

Ministerstvo vnitra České republiky
GŘ HZS ČR - Technický ústav požární ochrany

Aktuální poznatky z elektromobility pro potřeby HZS ČR



Řešitelé: mjr. Ing. Zdeněk Malkovský, *HZS Jihočeského kraje*
plk. Ing. Jan Karl, *Technický ústav požární ochrany*
plk. Ing. Ondřej Suchý, Ph.D., *Technický ústav požární ochrany*
ppor. Ing. Pavel Thin, *HZS Olomouckého kraje*

Praha, říjen 2020

OBSAH

Úvod	4
Lithiové baterie	4
Konstrukce baterií	4
Možnosti poškození baterií	6
Porovnání baterií	6
Studie bezpečnosti elektrovozidel.....	9
Zajištění identifikace mimořádné události s EV/H již na úrovni TCTV 112	10
Přijetí oznámení o události.....	10
Zjištění druhu pohonu vozidla prostřednictvím e-Call.....	11
Identifikace EV/H na taktické úrovni řízení	12
Přímé označení vozidel vnější, viditelné	12
Tovární označení	12
Označení na registrační značce.....	12
Dodatečné označení vozidla	13
Konektory nabíjení.....	14
Nepřímé označení vozidel.....	15
„HV“ kabeláž, konektory a štítky	15
Interiér vozidla.....	15
Lokalizace baterií	16
Požár vozidel s elektrickým pohonem	17
Rozdíl mezi hašením zařízení pod napětím dle standardních postupů a hašením EV-H.....	18
Ochlazování	20
Ochlazování vodním proudem.....	20
Ochlazování ponořením do vodní lázně	21
Předání místa zásahu po požáru	22
Použití CO ₂	23
Použití systému COBRA	24
Použití hasící plachty	24
Technické zásahy s EV/H	24
Postup zásahu při potopení EV/HV pod vodu	27
Identifikace EV/H ponořeného pod vodou	27
Před vytažením vozidla	27

Po vytažení vozidla z vody	28
Vytažení vozidla z objektů garáží pomocí manipulačních vozíků	29
Seznam zkratk	33
Zdroje literatury	33
Bibliografie.....	33

ÚVOD

Generální ředitelství vytvořilo v průběhu roku 2019 pracovní skupinu, která má za úkol zajištění odpovídající úrovně požární bezpečnosti v oblasti elektromobility. Pracovní skupina se zabývá dvěma oblastmi – oblastí prevence a oblastí represe.

Tento materiál se týká represivní části a vznikl ve spolupráci Technického ústavu požární ochrany a příslušníků Hasičského záchranného sboru.

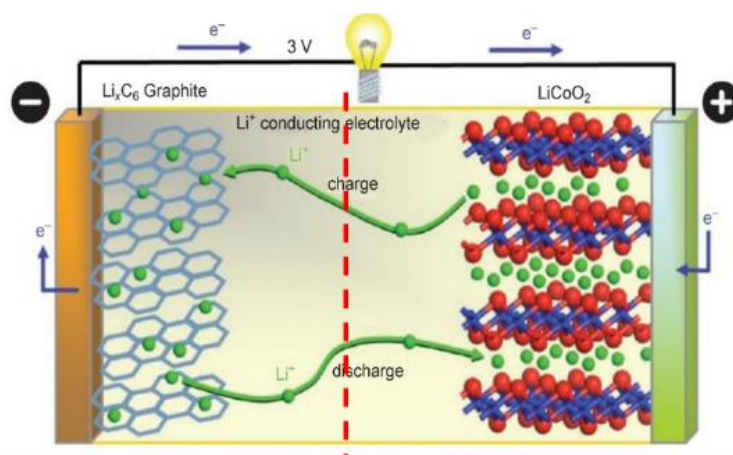
LITHIOVÉ BATERIE

KONSTRUKCE BATERIÍ

Princip baterií

Baterie je galvanickým elektrochemickým článkem, to znamená, že v důsledku reakce, která v baterii probíhá, dochází k tvorbě elektrického napětí. Baterie je tvořena dvěma poločlánky. Poločlánkem je elektroda ponořená do elektrolytu. Elektrody bývají často odděleny separátorem bránícím zkratování baterie.

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



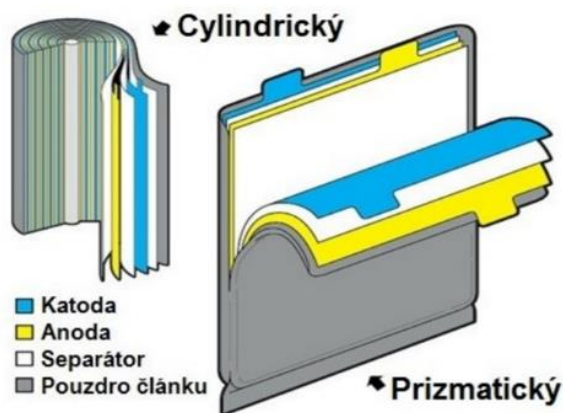
Obrázek 1 - Schéma Li baterie (1)

Při brždění ale naopak může docházet k dobíjení baterie, protože dojde k ukládání nahromaděné energie. Tento proces se nazývá **rekuperace** a nejčastěji se s ním setkáme u hybridních vozidel.

Při **dobíjení** dochází k připojení článku na **vnější zdroj napětí**. Dojde k elektrolýze. Mluvíme o elektrolytickém režimu a ke změně funkce elektrod.

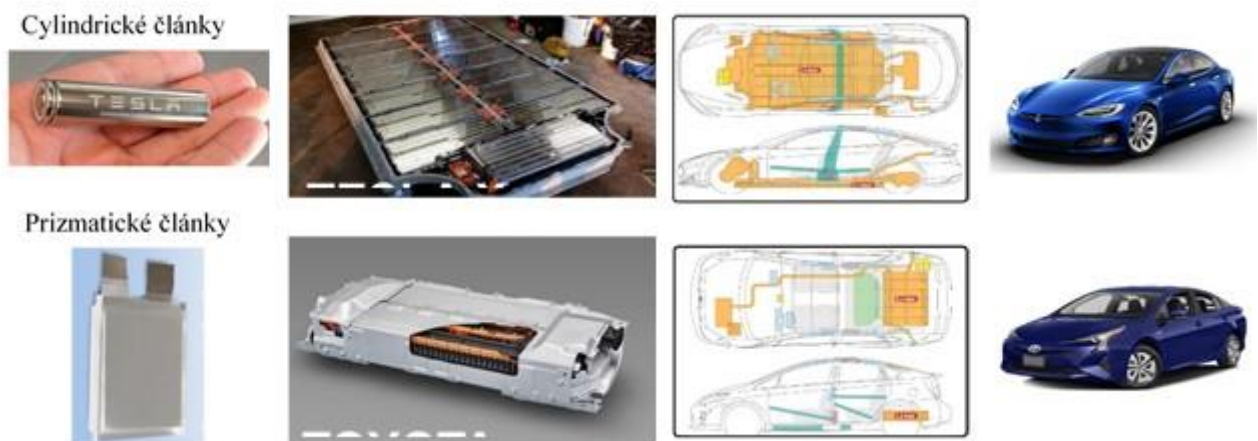
Konstrukce baterií dle tvaru

Baterie se skládá z článků. Články se od sebe liší i z hlediska tvaru. Mezi nejběžnější patří cylindrické (válcové) články a prizmatické články, viz Obrázek 2.



Obrázek 2 - Tvary Li článků

Články se pak skládají do modulů a moduly následně do packů („celých“ Li baterií). Vzhled článku, celého packu a zástupce daného tvaru baterie je uveden na Obrázek 3.



Obrázek 3 - Tvary Li baterií

Jedním z nejtypičtějších zástupců elektrovozidel je Tesla. Pro představu model Tesla S s výkonem 310 kW obsahuje 7104 „tužkových“ cylindrických článků (ve srovnání s běžným akumulátorem/článkem AA jsou o pár milimetrů delší i širší). (2) Typickým zástupcem elektrovozidel s prizmatickými články je např. Škoda Auto.

Konstrukce baterií dle použitých materiálů

Často se člověk v praxi setká s různým označením baterií – od lithiových baterií, přes Li-ion baterie až například Li-pol baterie. Na trhu se lze setkat s více než 10 typy dle použitých materiálů.

Mezi základní typy Li baterií patří:

1. **Li-ion baterie** – katoda LiCoO_2 , anoda LiC_6 nebo C, elektrolyt LiPF_6 , separátor PE/PP
2. **Li-pol baterie** – katoda LiCoO_2 , anoda LiC_6 nebo C, elektrolyt-separátor = pevný polymer (např. PMMA či PAN), polymerní obal baterie
3. **Lithium-železo-fosfátové baterie LFP** (příp. LiFe , LiFePO_4) - katoda LiFePO_4 , anoda Li nebo LiC_6
4. **Lithium-titanové baterie LTO** - katoda LiMn_2O_4 nebo LiFePO_4 , anoda $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$

LTO a LFP mají elektrolyt a separátor jako Li-ion baterie (liší se od Li-ion konstrukcí a materiálem elektrod).

Nejčastěji používanými typy baterií jsou Li-ion a Li-pol baterie.

MOŽNOSTI POŠKOZENÍ BATERIÍ

Při poškození baterie může dojít ke spuštění nežádoucí reakce uvnitř baterie. Reakce vyvolá nárůst teploty. Pokud nedojde k včasnému ochlazení baterie, dochází k uvolňování dýmu a následně může dojít ke vznícení baterie.

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. I když je dopravní nehoda elektrovozidla spojená s požárem noční mýrou hasičů, nelze očekávat, že bude k požáru docházet u každé dopravní nehody elektrovozidla, viz kapitolu Studie bezpečnosti elektrovozidel uvedenou níže.
2. **Elektrické namáhání.** K tomu může dojít např. použitím nevhodného typu nabíječky, či v důsledku poruchy.
3. **Tepelné namáhání.** I zahřátí baterie může způsobit spuštění reakce uvnitř baterie. K tomu může dojít např. při šířícím se požáru.

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.

POROVNÁNÍ BATERIÍ

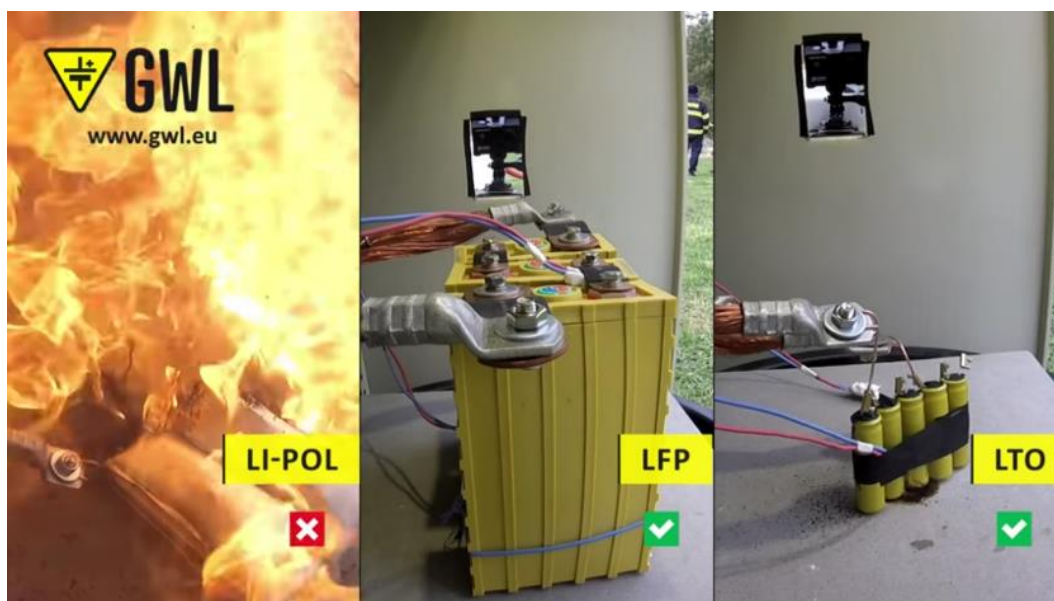
Níže v tabulce, Tabulka 1, je zpracováno porovnání nejčastěji používaných typů lithiových baterií. Není velkým překvapením, že baterie, resp. články, které mají největší energetickou hustotu a v důsledku toho i největší jmenovité napětí, patří i mezi nebezpečnější z pohledu požáru (dojde k náhlému uvolnění většího množství energie).

Tabulka 1 Porovnání lithiových baterií

	Li-ion	Li-pol	LFP	LTO
Použití – vozidla ^[2]	1) Renault 2) Ford 3) Volvo	1) KIA Soul EV, 2) Hyundai (hybridy)	1) Chevrolet Volt 2) čínská vozidla	1) Mitsubishi i-MiEV 2) Suzuki's Mild Hybrid
Energetická hustota ^[3]	100-265 Wh/kg	100-265 Wh/kg	90 – 160 Wh/kg	60 – 110 Wh/kg
Jmenovité napětí ^[3]	3,6 V	3,6 V	3,2 V	2,3 V
Výhody	1) Nejvyšší en. hustota 2) Cena 3) Pomalé snižování kapacity 4) Není nutné úplné vybití	1) Nejvyšší en. hustota 2) Lehčí, tvar 3) Odolnější než Li-ion, nevyteče 4) Není nutné úplné vybití	1) Odolnost proti tepelným únikům 2) Schopnost dodávat vysoký proud	1) Rychlé nabití/vybití 2) Možný provoz za nízkých teplot 3) Bezpečná a stabilní 4) Dlouhá životnost
Nevýhody	1) Nebezpečná zvláště při poškození 2) Teplota nabíjení poškozuje separátor	1) Cena 2) Teplota nabíjení poškozuje separátor	1) Nižší kapacita proti Li-ion 2) Předčasné selhání při hlubokém vybití	1) Nízké jmenovité napětí

Porovnáním jednotlivých typů baterií se zabývala i studie české firmy GWL Power, což je jeden z největších distributorů LFP baterií. (3) Během testů byly mezi sebou porovnávány 3 typy baterií – Li-Pol, LTO a LiFePO₄. Tyto baterie byly podrobeny přebíjení, vznícení, zkrat a mechanickému poškození.

Při prebíjení byly porovnávány mezi sebou Li-Pol 10 Ah, LTO a LiFePO₄. U Li-Pol baterie došlo k velmi intenzivnímu vývinu plamene, viz Obrázek 4.



Obrázek 4 - Zkoušky přebíjení

Při vznícení byly porovnávány mezi sebou Li-Pol 10 Ah, LTO 40 Ah a LiFePO₄ 40Ah. I v tomto případě došlo k teplotnímu úniku u Li-Pol, ale ne tak intenzivnímu, viz Obrázek 5.



Obrázek 5 - Zkoušky vznícení

Při zkratu byly porovnávány pouze 2 baterie a to LTO 40 Ah a LiFePO₄ 40Ah. V obou případech došlo k nafouknutí baterie a k následnému úniku elektrolytu, viz Obrázek 6.



Obrázek 6 - Zkoušky zkratu

U mechanického poškození baterií Li-Pol 10 Ah, LTO 40 Ah a LiFePO₄ 300 Ah. U těchto experimentů došlo jak k teplotnímu vývinu (v případě Li-Pol baterie), tak i k úniku velkého množství fluorovodíku. Ten je silně žíravý a při styku s kůží sliznicemi způsobí velmi bolestivé a špatně se hojící rány. Přesto, jak je patrné z Obrázek 7, osoby provádějící testy nebyly vybaveny ochrannými pomůckami. Ani po zkouškách se u nich neobjevila žádná nežádoucí reakce na uniklý plyn. Z toho lze usuzovat, že by uniklý plyn neměl představovat výrazné riziko pro zasahující hasiče.



Obrázek 7 - Zkoušky mechanického poškození

STUDIE BEZPEČNOSTI ELEKTROVOZIDEL

O bezpečnosti elektrovozidel panuje celá řada protichůdných informací. Lze se setkat na jedné straně setkat s informacemi o obtížích hasičů při hašení, na druhé straně pak, že jsou vozidla bezpečnější než vozidla na běžný pohon (benzín, nafta). Pro zachování objektivity udáváme 2 studie, které se bezpečností elektrovozidel zabývaly v nedávné minulosti.

První studie je studie společnosti Dekra. (4) Dekra je mezinárodní organizace poskytující expertní služby v oblasti bezpečnosti, a proto v německém Neumünsteru realizovala crash testy s osobními elektromobily. Ke zkouškám byly vybrány 3 Nissany Leaf a 1 Renault Zoe. Stáří vozidel bylo cca 5 až 8 let. Tato vozidla byla testována při rychlostech 84 km/h pro čelní náraz a 75 km/h pro boční náraz. Nárazovou plochou byl ocelový sloup. Pro srovnání, standardní crash testy, tj. nárazové zkoušky dle Euro NCAP probíhají v rychlosti 50 km/h navíc s větší plochou překážky (realizovány proti desce). Proto bylo při testech Dekry dosaženo násobně většího tlaku v místě nárazu, viz Obrázek 8.



Obrázek 8 - Vozidlo po bočním nárazu (DEKRA)

Přesto při zkouškách nedošlo ani v jednom případě k požáru. Navíc ve všech 4 případech došlo k automatickému odpojení sítě s vysokým napětím.

Dekra zároveň ve své studii zároveň i doporučila hasičům, jak postupovat v případě nehody elektrovozidla:

- odpojení sítě lze rozpoznat např. z vystřelených airbagů či indikátorů na palubní desce,
- postupovat s osobními ochrannými prostředky včetně dýchacích přístrojů. Důvodem je přítomnost jedovatých a dráždivých látek. Kromě fluorovodíku, který je přítomen v některých typech baterií, v bateriích může vznikat např. chlorovodík atd.
- v průběhu zásahu je vhodné kontrolovat teplotu pomocí termokamery,
- pro vlastní zásah doporučuje Dekra použití hasebních hřebů a následný požár uhasit vodou, příp. pomocí CO₂.

V jiné studii (5) se snažili autoři porovnat bezpečnost vozidel na základě počtu požárů. Kritérium byl počet požárů vozidel vztažených na 1 miliardu ujetých mil. Podle prohlášení firmy Tesla, jejich 300 tisíc vozidel ujelo v součtu vzdálenost 7,5 miliardy mil. Během toho u nich došlo k cca 40 požárům. Při přepočtu na 1 miliardu ujetých mil došlo k cca 5 požárům elektrovozidel Tesla.

Následně byl zjištěn počet požárů s vozidly na běžné pohonné hmoty (benzín, nafta), zdrojem této statistiky byla Národní asociace požární ochrany (NFPA). Pro vozidla se spalovacími motory je uváděna četnost 55 požárů na 1 miliardu ujetých mil.

Z prostého porovnání počtu požárů elektrovozidel a vozidel se spalovacími motory vztažených na 1 miliardu ujetých mil vyplynulo, že četnost požárů elektrovozidel je podstatně menší (více než 10x) než v případě vozidel s běžným pohonem.

Při zhodnocení studií (4) a (5) lze tedy konstatovat, že nebezpečí požáru elektrovozidel je menší než u běžných vozidel. Nicméně pokud k požáru dojde, je uhašení elektrovozidla obtížnější než v případě běžného vozidla.

ZAJIŠTĚNÍ IDENTIFIKACE MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI S EV/H JIŽ NA ÚROVNI TCTV 112

PŘIJETÍ OZNÁMENÍ O UDÁLOSTI

Druh pohonu vozidla aktivně zjišťuje od volajícího již operátor tísňové linky při odbavování tísňového hovoru. Informace může na operační středisko přijít i z jiného zdroje (např. e-call viz níže). V případě, že by se jednalo o událost s elektrovozidlem (EV) nebo hybridním vozidlem (HV), je nezbytné takovou informaci **standardizovanou formou** předávat dál. K tomu lze využít „popisu typu“ v němž je možné používat jednotné zkratky EV popřípadě HV. 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 vozidla“),

- P EV („požár elektrického vozidla“),
- Atp.

Operační středisko může informace využít k rozhodování již při prvotním vysílání sil a prostředků, např. v případě požáru EV, počítat se zvýšenou spotřebou vody, či v uzavřených prostorech se zvýšenou spotřebou dýchacích přístrojů apod.

ZJIŠTĚNÍ DRUHU POHONU VOZIDLA PROSTŘEDNICTVÍM E-CALL

Vyhláška 267/2017, o lokalizaci a identifikaci volajícího při volání na čísla tísňových volání v § 10 uvádí, že při využití služby eCall, dojde palubní jednotkou k vygenerování **datové zprávy** (minimální sada dat - **MSD**) se základními údaji o vozidle, mezi kterými je i typ paliva. Datová zpráva má standardizovaný minimální soubor dat dle ČSN EN 15722 a pro typ paliva je formou typu BOOLEAN („true“/“false“) označeno, zda se ve vozidle nachází:

- Benzinová nádrž
- Naftová nádrž
- CNG
- PB
- **Modul na skladování el. energie**
- Vodík
- Jiný druh pohonu

Informace o druhu paliva tedy dorazí v rámci MSD do systému TCTV 112, viz Obrázek 9.

Hovor eCall	
Komunikace	neurčeno
Svědék	<input type="checkbox"/> TSID
MSD [1] 15.07. 19:26:41	Ruční, důvěryhodná pol.
Aktivace:	Ruční
Volání:	Tísňové
Poloha:	důvěryhodná pol.
Polohy:	14°18'40,82"E, 48°55'46,...
Azimut:	136°
Čas aktivace:	15.07. 19:26:41
VIN	TMBJJ7NX4LY...
Typ vozidla:	M1
Typy paliv:	Nafta
Počet osob:	2
RSV [TMBJJ7NX4LY3...]	ŠKODA OCTAVIA
RZ	...
Tovární značka	ŠKODA, OCTAVIA
VIN	TMBJJ7NX4LY...
Datum první registrace v...	20200617
Datum první registrace v...	20200617
Barva	bílá
Palivo	Diesel
Počet míst k sezení	5
Hmotnost nejvyšší povol...	1990
Vlastník	...
Provozovatel	...
EU [TMBJJ7NX4LY3...]	...
VINDEKODER	TMBJJ7NX4LY...

Obrázek 9 - MSD na rozhraní operátora TCTV (12)

IDENTIFIKACE EV/H NA TAKTICKÉ ÚROVNI ŘÍZENÍ

PŘÍMÉ OZNAČENÍ VOZIDEL VNĚJŠÍ, VIDITELNÉ

TOVÁRNÍ OZNAČENÍ

Tovární označení vozidel se liší dle výrobců i konkrétního modelu. Nevýhodou je velká rozmanitost různých log a nápisů a nestálost značení v případě požáru. V současné době můžeme se stoprocentní jistotou dle továrního označení identifikovat elektromobily značky Tesla, vozidla této značky jsou výhradně na elektřinu. Tovární označení vozidla Tesla viz Obrázek 10.



Obrázek 10 - Příklad továrního označení vozidel Tesla

V továrních označeních ostatních výrobců je možné někdy najít určité sjednocující prvky. K těmto patří **použití modré barvy** v logu či nápisech na vozidle. U EV i HV můžeme dále nalézt označení obsahující písmeno „e“ př.: e- tron, e-drive, u HV je to výskyt slova „hybrid“ v označení, viz Obrázek 11



Obrázek 11 - Tovární označení EV a HV

OZNAČENÍ NA REGISTRAČNÍ ZNAČCE

Dalším velmi dobrým vodítkem k identifikaci elektrického pohonu vozidla může být registrační značka elektrického 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 (dále jen „registrační značka elektrického vozidla“, viz Obrázek 12), jde-li o silniční vozidlo používající 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.



Obrázek 12 - Registrační značka elektrického vozidla

Protože systém tohoto označení EV/H 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 HV na místě zásahu. Mnoho HV 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.

DODATEČNÉ OZNAČENÍ VOZIDLA

I po uvedení do provozu může být EV nebo HV dále označováno. Takové označení, může být dobrým vodítkem k identifikaci pohonu vozidla, viz Obrázek 13. Použitým slovním spojením „zero emission“, případně častým znázorněním kabelu s koncovkou, je upozorňováno na elektrický pohon vozidla. Na takovéto označení vozidel samozřejmě nelze 100% spoléhat.



Obrázek 13 - Dodatečné označení EV

Standardizovanou formou dodatečného označování vozidel je nově zaváděné značení dle 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 – viz Obrázek 14. Již dnes se můžeme s takto označenými vozidly na evropských silnicích setkat.



Obrázek 14 - Značky a související barvy pro identifikace paliva dle ISO 17840

KONEKTORY NABÍJENÍ

Velmi dobrým vodítkem k identifikaci elektrického pohonu vozidla je přítomnost konektoru nabíjení, který je umístěn pod krytkou na karoserii vozidla. V případě HV můžeme na vozidle nalézt navíc krytku chránící plnicí hrdlo konvenčního paliva. I když ne všechny HV mají konektory pro externí dobíjení trakčních baterií, je možné říci, že pokud konektor pro nabíjení na vozidle je, 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 16. Konektory mohou být v několika provedeních podle výrobce a podle lokality, ve které byl EV/HV uveden na trh viz Obrázek 15.



Obrázek 16 - Konektory dobíjení na EV a HV

	 Type 1	 Type 2	 GB/T
Charging mode 3, case B	 		
Charging mode 3, case C	 		
Charging mode 4	 		

Obrázek 15 - Druhy konektorů dobíjení EV a HV - AC a DC režim

NEPŘÍMÉ OZNAČENÍ VOZIDEL

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

„HV“ KABELÁŽ, KONEKTORY A ŠTÍTKY

Vzhledem k efektivnějšímu využití energie z baterií je v trakčních systémech EV i HV 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 HV (hybridních vozidel) se setkáme s max. cca. 600 V, takové napětí by bylo dle této terminologie označeno jako „nízké napětí“, což může mylně budít dojem „bezpečného napětí“. Z tohoto důvodu je lepší o „HV“ rozvodech hovořit jako o **rozvodech nebezpečného napětí**.

Výrazně oranžovou barvou nejsou označeny pouze kabely, ale i kryty konektorů. Příklady viditelných vysokonapěťových rozvodů v motorovém prostoru viz Obrázek 17.



Obrázek 17 – „HV“ rozvody viditelné v motorovém prostoru

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

LOKALIZACE 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.

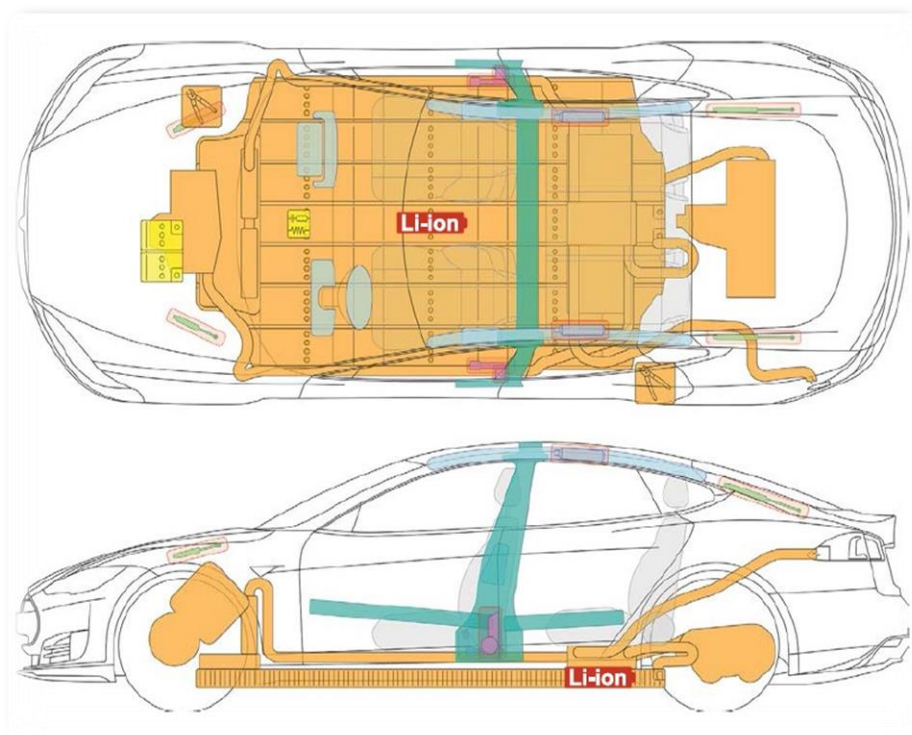
Je možné, že bude nutné baterie v průběhu zásahu ochlazovat, s touto variantou je potřeba vždy počítat s ohledem na umístění vozidla i jeho zajištění, tak aby byl kolem vozidla dostatečný manipulační prostor a byl přístup alespoň k jedné straně krytu trakční baterie.

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

Elektromobily (nejčastěji):

- Pod podlahou
- V centrálním tunelu vozidla

Příklad viz Obrázek 19 - Umístění trakčních baterií Tesla model X.

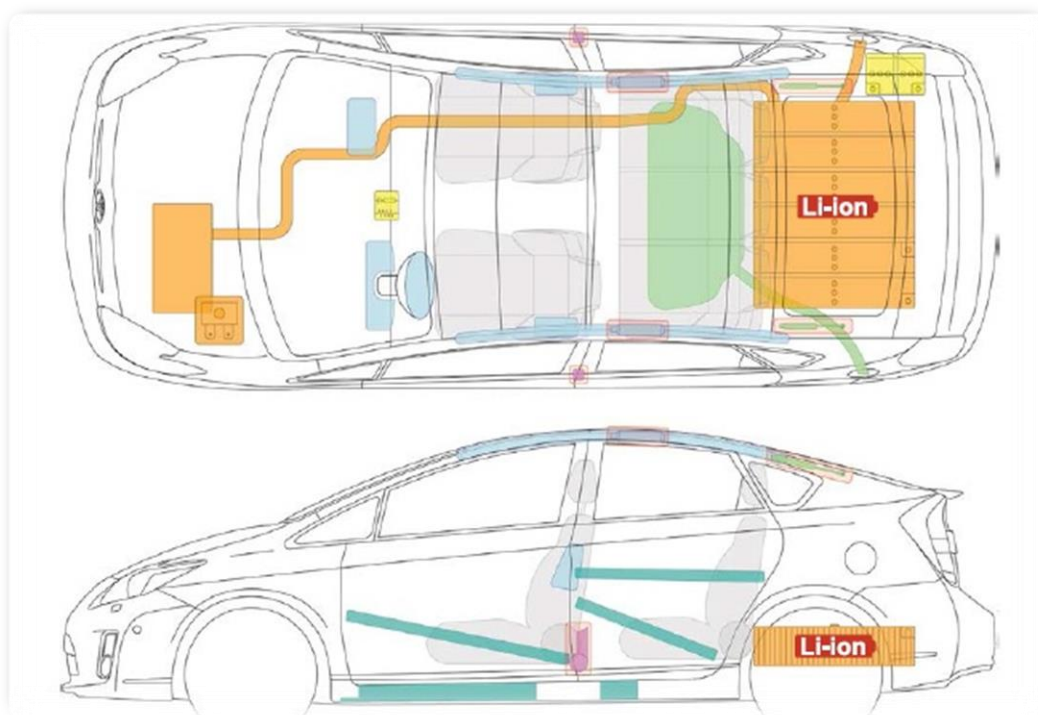


Obrázek 19 - Umístění trakčních baterií Tesla model X (10).

Hybridní vozidla (nejčastěji):

- Pod zadními sedačkami
- Za zadními sedačkami
- V zavazadlovém prostoru případně pod jeho podlahou
- Ve spodní části vozidla u zadní nápravy

Příklad viz Obrázek 20 - Umístění trakčních baterií Toyota Prius Plug-In.



Obrázek 20 - Umístění trakčních baterií Toyota Prius Plug-In (10)

I přes zajištění vozidla, odpojení 12V baterie či vypnutí servisních odpojovačů, zůstávají svorky uvnitř trakční baterie pod napětím. Pod napětím zůstávají i části vysokonapěťové soustavy vozidla, které se po odpojení trakční baterie postupně vybíjejí, některým komponentům trvá vybití i deset minut. Proto se k těmto „HV“ komponentům a rozvodům je potřeba chovat tak, jako by byly stále pod napětím, zbytečně s nimi nemanipulovat a nedotýkat se jich.

POŽÁR VOZIDEL S ELEKTRICKÝM POHONEM

Zdolání požáru elektrického vozidla se v mnohém shoduje s požárem konvenčního vozidla, dokážeme ho zvládnout běžně používanými prostředky, je ovšem třeba počítat s těmito specifiky:

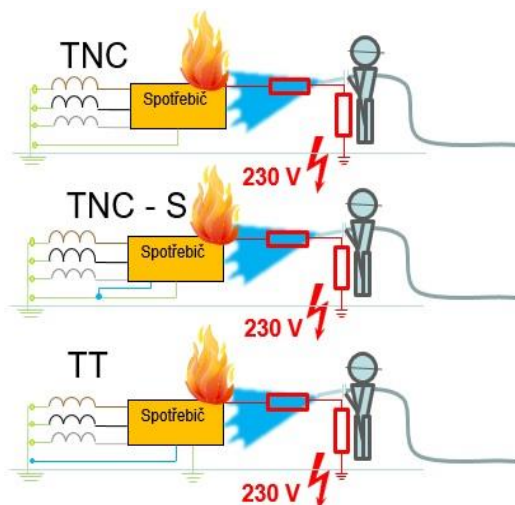
- **Možnost samovznícení či opětovného samovznícování trakční baterie**, to lze předpokládat i u zcela neporušené baterie, pokud byla vystavena teplotám vyšším než 80 °C. K samovznícení trakční baterie může dojít i mechanickým namáháním ať způsobeným samotnou událostí, nebo v průběhu záchranných prací. Samovznícení baterie může proběhnout, hodiny i dny po požáru vozidla, proto je nezbytné stanovit adekvátní opatření při předání místa zásahu.
- **Riziko úrazu elektrickým proudem**, „HV“ rozvody a samotná trakční baterie mohou být pod životu nebezpečným napětím, nejvyšší riziko ovšem představují vozidla připojená k nabíječce (viz samostatná kapitola níže). Určitým vodítkem může být doporučení Dekry uvedené v kapitole Studie bezpečnosti elektrovozidel, ale nelze se na to 100% spolehnout, protože se to vztahovalo pouze k Dekrou testovaným EV.
- **Možnost vzniku termálního úniku**, v průběhu požáru může dojít k přehřátí trakční baterie, náhlému uvolnění přehřátého elektrolytu a jeho prudkému vyhoření v blízkém

okolí vozidla. Je velmi důležité k hořícímu vozidlu vždy přistupovat v kompletním zásahovém oděvu a za použití dýchacího přístroje!

- **Možnost odletování článků baterie**, jak již bylo zmíněno výše, baterie se skládá z článků. Pokud je baterie vlivem události dezintegrována a jednotlivé články jsou uvolněny, může při požáru docházet k jejich odletování (především cylindrické články), mohou se ozývat i drobné výbuchy. Odletující články mohou nechráněné osoby poranit. Články baterie mohou rovněž zakládat další ohniska požáru v okolí. Významným rizikem je tento jev při událostech na rychlostních silnicích, dálnicích, mostních konstrukcích kde mohou odletující články ohrozit vozidla jedoucí v protisměru, případně prostor pod mostní konstrukcí (osoby, vozidla, budovy apod.).
- **Vyšší spotřeba dýchací techniky**, zplodiny hoření trakční baterie obsahují fluorovodík a doba, po kterou bude nutné dýchací techniku používat je delší než u požáru konvenčních vozidel.
- **Vyšší spotřeba vody**, trakční baterii bude nutné po uhašení požáru dále chladit, spotřeba vody na chlazení baterie může být i cca 30 m³ vody (někdy se uvádí dokonce více než 40 m³).
- **Hoření alkalických kovů** může být pozorovatelné po narušení článků trakční baterie. V trakční baterii mohou být obsaženy řádově kilogramy lithia, to je rozděleno v jednotlivých sekcích a člancích, ze kterých je baterie tvořena.
- **Mediální pozornost**, elektromobilita patří k silně mediálně sledovaným oblastem. Požáry elektromobilů jsou zatím ojedinělé a každý nový případ je podrobně sledován sdělovacími prostředky. V průběhu zásahu je potřeba počítat s podáváním informací, vytvořit podmínky pro média a informace podávat nejlépe prostřednictvím tiskových mluvčích.

ROZDÍL MEZI HAŠENÍM ZAŘÍZENÍ POD NAPĚTÍM DLE STANDARDNÍCH POSTUPŮ A HAŠENÍM EV-H

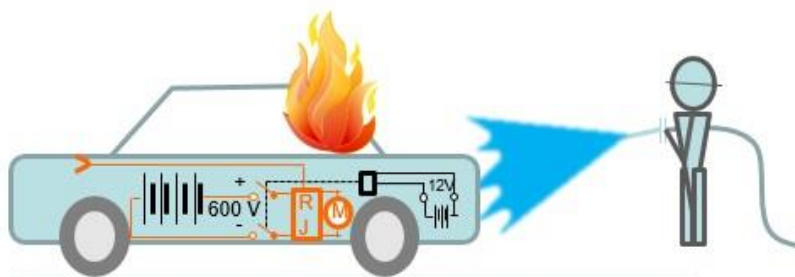
Při příjezdu na místo události je třeba vyhodnotit, zda je možné použití standardních hasebních prostředků s ohledem na úraz elektrickým proudem. Zejména u HV bude mnohdy potřeba hasit i konvenční paliva, což může být bez použití pěnidel, tak jak stanovuje bojový řád pro hašení zařízení pod napětím, problematické. Pravidla stanovená bojovým řádem pro hašení elektrických zařízení do 400 V, ovšem ne vždy platí pro požáry EV a HV. Obrázek 21



Obrázek 21 - Hašení zařízení pod napětím

znázorňuje situace, které jsou upraveny v bojovém řádu. Jak je možné vidět, pro hasiče představuje zařízení riziko především pro to, že je dokonale uzemněno, existuje tedy riziko průchodu elektrického proudu přes proud hasiva. Z tohoto důvodu je omezeno používání příměsí smáčedel a pěnidel, které zvyšují vodivost vody a je doporučeno hasit z definované bezpečné vzdálenosti a za min. plnicího tlaku.

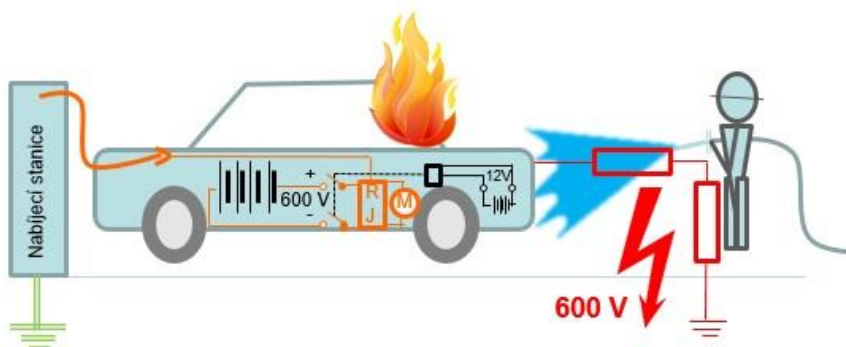
Při požáru volně stojícího EV nebo HV je situace jiná, napětí na svorkách baterií a „HV“ částech vozidla sice může dosahovat hodnot až cca 600 V, ale potenciál proti zemi je nulový a rovněž riziko pro zasahujícího hasiče, viz Obrázek 22. I při poškození pneumatik či dotyku



Obrázek 22 - Hašení volně stojícího EV nebo HV

částí karosérie země není možné hovořit o dokonalém uzemnění, v tomto případě je možné k hašení požáru využít i příměsí pěnidel.

Velmi rozdílná situace nastane, když je hořící vozidlo napojeno na nabíjecí stanici. V takovém případě může vlivem požáru dojít k poškození izolace „HV“ částí vozidla, vyřazení ochranných prvků „HV“ soustavy vozidla (degradace izolantů) a v nejhorším případě může vzniknout proti zemi potenciál odpovídající nejvyššímu potenciálu „HV“ částí vozu tedy cca 600 V, viz Obrázek 23. Riziko trvá i po vypnutí hlavního vypínače nabíjecí stanice, dokud je připojen nabíjecí kabel, může být vozidlo „dokonale uzemněno“. V takovém případě je nutné



Obrázek 23 - Hašení vozidla připojeného k nabíjecí stanici

se k vozidlu chovat jako k zařízení pod napětím do doby, než se vozidlo odpojí od nabíjecí stanice.

OCHLAZOVÁNÍ

Po uhašení požáru EV a HV je oproti požáru konvenčních vozidel nezbytné kontrolovat a případně ochlazovat trakční baterii vozidla, která by mohla být iniciátorem dalšího požáru. Hlavním důvodem ochlazování je zastavení předávání tepla mezi jednotlivými články a sekcemi baterie, i když by se část článků baterie při požáru vznítily, nemusí ještě vyhořet úplně všechny, viz Obrázek 24. Teplo vznikající jako důsledek chemických reakcí v člancích, případně zkratových proudů, je možné velmi efektivně odvádět ať již vodním proudem, nebo ponořením baterie (vozidla) do vody.



Obrázek 24 - Články baterie po požáru (6)

I když je nejefektivnější chladit baterii zevnitř, tedy aplikovat vodu přímo mezi články baterie, není doporučeno jakkoliv zasahovat do pouzdra baterie, aplikace vody mezi články je tedy možná jen v případě, že je pouzdro baterie již narušeno, požárem, případně nehodou. K aplikaci vody mezi články baterie je možné u některých modelů využít i větrací otvory baterií, ty ovšem nejsou vždy dostupné.

OCHLAZOVÁNÍ VODNÍM PROUDEM

Cílem je ochladit trakční baterii na teplotu okolí. K ochlazování je doporučena čistá voda bez příměsí aplikovaná na kryt trakční baterie jedním proudem „C“ (sprchový proud, kombinovaná proudnice) 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 (pro tento postup je na základě reálných zkoušek deklarována spotřeba vody 1 – 30 m³).

Při ochlazování je dobré vozidlo vhodně polohovat viz Obrázek 25. K snímání teploty



Obrázek 25 - Polohování vozidla při chlazení baterií (6)

krytu baterie je vhodné využívat termokameru a jasně tak identifikovat místo pro chlazení baterie viz Obrázek 26 - Snímek zasažené sekce baterie termokamerou, kde zasažená sekce prohřívá kryt baterie až na 500 °C.



Obrázek 26 - Snímek zasažené sekce baterie termokamerou (6)

Po úspěšném ochlazení baterie se doporučuje monitorovat její stav ještě dalších min. 45 minut (6), pokud i do té doby nedojde k samozahřívání baterie, případně k vývinu kouře, je možné místo zásahu předat se stanovením opatření po požáru, viz dále. Pokud máme k dispozici informace od výrobce, který stanoví dobu delší, je vhodné se těmito doporučeními řídit (např. Tesla doporučuje 60 min. (7)), v ostatních případech postačí obecný postup.

Tímto způsobem je možné požár EV i HV **zdotat i uchránit** část vozidla nezasaženou požárem.

OCHLAZOVÁNÍ PONOŘENÍM DO VODNÍ LÁZNĚ

Metoda ponoření do vodní lázně způsobí totální škodu na vozidle (8), 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, Obrázek 27, mohou vznikat výbušné plyny při elektrolyze, 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. Při této reakci dochází k charakteristickému **šumění a bublání („microbubbling“)** pozorovatelným v blízkém



Obrázek 27 - Ponoření vozidla do kontejneru (8)

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 4 – 75 obj. % a 4 – 95 obj. % ve směsi s kyslíkem). 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.

Před ponořením vozidla je tedy nezbytné vytvořit podmínky pro únik plynů z uzavřených částí vozidla. S tímto jevem je potřeba počítat i při umístění kontejneru. Pro ponoření vozidla je možné využít v podstatě jakýkoliv kontejner, který lze utěsnit. Vozidlo není potřeba ponořit celé, stačí, když budou zatopeny trakční baterie. K utěsnění kontejneru lze použít např. nízko-expanzní pěnu, případně velkou plachtu.

Vozidlo by mělo být ve vodní lázni alespoň 48 hodin. Po vyjmutí z kontejneru je možné místo zásahu předat se stanovením opatření po požáru, viz dále.

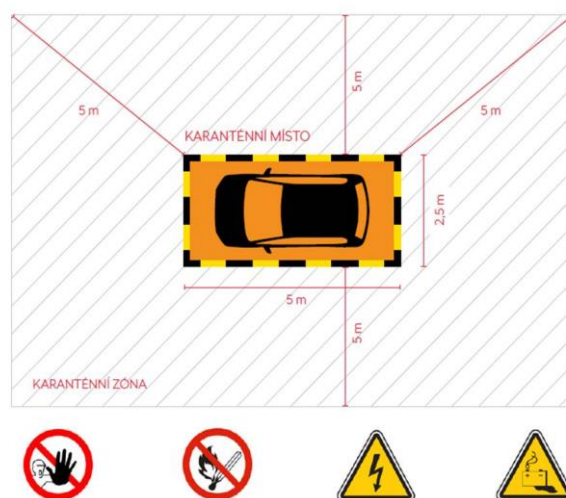
Je nezbytné počítat i s tím že ponořením vozidla vznikne kontaminovaná voda, kterou bude potřeba zlikvidovat. Vodu z kontejneru není možné vpustit do běžné kanalizace před provedením jejího rozboru (rozbor cca 2000,- Kč). Je pravděpodobné, že ji bude muset zlikvidovat odborná firma - cena za likvidaci cca 2000 Kč/m³. Při běžných rozměrech kontejneru lze předpokládat cenu za likvidaci odpadních vod 20 – 30 tis. Kč podle výšky naplnění.

PŘEDÁNÍ MÍSTA ZÁSAHU PO POŽÁRU

Trakční baterie, případně její část, která nebyla požárem zasažena, může být iniciátorem dalšího požáru. Porucha, která se v průběhu zásahu nijak neprojevovala, může požár způsobit v rádech 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. Příklad karanténního místa předepsaného výrobcem pro autorizované servisy vozidel viz Obrázek 28.

KARANTÉNNÍ ZÓNA / KARANTÉNNÍ MÍSTO



Obrázek 28 – Karanténní místo dle automobilového koncernu VW (9)

Zde je stanovena odstupová vzdálenost od hořlavých materiálů a konstrukcí budov na vzdálenost 5 m po dobu min. 48 hodin., společnost Tesla doporučuje odstupovou vzdálenost 15 m bez uvedení doby odstavení vozidla (7).

V rámci jednotného postupu byla stanovena pro EV a HV vystavená účinkům požáru doporučení k nařízení opatření směřující k odstranění opětovného vzniku požáru takto:

- Odstavit vozidlo obsahující trakční lithiovou baterii min. 5 metrů od hořlavých materiálů a konstrukcí budov a **zajistit nepřetržitý dohled po dobu min. 48 hodin.**
- Odstavit vozidlo obsahující trakční lithiovou baterii min. 15 metrů od hořlavých materiálů a konstrukcí budov po dobu 48 hod (bez nutnosti dohledu).

POUŽITÍ CO₂

I přes to, že mnoho požárů zařízení pod elektrickým napětím je hašeno právě CO₂, u vozidel s elektrickým pohonem to není ta nejefektivnější volba. Jeho hlavním hasebním účinkem je zředující efekt, který se na volném prostranství uplatní jen při aplikaci velkých množství, a efekt ochlazovací, který je pro zdolání požáru v tomto případě nejvíce potřeba, je zanedbatelný.

Aby bylo chlazení baterie účinné, bude nezbytné kontinuální chlazení v řádech desítek minut, na které nemusí být ani náplň plynového hasícího automobilu dostatečná.

Použití CO₂ je pro hašení vozidel s elektrickým pohonem přípustné.

POUŽITÍ SYSTÉMU COBRA

COBRA dokáže proříznout kryt baterie a aplikovat vodu přímo mezi články baterie, tedy efektivně chladit, ale už jen to, že je při zásahu narušen kryt baterie, není v souladu s doporučeními výrobců.

I když by v některých případech mohl být tento způsob efektivní, není možné vyloučit, že vodní paprsek a abrazivo poškodí vnitřní elektrické rozvody baterie, případně vyřadí z činnosti prvky baterie, které mají zabránit úrazu elektrickým proudem. Vodním paprskem rovněž mohou být narušovány články baterie, které zatím nebyly požárem nijak zasaženy a veškeré chemikálie z nich jsou zbytečně vyplavovány do hasební vody. S velkou pravděpodobností dojde i k prudké reakci alkalických kovů z narušených článků s vodou.

Pokud není pro konkrétní typ vozidla doporučeno toto hasicí zařízení s přesným uvedením místa řezu výrobcem, **nelze použití systému COBRA** pro zásah na požár vozidla s elektrickým pohonem **doporučit!**

POUŽITÍ HASÍCÍ PLACHTY

Hasicí plachta využívá k hašení principu izolace. Při zakrytí vozidla s elektrickým pohonem dojde sice velmi rychle k izolování od vzdušného kyslíku, ale rovněž k celkovému zahřátí vozidla včetně trakční baterie.

Baterie obsahuje nejen dostatek hořlavin, ale i oxidační činidla takže v případě že hoří, princip izolace bude neefektivní, rovněž vlivem rychlého celkového zahřátí dojde dříve k poškození článků baterie, které doposud nebyly požárem zasaženy, a může dojít k prudkému termálnímu úniku, který plachtu nadzvedne a náhle ohrozí zasahující hasiče.

Z tohoto důvodu **nelze použití hasicí plachty** na požáry vozidel s elektrickým pohonem **doporučit!**

TECHNICKÉ ZÁSAHY S EV/H

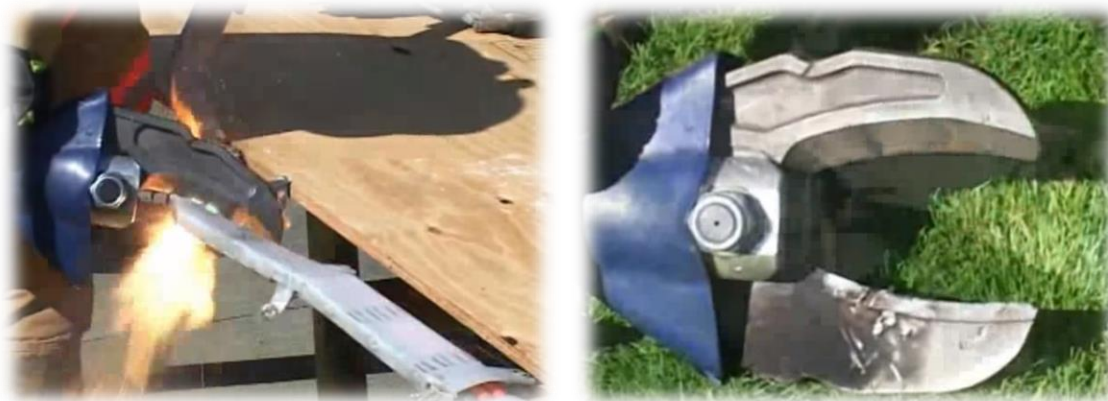
V případě že identifikujeme u technického zásahu vozidlo s elektrickým pohonem, ať již EV nebo HV, je potřeba neopominout několik specifík, která mohou následně zásah ztížit, způsobit zranění, nebo další škody.

Elektrický pohon je připraven pohánět vozidlo bez jakéhokoliv zvukového projevu, k vozidlu tedy je nutné přistupovat z boku, aby v případě že se rozjede, neohrozilo personál zasahujících složek.

Po standardně provedeném zajištění a imobilizaci vozidla zůstává největším nebezpečím trakční baterie, která je sice po odpojení 12 V rozvodu odpojena od vysokonapětového rozvodu, ovšem na vnitřních kontaktech baterie může být stále napětí až 600 V. Pozor je třeba dávat i na samotný „HV“ rozvod (výrazně oranžové kabely), který je sice po odpojení 12V baterie odpojen od trakční baterie, ale některé z jeho komponentů (kondenzátory) udrží původní potenciál po dobu i několika minut. I přes to, že jsou vozidla konstruována tak, aby došlo k rychlému samovybití těchto kondenzátorů, nelze na to spoléhat a k „HV“ rozvodům je třeba chovat se vždy tak, jako by byly pod napětím.

„HV“ rozvody jsou uloženy ve vozidlech tak, že při běžné práci s hydraulickým vyprošťovacím náradím nepřekážejí, i přes to je třeba dávat na tyto rozvody pozor a volit

metody vyprošťování tak, aby nebyl „HV“ rozvod nijak narušen, či mechanicky namáhán, to samé platí pro samotnou trakční baterii. Je zakázáno stříhat kabely „HV“ rozvodů, může to vést ke zničení čelistí nástroje, v horším případě k úrazu elektrickým proudem, nebo vzniku požáru viz Obrázek 29.



Obrázek 29 - Střih „HV“ rozvodu a zničení nástroje (11)

U vozidel s elektrickým pohonem musí být i při drobné, banální nehodě zkontrolován stav trakční baterie, vždy totiž existuje možnost, že byla při události poškozena a může následně způsobit požár vozidla.

Známky poškození baterie mohou být přímo viditelné či slyšitelné, jedná se o:

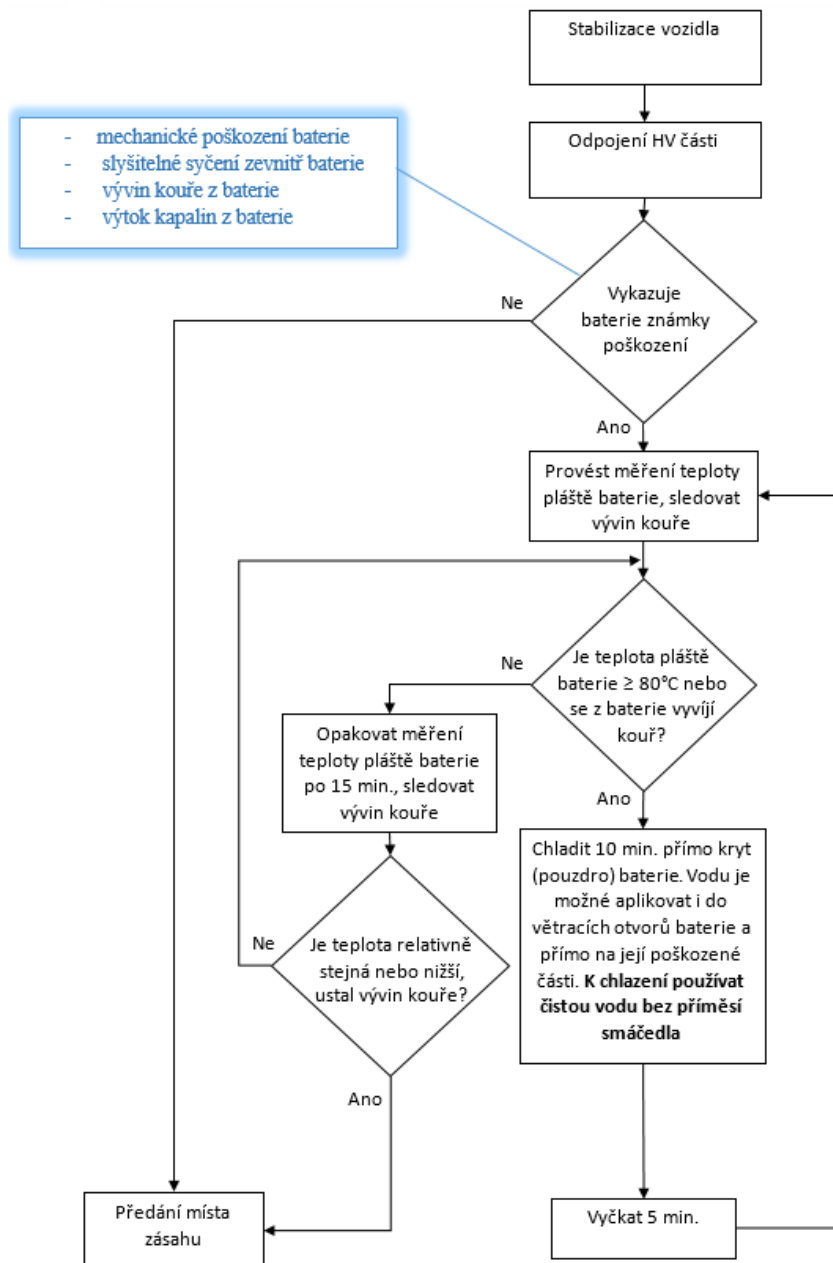
- mechanické poškození pouzdra baterie,
- syčení zevnitř baterie,
- výtok kapalin z baterie,
- vývin kouře z baterie.

Jestliže baterie nevykazuje výše zmíněné známky poškození, je možné místo zásahu po dokončení záchranných a likvidačních prací předat. V opačném případě je potřeba baterii sledovat, a pokud se z baterie vyvíjí kouř, případně teplota na jejím krytu dosahuje alespoň 80 °C, je potřeba ji začít chladit.

Právě kouř z baterie nebo teplota krytu baterie dosahující 80 °C jsou zásadními kritérii pro další postup jednotek u zásahu. Chlazení baterie, která je u některých modelů HV přístupné pouze z interiéru vozidla způsobí na vozidle značné škody, je ovšem třeba vnímat, že pokud baterie chlazená nebude, povede to s jistotou ke vzniku požáru vozidla, což by znamenalo v mnoha případech totální škodu na vozidle a případně ohrožení okolí.

Chlazení se provádí obdobným způsobem jako po požáru vozidla, tedy proudem „C“ (sprchový proud, kombinovaná proudnice) po dobu 10 min na kryt baterie. 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. Cílem je ochladit baterii na teplotu okolí a odvést teplo způsobené samozahříváním. Pokud se baterie dále sama nezahřívá, je vhodné zopakovat před předáním místa zásahu měření teploty krytu baterie ještě po 15 min od ukončení cyklů chlazení. Tento interval je adekvátně zkrácený oproti požáru, kde je doporučeno další měření za 45 min., baterie totiž nebyla namáhána takovými teplotami jako při požáru. K zjišťování teploty krytu baterie, je doporučeno využít termokameru a průběžně vyhodnocovat vznik popřípadě zánik teplých ložisek.

Výše zmíněné je znázorněno na Obrázek 30, který se vztahuje k technické události. Na rozdíl od požáru nemá velitel zásahu možnost nařizovat opatření, ta jsou výslovně podmíněna **opětovným vznikem požáru**, rozhodně je ale vhodné doporučit v rámci předání místa zásahu stejná opatření jako po požáru.



Obrázek 30 - Algoritmus postupu - technická událost

POSTUP ZÁSAHU PŘI POTOPENÍ EV/HV POD VODU

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 HV baterie (např. Ford u modelů Escape, Fusion, Mariner, Milan Hybrids).

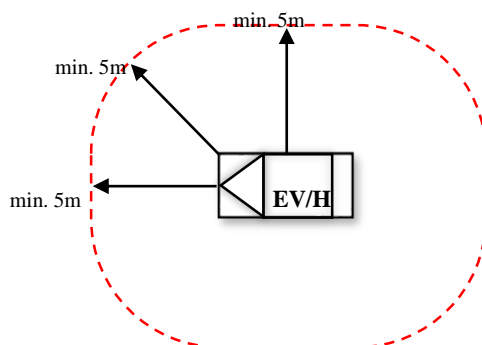
IDENTIFIKACE EV/H PONOŘENÉHO POD VODOU

Mimo již výše zmíněné možnosti identifikace vozidel, u ponořených EV a HV může docházet k již výše popsanému efektu **šumění a bublání („microbubbling“)** pozorovatelným v blízkém okolí a nad ponořeným vozidlem.

Při porušení baterie a pouzder jednotlivých článků, bude u vozidla viditelná prudká reakce, doprovázená výronem plynů vznikajících při reakci alkalických kovů s vodou, viditelné může být i světlo touto reakcí produkované.

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. 5m) od objektů a hořlavých materiálů, viz Obrázek 31. K tomuto místu přivést 1 proud „C“ pro hašení, případně chlazení baterií vozidla po jeho vytažení z vody. Pokud takové místo není, ustavit ještě před vytažením vozidla kontejner, do kterého bude možné vozidlo uložit a případně ho zaplavit.



Obrázek 31 - Odstavné místo pro EV/H

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 proběhne.

Při práci ve vodě je doporučeno využívat suché obleky vybavené suchými rukavicemi, při nasazení potápěčské skupiny využívat navíc celoobličejové masky. Je vhodné postupovat dle obecných pravidel pro vyzvedávání vozidel a předmětů z vody při dodržení následujících zásad:

- **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.
- **Nikdy neodpojovat „HV“ části vozidla dokud je zaplavené!**
- **Uvázání vozidla provádět tak, aby se popruhy nedotýkaly „HV“ částí vozidla a rovněž tak, aby se váha vozidla nijak nepřenašela na pouzdra baterií.** Při zatížení těchto komponentů může dojít ke zkratu, vývinu tepla a poškození vazacích prostředků, to může vést k pádu uvázaného vozidla, případně ke vzniku požáru uvázaného vozidla.
- **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/H 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.**

PO VYTAŽENÍ VOZIDLA Z VODY

Vozidlo je nutné stabilizovat a zajistit proti pohybu. Následné odpojení „HV“ rozvodů může být provedeno odpojením 12 V baterie, případně servisního odpojovače „HV“ baterie. Veškeré tyto práce je vhodné dělat v kompletním zásahovém oděvu s nasazeným dýchacím přístrojem do doby, než je zjištěn bezvadný stav trakční baterie.

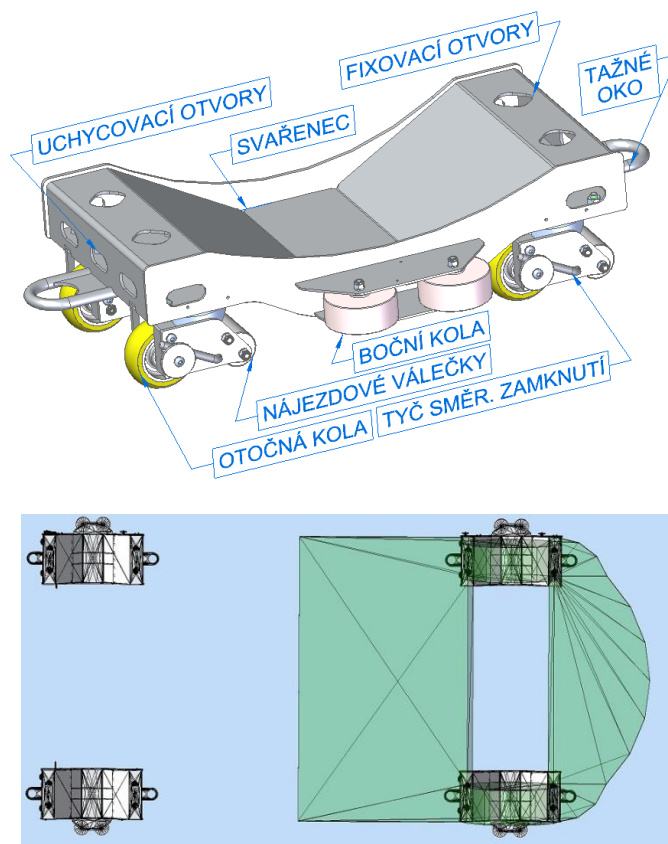
Stejně jako u konvenčních vozidel je nutné zajistit trvalé odvětrávání interiéru vozidla.

Následně by měla být provedena důkladná kontrola trakční baterie, dle postupu popsaného viz Obrázek 30.

VYTAŽENÍ VOZIDLA Z OBJEKTŮ GARÁŽÍ POMOCÍ MANIPULAČNÍCH VOZÍKŮ

Manipulační vozíky, Obrázek 32, slouží k manipulaci s imobilním vozidlem mimo požárem zasažený prostor. Vozidlo je nutné na manipulační vozíky umístit pomocí pneumatického zvedáku v místech k tomu určených výrobcem (modelová situace, kdy doposud není jasné, že se jedná o totální škodu poškozeného vozidla), popř. zvedání dalšími technickými prostředky v jakýchkoliv místech zespod vozidla, kdy je již patrné, že případné sekundární škody způsobené zvedáním zasahujícími hasiči v místech jiných než uvedených výrobcí, nebudou nežádoucí po zásahu.

Pod každým kolem je poté umístěný jeden vozík. Nosnost 1000 kg, max. manipulační rychlost 5 km/hod.



Obrázek 32 – Schéma a konstrukce manipulačního vozíku

Konstrukce vozíku je tvořena lůžkem – základnou se čtyřmi pojezdovými koly, před nimiž jsou uchyceny nájezdové válečky, které slouží k překonání příčných zpomalovacích prahů – např. v obchodních centrech, parkovištích, obytných zónách atd. Vozíky jsou vybaveny upínacími tažnými oky a uchycovacími popruhy. Ty slouží k samotné manipulaci s vozidlem (uchycení lan, řetězů, textilních úvazků, háčků a omega třmenů). Platformy pojezdových koleček s nájezdovými válečky je možné v přímé ose zaaretovat tyčí směrového zamknutí, pro případ omezení příčného pohybu imobilního vozidla popř. pro omezení pohybu vozidla na nerovném povrchu.

Vnější bočnice základny vozíků jsou vybaveny bočními kolečky, viz Obrázek 33. Ty slouží k eliminaci sekundárních škod vzniklými při jízdě kolem zdí a je vhodné je využít jako vodící prvek kolem vodících obrubníků (parkovací domy, obchodní centra apod.)



Obrázek 33 – Boční kolečka

Postup zvedání vozu

Nejdříve postupně zvedáme kola na jedné straně vozu. Vždy každé zvlášť. Na opačné straně vozu je nutné mít min. jedno kolo zajištěno proti pohybu. Po umístění jedné strany vozu na vozíky je nutné oba vozíky omezit v pohybu. K tomu je výhodné využít sadu stabilizačních klínů, kdy je umístíme pod spodní úchyt bočních koleček, viz Obrázek 34. Zvedání druhé strany vozu je totožné.



Obrázek 34 – Zajištění vozidla proti pohybu

Po umístění vozíků pod kola vozu je nutné každé kolo k vozíku přichytit upínacím popruhem s ráčnou. Poté je vhodné provést propojení dvou vozíků na každé straně vozu mezi sebou upínacím popruhem – doporučen samonavíjecí popruh. Tím omezíme pohyb pružných částí na manipulačních vozících při transportu technikou HZS.

Na vozíky lze umístit i kola vozidla, jehož směr není rovnoběžný se zadními - vytočená přední kola po zaparkování vozidla.

Po celkovém zajištění vozu na vozících je možné s vozem manipulovat, Obrázek 35. Za tažná oka lze uchytit lana, řetěz, popř. prvek, který bude sloužit k manipulaci a regulaci pohybu.



Obrázek 35 – Manipulace s vozidlem

Po rovném povrchu lze transportovat imobilní vozidlo zasahujícími hasiči popř. technikou HZS/PČR.

V případě vytažení vozu z **1. PP** a **přímém výjezdovém směru** je možné ručně (zasahujícími hasiči) imobilní vozidlo dovézt pod lomení – rampu, kde jeho faktické vytažení provede např. výjezdová CAS s navijákem (umístění techniky přímo před výjezdový otvor).

V případě vytažení vozu z **nižších pater než 1. PP**, lze s vozidlem manipulovat zásahovým vozem, který je vybaven tažným zařízením s odpovídající únosností popř. s tažným okem (pevným popř. šroubovacím).

V případě transportu vozu z **vyšších pater** směrem dolů je imobilní vozidlo vždy první a až za ním je vozidlo provádějící transport – jistění. Uvedené jistící vozidlo je v nevhodnějším případě vybaveno navijákem popř. okem, které je součástí karoserie / rámu vozu.

Transport vozu je poté řešen jako triangel – upevnění za tažná oka vozíčků a bodu tažného resp. jistícího vozu HZS/PČR. Absenci kotevního místa v ose vozu (např. tažného zařízení nebo navijáku), lze nahradit umístěním ocelové kladky uchycené na textilním úvazku za tažné oko. Kladkou poté prochází pružné kinetické lano ukončené háčky, viz Obrázek 36.



Obrázek 36 – Upevnění za tažná oka vozíků

Samotná manipulace je poté souhrou řidiče a hasičů, kteří pohyb imobilního vozu kontrolují. Souhra je patrná zejména při překonání zlomu mezi rovinou horního patra a šikmé roviny/rampy. Boční kolečka opět tvoří směrově regulační prvek kolem vodících obrubníků (parkovací domy, obchodní centra apod.), viz Obrázek 37.



Obrázek 37 – Manipulace s vozidlem

Po ukončení transportu vozu je nutné sestavu zabrzdit stabilizačními klíny.

SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Význam
AC	střídavý proud (alternating current)
DC	stejnoseměrný proud (direct current)
DN	dopravní nehoda
EV	elektrické vozidlo
EV/H	elektrické vozidlo/hybrid
HV	hybridní vozidlo
„HV“	vysokonapěťový (high voltage)
LFP	lithium-železo-fosfátové baterie
LTO	lithium-titanové baterie
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
MSD	minimální sada dat
NA	nákladní automobil
NCAP	nezávislé konsorcium, které provádí crash testy automobilů (New Car Assessment Programme)
NFPA	Národní asociace požární ochrany (National Fire Protection Association)
NIS IZS	Národní informační systém integrovaného záchranného systému
OA	osobní automobil
P	požár
PE	polyethylen
PP	polypropylen
TCTV	telefonní centrum tísňového volání
VW	Volkswagen

ZDROJE LITERATURY

BIBLIOGRAFIE

1. **Miller, Peter.** Johnson Matthey Technology Review. *www.technology.matthey.com*. [Online] 2015. <https://www.technology.matthey.com/article/59/1/4-13>.
2. **Srb, Luděk.** Jak to, že Tesla dosáhne výkonu 310 kW z „tužkové“ baterie? *www.elektrickevozy.cz*. [Online] 13. 2 2018. <https://elektrickevozy.cz/clanky/jak-to-ze-tesla-dosahne-vykonu-310-kw-z-tuzkove-baterie>.

3. **Power, GWL.** Dangerous vs. Safe batteries, Explosion and fire test! *www.youtube.com*. [Online] 7. 11 2017. Dangerous vs. Safe batteries, Explosion and fire test!. <https://www.youtube.com/watch?v=Qzt9RZ0FQyM> .
4. **Jánský, Martin.** Brutální crash test prověřil bezpečnost elektromobilů. *www.garaz.cz*. [Online] 22. 11 2019. <https://www.garaz.cz/clanek/brutalni-crash-test-proveril-bezpecnost-elektromobilu-21002951>.
5. **Isidore, Chris.** Are electric cars more likely to catch fire? *https://money.cnn.com*. [Online] 17. 5 2018. <https://money.cnn.com/2018/05/17/news/companies/electric-car-fire-risk/index.html>.
6. **Archer, Brock.** High Voltage Vehicle Firefighting. *Youtube*. [Online] 8. duben 2019. <https://www.youtube.com/watch?v=8n5Wf7TIGrU&t>.
7. **Model 3 Emergency Response Guide. 3500 Deer Creek Rd, Palo Alto, CA 94304, Spojené státy : Tesla, INC., 2012-2017.**
8. **Janovský, Václav.** *Požár HV BMW Praha - Čestlice. Kladno : HZS Středočeského kraje, 2020.*
9. **CB Auto, a.s.** *Podklady pro zřízení plochy určené pro izolaci vozidel. 2019.*
10. **NFPA'S ALTERNATIVE FUEL VEHICLES SAFETY TRAINING PROGRAM EMERGENCY FIELD GUIDE. Quincy, Massachusetts : National Fire Protection Association, 2018. ISBN: 978-1455912742.**
11. **Tech, MGS.** Toyota Prius High Voltage Wire Cut. [Online] 2013. [Citace: 20. prosinec 2019.] https://www.youtube.com/watch?v=aZ7I_150bqU.
12. **HZS Plzeňského kraje.** *Snímek minimální sady dat (MSD) ze systému TCTV 112. 2020.*