



SOLÁRNÍ ASOCIACE
SLUNCE • ENERGIE • AKUMULACE



**PHOTON
ENERGY**

UCEEB)



**ČESKÉ
VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE**

Zásady protipožárního zabezpečení střešních instalací FVE a opatření požární prevence



ÚVOD

Vzhledem k tomu, že byla shledána velmi špatná nebo nedostatečná informovanost nejen vlastníků fotovoltaických střešních instalací, ale i stavebníků a dalších státních orgánů, byla založena pracovní skupina Fire, soustředující odborníky z Univerzitního centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze, Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje, Solární asociace a zástupce instalační a servisní společnosti Photon Energy Operations. Tato skupina si vzala za cíl shromáždit základní zásady požární ochrany a bezpečnosti fotovoltaických elektráren (FVE) a shrnout je v informační brožuru, která bude důležitým podkladem nejen pro investory a majitele FVE, ale i pro instalační a servisní firmy a státní instituce od stavebního úřadu po HZS. Tato brožura může být také důležitým podkladem pro pojišťovny, aby motivovaly své klienty ke snížení rizika požáru na jimi pojištěných instalacích.

Níže psané kapitoly podrobněji rozebírají jednotlivá rizika a aspekty dle čtyř konkrétních fází: projekce, instalace, provoz a údržba, zajištění vhodných podmínek pro případný požární zásah. Aby byla zajištěna maximální bezproblémovost a dosažena vhodná požární bezpečnost, je zapotřebí FVE podrobně sledovat ve všech těchto fázích. Je bezpodmínečně nutné si uvědomit, že se musí na FVE nahlížet jako na celek, nikoli na jednotlivé komponenty.

Riziko požáru hrozí v celé instalaci, a to od montáže panelů, přes sdrůžovací rozvaděče a střídače, až po hlavní přípojný bod. Ze zkušenosti: příčiny požáru byly bohužel skutečně evidovány ve všech těchto prvcích instalace, i když ze statistického hlediska se dle rozložení pravděpodobnosti riziko zvyšuje zejména na proudových spojích nebo kabelových konektorech. Na tyto prvky bude také v tomto dokumentu brán výrazný zřetel.

Všechny fáze, ale zejména projekční a instalační, se řídí českými normami. Dle zákonné legislativy se jedná pouze o doporučení, jejichž dodržení není možné zákonnými metodami vyžadovat. Při problému či závadě bude však striktní dodržení norem základním kritériem pro pojištění plnění případné škodní události.

Nově je také Ministerstvem průmyslu a obchodu legislativně zavedeno, že instalaci fotovoltaického zařízení smí provést pouze autorizovaná osoba s profesní kvalifikací „Elektromontér fotovoltaických systémů“ (kód:26-014-H). Tyto osoby musí pro získání kvalifikace obstát v teoretických a zejména praktických zkouškách, jejichž splnění zajišťuje dostatečnou odbornost i v tomto samostatně specifickém oboru.



Foto: TÜV Rheinland

O publikaci

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.
Tisk: Photon Energy Operations CZ s.r.o.
Březen 2016
250 výtisků, 10 stran

Photon Energy Operations CZ s.r.o.
Uruguayská 380/17
120 00 Praha 2
miroslav.simek@photonenergy.com

PROJEKCE FVE

Vyhodnocení požárního rizika stavebních konstrukcí

Při projekci FV elektrárny je velmi důležité vnímat ji jako elektroinstalaci s rizikem potenciálního zdroje požáru. Proto je nutno obálku budovy s instalovanou FVE od vnitřních prostor požárně oddělit, a znemožnit tak přestup požáru jak z objektu na FVE, tak z **FVE do interiéru**. Pro hodnocení požárního rizika FVE na obálce budovy jsou zásadní tři faktory: **požární odolnost konstrukce**, **třída reakce na oheň** obálky budovy a **umístění instalace** z hlediska požárně otevřených ploch.

Požární odolnost

Odolnost obvodové stěny nebo střechy (střešního pláště) uváděná v požárně-bezpečnostním řešení uvažuje vznik požáru v budově a brání jeho rozšíření z objektu ven. Nicméně pokud není zpětně provedeno hodnocení i ve směru z povrchu střechy, kde je instalována technologie, dochází k hrubé chybě hodnocení požární odolnosti střešní skladby. A proto i skladba, jejíž povrch je kryt asfaltovou lepenkou, může být ve výsledku posouzena jako nehořlavá.

Třída reakce na oheň

Dostatečným zajištěním požární bezpečnosti z hlediska reakce materiálů na oheň střešního pláště je použití skladby s klasifikací Broof(t3). Bez klasifikace Broof(t3), např. v minulosti hojně používané **asfaltové lepenky** je potřeba šíření požáru znemožnit lokálně. Takovým opatřením může být např. umístění plechových van pod rozvaděče, aby při případné závadě na elektroinstalaci nedošlo v rozvaděči ke vzniku a následnému **rozšíření požáru** vlivem odkapávajícího plastu, dostatečně horkého ke vznícení povrchu střešního pláště.

Umístění instalace

FVE je nutné umísťovat mimo požárně nebezpečný prostor objektu, tedy v dostatečném odstupu od světlíků, světlovodů, oken ustupujících podlaží nebo vzduchotechnických výústek. A naopak, protože FVE při požáru uvolňuje teplo kolem sebe, je nutno bez ohledu na odstupové vzdálenosti objektu instalovat zařízení alespoň 2 m od všech požárně otevřených ploch.



◀ Následek propojení dvou požárních úseků kabelovým vstupem bez systémové ucpávky

Ochrana technologie proti přímému vlivu povětrnostních podmínek ▶

Optimalizace projektu s ohledem na rizika požáru

České technické normy určují minimální požadavky pro zajištění bezpečnosti a funkce určitého zařízení. Je ale vhodné zohlednit **vyšší koeficient bezpečnosti**, a správnou dimenzí vodiče nebo ostatních prvků tak dosáhnout menších tepelných ztrát. Poddimenzované prvky bývají častým zdrojem ztrátového tepla, které může vést až ke vznícení příslušné technologie. Všechny jednotky požární ochrany jsou vybaveny technikou k **zásahu na zařízení pod napětím do 400 V**, proto je vhodné volit napětí ve stringu do 400 V.

Zásahové cesty

U rozsáhlejších instalací na plochých střechách je nutné do projektu začlenit zásahové cesty: řady panelů v maximální délce 40 m oddělit odstupem 2 m, který je průchozí skrz všechny řady. Pro zaručení nepoškození hasičského zařízení je důležité v zásahových cestách zabránit vzniku ostrých hran – např. pro vedení kabeláže použít plné žlaby s víkem a přesahy podélníků konstrukcí opatřit ochrannými bočními krytkami.

Umístění technologie

I přes dostatečné IP krytí použitých rozvaděčů a střídačů je vhodné tyto nevystavovat meteorologickým vlivům – dešti a slunci. Při vyšším tepelném namáhání a vystavení vlhkosti totiž dochází ke zkrácení životnosti vnitřních prvků, a tím k vyšší pravděpodobnosti jejich poškození. To pak může být zdrojem požáru. Proto při potřebě instalovat technologii do vnějšího prostředí je velmi vhodné volit její umístění do stinných míst, případně pod stříšku proti dešti.

Integrace systému FVE do obálky budovy

V případě projekce FVE či samotných koncových prvků do fasády (do zateplovacího systému) je nutné dbát na to, aby nevzniklo slabé místo krycí vrstvy. Proto použitý tepelný izolant pod FV zařízením a v šířce alespoň 20 cm na všechny strany musí být třídy reakce na oheň A1/A2. V případě větrané fasády je nutno vzduchovou mezeru mezi systémem a fasádou upravit tak, aby nemohlo dojít vlivem proudícího teplého vzduchu k šíření požáru komínovým efektem.



INSTALACE FVE

Velikost rozvaděčů

Krytí IP proti povětrnostním vlivům spolu se schématem rozmístění vnitřních prvků v rozvaděči je zpravidla dáno projektem a při instalaci se volí vhodný odpovídající rozvaděč. Velmi častou chybou je volba malého rozvaděče, který ve výsledku nezohledňuje ztrátové teplo (dostatečné odstupy výkonových prvků). Kumulované teplo pak tepelně namáhá prvky uvnitř rozvaděče a snižuje jejich životnost. Dochází tak k vyšší pravděpodobnosti jejich poškození a to může být zdrojem požáru. V případě zpětného zjištění této situace je možné dodatečně instalovat pasivní/aktivní chlazení.

Ochrana kabeláže

Při instalaci je nutné eliminovat namáhání kabeláže ostrým ohybem nebo na tah. Nepříjemnou kombinací obou vlivů je ohyb kabeláže kolem ostré hrany. Při něm totiž dochází k plastické deformaci kabelového pláště, která může vést až k přímému zemnímu spojení daného vedení. Namáhání kabeláže lze zcela odstranit jejím správným uchycením, kontaktu kabeláže s ostrými hranami lze zabránit např. gumovou podložkou a zvětšením vřele kabeláže, aby nebyla v kontaktu s hranou.

Kabelové trasy je pak potřeba vždy vést v plastových chráničkách nebo kovových žlabech. Při volném vedení kabeláže může zejména u sedlových střech dojít například k jejímu zapadnutí do škvíry mezi trám a pochozí prkna. Při pochůzce je pak postupně poškozována izolace kabeláže, až **dojde k přímému zkratu**, který v případě dřevěného trámoví má katastrofální následky.

Následek nevhodného kabelového vedení bez ochrany ▼



Oddělení požárních úseků

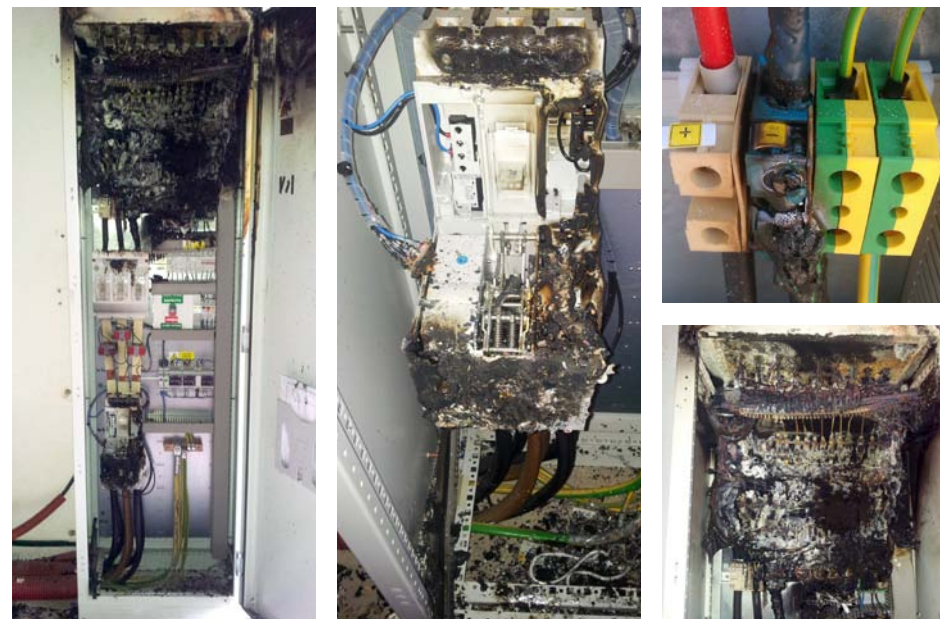
Při vedení kabeláže ze střechy dovnitř budovy, například k rozvaděčům, je nutné mít na mysli, že střecha, i vnitřní prostory jsou samostatnými a oddělenými požárními úseky. Jejich propojení v případě požáru má za následek **nekontrolovatelné šíření požáru mezi úseky**. Proto je velmi důležité takovéto prostupy opatřit požárními ucpávkami s náležitou požární odolností.

Zvýšení požární bezpečnosti

Dodatečným rozšířením požární bezpečnosti je instalace protipožárního alarmu v rozvaděčích, přímo spojených se samočinným odpojením FVE. Klasická PYR čidla používaná v prostorách budov bohužel nejsou vhodná, protože ta jsou pevně nastavena na vyhlášení poplachu při teplotách, které se v rozvaděčích mohou běžně vyskytovat. Vhodně lze použít například systém, jenž vyhodnocuje zakouření a teplotu ve dvou úrovních. Alarm je vyhodnocen například při teplotě přes 70 °C a po dosažení teploty přes 90 °C dojde k samočinnému odpojení FVE od napájení.

Jednotlivé signály a změny stavu pak mohou být předávány pomocí SMS komunikátoru, který ihned informuje majitele či správce výroby nebo servisního dispečera a ten následně provede potřebné kroky. Velmi výhodnou nadstavbou takového systému je stop tlačítko pro centrální odpojení FVE přístupné poblíž vstupu do objektu, příp. u hlavního rozvaděče. Využití tohoto tlačítka může být v mnohých krizových situacích, zejména pak v případě požárního zásahu.

Montáž požární signalizace může předejít značným škodám na majetku ▼



PROVOZ A ÚDRŽBA FVE

Systém pravidelné preventivní péče

Už samotná pravidelná přítomnost technika, když opticky zkontroluje základní komponenty, jejichž poškození je často indikováno také zápachem, dovede předejít rozsáhlým následkům škod. Je dobré si uvědomit, že elektrické komponenty, stejně jako kterékoli jiné výrobky, mohou být vyrobeny s defektem anebo mohou být od výrobce nedostatečně navrženy. Následky těchto nedostatků se zpravidla neprojeví ihned při spuštění FVE, ale až po dlouhodobější práci zařízení pod zátěží. Jejich včasné odhalení lze zajistit pouze pravidelnou preventivní kontrolou a provedením opravy dřív, než dojde k následnému poškození ve větším rozsahu.

Kontrola proudových spojů

Pravidelným servisem FVE alespoň dvakrát ročně lze předejít nejčastější příčině požáru – zahoření elektrického rozvaděče. Nejvíce exponované jsou z tohoto hlediska tzv. stringové, někdy nazývané slučovací boxy, odtud název S-Boxy. Jedná se o stejnosměrné rozvaděče zpravidla umístěné přímo na podpůrné konstrukci panelů, které slouží ke spojení stringů. Jejich výstupem pak je již jen jeden pár vodičů vedený na vstup střídače. Rozvaděč bývá poměrně malý – obsahuje propojovací sběrnici, jističní stringových vstupů a ochranu proti blesku. Kabeláž je zpravidla připojena do svorkovnice šroubovým spojem, který se však mechanickými a teplotními vlivy může lehce povolit. To má za následek **zvýšení přechodového odporu** proudového spoje a při dlouhodobém působení takového tepelného namáhání **může dojít až k požáru**.

Vzhledem k tomu, že se jedná o statisticky nejčastější příčinu požáru, je důležité se na tento aspekt zaměřit. Jen provádět preventivní kontroly nestačí, je vhodné instalovat vhodná opatření, jejichž příklad je popsán v této brožuře v části Projekce FVE, v kapitole Zvýšení požární bezpečnosti.

I další rozvaděče, například umístěné v technologických místnostech, je zapotřebí podrobit pravidelné servisní kontrole, a to jak na zmíněnou míru dotazení proudových spojů, tak na optickou kontrolu – například neporušenosti kabelové izolace, změny její barvy, naznačující degradaci tepelným namáháním a podobně. Téměř nezbytným prostředkem kontroly je také termovizní technika, která v rukou zkušeného servisního technika odhalí různá úskalí stavu technologie, které by mohlo vést k jejímu budoucímu poškození.

Čištění chlazení a filtrů ventilace

Velmi zásadním předpokladem bezporuchového provozu výrobní je mechanické čištění rozvaděčů i střídačů od nečistot. Znečištěné chlazení zhoršuje odvod tepla výkonových prvků, které se proto zahřívají ve vyšší míře. Podobně při nečistém filtru ventilace dochází ke snížení toku proudícího vzduchu a tím i účinku chlazení vnitřních komponent. V obou případech dochází ke zvýšení teploty vnitřních prvků s možným důsledkem vzniku ohniska požáru. Vyšší tepelné

namáhání má také za následek zkrácení životnosti komponent, a tím vyšší pravděpodobnost jejich poškození, které může být opět zdrojem požáru.

Monitoring a vyhodnocování provozních dat

Je na místě si uvědomit, že není možné kontrolovat elektrárnu podle množství vyrobené energie, protože ztráty, které jsou přeměněny v nežádoucí teplo v takové míře, že mohou být příčinou požáru, jsou málokdy rozlišitelné na hodnotách celkové vyrobené energie. Rozlišitelná je až ve chvíli, kdy výrobní přestane vyrábět, což už je zpravidla pozdě, a investor se často o tomto stavu dozví až následující den dle hodnoty vyrobené energie předchozího dne. To už však je většinou možné zjišťovat informace o FVE pouze ze záznamu zásahu hasičského záchranného sboru.

Proto je velmi vhodné instalaci FVE rozšířit o monitoring provozních a meteorologických dat. Základní monitoring je schopný přinejmenším porovnat množství vyrobené energie s předpokladem určeným na základě meteorologických dat nebo vyhodnotit rozdíly ve výrobě jednotlivých střídačů a tím včas odhalit rozdíly ve výrobě. Těmito rozdíly může být právě chybějící elektrická energie, přeměněná na zvýšených přechodových odporech proudových spojů v tepelnou.

Pokročilejší systémy monitoringu pak umožňují, nebo přímo samostatně provádějí, hloubkové analýzy, a jsou schopné vyhodnotit například četnost závad zařízení a určit jejich možné příčiny, anebo dle provozních dat určit opotřebení dané dílčí komponenty. Včasnou výměnou je pak nejen zajištěn bezporuchový stav výrobní, ale zároveň je eliminováno riziko poškození součástí, která může být nepřímou příčinou následného požáru.

Provádění pravidelných kontrol a zkoušek

Každé elektrické zařízení musí být dle harmonogramu podrobena pravidelným revizním zkouškám, aby bylo schopné bezpečného provozu. Pokud revize není platná, může dojít k zásadnímu **problému, například při pojistném plnění škody na zařízení**.

Kontroly musí být podroben také hromosvod, byť nebývá součástí instalace a je zpravidla spravován majitelem objektu (střechy). Ale vzhledem k tomu, že je při instalaci upraven tak, aby jím bylo zařízení FVE chráněno, je potřeba i tuto revizní zkoušku mít platnou a v pořádku.

Mnohdy se zapomíná na kontrolu protipožárního opatření. Bohužel na mnoha instalacích bývá na místním HZS vyžádán pouze souhlas při stavbě/kolaudaci zařízení, ale ke zpracování požární dokumentace instalace případného protipožárního opatření již nedojde. Je však třeba si uvědomit, že instalaci těchto opatření povinnosti majitele FVE nekončí. Že po jejich instalaci je třeba provádět pravidelné kontroly a podrobovat je pravidelným zkouškám.

POŽÁRNÍ ZÁSAH NA FVE

Informovanost

V případě, kdy bohužel dojde k požáru, bývá vysokým úskalím hasičského zásahu nepřesné, nebo dokonce žádné předání informací veliteli zásahu, který buďto jejich sháněním ztrácí drahocenný čas, anebo si musí poradit bez nich. Pak je bohužel následující postup veden zpravidla s následky na úkor poškození zařízení. Při správně zpracované dokumentaci PO musí být na přístupném místě k dispozici tzv. **operativní karta zásahu**, u menších objektů **technický list FVE**. Tyto dokumenty jsou zdrojem potřebných informací pro velitele zásahu.

Technický list fotovoltaické elektrárny

Operativní karta je přesně definovaný dokument, který musí být vytvořen u rozsáhlejších objektů v rámci dokumentace zdolávání požáru. U menších objektů není operativní karta požadována a je doporučeno vytvořit pro FVE dokument jiný, tzv. technický list FVE. Standardizovaný technický list FVE je vhodné vytvořit pro všechny instalace FVE jako rozšíření operativní karty vytvářené spolu s dokumentací PO.

Technický list FVE shrnuje informace o elektrárně: umístění technologie, možnost jejího odpojení, **možnost rozpojení do sekci s napětím pod 400 V**, schéma vedení kabelových tras a informaci o další výbavě FVE. Zejména je důležité uvést, zda instalace umožňuje zálohování energie a provoz FVE v ostrovním režimu. A pokud ano, pak typ, množství a umístění akumulátorů.

Tyto informace mají být po instalaci FVE předány příslušnému oddělení prevence HZS, který je převede do GIS (geografický informační systém) pro případ jejich použití k přípravě před zásahem. Tento technický list má být zároveň umístěn i na vnitřní straně dveří elektroměrového rozvaděče nebo rozvaděče s hlavním domovním jističem.

Označení

Za účelem předání informace veliteli zásahu o tom, kde je na objektu instalovaná FVE, se doporučuje z normy vycházející označení rozvaděčů (případně dveří od místnosti, ve které je technologie umístěna) rozšířit o označení piktogramem FVE.

U velkých areálů by pak bylo vhodné umístit výstražné tabulky i na samotný objekt, příp. na vjezd přístupové zásahové cesty. Vzhledem k tomu, že technologie umísťována na střeše nebývá zespodu vidět, je také vhodné označit samotné objekty, na kterých je instalace skutečně provedena. Povinnost a místo označení pak vyhodnotí a stanoví HZS.

Vzor technického listu FVE ►

Červeně vyznačené vodiče jsou i po odpojení přívodu el. energie pod trvalým napětím!

<p>Příjezd: Popis příjezdu k FVE možný pro přístup hasičského vozu, GPS souřadnice objektu.</p>			
<p>FV instalace: Krátký popis FVE, zda je přítomný bateriový systém schopný pracovat v ostrovním režimu, typ FV panelů, způsob uložení kabelových rozvodů a popis ochrany proti požáru, případně popis EPS. Speciální upozornění: dle charakteru budovy vyhodnocení nebezpečí požáru (např. u administrativních budov), výše přítomného napětí (zejména zda je do 400 V).</p>			
<p>Instalované HP u technologie FVE: Množství, umístění, hasicí látky.</p>			
<p>Důležitá upozornění pro velitele zásahu: Specifické informace k zásahu, např. kontaktování servisní společnosti pro posouzení aktuálního nebezpečí.</p>			
<p>Datum: Datum výstavby</p>	<p>Přehled: letecký snímek budovy</p>	<p>Projekt: Název projektu, číslo</p>	<p>Umístění FVE: Adresa</p>
<p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> — živé vodiče — živé vodiče s vyšším stupněm protipožární ochrany FV zdroj umístění hlavního odpojovače 		<p>Zákazník: Kontaktní údaje, telefon</p>	<p>Stavitel / servisní organizace: Kontaktní údaje, telefon</p>
		<p>Nouzová čísla: Kontaktní údaje, telefon</p>	

SOUHRN ZÁSAD

- Vždy se řídit normami (projekčními, instalačními).
- FVE musí vždy navrhovat a instalovat certifikovaná firma.
- FVE je ucelený systém a není možné nahrazovat libovolně jednotlivé prvky.
- Sledovat FVE ve všech fázích: **projekce, instalace, provoz a údržba, zajištění vhodných podmínek pro případný požární zásah**. Pouze při dodržení podmínek ve všech těchto fázích je zajištěna dostatečná požární bezpečnost.

Projekce FVE

Zhodnotit reakci na oheň povrchových úprav stavebních konstrukcí a návazně upravit vedení FVE. Pokud střešní plášť nemá klasifikaci Broof(t3), je zapotřebí **šíření požáru znemožnit lokálně**. Zejména brát zřetel na koncové prvky.

Instalovat koncové prvky do fasády (do zateplovacího systému) bez vytvoření slabého místa krycí vrstvy. Při instalaci do provětrávané fasády je nutno vzduchovou mezeru upravit tak, aby nemohlo dojít k šíření požáru vlivem komínového efektu.

Stanovit odstupové vzdálenosti a **zásahové cesty** (40 m a na 2 panely volno, průchozí přes všechny řady, zásahové cesty bez ostrých hran). Umisťovat rozvaděče a střídače do stinných míst.

Provoz a údržba FVE

Systém zajišťující **servis FVE** tak, aby se včas odhalila případná závada či nedostatek. Včasné odstranění **zabrání budoucímu poškození** a jeho případným rozsáhlým následkům.

Dotahovat proudové spoje a pravidelně je kontrolovat. Čistit rozvaděče, filtry (nucená ventilace střídačů, mřížky odvodu vzduchu).

Kontrolovat zvýšené teploty a přechodové odpory proudových spojů a výkonových prvků (po určitém čase provést kontrolu systému termovizním snímkováním).

Monitorovat a vyhodnocovat data výroby napovídající možné budoucí poškození zařízení. Provádět **pravidelné revize**, kontroly a zkoušky a evidovat je v souladu s plánovanými lhůtami.

Instalace FVE

Velikost rozvaděčů navrhovat s ohledem na ztrátové teplo (dostatečné odstupy výkonových prvků).

Kabelové trasy bez ostrých rohů, dostatečná **ochrana kabelového vedení** (u venkovního dbát na UV odolnost), správným uchycením znemožnit deformace kabelového pláště.

Požárně **oddělit FVE od ostatních požárních úseků** (požární ucpávka kabelového prostupu se stejnou hodnotou požární odolnosti).

Instalovat dvoustupňová čidla v rozvaděčích, která reagují na teplotu přes 70 °C (alarmující) a přes 90 °C (vypínací), a umožnit samočinné odpojení nebo rozpojení instalace pro zajištění maximálního napětí v systému do 400 V.

Požární zásah na FVE

Informovanost pomocí **technického listu FVE**.

Technický list povinnou přílohou PBR (zpracovává projektant), doporučený je pro všechny instalace FVE. Informace o FVE z technického listu převést do GIS (bude zakládat HZS).

V technickém listu FVE vyznačit mj. vedení tras, možnost zálohování energie (u ostrovního systému typ a umístění akumulátorů), možnost **odpojení živých stejnosměrných částí s hladinou napětí max. 400 V**. Technický list FVE umístit na vnitřní straně dveří elektroměrového rozvaděče.

Místně označit piktogramem FVE elektroměrový rozvaděč, v areálech také hlavní rozvaděč objektu. U velkých instalací umístit výstražné tabulky taktéž na objektu (stanoví HZS).