

XIII. medzinárodná konferencia

# **FIRECO 2019**

**Bezpečnosť a inovácie  
v automobilovom priemysle**



Trenčín, Slovenská republika

2. máj 2019

# **ZBORNÍK PREDNÁŠOK**

## **Usporiadatelia**

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky  
Hasičský a záchranný zbor

Dobrovoľná požiarna ochrana Slovenskej republiky

Výstavisko Expo Center, a.s., Trenčín

## **Záštita podujatia**

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky

Dobrovoľná požiarna ochrana Slovenskej republiky

## **Odborný garant**

gen. JUDr. Alexander Nejedlý, PhD.

## **Organizačný garant**

pplk. Ing. Silvia Jančovičová

## Medzinárodný vedecký výbor

prof. Ing. Karol <b>BALOG</b> , PhD.	Slovenská technická univerzita v Bratislave Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality
plk. JUDr. Stanislav <b>CELLENG</b>	Prezídium Hasičského a záchranného zboru
Ing. Jaroslav <b>FLACHBART</b> , PhD.	Žilinská univerzita v Žiline Fakulta bezpečnostného inžinierstva Katedra požiarneho inžinierstva
pplk. Ing. Štefan <b>GALLA</b> , PhD., MBA	Požiarnotechnický a expertízny ústav MV SR v Bratislave
prof. RNDr. Danica <b>KAČÍKOVÁ</b> , PhD.	Technická univerzita vo Zvolene Drevárska fakulta Katedra protipožiarnej ochrany
Andrej <b>KALININ</b>	Ministerstvo pre civilnú obranu, mimoriadne situácie a odstraňovanie následkov živelných katastrof Ruskej federácie
Dr. h. c. prof. JUDr. Lucia <b>KURILOVSKÁ</b> , PhD.	Akadémia policajného zboru v Bratislave
plk. Ing. Adrián <b>MIFKOVIČ</b>	Prezídium Hasičského a záchranného zboru
plk. Ing. Jana <b>MORÁVKOVÁ</b>	Prezídium Hasičského a záchranného zboru
gen. JUDr. Alexander <b>NEJEDLÝ</b> , PhD.	Prezídium Hasičského a záchranného zboru
plk. Ing. Ivan <b>ONDREJÍČKA</b>	Prezídium Hasičského a záchranného zboru
doc. Ing. Jiří <b>POKORNÝ</b> , Ph.D., MPA	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava Fakulta bezpečnostného inžinierstva
Natalia <b>REBROVA</b>	Ministerstvo pre civilnú obranu, mimoriadne situácie a odstraňovanie následkov živelných katastrof Ruskej federácie
genmjr. Ing. Drahošlav <b>RYBA</b>	Ministerstvo vnútra – generálny riaditeľ Hasičského záchranného zboru ČR

## Partneri konferencie



**3MON, s. r. o.**

Černyševského 10  
851 01 Bratislava

web: [www.3mon.sk](http://www.3mon.sk)



**Automobilové opravovne  
MV SR, a. s.**

Sklabinská 20  
831 06 Bratislava

web: [www.aomvsr.sk](http://www.aomvsr.sk)



**ELICE, s. r. o.**

Internátna 67  
974 04 Banská Bystrica

web: [www.elice.sk](http://www.elice.sk)



**eustream, a. s.**

Votrubova 11/A  
821 09 Bratislava

web: [www.eustream.sk](http://www.eustream.sk)



Správna voľba

**Lidl Slovenská republika,  
v. o. s.**

Ružinovská 1/E  
821 02 Bratislava

web: [www.lidl.sk](http://www.lidl.sk)



**NOVOFRUCT SK, s. r. o.**

Komárňanská cesta 13  
940 43 Nové Zámky

web: [www.novofruct.sk](http://www.novofruct.sk)



**Robustech, s. r. o.**

Hrnčiarska 5/2727  
945 01 Komárno

web: [www.robustech.sk](http://www.robustech.sk)



**SANAC, s. r. o.**

Rožňavská 7  
831 04 Bratislava

web: [www.sanac.sk](http://www.sanac.sk)



**SIEMENS, s. r. o.**

Lamačská cesta 3/A  
841 04 Bratislava

web: [www.siemens.sk](http://www.siemens.sk)



**SPOLGAS, s. r. o.**

Fügnerova 1233  
440 01 Louny

web: [www.spolgas.cz](http://www.spolgas.cz)



**SPP - distribúcia, a. s.**

Mlynské nivy 44/b  
825 11 Bratislava

web: [www.spp-distribucia.sk](http://www.spp-distribucia.sk)



**VUJE, a. s.**

Okružná 5  
918 64 Trnava

web: [www.vuje.sk](http://www.vuje.sk)

Za odborný, gramatický a štylistický obsah zodpovedajú autori príspevkov.  
Príspevky v zborníku boli lektorované a recenzované odbornými garantmi.

Editor:

Požiarotechnický a expertízny ústav Ministerstva vnútra Slovenskej republiky,  
Národné informačné stredisko Hasičského a záchranného zboru, Bratislava

Vydal:

Požiarotechnický a expertízny ústav Ministerstva vnútra Slovenskej republiky  
v Bratislave

ISBN: 978-80-89051-23-6

EAN: 9788089051236

© Požiarotechnický a expertízny ústav Ministerstva vnútra Slovenskej republiky, 2019

## O B S A H

Nebezpečenstvo a ochrana pri dopravnej nehode automobilov na pohon plynom <i>Ladislav Andrisek</i>	1
Protipožiarna ochrana energetických systémov s Li-ion batériami <i>Miloš Böhmer</i>	7
Problematika prevádzky vodíkového generátora v automobiloch <i>Ján Húšek</i>	19
Výbuch osobného automobilu zaparkovaného v garáži rodinného domu s následným požiarom <i>Milan Chládek, Peter Dafčík</i>	29
Metodika zdolávania požiarov automobilov s vodíkovým pohonom <i>Jaroslav Kríž</i>	38
Návrh metodiky záchranných prác pri dopravnej nehode elektromobilu v podmienkach HaZZ <i>Jana Oravcová, Maroš Lajčák, Patrik Buchcar</i>	51
Alternatívne zdroje energie pre pohon automobilov – nebezpečenstvá pre zasahujúcich hasičov a ich minimalizácia <i>Martin Puna</i>	59
Poznatky z likvidácie požiarov a odstraňovanie následkov dopravných nehôd automobilov s alternatívnym zdrojom energie pre pohon <i>Róbert Remias</i>	69
Bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle – MHD – trolejbusy <i>Stanislav Ševčík</i>	74
Elektromobilita vo vzťahu k zásahovej činnosti hasičov pri požiaroch alebo dopravných nehodách elektromobilov <i>Petr Tánczos, Viktória Sláviková</i>	89
Rozbor požiaru autobusu Mercedes Benz Travego na rýchlostnej ceste R1 <i>Zoltán Tánczos, Roman Kotlár</i>	103

Anotácie príspevkov	108
Summaries of papers	111



## NEBEZPEČENSTVO A OCHRANA PRI DOPRAVNEJ NEHODE AUTOMOBILOV NA POHON PLYNOM

*pplk. Ing. Ladislav Andrisek<sup>1</sup>*

### Summary

*This article describes brief characteristics of alternative gaseous fuels, as well as potential danger in case of fire emergence. We describe the primary gaseous fuels used to power an internal combustion engine like as LPG, natural gas, CNG and LNG. We briefly characterize the dangers arising from the use of gaseous fuels.*

### Keywords

*LPG, natural gas, CNG, LNG*

### Anotácia

*Príspevok sa zaoberá stručnou charakteristikou alternatívnych plynných palív, ich vlastnosťami, ako aj nebezpečenstvom, ktoré hrozí v prípade vzniku požiaru. Popisujeme primárne plynné palivá používané na pohon motora, ako je LPG, zemný plyn, CNG a LNG. Stručne charakterizujeme nebezpečenstvá vyplývajúce z využívania plynných palív.*

### Kľúčové slová

*LPG, zemný plyn, CNG, LNG*

### Úvod

Doprava má rad negatívnych vplyvov na zdravie ľudí, zvierat, na rastliny a na kvalitu životného prostredia vôbec. Medzi tieto vplyvy patria: znečistenie ovzdušia emisiami výfukových plynov, emisie oxidu uhličitého, znečistenie pôdy a vody, hluk, nehody, záber pôdy, parcelovanie krajiny a spotreba energie.

Na znečistení ovzdušia sa najviac podieľa cestná doprava, ktorá vyprodukuje 91-97 % škodlivých emisií zo všetkých druhov dopravy. Pri spotrebe 10 litrov na 100 km spáli motor osobného auta ročne priemerne okolo 1000 litrov benzínu a z jeho výfuku unikne do ovzdušia cca 350 kg oxidu uhoľnatého, 50 kg uhlíkov, 15 kg oxidu dusíka, vyše 0,5 kg olova a ďalších cca 250 druhov škodlivín, ktoré ovplyvňujú ľudské zdravie. Rušné križovatky miest vykazujú hlukovú hladinu 90 dB aj viac (prípustná norma je 65 dB). Veľké rozlohy cestných komunikácií

---

<sup>1</sup> *pplk. Ing. Ladislav ANDRISEK, Stredná škola požiarnej ochrany MV SR v Žiline, P.O.BOX B/25, Bytčianska 110, 011 15 Žilina, Slovenská republika, tel.: +421 415 076 714, e-mail: ladislav.andrisek@minv.sk*

nedovoľujú presakovanie vody do podlažia a znečisťujú povrchovú vodu saponátmi, olejmi a ropnými produktmi.

V súčasnej dobe vo svete jazdí po cestnej komunikácii nadmerný počet automobilov, cca 800 miliónov, ale z nich asi len milión je vybavených iným ako spaľovacím motorom.

Preto problematika ochrany životného prostredia a minimalizácia nákladov na energie a palivá sú v súčasnosti nanajvyšš prioritné úlohy. Podľa aktuálnych prieskumov vystačia v súčasnosti známe náleziská ropy len na najbližších štyridsať rokov. Dve tretiny z nich pritom ležia na geopoliticky nestabilnom Blízkom východe. Preto je veľmi dôležité hľadať alternatívne palivá.

Ako alternatívne zdroje energie pre pohon automobilov v súčasnosti prichádzajú do úvahy vodík, prírodný (zemný) plyn, skvapalnený propán-bután, biopalivá, alkoholy, oleje rastlinného pôvodu a splynená bihmota.

### **LPG „(Liquid Petroleum Gas)“ = kvapalný ropný plyn**

LPG (Liquid Petroleum Gas) je zmes propánu a butánu, s tromi až štyrmi uhlíkmi v molekule. LPG je bezfarebná, extrémne prchavá, horľavá a výbušná látka majúca charakteristický zápach. Získava sa ako vedľajší produkt pri ťažbe a spracovaní ropy. Do vozidiel sa tankuje v kvapalnom stave. Je ťažší ako vzduch. LPG nie je možné vyrábať z obnoviteľných zdrojov.

V našich podmienkach sa používa tzv. zimná LPG zmes (60 % propán a 40 % bután) a letná LPG zmes (40 % propán a 60 % bután). Ďalšou vlastnosťou LPG je menší hmotnostný podiel uhlíka v 1 kg paliva. Pri LPG (60/40) je to 0,825 kg uhlíka, klasické kvapalné palivá (benzín, nafta) majú v 1 kg cca 0,86 - 0,87 kg uhlíka, čo vedie v optimalizovanom vyhotovení plynového zážihového motora k nižšej produkcii CO.

Toto palivo umožňuje dosiahnuť veľmi homogénnej zmesi paliva a vzduchu. Pri bežných teplotách a tlakových podmienkach je zmes v plynnom stave, ale pôsobením pomerne malého tlaku sa mení plynné skupenstvo na kvapalné. V kvapalnom stave zaberá len 1/260 svojho plynného objemu. Toto sa využíva predovšetkým na skladovanie a prepravu.

### **Zemný plyn**

Zemný plyn je fosílné palivo tvorené metánom s premenlivou prímесou uhľovodíkov a inertných plynov (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>...). Jedná sa o bezfarebný, nejedovatý, horľavý, výbušný plyn bez chuti a zápachu. Je ľahší ako vzduch a rozlišujeme dva druhy:

Zemný plyn H (high – vysoký energetický obsah) – obsahuje 90 – 99 % metánu. Zemný plyn L (low – nízky energetický obsah) – má vyšší podiel nehorľavých zložiek (cez 10 % obj.).

Zemný plyn môže byť uchovávaný v plynnom skupenstve pri tlaku 16 – 20 MPa (odtiaľ skratka CNG – Compressed Natural Gas) alebo v kvapalnom skupenstve pri teplote  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  (LNG – Liquefied Natural Gas). Skvapalňovanie je však vysoko nákladné, preto sa väčšinou používa stlačený zemný plyn.

### **CNG = „Compressed Natural Gas“ = stlačený zemný plyn**

Charakteristickým znakom CNG je vysoký obsah metánu  $\text{CH}_4$ . CNG je horľavý, výbušný plyn bez farby, bez zápachu a bez chuti. Je nejedovatý, má zanedbateľné toxické vlastnosti. Je ľahší ako vzduch.

Hlavnou zložkou zemného plynu je metán, ktorý mu dáva vlastnosti paliva vhodného na kúrenie, ohrev úžitkovej vody a v súčasnosti nachádza stále väčšie využitie ako motorové palivo v doprave. CNG sa skladá prevažne z metánu (cez 95 %) a vyšších uhľovodíkov s malou prímесou inertných plynov. CNG je stlačený zemný plyn pri tlaku 200 barov.

CNG je horľavý, v porovnaní s benzínom ťažšie zápalný. Pre použitie ako motorové palivo sa zemný plyn stláča kompresorom v plniacej stanici CNG a v tejto stlačenej forme, už ako CNG sa plní do tlakových nádob vozidiel. Pri spaľovaní v zážihovom motore má veľmi dobré antidekonačné vlastnosti. Pri spaľovaní CNG uniká do ovzdušia, v porovnaní s naftou alebo benzínom a dokonca i LPG, výrazne menej škodlivín, oxidov dusíka  $\text{NO}_x$ , oxidu uhoľnatého  $\text{CO}$ , pevných častíc a karcinogénnych látok. Vplyv na skleníkový efekt pri vozidlách na CNG je menší v porovnaní s benzínom či naftou. Z toho dôvodu CNG je zaradené medzi alternatívne motorové palivá.

### **LNG – „Liquefied Natural Gas“ = skvapalnený zemný plyn**

LNG je skvapalnený zemný plyn, ktorý má pri atmosférickom tlaku (101 325 Pa) teplotu približne  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Je to namodravá, netoxická, nekorozívna, priehľadná kvapalina s minimálnou viskozitou. LNG je z 90-100 % tvorený metánom a v závislosti podľa ťažobnej lokality obsahuje zvyšky etánu, propánu, vyšších uhľovodíkov, dusíka a ďalších plynov.

Hlavnou výhodou LNG je cca 600 krát menší objem v porovnaní s CNG. Z toho vyplýva vyšší dojazd vozidla na LNG oproti CNG, ktorý je na porovnateľnej úrovni s klasickými pohonnými hmotami - 1 liter LNG energeticky zodpovedá cca 0,67 litru benzínu a 0,59 litru nafty.

Ďalšou výhodou je vysoká energetická hustota, ktorá je porovnateľná s palivami získanými z ropy. V porovnaní s CNG majú navyše nádrže na LNG podstatne nižšiu

hmotnosť a vďaka menšiemu objemu palivových nádrží majú vozidlá na LNG väčší úložný priestor.

Pokiaľ ide o nevýhody LNG, tie spočívajú predovšetkým v potrebe uchovávaní skvapalneného plynu za veľmi nízkych teplôt, čo je ekonomicky aj technologicky veľmi náročné. Pri dlhšej odstávke vozidla môže dochádzať k odparovaniu paliva z nádrže.

**Tab. 1 Vybrané fyzikálne a chemické vlastnosti LPG, CNG a LNG**

Vlastnosť	Rozmer	LPG	CNG	LNG
Oktánové číslo		100 - 110	130	130
Bod vzplanutia	°C	< -56	152	152
Teplota vznietenia	°C	460	650	540
Bod varu	°C	-42,6	-162	-162
Bod tuhnutia	°C	< -100	< -183	< -183
Hustota (15°C)	kg.m <sup>-3</sup>	510 - 580	0,7	410
Medze výbušnosti dolná/horná	% obj.	1,8/9,5	4,4/15	4,4/15
Obsah uhlíka	% hm.	84	74,25	74,25
Obsah vodíka	% hm.	16	24,75	24,75
Obsah kyslíka	% hm.	0	0	0

### **Zmes uhľovodíkových plynov i. n., ako sú zmesi A, A01, A02, A0, A1, B1, B2, B alebo C**

So vzduchom vytvára výbušné zmesi. Dusivý plyn, ktorý pôsobí bez pozorovateľných príznakov.

#### **Nebezpečenstvá**

- Zahriatie nádoby/nádob vyvolá nárast tlaku s nebezpečenstvom roztrhnutia a náhlym uvoľnením oblaku rozpínajúcich sa horľavých pár, ktoré sa môžu zapáliť a vybuchnúť (riziko BLEVE) a šíriť sa spolu s tlakovou vlnou.
- Vytvára jedovaté a dráždivé pary pri silnom zahriatí alebo horení.
- Plyn môže byť neviditeľný, môže vnikáť do kanalizácie, priestorov pod úrovňou terénu alebo do uzavretých priestorov, kde vytláča vzduch.

#### **Prvá pomoc**

- Ak látka prišla do kontaktu s očami, vyplachujeme ich vodou najmenej 15 minút a okamžite vyhladáme lekárske ošetrovanie.
- Kontaminované oblečenie okamžite vyzlečieme a zasiahnutú pokožku oplachujeme veľkým množstvom vody.

- Osobám, ktoré prišli do kontaktu s látkou alebo sa nadýchali pár, okamžite zabezpečíme lekárske ošetrovanie. Zároveň odovzdáme všetky dostupné informácie o látke ošetrovateľovi.
- Pri popáleninách zasiahnutú pokožku okamžite a čo najdlhšie chladíme studenou vodou. Odev prilipnutý na pokožke neodstraňujeme.

### **Hlboko schladený skvapalnený plyn, zemný plyn schladený skvapalnený s vysokým obsahom metánu**

So vzduchom vytvára výbušné zmesi. V kvapalnom stave má veľmi nízku teplotu. Dusivý plyn, ktorý pôsobí bez pozorovateľných príznakov.

#### **Nebezpečenstvá**

- Zahriatie nádoby/nádob vyvolá nárast tlaku s nebezpečenstvom roztrhnutia a náhlym uvoľnením oblaku rozpínajúcich sa horľavých pár, ktoré sa môžu zapáliť a vybuchnúť (riziko BLEVE) a šíriť sa spolu s tlakovou vlnou.
- Kontakt s kvapalinou spôsobuje krehkosť viacerých materiálov vrátane osobných ochranných prostriedkov.
- Vytvára jedovaté a dráždivé pary pri silnom zahriatí alebo horení.
- Plyn môže byť neviditeľný, môže vniknúť do kanalizácie, priestorov pod úrovňou terénu alebo do uzavretých priestorov, kde vytláča vzduch.

#### **Prvá pomoc**

- Ak látka prišla do kontaktu s očami, vyplachujeme ich vodou najmenej 15 minút a okamžite vyhľadáme lekárske ošetrovanie.
- Kontaminované oblečenie okamžite vyzlečieme a zasiahnutú pokožku oplachujeme veľkým množstvom vody.
- Osobám, ktoré prišli do kontaktu s látkou alebo sa nadýchali pár, okamžite zabezpečíme lekárske ošetrovanie. Zároveň odovzdáme všetky dostupné informácie o látke ošetrovateľovi.
- Pri popáleninách zasiahnutú pokožku okamžite a čo najdlhšie chladíme studenou vodou. Odev prilipnutý na pokožke neodstraňujeme.

### **Metán stlačený alebo zemný plyn stlačený s vysokým obsahom metánu**

Horľavý stlačený plyn. So vzduchom vytvára výbušné zmesi. Dusivý plyn, ktorý pôsobí bez pozorovateľných príznakov.

**Nebezpečenstvá**

- Zahriatie nádoby/nádob vyvolá nárast tlaku s nebezpečenstvom roztrhnutia a náhlym uvoľnením plynu, ktorý sa môže zapáliť.
- Vytvára jedovaté a dráždivé pary pri silnom zahriatí alebo horení.
- Plyn môže byť neviditeľný, môže vnikáť do kanalizácie, priestorov pod úrovňou terénu alebo do uzavretých priestorov, kde vytláča vzduch.

**Prvá pomoc**

- Ak látka prišla do kontaktu s očami, vyplachujeme ich vodou najmenej 15 minút a okamžite vyhladáme lekárske ošetrovanie.
- Osobám, ktoré prišli do kontaktu s látkou alebo sa nadýchali pár, okamžite zabezpečíme lekárske ošetrovanie. Zároveň odovzdáme všetky dostupné informácie o látke ošetrojúcemu lekárovi.
- Pri popáleninách zasiahnutú pokožku okamžite a čo najdlhšie chladíme studenou vodou. Odev prilipnutý na pokožke neodstraňujeme.

**Literatúra**

1. KBÚ LPG pre účely pohonu motorových vozidiel, PROBUGAS, a. s. Bratislava
2. KBÚ Zemný plyn, SPP a. s.
3. MUDr. Dobiáš a kolektív: Prednemocničná urgentná medicína. Vydavateľstvo Osveta Martin, 2007, ISBN 978-80-8063-255-7
4. [www.ericards.net](http://www.ericards.net)

**Lektor: plk. JUDr. Elena Vavrová, PhD.**  
**Odborný garant: Ing. Miroslav Dikan**

## PROTIPOŽIARNA OCHRANA ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV S LI-ION BATÉRIAMI

*Ing. Miloš Böhmer<sup>1</sup>*

### Summary

*The expected growth of the number of electric cars will result in new requirements for the availability of power sources. As the output of a fast-charging station for electric cars may be more than 100 kW, it is obvious that the availability of such short-term charging output cannot be ensured solely by standard strengthening of the power distribution grid. A suitable solution to supply power during short-term consumption spikes are energy systems fitted with Li-ion batteries whose extent and design create completely new requirements for their fire protection, particularly when built in a structure.*

### Keywords

*Li-ion battery systems, flammable electrolytes, thermal runaway, aspiration smoke detectors, optical dual-wavelength detection technology, oxygen concentration*

### Anotácia

*Predpokladaný nárast v oblasti elektromobilov prinesie so sebou aj nové požiadavky na dostupnosť zdrojov elektrickej energie. Ak zoberieme do úvahy, že výkon jednej rýchlonabíjacej stanice pre elektromobily môže byť viac ako 100 kW, tak je zrejmé, že dostupnosť potrebného krátkodobého výkonu nebude možné dosiahnuť iba štandardným posilnením rozvodnej siete. Na vykrývanie nárazových špičiek odoberaného elektrického výkonu sú vhodné energetické systémy s Li-ion batériami, ktoré svojim rozsahom a konštrukciou prinášajú úplne nové požiadavky na ich protipožiarnu ochranu, najmä ak budú zabudované do stavby.*

### Kľúčové slová

*systémy s Li-ion batériami, horľavé elektrolyty, nekontrolovaný nárast teploty, nasávacie dymové hlásiče, technológia optickej detekcie s duálnou vlnovou dĺžkou, koncentrácia kyslíka*

---

<sup>1</sup> Ing. Miloš BÖHMER, Siemens, s. r. o., BT RSS, Lamačská cesta 3/A, 841 04 Bratislava, Slovenská republika, tel: +421 903 448 241, e-mail: milos.bohmer@siemens.com

## Úvod

Rozvoj elektromobility bude vyžadovať inštaláciu značného množstva nabíjajúcich staníc. Výkon jednej rýchlonabíjacej stanice pre osobné automobily môže byť viac ako 100 kW, pre elektrické autobusy do 450 kW. Prevádzka týchto nabíjajúcich staníc výrazne zvýši požiadavky na distribúciu elektrickej energie a rozvodné siete. Je zrejmé, že v mnohých prípadoch nebude možné zabezpečiť požadovaný krátkodobý vysoký výkon štandardným posilnením rozvodnej siete. Na vykrývanie nárazových špičiek odoberaného elektrického výkonu sú vhodné energetické systémy s Li-ion batériami. Keďže tieto systémy v sebe kumulujú veľké množstvo energie a horľavého elektrolytu, ich prevádzka prináša úplne nové požiadavky na protipožiarnu ochranu, najmä ak budú zabudované do stavby (parkovacie domy, podzemné garáže a pod.).

## Energetické systémy s Li-ion batériami

Energetické systémy s Li-ion batériami obsahujú okrem veľkého množstva batériových Li-ion článkov monitorovacie a riadiace systémy, ktoré zabezpečujú nasledovné funkcie: monitorovanie prevádzkových stavov, monitorovanie a riadenie teploty, riadenie nabíjania a dodávok elektrickej energie zo systému.

Energetické systémy s Li-ion batériami môžu byť zabudované do samostatne stojaceho kontajnera, alebo môžu byť zabudované do stavby. Hlavne v mestách s pomerne hustou zástavbou je predpoklad, že uvedené systémy budú integrované priamo do stavieb (podzemné garáže obchodných a nákupných centier, garážové domy a pod.). V takom prípade bude nutné prítomnosť takéhoto systému v stavbe zohľadniť pri posudzovaní riešenia protipožiarnej bezpečnosti stavieb.







Obr. 1 Energetické systémy s Li-ion batériami v kontajneri a v stavbe

## Analýza rizík

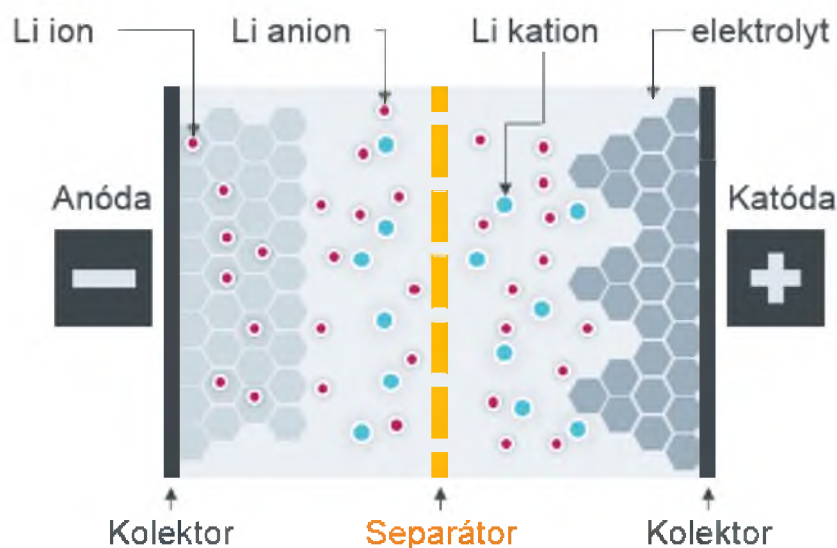
Štatistiky nemeckej organizácie GDV (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft) ukazujú, že približne 25 % požiarov spojených so značnými škodami v priemysle je zapríčinených elektrickými zariadeniami a inštaláciami. Uvedené riziká je možné výrazne znížiť použitím primeranej detekcie požiaru a plynových stabilných hasiacich zariadení.

Energetické systémy s Li-ion batériami však zahrňujú okrem štandardných rizík požiaru elektrických zariadení aj špecifické riziká vyplývajúce z konštrukcie a vlastností článkov Li-ion batérií.

Energetické systémy s Li-ion batériami v sebe kombinujú vysokú kumulovanú energiu a veľké množstvo horľavého elektrolytu Li-ion batériových článkov. Prevádzka batériových systémov vyžaduje intenzívne chladenie vzduchom. V prípade vzniku požiaru intenzívne prúdenie vzduchu podporuje jeho rýchle šírenie.

## Rizikové vlastnosti Li-ion batériových článkov

Pre lepšie pochopenie rizikových vlastností Li-ion batériových článkov je nutné vysvetliť ich konštrukciu.



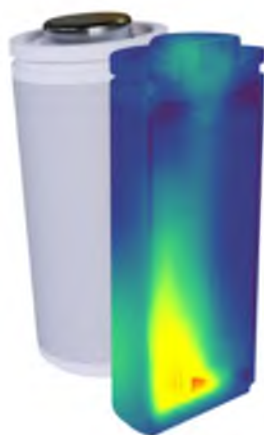
Obr. 2 Konštrukcia článku Li-ion batérie

Článok Li-ion batérie obsahuje dve elektródy (záporná anóda, kladná katóda). Elektródy sa skladajú z kolektora a aktívneho materiálu. Medzi elektródami je elektrolyt, ktorý zabezpečuje prenos iónov. Elektrolyt má obvykle vlastnosti horľavej kvapaliny. V strede článku je separátor (tenká fólia), ktorý elektricky oddeľuje zápornú a kladnú elektródu.

Keďže batériový článok kumuluje vysokú energiu a obsahuje horľavý elektrolyt, akékoľvek poškodenie separátora, ktoré môže byť spôsobené napr. mechanicky alebo zvýšenou teplotou, spôsobí vnútorný elektrický skrat a následný nekontrolovaný nárast teploty. Takže vznik nebezpečnej situácie je v takomto prípade neodvratný.

### Požiarne riziko – nekontrolovaný nárast teploty

Ľahká konštrukcia batérie, vysoká koncentrácia elektrickej energie, horľavý elektrolyt a starnutie materiálu vytvárajú riziko požiaru. Ak nebudeme uvažovať o poškodení batérie vonkajším vplyvom (zásahom), tak vznietenie samotnej batérie je spôsobené poškodením separátora vplyvom starnutia, vnútorného skratu a následného nekontrolovaného nárastu teploty. Keďže elektrolyt býva horľavá kvapalina, v článku batérie sa začnú vytvárať výbušné výpary. Vnútorný tlak v článku batérie bude stúpať, až kým sa výpary neuvolnia cez bezpečnostný ventil, alebo prasknutý plášť článku batérie.



**Obr. 3 Nekontrolovaný nárast teploty v článku Li-ion batérie**

V prípade, že nebudú vykonané účinné protiopatrenia, v priestore batérií sa vytvorí výbušná zmes vzduchu a výparov elektrolytu, ktorá pri iniciácii napr. elektrickou iskrou vyvolá výbuch, následný požiar a jeho nekontrolované šírenie v celom systéme.

### **Koncepcia protipožiarnej ochrany systémov s Li-ion batériami**

Na základe identifikovaných rizikových faktorov je možné spracovať koncepciu účinnej protipožiarnej ochrany energetických systémov s Li-ion batériami. Okrem štandardných opatrení na zníženie požiarneho rizika elektrických zariadení, je nutné zamerať sa na nasledovné otázky:

- 1) Ako je možné identifikovať a uhasiť požiar batériových článkov?
- 2) Ako je možné rozpoznať vznikajúci nárast teploty v článku?
- 3) Ako a kedy je možné identifikovať nekontrolovaný nárast teploty?
- 4) Je možné zastaviť šírenie nárastu teploty z článku na článok?

Za účelom zodpovedania uvedených otázok boli v laboratóriách spoločnosti Siemens vykonané nasledovné testy:

- 1) Test detekcie
- 2) Test šírenia požiaru

#### **Test detekcie**

Test detekcie bol vykonaný pomocou nasledovnej testovacej zostavy:



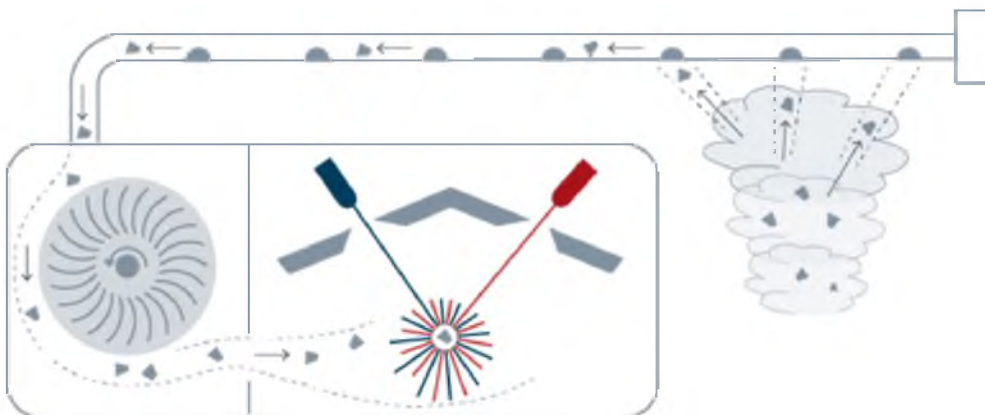
Obr. 4 Test detekcie - zostava

Do skrine pre články Li-ion batérií bola zabudovaná zohrievaná platňa. Na platňu bola položená Li-ion batéria. Priestor skrine bol pomocou nasávacej rúrky so vzorkovacím bodom (otvorom) monitorovaný nasávacím dymovým hlásičom FDA241 Siemens. Platňa bola postupne zohrievaná a v priebehu 450 sekúnd jej teplota stúpala z 20 °C na 400 °C.

### Nasávací dymový hlásič FDA241

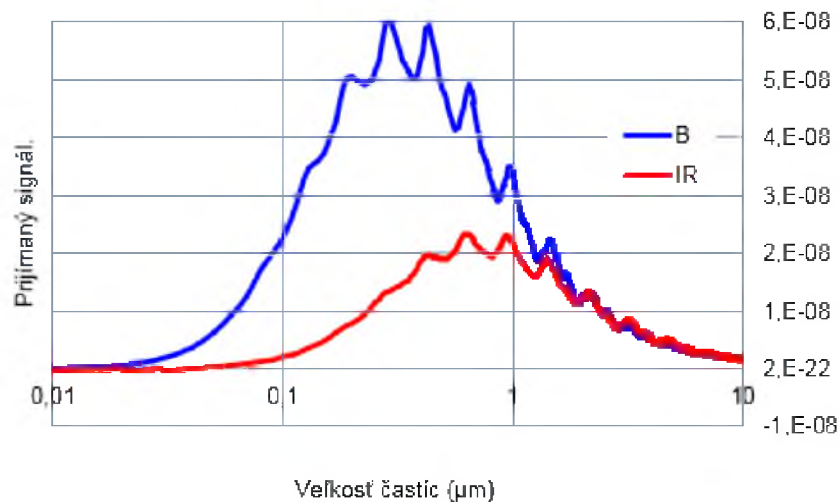
Pre interpretáciu výsledkov testov je nutné najprv stručne vysvetliť princíp optickej detekcie s duálnou vlnovou dĺžkou, ktorú využíva v teste použitý nasávací dymový hlásič FDA241.

Nasávacie dymové hlásiče pomocou vzorkovacieho potrubia priebežne odoberajú z chráneného priestoru vzorky vzduchu a sledujú, či sa v nich nevyskytujú dymové častice. Tradičné modely nasávacích hlásičov však nedokážu s dostatočnou presnosťou rozlíšiť prachové častice od dymových a v náročnejšom prostredí majú tendenciu hlásiť "falošné" poplachy. Tento problém je v prípade hlásičov s typovým označením FDA221 a FDA241 vyriešený. Oba modely využívajú optickú metódu detekcie s dvoma vlnovými dĺžkami svetla (470 nm modré a 940 nm infračervené svetlo) podľa Obr. 5.



**Obr. 5 Optický senzor s duálnou vlnovou dĺžkou**

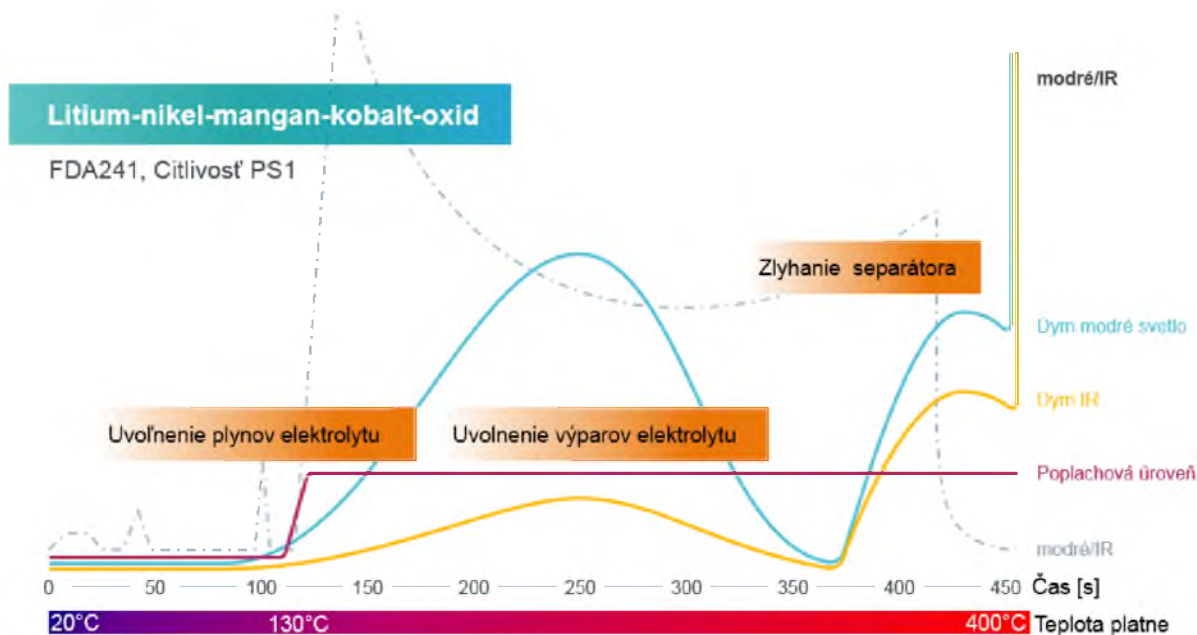
Tieto hlásiče využívajú rozdielnú relatívnu citlivosť senzorov s modrým a infračerveným svetlom v závislosti od veľkosti snímaných častíc. Z Obr. 6 je zrejmé, že v prípade častíc menších ako  $1\ \mu\text{m}$  je signál generovaný modrým svetlom podstatne intenzívnejší ako signál infračerveného svetla. Pre častice väčšie ako  $1\ \mu\text{m}$  je intenzita signálov porovnateľná. Preto sú hlásiče FDA221 a FDA241 schopné s vysokou presnosťou určiť rozmery častíc, aj ich koncentráciu vo vzduchu a vďaka tomu rozlíšiť, či ide o dym, prach alebo iné aerosóly. Výsledkom sú prístroje s minimálnou citlivosťou na vonkajšie rušivé vplyvy, ktoré však zároveň dosahujú vysokú citlivosť aj na veľmi malé dymové častice vznikajúce v začiatočnom štádiu horenia.



- Veľký rozdiel pre malé častice ( $<1\ \mu\text{m}$ )
- Malý rozdiel pre veľké častice ( $>1\ \mu\text{m}$ )

**Obr. 6 Relatívna citlivosť pre modré a infračervené svetlo**

## Výsledky testov detekcie



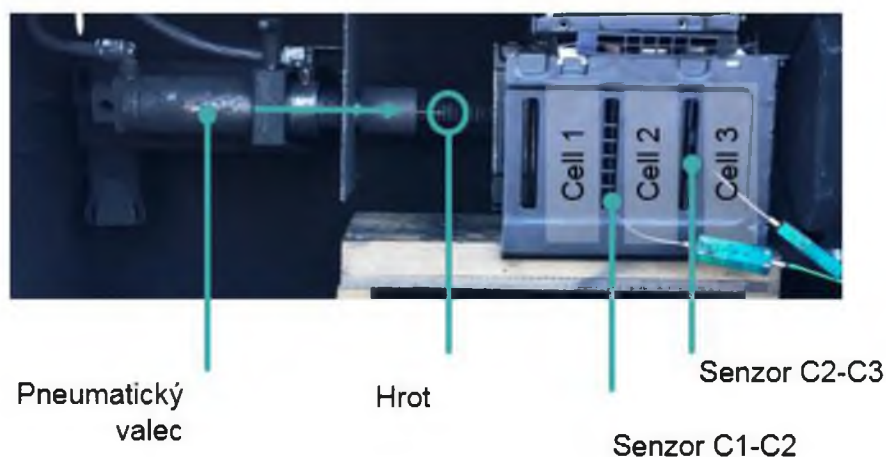
Obr. 7 Test detekcie - výsledok

Signály obidvoch senzorov (s modrým svetlom aj infračerveným svetlom) boli počas prvých 100 sekúnd (teplota cca 130 °C) prakticky nulové. Významný nárast obidvoch signálov nastal po 125 sekundách, po ktorom nasledovalo klesanie signálu z dôvodu odparenia značnej časti elektrolytu. Signály začali opäť rýchlo stúpať po 360 sekundách a po 450 sekundách nastalo zlyhanie separátora (neriadený nárast teploty). Na základe vysokej hodnoty pomeru modrého/IR signálu je zrejmé, že sa jedná o veľmi malé častice výparov elektrolytu a nie napr. prachové častice, väčšie ako 1  $\mu\text{m}$ . Testy potvrdili, že nasávací dymový hlásič FDA241 s optickým senzorom s duálnou vlnovou dĺžkou je schopný identifikovať nárast teploty a blížiaci sa nekontrolovaný nárast teploty už v počiatočnom štádiu na základe detekcie veľmi malej koncentrácie výparov elektrolytu. V prípade uvedeného testu požiaru hlásič FDA241 aktivoval poplach skôr ako 5 minút pred nekontrolovaným nárastom teploty a zlyhaním separátora, ktoré obvykle vedú k vzplanutiu batériového článku.

## Test šírenia požiaru

Na základe mnohých zdokumentovaných prípadov je možné konštatovať, že ak nie sú vykonané účinné opatrenia proti šíreniu nekontrolovaného nárastu teploty, poškodenie jedného článku batérie môže spôsobiť požiar celého energetického systému so škodami veľkého rozsahu.

Na testovanie šírenia požiaru bola nainštalovaná nasledovná zostava:



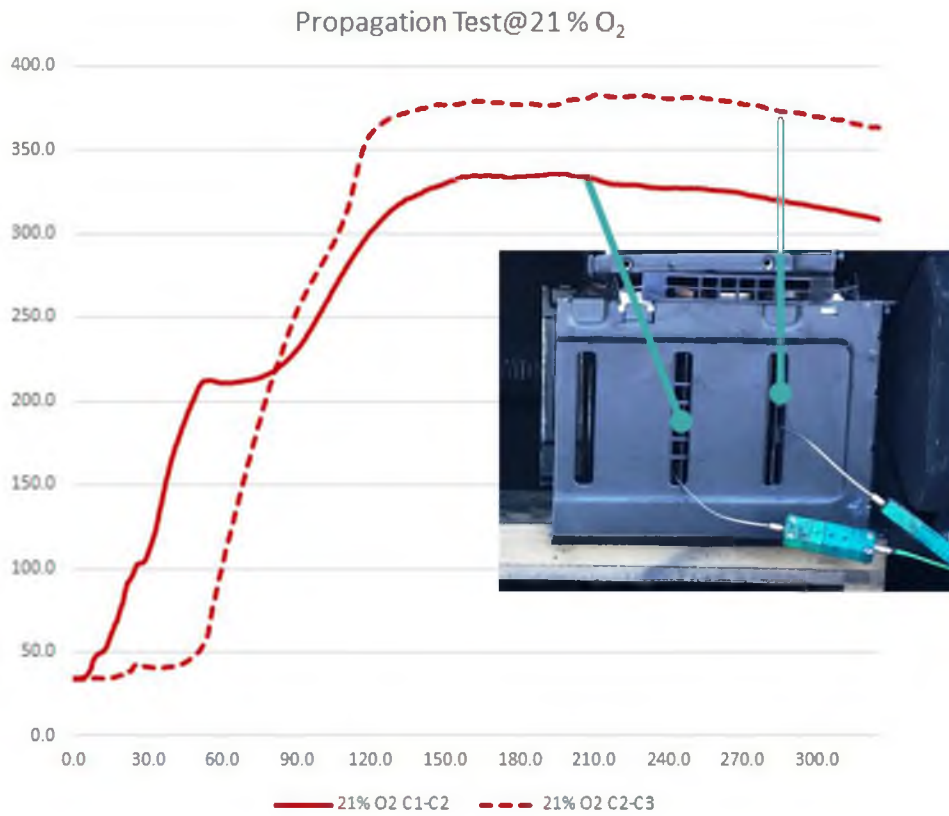
**Obr. 8 Test šírenia požiaru - zostava**

Tri batériové články boli umiestnené do originálneho batériového krytu modulu. Vľavo od modulu s článkami je pneumatický mechanizmus na prerazenie článku, ktorý pozostáva z pneumatického valca a hrotu. Medzi článkami boli umiestnené 2 tepelné senzory (Senzor C1-C2 a Senzor C2-C3).

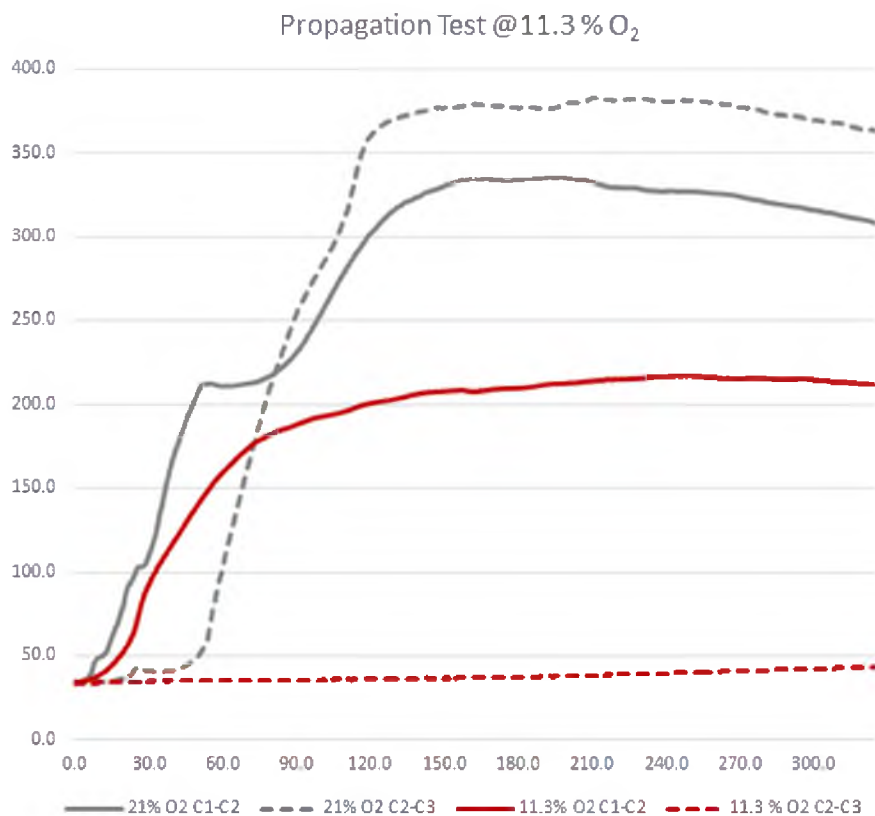
### **Výsledok testu šírenia požiaru**

Prerazením článku C1 kovovým hrotom bol vyvolaný jeho vnútorný skrat a následný nekontrolovaný nárast teploty. Pri prvom teste mala koncentrácia kyslíka prirodzenú hodnotu 21 % obj. Po prerazení článku C1 začala teplota medzi článkami C1-C2 prudko stúpať (Obr. 9). S oneskorením 45 sekúnd začala stúpať aj teplota medzi článkami C2-C3. Táto teplota dosiahla dokonca vyššiu hodnotu, ako bola zaznamenaná senzorom C1-C2.

Opakovaný test bol vykonaný pri redukovanej koncentrácii kyslíka na hodnotu 11,3 % obj. (zodpovedá hodnote zvyškovej koncentrácie kyslíka v prípade projektovanej koncentrácie hasenia dusíkom podľa normy EN 15004-8, trieda požiaru A - zvýšené riziko). V tomto prípade bol nárast teploty medzi článkami C1-C2 podstatne nižší a medzi článkami C2-C3 zanedbateľný (Obr. 10).



**Obr. 9 Test šírenia požiaru pri koncentrácii kyslíka 21 % obj. - výsledok**



**Obr. 10 Test šírenia požiaru pri koncentrácii kyslíka 11,3 % obj. - výsledok**



Po testoch bol skontrolovaný stav jednotlivých batériových článkov. V prípade testu s koncentráciou kyslíka 21 % obj. viedlo poškodenie článku C1 k nekontrolovanému nárastu teploty a šíreniu požiaru medzi článkami a neskôr aj modulmi batérií. V prípade testu s redukovanou koncentráciou kyslíka došlo ku zničeniu mechanicky poškodeného článku C1, poškodeniu článku C2 o odparenie jeho elektrolytu, ale šírenie tepla a požiaru sa zastavilo. Článok C3 bol iba značne povrchovo znečistený, ale jeho funkčnosť nebola znížená ani obmedzená.

### **Ciele protipožiarnej ochrany systémov s Li-ion batériami**

Na základe získaných výsledkov testov je možné špecifikovať ciele ochrany nasledovne:

- 1) Batériové systémy, ich moduly a články musia byť chránené pred externým požiarom (požiar elektrických zariadení a pod.).
- 2) V závislosti od konfigurácie batériových systémov musí byť požiar článku, resp. modulu obmedzený na zasiahnutý modul a je nutné zabrániť jeho šíreniu na ďalšie moduly.
- 3) Je nutné zabrániť druhotným (následným) požiarom.

Vznikajúci nekontrolovaný nárast teploty je nutné identifikovať už v počiatočnom štádiu na základe výparov elektrolytu. Ešte pred zlyhaním separátora prvého článku je nutné použiť vhodný hasiaci plyn s primeranou koncentráciou.

Počet, rozmiestnenie a hustota batériových modulov v systéme výrazne vplýva na požiadavky na detekciu a hasenie požiaru. V prípade systémov s Li-ion batériami je nutné zohľadniť :

- 1) Vysoký výkon s intenzívnym vzduchovým chladením
- 2) Skryté ložiská požiaru
- 3) Dlhotrvalé zdroje tepla
- 4) Citlivé technické zariadenia

### **Výber vhodnej detekcie a hasiaceho zariadenia**

Použitý systém detekcie požiaru musí byť schopný spoľahlivo identifikovať vznikajúci požiar elektrických zariadení, ako aj výpary elektrolytu Li-ion batérií. Na tento účel sú najvhodnejšie nasávacie dymové hlásiče s optickým senzorom s duálnou vlnovou dĺžkou (modré + IR svetlo), ktoré sú schopné identifikovať aj veľmi nízku koncentráciu malých častíc výparov elektrolytu pomocou analýzy pomeru signálov modrého/IR svetla. Použitie nasávacieho dymového hlásiča namiesto bodového dymového hlásiča je nutné z dôvodu intenzívneho chladenia vzduchom, čo spôsobuje značné prúdenie vzduchu.

Z dôvodu možnosti skrytých ložísk požiaru je nutné použiť plynové stabilné hasiace zariadenie (nie napr. vodnú hmlu). Pre uvedenú aplikáciu je vhodné použiť prírodný hasiaci plyn, ktorý na rozdiel od chemických nevytvára pri kontakte s otvoreným plameňom alebo horúcimi povrchmi žiadne produkty chemického rozkladu. Na hasenie skrytých ložísk požiaru v kombinácii s dlhotrvajúcimi zdrojmi tepla pokladáme za najvhodnejší dusík, ktorý má hustotu porovnateľnú so vzduchom (tvorí 78 % atmosféry) a umožňuje v chránenom priestore udržať rovnomernú koncentráciu aj počas 30 minút.

## **Záver**

Je predpoklad, že energetické systémy s Li-ion batériami budú postupne nachádzať uplatnenie aj v iných oblastiach, ako je elektromobilita. Jedná sa najmä o priemysel a manažment distribúcie a spotreby elektrickej energie. Na rozdiel od tradičných zdrojov energie a pohonných látok, v súčasnosti nie je dostatok poznatkov a skúseností z oblasti protipožiarnej ochrany takýchto batériových systémov. V prípadoch, keď budú umiestnené do stavby, je nepochybne vhodné túto novú skutočnosť zohľadniť pri celkovom riešení a posudzovaní protipožiarnej bezpečnosti stavby.

## **Literatúra**

1. Fire protection for Li-ion battery energy storage systems, Article no. BT\_0173 (Status 01/2019 ), Siemens AG 2019
2. Aspiration smoke detection, Very sensitive and reliable fire detection and differentiation between smoke and deceptive phenomena, Siemens AG 2015

## PROBLEMATIKA PREVÁDZKY VODÍKOVÉHO GENERÁTORA V AUTOMOBILOCH

*npor. Ing. Ján Húšek<sup>1</sup>*

### Summary

*The paper deals with the assessment of safety of a hydrogen generator operation in cars, as auxiliary equipment for internal combustion engines. Subject of the assessment was fire and explosion safety in common operation and during car accidents. A result is a proposal of organisational and technical measures.*

### Keywords

*hydrogen generator, hydrogen admixture, automobiles, motor vehicles*

### Anotácia

*Príspevok sa zaoberá posudzovaním bezpečnosti prevádzky vodíkového generátora v automobiloch, ako prídavného zariadenia pre spaľovacie motory. Predmetom posúdenia bola protipožiarna a protivýbuchová bezpečnosť v bežnej prevádzke a pri kolíznych udalostiach. Výsledkom je návrh organizačných a technických opatrení.*

### Kľúčové slová

*vodíkový generátor, vodíková prímes, automobily, motorové vozidlá*

### Úvod

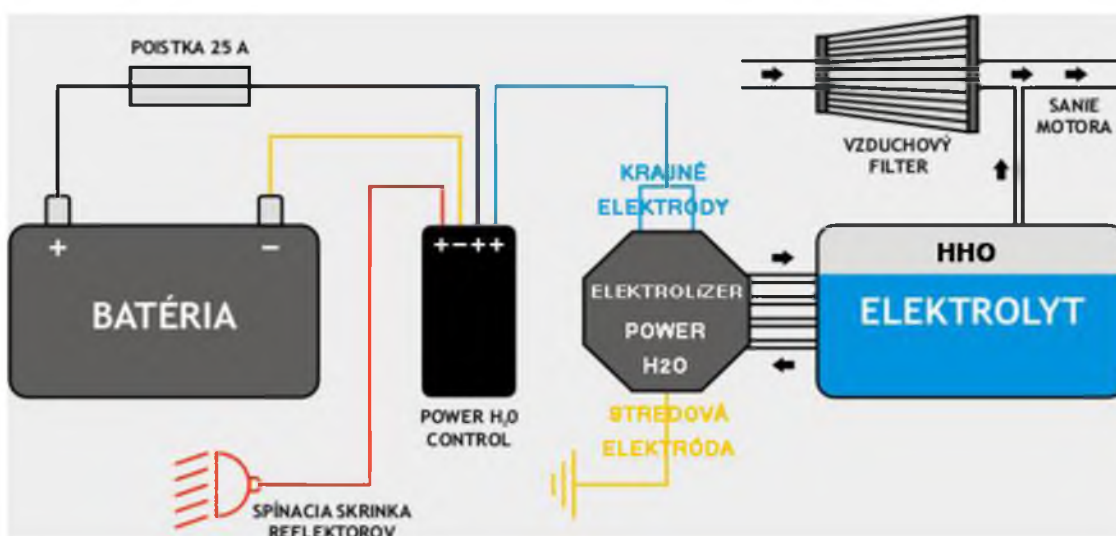
Jeden z najčastejších spôsobov dopravy je automobilmi. Nové technológie používané v automobiloch musia spĺňať prísne ekonomické a ekologické štandardy. Rovnako dôležité je aj dodržiavanie ich bezpečnej prevádzky. Jednou z týchto technológií je prídavné zariadenie do motorových vozidiel - vodíkový generátor. Zariadenie slúži na výrobu zmesi plyného vodíka a kyslíka na báze elektrolýzy demineralizovanej vody. Vyvinutá zmes je nasávaná do spaľovacieho motora, kde je spálená spolu so zmesou vzduchu a štandardného paliva. Hlavnou výhodou použitia je zníženie spotreby paliva a zníženie škodlivých emisií [1]. Keďže prídavné zariadenie produkuje výbušnú zmes, je potrebné vykonať opatrenia na zabezpečenie bezpečného fungovania v prevádzke.

---

<sup>1</sup> *npor. Ing. Ján HÚŠEK, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Malackách, Legionárska 882, 901 01 Malacky, Slovenská republika, tel: +421 347 969 114, e-mail: jan.husek@minv.sk*

## Princíp činnosti vodíkového generátora

Vodíkový generátor využíva elektrolýzu roztoku hydroxidu sodného (ďalej „NaOH“) s vodou. Elektrolytom prechádza elektrický prúd, ktorý usmerňuje pohyb iónov k elektródam, na ktorých dochádza disociáciou molekúl elektrolytu k chemickým zmenám. K záporne nabitkej katóde prúdia kladne nabité katióny a vylučuje sa na nej vodík. Na kladne nabitkej anóde sa v dôsledku prúdenia záporne nabitých aniónov uvoľňuje kyslík. Koncentrácia elektrolytu sa mení v závislosti na objeme vody, NaOH zostáva v systéme. Základné časti elektrolyzéra sú doskový elektrolyzér s nerezovými elektródami, mikroprocesorovou riadiacou jednotkou, nádržka na elektrolyt, zásobník vodíkovej zmesi, prepojovacie hadičky, kabeľáž s poistkou a spínačom (Obr. 1).



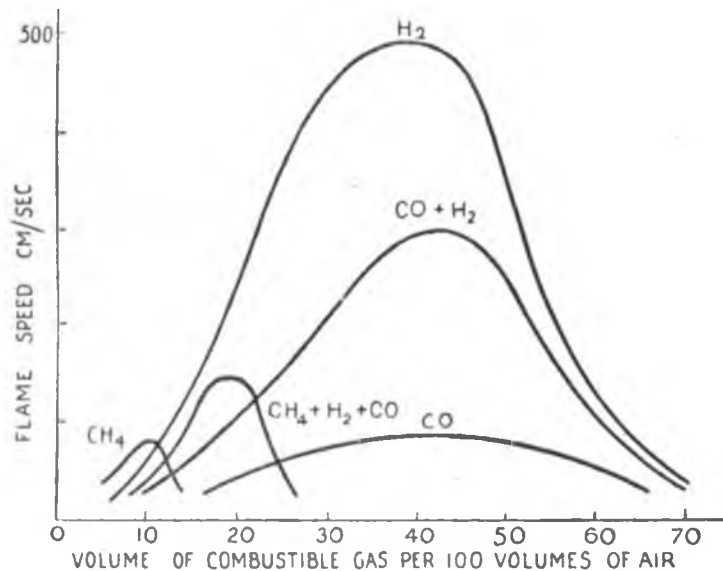
Obr. 1 Schéma zapojenia elektrolyzéra [1]

Elektrolyzér je spojený hadicovým vedením so zásobníkom elektrolytu a vytvorenej zmesi, dvomi hadicami je privádzaný elektrolyt a ďalšími dvomi odvádzaný vznikajúci plyn (Obr. 1). Zo zásobníka je plynná zmes odvedená hadicovým vedením do nasávacieho potrubia spaľovacieho motora, kde sa zmiešava so zmesou paliva a vzduchu. Prívod elektrického prúdu je riadený pomocou mikroprocesorovej riadiacej jednotky, ktorá ovláda spínanie pripojenia elektrolyzéra na akumulátor. Riadiaca jednotka ovláda napájací prívod s kladným napätím (ktorý je z akumulátora istený 25 A tavnou poistkou). Pri poklese napätia sa vypne prívod elektrického prúdu, aby bol zabezpečený chod automobilu. Záporné napájacie napätie sa získava pripojením na kostru automobilu.

Požiaro-technické charakteristiky zložiek zmesi:

Zmes vodíka a kyslíka sa vyrába z demineralizovanej vody, ktorá je elektrolýzou rozkladaná na plynný vodík a kyslík (v pomere 2:1). Výbuchové parametre vodíka v zmesi kyslíku sú maximálny výbuchový tlak  $p_{\max} = 0,71$  [MPa],

$K_G = 55,0 \text{ [MPa}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$  a výbuchové parametre vodíka vo vzduchu sú  $p_{\text{max}} = 0,85 \text{ [MPa]}$ ,  $K_G = 29,0 \text{ [MPa}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$ , kde  $K_G$  označuje kubickú konštantu pre plyny. Zobrazenie charakteristiky výbuchovej krivky vodíka zobrazuje obrázok č. 2 [2].



**Obr. 2 Výbuchová krivka vodíka a zmesí iných plynov [1]**

Požiarno-technická charakteristika vodíka (H<sub>2</sub>):

Vodík je číry plyn bez chuti a zápachu, s hustotou  $0,08895 \text{ kg/m}^3$ , teplotou topenia  $14,01 \text{ K} (-259,14 \text{ °C})$ , teplotou varu  $20,28 \text{ K} (-252,87 \text{ °C})$ , tepelnou kapacitou  $28,836 \text{ J mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , tep. vodivosť  $180,5 \text{ W m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , teplota vznietenia  $560 \text{ °C}$ , teplota horenia  $2200 \text{ °C}$ , dolná/horná medza výbušnosti (obj. %):  $4,0 / 75,6$ . Na človeka a živé organizmy vodík nemá žiadne toxické účinky, je nedýchatelný plyn a teda spôsobuje dusenie, neohrozuje životné prostredie. Reaktívnosť vodíka: je prudko horľavý, prudko reaguje z oxidačnými prostriedkami, tvorí výbušnú zmes, nie je korozívny [3].

Požiarno-technická charakteristika kyslíka (O<sub>2</sub>):

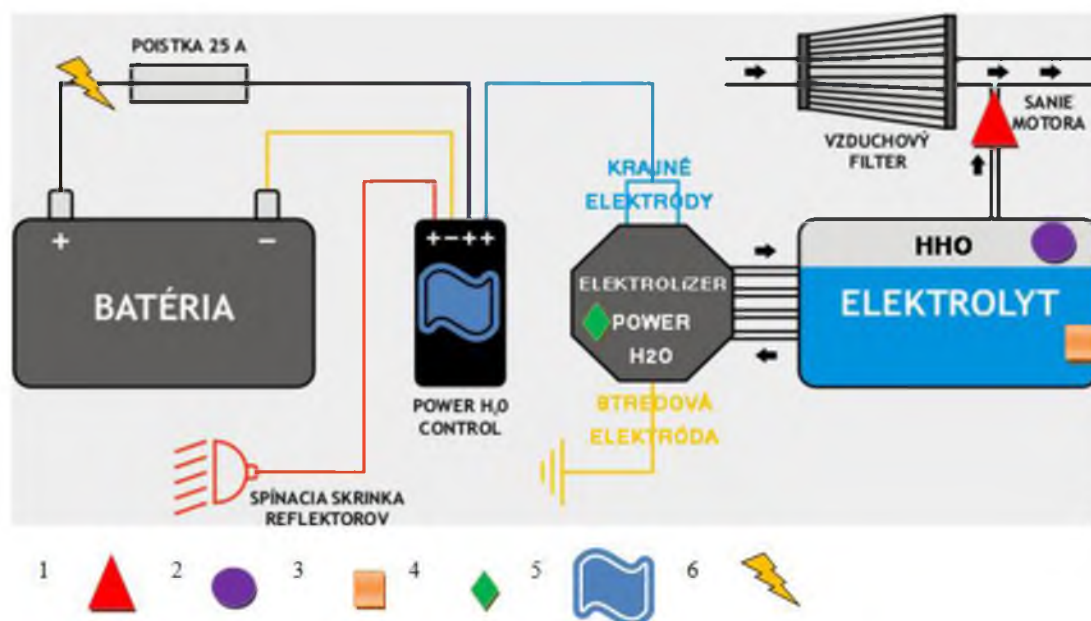
Kyslík je číry plyn bez chuti a zápachu, molárna hmotnosť  $32 \text{ g/mol}$ , hustota  $0,001429 \text{ kg/dm}^3$ , teplota topenia  $54,15 \text{ K} (-219 \text{ °C})$ , teplota varu  $90,20 \text{ K} (-183 \text{ °C})$ , tepelná kapacita  $29,378 \text{ J mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , tep. vodivosť  $29,378 \text{ J m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . Pre človeka a iné živé organizmy je pri bežnej koncentrácii vo vzduchu dýchatelný, neohrozuje životné prostredie, dlhodobé vdychovanie koncentrácie vyššej ako  $75 \%$  môže spôsobiť nevoľnosť, závraty, problémy s dýchaním a kŕče.

Reaktívnosť kyslíka: je oxidujúci plyn, sám nehorí, ale horenie podporuje. Prudko okysličuje organické materiály (mazivá, oleje). Môže prudko reagovať s horľavými materiálmi a redukčnými činidlami. V styku s možnými horľavými plynmi vytvára výbušné zmesi [3].

## Popis navrhovaných bezpečnostných opatrení a funkcie

Prevenca proti vzniku požiaru a výbuchu: ovládanie zariadenia pomocou riadiacej jednotky so zapracovanými bezpečnostnými snímačmi a radením výkonu, výstup na kontrolné svetlá v kabíne vodiča. Elektrolyt a elektrické zariadenie nemôžu dosiahnuť vyššiu teplotu, ako je najvyššia dovolená povrchová teplota podľa výrobcu. Ďalším bezpečnostným opatrením je zaradenie snímača teploty s rozpojením kontaktu, ako aj snímač hladiny, umiestnenie mimo priameho dosahu sálavého tepla. Antistatické vyhotovenie použitých materiálov a pripojenie na usmernenie výboja na karosériu. Taktiež je nevyhnutné dodržiavanie pravidelnej údržby predpísanej výrobcom (sezónna a pravidelná), poruchy tesnosti sústavy bez odkladu odstrániť, v kapote vytvoriť odvetrávacie otvory, výstražné označenie žieravina, horľavý plyn a horenie podporujúci plyn. Pre bezpečnú prevádzku systému je potrebné inštalovať bezpečnostné zariadenia pre začiatok a ukončenie chodu systému počas spusteného motora, kontrolka spustenia, poistka proti spätnému šľahnutiu plameňa. Pri havárii je nevyhnutné okamžite vypnúť zariadenie, čo zabezpečíme automatickým odpojením elektrického prúdu pri náraze; pri ďalších možných faktoroch vzniku požiaru, z ktorých sa rozvinie požiar, keď je zariadenie v chode, možnosť vypnutia z priestoru vodiča. Montáž zariadenia musí uskutočniť spôsobilá osoba.

Bezpečnostné opatrenia môžeme rozdeliť na organizačné a technické a tieto na elektronické a mechanické. Nasledujúca schéma na obrázku č. 5 popisuje zariadenie navrhnutých bezpečnostných prvkov pre zabránenie šírenia plameňa do zariadenia, ktoré je zaradené pred vstupom do sacieho vedenia motora a poistku proti šľahnutiu plameňa, aby sa zabránilo preniknutiu do zariadenia, ďalej plniacu rovnakú funkciu ako spätný ventil a elektromagnetický ventil. Tento zabraňuje unikaniu plynu pri zhasnutí motora. Na zabránenie zvyšovaniu tlaku v expanznej nádobe je zaradený tlakový senzor za účelom odstavenia výroby plynu do doby poklesu tlaku na prevádzkovú hodnotu. Ak by sa tlak stále zvyšoval, je odpustený cez pretlakový ventil vo viečku nádoby. Senzor hladiny kvapaliny odstaví zariadenie pri poklese pod minimum, aby nedošlo k prehriatiu elektrolyzéra a zvýšeniu odberu elektrického prúdu. Inštalovaná kontrolka upozorní vodiča na potrebu doliatia demineralizovanej vody. Teplotný senzor stráži prevádzkovú teplotu elektrolyzéra i vyvíjaného plynu, aby nedošlo k jeho samovznieteniu, termostat v prípade poruchy regulácie odstaví zariadenie pri prekročení prevádzkovej teploty, čo je maximálne 95 °C.



**Obr. 3 Schéma zaradenia a opatrení [1], (1 poistka proti spätnému šľahnutiu plameňa, spätný ventil, elektromagnetický ventil, 2 tlakový senzor, 3 senzor hladiny kvapaliny, 4 teplotný senzor a termostat, 5 riadiaca jednotka, regulátor prietoku elektrického prúdu, 6 automatické odpojenie elektrického prúdu)**

Automatické odpojenie elektrického prúdu pri náraze vozidla zabezpečí elektronický odpájač. Riadiaca jednotka ovláda elektromagnetický ventil, odpájač elektrického prúdu a termostat na základe informácií zo senzorov spaľovacieho motora. Pre zabránenie zostatku plynu pri vypnutí motora elektronicky zabráni pri jeho predčasnom vypnutí a odstaví ho až vtedy, keď tlak v nádobe poklesne pod stanovenú hladinu. Poistky proti prešľahnutiu plameňa, spätný ventil a clona proti sáľaniu tepla sú samostatné ochranné prvky [1].

Bezpečnosť prevádzky vodíkového generátora POWER H<sub>2</sub>O bola posudzovaná a následne navrhnuté opatrenia pomocou nasledovných metód:

1. Metóda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), slúži na analýzu vplyvov porúch a ich následkov. Využíva sa na hodnotenie možných porúch zariadení a ich vplyvy na technologický proces. Postup posudzovania bol vykonaný v zmysle normy STN IEC 812.
2. Metóda FTA (Fault Tree Analysis), analýza stromov porúch, sa využíva na zostavenie schémy porúch. Je jednou z klasických metód na identifikáciu nebezpečenstva. Špeciálne je používaná pri určení kombinácií porúch, ktoré môžu viesť k havárii. Postup posudzovania bol v zmysle STN IEC 1025 [1].

#### Odporúčanie a montáž

Prídavné zariadenie - vodíkový generátor sa inštaluje do motorového priestoru, kde sa uchyťí na pevné časti karosérie alebo nosné prvky mimo deformačných zón.

Miesto volíme tak, aby bolo čo najbližšie k saciemu vedeniu a tak, aby sa pohyblivé časti nedotýkali zariadenia. Samotný pohyb motora, čo je vzdialenosť pri pohyboch prevádzkových, ako aj vzdialenosť od zdrojov sálavého tepla musí byť minimálne taká, aby maximálna teplota nepresiahla únosnú teplotu najnáchylnejšieho materiálu 250 °C, čo je pod polovicou teploty vznietenia vodíku. V prípade, ak toto nie je možné, použijeme clonu proti sálavému teplu. Elektrickú časť napájame priamo z akumulátora, veľkosť prierezu vodičov a poistnej ochrany sa volí v závislosti od typu zariadenia. Pri vedení prívodnej hadice do nasávacieho vedenia tiež dodržiavame odporúčania ako pri montáži zariadenia, aby hadica nebola tepelne namáhaná. Inštaláciu vykonáva odborne spôsobilá osoba.

Pre výrobcov a predajcov vodíkových generátorov odporúčam zlegalizovanie používania zaradenia. Dovozca alebo výrobca pred uvedením na trh je povinný požiadať príslušný štátny orgán o udelenie schválenia, a to štátny dopravný úrad. Udelenie schválenia je pre typového schválenia pre Slovensko, udelenia typového schválenia európskeho spoločenstva alebo udelenie homologizácie typu [1].

### **Identifikačné označenie**

Motorové vozidlá (stlačený plyný vodík, skvapalnený vodík a elektrolýzou vyrobená vodíková zmes) musia byť povinne označené identifikačným znakom podľa osobitného predpisu, ktorým je príloha č. 5 nariadenia EHK č. 406/2010 z 26. 04. 2010, ktorým sa vykonáva nariadenie Európskeho parlamentu a Rady Európskeho spoločenstva č. 79/2009 o typovom schvaľovaní motorových vozidiel na vodíkový pohon.

Označenie musí byť pre ostatných účastníkov cestnej premávky dobre viditeľné, odolné voči prevádzkovým podmienkam, kde budú umiestnené, čiže v priestore motora, a na vozidle voči poveternostným podmienkam. Môžu byť vyhotovené ako štítok alebo nálepka.

Parametre označenia musia spĺňať tieto požiadavky na farbu, písmo a rozmery:

Farba pre pozadie je zelená, pre okraj a písmo je biela.

Veľkosť písma je 9 mm a hrúbka písma 2 mm.

Rozmery sú dĺžka strán šírka 40 mm, výška 40 mm, šírka okraja 2 mm.

Slová musia byť umiestnené v strede, označenia napísané veľkými písmenami. Vyhotovenie v úprave, ktoré zabezpečí odraz, a to buď pozadie alebo písmená a okraje musí spĺňať normu ISO 3864-1 oddielu 11 požiadavku na kolorimetrické a fotometrické vyhotovenie. Zobrazenie návrhu je na obrázku č. 4, kde je typ prímiesi paliva elektrolýzou vyrobený vodíkový plyn, uvedený v anglickom jazyku začiatočnými písmenami slov [4].





**Obr. 4** Príklad označenia osobného automobilu, kde je zariadenie nainštalované. Electrolysed Hydrogen Gas v skratke EHG umiestnený v zelenom lichobežníku

### **Doplnenie legislatívy a pokynov**

Legislatívu a pokyny je nutné aktualizovať pred zavedením nových zariadení do prevádzky.

### **Doplnenie zákona o podmienkach prevádzky vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách**

Navrhujeme doplniť Zákon NR SR č. 725/2004 Z. z. o podmienkach prevádzky vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách a o zmene a doplnení niektorých zákonov, a to:

- v § 2 vymedzenie pojmov, doplniť o znenie pojmu plyn produkujúcim zariadením je súbor všetkých špecifických komponentov vozidla, ktoré používa vo svojom pohonnom systéme prídavné zariadenie na elektrolýzou vyrobený vodíkový plyn EHG, ktorý je ako prímies k používanému palivu do vznetového alebo zážihového spaľovacieho motora,
- v § 25 druhy technických služieb prvý odstavec doplniť technickú službu, a to technickú službu montáže plyn produkujúcim zariadení,
- po procese homologizácie alebo schválení typu systému, komponentu alebo samostatnej technickej jednotky na prevádzku na pozemných komunikáciách doplniť o príslušné paragrafy podmienok prevádzkovania a činnosti tejto technickej služby na montáž plyn produkujúcich zariadení; doplnenie príslušných vykonávacích vyhlášok,
- zapracovanie organizačného označenia vozidla, ktoré je vyššie popísané.

## Aktualizácia metodického listu č. 90 dopravné nehody

Ministerstvo vnútra SR - Prezídium Hasičského a záchranného zboru vydalo v roku 2007 Takticko-metodické postupy vykonávania zásahov, metodický list č. 90, téma: Činnosť hasičskej záchranej služby - dopravné nehody na cestách. Obsahuje charakteristiku, úlohy a postup činností a očakávané zvláštnosti, ktoré sú osnovou školenia a školiacich materiálov i samotnej činnosti a postupov pri zásahu hasičskej jednotky. S ohľadom na špecifické podmienky prevádzkovania prídavného zariadenia vodíkového generátora navrhujeme aktualizáciu metodického listu č. 90. Pri návrhu sme vychádzali z predpokladu, že nami navrhnuté bezpečnostné opatrenia boli použité a samotné zariadenie prešlo procesom homologizácie [5].

Pri preberaní tiesňového volania s incidentom typu dopravná nehoda operačné stredisko zistí, či ide o dopravnú nehodu, kde sú vozidlá s alternatívnym pohonom. V prípade, že sa jedná o dopravnú nehodu, ktorej účastníkom je aj vozidlo s alternatívnym pohonom, zistí operačné stredisko o aký typ vozidla sa jedná a taktiež aký typ alternatívneho pohonu je nainštalovaný vo vozidle vrátane prevádzkových rizík.

V článku dva metodického listu: úlohy a postup činností po 1. Veliteľ zásahu na mieste udalosti určí druh dopravnej nehody, identifikuje druhy používaného pohonu a paliva a rozhodne:

v bode d) o vypnutí agregátov vozidiel, odpojení autobatérií, *vypustenie zásobníka s plynom*, utesnení poškodených nádrží, kanálov a potrubí pomocou tesniacich vakov [5],

v časti III. očakávané zvláštnosti metodického listu je potrebné doplniť nasledujúce:

- Nebezpečenstvo výbuchu,
- Pri činnostiach v motorovej časti zabrániť styku mazív a olejov s generátorom pri vozidlách s prídavným zariadením na výrobu vodíkovej zmesi.

Do obsahovej náplne v rámci zdokonaľovacej prípravy je potrebné zaradiť aj nasledujúce témy :

- identifikácia vozidla a typ pohonu pri dopravnej nehode,
- činnosť bezpečnostných prvkov vozidla pri náraze v dôsledku dopravnej nehody,
- riziká pri dopravnej nehode s alternatívnym pohonom (teda aj prídavným zariadením vodíkový generátor),

- postupy ako skontrolovať odpojenie rizikových prvkov, prípadne ako ich bezpečne odpojiť zasahujúcou hasičskou jednotkou,
- samotné postupy zásahu pri alternatívnom pohone alebo s prídavným zariadením na výrobu vodíkovej zmesi.

Vypustením plynného vodíku a kyslíku do ovzdušia nepoškodujeme životné prostredie, pri úniku ľúhu postupujeme ako pri úniku zásady, množstvo, ktoré je v maximálnom objeme do 8 litrov, pri rozliatí na pôdu zriedime vodou na nízku nie nebezpečnú koncentráciu, pri vyliatí na súvislý povrch vozovky použijeme sorpčný materiál alebo postup opakujeme so zriedením.

Pri identifikácii, že ide o vozidlo, kde sa môže nachádzať vodíková zmes, postupujeme podľa metodického listu č. 100 zásah s prítomnosťou nebezpečných látok. Vypustenie vodíkovej zmesi je možné len pri inertizácii prostredia vhodnou hasiacou látkou (oxidom uhličitým, alternatívne vysokotlakovou vodnou hmlou), nakoľko nevieme pri dopravnej nehode vylúčiť iniciačné zdroje.

## Záver

Množstvo produkovanej vodíkovej zmesi závisí od potreby objemu spaľovacieho motora, pre ktorý bude vodíkový generátor vhodnej veľkosti inštalovaný. Posudzované zariadenie POWER H<sub>2</sub>O bolo vybrané ako referenčná vzorka pre popis činnosti a návrh opatrení, ktoré pri uvedení do bežnej prevádzky zabezpečia jej bezpečnosť.

Riziko pri dopravnej nehode je závislé od zásoby vyprodukovanej vodíkovej zmesi, deformácií a poškodenia zariadenia i odstavenia produkcie plynu. Podstatný rozdiel od iných alternatívnych palív je, že sa neskladuje v tlakových nádobách, ale produkuje do zásobníka. Ďalej vystáva otázka možnosti detekcie nebezpečnej koncentrácie unikajúceho vodíku zasahujúcimi hasičskými jednotkami (ak dôjde k úniku vodíka, tak je predpoklad, že nebude čo detegovať z dôvodu prítomnosti viacerých zdrojov s minimálnou iniciačnou energiou potrebnou k výbuchu pri vytvorení výbušnej koncentrácie), nakoľko bežne používané detekčné zariadenia v HaZZ nemajú vodíkový senzor. Práca mala priniesť poznatok odbornej verejnosti, že v budúcnosti môžeme očakávať ako medzistupeň prechodu na alternatívne palivá početnú obsadenosť cestnej premávky automobilov s vodíkovým generátorom a s tým spojené riziká.

## Literatúra

1. Húšek, J., Mračková, E.: Posúdenie rizika prevádzky vodíkových generátorov v osobných automobiloch. Zborník príspevkov z 57th STUDENT'S SCIENTIFIC INTERNATIONAL CONFERENCE (57. ročník ŠVOČ), 3 MAY 2016, Zvolen: Technical University in Zvolen, s. 381-397, ISBN 978-228-2858-1

2. Lepík, P: 2015 Úvod do problematiky a výbušnosť látok, [cit. 2016.03.05.]  
Dostupné na internete:  
<[https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/U3V/cs/materialy/Lepik\\_U3V\\_PVP.pdf](https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/U3V/cs/materialy/Lepik_U3V_PVP.pdf)>
3. Karta bezpečnostných údajov spoločnosť The Linde Group [cit. 2016.03.05.]  
Dostupné na internete:  
<[http://www.linde-gas.sk/sk/sheq/karty\\_bezpecnostnych\\_udajov/index.html](http://www.linde-gas.sk/sk/sheq/karty_bezpecnostnych_udajov/index.html)>
4. Nariadenia EHK č. 406/2010 z 26. 04. 2010, ktorým sa vykonáva nariadenie Európskeho parlamentu a Rady Európskeho spoločenstva č. 79/2009 o typovom schvaľovaní motorových vozidiel na vodíkový pohon
5. MV SR, P HaZZ, Zbierka pokynov 20/2007 o vydaní Takticko-metodických postupov vykonávania zásahov, ML č. 90 – dopravné nehody na cestách

**Lektor: plk. Ing. Pavol Mikulášek**

**Odborný garant: plk. Ing. Martin Blaha**

## VÝBUCH OSOBNÉHO AUTOMOBILU ZAPARKOVANÉHO V GARÁŽI RODINNÉHO DOMU S NÁSLEDNÝM POŽIAROM

*mjr. Mgr. Milan Chládek<sup>1</sup>, npor. Peter Dafčík<sup>2</sup>*

### Summary

*This paper points out possible dangers when manipulating with Liquefied Petroleum Gas (LPG) powered vehicles.*

### Keywords

*fire, explosion, gas, LPG (Liquefied Petroleum Gas), LPG powered vehicle*

### Anotácia

*Príspevok poukazuje na možné riziká zlého technického stavu vozidla s alternatívnym pohonom na uhľovodíkový plyn.*

### Kľúčové slová

*požiar, výbuch, plyn, LPG, osobné vozidlo s alternatívnym pohonom na plyn*

### Úvod

V súčasnej dobe zaznamenávame, najmä v cestnej premávke, nielen rastúci počet dopravných prostriedkov, ale aj dopravných prostriedkov s alternatívnymi pohonmi. Za takéto dopravné prostriedky v cestnej premávke považujeme:

- hybridné motorové vozidlá (t.j. vozidlá, ktoré majú na účely pohonu najmenej dva rôzne meniče energie a dva rôzne systémy zásobníkov energie),
- vozidlá na elektrický pohon,
- vozidlá s plynovým pohonom na uhľovodíkový plyn (LPG),
- vozidlá s plynovým pohonom na zemný plyn (LNG),
- vozidlá s vodíkovými palivovými článkami.

Avšak so zvyšujúcim sa počtom dopravných prostriedkov s alternatívnym pohonom úmerne rastie aj ich dopravná nehodovosť, vrátane jej špecifických následkov – požiarov. V súčasnej dobe evidujeme požiare vozidiel s alternatívnym

---

<sup>1</sup> mjr. Mgr. Milan CHLÁDEK, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Martine, V. Žingora 30, 036 01 Martin, Slovenská republika, tel.: +421 907 803 662, e-mail: milan.chladek@minv.sk

<sup>2</sup> npor. Peter DAFČÍK, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Martine, V. Žingora 30, 036 01 Martin, Slovenská republika, tel.: +421 910 789 402, e-mail: peter.dafcik@minv.sk

pohonom nielen ako následok dopravnej nehody, ale aj ako následok ich zlého technického stavu, či už počas jazdy alebo počas ich odstavenia (na parkovisku alebo v garáži). Ďalšou možnou príčinou požiaru vozidla s alternatívnym pohonom je požiar priestoru (garáže) alebo susediaceho priestoru, v ktorom je vozidlo odstavené, s následným prenosom požiaru na tento dopravný prostriedok.

V nedávnej minulosti vznikol v územnom obvode Okresného riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru v Martine (ďalej len „okresné riaditeľstvo“) výbuch s následným požiarom vozidla Škoda Felícia s alternatívnym pohonom – LPG, o ktorom pojednáva tento článok.

Skôr ako pristúpime k opisu a hodnoteniu uvedenej udalosti, považujeme za potrebné uviesť porovnanie niektorých dôležitých vlastností najčastejšej klasickej pohonnej látky (automobilový benzín) a najčastejšej alternatívnej pohonnej látky (LPG). Údaje boli prevzaté z karty bezpečnostných údajov „Propán – Bután“ verzia 8.0 a „Automobilové benzíny“ verzia 16.0 dodávateľa Slovnaft, a. s., Vlčie hrdlo 1, Bratislava:

**Tab. 1 Porovnanie niektorých vlastností pohonných látok**

Vlastnosť	Automobilový benzín	Propán – Bután (LPG)
Číslo OSN (UN číslo)	1203	1965
Identifikačné číslo nebezpečnosti (Kemler-čísló)	33	23
Skupenstvo	kvapalina	plyn
Hustota	720 – 775 kg.m <sup>-3</sup>	510 – 570 kg.m <sup>-3</sup> v kvapalnom stave pri teplote 15 °C
Bod varu	35 – 215 °C	- 42 °C
Bod vzplanutia	- 25 °C	--
Teplota samovznietenia	--	450 °C
Výbušné medze	0,6 – 8 % obj.	1,8 – 9,5 % obj.
Vhodný hasiaci prostriedok	pena, vodná hmla, suchý chemický prášok, oxid uhličitý	vodná hmla, suchý chemický prášok, oxid uhličitý

Trieda nebezpečnosti pre prepravu	3 	2.1 
-----------------------------------	--	--

### Základné údaje o požari

Uvedený výbuch osobného automobilu Škoda Felícia s následným požiarom vznikol v garáži rodinného domu v meste Turany, okres Martin. Poškodenými boli majiteľ osobného automobilu Peter M. ml. a Peter M. st, ktorý je vlastník nehnuteľnosti. Požiarom bola na motorovom vozidle zničená motorová časť, predné sklo, čalúnenie, elektroinštalácia, strecha, predná kapota a predné blatníky. Na rodinnom dome bol poškodený nábytok v garáži, drevené dvere, vybité sklenené výplne okien, garážová brána, uskladnený materiál v druhej pivnici a zateplený obklad stropu v garáži. Podľa vyjadrenia majiteľa nehnuteľnosti vznikla priama škoda vo výške 10 000,- €. Následné škody nevznikli žiadne. Hasebným zásahom jednotky okresného riaditeľstva, dobrovoľného hasičského zboru mesta Turany (ďalej len „DHZM Turany“) a dobrovoľného hasičského zboru obce Sučany (ďalej len „DHZO Sučany“) boli uchránené hodnoty vo výške 100 000,- €. Pri požari došlo ku zraneniu jednej osoby. K usmrteniu osôb nedošlo.

Ako prvý spozoroval požiar, po predchádzajúcom výbuchu, majiteľ automobilu o 14,20 hodine a požiar sa snažil uhasiť práškovým hasiacim prístrojom. Keď bol pokus o uhasenie neúspešný, ohlásil udalosť za pomoci mobilného telefónu na krajské operačné stredisko. Na okresnom riaditeľstve bola správa o požari prijatá o 14,26 hodine a následne po vyhlásení poplachu bol vykonaný výjazd automobilmi hasičskej záchranej služby Mercedes Benz Vario (1 + 1) a Mercedes Benz Atego (1 + 3). Počas jazdy na požiar veliteľ zásahu po konzultácii s operačným strediskom vozidlo Mercedes Benz Vario odvolal a poslal späť na hasičskú stanicu. Na miesto požiaru sa hasičská jednotka okresného riaditeľstva dostavila o 14,43 hodine, kde bolo zistené, že na požari sú zúčastnené DHZM Turany s cisternovou automobilovou striekačkou Tatra T 148 a DHZO Sučany s cisternovou automobilovou striekačkou K 25 LIAZ 101. Po zhodnotení situácie veliteľ zásahu nariadil vykonať prieskumné práce s použitím autonómnych dýchacích prístrojov. Požiar bol lokalizovaný a likvidovaný s dvomi vysokotlakými prúdmi. Lokalizácia požiaru bola vykonaná o 14,57 hodine a požiar bol úplne zlikvidovaný o 15,52 hodine.

## Popis situácie pred vznikom a v čase spozorovania požiaru a výpovede svedkov

Osobné vozidlo Škoda Felícia bolo odstavené predchádzajúci večer na odstavnnej ploche pred susedným rodinným domom. Podľa vyjadrenia suseda, na druhý deň okolo 14,10 hod. majiteľ otvoril garáž a automobil bez použitia motora vtlačil do garáže. Garážové dvere – výsuvná brána zostala otvorená. Potom sused odišiel na záhradu za domom. Podľa vyjadrenia majiteľa vozidla, vozidlo dlhšiu dobu nejazdilo, preto v ňom chcel vymeniť autobatériu. Po vtlačení vozidla do garáže chcel batériu vymontovať. Otvoril prednú kapotu a začal práce na vymontovaní autobatérie. Počas tejto práce si všimol únik paliva LPG – plynový opar skvapalneného plynu hrúbky asi 15 cm pod vozidlom. Z tohto dôvodu prešiel ku zadným dverám na ľavej strane (aby uzatvoril ventil na nádrži s LPG). Keď sa nachádzal pri zadnej časti vozidla, došlo ku výbuchu plynu a k následnému požiaru.

Výpovede sa však s odstupom času líšili. Majiteľ osobného vozidla raz vypovedal, že z auta išiel vymontovať alternátor, lebo vozidlo chcel zošrotovať, potom zas, že chcel vymontovať autobatériu. Uviedol, že nevedel koľko plynu je v nádrži. Keď zistil únik plynu, chcel najskôr povypínať ističe na dome a otvoriť zadné dvere garáže, potom zase, že išiel uzavrieť ventil na nádrži s LPG. V garáži nabíjal aj druhú autobatériu, pričom boli káble od pripojovacích klieští voľne položené na zemi pred vozidlom. Ďalej uviedol, že necítil žiadny plyn, nakoľko bol prechladnutý, mal nádchu. Rozpory vo výpovediach mohli byť spôsobené nadýchaním sa unikajúceho propán-butánu, ktorý má slabé narkotické účinky.

Miesto vzniku výbuchu plynu a následného požiaru sa nachádzalo v garáži rodinného domu, v motorovej časti, v priestore uloženia autobatérie.



Obr. 1 Motorový priestor





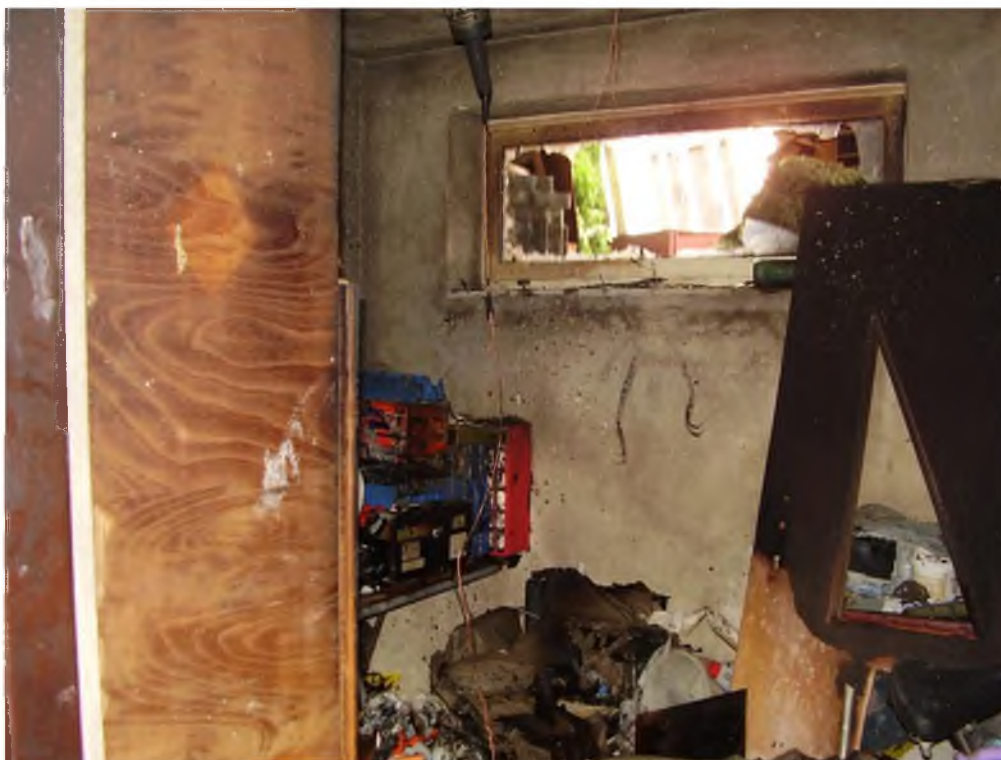
Obr. 2 Interiér vozidla



Obr. 3 Nádrž na LPG



**Obr. 4 Autonabijačka s druhou autobatériou**



**Obr. 5 Vybité okno na garáži**



Obr. 6 Obhorená izolácia a garážová brána



Obr. 7 Dvere z garáže do domu



Obr. 8 Miesto udalosti – pohľad z ulice

### Príčina vzniku požiaru

Na základe výpovede majiteľa a určenia miesta vzniku výbuchu a následného požiaru bola preverovaná jedna verzia jeho vzniku:

- iná nedbalosť a neopatrnosť dospeljej osoby pri údržbe vozidla.

Preverovaním možnosti vzniku požiaru z inej nedbanlivosti a neopatrnosti pri údržbe bolo zistené, že majiteľ si výmenu autobatérie vykonával sám. Autobatériu chcel vymontovať a povolil svorku na plusovom kontakte. Nakoľko si všimol, že na splynovači LOVATO sa tvorí námraza (ktorú zapríčinil unikajúci plyn z nádrže cez plynové rozvody vedúce do motorovej časti), ako aj to, že pod vozidlom je nahromadený plyn (videl plynový opar približne 15 cm hrubý), chcel zastaviť ventil plynu na nádrži. Pri odchode od prednej časti vozidla, dôsledkom povoleného plusového kontaktu, došlo ku zaiskreniu medzi kontaktom a svorkou autobatérie a k následnému výbuchu nahromadeného plynu pod vozidlom. Toto viedlo k požiaru v garáži rodinného domu a v susednej pivnici. Taktiež došlo vplyvom tlakovej vlny k poškodeniu drevených dverí vedúcich na schody, k rozbitiu sklenených výplní okien a k zraneniu majiteľa vozidla.

## Záver

Podľa výrobcov splyňovacích zariadení, bezpečnosť vozidla s alternatívnym pohonom na plyn LPG je porovnateľná s bezpečnosťou vozidla s benzínovým pohonom. V praxi sa používajú len homologizované (teda overené a schválené) nádrže, ktoré sú podľa nich oveľa pevnejšie a odolnejšie ako benzínové. V prípade daného požiaru nebola plynová nádrž vystavená pôsobeniu priameho ohňa. Z uvedeného vyplýva, že nedokážeme povedať, čo by sa mohlo, či nemohlo stať, keby bola nádrž priamemu ohňu vystavená. Riziko požiaru vzniká nielen pri dopravnej nehode, ale aj pri neodbornej manipulácii alebo pri zlom technickom stave splyňovacieho zariadenia. Riziko vzniku požiaru, resp. výbuchu pri posledných dvoch menovaných situáciách sa znásobuje aj nedbanlivosťou a neopatrnosťou prevádzkovateľa vozidla pri starostlivosti o technický stav splyňovacieho zariadenia, ako to dokumentuje aj prezentovaný prípad.

## Literatúra

1. Karta bezpečnostných údajov „Propán – Bután“ verzia 8.0, dodávateľ Slovnaft a.s., Vlčie hrdlo 1, Bratislava
2. Karta bezpečnostných údajov „Automobilové benzíny“ verzia 16.0, dodávateľ Slovnaft a.s., Vlčie hrdlo 1, Bratislava

**Lektor: pplk. Ing. Miloš Kmeť**  
**Odborný garant: plk. Ing. Peter Podhorský**

## METODIKA ZDOLÁVANIA POŽIAROV AUTOMOBILOV S VODÍKOVÝM POHONOM

*mjr. Ing. Jaroslav Kríž<sup>1</sup>*

### Summary

*This article describes brief characteristics of hydrogen vehicles, properties of hydrogen and its basic chemical properties. We describe specific peculiarities of hydrogen, as well as potential danger in case of fire emergence. We describe the procedures of hydrogen vehicle fire response.*

### Keywords

*hydrogen vehicle, fire, fire-fighting*

### Anotácia

*Príspevok sa zaoberá stručnou charakteristikou automobilov s vodíkovým pohonom, vlastnosťami vodíka a jeho základnými chemickými vlastnosťami. Zaoberáme sa špecifickými zvláštnosťami vodíka, ako aj nebezpečenstvom, ktoré hrozí v prípade vzniku požiaru. Popisujeme postupy pri likvidácii požiaru automobilu s vodíkovým pohonom.*

### Kľúčové slová

*automobil s vodíkovým pohonom, požiar, likvidácia*

### Úvod

V súčasnosti ľudstvo objavuje množstvo problémov a rizík ktoré priamo či nepriamo ohrozujú jeho existenciu. Väčšina štátov si dnes dobre uvedomuje, že závislosť na fosílnych palivách je stále vysoká a určite neudržateľná. Neustále sa zvyšujúci dopyt po nových energetických zdrojoch a klesajúca dostupnosť cenovo prijateľných fosílnych palív má strategický význam. Globálna populácia rastie a s ňou i dopad, ktorý má na životné prostredie závažný vplyv. Znečistenie ovzdušia vo väčších mestách je z veľkej časti spôsobené automobilovou dopravou. Má negatívny vplyv na zdravie obyvateľstva a kvalitu života všeobecne a je zároveň zodpovedná za nemalé percento produkcie skleníkových plynov. Vznikol celosvetový problém – hľadať alternatívne riešenie.

---

<sup>1</sup> *mjr. Ing. Jaroslav KRÍŽ, Stredná škola požiarnej ochrany MV SR v Žiline, P.O.BOX B/25, Bytčianska 110, 011 15 Žilina, Slovenská republika, tel.: +421 415 076 711, e-mail: jaroslav.kriz@minv.sk*

Postupný prechod k obnoviteľným zdrojom energie je jedným z hlavných problémov, ktorý musí ľudstvo v súčasnej dobe riešiť. Jednou z možností je, že práve vodík je potenciálne schopný zmierniť negatívny dopad fosílnych palív na životné prostredie. Vodík je prakticky nevyčerpatelný zdroj. Vodíkový pohon patrí medzi alternatívne technológie v automobilovej doprave (ale i v leteckej a v lodnej). V budúcnosti by mohol nahradiť hlavnú technológiu 20. storočia - spaľovací motor na benzínové či naftové palivo. Môže ísť o automobily využívajúce vodík rôznym spôsobom:

- so spaľovacím motorom na vodík,
- so spaľovacím motorom na vodík i benzín, resp. naftu,
- s elektrickým pohonom s využitím vodíkových palivových článkov,
- s elektrickým pohonom s využitím vodíkových palivových článkov i so spaľovacím motorom na benzín, resp. naftu.

Spoločne s postupným zavádzaním nových technológií, z ktorých mnohé boli do nedávna chápané ako rarita či výstrelok, sa stávajú súčasťou nášho života. Každý nový objav zvyšujúci ľudstvu komfort života je neoddeliteľne spojený s riešením problému – havária, porucha, zlyhanie...

Dopad rozvoja technológií sa prejavuje i na potrebe zabrániť vzniku nežiaducich udalostí, prípadne zmierniť ich následky. Poznávanie nových technológií sa stáva neoddeliteľnou súčasťou vzdelávania záchranárov. Nastala doba, kedy záchrana životov a majetku ide ruka v ruku s poznávaním nových technológií.

## Vodík

Vodík je najrozšírenejším prvkom v celom vesmíre a tretí najrozšírejší na Zemi. Vyskytuje sa voľne, aj viazaný v zlúčeninách. Voľný vodík sa nachádza napríklad v plynnom obale hviezd. Na Zemi sa voľný vodík pri bežných podmienkach nevyskytuje, a preto je viazaný iba v zlúčeninách. Najväčšie množstvo vodíka je viazané vo vode, ktorá pokrýva väčšinu zemského povrchu, ale je viazaný i v rôznych organických i anorganických látkach. Je to tiež významný biogénny prvok. Vodík je najjednoduchší chemický prvok, je číry bezfarebný plyn bez chuti a zápachu. Je najľahší plyn vôbec (14,28-krát ľahší ako vzduch). Molekulárny vodík je pomerne stabilný a vďaka vysokej energii väzieb je takisto málo reaktívny. Jeho tepelná vodivosť je sedemkrát väčšia ako vzduchu. Molekuly sú extrémne malé, a preto ľahko difundujú aj poréznymi látkami. Spôsobuje krehnutie kovov. Tomuto dobre odoláva nerezová oceľ a hliník [9].

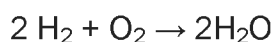
Tab. 1 Základné fyzikálne vlastnosti vodíka [9, 4]

Fyzikálny stav pri 20 °C :	Plyn	Teplota vznietenia (°C):	520
Farba :	Bezfarebný	Dolná medza horľavosti vo vzduchu (% obj.):	4,0
Vôňa:	Žiadna	Horná medza horľavosti vo vzduchu (% obj.):	75,0
Relatívna molekulová hmotnosť	2,01588	Minimálna iniciačná energia (mJ):	0,017
Hustota, plynné skupenstvo (NTP) (kg/m <sup>3</sup> )	70,8	Maximálny výbuchový tlak (MPa):	0,73
Relatívna hustota, plyn (vzduch=1):	0.07	Teplota plameňa zmes vodík – vzduch (°C):	2045
Relatívna hustota, tekutina (voda=1) :	0.07	Rýchlosť šírenia plameňa (m/s)	2,65
Rozpustnosť vo vode [mg/l] :	1.6	Výhrevnosť (MJ/kg)	119,9
Rýchlosť difúzie do vzduchu (cm <sup>2</sup> /s):	0,61	Spalné teplo (MJ/kg)	141,9
Kritická teplota [°C] :	-240,0	Obj. hustota energie (GJ/m <sup>3</sup> ), kvapalina	10,10
Bod varu (°C) :	- 252,76	Obj. hustota energie (GJ/m <sup>3</sup> ), ply	0,013
Bod topenia (°C) :	- 259,2	Toxicita	Nie

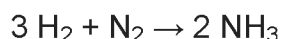
## Základné chemické vlastnosti

### Reakcie s nekovmi

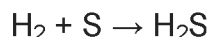
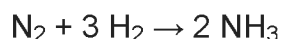
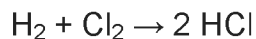
Pri obyčajnej teplote sa vodík zlučuje s fluórom za vzniku fluorovodíka HF a to aj v tme. S chlóróm tvorí chlorovodík HCl iba na slnečnom svetle pomocou UV žiarenia alebo keď zmes zapálime. V zmesi so vzduchom alebo kyslíkom sa zlučuje po zapálení na vodu. Reakcia prebieha veľmi prudko, výbušne. Teplota plameňa zmesi vodík – kyslík môže dosiahnuť až 2 800 °C [9].



Pri vyšších teplotách a za prítomnosti katalyzátorov sa vodík zlučuje s dusíkom na amoniak.



S väčšinou prvkov sa zlučuje až pri zvýšenej teplote alebo za prítomnosti katalyzátorov.



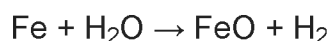
Pre správny výber a použitie vhodnej hasiacej látky na uhasenie plameňa vodíka je potrebné spomenúť redukcia oxidu uhličitého vodíkom [9].





### Termický rozklad vody

Počas likvidácie požiaru vodou za istých okolností musíme počítať s tepelným rozkladom vody. Disociácia vody závisí na teplote. Zanedbateľné množstvo vznikajúceho vodíka a kyslíka pri bežnom zásahu nepredstavuje žiadne nebezpečenstvo z hľadiska tvorby výbušnej zmesi. Avšak pri vyšších teplotách (cca 2000 °C) vzniká tepelným rozkladom vodnej pary nebezpečná zmes vodíka a kyslíka (traskavý plyn). Traskavý plyn môže vznikáť i na rozžeravenom povrchu železa [1]:

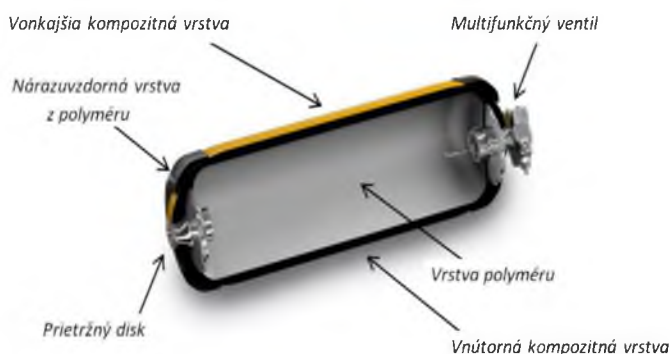


**Tab. 2: Disociácia vody [1]**

Teplota [°C]	1000	1500	2000	2500
Stupeň disociácie H <sub>2</sub> O [%]	0,003	0,2	2	9

### **Skladovanie vodíka**

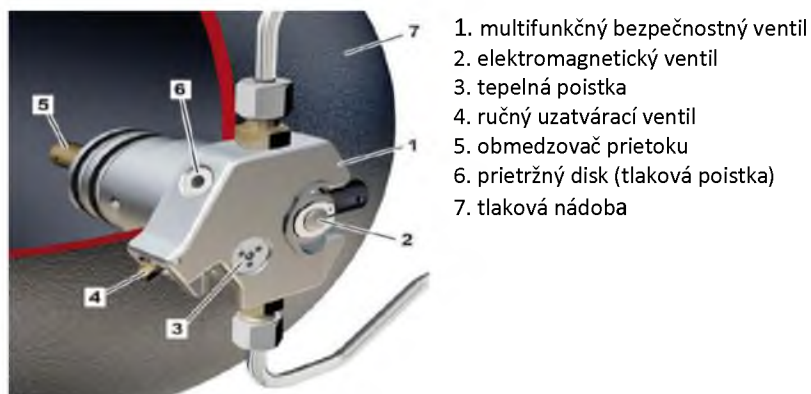
Vývoj bezpečného, cenovo dostupného a energeticky efektívneho spôsobu uskladnenia vodíka je kľúčový pre budúcnosť vodíkových technológií. Vodík vo vozidle môže byť uskladnený v čistom stave ako prvok, alebo vo viazanej forme (napr. metanol). V čistom stave ako prvok môže byť vo vozidle uskladnený ako stlačený plyn, ako kvapalina v kryogénnych nádržiach, prípadne v metalhydridových nádržiach, v ktorých je vodík viazaný chemicky [3].



**Obr. 1 Kompozitná tlaková nádoba na vodík**

Stlačenie plynného vodíka pod vysokým tlakom je dnes najviac využívaný spôsob a súčasne je realizovaný s najmenšími nákladmi. Nádrže je možné plniť a transportovať pri normálnej teplote okolia a pre tlakové nádoby, ventily a väčšinu ďalších komponentov platia prakticky rovnaké podmienky ako pri skladovaní zemného plynu a technických plynov. Rovnako sa stlačením plynného vodíka dosiahne zvýšenie jeho energetickej hustoty. Väčšina používaných tlakových nádrží

má hrubú stenu z ocele alebo hliníka. Takáto konštrukcia je síce robustná a dokáže znášať vysoké tlaky, ale jej hlavnou nevýhodou je neprimerane vysoká hmotnosť. Moderné tlakové nádrže majú vnútornú vrstvu z kovu, väčšinou z hliníka. Tá je pomocou sklenených alebo uhlíkových vlákien vystužená. Obal (oplášťovanie) pokrýva len valcovú časť. Koncová časť nádrže zostáva nezosilnená. Ďalší typ nádrží nemá vnútornú stenu z kovu, ale z kompozitu, prípadne špeciálneho polyméru, ktorý zabraňuje úniku plynu cez štruktúru kompozitu. Nevýhodou tejto konštrukcie je však skutočnosť, že vodík má veľmi malú hustotu a z vnútornej nádrže môže difundovať. Tieto straty môžeme síce obmedziť, ak nádobu prekryjeme tenkou vrstvou kovu, to však opäť zvýši náklady na výrobu. Pre automobily alebo autobusy sa obvykle používajú kompozitné tlakové nádoby. Vyrábajú sa vo veľkostiach od desiatok litrov až do 300 l. Bežný prevádzkový tlak je 200 alebo 350 bar, v najnovších aplikáciách sa tlak zvýšil na 450, 700 až 1000 bar [3]. Tlakovými nádržami sú už vo svete vybavené milióny vozidiel na zemný plyn a tieto preukazujú dobrú úroveň bezpečnosti. Konštrukcia takýchto nádrží vydrží 2,5 násobok bežného pracovného tlaku a štruktúra uhlíkových vlákien sa ani pri trvalom zaťažení nemení. Na zaistenie maximálnej bezpečnosti je tlaková nádoba spravidla vybavená multifunkčným ventilom. V tomto multiventile sú integrované najdôležitejšie bezpečnostné prvky sústavy. Multiventil združuje niekoľko integrovaných prvkov, zaručujúcich funkčnosť a bezpečnosť celého systému (Obr. 2) [2].



Obr. 2 Multifunkčný ventil

### Význam bezpečnostných prvkov:

Ručný uzatvárací ventil plynovej nádrže – umožňuje ručné uzavretie plynu z nádrže.

Elektromagnetický ventil – automaticky uzatvára plynový systém pri prevádzke na iný druh pohonu, pri vypnutí kľúča zapalovania a na impulz riadiacej jednotky v prípade nehody.

Spätný ventil – zamedzuje úniku plynu cez plniaci ventil a pri tankovaní.

Obmedzovač prietoku – v prípade poškodenia vedenia zabráňuje nekontrolovateľnému úniku plynu a obmedzuje jeho únik na minimálne množstvo.

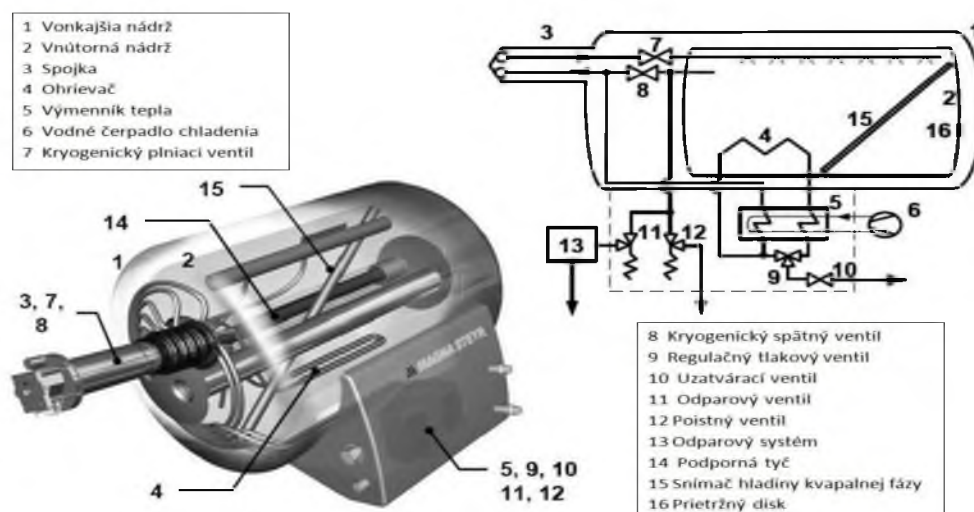
Tlaková poistka – v prípade nárastu tlaku vo vnútri tlakovej nádoby nad nastavenou hranicou dôjde k otvoreniu poistky a k riadenému vypusteniu plynu v smere poistky. Môže pracovať na princípe poistného ventilu (odpustí pretlak a zase sa uzavrie – v prípade požiaru sa jeho činnosť prejaví pulzujúcimi výšľahmi plameňa), alebo prietržného disku (dlhý výšľah plameňa).

Tepelná poistka – napr. s Woodovým kovom, sklenenou ampulkou s tepelnerozťažnou kvapalinou. Ak dôjde v priestore tlakovej nádoby k nárastu teploty nad teplotu 90 – 110 °C, tepelná poistka uvoľní cestu plynu, čím dochádza k postupnému vypusteniu celého obsahu tlakovej nádoby pod automobil (pri autobusoch je to nad strechu). Poistka je umiestnená na multifunkčnom ventilu tak, že ju po aktivácii nie je možné uzavrieť a únik plynu nedokáže zastaviť ani elektromagnetický ventil, obmedzovač prietoku a ani ručný uzatvárací ventil.

Regulátor – znižuje vysoký tlak plynu na hodnotu potrebnú pre prevádzku automobilu [2].

Nakoľko doposiaľ nedošlo k dohode medzi výrobcami automobilov na pohony vodíkom, môžeme sa stretnúť s rozdielnym konštrukčným riešením multifunkčného ventilu [10].

Skvapalnené plyny sa musia skladovať pod teplotou varu (v závislosti na tlaku): Kyslík -182.96 °C, vodík -253 °C, čo kladie vysoké nároky na tepelne izolačné vlastnosti nádrže. Kryogénna nádrž (LH2 - Liquefied Hydrogen) má vnútornú vrstvu z ocele alebo hliníka a je pokrytá asi 5 cm hrubou tepelnou izoláciou. Táto konštrukcia sa nachádza vo vnútri valcového priestoru z ocele alebo hliníka a je z oboch strán uzavretá. Vnútorná nádoba je s vonkajšou spojená tepelne nevodivými spojmi. Žiarenie je odtienené tenkou hliníkovou alebo plastovou fóliou pokrytou hliníkom, zlatom alebo iným silne reflektívnym materiálom. Výplňou môže byť napríklad hodváb, nylon alebo uhlíkové vlákna, ktoré sú zlým vodičom tepla. Okrem toho je priestor medzi obidvoma stenami vákuovaný, čím sa zabráni vedeniu tepla z vnútornej nádoby (Obr. 3). V podstate dochádza k ohrevu kvapalného vodíka iba cez upevňovacie komponenty a plniace hrdlá. Určitý technický problém nastáva napríklad pri dlhodobom parkovaní, pri ktorom sa vodík neustále odparuje. Tepelné straty nádrže spôsobujú vyparovanie kvapalného vodíka (cca 3 % objemu denne). Tým sa v nádobe zvyšuje vnútorný tlak. Bezpečnostným ventilom je odpúšťaný odparený vodík do atmosféry cez potrubie zvyčajne vedené do zadnej časti strechy a opatrené klapkou. V niektorých konštrukčných riešeniach je takto unikajúci vodík sústredený a stlačovaný do prídavných tlakových nádob [2].



Obr. 3 Kryogénna nádoba

Multiventil je na nádrži LH2 umiestnený v plynotesnej skrinke. V multiventile býva integrovaných niekoľko najdôležitejších prvkov zaručujúcich funkčnosť a bezpečnosť celej sústavy. Existuje niekoľko vyhotovení multiventilov. Konštrukčné prvky a funkcie multiventilov [2]:

Plavák – sleduje hladinu plynu v nádobe pri jej plnení. Pri prekročení stanoveného limitu naplnenia nádoby je plnenie automaticky ukončené.

Elektromagnetický ventil - automaticky uzavrie prívod paliva pri úniku nad stanovený limit, pri vypnutom motore, pri prevádzke na iné palivo (benzín), pri odpojení batérie a pri spustení bezpečnostných prvkov.

Tlaková poistka - pri pretlaku v nádobe vypustí časť plynu z nádoby, aby v nej nedošlo k nárastu kritického tlaku plynu, môže byť doplnená o prietržný disk umiestnený na nádobe.

Odparový ventil

Ručný uzatvárací ventil

Pri využívaní vodíka v automobilovom priemysle sa hľadajú spôsoby ako vodík skladovať čo najbezpečnejšie. Medzi takéto spôsoby uskladňovania vodíka patrí viazanie vodíka vo forme hydridov kovov. Niektoré kovy a kovové zliatiny môžu vytvoriť hydridy a poňať tak veľké množstvá vodíka. Tieto kovy absorbujú vodík pri nízkych teplotách a môžu ho opäť vydať bez toho, aby sa ohriali [3].

## Identifikácia automobilov na vodíkový pohon

Novelizovaná vyhláška MDPT SR č. 464/2009 Z. z. zavádza predpísané podmienky označenia pre vozidlá na vodíkový pohon [6]:

- Označenie podľa vzoru na obrázkoch [prevzatých z prílohy V nariadenia Komisie (EÚ) č. 406/2010] má byť dobre viditeľné pre ostatných účastníkov cestnej premávky. Označenie má byť vo vyhotovení ako nálepka alebo štítok odolný voči poveternostným podmienkam. Okraje a písmená alebo pozadie musia byť reflexné.
- Vozidlá kategórie M1 a N1 majú jedno označenie v motorovom priestore a jedno označenie v blízkosti prípojky alebo zariadenia na dopĺňanie paliva.
- Vozidlá kategórie M2 a M3 sú označené vpredu a vzadu na vozidle, v blízkosti zariadenia na dopĺňanie paliva a na boku každých dverí.
- Vozidlá kategórie N2 a N3 sú označené vpredu a vzadu na vozidle a v blízkosti zariadenia na dopĺňanie paliva [7].



Označenie vozidla na vodíkový pohon používajúceho stlačený (plynný) vodík [5]



Označenie vozidla na vodíkový pohon používajúceho skvapalnený vodík [5]

**Obr. 4 Označenie vozidla na vodíkový pohon**

Na identifikáciu automobilu s vodíkovým pohonom môžu slúžiť aj ďalšie indikácie ako napr. [2]:

- V názve automobilu na jeho zadnej časti je označenie napr. Hydrogen, FCH, LH2, CoolH2, Liquid Hydrogen, a pod.
- Reklamné nápisy umiestnené najčastejšie na boku vozidla (napr. Fuel Cell Hybrid).
- Neobvyklé „otvory“, popr. „veko“ v streche automobilu (úniková klapka).
- Neobvyklé nápisy na palubnej doske informujúce o pohonnej látke: napr. H<sub>2</sub>, Hydrogen.
- Neobvyklé prepínače pre prepnutie paliva (napr. H<sub>2</sub> / benzín).
- Potrubie rozvodu H<sub>2</sub> a nádrže obsahujúce H<sub>2</sub> sú červenej farby.

### **Očakávané zvláštnosti a odporúčané postupy pri likvidácii požiaru automobilu s vodíkovým pohonom**

Konštrukcia a bezpečnostné prvky automobilu musia zodpovedať tým najvyšším kritériám a zariadenie musí vykazovať najvyšší stupeň bezpečnosti aj v extrémnych podmienkach, ako náraz pri dopravnej nehode, požiar automobilu alebo požiar v jeho blízkosti.

Na priebeh prípadného požiaru má veľký vplyv činnosť multifunkčného bezpečnostného ventilu tlakovej nádoby a spôsob uskladnenia vodíka vo vozidle (jedna alebo viac tlakových nádob so stlačeným vodíkom, resp. v kryogénna nádrž, kedy je vodík v kvapalnom stave).

Súčasťou multifunkčného ventilu je elektromagnetický ventil slúžiaci na uzatvorenie tlakovej nádoby. Tento ventil je počas prevádzky ovládaný riadiacou jednotkou motora a jeho úlohou je zastaviť prívod plynu aj pri aktivácii bezpečnostných prvkov, resp. pri vypnutí motora alebo pri odpojení autobatérie [2].

Pri požiaru pravdepodobne dôjde k nárastu tlaku v nádrži a k spusteniu tepelnej poistky, popr. tlakovej poistky.

Po aktivácii tepelnej poistky (iba pri tlakových nádobách so stlačeným vodíkom pri teplote cca 102 °C) dochádza k vypusteniu celého obsahu tlakovej nádoby pod automobil. Pri aktivácii pretlakového ventilu môže byť vodík uvoľňovaný v krátkych dávkach, po aktivácii prietržného disku dôjde k uvoľneniu celého objemu plynu.

V prípade kryogénnej nádrže, aby nedošlo ku kritickému nárastu tlaku z dôvodu odparovania kvapalnej fázy (a tým zvyšovanie tlaku), kedy by hrozilo roztrhnutie nádrže a explózia, je potrebné tento tlak zredukovať. Na to sa využíva riadené vypustenie plynného H<sub>2</sub> pomocou odparového ventilu do atmosféry strešnou klapkou čo sa môže prejaviť tvorbou hmly a námrazy na a v okolí klapky. I napriek veľkej rozptylovej schopnosti vodíka vzniká riziko vznietenia alebo výbuchu vodíka pri jeho úniku v miestach s nedostatočným vetraním ako sú tunely, garáže, prípadne interiér automobilu. V prípade poruchy odparového ventilu, ako i pri rýchlom náraste teploty, a tým k vyššiemu nárastu tlaku v nádrži, dôjde k otvoreniu ďalšieho špeciálneho poistného (pretlakového) ventilu a k odpusteniu tlaku vypustením H<sub>2</sub> potrubím von pod spodnú zadnú časť automobilu. Posledným zariadením, ktoré zabraňuje prekročeniu kritického tlaku v nádrži a jej roztrhnutiu v prípade nefunkčnosti pretlakového ventilu, je prietržný disk [2].

Na ochranu kryogénnej nádrže pred nárastom tlaku vplyvom zvýšenej teploty sa natíska možnosť ochladzovania nádrže vodou. Mechanizmus hasenia a ochladzovania vodou je založený na jej vysokej schopnosti prijímať teplo a je spôsobená vysokým merným teplom ( $c_p$  4,1819 kJ.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup> pri 20 °C) a veľmi vysokým špecifickým výparným teplom – 2259 kJ.kg<sup>-1</sup> pri 100 °C [1]. Základnou podmienkou ochladzovania je, že predmet ochladzovaný musí mať vyššiu teplotu, ako je teplota látky, ktorou ochladzujeme (voda). V prípade, ak je predmet chladnejší ako voda, dochádza k jeho zohrievaniu – voda odovzdá príslušné množstvo tepelnej energie telesu – predmetu chladnejšiemu. Teda v tomto prípade by sme nádrž vodou zohrievali a tým sa bude tlak v kryogénnej nádobe zvyšovať.

Nádrže na tekutý vodík sú menej stabilné než tlakové nádrže a pri nehode môže dôjsť k uvoľneniu kvapalného vodíka. Veľmi nízka teplota skladovaného vodíka predstavuje pre človeka vážne zdravotné riziko. Kryogenické postihnutie alebo kryogénne popáleniny, ktoré sú dôsledkom styku pokožky s veľmi chladnou parou, kvapalinou alebo povrchmi, sú veľmi vážnymi zraneniami. Následky sú v tomto prípade podobné ako v prípade popálenín teplom. Miera postihnutia sa mení s teplotou a dobou vystavenia sa takémuto pôsobeniu. Vystavené, obnažené alebo nedostatočne chránené časti tela sa môžu prilepiť k studeným povrchom v dôsledku rýchleho mrznutia vždy prítomnej vlhkosti. Pokožka a živé mäso sa potom môžu odtrhnúť. Postihnuté časti tela sú stuhnuté, znecitlivené, koža má voskovo bielu alebo žltú farbu [4]. Účinok chladu sa môže prejaviť na organizme človeka celkovo alebo lokálne. K podchladeniu (hypotermii) dochádza vtedy, ak telesná teplota poklesne pod 35 °C. Ak telesná teplota poklesne pod 26 °C, zotavenie je už málo pravdepodobné. Príznakom podchladenia je triaška, studená a bledá pokožka, telesná teplota pod normálom, strata pozornosti, neprimerané správanie sa, postupná strata vedomia, vyčerpanie, dýchanie a činnosť srdca sa spomaľuje, dochádza k postupnej strate vedomia a po prechodnom období zdanlivej smrti nastáva skutočná smrť spôsobená zástavou srdcovej činnosti [8]. Vdychovaním vysoko podchladeného vzduchu spôsobuje nepohodlie či nespokojnosť, dlhším pôsobením môže dôjsť k vážnym ochoreniam, ako je pľúcny edém alebo zápal pľúc [3].

Po vypustení vodíka dochádza spravidla k jeho iniciácii, čo sa prejaví výšľahom dlhého plameňa. Smer výšľahu plameňa môže byť ovplyvnený zmenou tvaru konštrukcie automobilu po nehode. Vodík má, na rozdiel od ostatných plynov, pri obvyklých teplotách záporný Joule-Thomsonov koeficient, a preto sa pri uvoľnení tlaku zahrieva. Pri náhlej expanzii stlačeného vodíka pravdepodobne môže dôjsť k jeho samovolnému vznieteniu. Rovnako je tu tiež možnosť, že dôjde k iniciácii statickou elektrinou pri prudkom uvoľnení H<sub>2</sub> napr. poistným ventilom [2]. Plameň vodíka je modrastý, na slnečnom svetle takmer neviditeľný, pri horení sa netvorí sadze a ani viditeľné splodiny horenia. Následkom nízkeho tepelného toku vodíkového plameňa je exteriér vozidla spravidla prakticky nedotknutý a nepoškodený a v interiéri vozidla dochádza len k pomalému zvýšeniu teploty, čo má veľký význam z hľadiska ochrany posádky pri požiari. Pri horení vodíka sa totiž do okolia šíri len jedna desatina tepla v porovnaní s horením benzínu, a preto sú väčšinou vodíkovým plameňom zranené osoby len v prípade priameho kontaktu s ním. Na zistenie, či dochádza k odhorievaniu vodíka, príp. zistenie miesta odhorievania, je vhodné použiť termovíznú techniku. V prípade požiaru automobilu môže dôjsť k zapáleniu ostatných horľavých látok nachádzajúcich sa iba v tesnej blízkosti miesta odhorievania (plasty, guma a pod.), ktoré horia dobre viditeľným plameňom s veľkým množstvom viditeľných splodín horenia. Pri požiari automobilu

s kryogénnou nádržou (LH2) vzniká nebezpečenstvo vzniku BLEVE s následným Fire Ball. V prípade incidentu pri preprave, pri ktorom dôjde k úniku prepravovaného nosiča energie, sa vodík veľmi rýchlo rozptýli [3].

### **Odporúčania pre veliteľa zásahu:**

- Uzavrieť miesto zásahu, zamedziť prístupu nepovoláných osôb.
- Identifikovať pohon automobilu.
- K vozidlu vždy pristupovať po vetre s expozimetrom a merať koncentráciu H<sub>2</sub>.
- Sledovať charakteristické príznaky úniku plynu – syčanie, hmla,...
- Automobil signalizuje únik vodíka akusticky a opticky na palubnej doske.
- Možný dvojfázový únik paliva.
- V mieste úniku sa tvorí námraza, ľad.
- Zlý prístup k multiventilu (napr. je nutné najskôr odmontovať kryty nádrží, ventil je prístupný len od podvozku vozidla).
- Uzavrieť prívod plynu z tlakových nádob vypnutím zapalovania motoru, odpojením batérie, prepnutím pohonu vodíkom na iný pohon.
- Vysokonapäťový systém môže byť po odpojení vozidla až 5 min pod napätím, systém pasívnej bezpečnosti cestujúcich (airbagy, predpínače pásov...) môže byť pod napätím až 90 s po odpojení.
- Pri automobiloch s kryogénnou nádržou sa bežne počíta s únikom vodíka v prípade, že automobil nie je dlhšiu dobu v prevádzke, prípadne pri zohriatí kryogénnej nádrže. Tento únik je konštrukčne často riešený únikovou klapkou v streche automobilu.
- Otvoriť dvere automobilu a plyn odvetrať a zabezpečiť prísun čerstvého vzduchu pre posádku automobilu.
- Na odvetranie použiť pretlakový ventilátor.
- Pri požiari nechať plyn kontrolovane vyhorieť a ochladzovať automobil a okolité objekty.
- Neuhasínať plameň vodíka, čím sa zabráni akumulácii plynu a tvorbe výbušnej koncentrácie.
- Na ochranu osôb nachádzajúcich sa v automobile a likvidáciu požiaru okolitých horľavých látok použiť vodu vo forme sprchy alebo hmly.
- Zvážiť použitie prenosného monitora.



- Požiar nehasiť oxidom uhličitým.
- Zasahovať z bezpečnej vzdialenosti, kryť sa za prekážky.
- Nebezpečenstvo vzniku BLEVE.
- Nebezpečenstvo vzniku výbušnej atmosféry v uzatvorených priestoroch (garáž, tunel, batožinový priestor, kabína a pod.).
- Pri zásahu dodržiavať bezpečnostné opatrenia súvisiace so zásahom pri automobiloch s ostatnými pohonmi.

## Záver

Článok obsahuje informácie o najnovších technológiách používaných v automobilovej doprave a zameriava sa na problematiku zdolávania požiaru automobilu s vodíkovým pohonom. Rozvoj automobilového priemyslu sa v súčasnosti zameriava na jeho ekologickosť a bezpečnosť. V súčasnej dobe sú už bežnými automobily na alternatívne palivá, ako je LPG, CNG. Neustále hovoríme i o hybridných automobiloch, ktoré boli ešte pred niekoľkými rokmi výnimočné. Dnes už väčšina významných výrobcov automobilov veľmi rýchlo zavádza najnovšie technologické vymoženosti do praxe. Rozvoj v oblasti využívania alternatívnych palív na pohon automobilov je jednoznačne spojený s potrebou dôkladného poznania týchto technológií a ich správania sa v spojení s nežiaducou udalosťou, akou je i požiar. Uvedené poznatky je možné účelne využiť pri správnom postupe záchranných zložiek počas záchrany životov a zdravia osôb pri likvidácii následkov dopravnej nehody automobilu s alternatívnym pohonom.

## Literatúra

1. Balog K.: Hasiace látky a jejich technologie, SPBI 37., SPBI Spektrum 2004, ISBN: 80-86634-49-3
2. Fiurášek P.: Odborná příprava jednotek požární ochrany, Konspekt 4-2-05, Dopravní nehody - Zásah u vozidel s alternativními pohony [LPG, CNG, LNG, Bio DME, Hybrid, Fuel Cell, H<sub>2</sub>(g, l)], MV – R HZS ČR, dostupné na internete
3. Kuracina M., Soldán M., Fiala J.: Bezpečnostné aspekty skladovania vodíka v automobile poháňanom palivovými článkami, Sustainability - Environment - Safety '2013, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Bratislava, 11.-12. október 2013, dostupné na internete
4. Tuček V., Dvořáková L., Hanzal J.: Řada: informace, normy, předpisy – vodík, Česká asociace technických plynů, Dokument 03/04 Praha, júl 2004, dostupné na internete, <http://www.catp.cz/publikace/vodik.pdf>

5. Vincek Š, Vincek P.: Technická kontrola vozidla s alternatívnym pohonom na plyn, Vzdelávanie kontrolných technikov, TESTEK 2015, dostupné na internete [http://www.testek.sk/files/plyn\\_manual\\_stk\\_032015.pdf](http://www.testek.sk/files/plyn_manual_stk_032015.pdf)
6. Vyhláška Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií Slovenskej republiky č. 464/2009 Z. z ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prevádzke vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách v z.n.p.
7. Príloha V nariadenia Komisie (EÚ) č. 406/2010 z 26. apríla 2010, ktorým sa vykonáva nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 79/2009 o typovom schvaľovaní motorových vozidiel na vodíkový pohon. (Ú. v. EÚ L 122, 18. 5. 2010).
8. Rozkaz prezidenta Hasičského a záchranného zboru č. 20/2007 o vydaní Takticko-metodických postupov vykonávania zásahov.
9. Wikipedia <https://sk.wikipedia.org/wiki/Vod%C3%ADk>
10. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-02-09/japan-makes-big-push-for-hydrogen-fuel-cells-rubbished-by-musk>

**Lektor: plk. JUDr. Elena Vavrová, PhD.**  
**Odborný garant: Ing. Miroslav Dikan**

## NÁVRH METODIKY ZÁCHRANNÝCH PRÁC PRI DOPRAVNEJ NEHODE ELEKTROMOBILU V PODMIENKACH HAZZ

por. Ing. Jana Oravcová<sup>1</sup>, npor. Mgr. Maroš Lajčák<sup>2</sup>, mjr. Ing. Patrik Buchcar<sup>3</sup>

### Summary

The paper deals with the issue of rescue work by members of Fire and Rescue Corps during traffic accidents, focusing on a group of alternative vehicles – electric power drive. Currently, there aren't classified special ways and means in Fire and Rescue Corps for disposal of these car accidents. The aim of the paper is to describe the procedure of the rescue work in the event of an emergency, such as an electric vehicle traffic accident, with available technical means. The introduction describes the identification and labelling of electric vehicles. The main part is devoted to the safe handling of such a vehicle on two levels - intervention with fire and without fire. The conclusion deals with the handling of a vehicle after a traffic accident and the storage of a damaged vehicle with regard to the fire safety.

### Keywords

electric car, car accident, technical means, rescue

### Anotácia

Príspevok sa zaoberá problematikou záchranných prác príslušníkov Hasičského a záchranného zboru (ďalej „HaZZ“) pri dopravnej nehode so zameraním na skupinu automobilov na alternatívny - elektrický pohon. V súčasnej dobe nie je v podmienkach HaZZ zaradená špeciálna technika ani určený postup pri zdolávaní takýchto nežiaducich udalostí. Cieľom príspevku je popísať postup pri záchranných prácach pri nežiaducej udalosti, ako je dopravná nehoda elektromobilu, s dostupnými technickými prostriedkami. V úvode je popísaná identifikácia a označovanie elektromobilov. Jadro je venované bezpečnému postupu pri manipulácii s takýmto vozidlom a to v dvoch úrovniach – zásah s prítomnosťou požiaru a bez požiaru. Záver sa zaoberá manipuláciou s vozidlom po dopravnej nehode a skladovaním poškodeného vozidla s ohľadom na požiaru bezpečnosť.

### Kľúčové slová

elektromobil, dopravná nehoda, technické prostriedky, záchranné práce

<sup>1</sup> por. Ing. Jana ORAVCOVÁ, PhD., Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Čadci, A. Hlinku 4, 022 01 Čadca, Slovenská republika, e-mail: jana.oravcova3@minv.sk

<sup>2</sup> npor. Mgr. Maroš LAJČÁK, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Čadci, A. Hlinku 4, 022 01 Čadca, Slovenská republika, e-mail: maros.lajcak@minv.sk

<sup>3</sup> mjr. Ing. Patrik BUCHCAR, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Čadci, A. Hlinku 4, 022 01 Čadca, Slovenská republika, e-mail: patrik.buchcar@minv.sk

## Úvod

V modernej dobe sa neustále hľadajú alternatívne riešenia, ktoré uľahčujú život a najmä napomáhajú zlepšovať životné prostredie. Jednou z týchto alternatív je nahradenie vozidiel na benzínový a naftový pohon. Najdostupnejšie vozidlá sú tie na elektrický pohon. V iných krajinách na svete ale aj v EÚ sú tieto vozidlá už samozrejmosťou. Zahraničné skúsenosti poukazujú na úspešnosť projektov na podporu elektromobilov. Takýto projekt prebehol v roku 2016 aj na Slovensku a jeho úspech prispel k zvýšeniu počtu elektromobilov aj na našom území. Finančný príspevok na nákup elektromobilov a plug-in hybridných áut získalo vyše 830 žiadateľov a registrácia vozidiel na elektrický a hybridný pohon vzrástla medziročne až o neuveriteľných 400 %. Napriek tomu, že sa nevyčerpal celý objem prostriedkov, projekt znamenal významný impulz pre rozvoj elektromobility (MHSR, 2018). Výsledkom podpory je na Slovensku výrazný rozvoj trhu s autami na elektrický pohon. Kým v roku 2015 bolo zaregistrovaných len 188 nových vozidiel na elektrický a hybridný pohon a v roku 2016 ďalších 434, po spustení projektu v novembri 2016 ich počet prudko vzrástol. V roku 2017 pribudlo až 2178 registrácií nových vozidiel na elektrický pohon, čo predstavuje medziročný nárast o viac ako 400 %. Pozitívny trend pokračuje aj v roku 2018, keď za prvých 6 mesiacov pribudlo ďalších 1427 registrácií automobilov. Celkovo je tak na Slovensku ku koncu júna 2018 zaregistrovaných už takmer 4300 elektromobilov a hybridov s predpokladom ďalšieho rastu (MHSR, 2018).

S nastupujúcimi trendmi a častejším využívaním vozidiel na alternatívny pohon je potrebné sa pozerat' aj na druhú stránku veci. Stále ešte nie sú presne určené pracovné postupy a identifikované očakávané zvláštnosti pri nežiaducich udalostiach, ako sú dopravné nehody elektromobilov v podmienkach HaZZ. Táto skutočnosť je dôležitá najmä pre zasahujúcich príslušníkov z hľadiska ich bezpečnosti a účinného vykonania záchranných prác.

## Identifikácia elektromobilov pri dopravnej nehode

Dopravná nehoda je udalosť v cestnej premávke, pri ktorej dochádza k usmrteniu alebo k zraneniu osôb alebo ku škode na majetku v priamej súvislosti s premávkou motorového vozidla a nemotorového vozidla (Metodický list č. 90). V podmienkach HaZZ klasifikujeme dopravné nehody ako:

1. **jednoduchá dopravná nehoda** - nehoda, pri ktorej bola zranená jedna osoba ľahko alebo jedna osoba ťažko, prípadne došlo k usmrteniu jednej osoby,
2. **hromadná dopravná nehoda** - nehoda, pri ktorej bolo zranených päť osôb ľahko alebo tri osoby ťažko, došlo k usmrteniu najmenej dvoch osôb, alebo došlo k stretu päť a viac vozidiel,

- 3. dopravná nehoda** s výskytom nebezpečnej látky - dopravná nehoda vozidla prepravujúceho nebezpečnú látku, pričom hrozí nebezpečenstvo úniku tejto látky do okolitého prostredia s následným ohrozením obyvateľstva.

V prípade dopravnej nehody po príchode na miesto zásahu veliteľ zásahu určí druh dopravnej nehody a rozhodne o ďalšom postupe a spôsobe záchranných prác a likvidácie. Pre bezpečnosť príslušníkov, účinný a rýchly zásah je pre veliteľa dôležitý faktor identifikovať, o aký druh vozidla sa jedná.

V celej Európskej únii neexistuje jednotné označovanie elektrovozidiel. V Českej republike dostanú vozidlá špeciálne registračné značky, ktoré ich odlišia od ostatných. Identifikátory značiek budú začínať písmenami „EL“, ktoré doplní unikátna kombinácia čísel. Podobný systém sa používa v Nórsku (teslamagazín.sk, 2018).

Ministerstvo hospodárstva SR predložilo na konci roka 2018 návrh na podporu elektromobility, kde sa uvažuje na rozoznávanie elektromobilov zavedenie špeciálnych ŠPZ (štátna poznávací značka) tyrkysovej farby. Ľahko odlišiteľné označenie by malo slúžiť ako rozlišovací prvok pre ďalšie podporné opatrenia.

Sčasti by takýto identifikačný prvok stačil na rozoznanie elektromobilu pri dopravnej nehode, avšak treba rátať aj s tým, že zasahujúci hasiči sa môžu stretnúť aj s vozidlom inej krajiny, kde sú identifikačné opatrenia rôzne. Preto je dôležité sa sústrediť aj na iné faktory, ako napr. značka vozidla, rozoznať zdroj napájania, chýba výfukový systém, poprípade inak odlišiť elektromobil od bežných vozidiel.

### **Vysokonapäťový systém vozidla**

Najviac významným rozdielom medzi bežným vozidlom a elektromobilom je vysokonapäťový elektrický systém, ktorý typicky obsahujú vysokonapäťové batérie. Prítomnosť vysokého napätia vytvára v prípade záchranných prác množstvo nebezpečenstiev. V prípade elektromobilov sa používa na rozlíšenie farebné značenie napäťových úrovní (červená a čierna farba = nízke napätie do 30 voltov; žltá a modrá farba = prechodné 30 - 60 voltov; oranžová = vysoké napätie nad 60 voltov).

Kabeláž systému vysokého napätia je jasne farebne (oranžová) oddelená na jednoduchú a konzistentnú identifikáciu, a to priamo výrobcami automobilov. U niektorých novších elektromobilov sa objavila kabeláž modrej a žltej farby, ktorá tiež predstavuje nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom, aj keď vyslovene nie je považované za vysoké napätie. Okrem toho kabeláž vysokého napätia je v konštrukciách vozidiel často chránená v ochrannej elektroinštalačnej vrstve, takže na druhej strane je ju ťažké vizuálne lokalizovať. Vysoké napätie v elektrických a hybridných vozidlách vzbudzuje obavy u hasičských jednotiek, čo pri záchranných prácach vyžaduje na jednej strane 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 s 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. Avšak, jedna výnimka je, a to taká, že v prípade, ak by bol poškodený zdroj elektrickej energie vozidla, hrozí nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom (Ballay, M., Monoši, M., 2016).

V prípade veľmi vážnej nehody, alebo priameho mechanického nárazu na trakčnú batériu môže dôjsť k poškodeniu trakčnej batérie, alebo sa môže v extrémnych prípadoch rozpadnúť, alebo odpojiť od vozidla. Poškodenie vysokonapäťovej trakčnej batérie (čo je mimoriadne nebezpečné) možno rozpoznať podľa nasledujúcich kritérií:

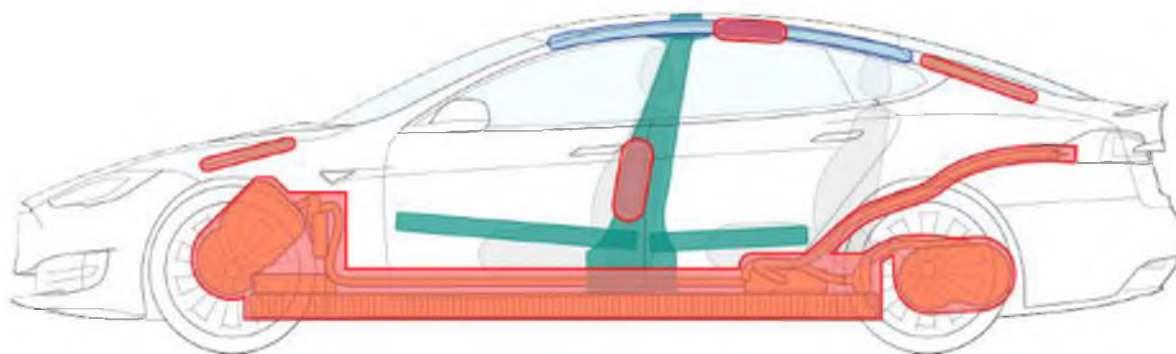
- trakčná batéria sa zahrieva,
- prítomnosť dymu, hluku alebo iskier,
- deformácia telesa trakčnej batérie.

## Odpájací bod

Odpájací bod je deaktiváčne miesto pre vysokonapäťový systém vozidla, ktorý má byť známy/rozpoznateľný pre záchranársky personál a používateľa vozidla. Tieto body sú popísané v návode na obsluhu vozidla. Existuje niekoľko rôznych typov oddeľovacích bodov (ISO 17840):

- a) odpájací bod pre riadiace napätie (nízke 12 V), ktoré deaktivuje vysokonapäťový systém vozidla. Sú to tieto body:
  - odstránenie poistky (12 V), najčastejšie označenie: žlté vlajky,
  - prestrihnutie vodičov (12 V), komunikačný konektor vysokonapäťovej batérie,
  - servisný konektor (12 V), najčastejšie zelená farba,
  - odpojenie 12 V batérie,
- b) priame odpojenie vysokonapäťového systému odpojením vysokonapäťového servisného konektoru najčastejšie oranžovej farby (Bezpečnostná brožúra, 2018).

Každý druh vozidla má inak určené odpájanie, ktoré musí byť uvedené v užívateľskej príručke podľa platných ISO noriem. Pri niektorých typoch vozidiel sú určené miesta (tzv. no-cut zone), ktoré sa nesmú prestrihnúť alebo inak prerušiť (Obr. 1).



Obr. 1 No-cut zone v elektromobile značky Tesla (Tesla, 2016)

### Bezpečný postup pri manipulácii s vozidlom pri dopravnej nehode

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 tzv. nad rámec bežného výcviku a skúsenosti. Tento fakt nie je nezvyčajný pre záchranné zložky (Ballay M., Monoši M., 2016).

Po naštudovaní rôznych užívateľských príručiek (Volkswagen, Tesla, Škoda) a postupov určených v metodických listoch vydaných na rozkaz Prezidenta Hasičského a záchranného zboru sme pristúpili k odbornej konzultácii s veliteľmi zásahov. Následne sme navrhli postup záchranných a zabezpečovacích prác pri dopravnej nehode elektromobilu. V podmienkach HaZZ v okrese Čadca by sme rátali so silami a prostriedkami určenými na výjazd nasledovne:

**Prostriedky:** MB Atego. Základným určením vozidla je vyslobodzovanie a záchrana osôb v mieste havárie vozidiel na cestných komunikáciách s možnosťou osvetlenia miesta zásahu, odtiahnutie havarovaného vozidla a sprejazdenie komunikácie. Vozidlo umožňuje aj vykonanie požiarneho zásahu vodou alebo penou. Objem nádrže na vodu určenú na hasenie 2500 l, nádrž na penidlo 200 l.

**Sily:** posádka 1 + 4 (veliteľ zásahu, strojník, dvaja príslušníci určení na vyslobodzovanie a jeden príslušník na likvidáciu a ochladzovanie batérie).

**Ochrana príslušníkov:** V dôsledku možného vzniku nebezpečných pár pri požari batérie je nutné použiť autonómne dýchacie prístroje na zabezpečenie ochrany dýchacích ciest + použitie zásahového odevu. Je potrebné dbať, aby sa za žiadnych okolností nedostali uniknuté kvapaliny do kontaktu s pokožkou.

V tab. 1 sme určili základné činnosti a úlohy príslušníkov potrebné na účinné zdolanie zásahu.

**Tab. 1 Postup zdolávania dopravnej nehody elektromobilu**

<b>Priebeh zásahu</b>	<b>Činnosti</b>	<b>Určení príslušníci</b>
<b>Prieskum</b>	Určenie druhu dopravnej nehody	Veliteľ zásahu
	Identifikácia vozidla	Veliteľ zásahu
	Určenie úloh a postupu činností	Veliteľ zásahu
	Určenie stupňa ochrany príslušníkov	Veliteľ zásahu
<b>Protipožiarne a zabezpečovacie opatrenia</b>	Zabezpečenie vypnutia vozidla – pri elektromobile sťažené podmienky, kvôli tichému chodu motora.	Hasič určený na likvidáciu + Veliteľ zásahu
	V prípade ak sa zistí, že vozidlo má diaľkový štartovací kľúč, treba ho vzdialiť od vozidla (cca 15 m).	Hasič určený na likvidáciu + veliteľ zásahu
	Stabilizácia vozidla proti nechcenému pohybu.	Hasič určený na likvidáciu
	Odpojenie vysokého napätia podľa pokynu výrobcu.	Hasič určený na likvidáciu + veliteľ zásahu
<b>Záchranné práce</b>	Začať s ochladzovaním batérie (min. 200 l/min). Zároveň začať vyslobodzovacie a záchranné práce.	Strojník + hasič určený na likvidáciu Hasiči určení na vyslobodzovanie
<b>Zabezpečovacie práce</b>	Pri úniku elektrolytov, chladiva alebo inej nebezpečnej látky použiť dostupný sorbent.	Hasič určený na likvidáciu
	Pri odovzdávaní vozidla tretej osobe poskytnúť informácie o uskutočnených opatreniach s podpisom prevzatia. (Vozidlo by sa malo previesť do najbližšej odbornej dielne)	Veliteľ zásahu



Pri identifikácii vozidla môžeme rátať aj s dostupným operačným systémom „GINA“, ktorý slúži najmä na koordináciu záchranných jednotiek, lokalizácie, sledovania a záchranu osôb. V podmienkach HaZZ máme k dispozícii aj zoznam typov automobilov a ich používateľské príručky, avšak pre niektoré typy automobilov je potrebná aktualizácia a doplnenie manuálov.

V prípade požiaru takéhoto typu vozidla použijeme hasiace médium vodu, poprípade penu. Po uhasení vozidla je potrebné neustále ochladzovanie batérie. Pre bezpečnejšiu identifikáciu a určenie stáleho odpojenia vozidla od vysokého napätia odporúčame vybaviť príslušnú techniku multimetrami na overenie prítomnosti elektrického prúdu.

## Záver

Na Slovensku sa veľmi zriedka stretávame s dopravnými nehodami elektromobilov, avšak trendy a potreby ochrany životného prostredia poukazujú na to, že onedlho budú takéto vozidlá samozrejmosťou a s tým budú bohužiaľ spojené aj zásahy hasičských jednotiek. V celej Európskej únii neexistuje jednotný postup pri označovaní a identifikovaní takýchto vozidiel. Doteraz nie je ani v podmienkach HaZZ určený jednotný postup alebo usmernenie na záchranné práce pri tomto druhu vozidiel. Pre predchádzanie nežiaducich udalostí a efektívne zvládanie takéhoto druhu zásahu navrhujeme doplnenie vzdelávania a výcviku pre príslušníkov na jednotlivých hasičských staniciach v danej problematike.

## Literatúra

1. MH SR. Historicky prvý projekt na podporu elektromobilov bol veľmi úspešný. Tlačové správy. (online 24.08.2018) dostupné na: <https://www.mhsr.sk/press/historicky-prvy-projekt-na-podporu-elektromobilov-bol-velmi-uspesny>
2. teslamagazin.sk. České elektromobily a hybridy dostanú špeciálne ŠPZ, ktoré prinesú výhody. (Online: Juraj Bakša 01.07.2018). dostupné na: <https://www.teslamagazin.sk/elektromobily-hybridy-cesko-podpora-spz-vyhody/>
3. Metodický list č.90. MV SR, Prezídium HaZZ. Činnosť hasičskej záchrannej služby - dopravné nehody na cestách. Počet strán: 3. 2007
4. 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](http://www.nfpa.org/Foundation)
5. Ballay Michal, Monoši Mikuláš: Technológia elektromobilov vo vzťahu k hasičským jednotkám pri vykonávaní záchranných prác. Krízový manažment. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva. 2016

6. Bezpečnostná brožúra. Príručka pri nehode a vyslobodzovaní motorových vozidiel s vysokonapäťovými trakčnými batériami. Volkswagen Slovakia, a.s. 2018
7. ISO 17840-1:2015. Road vehicles -- Information for first and second responders -- Part 1: Rescue sheet for passenger cars and light commercial vehicles
8. Tesla. Emergency response guide. Model S. Tesla INC. 2016

**Lektor: pplk. Ing. Peter Plevko**  
**Odborný garant: pplk. Ing. Stanislav Zdařil**

# ALTERNATÍVNE ZDROJE ENERGIE PRE POHON AUTOMOBILOV – NEBEZPEČENSTVÁ PRE ZASAHUJÚCICH HASIČOV A ICH MINIMALIZÁCIA

*kpt. Ing. Martin Puna<sup>1</sup>*

## Summary

*Selected alternative vehicle propulsion systems are characterized in the text, focusing on safety, accidents response and recommendations.*

## Keywords

*LPG, CNG, hybrids, electric cars, traffic accident, fire, risks*

## Anotácia

*V texte sú stručne charakterizované vybrané alternatívne pohony vozidiel so zameraním na bezpečnosť, riešenie nežiaducich udalostí a zhrnuté odporúčania.*

## Kľúčové slová

*LPG, CNG, hybridy, elektromobily, dopravná nehoda, požiar, riziká*

## Úvod

So sprísňovaním ekologických noriem pre automobily sú ich výrobcovia nútení hľadať a používať nové formy pohonov a ich energetických zdrojov. K tradičným zdrojom energie pre pohon vozidiel (nafta, benzín) postupne pribúdajú alternatívne zdroje a ich kombinácie. V článku si stručne niektoré predstavíme a sústredíme sa na nebezpečenstvá pre zasahujúcich hasičov pri nežiaducich stavoch (nehoda, požiar, zaplavenie) a ich minimalizáciu.

## Vozidlá na LPG

LPG - skvapalnený ropný plyn (Liquefied/Light Petroleum Gas) je u nás najčastejšie používaný alternatívny zdroj energie pre pohon spaľovacích motorov osobných vozidiel. Hlavnými zložkami LPG sú propán, bután a ďalšie uhľovodíky.

Ide o bežné sériovo vyrábané vozidlá doplnené o systém LPG priamo pri ich výrobe alebo dodatočne. V princípe je takéto vozidlo doplnené o:

- nádrž na LPG rôznych tvarov a objemov s Multiventilom,
- prívodné potrubia,

---

<sup>1</sup> kpt. Ing. Martin Puna, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Trenčíne, Jesenského 36, 911 01 Trenčín, Slovenská republika, tel: +421 32 6521 013, e-mail: martin.puna@minv.sk

- splynovač (vstrekovač) kvapalného LPG,
- riadiacu jednotku.

#### Identifikácia vozidla na LPG:

- nálepka na zadnej časti vozidla (Obr. 1),
- neštandardné prídavné zariadenie v motorovom priestore,
- ukazovateľ množstva plynu na palubnej doske,
- nádrž na LPG v kufri, pod vozidlom alebo v nákladnom priestore,
- plniaci otvor na plyn s krytkou,
- silný zápach už pri malom úniku.



**Obr. 1 Nálepka na označenie LPG vozidla**

Z hľadiska taktiky vedenia zásahu a bezpečnosti zasahujúcich osôb je dôležitá najmä nádrž s Multiventilom. Multiventil je hlavný bezpečnostný prvok celého zariadenia. Obsahuje pretlakový ventil, ktorý sa otvára pri tlaku 27 bar. V prípade požiaru, kedy môže dôjsť k prudkému zvyšovaniu tlaku v nádrži spôsobenú rozpínaním LPG, sa pretaví tavná poistka. To zabezpečí dostatočnú kompenzáciu zvyšovania tlaku a tak znižuje riziko výbuchu nádrže. Multiventil má aj ďalšie funkcie zvyšujúce bezpečnosť systému. Skvapalnené LPG je v nádrži pri tlaku cca 10 bar.

#### Nebezpečenstvá pri zásahu:

- LPG je mimoriadne horľavý,
- LPG je ťažší ako vzduch (nebezpečenstvo zatekania do nižších miest),
- tvorba výbušných koncentrácií so vzduchom (1,8 – 10 %),
- BLEVE efekt,
- vyšľahnutie plameňa pri otvorení poistného ventilu,
- nefunkčnosť ochranných prvkov v prípade poruchy,
- ďalšia nádrž vo vozidle (väčšie množstvo horľavých látok),
- LPG je dusivý pri vysokej koncentrácii.

### Preventívne opatrenia pri zásahu:

#### a) Nehoda vozidla na LPG:

- vykonať protipožiarne zabezpečenie miesta zásahu a poškodeného vozidla,
- postup ako pri bežnom vozidle (vypnutie spínacej skrinky a vytiahnutie kľúčov, odpojenie akumulátora - Multiventil sa sám uzatvorí),
- sledovanie syčania a zápachu, meranie koncentrácie vhodným prístrojom (snímač LEL),
- preventívne uzatvorenie nádrže pomocou ručného uzatvorenia na Multiventile.

#### b) Požiar vozidla na LPG:

- hasenie z bezpečnej vzdialenosti,
- možné vyšľahnutie plameňa pri otvorení pretlakového ventilu (rôzny smer a veľkosť plameňa, opakovanie),
- postup ako pri tlakovom zásobníku horľavého plynu,
- zvážiť kontrolované vyhorenie bez ohrozenia okolia unikajúcim plynom alebo plameňom.

### **Vozidlá na CNG**

Na Slovensku je tento typ paliva používaný najmä v autobusoch. Použitie v osobných vozidlách je vzhľadom na obmedzenú sieť čerpacích staníc málo rozšírené. CNG - stlačený zemný plyn (compressed natural gas) je zmes metánu a iných plynov v rôznom pomere. Ide najmä o sériovo vyrábané vozidlá doplnené o systém CNG. Dodatočná montáž je komplikovanejšia ako pri LPG. V princípe je takéto vozidlo doplnené o:

- tlakový zásobník na CNG s Multiventilom,
- prírodné potrubia,
- vstrekovač CNG,
- riadiacu jednotku.

### Identifikácia vozidla na CNG:

- nálepky na zadnej časti vozidla (Obr. 2),
- neštandardné prídavné zariadenia v motorovom priestore,
- ukazovateľ množstva plynu na palubnej doske,
- nádrž(e) v kufri, v podlahe pod vozidlom, v nákladnom priestore,
- plniaci otvor s krytkou,
- silný zápach už pri malom úniku.



**Obr. 2 Nálepka na označenie CNG vozidla**

Najväčšie nebezpečenstvo CNG systému predstavuje nádrž, respektíve tlakový zásobník. Ten je vybavený Multiventilom, ktorý plní funkcie obdobne ako pri systéme LPG. Zemný plyn je v tlakovom zásobníku (spravidla kompozitnom) pod tlakom cca 220 bar.

Nebezpečenstvá :

- mimoriadne horľavý,
- BLEVE efekt,
- CNG je ľahší ako vzduch, rýchlo vyplňa priestor,
- tvorba výbušných koncentrácií so vzduchom (medze výbušnosti 5 – 15%),
- vyšľahnutie plameňa pri otvorení poistného ventilu,
- nefunkčnosť ochranných prvkov v prípade poruchy,
- ďalšia nádrž vo vozidle (viac horľavých látok),
- dusivý pri vysokej koncentrácii.

Riešenie nežiaducich udalostí:

a) Nehoda vozidla na CNG:

- protipožiarne zabezpečenie miesta zásahu a poškodeného vozidla,
- postup ako pri bežnom vozidle (vypnutie spínacej skrinky a vytiahnutie kľúčov, odpojenie akumulátora - Multiventil sa sám uzatvorí),
- sledovanie syčania a zápachu, meranie koncentrácie vhodným prístrojom (snímač na metán, prípadne LEL),
- preventívne uzatvorenie nádrže pomocou ručného uzatvorenia na Multiventile.

b) Požiar vozidla na CNG:

- hasenie z bezpečnej vzdialenosti,
- možné vyšľahnutie plameňa pri otvorení pretlakového a tepelného ventilu (rôzny smer a veľkosť plameňa, opakovanie),
- postup ako pri tlakovom zásobníku horľavého plynu,
- zväžiť kontrolované vyhorenie.

## Hybridné vozidlá

Ako z názvu vyplýva, ide o spojenie dvoch alebo viacerých zdrojov energie. Najčastejšie ide o kombináciu spaľovacieho motora a elektromotoru/ov. Zdrojom energie pre elektrickú časť je vysokonapäťový akumulátor (HV- high voltage) alebo kondenzátory. Vo vozidle je zachovaná aj 12 V sústava, nezávislá od HV sústavy (ako v bežnom vozidle). Môžeme sa stretnúť s rôznym označením hybridov:

*Mild hybrid* (čiastočný):

- nie je schopný prevádzky samostatne na elektrický pohon, vždy len v spojení so spaľovacím motorom.

*Full hybrid* (plný) HEV:

- pohon vozidla môže zabezpečiť len elektromotor.

*Plug - in hybrid* (zásuvný) PHEV:

- rovnako ako full hybrid, pričom vozidlo je vybavené dobíjacou zásuvkou pre vysokonapäťový akumulátor z el. siete (vyššia kapacita akumulátora).

Hybridné vozidlá sa vonkajším vzhľadom neodlišujú od bežných vozidiel. V princípe sú ale doplnené o:

- elektromotor(y) na pohon,
- vysokonapäťový akumulátor (HV batéria),
- vysokonapäťové vodiče (oranžové, červené),
- doplnkové elektrické zariadenia pri spaľovacom motore (hybridné štartéry, generátory, meniče, riadiaca elektronika, ...).

Z hľadiska taktiky vedenia zásahu a bezpečnosti zasahujúcich osôb sú dôležité najmä vysokonapäťové časti hybridnej sústavy. V týchto miestach sa môže nachádzať životu nebezpečné napätie až do 650 V. Napätie v akumulátoroch je jednosmerné, v ostatných častiach sústavy sa používa jednosmerné aj striedavé.

Postup zásahu hasičskej jednotky možno zhrnúť do nasledujúcich bodov:

1. Identifikácia vozidla
2. Ochrana zasahujúcich
3. Imobilizácia vozidla
4. Deaktivácia vozidla

Identifikácia hybridných vozidiel:

- nápis na zadnom kufri (Hybrid, Plug-in Hybrid, HEV, PHEV,...),
- neštandardné prídavné zariadenia v motorovom priestore (vysokonapäťové časti, oranžové vodiče väčších priemerov cca 1 - 2 cm,...),
- v úložnom priestore alebo pod zadnými sedadlami HV akumulátor,
- zospodu vozidla viditeľné HV vodiče (oranžové, červené),
- na palubnej doske rôzne neštandardné nápisy a ovládače (READY, Hybrid, volič pohonu, ...).

Ochrana zasahujúcich:

Vzhľadom na to, že hybridné vozidlá sú na Slovensku relatívne novou záležitosťou a ich rozšírenie na cestách je zatiaľ malé (v porovnaní s vozidlami na benzín/naftu), nemáme dostatok skúseností zo zásahov. V súčasnej dobe HaZZ nemá vypracovaný metodický list (ML) pre takýto typ zásahu. Výrobcovia hybridných vozidiel poskytujú rôzne príručky, z ktorých je možno čerpať informácie, tie však majú len odporúčací charakter. V súvislosti s elektrickým prúdom vydalo Prezídium HaZZ Metodický list č. 128 - *Nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom*. Podľa tohto ML vypnutie elektrického prúdu nízkeho napätia (do 600 V) môže vykonávať osoba bez odbornej spôsobilosti (hasič), preukázateľne zoznamovaná s možným nebezpečenstvom.

Postupy nie sú jednotné ani medzi výrobcami hybridných vozidiel. V tabuľke č. 1 sú uvedené niektoré dostupné informácie od výrobcov pri riešení nežiaducich udalostí.

## Spôsoby ochrany zasahujúcich:

- dodržanie odstupu a minimalizovanie dotykov o vozidlo a HV sústavu,
- použitie rukavíc s odolnosťou minimálne 1000 V a ochrany očí pri deaktivovaní,
- meranie napätia na kovových častiach (odborník),
- pri požiari, dymení prípadne zápachu z HV akumulátora použitie ADP,
- sledovanie teploty HV akumulátora (termokamera, pyrometer),
- pripravená vhodná hasiaca látka: veľké množstvo vody (odporúčané min 200 l/min), prášok, CO<sub>2</sub>, pena.

Množstvo elektrolytu obsiahnutého v HV akumulátoroch je minimálne a v prípade jeho úniku by nemalo dôjsť k ohrozeniu zasahujúcich osôb. Jeho zachytenie je možné pomocou bežných sorbentov.



### Imobilizácia hybridných vozidiel:

Ide o uvedenie hybridného vozidla do stavu nehybnosti. Tieto úkony sa vykonajú ešte pred samotným odpojením HV akumulátora a vybitím systému. Ide predovšetkým o:

- prístup k vozidlu z boku (nečakaný rozbeh aj bez bežiacieho spaľovacieho motora),
- zaklinovanie vozidla (pod kolesá, vypustenie pneumatík, ...),
- vypnutie vozidla na palubnej doske tlačidlom (Start/Stop, Power, ...),
- zaradenie parkovacieho režimu na prevodovke a ručnej brzdy (Parking, ...),
- odnesenie inteligentného kľúča od vozidla do dostatočnej vzdialenosti (úkon označený v tabuľke č. 1 a 2. slovom „Kľúč,,),
- zvážiť ponechanie otvorenia okien a batožinového priestoru (po vzdialení kľúčov už nemusí byť možné ich otvorenie),
- sledovanie teploty HV akumulátora (termokamerou – bez fyzického kontaktu).

### Deaktivácia vozidla:

Ide o uvedenie hybridného vozidla do relatívne bezpečného stavu pre okolie. Deaktiváciou ale nevybijeme HV batériu, tá ostáva len odpojená od elektrického HV systému.

Po vykonaní imobilizácie pokračujeme ďalšími úkonmi, a to najmä:

- prioritne odpojením 12 V akumulátora (12 V sústava riadi aj HV sústavu),
- vytiahnutím poistiek (je nutné vedieť ktoré, prípadne všetky),
- odpojením HV akumulátora, ak je ním vozidlo vybavené (úkon označený v tabuľke č. 1 a 2. slovom „ HV konektor,,),
- vyčkaním odporúčaného času výrobcami do vybitia HV sústavy (uvedené v tabuľke č. 1 a 2.),
- sledovaním teploty HV akumulátora.

Tab. 1 Informácie od výrobcov hybridov (Zdroj: [1 - 14])

Značka a model vozidla	Požiar	Nehoda	Zaplavenie	Akumulátor HV	HV sústava	Ochrana
<b>Kia</b> Niro Hybrid <b>Kia</b> Optima Hybrid/PHEV	Veľké množstvo vody	Kľúč, 12 V, HV konektor + 5 min.	Ako nehoda	240 V LiPo 270 V LiPo (Optima PHEV)	Až 310 V + 5 min.	Rukavice +1000 V, štít
<b>Lexus</b> CT200h <b>Toyota</b> Auris hybrid <b>Toyota</b> Prius/Prius+ <b>Toyota</b> Yaris hybrid	Veľké množstvo vody, len okolie HV akumulátora, nechať ho vyhorieť	Kľúč + 5 m, 12 V + 10 min.	Deaktivácia až po vytiahnutí z vody, ako pri nehode	202 V NiMH 202 V Li-ion (Prius) 346 V Li-ion (Prius+) 144 V NiMH (Yaris)	650 V + 10 min. 520 V (Yaris)	Rukavice +1000 V, štít
<b>Lexus</b> GS 450 h	Veľké množstvo vody, len okolie HV akumulátora, nechať ho vyhorieť	Kľúč + 5 m, 12 V, HV konektor + 10 min.	Deaktivácia až po vytiahnutí z vody, ako pri nehode	288 V NiMH	650 V + 10 min.	Rukavice +1000 V, štít

## Elektromobily

Už z názvu je zrejmý zdroj energie, ktorým bývajú rôzne typy akumulátorov. Sústavu pohonu tvorí elektromotor(y), prevodovka, akumulátor, prepojujacie vodiče, meniče, generátory, riadiace členy a iné elektrické vybavenie. Na elektromobily možno aplikovať rovnaké bezpečnostné postupy ako pri hybridných vozidlách. Špecifické nebezpečenstvo predstavuje pre zasahujúce osoby predovšetkým vysokonapäťový (HV) akumulátor s napätím až niekoľko stoviek voltov jednosmerného prúdu (DC). Akumulátor býva najčastejšie umiestnený v podlahe vozidla. Vo vozidle je aj 12 V sústava a 12 V akumulátor. V tabuľke č. 2 sú uvedené niektoré informácie pre riešenie nežiaducich udalostí od výrobcov. Z údajov je zaujímavé množstvo vody odporúčané výrobcom na uhasenie vozidla Tesla. Pri vozidle Renault Zoe zase otvor pre aplikáciu vody dovnútra akumulátora.

**Tab. 2 Informácie o elektromobiloch od výrobcov (Zdroj: [14 – 23])**

Značka a model vozidla	Požiar	Nehoda	Zaplavenie	Akumulátor HV	HV sústava	Ochrana
<b>Kia</b> SOUL EV		Kľúč + 2 m, 12 V, HV konektor + 5 min.	Ako nehoda	360 V LiPo DC	240 – 413 V AC	Rukavice, štit
<b>Nissan</b> LEAF 1G	Veľké množstvo vody	Kľúč + 2 m, 12 V, HV konektor + 10 min.	Ako nehoda	400 V Li-ion	400 V	Rukavice, štit
<b>Renault</b> ZOE	Veľké množstvo vody + otvor pre hasenie	Kľúč + 2 m, 12 V, HV konektor + 10 min.	Ako nehoda	400 V Li-ion	400 V	Rukavice, štit
<b>Tesla</b> model S model X	Voda cca 11 350 L	Strihať konektor v prednom kufri + 2 min.	Ako nehoda	400 V Li-ion	400 V	Rukavice, štit

## Záver

Vozidlá na alternatívny pohon v porovnaní s „klasickými“ vozidlami obsahujú ďalšie špecifické nebezpečenstvá. Ide najmä o únik (výbuch) plynu, úraz elektrickým prúdom. Zdrojom týchto nebezpečenstiev sú najmä tlakové nádoby s plynom a HV akumulátory.

V súčasnosti predstavuje problém nedostatok kvalitných informácií o riešení nežiaducich udalostí takýchto vozidiel. Je potrebné prispôbiť teoretickú a praktickú prípravu v podmienkach HaZZ. Dobrým zdrojom informácií pri riešení nežiaducich udalostí bola v minulosti aj aplikácia Crash Recovery System v tabletoch so systémom Gina. Napríklad importér vozidiel Tesla vo Viedni absolvuje s ich vozidlami oboznamovanie so zložkami IZS pred uvedením na trh. V minulosti sme vďaka ochote importérov mali možnosť fyzicky vidieť niektoré vozidlá v rámci odbornej prípravy. Išlo o elektromobil Renault ZOE, Nissan LEAF a hybrid Hyundai Kona. V texte sme nespomenuli ďalšie alternatívne pohony vzhľadom na ich minimálny výskyt na cestách (napr. vodík).

## Literatúra

1. Príručka k reakcii v núdzovej situácii pre Kia Optima hybrid
2. Príručka pre majiteľa vozidla Kia Optima PHEV, 2016 Kia MOTORS Corp.
3. Príručka pre majiteľa vozidla Kia Niro HEV a PHEV, 2017 Kia MOTORS Corp.
4. Sprievodca havarijnými postupmi Kia Niro HEV, 2017 Kia MOTORS Corp.
5. Príručka činnosti v prípade núdze Lexus CT 200h, 2011 Toyota Motor Corporation

6. Príručka činnosti v prípade núdze Lexus GS 460h, 2012 Toyota Motor Corporation
7. Príručka činnosti v prípade núdze Lexus RX 450h, 2009 Toyota Motor Corporation
8. Príručka činnosti v prípade núdze Toyota Auris hybrid, 2010 Toyota Motor Corporation
9. Príručka činnosti v prípade núdze Toyota Prius +IV, 2012 Toyota Motor Corporation
10. Príručka činnosti v prípade núdze Toyota Prius, 2012 Toyota Motor Corporation
11. Príručka činnosti v prípade núdze Toyota Prius, 2004 Toyota Motor Corporation
12. Príručka činnosti v prípade núdze Toyota Yaris hybrid, 2012 Toyota Motor Corporation
13. Príručka pri nehode a vyslobodzovaní motorových vozidiel s vysokonapäťovými trakčnými batériami, Odpovede na často kladené otázky, Volkswagen Slovakia, a.s. 2018
14. <https://www.volkswagen.de/de/geschaeftskunden/sonderzielgruppen/rettungsfahrzeuge.html>, 2.3.2019
15. Sprievodca havarijnými postupmi Kia Solu EV, 2016 Kia MOTORS Corp.
16. Sprievodca núdzovej záchrany Nissan Leaf, 2013 NISSAN International S.A., č. publikácie FR3E-1ZE0U0
17. Sprievodca núdzovej záchrany Nissan Leaf, 2010 NISSAN International S.A., č. publikácie FR1E-1ZE0U0-EU
18. First Responder's Guide Renault ZOE, 2013, RSE-FAD-B10-ph1-2013-v1, ver.1.0
19. First Responder's Guide Renault ZOE, 2017, RSE-FAD-ZOE-2017-1, ver.1.0
20. Roadside assistance technician's guide Renault ZOE, 2013, Version 2.1
21. Emergency Response Guide Tesla model S 2016+, 2016 TESLA INC.
22. Emergency Response Guide Tesla model X, 2015 TESLA INC.
23. Emergency Responder Guide Tesla Roadster, 2009 TESLA INC.

**Lektor: plk. Ing. Igor Šenitko**  
**Odborný garant: doc. Ing. Jozef Svetlík, PhD.**

## POZNATKY Z LIKVIDÁCIE POŽIAROV A ODSTRAŇOVANIE NÁSLEDKOV DOPRAVNÝCH NEHÔD AUTOMOBILOV S ALTERNATÍVNÝM ZDROJOM ENERGIE PRE POHON

*npor. Mgr. Róbert Remias, LL.M.<sup>1</sup>*

### Summary

*Keywords digitisation, sustainability, effectiveness and cost savings are as much a part of the automotive sector, such as road safety and comfort while driving. Therefore, the topic of safety and innovation in the automotive industry directly affects everyone who uses these innovative technologies. The topic of the paper is to bring the users knowledge of firefighting and eliminating the consequences of traffic accidents of vehicles with an alternative energy source for the propulsion, which will occur if the safety for various reasons failed. Today we cannot say with certainty whether the presented safety and innovation in the transport bring greater safety to the road. The reason may be the fact that currently takes advantage of these innovative technologies in the total transport only the very small number of users.*

### Keywords

alternative energy source for the propulsion, safety, fire

### Anotácia

*Slová digitalizácia, trvalá udržateľnosť, efektívnosť a úspora nákladov, sú rovnako súčasťou automobilového sektora ako bezpečnosť na cestách a pohodlie počas jazdy. Preto sa téma bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle bezprostredne dotýka každého kto tieto inovatívne technológie využíva. Témou príspevku je priblížiť užívateľom poznatky z likvidácie požiarov a odstraňovanie následkov nehôd dopravných prostriedkov s alternatívnym zdrojom energie pre pohon, ktoré nastanú, ak bezpečnosť z rôznych dôvodov zlyhala. Dnes nevieme s určitosťou povedať, či prezentovaná bezpečnosť a inovácia v doprave prinášajú do cestnej premávky väčšiu bezpečnosť. Dôvodom môže byť aj fakt, že v súčasnosti využíva tieto inovatívne technológie v celkovej doprave veľmi malé množstvo užívateľov.*

### Kľúčové slová

*alternatívny zdroj energie pre pohon, bezpečnosť, požiar*

---

<sup>1</sup> *npor. Mgr. Róbert REMIAS, LL.M., Hasičský a záchranný útvar hl. m. SR Bratislavy, Radlinského 6, 811 07 Bratislava, Slovenská republika, tel: +421 918 914 914, e-mail: robert.remias@minv.sk*

## Úvod

Automobilový priemysel sa vo svete rozvíja míľovými krokmi a len montovať autá, či vyrábať rôzne komponenty, už dnes nestačí. Firmy produkujúce dopravné prostriedky musia aj na Slovensku sústrediť svoju pozornosť na inovácie a výskum a zamyslieť sa, ako bude vyzerat' dopravný prostriedok budúcnosti. Kým ekonomika a potreby ľudí rastú pravidelným tempom, oblasť vedy a výskumu sa mení závratným tempom. Koho by pred 15 rokmi napadlo, že cez mobil budeme môcť ovládať domáce spotrebiče. A vieme už dnes povedať, akými dopravnými prostriedkami s najmodernejšími technológiami sa budeme voziť o ďalších 10 rokov. Jeden z najpodstatnejších argumentov, ktoré majú vplyv na rozmáhajúcu sa dopravu s použitím alternatívneho zdroja energie pre pohon, je produkcia emisií, cena palív a bezpečnosť. V praxi sú však dopravné prostriedky s použitím takéhoto zdroja energie pre pohon rovnako nebezpečné ako dopravné prostriedky so spaľovacím pohonom. Keď sa po havárii vznieti bežný automobil, zvyčajne tomu nevenujeme zvýšenú pozornosť. Keď sa však dočítame o tom, že horelo vozidlo s použitím alternatívneho zdroja energie pre pohon a dokonca v plameňoch zahynul človek, prirodzene sa začneme obávať o to, či je tento koncept bezpečný.

### **Poznatky z likvidácie požiaru dopravného prostriedku s alternatívnym zdrojom energie pre pohon, autobusu MHD TEDOM CNG 12m jazdiaceho na stlačený zemný plyn (CNG)**

Dňa 22.11.2016 o 11:53 hod. bol na Operačné stredisko Krajského riaditeľstva Hasičského a záchranného zboru v Bratislave ohlásený požiar autobusu na Ceste na Senec na nadjazde do Vajnor v Bratislave II - MČ Ružinov. Na miesto oznámenia boli vyslané zásahové jednotky Hasičského a záchranného útvaru hl. m. SR Bratislavy z hasičskej stanice HS-3 Háľkova s mobilnou technikou AHZS 1B, MB 1529 AF Atego, CAS 30, T815- 7 a z hasičskej stanice HS-5 Čapajevova s mobilnou technikou CAS 30, Tatra T815 -7. Po príchode hasičských jednotiek na miesto udalosti bolo prieskumom zistené, že požiar vypukol v autobuse MHD TEDOM CNG 12m jazdiaceho na stlačený zemný plyn (CNG) počas jeho prevádzky. Majiteľom autobusu bol Dopravný podnik Bratislava, a. s., Olejkárska ul. č. 1, Bratislava.



**Obr. 1 Hasiace práce pri likvidácii požiaru autobusu MHD, TEDOM CNG 12m**

Privolané hasičské jednotky požiar lokalizovali a potom zlikvidovali pomocou dvoch vodných prúdov C52. Pri požiari nedošlo k zraneniu ani usmrteniu žiadnej osoby. Škoda na vozidle bola predbežne odhadnutá zástupcom DPB, a. s. vo výške 50.000 eur, uchránené hodnoty neboli vyčíslené, nakoľko predmetný autobus bol požiarom úplne zničený. Vozidlo nebolo havarijne poistené.

Vodič autobusu neutrpel žiadne zranenia, zdravotný stav bol preverený na mieste posádkou RZP. Vodič autobusu uviedol, že na linke premával po Tuhovskej ul. v smere na konečnú Tbiliská. Autobus zastavil približne 30 metrov pred svetelným signalizačným zariadením a čakal v rade stojacich vozidiel na odbočenie vľavo na Vajnorský nadjazd. V čase okolo 11:50 hod. počas státia na svetelnej križovatke počul dvakrát za sebou ostrý zvuk podobný výstrelu, akoby došlo k poškodeniu hadíc nachádzajúcich sa v motorovom priestore a zároveň počul syčanie. Po krátkej chvíli upozornili cestujúci, že zadná časť autobusu horí. Vodič ihneď zatiahol ručnú brzdu, otvoril prvé dvere, zabezpečil vozidlo proti pohybu klinom pod pravé zadné koleso a šiel sa pozrieť k zadnej časti vozidla, aby sa presvedčil o tom, či skutočne zadná časť horí. Následne vošiel do vozidla a použil dva prenosné práškové hasiace prístroje nachádzajúce sa v autobuse, s ktorými hasil zadnú časť vozidla a strechu. Pred uvedenými úkonmi zabezpečil výstup cestujúcich, ktorí boli bez zranení. Vodič autobusu po danom zásahu nestihol už vojsť do vozidla a vziať si svoje osobné veci (kľúče, okuliare, tašku, kartu vodiča, občiansky a vodičský preukaz, peňaženku, zdravotný preukaz a bundu) vzhľadom na rozsiahly požiar a zadymený interiér vozidla. Do príchodu hasičských jednotiek došlo k veľmi rýchlemu rozšíreniu požiaru zo zadnej motorovej časti na celý autobus. Autobus mal inštalovaný plynový samočinný hasiaci systém na princípe tavných trubičiek, ktorý však vzhľadom na veľký únik plynu nedokázal efektívne zabrániť rozšíreniu požiaru.

Miestom vzniku požiaru bol motorový priestor uvedeného autobusu. Posúdením úrovne poškodenia a vyžihania kovových častí, ako i výpovede vodiča a svedkov, bolo ohnisko lokalizované do ľavej časti motorového priestoru, kde došlo pravdepodobne k vznieteniu unikajúceho zemného plynu od horúcich častí

výfukového potrubia a následnému rozvoju požiaru. Z miesta vzniku požiaru neboli odobrané žiadne vzorky.

Na základe všetkých zistených skutočností, predovšetkým výpovede vodiča a svedkov bolo konštatované, že ku vzniku požiaru došlo počas bežnej prevádzky a bez zásahu inej osoby a teda bolo možné vylúčiť zavinenie cudzou osobou. Zvuk podobný výstrelu, ktorý bezprostredne predchádzal požiaru, jednoznačne svedčí o tom, že pred vznikom požiaru došlo k deštrukcii niektorej časti vysokotlakového rozvodu stlačeného zemného plynu, ktorý bol vedený ku motoru v ľavej zadnej časti. Tlak v rozvode vedenom až priamo k motoru bol pred vznikom požiaru cca 240 barov. Následne došlo k vznieteniu prudko unikajúceho plynu od horúcich častí motora a masívnemu a rýchlemu rozvoju požiaru vplyvom veľkého množstva zemného plynu unikajúceho pod vysokým tlakom. Pri ohliadke zvyškov bol v zadnej časti autobusu pri motore nájdený na dve časti roztrhnutý kovový dielec, ktorý technik DPB, a. s. identifikoval ako vrchný kryt vysokotlakového filtra stlačeného plynu. Nebolo však možné s istotou stanoviť, či k roztrhnutiu došlo pred vznikom požiaru alebo po oslabení materiálu (hliníkovej zliatiny) nahriatím od požiaru za spolupôsobenia zvyškového tlaku zemného plynu. Bližšia jednoznačná identifikácia miesta úniku, resp. chybnnej súčiastky nebola vzhľadom na úplné vyhorenie motorového priestoru možná.

Unikajúci plyn, plasty a horľavé látky (sedačky) radikálne ovplyvnili šírenie požiaru. Požiar sa aj napriek inštalovanému samočinnému hasiacemu zariadeniu v krátkej dobe rozšíril na celý autobus.

Vodičom riadená evakuácia prebiehala bez výrazných komplikácií. Pri evakuácii osôb z autobusu nedošlo k zraneniu žiadnej osoby.

Ako je uvedené vyššie, je možné konštatovať, že ku vzniku požiaru došlo pravdepodobne v dôsledku technickej poruchy na vysokotlakovej časti rozvodu paliva - zemného plynu. V súvislosti so vznikom tohto požiaru nebolo zistené porušenie všeobecne záväzných právnych predpisov o ochrane pred požiarom.

## **Záver**

Téma náhradného zdroja energie pre pohon je čím ďalej, tým viac aktuálna. Výrobcovia sa snažia o výrobu dopravných prostriedkov s hybridným pohonom. Veľký dôraz kladú predovšetkým na donedávna najperspektívnejší elektrický pohon so stále nedoriešeným spôsobom skladovania energie. Automobilový priemysel sa snaží súčasnosť a relatívne blízku budúcnosť premostiť hybridnými pohonmi prinášajúcimi úsporu pohonných hmôt a redukciu emisií.

Dopravné podniky zabezpečujúce prepravu osôb v mestách s väčším počtom obyvateľov tento problém riešili nákupom autobusov s použitím alternatívneho zdroja energie pre pohon (CNG - stlačený zemný plyn).



V súvislosti s touto témou nemôžeme radikálne povedať, že by pre cestujúcich predstavovali väčšie nebezpečenstvo ako iné dopravné prostriedky. Faktory, ktoré ovplyvňujú bezpečnosť sú skôr životnosť dopravného prostriedku a degradácia materiálov použitých pri výrobe. Iným rizikom v prípade použitia dopravných prostriedkov s použitím alternatívneho zdroja energie pre pohon na stlačený zemný plyn je rýchle šírenie požiaru a nedostatočne technicky riešený plynový samočinný hasiaci systém na princípe tavných trubičiek.

S rozvojom priemyslu, a teda používania dopravných prostriedkov s alternatívnym zdrojom energie pre pohon, rastie potreba vzájomnej spolupráce medzi subjektmi pôsobiacimi v tomto sektore, ale aj potreba spolupráce s bezpečnostnými zložkami pri vytváraní takých podmienok, ktoré zabezpečia cestujúcim pri využívaní takýchto dopravných prostriedkov väčšiu bezpečnosť.

### **Literatúra**

1. Ing. Javor, R., Odborný posudok HaZÚ hl. m. SR Bratislavy 2016
2. <https://www.engineering.sk/clanky2/automobilovy-priemysel/654-podpora-inovacii-v-automobilovom-priemysle>
3. <https://referaty.centrum.sk/prirodne-vedy/chemia/45613/?print=1>

**Lektori: plk. Ing. Martin Blaha, npor. Mgr. Peter Kováč**  
**Odborný garant: mjr. Mgr. Maroš Lipták**

## BEZPEČNOSŤ A INOVÁCIE V AUTOMOBILOVOM PRIEMYSLE – MHD – TROLEJBUSY

*mjr. Ing. Stanislav Ševčík<sup>1</sup>*

### Summary

*Safety and innovation in automotive industry with focus on public transport – trolley buses or trolley buses development and their comparison under conditions of Public Transport Company Banská Bystrica, Inc.*

### Keywords

*standard trolley bus, partial trolley bus*

### Anotácia

*Bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle so zameraním na MHD – trolejbusy, resp. vývoj trolejbusov a ich porovnanie v podmienkach Dopravného podniku mesta Banská Bystrica, a. s.*

### Kľúčové slová

*štandardný trolejbus, parciálny trolejbus*

### Najbežnejšie modelové rady trolejbusov jazdiacich v Banskej Bystrici

Témou tohto príspevku je priblíženie vývoja trolejbusov a porovnanie ich jednotlivých technických parametrov a bezpečnostných prvkov.

### Trolejbus 14 TrM 600 V

Trolejbus Škoda 14TrM je trolejbusové vozidlo klasickej koncepcie vyrábané medzi rokmi 1982 až 1991 v českom závode v Ostrove nad Ohří spoločnosťou Škoda. Škoda 14TrM je dvojnápravový v trojdverovom prevedení. Karoséria je samonosná, celokovová, zváraná z tenkostenných uzatvorených oceľových profilov.

---

<sup>1</sup> *mjr. Ing. Stanislav ŠEVČÍK, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Banskej Bystrici, Komenského 27, 974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika, tel: +421 48 4204 251, fax: +421 48 4204 219, e-mail: stanislav.sevcik@minv.sk*



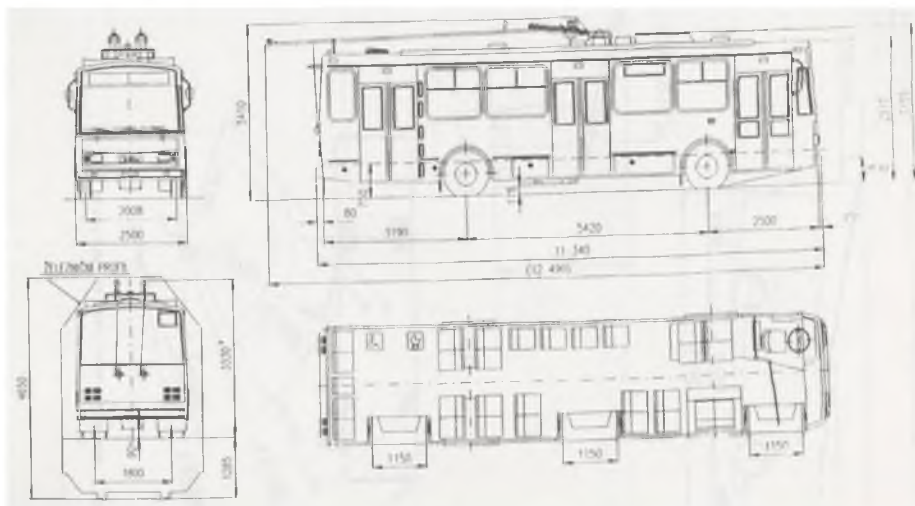
Obr. 1 Trolejbus Škoda 14 TrM

Hnaci jednotku tvorí trakčný motor 9AL 2943 rN s trvalým výkonom 100 kW umiestnený pod podlahou v ráme pred hnacou nápravou. Vzduchové pérovanie používa vlnovcové pružiny, dve na prednej náprave a štyri na hnacej náprave s doplnenými teleskopickými tlmičmi na každej pružine. Trolejbus je vybavený tromi nezávislými brzdami:

- Dvojkruhová pneumatiká brzda – havarijná
  - prvý okruh pôsobí na kolesá zadnej nápravy,
  - druhý okruh pôsobí na kolesá prednej nápravy.
- Elektrodynamická brzda – prevádzková
  - pôsobí na kolesá zadnej nápravy s pneumatikým dobrzdením po zastavení (tlak v brzdovej sústave znížený na 200-250 kPa) – pneumatiké dobrzďovanie na všetky kolesá.
- Parkovacia brzda
  - pružinová, pôsobiaca na kolesá zadnej nápravy, ovládaná ručným vzduchovým ventilom.

Elektrické zariadenie trolejbusu sa skladá z ovládacích a prevádzkových obvodov, napájaných z vozidlovej akumulátorovej batérie 24 V.

Napájanie trolejbusu je prevedené z troleje cez zberače a samočinný vypínač. V prístrojovej skrini v prednej časti trolejbusu sú prístrojové dosky 24 V a 600 V.

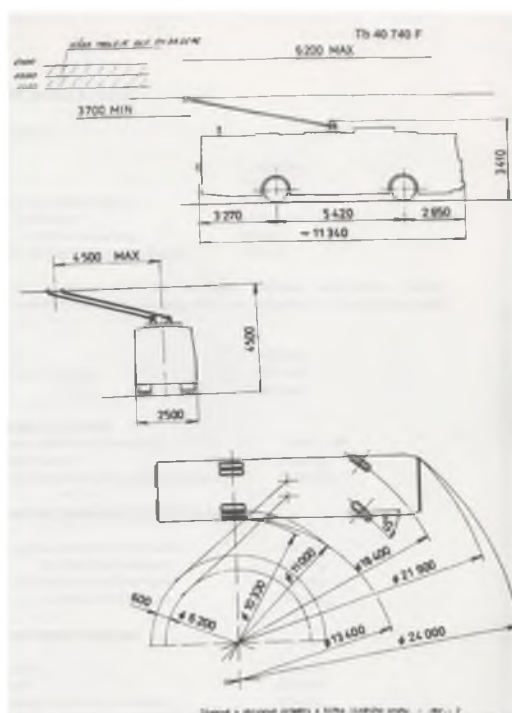


Obr. 2 Rozmery trolejbusu

Jadrom pohonu je silový blok umiestnený v tretej ľavej schránke trolejbusu. Obsahuje výkonové tyristory a diódy, funkčné a ochranné tlmivky, komutačný kondenzátor a prepäťové ochrany polovodičov.

Strecha trolejbusu:

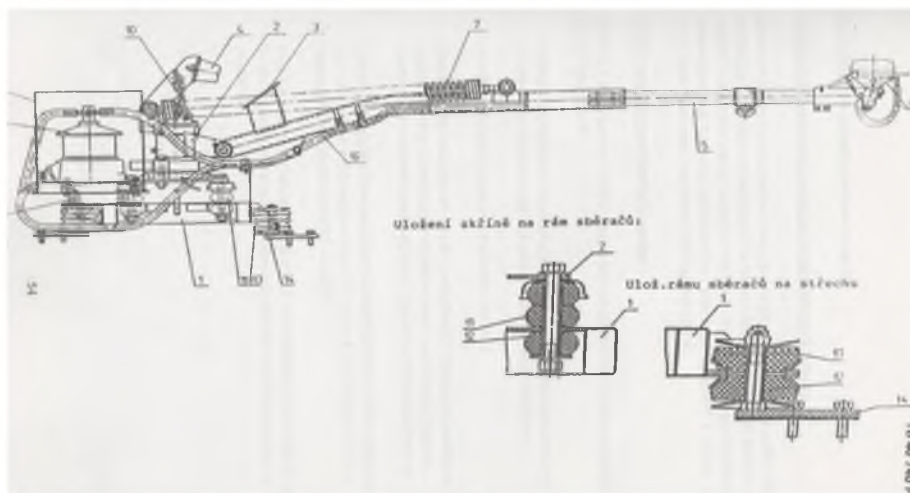
Na streche vozu je umiestnený brzdový odporník, zberače, háky zberačov a nárazník zberačov. Káblové zväzky sú uložené na oboch stranách strechy. Veká bočných kanálov tvoria lávku pokrytú izolačným kobercom. Lávka slúži na údržbu odporníkov a zberačov.



Obr. 3 Rozmery trolejbusu

### Zberače prúdu ESKO:

Zberače slúžia k pripojeniu trolejbusu na trolejové vedenie a odoberanie trakčného prúdu z neho. Oba zberače sú uložené v ráme zberačov na ôsmich izolátoroch. Rám zberačov je štyrmi pružnými vložkami a konzolami pripevnený na strechu trolejbusu. Na ráme zberačov je uchytená bleskoistka v plechovom kryte a na ľavom zberači je svetlomet k osvetleniu troleje. Horná tyč zberača je vyrobená z laminátu vystuženého kevlarom. Na jej hornom konci je nasadená zberacia botka ESKO.



Obr. 4 Zberač prúdu

Popis zberača:

- |                       |                        |                     |               |
|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1. Rám zberača        | 5. Zberacia tyč ESKO   | 9. Kryt bleskoistky | 13. Silenblok |
| 2. Skriňa s ložiskami | 6. Botka ESKO s káblom | 10. Regulačný šrób  | 14. Záves     |
| 3. Doraz              | 7. Pritlačná pružina   | 11. Izolátor        | 15. Izolátor  |
| 4. Pryžový nárazník   | 8. Bleskoistka         | 12. Izolačné púzdro | 16. Vodič     |

Zberače sú na trolej pritlačované pružinami. K stiahnutiu slúžia laná a sťahováky. Pri skladaní zberača sa musí stáť vždy pod trolejom, na ktorej je zberač nasadený. Lanom sa nesmie prudko pohybovať, pretože by sa mohli uviesť do činnosti sťahováky.

### Trolejbus SOR TNB 12

SOR TNB 12 je nízkopodlažný trolejbus o dĺžke 12 m, vyrábaný firmou SOR Libchavy, spol. s r. o. Vznikol v dvoch odlišných verziách. Prvý prototyp bol postavený v roku 2009 ako bežný trolejbus v spolupráci s firmou Cegelec, ako dodávateľom elektrickej výzbroje. V druhom prípade ide o parciálny trolejbus s výzbrojou od firmy Rail Electronics CZ, ktoré sú vyrábané od roku 2016. Karosériu trolejbusov TNB 12 tiež využíva Škoda Electric pre výrobu trolejbusov Škoda 30Tr SOR.

Po mechanickej stránke vychádza trolejbus TNB 12 z mestského autobusu SOR NB 12, resp. jeho varianty poháňanej zemným plynom so zosilnenou strechou, ktorá je označená ako NBG 12. Na ocelový zváraný skelet sú nalepené plastové profily bočného opláštenia. Voz môže mať tri alebo štyri dvere, pri druhých (resp. tretích) dverách sa nachádza výklopná plošina pre cestujúcich na invalidných vozíkoch. Vozidlo je úplne nízkopodlažné s podlahou vo výške 360 mm nad vozovkou, pričom vo vstupoch je táto hodnota znížená na 320 mm. Interiér trolejbusu sa od autobusu odlišuje pridaním dvojice sedačiek na miesto, kde má autobus chladič a zníženou podestou so sedadlami medzi druhými a tretími dverami (v prípade štvordverovej verzie), kde by sa nachádzala palivová nádrž autobusu. Predná náprava SOR má nezávislé zavesenie kolies, tuhá zadná náprava VOITH je hnacia.



**Obr. 5 Trolejbus SOR TNB 12**

Hnaciú jednotku tvorí trakčný agregát výrobcu PRAGOIMEX, a. s. typ TAM 1050 C6S s výkonom 175 kW umiestnený za zadnou nápravou. Predná náprava je lichobežníkovej konštrukcie s nezávislým zavesením kolies na priečných ramenách od výrobcu SOR Libchavy. Zadná náprava je hnacia, jednostupňová, tuhá vedená vlečným paralelogramom typu ZF – 133/180. Pérovanie je pneumatické s trojbodovou automatickou reguláciou svetlej výšky, ktoré je doplnené kvapalinovými teleskopickými tlmičmi. Trolejbus je vybavený systémom ECAS (elektronický systém ovládania pérovania), ktorý slúži na nastavenie a udržiavanie konštantnej svetlej výšky vozidla bez ohľadu na jeho zaťaženie. Z miesta vodiča je možnosť upravovať svetlú výšku podľa potreby – zvýšiť alebo znížiť napr. pri prekonávaní nerovností v jazdnej dráhe a pod.

Trolejbus je vybavený tromi nezávislými brzdami:

- Dvojokruhová vzduchová brzda – prevádzková

- prvý okruh pôsobí na kolesá zadnej nápravy,
- druhý okruh pôsobí na kolesá prednej nápravy.
- Elektrodynamickej brzda
  - brzdový odporník 300 kW.
- Parkovacia brzda
  - pružinová, pôsobiaca na kolesá zadnej nápravy.

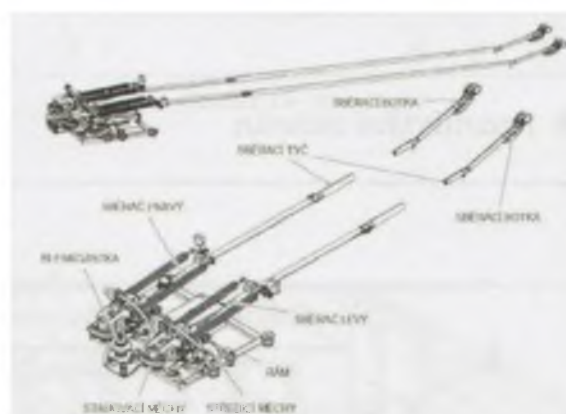
Riadenie trolejbusu je hydraulické s variabilným prevodovým pomerom typu ZF 8098 (BOSCH).



Obr. 6 Rozmery trolejbusu

Zberače prúdu:

Zberače slúžia k prenosu elektrickej energie z trolejového vedenia do pohonnej jednotky vozidla. Trolejbusová zberacia sústava TSS 20.3 je tvorená dvojicou klasických trolejbusových zberačov doplnených pneumatickými sťahovacími mechmi a pneumatickými mechmi pre centrovanie zberačov pri stiahnutí, výklopnými zachytávacími hákmi a riadiacim a ovládacím systémom. Sú umiestnené na streche vozidla a ovládajú sa tlačidlom na prístrojovej doske.



Obr. 7 Zberače

O aktuálnom stave a polohe zberačov informujú vodiča kontrolky na prístrojovom paneli.

### Trolejbus ŠKODA 30 Tr SOR / 31 Tr SOR

Trolejbusy 30 Tr a 31 Tr SOR boli navrhnuté a konštruované na základe najnovších technických poznatkov. Ide o nízkopodlažný trolejbus vyrábaný v spolupráci firiem Škoda Electric (elektrická výzbroj a kompletizácia) a SOR Libchavy, ktorý dodáva karosériu. Trolejbus je vybavený prístrojovou doskou kvalitne ergonomicky usporiadanou. Predný pult vodiča a volant majú možnosť regulácie uhla sklonu, čo značne zvyšuje jazdné pohodlie. Zlepšená vonkajšia a vnútorná ergonómia a uplatnenie materiálov vysokej akosti dovoľuje jednoduchšie udržiavať čistotu v trolejbuse, zvyšuje bezpečnosť a komfort jazdy nielen vodiča, ale taktiež cestujúcich.



Obr. 8 Trolejbus ŠKODA 30 Tr SOR



Obr. 9 Trolejbus ŠKODA 31 Tr SOR

### Trolejbus ŠKODA 30 Tr SOR

Jedná sa o dvanásťmetrový štvordverový plne nízkopodlažný trolejbus, ktorý Škoda Electric vyrába od roku 2010. Vozidlo je určené pre mestskú hromadnú dopravu s prevádzkou na napätí 600 alebo 750 V DC. Škoda Electric dodáva do vozov všetku elektrovýzbroj, ktorá je uložená v kontejneri na streche vozidla. Trolejbus môže byť navyše vybavený pomocným diesel generátorom alebo trakčnými batériami, ktoré je možné umiestniť v zadnej časti vozu a umožňujú tak plnohodnotnú jazdu i v miestach bez trolejového vedenia. Komfort cestujúcich zvyšuje plná nízkopodlažnosť vozidla a jednoduchší nástup a výstup pasažierov je uľahčený pomocou tzv. kneelingu, kedy sa trolejbus nakloní až k hrane chodníka.

### Trolejbus ŠKODA 31 Tr SOR

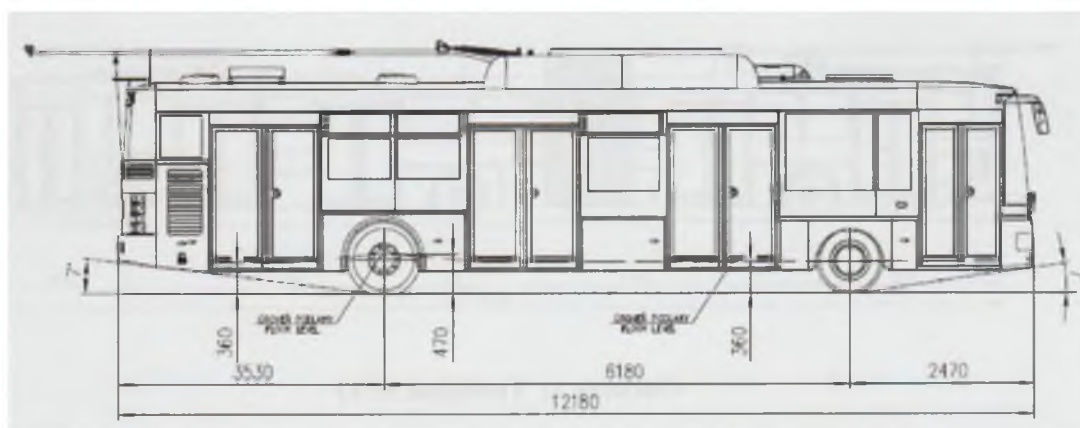
Tento typ je osemnásťmetrový plne nízkopodlažný kĺbový trolejbus určený pre mestskú hromadnú dopravu. Moderné vozidlo zo Škodovky uľahčuje prepravu vďaka piatim dverám pre vstup i výstup pasažierov. Prvý trolejbus Škoda 31Tr



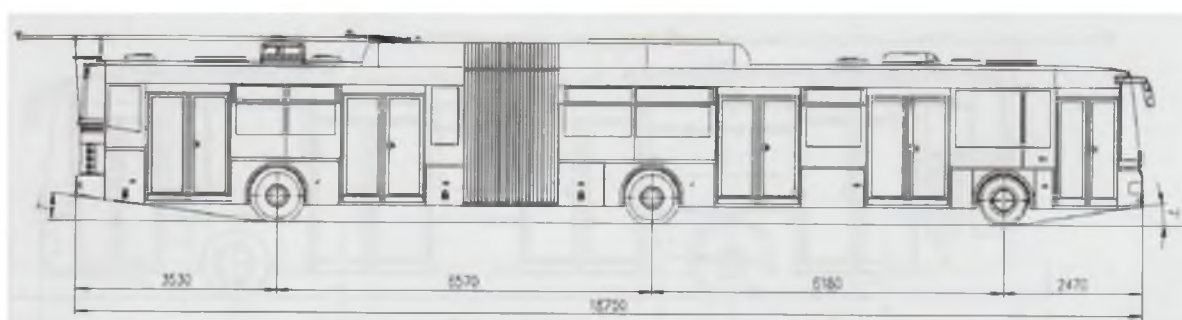
bol vyrobený na konci roku 2010 a stal sa veľmi žiadaným. Škoda Electric do vozidla dodáva všetku elektrovýzbroj a vykonáva i celkovú montáž tohto trojnápravového vozu. Trolejbus môže byť rovnako vybavený pomocným diesel generátorom alebo modernými trakčnými batériami.

Ako hlavný pohon v trolejbusoch sa stará trakčná motorová jednotka s menovitým napätím troleja 600 V DC alebo 750 V DC. Obsahuje 6-pólový asynchrónny motor s kotvou nakrátko, zostavu snímačov otáčok FAHQ5, prírubu pre pohon nápravy a galvanicky oddelenú spojku pre čerpadlo posilňovača riadenia. Čerpadlo posilňovača riadenia je súčasťou trakčnej motorovej jednotky. Trakčná motorová jednotka je v podvozku zavesená pomocou pružín. Chladenie trakčného motora zaisťuje externý ventilátor.

Elektrický trakčný pohon má diagnostický systém, pomocou ktorého má trolejbus schopnosť prevádzky na oboch polaritách trolejového vedenia a umožňuje prevádzku aj pri zníženom napätí v trolejovom vedení. Riadenie trolejbusu je zabezpečené skriňou C500V, RBL – Nemecko.



Obr. 10 Trolejbus ŠKODA 30 Tr SOR – rozmery



Obr. 11 Trolejbus ŠKODA 31 Tr SOR – rozmery

Jedným z prvkov výbavy týchto typov trolejbusov je tzv. „sledovač izolačného stavu trolejbusu HIST-1“, čo je prístroj, ktorý trvale sleduje stav izolácie elektrických obvodov a jej zhoršenie signalizuje. Zvyšuje bezpečnosť cestujúcich a vodiča

včasným varovaním pred možnosťou úrazu elektrickým prúdom pri porušení izolácie medzi živými časťami a kostrou vodiča.

Pri zhoršení základnej alebo prídavnej izolácie mimo nastavených medzí signalizuje vodičovi VÝSTRAHU, pri ďalšom zhoršení hlási NEBEZPEČENSTVO. Signalizácia izolačných stavov je umiestnená na čelnom paneli HIST-1, výstražná optická a akustická signalizácia je vyvedená na stanoviisko vodiča. Prístroj taktiež umožňuje zasielanie informácií pre záznam o činnosti monitorovacieho zariadenia a izolačných stavoch do tachografu alebo palubného počítača.

Ďalším z bezpečnostných prvkov je „mechanický odpájač“, ktorého úlohou je odpojenie prívodu prúdu do vozidla a je umiestnený v schránke v zadnej časti trolejbusu.



Obr. 12 Hlavný (mechanický) odpájač

Vodič má ďalej v prípade potreby možnosť núdzového odpojenia trakčných obvodov priamo z kabíny spínačom, pričom pri jeho stlačení sa:

- aktivujú výstražné svetlá,
- odpojí vozidlo vstupnými stýkačmi od trolejového vedenia,
- zastaví diesel generátor, resp. trakčné batérie,
- do 5 sekúnd sa vypne batéria 24 V.

#### Manuálna zberacia sústava LEKOV TSS 5.7/I

Zberacia sústava zaisťuje prenos elektrickej energie z trolejového vedenia do elektrickej sústavy. Je určená pre trolejbusy napájané z trakčnej siete 600 V alebo 750 V. Zberacia sústava je usadená na streche vozidla a cez ocelový zvaraný rám je priskrutkovaná k streche vozidla. Okrem toho sa na ráme nachádza bleskoistka. Základňa zberačov sa skladá zo skrine s ložiskami, zberacej tyče s hlavicou, dorazu s gumovým nárazníkom a prítlačných pružín. Na ľavom zberači je umiestnený

reflektor na osvetľovanie troleja. Gumový nárazník obmedzuje max. výšku hlavice pri vypadnutí zberača.

Zberacia sústava sa skladá z týchto hlavných častí:

- rám,
- zberač ľavý,
- zberač pravý,
- zberacie tyče,
- zberacie hlavice.



Obr. 13 Manuálna zberacia sústava LEKOV TSS 5.7/I

#### Rám

Je zvarený z ocelových uzatvorených profilov obdĺžnikového prierezu, tvorí základňu pre montáž zberačov. Rám je povrchovo upravený žiarovým zinkom. Je vybavený štyrmi upevňovacími pätkami opatrenými gumovými silentblokmi pre pružné upevnenie k streche trolejbusu. Na rám sú izolácie upevnené oba zberače a bleskoistka.

#### Zberač ľavý/pravý

Zberač je hlavnou mechanickou časťou zberacej sústavy. Zberač sa skladá zo zvislého čapu, na ktorom je na kuželových ložiskách otočná ložisková skriňa. Na skrini je otočne uložená na samomazných puzdrách dolná tyč zberača, dve zdvíhacie pružiny. Základňa zvislého otočného čapu ľavého i pravého zberača je upevnená pomocou štyroch izolátorov k rámu. Skriňa, zvislý čap a dolná tyč sú povrchovo upravené žiarovým zinkom a vybavené náterovým systémom na báze epoxidu a polyuretánu. K dolnej tyči zberača sa upevňuje zberacia tyč s hlaviceou. Oba zberače sú konštrukčne zhodné, líšia sa zrkadlovým usporiadaním vývodov káblov a svoriek na upevnenie zberacej tyče. Zberače sú vybavené reflektorom pre natrolejenie v noci.

### Zberacie tyče

Trolejbusová zberacia sústava TSS 5.7 je štandardne vybavená laminátovými zberacími tyčami ESKO. Zberacia tyč je vyrobená z kompozitu laminovaním s použitím sklenených vlákien a tkanín so zvýšenou odolnosťou voči nárazom a poveternostným vplyvom z epoxidovej matrice. Svojím vyhotovením tyč vyhovuje klimatickým podmienkam všetkých klimatických pásiem. Tvar tyče je kužeľový. Pre uchytenie zberacej tyče do zvieracieho spoja spodnej tyče zberača je do spodného konca zberacej tyče zalaminovaná rúrka s priemerom 48 mm. Koniec na nasadenie zberacej hlavice má priemer 32 mm. Farba tyče je sivá. Dielektrická pevnosť kompozitného materiálu tyče je 13 kV/mm.

### Zberacie hlavice

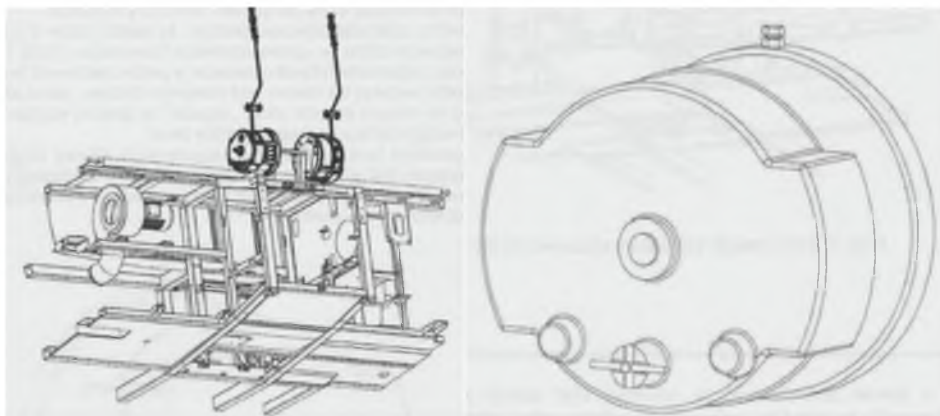
Trolejbusová zberacia sústava TSS 5.7 je štandardne vybavená zberacími hlavicami firmy ESKO. Držiak uhlíka je odliaty zo zliatiny medi, telo zo zliatiny hliníka. Uhlík sa používa klinovitý dĺžky 102 mm. Uhol natočenia zbernej časti okolo zvislej osi je  $\pm 54^\circ$ , okolo vodorovnej osi  $\pm 20^\circ$ .

Navijak sťahovacích lán RAILTECH – DELACHAUX, ktorý plní v trolejbuse tri funkcie:

- napínanie,
- spätného stiahnutia,
- bezpečnostnú.

Napínanie funkcia spočíva v tom, že je za bežnej prevádzky lano udržiavané stále napnuté, takže sa nemôže voľne pohybovať mimo obrysu vozidla. Funkcia spätného stiahnutia zberača zaisťuje, že pokiaľ dôjde k vyklesnutiu topánky zberača z trolejového drôtu, je spätné stiahnutie mimoriadne rýchle. Navijak sťahovacieho lana má i funkciu bezpečnostnú. Chráni trolejové vedenie pred strhnutím zberacích tyčí pri vyklesnutí zberacej topánky z trolejového drôtu. Ochrana proti vymršteniu zberača je po vyklesnutí zberacej topánky zaistená pákovým mechanizmom s rohátkami.

Navijaky sťahovacích lán sú namontované pod vekom v zadnom priestore vozidla v nosičoch navijakov. Sú prístupné po otvorení zadného veka.



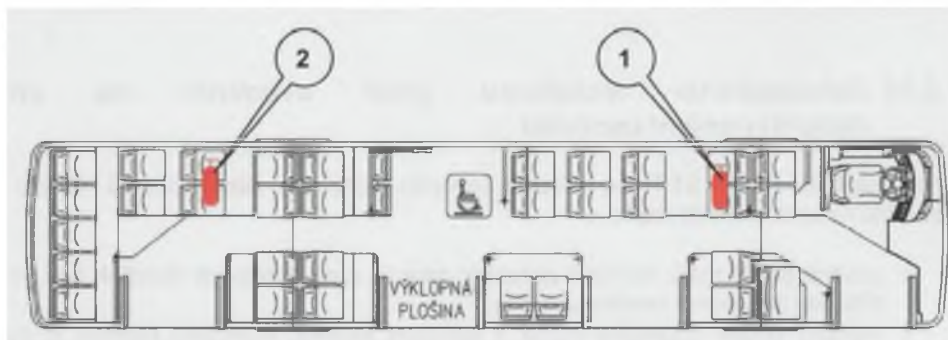
**Obr. 14 Navijak sťahovacích lán  
RAILTECH-DELACHAUX**

**Obr. 15 Umiestnenie navijaka  
sťahovacích lán**

Protipožiarne pokyny:

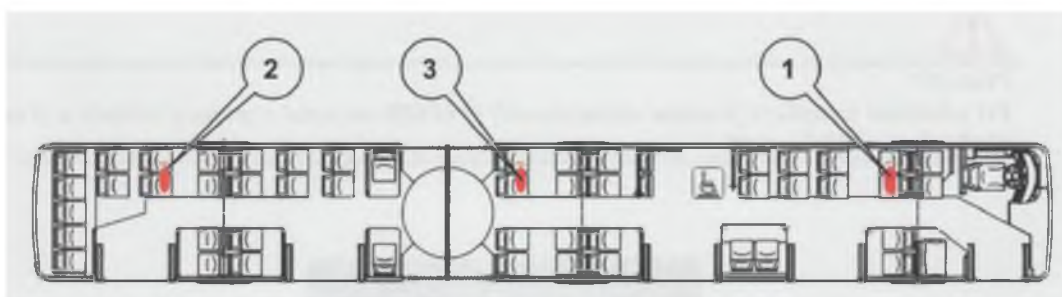
- v prípade núdzového zastavenia vozidla sa musí vodič uistiť, či cestujúci môžu bezpečne opustiť vozidlo a musí ich informovať o bezpečnej vzdialenosti od vozidla,
- vodič zabrzdí vozidlo ručnou PARKOVACOU BRZDOU,
- stlačí tlačidlo NÚDZOVÉ ODPOJENIE TRAKČNÝCH OBVODOV na bočnom pulte, tým odpojí trolejbus od trolejového vedenia alebo od napätia zdroja nezávislého pohonu,
- stiahne zberače,
- otvorí všetky dvere, dá cestujúcim pokyn na výstup a uistí sa, či všetci pasažieri opustili ohrozené vozidlo a nachádzajú sa v bezpečnej vzdialenosti,
- v rámci možnosti a rozsahu požiaru zavrie okná, dvere a vetranie s cieľom zabránenia prúdenia vzduchu,
- použitím práškového hasiaceho prístroja likviduje požiar,
- volá linku 150 resp. 112.

Vo vozidle 30 Tr sú umiestnené 2 hasiace prístroje. Prvý je umiestnený pod sedadlami pri nadkolesí ľavého kolesa prednej nápravy (1). Druhý je pod sedadlami naproti posledným dverám (2).



Obr. 16 Umiestnenie hasiacich prístrojov 30 Tr

Vo vozidle 31 Tr sú umiestnené 3 hasiace prístroje. Prvý je umiestnený pod sedadlami pri nadkolesí ľavého kolesa prednej nápravy (1). Druhý je pod sedadlami naproti posledným dverám (2) a tretí hasiaci prístroj je umiestnený pod poslednými sedadlami na ľavej strane predného vozidla.



Obr. 17 Umiestnenie hasiacich prístrojov 31 Tr.

Tab. 1 Hlavné technické údaje jednotlivých trolejbusov

<b><u>Rozmery</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Dĺžka	11340 mm	12180 mm	12180 mm	18750 mm
Šírka	2500 mm	2550 mm	2550 mm	2550 mm
Výška so spustenými zberačmi	3410 mm	3400 mm	3400 mm	3400 mm
<b><u>Karoséria</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Počet dverí	3	4	4	5
Šírka predných dverí	1150 mm	800 mm	800 mm	800 mm
Šírka ostatných dverí – dvojkridlové	1150 mm	1200 mm	1200 mm	1200 mm
<b><u>Hmotnosť a nosnosť</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Prevádzková hmotnosť	10400 kg	12000 kg	10680 kg	15800 kg
Úžitková hmotnosť	5600 kg	6000 kg	6870 kg	11430 kg

Maximálna prípustná hmotnosť	16000 kg	18000 kg	17550 kg	27230 kg
<b><u>Obsaditeľnosť trolejbusu</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Sediacich	28+1	28+1	34+1	52+1
Stojacich	54	67	69	113
Nominálna obsadenosť celkom	82	95	104	166
<b><u>Jazdné vlastnosti</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Maximálna povolená rýchlosť trolejbusu na rovine	65 km/h	70 km/h	65 km/h	65 km/h
Nájazdový uhol predný	Neudáva sa	7°	7°	7°
Nájazdový uhol zadný	Neudáva sa	7°	7°	7°
Rekuperácia brzdenj energie	x	x	15% - 30%	15% - 30%
<b><u>Výška troleje nad vozovkou</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Maximálna prevádzková výška	6200 mm	7000 mm	7100 mm	7100 mm
Minimálna prevádzková výška	3700 mm	3400 mm	3400 mm	3400 mm
Maximálne vyloženie osy vozidla z osy troleje	4500 mm	4800 mm	4800 mm	4800 mm
<b><u>Trolejové napätie</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Menovité	600 V DC	600 V DC	600 V DC	600 V DC
Maximálne	720 V DC	750 V DC	750 V DC	750 V DC
<b><u>Trakčný motor</u></b>	<b>14TrM</b>	<b>SOR TNB 12</b>	<b>30 Tr SOR</b>	<b>31 Tr SOR</b>
Typ	9AL 2943 rN Sériový, štvorpólový s vlastnou ventiláciou	TAM 1050 C6S Asynchrónny, indukčný s kotvou nakrátko	4 ML3444 K/4 Asynchrónny trakčný motor	2 ML3846 K/6 Asynchrónny trakčný motor
Počet ks	1	1	1	1
Menovité napätie	600 V DC	425 Vac / 1000 Vac pri brzde	750 V js	750 V js
Trvalý výkon	100 kW	175 kW	160 kW	250 kW
Menovitý prúd	182 A	298 A / 750 A pri brzde	600 A	600 A
Maximálny rozjazdový prúd	Neudáva sa	Neudáva sa	800 A	800 A

Výrobca	Neudáva sa	PRAGOIMEX a.s.	ŠKODA ELECTRIC a.s.	ŠKODA ELECTRIC a.s.
Hmotnosť	780 kg ± 3%	630 kg	850 kg	850 kg

## Záver

Bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle sa týkajú aj prostriedkov mestskej hromadnej dopravy, čo je názorne vidieť vo vývoji a pokroku v trolejbusovej doprave. Cieľom tohto prierezu histórie trolejbusov bolo priblíženie parametrov jednotlivých modelov trolejbusov používaných v meste Banská Bystrica od 80-tych rokov minulého storočia až po súčasnosť.

## Literatúra

1. Brejcha, I.: Návod pro obsluhu trolejbusu 14 TrM 600 V. Návod k obsluze a údržbě / Dopravný podnik Přerov. Přerov. 1999. 68 s.
2. Oddělení technické dokumentace: SOR TNB 12 Návod k obsluze. Publikácia. 01-TNB12/01/CZ / SOR Libchavy spol. s r.o. Libchavy. 2018. 160 s.
3. Šelmát, I. a kol. 2011: Sprievodná technická dokumentácia Škoda 30 Tr a 31 Tr. Sprievodná technická dokumentácia / ŠKODA ELECTRIC a.s. Plzeň. Plzeň 2010/2011. 392 s.

**Lektor a odborný garant: mjr. Ing. Erik Piater**



## ELEKTROMOBILITA VO VZŤAHU K ZÁSAHOVEJ ČINNOSTI HASIČOV PRI POŽIAROCH ALEBO DOPRAVNÝCH NEHODÁCH ELEKTROMOBILOV

*pplk. Ing. Petr Tánczos, PhD.<sup>1</sup>, Mgr. Bc. Viktória Sláviková<sup>2</sup>*

### Summary

*The article deals with the intervention and training of firefighters in the event of an electric vehicle traffic accident or fire. It describes alternative types of propulsions focusing on the electric propulsion. It analyses the current state and development of electromobility in Slovakia. It also analyses risks related to the rescue operation in the event of electric vehicle traffic accident or fire and the preparedness of the Fire and Rescue Corps members for these events. It proposes the possibility of a safe firefighters' intervention, a form of a specialized methodical workshop and a practical training to avoid a possible unsuccessful intervention in the future.*

### Keywords

*rescue operation, fire brigade, traffic accidents, electric vehicle, danger, training*

### Anotácia

*Uvedený článok sa bude venovať zásahom a výcviku hasičov pri dopravnej nehode elektromobilu, prípadne požiaru. Popisuje alternatívne druhy pohonov so zameraním na elektrický pohon. Rozoberá súčasný stav a vývoj elektromobility na Slovensku. Analyzuje riziká súvisiace so zásahovou činnosťou pri dopravnej nehode, prípadne požiaru elektromobilu a pripravenosť príslušníkov Hasičského a záchranného zboru na dané udalosti. Navrhuje možnosť bezpečného zásahu hasičov, formu odbornometodického zamestnania a praktického výcviku proti možnému neúspešnému zásahu v budúcnosti.*

### Kľúčové slová

*zásahová činnosť, hasičské jednotky, dopravné nehody, elektromobily, nebezpečenstvo, výcvik*

---

<sup>1</sup> *pplk. Ing. Petr TÁNCZOS, PhD., Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Komárne, Družstevná 16, 945 01 Komárno, Slovenská republika, tel.: +421 915 496 303, e-mail: petr.tanczos@minv.sk*

<sup>2</sup> *Mgr. Bc. Viktória SLÁVIKOVÁ, ROBUSTECH, s. r. o., Prowazekova 3, 945 01 Komárno, Slovenská republika, tel.: +421 911 545 000, e-mail: vslavikova@robustech.sk*

## Úvod

Najčastejšie využívaným druhom dopravy na Slovensku je cestná doprava. V súčasnosti po cestách jazdia automobily so spaľovacím motorom. Výfukové plyny z ich prevádzky majú negatívny vplyv na prírodu a naše okolie. Na druhej strane záujem o ochranu prírodných zdrojov narastá. Preto sa začína rozmáhať trend elektromobilov, ktoré neprodukujú žiadne nebezpečné výfukové plyny a nespotrebovávajú ropné produkty. Je teda možné očakávať, že postupne ich počet na cestách bude mať rastúcu tendenciu a budeme sa s nimi stretávať čoraz častejšie. S tým však budú narastať mimoriadne udalosti (dopravné nehody) nielen automobilov so spaľovacími motormi, ale i automobilov s elektrickým pohonom, alebo ich kombinácie.

## Elektrické dopravné prostriedky dostupné na slovenskom trhu

Vo všeobecnosti sa pojmom elektromobil označujú dopravné prostriedky, ktorých pohonnou jednotkou je elektrický motor (elektromotor). Môžeme tak hovoriť o elektrických automobiloch – elektromobily, elektrických bicykloch – elektro-bicykle, e-bike, elektrické motorky, skútre, či kolobežky. Rovnako tak aj elektro-autobusy, trolejbusy, elektro-ťahače (kamióny). Taktiež sú zaužívané aj anglické skratky ako EV (Electric Vehicle – elektrické vozidlo) alebo BEV (Battery Electric Vehicle – batériové elektrické vozidlo).

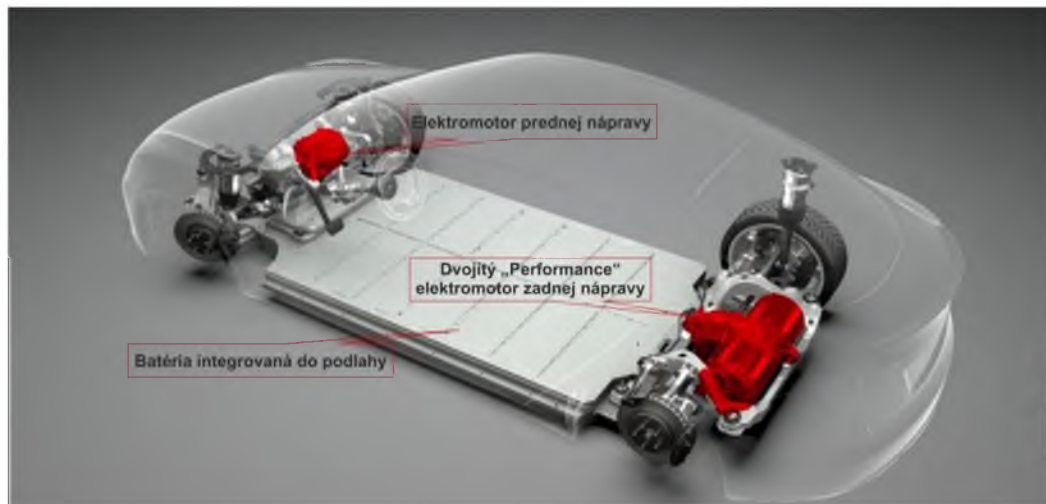
## Elektrický automobil

Elektrický automobil (elektromobil) je automobil, ktorý je poháňaný výlučne elektrickou energiou. Tú čerpá z akumulátora batérie integrovaného vo vozidle, ktorý je nutné nabíjať z externého zdroja – nabíjacej stanice alebo domácej elektrickej zásuvky. Časť energie dokáže získať aj tzv. rekuperáciou, čo je premena kinetickej (pohybovej) energie elektromobilu na energiu elektrickú. Deje sa tak predovšetkým pri spomaľovaní vozidla a brzdení.

Pohonnou jednotkou elektromobilu je elektrický motor (elektromotor). Jeho výhodou je konštrukčná nenáročnosť a účinnosť, ktorá je v priemere trikrát vyššia (90 %) ako u spaľovacích motorov (25 – 34 %). Celková účinnosť je však ovplyvnená aj účinnosťou batériových článkov a nabíjania.

Použitie elektromotora so sebou nesie konštrukčné výhody. Vďaka rozmerom (veľkosť melónu) ho je možné osadiť priamo na nápravu elektromobilu. Na pohon 4x4 nie je nutný kardánový hriadeľ. Na obe nápravy sa osadia nezávisle elektromotory, ktorých súčinnosť má na starosti elektronika. Pri elektromobiloch so zadným pohonom (napr. Tesla) absentuje v prednej časti vozidla motor. Tým sa významným spôsobom zväčšuje deformačná zóna pri čelnom náraze, čo má výrazný

vplyv na bezpečnosť. Takéto elektromobily môžu mať aj dva batožinové priestory, a to vpredu aj vzadu. Na obrázku č. 1 je znázornená základná schéma elektromobilu Tesla Model S s pohonom oboch náprav (4x4) a dvojitým zadným elektromotorom. Zdroj: Tesla



**Obr. 1 Základná schéma elektromobilu Tesla Model S s pohonom oboch náprav (4x4) a dvojitým zadným elektromotorom [1]**

Čo sa týka umiestnenia batérií, tie sa v moderných elektromobiloch montujú do podlahy, takže nezaberajú žiadnu úžitkovú plochu. Vďaka tomu dochádza k zníženiu ťažiska, čo má veľký vplyv na stabilitu a bezpečnosť.

## **Druhy elektrických dopravných prostriedkov na Slovensku**

- elektrický bicykel
- elektro motocykel
- elektro skúter
- elektromobil – kategórie L7eCP a kategória M1

Zoznam elektromobilov dostupných na Slovensku:

BMW i3  
Citroen C-Zero  
Hyundai IONIQ Electric  
Kia Soul EV  
Nissan Leaf  
Peugeot iOn  
VW e-Golf  
VW e-up  
ZhiDou

- elektro bus
- elektro ťahač (návesov)

### **Druhy nabíjacích staníc /druhy, mapa staníc atď./**

Princíp nabíjania elektromobilu je v podstate jednoduchý, podobne ako v prípade nabíjania mobilného telefónu.

V prípade externého nabíjania na nabíjacích staniciach, musí byť daná nabíjacia stanica kompatibilná s nabíjacím portom elektromobilu. Na obrázku č. 2 je znázornená možnosť nabíjania elektromobilu.



**Obr. 2 Nabíjacie porty elektromobilov [2]**

Elektromobily môžu byť vybavené nabíjacím portom typu:

- Type 2 – hovorovo sa nazýva aj Mennekes, podľa jeho výrobcu. Od roku 2013 je Type 2 európskym nabíjacím štandardom. Podporujú ho napríklad elektromobily značky Tesla.
- CCS (Combo Charging System) – kombinovaný systém nabíjania, ktorý podporuje nabíjanie jednosmerným (DC) aj striedavým prúdom (AC). Je odvodený z konektorov typu SAEJ1772 a Type2.

CHAdEMO – tento štandard podporujú japonské automobilky Nissan, Mitsubishi, Subaru a Toyota.

### **Nabíjacie stanice pre elektromobily**

Bez nabíjacích staníc sa pri cestách na dlhšie vzdialenosti vodič elektromobilu nezaobíde. Našťastie na Slovensku máme veľmi slušnú sieť nabíjacích staníc. To isté platí aj v prípade v okolitých štátoch (s výnimkou Ukrajiny) a západnej Európy. Nie je však nabíjacia stanica ako nabíjacia stanica (Obr. 3 Nabíjacia stanica pre elektromobily).



Obr. 3 Nabíjacia stanica [3]

### Typy nabíjacích staníc

Nabíjacie stanice delíme na dva základné typy. Nabíjacie stanice, ktoré nabíjajú batériu elektromobilu priamo jednosmerným prúdom a nabíjacie stanice, ktoré nabíjajú batériu striedavým prúdom, a to sprostredkované pomocou palubnej nabíjačky.









„Jednosmerné“ nabíjacie stanice môžu mať výkon od 44 do 145 kW, preto sa nazývajú aj rýchlonabíjačky. „Striedavé“ nabíjacie stanice sú v podstate len exteriérovými domácimi zásuvkami. Ich nabíjací výkon sa pohybuje väčšinou od 11 do 22 kW. Samozrejme existujú aj kombinované nabíjacie stanice, ktoré dokážu nabíjať jednosmerným aj striedavým prúdom, ale sú menej obvyklé.

Existujú aj bezplatné nabíjacie stanice, kde sa netreba autorizovať. Jednoducho sa pripojíte a nabíjate (Obr. 4. Nabíjacie stanice pre elektromobily na Slovensku). Zdroj: nabky.com.



Obr. 4 Nabíjacie stanice pre elektromobily na Slovensku [4]

Vysvetlivky k Obr. 4

-  Ubytovanie s nabíjaním. Výhradne len pre ubytovaných hostí!
-  Zelený bod s farebným krúžkom znamená, že nabíjanie nie je podmienené ubytovaním a zároveň farba krúžku označuje o aký druh nabíjania sa jedná.
-  Rýchlo nabíjačky CHAdeMO, alebo Combo(44 kW a viac).
-  Nabíjacie stanice Typ 2 (22 kW, 3x32 A).
-  Nabíjacie stanice Typ 2 (11 kW, a menej).
-  Nabíjacie stanice Typ 1.
-  Zásuvky 16 A, 32 A, alebo domáca zásuvka napr. na parkoviskách pred reštauráciou.
-  Tesla Supernabíjačka.

Táto sieť rýchlonabíjačiek je relatívne bohato doplnená menej výkonnými prevažne „striedavými“ nabíjacími stanicami či walboxami v hoteloch, nákupných centrách či pri reštauráciách. Nabíjanie je taktiež v drvivej väčšine zdarma.

### **Základné informácie o elektrickom vozidle ZhiDou**

Elektromobil ZhiDou je čínsky elektromobil, výrobca patrí pod koncern GEELY /Volvo, Lotus atď. /

Kategória: L7Ecp – ťažšia štvorkolka, 2-miestny elektromobil

Dojazd: od 147 do 257 km na jedno nabitie, v závislosti od modelu auta pri ideálnych podmienkach a jazdných vlastnostiach a priemernej rýchlosti 45 km/h / modely D1 a D2 /

Spotreba: 100 km / 0,80 EUR

Váha: 704 kg

Rozmery / d x š x v /: 2806 mm x 1540 mm x 1555 mm

Maximálna rýchlosť: 85 km/h

### **Základné parametre elektrického vozidla ZhiDou**

Motor: synchronný magnetický motor s maximálnym výkonom 15 kW

Napätie systému: 144 V

Batéria: lítium ferofosfátová (LiFePO<sub>4</sub>) alebo lítium nikelkobalt manganové (Li NiCoMn)

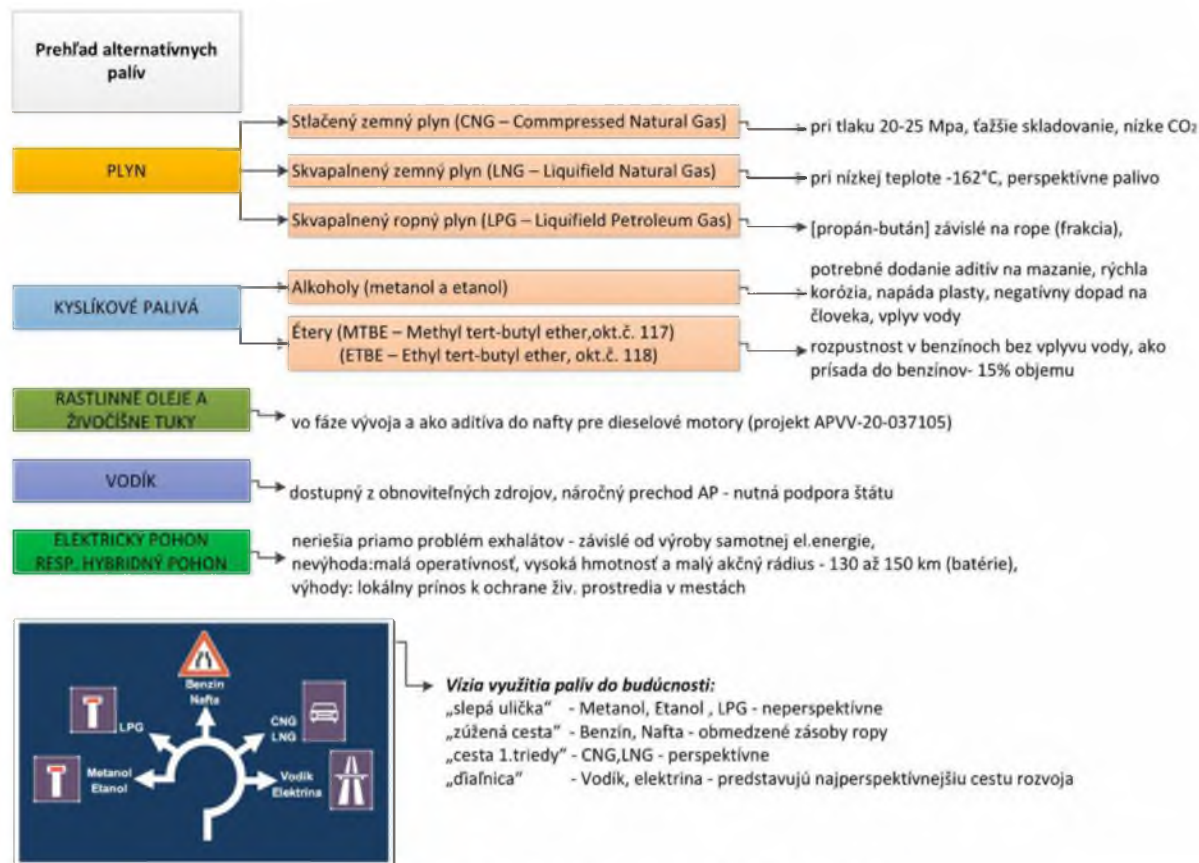
Výkon batérie: od 120 Ah – 150 Ah / 11,5 kWh a 18 kWh

Životnosť batérie: 2000 nabíjacích cyklov

Doba nabíjania: 5 – 8 hodín v závislosti od modelu

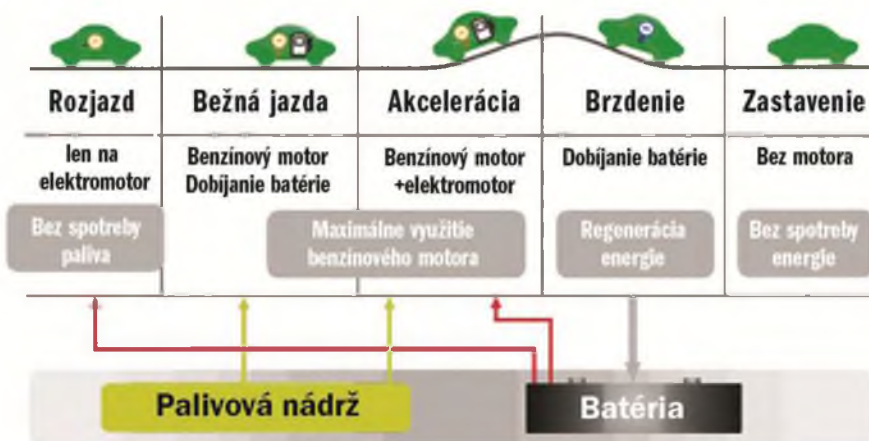
## Alternatívny pohon

Okrem pohonu na elektrinu existujú rôzne iné alternatívy. Nasledujúci obrázok č. 5 znázorňuje možnosti alternatívneho pohonu a obrázok č. 6 efektívnosť pohonu na elektrickú energiu.



Obr. 5 Možnosti alternatívneho pohonu [5]

## Prečo je hybridný pohon efektívny?



Obr. 6 Efektívnosť hybridného pohonu [6]

## Nehodovosť elektromobilov

Vďaka svojej konštrukčnej stavbe sú elektromobily bezpečnejšie minimálne v dvoch ohľadoch pri porovnaní so štandardnými automobilmi. Keďže elektromobil nemá v prednej časti kapoty veľký, ťažký a pevný motor, výrazným spôsobom sa zväčšuje deformačná zóna, ktorá absorbuje nebezpečnú energiu pri čelnom náraze. A to predovšetkým pri elektromobiloch so zadným náhonom (Obr. 7 Možnosť deformácie).



Obr. 7 Bezpečnosť elektromobilu; Možnosť deformácie [7]

Vďaka hmotnosti batérie, ktorá je implementovaná do podlahy, sa významne znižuje ťažisko vozidla. To má veľký vplyv na jeho stabilitu. Automobil má tak oveľa menšiu tendenciu sa prevrátiť pri prudkých manévroch či dopravnej nehode.

Väčšina moderných elektromobilov je kvôli optimalizácii rekuperácie nastavená tak, že pri púšťaní plynového pedála dochádza k výraznému brzdeniu. Vďaka tomu sa skraca reakčný čas začiatku brzdného manévru.

## Pripravenosť hasičských jednotiek na nehody elektromobilov

Dopravné nehody elektromobilov priniesli pre zasahujúce jednotky nové možnosti zásahu a zároveň aj väčšie bezpečnostné riziko v porovnaní s vozidlami so spalovacím motorom. Pri dopravnej nehode sú takmer vždy na mieste dopravnej nehody prví ostatní vodiči, resp. účastníci cestnej premávky (svedkovia), ktorí by mali byť schopní, ak si to situácia vyžaduje a okolnosti umožňujú, poskytnúť prvú pomoc. So zvláštnosťami nehody elektromobilu by mali byť oboznámené nielen zasahujúce jednotky hasičov, ale aj ostatné záchranárske zložky, ktoré sa môžu na zásahu pri nehode podieľať. V neposlednom rade sa to týka aj vodičov v bežnej cestnej premávke.



Pri autách so spaľovacím motorom sú nebezpečenstvá známe. Ak napríklad vidno unikajúce pohonné hmoty, hrozí nebezpečenstvo vzniku požiaru, prípadne výbuchu od akumulátorovej batérie (skrat na svorkách) alebo kontaktom o horúci povrch samotného motora alebo jeho horúcej časti. V prípade elektromobilov možnosť vzniku požiaru, teda vznietenie pohonných hmôt od horúcich častí motora, prípadne od samotného motora môžeme vylúčiť. Môžeme sa zamerať len na jeden druh iniciátora, a to elektrický skrat, následne hľadať možnosti ako rýchlo a efektívne vylúčiť tento iniciátor. Pri elektromobile nie je vidno, či sú vysokonapäťové káble pod napätím alebo nie. Náznaky nebezpečenstva sú len ťažko rozpoznateľné.

Pri vyslobodzovaní osôb z elektromobilu predstavuje najväčšie nebezpečenstvo aj zásah elektrickým prúdom. Preto hasiči musia byť v podobných prípadoch nanajvýš opatrní. Výrobcovia automobilov vytvárajú a poskytujú náučné videá a materiály pre potreby hasičov a ostatných zložiek IZS.

Hasičom pomáha aj celosvetovo používaná špeciálna aplikácia na telefón alebo tablet Crash recovery system. Tá ponúka podrobný zoznam značiek a ich konkrétnych modelov. V aplikácii sú obsiahnuté aj plány elektromobilov. Na základe podrobného výstupu aplikácie sú hasiči schopní presne lokalizovať vysokonapäťové káble, zosilnené konštrukčné prvky, akumulátor a podobne. Aplikácia je špeciálne vyvinutá pre záchranné zložky.

## **Zdroje ohrozenia pri nehode elektromobilu a výcvik hasičov**

Možné zdroje nebezpečenstva pre zasahujúcich hasičov pri dopravnej nehode automobilu s elektrickým pohonom sa trochu líšia od ohrozenia pri nehode automobilu so spaľovacím motorom. Sú rozšírené o zdroje vyplývajúce z vlastností elektrického pohonu a súčastí vozidla pre funkciu tohto pohonu potrebných. Na druhej strane sa vo vozidle nenachádzajú komponenty spaľovacieho motora, takže s nebezpečenstvom súvisiacim s klasickým spaľovacím motorom už netreba počítat'. Inak je to pri hybridných a Plug-in hybridných vozidlách, kde treba vziať do úvahy nebezpečenstvo súvisiace so spaľovacím aj elektrickým motorom a ich komponentmi.

## **Nebezpečné časti elektromobilu**

Z dostupných internetových zdrojov vyplynulo, že elektromobil má porovnateľné nebezpečné časti ako bežný automobil. To znamená, že najčastejšou príčinou vzniku požiarov je porucha elektrických káblov v automobile (strata izolačnej vlastnosti káblov). Požiar nesúvisí s vysokonapäťovou batériou elektromobilu, ale je priamo viazaný na poruchu v spojoch 12 V batérie.

Pri nehode elektromobilu považujeme za nebezpečné časti:

- vysokonapäťové káble – oranžovej farby,

- 12 V batéria,
- vysokonapäťová batéria – ak auto nehorí – treba ju odpojiť.

Na obrázku č. 8 je schéma umiestnenia a popisy komponentov súvisiacich s vysokým napätím a s 12 V napätím.

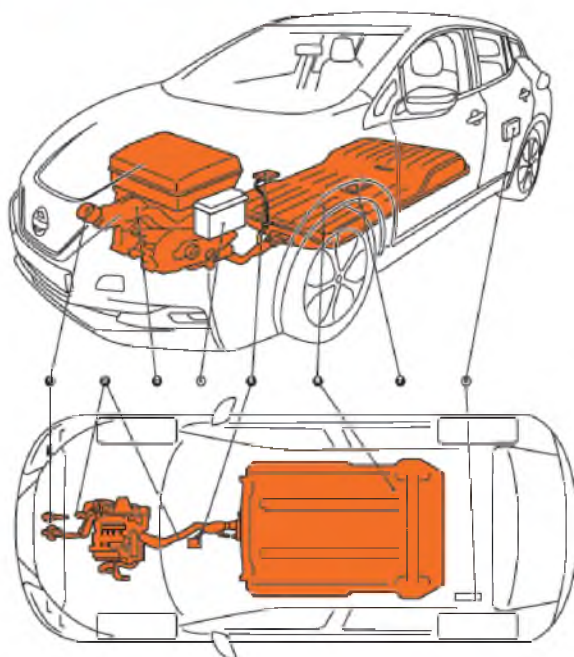
#### POZNÁMKA:

Komponenty s bielym číslom na čiernom pozadí sú vysokonapäťové komponenty.

Časti označené čiernou značkou sú komponenty s vysokým napätím, časti s bielou značkou sú pod napätím 12 V. Označené sú:

- Číslo 1: nabíjací port
- Číslo 2: vysokonapäťové káble
- Číslo 3: popisuje časti pohonnej jednotky
- Číslo 4: 12 V batéria
- Číslo 5: vykurovanie kabíny
- Číslo 6: Li-iónová batéria (maximálne napätie 400 V)
- Číslo 7: servisné odpojenie vysokonapäťovej batérie
- Číslo 8: záložná jednotka napájania pre brzdy

 =  **NEBEZPEČENSTVO**



Zobrazený je pohľad zdoľa

**Obr. 8 Umiestnenia a popisy komponentov súvisiacich s vysokým napätím a s 12 V napätím [8]**

## **Bezpečnosť pri manipulácii a odporúčania výrobcov – Postup odpojenia batérie v elektromobile**

Elektromobily bez ohľadu na značku/výrobcu, disponujú spínačom pre centrálnu vysokonapäťovú batériu. Batéria sa dá odpojiť automaticky alebo manuálne. Automaticky, keď spínač po náraze odpojí batériu. Manuálne je na viditeľnom mieste tlačidlo - väčšinou červenej farby, ktoré treba zatlačiť.

Použitie spínača je možné len v prípade, pokiaľ elektromobil nehorí. Spínačom sa odpája vysokonapäťová časť od nízkonapäťovej. Kde sa spínač nachádza, alebo ako odpojiť od seba tieto dve časti, je väčšinou znázornené v pláne, ktorý by malo auto obsahovať. S najväčšou istotou plán auta so základnými bodmi nájdeme v celosvetovo používanej špeciálnej aplikácii na telefón alebo tablet Crash recovery system.

### **Bezpečnostné opatrenia pre vysoké napätie**

Izolácia okruhu – kladný (+) a záporný (-) vysokonapäťový okruh je odizolovaný od kovového podvozka.

Zníženie rizika smrti spôsobenej zásahom elektrinou – vysokonapäťové komponenty a káblové zväzky majú izolované obaly alebo oranžovo sfarbené kryty, ktoré poskytujú izoláciu a jednoduchú identifikáciu.

Vysokonapäťový obal batérie je elektricky pripojený k uzemneniu vozidla. Toto pripojenie pomáha chrániť pasažierov vo vozidle a záchranárov pred zásahom vysokonapäťovou elektrinou.

Identifikácia – komponenty vysokého napätia sú označené štítkom WARNING (VÝSTRAHA). Všetky vysokonapäťové káblové zväzky sú pokryté oranžovou farbou.

### **Zaistenie vozidla proti pohybu**

Po príchode hasičskej jednotky na miesto udalosti (dopravnej nehody elektromobilu) veliteľ zásahu vykoná prieskum (teda celkovú prehliadku situácie). Pri vykonaní takéhoto prieskumu je potrebné byť obozretný. V prvom rade veliteľ zásahu vykoná celkovú prehliadku vozidla a zistí úroveň poškodenia elektromobilu a prípadné možnosti poranenia (zakliesnenia) osôb.

Môžu nastať v podstate tri situácie:

1. Vysokonapäťový systém nie je poškodený a k pasažierom sa hasiči - záchranári dostanú bez vyslobodzovacieho náradia. Systém sa dá vypnúť a potom je možné prísť k záchrane cestujúcich. Čakacia doba nie je potrebná.
2. Vysokonapäťový systém nie je poškodený a pre prístup k pasažierom je potrebné použiť vyslobodzovacie náradie. Systém sa dá vypnúť. Počas prvých 10 minút

sa pri vyslobodzovaní treba vyhnúť káblovým zväzkom a ostatným komponentom vysokonapäťového systému.

3. Vysokonapäťový systém je poškodený. Sú zistené viditeľné chyby na vedení (mechanické poškodenie izolácie, iskry, elektrický oblúk – nátavý, poškodené káblové vedenia a puzdrá vysokonapäťových komponentov atď.). Po vypnutí treba dodržať čakaciu dobu 10 minút kvôli odstráneniu zvyškového napätia zo systému.

### **Vypnutie vysokonapäťového systému.**

Pri aktivácii airbagov sa vysokonapäťový systém automaticky počas vystrelenia vypne. Vo vozidle sú však kondenzátory, ktoré udržiavajú napätie v systéme aj po odpojení hlavnej batérie. Po vypnutí systému napätie klesne po 5 minútach pod 60 V a úplné vybitie trvá približne 10 minút. Počas tejto doby treba buď počkať, alebo byť maximálne obozretný.

Vysoké napätie je možné vypnúť nasledovnými spôsobmi:

Servisná zástrčka – je umiestnená v strednej časti Li-iónovej batérie. V prípade jej manuálneho odstránenia vypne vysoké napätie.

Hlavné relé systému – toto relé, ktoré je ovládané napájacím spínačom a 12 V systémom, odpája vysoké napätie z Li-iónovej batérie.

Systém núdzového vypnutia – tento systém môže odpojiť vysoké napätie od Li-iónovej batérie v prípade nehody (predné a bočné kolízie, pri ktorých dôjde k vystreleniu airbagov a niektoré zadné kolízie) alebo určitých porúch systému.

Nabíjací konektor – niektoré vysokonapäťové komponenty sa počas nabíjania aktivujú. Tieto komponenty vypnite vytiahnutím napájacieho konektora.

### **Predchádzanie úrazu elektrickým prúdom**

V prípade zásahu hasičskej jednotky pri dopravnej nehode elektromobilu sú hasiči plne vyzbrojení a vyzbrojení osobnými ochrannými pracovnými prostriedkami, ktoré spĺňajú najmodernejšie požiadavky na ich ochranu a bezpečnosť. Chodidlá sú chránené zásahovou obuvou, končatiny a telo zásahovým oblekom, ruky rukavicami s pogumovanou dlaňovou časťou a prilbou.

V prípade, ak je potrebné, aby sa dotkli vysokonapäťových káblových zväzkov alebo komponentov, vždy musia použiť vhodné osobné ochranné prostriedky. Je zakázané dotýkať sa vnútornej časti Li-iónovej batérie bez použitia osobných ochranných pracovných prostriedkov a je zakázané dotýkať sa ich aj po vypnutí vysokonapäťového systému. V opačnom prípade hrozí zásah elektrickým prúdom, čo môže mať fatálne následky. Li-iónová batéria si nabitie zachová aj po vypnutí. Všetky poškodené vysokonapäťové komponenty je potrebné pre zachovanie

bezpečnosti obaliť izolačnou páskou, prípadne komponent opatriť izoláciou na zabránenie kontaktu s človekom alebo časťou automobilu.

## Záver

Príslušníci Hasičského a záchranného zboru sú na zásah (dopravnú nehodu, technický zásah) pri spaľovacom motore pripravení veľmi dobre. Odborná príprava na dopravnú nehodu elektromobilu je bezpochyby nutná. Je pravda, že počet elektromobilov na Slovensku je zatiaľ malý a príslušníci Hasičského a záchranného zboru sa s dopravnou nehodou tohto typu v praxi nestretli. Avšak počty elektromobilov na cestách stúpajú. Základom činností príslušníkov Hasičského a záchranného zboru sú metodické listy doplnené o problematiku elektromobilov. Pri služobnej činnosti a teda aj na výjazdoch používajú hasiči služobné tablety a v nich aplikáciu Crash recovery system. Obsahuje databázu vozidiel s podrobným opisom konštrukčných prvkov a bezpečnostných prvkov. Databáza obsahuje všetky typy hybridných automobilov a elektromobilov. Vzhľadom k tomu, že aj tento segment automobilizmu sa prediera do popredia a získava si čoraz viac fanúšikov – užívateľov, je potrebné preto túto databázu neustále aktualizovať. K tomu je potrebné prispôbovať aj odbornú prípravu s následným preverením nadobudnutých vedomostí a zručností formou rôznych (súčinnostných) cvičení, tak aby hasiči mohli čo najbezpečnejšie a čo najefektívnejšie previesť zásah smerujúci k záchrane ľudského života.

## Literatúra

1. Základná schéma elektromobilu Tesla Model S s pohonom oboch náprav (4x4) a dvojitým zadným elektromotorom, [on line], Elektromobil info – všetko čo potrebujete vedieť o elektromobiloch, [cit. 2019-1-21], dostupné na: <http://www.thesample.sk/?p=1596>
2. Nabíjacie porty elektromobilov, [on line], Elektromobil info – všetko čo potrebujete vedieť o elektromobiloch, 2017, [cit. 2019-1-21], dostupné na: <http://www.thesample.sk/?p=1596>
3. Nabíjacia stanica, [on line], Tesla magazín, 2017, [2019-1-21], dostupné na: <https://www.teslamagazin.sk/nabijacie-stance/>
4. Nabíjacie stanice pre elektromobily na Slovensku, [on line], mapa nabíjacích staníc, 2019, [2019-1-21], dostupné na: [www.nabky.com](http://www.nabky.com).
5. Perspektívne alternatívne pohony automobilov, 2011 [on line], Portál pre odborné publikovanie ISSN 1338-0087, [2019-1-21], dostupné na: <http://www.posterus.sk/?p=11179>

6. Efektívnosť hybridného pohonu, [on line], SME Auto, 2011, [2019-1-21], dostupné na: <https://auto.sme.sk/c/5962063/prichadza-doba-hybridna.html>
7. Bezpečnosť elektromobilov, [on line], Elektromobil info: Všetko čo potrebujete vedieť o elektromobiloch, [2019-1-21], dostupné na: <https://www.mojelektromobil.sk/elektromobil/#bezpecnost>
8. Nissan Leaf 2013 - Sprievodca núdzovej záchrany, © 2013 NISSAN INTERNATIONAL S.A., Č. publikácieFR3E-1ZE0U0
9. Nissan Leaf 2013 - Sprievodca núdzovej záchrany, © 2013 NISSAN INTERNATIONAL S.A., Č. publikácieFR3E-1ZE0U0
10. MONOŠI, M., TÁNCZOS, Z., TÁNCZOS, P.: Zásahová činnosť hasičov pri dopravných nehodách elektromobilov, [Konferencia Požární ochrana, 2017], VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2017

**Lektor: plk. Ing. Pavol Nereča**

**Odborný garant: doc. Ing. Mikuláš Monoši, PhD.**

## ROZBOR POŽIARU AUTOBUSU MERCEDES BENZ TRAVEGO NA RÝCHLOSTNEJ CESTE R1

*pplk. Ing. Zoltán Tánczos, PhD.<sup>1</sup>, mjr. Ing. Roman Kotlár<sup>2</sup>*

### Summary

*In the first part of the paper authors describe the construction and increasing a road network density in the Slovak Republic and their impact on traffic accidents in the Slovak Republic. In the next part of the paper authors describe findings from the firefighting intervention during the bus fire on the R1 expressway in the cadastral area of the city of Sereď. In the final part of the paper authors offer recommendations for commanders and operational officers how to tackle similar events in the future.*

### Keywords

*vehicle fire, fire response, technical equipment*

### Anotácia

*V prvej časti príspevku autori popisujú výstavbu a zahustenie cestnej siete v Slovenskej republike a ich dopady na dopravnú nehodovosť v Slovenskej republike. V ďalšej časti príspevku autori popisujú poznatky z likvidácie požiaru autobusu na rýchlostnej ceste R1 v katastrálnom území mesta Sereď. V záverečnej časti príspevku autori ponúkajú odporúčania pre veliteľov zásahov ako i operačných dôstojníkov, akým spôsobom zvládať podobné udalosti v budúcnosti.*

### Kľúčové slová

*likvidácia požiaru dopravného prostriedku, technické prostriedky, zásahová činnosť*

### Úvod

Motorizácia a automobilizácia cestnej dopravy majú stále stúpajúcu tendenciu. Okrem nesporných výhod prinášajú so sebou aj veľký rast zaťaženia cestnej siete a čoraz náročnejšie požiadavky na dopravu a jej bezpečnosť. Bezpečnosť dopravy je nielen vážnym dopravným, spoločenským, ale aj ekonomickým problémom. Dopravná nehodovosť sa spája s veľkými materiálnymi škodami, trvalými ujмами na zdraví obyvateľov a veľmi často s nenahraditeľnými stratami na ľudských

---

<sup>1</sup> *pplk. Ing. Zoltán TÁNCZOS, PhD., Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Galante, Parková 1607/10, 924 01 Galanta, Slovenská republika, tel.: +421 908 786 930, e-mail: zoltan.tanczos@minv.sk*

<sup>2</sup> *mjr. Ing. Roman KOTLÁR, Okresné riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Galante, Parková 1607/10, 924 01 Galanta, Slovenská republika, tel.: +421 908 786 931, e-mail: roman.kotlar@minv.sk*

životoch. Preto sa v súčasnosti bezpečnosti cestnej premávky a jednotlivým činiteľom, ktoré ju ovplyvňujú, venuje mimoriadna pozornosť na celom svete a samozrejme aj v Európskej únii. Vstupom do Európskej únie sme sa zaviazali dosahovať vo všetkých oblastiach štandardy porovnateľné s krajinami vyspelej Európy.

Diaľnice a rýchlostné cesty „zachraňujú životy“ účastníkom cestnej premávky. Potvrďuje to aj štúdia vypracovaná Slovenskou správou ciest, kde zo štatistických prehľadov výrazne klesla dopravná nehodovosť, resp. škodové udalosti na nitrianskej R1. Slovenská správa ciest označila za najnehodovejšie oblasti rokov 2009 a 2010 práve okres Nitra, kde v tom čase rýchlostná cesta chýbala, a okresy Žilina, Kysucké Nové Mesto a Čadca, kde budovanie diaľničnej siete stále trvá. Kým v roku 2009 bolo na ceste prvej triedy medzi Nitrou a Beladicami 63 nehôd, v roku 2012 to bolo už len 9 nehôd. Diaľnice tak nie sú len nástrojom na prepájanie regiónov, lákanie investorov, zvyšovanie životnej úrovne alebo spôsobom rýchlejšieho cestovania. Často vedú cez oblasti s vysokou hustotou dopravy, ktorú pred ich dostavbou museli zvládať cesty prvej triedy. Ich kapacita však často nestačila. Nezanedbateľným prínosom diaľnic okrem časovej úspory a komfortu je aj zvyšovanie bezpečnosti cestovania.

Výstavba rýchlostnej cesty R1 sa začala už v 70. rokoch. Vtedy sa nezávisle od seba začala prestavba úsekov ciest I/51 (*Trnava – Báb*) a I/66 (*Banská Bystrica – Kováčová*). V tom čase sa však neuvažovalo o zriadení kategórie rýchlostných ciest, a preto boli aj tieto nové úseky kategorizované ako cesty I. triedy. Úsek Trnava – Báb bol vybudovaný len v polovičnom profile, preto sa v polovici 90. rokov začalo s dobudovaním na štvorpruhovú cestu. V roku 2011 bola rýchlostná cesta R1 v plnom profile štvorpruhovej komunikácie otvorená až po Banskú Bystricu. Hustota dopravy na rýchlostnej ceste R1 podľa sčítania SSC z roku 2015 tvorila v priemere 27 000 až 30 000 vozidiel za 24 h.

V roku 2018 dosahuje prejazdnosť rýchlostnej cesty R1 na území trnavského samosprávneho kraja 35 000 – 40 000 vozidiel/24 hod. Dni blížiac sa k víkendu, kde sa presúva slovenská populácia zo západného Slovenska na východné Slovensko a naopak, to znamená piatky a nedele, hustota premávky sa zvyšuje až na 50 000 vozidiel za 24 h. S narastajúcim počtom vozidiel priamo súvisia aj mimoriadne udalosti na rýchlostnej ceste R1, či už hovoríme o škodových udalostiach, dopravných nehodách alebo požiaroch.

V našom príspevku popisujeme prípad likvidácie požiaru autobusu na rýchlostnej ceste R1 na 14. km v zásahovom obvode hasičskej stanice Sereď v súčinnosti ďalších zložiek Integrovaného záchranného systému.



## Popis priebehu zdolávania požiaru autobusu

Dňa 14. 11. 2018 v čase o 00:58 h. bol na Koordinačné stredisko Integrovaného záchranného systému v Trnave nahlásený požiar autobusu Mercedes Benz Travego 17 SHD na rýchlostnej ceste R1 zo smeru Trnava smerom na Nitru. Pri vyťažovaní ohlasovateľa operačným dôstojníkom bola zistená presná poloha horiaceho autobusu. Jednalo sa o 14. kilometer rýchlostnej cesty R1 pred 14. zjazdom z rýchlostnej komunikácie smer Sládkovičovo. Ohlasovateľ (vodič autobusu) hlásil, že celý autobus je zachvátený plameňom a že sa v autobuse nenachádzajú žiadne prepravované osoby.

Po prevzatí hlásenia o udalosti operačný dôstojník vyslal na miesto udalosti z Hasičskej stanice v Seredi (Hasičská stanica typu II) skladbu výjazdu pozostávajúcu z techniky MB Sprinter a CAS 30 Iveco Trakker so 4 príslušníkmi. Keďže udalosť sa nachádzala zo smeru Trnava smerom do Nitry, cesta k zásahu bola vedená cez najbližší nadjazd pri Vlčkovciach. V čase príchodu hasičskej jednotky sa na mieste už nachádzala hliadka diaľničnej polície. Po príchode na miesto udalosti bol vykonaný prieskum na mieste udalosti veliteľom zásahu (ďalej len „VZ“), kde bolo konštatované, že v autobuse sa nikto nenachádza a intenzita rozvoja požiaru autobusu bola v III. fáze, čo predstavuje úplné zachvátenie celého autobusu plameňom.

VZ nariadil zasahujúcim príslušníkom nasadiť na lokalizáciu a likvidáciu požiaru jeden vysokotlakový prúd a 2 x „C“ prúd s použitím zmáčadla a vykonanie označenia miesta udalosti prostredníctvom blikajúcich kužeľov. Ďalej VZ vyžiadal príslušníkov polície, aby zabránili prejazdnosti ostatných účastníkov cestnej premávky zo smeru Trnava smer Nitra. Na miesto udalosti bola povoláná ďalšia technika (CAS 30 T – 815/7 v zložení 1+1) z HS Trnava. Vzhľadom na III. fázu rozvoja požiaru bolo zasahujúcimi príslušníkmi zistené, že došlo k poškodeniu nádrže PHM od sálavého tepla a následne roztečeniu motorovej nafty na komunikáciu, ktorá okamžite začala horieť. Na likvidáciu požiaru horľavej kvapaliny bola nasadená ťažká pena. Počas lokalizačných prác VZ povolal na miesto udalosti zisťovateľa príčin vzniku požiaru. Neskôr sa na miesto udalosti dostavila Zdravotná záchranná služba a pracovníci Národnej diaľničnej spoločnosti. V spolupráci so zamestnancami NDS a Diaľničnej polície boli uzavreté oba jazdné pruhy R1 zo smeru Trnava – Nitra.

Po lokalizácii požiaru v čase 01:36 h. zasahujúci príslušníci vykonávali vyhľadávanie a dohášanie skrytých ohnísk. V čase 02:00 h. bola vykonaná likvidácia požiaru. Postupne sa na miesto udalosti dostavili zisťovateľ príčin vzniku požiaru a majiteľ autobusu, ktorý odhadol priamu škodu spôsobenú požiarom na 67 000 €. Celý zásah bol vykonaný v autonómnych dýchacích prístrojoch kvôli zaisteniu ochrany dýchacích ciest.

## Poznatky zo zásahu

Pri vyťahovaní ohlasovateľa operačným dôstojníkom je potrebné sa snažiť o získanie maximálneho súboru informácií z miesta udalosti a správne rozvrhnúť skladbu nasadenej techniky a neuvažovať mechanicky (tabuľkovo stanovená skladba techniky). Našu pripomienku argumentačne zdôvodňujeme nasledovne: Skladba vyslanej techniky bola MB Sprinter (AHZS), čo obsahuje 200 l hasiaceho média. Podľa nášho názoru operačný dôstojník mal vyslať hasičskú techniku aj z Hasičskej stanice Trnava ihneď ako vysielal hasičskú techniku z Hasičskej stanice Sereď. Operačným dôstojníkom bol nesprávne určený stupeň poplachu, čo malo nadväznosť na skladbu nasadenej techniky. Pri obdobných typoch udalostí odporúčam, aby VZ intenzívne komunikoval s hliadkou diaľničnej polície z dôvodu uzavretia rýchlostnej komunikácie, resp. odklonenia premávky po náhradných trasách. Ďalej odporúčam VZ komunikovať so správcom komunikácie (Národná diaľničná spoločnosť) o možnostiach poskytnutia pitného režimu pre cestujúcich uviaznutých v kolóne a samotnú distribúciu pitného režimu. To isté platí aj pri distribúcii pohonných hmôt pre vozidlá uviaznuté v kolóne. Ďalej prostredníctvom operačného strediska Krajského riaditeľstva HaZZ možnosť nasadenia štvorkoliek alebo snežných skútrov na priblíženie sa k udalostiam, nakoľko v mnohých prípadoch nie sú vytvorené „Emergency line“ záchranné pruhy. Je potrebné upozorniť vodičov záchranných zložiek počas približovania sa záchranných vozidiel k mimoriadnej udalosti v kolóne na opatrnosť a nepredvídateľné správanie vodičov nachádzajúcich sa v uviaznutej kolóne. Z tohto dôvodu je potrebné použiť zvukové a svetelné výstražné zariadenie a prispôbenie rýchlosti v kolóne.

## Záver

Trend narastajúceho zaťaženia cestnej dopravnej siete so sebou prináša riziká mimoriadnych udalostí v cestnej doprave, ktoré vytvárajú najrôznejšie situácie (hromadná preprava osôb, preprava nebezpečných materiálov ako i využívanie hybridných a elektro vozidiel). Na odstránenie týchto udalostí je potrebné širokouhlé materiálo-technické zabezpečenie záchranných zložiek, odbornú pripravenosť všetkých zainteresovaných členov Integrovaného záchranného systému, ako i dostatočný počet zasahujúcich príslušníkov.

V príspevku je popísaný prípad likvidácie požiaru autobusu na rýchlostnej ceste R1, pri ktorom jasne vidieť, že v mnohých prípadoch nestačí vychádzať zo zaužívaných tabuľkových spôsobov nasadenia síl a prostriedkov, ale je nutné správne rozhodovanie sa hlavne v prvých minútach týchto mimoriadnych udalostí, pretože práve to je rozhodujúci čas pri záchrane života, zdravia a minimalizovaní škôd na majetku.

**Literatúra**

1. <https://spravy.pravda.sk/ekonomika/clanok/362194-dialnice-zachranuju-zivoty-nehod-vyrazne-ubudne/>
2. [https://www.ssc.sk/files/documents/becep/kriticke-lokality/dalsie-info/ssc\\_dopr%20nehodovost\\_2011.pdf](https://www.ssc.sk/files/documents/becep/kriticke-lokality/dalsie-info/ssc_dopr%20nehodovost_2011.pdf)
3. Dejiny výstavby diaľnic a rýchlostných ciest na Slovensku (Wikipedia)
4. Rýchlostná cesta R1 Slovensko (Wikipedia)
5. Správa o zásahu č. 20-2 193 346-2
6. Odborný posudok: Evidenčné číslo požiaru: 20218184

**Lektor: plk. JUDr. Vojtech Valkovič**

**Odborný garant: pplk. Mgr. Daniel Šiška**

## ANOTÁCIE PRÍSPEVKOV

### **Nebezpečenstvo a ochrana pri dopravnej nehode automobilov na pohon plynom**

*Ladislav Andrisek*

Príspevok sa zaoberá stručnou charakteristikou alternatívnych plynných palív, ich vlastnosťami, ako aj nebezpečenstvom, ktoré hrozí v prípade vzniku požiaru. Popisujeme primárne plynné palivá používané na pohon motora, ako je LPG, zemný plyn, CNG a LNG. Stručne charakterizujeme nebezpečenstvá vyplývajúce z využívania plynných palív.

### **Protipožiarna ochrana energetických systémov s Li-ion batériami**

*Miloš Böhmer*

Predpokladaný nárast v oblasti elektromobilov prinesie so sebou aj nové požiadavky na dostupnosť zdrojov elektrickej energie. Ak zoberieme do úvahy, že výkon jednej rýchlonabíjacej stanice pre elektromobily môže byť viac ako 100 kW, tak je zrejmé, že dostupnosť potrebného krátkodobého výkonu nebude možné dosiahnuť iba štandardným posilnením rozvodnej siete. Na vykrývanie nárazových špičiek odoberaného elektrického výkonu sú vhodné energetické systémy s Li-ion batériami, ktoré svojim rozsahom a konštrukciou prinášajú úplne nové požiadavky na ich protipožiarnu ochranu, najmä ak budú zabudované do stavby.

### **Problematika prevádzky vodíkového generátora v automobiloch**

*Ján Húšek*

Príspevok sa zaoberá posudzovaním bezpečnosti prevádzky vodíkového generátora v automobiloch, ako prídavného zariadenia pre spaľovacie motory. Predmetom posúdenia bola protipožiarna a protivýbuchová bezpečnosť v bežnej prevádzke a pri kolíznych udalostiach. Výsledkom je návrh organizačných a technických opatrení.

### **Výbuch osobného automobilu zaparkovaného v garáži rodinného domu s následným požiarom**

*Milan Chládek, Peter Dafčík*

Príspevok poukazuje na možné riziká zlého technického stavu vozidla s alternatívnym pohonom na uhľovodíkový plyn.

### **Metodika zdolávania požiarov automobilov s vodíkovým pohonom**

*Jaroslav Kríž*

Príspevok sa zaoberá stručnou charakteristikou automobilov s vodíkovým pohonom, vlastnosťami vodíka a jeho základnými chemickými vlastnosťami. Zaoberáme sa špecifickými zvláštnosťami vodíka, ako aj nebezpečenstvom, ktoré hrozí v prípade vzniku požiaru. Popisujeme postupy pri likvidácii požiaru automobilu s vodíkovým pohonom.

**Návrh metodiky záchranných prác pri dopravnej nehode elektromobilu v podmienkach HaZZ**

*Jana Oravcová, Maroš Lajčák, Patrik Buchcar*

Príspevok sa zaoberá problematikou záchranných prác príslušníkov Hasičského a záchranného zboru (ďalej „HaZZ“) pri dopravnej nehode so zameraním na skupinu automobilov na alternatívny - elektrický pohon. V súčasnej dobe nie je v podmienkach HaZZ zaradená špeciálna technika ani určený postup pri zdoľávaní takýchto nežiaducich udalostí. Cieľom príspevku je popísať postup pri záchranných prácach pri nežiaducej udalosti, ako je dopravná nehoda elektromobilu, s dostupnými technickými prostriedkami. V úvode je popísaná identifikácia a označovanie elektromobilov. Jadro je venované bezpečnému postupu pri manipulácii s takýmto vozidlom a to v dvoch úrovniach – zásah s prítomnosťou požiaru a bez požiaru. Záver sa zaoberá manipuláciou s vozidlom po dopravnej nehode a skladovaním poškodeného vozidla s ohľadom na požiaru bezpečnosť.

**Alternatívne zdroje energie pre pohon automobilov – nebezpečenstvá pre zasahujúcich hasičov a ich minimalizácia**

*Martin Puna*

V texte sú stručne charakterizované vybrané alternatívne pohony vozidiel so zameraním na bezpečnosť, riešenie nežiaducich udalostí a zhrnuté odporúčania.

**Poznatky z likvidácie požiarov a odstraňovanie následkov dopravných nehôd automobilov s alternatívnym zdrojom energie pre pohon**

*Róbert Remias*

Slová digitalizácia, trvalá udržateľnosť, efektívnosť a úspora nákladov, sú rovnako súčasťou automobilového sektora ako bezpečnosť na cestách a pohodlie počas jazdy. Preto sa téma bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle bezprostredne dotýka každého kto tieto inovatívne technológie využíva. Témou príspevku je priblížiť užívateľom poznatky z likvidácie požiarov a odstraňovanie následkov nehôd dopravných prostriedkov s alternatívnym zdrojom energie pre pohon, ktoré nastanú, ak bezpečnosť z rôznych dôvodov zlyhala. Dnes nevieme s určitosťou povedať, či prezentovaná bezpečnosť a inovácia v doprave prinášajú do cestnej premávky väčšiu bezpečnosť. Dôvodom môže byť aj fakt, že v súčasnosti využíva tieto inovatívne technológie v celkovej doprave veľmi malé množstvo užívateľov.

**Bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle – MHD – trolejbusy**

*Stanislav Ševčík*

Bezpečnosť a inovácie v automobilovom priemysle so zameraním na MHD – trolejbusy, resp. vývoj trolejbusov a ich porovnanie v podmienkach Dopravného podniku mesta Banská Bystrica, a. s.

**Elektromobilita vo vzťahu k zásahovej činnosti hasičov pri požiaroch alebo dopravných nehodách elektromobilov***Petr Tánczos, Viktória Sláviková*

Uvedený článok sa bude venovať zásahom a výcviku hasičov pri dopravnej nehode elektromobilu, prípadne požiaru. Popisuje alternatívne druhy pohonov so zameraním na elektrický pohon. Rozoberá súčasný stav a vývoj elektromobility na Slovensku. Analyzuje riziká súvisiace so zásahovou činnosťou pri dopravnej nehode, prípadne požiaru elektromobilu a pripravenosť príslušníkov Hasičského a záchranného zboru na dané udalosti. Navrhuje možnosť bezpečného zásahu hasičov, formu odborného-metodického zamestnania a praktického výcviku proti možnému neúspešnému zásahu v budúcnosti.

**Rozbor požiaru autobusu Mercedes Benz Travego na rýchlostnej ceste R1***Zoltán Tánczos, Roman Kotlár*

V prvej časti príspevku autori popisujú výstavbu a zahustenie cestnej siete v Slovenskej republike a ich dopady na dopravnú nehodovosť v Slovenskej republike. V ďalšej časti príspevku autori popisujú poznatky z likvidácie požiaru autobusu na rýchlostnej ceste R1 v katastrálnom území mesta Sereď. V záverečnej časti príspevku autori ponúkajú odporúčania pre veliteľov zásahov ako i operačných dôstojníkov, akým spôsobom zdolávať podobné udalosti v budúcnosti.

## SUMMARIES OF PAPERS

### **Danger and protection in the event of gas vehicles traffic accident**

*Ladislav Andrisek*

This article describes brief characteristics of alternative gaseous fuels, as well as potential danger in case of fire emergence. We describe the primary gaseous fuels used to power an internal combustion engine like as LPG, natural gas, CNG and LNG. We briefly characterize the dangers arising from the use of gaseous fuels.

### **Fire protection of power systems with Li-ion batteries**

*Miloš Böhmer*

The expected growth of the number of electric cars will result in new requirements for the availability of power sources. As the output of a fast-charging station for electric cars may be more than 100 kW, it is obvious that the availability of such short-term charging output cannot be ensured solely by standard strengthening of the power distribution grid. A suitable solution to supply power during short-term consumption spikes are energy systems fitted with Li-ion batteries whose extent and design create completely new requirements for their fire protection, particularly when built in a structure.

### **The issue of a hydrogen generator operation in cars**

*Ján Húšek*

The paper deals with the assessment of safety of a hydrogen generator operation in cars, as auxiliary equipment for internal combustion engines. Subject of the assessment was fire and explosion safety in common operation and during car accidents. A result is a proposal of organisational and technical measures.

### **Explosion of a passenger car parked in a garage of a family house with a subsequent fire**

*Milan Chládek, Peter Dafčík*

This paper points out possible dangers when manipulating with Liquefied Petroleum Gas (LPG) powered vehicles.

### **Procedure of hydrogen vehicles fires response**

*Jaroslav Kríž*

This article describes brief characteristics of hydrogen vehicles, properties of hydrogen and its basic chemical properties. We describe specific peculiarities of hydrogen, as well as potential danger in case of fire emergence. We describe the procedures of hydrogen vehicle fire response.

**Proposal of rescue work procedures during electric car traffic accident in conditions of Fire and Rescue Corps**

*Jana Oravcová, Maroš Lajčák, Patrik Buchcar*

The paper deals with the issue of rescue work by members of Fire and Rescue Corps during traffic accidents, focusing on a group of alternative vehicles – electric power drive. Currently, there aren't classified special ways and means in Fire and Rescue Corps for disposal of these car accidents. The aim of the paper is to describe the procedure of the rescue work in the event of an emergency, such as an electric vehicle traffic accident, with available technical means. The introduction describes the identification and labelling of electric vehicles. The main part is devoted to the safe handling of such a vehicle on two levels - intervention with fire and without fire. The conclusion deals with the handling of a vehicle after a traffic accident and the storage of a damaged vehicle with regard to the fire safety.

**Alternative energy sources for car propulsion - hazards for intervening firefighters and their minimization**

*Martin Puna*

Selected alternative vehicle propulsion systems are characterized in the text, focusing on safety, accidents response and recommendations.

**Lessons learned from firefighting and eliminating the consequences of traffic accidents of vehicles with an alternative energy source for the propulsion**

*Róbert Remias*

Keywords digitisation, sustainability, effectiveness and cost savings are as much a part of the automotive sector, such as road safety and comfort while driving. Therefore, the topic of safety and innovation in the automotive industry directly affects everyone who uses these innovative technologies. The topic of the paper is to bring the users knowledge of firefighting and eliminating the consequences of traffic accidents of vehicles with an alternative energy source for the propulsion, which will occur if the safety for various reasons failed. Today we cannot say with certainty whether the presented safety and innovation in the transport bring greater safety to the road. The reason may be the fact that currently takes advantage of these innovative technologies in the total transport only the very small number of users.

**Safety and innovation in the automotive industry - public transport – trolley buses**

*Stanislav Ševčík*

Safety and innovation in automotive industry with focus on public transport – trolley buses or trolley buses development and their comparison under conditions of Public Transport Company Banská Bystrica, Inc.



**Electromobility in relation to firefighters' intervention activities in the event of electric vehicle fire or traffic accidents***Petr Tánczos, Viktória Sláviková*

The article deals with the intervention and training of firefighters in the event of an electric vehicle traffic accident or fire. It describes alternative types of propulsions focusing on the electric propulsion. It analyses the current state and development of electromobility in Slovakia. It also analyses risks related to the rescue operation in the event of electric vehicle traffic accident or fire and the preparedness of the Fire and Rescue Corps members for these events. It proposes the possibility of a safe firefighters' intervention, a form of a specialized methodical workshop and a practical training to avoid a possible unsuccessful intervention in the future.

**Analysis of the Mercedes Benz Travego bus fire on the R1 expressway***Zoltán Tánczos, Roman Kotlár*

In the first part of the paper authors describe the construction and increasing a road network density in the Slovak Republic and their impact on traffic accidents in the Slovak Republic. In the next part of the paper authors describe findings from the firefighting intervention during the bus fire on the R1 expressway in the cadastral area of the city of Sereď. In the final part of the paper authors offer recommendations for commanders and operational officers how to tackle similar events in the future.



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

# ASD FDA221 / FDA241 Siemens

Nasávacie dymové hlásiče s inovatívnou metódou detekcie

[www.siemens.sk/sbt](http://www.siemens.sk/sbt)