November 2026

ATN®	**Protipožiarna bezpečnosť stavieb Stavby s fotovoltickými elektrárňami a úložiskami elektrickej energie**	**ATN® 011**

Fire safety of buildings - Buildings with photovoltaic power plants and electricity storage

Táto ATN® bola vypracovaná Asociáciou pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky.

This ATN® was prepared by Slovak association for passive fire protection.

© Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky, 2026

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky poskytuje ATN® na bezplatné používanie odbornej verejnosti. ATN® je možné voľne šíriť a kopírovať len ako celok bez zmien textu, tabuliek, grafov a obrázkov.

Classified as Internal and General Business

OBSAH

Predhovor ... 6
Úvod ... 9
1 Predmet ... 10
2 Citované a súvisiace normatívne dokumenty ... 10
3 Termíny, definície a skratky ... 11
3.1 Termíny a definície ... 11
3.2 Skratky ... 11
4 Základy navrhovania a zhotovenia FVE na stavbách z hľadiska PBS ... 12
4.1 Všeobecne ... 12
4.2 Stavebné konštrukcie ... 13
4.2.1 Statický návrh ... 13
4.2.2 Výber vhodných materiálov a výrobkov ... 13
4.2.3 Odvetrávacia vzduchová medzera ... 13
4.3 FV moduly ... 13
4.3.1 Výber FV modulov ... 13
4.3.2 Požiarne vlastnosti materiálov používaných na výrobu modulov ... 14
4.3.3 Pokyny na správnu inštaláciu modulov ... 14
4.3.4 Požiadavky na strešné BIPV moduly ... 14
4.4 Umiestnenie a rozmiestnenie modulov ... 14
4.4.1 Umiestnenie modulov pozdĺž požiarnych stien a požiarne nechránených otvorov ... 14
4.4.2 Zabezpečenie voľných ciest na údržbu a hasenie požiarov medzi modulovými poliami ... 17
4.4.2.1 Šikmé strechy ... 17
4.4.2.2 Ploché strechy ... 18
4.5 Inštalácia elektrických zariadení FVE ... 19
4.5.1 Požiarne nebezpečenstvo a riziká vyplývajúce z chybnej inštalácie elektrických zariadení ... 19
4.5.2 Opatrenia na predchádzanie riziku poškodenia zariadení ... 19
4.5.2.1 Výber vhodných káblov, konektorov a ďalších častí inštalácie ... 20
4.5.2.2 Inštalácia rozvodov jednosmerného prúdu ... 20
4.5.2.3 Zásady inštalácie súčastí FVE vo vnútorných priestoroch ... 21
4.5.2.4 Základné pravidlá inštalácie ... 22
4.5.3 Prestupy cez požiarne deliace konštrukcie ... 22
4.5.4 Oddelenie systému jednosmerného napätia ... 22
4.5.5 Požiadavky na detekciu elektrického oblúka ... 23

Classified as Internal and General Business

4.5.5.1 Zabránenie vzniku elektrického oblúka ... 23
4.5.5.1.1 Správny výber a dimenzovanie komponentov ... 24
4.5.5.1.2 Správne navrhovanie FVE ... 24
4.5.5.1.3 Správna inštalácia FVE ... 24
4.5.5.1.4 Uvedenie do prevádzky ... 25
4.5.5.1.5 Ochrana pred elektrickým oblúkom AFCI/AFPE ... 25
4.5.5.2 Odporúčania pre kontrolu elektrického oblúka ... 26
4.6 Označenie budovy a jednotlivých častí FVE ... 27
4.7 Malé zdroje ... 33
4.8 Prehľad špecifických požiadaviek v závislosti od typu FVE ... 33
4.9 Delenie na požiarne úseky ... 37
5 Špecifické požiadavky z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti ... 37
5.1 Všeobecne ... 37
5.2 Prístup k FV modulom ... 37
5.3 Inštalácia zariadení úložísk elektrickej energie ... 37
5.4 Ďalšie inštalácie v budove s FVE ... 38
5.5 FVE zostavené s BIFV modulov ... 39
5.6 Inštalácia FVE na viacúrovňovej streche ... 39
5.7 Samostatne stojace FVE ... 40
5.8 Evakuácia ... 40
5.9 Ochrana pred bleskom ... 40
5.10 Hasiace prístroje ... 41
5.11 Odstupové vzdialenosti ... 41
6 Dokumentácia, skúšanie a údržba FVE ... 41
6.1 Všeobecne ... 41
Príloha A (informatívna) – Fotovoltické elektrárne – aspekty požiarneho ohrozenia ... 42
A.1 Všeobecne ... 42
A.2 Elektrický oblúk ... 42
A.2.1 Sériový elektrický oblúk ... 43
A.2.2 Paralelný elektrický oblúk ... 43
A.2.3 Zemný elektrický oblúk ... 43
A.2.4 Elektrické oblúky v FV moduloch ... 44
A.2.5 Elektrické oblúky v kábloch jednosmerných obvodov ... 48
A.2.6 Elektrické oblúky v rozvodných skrinkách modulov ... 51

Classified as Internal and General Business

A.3 Vonkajší požiar – vplyv FVE na vznik požiaru 53
Príloha B – Skladby plochých striech 53
B.1 Odporúčané skladby plochých striech 53
Literatúra 55

Obrázky

Obrázok 1 – Príklad správnej inštalácie ZOTSH na streche s FVE vo vertikálnej polohe 15
Obrázok 2 – Príklad správnej inštalácie ZOTSH na streche s FVE v horizontálnej polohe 16
Obrázok 3 – Príklady správneho a nesprávneho umiestnenia FV modulov 17
Obrázok 4 – Príklad a) 17
Obrázok 5 – Príklad b) 18
Obrázok 6 – Príklad c) 18
Obrázok 7 – Príklad štyroch polí FV modulov na plochej streche bez prestupujúcich požiarnych stien s atikou .. 18
Obrázok 8 – Príklad inštalácie šikmých modulov na plochú strechu bez požiarneho oddelenia 18
Obrázok 9 – Príklad šiestich polí FV modulov na plochej streche s primeraným prístupom pre zásah 19
Obrázok 10 – Príklad štyroch polí FV modulov na plochej streche s primeraným prístupom pre zásah 19
Obrázok 11 – Označenie pre káblové kanály alebo káble 20
Obrázok 12 – Príklad vhodného a nevhodného vedenia káblov cez požiarnu stenu na streche 21
Obrázok 13 – Príklad správnej inštalácie káblov v káblových kanáloch 21
Obrázok 14 – Príklad správneho a nesprávneho umiestnenia oddeľovacích prvkov 23
Obrázok 15 – Príklad vhodného a nevhodného spojenia s dôsledkami 26
Obrázok 16 – Príklad nevhodnej inštalácie striedačov na drevený podklad 27
Obrázok 17 – Označenie budovy s inštalovanou FVE 28
Obrázok 18 – Označenie budovy s inštalovanou FVE s batériovým úložiskom 28
Obrázok 19 – Označenie priestoru s káblami na jednosmerný prúd alebo striedačmi 29
Obrázok 20 – Výstražné štítky pre olovené batérie 30
Obrázok 21 – Li-ion úložisko elektrickej energie v obytnom priestore 30
Obrázok 22 – Li-Ion úložisko elektrickej energie z FVE 30
Obrázok 23 – Systém batérií (1 - striedač, 2 - elektronika batérií, 3 - batérie) 31
Obrázok 24 – Kontrolný zoznam bezpečnostných kritérií Li-ion úložiska elektrickej energie 31
Obrázok 25 – Príklad technického listu FV systému 32
Obrázok 26 – Schematický prierez budovy s uvedením požiadaviek na požiarnu odolnosť 39
Obrázok A.1 – Elektrický oblúk v obvode 200 V DC 42
Obrázok A.2 – Schematický príklad elektrických oblúkov 43

Classified as Internal and General Business

Obrázok A.3 – Káble vedené blízko seba ... 43
Obrázok A.4 – Účinky zemného elektrického oblúka cez kovový rám FV modulu ... 44
Obrázok A.5 – Miesta v moduloch, kde môže dôjsť k poruchám ... 44
Obrázok A.6 – Zobrazenie horúcich bodov na termovíznej kamere ... 45
Obrázok A.7 – Účinky prehriatia viditeľné na povrchu modulu ... 45
Obrázok A.8 – Účinky prehriatia viditeľné na povrchu spodnej strany modulu ... 45
Obrázok A.9 – Vodiče prípojnice vo vnútri modulu – zvýšený ohmický odpor a prehrievanie ... 46
Obrázok A.10 – Fotografia so skúšky modulu ... 46
Obrázok A.11 – Účinky elektrického oblúka na zadnú stranu modulu ... 46
Obrázok A.12 – Účinky elektrického oblúka na prednú časť modulu ... 47
Obrázok A.13 – Dôsledky elektrického oblúka vo vnútri prípojného portu modulu ... 47
Obrázok A.14 – Dôsledky elektrického oblúka v module na spoji fotovoltického článku a vodiča ... 47
Obrázok A.15 – Nesprávne uloženie káblov ... 48
Obrázok A.16 – Stav káblov po 4 rokoch prevádzky na mieste vystavenom slnečnému žiareniu ... 48
Obrázok A.17 – Pri inštalácii káblov môžu ostré hrany pri trení poškodiť izoláciu ... 48
Obrázok A.18 – Recept na požiar: kábel vedený cez drevený prvok s ostrými hranami ... 49
Obrázok A.19 – Poškodenie izolácie kábla ostrou hranou ... 49
Obrázok A.20 – Skúšanie izolačných vlastností káblov z hľadiska vplyvu prostredia a polomeru ohybu ... 49
Obrázok A.21 – Závažný nedostatok pri skúške vplyvu ozónu na bežne používané káble typu H07RN-F ... 50
Obrázok A.22 – Vzhľad kábla EFK SOLAR a EFK SOLAR-80 ... 50
Obrázok A.23 – Nesprávne uložené káble jednosmerného napätia v podkroví ... 50
Obrázok A.24 – Následky poškodenia káblov hlodavcami ... 51
Obrázok A.25 – Následky poškodenia káblov hlodavcami ... 51
Obrázok A.26 – Príklad nedostatočnej ochrany rozvádzača krytím IP ... 51
Obrázok A.27 – Stav elektrických spojov po požiari ... 51
Obrázok A.28 – Dva príklady nedostatočnej vzdialenosti „s“ zvodu bleskozvodu od kábla FVE ... 52
Obrázok B.1 – Zmena vývoja požiaru v prípade fotovoltického poľa ... 53
Obrázok B.2 – Odporúčaná skladba strešného súvrstvia pri plánovanej inštalácii FVE na strešnú konštrukciu ... 53
Obrázok B.3 – Realizácia krycej vrstvy na horľavú TI strechy pri plán. inštalácii FVE na strešnú konštrukciu ... 54
Obrázok B.4 – Súvislá krycia vrstva s pôdorysným presahom aspoň 2 m za hranice priemetu FVE ... 54

Tabuľky

Tabuľka 1 – Prehľad špecifických požiadaviek v závislosti od typu FVE ... 34

Classified as Internal and General Business

Predhovor

ATN® je technickou špecifikáciou obsahujúcou uznané technické pravidlá podľa 1.5 v EN 45020, ktorej účelom a cieľom je poskytnutie návodu na návrh, realizáciu a kontrolu v technickej oblasti uvedenej v predmete konkrétnej ATN®. ATN® môže byť vhodným podkladom na dobrovoľné zaviazanie sa k činnostiam v technickej oblasti v rámci zmluvných vzťahov, ako technicky záväzné riešenie pri zadaní súťažných podmienok a výbere dodávateľa.

Cieľovou skupinou na používanie ATN® sú autorizovaní architekti, inžinieri, projektanti, špecialisti požiarnej ochrany, stavbyvedúci, zhotovitelia, investori, správcovia, orgány dozoru, poisťovatelia stavieb a technologických zariadení v súlade s platnými právnymi predpismi. Riešiteľ alebo kolektív riešiteľov ATN® vyvinuli maximálne úsilie, aby ATN® obsahovala najaktuálnejšie technické riešenia problematiky na základe najnovšieho poznania v oblasti vedy a stavu techniky.

ATN® nie je regulovaná platným národným právom[1)] ani právom EÚ[2)] v oblasti normalizácie, ktoré upravujú práva a/alebo povinnosti vo vzťahu k vydávaniu, distribúcii a ochrane technických špecifikácií. ATN® preto neporušuje práva a povinnosti vo vzťahu k iným vydávaným technickým špecifikáciám, osobitne neporušuje práva a povinnosti týkajúce sa zákazu šírenia a rozmnožovania či preberania obsahu iných technických špecifikácií, naopak poskytuje aktuálne technické riešenia, ktoré nie sú obsiahnuté v iných technických špecifikáciách. Odkazy na iné technické špecifikácie uvedené v ATN® majú indikatívny charakter a používajú sa spravidla v prípade, ak príslušné ustanovenie ATN® spresňuje alebo rozširuje technické riešenia vo vzťahu k technickej špecifikácii, na ktorú sa odkazuje.

ATN® je spracovaná tak, aby bola zachovaná plná konformita s platnými právnymi predpismi Slovenskej republiky, najmä s dôrazom na určenie požiadaviek projekčných a realizačných postupov pri zohľadnení požiadaviek ochrany zdravia a životného prostredia. ATN® je považovaná za odbornú technickú špecifikáciu, ktorá obsahuje totožnú, ak nie prísnejšiu úroveň požiadaviek, ktoré sa nachádzajú v obdobných technických špecifikáciách, preto je rovnako vhodná na použitie a aplikáciu, tak ako technické špecifikácie, na ktoré sa odkazujú platné právne predpisy.

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany SR je vlastníkom všetkých autorských práv k zverejneným ATN®. ATN® je možné použiť výlučne na účel určený v jej predmete, pričom ATN®, resp. jej podstatné časti nie je možné bez súhlasu autorov využiť na komerčné šírenie a rozmnožovanie za účelom dosiahnutia zisku. Pri použití informácií získaných z ATN®, je používateľ povinný uviesť Asociáciu pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky ako zdroj informácií, pričom takto použité informácie nesmú byť pozmeňované.

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany SR nezodpovedá za prípadné škody, ktoré by mohli vzniknúť v dôsledku akéhokoľvek, najmä nie však výlučne nesprávneho, či inak nevhodného použitia ATN® v praxi. Návody a postupy uvedené v ATN® je možné aplikovať len odborne spôsobilou osobou schopnou posúdiť obsah, ako aj uskutočnenie navrhovaného technického riešenia. Správnosť ponúkaného technického riešenia sa musí osvedčiť odborne spôsobilou osobou pre každý jeden aplikovaný prípad (ad hoc).

Pripomienky k obsahu ATN® sú vítané na kontaktných miestach generálneho sekretariátu Asociácie pasívnej požiarnej ochrany SR.

Snahou Asociácie pasívnej požiarnej ochrany SR je v ATN® uvádzať priebežné zmeny v súvisiacich právnych predpisoch, čo môže viesť k častejšej aktualizácii príslušnej ATN®. Z toho dôvodu sa odporúča používateľom ATN®, aby pri uvádzaní odkazu na príslušnú ATN® uvádzali tento odkaz ako datovaný s uvedením roku a mesiaca jej vydania napr. ATN® 00X: 2016-12.

Súvisiace právne predpisy

[1] zákon č. 314/2001 Z. z. o ochrane pred požiarmi v znení neskorších predpisov

[2] zákon č. 25/2025 Z. z. Stavebný zákon a o zmene a doplnení niektorých zákonov (Stavebný zákon) v znení neskorších predpisov

[1)] Zákon č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii v znení neskorších predpisov

[2)] Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1025/2012 z 25. októbra 2012 o európskej normalizácii.

Classified as Internal and General Business

[3] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[4] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[5] vyhláška Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 94/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších predpisov

[6] vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č. 508/2009, Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia v znení neskorších predpisov

Zmeny oproti predchádzajúcemu vydaniu ATN®

Oproti predchádzajúcemu vydaniu ATN® 011 z marca 2025 boli uskutočnené tieto zmeny:

- Úprava Kapitoly 2 a Kapitoly 3;
- Doplnenie a úprava požiadaviek na skladbu strešnej konštrukcie, delenia na požiarne úseky, prístupové pásy, zásahové cesty a tesnenia prestupov v Kapitole 4;
- Upresnenie požiadaviek Kapitoly 5 a doplnenie článku 5.11 Odstupové vzdialenosti;
- Doplnenie novej Prílohy B;
- Doplnenie časti Literatúra.

Vypracovanie ATN®

Riešiteľ: Mgr. Peter Robl, peter.robl@knaufinsulation.com, tel.: +421 903 585 639

Pracovná skupina: PS Fotovolika 2

Členovia PS:

Ing. Katarína Obuchová, obuchova@appo.sk, tel.: +421 948 471 878

Ing. Lukáš Zelem, PhD., lukas.zelem@mineralnaizolacia.sk, tel.: +421 908 820 807

Ing. Zuzana Lacová, PhD., zuzana.lacova@stuba.sk, tel.: +421 904 257 260

Ján Karaba, jan.karaba@sapi.sk, tel.: +421 902 287 397

Peter Baláž, peter.balaz@sapi.sk tel.: +421 903 201 019

Ing. Daniel Urbanovič, urbanovic@elektroprojektant.sk, tel.: +421 907 811 741

Vypracovanie prechádzajúcich vydaní ATN®

Riešiteľ: Ing. František Gilian, generalsekretar@appo.sk, tel.: +421 907 811 926

Pracovná skupina: PS Fotovolika 1

Členovia PS:

Ing. Vladimír Knápek, PhD., haskomplex@haskomplex.sk, tel.: +421 905 433 305

Doc. Ing. Juraj Olbřímek, PhD., juraj.olbrimek.sk@gmail.com, tel.: +421 905 471 308

Ing. Tomáš Krchnák, viceprezident@appo.sk, tel.: +421 917 840 596

Tibor Hanko, tibor.hanko@harp.sk, tel.: +421 048 908 351

Ing. František Paluška, paluska@termoklima.sk, tel.: +421 907 261 586

Classified as Internal and General Business

Ing. Miloš Böhmer, Milos.Bohmer@siemens.com, tel.: +421 903 448 241

Ing. Michal Sahuľ, sahul@sez-kes.sk, tel.: +421 908 191 238

Ing. Daniel Urbanovič, urbanovic@elektroprojektant.sk, te.l: +421 907 811 741

Marcel Vojčík, vojcik@sez-kes.sk, tel.: +421 908 259 313

Ing. Róbert Koščak, rbrt.koscak@gmail.com, tel.: +421 907 691 316

Classified as Internal and General Business

Úvod

Táto ATN® bola spracovaná a vydaná na základe súhlasu Slovinského združenia požiarnej ochrany (Slovenian Fire Protection Association - Slovensko združenje za požarno varstvo (SZPV)), ktorý bol udelený Asociácii pasívnej požiarnej ochrany SR dňa 3. marca 2021 na použitie obsahu Smernice SZPV 512 – Smernica o požiarnej bezpečnosti fotovoltických elektrární.

Názov dokumentu v slovinskom jazyku:

Smernica SZPV 512: Smernica o požiarni varnosti sončnih elektrarn, izdaja 02/16, Slovensko združenje za požarno varstvo

Táto ATN® bola spracovaná a vydaná pre navrhovanie požiadaviek na protipožiarnu bezpečnosť fotovoltických elektrární a pre doplnenie chýbajúcich požiadaviek národných právnych predpisov a slovenských technických noriem.

Classified as Internal and General Business

1 Predmet

Táto ATN® obsahuje požiadavky protipožiarnej bezpečnosti pre navrhovanie a zhotovenie fotovoltických elektrární s panelmi umiestnenými na strechách, obvodových stenách alebo ľahkých obvodových plášťoch stavieb a s úložiskami elektrickej energie vo vnútri stavieb, inštalovaných ako súčasť malých zdrojov, definovaných v 4.7.

POZNÁMKA. – Požiadavky na zabezpečenie protipožiarnej bezpečnosti batériových úložísk väčších výkonov, resp. úložísk, ktoré nie sú súčasťou fotovoltických elektrární, nie sú riešené v tejto ATN®.

2 Citované a súvisiace normatívne dokumenty

ATN® 004 Protipožiarna bezpečnosť stavieb. Elektrické inštalácie. Zásady navrhovania a zhotovenia

ATN® 005 Zariadenia na ochranu pred účinkami atmosférickej elektriny. Detaily návrhu a zhotovenia

STN EN 13501-2 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 2: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok požiarnej odolnosti a/alebo dymotesnosti (okrem ventilačných zariadení)

STN EN 13501-5 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 5: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok striech namáhaných vonkajším ohňom

STN EN 61140 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom. Spoločné hľadiská pre inštaláciu a zariadenia

STN EN IEC 62305-3 Ochrana pred bleskom. Časť 3: Hmotné škody na stavbách a ohrozenie života

STN EN 62509 Regulátory nabíjania akumulátorov fotovoltických systémov. Výkonnosť a funkčnosť

STN EN IEC 60947-3 Nízkonapäťové spínacie a riadiace zariadenia. Časť 3: Spínače, odpájače, odpínače a poistkové kombinácie

STN EN IEC 61730-1 Posúdenie bezpečnosti fotovoltického (PV) modulu. Časť 1: Konštrukčné požiadavky

STN EN IEC 62093 Zariadenia na premenu energie fotovoltických systémov. Posúdenie návrhu a schválenie typu

STN EN IEC 62790 Spájacie elektroinštalačné škatule pre fotovoltické moduly. Požiadavky na bezpečnosť a skúšky

STN EN IEC 63027 Fotovoltické energetické systémy. Detegovanie a prerušenie jednosmerného oblúka

STN EN ISO 13943 Požiarna bezpečnosť. Slovník

STN ISO 13785-2 Skúšky reakcie vonkajších obkladov stien na oheň. Časť 2: Skúška na vzorke veľkých rozmerov

STN P CEN/TS 1187 Skúšobné metódy pre zaťaženie striech vonkajším požiarom

STN 33 2000-6 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 6: Revízia

STN 33 2000-4-42 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-42: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred účinkami tepla

STN 33 2000-5-51 Elektrické inštalácie budov. Časť 5-51: Výber a stavba elektrických zariadení. Spoločné pravidlá

STN 33 2000-5-537 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-53: Výber a stavba elektrických zariadení. Prístroje na ochranu, bezpečné odpojenie, spínanie, ovládanie a monitorovanie. Oddiel 537: Bezpečné odpojenie a spínanie

STN 33 2000-5-56 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 5-56: Výber a stavba elektrických zariadení. Bezpečnostné technické prostriedky budov

STN 33 2000-7-712 Elektrické inštalácie budov. Časť 7-712: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Fotovoltické (PV) systémy

STN 33 2312 Elektrické zariadenia malého a nízkeho napätia v tuhých horľavých materiáloch a na nich

STN 34 3085 Pravidlá na zaobchádzanie s elektrickým zariadením pri požiaroch alebo zátopách

STN 92 0202 Požiarna bezpečnosť stavieb. Vybavovanie stavieb hasiacimi prístrojmi

STN EN 60085 Elektrická izolácia. Tepelná klasifikácia a označovanie

Classified as Internal and General Business

STN EN IEC 62485-2 Bezpečnostné požiadavky na akumulátorové batérie a inštalácie batérií. Časť 2: Stacionárne batérie

STN EN 62852 Konektory na jednosmerné aplikácie vo fotovoltických systémoch. Bezpečnostné požiadavky a skúšky

Súbor STN EN IEC 61730 Posúdenie bezpečnosti fotovoltického (PV) modulu

Súbor STN EN 62446 Fotovoltické (PV) systémy. Požiadavky na skúšanie, dokumentáciu a údržbu.

Súbor STN EN 62109 Bezpečnosť výkonových meničov používaných vo fotovoltických energetických systémoch

STN EN IEC 63056 Akumulátorové články a batérie obsahujúce alkalické alebo iné nie kyslé elektrolyty. Bezpečnostné požiadavky na lítiové akumulátorové články a batérie na používanie v systémoch na akumuláciu elektrickej energie

STN EN 50524 Údajový list fotovoltických striedačov

STN EN IEC 62790 Spájacie elektroinštalačné škatule pre fotovoltické moduly. Požiadavky na bezpečnosť a skúšky

TNI CLC/TR 50670 Namáhanie striech vonkajším ohňom v kombinácii s fotovoltickými (PV) poľami. Skúšobné metódy

STN EN 13501-1 Klasifikácia požiarnych charakteristík stavebných výrobkov a prvkov stavieb. Časť 1: Klasifikácia využívajúca údaje zo skúšok reakcie na oheň

STN EN ISO 11925-2 Skúšky reakcie na oheň. Zapáliteľnosť výrobkov vystavených priamemu pôsobeniu plameňa. Časť 2: Skúška jednoplameňovým zdrojom (ISO 11925-2: 2020)

3 Termíny, definície a skratky

3.1 Termíny a definície

V tejto ATN® sa používajú termíny a definície podľa technických noriem uvedených v kapitole 2 a tieto termíny a definície:

3.1.1 FV modul pripojený k budove (BAPV) (*building attached PV***):** fotovoltický modul (FV modul) sa považuje za pripojený k budove v prípade, že FV modul je nainštalovaný na plášti budovy a nie je integrovaný do budovy (nie je stavebným prvkom)

[ZDROJ: EN IEC 61730-1: 2018, definícia 3.3.1, modifikovaná]

3.1.2 FV modul integrovaný do budovy (BIPV) (*building integrated PV***):** fotovoltický modul (FV modul) sa považuje za integrovaný do budovy v prípade, že FV modul tvorí stavebný prvok zabezpečujúci ďalšie funkcie

[ZDROJ: EN IEC 61730-1: 2018, definícia 3.3.2, modifikovaná]

3.1.3 Malé bezpečné napätie: napätie malej hodnoty používané na zabezpečenie ochrany pred úrazom elektrickým prúdom, ktorého prípustná hodnota, spôsob vytvorenia a podmienky použitia sú určené príslušnými požiadavkami súboru STN 33 2000

3.1.4 Krycia vrstva: súvislá vrstva vytvorená z materiálu triedy reakcie na oheň A1/A2, ktorá slúži pre zamedzenie šírenia požiaru do strešného súvrstvia

3.2 Skratky

V tejto ATN® sa používajú tieto skratky:

AVD - hasiaca látka (prísada) na hasenie Li-ion batérii

AC - striedavý prúd / napätie

CFD - Computational Fluid Dynamics

DC - Jednosmerný prúd / napätie

EIS - Elektroizolačný systém

Classified as Internal and General Business

FVE - fotovoltická elektráreň

FV - fotovoltický (preklad angl. termínu „photovoltaic“)

FVZ - fotovoltické zariadenie (používa sa na označenie tzv. malých zdrojov, alebo zariadení, ktoré neslúžia primárne na výrobu elektriny, napr. priamy fotovoltický ohrev vody)

POZNÁMKA. – V tejto ATN® sa pod skratkou FVE myslia aj FVZ.

F-500 - špeciálna prísada do hasiva (enkapsulačné činidlo)

HFC - fluorovaný uhľovodík (preklad angl. termínu „hydro-fluor-carbon“)

HP - hasiaci prístroj

Li-ion - lítium-iónový

PBS - protipožiarna bezpečnosť stavby

PFC - perfluórovaná zlúčenina

PV - photovoltaic modul

PVC - polyvinylchlorid

PO - požiarna ochrana

PÚ - požiarny úsek

UV žiarenie - ultrafialové žiarenie

ZOTSH - zariadenie na odvod tepla a splodín horenia

4 Základy navrhovania a zhotovenia FVE na stavbách z hľadiska PBS

4.1 Všeobecne

Pri navrhovaní a zhotovení FVE na existujúcej stavbe sa musí zohľadniť existujúca koncepcia PBS a vychádzať z toho, že úroveň PBS sa nesmie znížiť. V prípade novej stavby je FVE súborom zariadení alebo systémom, ktorý sa má integrovať do koncepcie PBS.

Dôležitý je správny výber komponentov FVE vhodných pre zaťaženie, ktoré prenášajú na nosnú a podkladovú konštrukciu a zodpovedajúcich koncepcii PBS. Životnosť najpoužívanejších FVE je 25 rokov a viac. Počas tohto obdobia sú vystavené vplyvom prostredia (dážď, vietor, sneh, zmeny teploty, agresívne plyny v atmosfére), ale musia odolávať aj extrémnym poveternostným udalostiam (silný vietor, búrka, krupobitie atď.). Poškodenie môže spôsobiť elektrický oblúk, ktorý je iniciátorom vznietenia.

Aj dobrý návrh môže byť eliminovaný nesprávnym zhotovením. FVE musia inštalovať kvalifikovaní zhotovitelia. Zodpovedný špecialista požiarnej ochrany, ktorý navrhuje riešenie PBS, by mal byť zapojený aj ako dozor pri inštalácii FVE.

Všetky komponenty FVE musia byť navrhnuté a vyhotovené v súlade s požiadavkami STN 33 2000-5-51 a STN 33 2000-7-712. Nevyhnutným podkladom pre správny výber, montáž, revíziu a prevádzku FVE je protokol o určení vonkajších vplyvov, pôsobiacich v mieste inštalácie FVE. Podrobnosti o určovaní vonkajších vplyvov sú uvedené v predmetnej STN.

FVE je väčšinou zaradená medzi vyhradené technické zariadenia elektrické skupiny B (s prúdom alebo napätím, ktoré nie sú bezpečné) v súlade s právnym predpisom [6]. V prípade, že FVE svojimi parametrami alebo miestom osadenia napĺňa charakteristiku vyhradeného technického zariadenia elektrického skupiny A t. j. zariadenia s vysokou mierou ohrozenia, platia pre jej návrh, realizáciu a prevádzku požiadavky, stanovené uvedeným právnym predpisom.

Classified as Internal and General Business

4.2 Stavebné konštrukcie

4.2.1 Statický návrh

Nosná konštrukcia stavby sa musí navrhnúť tak, aby preniesla trvalé zaťaženie súčastí FVE, ako aj náhodné zaťaženie z pravidelnej údržby FVE. Pri výbere FV modulov, dimenzovaní polí a upevňovacích konštrukcií sa musí zohľadniť dodatočné zaťaženie spôsobené poveternostnými podmienkami (vetrom, snehom, dažďom) alebo ľudským faktorom. Všetky zásahové cesty potrebné pre prístup hasičov alebo údržby, musia zohľadňovať ich hmotnosť a hmotnosť hasičskej výzbroje a výstroje v čase zdolávania požiaru a počas údržby. Informácie o nich musia byť zahrnuté do statického návrhu.

POZNÁMKA. – Orientačná hmotnosť hasiča vo výstroji je 100-120 kg/m^2.

4.2.2 Výber vhodných materiálov a výrobkov

FVE zostavené z BAFV modulov alebo BIFV modulov sa nesmú inštalovať priamo na horľavú nosnú konštrukciu strechy s triedou reakcie na oheň inou než A1 alebo A2 bez dodatočnej protipožiarnej ochrany TRO A1/A2 (napr. betónová/pálená krytina, plechová krytina, nadkrokvová izolácia z tepelnej izolácie s TRO A1/A2). Projektant má navrhovať materiály a výrobky s požiarnymi vlastnosťami ekvivalentnými požiarnym vlastnostiam podkladovej konštrukcie alebo ich zodpovedajúcim spôsobom chrániť. Pri tomto výbere berie do úvahy, že požadované vlastnosti musia zabezpečiť úplnú životnosť FVE a zohľadňovať konečné použitie výrobku (napr. objemovú hmotnosť použitej tepelnej izolácie pre pochôdzne strechy). Príklady správneho návrhu sú uvedené v 4.3.4 a 4.4. Zohľadňujú sa aj požiadavky uvedené v tabuľke 1 v 4.8 a v 5.5. Uvedené požiadavky sa primerane vzťahujú aj na návrh a inštalovanie ostatných komponentov FVE, umiestnených v skrinkách resp. rozvádzačoch (striedače, optimalizátory, odpojovače a pod.). Požiadavky na káblové rozvody FVE sú uvedené v 4.5.1 až 4.5.3.

Inštalácia FVE sa odporúča na strešných plášťoch s klasifikáciou Broof(t3), resp. Broof(t4) a v súlade s Prílohou B – skladby plochých striech. Uvedené požiadavky sa primerane vzťahujú aj na návrh a inštalovanie ostatných komponentov FVE, umiestnených v skrinkách resp. rozvádzačoch (striedače, optimálizátory, odpojovače a pod.).

Ak je FVE umiestnená na streche (strešnom plášti) s horľavou hydroizolačnou fóliou alebo horľavou tepelnou izoláciou s inými horľavými vrstvami, je vhodné použiť na prístupových cestách pre údržbu a hasenie nehorľavé izolačné materiály.

Pri umiestňovaní súčastí FVE (rozvádzače, striedače, atď.) na strechu s horľavou vrchnou vrstvou (napr. asfaltové a bitumenové pásy, hydroizolačné PVC fólie, atď.) odporúčame tieto súčasti umiestniť na nehorľavú podložku, ktorá bude aspoň čiastočne chrániť horľavý povrch pred účinkami prípadného požiaru inštalácie.

POZNÁMKA. – Primeraným riešením je umiestnenie inštalácií na betónovú plošnú dlažbu. Ako ochranu horľavého povrchu strechy pred odkvapkávaním horiacich materiálov zo súčastí je vhodné zabezpečiť medzery medzi plošnou dlažbou pred prenikaním týchto látok na povrch strechy. Zabezpečenie medzier medzi dlažbami môže byť vykonané ich vyplnením alebo ich prekrytím.

4.2.3 Odvetrávacia vzduchová medzera

Vzdialenosť medzi spodnou stranou FV modulu a vrchnou vrstvou strechy (strešného plášťa) umožňuje vetranie a zabraňuje prehrievaniu materiálov. Táto vzdialenosť meraná od strednej výšky strešnej krytiny (príklad: vlnitá strešná krytina) musí byť na základe skúseností najmenej 60 mm.

V prípade, ak je FV modul určený na lepenie priamo na strešnú krytinu resp. fasádu, je potrebné preveriť, či výrobca FV modulu nepredpisuje špeciálny spôsob lepenia na daný povrch z dôvodu zabezpečenia správneho chladenia (vetrania) FV modulu. Odporúča sa získať informáciu od výrobcu FV modulu o tom, či je možné daný typ modulu priamo lepiť na konkrétny typ strešnej krytiny resp. fasády.

4.3 FV moduly

4.3.1 Výber FV modulov

FV moduly (ďalej len „moduly“) musia spĺňať požiadavky noriem, pokiaľ ide o zaťaženie, ktorému sú vystavené, aby sa zabránilo poškodeniu, ktoré by mohlo viesť k požiaru. Mali by sa používať moduly triedy A podľa STN EN IEC 61730-1, t. j. triedy II z hľadiska úrovne izolácie podľa STN EN 61140.

Classified as Internal and General Business

Za vyhovujúce sa považujú svorkovnice podľa STN EN IEC 62790, prostredníctvom ktorých sú moduly pripojené k systému.

V niektorých prípadoch sú moduly vystavené korozívnemu prostrediu, napr. v poľnohospodárskych aplikáciách, ako sú maštale, stajne, hydinárne a podobne. V týchto prípadoch môže dôjsť ku korózii v dôsledku výparov roztoku amoniaku a preto by sa mali používať prvky odolné voči korózii. Okrem toho je nevyhnutná pravidelná údržba, pravidelné kontroly a merania na kontrolu prípadného poškodenia systému.

Pri výbere modulov, dimenzovaní polí a podkladových konštrukcií sa musia zohľadniť aj mechanické vlastnosti modulov, napr. ohyb spôsobený hmotnosťou snehu. Informácie o tom by mali byť zahrnuté v statickom posúdení.

Okrem týchto požiadaviek by sa pri inštalácii FVE mali zohľadniť aj požiadavky uvedené v tabuľke 1 v 4.8.

4.3.2 Požiarne vlastnosti materiálov používaných na výrobu modulov

Moduly FVE sú zložené z nehorľavých a horľavých materiálov. Nehorľavé materiály sú materiály ako sklo a kovy, ktoré tvoria plášť a spodnú konštrukciu, zatiaľ čo horľavé materiály sú živice, plasty atď., ktoré tvoria káble, izolácie atď. Moduly preto spravidla nemožno považovať za nehorľavé stavebné výrobky (trieda reakcie na oheň A1 alebo A2 podľa STN EN 13501-1). Požiarne vlastnosti modulov sa preukazujú skúškami reakcie na oheň z hľadiska zapáliteľnosti podľa STN EN IEC 61730-2.

Pre moduly, ktoré majú byť použité na verejnej budove sa odporúča aj vykonanie požiarnej skúšky podľa TNI CLC/TR 50670.

Pri určení priemerného požiarneho zaťaženia špecialistom PO sa ďalej postupuje podľa právneho predpisu [5]. Pri určenej triede reakcie na oheň modulov FVE sa postupuje analogicky, ako pri priemernom požiarnom zaťažení, či ide o horľavé alebo nehorľavé komponenty.

4.3.3 Pokyny na správnu inštaláciu modulov

Moduly sa musia inštalovať v súlade s pokynmi výrobcu a predpismi a normami pre nízkonapäťové inštalácie. Rozpojenie DC obvodov pod zaťažením môže spôsobiť vznik nežiadúceho oblúka. STN EN 62852 v prílohe A stanovuje symboly pre výstrahu NEROZPOJUJTE POD ZAŤAŽENÍM. Jeden s týchto dvoch symbolov musí byť na všetkých spojoch vyhotovených pomocou FV konektorov.

4.3.4 Požiadavky na strešné BIPV moduly

Ak sa moduly používajú ako strešná krytina alebo ako súčasť strešnej konštrukcie, tzv. integrované moduly, musia spĺňať požiadavky platné pre strešnú krytinu budovy, na ktorej sú inštalované.

Príklad 1: Ak sa vyžaduje, aby bola strešná krytina odolná proti odpadávaniu/odkvapkávaniu horľavých častíc, malo by sa to zohľadniť pri výbere modulov. Dodávateľ je povinný predložiť dôkaz o požiarnej vlastnosti.

Príklad 2: Ak sa vyžaduje, aby strecha mala požiarnu odolnosť zhora alebo zdola, alebo z oboch strán, vyžaduje sa dôkaz od výrobcu, že modulárna konštrukcia strechy spĺňa tieto požiadavky.

Integrované moduly sa musia inštalovať na nehorľavý podklad, musia sa dodržať požadované vzdialenosti od horľavých prvkov strechy a príslušné pokyny výrobcu. To platí aj pre vedenie elektrických káblov integrovaných modulov.

4.4 Umiestnenie a rozmiestnenie modulov

4.4.1 Umiestnenie modulov pozdĺž požiarnych stien a požiarne nechránených otvorov

Pri inštalácii FVE na budove sa musí zohľadniť rozdelenie stavby na požiarne úseky (PÚ). FV moduly musia byť umiestnené v blízkosti požiarnych stien tak, aby neprispievali k prenosu požiaru z jedného PÚ do druhého a prestupy inštalácií nesmú znižovať úroveň PBS. Tieto požiadavky sú splnené ak:

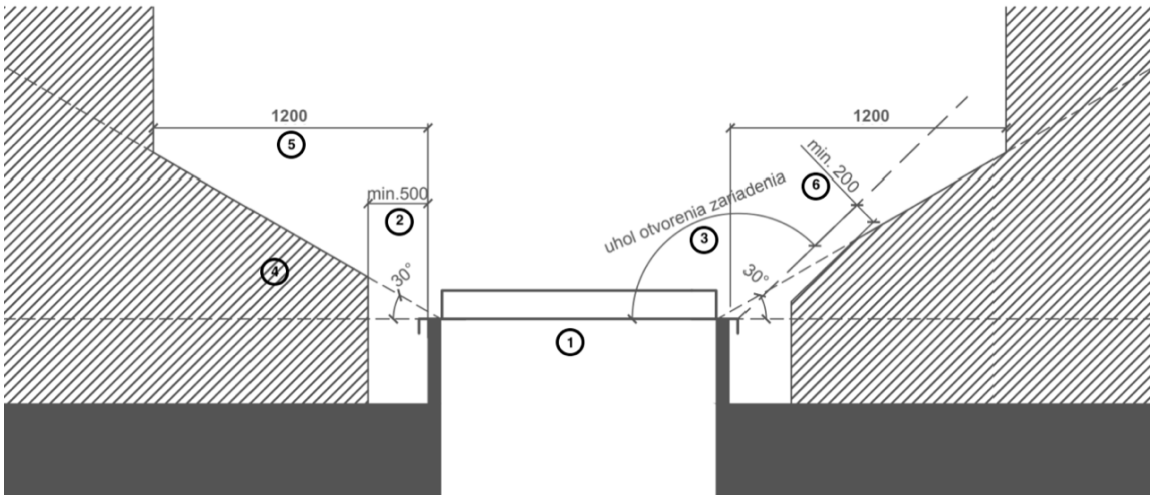
– FV moduly ani iné horľavé (stavebné) prvky nie sú inštalované na požiarne steny alebo podobné požiarne deliace konštrukcie na streche, alebo obvodovej stene fasády budovy;

Classified as Internal and General Business

- komponenty ZOTSH sú inštalované tak, že ich funkčnosť nie je FV modulmi obmedzená;
- FV moduly a iné komponenty FVE nie sú inštalované na komponenty ZOTSH, ani v priestore , ktorý môže byť ohrozený horúcim dymom, ktorý by mohol spôsobiť zapálenie prvkov FVE a aktiváciu EPS ich okolí do vzdialenosti najmenej 1,2 m. Táto vzdialenosť môže byť upravená po presnejšom stanovení priestoru okolo zariadenia ZOTSH, ktorý môže byť ohrozený horúcimi splodinami horenia, ktoré by mohli spôsobiť zapálenie prvkov FVE a aktiváciu EPS. Pri stanovovaní inej vzdialenosti ako 1,2 m sa odporúča vychádzať z CFD modelu;

  POZNÁMKA. – Pre zistenie teploty dymu sa odporúča vychádzať z CFD modelu. Bez použitia CFD modelu sa odporúča osadiť ZOTSH do vzdialenosti minimálne 1,2 m od FV modulov.

- je zabezpečený prístup ku komínom, vetracím zariadeniam, strešným ventilátorom atď. a je okolo nich zabezpečený voľný priestor v súlade s požiadavkami pracovníkov údržby; šírka voľného priestoru okolo strešných zariadení je väčšia ako 1,2 m;
- okolo požiarne otvorených plôch (okno, svetlík, strešné okno atď.) musí byť najmenej 1,2 m široký pás bez modulov a iných horľavých zariadení FVE;
- sú v okolí modulov inštalované súčasti ZOTSH podľa obrázkov 1 a 2;
- vzdialenosť medzi modulmi a okrajom požiarnej steny musí byť najmenej 1,0 m, okrem prípadov, keď požiarna stena presahuje viac ako 0,45 m nad horný povrch modulu;
- FV moduly triedy A podľa STN EN IEC 61730-1 sa zabudujú do strechy, pre ktorú sa nevyžaduje požiarna odolnosť, a požiarna stena siaha najmenej 0,45 m nad moduly; v tomto prípade môžu byť zabudované FV moduly umiestnené až po okraj požiarnej steny; vhodnou konštrukciou je aj 1,2 m široký pás bez zabudovaných FV modulov na každej strane požiarnej steny, ako sa vyžaduje v predchádzajúcej odrážke.
- FVE moduly BIPV ani BAPV sa nesmú inštalovať v mieste požiarnych pásov.



Obrázok 1 – Príklad správnej inštalácie ZOTSH na streche s FVE vo vertikálnej polohe

1 – ZOTSH

2 – najmenšia vzdialenosť od ZOTSH zhotoveného podľa ATN® 008 pre účel údržby a hasičského zásahu

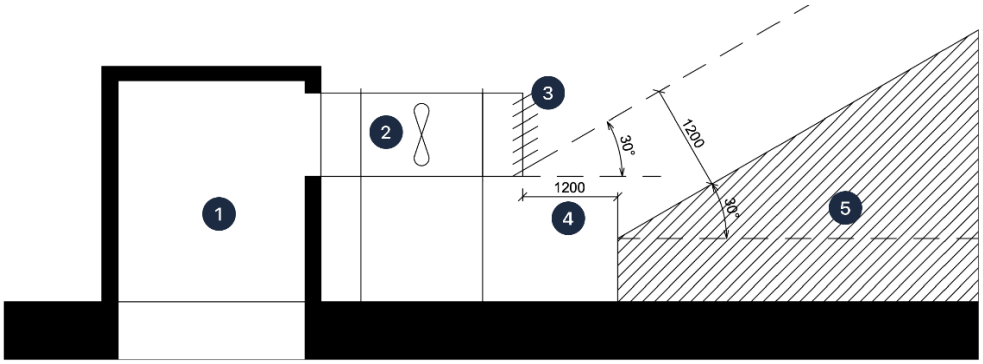
3 – uhol otvorenia ZOTSH

4 – FV moduly

5 – najmenšia vzdialenosť od ZOTSH bez dodatočných úprav

6 – najmenšia vzdialenosť krídla ZOTSH od FV modulov pri otvorení ZOTSH

Classified as Internal and General Business



Obrázok 2 – Príklad správnej inštalácie ZOTSH na streche s FVE v horizontálnej polohe

1 – prestup ZOTSH cez strešnú konštrukciu

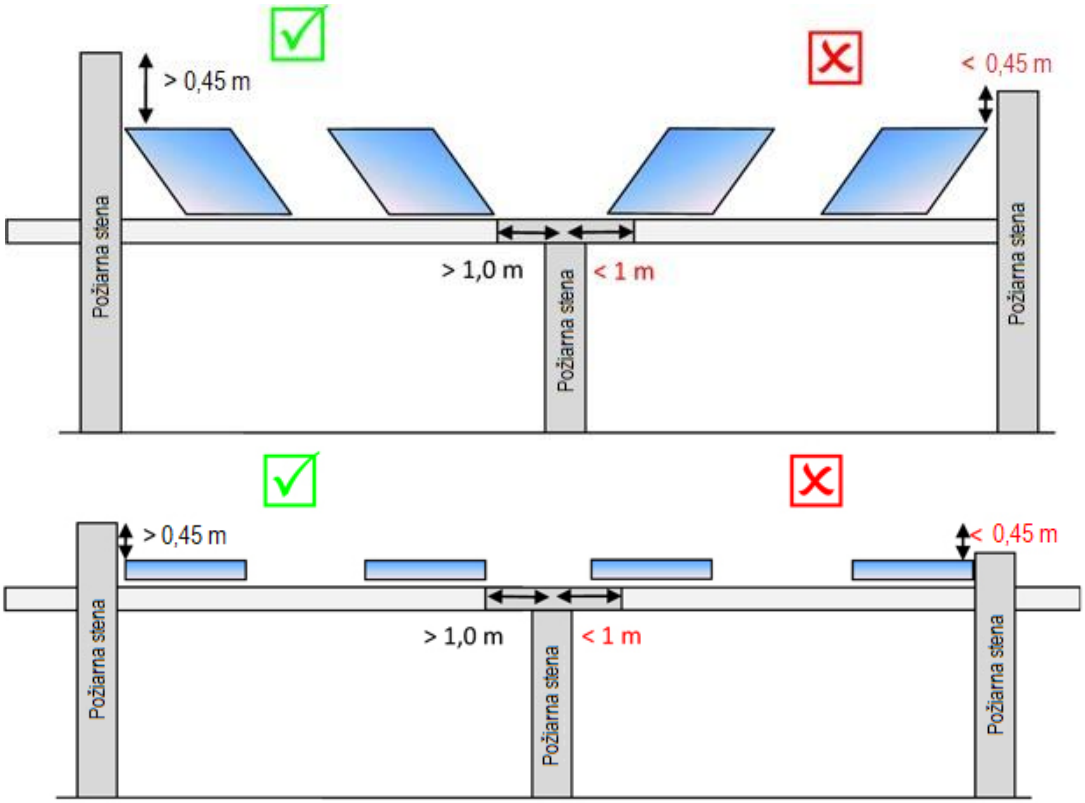
2 – ZOTSH v horizontálnom vyhotovení

3 – výfuk splodín horenia orientovaný v uhle 30 ° od vodorovnej roviny výfuku smerom nad strešnú konštrukciu

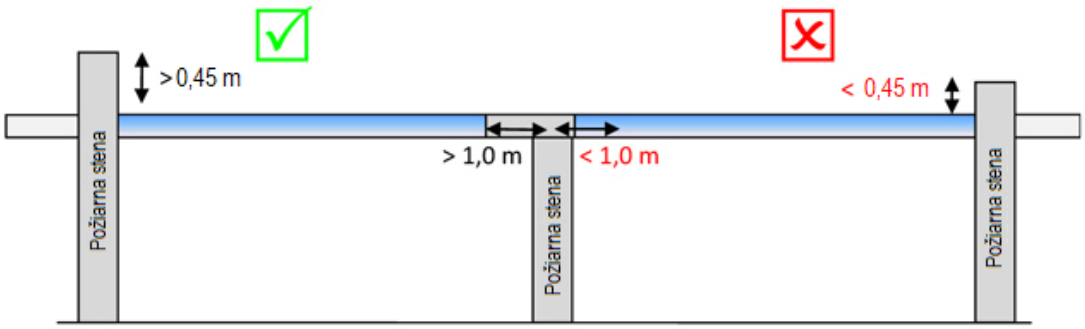
4 – najmenšia vzdialenosť od ZOTSH bez použitia CFD modelu

5 – FVE polia a iné prvky FVE

Príklady správneho a nesprávneho umiestnenia modulov sú uvedené na obrázku 3.



Classified as Internal and General Business



Obrázok 3 – Príklady správneho a nesprávneho umiestnenia modulov

4.4.2 Zabezpečenie voľných ciest na údržbu a hasenie požiarov medzi modulovými poliami

Údržbári a hasiči musia mať prístup k inštalovaným systémom aktívnej požiarnej ochrany (napr. ZOTSH) a častiam ochrany pred bleskom pod strechou alebo na streche. Okolo výstupného otvoru na strechu musí ostať voľný priestor najmenej 1 m zo strany otvárania dverí resp. poklopu výlezu na strechu na celú šírku otvoru. Ak je prístup na strechu riešený pevne inštalovaným rebríkom po fasáde, musí na streche ostať voľné miesto najmenej 1 m všetkými smermi okolo ukončenia rebríka.

Nasledujúce príklady uvádzajú vhodný návrh FVE na šikmých strechách, plochých strechách a v špecifických prípadoch striech.

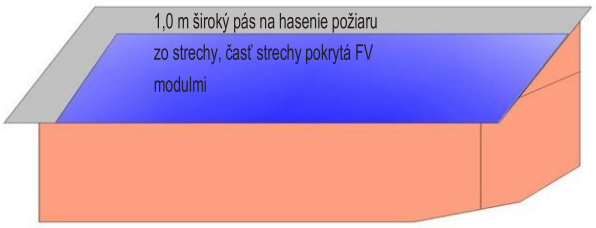
4.4.2.1 Šikmé strechy

Prípady:

a) V prípade šikmej jednoduchej pultovej strechy (obrázok 5), kde nie je vhodné prístupové okno, sa na hasenie požiarov a údržbu musí zabezpečiť pás široký najmenej 1,0 m od okraja strechy aspoň na jednej strane a rovnaký pás pod hrebeňom,

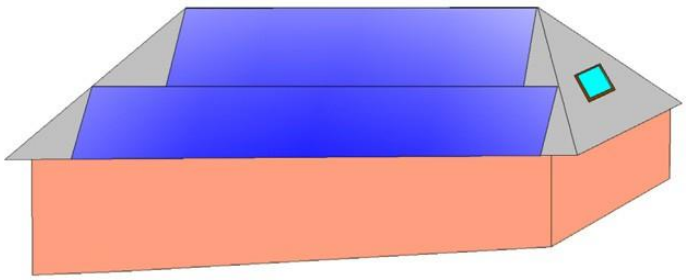
b) V prípade šikmej sedlovej strechy s valbami (obrázok 6), ktorá má šikmú polovicu strechy úplne pokrytú FV modulmi, je prístup na strechu alebo pod strechu možný cez okenný otvor na bočnej strane s rozmermi najmenej 0,9 m x 1,2 m,

c) V prípade šikmej sedlovej strechy s vikierom (obrázok 7), ktorá je úplne pokrytá FV modulmi, je prístup na strechu alebo pod strechu možný cez okenný otvor na protiľahlej strane s rozmermi najmenej 0,9 m x 1,2 m.

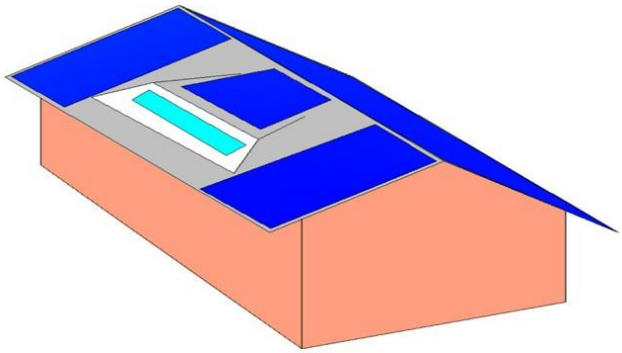


Obrázok 4 – Príklad a)

Classified as Internal and General Business



Obrázok 5 – Príklad b)



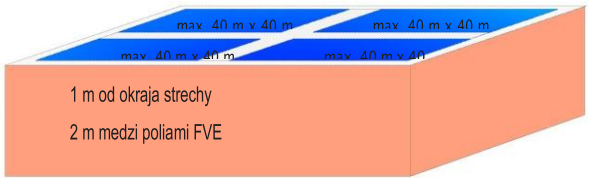
Obrázok 6 – Príklad c)

4.4.2.2 Ploché strechy

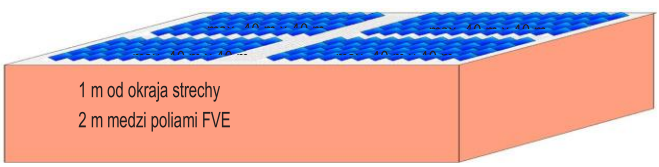
V prípade plochých striech s povrchovou plochou menšou ako 40,0 m x 40,0 m, bez primeraného prístupu na strechu, sa aspoň na jednej strane strechy musí zabezpečiť najmenej 1,0 m široký pruh na prístup údržby a hasičov.

V prípade plochých striech s plochou väčšou ako 40,0 m x 40,0 m sú súvislé plochy FV modulov obmedzené na najviac 40,0 m. x 40,0 m. Medzi dvoma takýmito poliami sa považuje za bezpečný voľný priechod široký 2 m (Obrázky 7 a 8) s klasifikáciou Broof (t3) s tepelnou izoláciou triedy reakcie na oheň A1, alebo A2. V ostatných prípadoch musí technické riešenie preukázateľne zamedziť šíreniu požiaru na ďalšie polia (na FV moduly ako aj v rámci konštrukcie strechy a strešného plášťa). V prípade, že je potrebné uvažovať so zásahovými cestami na ploche strechy, takéto zásahové cesty musia byť trvalo voľné (bez pozdĺžnych káblových žľabov a trás), vytvorené z materiálov s klasifikáciou Broof(t3), alebo Broof(t4) a musia umožňovať bezpečný zásah pri hasení

Ďalšie príklady plochých striech sú na obrázkoch 9 a 10, kde sú rozmery v metroch.

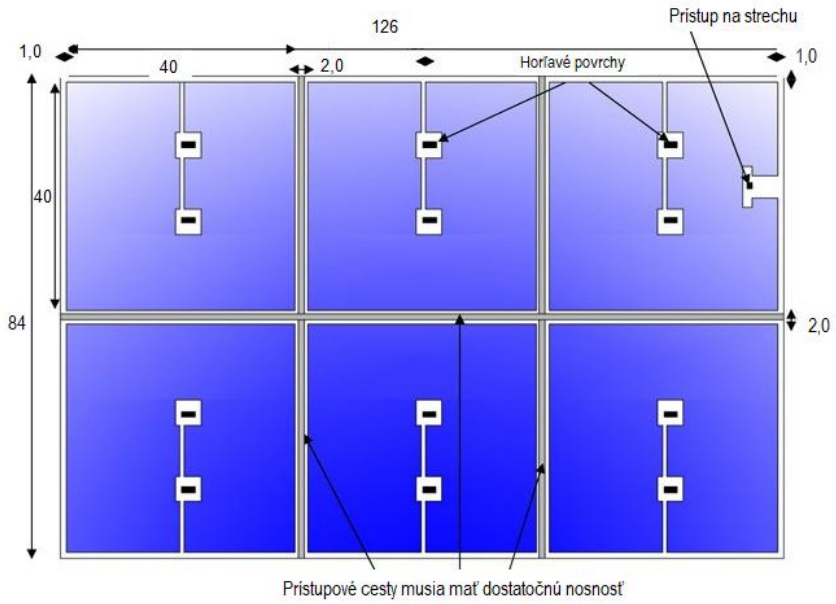


Obrázok 7 – Príklad štyroch polí modulov na plochej streche bez prestupujúcich požiarnych stien s atikou

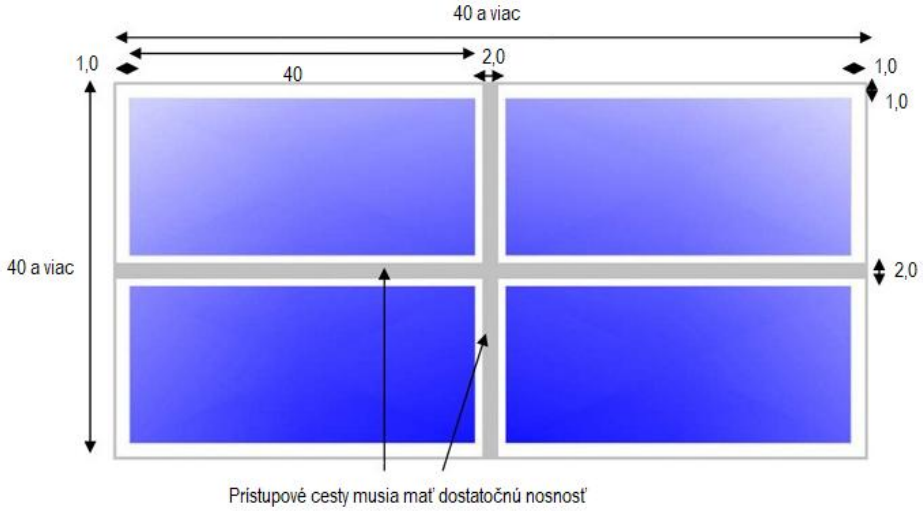


Obrázok 8 – Príklad inštalácie šikmých modulov na plochú strechu bez požiarneho oddelenia

Classified as Internal and General Business



Obrázok 9 – Príklad šiestich polí modulov na plochej streche s primeraným prístupom pre zásah



Obrázok 10 – Príklad štyroch polí modulov na plochej streche s prístupom na kontrolu a údržbu

4.5 Inštalácia elektrických zariadení FVE

4.5.1 Požiarne nebezpečenstvo a riziká vyplývajúce z chybnej inštalácie elektrických zariadení

Poškodenie káblov, spojov alebo iných komponentov elektrickej inštalácie FVE môže mať za následok vznietenie. Poškodené časti pod napätím sú nebezpečné pre pracovníkov údržby a hasičov. Správna inštalácia elektrických zariadení môže znížiť možnosť poškodenia počas inštalácie a počas životnosti zariadenia. Ak káble prechádzajú cez hranice požiarneho úseku (požiarne steny, stropy atď.), prestupy inštalácii nesmú znížiť požiarnu odolnosť týchto požiarnych konštrukcií. Zvýšenú pozornosť treba venovať mechanickej ochrane jednosmerného FV vedenia cez prestupy v streche ako aj obvodovom plášti budovy.

4.5.2 Opatrenia na predchádzanie riziku poškodenia zariadení

Poškodeniu zariadení možno predísť prijatím niekoľkých opatrení, ktoré sú uvedené ďalej. Všetky elektrické komponenty a prvky FVE, ktoré môžu byť vystavené vplyvom tepelného starnutia a sú umiestnené na strechy stavby, musia mať príslušnú tepelnú klasifikáciu EIS v príslušnej tepelnej triede podľa STN EN 60085.

Classified as Internal and General Business

POZNÁMKA. – Pri stanovení príslušnej teplotnej triedy s rozsahom možných prevádzkových teplôt sa zohľadňuje aj príspevok sálavého tepla od rôznych typov strešných krytín resp. strešných plášťov.

4.5.2.1 Výber vhodných káblov, konektorov a ďalších častí inštalácie

Káble, konektory a iné inštalačné prvky musia byť vhodné pre FVE. Typické požiadavky na káble FVE vystavených poveternostným vplyvom sú:

- materiál: pocínovaná meď,
- farba plášťa kábla: červená, modrá, čierna,
- odolné voči poveternostným vplyvom a UV žiareniu,
- odolnosť voči ozónu,
- trieda reakcie na oheň najmenej E_{ca},
- robustnosť a odolnosť voči oderu.

Vybrané konektory by mali byť vhodné na vonkajšie použitie. Bežné požiadavky na konektory sú uvedené napr. v STN EN 62852.

Ostatné časti inštalácie musia vyhovovať predmetným výrobkovým normám a ich správnemu výberu podľa požiadaviek STN 33 2000-7-712.

POZNÁMKA. Káble musia byť s dvojitou/zosilnenou izoláciou odolávajúce impulznému výdržnému napätiu Uimp podľa STN EN IEC 60664-1:2022 čl. 5.4.3. Káble musia vyhovovať minimálne kategórii prepätia II podľa STN EN 50618:2015, Tab A.2 a musia spĺňať požiadavky EN 50618:2015 v nadväznosti na STN 33 2000-7-712:2022 čl.712.521 a STN EN IEC 61730-1:2019 čl.5.3.3.

4.5.2.2 Inštalácia rozvodov jednosmerného napätia

Jednosmerné napätie generované v moduloch sa nedá jednoducho vypnúť. Inštalácia jednosmerného prúdu by preto mala byť čo najkratšia a ak nie je zabezpečené odpojenie modulov pri požiari podľa STN 34 3085, mali by sa zohľadniť nasledujúce skutočnosti:

- káble musia byť inštalované v tienených a správne dimenzovaných káblových trasách;
- ak sa inštalácia nachádza vo vnútri budovy, káble musia byť mechanicky chránené a uložené v káblových kanáloch s rovnakou požiarnou odolnosťou, ako je požiarna odolnosť konštrukcií budovy, po ktorých sú káblové kanály vedené;
- ak je stupeň rizika požiaru v budove určený podľa prílohy A v ATN® 004 nízky, postačuje mechanická ochrana kábla pred poškodením.

Káblové kanály alebo káble jednosmerného prúdu musia byť označené, pričom vhodný je štítok uvedený na obrázku 11. Takéto značky sa umiestnia každých 3 až 5 m.

POZNÁMKA. Tienenie káblových trás musí byť pripojené k prípojnici ochranného pospájania FV systému.



Obrázok 11 – Označenie pre káblové kanály alebo káble

Classified as Internal and General Business

Príklady správnej a nesprávnej inštalácie káblov sa uvádzajú na obrázkoch 12 a 13.



Obrázok 12 – Príklad vhodného a nevhodného vedenia káblov cez požiarnu stenu na streche



Obrázok 13 – Príklad správnej inštalácie káblov v káblových kanáloch

4.5.2.3 Zásady inštalácie súčastí FVE vo vnútorných priestoroch

Pri inštalácií súčastí FVE vo vnútorných priestoroch je nutné dodržiavať podmienky stanovené výrobcom. V súvislosti nielen so správnou funkciou, ale aj s ochranou pred požiarmi je potrebné dodržiavať najmä:

a) vzájomné vzdialenosti jednotlivých súčastí FVE určené ich výrobcom,

b) prevádzkovú teplotu vo vnútornom priestore.

Odporúčaná vzájomná vzdialenosť striedačov je 0,5 m, pokiaľ výrobca nestanovil inak. Túto vzdialenosť je vhodné dodržiavať aj od ostatných zariadení.

Ak sa vo vnútornom priestore pre udržiavanie prevádzkovej teploty použije klimatizačná jednotka umiestnená na strope, je vhodné, aby sa táto klimatizačná jednotka nenachádzala nad súčasťami elektrickej inštalácie (napr. rozvodné skrine, striedače).

Pri inštalácii súčastí FVE je potrebné dodržať požiadavky STN 33 2312.

POZNÁMKA. Odporúča sa, aby pred pevne inštalovanými súčasťami FVE bol dostatočný priestor pre vykonávanie obsluhy, údržby, revízií resp. opráv – minimálne 800 mm do výšky najmenej 1900 mm.

Classified as Internal and General Business

4.5.2.4 Základné pravidlá inštalácie

Vedenie a ukladanie káblov:

- v inštalačných rúrkach (napr. pod FV modulmi);
- spoločné vedenia káblov zo stringov v káblových kanáloch (pre zvýšenie ochrany káblov pred vonkajšími vplyvmi sa môže použiť nepriehľadný kryt);
- dodržať dovolené polomery ohybu a dovolené mechanické namáhanie v ťahu káblov stanovené výrobcom;
- neviesť káble cez ostré hrany alebo tieto hrany vybaviť vhodnou ochranou;
- dodržať bezpečnú vzdialenosť „s“ od súčastí ochrany pred bleskom podľa súboru STN EN IEC 62 305.

Konektory:

- pri montáži konektorov postupovať podľa návodu ich výrobcu;
- používať konektory od jedného výrobcu;
- umiestňovať konektory na miesta, kde nedochádza k ich mechanickému namáhaniu a čiastočnému alebo úplnému zaplaveniu (dažďová voda).

POZNÁMKA. Je potrebné zvážiť zjednotenie konektorového systému FV zariadenia. Konektory dodané z výroby na FV paneloch sa odporúča demontovať a nahradiť konektormi zvoleného jednotného konektorového systému pri dodržaní montážnych podmienok výrobcu.

4.5.3 Prestupy cez požiarne deliace konštrukcie

Pri inštalácii FVE sa nesmie znížiť požiarna odolnosť konštrukcie alebo sa nesmie umožniť šírenie požiaru medzi požiarnymi úsekmi budovy prostredníctvom prvkov FVE. Inštalácie môžu prechádzať cez hranice požiarneho úseku len cez požiarne utesnené prestupy. Požiarne utesnenie prestupu má byť navrhnuté a zhotovené tak, aby zachovalo požadované klasifikačné kritériá požiarnej deliacej konštrukcie podľa charakteru a orientácie prestupu a podľa príslušnej skúšobnej alebo klasifikačnej normy Zhotovené tesnenia prestupov musia byť zdokumentované v dokumentácii osvedčení požiarnych konštrukcií a ich zhotovenie musí vykonávať kvalifikovaná montážna firma.

Požiarna odolnosť sa považuje za vyhovujúcu na základe klasifikácie požiarnej odolnosti preukázanej skúškou pri expozícii zo spodnej strany.

4.5.4 Oddelenie systému jednosmerného napätia

Generovanie napätia v osvetlených FV moduloch sa nedá jednoducho prerušiť. V súlade s STN 33 2000-7-712 je povinný odpojovač na strane jednosmerného prúdu striedača. Ďalšie požiadavky na ochranu pred oblúkom sú uvedené v článkoch 4.5.5 a 4.8.

Prídavnými oddeľovacími prvkami možno dosiahnuť zníženie napätia na bezpečnú úroveň, keď sa zistí abnormálna prevádzka jedným z nasledujúcich spôsobov:

- vhodnými optimalizátormi výkonu,
- vhodnými mikroinvertormi,
- skratovaním jednotlivých reťazcov panelov.

Vysvetlenie:

Niektorí odborníci riešenie skratovaním neodporúčajú a iní ho odporúčajú. Nemecké usmernenie VDE-AR-E 2100-712 z roku 2013 v bode 7.3 uvádza, že reťazec nesmie byť dlhodobo skratovaný. Odôvodňuje sa to rizikom vzniku napätia (ak po skratovaní dôjde k skratu na prípojke, napr. ak sa v dôsledku požiaru prepáli vodič alebo spínač). Povolené je len

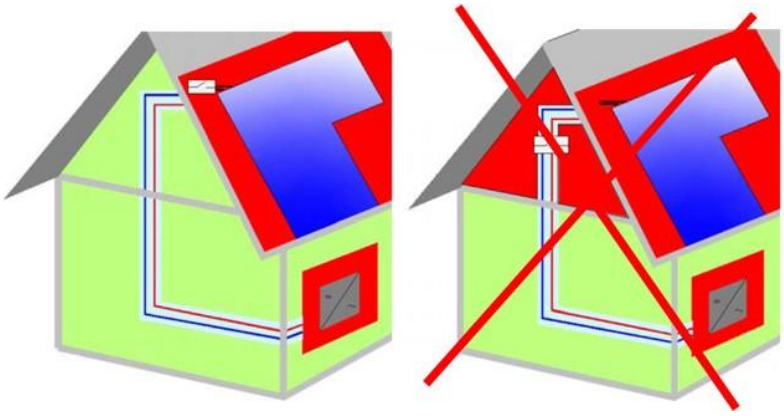
Classified as Internal and General Business

krátkodobé skratovanie (do 15 sekúnd), aby sa umožnilo zhasnutie paralelného oblúka v sústave alebo na fotovoltickom zdroji.

Rakúske usmernenie RES Ruchtlinie R 11-1:2013, ktoré bolo vydané krátko pred týmto nemeckým usmernením, však v bode 5.1.3 predpokladá použitie zariadenia s dlhým skratom. Prerušenie skratu musí spustiť poplach pre veliteľa zásahu, aby bolo možné vykonať opatrenia a zabrániť možnosti úrazu elektrickým prúdom. Možnosť použitia takéhoto zariadenia je uvedená aj v dokumente "Dodatočné bezpečnostné požiadavky na SE: Požiadavky na bezpečnosť zásahových jednotiek", ktorý je uverejnený na webovej stránke rakúskeho mesta Graz.

Na Slovensku sa odporúča realizovať skratovanie v súlade s požiadavkami uvedenými v STN 34 3085, ktorá bola vydaná v roku 2016.

Oddeľovacie prvky alebo prvky na zníženie jednosmerného napätia sa odporúča inštalovať čo najbližšie k modulom (pozri obrázok 14), aby v prípade požiaru bola čo najmenšia časť inštalácie pod napätím alebo aby už nebola nebezpečná. Spínače a podobné zariadenia musia byť odolné voči poveternostným vplyvom a musia spĺňať príslušné normy alebo predpisy.



Obrázok 14 – Príklad správneho a nesprávneho umiestnenia oddeľovacích prvkov

Ovládací prvok odpínača jednosmerného prúdu musí byť na ľahko prístupnom viditeľnom mieste. V chránených únikových cestách v budovách všetkých druhov, na schodiskách rodinných domov a v miestnostiach vedúcich zo schodísk do vonkajšieho prostredia sa nesmú inštalovať požiarne nechránené inštalácie jednosmerného prúdu.

Pri vedení káblov jednosmerného prúdu po vonkajšej strane budovy je potrebné dbať na to, aby káble boli:

- riadne označené a aby ich poloha bola zakreslená pre potreby hasičského zásahu,
- riadne izolované a izolácia chránená pred poškodením,
- na streche, vedené mimo oblasti zberačov dažďovej vody alebo žľabov.

  Elektrické rozvody FVE sa nesmú inštalovať na schodiskách a vo vstupných priestoroch alebo musia byť vedené v uzavretých inštalačných káblových kanáloch s požiarnou odolnosťou EI (i→o) s časom najmenej 15 minút.

4.5.5 Požiadavky na detekciu elektrického oblúka

4.5.5.1 Zabránenie vzniku elektrického oblúka

V prípade jednosmerného prúdu môže vzniknúť elektrický oblúk, ktorý je priamym zdrojom vznietenia (pozri prílohu A).

Pri výbere, projektovaní a realizácii FVE je potrebné venovať osobitnú pozornosť:

- inštalácii prerušovacích ochranných prvkov, ako sú spínače alebo poistky, na ochranu pred oblúkom v obvodoch jednosmerného prúdu,
- požiarnym charakteristikám materiálov, na ktorých alebo v blízkosti ktorých budú inštalované prvky FVE. Tieto prvky sa inštalujú tak, aby sa v ich blízkosti nenachádzali žiadne horľavé materiály; ak to nie je možné, prijmú sa ďalšie bezpečnostné opatrenia.

Classified as Internal and General Business

4.5.5.1.1 Správny výber a dimenzovanie komponentov FVE

Aby sa predišlo vysokému riziku vzniku elektrického oblúka alebo prehriatiu elektrických komponentov FVE, je nevyhnutný odborný návrh, odborná inštalácia a odborná údržba. Riziko vzniku elektrického oblúka je oveľa vyššie v prípade zle navrhnutej, zhotovenej alebo prevádzkovanej FVE.

Prvým krokom pri konštrukcii FVE musí byť správny výber jej komponentov. Moduly, konektory, káble, striedače a iné komponenty musia byť vybrané tak, aby boli dodržané všetky elektrické parametre v celom teplotnom rozsahu v mieste inštalácie a aby bola úroveň požiarneho rizika čo najnižšia. To znamená, že z vlastností výrobku musí byť zrejmé, že výrobca venoval potrebnú pozornosť kvalite spojov, čo sa v prípade FV modulov odráža v počte a spoľahlivosti spojov, vrátane spojov v koncovom poli FV modulu. Musí sa zohľadniť typ spojov (konvenčné, skrutkové alebo pružinové spoje) a je potrebné zabezpečiť, aby bol kábel pred spojením riadne zaistený, aby sa zabránilo mechanickému namáhaniu miesta spoja.

Spojovacie kontakty musia byť navrhnuté tak, aby dobre doliehali a zabezpečili spoľahlivý spoj na dlhý čas. Vo všeobecnosti sa v miestach spojov používajú moderné výrobky od renomovaných výrobcov určené na takéto aplikácie. V prípade systémov so skrutkovými spojmi je riziko uvoľnenia spoja, ktoré môže viesť k vzniku elektrického oblúka, väčšie ako v prípade moderných pružinových spojov.

4.5.5.1.2 Správne navrhovanie FVE

Obtokové (bypass) diódy zabudované v moderných FV moduloch, ktoré zabraňujú vzniku horúcich miest v moduloch a prehriatiu, ktoré by mohlo spôsobiť požiar, sa môžu poškodiť tepelným preťažením, ak sú moduly počas prevádzky často vystavené tieneniu. Najlepšou ochranou proti horúcim miestam je preto umiestnenie modulov tak, aby neboli v tieni počas dlhých časových úsekov, keď je FVE vystavená silnému slnečnému žiareniu. Ráno a večer, keď sa moduly nezahrievajú tak intenzívne, je to menej dôležité.

Pri navrhovaní inštalácie istiacich prvkov v DC obvodoch FVE, treba mať na pamäti, že tieto sa musia voliť v súlade s požiadavkami platnými pre FVE, kde menovitý prúd môže byť len o niečo nižší ako skratový prúd. Pri rozhodovaní o ich potrebe by sa malo posúdiť, či vzhľadom na veľkosť a umiestnenie FVE prispejú k jej protipožiarnej bezpečnosti. V opačnom prípade sú takéto prvky len ďalším miestom poruchy, ktoré môže mať vplyv aj na protipožiarnu bezpečnosť. Je nutné, aby všetky súčasti inštalácie boli dimenzované na trvalé zaťaženie menovitým prúdom a napätím.

To isté platí pre inštaláciu ochranných vypínačov v obvodoch jednosmerného prúdu. To síce môže umožniť vypnutie časti obvodov jednosmerného prúdu, čo môže byť vítané v prípade hasičského zásahu alebo údržby, ale každý spínač zvyšuje riziko vzniku požiaru, pretože predstavuje ďalší prvok, na ktorom môže vzniknúť porucha. Preto by sa pri rozhodovaní malo zvážiť, či je inštalácia takéhoto prvku najlepším riešením na zabezpečenie bezpečného zásahu a údržby FVE, alebo či by sa mohli použiť iné opatrenia, napríklad inštalácia trás káblov s funkčnou odolnosťou pri požiari. Ak sa vyberú ochranné spínače, mali by sa zvoliť výrobky vhodné pre takéto aplikácie s vhodnými prúdovo-napäťovými charakteristikami, t.j. zohľadnenie prúdu ISCMAX a napätia UOCMAX podľa STN 33 2000-7-712 v mieste inštalácie ako aj imulzné výdržné napätie UIMP podľa STN EN IEC 60664-1 a správnou kategóriou použitia DC PV1-4 podľa súboru STN EN 60947.

Častou chybou je inštalovanie súčasti do nevhodného prostredia, čo môže byť fatálne najmä u zariadení, ktoré sa pri prevádzke zahrievajú (napr. optimalizátory), ale aj u káblov a iných komponentov, ktoré sa môžu prehrievať alebo dokonca iskriť.

4.5.5.1.3 Správna inštalácia FVE

Správna inštalácia komponentov FVE je mimoriadne dôležitá z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti. Doterajšie škody spôsobené požiarom boli spôsobené najmä chybami a nedostatkami pri inštalácii.

Obzvlášť kritické nedostatky sa v minulosti vyskytli pri konektoroch v obvodoch jednosmerného prúdu. Stalo sa, že vidlica a zásuvka neboli počas inštalácie korektne pripojené, nalisované, alebo že zostava bola zložená z vidlíc a zásuviek od rôznych výrobcov. K tomu môže dôjsť vtedy, keď sú vidlica a zásuvka mechanicky kompatibilné, ale na spoji je zvýšený prechodový odpor. To spôsobuje zvýšené zahrievanie, ktoré vedie k mechanickému poškodeniu konektora. Pri spájaní na mieste sa musí dbať na použitie vhodných nástrojov, aby sa zabezpečilo, že pri spájaní sa neprekročí stanovené mechanické namáhanie.

Ďalšie problémy, ktoré sa vyskytli sú napr. nesprávne upevnenie, položenie na ostré hrany, nedodržanie minimálnych polomerov ohybu káblov stanovených výrobcom.

Classified as Internal and General Business

Medzi káblami, inými komponentmi FVE a rozvodmi vonkajšej ochrany pred bleskom musí byť zabezpečená dostatočná vzdialenosť, aby sa zabránilo riziku elektrického iskrenia (výboja). Pre dostatočnú vzdialenosť pozri 5.9.

Vyššie uvedené požiadavky sa splnia použitím káblov jednosmerného prúdu s dvojitou izoláciou, ktoré musia byť uložené paralelne, najlepšie v paralelných káblových kanáloch alebo paralelne na protiľahlých stranách priečky toho istého káblového kanála. Uloženie káblov s rôznymi polaritami v káblových kanáloch je povinné, ak sa v okolí nachádzajú horľavé materiály.

Dodávatelia si niekedy uľahčujú inštaláciu modulov tým, že na ich upevnenie používajú káble na jednosmerný prúd. To je neprijateľné, aj keď je kábel pripojený k modulu cez svorku na odľahčenie ťahu. Žiadny výrobca takéto zaťaženie nepovoľuje.

Ak sa plánuje použitie poistiek alebo spínačov jednosmerného prúdu v modulových sústavách, je potrebné zohľadniť, že musia byť trvalo dimenzované na menovitý prúd a že v dôsledku vysokých teplôt sa znižuje prúdová zaťažiteľnosť káblov uložených vedľa seba. Pozri tabuľky redukčných činiteľov podľa STN 33 2000 5-52, NFPA 70 (NEC) Table 310.15(C)(1).

Pri inštalácii striedačov sa musia dodržiavať predpísané vzdialenosti. V praxi sa na ne často zabúda. Následky môžu byť vážne, pretože prehriatie môže viesť k poruche prevádzky alebo dokonca k požiaru. Inštalácia na horľavé materiály, ako je drevo, alebo v ich okolí je zakázaná. Ak sa to pri návrhu nezohľadnilo, je potrebné počas inštalácie zabezpečiť, aby sa komponenty neinštalovali v blízkosti horľavých materiálov, ako je seno, slama, piliny, palivo atď.

4.5.5.1.4 Uvedenie do prevádzky

Východisková revízia pred uvedením do prevádzky musí potvrdiť, že komponenty obvodov jednosmerného prúdu boli vzhľadom na ich výrobné charakteristiky vybrané a skonštruované v súlade s STN 33 2000-6 a STN 33 2000-7-712 v rozsahu podľa STN EN 62446-1.

4.5.5.1.5 Ochrana pred elektrickým oblúkom AFCI/AFPE

Ak sa pri projektovaní, výstavbe a údržbe FVE dodržiavajú pravidlá na prevenciu vzniku elektrického oblúka, riziko požiaru FVE je nízke. Hoci je to zvyčajne dostatočné na bezpečnú prevádzku, americká profesijná asociácia NFPA pridala niekoľko ďalších požiadaviek. NFPA 70 (NEC) stanovuje, že FVE musí byť vybavená systémom ochrany pred elektrickým oblúkom (Arc Fault Circuit Interrupter AFCI, podľa IEC Arc Fault Protection Equipment AFPE) a zariadeniami na rýchle odpojenie (Rapid Shutdown), ktoré zabezpečia, že po vypnutí nebude žiadna súčasť FVE pod napätím. V odbornom dokumente podľa literatúry [2] autori ako dôvod takýchto požiadaviek uvádzajú, že FVE v USA majú často funkčne uzemnenú DC sústavu, ktorý predstavuje vyššie riziko paralelných elektrických oblúkov. V USA sú budovy často postavené z horľavých materiálov (drevená konštrukcia, bitúmenová strešná krytina).

V európskom normatívnom systéme neexistuje priamy ekvivalent požiadavky NFPA 70 (NEC), ktorý by všeobecne stanovoval povinnosť použitia ARC ochrany vo FV systémoch. Problematiku čiastočne upravuje STN EN IEC 63027 a medzinárodná IEC 62548-1. Použitie ARC ochrany sa odporúča zvážiť ako doplnkové protipožiarne opatrenie, keďže riziko vzniku oblúkovej poruchy nemožno úplne vylúčiť. Platí to najmä pre budovy alebo iné stavby s vysokým rizikom požiaru pre ľudí a majetok vysokej hodnoty, ako sú budovy starostlivosti o deti a vzdelávacie zariadenia, domovy dôchodcov a nemocnice, budovy múzeí a archívov.Pri návrhu a inštalácii detekčného systému je dobré, aby systém dokázal „sám seba monitorovať“ a aby vedel poskytnúť výstrahu v prípade svojej poruchy. Účinnosť systému detekcie oblúkov môže byť tiež otázna. FVE, ktoré sú dnes na trhu, majú veľmi odlišné technické vlastnosti a okrem toho sa elektrické oblúky líšia svojimi vlastnosťami, pokiaľ ide o miesto vzniku, najmä či je oblúk v module alebo v spojovacích prvkoch. Dlhé jednosmerné vedenia môžu potlačiť rozvoj oblúka a jeho priebeh je tiež nepriaznivo ovplyvnený rušením z usmerňovačov a iných elektronických zariadení. Len veľmi robustne vybudované systémy s dobre otestovanými detekčnými algoritmami môžu zabezpečiť primeranú ochranu a bezproblémovú prevádzku FVE.

Dôsledky falošnej aktivácie detekčného systému môžu byť veľmi nepríjemné. Detekcia nedokáže presne určiť miesto, kde sa oblúk vyskytol. To znamená, že po falošnej detekcii sa musia komponenty dôkladne skontrolovať, aby sa vylúčila porucha. Predstavuje to dodatočné náklady na prevádzku FVE a môže to u majiteľa vyvolať obavy o bezpečnosť prevádzky. Podľa zdroja uvedeného v literatúre [3] je v prípade oblúkových ochrán inštalovaných v obvodoch pravdepodobnosť falošných detekcií oblúka vysoký a môže mať za následok:

- náhle zmeny elektrického prúdu, ktoré môžu byť spôsobené nadprúdom alebo inou príčinou náhleho zatienenia časti fotovoltického generátora, napr. v dôsledku listov alebo vtáčieho trusu;

Classified as Internal and General Business

- susedné elektronické zariadenia alebo dokonca rádiové signály, ktoré môžu v obvode FVE vytvárať rušivé prúdy s frekvenciou, ktorú oblúková ochrana identifikuje ako oblúk;
- striedače, ktoré pri premene napätia v dôsledku spínania frekvencie môžu generovať rušivé prúdy s frekvenčnou stopou, ktorú detektor rozpozná ako oblúk.

  Z nich najproblematickejšie sú striedače (invertory), kde sa frekvencia rušivých prúdov v dôsledku rušivých vplyvov líši od výrobcu k výrobcovi a od typu zariadenia k typu zariadenia, navyše je ovplyvnená striedavou sieťou, ku ktorej je striedač pripojený. Preto by sa výrobcovia mali snažiť vyrobiť oblúkový detektor, ktorý bude účinný s akýmkoľvek striedačom a vo všetkých možných prevádzkových podmienkach. Tieto faktory by sa mali starostlivo zvážiť pri výbere komponentov FVE a malo by sa skontrolovať, či je systém detekcie oblúka kompatibilný a či je dostatočne odolný, aby vydržal očakávané rušenie v mieste inštalácie FVE.

  POZNÁMKA. Odporúča sa použiť FV striedače so zabudovanou ochranou AFCI/AFPE.



Obrázok 15 – Príklad vhodného a nevhodného spojenia s dôsledkami

4.5.5.2 Odporúčania pre kontrolu elektrického oblúka

Na zaistenie väčšej bezpečnosti sa odporúča, aby boli všetky FV inštalácie bez ohľadu na ich veľkosť a spôsob pripojenia k sieti vybavené systémom AFCI/AFPE, ktorý dokáže monitorovať elektrický oblúk v zariadení FVE, keďže technológie v tomto smere napredujú.

POZNÁMKA. Pre správnu funkciu ochrany AFCI/AFPE je nevyhnutné, aby všetky kovové konštrukčné a nosné časti boli pre 2-vodičová izolovanú sústavu vzájomne pospájané a uzemnené podľa požiadaviek STN 33 2000-7-712.

Pri inštalácii komponentov FVE na alebo do horľavého materiálu je potrebné dodržať príslušné ustanovenia STN 33 2000-4-42 a STN 33 2312.

Striedače musia spĺňať požiadavky noriem STN EN 62109 a STN EN 50524. Pri inštalácii sa musia dodržiavať pokyny STN 33 2000-7-712.

Pri umiestňovaní striedačov a rozvodných skríň sa musia dodržiavať pokyny výrobcov a odporúča sa dodržať požiadavky tejto ATN®.

Striedače musia byť inštalované mimo únikových a zásahových ciest a musia byť primerane chránené proti prachu, vlhkosti a vode (ochrana IP) v závislosti od umiestnenia.

Pri výbere typu striedača treba zohľadniť prostredie, v ktorom má byť nainštalovaný: teplotu, vlhkosť v miestnosti alebo vonkajšie podmienky. Ak sú striedače umiestnené v budove, mali by byť v suchom, bezprašnom priestore a nemali by byť vystavené vysokým teplotám. Ak sú káble k striedačom vedené v šachtách alebo kanáloch s požiarnou odolnosťou, miestnosť, v ktorej sa nachádzajú striedače, musí tiež tvoriť samostatný požiarny úsek. V tomto priestore musí byť aspoň jeden hasiaci prístroj CO_2.

V okolí striedačov musí byť zabezpečené vetranie a chladenie potrebné na ich správne fungovanie (požiadavky sú uvedené v pokynoch výrobcu). Striedače musia byť tiež dostatočne od seba vzdialené.

Vo vzdialenosti 1,0 m okolo striedačov sa nesmú nachádzať žiadne horľavé materiály. Striedače nesmú byť vystavené výparom a plynom agresívnych látok, vodným parám, jemným prachovým časticiam, rozliatej vode alebo zaplaveniu. Dobrým príkladom nevhodného priestoru je budova pre hospodárske zvieratá alebo senník, kde sú prítomné výpary

Classified as Internal and General Business

amoniaku a jemný prach z podstielky a krmiva. V takomto a podobnom prostredí by mali byť striedače nainštalované v oddelenom priestore, kde budú chránené pred týmito vplyvmi. V záplavovom území by mali byť striedače inštalované nad úrovňou hladiny storočnej vody a ich upevnenie by malo zabezpečiť ich stabilitu aj v povodňových podmienkach.

Striedače sa nesmú inštalovať priamo na drevené stavebné prvky alebo iné horľavé materiály. Medzi horľavým materiálom a striedačom musí byť nainštalovaná nehorľavá tepelnoizolačná doska s triedou reakcie na oheň A1 alebo A2 s koeficientom tepelnej vodivosti a hrúbkou podľa STN 33 2312, ktorá presahuje najmenej 1,0 m za okraje striedača na všetkých stranách.

Podobne ako v prípade FV modulov, ani pri striedačoch nie je vždy možné zabezpečiť ochranu okolia pred prehrievaním a nebezpečenstvom dotyku živých častí. V takýchto prípadoch je potrebné okolo zariadenia vytvoriť ochranné pásmo so šírkou 1,0 m, do ktorého sa počas prevádzky striedačov nesmie zasahovať.

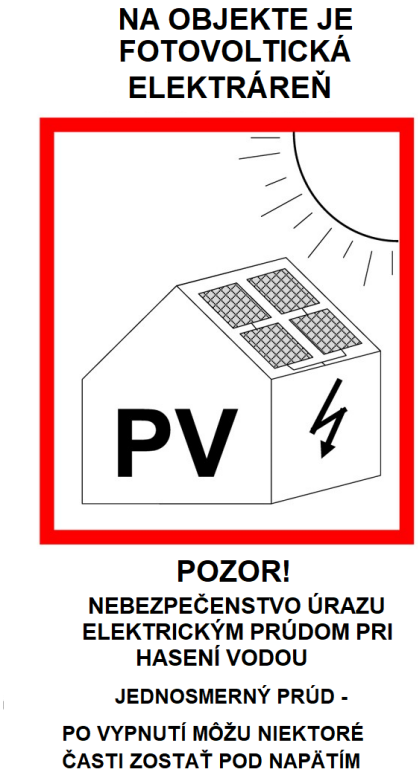


Obrázok 16 – Príklad nevhodnej inštalácie striedačov na drevený podklad

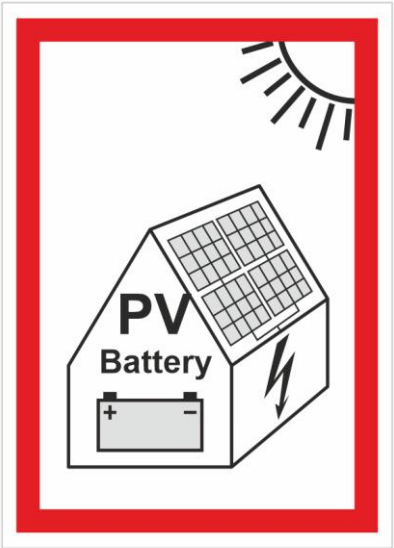
4.6 Označenie budovy a jednotlivých častí FVE

Účelom označenia je upozorniť osoby, ktoré nie sú dostatočne oboznámené s inštalovanou FVE, ale ktoré potrebujú tieto informácie, aby mohli konať v prípade požiaru. Mali by poznať umiestnenie alebo trasy jednotlivých základných komponentov FVE: moduly, jednosmerné oddeľovacie spínače, striedače, jednosmerné vedenia, rozvodné skrine, ističe atď. vrátane nevypínateľnej časti. Na viditeľných miestach (najmä v mieste vstupu do hlavnej zásahovej cesty, v mieste merania, vypínania, vstupu na strechu, rozvádzačov) sa umiestnia výrazné označenia, ako napríklad na obrázku 17. Veľkosť štítku alebo nálepky na vhodnom podklade musí byť taká, aby značka s červeným okrajom nebola menšia ako formát A6.

Classified as Internal and General Business



Obrázok 17 – Označenie budovy s inštalovanou FVE



Obrázok 18 – Označenie budovy s inštalovanou FVE s batériovým úložiskom

Značka musí obsahovať aj údaje distribútora a názov a kontaktné údaje zhotoviteľa. Uvedený návrh sa môže používať až do času, kým sa jeho obsah a formát nestanoví v norme alebo v systémových pokynoch na prevádzkovanie distribučnej sústavy. Označenie na obrázku 19 označuje protipožiarnu ochranu trasy jednosmerného elektrického vedenia v budove a v miestnostiach so striedačmi. Miestnosti v budovách s FVE, v ktorých sú vedené káble jednosmerného prúdu alebo v

Classified as Internal and General Business

ktorých sú nainštalované striedače, by mali byť viditeľne označené na vstupe do takejto miestnosti. V prípade takejto FVE musí požiarny plán obsahovať aj rez budovy s vyznačením všetkých nebezpečenstiev.



Obrázok 19 – Označenie priestoru s káblami na jednosmerný prúd alebo striedačmi

Okrem vyššie uvedeného musí byť ručný odpínač označený ako „Fotovoltický vypínač (odpínač)“. Treba mať na pamäti, že rovnako dôležité ako označenie miesta odpojenia je aj vedieť, z ktoré prvky FVE budú po odpojení v stave bez napätia.

Ak sú fotovoltické zdroje pripojené k úložiskám elektrickej energie, musia byť primerane označené aj tieto zariadenia a vstupy do priestorov, v ktorých sú umiestnené.. V minulosti sa batérie používali len v ostrovných FVE na pokrytie potrieb odľahlých stavieb a objektov, ako sú chaty, horské chaty, automatizované technické stanice a podobne. V súčasnosti sa akumulátory používajú aj v kombinovaných systémoch schopných sieťovej aj ostrovnej prevádzky a očakáva sa, že tento trend sa bude zvyšovať s rozvojom technológií úložísk elektrickej energie, pretože sa tým účinne zvýši energetická sebestačnosť budov.V posledných rokoch sa na trhu zvýšila ponuka systémov úložísk elektrickej energie, ktoré môžu nahradiť konvenčné systémy olovených akumulátorov s kvapalným elektrolytom alebo gélovými akumulátormi na skladovanie elektrického prúdu zo slnečnej energie. Moderné lítium-iónové batérie dosahujú oveľa vyššiu hustotu energie, ale zároveň prinášajú nové riziká požiaru a výbuchu, ktoré môžu vzniknúť v dôsledku mechanického poškodenia a prehriatia v dôsledku príliš intenzívnych cyklov nabíjania/vybíjania alebo skratu. Tepelné preťaženie Li-ion batérie môže spôsobiť vnútorný skrat a požiar alebo výbuch, reakcia je veľmi prudká a predstavuje veľké nebezpečenstvo pre okolie.

Týmto nebezpečenstvám musia byť prispôsobené aj bezpečnostné značky, ktoré sa umiestňujú pred priestormi , ako aj na zariadeniach úložiska elektrickej energie. Okrem označení používaných pre bežné batérie, ako je znázornené na obrázku 20, sú potrebné ďalšie výstražné označenia, najmä pre neinformovaného používateľa a pre hasičov a záchranárov.

Na bezpečnú prevádzku týchto zariadení je potrebné zabezpečiť primerané chladenie miestnosti, v ktorej sú nainštalované. V prípade požiaru môže dôjsť k veľmi intenzívnemu horeniu pri vysokej teplote alebo dokonca k výbuchu. Li-ion batérie obsahujú alkalické kovy a grafit a pri ich horení vzniká kyselina fluorovodíková, ktorá je silným jedom. Správne označenie takýchto zásobníkov elektrickej energie FVE je dôležité najmä v prípade malých FVE v rodinných domoch a podobných budovách, kde nie sú žiadne špecifické miestnosti na ich inštaláciu, a preto sa inštalujú aj v miestnostiach, kde sa často zdržiavajú osoby (obrázok 21). V týchto prípadoch sú upozornenia na možné riziká obzvlášť dôležité.

Classified as Internal and General Business



Obrázok 20 – Výstražné štítky pre olovené batérie



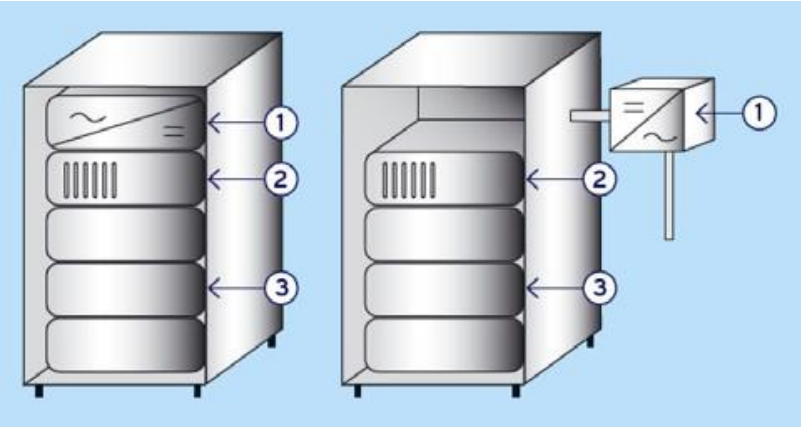
Obrázok 21 – Li-ion úložisko elektrickej energie v obytnom priestore

Je potrebné mať na pamäti, že moderné systémy pre úložiskové skrine sú zvyčajne podobného vzhľadu ako elektrické rozvodné skrine. Môžu byť namontované na stene alebo voľne stojace, zvyčajne v suterénoch alebo iných miestnostiach v budove (obrázok 22). Okrem batérií sa v skrinke nachádza aj riadiaca a monitorovacia elektronika a môže obsahovať aj striedač, ktorý môže byť aj mimo skrine (obrázok 23).



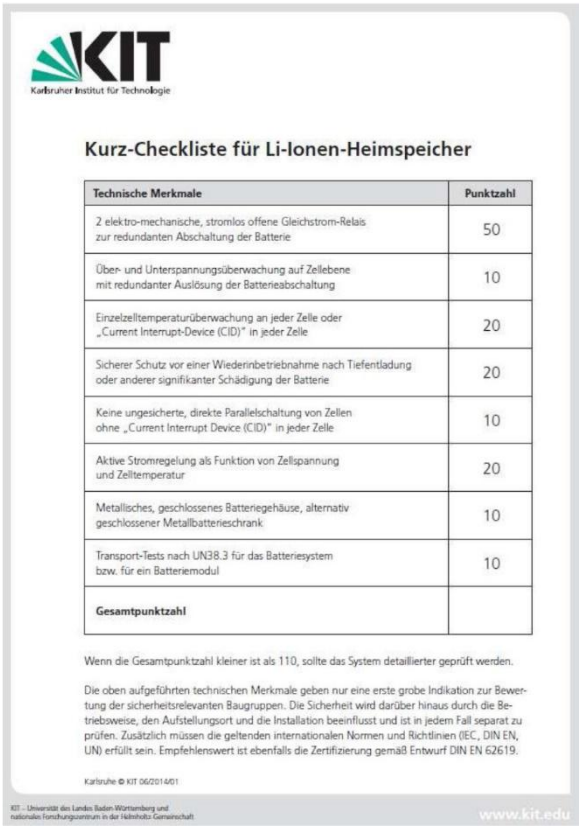
Obrázok 22 – Li-ion úložisko elektrickej energie z FVE

Classified as Internal and General Business



Obrázok 23 – Systém batérií (1 - striedač, 2 - elektronika batérií, 3 - batérie)

Vzhľadom na rýchly rozvoj trhu s takýmito výrobkami a skutočnosť, že ešte nie sú zavedené všetky potrebné medzinárodné normy pre výrobky, ktoré by zaväzovali výrobcov k dodržiavaniu bezpečnostných kritérií, je veľmi dôležité, aby si používatelia a kupujúci uvedomovali možné riziká požiaru a aby sa pri výbere výrobkov radili s odborníkmi. Odborné združenia v zahraničí, napr. v Nemecku, kde sa používanie takýchto výrobkov v FVE už niekoľko rokov zvyšuje, vydali už niekoľko odporúčaní a usmernení, v ktorých upozorňujú na možné riziká a navrhujú potrebné opatrenia. Napríklad Karlsruhe Institut für Technologie vydal v roku 2014 bezpečnostné upozornenie podľa literatúry [4], v ktorom predstavil zistenia zo skúšania výrobkov na trhu. Na základe toho bol vypracovaný a uverejnený návrh kontrolného zoznamu na skúšanie sériových Li-ion batérií na výrobu elektrickej energie z FVE (obrázok 24). Preto je pri navrhovaní FVE dôležité vybrať aj výrobky, ktoré sa riadili najnovšími odporúčaniami a v návode na inštaláciu a používanie uviedli potenciálne riziká a svoj výrobok náležite označili, aby sa správne označili a upozornili na riziká, ktoré môžu predstavovať zariadenia na uchovávanie elektrického prúdu v FVE.



Karlsruher Institut für Technologie

Kurz-Checkliste für Li-Ionen-Heimspeicher

Technische Merkmale	Punktzahl
2 elektro-mechanische, stromlos offene Gleichstrom-Relais zur redundanten Abschaltung der Batterie	50
Über- und Unterspannungsüberwachung auf Zellebene mit redundanter Auslösung der Batterieabschaltung	10
Einzelzelltemperaturüberwachung an jeder Zelle oder „Current Interrupt-Device (CID)" in jeder Zelle	20
Sicherer Schutz vor einer Wiederinbetriebnahme nach Tiefentladung oder anderer signifikanter Schädigung der Batterie	20
Keine ungesicherte, direkte Parallelschaltung von Zellen ohne „Current Interrupt Device (CID)" in jeder Zelle	10
Aktive Stromregelung als Funktion von Zellspannung und Zelltemperatur	20
Metallisches, geschlossenes Batteriegehäuse, alternativ geschlossener Metallbatterieschrank	10
Transport-Tests nach UN38.3 für das Batteriesystem bzw. für ein Batteriemodul	10
Gesamtpunktzahl	

Wenn die Gesamtpunktzahl kleiner ist als 110, sollte das System detaillierter geprüft werden.

Die oben aufgeführten technischen Merkmale geben nur eine erste grobe Indikation zur Bewertung der sicherheitsrelevanten Baugruppen. Die Sicherheit wird darüber hinaus durch die Betriebsweise, den Aufstellungsort und die Installation beeinflusst und ist in jedem Fall separat zu prüfen. Zusätzlich müssen die geltenden internationalen Normen und Richtlinien (IEC, DIN EN, UN) erfüllt sein. Empfehlenswert ist ebenfalls die Zertifizierung gemäß Entwurf DIN EN 62619.

Karlsruhe © KIT 06/2014/01

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales Forschungszentrum in der Helmholtz Gemeinschaft

www.kit.edu

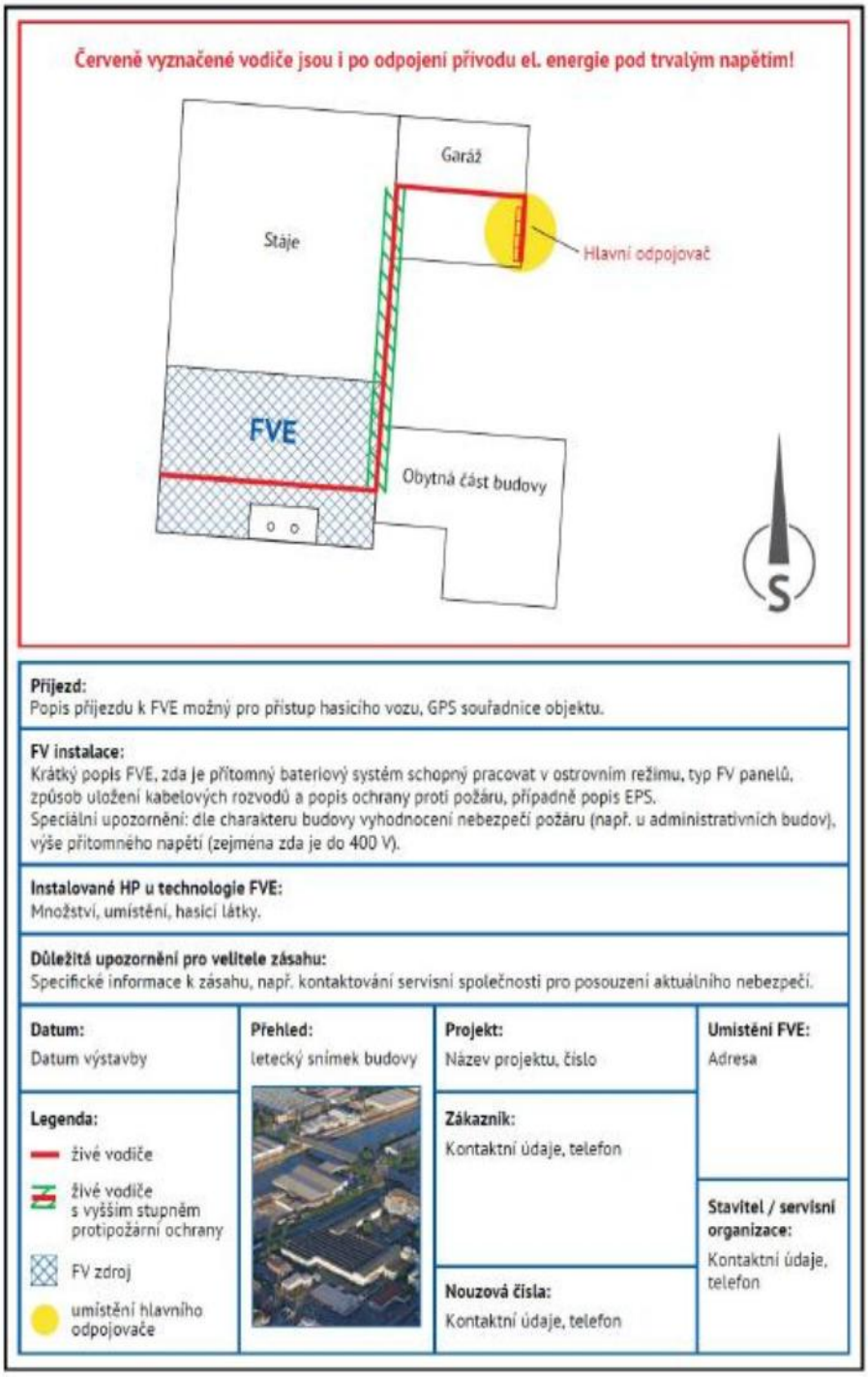
Obrázok 24 – Kontrolný zoznam bezpečnostných kritérií Li-ion úložiska elektrickej energie

Ak je v budove inštalované vypínanie dodávky elektrickej energie počas požiaru pomocou „CENTRAL STOP“ a „TOTAL STOP“ v súlade s STN 92 0203, resp. „Hasičský spínač“ v súlade s STN 33 2000-5-56 a STN 33 2000-5-537, je potrebné

Classified as Internal and General Business

zabezpečiť, aby poloha a označenie „Fotovoltického vypínača (odpojovača)“ bolo v súlade s požiadavkami PBS, aby umiestnenie bolo nezameniteľné a zrozumiteľné pre prípad hasičského zásahu. Spôsob vypínania určí autorizovaný inžinier pre elektrotechnické a elektroenergetické vybavenie stavieb.

Aspoň pri hlavnom vypínači elektrickej energie by mal byť umiestnený technický list k FV systému, ktorý informuje o inštalácii FV systému vrátane informácie, ak sa niekde aj po vypnutí nachádza napätie väčšie ako malé bezpečné napätie a prúd dosahujúci nebezpečné hodnoty pre ľudský organizmus. Spôsob vypínania určí autorizovaný inžinier pre elektrotechnické a elektroenergetické vybavenie stavieb. V prípade väčších inštalácií so zložitejšími podmienkami na zásah je na mieste vypracovať aj dokumentáciu zdolávania požiaru.



Obrázok 25 – Príklad technického listu FV systému

Classified as Internal and General Business

4.7 Malé zdroje

Malý zdroj je zariadenie, ktoré vyrába elektrickú energiu zo slnečnej energie a je pripojené k vnútornej elektrickej inštalácii nízkeho napätia v budove. Najvyšší menovitý výkon malého zdroja s vlastným napájaním je 10 kWp a nesmie prekročiť príkon uvedený v súhlasnom stanovisku o pripojení. Z bezpečnostných dôvodov musí malý zdroj spĺňať ustanovenia nariadenia, ktorým sa upravujú technické požiadavky na bezpečnú a správnu prevádzku malého zdroja.

Malý zdroj musí mať ochranu pred úrazom elektrickým prúdom a preto sa musí dať kedykoľvek odpojiť od distribučnej siete a vo vypnutom stave musí byť schopný udržať nízke napätie (ELV), t. j. najviac 50 V AC alebo 120 V DC.

Malý zdroj elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov musí spĺňať tieto bezpečnostné požiadavky:

1. Základné technické vlastnosti sa uvádzajú na malom zdroji alebo ak to nie je možné, v sprievodných pokynoch.
2. K malému zdroju musí byť priložený návod na správne a bezpečné používanie.
3. Musí byť navrhnutý a skonštruovaný tak, aby chránil pred nebezpečenstvami vyplývajúcimi zo samotného malého zdroja a pred nebezpečenstvami, ktoré môžu byť spôsobené vonkajšími vplyvmi, za predpokladu, že sa používa na účely, na ktoré bol vyrobený, a že sa riadne udržiava.
4. Malý zdroj musí byť skonštruovaný, prevádzkovaný a kontrolovaný tak, aby:

a) osoby a domáce zvieratá boli chránené pred nebezpečenstvom fyzického poranenia alebo iného poškodenia, ktoré môže byť spôsobené priamym alebo nepriamym kontaktom s elektrickým napätím;
b) nevznikali žiadne nebezpečné teplotné ohrozenia, elektrické oblúky alebo žiarenie;
c) osoby, domáce zvieratá a majetok boli chránené pred neelektrickými nebezpečenstvami, ktoré môže spôsobiť malý zdroj alebo jeho komponenty;
d) izolácia jednotlivých častí malého zdroja bola primeraná určeným podmienkam.

5. Malý zdroj alebo jeho komponenty musia byť chránené pred nebezpečenstvami, ktoré môžu byť spôsobené vonkajšími vplyvmi, a musí sa zabezpečiť, aby:

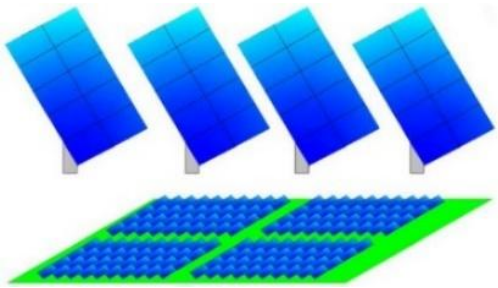
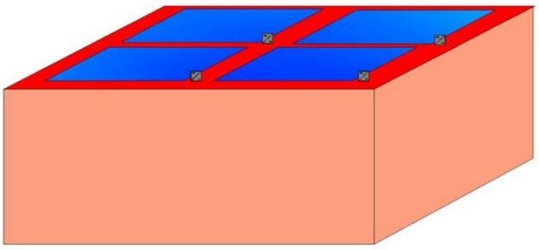
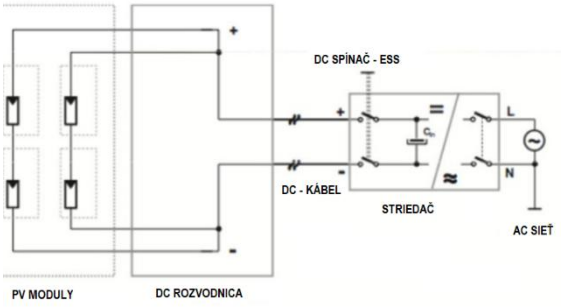
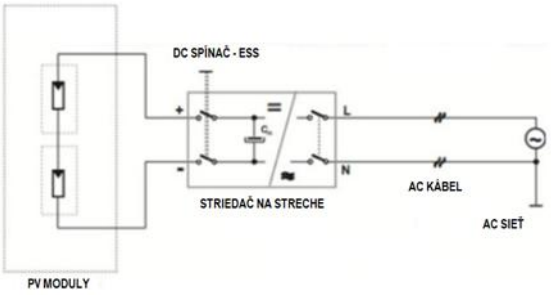
a) očakávané mechanické namáhanie neohrozuje osoby, domáce zvieratá ani majetok;
b) súčasti malého zdroja sú odolné voči nemechanickým vplyvom v očakávaných podmienkach prostredia tak, aby neboli ohrozené osoby, domáce zvieratá a majetok.

4.8 Prehľad špecifických požiadaviek v závislosti od typu FVE

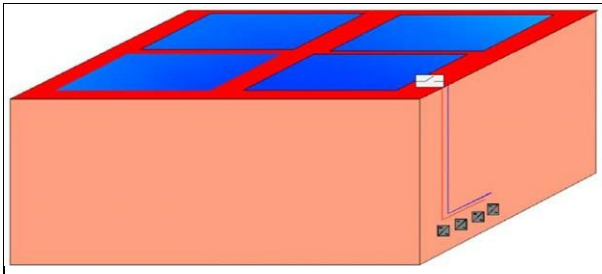
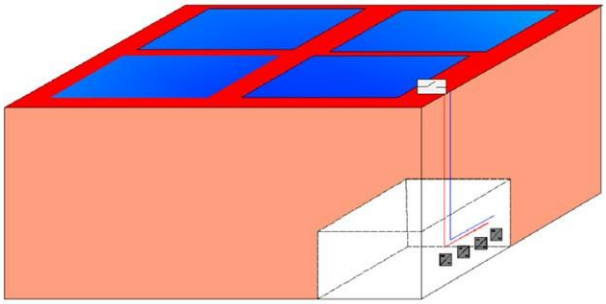
Pri všetkých FVE bez ohľadu na typ sa odporúča, aby bolo možné znížiť napätie na moduloch na malé napätie skratovaním jednotlivých polí alebo použiť ochranu pred elektrickým oblúkom AFCI/AFPE.

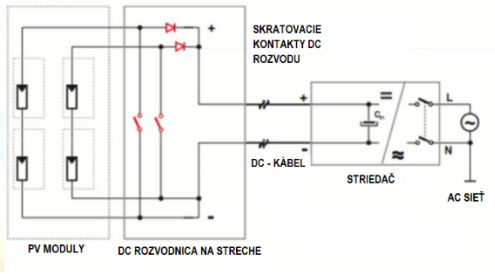
Classified as Internal and General Business

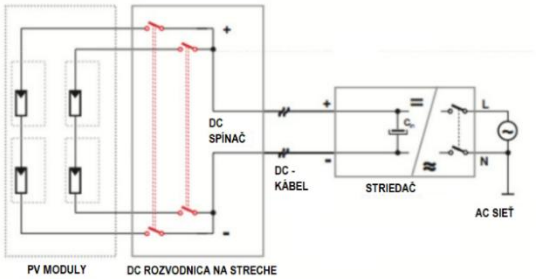
Tabuľka 1 – Prehľad špecifických požiadaviek v závislosti od typu FVE

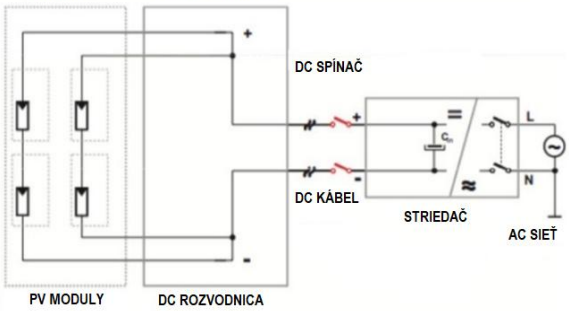
Typ FVE	Ďalšie požiadavky
Voľne stojace na zemi 	Vegetácia: Je potrebné dbať na jej kosenie (odstraňovanie), aby nepredstavovala potenciálny zdroj vznietenia. Kanály: Je potrebné zabrániť kontaktu so zemou a náhodnému poškodeniu. Ďalšie informácie v 5.7.
Na streche požiarne oddelenej od zvyšku budovy, so strešnými striedačmi 	Neexistujú žiadne ďalšie požiadavky. Uplatňujú sa požiadavky opísané v iných častiach tejto ATN®. Schémy spojenia vhodné pre takúto strechu:  
Na streche požiarne oddelenej od zvyšku budovy, so striedačmi na fasáde	Možné implementácie: 1. **DC odpínač na streche** (znázornený na obrázku) 2. kábel uložený v protipožiarnom a mechanicky chránenom inštalačnom káblovom kanáli 3. kábel uložený v mechanicky chránenom inštalačnom káblovom kanáli na nehorľavej fasáde, kde sa vo vzdialenosti 1,5 m od kanála nenachádzajú žiadne

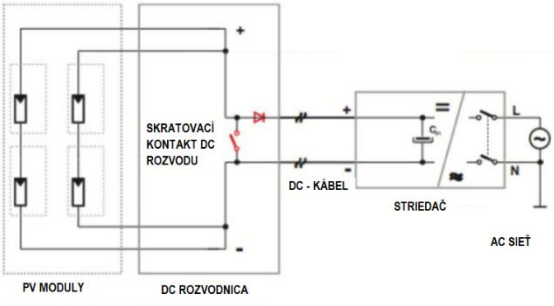
Classified as Internal and General Business

<table>
<tr>
<td></td>
<td>požiarne otvorené plochy (napr. okná, dvere, vývody vzduchu z miestností alebo spotrebičov, ZOTSH atď.</td>
</tr>
<tr>
<td>Na streche požiarne oddelenej od zvyšku budovy, so striedačmi v budove
</td>
<td>Káble: vo vnútri musia spĺňať minimálne technické špecifikácie pre vnútorné elektrické inštalácie. Ak nie je na streche umiestnený DC odpínač, musí byť rozvodná skriňa na pripojenie káblov umiestnená vo vnútri budovy a chránená proti požiaru.

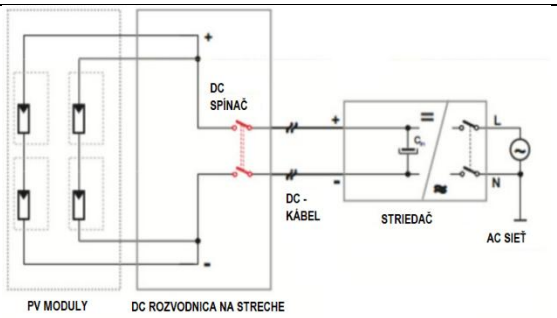
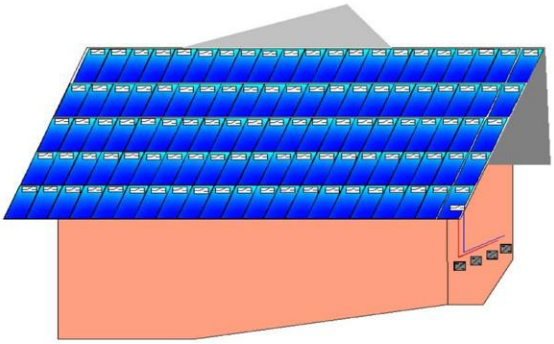
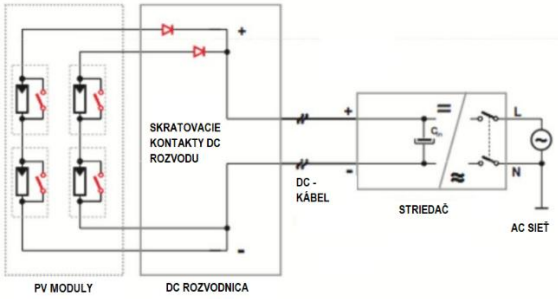
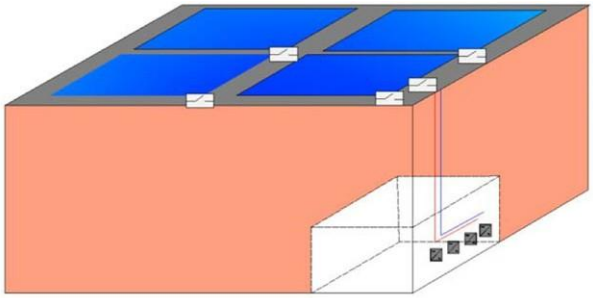
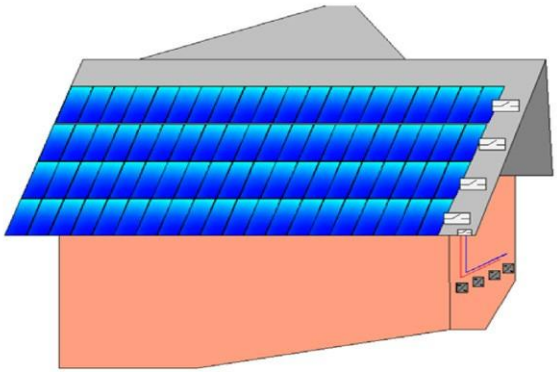
Schémy zapojenia vhodné pre takúto strechu:







</td>
</tr>
</table>

Classified as Internal and General Business

	
BIFV moduly v streche alebo vo fasáde so striedačmi v budove alebo na fasáde 	Riziko úrazu elektrickým prúdom a vzniku elektrického oblúka sa musí znížiť alebo zabrániť znížením napätia na FV moduloch (pozri prílohu B). 
Na streche bez požiarneho oddelenia od zvyšku budovy, so striedačmi na fasáde alebo v budove  	Minimálnou požiadavkou je, aby sa každé pole (panel) a každý kábel jednosmerného prúdu vedúci k striedaču mohli odpojiť na streche. Pozor! Týmto spôsobom sa v prípade poškodenia nedá vyhnúť riziku úrazu elektrickým prúdom a vzniku elektrického oblúka.

Classified as Internal and General Business

4.9 Delenie na požiarne úseky

Samotná inštalácia FV modulov nemusí tvoriť samostatný požiarny úsek.

Trafostanica FV systému musí tvoriť samostatný požiarny úsek.

Ak nie je v prípade vypnutia hlavného vypínača elektrickej energie (resp. odpínača FVE) zabezpečené malé bezpečné napätie (vrátane batériového úložiska), tak priestory pre elektro technológiu FV systému (vrátane prípadného záložného zdroja) musia tvoriť samostatný požiarny úsek. Priestor pre elektro technológiu FV systému môže tvoriť spoločný požiarny úsek s úložiskom elektrickej energie (baterkárňou).

Priestory pre elektro technológiu FV systému aj úložisko elektrickej energie (baterkáreň) je možné umiestniť do elektrorozvodne spoločne s inými inštaláciami. Ak však nie je v prípade vypnutia hlavného vypínača elektrickej energie (resp. vypínača FVE) zabezpečené malé bezpečné napätie, tak musí táto rozvodňa tvoriť samostatný požiarny úsek.

Požiarny úsek priestorov pre elektro technológiu FV systému a požiarny úsek pre úložisko elektrickej energie (baterkáreň) môže byť vybavený ďalšími zariadeniami a technológiou, ktoré súvisia s výrobou a ukladaním elektrickej energie.

Takto vytvorené požiarne úseky sa odporúča vybaviť dymovým signalizačným zariadením (vrátane priliehajúcich častí únikových ciest, ktoré by mohla technológia FV ohroziť napr. splodinami horenia), alternatívne elektrickou požiarnou signalizáciou. Ak sa v tomto priestore nachádza aj úložisko elektrickej energie, tento priestor by sa mal posúdiť aj z hľadiska ochrany proti výbuchu v závislosti od zvoleného systému skladovania energie.

5 Špecifické požiadavky z hľadiska protipožiarnej bezpečnosti

5.1 Všeobecne

FVE ani žiadne jej prvky nesmú obmedzovať odvetrávanie objektu, nesmú brániť, znižovať alebo inak obmedzovať činnosť ZOTSH v budove pri požiari, obmedzovať prevádzku, opravy a údržbu spalinových ciest, ani brániť prístupu hasičských jednotiek pri zásahu a obmedzovať evakuáciu.

Návrh FVE a jej komponentov je potrebné riešiť v spolupráci s ďalšími profesiami, ako napr. statikom, projektantom EPS, s projektantom ZOTSH a projektantom PBS, aby sa zabezpečili odstupy od jednotlivých komponentov týchto systémov. Systém ZOTSH by mal byť navrhnutý tak, aby pri vzniku požiaru v budove odvádzal splodiny horenia, ktoré neohrozujú FVE a jej komponenty.

5.2 Prístup k FV modulom

Okrem odstupov FV modulov od okraja strechy musí byť zabezpečený prístup k modulom na údržbu a kontrolu v súlade s predpismi BOZP.

5.3 Inštalácia zariadení úložísk elektrickej energie

Priestory s úložiskom elektrickej energie musia tvoriť samostatný požiarny úsek (viď 4.5.2.3). Tento priestor by sa mal posúdiť aj z hľadiska ochrany proti výbuchu v závislosti od zvoleného systému skladovania energie. Treba zvážiť aj riziko možného zaplavenia, najmä ak sa tento priestor nachádza v suteréne. Malo by sa zabezpečiť primerané prirodzené alebo nútené vetranie. Vetracie otvory by mali zabezpečiť, aby bol priestor vetraný priamo do exteriéru a aby plyny z priestoru nemohli uniknúť, keď je priestor vetraný a nerozšírili sa do ďalších častí budovy.

Treba si uvedomiť, že novšie technológie ukladania energie využívajúce lítium-iónové batérie predstavujú aj iné nebezpečenstvá ako bežné olovené batérie a že bezpečnostné opatrenia pre takéto batérie sú podrobnejšie špecifikované v STN EN IEC 63056.

V STN EN IEC 62485-2 sú podrobne opísané bezpečnostné požiadavky na olovené a nikel-kadmiové batérie a batériové stanice. Norma špecifikuje opatrenia na zabránenie prehriatiu a vzniku elektrického oblúka v spínacích a spojovacích prvkoch elektrických inštalácií a opatrenia na zabránenie výbuchu. Všetky tieto opatrenia má zmysel zvážiť aj pri novších lítium-iónových batériách. Skratové prúdy môžu byť v batériových zdrojoch napätia veľmi vysoké a preto by sa v elektrických rozvodoch k ochranným prvkom v batériových obvodoch, kde je riziko skratu alebo zemných porúch vyššie, mali používať jednožilové vodiče s dvojitou izoláciou.

Classified as Internal and General Business

Pri nadmernom nabíjaní bežných olovených a nikel-kadmiových batériových článkov vzniká vodík a kyslík, ktoré tvoria výbušný plyn a preto musí byť priestor batérie dobre vetraný, aby koncentrácia vodíka neprekročila 4 % objemu. Ak nie je možné prirodzené vetranie priestoru, je potrebné nútené vetranie pomocou ventilátorov vhodných do výbušného prostredia. Na protiľahlých stenách musia byť aspoň dva vetracie otvory, kde je vzájomný rozdiel výšok aspoň dva metre, aby sa zabezpečilo dostatočné prúdenie vzduchu v priestore. Voľný prierez vetracích otvorov (v cm^2) musí byť 28-násobkom požadovaného objemového prietoku:

$$A[cm^2] = 28.Q$$

Požadovaný objemový prietok sa vypočíta pomocou nasledujúcej rovnice:

$$Q = 0{,}05 \times n \times I_{\mathrm{gas}} \times C_{\mathrm{rt}} \times 10^{-3}[\mathrm{m}^3/\mathrm{h}]$$

Prúd plynovania I_{gas} je určený nasledujúcou rovnicou:

$$I_{\mathrm{gas}} = I_{\mathrm{float/boost}} \times f_{\mathrm{g}} \times f_{\mathrm{s}}\ (\mathrm{mA/Ah})$$

kde n – je počet článkov batérie; menovité napätie článkov olovených batérií je 2 V

I_{gas} – maximálny prúd, plynovania (vyjadrený v mA/1Ah);

C_{rt} – kapacita C_{10} pre olovené články (A/h), U_f = 1,80 V/článok pri 20 °C alebo kapacita C_5 pre NiCd články (Ah), U_f = 1,00 V/článok pri 20 °C;

I_{float} – prúd udržiavacieho nabíjania pri stave úplného nabitia pri definovanom napätí udržiavacieho nabíjania pri 20 °C;

I_{boost} – prúd rýchleho nabíjania pri stave úplného nabitia pri definovanom napätí rýchleho nabíjania pri 20 °C;

f_g – činiteľ plynovej emisie úmerný prúdu pri stave plného nabitia, pri ktorom dochádza k vzniku vodíka;

f_s – bezpečnostný činiteľ zohľadňujúci chybné články v batériovej súprave a starnutie batérie.

Koeficient 0,05 je súčinom všeobecného bezpečnostného koeficientu 5, koeficientu uvoľňovania vodíka 0,42:1000 [m^3/Ah] a predpísaného koeficientu riedenia vodíka 24.

Ak výrobca nestanoví inak prúd I_{gas}, možno ho určiť podľa tabuľky 1 v STN EN IEC 62485-2. V prípade uzavretých olovených akumulátorov (s uzavretými článkami alebo gélových), pri ktorých sa nevyžaduje údržba, je požadovaný objemový prúd 5-krát nižší ako v prípade bežných akumulátorov s tekutým elektrolytom. Pri použití uzavretých olovených akumulátorov sa preto môžu vetracie otvory primerane zmenšiť.

Keďže lítium-iónové batérie by sa nemali prebíjať z iných dôvodov, predpokladá sa, že vetranie nie je potrebné. Za nepriaznivých prevádzkových podmienok môže dôjsť k úniku elektrolytu obsahujúceho alkoholy, preto výrobcovia zvyčajne v návode na použitie uvádzajú minimálny objem priestoru, do ktorého možno takéto batérie inštalovať.

Vo vzduchotesných budovách, ako sa vyžaduje pri pasívnych budovách a budovách s nulovou spotrebou energie, kde sa vetranie zabezpečuje rekuperáciou tepla, by mali byť batérie nainštalované tak, aby bolo vetranie oddelené a nezávislé od budovy. Ak to nie je možné, batérie sa nesmú inštalovať.

Do priestoru, v ktorom majú byť uložené batérie sa odporúča inštalovať dymový hlásič.

5.4 Ďalšie inštalácie v budove s FVE

Vetracie zariadenia z domácnosti, klimatizácia, odvod plynov zo spaľovacích motorov, komínov, atď. musia byť umiestnené tak, aby výtlačný vzduch nebol nasmerovaný na FV moduly. Ich odstup od modulov musí byť v súlade s pokynmi výrobcu zariadení, ale nie menej ako 1,0 m.

Vývod odvetrania horľavých plynov, pár a prachov zo zariadení alebo bezpečnostných ventilov nesmie byť umiestnené bližšie k modulu, ako je špecifikované v protokolárne určenom rozsahu zón s nebezpečenstvom výbuchu.

V prípade budov s vyšším požiarnym rizikom, by sa mala zvážiť inštalácia elektrickej požiarnej signalizácie s automatickými hlásičmi požiaru (napr. tepelný hlásič líniového typu) v priestoroch pod spodnou časťou modulov.

Classified as Internal and General Business

5.5 FVE zostavené z BIPV modulov

Ak budovy nie sú dostatočne vzdialené od hraníc susedných pozemkov alebo budov, strechy a fasády musia mať príslušnú požiarnu odolnosť podľa predpisov protipožiarnej bezpečnosti stavieb, čo sa musí zohľadniť aj pri inštalácii FVE. Takéto požiadavky musí spĺňať celý systém pozostávajúci z FV modulov, nosnej konštrukcie a upevnenia.

FVE nesmú umožniť rozšírenie požiaru cez hranice požiarneho úseku.

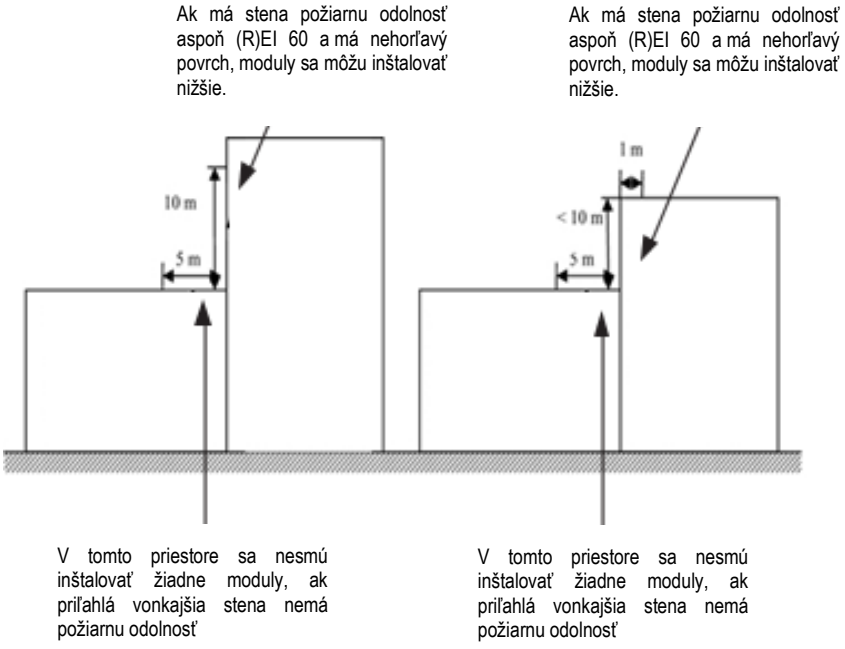
Na FVE zostavené z BIPV modulov vo fasáde sa vzťahujú osobitné požiadavky na požiarnu bezpečnosť. Musia sa dodržiavať požiadavky na fasády stanovené v predpisoch protipožiarnej bezpečnosti stavieb. Osobitným prípadom sú tzv. odvetrané fasády.

Tepelná izolácia pod FVE zabudovaná do strechy musí byť triedy reakcie na oheň A1 alebo A2-s1,d0. Povolené sú len FV moduly klasifikované do triedy A podľa STN EN 61730-1.

V prípade FVE zostavených z BIPV modulov vo fasáde je pre zasahujúcich hasičov podstatné, aby poznali podmienky pre zásah, pretože takéto FVE sú na prvý pohľad menej viditeľné. Z vonkajšej strany budovy nie je viditeľné ani vedenie jednosmerného prúdu. Preto je nevyhnutné, aby boli v podmienkach pre zásah uvedené tie časti budovy, cez ktoré prechádzajú elektrické zariadenia priamo napojené na FVE. Podmienky pre zásah by mali obsahovať aj informácie o vlastníkovi FVE a dodávateľovi - spoločnosti, ktorá ju inštalovala. Dodávatelia týchto zariadení by mali byť odborne vyškolení v oblasti správnej montáže, keďže niektoré chyby možno odhaliť až po demontáži modulov

5.6 Inštalácia FVE na viacúrovňovej streche

Pri inštalácii FVE na viacúrovňovej streche je potrebné venovať osobitnú pozornosť návrhu tak, aby sa zabránilo prenosu požiaru z nižšej úrovne strechy na vyššiu. Na moduly na najvyššej časti budovy nie sú kladené žiadne osobitné požiadavky, ak je budova vzdialená od príslušnej hranice aspoň 10 m, alebo na výšku budovy, ak je vyššia ako 10 m. Ak je vzdialenosť od príslušnej hranice menšia ako 10 m alebo menšia ako výška budovy, môžu sa inštalovať len moduly triedy A podľa STN EN 61730-1.



Obrázok 26 – Schematický prierez budovy s uvedením požiadaviek na požiarnu odolnosť

Okrem týchto požiadaviek sa pri inštalácii FVE musia zohľadniť aj požiadavky uvedené v tabuľke 1 v 4.8.

Classified as Internal and General Business

5.7 Samostatne stojace FVE

Pokyny pre inštaláciu a montáž zariadení s jednosmerným prúdom sú vo všeobecnosti totožné s pokynmi pre FVE na budovách. Inštalácie položené na zemi musia byť chránené pred mechanickým poškodením, ktoré by mohlo byť spôsobené napr. kosením trávy. Musia byť tiež chránené pred hlodavcami. Osobitnú pozornosť treba venovať miestam spojov transformátorov a striedačov. Ochrana pred skratom a zemným spojením sa vyžaduje aj v obvodoch jednosmerného prúdu vo voľne stojacich FVE. Požiarne zaťaženie a zdroje vznietenia v okolí PV generátora a pod ním by sa mali minimalizovať:

- tráva a iná vegetácia by sa mala pravidelne kosiť a pokosená tráva by sa mala okamžite alebo čo najskôr odstrániť;
- nosná konštrukcia modulov a iných zariadení musí byť nehorľavá;
- všetky horľavé materiály, ktoré nepatria do zariadenia (napr. kartón a iné obaly), sa musia po inštalácii FVE odstrániť.

Ak sú voľne stojace FVE pripojené na verejnú sieť je nutné prizvať príslušné okresné riaditeľstvo HaZZ resp. inú profesionálnu hasičskú jednotku za účelom vypracovania operatívneho plánu alebo operatívnej karty.. Transformátory a striedače s napätím vyšším ako 1 kV musia byť dodatočne chránené proti prístupu nepovolaných osôb a označené výstražnými symbolmi.

V projekte by sa mali zabezpečiť prístupové cesty a nástupné plochy pre hasičov. Vzdialenosť medzi jednotlivými poľami panelov by mala byť taká, aby ich mohla využívať hasičská technika. Hasičom musí byť umožnený prístup k transformátorovým staniciam, rozvodným zariadeniam a systémom úložísk elektrickej energie.

Veľké FVE je vhodné navrhnúť ako samostatné panelové polia. Vzdialenosť medzi jednotlivými poľami by sa mala určiť individuálne, keďže závisí od viacerých faktorov, ako je napríklad zarastenosť terénu horľavými materiálmi, možnosti včasného zistenia požiaru, sklon terénu, požiarne charakteristiky inštalovaných modulov a ďalších komponentov FVE.

Odporúča sa, aby projektanti spolu s investorom zvážili, či má zmysel inštalovať systém pre automatickú detekcia požiaru. Opäť by sa mali zohľadniť rôzne faktory v každom jednotlivom prípade, ako je ochrana proti veľkým škodám na majetku (rozhodnutie investora), riziko požiaru pre prírodné prostredie, ktoré môže byť ovplyvnené FVE, ďalšie možnosti včasného zistenie požiaru, za účelom skrátenia času príjazdu príslušnej hasičskej jednotky okresného riaditeľstva HaZZ alebo inej profesionálnej hasičskej jednotky atď.

5.8 Evakuácia

Bezpečnosť únikových ciest nesmie byť inštaláciou FVE ohrozená.

Pri umiestňovaní zariadení FVE v únikových cestách a na fasádach sa postupuje podľa platných právnych predpisov. Vplyv FVE na evakuáciu a záchranu osôb prostredníctvom únikových ciest posudzuje špecialista požiarnej ochrany.

5.9 Ochrana pred bleskom

Pri realizácii ochrany pred bleskom sa musia dodržiavať predpisy o ochrane budov pred bleskom v súlade so súborom STN EN IEC 62305.

Návrh a vyhotovenie FVE musí byť zosúladené s koncepciou ochrany budovy pred bleskom a v prípade novej budovy je potrebná vzájomná koordinácia oboch inštalácií a u existujúcej budovy musí nová inštalácia FVE rešpektovať daný systém ochrany budovy pred bleskom.

Pri inštalácii FVE na novú budovu, resp. ak samotná FVE je novým objektom, musí byť systém ochrany pred bleskom navrhnutý a realizovaný tak, aby zahŕňal ochranu všetkých komponentov FVE pred bleskom v súlade s požiadavkami STN EN IEC 62305-3. Odporúča sa použitie izolovaného vonkajšieho systému ochrany pred bleskom (LPS) v súlade s 6.3 a E.5.1.2 v STN EN IEC 62305-3.

Medzi káblami a inými komponentami FVE a rozvodmi vonkajšej ochrany pred bleskom musí byť bezpodmienečne dodržaná vzdialenosť určená výpočtom dostatočnej vzdialenosti v projekte ochrany pred bleskom tak, aby sa zabránilo riziku elektrického iskrenia (výboja) od prechodu bleskového prúdu inštaláciou ochrany pred bleskom.

POZNÁMKA. – Toto riešenie eliminuje možnosť zavlečenia bleskového prúdu do vnútra stavby.

Classified as Internal and General Business

Pri inštalácii FVE na existujúcu budovu vybavenú ochranou pred bleskom, musí byť dodržaná dostatočná vzdialenosť medzi inštaláciou systému ochrany pred bleskom v budove a jednotlivými komponentami FVE, určená projektom ochrany pred bleskom. V prípade, že dostatočnú vzdialenosť nie je možné dodržať, musia sa navrhnúť a realizovať vhodné ochranné opatrenia komponentov FVE resp. musí sa naprojektovať a zrealizovať rekonštrukcia systému ochrany pred bleskom.

Poznámka - V kontexte analýzy rizika a vonkajšej ochrany pred bleskom (LPS) je potrebné riešiť aj vnútornú ochranu pre prepätiami (SPM).

5.10 Hasiace prístroje

Pre samotné FV polia sa hasiace prístroje nenavrhujú. Postup na stanovenie minimálneho počtu, druhu a rozmiestnenie hasiacich prístrojov pre ostatné súvisiace priestory určuje STN 92 0202-1. Jedným z predpokladov účinného hasenia rozvíjajúcich sa požiarov FVE a úložísk elektrickej energie je aj voľba vhodného hasiaceho prístroja najmä z hľadiska jeho schopnosti uhasiť dané horľavé komponenty FVE a Li-ion úložiska elektrickej energie.

Postup hasenia Li-ion batérií, ktorý je momentálne schválený výrobcami batérií, je ich ponorenie do veľkého množstva vody. Zatiaľ nie je známe, že by výrobcovia Li-ion batérií popísali efektívnejší a jednoduchší postup. Z tohto dôvodu je potrebné zamerať sa na nové efektívnejšie spôsoby hasenia, ich skúšanie a modernizáciu.

Pre hasenie Li-ion batérii sa odporúča použiť špeciálne prenosné hasiace prístroje. Vhodnou hasiacou látkou je napr. prísada F-500 alebo AVD prípadne iné náhrady za halón, HFC a PFC určené pre hasenie požiarov rôznych druhov materiálov v rámci požiarov triedy A, najmä plastu, gumy a Li-ion batérii.

5.11 Odstupové vzdialenosti

Pokiaľ nie je výpočtom konkrétne navrhnutého FV systému vrátane nosnej konštrukcie určené inak, tak sa bez ďalšieho dokazovania na účel výpočtu odstupovej vzdialenosti a určenia požiarne nebezpečného priestoru môže použiť hodnota pv=30 kg.m-2 so sálavou plochou s dĺžkou podľa FV poľa a výškou podľa výšky FV poľa (podľa sklonu), ale minimálne 2 m nad FV modulmi..

FV systém je potrebné umiestniť mimo požiarne nebezpečný priestor iného objektu (než je ten, na ktorom sú umiestnené), resp. mimo požiarne nebezpečný priestor toho istého objektu, na ktorom sú umiestnené, ak nie je možné vylúčiť prenos požiaru medzi požiarnymi úsekmi.

6 Dokumentácia, skúšanie a údržba FVE

6.1 Všeobecne

Dokumentácia, skúšanie a údržba FVE musí byť v súlade s STN EN 62446-1 a STN EN 62446-2.

Classified as Internal and General Business

Príloha A (informatívna)

Fotovoltické elektrárne – aspekty požiarneho ohrozenia

A.1 Všeobecne

Predpisy protipožiarnej bezpečnosti vyžadujú, aby sa pri výstavbe budov čo najviac obmedzili zdroje vznietenia a aby sa zabezpečilo včasné odhalenie požiaru, obmedzilo jeho šírenie a vytvorili podmienky na účinné a bezpečné hasenie. To platí aj pre výstavbu fotovoltických elektrární.

Fotovoltické elektrárne sú spojené s týmito aspektmi požiarneho ohrozenia.

ELEKTRICKÉ: Elektrický oblúk môže vzniknúť v dôsledku chybnej, nesprávne navrhnutej alebo poškodenej elektrickej inštalácie FVE. Vysoké teploty vznikajúce pri elektrickom oblúku môžu spôsobiť požiar okolitých horľavých materiálov.

VONKAJŠIE: Požiar v budove môže vzniknúť z viacerých dôvodov. Ak je FVE prekážkou účinného hasenia požiaru alebo ak horľavé časti FVE ďalej šíria požiar po budove, následky požiaru spôsobeného FVE sú väčšie, ako by boli za iných okolností.

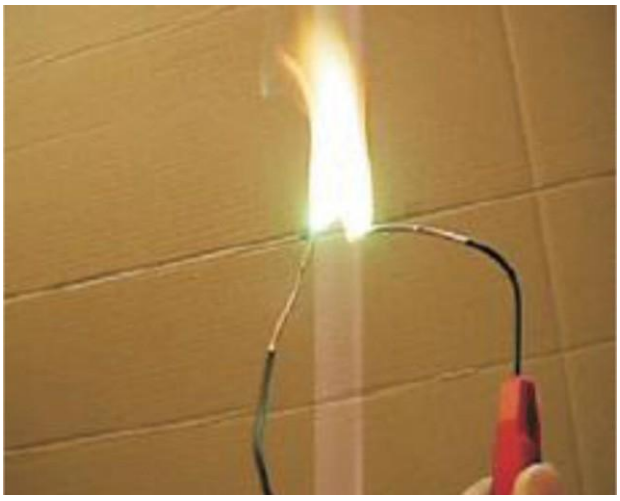
RIZIKOVÉ: Účinnosť hasenia požiaru v budove s FVE závisí od jej konštrukcie. Ak sú FV moduly a jednosmerné obvody vystavené požiaru, hasiči musia dbať na to, aby neboli ohrození spadnutými časťami a vodivými časťami pod napätím. Riziká a opatrenia pre hasičov by mali byť definované v podmienkach pre zásah!

Táto príloha je zameraná najmä na riziko elektrického oblúka, pretože ostatné nebezpečenstvá sú riešené v iných kapitolách tohto dokumentu.

A.2 Elektrický oblúk

Elektrický oblúk sa môže vyskytnúť na jednosmernej aj striedavej časti obvodov FVE. Ochrana pred elektrickým oblúkom v obvodoch striedavého prúdu nie je predmetom tohto dokumentu, pretože ochranné opatrenia sú dostatočne dobre definované v platných predpisoch a normách o elektrických inštaláciách.

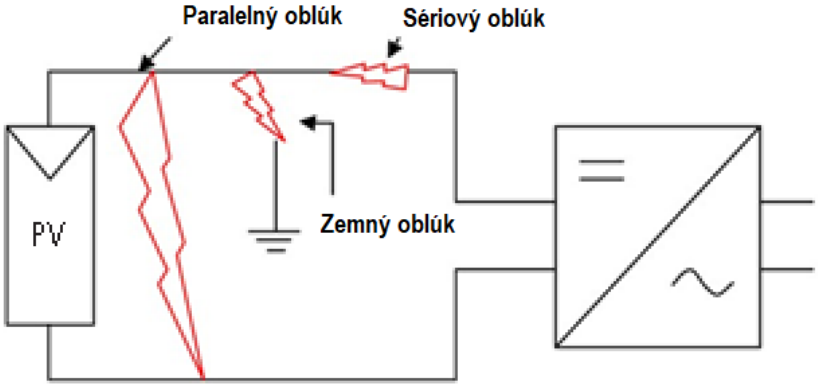
V prípade elektrického oblúka v jednosmernom obvode - na rozdiel od oblúka v striedavom obvode - nedochádza ku kolísaniu prúdu, a preto je ťažšie ho uhasiť. Následky oblúkového výboja (pozri obrázok A.1) sa môžu obmedziť na inštaláciu a FV moduly, ale môžu sa výrazne zvýšiť, ak oblúkový výboj vznieti okolité horľavé materiály.



Obrázok A.1 – Elektrický oblúk v obvode 200 V DC

V oblasti fotovoltiky existujú tri typy oblúkov: sériové, paralelné a zemné oblúky (pozri obrázok A.2).

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.2 – Schematický príklad elektrických oblúkov

A.2.1 Sériový elektrický oblúk

Sériový elektrický oblúk vzniká v sérii so záťažou, t. j. so striedačom, keď sa v zaťaženom obvode zvýši odpor. Väčšinou sa to deje na spojoch. Spoj sa najprv začne zahrievať v dôsledku zvýšeného odporu. Oblúk vzniká, keď sa odpor dostatočne zvýši v dôsledku poškodenia. Sériový oblúk nie je nebezpečný, ak sa včas deteguje, pretože sa dá ľahko uhasiť prerušením prúdu, t. j. odpojením striedača alebo záťaže. Každý bod spojenia v obvodoch jednosmerného prúdu vrátane pripojení v rámci modulov je potenciálnym bodom vzniku sériového elektrického oblúka.

A.2.2 Paralelný elektrický oblúk

Paralelný elektrický oblúk vzniká medzi vodičmi rôznych polarít spájajúcich prvky FVE. Vodiče rôznych polarít sú často vedené veľmi blízko seba aspoň v niektorých častiach trasy (pozri obrázok A.3), takže môže dôjsť k vzniku oblúka, ak sa v týchto miestach zníži izolačný odpor káblov v dôsledku poškodenia alebo starnutia izolačného materiálu.



Obrázok A.3 – Káble vedené blízko seba

K poškodeniu izolácie týchto káblov môže dôjsť z viacerých dôvodov, napr. v dôsledku pôsobenia hlodavcov, mechanického namáhania, nesprávneho upevnenia alebo atmosférických vplyvov, ako sú rýchlo sa meniace cykly zmrazovania a rozmrazovania alebo UV žiarenie atď. Paralelný elektrický oblúk je ťažšie prerušiť, pretože zhasne až po prerušení dodávky energie z modulov. Nemožno ho uhasiť odpojením záťaže, ale ani odpojením poškodených častí káblov alebo vypnutím vonkajšieho (cudzieho) zdroja elektrickej energie.

A.2.3 Zemný elektrický oblúk

Zemný elektrický oblúk vzniká zníženým izolačným odporom káblov jednosmerného prúdu voči zemi. Typický elektrický oblúk do zeme vzniká na prepäťovej ochrane.

FVE pozostáva z množstva spojov a káblov, na ktorých môže v dôsledku poruchy alebo poškodenia vzniknúť elektrický oblúk. V prevádzkovanej FVE sa v priebehu rokov očakáva zvýšený počet porúch a poškodení v dôsledku starnutia materiálov a poveternostných a iných vplyvov (pozri obrázok A.4).

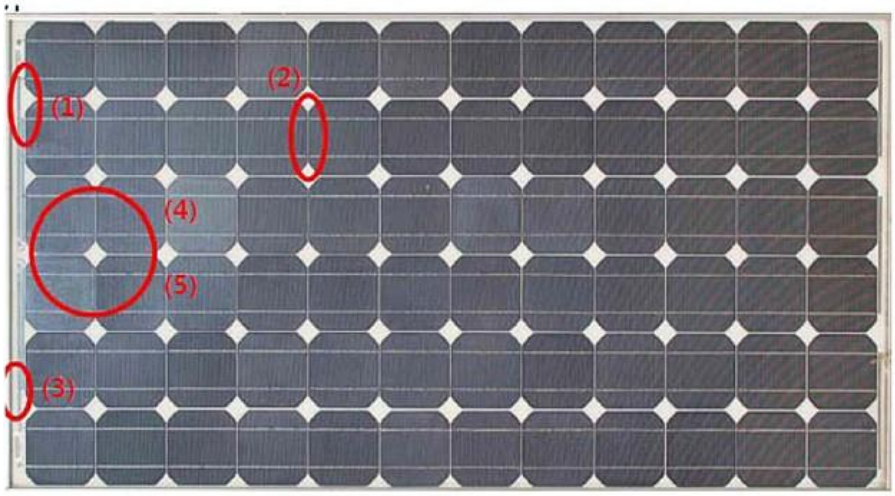
Classified as Internal and General Business



Obrázok A.4 – Účinky zemného elektrického oblúka cez kovový rám modulu

A.2.4 Elektrické oblúky v moduloch

Na obrázku A.5 sú znázornené miesta v moduloch, kde môže dôjsť k poruchám.



Obrázok A.5 – Miesta v moduloch, kde môže dôjsť k poruchám

Legenda k obrázku A.5:

(1) spájkované spoje medzi fotovoltickými článkami,

(2) spoje medzi fotovoltickými článkami a vodičmi vo forme káblových pásov (prípojníc),

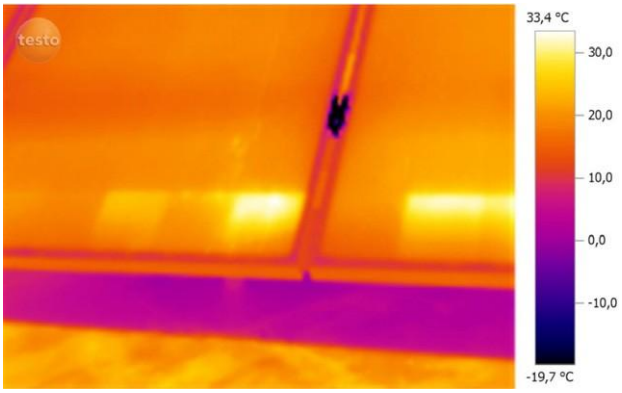
(3) izolácia medzi rámom a káblovými pásmi,

(4) kontakty v module,

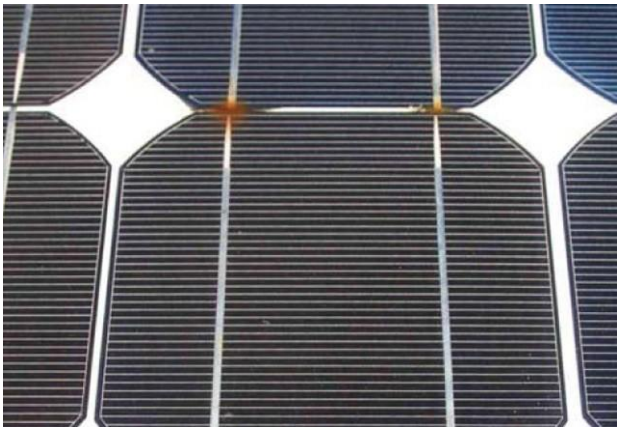
(5) okolie spojov obtokových (bypass) diód v module (obtokové diódy zabraňujú prehriatiu - efekt horúceho bodu) jedného článku a tiež zabraňujú tomu, aby porucha jedného článku ovplyvnila prevádzku modulu).

Tieto chyby majú spoločné to, že ich vývoj na úroveň, ktorá predstavuje požiarne nebezpečenstvo, môže trvať dlho. Preto je možné nebezpečenstvu predísť len vtedy, ak sa zistí včas. Termovízia môže byť v tomto ohľade veľmi užitočná, ako sa uvádza na obrázky A.6 a A.7. Na obrázku A.6 je na snímke z termovíznej kamery jasne viditeľná oblasť, kde dochádza k prehrievaniu, zatiaľ čo na obrázku A.7 je to viditeľné aj bez kamery.

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.6 – Zobrazenie horúcich bodov na termovíznej kamere



Obrázok A.7 – Účinky prehriatia viditeľné na povrchu modulu

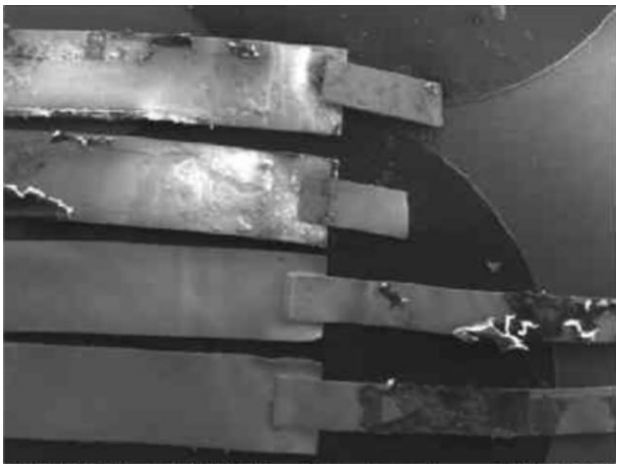
Prehrievanie vedie k delaminácii - tvorbe preliačin (obrázok A.8), ktoré znižujú odvod tepla z modulu, takže sa prehrievanie zhoršuje a môže viesť k vzniku elektrického oblúka.

V prípade spájania vodičov - prípojníc - sú poruchy zvyčajne spôsobené zlým spojením (obrázok A.9), ktoré zvyšuje ohmický odpor v týchto miestach, čím sa zvyšuje zahrievanie (fotografia na obrázku A.9 je zväčšená).



Obrázok A.8 – Účinky prehriatia viditeľné na povrchu spodnej strany modulu

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.9 – Vodiče prípojnice vo vnútri modulu – zvýšený ohmický odpor a prehrievanie

Čím vyšší je odpor, tým väčšia je pravdepodobnosť, že sa v danom mieste vytvorí elektrický oblúk.

Fotografia na obrázku A.10 bola zhotovená na univerzite v Novom Južnom Walese v Austrálii, kde sa skúšali moduly, v ktorých mali vodiče na spojoch zámerne vyšší odpor. Fotografia zobrazuje elektrický oblúk, ktorý vznikol pri napätí a prúde, ktoré sa nelíšili od napätia a prúdu pri bežných prevádzkových podmienkach. Na väčšej fotografii je zobrazená spodná strana modulu s elektrickým oblúkom a v hornom rohu fotografie je zobrazený modul z hornej strany, kde sú viditeľné dva elektrické oblúky vo vnútri.



Obrázok A.10 – Fotografia so skúšky modulu

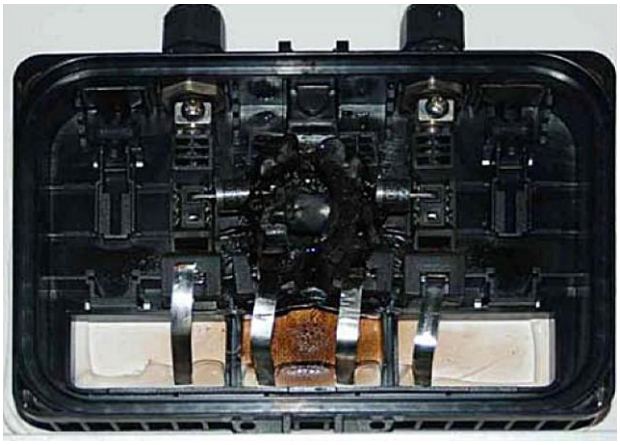


Obrázok A.11 – Účinky elektrického oblúka na zadnú stranu modulu

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.12 – Účinky elektrického oblúka na prednú časť modulu



Obrázok A.13 – Dôsledky elektrického oblúka vo vnútri prípojného portu FV modulu

Na obrázku A.14 sú zobrazené dôsledky elektrického oblúka v module na spoji fotovoltického článku a vodiča. Takýto elektrický oblúk nezhasne, kým fotovoltické články dodávajú elektrinu. V uvedenom príklade elektrický oblúk spôsobil požiar strešnej krytiny (strešnej lepenky a dreveného plášťa).



Obrázok A.14 – Dôsledky elektrického oblúka v module na spoji fotovoltického článku a vodiča

Classified as Internal and General Business

A.2.5 Elektrické oblúky v kábloch jednosmerných obvodov

Káble jednosmerných obvodov FVE sú počas jej predpokladanej životnosti vystavené veľmi vysokému atmosférickému zaťaženiu. Ich výber a spôsob uloženia majú preto zásadný vplyv na bezpečnú a spoľahlivú prevádzku FVE. Fotografie na obrázkoch A.15 a A.16, ktoré boli zhotovené v rôznych prevádzkovaných FVE, uvádzajú, že sa to často nezohľadňuje. Takto položené káble nevydržia dodatočné namáhanie, ktorému budú vystavené počas mnohých rokov v závislosti od ich konštrukcie.



Obrázok A.15 – Nesprávne uloženie káblov



Obrázok A.16 – Stav káblov po 4 rokoch prevádzky na mieste vystavenom slnečnému žiareniu

Káble sa musia ukladať tak, aby nedochádzalo k dodatočnému mechanickému namáhaniu ich izolačného plášťa. Pozornosť treba venovať aj skutočnosti, že materiály sa pod vplyvom vonkajších teplôt rôzne rozťahujú a zmršťujú a že sneh a ľad môžu izoláciu dodatočne namáhať, čo je obzvlášť nebezpečné, ak sú káble položené na ostrých predmetoch, ako je to znázornené na dvoch na obrázkoch A.17 až A.19.



Obrázok A.17 – Pri inštalácii káblov môžu ostré hrany pri trení poškodiť izoláciu

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.18 – Recept na požiar: kábel vedený cez drevený prvok s ostrými hranami



Obrázok A.19 – Poškodenie izolácie kábla ostrou hranou

Pri inštalácii káblov treba zohľadniť pokyny výrobcu a vplyvy prostredia, ktorým budú káble dlhodobo vystavené. Káble, ktoré budú vystavené priamemu slnečnému žiareniu, musia byť odolné voči UV žiareniu. Ak sa k vplyvu dlhodobého UV žiarenia pridá mechanické namáhanie spôsobené ohýbaním káblov a účinky prehrievania v dôsledku zlých spojov, možno odhadnúť, že izolačná schopnosť kábla sa s veľkou pravdepodobnosťou zníži, čo môže viesť k vzniku elektrického oblúka.



Obrázok A.20 – Skúšanie izolačných vlastností káblov z hľadiska vplyvu prostredia a polomeru ohybu

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.21 – Závažný nedostatok pri skúške vplyvu ozónu na bežne používané káble typu H07RN-F

V krajinách, kde je výstavba FVE veľmi rozšírená, sa zavádza štandardizácia kritérií kvality. Napríklad nemecká organizácia DKE - Nemecká komisia pre elektrotechniku, elektroniku a informačné technológie - (www.dke.de) vydala predpisy VDE-AR-E 2283-4 Požiadavky na používanie káblov v jednosmerných obvodoch FVE. Na Slovensku sú príkladom káblov pre jednosmerné obvody spĺňajúce všetky kvalitatívne parametre na použitie v exponovaných oblastiach FVE káble s označením ELKOND H1Z2Z2-K (obrázok A.22).



Obrázok A.22 – Vzhľad kábla ELKOND H1Z2Z2-K

Hlodavce môžu byť tiež vážnou príčinou nebezpečenstva pre káble v obvodoch jednosmerného prúdu, najmä v podkrovných priestoroch rodinných a poľnohospodárskych budov (obrázok A.23). Pôsobenie hlodavcov môže ľahko poškodiť izoláciu kábla až do takej miery, že spôsobí elektrický oblúk. Situácie, ktoré sú zobrazené na nasledujúcich obrázkoch, často vedú k požiarom spôsobeným hlodavcami (obrázky A.24 a A.25).



Obrázok A.23 – Nesprávne uložené káble jednosmerného napätia v podkroví

Classified as Internal and General Business



Obrázok A.24 – Následky poškodenia káblov hlodavcami



Obrázok A.25 – Následky poškodenia káblov hlodavcami

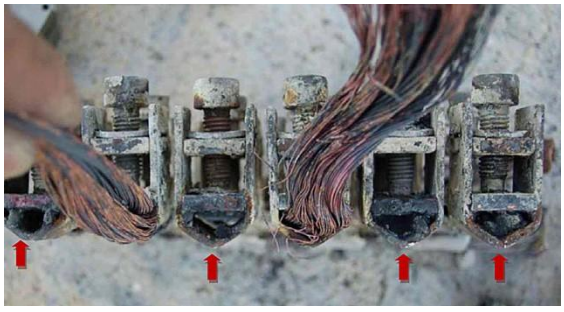
A.2.6 Elektrické oblúky v rozvodných skrinkách modulov

Častou príčinou vzniku elektrického oblúka v rozvodných skrinkách modulov je nedostatočné tesnenie proti prieniku vody a vlhka. Na obrázok A.26 sa uvádza, čo sa môže stať v dôsledku kondenzácie vlhkosti.



Obrázok A.26 – Príklad nedostatočnej ochrany rozvádzača krytím IP

Častou príčinou vzniku elektrického oblúka sú aj zlé káblové spoje, ako sa uvádza na obrázku A.27. Požiar bol spôsobený prehriatím spojov označených šípkou. Kontakty v týchto bodoch sú zjavne prehriate.



Obrázok A.27 – Stav elektrických spojov po požiari

Classified as Internal and General Business

Odvetvie fotovoltiky vyvíja špecifikácie výrobkov s cieľom znížiť pravdepodobnosť porúch a chýb a ich následkov. Vývojové riešenia smerujú k štandardizovanej kontrole kvality výrobkov a znižovaniu horľavosti materiálov a vyvíjajú sa ochranné prvky na včasnú detekciu a hasenie oblúkových výbojov. Na základe praktických výsledkov sa vypracúvajú štandardizované pravidlá pre návrh fotovoltických systémov.

Napríklad STN 33 2000-5-52 špecifikuje požiadavky na oddelené vedenie záporného a kladného kábla a na dvojitú izoláciu káblov v jednosmerných obvodoch FVE. Najnovšie vydanie Národného elektrotechnického kódexu (NEC 2011 - NFPA 70) už obsahuje požiadavky na ochranu jednosmerných obvodov v FVE. Bod 690.11 predpisuje ochranu pred oblúkovým zlyhaním v obvodoch jednosmerného prúdu: fotovoltické systémy pracujúce pri napätí 80 V alebo vyššom, s obvodmi napájania jednosmerným prúdom a/alebo výstupnými obvodmi jednosmerného prúdu a inštalované na budove alebo zabudované v budove, musia byť chránené prerušovacím zariadením, ktoré spĺňa požiadavky uvedené v tomto bode.

Pri návrhu FVE je veľmi dôležitý výber kvalitných FV modulov, káblov a striedačov. Musia byť dostatočne odolné voči mechanickým vplyvom a vplyvom prostredia, ktorým budú vystavené počas prevádzky. Niektoré normy a skúšobné metódy s kritériami kvality pre tieto prvky už boli uverejnené.

A.3 Vonkajší požiar – vplyv FVE na vznik požiaru

Jednou z najčastejších externých príčin požiarov budov je úder blesku, preto sa pri výstavbe FVE musí zabezpečiť aj ochrana pred bleskom v súlade s predpismi a normami o ochrane pred bleskom (obrázok A.28). Detaily návrhu a zhotovenia ochrany pred bleskom v súlade so súborom STN EN 62305 sú podrobne rozpracované v ATN® 005.

V jednotlivých prípadoch by sa mali zvážiť aj ďalšie riziká, ktoré FVE predstavuje pre šírenie požiaru. Všeobecne sa uznáva, že časti FVE sú horľavé a preto môžu prispieť k šíreniu požiaru. Miera, v akej prispievajú k požiaru, závisí od vlastností budovy a FVE a od prijatých ochranných opatrení.



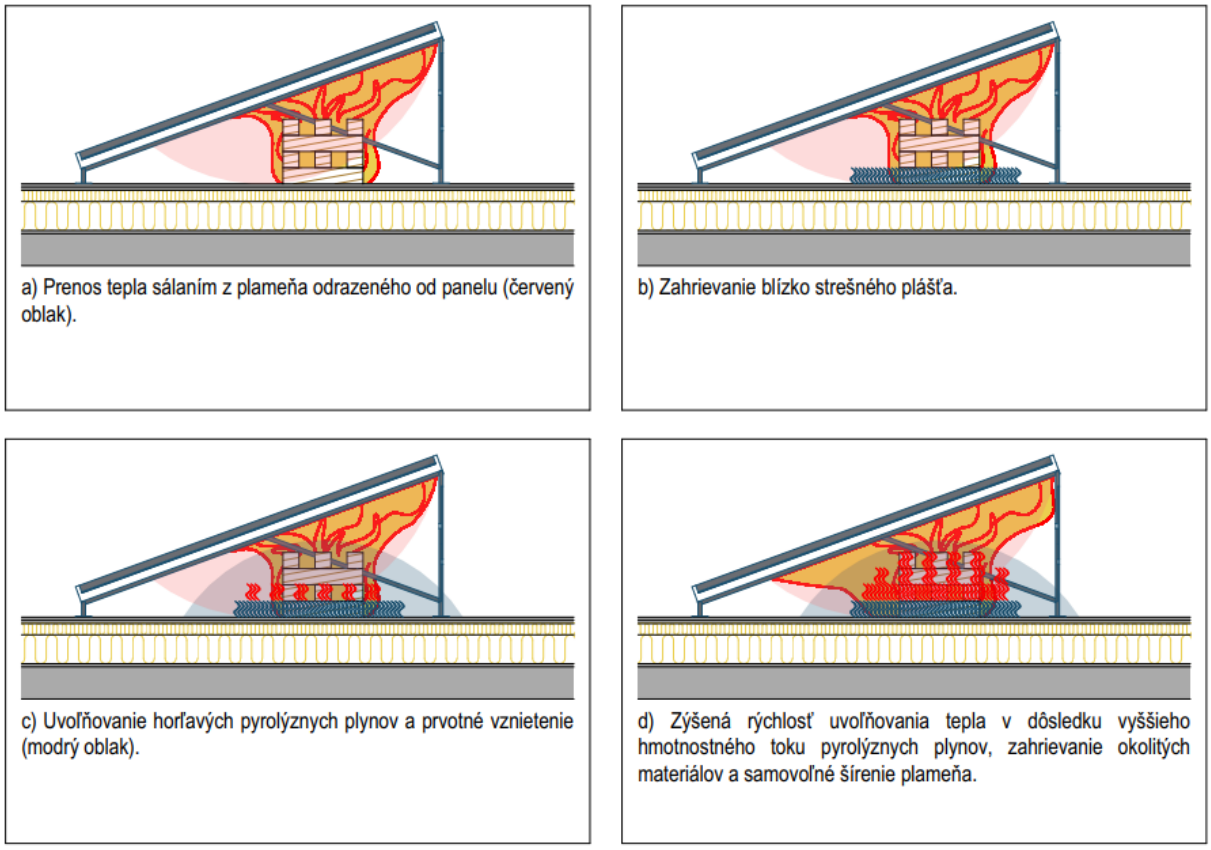
Obrázok A.28 – Dva príklady nedostatočnej vzdialenosti „s“ zvodu bleskozvodu od kábla FVE

Classified as Internal and General Business

Príloha B

Skladby plochých striech

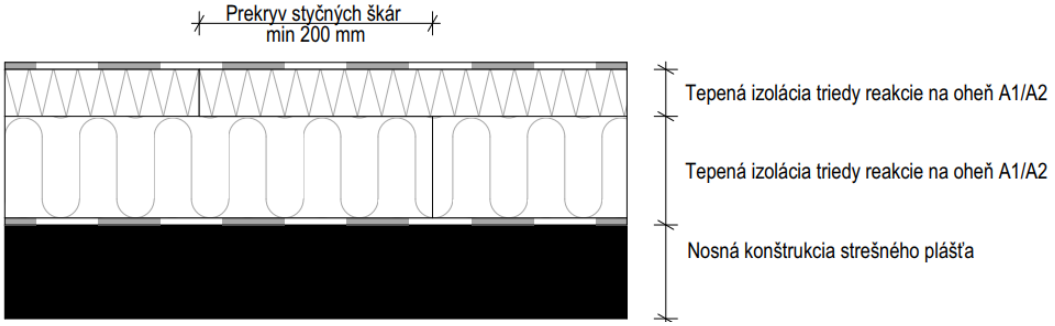
Inštalácia FVE výrazne ovplyvňuje riziko požiaru, preto sa na strešné konštrukcie kladú špecifické požiadavky. Okrem samotnej požiadavky pre strešný plášť BROOF(t3) alebo BROOF(t4) je potrebné zvážiť aj zmenu vývoja požiaru pod poľom fotovoltických panelov v dôsledku dutiny medzi fotovoltickým poľom a povrchom strechy (obr. B.1).



Obrázok B.1. – Zmena vývoja požiaru v prípade fotovoltického poľa

B.1 Odporúčané skladby plochých striech

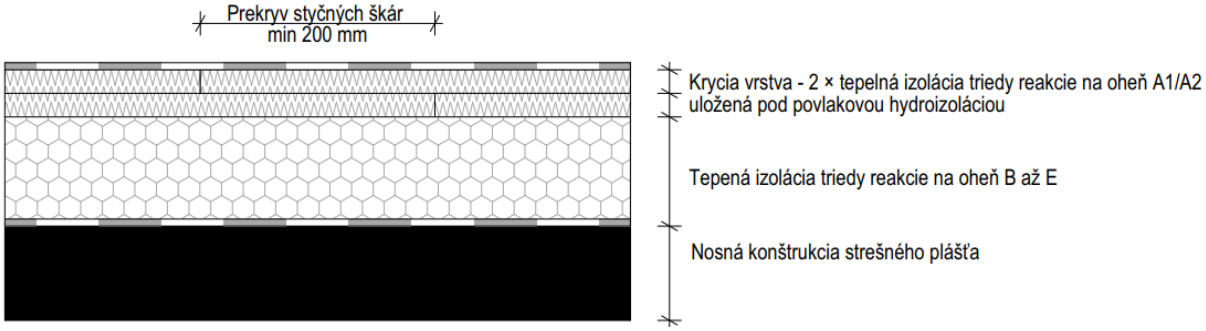
Pri umiestňovaní FVE na konštrukcií plochej strechy sa odporúča použiť skladbu s tepelnou izoláciou triedy reakcie na oheň A1/A2, so vzájomným prekrytím styčných škár aspoň 200 mm (obr. B.2).



Obrázok B.2 – Odporúčaná skladba strešného súvrstvia pri plánovanej inštalácii FVE na strešnú konštrukciu

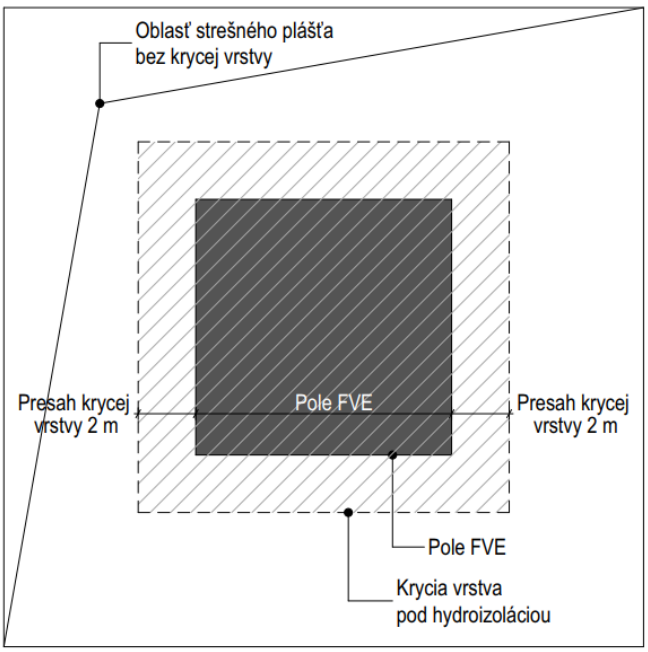
Classified as Internal and General Business

Pri strešných konštrukciách s tepelnou izoláciou triedy reakcie na oheň B až E sa požaduje realizovať opatrenia, aby v prípade požiaru FVE bola tepelná izolácia účinne chránená pred požiarom (priamy kontakt s plameňom, sálanie a vedenie tepla). Tieto opatrenia sa dosahujú vytvorením krycej vrstvy z tepelnoizolačného materiálu triedy reakcie na oheň A1/A2 s celkovou minimálnou hrúbkou 60 mm, ktorá bude súvislá, bez priebežnej styčnej škáry cez celú hrúbku krycej vrstvy (tvorená minimálne ako dvojvrstvová zo vzájomným prekryvom styčných škár aspoň 200 mm) (obr. B.3).



Obrázok B.3 – Realizácia krycej vrstvy na horľavú tepelnú izoláciu strechy pri plánovanej inštalácii FVE na strešnú konštrukciu

Realizácia krycej vrstvy sa odporúča s presahom aspoň 2 m od pôdorysného priemetu FVE (obr. B.3).



Obrázok B.4 – Súvislá krycia vrstva s pôdorysným presahom aspoň 2 m za hranice pôdorysného priemetu FVE

Pri použití kombinovaného súvrstvia s tepelnou izoláciou triedy reakcie na oheň B až E je potrebné zabezpečiť, aby aj všetky prestupy cez strešné súvrstvie boli nehorľavé v celom priereze.

Návrhové riešenia sú len ilustračné. V prípade strešnej skladby je nevyhnutné rešpektovanie:

- konštrukčných požiadaviek,
- statických požiadaviek - únosnosť novonavrhovanej alebo pôvodnej nosnej konštrukcie,
- požiadaviek na vzájomné kombinovanie rôznej materiálovej bázy,
- odporúčania dodávateľa použitého materiálu na jeho možné zaťaženie a deformácie od konštrukcie FVE.

Classified as Internal and General Business

Literatúra

[1] Smernica SZPV 512: Smernica o požiarni varnosti sončnih elektrarn, izdaja 02/16, Slovensko združenje za požiarno varstvo,

[2] Guidance on the evaluation of the fire risk of a solar power plant and the development of a safety concept (59)

[3] TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Branddirektion München, DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., Berner Fach- hochschule BFH, Energiebau Solarstromsysteme GmbH, Currenta GmbH & Co. OHG. Leitfaden: Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung. (Online). Dosegljivo: www.pv-brandsicherheit.de

[4] Photovoltaik-Heimspeicher sollen sicherer wer- den, Karlsruher Institit für Technologie, (Online). Dosegljivo: https://www.kit.edu/kit/15184.php

[5] Správa "Energy Storage Safety, Task 1b", ktorú vydala Austrálska rada pre čistú energiu a vypracovala pre ňu národná vedecká agentúra CSIRO, dátum vydania 13.11.2015, (online)

[6] EUMEPS. Safe deployment of rooftop PV on insulated flat roofs [online]. Brussels: EUMEPS, [cit. 2026-07-07]. Dostupné na: https://eumeps.eu/pvroofsafety/

[7] ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE (ZAG). Doporučení pro požární bezpečnost fotovoltaických systémů instalovaných na plochých střechách budov [online]. Ljubljana: Zavod za gradbeništvo Slovenije, 2024 [cit. 2026-07-07].

[8] ČSN P 73 0847 Požární bezpečnost staveb - Fotovoltaické (PV) systémy

[9] CEN/TR 18326:2026 Report on installation scenarios, available test methods and national legislation to be considered for the fire performance classification of roof systems with above roof mounted PV modules

[10] Kristensen, J. S., & Jomaas, G. (2018). Experimental Study of the Fire Behaviour on Flat Roof Constructions with Multiple Photovoltaic (PV) Panels. Fire Technology, 54(6), 1807-1828. https://doi.org/10.1007/s10694-018-0772-5

Classified as Internal and General Business

Vydavateľ:

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky

Agátová 2510/22, 924 01 Galanta

IČO: 42039592 DIČ: 2022399720

Autorské práva vydaných ATN® sú vyhradené

Classified as Internal and General Business