí na DC straně při aktivování bezpečnostní funkce atp. Technický list by měl být umístěn na vnitřní straně elektroměrového rozvaděče, případně na dalších místech (ohlašovna požárů atd.). Namísto je také konzultace s příslušným oddělením krajského HZS, zda chtějí tuto dokumentaci zaslat.
- Pozitivní přínos má rozšíření instalace FV systému o monitoring provozních a meteorologických dat. Tento systém je schopen porovnat množství vyrobené energie s předpokladem výroby na základě meteorologických dat. Tím lze včas odhalit významné rozdíly ve výrobě elektrické energie – například chybějící elektrická energie, která se přeměnila na teplo na zvýšených přechodových odporech proudových spojů, nefunkční, resp. poškozené FV panely a podobně.

Ochrana před bleskem

- Je nezbytné navrhnout komplexní systém ochrany před bleskem a přepětím podle aktuálně platných norem (tj. podle ČSN EN 62 305-1 až 4 ed.2), který bude naprojektován jako celek pro budovu v kombinaci s nově instalovaným FV systémem (tj. musí chránit obojí jak před přímým úderem, tak před přepětím), v souladu s čl. D.9 ČSN P 73 084. K tomu je třeba zajistit koordinaci projektanta FV systému s projektantem systému ochrany před bleskem.
- Nevhodné je vodivě propojit nově instalovaný střešní FV systém se systémem ochrany před bleskem.

Údržba

Z pohledu požární bezpečnosti (a nejen jí) je velmi důležitá údržba:

- pravidelné vizuální kontroly instalace a zařízení (neporušenost, možná změna barvy komponent a kabeláže, koroze atd.),
- pravidelné dotahování uvolněných spojů,
- vizuální kontroly celého systému po vichřici, krupobití, bouři, po zásahu bleskem atp.,
- kontrola případných průsaků nebo netěsností ve střešní konstrukci v okolí kotevních bodů v pravidelných intervalech,
- pravidelné kontroly panelů a elektroinstalace pomocí termovize. Termovize pomůže snadno a rychle odhalit nefunkční (přehřátá) místa na panelech – tzv. hotspoty. Poškození mohlo vzniknout například krupobitím, nárazem, korozí, vnitřní skrytou vadou materiálů atp. Takto identifikované poškozené panely lze následně vyměnit za nové a zvýšit tak výkon systému a snížit ekonomické ztráty. Rovněž je možné provádět kontroly s využitím termovize v přípojovacích boxech, na vodičích, rozvaděčích, střídačích atp.
- Dále je nutné minimálně 10× ročně fyzicky vyzkoušet elektromechanické DC odpínače (ideálně 12×, tj. každý měsíc). Důkladná kontrola tohoto komponentu je nutná alespoň každé 3 měsíce.
- Dokumentace by měla být vedena a pravidelné kontroly FV systému prováděny podle souboru ČSN/EN/IEC 62446, vč. termovizního snímkování.

FV panely, certifikace, realizační práce

- Odborníci důrazně doporučují instalovat pouze certifikované panely a ostatní komponenty podle aktuálně platných evropských směrnic a norem.
- Také je vhodné svěřit instalaci FV systému společnosti, která má prokazatelné zkušenosti s podobnými projekty a umí doložit potřebné reference. Seznam realizačních firem včetně recenzí od uživatelů je možné najít na:

<https://refsite.info/photovoltaics/contractors>.

Nejčastější chyby při instalaci

- Nekorektní napojení konektorů DC části.
- Nekorektní krimpování (poškození izolace, použitá nedostatečná nebo příliš velká síla atd.).
- Použití konektorů od různých výrobců (i když je deklarována kompatibilita).
- Konektory leží přímo na střeše, nejsou uvnitř pevných žlabů nebo alespoň fixovány na nosné konstrukci panelů.
- Nedostatečná fixace kabeláže na panelech. Následkem bývá zvýšené mechanické namáhání svorek a konektorů kabelů.
- Nedostatečné nebo přílišné utažení svorkovnic a šroubových spojů.
- Namáhání kabelů na ohyb nebo tlak, jejich nedostatečné upevnění.

Rizika spojená s nevhodným návrhem systému nebo jeho částí

- Zvolení vzájemně nekompatibilních komponentů.
- Nevhodné nebo poddimenzované pojistky na straně DC, chyba montáže – nedodržení polarity DC jističe.
- Nevhodné nebo poddimenzované střídače.
- Nevhodné svorky a úchyty.
- Poddimenzovaná kabeláž.
- Nevhodné umístění měniče (vystavení přímému slunečnímu svitu, korozivním látkám, nedostatečné větrání = přehřívání atd.).
- V neposlední řadě musíme poukázat i na další podstatné zdroje rizika – možné poškození vnějšími vlivy (atmosférické jevy) a možné poškození FV systémů zvířaty, případně vandalismem nebo škody krádeží (více časté u pozemních instalací FV systémů).

Zdroje informací, použité normy

- Požáry fotovoltaických elektráren: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/17636-pozary-fotovoltaickych-elektren>.
- Bojový řád jednotek požární ochrany MV GŘ Hasičského záchranného sboru ČR – metodický list č. 48 P.
- Konference AMPER 2022.
- ČSN P 730847 – Požární bezpečnost staveb – Fotovoltaické (PV) systémy.
- Zásady protipožárního zabezpečení střešních instalací FVE a opatření požární prevence, Calda Miroslav, Simek Miroslav, Hejtmánek Petr, Pokorný Marek, Wolf Petr, Hrzina Pavel, Pospíšil Libor. Vydal: Photon Energy Operations CZ s.r.o. ve spolupráci s UCEEB ČVUT v Praze a HZS Středočeského kraje, březen 2016.
- IEC/TR 63226 (Managing fire risk related to photovoltaic (PV) systems on buildings).
- VdS 3145, VdS 2234, VdS 2098-S1.
- FM Global DS 1-15 – Roof mounted solar photovoltaic panels.

ČSN EN 62246-1+A1:2023, ČSN EN IEC 62246-2:2020, IEC/TS 62246-3: 2017 (tato 3. část nebyla v době vydání dokumentu ještě zavedena do systému ČSN E