

PREVENCE POŽÁRŮ LITHIUM-IONTOVÝCH BATERIÍ V DATOVÝCH CENTRECH

Prevence nekontrolovatelného přehřátí pomocí detekce plynů

Honeywell



Lithium-iontové (Li-Ion) baterie se stávají oblíbenou technologií pro ukládání energie v datových centrech. Používají se ve zdrojích nepřerušovaného napájení (UPS) a rychle nahrazují tradiční olověné akumulátory (VRLA).

Podle Bloomberg New Energy Finance budou v roce 2025 Li-Ion baterie představovat 5,6 GWh záložní kapacity datových center ve srovnání s 8,3 GWh u tradičních baterií VRLA.¹

Používání Li-Ion baterií v datových centrech má jednoznačné výhody, ale také potenciálně velké nevýhody. Li-Ion baterie mohou představovat vážné nebezpečí požáru, které může ohrozit kritické napájení.

Tato příručka se zabývá hlavními riziky spojenými se systémy ukládání energie v Li-Ion bateriích (BESS) v datových centrech. Popisuje omezení tradiční technologie detekce a hašení požáru a ukazuje, jak je překonat pomocí detekce úniku plynů.

1 - <https://blog.se.com/datacenter/2017/07/20/bloomberg-forecasts-li-ion-batteries-data-center/>

Rostoucí poptávka po Li-Ion bateriích snižuje jejich cenu. Technologie VRLA je sice stále levnější, ale přechod na Li-Ion baterie může časem vést k výrazným úsporám nákladů. V porovnání s bateriemi VRLA platí pro Li-Ion baterie, že:

- mají dvakrát až třikrát delší životnost
- mají vyšší hustotu energetického toku
- umožňují plné nabití za dvě až tři hodiny (oproti 10–12 hodinám u VRLA)
- mají mnohem menší rozměry
- fungují při vyšších teplotách, což vyžaduje méně chlazení.

PROČ PŘEDSTAVUJÍ LITHIUM-IONTOVÉ BATERIOVÉ ČLÁNKY POTENCIÁLNÍ RIZIKO POŽÁRU?

Přes všechny zmiňované výhody mohou lithium-iontové baterie představovat riziko požáru. Důvodem je především jejich vysoce hořlavý organický elektrolyt a značné množství energie, kterou uchovávají. Proto musí být lithium-iontové baterie neustále udržovány ve specifických podmínkách a elektrických parametrech. K poruše může dojít i pokud jsou baterie monitorovány systémem pro kontrolu baterií (BMS).

Porucha jediného lithium-iontového článku přitom stačí ke spuštění procesu známého jako „thermal runaway“, neboli nekontrolovatelné přehřátí. Jakmile k němu dojde, začnou se brzy přehřívat i okolní články a dojde k výronu tepla, který může rychle přejít do ničivého požáru.

STRUČNÁ FAKTA

Thermal runaway, neboli nekontrolovatelné přehřátí, je exotermická reakce, která způsobuje prudký nárůst vnitřní teploty lithium-iontové baterie a nakonec může způsobit vznícení elektrolytu.

Pokud se elektrolyt vznítí, může dojít ke katastrofálnímu požáru, který lze jen velmi těžko uhasit.





PORUCHOVÝ ČINITEL

Může být elektrický, tepelný nebo mechanický. Způsobuje změnu skupenství elektrolytu z kapalného na plyné.



ELEKTRICKÝ

Elektrické poškození je způsobeno překročením limitů napětí baterie během nabíjení nebo vybíjení.



TEPELNÝ

Tepelným poškozením se rozumí překročení teplotních provozních limitů baterií.



MECHANICKÝ

Mechanické poškození může být způsobeno například rozdrcením, proražením nebo propíchnutím.



ÚNIK PLYNŮ

Pokud bude poruchový činitel dále působit, bude se stále více kapalného elektrolytu přeměňovat na plyn, což způsobí nárůst vnitřního tlaku baterie.

Norma NFPA 855¹ definuje únik plynů jako událost, při níž dojde k odvětrání obalu bateriového článku v důsledku zvýšení vnitřního tlaku článku.



KOUŘ

Pokud bude poruchový činitel dále působit, reakce v bateriovém článku se stávají stále exotermičtějšími, což způsobuje další uvolňování kouře. V této fázi již nekontrolovatelnému přehřátí nelze zabránit.



POŽÁR

Baterie se vznítí a přejde do fáze nekontrolovatelného přehřátí. Teploty mohou často přesáhnout 1 000 °C. Pokud je však poruchovým činitelem teplota, může baterie přejít do nekontrolovatelného přehřátí již při teplotách od 130 °C.

1 - NFPA Journal, A handful of highlights of NFPA 855, the new standard for the installation of energy storage systems, 1. května 2019, Brian O'Connor [načteno 17. prosince 2020]

NÁSLEDKY POŽÁRU LITHIUM-IONTOVÝCH BATERIÍ

Požáry Li-Ion baterií představují jedinečnou výzvu.

Podle studie¹ institutu Underwriters Laboratories (UL) Firefighter Safety Research Institute patří mezi hlavní problémy:

- Výbušná povaha plynů a par uvolňovaných při nekontrolovatelném přehřátí.
- Tvorba a rozptyl oblaku par.
- Dynamika požáru a šíření tlakové vlny.
- Neúčinnost hašení požárů.

Následky požárů způsobených nekontrolovatelným přehřátím mohou být vážné. Zaměstnanci datového centra mohou být vystaveni úniku toxických plynů, požárům a dokonce i výbuchům.

Požáry baterií mohou mít také nezamýšlené ekonomické a sociální důsledky. Mohou zastavit provoz celého datového centra a ovlivnit zpracování, ukládání a přenos dat. Mohou dokonce poškodit servery i další důležité vybavení a způsobit ztrátu důležitých dat.²

Dalším důsledkem mohou být pokuty a jiné právní důsledky pro provozovatele datových center, zejména pokud dojde ke zranění osob.

Poškození dobrého jména může mít i dlouhodobé finanční důsledky.

„Požární zkoušky neuzavřených lithium-iontových baterií prokázaly, že exploze článků může způsobit rozlet střepin a úlomků až do vzdálenosti 40 metrů⁴.“

POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTNÍ PŘEDPISY, NORMY A NAŘÍZENÍ PLATNÉ PŘI PROVOZOVÁNÍ DATOVÉHO CENTRA

Minimální požadavky na požární bezpečnost datových center jsou stanoveny normami a předpisy. Tyto normy se mohou v jednotlivých regionech lišit.

Cyklus schvalování těchto norem však může být pomalý, v průměru trvá minimálně tři roky. To znamená, že normy mohou být pozadu, pokud jde o pokrok v oblasti požární bezpečnostních technologií nebo metod. Měly by být považovány za výchozí bod, na kterém lze stavět další řešení.

Některé důležité normy, které je třeba vzít v úvahu:

- Normy týkající se Li-Ion bateriových článků, například UL 1642 / IEC 62133
- Normy související s moduly, jako je UL 1973
- Normy vztahující se k montáži zařízení do racků, jako je UL 9540 / IEC 62619
- Předpisy na úrovni systémů, jako je NFPA 855 / IFC kapitola 12
- Instalační norma – NFPA 75 (Norma pro požární ochranu zařízení informačních technologií)

Vstup na trh v mnoha zemích často závisí na dodržování těchto norem.

Jednou z nejnovějších a nejdůležitějších norem, kterou je třeba mít na paměti, je UL 9540 A. Je nařízena normou NFPA 855³ a zahrnuje rozsáhlé požární zkoušky zařízení BESS.

1 - https://fsri.org/sites/default/files/2021-07/Four_Firefighters_Injured_In_Lithium_Ion_Battery_ESS_Explosion_Arizona_0.pdf

2 - Royal Academy of Engineering, Counting the cost: the economic and social costs of electricity shortfalls in the UK, 2014 [načteno 21. ledna 2021]

3 - NFPA Journal, A handful of highlights of NFPA 855, the new standard for the installation of energy storage systems, 1. května 2019, Brian O'Connor [načteno 17. prosince 2020]

4 - Fire Protection Research Foundation, Hazard Assessment of Lithium Ion Battery Energy Storage Systems, únor 2016, Andrew F. Blum et al [načteno 17. prosince 2020]



SYSTÉMY ŘÍZENÍ BUDOV, TRADIČNÍ METODY DETEKCE A HAŠENÍ POŽÁRU: KLÍČOVÉ VÝZVY V PROSTŘEDÍ LITHIUM-IONTOVÝCH BATERIÍ

SYSTÉMY ŘÍZENÍ BUDOV

Hlavním účelem systému BMS je monitorovat napětí, proud, teplotu a také zabránit poškození baterií. Tato technologie sama o sobě nestačí k minimalizaci rizika nekontrolovatelného přehřátí.

Hlavním důvodem je to, že BMS nejsou schopny rozlišit teploty nebo napětí jednotlivých článků. Dokonce i s teplotními čidly na každém článku mohou zůstat horká místa nezjištěna. U typického datového centra, které se spoléhá na stovky článků a snímačů lithium-iontových baterií, není těžké si představit, jak může v určitém okamžiku dojít k poruše.

DETEKČNÍ TECHNOLOGIE

Mezi tradiční detekční technologie patří: detekce kouře, detekce požáru, monitorování oxidu uhelnatého a monitorování vodíku. Každá z nich hraje důležitou roli a měla by být součástí komplexního bezpečnostního řešení. Hlavní nevýhodou těchto technologií je však to, že se aktivují až v okamžiku, kdy již došlo k úniku

detekovatelné veličiny. Což může být na to, aby se zabránilo dalšímu šíření, příliš pozdě.

Nedávno zveřejněná zpráva společnosti Underwriters Laboratories ukazuje, že tradiční detektory plynů, reagující na oxid uhelnatý nebo vodík, a detektory kouře neindikují abnormální stavy v bateriovém systému, dokud nedojde k nekontrolovatelnému přehřátí.¹

Důvodem je výše zmíněný fakt, že detekovatelný kouř a požár se objeví až po dosažení stavu nekontrolovatelného přehřátí bateriového článku. Dokonce ani plyny jako oxid uhelnatý a vodík často nejsou přítomny v dostatečně velkých koncentracích, aby je bylo možné detekovat.

SYSTÉMY HAŠENÍ POŽÁRU

Hašení je poslední obrannou linií datového centra v případě požáru. Podle nedávné studie zveřejněné v loňském roce v časopise Journal of the Electrochemical Society však žádná z hlavních metod hašení není při potlačování požárů lithium-iontových baterií zcela účinná.²

Studie DNV z roku 2019 dospěla k podobným závěrům a zjistila, že žádný z analyzovaných hasicích systémů nepředstavuje univerzální řešení požárů lithium-iontových zařízení.³

1 - https://fsri.org/sites/default/files/2021-07/UL9540AInstallationDemo_Report_Final_4-12-21.pdf

2 - Energy.gov, How Microgrids Work, 17. června 2014 [načteno 16. prosince 2020]

3 - DNV-GL, Technical Reference for Li-Ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression, 2019

V ČEM SPOČÍVÁ DETEKCE PLYNŮ?

Klíčem k předejití nekontrolovatelného přehřátí a v konečném důsledku i k zabránění ničivým požárům je detekce plynů. Nedávná studie Výzkumného ústavu požární bezpečnosti UL zjistila, že v každém ze tří provedených testů došlo před nekontrolovatelným přehřátím k úniku plynů.¹ Zde přichází na řadu jejich detekce.

Řešení detekce plynů jsou přizpůsobena specifikům BESS, včetně geometrie, objemu, typu buňky, prostorového uspořádání a vzorců proudění vzduchu. Navržená síť strategicky rozmístěných plynových senzorů umožňuje provozovatelům datových center získat co nejdříve informace o poruše a zasáhnout, aby se zabránilo nekontrolovatelnému přehřátí.

Umístění a počet senzorů je optimalizován tak, aby byla detekce co nejrychlejší s využitím co nejmenšího počtu senzorů, což datovým centrům poskytuje nákladově efektivní řešení.



JAK MŮŽE DETEKCE PLYNŮ POMOCI ZABRÁNIT NEKONTROLOVATELNÉMU PŘEHŘÁTÍ?

Nedávná studie DNV² otestovala tři technologie, aby posoudila jejich účinnost při odhalování včasných příznaků nekontrolovatelného přehřátí:

- senzory dolní koncentrační meze výbušnosti (LEL),
- senzory specifické pro detekci úniku plynů,
- senzory napětí článků.

Jak je znázorněno v tabulce níže, zkouška prokázala, že senzory LEL ani senzory napětí nebyly aktivovány před nezvratným přechodem do fáze nekontrolovatelného přehřátí. Naproti tomu detektor plynů se aktivoval v průměru pouze 10 sekund po začátku úniku plynů a více než šest minut předtím, než došlo k nekontrolovatelnému přehřátí.

PRŮMĚRNÁ DOBA VÝSKYTU VZHEDEM K NEKONTROLOVATELNÉMU PŘEHŘÁTÍ (SEKUNDY)

Vznik plynů	-381
Detekce plynů	-371
Nekontrolovatelné přehřátí	0
Změna napětí článku	+7
Senzor LEL	+28

Testy také ukázaly, že elektrickým odpojením bateriového systému po zjištění úniku plynu se teplota článků přestala zvyšovat. To prokázalo účinnost správného zmírňujícího opatření při nejranějším náznaku přítomnosti plynu.

1 - https://fsri.org/sites/default/files/2021-07/UL9540AInstallationDemo_Report_Final_4-12-21.pdf

2 - DNV-GL, Technical Reference for Li-Ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression, 2019



VĚŘTE, ŽE JSTE SE ROZHODLI SPRÁVNĚ

Vzhledem k tomu, že lithium-iontové baterie jsou stále ekonomičtější a nabízejí značné snížení provozních nákladů, je pravděpodobné, že se přechod od baterií VRLA k bateriím Li-Ion v datových centrech v následujících letech zrychlí.

Detekce úniku plynů je kritickým řešením, které poskytuje nejčasnější indikaci selhání článku a slouží jako ochrana před nekontrolovatelným přehřátím a jeho ničivými následky. Díky detekci plynů mohou nyní datová centra bezpečně nasadit lithium-iontové baterie a využívat jejich jedinečných výhod.

Další informace naleznete na webu:
fire.honeywell.com

Tento dokument je předběžnou verzí a slouží pouze pro informační účely.

Informace zde obsažené jsou výsledkem výzkumu prováděného třetími stranami a jsou poskytovány „tak, jak jsou“, bez jakýchkoli prohlášení nebo záruk, výslovných nebo předpokládaných. Tento dokument se může změnit a nic z toho, co je v něm obsaženo, nepředstavuje ani nemá představovat radu jakéhokoli druhu.

Tento dokument rovněž obsahuje informace, které jsou vlastnictvím a důvěrným majetkem společnosti Honeywell Inc.

Přijetím tohoto dokumentu se každý příjemce zavazuje, že informace zde obsažené použije pouze k účelu předpokládanému společností Honeywell Inc. a že žádnou část tohoto dokumentu nezpřístupní jiným osobám, nebude ji kopírovat ani reprodukovat bez písemného souhlasu společnosti Honeywell Inc.

Seznamy/schválení vlastní společnost Xtralis, která je součástí skupiny Honeywell. Jsou určeny pro produkty, které jsou předmětem tohoto dokumentu.

Honeywell, spol. s r.o.

Honeywell | Fire and PA/VA Solutions
V Parku 2326/18
148 00 Praha 4 – Chodov, CZ
<http://www.hls-czech.com>

HW-BR-Li-Ion-Tamer-EMEA-EN | Rev.1 | 09/21
© 2021 Honeywell International Inc.

Honeywell