

**Střední odborná škola požární ochrany
a Vyšší odborná škola požární ochrany**

**Problematika požárů fotovoltaických elektráren a
vyhodnocení možných rizik pro zasahující hasiče**

Absolventská práce

Student: Bajgar Radek

Vedoucí absolventské práce: pplk. Ing. Marek Hütter, Ph.D.

Obor vzdělání: 39-08-N/.. - Požární ochrana a bezpečnost práce

Vzdělávací program: Prevence rizik a záchranářství

Datum odevzdání: 30. 4. 2024

PŘIHLÁŠKA

absolventské práce

Jméno a příjmení studenta	Radek Bajgar
Obor vzdělání	39-08-N/.. - Požární ochrana a bezpečnost práce
Vzdělávací program	Prevence rizik a záchranářství
Forma vzdělávání	kombinovaná
Rok konání absolutoria	2024
Závazně vybrané téma absolventské práce	Problematika požárů fotovoltaických elektráren a vyhodnocení možných rizik pro zasahující hasiče
Anotace	První část práce se věnuje charakteristice fotovoltaických elektráren (dále jen FVE), principu jejich funkce, hlavních komponentů běžných FVE, jejich umístění, zapojení apod. Dále jsou popisovány legislativní a normativní požadavky na FVE a na požární bezpečnost. V praktické části práce je provedena analýza možných rizik a nebezpečí, kterým mohou čelit zasahující hasiči u požáru FVE.
Cíl práce	Cílem práce je vytvořit přehled existujících technických předpisů ve vztahu k oblasti FVE, provést zhodnocení rizik, zejména ve vztahu k činnosti jednotek požární ochrany, a to také ve vztahu k současnému technologickému vývoji. Cílový materiál pak může sloužit jako ucelený podklad pro odbornou přípravu.
Vedoucí práce	pplk. Ing. Marek Hütter, Ph.D.
Termín odevzdání absolventské práce	30. 4. 2024

Ve Frýdku-Místku dne 4.10. 2023

.....

podpis studenta

.....

podpis vedoucího práce

ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Jméno: Bajgar Radek

Obor vzdělávání: 39-08-N/.. - Požární ochrana a bezpečnost práce

Vzdělávací program: Prevence rizik a záchranářství

Školní rok: 2022/2023

Protože jste splnil požadované studijní podmínky pro ukončení studia ve vyšší odborné škole, zadávám Vám ve smyslu zákona 561/2004 Sb., § 102, odst. 1 téma pro absolventskou práci.

Název tématu: Problematika požárů fotovoltaických elektráren a vyhodnocení možných rizik pro zasahující hasiče

Rozsah práce je stanoven interně vydanými zásadami pro vypracování absolventské práce.

Vedoucí práce: pplk. Ing. Marek Hütter, Ph.D.

Termín zadání: 4.10.2023

Termín odevzdání: 30. 4. 2024

Podpis studenta:

Podpis ředitele školy:

Ve Frýdku-Místku dne:

Razítko:

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou absolventskou práci vypracoval samostatně. Veškeré prameny, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury a pramenů.

Frýdek-Místek, duben 2023

Beru na vědomí, že absolventská práce je majetkem SOŠ PO a VOŠ PO ve Frýdku Místku (ustanovení § 60 odst. 1 zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon), bez jejího souhlasu nesmí být nic z obsahu práce publikováno.

Souhlasím s prezentačním zpřístupněním své absolventské práce ve studijní knihovně SOŠ PO a VOŠ PO ve Frýdku-Místku.

Frýdek-Místek, duben 2023

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu pplk. Ing. Marku Hütterovi, Ph.D. za důsledné a odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomášovi Galeziokovi za jeho čas a cenné informace.

Mé poděkování samozřejmě patří členům ze Solární asociace a také všem, které jsem oslovil během zpracovávání práce.

Anotace

První část práce se věnuje charakteristice fotovoltaických elektráren (dále jen FVE), principu jejich funkce, hlavních komponentů běžných FVE, jejich umístění, zapojení apod. Dále jsou popisovány legislativní a normativní požadavky na FVE a na požární bezpečnost.

V praktické části práce je provedena analýza možných rizik a nebezpečí, kterým mohou čelit zasahující hasiči u požáru FVE.

Klíčová slova: fotovoltaické elektrárna, požární bezpečnost, analýza, rizika, hasiči

Annotation

The first part of the thesis deals with the characteristics of photovoltaic power plants (PVP), the principle of their function, the main components of common photovoltaic power plants, their location, connection, etc. Furthermore, legislative and normative requirements for PV plants and fire safety are described.

In the practical part of the thesis, an analysis of possible risks and dangers that may be faced by intervening firefighters in a PV plant fire is carried out.

Key words: photovoltaic power plant, fire safety, analysis, risks, firefighters

Obsah

ÚVOD	1
1 Sluneční záření v České republice.....	2
2 Hlavní komponenty FVE.....	4
2.1 Fotovoltaický panel	4
2.2 Princip fungování fotovoltaického článku.....	4
2.3 Střídač.....	5
2.4 Bateriové uložení	6
2.4.1 Olověné baterie.....	6
2.4.2 Lithium-iontové baterie	7
3 Fotovoltaické systémy	8
3.1 Systémy (Off – grid).....	8
3.2 Systémy (On – Grid)	8
3.3 Systémy s bateriovým uložením	8
4 Mechanické konstrukce a umístění panelů.....	10
4.1 Fotovoltaika umístěná na šikmých střechách	10
4.2 Fotovoltaika umístěná na plochých střechách	11
4.3 Solární panely umístěné na fasádách.....	12
4.4 Umístění fotovoltaické elektrárny na pozemcích	13
5 Právní předpisy	15
5.1 Zákony.....	15
5.2 Vyhlášky a normy	16
5.3 Právní předpisy k umístění bateriového uložení.....	16
5.4 Doporučené postupy jednotkám požární ochrany	17
5.4.1 ML 47/P Požáry střešních konstrukcí s fotovoltaickým systémem	17
5.4.2 ML 48/P Požáry fotovoltaických elektráren	18
5.4.3 ML 49/P Požáry střešních konstrukcí s trubicovým fotovoltaickým systémem.....	18
5.4.4 ML 25/P Hašení vodou elektrických zařízení a vedení pod napětím do 400 V.....	18
6 Nebezpečí a možná rizika při zásahu na objekty s FVE.....	20
6.1 Prevence	20
6.2 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem	21
6.3 Nebezpečí zřícení konstrukcí	21
6.4 Nebezpečí pádu	22
6.5 Nebezpečí intoxikace	22
6.6 Nebezpečí výbuchu	22
7 Elektrická zařízení jako možný iniciační zdroj	23
7.1 Elektrický zkrat	23

7.2	Elektrický oblouk	23
7.3	Elektrická jiskra.....	24
7.4	Přechodový odpor.....	24
7.5	Výboj atmosférické elektřiny	24
8	Vybrané zásahy jednotek HZS na FVE	25
8.1	Exploze a požár baterií pro fotovoltaiku (Moravskoslezský kraj).....	25
8.2	Požár baterií fotovoltaické elektrárny (Zlínský kraj)	27
8.3	Požár domu s fotovoltaickými panely (Královéhradecký kraj).....	29
9	COBRA	31
10	Navrhovaná řešení	33
	ZÁVĚR.....	35
	SEZNAM OBRÁZKŮ	37
	SEZNAM TABULEK	38
	SEZNAM ZDROJŮ	39

ÚVOD

Pro svou absolventskou práci jsem si vybral problematiku požárů fotovoltaických elektráren a možných rizik pro zasahující hasiče. Vlivem rostoucích cen elektřiny přibývají elektrárny na střechách domů. Statistický úřad eviduje za krátkou dobu značný nárůst, kdy v roce 2022 bylo připojeno do sítě 34 000 elektráren a v roce 2023 tento počet stoupl na 82 799. S nárůstem fotovoltaických elektráren (dále jen FVE) v České republice, roste i číslo jejich poruch, zahoření nebo dochází k požáru objektu, na kterém je FVE nainstalována.

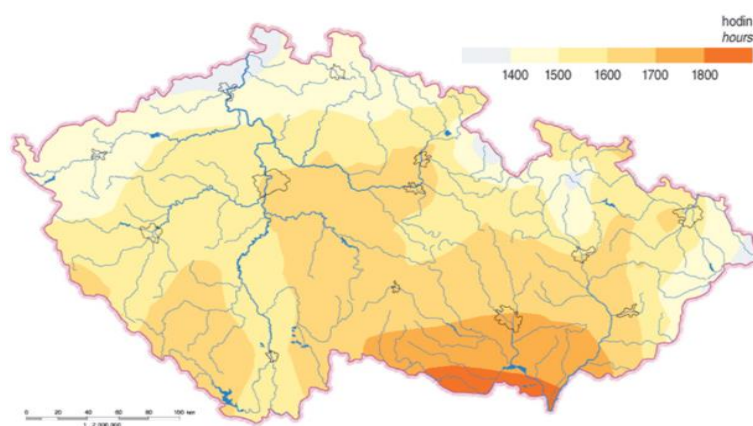
V teoretické části práce jsou popsány prvky fotovoltaické elektrárny (FVE): panel, střídač, bateriové úložiště a jeho druhy. Následně také FV systémy a jejich rozlišení podle připojení. Důležitým prvkem umístění FVE je umístění solárních panelů. Ve většině případů se setkáváme s tím, že jsou solární panely umístěné na střechách, ale možnosti, jak panely nainstalovat je celá řada. Nedílnou součástí teoretické části jsou právní předpisy: zákony, normy a vyhlášky, ale také metodické listy, kterými se řídí jednotky požární ochrany.

V praktické části práce je provedena analýza možných rizik a nebezpečí, se kterými mohou jednotky hasičského záchranného sboru nebo jednotky sboru dobrovolných hasičů přijít do styku. Počet instalací FVE se zvyšuje a trendem je především bateriové úložiště. Do práce budou jako příklad vybrány reálné zásahy z roku 2023. U jednoho ze zásahů byla použita CCS Cobra, která bude popsána v samostatné kapitole. Závěr práce bych rád věnoval mnou navrženým řešením, které by mohly vést ke zvýšení bezpečnosti, zjednodušení práce pro hasiče a provozu pro majitele.

Cílem práce je vytvořit přehled existujících technických předpisů ve vztahu k oblasti FVE, provést zhodnocení rizik, zejména ve vztahu k činnosti jednotek požární ochrany, a to i ve vztahu k současnému technologickému vývoji.

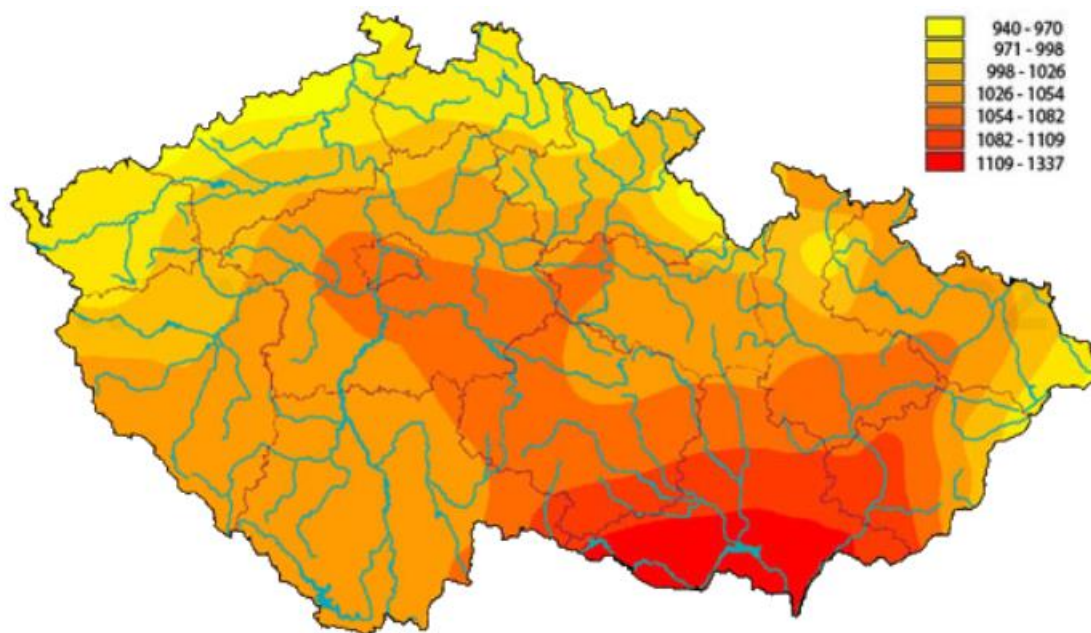
1 Sluneční záření v České republice

Česká republika leží přibližně ve středu Evropy, kde z hlediska slunečního záření nepanují takové podmínky, jako například v rovníkových oblastech. Vývojem a moderní technologií lze vyrábět elektrickou energii přeměnou ze slunečního záření. Roční úhrn dopadající sluneční energie je ovlivněn zeměpisnou polohou, celkovou dobou slunečního svitu, orientací a sklonem panelu vzhledem ke slunci a důležitou roli hraje i čistota vzduchu. [1]



Obr. 1 - Celková doba slunečního svitu v České republice (bez oblačnosti) je 1400 do 1700 hodin za rok [1]

Podmínky v České republice pro využití sluneční energie jsou poměrně dobré. Sluneční svit označuje časový interval, kdy sluneční záření dopadá na zemský povrch. Z dlouhodobého meteorologického měření vyplývá, že na jeden m^2 dopadá v průměru od 950 do 1400 kWh sluneční energie, samozřejmě největší část (75 %) v letním období. [1]



Obr. 2 - Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m^2] [1]

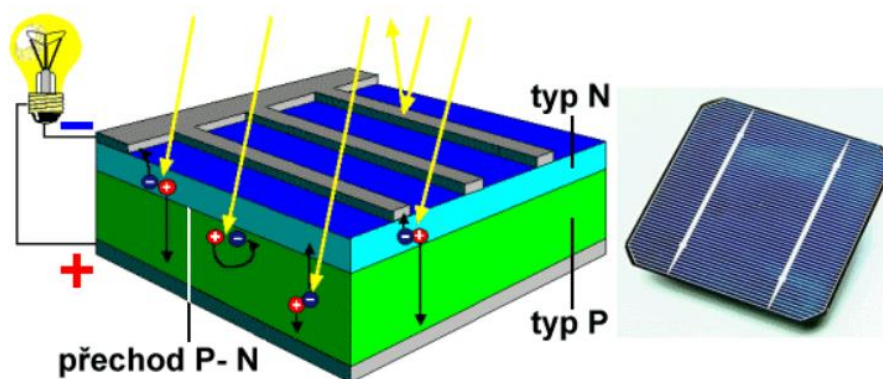
2 Hlavní komponenty FVE

2.1 Fotovoltaický panel

Fotovoltaický panel je jeden z hlavních prvků každé fotovoltaické elektrárny, díky tomu probíhá tzv. fotoelektrický jev, kde se sluneční paprsky mění na elektřinu. Důležitým prvkem každého fotovoltaického panelu je materiál. Podle toho, z čeho je vyroben, můžeme panely rozdělit. Mezi nejpoužívanější solární panely patří polykrystalické, monokrystalické nebo amorfnní fotovoltaické panely. [2]

2.2 Princip fungování fotovoltaického článku

„Fotovoltaický článek je v podstatě polovodičová dioda. Jeho základem je tenká křemíková destička s vodivostí typu **P**. Na ní se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu **N**, obě vrstvy jsou odděleny tzv. přechodem **P-N**. (Viz. Obrázek 3) Osvětlením článku vznikne v polovodiči vnitřní fotoelektrický jev a v polovodiči se z krystalové mřížky začnou uvolňovat záporné elektrony. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti zhruba 0,5 V. Energie dopadajícího světla se v článku mění na elektrickou energii. Připojíme-li k článku pomocí vodičů spotřebič (například miniaturní elektromotorek), začnou se kladné a záporné náboje vyrovnávat a obvodem začne procházet elektrický proud. Je-li třeba větší napětí nebo proud, zapojují se jednotlivé články sériově či paralelně a sestavují se z nich fotovoltaické panely.“ [3]



Obr. 3 - Schéma FV článku [3]

2.3 Střídač

Střídač, nebo také se mu říká měnič, převádí stejnosměrný proud, který vyrábí solární panely, na střídavý proud. Dalo by se říct, že střídač je řídicí centrum celého systému. Jedna z funkcí je přeměna proudu, podává také ale informace o stavu vyrobené elektrické energie, provozních úkonech, reguluje napětí sítě, případě jakékoliv poruchy odpojí solární generátor od sítě. Střídač může být vybaven displayem, který ukazuje aktuální stav celého systému, například výkon, napětí, doba práce systému, vyrobenou energii během dne, popřípadě týdenní, měsíční, roční souhrn. [4]



Obr. 4 - Střídač umístěný ve sklepě [foto autor]



Obr. 5 - Display střídače umístěného ve sklepě [foto autor]

Podle instalace rozdělujeme střídače do tří kategorií:

- On-grid měnič, který odvádí přebytečnou energii do distribuční sítě
- Off-grid měnič, který ukládá energii do baterií
- Hybridní měnič, který kombinuje vlastností obou měničů [5]

2.4 Bateriové uložení

Bateriové uložení uchovává elektrickou energii vyrobenou z fotovoltaických panelů na pozdější využití. Na trhu se setkáváme s různými typy akumulátoru, liší se použitými materiály, napětím, kapacitou, nabíjecími cykly, velikostí a cenou. [6, 7]

2.4.1 Olověné baterie

Olověné baterie představují starší řešení, ale na druhou stranu jsou prověřené mnoha desítkami let používání. V porovnání s jinými bateriemi mají nízkou životnost a vydrží méně cyklů. Olověné baterie se nemohou vybit pod 50 %, takže efektivně využijeme pouze polovinu kapacity. Velkou nevýhodou je, že provozovatel je limitován důslednou kontrolou elektrolytu v baterii. Naopak pořizovací cena je přijatelná. [6, 7]



Obr. 6 - Olověný akumulátor [7]

2.4.2 Lithium-iontové baterie

Baterie se označují také jako (Li-ion). Tento typ baterií vyřešil mnoho problémů, hlavně u starších olověných baterií, především životnost, velikost, hmotnost nebo kapacitu. Bohužel asi největším nedostatkem je vyšší pořizovací cena. Podle složení spadá do této kategorie celá řada typů. Podle chemického složení můžeme vyjmenovat následující typy:

- Lithium-mangan oxid (LMO)
- Lithium-nikl-mangan-kobalt oxid (NMC)
- Lithium-nikl-kobalt-hliník oxid (NCA)
- Lithium-železo-fosfát (LFP)

Poslední uvedený typ je nejvyužívanější lithium-železo-fosfátové baterie. Tento typ baterií disponují řadou výhod, zmínil bych jenom ty důležité. Vynikají dlouhou životností, bezpečným provozem, stabilitou při výkyvech teplot (což je v českých podmínkách velmi důležité) a jsou zcela bezúdržbové. [6, 7, 8]

3 Fotovoltaické systémy

FV systémy se dělí z různých hledisek, a to podle toho, jak jsou připojeny a jestli jsou připojeny do distribuční sítě.

3.1 Systémy (Off – grid)

Jedná se o systémy, které jsou odpojeny od veřejné distribuční sítě a vyrobenou elektrickou energii lze za určitých podmínek napájet konkrétní spotřebič. V praxi se využívají tam, kde není elektrická nebo veřejná distribuční síť, například k napájení chat nebo veřejného osvětlení.

Dále se systémy (off grid) dělí do následujících kategorií:

- Přímé zapojení – fotovoltaický panel je přímo zapojen na spotřebič.
- Hybridní systém – systém je zkonstruován a navržen tak, aby byl schopen napájet spotřebič, i když je omezen sluneční svit kvůli počasí, a proto systém počítá s alternativním zdrojem elektrické energie, jako například větrná elektrárna nebo elektrocentrála.
- FV systémy s bateriovým uložištěm – v systému je zakomponován akumulátor, který je schopen napájet spotřebič v případě nedostatku slunečního svitu nebo ve večerních či nočních hodinách. [9]

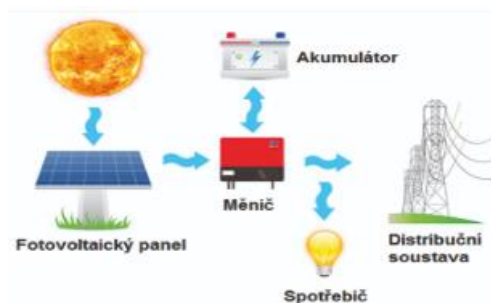
3.2 Systémy (On – Grid)

Tyto systémy jsou zapojeny do distribuční sítě. Jedná se o nejrozšířenější zapojení FV u obytných a komerčních budov. Při dostatku slunečního svitu jsou spotřebiče napájeny z fotovoltaických panelů a nespotřebovaná energie je dodána do distribuční sítě. Při nedostatečném slunečním svitu je elektrická energie odebírána ze sítě. [9]

3.3 Systémy s bateriovým uložištěm

Jedná se o systém, který je soběstačný. Elektrická energie, vyrobená fotovoltaickými panely, je ukládána do bateriového úložiště neboli akumulátoru, a využívána podle potřeby. Fotovoltaické systémy s bateriovým úložištěm mohou být off – grid i on – grid. On – grid systémy mohou napájet spotřebiče při výpadku distribuční sítě až do vybití baterií. Jediný zásadní problém může

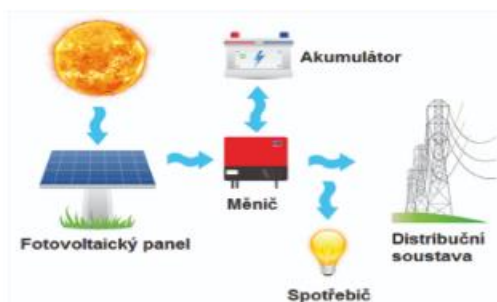
nastat v případě, kdy dojde k výpadku distribuční sítě a střídač je z ní napájený, potom i když máme bateriové úložiště, je systém nefunkční. [9]



Obr. 7 - Schéma On – grid hybridního fotovoltického systému [10]



Obr. 8 - Schéma Off – grid ostrovního fotovoltického systému [10]



Obr. 9 - Schéma On grid fotovoltického systému [10]

4 Mechanické konstrukce a umístění panelů

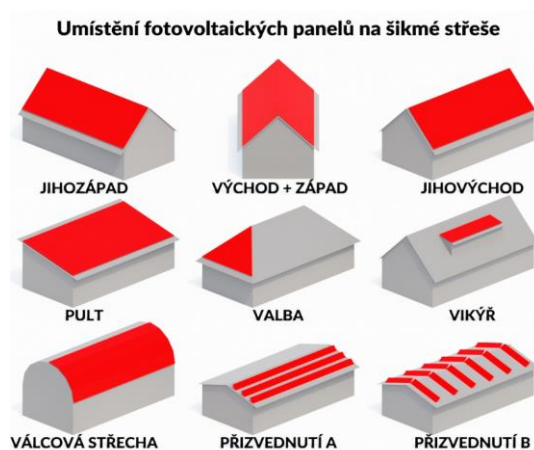
Solární panely se mohou umístit na jakýkoli dům. Díky vhodnému kotevnímu mechanismu, existují způsoby, jak solární panely umístit na rodinný dům, bytový dům nebo panelový dům. V posledních dobách je dokonce velká obliba u některých klientů umístit solární panely například na obvodový plášť budov (fasádu) či balkon. Zhotovitelé si dokáží poradit, i když dům není orientovaný na jih. Panely se běžně umísťují na střechy orientované na východ a západ, ale je třeba počítat s tím, že celoroční výnos energie klesne o 15 až 20 %. Na druhou stranu výroba elektrické energie z panelu směřujícího na západ, více odpovídá denní spotřebě energie v domě, ale jestliže solární panely umístíme zároveň na západ i východ, výroba elektrické energie se lépe rozprostře do denní doby.

Fotovoltaické panely se upevňují na konstrukce různých tvarů. Samotné konstrukce jsou velmi důležité, protože rám a tvar stojanu ovlivňují následný sklon panelů. Tento sklon je velmi důležitý na dopadající záření a tím pádem i účinnost. Konstrukce jsou vyhotoveny z odolných materiálů, aby odolaly povětrnostním vlivům, jako jsou vítr, déšť, sníh a v letních měsících vysokým teplotám.

Nejčastěji užívanými materiály, pro sestavení konstrukce jsou slitiny hliníku a oceli s povrchovou úpravou. Celkový výběr materiálů závisí na projektantovi nebo firmě která provádí instalaci a finančních prostředcích. [11]

4.1 Fotovoltaika umístěná na šikmých střechách

Solární panely se nejčastěji montují na sedlové střechy rodinných domů. Pro umístění panelů se musí zvolit ta část střechy, která je nejvíce orientovaná na jih. Aby se docílilo nejvyšší výroby elektrické energie, je ideální volba směru solárních panelů mezi jihozápadem a jihovýchodem. pro docílení nejvyšší vytíženosti, je v České republice optimální sklon panelů 35° až 40°. Docílit optimálního sklonu solárních panelů je obvykle dražší záležitost než samotná cena panelů, proto je snaha o to, aby panely byly orientované co nejvíce na jih. Při orientaci na západ či východ je nejlepší, nejvýhodnější sklon okolo 15°. Konstrukce umístěná na sedlových střechách při sklonu 15° a více je ideální i z toho hlediska, že se nečistoty z panelů vlivem deště nebo sněhu smyjí. [11]



Obr. 10 – Umístění fotovoltaických panelů na šikmé střeše [11]

4.2 Fotovoltaika umístěná na plochých střechách

Na rovných střechách se panely připevňují na konstrukci trojúhelníkového tvaru, která je spojena pomocí hliníkových profilů. Jedná se o nejčastější umístění panelů v ČR, hlavně u administrativních budov, výrobních hal, bytových domů nebo panelových domů. Je možné vybírat z těchto možností umístění panelů:

- jednostranné přizvednutí panelů
- dvoustranné přizvednutí panelů, kde je kombinace orientace východ a západ
- umístění vodorovně

Jakákoliv přizvednutí solárních panelů na plochých střechách (jednostranné či dvoustranné), se neprovádí kotvení do střešní krytiny, aby se zamezilo riziku zatékání. Konstrukce je možno upevnit ke střešní krytině napevno, a to tak, že se zatíží pomocí betonových bloků nebo se využije montážní systém typu K2 S-Dome.

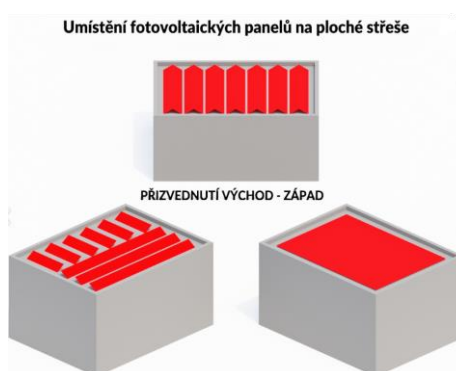


Obr. 11 – Umístění fotovoltaického panelu na plochou střechu, systém K2 S-Dome [11]



Obr. 12 – Instalace na rovné střeše přichycena do betonových kvádrů [12]

Na plochou střechu, můžeme nainstalovat panely vodorovně. Solární panely umístěné vodorovně mají své výhody i nevýhody. Mezi hlavní nevýhody patří, že ztrácejí účinnost a nedochází k samočisticím schopnostem panelu. Aby se alespoň z části této nevýhody předešlo, lze využít možnosti, kdy jsou solární články z fotovoltaické folie, která tvoří součást hydroizolační folie. Výhodou je, že fotovoltaická fólie příliš nezatěžuje nosnost střešní konstrukce. [11]

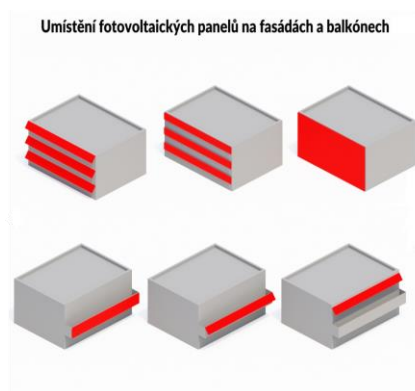


Obr. 13 – Umístění fotovoltaických panelů na ploché střeše [11]

4.3 Solární panely umístěné na fasádách

Při nedostatku prostoru na střeše objektu, je jednou z variant, nainstalovat solární panely na fasádu budovy. Fasádu je možné svisle pokrýt panely nebo se vybuduje speciální konstrukce, která zajistí požadovaný sklon panelu.

Aby se využilo každé možné místo, je další možností instalovat panely na balkony. V České republice je značná četnost panelových nebo bytových domů a na většině z nich jsou balkony, proto se tato možnost jeví jako jedna z ideálních a panely mohou být nainstalovány buď svisle nebo v příznivějším sklonu. [11]



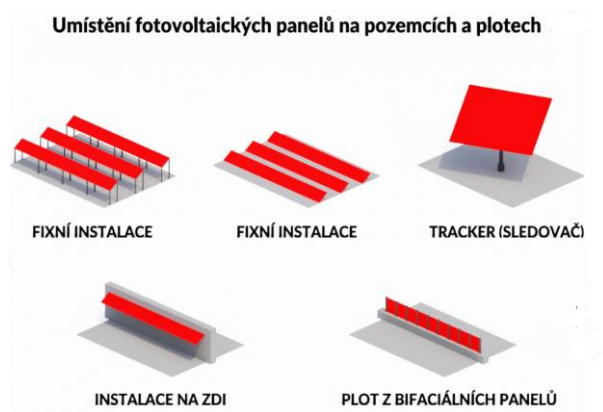
Obr. 14 – Umístění fotovoltaických panelů na fasádách a balkónech [11]

4.4 Umístění fotovoltaické elektrárny na pozemcích

Pro instalaci solárních panelů můžeme využít i pozemky. Konstrukce, která se používá na volných prostranstvích se výrazně neliší od konstrukci na plochých střechách. Opět se jedná o trojúhelníkovou konstrukci, která se na rozdíl od jiných konstrukcí uchytí do země pomocí vhodné kotevní techniky. Využívá se závrtných šroubů nebo uchycení do betonového základu. Na zatravněných plochách je vhodné konstrukci umístit do značné výšky, aby nedocházelo ke zastínění vzrůstající vegetací a tím nedošlo ke ztrátě výkonu.

Další možností pro uchycení panelů jsou pohyblivé konstrukce neboli trackery. Tato konstrukce umožňuje optimální zachycení slunečního záření. Konstrukce se solárními panely se otáčí pomocí mechanismu, aby bylo vždy docíleno ideálního postavení panelu k slunečním paprskům. Nevýhodou tohoto systému jsou náklady na provoz pohyblivého mechanismu a údržbu.

Jednou z možností je extravagantní nebo designové umístění solárních panelů, které tvoří plot. K tomuto systému se využívají tzv. bifaciální panely, které jsou součástí speciální konstrukce. Panel má aktivní plochu zepředu i zezadu a umí využít energii z obou stran. [11]



Obr. 15 – Umístění fotovoltaických panelů na pozemcích a plotech [11]

5 Právní předpisy

Fotovoltaická elektrárna je podle zákona 458/2000 Sb., zařazena jako výrobce elektrické energie. Provozovatel fotovoltaické elektrárny, pokud se rozhodne elektrárnu připojit k distribuční síti, musí podat žádost na Energetický regulační úřad o vydání licence. Do roku 2023 mohli provozovatelé fotovoltaické elektrárny do výkonu 10kW provozovat elektrárnu bez stavebního povolení a licence. Díky novele energetického zákona se od roku 2023 fotovoltaika nemusí držet limitu 10kW a lze si pořídit elektrárnu o výkonu do 50kW, aniž by provozovatel potřeboval licenci. Hlavní právní předpis, který upravuje provozování fotovoltaické elektrárny, je energetický zákon. [13]

V této kapitole udělám přehled, jaké jsou platné právní předpisy včetně novelizovaného zákona od 1.1.2024 a uvedu výčet vyhlášek norem. Co se týče právních předpisů k umístění bateriového úložiště, poukážu na to, že neexistuje žádný prováděcí předpis, jak instalovat bateriové úložiště v rodinných domech, ale z jakých alternativ lze vycházet a že tuto problematiku má na starost projektant či zhotovitel. Jednotky požární ochrany se pak řídí platnými metodickými listy z Bojového řádu vydaného Generálním ředitelstvím hasičského záchranného sboru.

5.1 Zákony

- **Zákon č.458/2000 Sb.**, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), v zákoně je ustanoveno, co je v energetickém odvětví podnikání, pro které je nutná licence, stanovuje podmínky v oblasti podnikání a výkonu státní správy v energetickém odvětví, dále je zde popsána působnost Energetického regulačního úřadu. [14]
- **Zákon č.165/2012 Sb.**, o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů – Úprava a novelizace zákonů týkajících se obnovitelných zdrojů. [15]
- **Zákon č.406/2000 Sb.**, o hospodaření energií. Zákaz svévolné instalace vybraných zařízení vyrábějící elektrickou energii obnovitelných zdrojů (fotovoltaiky). [16]
- **Zákon č.183/2006 Sb. novelizován 283/2021 Sb., nabyt účinností 1.1.2024** (Stavební zákon). FVE nevyžadují podle stavebního zákona povolení ani ohlášení i když se provádí stavební úpravy nezbytné pro instalaci, využívají obnovitelné zdroje s celkovým instalovaným výkonem do 50 kW, nezasahuje se do nosných konstrukcí stavby, nemění se způsob užívání stavby. [17]

5.2 Vyhlášky a normy

ČSN EN 61724 Kontrola fotovoltaické elektrárny – směrnice pro měření, výměnu dat a analýzu.

ČSN EN 33 2000-4-41 Elektrická instalace nízkého napětí – ochrana opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrana před úrazem elektrickým proudem.

ČSN 33 2000-7-712 ed.2 Elektrická instalace nízkého napětí. Zařízení jednoúčelová ve zvláštních objektech – solární fotovoltaické napájecí systémy.

ČSN 33 2000 Bezpečnostní pokyny na instalaci [18]

Vyhláška č. 114/2023 Sb., o požadavcích na bezpečnostní instalaci výrobní elektrárny využívající obnovitelné zdroje energie s instalovaným výkonem do 50 KW. [19]

5.3 Právní předpisy k umístění bateriového uložení

V období psaní této práce dosud neexistuje žádný prováděcí předpis, jak instalovat bateriové uložení v rodinných domech. Nicméně je možno se inspirovat ČSN EN 62485-5 Bezpečnostní požadavky pro akumulátorové baterie a bateriové instalace – část: Bezpečný provoz staničních lithium – ion baterií. Tato norma sice pojednává o průmyslovém provedení, a ještě k tomu Lithium – ion baterií, nicméně je možno z ní převzít pár informací pro bezpečnou instalaci bateriového systému v rodinných domech. Další základ, který by se dal k tomuto tématu použít je základní soubor norem ČSN 33 2000, kde sice baterie zakotveny nejsou, ale je možno z nich čerpat primárně bezpečnostní pokyny na elektroinstalaci.

Nicméně tato problematika, tedy bezpečná instalace bateriových systémů, je primárně na návrhu projektanta nebo firmy, která instaluje bateriové uložení. Ti musí zhodnotit rizika stavby a podle toho navrhnout adekvátní řešení.

Projektant nebo zhotovitel by měl být schopen posoudit výrobkovou normu a na základě získaných informací, použít instalační normy pro zajištění maximální bezpečnosti provedeného díla. [20]

5.4 Doporučené postupy jednotkám požární ochrany

Hasičský záchranný sbor vychází ze zákona 133/1985 Sb. zákon o požární ochraně. Některé důležité body k této problematice jsou zahrnuty ve vyhlášce 246/2001 o požární prevenci, která řeší problematiku stavebních a technických opatření k zabránění vzniku požáru a k zamezení jeho šíření, požárními nebezpečím, vybavení prostor věcnými prostředky na zdolávání požáru, bezpečnostní značky.

Generální ředitelství hasičského záchranného sboru vydalo Bojový řád jednotek požární ochrany – metodické listy, které slouží veliteli zásahu jako pomůcka. Velitel zásahu by měl z těchto ML vycházet.

V případě, že dojde k požáru objektu, na kterém je instalovaný fotovoltaický systém, postupují jednotky požární ochrany dle metodických listů bojového řádu

- P47 Požáry střešních konstrukcí s fotovoltaickým systémem
- P48 Požáry fotovoltaických elektráren
- P49 Požáry střešních konstrukcí s trubicovým fotovoltaickým systémem

Ještě je možno zmínit metodický list P25 Hašení elektrických zařízení a vedení pod napětím do 400 V a metodický list N14 Úrazy elektrickým proudem. [21]

5.4.1 ML 47/P Požáry střešních konstrukcí s fotovoltaickým systémem

Metodický list, jak již název napovídá, se zabývá požáry FV pouze na střechách budov. Charakterizuje hlavní komponenty systému.

Elektrická napětí jednoho panelu může dosahovat 20 až 40 V, panely jsou zapojeny sériově do sekce. Výsledné napětí stejnosměrného proudu z propojených panelů může dosahovat 600 V, které je svedeno pomocí kabeláže do měniče, kde se změní proud na střídavý o napětí 230 V. Z měniče je proud sveden do rozvodné sítě domu a dále podle zapojení spotřebováno, uloženo do akumulátoru nebo připojeno do veřejné elektrické sítě.

Požáry střech s FV rozdělujeme:

1. požár elektroinstalace FV systému
2. požár střešní konstrukce s FV panely
3. požár budovy, na které je FV systém umístěn

Úkoly a postupy činností zasahujících JPO při požáru FV na střešní konstrukci jsou následující: požadovat a zajistit odpojení panelů od měniče, FV systém od veřejné sítě, vypnout baterie, zabránit rozšíření požáru mimo zachvácenou část. Chránit, popřípadě ochlazovat nosné konstrukce a dbát zvýšené opatrnosti na všechna elektrická zařízení, protože některé komponenty mohou být pod proudem. [22]

5.4.2 ML 48/P Požáry fotovoltaických elektráren

Metodický list se zabývá rozsáhlými fotovoltaickými systémy. Tyto systémy jsou brány jako elektrárny. FV systémy se mohou nacházet jak na volném prostranství, tak na střechách budov. FV panely jsou zapojeny sériově, ale s výkonem nad 10 kWp. Panely jsou zapojeny sériově do sekcí a následné stejnosměrné napětí propojených panelů může být až 1000 V. Velmi nebezpečná část tohoto systému, může být část sběrného (tzv. páteří) kabelového rozvodu vedoucí od sekcí do měniče, která zůstává pod napětím. Uvedené objekty mají obvykle zpracovanou dokumentaci zdolávání požáru. [23]

5.4.3 ML 49/P Požáry střešních konstrukcí s trubicovým fotovoltaickým systémem

Tento metodický list řeší požáry fotovoltaických systémů s technologií SOLYNDRA. Jedná se o trubicový fotovoltaický systém, kdy polovodičové články jsou umístěné v trubici. Zásadní vliv na riziko a šíření požárů je výplň FV trubic silikonovým olejem. Důležité doporučení pro velitele zásahu: „V případě neúčinnosti sprechových vodních proudů z důvodu hořící kapalné výplně FV trubic olejem je doporučeno pokrýt střechu hasící pěnou z koše výškové techniky, vhodná je střední pěna dopravována na místo hoření z výšky tak, aby nevytvářela souvislý proud.“ [24]

5.4.4 ML 25/P Hašení vodou elektrických zařízení a vedení pod napětím do 400 V

Metodický list upravuje postup jednotek, kdy lze použít vodu k hašení elektrických zařízení pod napětím do 400 V. Hasit vodou elektrická zařízení je zcela výjimečný postup, pokud v místě zásahu nejde využít jiné postupy a prostředky. Po vyčerpání možností bezpečného odpojení,

můžeme hasit zařízení po nezbytně nutnou dobu, a to v případech bezprostředního ohrožení života osob, zvířat a materiálních hodnot.

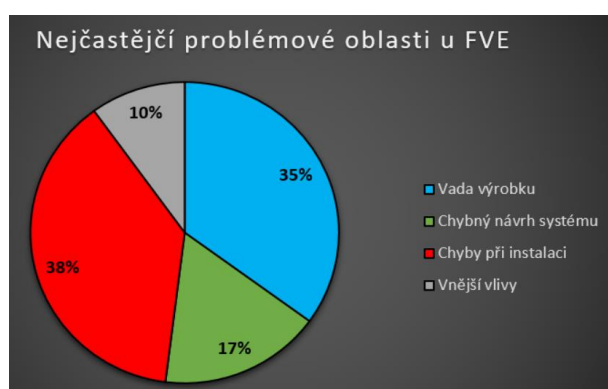
Při hašení se mohou používat pouze kombinované nebo vysokotlaké proudnice. Musí se dodržovat bezpečná vzdálenost, používat předepsané ochranné prostředky a na proudnici mít předepsaný tlak vody viz tabulka níže. Hasiči nesmí být v přímém kontaktu s vodou (odtékající vodou, kaluže). [25]

Typ proudnice	Druh proudu	Bezpečná vzdálenost (m)	Minimální tlak na proudnici (MPa)
kombinovaná	plný	3,5	0,6
	sprchový	1,5	0,6
vysokotlaká	plný	1,5	2,5
	mlhový	1,5	2,5

Tab. 1 - Bezpečná vzdálenost a tlak na proudnici [25]

6 Nebezpeční a možná rizika při zásahu na objekty s FVE

Při požáru objektu s nainstalovanými solárními panely je třeba počítat s celou řadou nebezpečí. Aby byla zajištěna maximální bezproblémovost, je nutné si uvědomit, že na FVE musíme nahlížet jako na celek. Riziko požárů hrozí v celé instalaci, nikoli v jednotlivých komponentech. Jedná se o soustavu komponentů, kterými protéká elektrická energie a víme, že v zařízeních, kterými protéká elektrický proud, mohou být potenciálním zdrojem požáru. Nejčastější problémy nebo chyby vznikají při instalaci fotovoltaických systémů: vadné komponenty, nevhodný návrh celé technologie, popřípadě zapojení a umístění bateriového uložistiště. [26]



Obr. 16 – Nejčastější problémové oblasti u FVE [26]

6.1 Prevence

Abychom minimalizovali riziko potenciálního vzniku požáru, je u solárních elektráren důležitý systém pravidelné preventivní péče. Kromě toho také samozřejmě vhodný a bezpečný návrh, bezchybně realizovaný a udržovaný systém.

Velký pokrok nastal, když Ministerstvo průmyslu a obchodu do legislativy zakomponovalo, že instalovat FVE mohou pouze autorizované osoby s profesní kvalifikací (elektromontér fotovoltaických systémů).

Důležité jsou pravidelné preventivní kontroly technikem, který zkontroluje základní komponenty, ať už opticky nebo mechanicky. Tyto kontroly mohou předejít rozsáhlým škodám. Musíme brát v potaz komponenty, které mohou mít výrobní vadu. Většina závad se projeví ihned při spuštění FVE, ale určité „skryté“ vady, se projeví až po dlouhodobějším zatížení. [27]

6.2 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem

Existuje řada nebezpečí, kterým musí čelit zasahující hasiči, ale při požáru FVE je samozřejmě v první řadě nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Při prvotním průzkumu je nejdůležitější najít ohnisko požáru a pokud je to možné, odpojit elektrická zařízení, ale ne vždy to lze. Při hašení se mohou zasahující jednotky poranit o některou z živých částí FVE. Největší riziko poranění je proto ve dne, kdy na články FV dopadá světlo, ten vyrábí elektrický proud a nelze ho vypnout.

Při zasažení člověka elektrickým proudem, hodnotíme velikost proudu, dobu působení, průchody lidským tělem a celkový zdravotní stav. Elektrický proud může paralyzovat svalstvo, v častém případě dojde k popáleninám nebo k zástavě srdce. Rozlišujeme druh proudu, jestli se jedná o proud stejnosměrný nebo střídavý. Stejnosměrný proud, který působí na lidský organismus, může vyvolat usmrcení buněk, přitom smrtelná hodnota proudu se pohybuje 0,5 A. Stejnosměrný proud se vyskytuje u FVE mezi panelem a střídačem.

Při zasažení člověka střídavým proudem, dochází zpravidla ke svalovým křečím, které neumožňují pustit se vodiče. Frekvence se pohybuje okolo 40 až 60 Hz a je velmi podobná frekvenci srdce, což může vést k fibrilaci srdce (selhání srdečního svalu), nedochází k okysličování organismu. Smrtelná hodnota se pohybuje okolo 0,1 A.

Samotné nebezpečí nespočívá v jednom panelu, protože dokáže vyprodukovat okolo 30 V stejnosměrného napětí, ale jak už víme panely jsou spojovány do (tzv. větví, sérií), tím pádem dochází k navýšení hodnot stejnosměrného napětí od 120 do 1000 V a hodnot stejnosměrného proudu na 6 až 9 V (u paralelního zapojení). Riziko zásahu elektrickým proudem, může být v důsledku toho, že mezi panelem a střídačem, který se nachází například ve sklepních prostorech, dojde k mechanickému poškození a prohoření vodičů v půdních prostorech, či jiných patrech objektu, kdy kabeláž stejnosměrného proudu je vedena přes všechny patra do sklepa, kde je instalovaný střídač. [28]

6.3 Nebezpečí zřícení konstrukcí

Ke zřícení konstrukcí dochází vlivem ztráty statické nebo dynamické únosnosti konstrukce, kdy mechanická pevnost konstrukčních materiálů bude narušena změnou teplot. U požárů objektu s instalovaným FV panelem je nebezpečí, že konstrukce s panelem zatěžuje konstrukci střechy. Plošné zatížení instalace FVE by neměla překročit 15 kg/m². Dále musíme počítat u šikmých

střech s tím, že je možnost sesunutí konstrukce s panely vlivem tepelného namáhání konstrukce. [29]

6.4 Nebezpečí pádu

Riziko pádu z výšky nemůžeme zcela vyloučit, proto se snažíme riziko minimalizovat. Instalované FV panely na střechách budov nebo pláštích zvyšují riziko pádu. Mezi příčiny pádu patří ztráta orientace, propadnutí, podklouznutí, povětrnostní vlivy, především v zimním období. Nebezpečí pádu hrozí při hašení FVE na střešních konstrukcích nebo při rozebírání konstrukcí. Zásahující hasiči proto využívají věcné prostředky pro práci ve výškách a nad volnou hloubkou nebo použijí výškovou techniku. [30, 21]

6.5 Nebezpečí intoxikace

Intoxikace hrozí u všech požárů, kde vznikají toxické látky jako produkty nedokonalého hoření. Jedná se o látky, které ohrožují zdraví člověka. Rozlišuje se, jakou cestou se nebezpečná látka dostane do organismu (sliznicí, vdechnutím, vstřebáním pod kůži). U požáru FV systému, dochází při hoření k uvolňování toxických látek z akumulátorů, jako například PbSO_4 , CdO , Ni_2O_3 . Sloučeniny z těchto látek uvolňují při požáru jedovaté zplodiny hoření. [29, 30]

6.6 Nebezpečí výbuchu

Nebezpečí výbuchu hrozí u systémů, které využívají baterie k uchování vyrobené nebo přebytečné elektrické energie. U akumulátoru může dojít k přebíjení nebo zkratu, při tom dochází k uvolňování plynů, které se nahromadí a nemají kam unikat, to způsobí nárůst tlaku a tím pádem dojde k fyzikálnímu výbuchu. Při výbuchu akumulátoru, který obsahuje elektrolyt, může dojít k poleptání, potřísnění zasahujících hasičů. Žiravé látky obsažené v akumulátorech mohou být kyselina sírová nebo hydroxid sodný. [29, 30]

7 Elektrická zařízení jako možný iniciační zdroj

Elektrickou energii používáme poměrně dlouho, především k usnadnění práce. Elektrické zařízení, je zařízení, které využívá pro svoji činnost elektrické nebo elektromagnetické jevy. Je to také zařízení, u něhož může dojít k ohrožení života, zdraví nebo škodě na majetku. Elektrické zařízení může však být iniciačním zdrojem vzniku požáru. Nejčastější elektrické iniciační zdroje jsou například:

- Elektrický zkrat
- Elektrický oblouk
- Elektrická jiskra
- Přechodový odpor
- Výboj atmosférické elektřiny [31]

7.1 Elektrický zkrat

Jedná se o zapojení elektrického zdroje, kdy elektrický proud neprochází přes spotřebič a nastává přímým vodivým propojením pólů zdroje. V případě domácností se to týká především kabelového rozvodu, nebo v našem případě kabelového zapojení FV. Zkrat se může týkat i bateriového uložení. V důsledku zkratu může dojít k poškození zdroje, vodičů nebo celého spotřebiče. Vysoké teploty mohou spotřebič zapálit a způsobit požár. Příčiny zkratu mohou být například technická závada, lidský činitel (neodborné připojení), neodborně provedená údržba elektrického zařízení nebo působení vnějších vlivů.

Při nesprávné instalaci, neodborné manipulaci, přestavbou nebo stářím materiálů může docházet k poškození izolace, kdy reálně hrozí úraz elektrickým proudem, ale i požár následkem zkratu.

V místě zkratu hrozí vznik požárů, protože elektrický proud se promění na teplo, a to působí na hořlavý materiál. Čím větší elektrický proud, tím větší uvolněné teplo. [31, 32]

7.2 Elektrický oblouk

Je elektrický výboj válcového tvaru soustředěný do tenkého sloupce, jehož jádro tvoří ionizovaný plyn (plazma). Jedná se o tok elektrického proudu mezi dvěma elektrodami, který se vytvoří, když elektřina skočí z jedné na druhou. Toto spojení vytvoří pomyslný most nebo

oblouk viditelný pro oko. Elektrický oblouk obsahuje extrémně vysoké teplo (až 5000 °C a více) a světlo, což může zapříčinit zapálení okolního hořlavého materiálu.

Můžeme se s ním setkat například při svařování, kdy při dotyku elektrod dochází ke zkratu a teplota může dosahovat až 5000 °C (elektrina prochází kovy, což zapříčiní zahřívá do bodu tání). [33, 34, 35]

7.3 Elektrická jiskra

S tímto jevem se můžeme setkat v našem případě při zapínání nebo vypínání FV systému, konkrétně ve vypínači například střídače, jističe nebo bateriového uložistě. Elektrická jiskra může vzniknout při poruchových stavech elektrického zařízení nebo při nedokonalém dotažení spojů. Právě tento druh jiskření pak často předchází elektrický oblouk. [31]

7.4 Přechodový odpor

Přechodový odpor je odpor, který vzniká ve spoji vodičů. Při zapojení elektrického systému FVE je těchto spojů mnoho. Mezi dvěma vodiči dojde k uvolnění spoje (styková plocha) například v důsledku uvolnění šroubku a může dojít ke vzniku přechodového odporu v průchodu elektrického proudu a to má za následek vznik vysoké teploty, která může dosahovat až 1000 °C. [36]

7.5 Výboj atmosférické elektřiny

Atmosférická elektřina, spíše ji známe pod jiným názvem Blesk. Jedná se o přírodní fenomén, známý jako silný elektrický výboj. Blesk můžeme chápat jako zkrat mezi mrakem a zemí, kdy dojde setkání výboje ze země s výbojem sestupujícího bouřkového mraku. Samotný bleskový proud může dosahovat několik desítek až stovek tisíc ampérů a teplotě tisíců stupňů Celsia. Tento přírodní jev má za následek, že může způsobit požár, ale také díky tzv. přepětovým impulsům i značné škody na elektrických zařízení nebo přístrojích. [37, 38]

8 Vybrané zásahy jednotek HZS na FVE

V této kapitole uvedu jako příklad tři konkrétní události v rámci České republiky z roku 2023, každou z jiného kraje, a to Moravskoslezského, Zlínského a Královéhradeckého. V tomto roce došlo v České republice k 60 požárům domů s fotovoltaikou. Tento počet ale nerozlišuje, zda byla příčinou požáru jednoznačně fotovoltaika. Nejčastější příčinou požárů byla jak neodborná instalace fotovoltaik, tak podcenění jejich bezpečnosti. 60 požárů nemusí být vnímáno jako vysoké číslo, ale ve srovnání s rokem 2021, kdy byl počet požárů pouze 13, jedná se o mnohonásobný nárůst. [39]

8.1 Exploze a požár baterií pro fotovoltaiku (Moravskoslezský kraj)

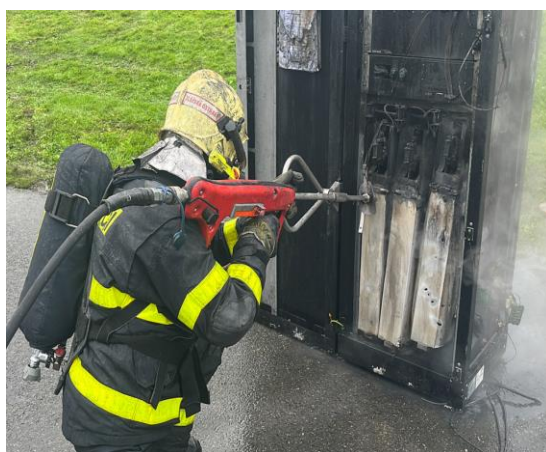
Krajské operační a informační středisko Moravskoslezského kraje obdrželo informaci o požáru rodinného domu v obci Lhotka na Frýdecko-Místecku. Na místo události byla vyslána profesionální jednotka ze stanice Frýdek Místek, společně se třemi jednotkami sboru dobrovolných hasičů obcí Frýdlantu nad Ostravicí, Kozlovic a Lhotky.

Po příjezdu na místo události uviděla první jednotka značně poškozené vstupní dveře, zřejmě následek po výbuchu. Následným průzkumem byla zjištěna silně zakouřená vstupní chodba a technická místnost, kde se nacházely baterie k fotovoltaické elektrárně. Velitel zásahu proto nechal nasadit přetlakovou ventilaci, aby se odvětraly zplodiny hoření a zlepšila se viditelnost pro zasahující hasiče. V technické místnosti, kde bylo umístěno bateriové uložení, hasiči zjistili, pomocí termokamery, že na jednom z akumulátorů naměřili teplotu 320 ° a teplota i neustále stoupala. Hasiči začali s ochlazováním, které nevedlo k uhašení baterií, proto si velitel zásahu nechal na místo poslat profesionální jednotku ze stanice Slezská Ostrava se speciálním hasicím zařízením Cobra (speciální hasicí zařízení, které umí proříznout i materiál, v tomto případě baterie a zalít je vodou). Než posilovací jednotka dorazila na místo události, došlo k explozi jednoho z akumulátorů a následnému plamennému hoření, které zlikvidovali dvěma proudy C. V technické místnosti byly prořezány tři akumulátory a zality vodou, ale u zbývajících tří se jim nepodařilo, z důvodu nepřístupnosti. Hasiči naměřili termokamerou u zbylých tří akumulátorů teplotu okolo 170 ° a velitel zásahu nařídil částečně rozebrat bateriové uložení a následně vyvézt pomocí připraveného paletového vozíku mimo objekt

a zbylé tři baterie prořezat pomocí Cobry a zalít vodou. Poté baterie uložili do vodní lázně. [40, 41]



Obr. 17 – Ochlazování bateriového úložiště pomocí jednoho proudu C a Cobry [41]



Obr. 18 – Prořezání a uhašení baterií na volném prostranství [41]



Obr. 19 – Baterie ponořené do vodní lázně [41]

Při vyslání jednotek požární ochrany k tomuto požáru, nebyla jednotka dopředu informována, že na střeše objektu jsou instalované solární panely a že uvnitř objektu se nachází bateriové uložení. Otázkou je, zda tuto informaci vůbec disponovali důstojníci Krajského operačního a informačního střediska, které vyslalo jednotky požární ochrany k této události. Myslím si, že kdyby věděli, že se na objektu nachází FVE a bateriové uložení, informovali by zasahující jednotku o možném riziku. Bohužel ani na plotě před objektem se nenacházela bezpečnostní značka: FV a v tomto případě i značka POZOR, Externí zdroj elektrické energie. Jako další negativum bych zmínil samotné umístění baterií. Jelikož umístění baterií nepodléhá žádné normě nebo vyhlášce, provozovatel umístí bateriové uložení nejčastěji na pro něj nejvhodnější místo. U tohoto zásahu se bateriové uložení nacházelo v technické místnosti. Místnost byla sice dostatečně velká pro baterie, ale při požáru se zasahující hasiči nedostali k prořezání Cobrou na zbývající baterie z důvodů nedostatečného místa v okolí baterií.

Dále bych zmínil, že konstrukce bateriového uložení vážila cca 400 kilogramů a nedisponovala například koly, aby byla zajištěna snadnější manipulace pro zasahující hasiče.

8.2 Požár baterií fotovoltaické elektrárny (Zlínský kraj)

Na místo události byly vyslány krajským operačním a informačním střediskem profesionální jednotky ze stanic Valašské klobouky, Slavičína a Zlína, společně se třemi jednotkami sboru dobrovolných hasičů Valašské klobouky, Vlachová Lhota a Újezdu. V obci Vlachová Lhota došlo k požáru baterií fotovoltaické elektrárny. Majiteli se podařilo požár částečně uhasit před příjezdem jednotek. Hrozilo zde rozšíření požáru na střechu, ale díky rychlé reakci majitele, nedošlo k rozšíření plamenů na střešní konstrukci. Hasiči v dýchací technice provedli dohašení požáru a požárem zasažené baterie byly vyneseny na volné prostranství a ochlazovány. Jednotka po uhašení požáru odvětrala zakouřené prostory pomocí přetlakové ventilace.

K události byl povolán velitelem zásahu také vyšetřovatel příčin požáru ze Zlína. Vyšetřovatel stanovil jako příčinu technickou závadu na bateriích. Způsobená škoda byla vyčíslena na 225 tisíc korun, ale uchráněný majetek byl vyčíslen na 2 miliony korun. [42, 43]

Závěrem bych chtěl vyzdvihnout rychlou a včasnou reakci majitele. Díky přenosným hasicím přístrojům zabránil rozšíření požáru na střešní konstrukci a tím uchránil velkou část majetku.



Obr. 20 – Hořící bateriové uložístě [42]



Obr. 21 – Vynášení hořícího materiálu [42, 43]



Obr. 22 – Ohořelé bateriové uložístě [42, 43]

8.3 Požár domu s fotovoltaickými panely (Královéhradecký kraj)

11. srpna roku 2023 byly zalarmovány čtyři jednotky hasičů kvůli požáru střechy rodinného domu v obci Smiřice. Krajské operační a informační středisko vyslalo na místo události profesionální jednotky ze stanic Jaroměř, centrální stanice Hradec Králové, Hradec Králové – Pražská a jednotku sboru dobrovolných hasičů z obce Smiřice. Zde došlo k požáru střechy řadového objektu, kde se nacházely fotovoltaické panely. Při příjezdu prvních jednotek na místo události byla již střecha v plamenech a část konstrukce s panely se zřítila dovnitř objektu. Zásah probíhal vnějškem pomocí výškové techniky a samozřejmě se využily i vnitřní cesty. Velitel zásahu nařídil rozebrat celou střešní krytinu a pomocí termokamer nalézt skrytá ohniska požáru. Hasiči pomocí termokamery zjistili, že se požár šířil za sádrokartonovými stěnami v elektrických rozvodech. Jelikož se jednalo o dřevostavbu se sádrokartony, požár a samotné hašení značně poškodily objekt. Vyšetřovatelé vyčíslili škodu okolo 10 milionů korun.

Kvůli zjištění příčiny vzniku požáru zasahovala na místě události i expertní skupina z oblasti elektro z Institutu ochrany obyvatelstva HZS ČR Lázní Bohdanče, kteří odebírali na místě vzorky, které následně byly podrobeny odborné expertíze v laboratoři (IOO).

Jednotky požární ochrany musí při požáru objektů, kde je naistalována fotovoltaika, postupovat velmi opatrně, protože může dojít k úrazu elektrickým proudem. [44, 45]



Obr. 23 –Požár střechy řadového domu [45]



Obr. 24 – Rozebírání střešní konstrukce [45]



Obr. 25 – Dům po uhašení požáru [45]

9 COBRA

Nedílnou součástí při hašení FVE a také bateriového úložiště je COBRA. Jedná se o speciální hasicí zařízení, které umí proříznout různě silné stěny, pláště budov, střechy nebo v našem případě bateriové uložení.

Celým názvem Cold Cut systém neboli (CCS) je vysokotlaké zařízení určené pro řezání, hašení požárů, ochlazování a efektivní snížení teploty v prostoru požárů. Cobra je efektivní nástroj pro prorážení do mnoha typů materiálů. Jedná se o techniku řezání vysokotlakým proudem vody s abrazivem, který umožňuje rychle proniknout všemi známými stavebními konstrukčními materiály. Jakmile pronikne, rozprašuje vodu a vytváří velmi jemnou mlhu, která odebírá velké množství energie žaru ohně, hasí požár a dochází k ochlazování okolí. Cobra řeže materiály úzkým paprskem vodního proudu, do kterého je v době řezání přidáváno tzv. abrazivo, tlakem až 30 MPa.

Zařízení CCS Cobra může řezat otvory jakékoliv velikosti do střech, střešních konstrukcí, stěn nebo také v našem případě do kovové konstrukce, kde se nachází bateriové uložení za účelem odstranění žaru, kouře a ochlazení baterií. S malým množstvím vody můžeme uhasit požár nebo zasažený prostor požárem významně ochladit a vytvořit bezpečné prostředí pro zasahující hasiče.

Vysokotlaké řezací a hasicí zařízení Cobra se skládá z nádrže na vodu, hydraulického a elektrického systému, pohonné jednotky, nádrže na abrazivo, vysokotlakého vodního čerpadla, navijáku s hadicí a speciální proudnice.

Hasiči u mnoha zásahů použili zařízení Cobra a využili efektivní metodu řezání a hašení, v mnoha případech jenom ochlazování, aby zvýšili účinnost zásahu a bezpečnost zasahujících hasičů.

Vždy musíme brát zřetel na to, že žádné zařízení, hasivo či metoda není univerzální. Na většinu požárů můžeme použít více druhů hasiv nebo postupů. Záleží na veliteli zásahu a jeho rozhodnutí, jaký postup zvolí, co použije a které jednotky povolá. [46, 47]



Obr. 26 – Nácvik práce s COBROU – prořezání stavebního materiálu a ochlazování za stavebním materiálem [48]

10 Navrhovaná řešení

Při psaní této práce jsem zjistil následující fakta a jejich analyzováním jsem dospěl k několika návrhům/námětům řešení, které by mohly vést ke zvýšení bezpečnosti, zjednodušení práce pro hasiče a provozu pro majitele.

1. Jednotka požární ochrany při vyhlášení poplachu nemusí dostat informaci, že na daném objektu, kde hoří, jsou nainstalované solární panely nebo že se v objektu nachází bateriové uložení k fotovoltaice.
 - Navrhoval bych zhotovení seznamu všech fotovoltaických elektráren na území České republiky, jak v písemné podobě, tak v mapových podkladech, aby při oznámení požáru na dané adrese Krajské operační a informační středisko dopředu vědělo, že se na objektu nachází FVE, popřípadě i bateriové uložení.
2. V současné době se DZP zpracovává na budovy složité pro zásah nebo s vysokým rizikem požáru a tato dokumentace se v současné době rodinných domů netýká.
 - DZP by se mohlo zpracovat na veškeré instalace FVE alespoň v rozsahu operativní karty (informace o umístění panelů, střídače, bateriového uložení, jističů, hlavní vypínače, schéma zapojení) a samozřejmě s nákresem.
3. Objekt s FVE bývá bohužel málo kdy označen bezpečnostní značkou anebo je její umístění zvoleno nevhodně.
 - V tomto případě se nabízí varianta, aby například na hranici pozemku, kde se objekt nachází, popřípadě u vstupních dveří, byla umístěna bezpečnostní značka (například: Objekt s FVE). Pokud by se nacházelo v objektu i bateriové uložení, aby zde byla umístěna i bezpečnostní značka bateriového uložení.
4. Nejsou zpracovány právní předpisy v podobě vyhlášky nebo normy pro bateriová uložení a jejich umístění v objektech do 50 kW (například rodinné domy), Není také definováno, jaké požární zabezpečení má mít místnost, kde bude uloženo bateriové uložení v objektu.

- I u bateriového úložiště by bylo z požárně-bezpečnostního hlediska přínosem, kdyby bylo jasně definováno, kde a za jakých podmínek má být bateriové úložiště umístěno.
5. Střídače s technologií automatického vypnutí nebo s možností dálkového vypnutí od panelu jsou používané minimálně a není určeno, kde a za jakých podmínek má být tento typ střídače umístěn.
- Pokud majitel/zhotovitel tento typ střídače požaduje, měl by se střídač umístit v objektu v samostatném požárním úseku splňujícím požadované provozní parametry (dostatečné větrání zabráňující přehřívání, kouřové hlásiče nejlépe napojené na mobil majitele).
6. V objektech do 50 kW (například rodinné domy) není z požárního hlediska definováno, kudy se má vést kabeláž z důvodu možného rozšíření požáru.
- U FVE je důležité minimalizovat prostupy do střešní konstrukce pro tahání kabeláže a ideálně používat kabely s vysokou teplotní odolností.
7. V současné době nejsou u těchto fotovoltaických elektráren dostupné některé funkce, které by zajistily majiteli včasnou informovanost a zlepšily bezpečnost.
- Přínosem by bylo, kdyby majitel mohl mít přístup k online monitoringu výkonu FVE, teplotě jističů, teplotě panelů a bateriového úložiště a instalací s detekováním mimořádných provozních stavů s možností odpojení FVE na dálku.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit přehled existujících technických předpisů ve vztahu k oblasti FVE, provést zhodnocení rizik, zejména ve vztahu k činnosti jednotek požární ochrany, a to také ve vztahu k současnému technologickému vývoji.

V úvodní části práce jsem se zaměřil na parametry slunečního svitu v České republice. Ačkoliv na našem území nenabývá intenzita vysokých hodnot záření, i přesto pomyslné rozhraní je dostačující k instalaci fotovoltaiky.

Další část práce se věnuje popisu hlavních komponentů fotovoltaiky. Solární panely, druhy jejich materiálu a princip fungování fotovoltaického článku. Střídač neboli také měnič a jeho důležitost v celém FVE systému. Následně na způsoby využití akumulované energie do bateriového uložení, jejich rozdělení a zapojení do systému.

Dále jsem zjišťoval možnosti umístění solárních panelů na objektu. Na začátku psaní této práce jsem vycházel z toho, že se panely instalují pouze na střechách objektů, ale zjistil jsem a doložil, že existuje celá řada možností umístění.

Na začátku psaní práce jsem si stanovil cíl, že zjistím, jaké právní předpisy stanovují umístění bateriového uložení. Na dotazování k této problematice mi odepsali členové z asociace solárních elektráren, že k dnešnímu dni neexistuje žádný prováděcí předpis na umístění bateriového uložení a vše je na návrhu projektanta nebo zhotovitele, který by se měl řídit instrukcemi výrobce baterií. Tím ale nejsou eliminována rizika zasahujících hasičů.

Dále se již věnuji problematice současných postupů zásahu na objekty s instalovanými FV panely. V této části rozebírám metodické listy v Bojovém řádu (ML) 47/P požáry střešních konstrukcí s fotovoltaickými systémy a metodický list 48/P požáry fotovoltaických elektráren, které se tímto typem zásahů zabývají a také ML 25/P hašení vodou elektrická zařízení a vedení pod napětím.

V právních předpisech chybí také přesné specifikace, kde a jak mají být umístěny bezpečnostní značky, které jasně dávají najevo, že se na rodinných nebo bytových domech nachází fotovoltaická elektrárna. Jsem přesvědčen, že tyto informace by umožnily rychlejší a efektivnější zásah hasičských jednotek a zamezilo se úrazu zasahujících hasičů nebo uživatelů FVE.

Součástí práce je výčet možných nebezpečí, se kterými se mohou zasahující hasiči při zásahu požáru objektu s instalovanými FV panely nebo jejich jednotlivými komponenty, včetně bateriového uložení setkat.

Neopomněl jsem uvést kapitolu o reálných požárech. Ta nám ukázala, jak jsou zasahující jednotky informovány při vyhlášení poplachu na požár objektu s instalovanými FV panely.

V oblasti fotovoltaických elektráren se nabízí mnoho směrů, jak vylepšit ukotvení v zákonech a celkově v právních předpisech. Podrobnější výklad by minimalizoval prostor pro dohady a následné chyby. Stejně tak by se díky tomuto kroku a přehlednosti usnadnila práce zasahujícím hasičům a eliminovala možná zranění.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Celková doba slunečního svitu v České republice (bez oblačnosti) je 1400 do 1700 hodin za rok

Obr. 2 - Roční úhrn globálního slunečního záření v ČR [W/m^2]

Obr. 3 - Schéma FV článku

Obr. 4 - Střídač umístěný ve sklepe

Obr. 5 - Display střídače umístěného ve sklepe

Obr. 6 - Olověný akumulátor

Obr. 7 - Schéma On – grid hybridního fotovoltaického systému

Obr. 8 - Schéma Off – grid ostrovního fotovoltaického systému

Obr. 9 - Schéma On grid fotovoltaického systému

Obr. 10 – Umístění fotovoltaických panelů na šikmé střeše

Obr. 11 – Umístění fotovoltaického panelu na plochou střechu, systém K2 S-Dome

Obr. 12 – Instalace na rovné střeše přichycena do betonových kvádrů

Obr. 13 – Umístění fotovoltaických panelů na ploché střeše

Obr. 14 – Umístění fotovoltaických panelů na fasádách a balkonech

Obr. 15 – Umístění fotovoltaických panelů na pozemcích a plotech

Obr. 16 – Nejčastější problémové oblasti u FVE

Obr. 17 – Ochlazování bateriového úložiště pomocí jednoho proudu C a Cobry

Obr. 18 – Prořezání a uhašení baterií na volném prostranství

Obr. 19 – Baterie ponořené do vodní lázně

Obr. 20 – Hořící bateriové úložiště

Obr. 21 – Vynášení hořícího materiálu

Obr. 22 – Ohořelé bateriové úložiště

Obr. 23 – Požár střechy řadového domu

Obr. 24 – Rozebírání střešní konstrukce

Obr. 25 – Dům po uhašení požáru

Obr. 26 – Návík práce s COBROU – prořezání stavebního materiálu a ochlazování za stavebním materiálem

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Bezpečná vzdálenost a tlak na proudnici

SEZNAM ZDROJŮ

- [1] ISO FEN ENERGY. *Fotovoltaika v podmínkách České republiky*. [online]. [cit. 2023-11-27]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/slunecni-zareni-v-cr.aspx>
- [2] ARPEG. *Typy fotovoltaických panelů a jejich vlastnosti*. [online]. [cit. 2023-12.10]. Dostupné z: https://www.arpeg.cz/poradna/typy-fotovoltaickych-panelu-a-jejich-vlastnosti?gad=1&gclid=CjwKCAjw1t2pBhAFEiwA_-A-NAZ6wgjJ2Y0SpYT1SH6b_qPBQi4A_y4mvaraxw6xN3GVAo6qXHD0KhoCuNEQAvD_BwE
- [3] SKUPINA ČEZ. *Solární (fotovoltaické) články*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k32.htm>
- [4] FRONIUS SOLAR ENERGY. *Co je to střídač? Vše o ústředním prvku fotovoltaického systému*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.fronius.com/cs-cz/czech-republic/solarni-energie/vlastnici-domu/blog/co-je-to-stridac#:~:text=Stru%C4%8Dn%C3%A9%20vysv%C4%9Btlen%C3%AD%20%E2%80%93%20co%20je%20to%20st%C5%99%C3%ADda%C4%8D%3F%20St%C5%99%C3%ADda%C4%8D,zaji%C5%A1%C5%A5uje%20tak%20vysok%C3%A9%20v%C3%BDnosy%20a%20bezpe%C4%8Dnost%20fotovoltaick%C3%A9ho%20syst%C3%A9mu>
- [5] SOLÁRNÍ MAGAZÍN. *Střídače pro fotovoltaiku: co všechno dokážou a jak ovlivňují výkon elektrárny?* [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://solarnimagazin.cz/stridace-pro-fotovoltaiku-co-vsechno-dokazou-a-jak-ovlivnuji-vykon-elektrarny/>
- [6] E15. *Baterie pro fotovoltaické panely: Druhy, instalace, údržba a podle čeho vybírat*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: https://www.e15.cz/solarni-baterie-pro-fotovoltaicke-panely#typy_baterii
- [7] BC ENGINEERING. *Baterie pro fotovoltaiku – typy, výhody, nedostatky*. [online]. [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: <https://www.bce.cz/blog/baterie-pro-fotovoltaiku-typy-vyhody-nedostatky>
- [8] WIKIPEDIA. *Lithium-železo-fosfátový akumulátor*. [online]. [cit. 2024-01.15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Lithium-%C5%BEelezo-fos%C3%A1tov%C3%BD_akumul%C3%A1tor
- [9] VRTEK, Mojmír. VŠB - TU Ostrava. *Sluneční energie*. [online]. Dostupné z: https://projekty.fs.vsb.cz/010/downloads/texty/Slunecni_energie-Vrtek.pdf
- [10] ESTAV. *Základní možnosti připojení fotovoltaické elektrárny. Se sítí nebo bez ní?* [online]. [cit. 2024-01-23]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/6456.fotovoltaika-jak-se-lisi-zarizeni-pro-primou-spotrebu-a-pro-prodej-elektricke-energie-do-site>
- [11] SOLÁRNÍ EXPERTI. *Jak umístit na váš dům solární panely?* [online]. [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-umistit-na-dum-solarni-panely/>
- [12] V-SYSTEM. *Fotovoltaika na ploché střeše Benešov*. [online]. [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://www.v-system.sk/realizace/fotovoltaika-na-ploche-strese-benesov/>

- [13] PRÁVNÍ PROSTOR. *Fotovoltaické elektrárny z pohledu fotovoltaického zákona*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.pravniprostor.cz/clanky/spravni-pravo/fotovoltaicke-elektrarny-z-pohledu-energetickeho-zakona>
- [14] ZÁKONY PRO LIDI. *Zákon č. 458/2000 Sb.* [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [15] ZÁKONY PRO LIDI. *Zákon č. 165/2012 Sb.* [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-165>
- [16] ZÁKONY PRO LIDI. *Zákon č. 406/2000 Sb.* [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>
- [17] EPRAVO.CZ. *Fotovoltaické elektrárny z pohledu stavebního zákona*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/fotovoltaicke-elektrarny-z-pohledu-stavebniho-zakona-115874.html>
- [18] ZPRÁVY A INFORMACE ČKAIT. *Kdy se instalace FVE neobejde bez stavebního povolení?* [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://zpravy.ckait.cz/vydani/2023-04/kdy-se-instalace-fve-neobejde-bez-stavebniho-povoleni/>
- [19] ČESKÁ FOTOVOLTAICKÁ ASOCIACE. *Vyhláška MPO č. 114/2023 o bezpečnosti fotovoltaických systémů*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.cefas.cz/legislativa/vyhlaska-mpo-c-1142023-o-bezpecnosti-fotovoltaickych-systemu.html>
- [20] Ing. Tomáš Gałęziok. [2023-12-14]. *Právní předpisy bateriového úložiště FVE v rodinných domech*. Emailová komunikace
- [21] HASIČI VZDĚLÁVÁNÍ. *Bojový řád*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.hasici-vzdelavani.cz/content/bojovy-rad#bojovy%20rad%20-%20pozar>
- [22] HASIČI VZDĚLÁVÁNÍ. *Požáry střešních konstrukcí s fotovoltaickým systémem*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/spolecne_vzdelavani_jpo/vykon_sluzby/bojovy_rad/P_4_7_Pozary_stresnich_konstrukci.pdf
- [23] HASIČI VZDĚLÁVÁNÍ. *Požáry fotovoltaických elektráren*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/spolecne_vzdelavani_jpo/vykon_sluzby/bojovy_rad/P_4_8_Pozary_fotovoltaickych_elektraren.pdf
- [24] HASIČI VZDĚLÁVÁNÍ. *Požáry střešních konstrukcí s trubicovým fotovoltaickým systémem*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/spolecne_vzdelavani_jpo/vykon_sluzby/bojovy_rad/P_4_9_Trubicova_fotovoltaika.pdf
- [25] HASIČI VZDĚLÁVÁNÍ. *Hašení vodou elektrických zařízení a vedení pod napětím do 400 V*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: file:///C:/Users/Uzivatel/Downloads/4_P_P_ML25_R_Ha%C5%A1en%C3%AD_vodou_el_z_a%C5%99%C3%ADzen%C3%AD_pod_nap%C4%9Bt%C3%ADm_do_400_V_-_novela.pdf

- [26] TZB INFO. *Požáry fotovoltaických elektráren*. [online]. [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/17636-pozary-fotovoltaickych-elektren>
- [27] ENERGO SOLAR. *Pokud začne hořet fotovoltaická elektrárna, hasiči ji hasit nebudou – je to pravda? A jak často se vznítí fotovoltaika?* [online]. [cit. 2024-02-16]. Dostupné z: <https://www.energ solar.cz/pokud-zacne-horet-fotovoltaicka-elektarna-hasici-ji-hasit-nebudou-je-to-pravda-a-jak-casto-se-vzniti-fotovoltaika>
- [28] MEDUNA, Vladimír a KOUDELKA, Ctirad. Bakalářská práce. VŠB - TU Ostrava. *Účinky elektrického proudu na lidský organismus*. [online]. Dostupné z: fe1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/.../Ucinky%20el.%20proudu.pdf
- [29] POŠÍK, Štěpán. Bakalářská práce. VŠB - TU Ostrava. *Nebezpečí při zásahu na objekt s fotovoltaickou elektrárnou*. [online]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/79398/POS296_FBI_B3908_3908R006_2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [30] KOPAČKA, Josef. Diplomová práce. VŠB - TU Ostrava. *Požár fotovoltaické elektrárny a řešení požárního zásahu v Plzeňském kraji*. [online]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/94308/KOP270_FBI_N3908_3908T006_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [31] POŽÁRNÍ OCHRANA. *Elektrická zařízení jako možný iniciační zdroj*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://pozarniochrana.netstranky.cz/temata/38-elektricka-zarizeni-jako-mozny.html>
- [32] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Elektrina může zabít: Díl 1.- Elektrický zkrat*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/elektrina-muze-zabijet-dil-1-elektricky-zkrat.aspx>
- [33] MYLMS. *1 – Vznik elektrického oblouku, vliv prostředí ...* [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.mylms.cz/1-vznik-elektrického-oblouku-vliv-prostredi/#:~:text=Elektrick%C3%BD%20oblouk%20vznik%C3%A1%20odd%C3%A1len%C3%ADm%20kontakt%C5%AF%2C%20jimi%C5%BE%20proch%C3%A1z%C3%AD%20proud.,ve%20stykov%C3%BDch%20bodech%20tak%2C%20%C5%BEE%20se%20kov%20odpa%C5%99uje>
- [34] DOKUMENTACE BOZP. *Elektrický oblouk / obloukový výboj. Preventivní opatření pro snížení rizika zásahu elektřinou*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.dokumentacebozp.cz/aktuality/elektricky-oblouk/>
- [35] HELP LEFT. *Co je to elektrický oblouk?* [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.helpleft.com/cs/manufacturing/what-is-an-electric-arc.html>
- [36] WIKIPEDIA. *Elektrický kontakt*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrick%C3%BD_kontakt
- [37] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Jak se chovat během bouřky a jak ochránit obydlí před úderem blesku*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jak-se-chovat-behem-bourky-a-jak-ochranit-obydli-pred-uderem-blesku.aspx>

- [38] ELEKTRINA. *Jak vzniká blesk aneb energie, o které nevíme vše*. [online]. [cit. 2024-03-11]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/jak-vznika-blesk>
- [39] SOLÁRNÍ MAGAZÍN. *Počet požárů domů s fotovoltaikou v roce 2023 vzrostl*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://solarnimagazin.cz/pocet-pozaru-domu-s-fotovoltaikou-v-roce-2023-vyrazne-vzrostl/>
- [40] FRÝDECKO-MÍSTECKÝ A TŘINECKÝ DENÍK.CZ. *Video: V domě na Frýdecko-Místecku explodovaly baterie. Výbuch zranil obyvatele*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://fm.denik.cz/pozary/vybuch-baterie-pozar-dum-hasici-frydecko-mistecko-lhotka.html>
- [41] POŽÁRY.CZ. *Požár baterií v rodinném domě ve Lhotce na Frýdecko-Místecku si pro následný zásah vyžádala nasazení Cobry*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/274971-pozar-baterii-v-rodinnem-dome-ve-lhotce-na-frydecko-mistecku-si-pro-nasledny-zasah-vyzadala-nasazeni-cobry/>
- [42] IDNES.CZ. *Baterie fotovoltaické elektrárny zapálila rodinný dům na Zlínsku*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/pozar-dum-baterie-fotovoltaika.A230604_090154_zlin-zpravy_bse
- [43] POŽÁRY.CZ. *Šest jednotek zasahovalo u požáru baterií fotovoltaické elektrárny v obci Vlachova Lhota na Zlínsku*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/272318-sest-jednotek-zasahovalo-u-pozaru-baterii-fotovoltaicke-elektrarny-v-obci-vlachova-lhota-na-zlinsku/>
- [44] HRADECKÝ DENÍK.CZ. *Rodinný dům je po požáru neobyvatelný. Hořela střecha s fotovoltaickými panely*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://hradecky.denik.cz/pozary/pozar-strechy-rodinny-dum-smirice-hasici-20230811.html>
- [45] POŽÁRY.CZ. *Řadovku se třemi bytovými jednotkami v části Smirice – Rodov zničil požár; hasiči při zásahu využili hasiči hřeby*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/274435-radovku-se-tremi-bytovymi-jednotkami-v-casti-smirice-rodov-znicil-pozar-hasici-pri-zasahu-vyuzili-hasici-hreby/>
- [46] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Hasiči v Jižních Čechách pracují se systémem Cobra*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/hasici-v-jiznich-cechach-pracuji-se-systemem-cobra.aspx>
- [47] NORDEX EUROPE. *Coldcut Cobra C 360 HLS Kit*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: https://www.nordexeurope.cz/img/img-cobra/Coldcut_cobra_C360HLS_Kit_CZECH.pdf
- [48] POŽÁRY.CZ. *Cold Cut Systém Cobra je užitečným pomocníkem hasičů možnosti využití se stále rozšiřují*. [online]. [cit. 2024-02-25]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/61049-cold-cut-system-cobra-je-uzitecnym-pomocnikem-hasicu-moznosti-vyuziti-se-stale-rozsiruji/>