

The background of the entire page is a textured pattern of light blue and brownish-orange, resembling weathered paint or wood grain. A solid black horizontal bar is positioned across the middle of the page, containing the title and author information.

Elektromobilita

VYPRACOVAL: JAN BIDMON

Druhy a konstrukce elektrifikovaných vozidel

Rozdělení druhu pohonu

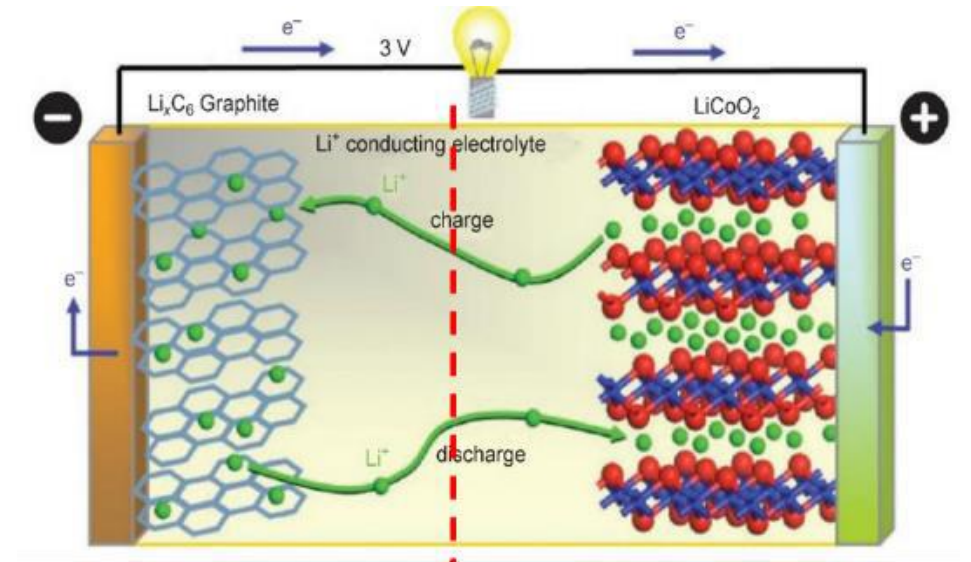
- Microhybrid:** vozidla se Start / Stop a rekuperací
12V EFB/ EFB+/ AGM baterie
- Mildhybrid:** navíc k microhybridu: vozidla, která jsou v pohonu spalovacím motorem podporována elektromotorem
Lithium-iontové baterie 12V/ 48V
- Vollhybrid: (HEV)** navíc k Mildhybridu: vozidla jsou schopná čistě elektrické jízdy (Hybrid Electric Vehicle/Hybridní vozidla)
NiMH baterie 288V/ Lithium-iontové baterie 266V
- PHEV:
(Plug-In)** navíc k HEV: možnosti dobíjení s pomocí místního síťové elektroinstalace
Lithium-iontové baterie 300V - 400V
- BEV:** Batterie Electric Vehicle/elektromobil
Lithium-iontové baterie 300V – 400V
- RXBEV
(Range-Extender)** navíc k BEV: spalovací motor pro pohon generátoru nabíjející VN baterii (prodloužení jízdního dosahu)
- FCBEV:** Fuel Cell Batterie Electric Vehicle/ vozidlo na palivový článek

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

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.

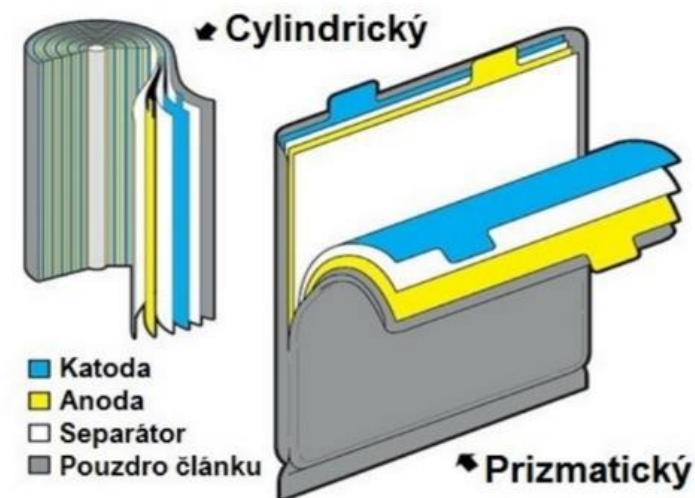
Lithiové baterie - konstrukce



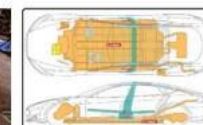
Lithiové baterie – konstrukce dle tvaru

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

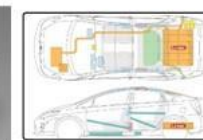
Články se pak skládají do modulů a moduly následně do packů („celých“ Li baterií). Vzhled článku, celého packu a zástupce daného tvaru baterie je uveden na obrázku



Cylindrické články



Prizmatické články



Lithiové baterie – konstrukce 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 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$

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:

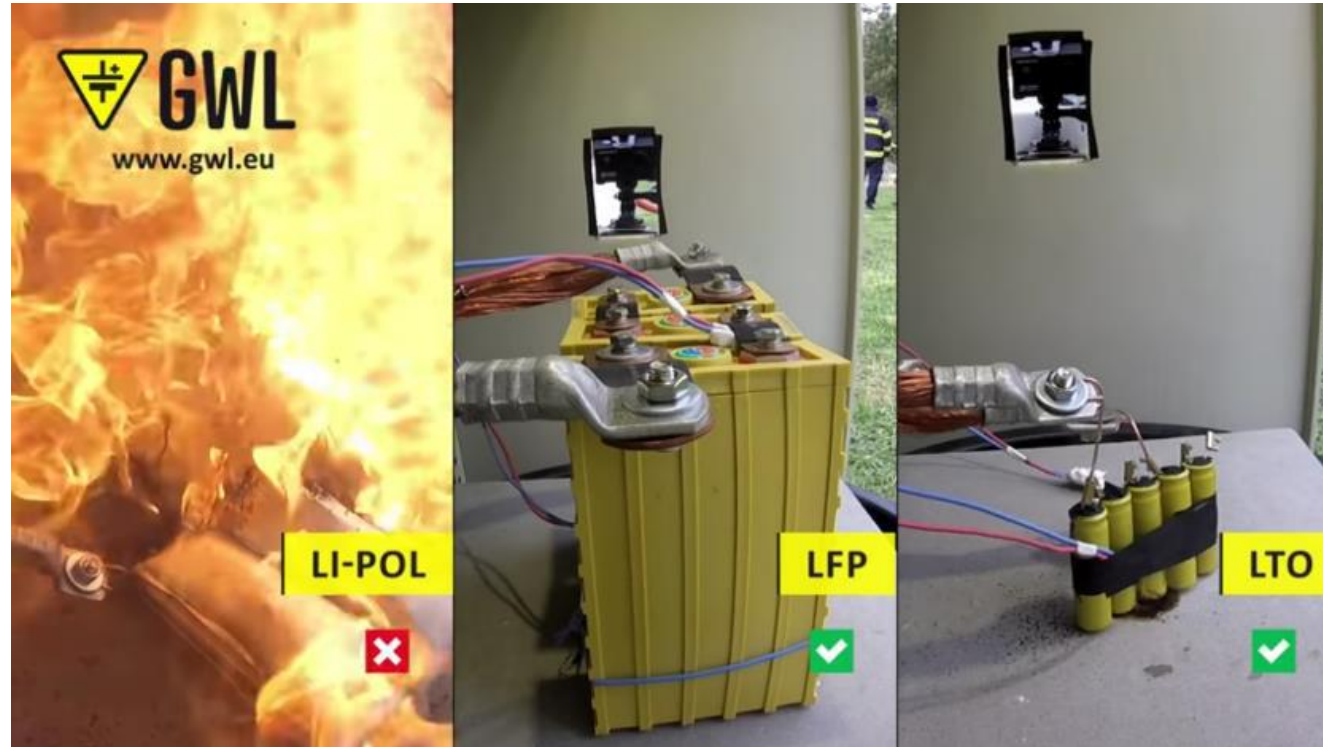
1. **Mechanické namáhání.** Typickým příkladem může být dopravní nehoda. V důsledku nárazu může dojít k poškození separátoru a k následnému zkratování baterie spojenému s uvolňováním velkého množství energie. I když je dopravní nehoda elektrovozidla spojená s požárem noční mûrou hasičů, nelze očekávat, 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.

| | 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 |

Porovnání baterií



Porovnání baterií

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 přebíjení byly porovnávány mezi sebou Li-Pol 10 Ah, LTO a LiFePO₄. U Li-Pol baterie došlo k velmi intenzivnímu vývinu plamene



Porovnání baterií

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



Porovnání baterií

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



Porovnání baterií

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.

Studie bezpečnosti elektrovozidel

O bezpečnosti elektrovozidel panuje celá řada protichůdných informací. Lze se setkat na jedné straně 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. 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.



Studie bezpečnosti elektrovozidel

Studie bezpečnosti elektrovozidel

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.

Studie bezpečnosti elektrovozidel

V jiné studii 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.

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. 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 vozidla pomocí 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

| Hovor eCall | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Komunikace | neurčeno |
| Svědek | <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 [TMBJJ7NX4LY...] | 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 [TMBJJ7NX4LY...] | |
| VINDEKODER | TMBJJ7NX4LY... |

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.



Přímé označení vozidel vnější, viditelné tovární označení

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.



Přímé označení vozidel vnější, viditelné 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“, jde-li o silniční vozidlo používající jako palivo elektrickou energii nebo vodík:



Přímé označení vozidel vnější, viditelné dodatečné označení

I po uvedení do provozu může být EV nebo HV dále označováno. Takové označení, může být dobrým vodítkem k identifikaci pohonu vozidla. 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.



Přímé označení vozidel vnější, viditelné dodatečné označení

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. Již dnes se můžeme s takto označenými vozidly na evropských silnicích setkat.



| | |
|--------|--------------|
| GREY | DIESEL |
| RED | GASOLINE |
| GREEN | GAS |
| WHITE | CRYOGEN LNG |
| BLUE | HYDROGEN |
| ORANGE | HIGH VOLTAGE |

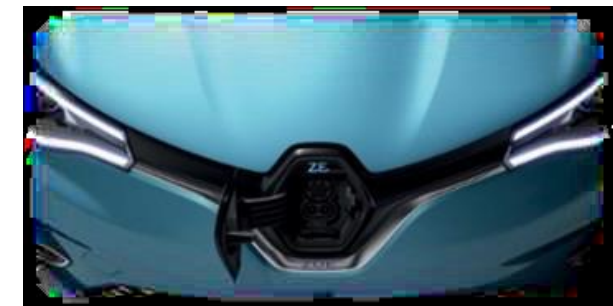
Konektory nabíjení

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. Konektory mohou být v několika provedeních podle výrobce a podle lokality, ve které byl EV/HV uveden na trh.

Konektory nabíjení

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



Nepřímé označení vozidel kabeláž, konektory, štítky

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.

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



Nepřímé označení vozidel 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.



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.

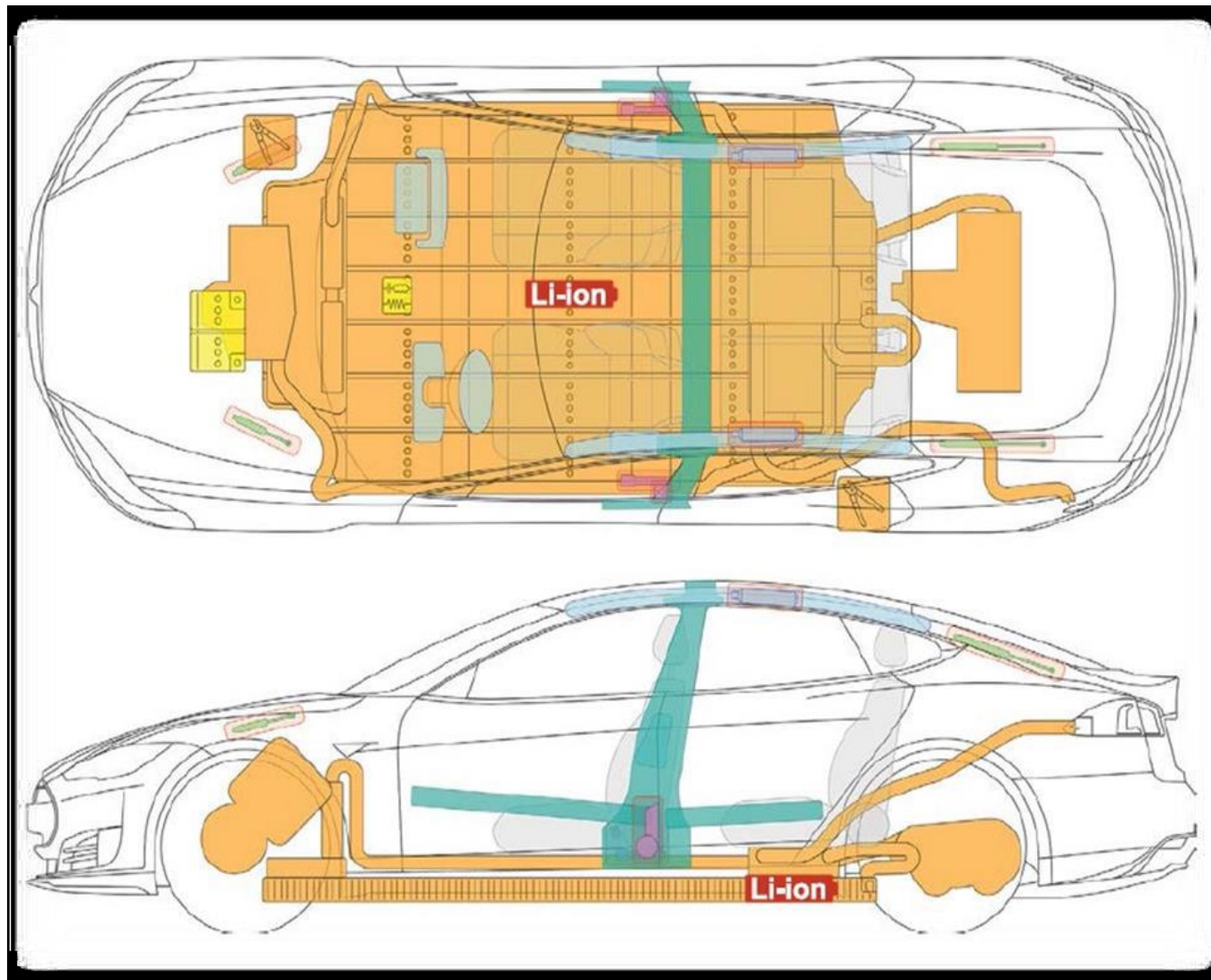
Pokud nemáme k dispozici informace ke konkrétnímu vozidlu, je možné se v případě osobních vozidel řídit jednoduchými pravidly nejčastějšího umístění trakčních baterií.

Lokalizace baterií

Elektromobily (nejčastěji):

- Pod podlahou
- V centrálním tunelu vozidla

Umístění trakčních baterií Tesla model X.

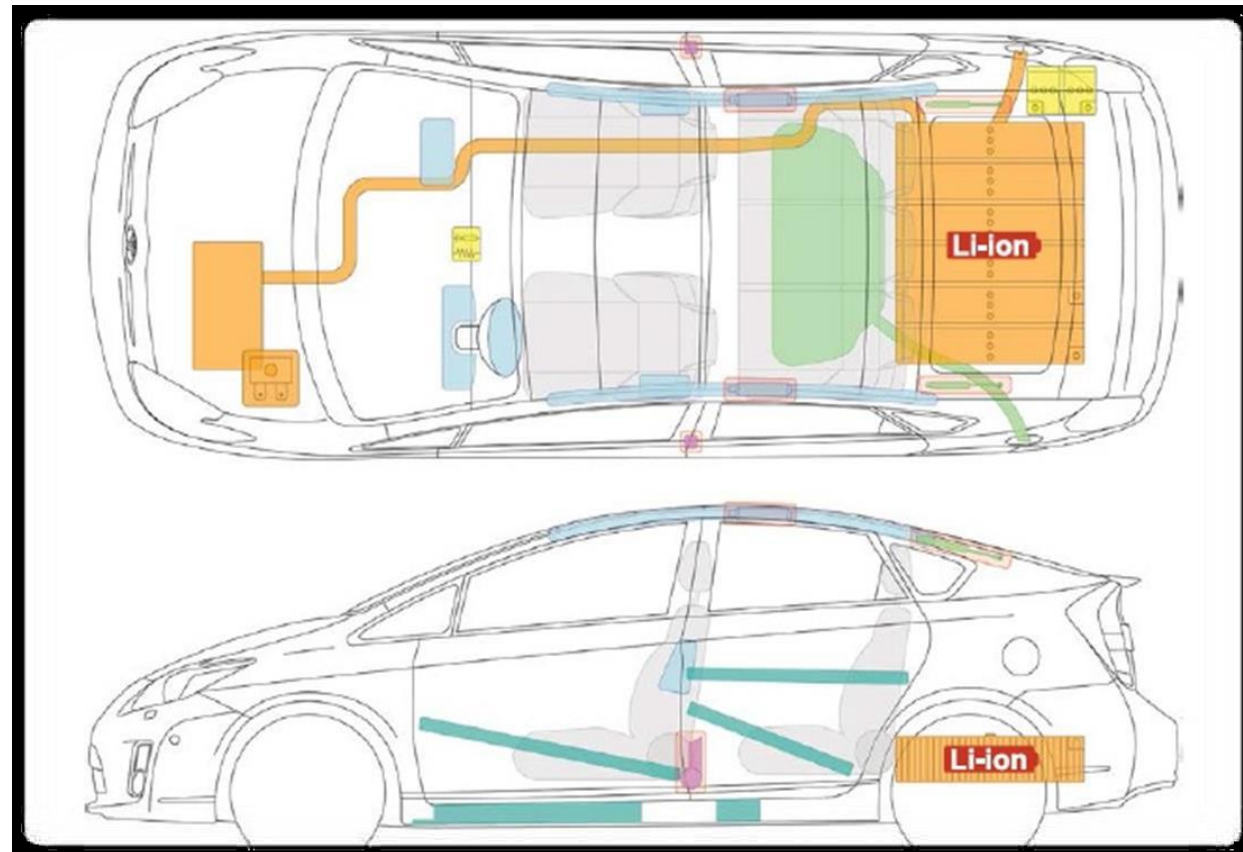


Lokalizace baterií

Hybridní vozidla (nejčastěji):

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

Umístění trakčních baterií Toyota Prius Plug-In.



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:

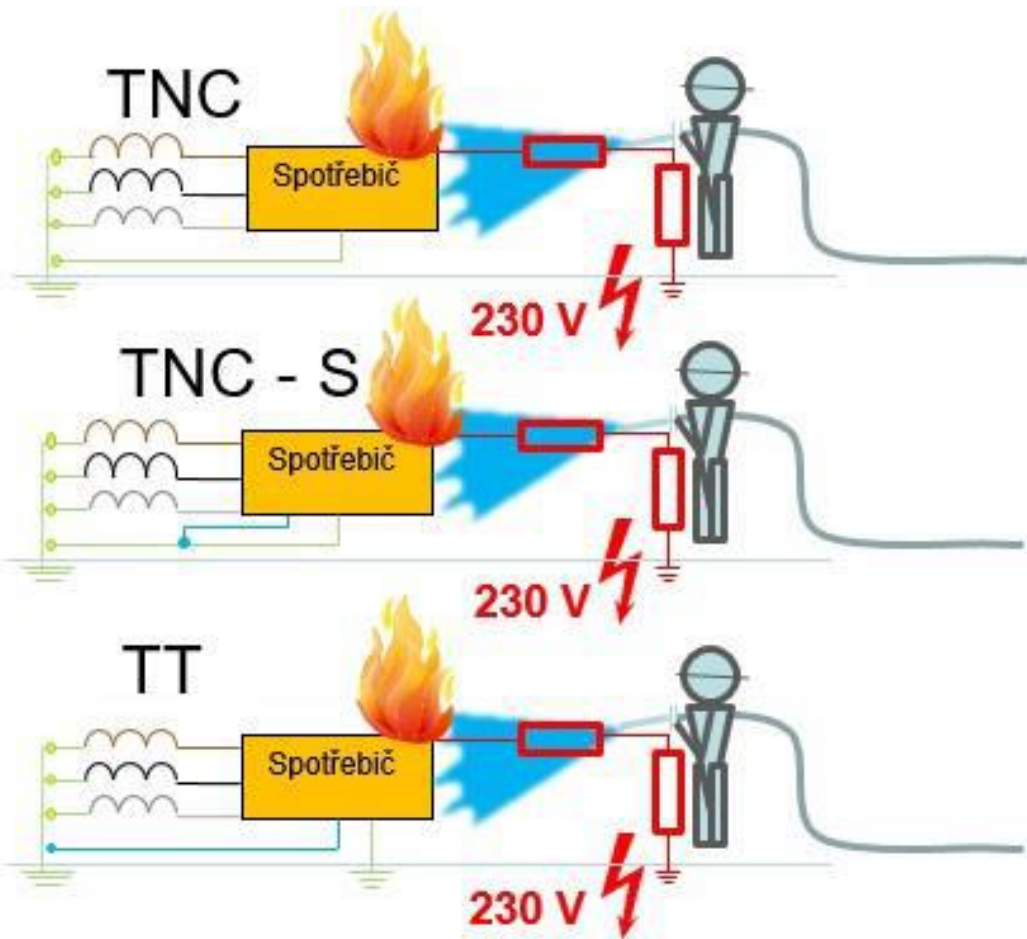
- **Možnost samovznícení či opětovného samovznícování trakční baterie**, to lze předpokládat i u zcela neporušené baterie, pokud byla vystavena teplotám vyšším než 80 °C. K samovznícení trakční baterie může dojít i mechanickým namáháním ať zapříčiněným samotnou událostí, nebo v průběhu záchranných prací. 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 připojené 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.

Požár vozidel s elektrickým pohonem

- **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.).

Požár vozidel s elektrickým pohonem

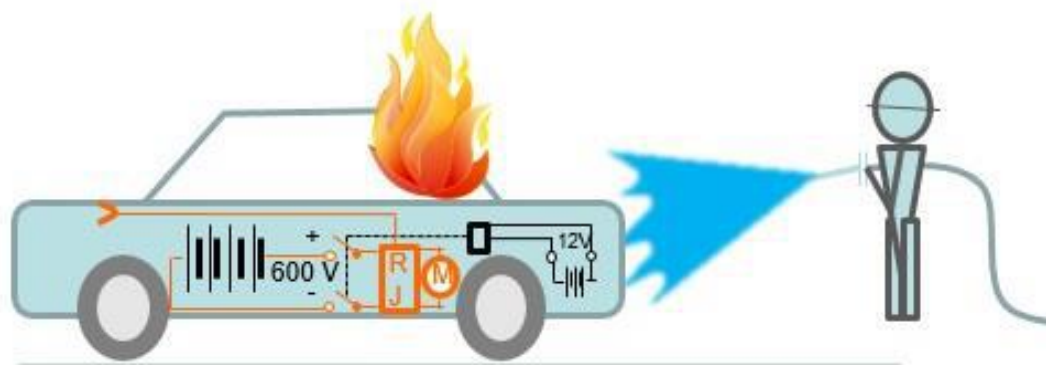
- **Vyšší spotřeba dýchací techniky**, zplodiny hoření trakční baterie obsahují fluorovodík a doba, po kterou bude nutné dýchací techniku používat je delší než u požáru konvenčních vozidel.
- **Vyšší spotřeba vody**, trakční baterii bude nutné po uhašení požáru dále chladit, spotřeba vody na chlazení 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.



Požár vozidel s elektrickým pohonem rozdíl mezi hašením el. spotřebičů a 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.

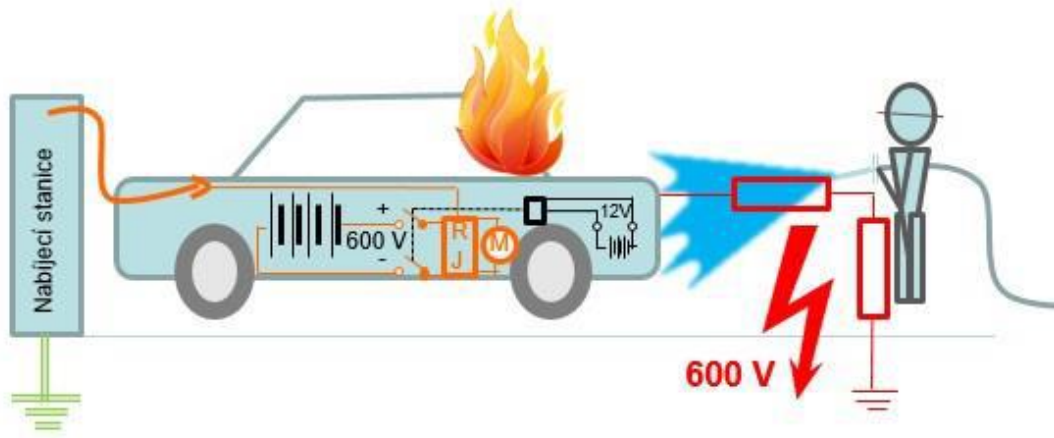
Znázorněné situace, které jsou upraveny v bojovém řádu. Jak je možné vidět, pro hasiče představuje zařízení riziko především pro to, že je dokonale uzemněno, existuje tedy riziko průchodu elektrického proudu přes proud hasiva. Z tohoto důvodu je omezeno používání příměsí smácedel a pěnidel, které zvyšují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



Požár vozidel s elektrickým pohonem
rozdíl mezi hašením el. spotřebičů a
EV/H

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. I při poškození pneumatik či dotyku částí karosérie země není možné hovořit o dokonalém uzemnění, v tomto případě je možné k hašení požáru využít i příměsí pěnidel.

Požár vozidel s elektrickým pohonem rozdíl mezi hašením el. spotřebičů a EV/H



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. Riziko trvá i po vypnutí hlavního vypínače nabíjecí stanice, dokud je připojen nabíjecí kabel, může být vozidlo „dokonale uzemněno“. V takovém případě je nutné se k vozidlu chovat jako k zařízení pod napětím do doby, než se vozidlo odpojí od nabíjecí stanice.



Ochlazování

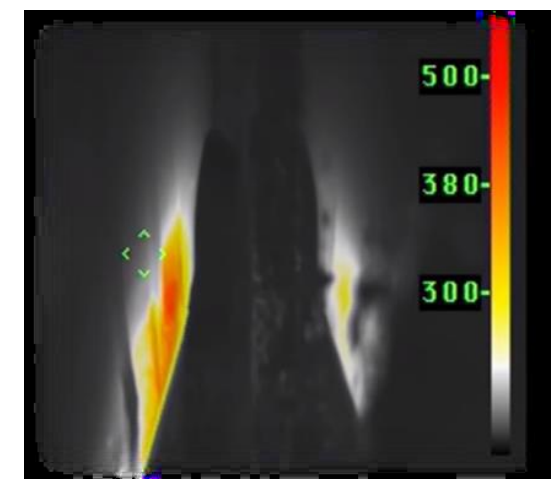
Po uhašení požáru EV a HV je oproti požáru konvenčních vozidel nezbytné kontrolovat a případně ochlazovat trakční baterii vozidla, která by mohla být iniciátorem dalšího požáru. Hlavním důvodem ochlazování je zastavení předávání tepla mezi jednotlivými články a sekcemi baterie, i když by se část článků baterie při požáru vznítila, nemusí ještě vyhořet úplně všechny. 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.

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 ochlazení 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 ochlazení je dobré vozidlo vhodně polohovat. K snímání teploty krytu baterie je vhodné využívat termokameru a jasně tak identifikovat místo pro chlazení baterie.



Ochlazování vodním proudem

Po úspěšném ochlazení baterie se doporučuje monitorovat její stav ještě dalších min. 45 minut, 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.), v ostatních případech postačí obecný postup. Tímto způsobem je možné požár EV i HV **zdotat i uchránit** část vozidla nezasaženou požárem.



Ochlazováním ponořením do vodní lázně

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



Ochlazováním ponořením do vodní lázně

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. Při této reakci dochází k charakteristickému **šumění a bublání („microbubbling“)** pozorovatelným v blízkém okolí a nad ponořeným vozidlem. Výše popsaná elektrolýza 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 vybití baterií a po jejich vybití se microbubbling zastaví.

Ochlazováním ponořením do vodní lázně

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.

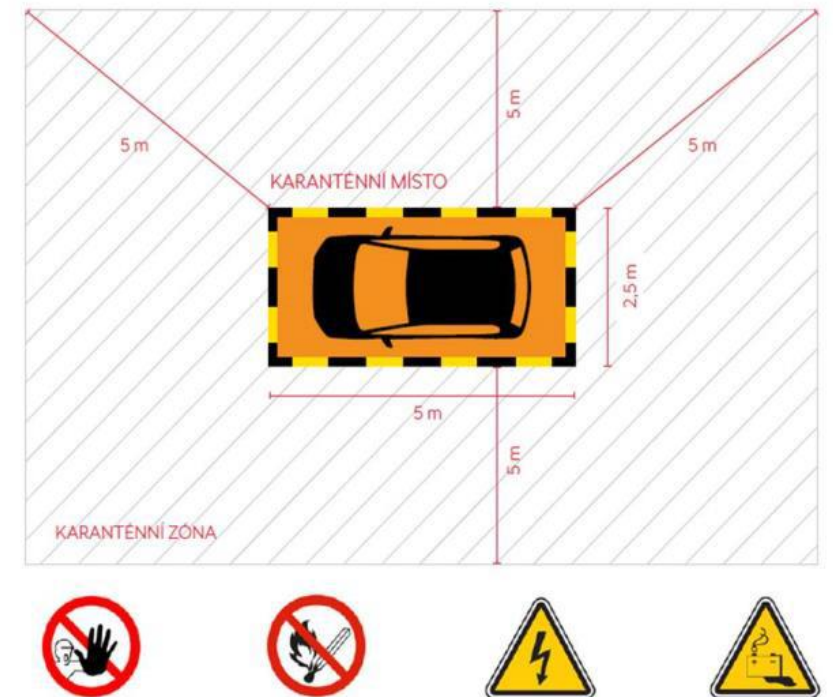
Předání místa zásahu po požáru

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. Zde je stanovena odstupová vzdálenost od hořlavých materiálů a konstrukcí budov na vzdálenost 5 m po dobu min. 48 hodin.

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).

KARANTÉNNÍ ZÓNA / KARANTÉNNÍ MÍSTO



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 zředňující 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

Hasící 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 hasící plachty** na požáry vozidel s elektrickým pohonem **doporučit!**



Technické zásahy s EV/H dopravní nehoda

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.

Technické zásahy s EV/H dopravní nehoda

„HV“ rozvody jsou uloženy ve vozidlech tak, že při běžné práci s hydraulickým vyprošťovacím nářadím 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



Technické zásahy s EV/H dopravní nehoda

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.

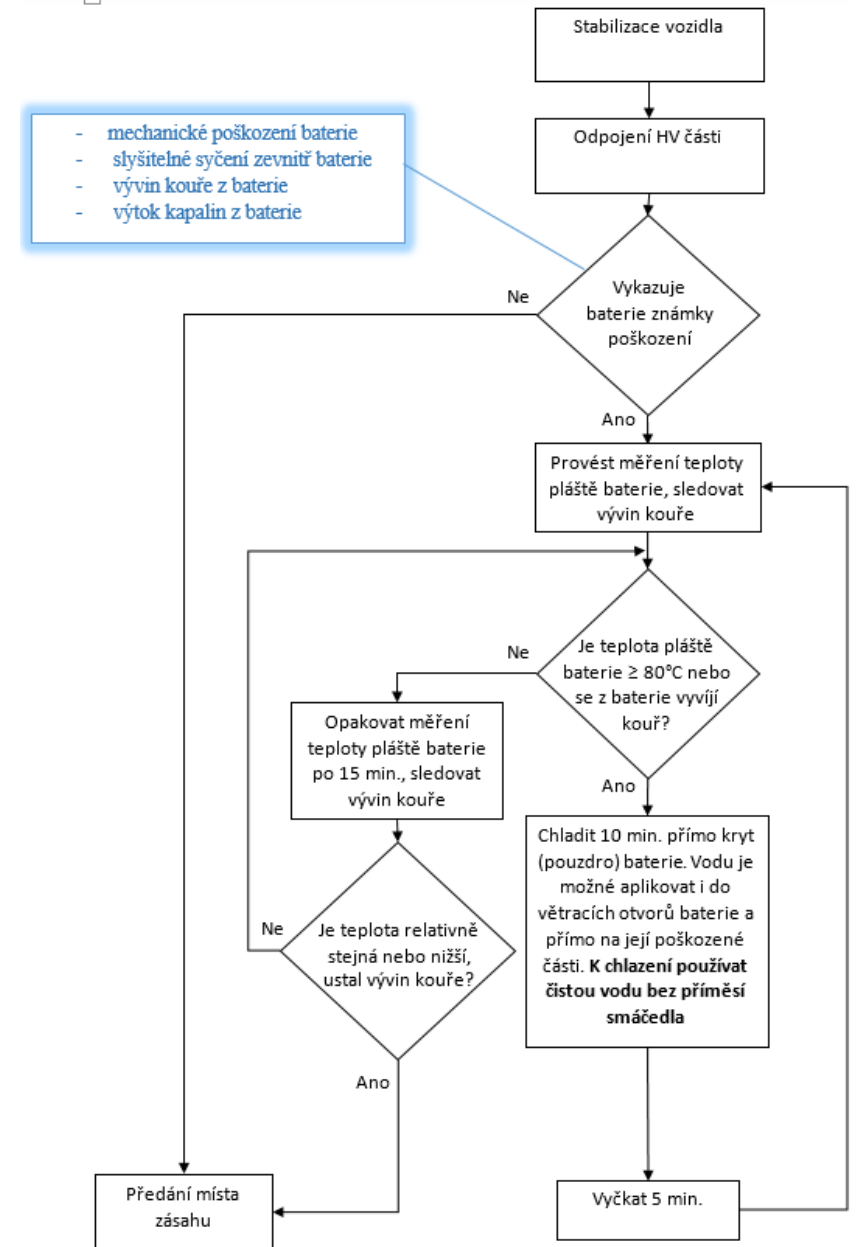
Technické zásahy s EV/H dopravní nehoda

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 chlazena 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.

Technické zásahy s EV/H

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.



Postup zásahu při potopení EV/H pod vodu

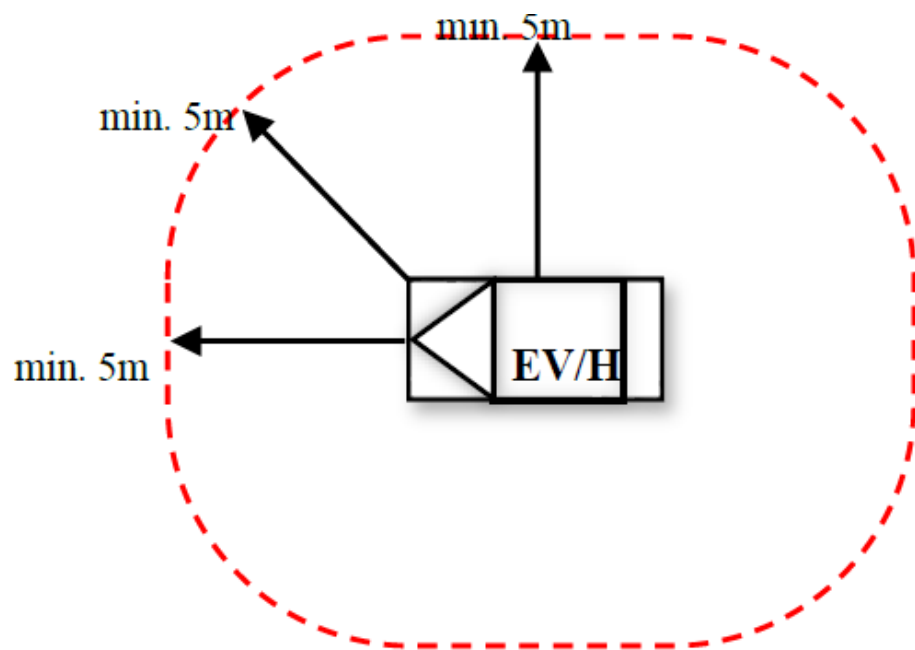
Vozidla s elektrickým pohonem jsou navržena tak, aby byla při ponoření bezpečná. „HV“ systémy jsou izolované od karoserie a jsou navrženy tak, aby neprobíjely do okolní vody. Systémy vozidel jsou připraveny na případné zatopení a možnost zkratu s následným automatickým odpojením HV části. I přes to někteří z výrobců doporučují nevytáhnout 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 bubláni („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.

Postup zásahu při potopení EV/H pod vodu



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. 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.

Postup zásahu při potopení EV/H pod vodu

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 nepřenášela 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.**

Postup zásahu při potopení EV/H pod vodu

PO VYTAŽENÍ VOZIDLA Z VODY

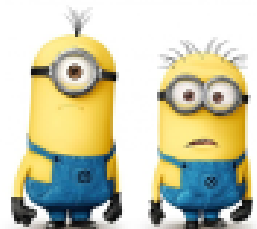
Vozidlo je nutné stabilizovat a zajistit proti pohybu. Následné odpojení „HV“ rozvodů může být provedeno odpojením 12 V baterie, případně servisního odpojovače „HV“ baterie. Veškeré tyto práce je vhodné dělat v kompletním zásahovém oděvu s nasazeným dýchacím přístrojem do doby, než je zjištěn bezvadný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

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

Následně by měla být provedena důkladná kontrola trakční baterie.

Servisní proces v dílně

Kvalifikace



EPO – elektricky poučená osoba

- › všeobecné povědomí o nebezpečných ve vozidle, poskytnutí první pomoci
- › všeobecné práce, práce na VN systému po jeho certifikovaném odpojení



VNT – vysokonapěťový technik

- › znalosti o VN systému, bezpečnost práce, poskytnutí první pomoci, poučování EPO
- › posuzování nebezpečí, deaktivace a aktivace VN systému, kontrola VN izolace, diagnostika



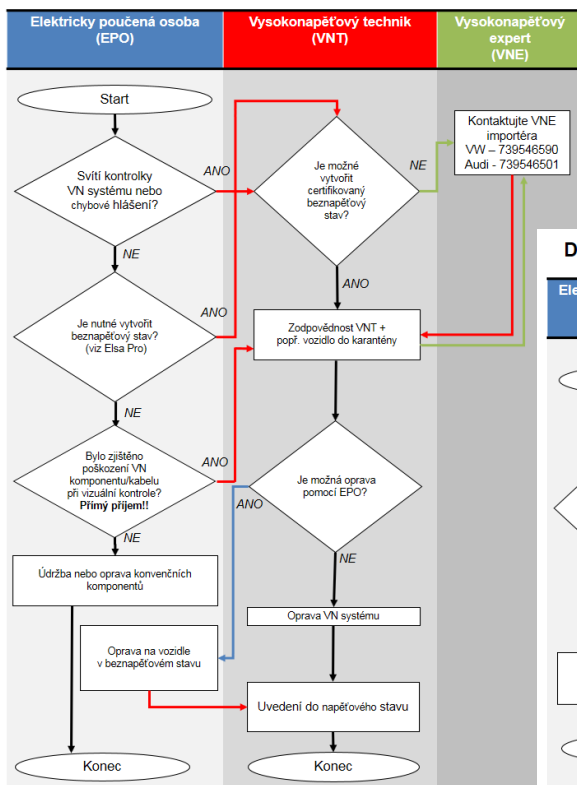
VNE – vysokonapěťový expert

- › stejné jako VNT s rozšířením o práce pod napětím s ochrannými pomůckami
- › opravy VN baterií, deaktivace kritických VN systému, demontáže a balení kritických baterií

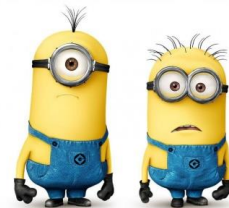
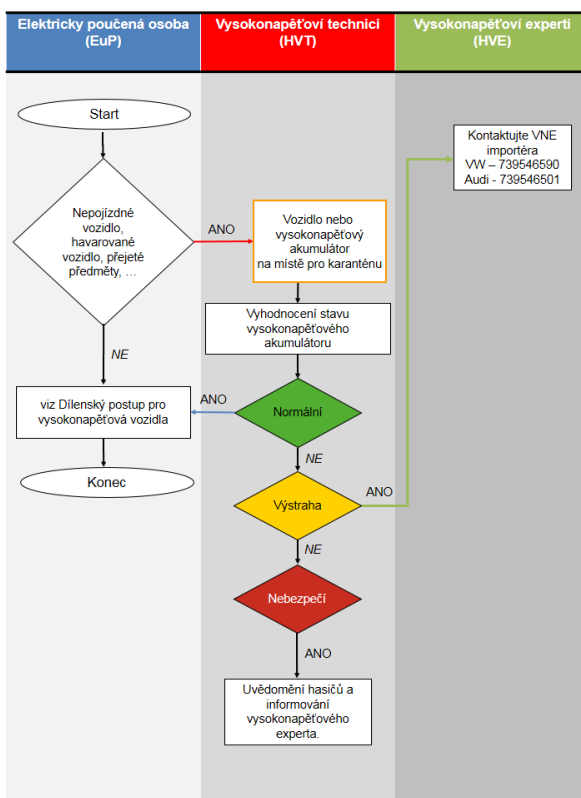
Servisní proces v dílně

Klasifikace VN baterie – vyhodnocení nebezpečí

Dílenský proces pro vysokonapěťová vozidla v servisu



Dílenský postup pro vysokonapěťové akumulátory v servisu



EPO – elektricky poučená osoba



VNT – vysokonapěťový technik



VNE – vysokonapěťový expert



HASIČ

Rychlá deaktivace VN systému

A3 e-tron/ Golf GTE/ Passat GTE/ Q7 e-tron/ eUP!/ eGolf/ XLJ

Nebezpečí vysokého napětí

› deaktivace popsána v technických listech



Audi A3 Sportback e-tron

Legenda

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |

Audi

Audi A3 Sportback e-tron

Charakteristika identifikace

Střídavý proud (AC) je viditelný díky svátlé zářící světlu v blízkosti vodičů a vodičů vodičů.

Deaktivace napětí

1. Přidržet tlačítko na panelu „P“
2. Přidržet tlačítko na panelu „P“

Hydrogenaprovazování

Než začnete pracovat s vysokým napětím (HV) součástí, ujistěte se, že jste se řádně izolovali.

Pozor! Při práci s vysokým napětím (HV) součástí může dojít k porušení ochranné izolace, což může vést k úrazu elektrickým proudem.

Audi

Audi A3 Sportback e-tron

Rozebrání systému napětí

Relé 1 - odpojení bateriového proudu

1. Odpojit svazek svazků bateriového proudu
2. Přidržet tlačítko na panelu „P“

Relé 2 - izolace svazků bateriového proudu

1. Vytáhnout páčku
2. Vytáhnout páčku

Ujistěte se, že jste se řádně izolovali a přidržel tlačítko „P“ a přidržel tlačítko „P“ a přidržel tlačítko „P“.

Audi

Audi A3 Sportback e-tron

Průhled 12V bateriového akumulátoru

1. Otevřít akumulátorový kryt a odstranit akumulátorový kryt
2. Přidržet tlačítko na panelu „P“

Dezinstalace bateriového akumulátoru

Ujistěte se, že jste se řádně izolovali.

1. Přidržet tlačítko na panelu „P“ a odstranit akumulátorový kryt
2. Přidržet tlačítko na panelu „P“

Ujistěte se, že jste se řádně izolovali a přidržel tlačítko „P“ a přidržel tlačítko „P“.

Audi

Zabezpečení vysokonapěťového systému

Způsoby zabezpečení

- › oddělené vedení VN Plus a VN Minus
- › konektory a spojky s dotykovou ochranou
- › svorkovnice a spojky jsou mechanicky a barevně kódovány
- › vysouvací kontakty pro VN plus a VN minus v baterii
- › nízkonapěťový údržbový konektor TW
- › IT systém s vedením vyrovnání potenciálů k odvádění kontaktního napětí
- › galvanické oddělení DC/DC měniče ve výkonové elektronice (náhrada alternátoru VN > NN)
- › aktivní a pasivní vybíjení vloženého kondenzátoru ve výkonové elektronice
- › bezpečnostní linie ve vysokonapěťových komponentech
- › kontrolování izolace vysokonapěťových komponentů každých 30s
- › při rozpoznání Crash se ve VN baterii rozpojí kontakty

