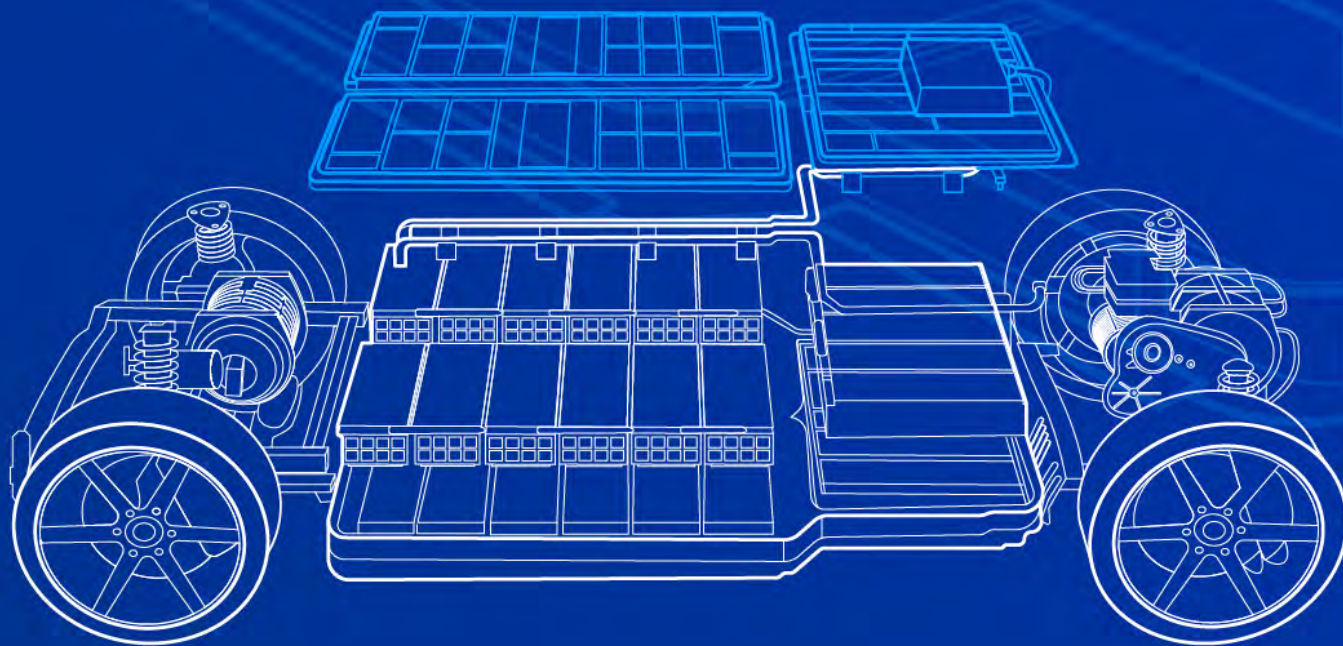


RAPORT

White Paper on battery fires

Požiarne bezpečnosť elektrických vozidiel a batériových systémov



Partneri projektu

AVL



Politechnika Łódzka



SPIE



Impact Clean Power
Technology



Newcastle University



Renault



UDT



Obsah

1.	Protipožiarne ochrana na úrovni článkov	6
2.	Protipožiarne ochrana na úrovni batérie	12
3.	Protipožiarne ochrana na úrovni vozidla	16
3.1.	Prípadová štúdia skupiny Renault	18
4.	Protipožiarne ochrana na úrovni nabíjacej stanice	22
5.	Potenciálne zdroje požiarov	26
6.	Požiare automobilov v uzavretých priestoroch	30
6.1.	Požiadavky predpisov platných pre uzavreté priestory (garáže)	30
6.2.	Zásady navrhovania požiarneho vetracích systémov v garážach podľa európskych noriem	31
7.	Požiarne ochrana garáží v súvislosti s umiestnením nabíjacích staníc a parkovania elektromobilov	34
7.1.	Právny stav v Poľsku	35
7.2.	Právne postavenie v Spojených štátoch	36
7.3.	Prípadová štúdia – koncepcia ochrany s vysokotlakovou inštaláciou AQUASYS od spoločnosti SPIE Building Solutions pre spoločenstvo bytov vo Varšave	36
8.	Vybrané metódy hasenia požiarov elektrických vozidiel	39
8.1.	Stingray One a Testbed System	39
	PodĎakovanie	44

ÚVOD

Elektromobily a veľké batériové systémy sa stávajú čoraz populárnejšími, no zvyšuje sa aj obava z požiarov spojených s týmito technológiami. Elektromobilita so sebou prináša nesporné výhody, ako napríklad nižšie emisie a náklady na prevádzku. Aby však tieto technológie boli skutočne udržateľné, musia byť aj bezpečné. Preto je dôležité, aby sa na prípadné riziko vzniku požiaru myslelo už pri vývoji a výrobe. Riziko požiaru batérií v elektromobiloch je extrémne nízke a zriedkavé. Elektromobily nehoria častejšie ani nebezpečnejšie ako autá so spaľovacími motormi.

Slovenská asociácia pre elektromobilitu (SEVA) prináša tento dokument, ktorý vznikol v spolupráci s Poľskou asociáciou alternatívnych palív (PSPA) a predstavuje ucelený pohľad na protipožiarne ochrany elektrických vozidiel a ich batérií. Cieľom je vyvrátiť niektoré predsudky spojené s elektromobilitou, podnietiť odbornú diskusiu, priniesť ucelené a praktické informácie, zdieľať poznatky z Poľska a tým prispieť k minimalizácii rizika vzniku požiaru, spojeného s používaním elektromobilov a batérií.

Dokument je výsledkom spoločného úsilia odborníkov z oblasti elektromobility a batérií. Spolupráca medzi SEVA a PSPA je dôkazom toho, že cezhraničná snaha príbuzných organizácií môže viesť k vytvoreniu užitočných a praktických nástrojov pre zlepšenie bezpečnosti a minimalizovanie rizika požiaru: podrobne skúmame protipožiarne ochrany na úrovni článkov, batérie, vozidla a nabíjacej stanice.

Veríme, že sa odbornej verejnosti dostáva do rúk užitočný zdroj informácií pre každého, kto sa seriózne zaujíma o bezpečnosť elektromobilov a batériových systémov – teda pre výrobcov, prevádzkovateľov a majiteľov elektrických vozidiel a nabíjacích staníc, ako aj pre hasičské zložky a iné záchranné služby. Poskytuje ucelený pohľad na riziká spojené s používaním týchto technológií a odporúčania na minimalizovanie rizík.

Správy o požiaroch elektromobilov vyvolávajú senzáciu, častokrát aj s nepresnými informáciami. V prípade požiarov elektromobilov zriedka dochádza k samovznieteniu; často ide o vonkajšie faktory alebo okolnosti. Zvýšenie informovanosti a poskytnutie pravdivých informácií o rizikách prispeje k popularizácii elektromobility ako bezpečného spôsobu dopravy. Elektrifikácia v tejto oblasti je kľúčová pre dekarbonizáciu našej planéty.

Patrik Križanský, riaditeľ Slovenskej asociácie pre elektromobilitu (SEVA) a viceprezident Európskej asociácie pre elektromobilitu (AVERE)

Maciej Mazur, riaditeľ Poľskej asociácie alternatívnych palív (PSPA) a viceprezident Európskej asociácie pre elektromobilitu (AVERE)



1

Protipožiarna ochrana na úrovni článkov

Autor

Dr. Wojciech Mrozik

Faraday Institution Senior Research Fellow
Newcastle University, Veľká Británie

Protipožiarna ochrana na úrovni článkov

Autor

dr Wojciech Mrozik

Faraday Institution Senior Research Fellow

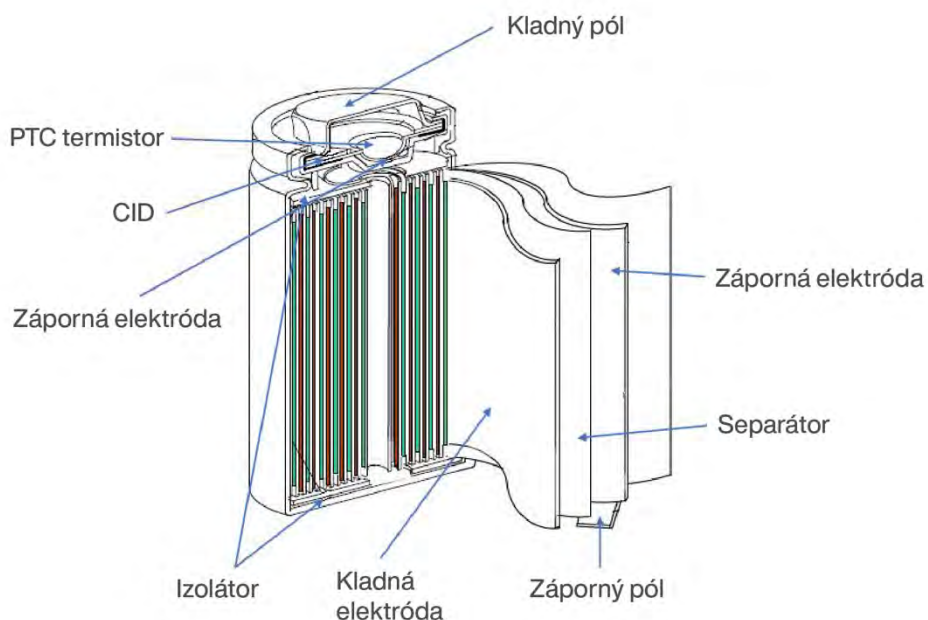
Newcastle University, Wielka Brytania

1. Protipožiarna ochrana na úrovni článkov

Na zaistenie bezpečnej prevádzky lítium-iónového článku sa používa niekoľko systémov a riešení, ktoré možno rozdeliť na:

- (i) fyzikálne a chemické a
- (ii) interné a externé.

Niektoré z nich sú prispôbené na prevádzku na príslušnej systémovej úrovni, t. j. na úrovni samostatného akumulátora, batériového modulu alebo packu v elektromobile¹.



Obrázok 1: Konštrukcia článku

¹ Xu, B. et.al. (2021) Mitigation strategies for Li-ion battery thermal runaway: A review, *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 150, 111437, doi.org/10.1016/j.rser.2021.111437

Chemickými riešeniami sú chemické látky pridávané do elektrolytu na zmenu jeho vlastností (napr. horľavosť) a úzko súvisia s typom katódy (t. j. NMC alebo LFP). Na druhej strane, fyzikálne systémy sú navrhnuté tak, aby v prípade poruchy prerušili elektrický obvod. Ďalšími fyzikálnymi riešeniami sú typ konštrukcie batérie (cylindrický, prizmatický alebo „pouch“), pričom konštrukcia determinuje systém, ktorý možno použiť. Uvedené riešenia sú súčasťou vnútorných bezpečnostných systémov batérie.

Externé systémy sa viac týkajú škálovania batérie, t. j. prechodu z úrovne jednotlivých batériových článkov na úroveň modulu (t. j. súboru akumulátorov) alebo z úrovne modulu na úroveň batériového packu (teda súboru modulov). Medzi ne môže patriť systém riadenia batérie (ang. Battery Management System – BMS) a systém tepelného riadenia (ang. Thermal Management System – TMS), o ktorých sa bude hovoriť v nasledujúcich častiach.

V tejto kapitole sa bližšie pozrieme na systémy pracujúce na úrovni samostatného akumulátora (batérie).

Chemické zloženie

Typ použitej „chémie“, t. j. presnejšie nanooxidy kovov lítia na katóde, zohráva veľmi dôležitú úlohu pri zaistení bezpečnosti, pretože existuje významný rozdiel v správaní sa NMC (lítium-nikel-kobalt-mangánová batéria) v porovnaní s LFP (lítium-železo-fosfátová batéria) počas tepelnej nestability (ang. Thermal Runaway – TR). Napríklad teplota exotermického rozpadu katódových štruktúr pre NMC je 150o C, zatiaľ čo pre LFP je to až 310o C. Preto sa LFP batérie doteraz považovali za stabilnejšie, a teda za bezpečnejšie. LFP, na rozdiel od NMC batérií, prakticky nikdy nevytvárajú silný a koncentrovaný výšľah plameňa (tzv. plameň podobný tryskovému motoru). Vyššia teplota rozpadu nemá za následok vznik požiaru, avšak urýchľuje explóziu batérie, ako ukázali nedávne prípady^{2 3}.

Vrstva SEI

Ďalším základným bezpečnostným systémom je vrstva SEI (ang. Solid Electrolyte Interface) tzn. bariéra, ktorá zabraňuje kontinuálnej reakcii elektrolytu s grafitovými vrstvami na anóde. Bez nej by veľmi rýchlo došlo k zničeniu anódy. Táto bariéra umožňuje voľný tok lítiových iónov, vďaka čomu je možné nabíjanie a vybíjanie akumulátora. SEI sa vytvára počas prvého nabíjania a jej hrúbka sa môže počas „života“ batérie do určitej miery meniť. Všeobecnou tendenciou je však priebežné zväčšovanie, čo môže nakoniec viesť k tvorbe tzv. lítiových dendritov, a tým k prerazeniu separátora a spôsobeniu skratu vedúceho k poruche/TR⁴.

Chemické modifikátory elektrolytov

² Shaw, V. (2021) "Two firefighters killed after Beijing battery blaze." pv magazine.

³ Dennien, M., (2020) Firefighter 'knocked on his back' in fire blast at Griffith University, *Brisbane Times*, Brisbane, Austrália

⁴ Christensen, PA. et.al. (2021) Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles, *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 148, 111240, doi.org/10.1016/j.rser.2021.111240.

Elektrolyt v akumulátore pozostáva najmä zo solí lítia rozpustených v nevodnom rozpúšťadle. Jedným z dôvodov, prečo lítium-iónové batérie vytvárajú oheň je, že použitý elektrolyt je horľavá zlúčenina. Na zvýšenie tepelnej stability tohto systému, ochranu batérie pred prepätím a zníženie horľavosti sa používajú rôzne chemické prísady. Tieto modifikátory zvyčajne tvoria približne 5% elektrolytu a nemali by znižovať účinnosť celého systému. Účelom použitia modifikátorov je najčastejšie zlepšenie stability vrstvy SEI; zavedenie elektrónových transportérov v reakcii na redox (ang. redox shuttles), ktoré môžu oxidovať, aby sa zabránilo zvýšeniu napätia na príliš vysoké potenciály; uľahčenie produkcie plynov počas prepätí, aby došlo k spusteniu iných systémov; polymerizáciu elektrolytu kvôli zablokovaniu voľného toku iónov, alebo vytvorenie izolačnej vrstvy na zastavenie horenia.

Iné typy modifikátorov nemusia priamo súvisieť so zvýšením bezpečnosti, ale pridávajú sa napríklad na potlačenie tvorby lítiových dendritov, zachytávanie stopových množstiev vlhkosti, neutralizáciu vznikajúcich škodlivých plynov, ako je HF alebo PF₅ a zlepšenie tvorby vrstvy SEI.

Fyzická konštrukcia batérie

Najmenšou prevádzkovou jednotkou je jeden samostatný akumulátor. Súbor akumulátorov zapojených sériovo, paralelne alebo zmiešaných tvorí modul, zatiaľ čo súbor modulov je batériový pack. Všeobecne existujú tri typy konštrukcie (plášťa) akumulátora: valcový (ceruzka), prizmatický a typu *pouch*⁵. Existuje aj štvrtý typ, gombíkový, ale ten sa v prípade lítium-iónových batérií používa najmä vo vedeckých aplikáciách. Konštrukcia a použité materiály majú významný vplyv na parametre akumulátora, napríklad na tuhosť, odvod tepla a možnosť použitia ďalších bezpečnostných systémov, ako sú ventilačné otvory pre a zariadenia na vypínanie obvodov.

Valcový akumulátor nie je nič iné ako kovový valec s dostatočnou pevnosťou, vďaka čomu sa napriek vysokému vnútornému tlaku nedeformuje. Bežná veľkosť lítium-iónového valcového článku je 18 mm v priemere a 65 mm na dĺžku (tzv. 18650); novšie typy však môžu mať rozmery 26x65 mm (26650), 21x70 mm (21700) alebo dokonca 46x80 mm (4680). Pláty elektród a separátora sa najprv opakovane ukladajú na seba (tzv. „sendvič“), potom sa zrolujú a vložia do kovového valca. Preto je výroba tohto typu lítium-iónového akumulátora veľmi jednoduchá, mimoriadne automatizovaná.

Prizmatický (hranolový) akumulátor sa dodáva v rôznych veľkostiach v závislosti od použitia. Zvyčajne pripomína hranol formátu A4 alebo A5 (s celkovou hrúbkou približne 16 mm) so stenami z kovu alebo tvrdého plastu. Táto konštrukcia zaručuje pevnosť celého systému. Elektródové a separačné pláty sa najprv naskladajú striedavo na seba, zľahka sa zrolujú (nie tak pevne ako v prípade valcového akumulátora) a vložia sa do hranolovej formy.

⁵ Autor používa poľské spojenie, ktorého doslovný preklad je obáľkový akumulátor. Toto spojenie však nie je rozšírené – pozn. prekl.

Posledným typom akumulátora je tzv. pouch akumulátor. Ide o laminované vrečko zvyčajne veľkosti A4 a hrúbky približne niekoľko mm. Elektródy a separátor sa zložia a zasunú dovnútra. Táto konštrukcia znamená, že pouch batérie nie sú také pevné ako iné typy a navyše môžu pri zvýšenom vnútornom tlaku napučať. Okrem toho nedostatočná tuhosť a vnútorné usporiadanie elektród znamená, že v nich nemožno použiť bezpečnostné obvody na prerušenie elektrického obvodu.

Systémy na prerušenie obvodov

Systémy na prerušenie elektrického obvodu (ang. current interrupt device – CID) sú navrhnuté tak, aby spolu s nárastom tlaku alebo vnútornej teploty akumulátora prekročujúcej stanovenú hranicu prerušili tok prúdu, čím sa zabráni tepelnej nestabilite (TR). Aktiváciou CID sa však akumulátor nedá opätovne použiť⁶. Vzhľadom na konštrukciu je možné tieto systémy namontovať len na valcové akumulátory.

Systém CID je typom ventilu, ktorý sa otvorí v prípade kritického nárastu tlaku (> 10 barov). K takýmto stavom môže dôjsť pri prepätí, prebíjaní alebo pri rozpade elektrolytu – a teda pri nadmernej produkcii plynu v akumulátore. Pretlak spôsobí prerušenie spojenia medzi elektródami a kladným pólom akumulátora, čím sa zastaví tok prúdu. Nedostatok prúdu má za následok zníženie produkcie plynu (a tým aj zníženie tlaku), pretože energia potrebná na uskutočnenie chemických reakcií už nie je dodávaná. Tento typ CID sa nazýva pretlakový CID.

Ďalší typ CID, tzv. termosenzitívny CID, je tepelná poistka, ktorá sa inštaluje na póly batérie. Ak je vnútorná teplota príliš vysoká, CID sa roztaví, a tým sa preruší tok prúdu.

Termistor (s kladným teplotným koeficientom)

Termistor (ang. positive temperature coefficient thermistor – PTC) alebo tepelný odpor, ktorého elektrický odpor sa mení so zmenou teploty, funguje tak, že obmedzuje tok prúdu v prípade (vonkajšieho) skratu. Keď teplota (alebo tlak) stúpne na nebezpečnú úroveň (>100 °C), termistor sa zahreje, a tým sa zvýši jeho odpor, čo následne zníži prietok prúdu. Keď teplota klesne, klesne aj odpor termistora, čím sa obnoví normálny tok prúdu v akumulátore. Preto je PTC na rozdiel od CID opakovane použiteľný systém. PTC sa inštaluje iba do horného krytu valcového akumulátora bez ohľadu na veľkosť článku. V prípade prizmatických batérií je možné namontovať PTC na vonkajšiu stranu akumulátora bez straty jej funkčnosti.

Ventilácia / odvzdušňovacie otvory

Počas TR vzniká obrovské množstvo plynu, čo spôsobuje prudký nárast vnútorného tlaku v akumulátore. V extrémnych prípadoch, ak sa tlak nepodarí znížiť, môže dôjsť k prasknutiu plášťa. Práve preto sa používa ventilácia/bezpečnostné odvzdušňovače – aby sa

⁶ Li, W. et.al. (2020) Comparison of Current Interrupt Device and Vent Design for 18650 Format Lithium-ion Battery Caps. *J. Energy Storage*, 32, 101890, doi.org/10.1016/j.est.2020.101890

prebytočný plyn mohol z akumulátora rýchlo a kontrolovane odstrániť. Ako „odvzdušňovač“ sa zvyčajne používa časť krytu so špeciálne zníženou mechanickou odolnosťou, ktorá sa v prípade nepriaznivých podmienok pretrhne a vytvorí otvor. V prípade valcových akumulátorov sa odvzdušňovač „otvorí“ pri tlaku > 27 barov a v prípade prizmatických batérií už pri tlaku > 8-10 barov. Batérie typu pouch cell nemajú ventilačné otvory; ak sa prekročí limitný tlak, jednoducho prasknú⁷. Ventilácia sa zvyčajne montuje na hornom kryte batérie. Môže mať niekoľko výstupov (otvorov). Stáva sa však, že takéto miesto sa môže upchať (napr. nanooxidmi katódy, ktoré unikajú s plynom), čo vedie k zvýšeniu tlaku a následne k roztrhnutiu plášťa. Aby sa tomu zabránilo, niektorí výrobcovia zaviedli na spodnom kryte dodatočný ventil – ten umožňuje zvýšiť rýchlosť odplynovania batérie a znižuje riziko upchatia ventilačných otvorov.

„Blokovací“ separátor

Separátor je dôležitou súčasťou lítium-iónového akumulátora, ktorý je zodpovedný za účinnosť a bezpečnosť. Niektoré separátory dokážu „blokovať“ reakciu medzi dvoma elektródami. Keď vnútorná teplota dosiahne nebezpečnú úroveň, takýto separátor sa začne roztrápať alebo deformovať, čím vytvorí fyzickú bariéru a zablokuje tak tok iónov^{8 9}.

Zhrnutie

Prezentované systémy významne zvyšujú bezpečnosť používania lítium-iónových batérií a zvyčajne dobre fungujú tam, kde je potrebný jeden batéria alebo malý počet batérií. Žiaľ, v prípade modulov alebo batérií sa takéto systémy ukazujú ako nedostatočné. Teplo generované počas TR jednou batériou môže ohrievať susedné batérie a viesť tak k tepelnej nestabilite (TR). Takýto skok z jedného do druhého sa nazýva tepelné šírenie. Keďže batérie sú v moduloch zapojené sériovo, paralelne a zmiešané, existuje možnosť, že napätie celého obvodu môže prekročiť limit PTC len na jednej batérii, a tým oneskoriť reakciu celého obvodu. V inom prípade, keď je v module alebo v celom akumulátore prepätie, môže jeden CID v dôsledku oblúka spôsobiť iskrenie. V takom prípade sa uvoľnený plyn a horľavý elektrolyt vo vnútri batérie zapália a vznikne plameň. Keďže priestor v akumulátore je značne obmedzený, vznikajúce plyny môžu veľmi ľahko upchať bezpečnostné otvory na úrovni jednotlivých akumulátorov aj ventilov v akumulátore. Preto je veľmi dôležité zaviesť ďalšie bezpečnostné systémy, ktoré reagujú na úrovni modulu alebo balíka, napr.: systém riadenia batérie (BMS), systém riadenia teploty (TMS) alebo pomocné vetracie otvory v kryte. Je tiež mimoriadne dôležité zachovať vysokú čistotu a režim kontroly kvality počas celého procesu výroby lítium-iónových batérií, aby všetky opísané bezpečnostné systémy mohli fungovať tak, ako majú.

⁷ Li, W. et al. (2020) Comparison of Current Interrupt Device and Vent Design for 18650 Format Lithium-ion Battery Caps, *J Energy Storage*, 32, 101890, doi.org/10.1016/j.est.2020.101890.

⁸ Li, Z., Xiong, Y., Sun, S., Zhang, L., Li, S., Liu, X., et al. (2018). Tri-layer nonwoven membrane with shutdown property and high robustness as a high-safety lithium-ion battery separator. *J. Memb. Sci.* 565, 50–60. doi: 10.1016/j.memsci.2018.07.094

⁹ Ould, ET., Kamzabek, D. and Chakraborty, D. (2019). Batteries Safety: Recent Progress and Current Challenges. *Front. Energy Res.* 7:71. doi: 10.3389/fenrg.2019.00071



2

Protipožiarna ochrana na úrovni batérie

Autori

Maciej Kwiatkowski

Zástupca CTO pre technické záležitosti, Impact Clean Power Technology

Maria Majewska

New Mobility Manager, PSPA

Protipožiarne ochrana na úrovni batérie

Autori

Maciej Kwiatkowski

Zástupca CTO pre technické záležitosti, Impact Clean Power Technology

Maria Majewska

New Mobility Manager, PSPA

2. Protipožiarne ochrana na úrovni batérie

Príčinou požiaru lítium-iónového článku je zvýšenie teploty článku alebo jeho prudké prebitie, ktoré vedie k rozkladu jeho zložiek, označovanému ako "thermal runaway". Tento proces je vysoko exotermický a samovoľne sa udržiava. Článok sa uvoľní a dostáva sa z neho horľavá zmes plynov, ktorá sa môže vznietiť. Príčinou požiaru v prípade elektrických vozidiel môže byť zrážka alebo nehoda, pri ktorej môže dôjsť k mechanickému poškodeniu batériového systému.

Vo väčšine prípadov dochádza k požiaru v dôsledku skratu, keď sa anóda a katóda stretnú. V prípadoch vznietenia batérie zohráva veľkú úlohu aj faktor vysokej teploty a prehriatia článkov, napríklad v dôsledku požiaru rozliateho paliva alebo prehriatia v dôsledku nesprávneho nabíjania alebo prebývania. Dochádza k veľmi rýchlemu nárastu teploty a roztaveniu separátora medzi elektródami, čo spôsobuje ďalšie zahrievanie batérie. Strata kontroly nad nárastom teploty systému vedie k tzv. efektu tepelnej nestability (spomínanému thermal runaway), ktorý stojí za problémom reťazovej reakcie, ktorá je nebezpečná najmä pri viacčlánkových batériách, pretože iniciuje reakciu v nasledujúcich, často nepoškodených článkoch. Pri zvyšovaní teploty katóda vylučuje kyslík, ktorý reaguje s organickým elektrolytom, čo nakoniec vedie k vznieteniu alebo výbuchu batérie.

Medzi nemechanické príčiny požiarov lítium-iónových batérií patria aj konštrukčné chyby. To platí nielen pre autobusy alebo autá. Za problémom, ktorý vyústil do stiahnutia 2,5 milióna zariadení Galaxy Note 7, stáli okrem iného konštrukčné chyby. Výrobca batérie nezabezpečil dostatočný priestor oddeľujúci elektródy, takže k výbuchom dochádzalo počas nabíjania smartfónu, keď sa elektródy mierne roztiahli, čo spôsobilo skrat. Ďalšou príčinou môže byť prebývanie batérie, napríklad v dôsledku nekvalitnej nabíjačky. Väčšina výrobcov používa mechanizmy, ktoré tomu zabraňujú, takže nekvalitná batéria a nabíjačka by mohli byť rizikom skôr pre používateľov smartfónov než pre vozidlá. Rizikom sa môže stať aj vonkajší zdroj vysokej teploty.

Riziko vznietenia batérie možno znížiť uplatňovaním preventívnych opatrení. Správna prevádzka trakčných batérií, t. j. taká, ktorá nespôsobuje ich prebýjanie alebo prehrievanie, v podstate na 100 % eliminuje riziko samovznietenia. Za to je zodpovedný systém riadenia batérie BMS. Použitie first a second protection v BMS automaticky preruší dodávku energie v prípade hrozby. Okrem toho je na výrobcovi, aby pri konštrukcii použil nehorľavé materiály a použil správnu separáciu článkov pre zabránenie kaskádového požiaru. Mechanická konštrukcia packov by tiež mala obmedziť šírenie tepla ako rizikového faktora. Ak sa batériové systémy používajú správne a dodržiavajú sa odporúčania výrobcu, požiare spôsobené li-ionovými článkami sú veľmi zriedkavé.

Predpis Európskej hospodárskej komisie Organizácie Spojených národov (EHK OSN) č. 100

Predpis Európskej hospodárskej komisie Organizácie Spojených národov (EHK OSN) č. 100 – Jednotné ustanovenia pre typové schvaľovanie vozidiel, pokiaľ ide o osobitné požiadavky na elektrickú hnaciu sústavu [2015/505] – stanovuje podmienky a bezpečnostné skúšky, ktoré musí trakčná batéria spĺňať, aby mohla byť schválená a uvedená do prevádzky.

Tretia séria zmien predpisov OSN bola formálne schválená a nadobudla účinnosť 9. júna 2021. Zavedené zmeny sa riadia všeobecnými usmerneniami z "globálneho technického predpisu" GTR č. 20: "Electric Vehicle Safety".

Najdôležitejšie zmeny v oblasti skladovania energie (REESS)

Časť II rokovacieho poriadku

1) Zoznam skúšok, ktoré sa majú vykonať:

- vibračné testy
- tepelný šok
- mechanický šok ("crash")
- mechanická integrita ("stláčanie")
- odolnosť voči ohňu
- ochrana proti skratu
- ochrana proti prebitiu
- ochrana proti nadmernému vybitiu
- ochrana proti príliš vysokej teplote

2) Zoznam nových skúšok, ktoré sa majú vykonať:

- nadprúdová ochrana (akumulácia energie pre vozidlá kategórií M1, N1)
- ochrana proti nízkym teplotám (možno predložiť dokumentáciu)
- kontrola plynov uvoľňovaných batériou (požiadavka sa považuje za splnenú, ak batéria uzavretého typu vyhoví všetkým ostatným skúškam)

- 3) Vodič musí dostať varovanie o poškodení systému monitorovania zásob energie (monitorovanie z úrovne vozidla).**
- 4) Vodič musí dostať varovanie, ak sa batéria prehreje.**
- 5) Vodič musí dostať varovanie 5 minút pred vznikom nebezpečenstva** (požiar, výbuch), to neplatí, ak takéto zvýšenie tepla nevedie k nebezpečnej situácii pre cestujúcich vo vozidle. Výrobca batérie musí preukázať, že prijal dostatočné opatrenia na minimalizáciu rizika pre užívateľov vozidla. Pritom sa odporúča vychádzať napríklad z normy ISO 26262 (Funkčná bezpečnosť).^{10 11}

¹⁰ Predpis Európskej hospodárskej komisie Organizácie Spojených národov (EHK OSN) č. 100 - Jednotné ustanovenia pre typové schvaľovanie vozidiel, pokiaľ ide o osobitné požiadavky na elektrickú hnaciu sústavu [2015/505] (Ú. v. EÚ L 87, 31.3.2015, s. 1, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2015/100/oj>)

¹¹ *Kamil Przewoski, IDIADA Poľsko*, <https://www.linkedin.com/pulse/r10003-baterie-i-samochody-elektryczne-coraz-bardziej-kamil>

3

Protipožiarna ochrana na úrovni vozidla

Autori

Andrew Gemra

Odborník na Public Affaires a elektromobilitu, Renault Polska

Maria Majewska

New Mobility Manager, PSPA

Protipožiarne ochrana na úrovni vozidla

Autori

Andrew Gemra

Odborník na Public Affairs a elektromobilitu, Renault Polska

Maria Majewska

New Mobility Manager, PSPA

3. Protipožiarne ochrana na úrovni vozidla

Elektrické vozidlá musia spĺňať analogické požiadavky ako vozidlá so spaľovacími motormi, aby mohli byť schválené na prevádzku a predaj. Jednou z požiadaviek je predpis č. 100 Európskej hospodárskej komisie OSN (EHK OSN).

Kľúčové zmeny zavedené v roku 2021 v Predpise č. 100 týkajúcom sa vozidiel / Časť I Predpisu



Bolo potvrdené, že predpis sa vzťahuje aj na nízkonapäťové vozidlá vybavené batériami/úložiskami energie



Implementované ďalšie požiadavky na ochranu pripojenia vysokého napätia vo vozidlách



Implementovaná nová požiadavka na odolnosť ochranných bariér vzdialených od seba menej ako 2,5 m



Zrušená požiadavka o maximálnom napätí jednosmerného prúdu pri posudzovaní odolnosti izolácie



Potrebná montáž monitoringu izolácie – aj vo vozidlách s palivovými článkami

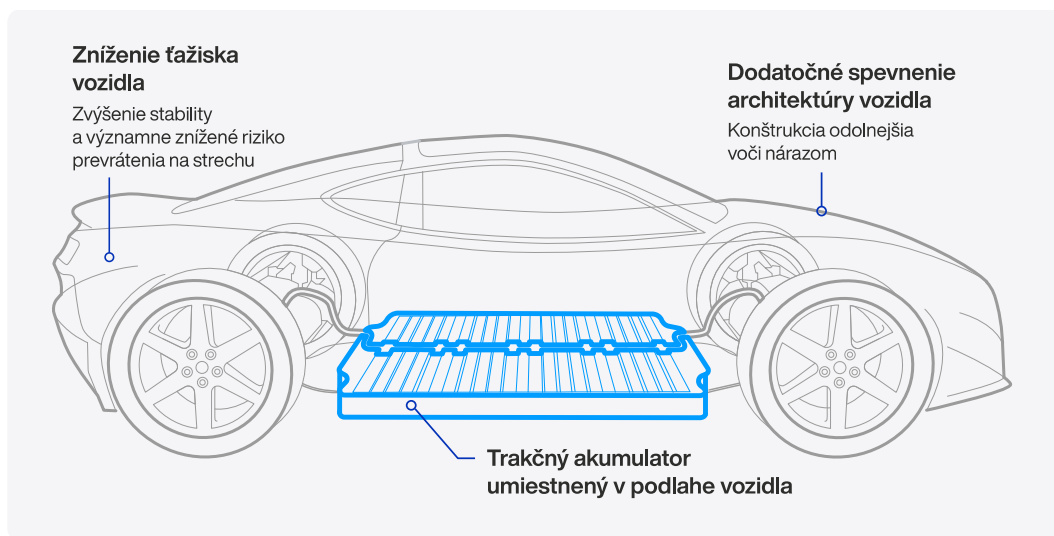


Nevyhnutná je ochrana elektrického systému vozidla proti prúdom vody – pre túto požiadavku bol vyvinutý špeciálny skúšobný postup

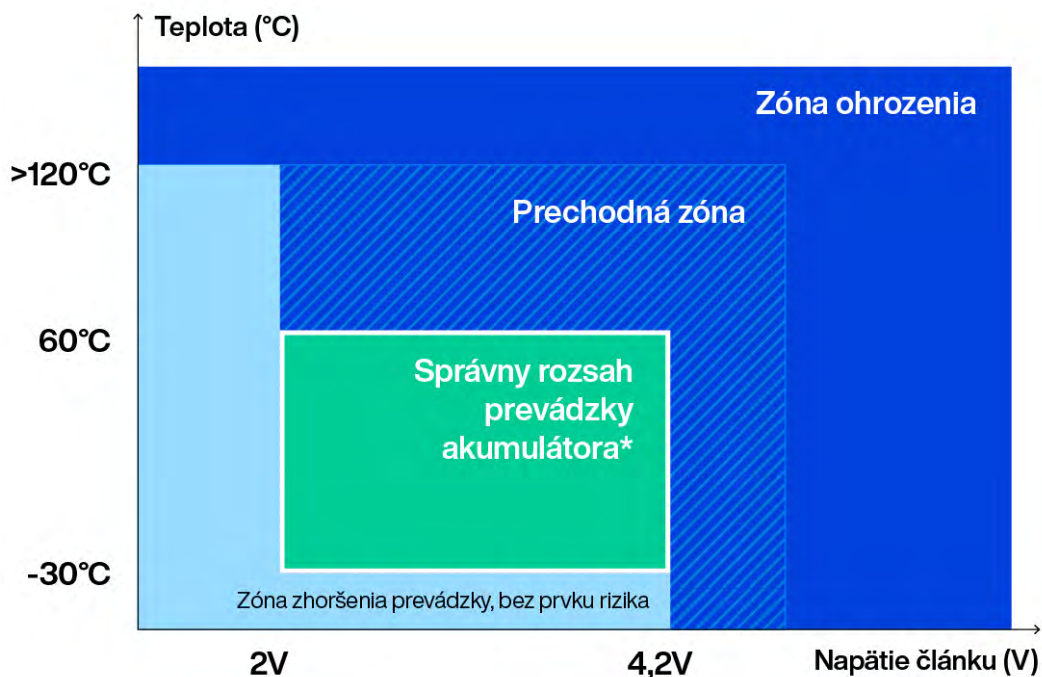


Boli zavedené dodatočné požiadavky na signalizáciu porúch – na úrovni vozidla aj na úrovni úložiska energie

Protipožiarne ochrana na úrovni lítium-iónových akumulátorov Posilnená konštrukcia EV



Špecifickým prvkom elektrického vozidla je trakčný akumulátor, pre ktorý sa vykonávajú špeciálne bezpečnostné testy v súvislosti s mechanickým poškodením, poškodením elektrického systému, tepelným poškodením alebo vnútorným poškodením článkov. Hlavným cieľom týchto testov je navrhnúť trakčný akumulátor inštalovaný v elektrických a hybridných vozidlách tak, aby sa počas celého svojho životného cyklu samovoľne neznietil.



*Kontrolovaný elektronickým modulom akumulátora (BMS)

Pri elektrických a hybridných vozidlách existujú dve hlavné nebezpečenstvá vzniku požiaru:

- požiar sa šíri z exteriéru vozidla
- zapálenie

3.1. Prípadová štúdia skupiny Renault

V roku 2010 Skupina Renault sa rozhodla úzko spolupracovať so záchranými zložkami na záchrane životov. Štruktúra vozidiel na našich cestách sa rýchlo mení a vyžaduje si radikálnu zmenu spôsobu fungovania záchraných služieb. Uvedením svojich prvých elektromobilov na trh Skupina Renault zintenzívnila spoluprácu s hasičskými zbormi.

Osobitné požiadavky na elektrické a hybridné vozidlá

Elektrifikované vozidlá majú ďalší parameter, ktorý je potrebné zohľadniť pri vypracúvaní postupov pre záchrané tímy v teréne – zabezpečenie (ochrana) elektroinštalácie vozidla. V prípade vozidiel so spaľovacími motormi je štandardným krokom postupu zabezpečenie akumulátora napájania príslušenstva (12/14 V). V prípade elektrických a hybridných vozidiel, ktoré sa stretávajú s nárazovými rýchlosťami často vyššími, ako sú rýchlosti testované podľa protokolov Euro NCAP, je potrebné zabezpečiť vysokonapäťovú batériu (400 V) a jej napájacie káble. Táto činnosť musí byť absolútne bezpečná a v žiadnom prípade nesmie spomaliť záchranu posádky vozidla. V prípade vysokonapäťových akumulátorov sú manuálne kryty rôznych typov umiestnené na niekoľkých rôznych miestach vo vozidle v závislosti od výrobcu: v batožinovom priestore, na bloku motora, pod sedadlom atď. Preto je pre hasičské zložky veľmi dôležité, aby mali podporu v rozhodovaní.

V rámci spolupráce skupiny Renault so záchranými službami sa projektové tímy vozidiel Renault a Dacia postarali o to, aby žiadny elektrický kábel zabudovaný do konštrukcie týchto vozidiel neprechádzal cez miesta identifikované ako miesta rezania karosérie pri vyslobodzovaní uviaznutých osôb.

Podobne ako elektromery v domácnostiach, aj elektromobily vyrábané skupinou Renault sú vybavené hlavným vypínačom, ktorý umožňuje priamy zásah do zón elektrického vedenia. Aby bol tento spínač čo najľahšie prístupný, napríklad v modeli Renault ZOE je umiestnený v priestore na nohy pred predným spolujazdcom.

Poškodené elektrické alebo hybridné vozidlo preto nesmie predstavovať dodatočné riziko pre záchrané služby, preto sú:

- vysokonapäťové káble vedú mimo priestorov rezania karosérie
- odpojovací systém (servis plug) pre vysokonapäťovú batériu sa nachádza priamo na batérii
- prístup k servis-plugu pre záchranárov si nevyžaduje pohyb panvy pasažiera(-ov)
- zavádzajú sa nové riešenia, ako napríklad v prípade spoločnosti Renault: fireman access a QR kód, ktoré do značnej miery uľahčujú a skracujú čas zásahu

Fireman Access

Elektronický modul (BMS) nepretržite monitoruje teplotu a napätie jednotlivých článkov a podľa toho reaguje, aby zabránil samovznieteniu batérie. Ak však batéria v elektrickom alebo hybridnom vozidle Renault už horí, jej uhasenie je možné len rýchlym ochladením článkov vodou. Trakčné batérie sú úplne vzduchotesné – ich konštrukcia zabraňuje prenikaniu vody dovnútra. Spoločnosť Renault v spolupráci s hasičmi vyvinula technické riešenie Fireman Access, ktoré umožňuje vniknutie vody do trakčnej batérie, a tým uhasenie vozidla v podobnom čase ako v prípade vozidla so spaľovacím motorom.



Obrázok 1.
Elektrická trakčná
batéria Renault Megane
E-Tech so systémom
Fireman Access a
service plug

Tento inovatívny systém Fireman Access, ktorý bol zavedený v rámci trvalej spolupráce medzi skupinou Renault a hasičmi už pred viac ako desiatimi rokmi, je špeciálny prístupový systém pre záchranné tímy, ktorý im umožňuje rýchlo zaliať horiacu batériu vodou a uhasiť plamene do piatich minút, pričom bez tohto systému by to v prípade elektromobilu trvalo jednu až tri hodiny.

Okrem tohto inovatívneho riešenia je vozidlo vybavené ľahko prístupným vypínačom pod zadnou lavicou, ktorý umožňuje záchranným službám odpojiť batériu od vysokonapäťového obvodu vozidla.

QR kód a záchranný list

Druhou inováciou je kód QR. Ide o skenovateľnú nálepku umiestnenú na sklách vozidiel. Záchranným tímom umožňuje rýchly prístup ku všetkým technickým informáciám o vozidle potrebným na záchrannú akciu. Tieto informácie sú zoskupené v takzvanom zásahovom liste. Po príchode k poškodenému vozidlu môžu záchranné tímy naskenovať kód QR a okamžite určiť, či ide o hybridné, plug-in hybridné alebo elektrické vozidlo, a podľa toho prijať záchranné opatrenia. Patria sem najmä informácie obsahujúce konštrukčné údaje, ako je umiestnenie trakčnej batérie a airbagov, zóny, ktoré umožňujú rýchle a bezpečné rozrezanie karosérie atď. To umožňuje urýchliť záchranné operácie a skrátiť čas potrebný na vyslobodenie pasažierov z havarovaného vozidla až o 15 minút.

RENAULT Megane E-Tech 100% Electrique (2022-1)

Airbag	Capteur de gaz	Prévention de l'incendie de sécurité	Limite de la zone de travail	Appareil de protection contre les gelures
Système automatique de protection en cas de débranchement	Vannes à gaz / Risques de projection	Zone de travail interdite	Zone à éviter avec attention particulière	
Batterie haute tension	Équipement de sécurité	Réservoir de carburant	Alarmer de gaz	Support de sécurité
État de charge, haute tension	Câble d'alimentation haute tension	Équipement de réparation de la batterie haute tension	Boîte de transfert de puissance	Conditionneur haute tension

Adresse interne: 85-NR-012 | Date de version: 18/10/2022 | Page: 1 / 4

1. Identification / reconnaissance

2. Immobilisation / stabilisation / levage

Arrêt moteur

Zone de câble interdite

3. Neutraliser les dangers directs / règles de sécurité

Batterie 12 Volts

1- Arrêt moteur
2- Déconnecter la borne négative (-)

Adresse interne: 85-NR-012 | Date de version: 18/10/2022 | Page: 2 / 4

Batterie 400 Volts

Uniquement en cas de déincarcération :
Déconnexion de la batterie 400 volts par retrait du Service-Plug

4. Accès aux occupants

Colonne de direction
Creux, située en arrière du volant

ACES REMOIS

NE PAS COUPER (Batterie Li-Ion proche)

Adresse interne: 85-NR-012 | Date de version: 18/10/2022 | Page: 3 / 4

5. Énergie stockée / liquides / gaz / solides

Lithium-ion 60 kWh 400 V

6. Extinction d'un incendie

Extinction d'un feu de la batterie de traction

Si batterie de traction en feu → Extinction à l'eau, par remplissage

VITRES À GAZ

Risque d'effet missile des vitres à gaz

7. En cas d'immersion

Pas de risque électrique

8. Remorquage / transport / stockage

10. Explication des pictogrammes utilisés

Utilisée électrique	Capot	Coffre
Utiliser une cartouche chimique infroductible	Accès spécifique à la batterie	
Quels des produits	Écran tactile	Appareil respiratoire
	Utiliser de l'eau pour éteindre l'incendie	Ne pas couper, ni ouvrir

Adresse interne: 85-NR-012 | Date de version: 18/10/2022 | Page: 4 / 4

Záchranné listy si môžete stiahnuť prostredníctvom aplikácií: Euro Rescue a Rescuencode.

Z K pozitívnemu vývoju v oblasti bezpečnosti cestnej premávky prispel aj vzorec, ktorý iniciovala skupina Renault na sprístupnenie zásahových listov, keďže v súčasnosti už tieto listy vyžaduje organizácia Euro NCAP na udelenie hviezdíček.

The background features a blue-toned illustration of a charging station with a charging cable. A large, bold white number '4' is superimposed on the right side of the image.

4

Protipožiarna ochrana na úrovni nabíjacej stanice

Autor

Jarosław Kozłyk

Špecialista na vývoj elektromobility
Úrad technického dozoru

Protipožiarne ochrana na úrovni nabíjacej stanice

Autor

Jarosław Kozłyk

Špecialista na vývoj elektromobility

Úrad technického dozoru

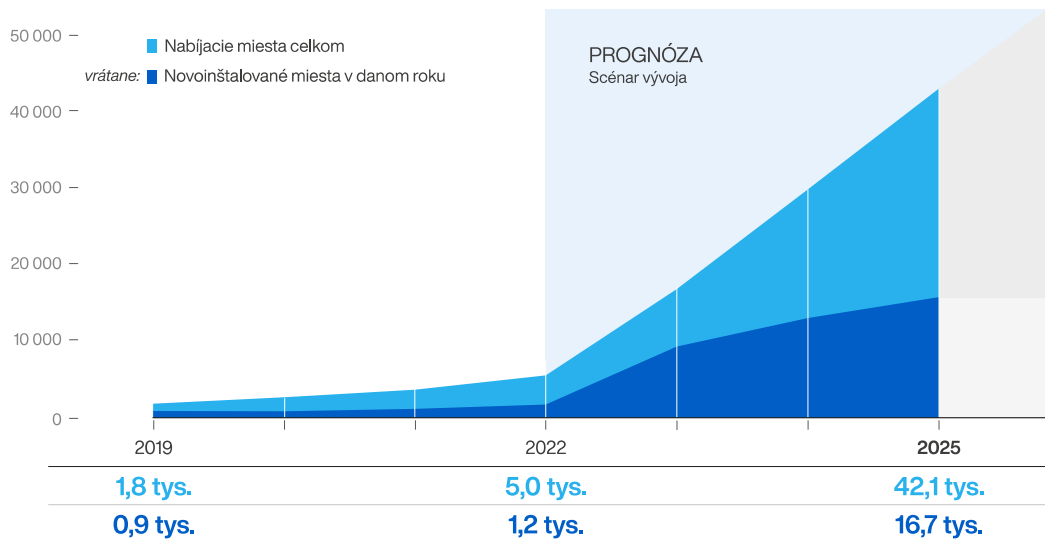
4. Protipožiarne ochrana na úrovni nabíjacej stanice

Verejne dostupná nabíjacia infraštruktúra v Poľsku

Prognóza vývoja

Sieť nabíjacích miest vo verejne prístupných nabíjacích staniciach v Poľsku

AC + DC 2019-2025



Zdroj: Polish EV Outlook 2022, PSPA

Pre zaistenie bezpečného používania vrátane požiarnej bezpečnosti a bezpečnej prevádzky elektrických sietí musia nabíjacie stanice spĺňať technické a prevádzkové požiadavky stanovené najmä v poľských normách. Splnenie týchto požiadaviek umožňuje konštatovať, že nepredstavujú nebezpečenstvo pre používateľov alebo životné prostredie

Už vo fáze prípravy návodu na obsluhu danej nabíjacej stanice by mal výrobca uviesť postup v prípade požiaru nabíjacej stanice a definovať požiadavky na nabíjaciu stanicu z hľadiska požiarnej ochrany. Uvedenie uvedených požiadaviek v návode na obsluhu

kontrolujú inšpektori Úradu technického dozoru vždy vo fáze overovania dokumentácie predloženej spolu so žiadosťou o technickú skúšku nabíjacej stanice.

Kľúčové požiadavky na požiarne ochranu nabíjajúcich staníc zahŕňajú:

- zákaz používania chybného zariadenia alebo zariadenia, ktoré nie je vhodné na daný účel,
- zákaz používania za iných podmienok, ako sú podmienky stanovené výrobcom zariadenia,
- zákaz skladovania horľavých materiálov a zakladania ohňa v blízkosti zariadenia.

Okrem toho, bez ohľadu na vyššie uvedené, je prevádzkovateľ povinný k žiadosti o technickú kontrolu nabíjacej stanice priložiť **stanovisko ku splneniu požiadaviek na požiarne ochranu vydané odborníkom na požiarne ochranu.**

Zoznam autorizovaných odborníkov v oblasti požiarnej ochrany sa nachádza vo verejnom informačnom vestníku Prezídia hasičského zboru [x1] a je priebežne aktualizovaný.

Rozsah odborného stanoviska by sa mal vzťahovať na konkrétnu nabíjaciu stanicu a umožniť aspoň jej identifikáciu, uvedenie jej menovitých parametrov a podmienok požiarnej ochrany v mieste jej zriadenia. Ďalším prvkom ovplyvňujúcim prevádzkovú bezpečnosť nabíjacej stanice je technická skúška, ktorú vykonáva inšpektor UTD na mieste inštalácie stanice. Počas technickej skúšky sa overujú jednotlivé oblasti s priamym alebo nepriamym vplyvom na požiarne bezpečnosť nabíjacej stanice:

- vizuálna kontrola zariadenia vrátane použitia ochrany nabíjacej stanice proti preťaženiu, vizuálna kontrola zásuviek a káblových zástrčiek a vývodiek ovplyvňujúcich vodotesnosť a ochranu proti vlhkosti, overenie kontaktu na obsluhu v prípade poruchy stanice alebo požiaru,
- ochranné merania vrátane merania ochrany pred úrazom elektrickým prúdom, izolačného odporu, spojitosti ochranných vodičov, vypínania prúdových chráničov (RCD) a zariadenia na monitorovanie izolácie (IMD) (ak sa používa),
- preskúšanie fungovania vrátane činnosti bezpečnostného/núdzového vypínača (ak sa používa).

Kladný výsledok technickej kontroly nabíjacej stanice vykonanej inšpektorom UTD je potvrdený vydaním príslušného protokolu, ktorý umožňuje prevádzku danej nabíjacej stanice. Je to potvrdenie, že danú nabíjaciu stanicu možno bezpečne prevádzkovať.

Informácie vypracované anglickou asociáciou požiarnej ochrany (FPA), v ktorých sú uvedené odporúčania na použitie protipožiarnej ochrany a bezpečnostných opatrení v závislosti od umiestnenia nabíjacej stanice a úrovne rizika:

Odporúčania týkajúce sa používania protipožiarneho a bezpečnostných prvkov na nabíjacej stanici

Umiestnenie	Protipožiarne ochrana a zabezpečenie	Úroveň rizika
Pivnica	<ul style="list-style-type: none"> → systém automatického tlmenia ohňa → ventilácia → prístup pre hasičské zložky → odtok hasiacej tekutiny 	
Verejný priestor (napr. parkovisko v meste)	<ul style="list-style-type: none"> → mechanická ochrana proti nárazu (obrubníky, stĺpiky, zábradlie) → bezpečné uchytenie nabíjacieho kábla v nabíjacej stanici → monitoring CCTV 	
Interiér budovy (prízemie alebo poschodie)	<ul style="list-style-type: none"> → senzor detekcie požiaru → systém automatického hasenia ohňa → ventilácia → hasiace prístroje → protipožiarne zábrana 	
Najvyššie podlažie budovy (napr. parkovisko na streche)	<ul style="list-style-type: none"> → hasiace prístroje → odtok hasiacej tekutiny 	
Účelová, samostatne stojaca budova	<ul style="list-style-type: none"> → senzor detekcie požiaru → hasiace prístroje → ľahká konštrukcia, spolu so strechou → bezpečná vzdialenosť od iných budov 	
Bezpečný priestor (napr. odpočívadlo na diaľnici)	<ul style="list-style-type: none"> → mechanická ochrana proti nárazu (obrubníky, stĺpiky, zábradlie) → bezpečné uchytenie nabíjacieho kábla v nabíjacej stanici → hasiaci prístroj 	

Zdroj: RC59: Recommendations for fire safety when charging electric vehicles. Fire Protection Association (FPA). 2021



5

Potenciálne zdroje požiarov

Autor

Dr hab. inż. Dorota Brzezińska

prof. Politechniki Łódzkiej

Potenciálne zdroje požiarov

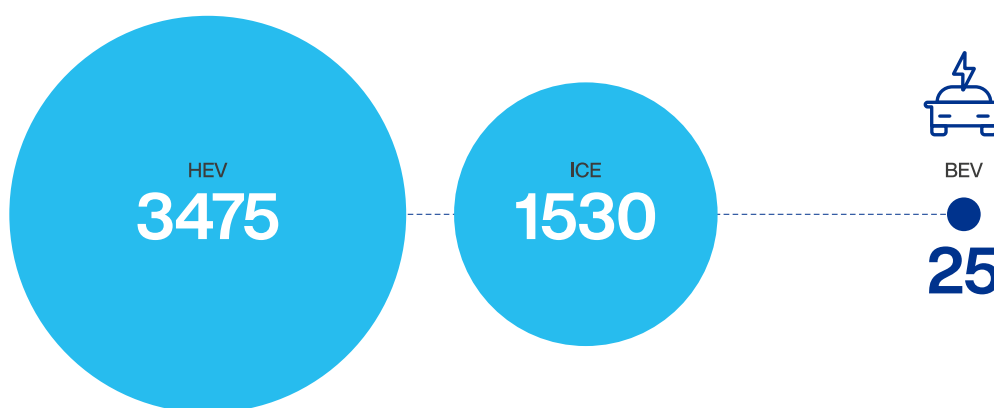
Autor

Dr hab. inż. Dorota Brzezińska
prof. Politechniki Łódzkiej

5. Potenciálne zdroje požiarov

Frekvencia požiarov áut

Počet vozidiel na 100 000 vozidiel



Zdroj: New York Times za AutoInsuranceEZ

Scenáre požiaru elektrických vozidiel sa stále aktualizujú. Predbežne ich však možno klasifikovať ako jeden alebo viaceré z nasledujúcich prípadov:

- EV sa vznieti počas státia (samovznietenie). Môže to súvisieť s extrémnymi poveternostnými podmienkami (nízke/vysoké teploty, vysoká vlhkosť, poškodenie slanou vodou) alebo s vnútornou poruchou jedného z článkov.
- EV sa vznieti počas nabíjania. Táto porucha môže súvisieť so zlyhaním batérie v dôsledku prebývania a/alebo chybných alebo nechránených nabíjajúcich staníc a/alebo káblov.
- EV sa vznieti v dôsledku zrážky alebo iného mechanického poškodenia.
- Akumulátory EV sa niekedy po uhasení požiaru zahrejú a opäť sa samovoľne vznietia¹²

¹² Sun P., Huang X., Bisschop R., Niu H., (2020), A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, Fire Technology, <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>

Požiarne testy batérie

Bohužiaľ, výskum v oblasti testovania batérií pre elektromobily vo veľkom meradle je stále nejednoznačný a do veľkej miery obmedzený. Odborná literatúra varuje pred nesprávnou interpretáciou údajov o požiaroch batérií v malom rozsahu a pred ich používaním na hodnotenie rizík požiarov elektrických vozidiel v reálnom rozsahu.¹³ Predpokladaná veľkosť požiarov akumulátorov elektrických vozidiel preto stále nie je jednoznačná. Napríklad v prípade batérie Tesla Model S s hmotnosťou 2250 kg, ktorá je päťkrát väčšia ako testovaný článok akumulátora (45 g pre článok 18650), sa tepelný výkon požiaru celej batérie zvýši trikrát, nie päťkrát. Tepelný výkon požiaru batérie sa môže pohybovať od niekoľkých kilowattov pre článok akumulátora¹⁴, cez niekoľko stoviek kilowattov pre samostatný akumulátor EV až po niekoľko megawattov pre požiar celého elektromobilu.

V požiarotechnických analýzach je rýchlosť uvoľňovania tepla (HRR) najdôležitejším parametrom hodnotenia požiarneho rizika EV, ktorý sa používa na hodnotenie návrhu systémov požiarnej bezpečnosti parkovísk. Rýchlosť uvoľňovania tepla HRR [kW] je štandardným ukazovateľom projektovej hodnoty požiaru a môže sa brať ako:

$$HRR = \dot{m}\Delta H_e = A_f \dot{m}' \eta \Delta H_c \quad (1)$$

kde \dot{m} je rýchlosť horenia [kg/s] definovaná rýchlosťou úbytku hmotnosti vzorky počas skúšky horenia [20]; ΔH_e je teplo horenia [MJ/kg]; A_f je plocha povrchu paliva alebo zdroja ohňa [m²], ktorá je základom EV; \dot{m}' je tok spaľovania [kg/m² s]; η je intenzita horenia, ktorá závisí od dodávky kyslíka; a ΔH_c je spaľovacie teplo batérií EV, ktoré sa mení v závislosti od typu batérie.

Energiu požiaru EV možno posúdiť aj pomocou priemerného tepelného toku (q'') akumulátora a jeho povrchu. Pri výpočte predpokladanej projektovanej veľkosti požiaru možno za úroveň nabitia batérie považovať 100 %, čo je najhorší možný scenár požiaru.¹⁵ Na príklade elektrického vozidla poháňaného lítiovo-titanovými batériami (LTO) je priemerný tepelný tok (q'') približne 2,3 MW/m² vo fáze plného nabitia.¹⁶ Ak vezmeme do úvahy plochu akumulátora AEV ≈ 3 m², priemerný HRR požiaru tohto typu EV možno odhadnúť na 7 MW (1).

$$HRR = A_{EV} q'' = 3 \text{ m}^2 \times 2.3 \text{ MW/m}^2 \approx 7 \text{ MW} \quad (2)$$

¹³ Sun P., Huang X., Bisschop R., Niu H., (2020), A Review of Battery Fires in Electric Vehicles, Fire Technology, <https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>

¹⁴ Liu X, Wu Z, Stolarov SI et al (2016) Heat release during thermally induced failure of a lithium-ion battery: impact of cathode composition. Fire Saf J 85:10–22. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2016.08.001>

¹⁵ US Department of Transportation (2014) Interim guidance for electric and hybrid electric vehicles equipped with high-voltage batteries. DOT HS 811 575.

¹⁶ Wang Q (2018) Study on fire and fire spread characteristics of lithium-ion batteries. In: 2018 China national symposium on combustion.

Takto vypočítaná predpokladaná hodnota požiaru batérie (HRR) sa môže použiť aj na odhad potrebného množstva vody alebo iných hasiacich prostriedkov na uhasenie jej požiaru.

Nedostatok požiarnych skúšok EV v plnom rozsahu obmedzuje technické poznatky o skutočnom požiarom riziku vyplývajúcom z ich používania, ale z uvedených výpočtov vyplýva, že všeobecne prijatý tepelný výkon požiaru (HRR) pre projektovanie bezpečnostných systémov parkovísk by mala byť približne 7 MW, čo je podobné ako pri požiaroch bežných automobilov. Treba však vychádzať z predpokladu, že nárast tepelného výkonu požiaru je v tomto prípade oveľa rýchlejší.



6

Pożiare samochodów w zamkniętych przestrzeniach

Autor

Dr hab. inż. Dorota Brzezińska

prof. Politechniki Łódzkiej

Požiare automobilov v uzavretých priestoroch

Autor

Dr hab. inż. Dorota Brzezińska
prof. Politechniki Łódzkiej

6. Požiare automobilov v uzavretých priestoroch

6.1. Požiadavky predpisov platných pre uzavreté priestory (garáže)

Intenzívna urbanizácia a rozvoj automobilizmu v posledných desaťročiach si vyžiadali vytvorenie primeranej infraštruktúry, a to nielen v podobe siete ciest, čerpacích staníc, autoservisov atď., ale predovšetkým primeraného počtu garáží a parkovacích miest. Snaha o optimálny rozvoj rozvojových lokalít na výstavbu obytných, maloobchodných, hotelových alebo kancelárskych priestorov bola sprevádzaná výstavbou garáží pre viacero áut, často uzavretých a podzemných. Podľa stavebného zákona musí byť každý stavebný objekt ako celok a jeho jednotlivé časti navrhnutý a zhotovený spôsobom stanoveným technickými a stavebnými predpismi a v súlade technickými poznatkami.¹⁷ Medzi tieto požiadavky patrí okrem iného otázka protipožiarnej ochrany garáží. Hlavným cieľom projektovania budov v tomto ohľade je zabezpečiť primerané podmienky pre užívateľov v prípade, že sa musia evakuovať, umožniť účinnú činnosť záchranných a hasičských tímov a chrániť konštrukciu budovy.¹⁸

V roku 2018 boli zverejnené najnovšie zmeny nariadenia o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie, pokiaľ ide o požiarne ochrany garáží. Nižšie sú uvedené najdôležitejšie zásady ich projektovania s osobitným dôrazom na otázky súvisiace s ich odsávaním dymu¹⁸.

V garážach pod druhým podzemným podlažím, ak nemajú priamy vjazd alebo výjazd, je povinnosť používať automatické vodné hasiace zariadenia (§ 277 ods. 3 technických podmienok¹⁸).

¹⁷ Stavebný zákon zo 7. júla 1994 (Zbierka zákonov 2013, čiastka 1409, v znení neskorších predpisov).

¹⁸ Nariadenie ministra infraštruktúry z 12. apríla 2002 o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie (Zbierka zákonov č. 75, čiastka 690, v znení neskorších predpisov).

Povinnosť používať automatické zariadenia na odvod dymu sa vzťahuje na garáže s požiarou plochou väčšou ako 1 500 m² alebo menšou, ak nemá priamy vchod alebo východ (§ 277 ods. 4 Technických podmienok¹⁸). Vetrací systém v uzavretej garáži musí odvádzať dym s takou intenzitou, aby v čase potrebnom na evakuáciu osôb v chránených chodbách a únikových cestách nebol dym alebo teplota, ktorá by bránila bezpečnej evakuácii, a musí mať stály prívod vonkajšieho vzduchu, ktorý nahradí nedostatok tohto vzduchu v dôsledku jeho vypúšťania s dymom (§ 270 ods. 1). Dĺžka priechodu k najbližšiemu únikovému východu, ktorá v uzavretej garáži predstavuje najviac 40 m, sa môže zväčšiť v súlade so zásadami uvedenými v § 237 ods. 6 ods. 2, t. j. v prípade použitia automatických zariadení na odvod dymu aktivovaných systémom detekcie dymu o 50 %. Možnosť rozšírenia únikových ciest o 50 % bola zrušená v prípade použitia systému s prúdovými ventilátormi (§ 278 ods. 2, 3).

6.2. Zásady navrhovania požiarneho vetracieho systému v garážach podľa európskych noriem

Najznámejšou a projektantmi a zmluvnými najpoužívanejšou je britská norma BS 7346-7:2013.¹⁹ V tejto norme sa uvádzajú odporúčania a usmernenia na prevádzku systémov odvodu dymu a tepla pre garáže, ktoré sú uzavreté a čiastočne aj otvorené, vrátane možnosti parkovania vozidiel s pohonom na LPG v garážach. Britská norma predpokladá, že navrhnutý systém je určený na dosiahnutie jedného z troch cieľov. Sú to: odvod dymu počas požiaru a po ňom (na tento účel slúžia kanálové a bezkanálové systémy), vytvorenie a udržiavanie bezdymového prístupu k zdroju požiaru pre záchranné tímy (predovšetkým bezkanálové systémy) a/alebo ochrana únikových ciest v garážovom priestore (bezkanálové systémy alebo systémy na odvod tepla a splodín horenia SHEVS). V tejto norme nie je požiadavka na ochranu garáží pomocou sprinklerového systému, ale účinok sprinklerov sa zohľadňuje pri predpokladaných projektových požiarnych parametroch. Ak je garáž vybavená vodným hasiacim systémom, odporúčaný celkový výkon projektovaného požiaru je 4 MW (6 MW pri dvojpodlažných riešeniach), pričom v prípade jeho absencie je potrebné zohľadniť možnosť vznietenia iného vozidla a celkový výkon požiaru – 8 MW. V súčasnosti neexistujú žiadne samostatné požiadavky na projektovaný výkon požiarov elektrických vozidiel.

Alternatívna norma, belgická norma NBN S 21-208-2, sa v Poľsku používa len zriedka, pretože kladie veľmi vysoké požiadavky na systémy odvodu dymu z garáží v porovnaní so všeobecnou úrovňou požiarnej bezpečnosti stanovenou predpismi platnými v Poľsku. Možno si však položiť otázku, či by sa v prípade rastúceho počtu elektromobilov, ku ktorým je potrebné zabezpečiť lepší prístup pre záchranné a hasičské tímy ako v prípade tradičných automobilov, nemala táto norma stať dominantnou. Vzťahuje sa na garáže s plochou väčšou ako 1 000 m². Podľa nej by mal požiarne vetrací systém v prípade požiaru umožniť osobám v garáži bezpečne opustiť garáž a zachovať prístup bez dymu do blízkosti

¹⁹ BS 7346-7:2013 Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks

miesta požiaru zvonku, z verejnej komunikácie, do vzdialenosti najviac 15 m od miesta požiaru. Ak sa používa potrubný systém odvetrávania dymu, táto norma vyžaduje splnenie niekoľkých podmienok v závislosti od toho, či sa v garáži plánuje sprinklerový systém. Požadovaná minimálna výška garáže s ventilačným potrubím a vodným hasiacim systémom je 2,8 m, zatiaľ čo bez neho je to 3,8 m. V prvom prípade je požadovaná výška bezdymovej vrstvy 2,5 m, v druhom prípade 3,5 m, ale vždy by mala byť aspoň 0,3 m pod najnižším prvkom stropu. Takéto vysoké požiadavky majú zabezpečiť, aby teplota pod stropom garáže neprekročila 2000 C, čo umožňuje voľný pohyb evakuujúcich sa osôb, ako aj posádok a osôb vykonávajúcich záchranné a hasiace práce. Okrem toho norma vyžaduje, aby sa v garáži vytvorilo rozdelenie na dymové zóny s maximálnou dĺžkou 60 m a plochou 2600 m² (pri prirodzenom vetraní 2000 m²). V garážach, ktoré nespĺňajú požiadavky na ventilačné potrubie, norma vyžaduje použitie núteného vetrania²⁰. Ide o veľmi dobrú zásadu, ktorá bola mnohokrát analyzovaná a potvrdená aj v Poľsku²², žiaľ, vzhľadom na príliš vágne predpisy – v praxi sa často nedodržiava.

Hlavným cieľom používania protipožiarneho opatrení je dosiahnuť úroveň bezpečnosti budovy, ktorá je rovnocenná s úrovňou vyžadovanou miestnymi normatívnymi predpismi²¹. potreba určiť v projektovaných stavbách predpokladaný čas evakuácie osôb a podmienky rozvoja požiaru a jeho parametre na únikových cestách vyplýva v Poľsku z už citovaného ustanovenia § 270 ods. 1 predpisu č. 18. Za kritické parametre pre bezpečnosť života ľudí a podmienky ich evakuácie na únikových cestách podľa sa vyhlášky o technických podmienkach pre podzemné stanice metra (v súčasnosti sa považuje za požiadavku pre všetky stavby v predmetnom rozsahu)²² predpokladá zadymenie vo výške menšej alebo rovnjej 1,8 m od podlahy, obmedzenie viditeľnosti okrajov stavebných prvkov a luminiscenčných únikových značiek na najviac 10 m, teplota vzduchu vo výške 1,8 m od podlahy alebo nižšej nepresahuje 600o C a v podstropnej vrstve vo výške nad 2,5 m od podlahy 200o C. Je nevyhnutné zvážiť vhodný počet a umiestnenie únikových východov v priestoroch garáže, čo ovplyvní čas prechodu vypočítaný ako vzdialenosť od najvzdialenejšieho bodu v garáži k núdzovému východu vydelená priemernou rýchlosťou chôdze osôb²². Požadovaný čas bezpečnej evakuácie, t. j. čas vypočítaný od začiatku požiaru až do okamihu, keď sa predpokladanému počtu osôb podarí evakuovať na bezpečné miesto, sa okrem času potrebného na presun osôb skladá z času detekcie požiaru, času poplachu a času pred evakuáciou (pre-movement time), t. j. časového intervalu od vydania varovania o nebezpečenstve až po okamih, keď sa začnú evakuácia prvej a poslednej osoby v objekte. Pri projektovaní je potrebné zabezpečiť včasné varovanie pred požiarom. Systém detekcie požiaru a požiarneho poplachu musí poskytnúť varovanie dostatočne skoro, aby umožnil úplnú evakuáciu z nebezpečnej zóny skôr, ako sa podmienky stanú neakceptovateľné. Čas medzi vznikom požiaru a jeho detekciou je určený prijatým systémom detekcie požiaru a správny výber a umiestnenie požiarneho hlásičov má významný vplyv na skrátenie tohto času.

²⁰ NBN S 21-208-2 Protection incendie dans les batiments. Conception des systems d'evacuation des fumees et de la chaleur (EFC) des parkings interieurs

²¹ Brzezinska D., Powstanie i rozwój inżynierii bezpieczeństwa pożarowego w Polsce, BiTP, 2(2016), 141-149

²² Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać objekty budowlane metra i ich usytuowanie (Zbierka č. 144, čiastka 859)

7

Požiarna ochrana garáží v súvislosti s umiestnením nabíjacích staníc a parkovania elektromobilov

Autor

mgr inž. Krzysztof Majcher

Projektant požiarneho systému
SPIE BUILDING Solutions

Požiarne ochrana garáží v súvislosti s umiestnením nabíjacích staníc a parkovania elektromobilov

Autor

mgr inž. Krzysztof Majcher
Projektant požiarne systémov
SPIE BUILDING Solutions

7. Požiarne ochrana garáží v súvislosti s umiestnením nabíjacích staníc a parkovania elektromobilov

Z hľadiska právnych požiadaviek v Poľsku, podobne ako v USA, v súčasnosti neexistujú žiadne dodatočné predpisy týkajúce sa povinného používania protipožiarne systémov (samočinné hasiace zariadenia, vetranie) na nabíjacích staniciach a nabíjacích bodoch. (samočinné hasiace zariadenia, sprinklerové a vysokotlakové) na miestach, kde sú nainštalované nabíjacie stanice a body pre elektromobily.

Potreba vybaviť garáže hasiacimi systémami, ako sú stabilné samočinné hasiace zariadenia vodné (teda sprinklerové a vysokotlakové systémy), vyplýva zo stavebných predpisov platných v jednotlivých krajinách a v týchto oblastiach existujú rozdiely, pričom najviac požiadaviek sa vzťahuje na uzavreté a podzemné parkoviská.

Na druhej strane, z pohľadu poisťovní a ich odporúčaní sa zdá, že riziká spojené s nabíjacími miestami/stanicami pre nabíjanie elektromobilov, parkovaním hybridných a elektrických vozidiel existujú a závisia najmä od typu/umiestnenia garáže (podzemná, uzavretá).

Poisťovne odporúčajú množstvo organizačných a technických opatrení na zníženie požiarneho rizika/zvýšenie bezpečnosti, ako napríklad:

- výber optimálneho miesta pre inštaláciu nabíjacích boxov (najodporúčanejšie sú otvorené garáže, garáže na strechách atď.; najmenej žiaduce sú uzavreté a podzemné garáže),
- inštalácia sprinklerových/vysokotlakových zariadení,
- použitie dodatočných požiarne úsekov,
- inštalácia systémov detekcie dymu/požiaru.

Je potrebné zdôrazniť, že vzhľadom na rastúce povedomie projektantov, staveľov, používateľov a poisťovateľov o priebehu požiarov a protipožiarne opatrení pri hybridných/elektrických automobiloch by sa mali čoraz častejšie používať/odporúčať protipožiarne systémy, ktoré zvyšujú požiarne bezpečnosť garáží, ako sú systémy detekcie dymu, vetranie s odsávaním dymu alebo stabilné hasiace zariadenia s vodou (sprinklerové a vysokotlakové – hmlové).

Požiare v elektromobiloch a/alebo iných zariadeniach vybavených lítium-iónovými batériami sú výzvou pre požiarne priemysel, na ktorej v súčasnosti pracujú výrobcovia a výskumné ústavy v mnohých krajinách, napríklad RISE Research Institutes of Sweden a dánsky inštitút DBI – The Danish Institute of Fire and Security Technology.

Vzhľadom na súčasné technické poznatky a predbežné výsledky štúdií a simulácií sa zdá, že odporúčaným riešením je kombinácia včasnej detekcie dymu/požiaru s modernými hasiacimi systémami založenými na vysokotlakovej vodnej hmle.

Vzhľadom na dynamickú situáciu na trhu s požiarne zariadeniami, obrovské množstvo testov a štúdií výrobcov a výskumných ústavov sa však odporúča sledovať aktuálne právne predpisy/odporúčania, aby bolo možné použiť najlepšie technické riešenia na zvýšenie požiarnej bezpečnosti.

7.1. Právny stav v Poľsku

Povinnosť používať stabilné hasiace systémy s vodou a systémy na odvetrávanie dymu v garážach sa vzťahuje len na prípady uvedené v „nariadení ministra infraštruktúry z 12. apríla 2002 o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie“. Treba tiež poznamenať, že toto nariadenie sa vzťahuje na garáže bez rozdelenia alebo klimatizácie v súvislosti s určením pre spaľovacie/elektrické vozidlá.

Pokiaľ ide o „Zákon z 11. januára 2018 o elektromobilite a alternatívnych palivách“, vykonávacie predpisy k tomuto zákonu sú tieto:

- Vyhláška ministra energetiky z 26. júna 2019 o technických požiadavkách na nabíjacie stanice a nabíjacie body, ktoré sú súčasťou nabíjacej infraštruktúry cestnej verejnej dopravy,
- Nariadenie ministra rozvoja zo 16. septembra 2020, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie,
- Nariadenie ministra infraštruktúry z 12. apríla 2002 o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie.

V uvedených dokumentoch sa neobjavili žiadne ďalšie požiadavky na používanie systémov požiarnej ochrany (detekcia, ventilácia, samočinné hasiace zariadenia) v miestach nabíjajúcich staníc a bodov. Na druhej strane sa vo vyhláške ministra energetiky z 26. júna 2019 o technických požiadavkách na nabíjacie stanice a nabíjacie body, ktoré sú súčasťou

nabíjacej infraštruktúry cestnej verejnej dopravy, ako príloha k dokumentácii k žiadosti o skúšku UTD objavuje odsúhlasenie dokumentácie znalcom z oblasti požiarnej ochrany.

Povinné používanie stabilných hasiacich systémov/odvetrávania dymu/deštrukcie dymu v garážach je definované v súlade s nariadením ministra infraštruktúry z 12. apríla 2002 o technických podmienkach, ktoré musia spĺňať stavby a ich umiestnenie. Zákon z 11. januára 2018 o elektromobilite a alternatívnych palivách spolu s jeho vykonávacími predpismi nezaviedol dodatočné požiadavky na používanie stabilných vodných hasiacich systémov/odvetrávania dymu/systému detekcie dymu v garážach, v ktorých budú inštalované nabíjacie miesta pre elektromobily.

7.2. Právne postavenie v Spojených štátoch

Podľa správy RISE 2020:30: neexistujú žiadne požiadavky na používanie systémov požiarnej ochrany (samočinné hasiace zariadenia, ventilácia dymu, systémy detekcie dymu) na miestach, kde sú nainštalované nabíjacie stanice a body. Pokiaľ však ide o uzavreté garáže, podľa normy NFPA 88A existuje povinnosť inštalovať vodné samočinné hasiace zariadenia (sprinklerový systém) podľa normy NFPA 13.

VdS vo svojom stanovisku uvádza, že garáže pre EV alebo vo všeobecnosti vozidlá s Li-Ion batériami sú klasifikované podľa VdS CEA 4001, a preto predstavujú nebezpečenstvo OH2. Systém preto musí byť schopný požiar kontrolovať (nie hasiť). Preto sa pre garáže s nabíjacími miestami/stanicami stanovujú rovnaké parametre sprinklerového systému ako pre ochranu garáží podľa VdS CEA 4001. Okrem toho sa v prípade ostatných požiadaviek (rozmiestnenie, elektrická ochrana) odkazuje na iné smernice VdS.

VdS w swoim stanowisku stwierdza, że garaże dla samochodów EV czy ogólnie z bateriami Li-Ion są klasyfikowane zgodnie z VdS CEA 4001 a więc jako zagrożenie OH2. System ten powinien być w stanie kontrolować pożar (a nie ugasić). Zatem dla garaży z punktami/stacjami ładowania są przewidziane takie same parametry instalacji tryskaczowej jak dla ochrony garaży zgodnie z VdS CEA 4001. Dodatkowo, odnośnie do pozostałych wymagań (rozmieszczenie, zabezpieczenia elektryczne), odsyła do innych wytycznych VdS.

7.3. Prípadová štúdia – koncepcia ochrany s vysokotlakovou inštaláciou AQUASYS od spoločnosti SPIE Building Solutions pre spoločenstvo bytov vo Varšave

Spoločnosť SPIE Building Solutions vypracovala koncept pre spoločenstvo bytov, v ktorom bol pre 30 parkovacích miest určených na parkovanie a nabíjanie elektrických/hybridných

vozidiel navrhnutý nadštandardný automatický hasiaci systém s vysokotlakovou vodnou hmlou (systém AQUASYS). Tento systém, ktorý je technickým riešením na zvýšenie požiarnej bezpečnosti a ochrany aj majetku používateľov, sa aktivuje automaticky (hlásiče systému riadenia hasenia) alebo manuálne (tlačidlá START). Navrhované technické riešenie bude kombinovať výhody včasnej detekcie požiaru pomocou multisenzorových hlásičov a moderného hasiaceho systému s vysokotlakovou vodnou hmlou.

Režim prevádzky Vysokotlakový systém vodnej hmly

- Hasiacou látkou je voda, ktorá sa pod vysokým tlakom v špeciálne skonštruovaných tryskách mení na vodnú hmlu. Výsledná vodná hmla s vhodnou veľkosťou kvapiek (menej ako 1 000 mikróv) sa vysokou rýchlosťou dopraví do oblasti, kde vznikol požiar.
- Vďaka veľkému vhodnému povrchu kvapiek a zvýšenej absorpcii tepelného žiarenia dochádza k rýchlemu ochladzovaniu zóny horenia a plynov v okolitom priestore.
- Výsledkom je zníženie šírenia požiaru. Okrem toho bezpečný hasiaci prostriedok, ako je vodná hmla, zlepšuje podmienky evakuácie osôb a uľahčuje hasenie hasičským tímom.

Vlastnosti vodnej hmly

- Vysoká rýchlosť odparovania umožňuje odvieť zo zdroja požiaru obrovské množstvo tepla – približne 2,3 MJ na liter vody,
- Lokálne vytláča kyslík z priestoru spaľovania okamžitým odparovaním (voda pri premene z kvapaliny na paru zväčší svoj objem 1672-krát),
- Vďaka účinku ochladzovania zóny horenia a obrovskému odberu tepla sa minimalizuje riziko šírenia požiaru a opätovného vznietenia (rozhorenia).



8

Vybrané metódy hasenia požiarov elektrických vozidiel

Autor

Robert Gurgul

Sales Engineer
AVL Software and Functions

Vybrané metódy hasenia požiarov elektrických vozidiel

Autor

Robert Gurgul
Sales Engineer
AVL Software and Functions

8. Vybrané metódy hasenia požiarov elektrických vozidiel

Výskum Federal Aviation Administration (FAA) v USA ukázal, že najúčinnnejšie sú hasiace materiály na báze vody. Účinné opatrenia boli založené na kombinácii hasenia horiaceho elektrolytu a súčasného ochladzovania článku, takže sa ako veľmi dôležitá ukázala úloha čo najväčšieho množstva vody ako chladiacej kvapaliny.

8.1. Stingray One a Testbed System

Stingray One je systém, ktorý v prípade zlyhania trakčnej batérie zabraňuje úplnému zhoreniu vozidla. Spoločnosť AVL má dva systémy, ktoré môžu zabrániť šíreniu požiaru v dôsledku požiaru batérie: Stingray One a testovaciu stanicu Testbed System, ktorá umožňuje vykonávať testy v kontrolovaných podmienkach.

Obidva tieto systémy realizujú úlohu s využitím hlavnej myšlienky hasenia horiacej batérie zvnútra vloženie ihly a zaplavením batérie vodou alebo hasiacim prostriedkom. Toto riešenie umožňuje znížiť množstvo použitého hasiaceho prostriedku, skrátiť trvanie požiaru a zabrániť ďalšiemu šíreniu požiaru na ostatné komponenty vozidla.

Prepichnutie batérie špeciálnou ihlou sa vykonáva pomocou mechanizmu, ktorý využíva stlačený vzduch. Ihla, ktorej jeden koniec je vo vnútri batérie, umožňuje privádzanie chladiacej kvapaliny. Testy ukázali, že miesto, kde je otvor vytvorený, nemá významný vplyv na účinnosť – najdôležitejšie je, aby sa ihla dostala dovnútra batérie.



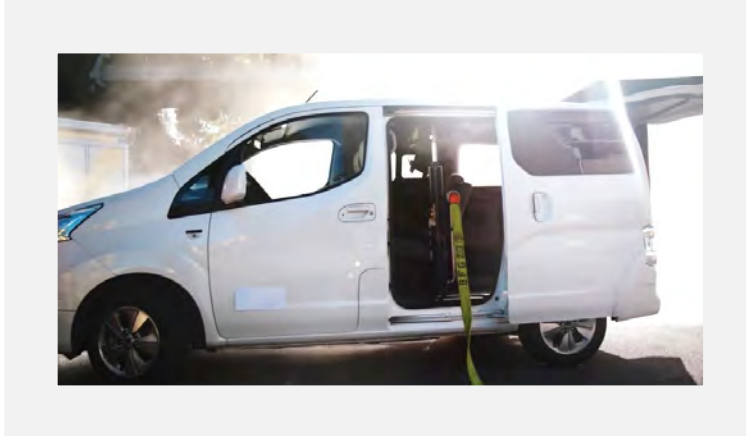
Obrázok 1. Vizualizácia vstupu ihly do akumulátora

Na potvrdenie účinnosti zariadení spoločnosť AVL vykonala niekoľko skúšok s použitím rôznych typov batérií. Testy na kontrolu samotnej batérie (bez použitia vozidla) sa vykonali pomocou skúšobnej stanice (Testbed System). Toto riešenie umožnilo testovať výkonnosť systému v kontrolovaných a bezpečných podmienkach. Príkladom účinnosti riešenia bol test vykonaný s použitím batérie z vozidla VW ID.3. Batéria bola pred testom nabitá na minimálne 97 %. Zapálenie sa spustilo súčasným skratovaním 3 článkov. Hasenie sa začalo približne 30 sekúnd po objavení sa prvých plameňov. Približne 1 minútu a 20 sekúnd po začatí procesu sa požiar podarilo dostať pod kontrolu. Aby sa zabránilo opätovnému vznieteniu, batéria sa ochladzovala, až kým sa nedosiahla teplota približne 30 °C – hasenie sa vykonávalo vodou a celková spotreba vody nepresiahla 1 000 litrov. Na nepretržité monitorovanie zmien bolo do batérie nainštalovaných 42 teplotných snímačov, 3 tlakové snímače a 1 snímač monitorujúci prietok chladiacej kvapaliny. Okrem toho sa počas testu meralo napätie batérie.

Stingray One

Stingray One je systém určený na prácu v teréne pre hasičskú službu. Jeho kompaktnosť a nízka hmotnosť (približne 20 kg) umožňujú použitie systému v reálnych podmienkach. Špeciálny montážny systém umožňuje montáž zariadenia Stingray One za menej ako jednu minútu. Spočíva v umiestnení zariadenia na podlahu vozidla (nad batériu) a jeho zapretie o strechu vozidla. V prípade požiaru kabrioletu sú k dispozícii špeciálne háky na zabezpečenie systému reťazou alebo pásom.

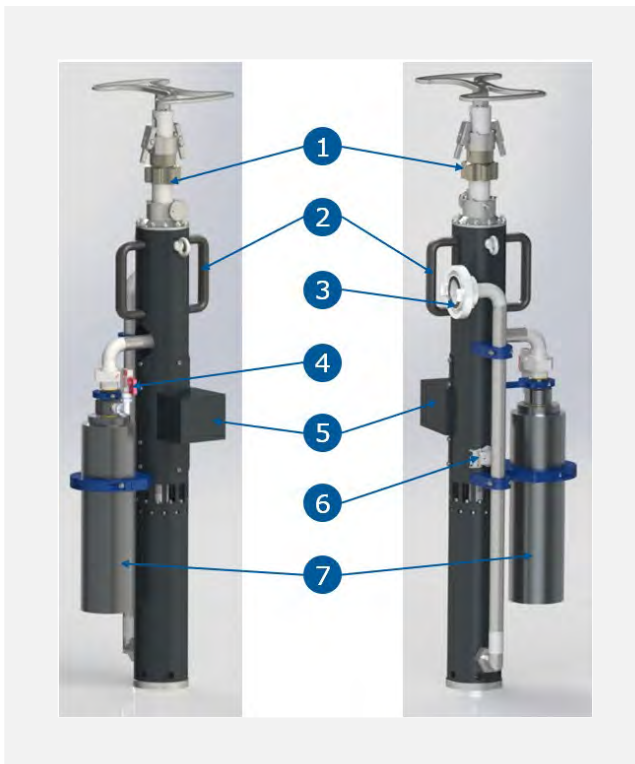
Celý koncept je založený na montáži systému do horiaceho vozidla a aktivácii hasiaceho systému na diaľku pomocou diaľkového ovládania z bezpečnej vzdialenosti. Výhodou tohto riešenia je, že systém možno použiť opakovane – ak po uhasení batérie nie je isté, či bol požiar úplne potlačený, a existuje podozrenie, že môže dôjsť k sekundárnemu samovznieteniu, je možné ponechať zariadenie vo vnútri bez prístupu k hasiacej látke. Ak sa akumulátor opäť zapáli, je možné zapnúť prívod vody a hasenie spustiť na diaľku.



Obrázok 2. Príklad použitia zariadenia Stingray One

S odkazom na nasledujúci obrázok sa Stingray One skladá z týchto komponentov:

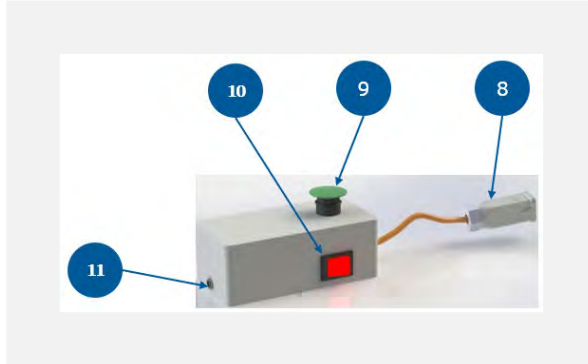
- Podpera (1)
- Rukoväť (2)
- Konektor Storz C (3)
- Plniaca jednotka stlačeného vzduchu (4)
- Aktivačný ventil hasiaceho systému (5)
- Pripojenie na odistenie tlačidla (6)
- Zásobník vzduchu (7)



Obrázok 3. Stingray One

Časti jednotky diaľkového ovládania sú opísané nižšie:

- Pripojenie (10 m kábel) (8)
- Tlačidlo spustenia (9)
- Hlavný vypínač (10)
- Nabíjací konektor (11)



Rysunek 1. Jednostka zdalnej kontroli

Testbed System

Ide o plne automatický systém, ktorý je schopný sám iniciovať hasenie. Kombinácia so systémom detekcie požiaru rozširuje možnosti systému.

Testovacia stanica (Testbed System) pozostáva z 2 hlavných komponentov:

- Vozík – na ktorom je umiestnená skrinka PLC na ovládanie systému, čerpadlo na zmenu tlaku vody a prídavný prívod stlačeného vzduchu.
- Penetračná jednotka – pripevnená k vozidlu alebo batérii na testovanie prototypov vozidiel bezpečným a kontrolovaným spôsobom.



Kreslenie 5. Vozík



Kreslenie 6. Penetračná jednotka



Podákovanie

Pod'akovanie

Ďakujeme za vecný príspevok všetkým spoluautorom správy

Dr hab. inž. Dorota Brzezińska
prof. Politechniki Łódzkiej

Dariusz Cendlewski
Vedúci, Oddelenie techniky, Úrad technického dozoru

Andrew Gemra
Expert Public Affaires &, elektromobilitu, Riaditeľstvo pre komunikáciu, Renault Polska

Robert Gurgul
Sales Engineer, AVL Software and Functions, pobočka v Poľsku

Maciej Kwiatkowski
Zástupca CTO pre technické záležitosti, Impact Clean Power Technology

mgr inž. Krzysztof Majcher
Projektant požiarne systémov, SPIE BUILDING Solutions

Dr. Wojciech Mrozik
Faraday Institution Senior Research Fellow, Newcastle University, Veľká Británia

Grzegorz Pióro
Technical Development Manager, SPIE Building Solutions

[Pod'akovanie za konzultácie](#)

Hanna Milewska-Wilk
Špecialistka, Inštitút rozvoja miest a regiónov



pspa.com.pl



seva.sk