

Konspekt

2-09

POŽÁRNÍ TAKTIKA

Základy požární taktiky

SILNIČNÍ VOZIDLA S ELEKTRICKÝM POHONEM

Obsah

1	ÚVOD	4
2	LITHIOVÉ BATERIE.....	4
2.1	PRINCIP BATERÍ	4
2.2	KONSTRUKCE BATERÍ.....	5
2.2.1	KONSTRUKCE BATERÍ DLE TVARU.....	5
2.2.2	KONSTRUKCE BATERÍ DLE POUŽITÝCH MATERIÁLŮ	6
2.3	POŠKOZENÍ BATERÍ.....	8
2.4	NEBEZPEČNOST BATERÍ.....	9
2.4.1	VYSOKÁ TEPLOTA POŽÁRU	9
2.4.2	TVORBA TOXICKÝCH A HOŘLAVÝCH PLYNŮ	9
2.4.3	VÝBUCH PAR / BLESKOVÝ POŽÁR.....	10
2.4.4	ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	10
2.4.5	KONTAMINACE HASEBNÍCH VOD.....	11
3	SILNIČNÍ VOZIDLA S ELEKTRICKÝM POHONEM.....	11
3.1	UMÍSTĚNÍ BATERÍ.....	13
3.2	RIZIKOVOST ELEKTROVOZIDEL	14
4	IDENTIFIKACE ELEKTROVOZIDEL A HYBRIDNÍCH VOZIDEL	15
4.1	OPERAČNÍ ŘÍZENÍ	16
4.1.1	VYUŽITÍ DAT ZE SYSTÉMU ECALL	16
4.1.2	IDENTIFIKACE EV/HEV LUSTRAČÍ REGISTRAČNÍ ZNAČKY PROVEDENÉ SYSTÉMEM TCTV	17
4.2	OZNAČENÍ VOZIDLA	18
4.2.1	TOVÁRNÍ OZNAČENÍ VOZIDEL	18
4.2.2	OZNAČENÍ NA REGISTRAČNÍ ZNAČCE	19
4.2.3	DODATEČNÉ OZNAČENÍ VOZIDLA.....	20
4.3	KONEKTORY NABÍJENÍ.....	21
4.4	NEPŘÍMÉ OZNAČENÍ VOZIDEL	22
4.4.1	„HV“ KABELÁŽ, KONEKTORY A ŠTÍTKY	22
4.4.2	INTERIÉR VOZIDLA	23
5	ZÁSAH NA VOZIDLO	23
5.1	TAKTICKÉ ŘÍZENÍ	24
5.2	TECHNICKÉ PROSTŘEDKY A JEJICH VYUŽITELNOST	24
5.3	ÚKOLY A POSTUP ČINNOSTI	27
5.3.1	PŘÍJEZD NA MÍSTO DOPRAVNÍ NEHODY A USTAVENÍ TECHNIKY.....	27
5.3.2	ZAJIŠTĚNÍ EV/HEV PROTI POHYBU	27
5.3.3	DEAKTIVACE VYSOKONAPĚŤOVÉ (HV) ČÁSTI.....	28
5.3.4	PRŮZKUM U TRAKČNÍ BATERIE	29
5.3.5	POSTUP STANOVENÍ TEPLoty	29
5.3.6	HODNOTA KRITICKÉ TEPLoty	30
5.4	TECHNICKÝ ZÁSAH.....	30
5.4.1	CHLAZENÍ VODNÍM PROUDEM	31
5.5	POŽÁR VOZIDLA A POŽÁR PŘI PŘEPRAVĚ BATERÍ	32
5.5.1	POŽÁR VOZIDLA NA VOLNÉM PROSTRANSTVÍ.....	33
5.5.2	POŽÁR VOZIDLA V OMEZENÉM NEBO UZAVŘENÉM PROSTORU	35
5.5.3	POŽÁR VOZIDLA PŘIPOJENÉHO NA NABÍJECÍ STANICI	36
5.5.4	POŽÁRY PŘI PŘEPRAVĚ BATERÍ	36
5.6	ZÁSAH NA EV/HEV POTOPENÉ POD VODOU.....	38
5.6.1	PŘED VYTAŽENÍM VOZIDLA	39
5.6.2	PO VYTAŽENÍ VOZIDLA Z VODY.....	40
5.7	CHLAZENÍ BATERIE – PONOŘENÍ DO VODNÍ LÁZNĚ	40
5.7.1	KONTEJNER PRO HAŠENÍ ELEKTROMOBILŮ	41
5.7.2	LIKVIDACE KONTAMINOVANÉ VODY.....	41

5.8	PŘEDÁNÍ MÍSTA ZÁSAHU	42
5.9	DALŠÍ DOPORUČENÍ.....	42
5.10	OČEKÁVANÉ ZVLÁŠTNOSTI / MOŽNÉ KOMPLIKACE	43
6	VYPROŠTĚNÍ OSOB.....	44
7	MANIPULACE S VOZIDLEM.....	44
7.1	MANIPULAČNÍ VOZÍKY	45
7.1.1	POUŽITÍ.....	46
7.1.2	TECHNIKA POUŽITÍ.....	46
7.1.3	POSTUP UMÍSTĚNÍ VOZIDLA NA MANIPULAČNÍ VOZÍKY	47
7.1.4	MANIPULACE S VOZIDLEM	47
7.1.5	ZÁSADY BEZPEČNÉ MANIPULACE.....	48
7.1.6	ZAKÁZANÁ MANIPULACE	49
7.1.7	DALŠÍ DOPORUČENÍ	49
7.2	VYUŽITÍ VYPROŠŤOVACÍHO VOZIDLA VYA-L1Z	49
7.2.1	PRINCIP MOŽNOSTÍ VYPROŠTĚNÍ EV/HEV POMOCÍ VYA-L1Z	50
7.2.2	VÝHODY	51
7.2.3	OČEKÁVANÉ ZVLÁŠTNOSTI.....	51
7.2.4	ZÁSADY BEZPEČNÉ MANIPULACE.....	51
8	PRVNÍ POMOC	52
8.1	ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM	52
8.2	POPÁLENINY.....	52
8.3	POLEPTÁNÍ	53
8.4	INTOXIKACE TOXICKÝMI PLYNY A PARAMI.....	53
9	SPECIFICKÁ RIZIKA PRO ZASAHUJÍCÍ HASIČE	54
9.1	BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ RIZIK	54
10	STATISTICKÉ SLEDOVÁNÍ UDÁLOSTÍ	55
11	ZÁVĚR.....	56
12	SEZNAM ZKRATEK.....	57
13	LITERATURA	59

1 Úvod

Konspekt odborné přípravy 2-09, který se zabývá elektromobilitou, navazuje na zpracovaný metodický list č. 7D bojového řádu JPO „Silniční vozidla s elektrickým pohonem“. Podrobně vysvětluje a popisuje postupy použitelné při zásahu na dopravní prostředek s bateriovým pohonem.

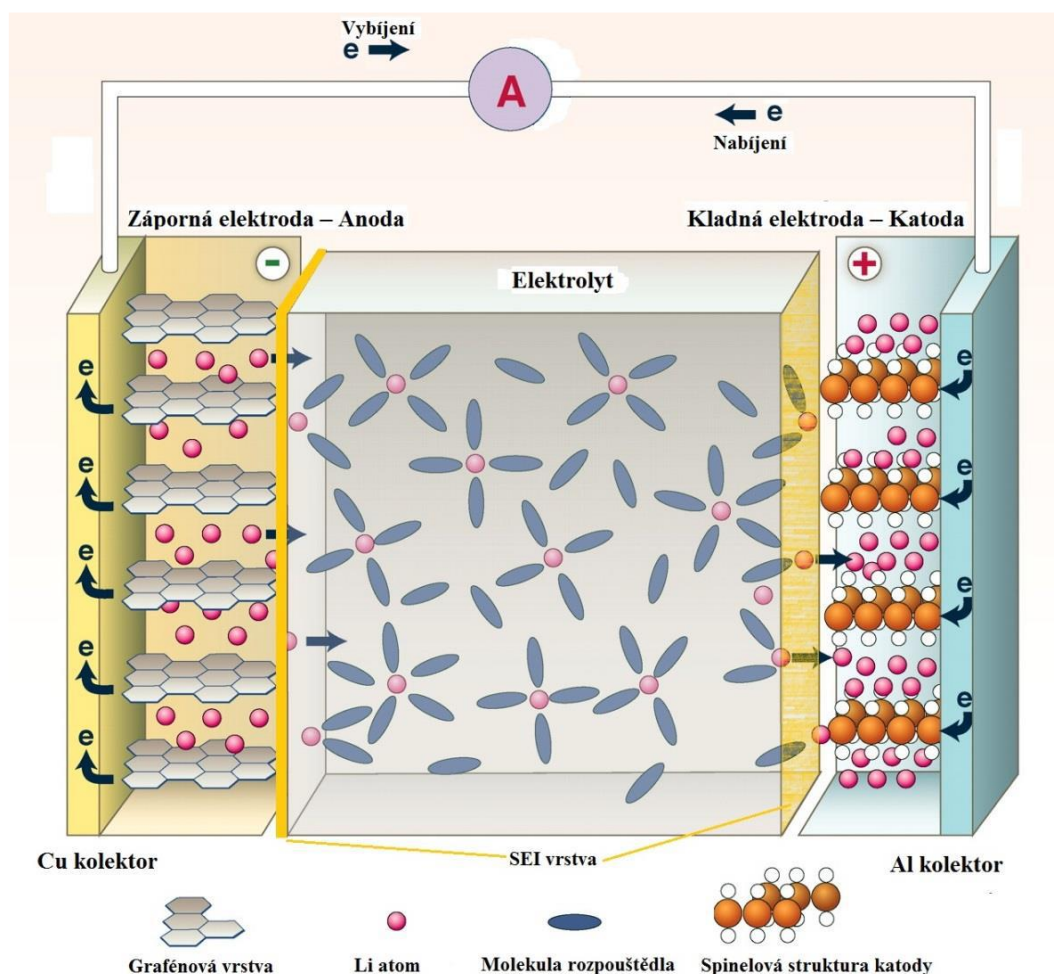
Konspekt je výstupem činnosti pracovní skupiny „Elektromobilita – represivní část“. Pracovní skupina je tvořena zástupci MV-GŘ HZS ČR, Technického ústavu požární ochrany a příslušníků Hasičského záchranného sboru České republiky.

2 Lithiové baterie

2.1 Princip baterií

Baterie je galvanický elektrochemický článek. Znamená to, že v důsledku reakce, která v baterii probíhá, dochází k tvorbě elektrického napětí.

Při pohonu vozidla dochází k **vybití baterie** (tj. ke spotřebě energie uložené v baterii). Z jedné elektrody (**anoda**) se při vybití uvolňují elektrony a lithiové kationty, které putují směrem k druhé elektrodě (**katoda**). Mluvíme o galvanickém režimu. Zde je anoda záporná, katoda kladná, viz Obrázek 1.



Obrázek 1 – Schéma Li baterie [1]

Při **dobíjení/nabíjení** dochází k připojení článku na **vnější zdroj napětí**. Dojde k elektrolyze. Mluvíme o elektrolytickém režimu a ke změně funkce elektrod¹, a tím pádem ke změně pohybu jak Li^+ iontů, tak i elektronů.

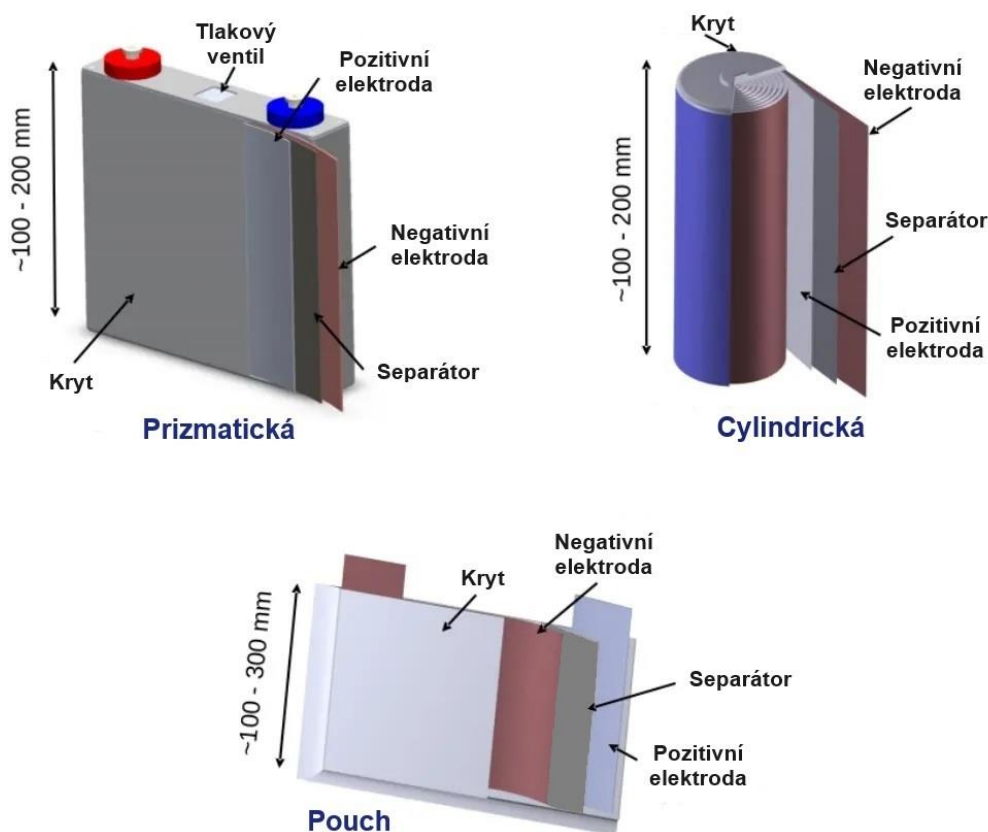
Baterie, kterou lze dobít, se správně označuje jako **akumulátor** (tj. jako sekundární článek²). **Pro účely tohoto konspektu je ale pro lithiové akumulátory použito rozšířenějšího termínu „baterie“.**

Při brždění může docházet k dobíjení baterie, protože dojde k ukládání nahromaděné energie. Tento proces se nazývá **rekuperace**.

2.2 Konstrukce baterií

2.2.1 Konstrukce baterií dle tvaru

Baterie se skládá z článků. Podle konstrukce rozdělujeme baterie na 3 typy: **prizmatické, cylindrické (válcové) a pouch**, viz Obrázek 2.



Obrázek 2 – Konstrukce Li článků [2]

Všechny 3 typy mají své výhody a nevýhody. Mezi výhody prizmatických článků patří díky tvaru jejich kapacita a jednodušší výroba, nevýhodou je naopak jejich vyšší cena než u cylindrických článků. Mezi výhody cylindrických článků patří cena, vysoká energetická hustota a odolná konstrukce, nevýhodou je nižší kapacita. Pouch články

¹ Na základě konvence je anodický děj označením pro oxidační děj a katodický děj označením pro redukční děj. Proto se v souladu s touto konvencí označuje při nabíjecím procesu katoda anodou (na elektrodě probíhá oxidace v důsledku přesunu elektronů na „druhou“ elektrodu) a anoda katodou (při nabíjení zde probíhá redukce v důsledku přijetí elektronů).

² Primární článek nelze po vybití již znovu použít.

jsou lehké a flexibilní, ale ve srovnání s prizmatickými a cylindrickými články mají nižší hustotu energie. Typickými příklady elektrovozidel s prizmatickými články jsou vozidla koncernu Volkswagen (včetně vozidel Škoda Auto). Mezi zástupce cylindrických baterií patřila v roce 2025 vozidla Tesla nebo Bobcat, pouch baterie pak bylo možné nalézt ve vozidlech Mercedes-Benz, Hyundai či KIA. [2,3]

Články se zpravidla skládají do modulů, které se dále spojují do celků („packů“). Články jsou hermeticky uzavřené (tj. jsou vzduchotěsné), aby do nich nevnikal kyslík, či vlhkost a nedocházelo k úniku elektrolytu. Modul a celý „pack“ je vodotěsný, aby zajišťoval ochranu proti běžným podmínkám (např. déšť, kaluže nebo mytí auta). Z hlediska zásahu to znamená, že při hašení vodou dochází „pouze“ ke snižování teploty na povrchu packu a následnému snižování teploty uvnitř packu. Často ale nedojde k dostatečnému snížení teploty článku/modulu vykazujícímu nestandardní chování, viz kapitolu 2.3. To následně vede k opětovnému nastartování nárůstu teploty a požáru.

Mírný rozdíl je i v samotném průběhu požáru a zásahu. Cylindrické články mají větší mezery mezi sebou, takže přenos tepla a šíření požáru je ve srovnání s prizmatickými bateriemi pomalejší. Pokud dojde k poruše krytu packu u baterie tvořené cylindrickými články, může dojít k vystřelení přehřátých článků a ohrožení zasahujících hasičů. Toto je ale daleko běžnější např. u elektrokoloběžek než u vozidel, kde je baterie mnohem lépe kryta.

2.2.2 Konstrukce baterií dle použitých materiálů

Bezpečnost, energetická hustota a další parametry závisí především na použitých materiálech elektrod a elektrolytu. V této oblasti probíhá dynamický vývoj a na trhu se lze setkat s desítkami baterií lišících se použitým materiálem.

Nejběžnější typy lithiových článků³ (názvy dle přítomnosti konkrétních prvků)[5]⁴:

1. **NMC** (příp. NCM) – katoda tvořena **N**iklem-**M**anganem-kobaltem (**Co**).
2. **NCA** – katoda tvořena **N**iklem- kobaltem (**Co**)-hliníkem (**Al**).
3. **LMO** – katoda tvořena **L**ithium-**M**angan **O**xidem.
4. **LFP** (příp. LiFe) - katoda tvořena **L**ithium-**ž**elezo (**Fe**)-fosfátem (**Phosphate**).
5. **LTO** – anoda je tvořena **L**ithium-**T**itan **O**xidem.

Složení elektrod ovlivňuje složení kontaminované vody, zároveň je i vysvětlením, proč analýzy odebraných vod mají jiné složení (přítomnost jiných kovů v odpadních vodách). Ve všech případech se ale bude jednat o vodu kontaminovanou, kterou je nutné nechat likvidovat odbornou firmou, viz kapitola 5.7.2.

³ V rámci elektromobility se můžeme setkat i s nikl-metal hydridovými bateriemi (NiMH). Nejedná se ale o Li-ion články, protože neobsahují lithium a mají odlišné vlastnosti od lithiových baterií. Protože mají ve srovnání s lithiovými bateriemi výrazně nižší energetickou hustotu, jsou využívány v hybridních vozidlech (např. Toyota Prius). Pro elektromobil by bateriový pack byl příliš těžký a velký.

⁴ NMC, NCA, LMO a LFP mají anodu z uhlíku, LTO mají katodu lithium-mangan oxid (LiMn_2O_4)

Složení baterií má přímý vztah nejen k parametrům vozidla, ale i k jejich bezpečnosti. Energetická hustota je parametr zodpovědný za výkon automobilu, délku dojezdu apod. Pokud mají baterie nižší hustotu, snaží se to výrobci dohnat uspořádáním modulů (počtem článků, tvarem článků a jejich uspořádáním). Životnost baterie je určena počtem nabíjecích cyklů. Z pohledu bezpečnosti je důležitá teplotní stabilita baterií a také jejich energetická hustota. Porovnání základních typů baterií je uvedeno v Tab. 1⁵.

Tab. 1 Porovnání typu baterií [6,7]

	Typ baterie				
	NMC	NCA	LMO	LFP	LTO
Energetická hustota [Wh/kg]	150 – 220	200 – 280	100 – 150	90 – 150	50 -100
Počet cyklů dobítí (max.)	1000 - 2000	1000 - 2000	500 - 1000	2000 - 4000	5000 - 10000
Teplotní stabilita	průměrná	velmi dobrá	velmi dobrá	velmi dobrá	vynikající
	 vynikající	 velmi dobrá	 průměrná	 podprůměrná	

Celkové riziko požáru je u jednotlivých typů baterií srovnatelné⁶ a závisí na řadě parametrů – na jejich ochraně proti zkratu, na konstrukci baterie/packu, či stavu nabití baterie. Nicméně i zde dochází vývojem ke zvyšování bezpečnosti baterií, a tím i bezpečnosti vozidel. Dříve nejčastější NMC baterie jsou postupem času nahrazovány LFP bateriemi, které jsou bezpečnější (mají vyšší stabilitu a nižší energetickou hustotu).

Každý typ baterie má své výhody a nevýhody. NMC baterie patří mezi jedny z levnějších baterií, a proto jsou v automobilovém průmyslu velmi používány. LFP baterie mají vysokou životnost, rychle se dobíjí. Jejich použití v automobilovém průmyslu vzrůstá [7]. Právě NMC a LFP jsou nejběžnějšími typy a jejich kombinovaný podíl na trhu s bateriemi činí cca 95 % všech baterií v EV/HEV. NCA články mají slušnou životnost, umožňují rychlé dobíjení, ale omezená dostupnost kobaltu a niklu zvyšuje jejich cenu. LMO a LTO články jsou naopak na ústupu. LMO patří mezi levnější typy, protože mangan je poměrně dostupný prvek. LMO baterie se rychle dobíjí, ale díky nízké energetické kapacitě a životnosti mají omezené použití. LTO patří mezi nejbezpečnější na trhu a mají vynikající životnost. Kvůli své nízké energetické hustotě jsou využívány více u hybridních vozidel. [8]

Elektrolytem bývají lithné soli (např. LiPF_6 , LiBF_4 nebo LiClO_4) rozpuštěné v organickém rozpouštědle (např. ethylenkarbonát, dimethylkarbonát nebo diethylkarbonát). [4] Složení elektrolytu ovlivňuje složení toxických plynů uvolňovaných při požáru – např. fluorovodík, nebo chlorovodík.

V současnosti dochází k rychlému vývoji nových typů baterií⁷. To vede ke zvyšování jak jejich užitných vlastností, tak i k postupnému **snížování rizika vzniku**

⁵ Číselné hodnoty v tabulce jsou orientační a někdy se od sebe velmi liší v závislosti na použitém zdroji citace, např. počet cyklů dobítí pro LFP baterie se uvádí 2000 – 4000 [6], ale i 7000 – 12000 [7]. Pro relevantní porovnání byla použita data pro baterie NMC, NCA, LFP a LTO z novějšího zdroje [6] a doplněna o data pro LMO ze zdroje [7].

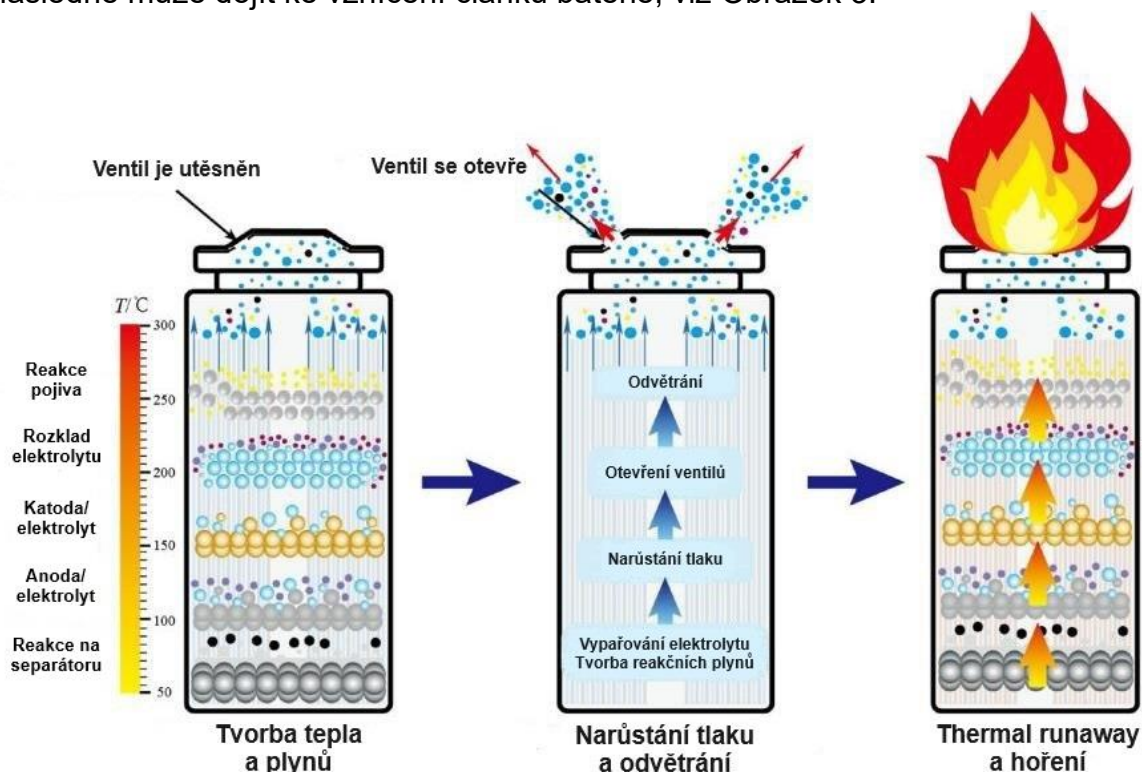
⁶ Bezpečnost Li-ion baterií používaných v elektromobilech nelze srovnávat s bezpečností Li-ion baterií používaných v osobní elektronice. Zde se často využívá LCO baterií (katoda z lithium-kobalt oxidu). Ty mají vysokou energetickou hustotu, ale jsou velmi nestabilní a náchylné k přehřátí, proto nikdy nedošlo k jejich masovému rozšíření v automobilovém průmyslu.

⁷ Příkladem je vývoj nového typu katody na bázi lithia a silikonu, modernizace LFP elektrod na LMFP elektrody obsahující Mn. [5,8]

a průběhu požáru. Zároveň i vzhledem ke klesající ceně baterií dochází k pozvolnému poklesu ceny elektromobilů, což vede k dalšímu rozvoji elektromobility.

2.3 Poškození baterií

Při poškození baterie může dojít ke spuštění nežádoucí reakce (tzv. thermal runaway reakce) uvnitř článku baterie. Reakce vede k nekontrolovanému nárůstu teploty. Pokud nedojde ke včasnému ochlazení baterie, dochází k uvolňování kouře a následně může dojít ke vznícení článku baterie, viz Obrázek 3.



Obrázek 3 – Thermal runaway reakce [5]

Poškození článku baterie může vést k šíření požáru jak na další články baterie, viz Obrázek 4, tak i na všechny další materiály, které mají teplotu vzplanutí nižší, než je teplota požáru.



Obrázek 4 – Šíření požáru [5]

Nejběžnější příčiny poškození:

1. **Mechanické namáhání.** Typickým příkladem může být dopravní nehoda. V důsledku nárazu může dojít k poškození separátoru a k následnému zkratování baterie spojenému s uvolňováním velkého množství energie.
2. **Elektrické namáhání.** K tomu může dojít např. použitím nevhodného typu nabíječky, či v důsledku vnitřního zkratu baterie.
3. **Tepelné namáhání.** Typickým příkladem tepelného namáhání je působení požáru. Zahřátí baterie může následně vést ke spuštění reakce uvnitř baterie.

Existují i další možné příčiny poškození – např. výrobní vada, úmyslné poškození apod., ale ty by již neměly být tak časté, jako výše uvedené příčiny poškození. [9]

2.4 Nebezpečnost baterií

Při poškození baterií dochází k tvorbě výbušných a toxických plynů, výtryskům plamenů (tzv. jet flame) a k průtoku proudu. Hlavním problémem při hašení je tvorba kyslíku uvolňovaného rozkladem sloučenin katody. Kvůli tomu má baterie tendenci k opakovanému rozhořívání (i po prvotním uhašení), což vede k delšímu zásahu a vyšší spotřebě vody jako běžného hasicího prostředku. Složení plynů je ovlivněno použitými materiály baterie, dostupností kyslíku a také stavem nabití baterie. [10]

Kromě požáru baterie může být důsledkem thermal runaway reakce v baterii

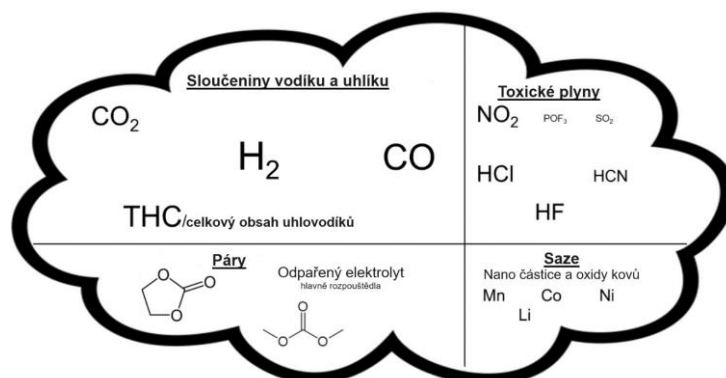
- vysoká teplota požáru,
- tvorba toxických a hořlavých plynů,
- výbuch par / bleskový požár.

2.4.1 Vysoká teplota požáru

Jakmile dojde k rozšíření požáru, teplota může dramaticky vystoupat. Měření z reálných testů požárů EV ukázala, že teplota v okolí bateriového packu se může vyšplhat nad 1 000 °C a v některých případech, kdy hoří kovové lithium, se uvádí dokonce teplota kolem 2 000 °C. Některé studie USA ale uvádí průměrnou teplotu až 2700 °C, která se v lokálních maximech může blížit až 3000 °C.

2.4.2 Tvorba toxických a hořlavých plynů

Když dojde k thermal runaway reakci v článku baterie, dochází v důsledku nárůstu tlaku k poškození krytu článku baterie a k následnému vývinu plynů z baterie. To se projevuje praskáním článku a syčením unikajících plynů. Některé z těchto plynů jsou znázorněny na Obrázek 5, přičemž velikost písma zhruba odpovídá objemu uvolněného plynu. THC značí celkový obsah uhlovodíků (z angl. Total Hydrocarbon Content). [5]



Obrázek 5 – Produkty rozkladu baterií [5]

Toxické plyny uvolňované při požáru baterií jsou obdobné jako při hoření plastů. Kromě velkého množství oxidu uhelnatého (CO) se tvoří vysoce toxické plyny, včetně sloučenin fosforu a fluoru, kyanidy a chloridy. Dále jsou produkovány dráždivé a žíravé plyny, jako jsou chlorovodík (HCl), oxid siřičitý (SO_2) a fluorovodík (HF). Přítomnost plynu/plynů závisí na složení, např. HF je vytvářen na základě vypařování elektrolytu, v tomto případě se jedná konkrétně o vypařování lithné soli (LiPF_6) rozpuštěné v organickém rozpouštědle. [10]

2.4.3 Výbuch par / bleskový požár

V některých případech mohou nastat situace, kdy během tepelného úniku nedojde k okamžitému zapálení unikajících plynů (přičemž objem uvolněných plynů jsou stovky až tisíce l/kWh). Nahromaděné plyny pak mohou vést k intenzivní explozi oblaku par. **Riziko výbuchu je obzvlášť vysoké zejména v situacích, kdy nelze včas snížit koncentraci plynu nebo při výpadku nouzového větrání.** K nahromadění plynů může dojít jak uvnitř vozidla, tak i v uzavřených prostorech. [5]

2.4.4 Úraz elektrickým proudem

Další riziko pro osoby nacházející se v blízkosti poškozené baterie spočívá v úrazu elektrickým proudem. Elektromobily jsou poháněny baterií se stejnosměrným proudem o napětí mezi 400 – 800 V. [10]

Při hašení vozidla odpojeného od nabíječky nebezpečí úrazu elektrickým proudem nehrozí. Vysoké napětí je v tomto případě od země izolované a jediné nebezpečí u EV/HEV hrozí při současném kontaktu hasiče s kladným a záporným pólem této uzavřené soustavy stejnosměrného napětí. **Při hašení k tomuto kontaktu nemůže dojít, nicméně je potřeba dbát zvýšené opatrnosti v blízkosti přívodních vedení k nabíjecím místům, která mohou být/zůstat pod napětím, přestože EV/HEV je od nabíječky odpojeno a např. nabíjecí stojan vypnut.**

Jinak je tomu v případě, že je silniční vozidlo připojeno k vnějšímu zdroji elektrické energie (prostřednictvím nabíjecího kabelu), protože vnější zdroj elektrické energie nemusí být galvanicky oddělen od země. V tomto případě je potřeba počítat s vyšším rizikem úrazu elektrickým proudem stejně jako při hašení jakéhokoliv elektrického spotřebiče připojeného k rozvodům sítě elektrického napětí. [9]

Jediné nebezpečí hrozí při úkonech (nikoliv při hašení popsaném výše) v blízkosti vysokonapěťové soustavy a servisního odpojovače, kde jsou kladný a záporný pól teoreticky (v případě nehody a deformací a následného poškození oranžové izolace HV vedení) přístupné a blízko sebe tak, že by hasič mohl fyzicky vejít do kontaktu s kladným i záporným pólem. Pod napětím zůstávají i části vysokonapěťové soustavy vozidla, které se po odpojení trakční baterie postupně vybíjejí, některým komponentům trvá vybití i deset minut. Proto je potřeba se k těmto „HV“ komponentům a rozvodům chovat tak, jako by byly stále pod napětím, zbytečně s nimi nemanipulovat a nedotýkat se jich.

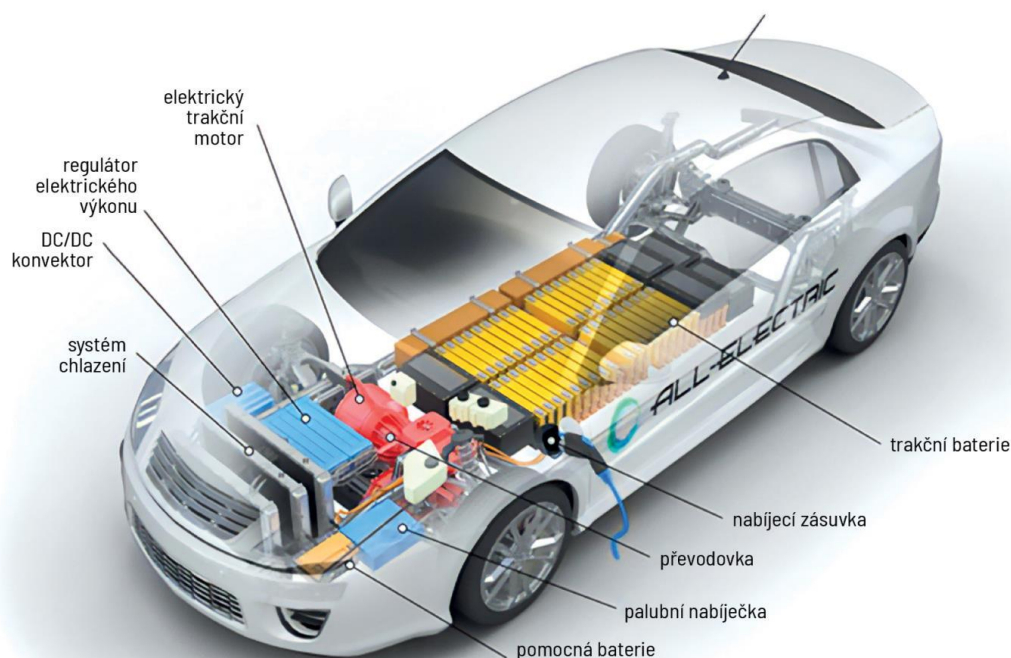
2.4.5 Kontaminace hasebních vod

Dalším aspektem, který je potřeba vzít v úvahu, je vznik kontaminovaných hasebních vod. Ty se vyznačují jak přítomností sazí, tak i vysokou koncentrací lithia a dalších kovů v závislosti na použitých materiálech elektrod – např. železa (Fe) u LFP baterií. Samozřejmě platí, že při vyšší destrukci baterie dochází k uvolnění většího množství látek a tím k vyšší kontaminaci hasebních vod. **Pokud dojde k destrukci baterie, je pH silně zásadité** (cca 11 – 12,5).⁸ To vede k následným komplikacím, jako např. potřísnění zasahujících, kontaminace a poškození okolí či nutnost likvidace hasební vody v kontejneru odbornou firmou (pokud je kontejner při zásahu použit).

3 Silniční vozidla s elektrickým pohonem

Za elektrovozidla (EV) se považují vozidla využívající k pohonu elektřinu, kterou čerpají z trakční baterie. Za hybridní vozidla (HEV) označujeme vozidla čerpající energii z trakční baterie v kombinaci se spalovacím motorem. [12]

Schéma EV využívající k pohonu čerpání energie z trakční baterie je na Obrázek 6.



Obrázek 6 – Schéma elektrovozidla [13]

⁸ Vysoká hodnota pH je způsobena reakcí mezi lithiem a vodou, která vede k tvorbě hydroxidu lithného (LiOH) a vývinu vodíku.

Oproti běžným vozidlům obsahují elektrovozidla součásti, které se v autech s konvenčním pohonem (benzín, nafta) nevyskytují. Hlavními částmi EV jsou

- **trakční baterie:** ukládá elektřinu k pohonu elektrického trakčního motoru,
- **nabíjecí zásuvka:** umožňuje připojení elektrického kabelu z externí nabíječky k nabíjení sady trakčních baterií,
- **palubní nabíječka:** používá se k přeměně AC napětí z nabíjecí zásuvky na DC napájení trakční baterie. Komunikuje též s nabíjecím zařízením a během nabíjení baterie sleduje její charakteristiky – napětí, proud, teplotu a stav nabití a reguluje nabíjecí proud,
- **elektrický trakční motor:** využívá elektrickou energii z trakční baterie k mechanickému pohonu kol přes převodovku. Některé motory mají motorgenerátory umožňující při brzdění převádět kinetickou energii na elektrickou k dobíjení trakční elektrické baterie (tzv. rekuperací),
- **regulátor elektrického výkonu:** reguluje elektrickou energii z trakční baterie do elektromotoru, řídí rychlost a točivý moment elektrického trakčního motoru. Je ovládán nožním pedálem řidiče (ovládání rychlosti vozu a kolísání napětí na vstupu do elektrického motoru),
- **převodovka (elektrická):** převádí mechanickou energii z elektrického motoru na pohon kol (používá se i mechanická jednostupňová převodovka, označuje se někdy jako reduktor),
- **DC/DC konvertor (měnič):** převádí stejnosměrné napětí ze sady trakčních baterií na stejnosměrné nižší napětí, které slouží k provozu příslušenství vozidla (např. ovládání světlometů, klimatizace) a dobíjení pomocné baterie (např. 400 V/12 V),
- **pomocná baterie:** je zdrojem pro příslušenství v elektrickém vozidle. Při výpadku sady trakčních baterií napájí elektromotor a při startování motoru vyrovnává pokles napětí. V drtivé většině případů se jedná o 12 V olověné akumulátory,
- **systém chlazení:** reguluje provozní teploty hlavních součástí (trakční baterie, elektrického motoru, regulátoru elektrického výkonu atd.).

Protože má elektrický pohon, neobsahuje součásti, které jsou typické pro vozidla na kapalná paliva: palivové čerpadlo, palivové potrubí, palivovou nádrž, nevypouští výfukové plyny z výfuku. [13]

Hybridní vozidla (HEV) jsou poháněna jedním nebo více elektromotory napojenými na sadu trakčních baterií a spalovacím motorem na benzín nebo naftu. V závislosti na tom, zda jsou hybridní vozidla dobíjena z vnějšího zdroje, dělíme hybridní vozidla na

- **mild-hybridy** (vozidla využívající baterii nikoliv k pohonu, ale k asistenci spalovacímu motoru, což snižuje spotřebu paliva a emise),
- **hybridní elektrická vozidla** (oproti mild-hybridům se jedná o pokročilejší systém se silnějším elektromotorem a baterií umožňující jízdu vozidla na krátké vzdálenosti čistě na elektrický pohon; vozidla ale nejsou nabíjena z externího elektrického zdroje, energii ukládají brzděním) a
- **plug-in hybridní elektrická vozidla** (nabíjitelná z vnějšího zdroje).

Co se týká schéma HEV, oproti EV na obrázku 6, obsahuje navíc spalovací zážehový motor, palivovou nádrž, příp. nádrže, plnicí uzávěr palivové nádrže a výfuk. Většina mild-hybridů a některá luxusní vozidla využívají navíc 48 V pomocné baterie (tj. mají i 12 V olovený akumulátor). Tyto 48 V baterie jsou výrazně dražší, ale jsou kompenzovány úsporou paliva a nižšími emisemi. Hybridy bez přístupu k vnějšímu zdroji energie mají navíc elektrický generátor (generuje elektřinu při brždění kol), naopak plug-in hybridy tento elektrický generátor nemají, ale mají navíc nabíjecí zásuvku (pozn. PHEV může také rekuperovat). [13]

Hašení mild-hybridů se 48 V lithium-iontovým akumulátorem je kvůli menší lithiové baterii výrazně jednodušší než hašení trakčních baterií, ale může být o něco náročnější než hašení automobilů se spalovacími motory. Pro hašení 48 V baterií může postačovat jen voda. Rovněž je zde i kvůli výrazně nižšímu napětí podstatně menší riziko úrazu elektrickým proudem.

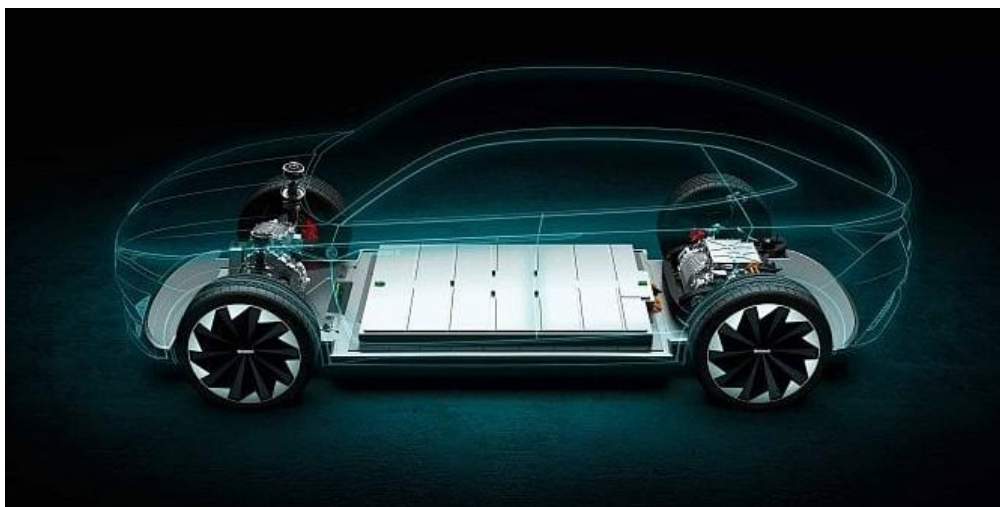
3.1 Umístění baterií

V průběhu zásahu je u vozidel s elektrickým pohonem nezbytné vždy zjistit polohu trakčních baterií a zkontrolovat jejich stav. Zásah by měl být veden takovým způsobem a měly by být voleny takové metody, aby se minimalizovala možnost poškození baterií a vyloučilo se jejich mechanické namáhání.

Je možné, že bude nutné baterie v průběhu zásahu ochlazovat, s touto variantou je potřeba vždy počítat s ohledem na umístění vozidla i jeho zajištění, tak aby byl kolem vozidla dostatečný manipulační prostor a byl přístup alespoň k jedné straně krytu trakční baterie.

Pokud nemáme k dispozici informace ke konkrétnímu vozidlu, je možné se v případě osobních vozidel řídit jednoduchými pravidly nejčastějšího umístění trakčních baterií.

- Elektromobily
 - pod podlahou
 - v centrálním tunelu vozidla

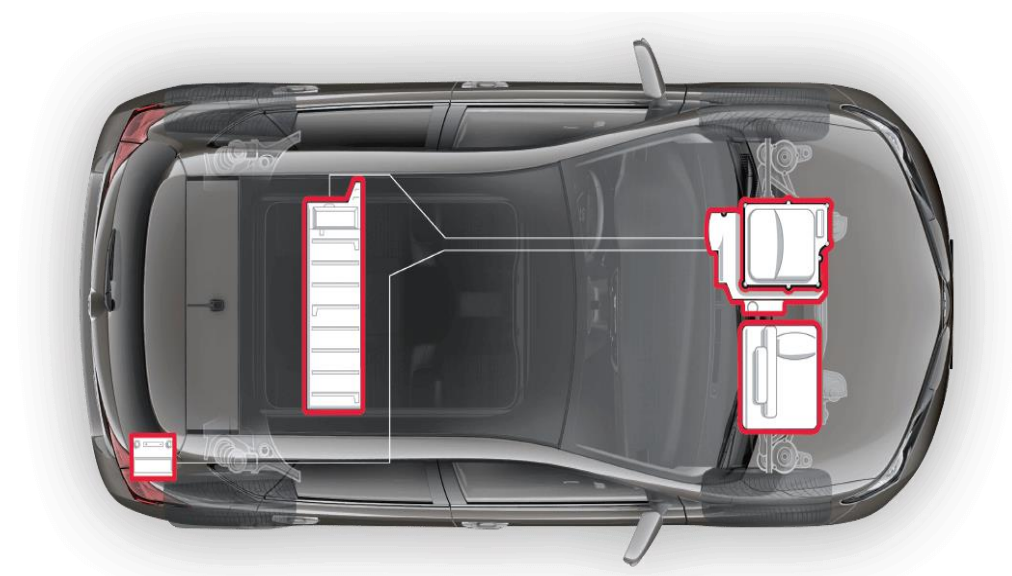


Obrázek 7 – Umístění baterie u elektromobilu [14]

➤ Hybridní vozidla

- pod zadními sedačkami
- za zadními sedačkami
- v zavazadlovém prostoru, případně pod jeho podlahou
- ve spodní části vozidla u zadní nápravy

Mild-hybridy mají baterii malou a mívají ji umístěnou v přední části (pod sedadlem řidiče, či spolujezdce, případně u starších modelů v motorovém prostoru).



Obrázek 8 – Umístění baterie u hybridu [15]

- U autobusů je častým místem uložení trakčních baterií střecha a zadní část (místo, kde je běžně umístěn spalovací motor).
- U nákladních silničních vozidel je to podvozková část a prostor za kabinou.
- U drážních vozidel je to střecha hnacího vozidla.

3.2 Rizikovost elektrovozidel

Pro objektivní zhodnocení bezpečnosti elektrovozidel je kromě vlastní nebezpečnosti baterie **nutné vzít v úvahu i pravděpodobnost vzniku požáru**.

Ze studie z r. 2024 [16] založené na porovnání dat z Národního úřadu pro bezpečnost dopravy Spojených států amerických (NTSB) a Mezinárodní agentury pro energii (IEA) potvrzuje nižší počet požárů v případě elektrovozidel, ve srovnání s konvenčními vozidly (benzín). Srovnávacím měřítkem této studie byl počet požárů na 100 000 prodaných vozidel. Podle údajů NTSB představují elektrovozidla nejmenší riziko požárů, řádově nižší, než je tomu u vozidel využívajících plyného pohonu či u hybridů. [16]

U elektrovozidel (ale i hybridů) si je potřeba uvědomit, že požár může vzniknout nejen při dopravní nehodě, ale i při potopení vozidla do vody či při dobíjení vozidla. Právě požáry spojené s dobíjením vozidel patří z hlediska dynamiky požáru k nejhorším ať již z důvodu vysokého stavu nabití baterie nebo z důvodu vytvoření výbušné koncentrace v uzavřeném prostoru (např. garáži).

Studie společnosti EV FireSafe obsahuje analýzu 511 reportovaných událostí za období od r. 2010 do 30. 6. 2024. Čtyřmi hlavními známými příčinami požárů jsou dopravní nehoda (119 případů), výrobní chyba baterie (45 případů), potopení vozidla (28) a zapálení vozidla externím požárem (22). Většina analyzovaných případů (51 %) nemá stanovenou příčinu, protože většinou nebyla zjišťována. K požárům došlo častěji ve venkovním prostředí (328 případů – při stání 173, při jízdě 155) než ve vnitřním (uzavřeném) prostředí (117 případů). V 489 případech došlo k požáru vozidla, ve 22 případech k výbuchu par, které byly ve 14 případech ve vnitřním prostředí. [17]

Při zhodnocení výše uvedených studií lze konstatovat, že riziko požáru elektrovozidel je menší než u běžných vozidel. Nicméně pokud k požáru dojde, je uhašení elektrovozidla obtížnější než v případě běžného vozidla. **Velké riziko pro zasahující hasiče představuje tvorba toxických a hořlavých plynů, a především možnost výbuchu par.**

Při požáru elektromobilu, například na parkovišti, kde se v blízkosti mohou nacházet vozidla jak se spalovacími motory (benzinovými, naftovými nebo LPG), tak i bateriovými pohony, je nutné počítat s rychlejším vznikem a rozvojem požáru vozidel stojících v blízkosti hořícího elektromobilu. Sekundárně to následně vede k synergickému efektu (průběh požáru elektromobilu ovlivňuje průběh požáru vozidel stojících v blízkosti a naopak).

U autobusů a nákladních vozidel bude zásah veden stejným způsobem se zohledněním rizika velikosti, počtu a umístění baterií, tepelného výkonu v případě požáru, váhy a velikosti vozidla.

Vysoké teploty, viz 2.4.1, jsou rizikem i pro stavební konstrukce, zvláště v uzavřených prostorách. Při teplotách kolem 2000 °C dochází k rychlému odprýskávání betonu v důsledku rychlého odpařování vázané vody. To vede k odhalení ocelové konstrukce, která má bod tání kolem 1400 °C až 1500 °C. V důsledku přímého působení ohně o teplotě kolem 2000 °C může dojít k rychlému selhání železobetonových konstrukcí. Pochopitelně i u dalších slitin (např. obklady, potrubí) s bodem tání nižším, než je teplota plamenů, dojde k jejich tavení. Dalším rizikem pro stavební konstrukce způsobeným požárem EV/HEV je produkce fluorovodíku a dalších korozivních plynů, které ohrožují vybavení a integritu betonu. Při vyšších teplotách (2700 °C) by byl celý proces jevů působících na konstrukce významně urychlen. Negativním faktorem je navíc i doba požáru, která je delší než u požárů vozidel s konvenčním pohonem.

4 Identifikace elektrovozidel a hybridních vozidel

Při řešení jakékoliv mimořádné události hraje identifikace EV/HEV zásadní roli. K identifikaci lze využít celou řadu vodítek, zejména

- v operačním řízení, podrobnosti viz kapitola 4.1,
 - oznámení události na úrovni KOPIS,
 - datová zpráva zaslaná prostřednictvím eCall,
 - identifikace KOPIS lustrací registrační značky,
- označení vozidla, podrobnosti viz kapitola 4.2,

- tovární označení vozidel,
- označení na registrační značce,
- dodatečné označení vozidla,
- přítomnost konektorů nabíjení, podrobnosti viz kapitola 4.3,
- nepřímé označení, podrobnosti viz kapitola 4.4,
 - podle označení v motorovém prostoru – štítky, cedulky, oranžové kabely a konektory,
 - podle označení v interiéru – nápisy, ukazatele palubní desky, režim řazení „B“ (přítomnost B na řadicí páce – u EV a HEV zajišťuje jízdu vpřed s rekuperací) apod.,
- u EV absence zařízení odvádějícího zplodiny ze spalovacího motoru (výfuk),
- využitím aplikací pro identifikaci silničního vozidla (např. „Euro RESCUE“),
- vytěžením informací od řidiče [12].

4.1 Operační řízení

Druh pohonu vozidla aktivně zjišťuje od volajícího již operátor KOPIS při odbavování tísňového hovoru. Informace může KOPIS obdržet i z jiného zdroje (např. eCall viz níže). V případě, že by se jednalo o událost s elektrovozidlem nebo hybridním vozidlem, je nezbytné takovou informaci standardizovanou formou předávat dál. K tomu lze využít „popisu typu“, v němž je možné používat jednotné zkratky EV, popřípadě HEV. Popis typu by pak mohl vypadat např. následovně: DN OA a EV („dopravní nehoda osobního automobilu a elektrického vozidla“), DN EV a NA („dopravní nehoda elektrického vozidla a nákladního automobilu“), P EV („požár elektrického vozidla“) atd.

KOPIS by mělo informace využít k rozhodování při prvotním vysílání sil a prostředků, např. v případě požáru EV počítat se zvýšenou spotřebou vody, v uzavřených prostorech počítat se zvýšenou spotřebou dýchacích přístrojů atd. Velmi důležité je vyslání techniky, která může při zdolávání takové události velmi efektivně pomoci např. kontejner určený k chlazení EV, malý vyprošťovací automobil s odtahovými brýlemi, sada transportních vozíků či CAS se zařízením pro hašení a řezání vodním paprskem.

Před příjezdem JPO na místo požáru se může dále KOPIS zaměřit na podrobnosti ke konkrétnímu vozidlu, aktivně zjišťovat další informace např. z Rescue data sheets (např. informace o poloze a typu/velikosti baterie) a následně poskytnout veliteli zásahu informační podporu.

4.1.1 Využití dat ze systému eCall

Na KOPIS (v rámci systému TCTV) může zavolat i vozidlo, které mělo nehodu. Příchozí hovor se v tomto případě nazývá eCall volání. Dispečerovi je v systému TCTV takový hovor speciálně signalizován. Volání zprostředkovává řídící jednotka systému eCall ve vozidle, která může být aktivována buď ručně, nebo automaticky. Palubní jednotka vygeneruje datovou zprávu se základními údaji o vozidle, a to včetně údajů o typu paliva:

- benzin
- nafta
- CNG
- PB
- **elektřina**
- vodík
- jiný druh pohonu

Informace o druhu paliva tedy dorazí v rámci MSD (minimální sady dat) do aplikace systému TCTV a je možné dál tyto informace využít a předat zasahující JPO, viz Obrázek 9.

Číslo události: {24201680020} HumanId: 0293310TSTC24 Zápis od: 31.10.2024 11:56:55 Od založení do uložení uplynulo: 02:18 Založil: Adam Černý

0293310TSTC24

Vodafone (mobil)
eCall IVS
0088239001665
Hovor eCall
Komunikace neurčeno Svědek TSID

MSD [1] 31.10. 11:56:38 Automat, důvěryho...

Aktivace:	Automatická
Volání:	Tísňové
Poloha:	důvěryhodná pol.
Adresa:	Chrástany, U Školy
Polohy:	14°15'39,02"E, 50°0...
Azimut:	84°
Čas aktivace:	31.10. 11:56:38
VIN	TMBJW8NX7...
Typ vozidla:	M1
Typy paliv:	Benzín, Elektřina
Počet osob:	1
RSV [TMBJW8NX7RY2055...	ŠKODA OCTAVIA
RZ	EL8...
Tovární značka	ŠKODA
VIN	TMBJW8NX7...

Přidat aktuální hovor **Přidat jiný kontakt**

Jméno	Tel. číslo	Typ
	00882 390 016 657	
	00882 390 016 657	

Zprávy NIS

Autor	Zpráva	Datum
TSTC: Adam Černý	<<eCall>>MSD[1](Čas aktivace=2024-10-31T11:56:38.000+01:00; Způsob aktivace=Automatická; Volání=Tísňové; Poloha=Důvěryhodná; X=14,26084; Y=50,04231; Azimut=84; VIN=TMBJW8NX7...; Typ vozidla=M1; Typ paliva=Benzín,Elektřina)RSV(Provozovatel=SPELEASE a.s.; Provozovatel adresa=Praha, Benediktská, ...; Vlastník=...; Vlastník adresa=Praha, Benediktská, ...; RZ=EL8...; Tovární značka=ŠKODA; VIN=TMBJW8NX7...; Obchodní označení=OCTAVIA; Datum první registrace	31.10.2024 11:59:13

Obrázek 9 – Datová zpráva vygenerovaná eCall voláním

4.1.2 Identifikace EV/HEV lustrací registrační značky provedené systémem TCTV

KOPIS v rámci systému TCTV disponuje funkcionalitou lustrace vozidla podle registrační značky. Tuto funkcionalitu může operátor využít již při prvotním vytěžování informací o události nebo zjistit informace o vozidle na základě požadavku velitele zásahu. Touto formou lze velmi rychle a s vysokou mírou jistoty zjistit druh pohonu vozidla, viz Obrázek 10.

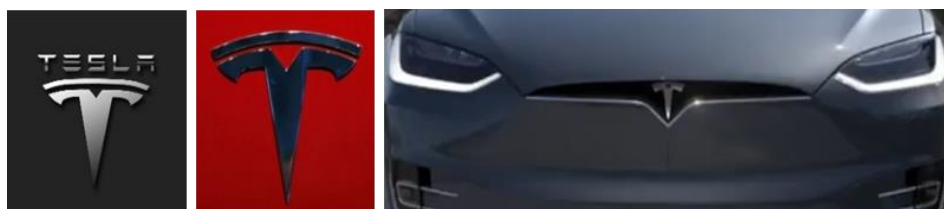
Hovor	Lustrace
RSV [8C88110]	ŠKODA KODIAQ
RZ	8C88
Tovární značka	ŠKODA
Obchodní ozna...	KODIAQ
VIN	TMBLN9NS9N801
Datum první re...	20211011
Datum první re...	20211011
Barva	červená
Palivo	Diesel
Počet dveří	5
Počet míst k sez...	5
Hmotnost nejvy...	2410
Vlastník	Hasičský záchranný sbor Jihoče...
Provozovatel	Hasičský záchranný sbor Jihoče...

Obrázek 10 – Identifikace dle registrační značky

4.2 Označení vozidla

4.2.1 Tovární označení vozidel

Tovární označení vozidel se liší dle výrobců i konkrétního modelu. Nevýhodou je velká rozmanitost různých log a nápisů a jejich nestálost při požáru. V současnosti lze se stoprocentní jistotou identifikovat elektromobily značky Tesla na základě jejich továrního označení, viz Obrázek 11.



Obrázek 11 – Příklad továrního označení vozidel Tesla

V továrních označeních ostatních výrobců je možné někdy najít určité sjednocující prvky. Patří sem například **použití modré barvy** v logu či nápisích na vozidle. U EV i HEV můžeme dále nalézt označení obsahující písmeno „e“ např.: e-tron, e-drive, u HEV je to výskyt slova „hybrid“ v označení, viz Obrázek 12.



Obrázek 12 – Tovární označení EV a HEV

4.2.2 Označení na registrační značce

Dalším spolehlivým vodítkem k identifikaci elektrického pohonu může být registrační značka vozidla. Od 1. 4. 2019 nabyla účinnosti část zákona č. 193/2018 Sb., kterým se mění zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, a začala platit ustanovení týkající se registračních značek elektrického vozidla.

Dle § 7b odst. 6 zákona lze **na základě žádosti vlastníka nebo provozovatele silničního vozidla** se souhlasem vlastníka k silničnímu vozidlu přidělit **registrační značku tvořenou** velkými písmeny „EL“ následovanými kombinací velkých písmen latinské abecedy a arabských číslic, standardně bývá zakončena dvojicí písmen latinské abecedy, viz Obrázek 13. Zároveň platí, že tato značka je tvořena **sedmi znaky**, naproti tomu registrační známka na přání je tvořena znaky 8 (např. ELI SKA11). Registrační značka na přání pochopitelně nevypovídá nic o pohonu vozidla.



Obrázek 13 – Registrační značka EV/HEV

Registrační značku pro EV/HEV lze získat za předpokladu, že silniční vozidlo používá jako palivo elektrickou energii nebo vodík

1. výlučně nebo
2. v kombinaci s jiným palivem, je-li hodnota emisí CO₂ v kombinovaném provozu nejvýše 50 g/km.

Protože systém tohoto označení EV/HEV je primárně určen pro čerpání výhod a benefitů (parkování zdarma, vjezdy do vyhrazených lokalit, úlevy na mýtném apod.) lze předpokládat, že většina provozovatelů a majitelů vozidel splňujících výše zmíněné podmínky bude označení „EL“ na registrační značce využívat. Toto označení není povinné, přesto poskytne velmi dobrou možnost identifikace především EV a některých HEV na místě zásahu. Mnoho HEV podmínku pro získání této registrační značky nesplňuje, ovšem u těch vozidel, která podmínky splňují a jsou takto označena lze s jistotou předpokládat, že obsahují baterii o vysoké kapacitě, která dokáže zásah nepříznivě ovlivnit. Zároveň je nutné zmínit, že „EL“ na registrační značce označuje výše uvedená vozidla pouze v případě, že se jedná o českou registrační značku.

Bohužel v rámci Evropy není jednotný vzhled registračních značek EV/HEV, ani podmínky jejich vydání, výhody spojené s jejich užíváním a další činnosti spojené s provozem registračních značek. Protože se na území ČR vyskytují i EV/HEV registrovaná v zahraničí, je alespoň pro sousední země ČR zpracován přehled vzhledu a podmínek vydání registračních značek EV/HEV, který je uveden v Tab. 2.

Tab. 2 Přehled vzhledu a podmínek vydání registračních značek EV/HEV sousedních zemí

	Slovensko	Rakousko	Německo	Polsko
Vzhled značky				
Popis vzhledu	Zelený podklad, černé písmo. Od 1. 1. 2023 	Bílý podklad, zelené písmo.	Bílý podklad, černé písmo, na konci písmeno E. Speciální E-plaketa na čelním skle.	Zelený podklad, černé písmo.
Podmínky vydání	Čistě elektrická vozidla (BEV) a plug-in hybridy. Od 1. 7. 2025 pouze BEV a vodíková vozidla.	Čistě elektrická vozidla (BEV) a vodíková vozidla. Nevztahuje se na plug-in hybridy.	Čistě elektrická vozidla (BEV), vodíková vozidla, a plug-in hybridy s emisemi CO ₂ do 50 g/km nebo s čistě elektrickým dojezdem alespoň 40 km .	Čistě elektrická vozidla (BEV) a vodíková vozidla.

Z porovnání Tab. 2 a podmínek vydání českých registračních značek EV/HEV je také zřejmé, že ne všechna vozidla s bateriovým pohonem jsou označena registrační značkou pro EV/HEV, například plug-in hybridy v Polsku a Rakousku nejsou označeny speciální značkou pro EV/HEV.

Navíc i v této oblasti se podmínky pro vydávání registračních značek mění – např. na Slovensku mají nová vozidla od 1. 1. 2023 na značce pro EV/HEV bílý podklad, zelené písmo a vyčleněnou kombinaci písmen EL a EV. V žádné z uvedených zemí není povinnost označení EV/HEV registrační značkou odpovídající EV/HEV.

4.2.3 Dodatečné označení vozidla

I po uvedení do provozu může být EV nebo HEV dále označováno. Takové označení může být dobrou pomůckou pro identifikaci pohonu vozidla, viz Obrázek 14. Mezi další příklady patří slovní spojení „zero emission“, případně znázornění kabelu s koncovkou upozorňující na elektrický pohon vozidla. Na takovéto označení vozidel se samozřejmě nelze 100 % spoléhat.



Obrázek 14 – Dodatečné označení vozidel

Standardizovanou formou dodatečného označování vozidel je nově zaváděné značení dle normy ISO 17840, část 4., která definuje značky a související barvy pro identifikaci paliva a/nebo pohonné energie silničního vozidla, zejména pokud se jedná o novou technologii vozidla a/nebo zdrojů energie, včetně hybridních pohonných jednotek. Přehled piktogramů vozidel dle typu pohonu je uveden v Tab. 3.

Tab. 3 Přehled piktogramů s popisem [18]

	Vozidlo na palivo skupiny kapalin 1 diesel		Hybridní elektrické vozidlo na palivo skupiny kapalin 1 diesel
	Vozidlo na palivo skupiny kapalin 2 benzin/etanol		Hybridní elektrické vozidlo na palivo skupiny kapalin 1 benzin/etanol
	Vozidlo na LPG		Vozidlo na vodík Elektrické vozidlo s palivovými články
	Vozidlo na CNG		Vozidlo na LNG
	Elektrické vozidlo		Vozidlo na DME

4.3 Konektory nabíjení

Velmi dobrým vodítkem k identifikaci elektrického pohonu vozidla je přítomnost konektoru nabíjení, který je umístěn pod krytkou na karoserii vozidla. V případě HEV můžeme na vozidle nalézt navíc krytku chránící plnicí hrdlo konvenčního paliva. I když ne všechny HEV mají konektory pro externí dobíjení trakčních baterií, je možné říct, že pokud je konektor pro nabíjení na vozidle, je jeho baterie o vysoké kapacitě, a dokáže zásah nepříznivě ovlivnit.

Konektory bývají umístěny z boku vozidla, nad předním nebo zadním blatníkem, výjimkou nejsou ani konektory schované pod krytkou v přední masce vozidla, viz Obrázek 15.



Obrázek 15 – Příklady umístění konektorů na vozidlech

4.4 Nepřímé označení vozidel

Umístění elektrického pohonu ve vozidle nemusí být u některých typů vozidel vůbec zjevné. Je možné, že k jeho identifikaci pomůže až barva kabeláže, konektorů, štítky či cedulky v motorovém prostoru vozidla nebo ukazatele na palubní desce.

4.4.1 „HV“ kabeláž, konektory a štítky

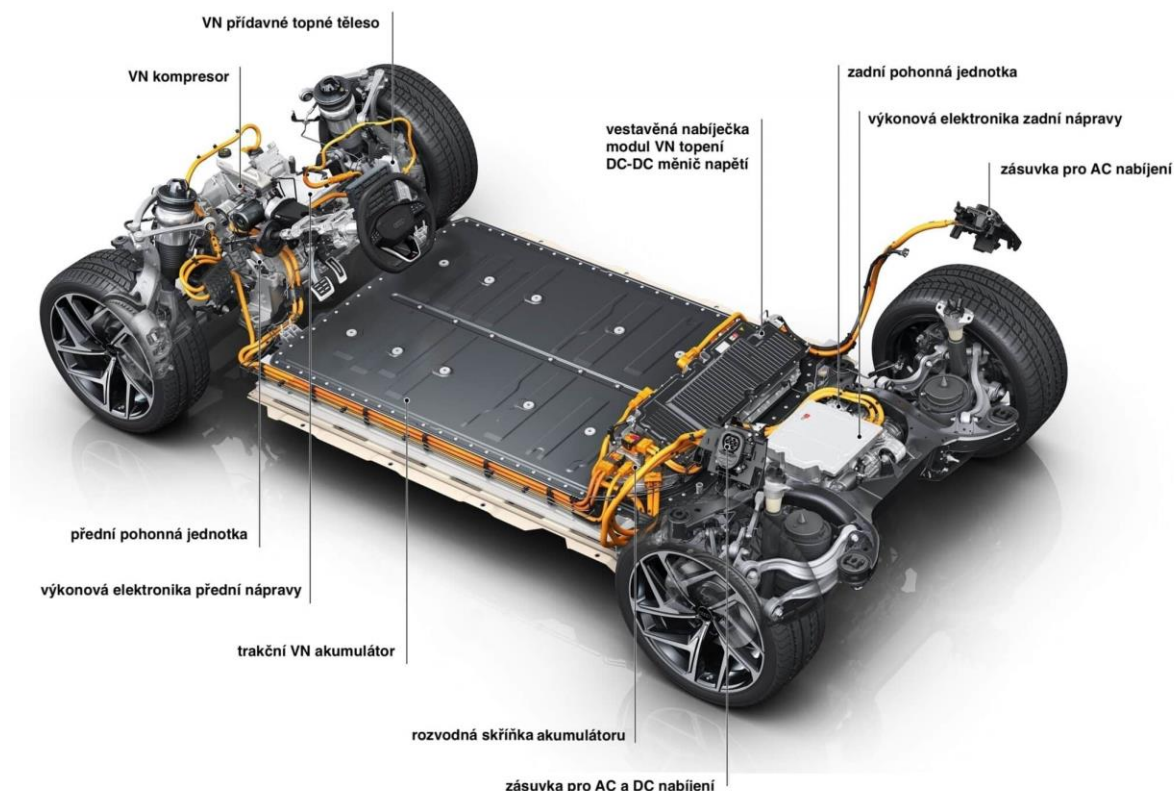
Vzhledem k efektivnějšímu využití energie z baterií je v trakčních systémech EV i HEV využíváno vyšších napětí, která mohou být životu nebezpečná. Rozvody takto vysokých napětí jsou **označovány výrazně oranžovou barvou** a jsou nazývány „HV“ „high voltage“, doslovný překlad „vysoké napětí“ případně „vysokonapěťový“. Tato zkratka „HV“ je v textu dále užívána kvůli možné záměně termínů. V ČR se totiž používá termín „**vysoké napětí**“ v rámci dělení napěťových stupňů, který označuje napětí mezi vodiči nad 1000 V do 52 kV. Zatímco v rozvodech EV a HEV (hybridních vozidel) se v současnosti setkáme s max. cca. 800 V. Takové napětí by bylo dle této terminologie označeno jako „nízké napětí“, což může mylně budit dojem „bezpečného napětí“. Z tohoto důvodu je lepší o „HV“ rozvodech hovořit jako o **rozvodech nebezpečného napětí**. Navíc čínská automobilka BYD již ve svých vozidlech od března 2025 instaluje rozvody s napětím 1000 V z důvodu výrazně rychlejšího nabíjení baterie.

Výrazně oranžovou barvou nejsou označeny pouze kabely, ale i kryty konektorů. Příklady viditelných vysokonapěťových rozvodů v motorovém prostoru znázorňuje Obrázek 16.



Obrázek 16 – „HV“ rozvody viditelné v motorovém prostoru

Na Obrázek 17 je ukázka rozvodů „HV“ kabelů (označených oranžovou barvou) v podvozkové části EV.



Obrázek 17 – Schéma „HV“ rozvodů v EV [19]

4.4.2 Interiér vozidla

K identifikaci druhu pohonu vozidla může napovědět také palubní deska, resp. panel přístrojů, kde je možné nalézt oproti konvenčním vozidlům ukazatele stavů trakční baterie, případně dojezd v elektrickém režimu. Často je místo otáčkoměru ukazatel jízdního výkonu, který začíná polem „charge“ (označující režim rekuperace) a následně úseky, které označují využití výkonu vozu, u hybridního vozidla může být navíc pole pro společný režim spalovacího motoru a elektrického pohonu, viz Obrázek 18.



Obrázek 18 – Ukazatele jízdního výkonu na panelu přístrojů

5 Zásah na vozidlo

V případě mimořádných událostí s přítomností EV/HEV je vlastní zásah ovlivněn mnoha faktory, především připojením vozidla k nabíječce a místem zásahu. Zásah je ale ovlivněn i dalšími faktory, které musí být zhodnoceny velitelem zásahu (dále jen VZ) na úrovni taktického řízení.

5.1 Taktické řízení

Taktické řízení pro velitele zásahu u požáru vozidla na volném parkovišti je velmi rozdílné v porovnání se zásahem v uzavřeném objektu nebo pod bytovým domem či s dalšími typy zásahu (např. střešní parkoviště obchodního centra, veřejná nabíjecí stanice, garáž rodinného domu).

Velitel zásahu musí zhodnotit, zda postupy a doporučení vyplývající z metodického listu bojového řádu 7D *Silniční vozidla s elektrickým pohonem* jsou pro daný typ zásahu reálné a je vhodné je aplikovat přímo na místě nebo dotyčné vozidlo přemístit na místo, které je pro zasahující jednotky (z hlediska řešení zásahu) výhodnější. Při volbě takového místa je nutné zajistit

- bezpečnost zasahujících hasičů,
- nasazení těžké techniky pro chlazení vozidla,
- prostor pro jímání hasební či kontaminované vody,
- monitoring chování vozidla,
- prostor pro manipulaci s vozidlem,
- omezení působení požáru na konstrukce objektu, popř. působení na další vozidla.

Mluvíme o eliminaci rizik vůči zasahujícím složkám IZS a primárních a sekundárních škod. Správným výsledkem je vyšší efektivita záchranných a likvidačních prací.

Velitel zásahu může při mimořádné události s přítomností EV/HEV rozhodnout o nasazení specifických postupů. V závislosti na typu události se může nabízet celá řada technických prostředků, případně kombinace jejich využití.

5.2 Technické prostředky a jejich využitelnost

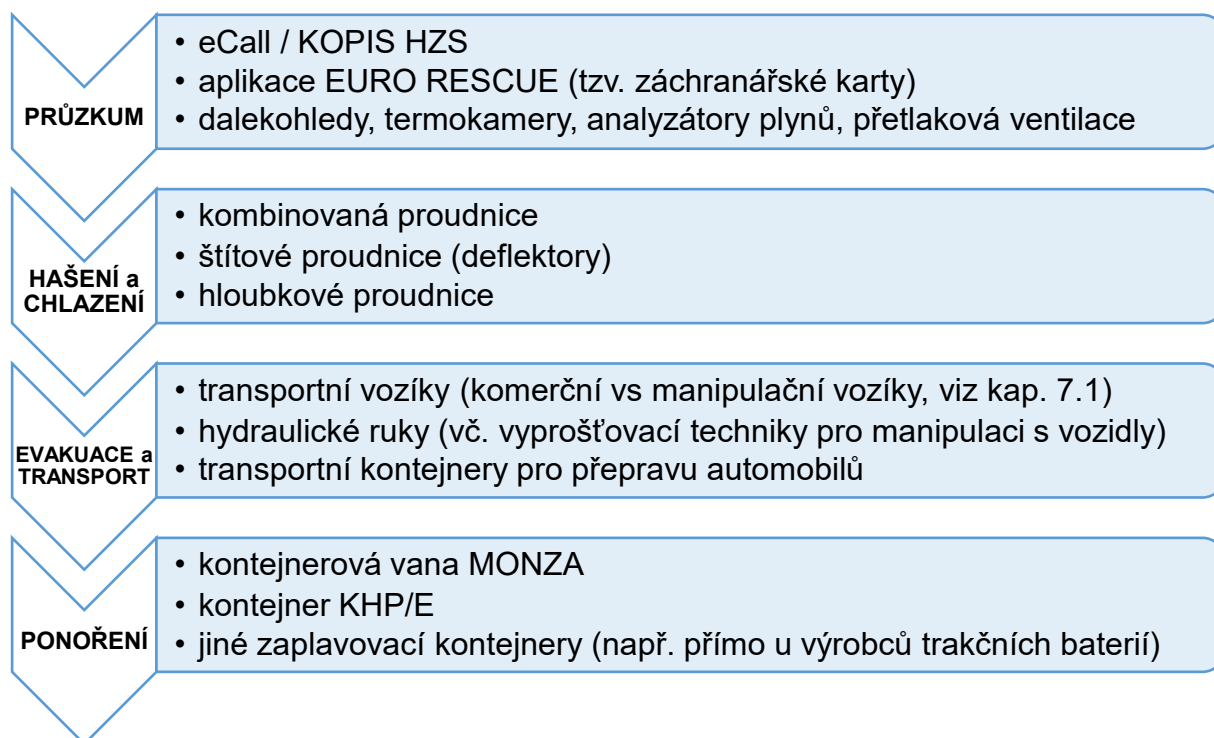
Technické prostředky požární ochrany (TPPO) mohou být použity tzv. improvizovaně (nejsou pro danou činnost přímo určeny), avšak svůj požadovaný účel částečně splní. Nebo jednotky mohou disponovat speciálními technickými prostředky, které jsou certifikovány pro nasazení u těchto zásahů. S ohledem na četnost použití a finanční náklady nutné k pořízení těchto speciálních technických prostředků, disponují jednotky PO velmi omezeným množstvím certifikovaného vybavení.

Dalším zohledňovaným parametrem je přepravní kapacita prvosledových CAS. Tyto speciální prostředky jsou tedy většinou umístěny na speciální technice, jejich okamžitá dostupnost může být tedy limitována.

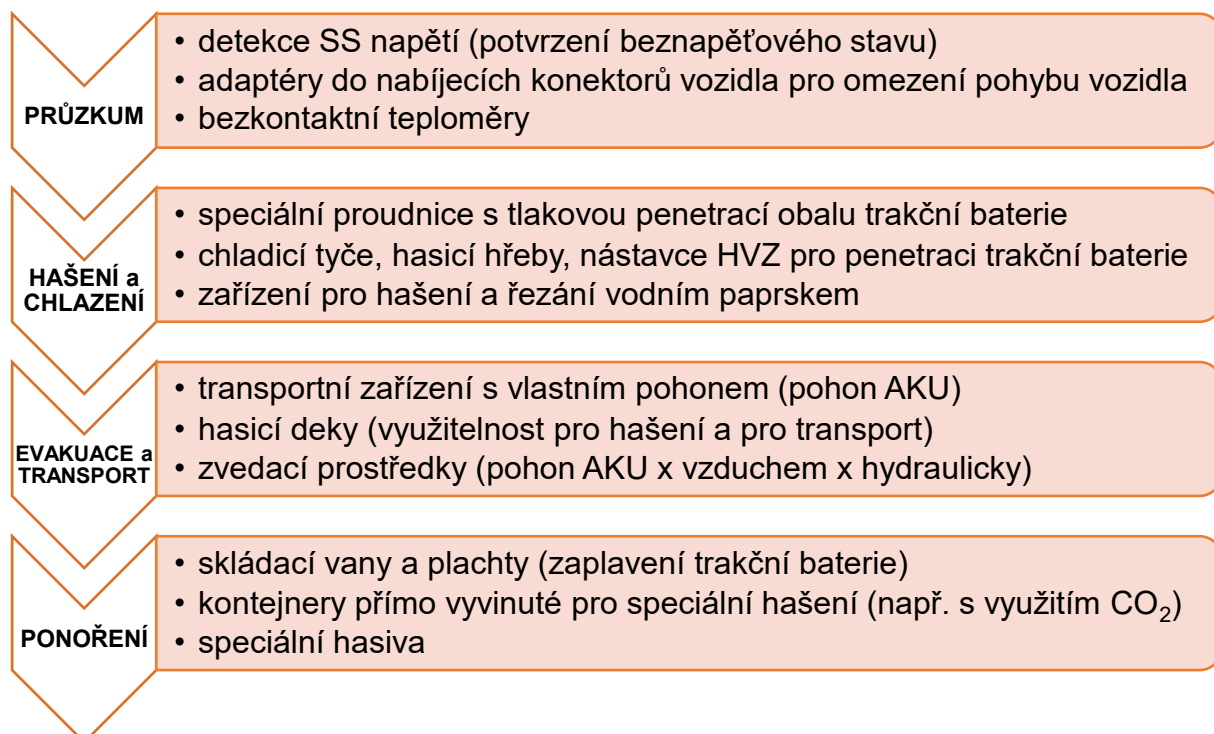
Fáze zásahu u vozidla s pohonem trakční baterií lze obecně rozdělit na

- průzkum (podpora VZ, detekce, aj.),
- hašení (speciální hasiva, proudnice, aj.),
- chlazení (hasicí hřeby, nástavce pro penetraci obalu trakční baterie, aj.),
- evakuace a transport (transportní vozíky, vyprošťovací automobily, aj.),
- ponoření (kontejnery, plachty, skládací vany, aj.).

Prostředky běžně dostupné (umístění na prvosledové technice a nebo v rámci HZS kraje):



Prostředky, které lze v současné době najít na trhu a výrobci je konstruují pro nasazení u těchto typů mimořádných událostí:



Některé z výše popsaných TPPO jsou ilustrativně uvedeny na Obrázek 19.



Štítová proudnice (deflektor)



Hloubková proudnice



Kontejnerová vana MONZA



Kontejner KHP/E vč. klece



Hasicí systém s penetrací baterie



Perforační proudnice



Hasicí plachta



Skládací vana a plachta

Obrázek 19 – Ukázka některých TPPO

5.3 Úkoly a postup činnosti

Po přijetí informace o mimořádné události s přítomností EV/HEV je prvním krokem bezpečný příjezd na místo dopravní nehody a ustavení techniky.

5.3.1 Příjezd na místo dopravní nehody a ustavení techniky

Po obezřetném příjezdu na místo nehody, kdy dbáme na možné nebezpečí na místě zásahu (např. mlha, náledí, nebezpečné látky), je nutno

- zprovoznit dostupná světelná výstražná zařízení na vozidlech - za vozidla je vhodné umístit výstražné kužely s definovanou vzdáleností (minimálně 100 m na dálnici, 50 m na ostatních komunikacích, v obci může být dle situace vzdálenost nižší),
- ustavit zásahová vozidla do tzv. **NÁRAZNÍKOVÉHO POSTAVENÍ**, kdy požární vozidla oddělují místo zásahu od okolního provozu, a tím chrání zasahující osoby [18].

5.3.2 Zajištění EV/HEV proti pohybu

V průběhu celého zásahu a zejména při manipulaci s EV/HEV je nutné vozidlo zabezpečit proti nežádoucímu pohybu. Standardní postupy pro zajištění vozidel (mechanické zajištění), viz [18], lze doplnit o použití tzv. Emergency plugu (viz Obrázek 20), který se zasune do konektoru vozidla určeného k nabíjení. **Je ale nutné zmínit, že ne u každého vozidla lze použitím Emergency plugu zajistit vozidlo proti nežádoucímu pohybu, proto je na prvním místě mechanické zajištění.**



Obrázek 20 – Emergency plug

Podobnou funkci jako má Emergency plug má i obyčejný dobíjecí kabel, kterým bývá vybaveno každé vozidlo, u kterého lze dobíjet trakční baterii z vnějšího zdroje. Problémem použití běžného dobíjecího kabelu může být uzamčený konektor nabíjení vozidla. Každý dobíjecí konektor na EV je opatřen zámkem (výsuvným kolíčkem), který při dobíjení a uzamčení vozidla uzamkne rovněž i kabel v konektoru vozidla tak, aby nebylo možné jej vytáhnout. Je možné, že po uzamčení vozidla bez připojení konektoru k nabíječce, se rovněž uzamkne i konektor a nelze do něj následně zasunout dobíjecí kabel. Oproti obyčejnému dobíjecímu kabelu má Emergency plug výhodu v tom, že je upraven tak, aby ho bylo možné použít, i když je zámek zamčen výsuvným kolíčkem.

Některé JPO jsou již vybaveny pro tento případ koncovkou vyrobenou z dobíjecího kabelu, jehož kabeláž je zkrácena a odborně zaslepena a zdířky sloužící k uzamčení koncovky v konektoru jsou profrézovány tak, aby bylo možné koncovku do konektoru zasunout a vysunout bez ohledu na jeho uzamčení (viz Obrázek 21). Je potřeba ale varovat před neodbornými úpravami stávajících zařízení. Věcné prostředky využívané JPO musí splňovat stanovené normy a předpisy, případně být certifikovány, aby byla zajištěna bezpečnost zasahujících hasičů.



Obrázek 21 – Upravená koncovka

U většiny EV je možné po zasunutí Emergency plugu do nabíjecího konektoru opětovně vyjmout a vozidlo zůstane i nadále v tzv „parking modu“, který znemožňuje vozidlu pohyb. Je tedy možné použít jeden Emergency plug pro zabezpečení většího množství EV v rámci jednoho zásahu.

5.3.3 Deaktivace vysokonapěťové (HV) části

HV část může být deaktivována jedním z níže uvedených postupů, přičemž volba je odvislá od přístupnosti servisních konektorů/pojistkové skříně/střížných smyček při dané mimořádné události

- odpojením servisních konektorů určených k odpojení HV části
 - pod přední kapotou,
 - jiné umístění dle výrobce vozidla (dle bezpečnostních listů k danému typu vozidla), nebo
- odpojením označených pojistek v pojistkové skříně silničního vozidla, nebo
- přestřížením označených (pilotních/střížných) smyček, viz Obrázek 22, určených k odpojení HV části silničního vozidla. Tyto smyčky jsou součástí nízkonapěťového okruhu (12 V), takže hasiči nepracují přímo s nebezpečným napětím. Přestřížením dochází k přerušení pilotní linie a rozpojení stykačů v HV baterii. Stříhání provedeme 2 stříhy kousek od sebe, aby se drátek posléze nemohl nechtěně dotknout. Je také doporučeno uchování odstřížené nálepky s piktogramem jako důkazu o odpojení HV systému. Protože se pohybujeme v blízkosti vysokonapěťových kabelů, je přitom nutné dbát na riziko úrazu elektrickým proudem, viz kapitola 2.4.4. Pro tyto účely je doporučené použití dostatečně zabezpečených (izolovaných) kleští/nůžek (např. ruční nůžky do 500 V). **Je zakázáno stříhat vodiče HV části (oranžová barva).**



Obrázek 22 – Střížné smyčky

K odpojení HV části silničního vozidla zpravidla stačí jeden z výše uvedených postupů, pokud nebude poškozený vysokonapěťový stykač v trakční baterii.

K deaktivaci HV části dochází při stlačení tlačítka START/STOP a odpojení 12 V baterie (při tomto úkonu je vhodné sledovat informace na přístrojové desce), ale tento postup není tak spolehlivý jako 3 postupy uvedené výše. Automaticky dochází k deaktivaci HV části po aktivaci bezpečnostních prvků (airbag).

Životu nebezpečné napětí bude stále uvnitř pouzdra baterie a v okruhu kondenzátorů HV části, které se vybíjí postupně. **K HV části je proto vždy nezbytné přistupovat tak, jako by byla pod napětím. Deaktivace HV části se v případě požáru vozidla provádí až po likvidaci požáru a ochlazení baterie.**

5.3.4 Průzkum u trakční baterie

Průzkumem zjišťujeme nestandardní stav baterie, který představuje riziko při zásahu. Za nestandardní stav se považuje

- **mechanické poškození** (proražení nebo deformace bateriového bloku, uvolněné či roztavené elektrické spoje, poškozené kabely vysokonapěťového systému apod.),
- **slyšitelné syčení**, které může být způsobeno únikem toxických a hořlavých plynů,
- **slyšitelné praskání** signalizující rozpad bateriových článků,
- výtok **kapalin** způsobený únikem elektrolytu, viz kapitola 2.2.2, který může být toxický a korozivní, navíc díky své hořlavosti zrychluje průběh hoření,
- **zahřívání na krytu baterie**, využitelnost bezkontaktního měření je základním taktickým postupem blíže popsáným v kapitole 5.3.5,
- **vývin kouře** obsahujícího toxické a hořlavé plyny, přičemž bílý až šedý kouř naznačuje počáteční zahřívání baterie, tmavě šedý až černý kouř značí intenzivní hoření baterie.

5.3.5 Postup stanovení teploty

Ke zjištění teploty je vhodné použít termokameru či bezkontaktní teploměr a na plášti baterie určit nejteplejší místo (referenční místo), kde bude následně prováděno opakované měření teploty (postup zásahu je uveden v kapitole 5.4.1). Při monitoringu je klíčové sledovat, zda nedochází k **nárůstu teploty**, případně k **překročení hodnoty kritické teploty**, viz kapitola 5.3.6. V případě zjišťování aktuální teploty uvnitř baterie je nutné počítat s tím, že měření jsou zkreslená a velice nepřesná. Proto je **nárůst teploty spolehlivějším ukazatelem** změny stavu uvnitř

baterie, než je tomu u stanovení konkrétní hodnoty kritické teploty. Nepřesnost měření je zapříčiněna především silným materiálem vnějšího pláště baterie, který bývá navíc překryt ještě dalším ochranným plechem, případně i dalšími plasty. Ve spodní části baterie bývá rovněž umístěno potrubí, ve kterém cirkuluje chladicí směs baterie. Některé automobilky navíc ukládají jednotlivé články baterie ve vrstvách nad sebou. Při problému s článkem, který je uložen ve svrchnější části, může být měření na plášti baterie velice zkreslené. V případě zásahu v servisním středisku lze ke stanovení teploty baterie využít jejich diagnostická zařízení.

5.3.6 Hodnota kritické teploty

O trakční baterii jako o nestabilní hovoříme, jestliže teplota stoupne nad **kritickou mez 80 °C**. Tato teplota je stanovena jako průměr kritických teplot různých trakčních baterií od různých výrobců EV, přičemž některé automobilky stanoví mez nižší a některé naopak vyšší. Při teplotě okolo 80 °C většinou dochází uvnitř článku k degradaci separátoru a hrozí tedy její vyzkratování a následné vznícení. Z výše uvedených skutečností vyplývá, že jestliže zasahující jednotka PO naměří na plášti baterie teplotu okolo 80 °C, je zřejmé, že teplota uvnitř obalu baterie bude daleko vyšší (uvnitř packu může vyšplhat až k 1000 °C), a je tedy třeba počítat s možností bouřlivé reakce baterie včetně požáru, pro bližší informaci viz kapitola 2.3 a kapitola 2.4.1.

5.4 Technický zásah

Technickým zásahem je myšlen zásah na EV/HEV, při kterém nejsou zasahujícími hasiči způsobeny sekundární škody na vozidle. **Vozidlo nehoří**, pouze je indikován/hlášen nárůst teploty trakční baterie nad kritickou mez (viz kapitola 5.3.6). Vznikne-li na EV/HEV problém s vysokonapěťovou baterií, je v první řadě nutné vozidlo umístit do bezpečného prostoru tzv. karanténní zóny, ve které lze vozidlo dále sledovat a provádět na něm další úkony. Karanténní zónou je myšlen prostor nejméně 5 m od vozidla v každém směru, ve kterém se nenacházejí hořlavé materiály, stavby, další vozidla apod., u kterých může hrozit následné vznícení (viz Obrázek 23).



Obrázek 23 – Karanténní zóna/místo

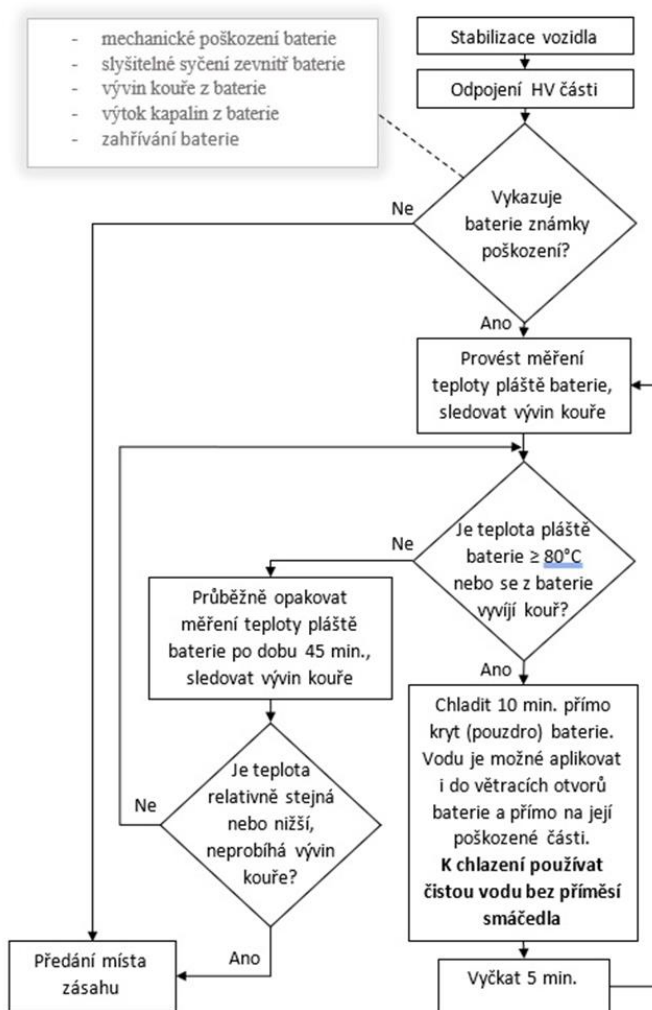
Problémem EV/HEV je rovněž nemožnost uvést vozidlo do tzv. neutrálu a jeho přesun tažením či tlačáním do karanténny zóny. Z těchto důvodů je doporučeno pro přesunutí EV/HEV použít manipulační vozíky, které jsou pro přesun šetrné k vozidlu (viz kapitola 7.1).

5.4.1 Chlazení vodním proudem

Při nestandardním chování či poškození baterie (viz kapitolu 5.3.4) se jedná o bezprostřední ohrožení a je nutné zahájit její stabilizaci chlazením, a to ideálně z více stran. Cílem je ochladit baterii na teplotu okolí.

K ochlazování je doporučena čistá voda bez příměsí aplikovaná na kryt trakční baterie jedním proudem „C“ (sprchový proud, kombinovaná proudnice, štítová proudnice, deflektor nebo multifunkční ochlazovací proudnici) po dobu 10 min. Následně se po dobu 5 min. sleduje stav baterie. Pokud se baterie samovolně zahřívá nebo se z ní kouří, opakuje se chlazení po dobu 10 min. a tak stále dokola.

Po úspěšném ochlazení baterie vyčkáme ještě 45 min. na místě a baterii sledujeme, zda nedojde k opětovnému samozahřívání nebo vývinu kouře. Při sledování stavu baterie se využívá termokamera, bezkontaktní teploměr apod. Pro přehlednost je postup uveden na Obrázek 24.



Obrázek 24 – Algoritmus chlazení trakční baterie vodním proudem

Při ochlazování je doporučeno vozidlo polohovat (viz Obrázek 25). Polohování vozidla je vhodné provést již při ustavení v karanténní zóně před zjišťováním teploty baterie na jejím plášti.



Obrázek 25 – Polohování vozidla při chlazení baterií

Po úspěšném ochlazení je možné místo zásahu předat se stanovením opatření (viz kapitola 5.8). Pokud jsou k dispozici informace od výrobce, které stanoví dobu delší, je vhodné se těmito doporučeními řídit (např. Tesla doporučuje 60 min.).

Samotné ochlazování trakční baterie vodním proudem na spodním plášti je poměrně málo účinné, neboť, jak bylo popsáno výše, jsou články baterie chráněny z vnějšku silnou vrstvou materiálu, který bývá ještě překrytý další vrstvou ochranného plechu. Přenos chladicího efektu na zasažený článek je tak velice malý.

Pro krátkodobé ochlazení vnějšího pláště trakční baterie lze rovněž využít (sněhový) hasicí přístroj CO₂, který je aplikován na referenční bod na plášti baterie. Aby bylo chlazení baterie účinné po celou dobu zásahu, bude nezbytné kontinuální chlazení v řádech desítek minut, na které nemusí být ani náplň plynového hasicího automobilu dostatečná.

Trakční baterie, případně její část, ve které došlo k nárůstu teploty nad kritickou mez, může být i nadále potencionálním iniciátorem požáru. Porucha, která se v průběhu zásahu nijak neprojevovala, může požár způsobit v řádech hodin či dní po události. Sami výrobci doporučují vozidla s elektrickým pohonem i po lehčích nehodách nejen po požáru odstavit na karanténní místo a vyčkat s opravou min. 48 hodin. Tím je zaručena určitá bezpečnost na servisních místech. Snahou je předejít situacím, kdy poškozené vozidlo způsobí požár uvnitř dílny autoservisu.

Toto platí i v případě přepravy EV/HEV vozidla na odtahových vozidlech. Zde je riziko požáru ještě umocněno prouděním vzduchu okolo nestabilní baterie.

5.5 Požár vozidla a požár při přepravě baterií

Při provozu vozidla může dojít k požáru vozidla způsobenému trakční baterií, nebo k požáru vozidla s ohrožením trakční baterie.

Požáry vozidel s trakčními bateriemi se dělí na

- požáry na volném prostranství, viz kapitola 5.5.1,
- požáry v omezeném nebo uzavřeném prostoru, viz kapitola 5.5.2,

- požáry vozidla připojeného na nabíjecí stanici, viz kapitola 5.5.3,
- požáry při přepravě, viz kapitola 5.5.4.

5.5.1 Požár vozidla na volném prostranství

Z hlediska nasazení sil a prostředků je pro lokalizaci požáru nutné

- nasadit min. dvě družstva ve zmenšeném početním stavu,
- zajistit dostatečné množství hasební vody,
- zajistit maximální možnou ochranu proti vniknutí hasební vody do kanalizace nebo vodního toku dle možností nasazených sil a prostředků,
- v případě nutnosti zaplavení vozidla s trakční baterií ve speciálním kontejneru nebo nádrži je nutné povolat další CAS v provedení VH,
- pro lokalizaci požáru se použijí dva útočné vodní proudy C, z toho min. jeden proud s kombinovanou proudnicí, případně lze použít pěnотvorné proudy na těžkou nebo střední pěnu.

Při zásahu

- se eliminuje riziko výbuchu EV/HEV vytvořením podmínek pro únik plynů z uzavřených částí silničního vozidla např. použitím zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem, kdy se z bezpečné vzdálenosti rozbíjí okna,
- k vozidlu se přistupuje vždy z boku v úrovni náprav (mezi nápravami hrozí vyšlehnutí plamenů z trakční baterie), pokud možno se nevstupuje před a za vozidlo z důvodu možného svévolného rozjetí při neprovedeném nebo nedostatečně provedeném zajištění vozidla, vč. provádění hasebního zásahu do odpojení trakční baterie,
- je nutné zajistit vozidlo proti pohybu mechanicky (např. klíny, trámky), případně elektronicky (např. pomocí Emergency plugu),
- je důležité zjistit průzkumem, zda je požárem zasažena trakční baterie (viz kapitola 5.3.4); pokud **není zasažena**, postupuje se jako u běžného požáru vozidla s tím, že i v průběhu zásahu je nutné sledovat celkový stav trakční baterie, např. pomocí termokamery nebo vizuálně,
- pokud **je** požárem **zasažena** i trakční baterie, nejprve se lokalizuje požár samotného vozidla. Následně je vhodné pro efektivní hašení požáru trakční baterie hasivo aplikovat do vnitřní části trakční baterie otvory k tomu určenými, vzniklými při události, či nově vytvořenými násilně,
- pro násilný vstup do vozidla se použije např. páčidlo nebo hydraulické vyprošťovací zařízení,
- před vniknutím do vnitřní části trakční baterie je doporučeno pro zvýšení bezpečnosti zasahujících hasičů použít přetlakovou ventilaci, kterou bude odvětrán kouř a zplodiny směrem pryč od zasahujících hasičů,
- pro vniknutí do vnitřní části trakční baterie se využijí vhodné prostředky, např. zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem, hasicí hřeb, viz Obrázek 26, apod.,



Obrázek 26 – Zařízení pro vstup do baterie (vlevo hasicí hřeb, vpravo zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem)

- u vozidla na střeše nebo na boku zaplavíme trakční baterii napřímo s využitím vhodných prostředků, např. zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem, hasicí hřeb apod.,
- během vnikání do vozidla a nasazení skupiny pro aplikaci hasiva do trakční baterie je nutné vytvořit ochranný proud C, kterým bude jištěna skupina provádějící hasební práce baterie (zaměřit se na prostory pod prahem a podběhy, a vnitřní části vozidla, viz Obrázek 27),



Obrázek 27 – Ochranný C proud při zaplávání trakční baterie vozidla vodou

- při vnikání vody/hasiva do trakční baterie může dojít k intenzivnímu vývinu plamenného hoření, který ohrožuje hasiče provádějící hasební práce,
- během aplikace hasiva do baterie je dle možností nutné provádět kontrolu teploty povrchu baterie termokamerou, protože v případě vniknutí hasební látky do baterie bude docházet k postupnému snižování teploty,
- hasební látka se do baterie aplikuje do doby poklesu teploty povrchu baterie pod 80 °C a po zamezení plamennému hoření,
- pokud není možné měřit teplotu z důvodu omezeného přístupu k trakční baterii, provádí se nasazení hasebních látek do doby omezení plamenného hoření a pokračuje se v této činnosti dalších cca 10–15 min.,

- po likvidaci požáru a ochlazení trakční baterie se sleduje 45 min. teplota povrchu trakční baterie, a v případě zvýšených teplot ji ochlazujeme vodním proudem, popř. opakovanou aplikací hasiva do baterie, obdobně jako je znázorněno na Obrázek 24, nebo umístěním do vodní lázně
 - celého vozidla do výše podběhů, popř. do výšky zadních sedaček u HEV, anebo
 - samostatně demontované baterie,
 - přičemž voda použitá při zaplavení je považována za nebezpečný odpad.

Před ukončením zásahu je nutno provést deaktivaci vysokonapěťové části, viz kapitola 5.3.3 výše.

Pokud nedojde k opětovnému zvyšování teploty, nebo vývinu zplodin hoření, je možné zásah JPO ukončit a zasažené vozidlo (baterii) předat majiteli, uživateli apod.

5.5.2 Požár vozidla v omezeném nebo uzavřeném prostoru

Z hlediska nasazení sil a prostředků je k výčtu uvedenému v kapitole 5.5.1 dále nutné

- počítat se spotřebou většího množství dýchacích přístrojů.

Při příjezdu jednotky PO je nutné průzkumem vyhodnotit, zda vozidlo lze vyprostit na volné prostranství, nebo se musí zahájit okamžité hasební práce

- pokud vozidlo **nezačalo hořet**, ale trakční baterie vykazuje příznaky nestandardního stavu (vysoká teplota, zplodiny hoření, zápach, zvuk el. oblouku apod.)
 - zjistit přítomnost VOC (těkavých organických látek) pomocí plynového detektoru a eliminovat možnost výbuchu (přirozenou či nucenou ventilací, ZOKT...),
 - vozidlo pomocí transportních prostředků nebo za použití lanového navijáku vyprostit z parkovacího stání na volné prostranství tak, aby byl zajištěn přístup do vnitřních částí vozidla a k trakční baterii,
 - při prováděném transportu zajistit jednotky PO hasebními prostředky, např. PHP, útočným proudem C apod., a provádět průběžné monitorování stavu trakční baterie (termokamera, vizuální pozorování apod.),
 - pokud není možné vyprostit vozidlo na volné prostranství, vytvořit jeden útočný proud C s roztríštěným vodním proudem, popř. použitím deflektorů, pro ochlazování trakční baterie, a druhý proud C pro ochranu okolí,
 - následně provést chlazení vodním proudem a postupovat v souladu s kapitolou 5.4.
- pokud vozidlo **začne hořet**, postupovat v souladu s kapitolou 5.5.1. Před ukončením zásahu je třeba vyprostit vozidlo z parkovacího stání, aby bylo eliminováno riziko škod vzniklých v důsledku opětovného vzniku požáru.

5.5.3 Požár vozidla připojeného na nabíjecí stanici

Před samotným zásahem (vyproštění, hasební práce) je nutno odpojit vozidlo od nabíjecí stanice, a to vytažením nabíjecího konektoru z vozidla

- přímým vysunutím nabíjecího konektoru,
- nouzovým způsobem v případě, kdy selže standardní elektronický mechanismus. Nouzový způsob se liší u každé značky a modelu vozu (viz Rescue sheets) – jedná se například o tahací lanko umístěné v kufru nebo pod zadním víkem. Lanko je označené výraznou barvou (např. oranžová nebo červená) – jeho zatažením se mechanicky uvolní západka držící konektor. Systém tahacího lanka se používá např. u Tesly či Volkswagenu. Jiným příkladem je uvolňovací páčka nacházející se v motorovém prostoru, nebo v blízkosti nabíjecího portu, ukrytá pod plastovým krytem. Páčky využívá např. Kia nebo BMW,
- po vypnutí nabíjecího stojanu přerušením (střihnutím) nabíjecího kabelu. Vždy je nutné použít OOP. **Pokud nabíjecí stanici nelze ihned z nějakých důvodů vypnout, přestřihnutí kabelu může znamenat ohrožení zasahujícího hasiče** a do doby provedení praktických zkoušek nelze tento postup doporučit.

Nabíjecí stanici je nutné odpojit od hlavního přívodu pomocí příslušného vypínače, případně TOTAL/CENTRAL STOP

- pro každou nabíjecí stanici samostatně,
- pro skupinu nabíjecích zařízení, budovu apod.

Pokud u vozidla

- **dochází k plamennému hoření**, postupuje se dále dle bodu 5.5.1,
- **nedochází k plamennému hoření**, ale trakční baterie vykazuje nestandardní stav, postupuje se dále dle bodu 5.5.2.

5.5.4 Požáry při přepravě baterií

Z hlediska nasazení sil a prostředků je pro lokalizaci požáru nutné

- nasadit min. tři družstva ve zmenšeném početním stavu,
- zajistit dostatečné množství hasebních látek, pro zvýšení efektivního zásahu je vhodné použít střední nebo těžkou pěnu,
- v případě nutnosti použití zaplavovacího kontejneru je nutné povolat další CAS v provedení VH.

Při zásahu

- je po příjezdu na místo události nutné zjistit druh nákladu (přeprava modulů do trakčních baterií nebo celých trakčních baterií), jejich počet, způsob přepravy a uložení v nákladovém prostoru,
- průzkumem vyhodnotit, zdali přepravované moduly nebo baterie jsou přímo ohroženy požárem nebo tepelnou radiací,
- podle způsobu ohrožení stanovit postup hasebních prací s případnou ochranou nákladu,

- pro lokalizaci požáru trakčních baterií nebo modulů použijeme nasazené útočné proudy pro ochranu hasičů (viz Obrázek 28), kteří budou provádět hašení požáru vnitřních částí trakční baterie nebo modulů vhodnými prostředky, např. zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem, hasicí hřeb apod.,



Obrázek 28 – Ochranný C proud při aplikaci hasiva do baterie

- v průběhu hašení vnitřních částí trakční baterie nebo modulů je nutné provádět kontrolu teploty povrchu baterie nebo modulů termokamerou; pokud hasební látka vniká do baterie, dochází k poklesu teploty,
- **hašení** trakční baterie nebo modulů je prováděno do **ukončení plamenného hoření** a nedojde-li k **poklesu teploty** baterie/modulu **pod 80 °C**, provádí se jejich ochlazování; pokud není možné měřit teplotu, provádí se chlazení do omezení plamenného hoření a pokračuje se dále cca 10–15 min.,
- pokud trakční baterie nebo moduly nehoří, ale vykazují zvýšené teploty proti okolí, provádí se ochlazování povrchu trakční baterie nebo modulů a průběžně se měří teplota jejího povrchu termokamerou,
- v případě, že zvýšená teplota povrchu neklesá, nebo stoupá, provede se její ochlazování a zajistí se
 - vnitřní ochlazení trakční baterie nebo modulů vhodnými prostředky, např. zařízením pro hašení a řezání vodním paprskem, hasicím hřebem apod.,
 - případně ponoření trakční baterie nebo modulů do vodní lázně, např. zaplavovací kontejner, nebo vhodná nádoba.

Po zásahu

- je nutné vyhodnotit, zda přepravované baterie hořely, nebo byly ohroženy v průběhu zásahu, proto je nutné všechny baterie fyzicky zkontrolovat a roztřídit je, viz Obrázek 29, na tři skupiny:
 - baterie zasažené požárem
 - baterie zasažené tepelnou radiací
 - baterie nevykazující žádné mechanické ani tepelné poškození



Obrázek 29 – Třídění baterií

Trakční baterie nebo moduly nevykazující zvýšenou teplotu se nechají po dobu cca 45 min. pod kontrolou s jejich monitorováním pomocí termokamery.

Baterie zasažené požárem nebo teplem se uloží do předem připraveného zaplavovacího kontejneru, viz Obrázek 30, nebo jiné vhodné nádoby s tím, že vlastní zaplavení prostoru bude provedeno v případě zvyšování teploty nebo jiného nestandardního stavu.

Voda použitá při zaplavení je považována za nebezpečný odpad.



Obrázek 30 – Zaplavené nestabilní moduly po požáru

5.6 Zásah na EV/HEV potopené pod vodou

Vozidla s elektrickým pohonem jsou navržena tak, aby byla při ponoření bezpečná. „HV“ systémy jsou izolované od karoserie a jsou navrženy tak, aby neprobíjely do okolní vody. Systémy vozidel jsou připraveny na případné zatopení a možnost zkratu s následným automatickým odpojením HV části. I přes to někteří z výrobců **doporučují nevytahovat vozidlo z vody** před úplným vybitím trakční baterie (např. Ford u modelů Escape, Fusion, Mariner, Milan Hybrids). Nicméně je třeba počítat s možností, že při nehodovém ději mohlo dojít k poškození a obnažení vysokonapěťové kabeláže či poškození samotné trakční baterie. V důsledku tohoto poškození dochází při elektrolýze, způsobené průchodem stejnosměrného

elektrického proudu kapalinou mezi elektrodami elektrické instalace vozidel, k vývinu plynů. V takovém případě bude pravděpodobně docházet k charakteristickému šumění a bublání („microbubbling“) pozorovatelnému v blízkém okolí a nad ponořeným vozidlem. Výše popsaná elektrolyza rozkládá molekuly vody na vodík a kyslík. Produkované plyny se mohou hromadit v uzavřených částech vozidla a vytvořit s vysokou pravděpodobností výbušnou koncentraci (meze výbušnosti vodíku se vzduchem jsou 4 – 75 obj. % a 4 – 95 obj. % ve směsi s kyslíkem. Při porušení baterie a pouzder jednotlivých článků, může být reakce doprovázená i viditelným světlem produkovaným reakcí.

Identifikace vozidla v případě jeho ponoření je odvislá od hloubky ponoření vozidla po nehodě. V případě celkového ponoření vozidla je identifikace možná pouze na základě vyslané zprávy z eCall a v případě poškozené trakční baterie i možnou výše popsanou bouřlivou reakcí.

5.6.1 Před vytažením vozidla

Při zásahu mohou být využity standardní postupy pro vyproštění a záchranu osob. Následně je vhodné vytipovat odstavné místo v dostatečné vzdálenosti (min. 5 m) od objektů a hořlavých materiálů. K tomuto místu přivést 1 proud „C“ pro hašení, případně chlazení trakční baterie vozidla po jeho vytažení z vody. Pokud takové místo není, je potřeba ještě před vytažením vozidla ustavit kontejner, do kterého bude možné vozidlo uložit a případně ho zaplavit. V případě, že dochází k bouřlivé reakci (porušení integrity baterie – reakce alkalických kovů s vodou, vývinu kouře nad vodní hladinou apod.), je potřeba s vytažením vozidla vyčkat, než reakce ustane. Pokud jsou v EV/HEV přítomny osoby, je jejich záchrana závislá na rozhodnutí velitele zásahu.

Při práci ve vodě je doporučeno využívat suché obleky vybavené suchými rukavicemi. S ohledem na hloubku ponoření vozidla je doporučeno nasazení potápěčské skupiny s využitím celoobličejových masek. Je vhodné postupovat dle obecných pravidel pro vyzvedávání vozidel a předmětů z vody při dodržení následujících zásad, tj.

- v průběhu prací se nedotýkat „HV“ komponentů (např. kabelů, servisních odpojovačů apod.),
- zbytečně se nevystavovat kontaminované vodě, do vody se může z trakční baterie uvolňovat mimo těžkých kovů i kyselina fluorovodíková, zároveň může být voda i silně alkalická v důsledku reakce vody a lithia,
- nikdy neodpojovat „HV“ části vozidla, dokud je vozidlo zaplavené,
- jestliže je to možné, vytvořit preventivně před uvázáním vozidla podmínky pro únik plynů z uzavřených částí silničního vozidla (interiéru, zavazadlových prostor apod.) otevřením krytů, oken apod. Pokud to před vytažením není možné, např. z důvodu ponoření celého vozidla ve vodě, vytvořit podmínky pro únik plynů, jakmile to okolnosti dovolí,
- uvázání vozidla provádět tak, aby se popruhy nedotýkaly „HV“ částí vozidla a rovněž tak, aby se váha vozidla nijak nepřenášela na pouzdra baterií. Při zatížení těchto komponentů může dojít ke zkratu, vývinu tepla a poškození

vázacích prostředků, to může vést k pádu uvázaného vozidla, případně ke vzniku požáru uvázaného vozidla,

- jestliže je to možné a vozidlo nemá zaplavenou dobíjecí zásuvku, zapojit ještě před vytažením vozidla Emergency plug do nabíjecí zásuvky a zajistit tím vozidlo proti samovolnému rozjetí. Je-li dobíjecí zásuvka zaplavena, vložit Emergency plug do zásuvky, jakmile to okolnosti dovolí,
- upřednostnit vytažení vozidla jeřábem před vytahováním za pomoci navijáku (vzhledem k nižšímu riziku poškození baterií, rovněž i vzhledem k nižšímu riziku vzniku požáru způsobené hnacím ústrojím – obecně se tažení EV/HEV nedoporučuje),
- v případě, že se v průběhu průzkumu zjistí takové poškození „HV“ částí vozidla, které vylučuje bezpečnou manipulaci s vozidlem, je nutné práce přerušit do úplného vybití baterií vozidla a do té doby zamezit přístup k vozidlu. Úplné vybití baterie je indikováno tím, že se již neprojevují bouřlivé reakce (viz výše).

5.6.2 Po vytažení vozidla z vody

Vozidlo je nutné stabilizovat a zajistit proti pohybu nad rámec použití Emergency plugu (klíny, tyče apod.). Po stabilizaci vozidla je nutné deaktivovat vysokonapěťovou část vozidla (viz kapitola 5.3.3). Veškeré tyto práce je vhodné dělat v kompletním zásahovém oděvu s nasazeným dýchacím přístrojem do doby, než je zjištěn bezvadný stav trakční baterie. Stejně jako u konvenčních vozidel je nutné zajistit trvalé odvětrávání interiéru vozidla. Následně by měla být provedena důkladná kontrola trakční baterie, dle postupu popsání v kapitole 5.3.4.

5.7 Chlazení baterie – ponoření do vodní lázně

Metoda ponoření do vodní lázně způsobí totální škodu na EV/HEV, její využití by tedy mělo být opodstatněno **nemožností efektivního chlazení baterií jiným způsobem**. Využití ji lze i v případě, že škody na vozidle způsobené požárem jsou totálního charakteru.

Při ponoření vozidla do vodní lázně, mohou vznikat výbušné plyny při elektrolýze, ta je způsobena průchodem stejnosměrného elektrického proudu kapalinou mezi elektrodami elektrické instalace vozidel. Elektrody mohou v tomto případě tvořit odkryté svorky kontaktů např. „HV“ baterie, případně „živé“ odizolované části „HV“ vodičů apod. Tento proces je pochopitelně obdobný nežádoucímu potopení EV/HEV popsanému v kapitole 5.6. V důsledku potopení může dojít k vytvoření výbušné atmosféry, viz kapitola 5.6.1, proto je nutné **před ponořením** osobního silničního vozidla **vytvořit podmínky pro únik plynů** z uzavřených částí silničního vozidla (interiéru, zavazadlových prostor apod.) **jako prevenci vzniku výbušné atmosféry** otevřením krytů, dveří apod. [12] S tímto jevem je potřeba počítat i při umístění kontejneru.

V případě že není „HV“ vedení ve vozidle zásadním způsobem poškozeno a je zachována integrita bateriového pouzdra, probíhá tato reakce uvnitř krytů baterií a konektorů a samotný microbubbling není známkou probíjení „HV“ části do okolní

vody. Při tomto jevu dochází k vybíjení baterií a po jejich vybití se microbubbling zastaví.

5.7.1 Kontejner pro hašení elektromobilů

K chlazení trakčních baterií ve vodní lázni se využívá kontejner pro hašení pneumatik a elektromobilů (dále jen „KHP/E“), případně jiný k tomu určený nebo improvizovaně vytvořený prostředek (dále jen „kontejner“), který lze utěsnit. K utěsnění kontejneru lze použít např. velkou plachtu s odpovídající gramáží (doporučená gramáž dle stávajících zkušeností je alespoň 180 g/m²). Kontejner se ustavuje na volném prostranství s předpokladem ustavení po dobu několika dní až týdnů. Tento postup je realizován v případě, že výše popsané postupy nejsou efektivní. [12]

Osobní silniční vozidlo je možné do kontejneru natlačit nebo natáhnout pomocí navijáku, případně ho uložit shora za pomoci automobilového jeřábu, hydraulického nakládacího jeřábu apod. Kontejner je napouštěn tak, aby došlo k zaplavení celé trakční baterie (včetně její horní části). [12]

Ve vodě se silniční vozidlo nechá po nezbytně nutnou dobu - dokud neustane microbubbling. V některých případech to trvá i několik týdnů. Po ustání těchto jevů je možné silniční vozidlo vyjmout. Po vyjmutí z kontejneru je možné místo zásahu předat se stanovením opatření po požáru.

Je nezbytné počítat s tím, že ponořením vozidla vznikne kontaminovaná voda, kterou je nutné následně nechat zlikvidovat odbornou firmou!!!

5.7.2 Likvidace kontaminované vody

Ekologická likvidace zachycené vody bude provedena odbornou (oprávněnou) firmou a vzniklé náklady budou uplatněny v rámci žádosti o náhradu nákladů vzniklých jednotce PO při zásahu na elektrické vozidlo dle § 44 odst. 1 písm. b) zákona č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o HZS ČR“).

Vznikne-li požár v důsledku závady na vozidle, je způsobená **škoda** (na budovách či jiných vozidlech, ...) **hrazená z pojištění odpovědnosti z provozu vozidla**. Nabíjení vozidla je rovněž považováno za jeho provoz, stejně jako např. tankování pohonných hmot.

V případě, že by došlo k požáru v důsledku závady na nabíjecím stojanu, tak již není škoda řešena z pojištění odpovědnosti provozu tohoto vozidla, ale provozní odpovědnost je na majiteli stojanu.

Pokud je vozidlo nabíjeno doma a nabíjecí zařízení a další komponenty jsou téhož vlastníka, pak se jedná o vlastní škodu, která z pojištění odpovědnosti z provozu vozidla likvidní není, a tudíž veškeré náklady na likvidaci kontaminované vody jsou hrazeny ze strany vlastníka vozidla.

5.8 Předání místa zásahu

V rámci předání místa zásahu po požáru velitel zásahu zváží nařízení následujících opatření směřujících k zmírnění nebo odstranění nebezpečí opětovného vzniku požáru:

- Odstavení silničního vozidla s elektrickým pohonem na volném prostranství min. 5 metrů od konstrukcí objektů (zejména budov), hořlavých materiálů a zajištění nepřetržitého dohledu po dobu min. 48 hodin.
- Odstavení silničního vozidla s elektrickým pohonem na volném prostranství min. 15 metrů od konstrukcí objektů (zejména budov) a hořlavých materiálů po dobu min. 48 hodin (bez nutnosti nepřetržitého dohledu).
- Odstavení silničního vozidla v zařízení, prostředku pro chlazení, nebo prostorách určených k tomuto účelu (karanténní místa v servisech, skladech, výrobě apod.) za podmínek určených zejména provozním řádem, návodem k použití apod.

5.9 Další doporučení

1. Při manipulaci se silničním vozidlem nebo při vyprošťování volíme vždy takový postup, aby nebyla HV část a její komponenty nijak narušeny, či mechanicky namáhány. Je zakázáno stříhat vodiče v HV části (oranžové vodiče). Lze stříhat pouze označené smyčky (tzv. pilotní smyčky), které nejsou součástí HV části (jinak to může vést ke zničení čelistí nástroje, k úrazu elektrickým proudem i ke vzniku požáru). Ke stříhání označených smyček používáme izolované nástroje (např. ruční nůžky do 500 V).
2. Při potopení silničního vozidla s elektrickým pohonem pod vodní hladinu (např. v důsledku DN) lze navíc silniční vozidlo identifikovat podle vývinu plynů pozorovatelných nad ponořeným silničním vozidlem, více viz kapitola 5.6. Dále je nutné zvážit i řešení kontaminace vodní nádrže. Při nasazení zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem může dojít k silné kontaminaci malých vodních ploch (o maximální ploše 30 x 30 m) s malým odtokem. Ze stejného důvodu není doporučeno nasazovat zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem v blízkosti zdrojů s pitnou vodou, případně v oblastech s těžbou pitné vody. Pokud to okolnosti zásahu umožňují, je v tomto případě doporučeno provést rychlou lokalizaci požáru, následně transport do vzdálenosti, kde již nehrozí kontaminace vody, a teprve poté použít zařízení pro hašení a řezání vodním paprskem.
3. Výše uvedené postupy lze využít i v případě, že předmětem zásahu je i jiné zařízení obsahující zejména lithiové baterie, případně samostatné lithiové články a jejich sestavy, vyskytující se např. v servisech, skladech, jako součást FVE či výrobních provozech. Zde je možné navíc využít pro zásah i prostor (karanténní místa) a speciálních prostředků (speciální boxy, kontejnery apod.) určených k ustavení, uložení, případně chlazení, poškozených zařízení i samotných baterií. Obdobně lze řešit i požáry např. elektrokol, elektrokoloběžek apod.

4. Z důvodu vysoké toxicity a hořlavosti zplodin tepelného rozkladu článků trakčních baterií je zejména v případě jejich požáru nebo přehřívání povinnost používat izolační dýchací přístroje a taktické postupy pro zásah s přítomností hořlavých plynů a par.
5. Z důvodu kontaminace OOP nebezpečnými látkami se doporučuje provést jejich dekontaminaci mokrou formou (praním), a to včetně zásahové přilby, rukavic a obuvi.
6. V případech, kdy není možné efektivně využít výše uvedené metody chlazení, trakční baterie se opětovně rozhořívá a lze zamezit šíření požáru mimo zasažené vozidlo, **je možné nechat trakční baterii vyhořet**. Jako prevenci vzniku výbušné atmosféry je nezbytné vytvořit podmínky pro únik plynů z uzavřených částí vozidla (interiéru, zavazadlových prostor apod.), např. otevřením krytů, dveří apod.

5.10 Očekávané zvláštnosti / možné komplikace

Při zásahu je potřeba počítat s komplikacemi jako jsou

- špatné nebo chybějící označení druhu pohonu silničního vozidla,
- samovolný pohyb silničního vozidla,
- špatně přístupná 12V baterie nebo prvky pro odpojení HV části,
- možnost prudkého vznícení trakční baterie,
- možnost úrazu elektrickým proudem,
- celková vyšší hmotnost silničního vozidla,
- špatně označený nebo nepřístupný vypínač nabíjecí stanice,
- zaseknutý nebo zamknutý konektor nabíjecí stanice v zásuvce silničního vozidla,
- vývin toxických zplodin hoření, případně hořlavých plynů, které mohou způsobit kontaminaci zasahujících či osob nacházejících se v blízkosti místa zásahu,
- absence vhodné detekční techniky ve výbavě zasahujících jednotek PO,
- opětovné vznícení po uhašení a ochlazení,
- vyšší spotřeba vody a náplní pro dýchací přístroje,
- odletování hořících či přehřátých (500 °C) článků a jejich částí,
- kontaminace hasební i chladicí vody (silná alkalita),
- únik velkého množství elektrolytu,
- potřísnění zasahujících kontaminovanou vodou nebo elektrolytem,
- technicky náročná manipulace s vrakem silničního vozidla,
- nemožnost odbrzdění silničního vozidla a s tím spojený problém s transportem.

6 Vyproštění osob

Zásady pro bezpečné vyproštění osob **po deaktivaci HV části**, viz kapitola 5.3.3.

➤ **Komunikace s posádkou:**

- Pokud jsou osoby uvnitř vozidla při vědomí, je klíčové s nimi komunikovat a instruovat je, aby se nedotýkaly žádných kovových nebo elektrických částí, zejména v oblasti podlahy nebo konstrukce dveří.
- Upozornit posádku, aby omezila pohyby a zůstala v bezpečné pozici, dokud nebudou zcela zajištěny podmínky pro jejich vyproštění.

➤ **Minimalizace rizika dotyku s nebezpečnými částmi:**

- Před vyproštěním použít izolační příkrývky nebo ochranné materiály, které zamezí přímému kontaktu osoby s kovovými částmi vozidla, které mohou být pod napětím.
- Pokud je osoba v přímém kontaktu s kovovými prvky v blízkosti baterie nebo elektrických kabelů, postupovat velmi opatrně a nejprve zajistit vypnutí systému a přerušení potenciálního napětí.

➤ **Opatrnost při manipulaci s vyprošťovacími nástroji:**

- Při použití nástrojů, jako jsou hydraulické nůžky nebo rozpínák, je třeba mít jistotu, že tyto nástroje nepoškodí baterii, kabeláž nebo jiná vysokonapěťová místa.
- Upřednostnit přístup do vozidla dveřmi nebo okny, kde je riziko kontaktu s elektrickými částmi minimální. Vždy volit nejméně invazivní přístup.

➤ **Šetrné vyproštění osob s ohledem na rizika elektromobilu:**

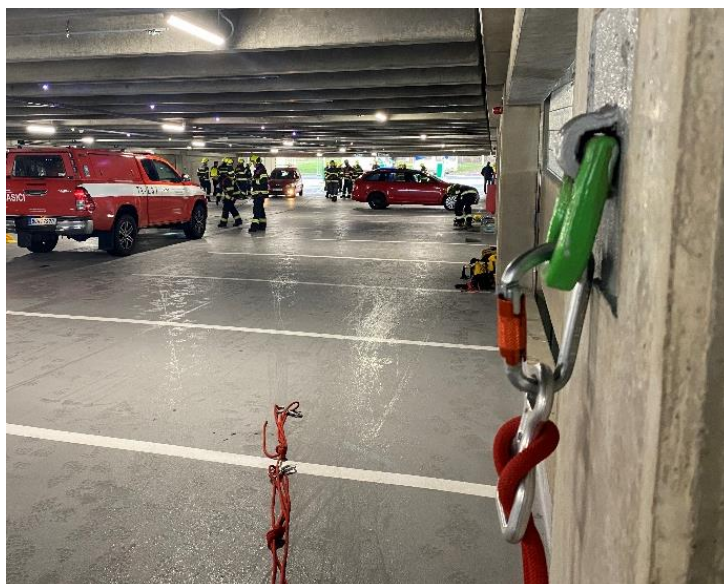
- Snažit se osoby vyprostit tak, aby nedocházelo k náhlému pohybu nebo náklonu vozidla, což by mohlo vyvolat posun baterie nebo jiných součástí.
- Pokud je v autě více osob, postupně a šetrně provádět vyproštění, aby nedošlo k zatížení konstrukce v místech, kde by to mohlo zvýšit riziko průchodu elektrického proudu.

➤ **Zajištění osob po vyproštění:**

- Jakmile jsou osoby vyproštěny, je nutné je bezpečně převést na místo mimo dosah vozidla a zajistit jim lékařskou pomoc.
- Vzhledem k možnému vystavení elektrickému napětí nebo úniku chemických látek z baterie provést první zdravotní kontrolu s ohledem na příznaky elektrického šoku či vystavení působení chemických látek.

7 Manipulace s vozidlem

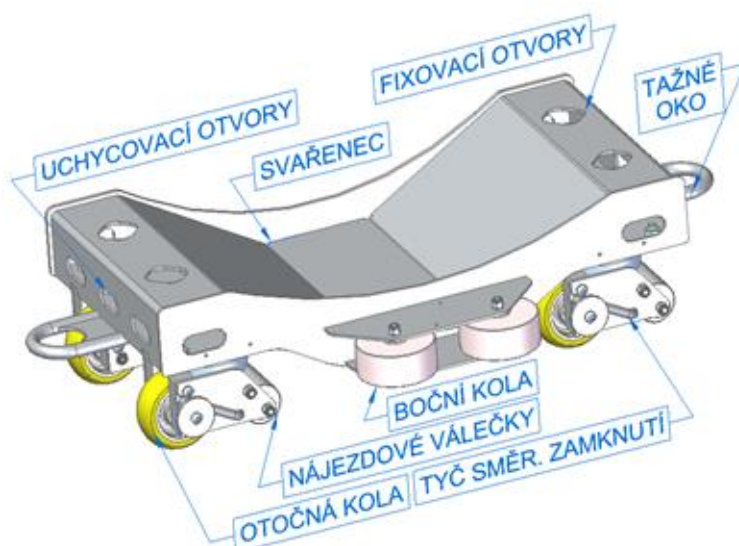
V případě, že velitel zásahu zhodnotí potřebu manipulovat s nepojízdným nebo požárem zasaženým vozidlem, je zapotřebí využít technických prostředků, kterými HZS ČR disponuje. K vyproštění se používá manipulačních vozíků, případně kombinace manipulačních vozíků a vyprošťovacího automobilu. Některé objekty jsou vybaveny i kotevními body (Obrázek 31) právě pro účely manipulace s vozidlem. Jejich existence by měla být uvedena v dokumentaci zdolávání požárů.



Obrázek 31 – Kotevní bod

7.1 Manipulační vozíky

Kromě standardně používaných manipulačních vozíků se stále častěji u HZS ČR objevuje speciální sada manipulačních vozíků určená pro zásahy u mimořádných událostí s přítomností EV/HEV. Tato sada se skládá ze čtyř manipulačních vozíků, konstrukce vozíku je zachycena na Obrázek 32. Sada umožňuje přesunovat nepojízdná vozidla s hmotností do 3 500 kg v prostorech s omezeným přístupem těžké techniky (podzemní garáže, vícepodlažní parkovací objekty, parkovací domy, střešní parkoviště s plošinovými auto výtahy, prostory se zpomalovacími prahy apod.), kde není možné použít běžné prostředky (odtahová vozidla a další). Výhodou této sady je oproti standardním sadám vyšší nosnost a odolnost vozíků, která je vyžadovaná zejména při zásahu s přítomností EV/HEV.



Obrázek 32 – Konstrukce manipulačních vozíků

Sadu je doporučeno (pro její operativní použití) umístit na přívěsný vozík, který je možné dopravit do místa nasazení ručně nebo pomocí vozidla. Celková hmotnost vybavení je do 750 kg.



Obrázek 33 – Přivěsný vozík

7.1.1 Použití

Další síly a prostředky pro nasazení sady pro manipulaci s vozidlem jsou min. družstvo 1+3 (instalace vozíků, usměrňování pohybu vozidla) + řidič vlečného vozidla, vlečné a brzdné vozidlo, vozidlo s navijákem dle situace na místě zásahu.

7.1.2 Technika použití

Sada pro manipulaci s vozidly se použije v případech, kdy je nutné nepojízdné vozidlo dostat mimo obtížně přístupný prostor a není možné použít jiné technické prostředky (výškové omezení, hmotnostní omezení, přístup k vozidlu u stěny, v řadě dalších vozidel apod.). Pohybovat je možné s uzamčenými i nepojízdnými vozidly (poškození podvozku nebo pohonného systému, vozidlo bez kol nebo poloosy apod.).



Obrázek 34 – Vozidlo připravené k manipulaci pomocí pojízdných vozíků

Použitím sady pro manipulaci s vozidlem dochází ke snížení rizika sekundárního poškození vozidla nebo okolních vozidel.

7.1.3 Postup umístění vozidla na manipulační vozíky

Postup umístění vozidla na manipulační vozíky:

1. Vozidlo se zabezpečí proti dalšímu pohybu (klín).
2. Velitel zásahu zhodnotí, zdali v trase transportu není omezení šířky. Pokud ano, zváží vhodné nasazení vozíčků pod kola (boční odvalovací kola budou směřovat směrem ke středu vozidla, nikoliv vně, a tím se výrazně zmenší celková šířka manipulované sestavy).
3. Pomocí zvedacího zařízení (šroubový zvedák se samosvornou převodovkou, pneumatický zvedák, zvedací vaky, hydraulické vyprošťovací zařízení) umístěného pod vozidlo (určené zvedací body na karoserii vozidla, podvozek, náprava pod) se vozidlo zvedne.
4. Pod kolo (poloosu) se umístí manipulační vozík a vozidlo se na něj spustí (kolečka souose aretována, vozíky je nutné stabilizovat pryžovými klíny proti možnému posunutí při zvedání protilehlé strany vozu – lité podlahy, leštěné betony apod.).
5. Kolo vozidla se pomocí popruhů upevní na vozík (poloosu), aby nedošlo k pohybu vozu při jeho transportu.
6. V případě, že má vozidlo poškozené pneumatiky, disky apod., podloží se dřevěnou podložkou.
7. Stejným způsobem se postupuje i v případě dalších kol.
8. Po umístění všech vozíčků dojde k propojení vozíčků na každé straně vozidla pomocí samonavíjecích popruhů.
9. Po odstranění pryžových klínů a souosé aretace je možné s vozidlem na vozíku manipulovat – současně jistit zasahujícími hasiči.
10. Připojení manipulačních vozíků za vozidlo je prostřednictvím kladky a kinetického lana s háky.

7.1.4 Manipulace s vozidlem

Manipulace s vozidlem je možná

- v podélném a příčném směru (aretace koleček),
- v úrovni podlaží, po nájezdových a sjezdových rampách, ve výtazích určených pro vozidla,
- v rámci překonání překážek (retardéry, nájezdy, zpomalovací prahy) až do výšky cca 7 cm. Překážka musí mít alespoň částečný nájezd, popř. se musí nájezd vytvořit na místě zásahu,
- kolem stěn, obrub díky bočním (vodícím) kolečkům.

Při manipulaci s vozidlem je vždy nezbytné zajistit jištění vozidla proti náhlému pohybu, zejména v případě šikmých ploch. Při pohybu vozidel je nezbytné zabránit tomu, aby došlo k přimáčknutí zasahujících hasičů mezi vozidlo a pevnou překážku.

Orientační hodnoty působení sil pro manipulaci s vozidlem jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4 Orientační hodnoty potřebné síly pro manipulaci

Vozidlo o okamžité hmotnosti cca 2700 kg	Potřebná síla (kN)/(kg)	Poznámka
Pohyb po rovině – uvedení do pohybu	0,68 kN / 70 kg	Hladký povrch: garážová stěrka, suchý
Pohyb po rovině – rovnoměrný pohyb	0,29 kN / 30 kg	Hladký povrch: garážová stěrka, suchý
Stoupání do 15 % – uvedení do pohybu	5,88 kN / 600 kg	Protismykový povrch, suchý
Stoupání do 15 % – rovnoměrný pohyb	2,94 kN / 300 kg	Protismykový povrch, suchý

Manipulace v horizontální rovině (v úrovni podlaží) je možná i pomocí tlačení a tažení vozidla zasahujícími hasiči.

V případě potřeby přepravit vozidlo na delší vzdálenost je možné sestavit soupravu vlečného a brzdného vozidla, viz Obrázek 35.



Obrázek 35 – Manipulace v soupravě vlečného, vlečeného a brzdného vozidla

7.1.5 Zásady bezpečné manipulace

Při vlečení vozidla v soupravě vlečného a brzdného vozidla a vytahování pomocí vlečného vozidla

- je nutné při překonávání příčného zpomalovacího prahu najíždět kolmo na něj a překonat jej bez zastavení (náběhové válečky vždy vpředu – ve směru jízdy),
- se doporučuje v případě spouštění na navijáku jistit spouštěné vozidlo lanem nebo klíny a usměrňovat jeho pohyb kolem obručnicků, stěn, sloupů apod.,
- je nutné při transportu soupravy zkoordinovat rychlost jízdy vlečného a brzdného vozidla – souhra řidiče (řidičů) a hasičů, kteří chůzí vozidlo jistí manipulačními popruhy,
- je nutné udržet maximální rychlost spouštění / vlečení soupravy je 5 km/h,
- je nutné při pohybu v prostorech zasažených požárem (hasební vodou, únikem PHM) zohlednit změnu třecí síly mezi pneumatikami a povrchem – možné podklouznutí vlečného nebo brzdného vozidla.

7.1.6 Zakázaná manipulace

Při manipulaci s vozidly se zakazuje

- pohyb osob mezi vozidlem a překážkou,
- spouštění pouze zasahujícími hasiči (bez brzdícího vozidla).

7.1.7 Další doporučení

Mezi další doporučení patří

- umístění ochranných prvků na zvedací prvky a pneumatické zvedáky,
- nácvik ve specifických objektech, předem vytipované kotevní body,
- vytipovaná vlečná a brzdná vozidla – např. VEA (tažné oko, tažné zařízení, naviják).

7.2 Využití vyprošťovacího vozidla VYA-L1Z

Manipulační vozíky (jak speciální uvedené v kapitole 7.1, tak i jiné používané) je pro účely vyproštění vozidla vhodné využít v kombinaci s vyprošťovacím automobilem. Ideálním vozidlem je VYA-L1Z, což je malý kompaktní vyprošťovací automobil s odtahovými brýlemi, tažným navijákem, dvěma páry přepravních vozíků, vždy o nosnosti 600 kg a dalším příslušenstvím, který umožňuje odtažení, vyproštění, nebo vytažení automobilů.

Automobil je vybaven systémem vzduchového odpružení, který udržuje vozidlo během nakládání, vykládání a přepravy elektromobilu ve stabilní správné jízdní poloze.

První pár odtahových vozíků je konstruován na možnost pohybu vytahovaného automobilu v přímém směru dopředu/dozadu (pevná kola).

Druhý pár odtahových vozíků umožňuje pohyb všemi směry (rejdovaná kola). Vyprošťovací automobil je pro své parametry vhodný na použití v úzkém prostoru podzemních garáží nebo jiných pro velkou techniku těžko přístupných místech.



Obrázek 36 – Ukázka vyprošťovacího automobilu VYA-L1Z

7.2.1 Princip možností vyproštění EV/HEV pomocí VYA-L1Z

Z hlediska sil a prostředků je nutné využít technicky a prakticky znalé družstvo 1+3, které v tomto prostředí nainstaluje oba páry vozíků a následně vytlačí vozidlo z nebezpečného prostoru k další manipulaci s VYA-L1Z.

Pokud se jedná o manipulaci s požárem zasaženým vozidlem v zakouřeném či jinak nebezpečném prostoru, je nutné použití dýchací techniky.

Po uhašení plamenného hoření a dostatečném odvětrání prostoru, vjede VYA-L1Z na místo určení k elektromobilu, kde za pomoci odtahových brýlí je jedna náprava elektromobilu nadzvednuta + zajištěna vázacím prostředkem. Druhá náprava je opatřena manipulačními vozíky se zajištěním. Takto připravený elektromobil je vyvezen mimo prostor garáže, viz Obrázek 37.



Obrázek 37 – Vyproštění vozidla

V případě nemožnosti přímého nasazení odtahových brýlí (vozidlo stojící u stěny, složitá manipulace) lze obě nápravy elektromobilu opatřit manipulačními vozíky se zajištěním a následně dojde k manuálnímu vymanévrování elektromobilu do potřebné polohy tak, aby bylo možné odtahové brýle nasadit a elektromobil vytáhnout z prostoru garáže podle výše uvedeného způsobu.

Jako další variantu vyproštění lze zvolit použití manipulačních vozíků na obě nápravy a elektromobil vytahovat pomocí tažného navijáku VYA-L1Z, čímž lze elektromobil vytáhnout z prostoru garáže či garážového stání, viz Obrázek 38.



Obrázek 38 – Vytážení vozidla pomocí navijáku

7.2.2 Výhody

Mezi výhody použití VYA-L1Z patří

- velice rychlé a efektivní nasazení VYA-L1Z,
- vhodná technická a taktická data vozidla,
- za ideálních podmínek vše obslouží vycvičená posádka 1+1,
- možnost tažení vyprošťovaného vozidla na delší vzdálenost,
- možnost rychlého překonávání výškového rozdílu při tažení vozidla z nižších pater podzemních garáží,
- možnost potřebného zvednutí taženého automobilu ramenem, při překonávání terénních nerovností na podlaze garáže,
- dálkové ovládání ramene při nakládání vozidla,
- využití lanového navijáku při vytažení vozidla z parkovacího stání,
- možnost transportu motocyklu,
- možnost vyproštění automobilu v situaci, kdy není možné nasadit AJ, TA, VYA nákladního typu, např. pod trolejemi apod.

7.2.3 Očekávané zvláštnosti

Mezi očekávané zvláštnosti použití VYA-L1Z patří

- větší vlečná křivka soupravy, než je vlečná křivka samotného vozidla,
- možnost ztráty adheze na přední nápravě z důvodu kluzké podlahy garáží (podlahy s kluzkými povrchovými úpravami, oleji kontaminované podlahy, stav a hmotnost vlečeného vozidla),
- rostoucí hmotnosti nových EV (nárůst osobních vozidel i nad 3,5 tuny).

7.2.4 Zásady bezpečné manipulace

1. **Instalace vozíků a navijáku.** Prvotní úkon zahrnuje nasazení manipulačních vozíků podle typu vyprošťování. Instalace probíhá na uhašený a ochlazený automobil za stálé kontroly termokamerou.
2. **Manipulace s elektromobilem v nebezpečných podmínkách.** V zakouřeném prostoru či při vysokém riziku se práce provádí v režimu se zvýšenou opatrností. Vozidlo je třeba dostatečně zabezpečit a posádku chránit použitím IDP, případně vodními proudy. Kontrola vozidla termokamerou je nutná z důvodu možného nestabilního chování baterie.
3. **Ovládání nástavby na dálku.** Dálkové ovládání umožňuje bezpečně manipulovat s ramenem vozidla z optimální vzdálenosti a umožňuje lepší kontrolu v krizových situacích.
4. **Kontrola stability podvozku při nakládání a přepravě.** Stabilita vozidla VYA-L1Z je klíčová. Před vyjetím se provádí kontrola zabezpečení elektromobilu a stabilizace nákladu, což snižuje riziko poškození vozidla i možného úrazu posádky.

8 První pomoc

První pomoc poskytovaná u mimořádné události s přítomností dopravního prostředku na elektrický pohon se může zaměřovat na širší škálu poranění. Mezi nejčastější typy poranění přímo související s elektromobilitou patří úraz elektrickým proudem, poleptání a intoxikace toxickými plyny a parami.

8.1 Úraz elektrickým proudem

Průchod elektrického proudu lidským tělem může způsobit těžká zranění až smrt. Poškození organismu se projevuje poruchami srdeční činnosti, poruchami vědomí, poruchami dýchání a vznikem popálenin. [20]

Zasažení vysokým napětím má často fatální následky a je komplikováno těžkými popáleninami až zuhelnatěním. Průchodem proudu vznikají svalové záškuby, které způsobují četné zlomeniny kostí a ochrnutí dýchacích svalů. Vysoké nebezpečí je zde i pro zachránce, jelikož i u nich může dojít k zasažení elektrickým proudem. Proto je nutné dbát vlastního bezpečí. Manipulaci se zasaženým lze zahájit až tehdy, je-li proud bezpečně vypnut či je osoba přemístěna na bezpečné místo!

První pomoc zahrnuje

- kontrolu stavu vědomí,
- zajištění základních životních funkcí,
- případné provedení resuscitace (postup resuscitačních úkonů je stejný jako při zástavě dýchání a oběhu),
- ošetření popálenin.

U úrazu elektrickým proudem je velice důležité provádět resuscitaci s AED (automatizovaným externím defibrilátorem), protože komorová fibrilace je u poranění elektrickým proudem velice častá.

V případě zachování životních funkcí se zjistí místo vstupu a výstupu elektrického proudu, tato místa se sterilně kryjí. Zajistí se tepelný komfort a pravidelně se kontroluje stav pacienta a jeho vývoj. Informativně se zjišťuje, jakým typem proudu a silou byla osoba zasažena.

8.2 Popáleniny

Osobu s popáleninami je nutno chránit před dalším vlivem tepelného záření. Kontroluje se stav vědomí a dýchání. Odstraní se ozdobné doplňky z kovu (prstýnky, náušnice, řetízky, náramky). Oděv, který nelze volně odstranit, se ponechá na těle.

První pomoc zahrnuje

- chlazení popálenin proudem vlažné vody především v oblasti obličeje, končetin a genitálu,
- krytí ostatní popálené plochy suchým sterilním krytím,
- zajištění kvalitního tepelného komfortu a protišokových opatření.

Dále se sleduje stav pacienta a jeho vývoj. V případě podezření na inhalační poranění dýchacích cest se poskytuje kyslíková terapie, o čemž se neprodleně informuje spolupracující posádka ZZS.

8.3 Poleptání

V důsledku zásahu na elektromobil může dojít i k poleptání. Prioritou při poleptání je bezpečnost zachránce i poraněného. Závažnost poleptání je vždy přímo úměrná kyselosti nebo zásaditosti látky, její koncentraci a době působení na tkáň. Podle povahy látky je vhodné místo mechanicky očistit nebo opláchnout proudem vody.

První pomoc zahrnuje

- opláchnutí velkým množstvím vody při zasažení žíravinami, zejména při poleptání očí, obličeje a sliznic,
- odstranění potřísněného oděvu z osoby pomocí stříhání oděvu, nikdy jej nepřetahujeme přes obličej zasažené osoby,
- dlouhodobé oplachování (minimálně 20 minut),
- krytí poleptané plochy suchými popáleninovými rouškami,
- při inhalaci chemicky dráždivých plynů a par je třeba zahájit podporu dýchání kyslíkovou terapií,
- vyvolávání zvracení při požití - **pouze bezprostředně po příhodě** (po delší době hrozí protržení stěny zažívacího traktu),
- neprovádění neutralizace látky (dochází tak ke vzniku termické reakce – prohloubení poleptaných ploch).

Je nutno zajistit kvalitní tepelný komfort pacienta a protišoková opatření, a dále sledovat stav pacienta a jeho vývoj. Informativně se zjišťuje druh a množství chemické látky, která byla použita.

8.4 Intoxikace toxickými plyny a parami

Akutní intoxikace je náhle vzniklá porucha zdraví způsobená biologicky aktivní látkou. Průběh otravy jde velmi těžko předpovídat, záleží na dávce, toxicitě, fyzickém a psychickém stavu postiženého.

První pomoc zahrnuje

- vynesení postiženého z místa výskytu toxických plynů a par,
- zajištění přísunu čerstvého vzduchu a
- kyslíkovou terapii.

9 Specifická rizika pro zasahující hasiče

Při zásahu na hořící **elektromobil** čelí hasiči specifickým **rizikům popálení a opaření**, která se liší od běžných požárů silničních motorových vozidel.

1. Tepelné záření a vysoké teploty:

- Při požáru EV/HEV se teploty pohybují až kolem 2000 °C (některé studie uvádí lokální maxima teplot blížící se hodnotám až 3000 °C).
- Tepelné záření může způsobit popáleniny i přes ochranné obleky, zejména při dlouhodobém působení.
- Baterie se může opakovaně znovu vznítit i po zdánlivém uhašení.

2. Opaření horkou párou nebo unikajícími plyny:

- Při zásahu se baterie může prudce zahřívat, což vede k vývinu horké páry,
- Nebezpečné jsou i toxické a hořlavé plyny, které mohou způsobit chemické popáleniny dýchacích cest.

3. Termický únik plynů a exploze článků:

- Pokud dojde k nekontrolovanému přehřátí baterie, může se řetězově vznítit celý bateriový blok.
- Jednotlivé články mohou explodovat, což může hasiče zasáhnout žhavými úlomky nebo proudem horkých plynů.

4. Kontakt s horkými částmi vozidla:

- Konstrukční prvky elektromobilu (kovové části, bateriový obal) zůstávají extrémně horké dlouho po uhašení.
- Hasiči se mohou popálit při dotyku nebo při nechráněné manipulaci.

9.1 Bezpečnostní opatření ke snížení rizik

Mezi základní opatření, která se liší od běžných požárů silničních motorových vozidel, patří

- použití **tepelně odolných ochranných obleků**, dýchacích přístrojů, rukavic a brýlí či štítu k ochraně zraku,
- udržování **bezpečné vzdálenosti** od EV/HEV, resp. od baterie, stále sledovat případné změny,
- zvolení efektivního taktického postupu zásahu,
- dlouhodobé **chlazení baterie** (i po zdánlivém uhašení).

10 Statistické sledování událostí

V rámci zadávání událostí do programu statistického sledování událostí (dále jen „SSU“) byly od roku 2023 přiřazeny příznaky vztahující se k událostem EV, HEV, ale i jiným zařízením obsahujícím bateriový pohon.

Příznak „Elektrovozidla“ by měl být přiřazen u těchto událostí:

- **POŽÁR** = jedná se o požár elektromobilu bez rozdílu vzniku požáru nebo o požár skladu baterií určených do elektromobilů. Platí i v případě požáru zařízení určeného pro nabíjení elektrovozidel.
- **DOPRAVNÍ NEHODA** = jedná se o dopravní nehodu, kde alespoň jedno vozidlo je elektromobil (není důležité poškození, či konkrétní zásah vůči elektromobilu).
- **TECHNICKÁ POMOC** = jedná se o typ závady, která má potenciál vést k požáru elektromobilu, nebo uskladněných baterií do elektromobilu. V případě technické závady může dojít k požáru např. v důsledku zkratu baterie nebo při výrobní chybě. V praxi se jedná např. o zásah
 - na elektromobil utopený ve vodní nádrži (např. rybník, řeka), který může vést ke zkratu baterie,
 - na elektromobil nebo uskladněné baterie, kdy nedošlo k dopravní nehodě nebo k požáru, ale baterie vykazuje známky poškození.

Příznak „Hybrid“ by měl být zadáván u těchto událostí:

- **POŽÁR** = jedná se o požár hybridního vozidla bez rozdílu vzniku požáru.
- **DOPRAVNÍ NEHODA** = jedná se o dopravní nehodu, kde alespoň jedno vozidlo je vybaveno hybridním pohonem (není důležité poškození, či konkrétní zásah vůči hybridu).
- **TECHNICKÁ POMOC** = jedná se o typ závady, která má potenciál vést k požáru hybridního vozidla. V případě technické závady může dojít k požáru např. v důsledku zkratu baterie nebo při výrobní chybě. V praxi se jedná např. o zásah:
 - na hybridní vozidlo utopené ve vodní nádrži (např. rybník, řeka), které může vést ke zkratu baterie,
 - na hybridní vozidlo, u kterého nedošlo k dopravní nehodě nebo k požáru, ale které vykazuje známky poškození baterie.

Příznak „Bateriový pohon“ by měl být zadáván u těchto událostí:

- **POŽÁR** = jedná se o požár dopravního prostředku částečně nebo plně poháněného bateriovým systémem vyjma elektromobilů (elektrokolo, elektrokoloběžka, elektromotocykl apod.) bez rozdílu vzniku požáru. Případně samostatný požár akumulátorů určený pro jejich provoz (nabíjení, skladování apod.).

- DOPRAVNÍ NEHODA = jedná se o dopravní nehodu, kde alespoň jeden z dopravních prostředků je částečně nebo plně poháněn bateriovým systémem vyjma elektromobilu (není důležité poškození, či konkrétní zásah vůči baterii).
- TECHNICKÁ POMOC = jedná se o typ závady, která má potenciál vést k požáru dopravního prostředku, který je částečně nebo plně poháněn bateriovým systémem vyjma elektromobilu. V případě technické závady může dojít k požáru např. v důsledku zkratu baterie nebo při výrobní chybě. V praxi se jedná např. o mimořádnou událost neklasifikovanou jako „POŽÁR“ nebo „DOPRAVNÍ NEHODA“, ale dopravní prostředek nebo baterie vykazuje známky poškození.

11 Závěr

Konspekt odborné přípravy 2-09, který se zabývá elektromobilitou, doplňuje metodický list č. 7D bojového řádu JPO „Silniční vozidla s elektrickým pohonem“ vydaný MV-GŘ HZS ČR v listopadu r. 2024. Konspekt se týká hlavně vedení zásahu na dopravní prostředky s bateriovým pohonem.

Vzhledem k rychlému vývoji baterií, prvků ochrany vozidla před požárem i vlastního zásahu je nutné, aby byl konspekt ale i metodický list č. 7D průběžně aktualizován.

12 Seznam zkratek

AC	alternating current (střídavý proud)
AJ	automobilový jeřáb
CAS	cisternová automobilová stříkačka
CNG	compressed natural gas (stlačený zemní plyn)
CO ₂	oxid uhličitý
DC	direct current (stejnoseměrný proud)
DME	dimethylether
DN	dopravní nehoda
EV	electric vehicle (elektrické vozidlo)
FVE	fotovoltaická elektrárna
HEV	hybrid EV (hybridní elektrický automobil)
HV	high voltage (vysoké napětí)
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IDP	izolační dýchací přístroj
IEA	International Energy Agency (Mezinárodní agentury pro energii)
IZS	integrovaný záchranný systém
JPO	jednotka požární ochrany
KHP/E	kontejner pro hašení pneumatik a elektromobilů
KOPIS	krajské operační a informační středisko
Li-ion	lithium-iontová baterie
LFP	lithium-železo-fosfátová baterie
LMO	lithium-mangan oxidová baterie
LNG	liquified natural gas (zkapalněný zemní plyn)
LPG	liquified petroleum gas (zkapalněný ropný plyn)
LTO	lithium-titan oxidová baterie
MSD	minimální sada dat
MV-GŘ HZS ČR	Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky
NA	nákladní automobil
NCA	nikl-kobalt-hliníková baterie
NiMH	nikl-metal hydridová baterie
NMC	nikl-mangan-kobaltová baterie
NTSB	National Transportation Safety Board Národního úřadu pro bezpečnost dopravy Spojených států amerických)
OA	osobní automobil
OOP	osobní ochranné prostředky
PB	propan–butan
PHP	přenosný hasicí přístroj
PHM	pohonné hmoty
PO	požární ochrana
SSU	statistické sledování událostí
TA	technický automobil
TCTV	telefonní centrum tísňového volání

TPPO	technické prostředky požární ochrany
TTD	technicko taktická data
VEA	velitelský automobil
VOC	těkavé organické látky
VH	velkoobjemové hašení
VYA	vyprošťovací automobil
VZ	velitel zásahu
ZOKT	zařízení pro odvod kouře a tepla
ZZS	zdravotní záchranná služba

13 Literatura

- [1] LIBICH, J. *Záporná elektroda pro lithno-iontové akumulátory. Teze disertační práce.* Vysoké učení technické v Brně, 2015.
- [2] DONGGUAN UFINE ELECTRONIC TECHNOLOGY. *Cylindrical VS Prismatic VS Pouch Cells: Which is Better?* [Online]. 4. 1. 2024. Dostupné z: <https://www.ufinebattery.com/blog/cylindrical-vs-prismatic-vs-pouch-cells/>
- [3] EV MARKETS REPORTS. *Comparison of Battery Cell Formats in the EV Industry.* [Online]. 2024. Dostupné z: <https://evmarketsreports.com/comparison-of-battery-cell-formats-in-the-ev-industry/>
- [4] WIKIPEDIA. *Lithium ion batteries.* [Online]. 18. 7. 2024. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery
- [5] BRANS, H. *Exploration of future battery types and safety.* Arnhem: Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2023. s. 14
- [6] LOHUM. *Types of Batteries Used in Electric Vehicles in India.* [Online]. 24. 12. 2023. Dostupné z: <https://lohum.com/media/blog/types-of-batteries-used-in-electric-vehicles-in-india/>
- [7] EVDB. *Which Cars Have LFP Batteries?* [Online]. 25. 7. 2024. Dostupné z: <https://evdb.nz/ev-battery>
- [8] ELECTRONICS FOR YOU. *Six Most Important Lithium-Ion Battery Chemistries.* [Online]. 25. 1. 2023. Dostupné z: <https://www.electronicshobby.com/technology-trends/six-most-important-lithium-ion-battery-chemistries>
- [9] MV-GŘ HZS ČR TÚPO. *Aktuální poznatky z elektromobility pro potřeby HZS ČR.* Praha, říjen 2020. s. 6
- [10] NORWEGIAN DIRECTORATE FOR CIVIL PROTECTION. *Risk assessment and handling of fire in lithium-ion batteries.* Tønsberg, listopad 2021. s. 26-27
- [11] WIKISKRIPTA. *Účinky elektrického proudu na organismus.* [Online]. 29. 3. 2025. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Účinky_elektrického_proudu_na_organismus
- [12] MV-GŘ HZS ČR. *Metodický list bojového řádu jednotek požární ochrany 7 D Silniční vozidla s elektrickým pohonem.* Praha, listopad 2024. s. 1
- [13] DVOŘÁK, O. *Elektromobily, jejich přínosy a rizika, 1. část.* Časopis 112: Odborný časopis požární ochrany, Integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. 2023, roč. 22, č. 07/2023, s. 12-13
- [14] DITTRICH, L. M. *Přehled deseti největších výrobců baterií: Kdo vlastně vyrábí základní část elektromobilů?* [Online]. 23. 12. 2019. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/clanky/prehled-deseti-nejvetsich-vyrobcu-baterii-kdo-vlastne-vyrabi-zakladni-cast-elektromobilu/>
- [15] AUTOSERVIS GARANT. *Hybrid servis.* [Online]. 2. 1. 2025 Dostupné z: <https://www.autoservis-garant.cz/hybrid-servis/>
- [16] CJ. *How Many Electric Cars Catch Fire Every Year [2023 Updated].* [Online]. 24. 7. 2024. Dostupné z: <https://www.carjunkya.com/electric-car-fire-statistics/>
- [17] EV FIRESAFE. *Electric vehicle battery fires.* [Online]. 2024. Dostupné z: <https://www.evfiresafe.training/ev-fire-latest-data>

- [18] MV-GŘ HZS ČR. *Vyprošťování u silničních dopravních nehod*. Praha, 2021. s. 112, 176
- [19] MARTINEC, J. *Audi Premium Platform Electric (PPE)*. [Online]. 2024. Dostupné z: <https://www.autoexpertportal.cz/elektromobilita/audi-premium-platform-electric-ppe/>
- [20] MV-GŘ HZS ČR. Metodický list bojového řádu jednotek požární ochrany 14 N *Nebezpečí úrazu elektrickým proudem*. Praha, listopad 2017.