

TECHNOLÓGIA ELEKTROMOBILOV VO VZŤAHU K HASIČSKÝM JEDNOTKÁM PRI VYKONÁVANÍ ZÁCHRANNÝCH PRÁČ

ELECTRIC VEHICLE TECHNOLOGIES IN RELATION TO THE IMPLEMENTATION FIRE SERVICE RESCUE OPERATIONS

Michal BALLAY¹, Mikuláš MONOŠI²

SUMMARY:

Article provides basic information about electric vehicles in relation to the implementation of the rescue efforts of fire units. It includes an overview of the current status of electric vehicles across the road, carrying out relief work in emergencies, as well as the safety of fire brigades. The article concludes with the procedures outlined fire brigades in carrying out rescue in direct connection with the new technology in the context of electric vehicles. Following are examples of the most frequently occurring placing batteries and universal measures for fire safety in the context of electric vehicles.

KEYWORDS: rescue operations, alternative fuels, fire-fighting units

ÚVOD

Technológia v rámci elektromobilov, ktorá bola kedysi myšlienkou sa futuristicky rýchlo stala realitou. Ponúka množstvo výhod, ktoré vo všeobecnosti robia svet lepším miestom. Zavedenie týchto vozidiel v rámci cestnej premávky, sa stretlo s veľkým nadšením širokej verejnosti a bolo veľmi ťažké ignorovať pozornosť tejto novej technológie. Avšak, s každou novou technológiou, prichádzajú nové výzvy. Týka sa to predovšetkým hasičských jednotiek a ďalších záchranných zložiek. Je preto dôležité pochopiť, ako správne reagovať v prípade vzniku dopravnej nehody vozidla s elektrickým pohonom.

V uvedenej súvislosti je článok zameraný na zásahovú činnosť a odpovedá na celý rad bezpečnostných otázok. Pri využití obnoviteľných zdrojoch energie vo vozidlách sa vytvárajú nebezpečenstvá, ktoré si vyžadujú novú protipožiarnu stratégiu a postupy.

1. PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU VOZIDIEL NA ALTERNATÍVNE PALIVÁ V CESTNEJ DOPRAVE

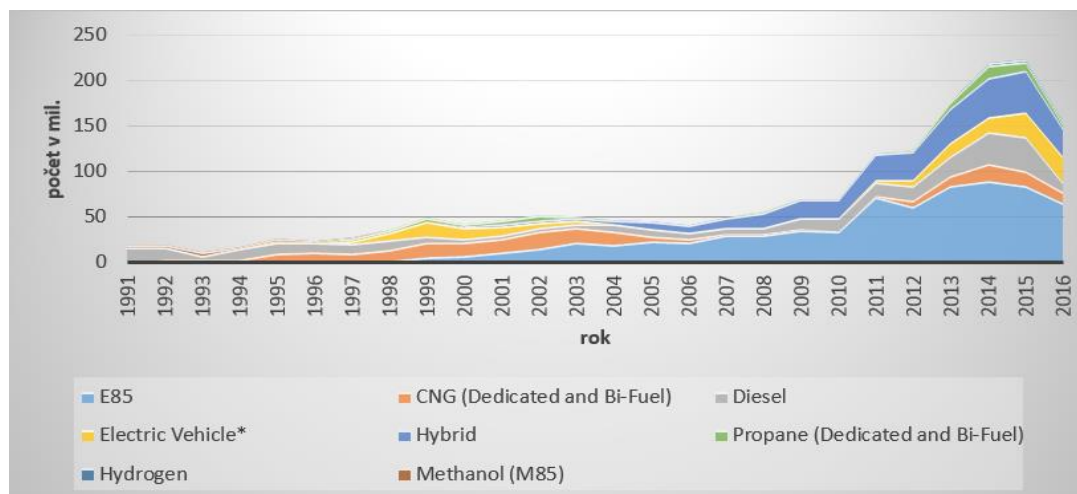
Popularita vozidiel na alternatívne palivá má v posledných rokoch stúpajúcu tendenciu a to na základe úsilia o maximalizáciu účinnosti paliva a minimalizáciu zbytočného plytvania životného prostredia. V súčasnosti existujú milióny týchto vozidiel v rámci cestnej premávky a toto číslo neustále rastie. Obr. 1 poukazuje na tento trend využívania vozidiel v rokoch 1991 – 2016. Vozidlá na alternatívne palivá sú vozidlá poháňané inými ako tradičnými spaľovacími motormi na báze ropy, a používajú alternatívny zdroj paliva. Konkrétne zákon o energetickej politike z roku 1992 (predstavil – Philip R. Sharp – reprezentant v kongrese 1975-1994), **definuje alternatívne palivá ako jednu z nasledujúcich možností:**

- bionafta (B100);
- zemný plyn a kvapalné palivá v tuzemsku vyrobené zo zemného plynu;
- propán (skvapalnený ropný plyn);
- elektrina; atóm vodíka;
- zmesi 85% alebo viac metanol,

¹ Michal Ballay, Ing., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Májová 32, Žilina, tel. +421 41 513 6750, e-mail: michal.ballay@fbi.uniza.sk

² Mikuláš Monoši, doc. Ing., PhD., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Májová 32, Žilina, tel. +421 41 513 6758, e-mail: mikulas.monosi@fbi.uniza.sk

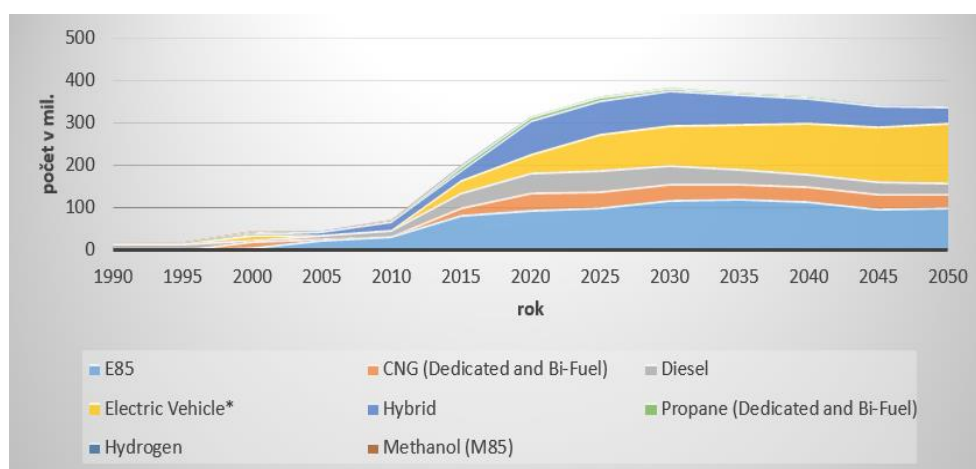
- denaturovaného etanolu a iných alkoholov s benzínom alebo iných palív;
- metanol, etanol denaturovaný,
- uhlie-odvodil, domácej produkcie kvapalných palív;
- pohonné hmoty (okrem alkoholu) odvodené z biologických materiálov [1].



Zdroj: U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, Alternative Fuels Data Center, 2016
Obrázok 1. Trend vývoja modelov vozidiel schopných používať rôzne druhy palív

Pri odhadovaní počtu elektromobilov v budúcnosti vychádza väčšina odborných štúdií z dekompozície nákladov na ich výrobu a predpokladov o tom ako sa tieto zložky budú vyvíjať v čase a najmä ako ich ovplyvní veľkosériová produkcia. Spätnou kalkuláciou sa získa očakávaný vývoj cien vozidiel s elektrickou trakciou. Medzi najvýznamnejšie organizácie, ktoré sa venujú odhadom vývoja elektromobilov patria *Medzinárodná energetická agentúra*, *Boston Consulting*

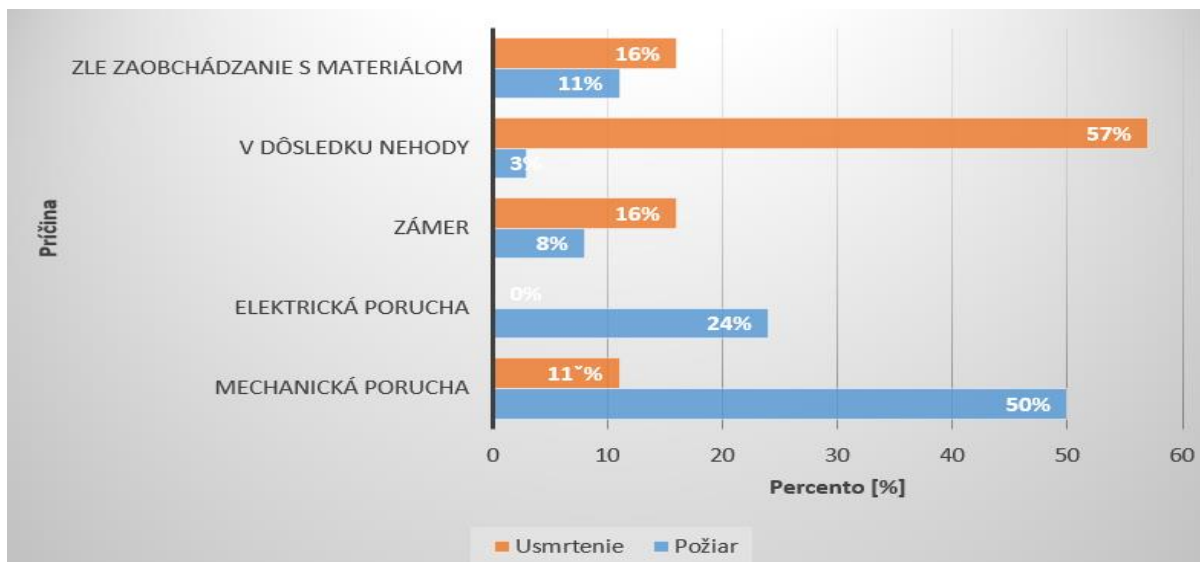
Group, alebo *Pike Research*. Odhady podielu elektrických automobilov na predaji všetkých automobilov možno nájsť aj v národných stratégiách rozvoja elektromobility jednotlivých štátov. *Medzinárodná energetická agentúra* (IEA), ktorej členom je aj Slovenská republika, zadefinovala v dokumente *Energy Technology Perspectives 2010 BLUE Map Scenario*, skladbu predaja nových osobných a ľahkých úžitkových vozidiel podľa technológie pohonu do roku 2050 [2].



Zdroj: International Energy Agency, 2016
Obrázok 2. Prognóza predaja osobných a ľahkých úžitkových vozidiel

Kľúčové je poznanie, že podľa *International Energy Agency* (ďalej IEA) bude v roku 2050 len veľmi malá časť automobilov poháňaná spôsobom ako ho poznáme dnes: zážihovým, prípadne vznietovým motorom, ktorý prostredníctvom prevodovky priamo poháňa jednu alebo obe nápravy. IEA odhaduje, že

počet takýchto áut začne klesať po roku 2020 a tento pokles sa udeje v prospech plne alebo čiastočne elektrických vozidiel. Toto poznanie je dôležité vzhľadom na to, že Slovensko je významná krajina z hľadiska produkcie automobilov a má záujem, aby si toto postavenie dlhodobo udržalo [3].



Zdroj: U.S. Fire Administration, 2015

Obrázok 3. Príčiny vzniku požiaru automobilov a podiel úmrtí

Z pohľadu Hasičského a záchranného zboru vzniklo na Slovensku v odvetví dopravy v roku 2015 celkovo 1279 požiarov, pričom 9 osôb bolo usmrtených a 22 zranených. V tomto odvetví dominovalo 1 082 požiarov dopravných prostriedkov.

Na obr. 3 sú znázornené najčastejšie príčiny vzniku požiarov automobilov vo vzťahu k podielom úmrtia osôb [4].

2. ZÁCHRANNE PRÁCE A BEZPEČNOSŤ HASIČSKÝCH JEDNOTIEK VO VZŤAHU K TECHNOLOGIÁM ELEKTROMOBILOV

Úspešné vykonanie záchranných prác pri dopravných nehodách zahŕňa v sebe činnosť zdravotníckej a fyzickej záchrany. Filozofia „Zlatej hodiny“, ktorá bola predstavená Dr. R. Adams Cowley v roku

1961, uvádza, že pri dopravných nehodách bude mať osádka vozidla omnoho väčšiu šancu na prežitie, pokiaľ jej bude od okamihu nehody, do jednej hodiny poskytnutá pomoc zo strany záchranných zložiek.

Zlatá hodina zahŕňa, čas potrebný pre výjazd záchranných zložiek, príjazd na miesto udalosti, vykonávanie záchranných prác a transport do nemocnice.

Pre väčšinu dopravných nehôd, by čas pri vykonávaní záchranných prác nemal presiahnuť 15 minút. Tento krok je možné splniť pokiaľ sú záchranné zložky vyškolené a pracujú ako jeden tím na mieste mimoriadnej udalosti. Rozpis *zlatej hodiny* je uvedený v tabuľke 1 [5].

Tabuľka 1

Rozpis „zlatej hodiny“
Zdroj: Fire Service Operations Volume 2,2016

Súhrny čas	činnosť	Čas činnosti
0 minút	Vznik mimoriadnej udalosti	0 minút
5 minút	Výjazd záchranných zložiek	5 minút
15 minút	Príjazd na miesto mimoriadnej udalosti	10 minút
30 minút	Záchranné práce	15 minút
35 minút	Príprava na transport zranených	5 minút
60 minút	Doprava do nemocnice	25 minút

Hasičský a záchranný zbor nemá žiadnu kontrolu nad väčšinou uvedených akcií v tabuľke 1. Jediný čas, ktorý dokáže ovplyvniť je doba výkonu záchranných prác. Z uvedeného dôvodu je nevyhnutné, aby sa záchranné práce vykonávali tak efektívne, ako je to možné. Každá mimoriadna udalosť, ku ktorej sú hasičské jednotky privolané je jedinečná. Aj napriek rozdielom, majú pri vykonávaní záchranných prác väčšinu charakteristík spoločných, a z toho dôvodu sa vykonávajú cvičenia, ktorých cieľom je pochopiť úkony, ktoré je potrebné vykonať pri reálnych udalostiach. V nasledujúcej časti článku je popísaný prehľad spoločných prvkov

v prípade zásahu pri nehodách, ktorého účastníkom je hybridné vozidlo alebo elektromobil [6].

Nebezpečenstvá, ktoré vyplývajú z prevádzky hybrid/elektrického vozidla sú spojené s nebezpečenstvami u bežných motorových vozidiel. Avšak do pozornosti sa udávajú nebezpečenstvá úrazu elektrickým prúdom, pohybu vozidla a hasenie požiaru. V tabuľke 2 sú znázornené nebezpečenstvá pri hybridných automobiloch a elektromobiloch ako aj príklady nebezpečenstiev v prípade bežného motorového vozidla [6].

Tabuľka 2

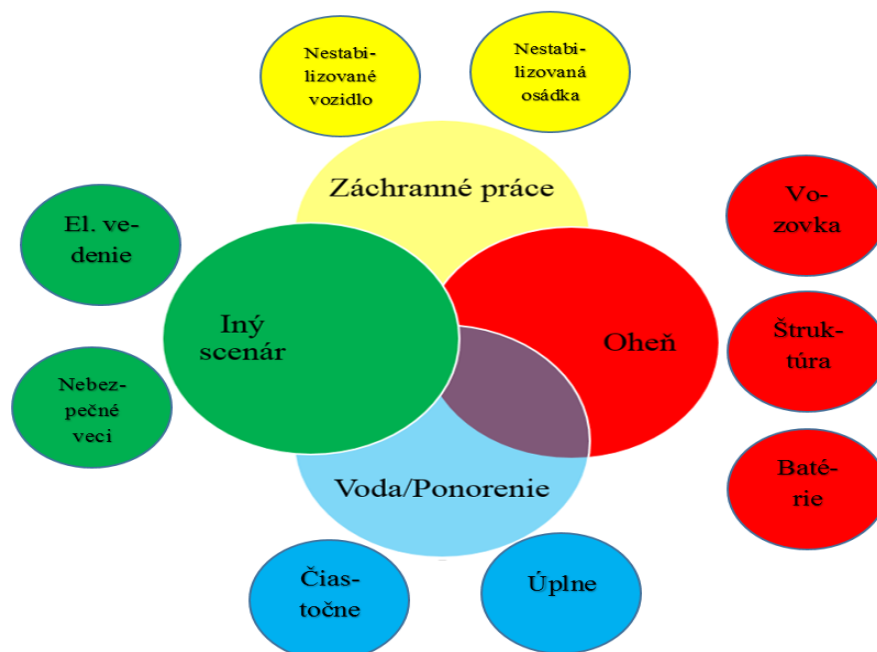
Nebezpečenstvá vyplývajúce z prevádzky hybridných/elektrických vozidiel
Zdroj: Grant, C., Fire Protection Research Foundation, 2016

Nebezpečenstvá – hybrid/elektromobil
Elektrický šok
Pohyb vozidla
Hasenie požiaru
Príklady nebezpečenstva v prípade bežných motorových vozidiel
Systém Air Bag (výbušný iniciátor, nehorľavý stlačený plyn)
Batéria (koróziu kvapalina), Brzdové akumulátory (vysokotlakový plyn) a pod.

2.1 Scenáre mimoriadnych udalostí záchranných zložiek

Oblasť bezpečnosti je úzko spojená so zavedením nových palív a zdrojov energie do automobilov. V prípade vzniku mimoriadnej udalosti je dôležité, jasné a rýchle porozumenie všetkým rizikám, ktorým záchranné zložky pri vykonávaní záchranných prác čelia. V porovnaní s bežnými vozidlami,

s ktorými sú záchranné zložky dokonale oboznámené, vozidlá na alternatívny pohon sa vyznačujú rôznymi druhmi rizík a vyžadujú si v prípade záchranných prác vyššiu úroveň prístupu t.j. nad rámec bežného výcviku a skúsenosti. Tento fakt, nie je nezvyčajný pre záchranné zložky. Obrázok 4 ilustruje, ktoré typy udalostí môže záchranné zložky očakávať pri záchranných prácach [6].



Zdroj: Grant. C., Fire Protection Research Foundation, 2016
Obrázok 4. Kľúčové scenáre mimoriadnych udalostí záchranných zložiek

Najpravdepodobnejšia mimoriadna udalosť v cestnej doprave je nehoda motorového vozidla, čo je logické. Vo veľmi častých prípadoch si vyžaduje nehoda motorového vozidla okamžitú lekársku pomoc. Niektoré závažnejšie dopravné nehody si vyžadujú vyslobodzovanie osôb pomocou hydraulických vyslobodzovacích prostriedkov, čiže ide o úlohy, ktoré plnia hasičské jednotky. V prípade nehody vozidiel – hybrid/elektromobil, tie predstavujú nebezpečenstvo pre hasičské jednotky v prípade odstraňovania častí poškodeného vozidla.

Ďalšou možnou mimoriadnou udalosťou je požiar vozidla, ktorý môže vzniknúť v dôsledku dopravnej nehody, alebo môže vzniknúť nezávisle od nehodovej udalosti, ako je tomu v prípade zaparkovaného vozidla. Jedným z faktorom je aj priestor v ktorom daný požiar vznikol (napr. pozemná komunikácia, vo vnútri obytnej garáže a pod.). V porovnaní s motorovými vozidlami sú ďalším problémom batérie – vysoké napätie. Scenáre dopravných nehôd môžu byť rôzne a medzi ne zahrňujeme aj prípady, kedy vozidlo v dôsledku nehody je čiastočne alebo úplne ponorené vo vode [6].

Najnáročnejšia úloha, ktorej čelia hasičské jednotky počas mimoriadnej udalosti v cestnej

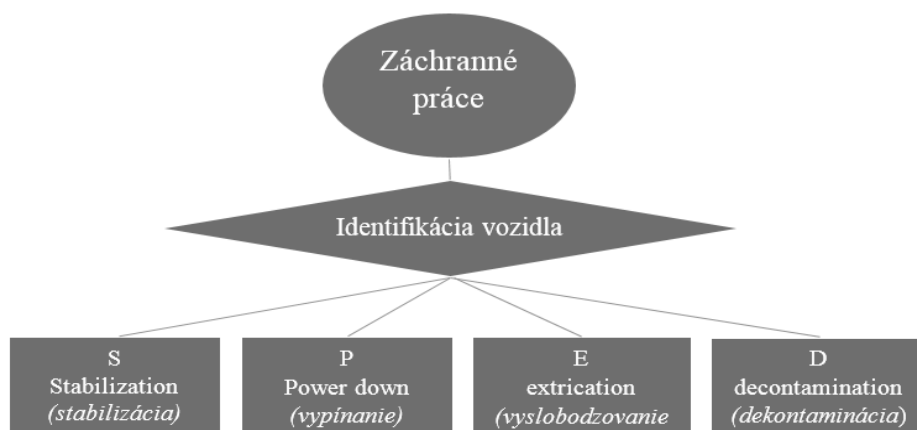
doprave je vyslobodzovanie uviaznutých obetí z poškodeného motorového vozidla. Rýchly zásah je nevyhnutný, a častokrát nebezpečenstvá, ktoré vyplývajú zo samotnej udalosti komplikujú samotný zásah (požiar vozidla, elektrické vedenie, nebezpečné látky a pod.).

Jedným z rozhodujúcim faktorom pri dosiahnutí efektívneho zásahu je príprava a školenia hasičských jednotiek. Kým každá mimoriadna udalosť je jedinečná svojím scenárom, niektoré postupy hasičských jednotiek poskytujú jasný smer o tom, ako správne vykonať zásah, čo v konečnom dôsledku predstavuje úspešné zvládnutie mimoriadnej udalosti.

Prístup hasičských jednotiek, ktorý navrhol J.G. Wimer, je založený na koordinácii zdrojov do štyroch čiastkových jednotiek, ktoré sú zamerané na:

- tím stabilizácie.
- tím odpojenia od zdroja.
- tím vyslobodzovania.
- tím dekontaminácie. [6,7,13]

Každá z týchto jednotiek má špecifické povinnosti a zodpovednosti a sú vzájomne prepojené a navzájom sa podporujú. Tento koncept je znázornený na obrázku 5.



Zdroj: Wimer, D.R., Hybrid Vehicle Incidents, 2010

Obrázok 5. Príklad prístupu k vykonaniu záchranných prác

2.2 Identifikácia napät'ových úrovní v elektrických vozidlách




Medzi najviac významným rozdielom medzi bežným vozidlom a elektromobilom je vysokonapät'ový elektrický systém, ktorý typicky obsahujú vysoké napät'ové batérie.

Prítomnosť vysokého napätia vytvára v prípade záchranných prác množstvo nebezpečenstiev. Označenie kabeľáže v elektromobiloch a hybridných vozidlách je znázornené v tabuľke 3.

Tabuľka 3

Farebné odlíšenie napät'ových úrovní v automobiloch

Zdroj: Casey, Fire Protection Research Foundation, 2016

Farebné odlíšenie napät'ových úrovní	Napätie	Grafické znázornenie
Červená a čierna	Nízke napätie <30 voltov	
Žltá a modrá	Prechodné: 30 - 60 Volt	
Oranžová	Vysoké napätie >60 voltov	

Kabeľáž systému vysokého napätia boli jasne farebne (oranžová) oddelené na jednoduché a konzistentnú identifikáciu a to priamo výrobcami automobilov. V niektorých novších modeloch sa objavila kabeľáž modrej a žltej farby, ktorá tiež predstavuje nebezpečenstvo úrazu elektrického prúdu, aj keď vyslovene nie je považované za vysoké napätie. Okrem toho kabeľáž vysokého napätia je v konštrukciách

vozidiel často chránená v ochrannej elektroinštalačnej vrstve, takže na druhej strane je ju ťažké vizuálne lokalizovať [6,8,9].

Zatiaľ čo vysoké napätie v elektrických a hybridných vozidlách, vzbudzuje obavy u hasičských jednotiek, ktoré pri záchranných prácach na jednej strane uprednostňujú vyššiu mieru opatrnosti, na strane druhej to vedie

k niektorým mylným predstavám, ktoré je potrebné zdôrazniť. Napríklad elektrický prúd nepredstavuje reálne nebezpečenstvo pri záchranných prácach, kedy dochádza ku kontaktu z konštrukciou havarovaného vozidla. V tomto prípade ide o identický postup ako pri konvenčných motorových vozidlách, pretože

systém vysokého napätia je úplne oddelený od podvozku vozidla (obr. 6). Avšak, jedna výnimka je a to taká, že v prípade, ak by bol poškodený zdroj elektrickej energie vozidla, hrozí nebezpečenstvo elektrického prúdu [6,8,9].



Zdroj: Tesla Motors, 2016

Obrázok 6. Umiestnenie batérie v automobile TESLA (vľavo) a záchranné práce (vpravo)

Elektromobily a hybridné vozidlá disponujú podobne ako u konvenčných vozidiel aj nízkym napätím. Na rozdiel od vysokého napätia, sa kabeľáž vedie zvyčajne cez podvozok automobilu a nepredstavuje realistickú hrozbu úrazu elektrického prúdu u hasičských jednotiek v prípade vykonávania záchranných prác. Vysokonapäťový systém vozidiel obsahuje kondenzátory, ktoré sa aktivujú vždy, keď je vysokonapäťový systém zapnutý. V prípade vypnutia vysokonapäťového systému (aktivácia airbagov, kolízne systémy a pod.) sa kondenzátory postupne začnú vybíjať. Po 5 minútach úroveň napätia klesne pod 60V a úplne vybitie trvá približne 10 minút (v závislosti od výrobcu) po vypnutí vysokonapäťového systému. [6,8,9]

2.3 Opatrenia pre hasičské jednotky pri vykonávaní záchranných prác

National fire protection association zostavila body, ktoré sú potrebné vedieť o bezpečnosti elektrických vozidiel:

- v konštrukciách vozidiel na elektronický pohon sa vo veľkej miere nachádza vysokopevnostná oceľ. V prípade vzniku mimoriadnej udalosti je dôležitá správna identifikácia týchto miest a určenie miest, ktoré budú podliehať strihaniu

- k vozidlám pristupovať iba z boku, nie zozadu ani spredu – nebezpečenstvo pohybu vozidla,
- v prípade ak sa zistí, že vozidlo má diaľkový štartovací kľúč, treba ho vzdialiť od vozidla (cca 15 m),
- pri požiari vozidla je potrebné dodržať bezpečnostnú vzdialenosť cca. 15-20 m,
- v prípade požiaru, ktorý vznikne v dôsledku poškodenia batérie alebo častí sústavy nechať vozidlo zhorieť, lebo pri niektorých typoch vozidiel sa neodporúča hasiť vozidlo (napr.: BMW, Mercedes),
- elektrické vozidlá emitujú veľmi málo zvuku; a z tohto dôvodu je nutnosťou v prípade záchranných prác sa ubezpečiť, či je vozidlo vypnuté.
- nikdy sa nedotýkať prestrihnutých oranžových káblov alebo komponentov označených oranžovými štítkami,
- pri každej novej technológii je veľmi dôležitý tréning [6,8,9,10,11,12].

Uvedené body, predstavujú tzv. univerzálne opatrenia pre hasičské jednotky v prípade vykonávania záchranných prác pri dopravnej nehode hybrid/elektromobil (obr. 7). Vzhľadom k tomu, že idea v oblasti bezpečnosti automobilov s elektronickým pohonom sa zjednocuje a nie je vedená u každého výrobcu automobilov samostatne, vzniká priestor pre poznanie kľúčových prvkov danej technológie.



*Zdroj: Lambert, F. Model S after hitting a tree, battery caught fire,
Tesla launches an investigation, 2016*

Obrázok 7. Súčinnosť hasičov a zamestnancov automobilky TESLA

V rámci týchto vozidiel, konkrétne pri dopravných nehodách, v oblasti bezpečnosti hasičských jednotiek pri zásahovej činnosti, budú vždy existovať neočakávané momenty ich ohrozenia. Tieto momenty vzhľadom na novú technológiu budú predstavovať dodatočné vzdelávanie hasičských jednotiek a výchovné opatrenia.

ZÁVER

Na záver článku je možné konštatovať, že vozidlá s elektrickým pohonom predstavujú z hľadiska zásahovej činnosti hasičských

jednotiek odlišné nebezpečenstvo než je to u bežných pohonov automobilov. V súčasnosti je oveľa väčší záujem využívať vozidlá s alternatívnym zdrojom energie ako to bolo v minulosti a prognózy do budúcnosti poukazujú na ich rozširovanie. Preto boli navrhnuté určité opatrenia pri zásahu hasičov po dopravnej nehode. Ďalej je nutné aby prvovýjazdové vozidlá boli vybavené aspoň po jednom kuse bezkontaktného merača prúdu a dielektrickou podložkou pod nohy pri práci s hybridnými vozidlami. Pri práci s hybridnými vozidlami by sa malo doplniť elektricky izolované vyslobodzovacie náradie.

LITERATÚRA

- [1] STRAW J.- DUTOIR, J. – OVERSTREET, K.: 2002. *Congressman Philip R. Sharp Papers Finding Aid*. Archives and Special Collections Ball State University. Dostupné na: <http://www.bsu.edu/libraries/archives/findingaids/MSS156.pdf>
- [2] *Návrh Stratégie rozvoja elektromobility v Slovenskej republike a jej vplyv na národné hospodárstvo Slovenskej republik*.
- [3] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. 2010. *Energy Technology Perspectives. Scenarios and Strategies to 2050*. ISBN : 978-92-64-08597-8.
- [4] HASIČSKÝ A ZÁCHRANNÝ ZBOR. 2015. *Štatistická ročenka*. Ministerstvo vnútra SR.
- [5] HM FIRE SERVICE INSPECTORATE, 2007. *Fire Service Operations Volume 2*. Issued under the authority of the Department for Communities and Local Government. United Kingdom for the Stationery Office. 2007. ISBN 978 0 11 341305 8.
- [6] GRANT, C.: *Fire Fighter Safety and Emergency Response for Electric Drive and Hybrid Electric Drive Vehicles*, Fire Protection Research Foundation, Quincy MA, 2010. Dostupné na: www.nfpa.org/Foundation.
- [7] Wimer, D.R.: "Hybrid Vehicle Incidents", Size Up, New York State Association of Fire Chiefs, Issue 3, 2009, pgs 30-32, website: www.nysfirechiefs.com/Sizeupmagazine.php.
- [8] GRANT, C.: *2nd Annual Electric Vehicle Safety Standards Summit – Summary Report*", Fire Protection Research Foundation, Quincy MA, 2011. Dostupné na: www.nfpa.org/Foundation.
- [9] GRANT, C.: *Personal Protective Equipment for Hybrid and Electric Vehicles*", Fire Protection Research Foundation, Quincy MA, 2012. Dostupné na: www.nfpa.org/Foundation.
- [10] EMERGENCY RESPONSE GUIDE. *Escape hybrid, Marine Hybrid*. [online].[cit. 2013–03-10] Dostupné na: <https://www.fleet.ford.com/showroom/2009fleetshowroom/pdfs/2009_Hybrid_ER_G_FI_NAL.pdf>.
- [11] Electric vehicle news. *VW announce first full electric production car E-up*. 2013. [online] [cit. 2013-04-10] Dostupné na: < <http://www.electric-vehiclenews.com/2013/03/vw-announce-first-fully-electric.html>>Electric vehicle news. *VW announce first full electric production car E-up*. 2013. [online] [cit. 2013-04-10] Dostupné na: < <http://www.electric-vehiclenews.com/2013/03/vw-announce-first-fully-electric.html>>.
- [12] Toyota Motor Sales. *Hybrid Emergence Response Information*. [online]. [cit. 2013–04-10]. Dostupné na: <https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/erg/index.htm>, na: <http://elektromobily.sk/test-toyota-auris-hsd>.
- [13] *Boston consulting Group*.