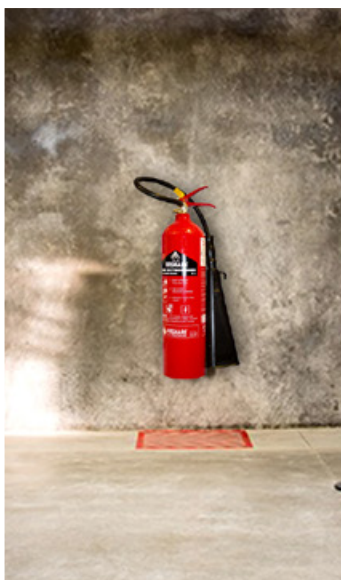


# POŽÁRNÍ RIZIKA BATERIOVÝCH SYSTÉMŮ A DOPORUČENÍ JAK SE JIM VYHNOUT

platná (nejen) pro systémy domácích baterií,  
aplikovatelná před vydáním závazných pokynů



## Autor:

Ing. Pavel Hrzina Ph.D., ve spolupráci s FireLAB Ing. Markem Pokorným, Ph.D.

## Vydal:

Solární asociace, spolek  
2019

## Zvláštní poděkování:

Ing. Zbyňku Petrovskému, Univerzitnímu centru energeticky efektivních budov ČVUT v Praze, asociaci AKU-BAT, Laboratoři diagnostiky fotovoltaických systémů ČVUT FEL.

## Kontakt:

Solární asociace, spolek

Drtinova 557/10

150 00 Praha 5

pavel.hrzina@solarniasociace.cz

## Zkratky, vysvětlivky

**BESS** – Battery energy storage system – bateriové úložiště energie

**BMS** – Battery management system – systém pro ochranu a monitoring baterie

**FRL** – Fire Resistance Level – Stupeň odolnosti vůči požáru

**HZS** – Hasičský záchranný sbor

**SPOF** – Single point of failure – selhání systémů po závadě jednoho prvku

**PBS** – Předpisy požární bezpečnosti

**Definice:** domácí baterii rozumíme samostatný bateriový systém určený pro použití v domácnostech jako úložiště pro energii. Obvyklá kapacita domácího úložiště je mezi 2 kWh až 20 kWh



## Úvod

Zásadním problémem domácích bateriových úložišť je plánované rozšíření instalací, tedy velký nárůst počtu instalovaných systémů, často bez jasných instalačních pravidel a marketingové snahy některých výrobců, vytvořit zdání snadnosti instalace a bezpečí provozu jejich bateriového systému.

Z bezpečnostního hlediska se jedná o lokální zdroj energie, který není možno vypnout současně s vypnutím hlavního vypínače objektu. Konstrukčně jsou domácí baterie většinou volně stojící rozváděče s kombinací měničů a elektrochemických úložišť.

Samotné baterie dnes již nepředstavují řádově vyšší požární riziko, protože obsah vysoce reaktivního lithia je v systému snížen na minimum. Nicméně se jedná o zásobník energie s nízkou tepelnou odolností (baterie pracují do teploty přibližně 80 °C a pak nastává jejich degradace) Při teplotách nad 125 °C je již degradace systému tak závažná, že není cesty zpět a systém začíná aktivně podporovat chemicko fyzikální procesy vedoucí k vzniku hoření, spojené s vývinem silně toxických a korozivně působících zplodin hoření. Průběh hoření je často připodobňován k hoření plastů. I v případě moderních „bezpečných“ baterií zůstává aktivní riziko vzniku požárů způsobených tepelnými účinky zkratových proudů.

## Současná situace

Pravidla pro umístění bateriových systémů v domácnostech nejsou pro Českou republiku jednoznačně určena souborem technických předpisů a nařízení. V daném případě je při realizaci instalací bateriových úložišť pro domácnosti nutné vycházet z doporučení a návodů výrobců daných zařízení.

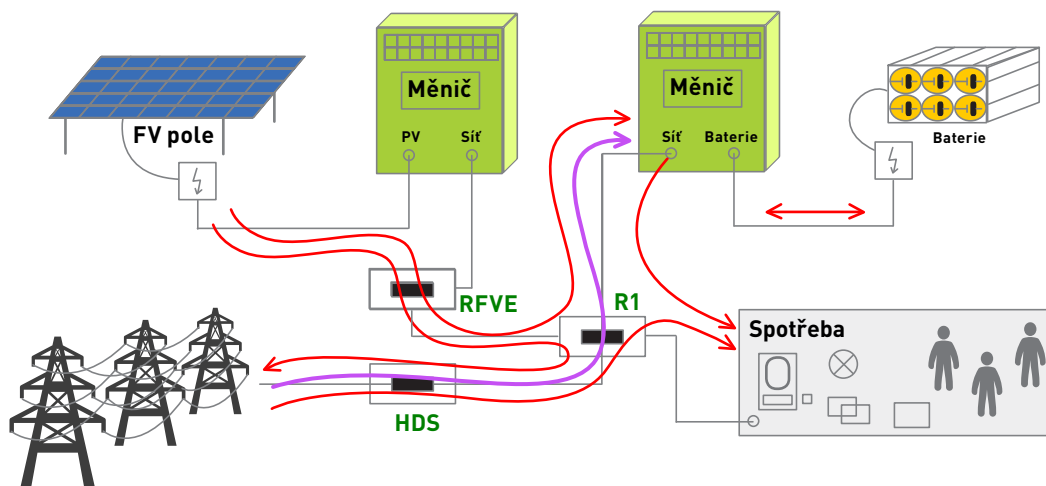
Z hlediska předpisů požární bezpečnosti staveb (PBS) řeší danou problematiku zčásti čl. 3. ČSN 730834 (změnová norma), dále vyhláška 23/2008, Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění vyhl. 286/2011 Sb.

U změn staveb, způsobených v důsledku instalací zařízení FVE, je k prokázání tzv. změny I., nutné vytvořit samostatný požární úsek pro instalaci zařízení elektrotechnologicky navazujícího na FV panely, tj. měniče včetně rozvodných skříní a bateriových zdrojů. Určitou možností je umístit navazující zařízení na volné plochy stěn objektů v dostatečné tzv. odstupové vzdálenosti od zcela požárně otevřených ploch řešeného stavebního objektu. Dále má být DC vedení od FV panelů co nejkratší vybavené DC odpínačem.

Dříve existovaly normy popisující požadavky na akumulátorovny, vzhledem k faktu, že se jednalo o baterie na bázi olova s kyselým elektrolytem, byl zde hlavním problémem a bezpečnostním rizikem vývin vodíku a kyslíku, tvořící silně reaktivní, tj. výbušnou směs. Další pozornost byla věnována úniku elektrolytu a v neposlední řadě pak zkratům na svorkách baterie. Současné systémy založené na lithiu jsou většinou tvořeny bateriovými pakety s integrovanými ochrannými prvky (BMS) s dostatečnou odolností a izolovanými svorkami. Také uzavřené provedení baterie nemůže uvolňovat nebezpečné plyny a obsah tekutého elektrolytu je minimalizován. Z tohoto pohledu je současná lithiová baterie podstatně bezpečnější než její olověná předchůdkyně.

## Rozvoj instalací

Z původně instalovaných systémů umístovaných především v průmyslu, jako záložní napájení důležitých budov a technologií se v současné době baterie stěhují do domácností a menších firem. Baterie jsou instalovány do domácností jako součást novostavby, nebo jako modernizace stávajícího systému. Především v případě modernizací systému a realizace systému jako tzv. AC link je zde velké riziko chyb při instalaci a navýšení toků energie tam, kde s tím nebylo při realizaci elektroinstalace počítáno. Příklad toků energie v AC systému viz Obrázek 1. Obrázek ukazuje před doplněním instalace nepředvídatelné zatížení spoje hlavního domovního rozváděče s rozváděčem R1 proudem nutným pro nabíjení baterie v případě nedostatku energie z FV systému (fialová šipka).



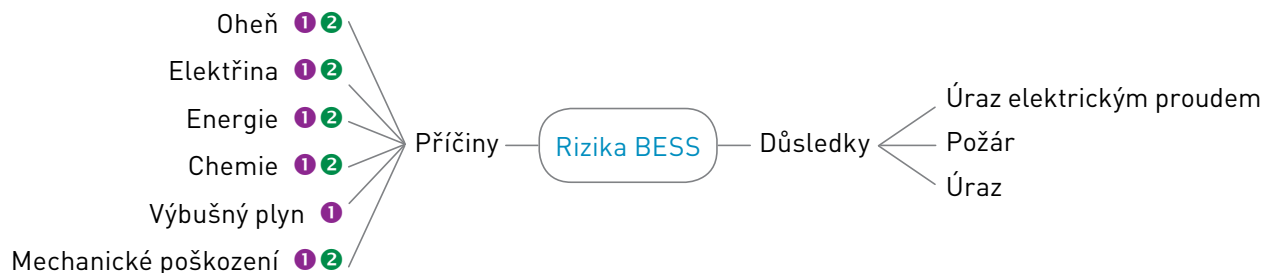
Obrázek 1:  
Toky energie v systému s „AC link“. V systému jsou vytvářena úzká místa, energie se přelévá různým směrem. V případě nevhodného dimenzování instalace, může dojít k lokálnímu přetížení systému.

## Inspirace v Austrálii

Na základě průzkumu mezi členy Solární asociace bylo zjištěno, že část firem při instalaci využívá pouze informace od výrobce jednotlivých komponent a jejich projektanti se k bateriovým systémům chovají jako k běžnému elektrickému zařízení, nikoliv jako k potenciálnímu požárnímu riziku.

Při hledání vhodné legislativy pro doplnění legislativně-technického vakuu v České republice lze vycházet například ze zkušeností australských firem. Austrálie má se systémem autonomních zdrojů vzhledem k nízké hustotě obyvatelstva a sítí bohaté zkušenosti. Na základě těchto zkušeností lze definovat následující sadu poznatků.

## Rizika bateriových systémů



Obrázek 2: 1 Olověná baterie, 2 Lithiové baterie



Obrázek 3: Podrobné vyjádření rizik BESS



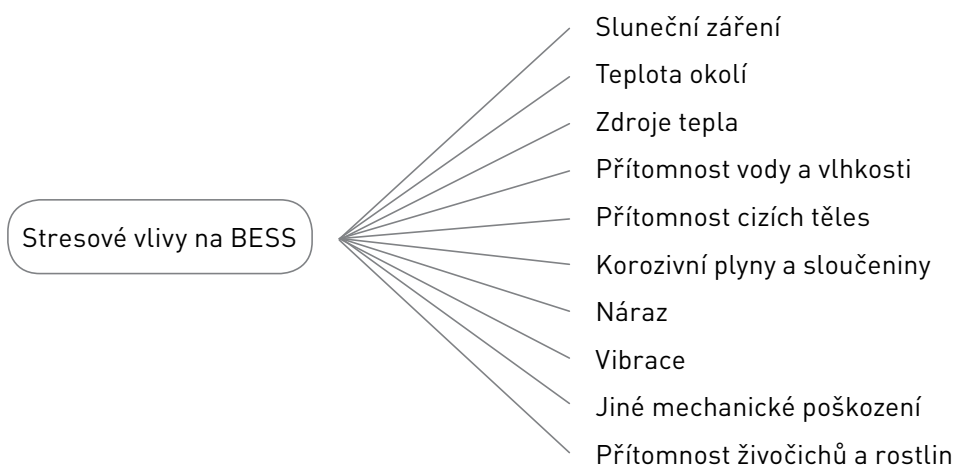
## Instalace systému

Dodržení instalačních a provozních pokynů výrobce je vždy nutností a to především z důvodů zachování záruky a odpovědnosti za případné škody výrobcem zařízení. Další požadavky mohou vzejít z bezpečnostního listu pro daný typ zařízení, především v důsledku omezení pro skladování a provoz baterií. Tato omezení by také měla být uvedena v provozních pokynech výrobce (ale především u neznačkových výrobků, případně poloamatérsky skládaných systémů, lze nalézt zjevný nesoulad těchto podmínek).

## Omezení přístupu

Bateriové systémy jsou vyhrazená zařízení a tak k nim musí být upravena možnost přístupu. Jako vhodné metody úpravy přístupu se jeví:

- **Speciální bateriová místnost** – nejkomfortnější řešení, umožňující kvalitní ochranu baterie, zajištění vhodného okolního prostředí a v případě i instalaci automatického hasebního systému. Nevýhodou je velká prostorová náročnost tohoto řešení.
- **Uzavřená skříň** – většinou volně stojící rozváděč. Instalace rozváděče zavěšením na stěnu místnosti není příliš vhodná vzhledem k vysoké hmotnosti bateriového systému. Výhodou je malá prostorová náročnost, nevýhodou je nemožnost účinné regulace okolního prostředí a vyšší riziko rozšíření požáru do okolí, v případě, že není použita dostatečně požárně odolná skříň. Instalaci je možno provést jak vnitřní, tak venkovní.
- **Ohraničená oblast větší místnosti** – pomocí zábran je možno vyčlenit část prostoru pro instalaci bateriového úložiště, nevýhodou je absence oddělení BESS od této místnosti.



Obrázek 4: Stresové vlivy na bateriové úložiště

## Umístění systému

Nutno splnit podmínky výrobce pro teplotní rozsah okolí. U lithiových baterií bývá často omezena dolní teplota pro nabíjení hodnotou 0 °C. V instalačním manuálu je také často uvedena minimální vzdálenost od okolních předmětů. Pokud tomu tak není, je dobré počítat při instalaci se zahříváním systému. Celkovou účinnost bateriového systému lze hrubě odhadnout na přibližně 85 %, tedy je vhodné počítat s tepelnou ztrátou systému na úrovni přibližně 7 % jmenovitého výkonu bateriového úložiště. V případě venkovního umístění je požadavkem UV odolnost všech částí systému a krytí minimálně IP54. Dále je potřeba zabránit mechanickému poškození, například montáží zábrany před najetím vozidla do rozváděče BESS.

Je zakázáno<sup>1</sup> instalovat BESS do těchto míst a za těchto podmínek:

- do stropních konstrukcí,
- do mezer ve stropích,
- na střechy budov,
- do míst kde je zakázáno normou umístění rozváděčů a rozvodnic,
- do vlhkých míst, především: koupelny, sprchy, umývárny, bazény, sauny, lázně, do blízkosti fontán a dalších vodních prvků, chladicí boxy, prostory se stříkající vodou.
- do míst s výskytem hořlavých materiálů,
- do míst s možností kontaminace spodních vod,
- obtížně přístupných míst obecně.

<sup>1</sup> V některých případech není zákaz požadován českými předpisy, nicméně pro snížení rizika doporučujeme tyto restriktce, vycházející z australských předpisů, dodržovat i na území ČR.

Australské předpisy také zapovídají instalaci BESS jmenovitě do následujících místností:

- obývací pokoj
- salónek
- hudební a televizní místnost
- kuchyně
- jídelna
- studovna
- herna
- rodinný pokoj a další místnosti často obývané a intenzivně provozované.

V případě České republiky není zatím tato regulace zakotvena v normách, nicméně lze vycházet z obecně platných pravidel pro umístění elektrických zařízení a rozváděčů (bezpečné vzdálenosti, zakázané zóny), a to především s ohledem na chráněné únikové cesty a rizika spojená s vyšším požárním rizikem BESS (riziko je mírně vyšší než pro běžné elektrické rozváděče a elektrotepelné spotřebiče).

Naopak instalace je možná do prostorů:

- garáže,
- skladovací prostory,
- vyhrazené místnosti pro baterie,
- verandy.

Pro instalace do neobývaných budov (průmyslové areály) se vyžaduje dle australských standardů pro baterie o napětí vyšším než 24 V a kapacitě 10 Ah požární odolnost (Fire Resistance Level –FRL) lepší než 120/120/120 a podlahový systém z nehořlavých materiálů. V ČR je toto v současné době ponecháno na řešení pomocí analýzy rizik při řešení požárního zabezpečení stavby.

## Požadavky na vybrané prvky bateriového systému

- **Odpojovač baterie** musí vyhovět několika požadavkům - musí zajistit možnost aretace v rozpojeném stavu, nesmí být polovodičový a polarizovaný, musí vyhovět DC proudům, musí rozpínat oba póly naráz. V případě paralelního řazení baterií musí být každá paralelní větev vybavena odpojovačem. Odpojovač se instaluje co nejbližší ke svorkám baterie, na přístupné místo.
- **Jistící obvody** také musí vyhovět několika požadavkům. Jako zásadní je požadavek na galvanické odpojení, tedy opět se nesmí jednat o polovodičový systém.

## Rizika požáru

Riziko požáru lze snížit dodržením správné technické kázně při instalaci bateriového systému, především je potřeba věnovat pozornost:

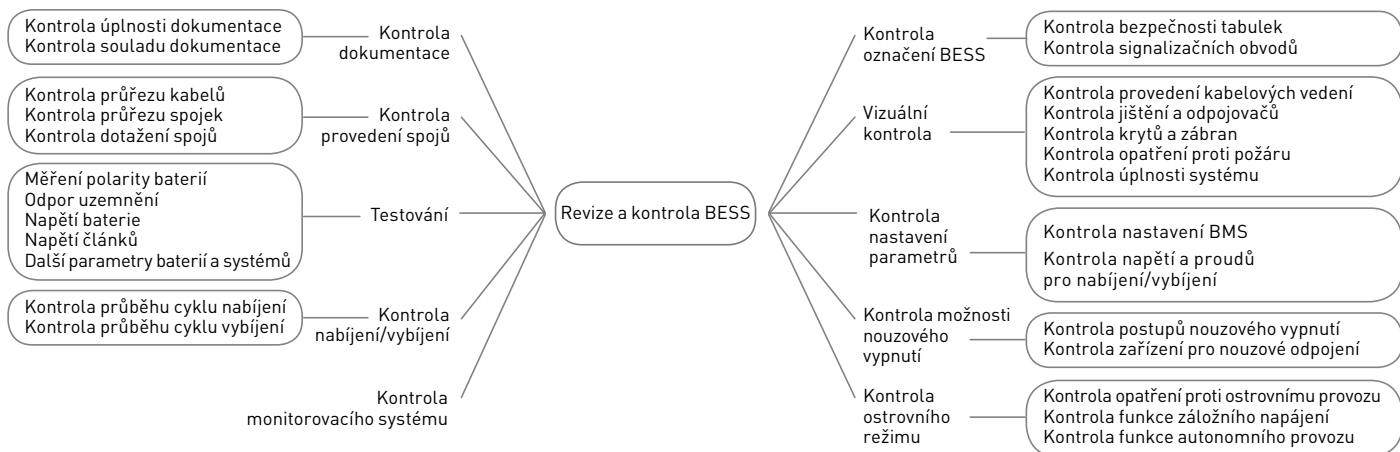
- **Kabelovému DC systému** – hlavní rozvody v DC systému jsou většinou dimenzovány na velké proudové zatížení, z tohoto důvodu nemusí vždy nadproudová ochrana (existuje-li, protože například vývody baterií často nejsou jištěny vůbec) zajistit vypnutí v případě zkratu s velkou impedancí. Zkrátka řečeno, zkrat s větší impedancí zkratové smyčky nestačí vybavit v obvodu zapojenou pojistku a oteplení v místě zkratu zakládá vzniku požáru. Lze tedy doporučit zvýšenou ochranu kabelů DC systému před mechanickým poškozením. Kabel pro propojení baterií nesmí být delší jak 2 m a musí být označen.
- **Mechanické ochraně baterie samotné** – především před poškozením například vozidlem v případě umístění v garáži.
- **Dodržení rozsahu doporučených teplot** – případně při vybočení z teplotního rozmezí ihned zařízení odstavit.
- **Používat BMS** – BMS systém by měl být použit především pro zajištění vhodných pracovních podmínek bateriových článků a při vybočení z dovolených mezí teploty nebo napětí by mělo být okamžitě přistoupeno k odpojení systému. Lze také doporučit instalaci BMS systémů bez SPOF – tedy systémy odolných před selháním jednoho prvku.
- **Vyvarováním se instalacím do prostředí s hořlavým okolím.**
- **Dodržení zakázaných zón** – nad bateriovými články by měla být minimální mezera 500 mm a zrovna tak je potřeba dodržet volný prostor pod 100 mm úrovní bateriových vývodů. Dodržení těchto pravidel by měl zajistit především projektant.
- **Instalace zásuvek** – zásuvky smí být instalovány ve vzdálenosti minimálně 1,8 m od bateriového systému. Toto nařízení minimalizuje možnost zkratu při pádu vidlice na odkryté bateriové svorky. Obdobně je nutno dodržet bezpečnou vzdálenost při instalaci osvětlení. Toto pravidlo je důležité v případě instalace systémů s odkrytými póly baterií, u zapouzdrěných systémů lze toto nařízení zmírnit, nicméně si dovoluujeme apelovat na projektanty, aby přistupovali k instalaci baterií s vysokou zodpovědností, a to především s ohledem na okolí instalace.

## Značení bateriových systémů

Všechny prvky bateriového systému musí být označeny příslušnými varovnými a informačními tabulkami. Především je nutné definovat typ použitých baterií (kategorizovat dle skutečného rizika), jejich jmenovité napětí a zkratový proud. Dále je potřeba označit místo uložení bateriového systému, bezpečnostní vypínací prvky a jističe, kabely a rozváděče. V budoucnu budeme usilovat (ve spolupráci s HZS ČR) o sjednocení požadavků na značení a v případě větších BESS i zápisu bateriových systémů do databází systémů IZS.

## Revize a zkoušky

Revize jsou prováděny dle příslušných bezpečnostních norem pro elektrotechnická zařízení, pro bateriové systémy je potřeba především věnovat pozornost bezpečnostním funkcím systému.



## Závěr

Přesto že není k dispozici relevantní opora v českých technických normách, lze bateriové systémy instalovat s ohledem na požární bezpečnost za předpokladu dodržení několika základních pravidel. Především se jedná o dodržení pečlivé montáže a správného značení systémů. Funkční bezpečnost je pak zpravidla závislá na kvalitě dodaného BESS a montážní firma ji může ovlivnit (při dodržení návodů výrobce) jen velmi nepatrně. Z hlediska požární ochrany je především nutné dodržet pravidla montáže, které v případě problémů nedovolí rychlý rozvoj požáru (hořlavé okolí), umožní bezpečnou evakuaci osob (umístění BESS mimo intenzivně využívané prostory) a v případě zásahu umožní efektivní zásah hasičů (označení BESS, bezpečné vypnutí a dostupné umístění).



## Hašení požárů bateriových systémů

Dle běžných postupů je pro hašení bateriového zdroje, případně trafostanice vhodné hasivo oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) nebo hasící prášky ABC, které ale nemají narozdíl od CO<sub>2</sub> chladicí účinek. Výrobce často doporučuje i hašení křemenným pískem, pokud jde o několik bateriových článků. Často je uváděn zákaz hašení vodou... Pokud dojde k zahoření baterie, není tuto možno účinně hasit žádným z hasicích prostředků pracujících na principu omezení přístupu vzduchu (CO<sub>2</sub>, prášek, písek...). Důvodem je obsah kyslíku ve sloučeninách aktivní hmoty baterie. Tento kyslík se za vyšších teplot uvolňuje a podporuje hoření. Prvotním úkolem zasahujícího hasiče je tak ochlazení baterie na teplotu nižší než přibližně 300°C. To lze provést pouze dostatečným množstvím vody, případně vody s vhodným smáčecím prostředkem pro zvýšení hasebního účinku.

## Zákon 22

Pravidla pro umístění bateriových systémů v domácnostech nejsou pro Českou republiku jednoznačně určena. Příčinu lze spatřovat ve stále rychlejší industriální rozvoji výrobních procesů, neustále modernizaci finálních výrobků a zařízení umocněné rostoucím vědecko-technickým rozvojem společností, tj. jejím poznáním. Proces normotvorby za stále rychlejší technickým vývojem logicky „zaostává“ nejen časově. A tak proces normotvorby z velké části „nahrazuje“ nově přijatý systém zkušebnictví včetně certifikačních a homologačních procesů daných a sledovaných platnou legislativou EU.

V ČR danou oblast řeší a reguluje Zákon č. 22/1997 Sb. „Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů“. Pro dodržení potřebné míry bezpečnosti výrobků uváděných na trh, mimo jiné, tak Zákon č. 22/1997 Sb. předepisuje podmínky i pro samotné výrobce, příp. dovozce a prodejce bateriových systémů a zařízení.

Výrobky včetně bateriových systémů musí pro získání certifikátu kvality a bezpečnosti výrobků projít předepsanými zkouškami v akreditované autorizované zkušebně. Na základě zkušebnou vydaného certifikátu o shodě požadovaných vlastností, výrobce vydá dokument se značkou CE. Pokud se jedná o dovezený výrobek, tak prochází procesem homologace pro český trh.

Při samotném uvedení na trh pak prodejce dokládá povinný návod na montáž, instalaci, použití a to vždy i v češtině, včetně upozornění na nebezpečné vlastnosti výrobku. V daném případě je tedy nutné při realizaci a instalaci bateriových systémů, i pro domácí využití, vycházet alespoň z omezení a doporučení výrobců.

## Legislativní zmatek

Právě u objektů rodinných domů, tj. objektů pro bydlení (skupina budov OB1 dle ČSN 73 0833 – Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování ze září 2010), nastává určitá „disproporce“ požadavků a technických předpisů požární bezpečnosti staveb. Rodinné domky, dle této normy, obvykle tvoří tzv. jeden požární úsek.

Nová i dodatečná instalace bateriových systémů (energetického zdroje) do samostatných, navíc „požárně oddělených“ prostor rodinných domků, se jeví jako stavebně - technický i ekonomicky velmi náročnou. Na instalaci bateriových systémů není zpravidla stavebníkem pohlíženo jako na klasickou „změnu stavby“, a to ani ve vztahu k příslušným státním institucím. Dochází k instalaci bateriových systémů nepodléhající stavebně – správním řízení. V nejlepším případě jsou investorem, resp. odbornou montážní firmou dodržena pokyny a návody výrobce k instalaci bateriového zdroje.

## Mimořádná událost

Co když dojde ke vzniku mimořádné události typu požár nebo výbuch, zranění či usmrcení osob? Při vzniku škodní události následné šetření orgánů státní správy, příp. pojišťovacího ústavu prokazují právě možné porušení návodu a doporučení výrobce při instalaci výrobků. Zejména se sleduje splnění minimálních technických doporučení daných zmíněnými předpisy v oblasti požární bezpečnosti staveb.