ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA

ELEKTROMOBILITA VO VZŤAHU K PROTIPOŽIARNEJ BEZPEČNOSTI NA SLOVENSKU

Bakalárska práca

Margaréta Blanárová

Žilina 2021

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA

ELEKTROMOBILITA VO VZŤAHU K PROTIPOŽIARNEJ BEZPEČNOSTI NA SLOVENSKU

BAKALÁRSKA PRÁCA

Margaréta Blanárová

28900220211054

Študijný program:	Záchranné služby
Študijný odbor:	8.3.6 Záchranné služby
Pracovisko:	Katedra požiarneho inžinierstva FBI ŽU
Vedúci záverečnej práce:	prof. RNDr. Marková Iveta, PhD.
Stupeň kvalifikácie:	Bc.

ŽILINA 2021

ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta bezpečnostného inžinierstva
Katedra požiarneho inžinierstva

Ev.č.: 28900220211054

ZADANIE BAKALÁRSKEJ PRÁCE

Meno, priezvisko:	**Margaréta Blanárová**
Študijný odbor:	**Bezpečnostné vedy**
Študijný program:	**Záchranné služby**
Téma bakalárskej práce:	**Elektromobilita vo vzťahu k protipožiarnej bezpečnosti na Slovensku (elektromobily, infraštruktúra a bezpečnosť)**

Pokyny na vypracovanie bakalárskej práce:

Základné ciele
Hodnotenie súčasnej situácii v oblasti rozvoja elektromobility na Slovensku s analýzou rozvoja potrebnej infraštruktúry a zabezpečenia protipožiarnej ochrany.

Odporúčaný rámcový obsah

- Základné pojmy, definície, právne predpisy a normy.
- Stanovenie jednotlivých cieľov a metód práce.
- Štatistiky súčasného stavu elektromobility, literárna rešerš.
- Teória k problematike. Elektromobily, energetické úložiská, nabíjačky, Lítio-iónové batérie, protipožiarna bezpečnosť.
- Zisťovanie súčasného stavu, prieskum, analýza získaných dát.
- Vyhodnotenie, odporúčania a závery.

Vedúci bakalárskej práce: prof. RNDr. Iveta Marková, PhD.
Dátum odovzdania bakalárskej práce: 24.5.2021

V Žiline, dňa 16.11.2020

_____

doc. Ing. Jozef SVETLÍK, PhD.
garant študijného programu

ABSTRAKT

BLANÁROVÁ, Margaréta, *Elektromobilita vo vzťahu k protipožiarnej bezpečnosti na Slovensku* [Bakalárska práca]. Žilinská univerzita v Žiline (Žilina, Slovensko). Fakulta bezpečnostného inžinierstva. Katedra požiarneho inžinierstva. Vedúca bakalárskej práce: prof. RNDr. Marková Iveta, PhD. Stupeň odbornej kvalifikácie: Bakalár v odbore záchranné služby, študijný program: záchranné služby. Žilina: FBI, 2021. 55 s.

Bakalárska práca sa zameriava na elektromobilitu vo vzťahu k protipožiarnej bezpečnosti na Slovensku. V práci sú definované pojmy týkajúce sa elektromobility, právne predpisy a normy či výhody a nevýhody elektromobilov. V práci je objasnená elektromobilita na Slovensku v štatistikách, mapou infraštruktúry, označovaním vozidiel. V práci sú uvedené nehody a následné požiare elektromobilov vo svete, nehody elektrických vozidiel v Žiline a zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrických vozidiel. Aplikácia Crash recovery system je v práci objasnená ako možný spôsob vyhľadávania informácií o vozidlách pri nehode alebo požiari elektrického vozidla záchrannými zložkami. Obsahom je aj riešenie protipožiarnej bezpečnosti v súvislosti s elektromobilitou na Slovensku a v zahraničí. Na záver je spomenuté odporúčanie pre záchranné zložky a pre požiarnu bezpečnosť stavieb, aby sa zabezpečila čo najvyššia protipožiarna bezpečnosť stavieb vo vzťahu s elektromobilitou na Slovensku.

Kľúčové slová: elektromobilita, elektromobil, požiar elektromobilu, infraštruktúra elektromobility, legislatívne pravidlá elektromobility, li-ion batérie, Crash Recovery System

ABSTRACT

BLANÁROVÁ, Margaréta, *Electromobility in relation to fire safety in Slovakia* [Bachelor thesis]. The University of Žilina (Žilina, Slovakia). Faculty of Security Engineering. Department of Fire Engineering. Supervisor: prof. RNDr. Marková Iveta, PhD. Degree of professional qualification: Bachelor in Rescue Services, study program: Rescue Services. Žilina: FBI, 2021. 55 p.

The bachelor thesis focuses on electromobility in relation to fire safety in Slovakia. The thesis defines the terms related to the electromobility, legislation and standards or the advantages and disadvantages of electric vehicles. The thesis clarifies electromobility in Slovakia in terms of statistics, intrastructure map, vehicle marking. The thesis presents accidents and subsequent fires of electric vehicles in the world, accidents of electric vehicles in Žilina and finding out the current state in case of an accident of electric vehicles. The Crash recovery system application is explained by the thesis as a possible way of searching for information regarding vehicles in case of an accident or of fire of an electric vehicle, for the purpose of fire brigade. The content also includes fire safety solutions related to the electromobility in Slovakia and abroad. Finally, the recommendation for fire brigade and for fire safety of buildings is mentioned in order to ensure the highest possible fire safety of buildings in relation to electromobility in Slovakia.

Key words: electromobility, electric vehicle, fire of electric vehicle, infrastructure, legislative rules of electromobility, li-ion batteries, Crash Recovery System.

Čestné vyhlásenie

Čestne prehlasujem, že bakalársku prácu na tému *„Elektromobilita vo vzťahu k protipožiarnej bezpečnosti“* som spracovala samostatne a použila som v nej odbornú literatúru, internetové zdroje a poznatky zo zahraničia.

V Žiline 10.5. 2021

.....

Margaréta Blanárová

Poďakovanie

Na tomto mieste sa chcem poďakovať svojej vedúcej záverečnej práce prof. RNDr. Markovej Ivete, PhD., za sprostredkované rozsiahle poznatky, odbornú pomoc a rady pri písaní bakalárskej práce. Taktiež sa chcem veľmi poďakovať môjmu manželovi a rodičom za trpezlivosť a pomoc pri písaní práce.

OBSAH

ZOZNAM OBRÁZKOV 10

ZOZNAM SKRATIEK 12

ÚVOD 13

1 TEORETICKÝ ÚVOD DO PROBLEMATIKY 15

1.1 Základné pojmy 15

1.2 Právne predpisy a normy 16

2 CIEĽ A METODIKA PRÁCE 19

3 ELEKTROMOBILITA NA SLOVENSKU 20

3.1 Štatistika elektromobilov 20

3.2 Výhody a nevýhody elektromobilov 21

3.2.1 Výhody 21

3.2.2 Nevýhody elektromobilov 22

3.3 Infraštruktúra 23

3.4 Označovanie elektromobilov na Slovensku 25

3.5 Fabrika na výrobu batérií na Slovensku 26

4 ELEKTROMOBILITA - ZÁCHRANNÉ ZLOŽKY 28

4.1 Nehodovosť elektromobilov 28

4.2 Zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrického vozidla 29

4.1.1 Príklady nehôd elektromobilov a následných požiarov v Európe 31

4.1.2 Správy o nehodovosti EV 33

4.3 Dopravné nehody elektrických vozidiel v Žiline a postup HaZZ 33

4.4 Crash Recovery System 34

5 ELEKTROMOBILITA - POŽIARNA BEZPEČNOSŤ STAVIEB 43

5.1 Riešenie požiarnej bezpečnosti stavieb v Slovenskej republike 43

4.2 Riešenie požiarnej bezpečnosti stavieb niektorých Európskych krajín 44

6 ODPORÚČANIE 47

6.1 Odporúčanie pre záchranné zložky 47
6.2 Odporúčanie pre riešenie požiarnej bezpečnosti stavieb 48
ZÁVER 50
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 52

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Vývoj počtu batériových elektrických vozidiel a plug-in hybridných elektrických vozidiel (Ministerstvo hospodárstva, 2020)

Obr. 2 - Prehľad konektorov pre nabíjanie EV (Všetko, 2018)

Obr. 3 Nabíjacie stanice pre elektromobily na Slovensku (nabky.com, 2021)

Obr. 4 - Evidenčné čísla elektromobilov (Mojelektromobil, 2020)

Obr. 5 - Li-ion batéria pre elektromobily (Mojelektromobil, 2020)

Obr. 6 - Nápisy varujúce pred možným nebezpečenstvom (Nissan, 2013)

Obr. 7 - Tragická nehoda vozidla Audi e-tron (youtube.com, 2020)

Obr.8 - Nehoda vozidla Tesla model S (facebook.com, 2020)

Obr. 9 - Požiar elektromobilov na nabíjačke (youtube.com, 2020)

Obr. 10 - Deaktivácia vysokonapäťového systému vo vozidle Tesla S (CRS, 2021)

Obr.11 - Upozornenia pri voľbe vozidla (CRS, 2021)

Obr. 12 - Vyobrazenie vozidla s farebnými komponentmi (CRS, 2021)

Obr. 13 - Vysvetlenie farebných komponentov (CRS, 2021)

Obr. 14 - Deaktivácia systému (CRS, 2021)

Obr. 15 - Postup pri deaktívacii systému vozidla (CRS, 2021)

Obr.16 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

Obr. 17 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

Obr. 18 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

Obr. 19 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

Obr.20 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)

Obr. 21 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)

Obr. 22 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)

Obr. 23 - Postup pri požiari vozidla (CRS, 2021)

Obr.24 - Ponorenie vozidla (CRS, 2021)

Obr. 25 - Kontajner pre hasenie EV (Fliegerová, 2020)

ZOZNAM SKRATIEK

č. - číslo

EÚ - Európska únia

EV - elektrické vozidlo

HaZZ - Hasičský a záchranný zbor

HD - Harmonizačný dokument

HEV - hybridné elektrické vozidlo

km - kilometer

LIB - lítovo-iónová batéria

MH SR - Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky

obr. - obrázok

PHEV - plug in hybriné elektrické vozidlo

SR - Slovenská republika

STN - Slovenská technická norma

ÚVOD

Doba, v ktorej žijeme je špecifická neustálym zdokonaľovaním a vylepšovaním rôznych technológií. Pokroky môžeme bádať v stavebnej sfére, cestnej sfére či v oblasti technológií od mobilných telefónov, počítačov, či automobilov. Na trh prichádzajú neustále nové, lepšie, modernejšie typy automobilov a čoraz väčší záujem je aj o elektromobily. Dopyt po elektromobiloch narastá z rôznych príčin, napríklad z dôvodu nulových emisií, a teda zdravšieho životného prostredia. Ďalším faktom môže byť nižšia cena z dlhodobejšieho hľadiska. Cena elektromobilu v porovnaní s automobilmi so spaľovacím motorom je síce vyššia, no je možné využiť dotáciu pri kúpe takéhoto vozidla, a takisto cena elektriny je omnoho nižšia ako cena paliva. S rastúcim dopytom po elektromobiloch rastie aj riziko vyššieho počtu dopravných nehôd. Dopravné nehody, požiare elektromobilov a protipožiarna bezpečnosť stavieb zatiaľ nie je veľmi známa problematika, čo sa týka Slovenskej republiky, no máme možnosť čerpať poznatky a postupy od zahraničných štátov, aby sme boli pripravení na tieto situácie.

V práci stručne opíšeme základné pojmy k danej problematike, právne predpisy a normy. Uvedieme štatistiky týkajúce sa súčasného stavu elektromobility, aké majú elektromobily výhody a nevýhody. Popíšeme existujúcu infraštruktúru nabíjacích staníc, zelené evidenčné čísla elektromobilov a fabriku na výrobu batérií na Slovensku.

Zo strany záchranných zložiek popíšeme nehodovosť elektromobilov, zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrického vozidla, príklady nehôd a následných požiarov vo svete. Spomenieme prípady dopravných nehôd elektrických vozidiel v Žiline a uvedieme postup pri zásahu v aplikácii Crash Recovery System.

Zo strany druhej popíšeme protipožiarnu bezpečnosť stavieb v súvislosti s elektromobilitou na Slovensku a v zahraničí.

Napokon napíšeme odporúčanie pre obe problematiky, záchranné zložky a protipožiarnu bezpečnosť stavieb.

Úlohou práce je oboznámiť čitateľa s elektromobilitou na Slovensku a najmä s rizikami týkajúcimi sa tohto nového fenoménu. Poukázaním prípadov dopravných nehôd alebo požiarov elektromobilov zo zahraničia je potrebné zaoberať sa touto problematikou najmä čo sa týka bezpečnosti budov, v ktorých podľa zákona musia byť zriadené nabíjacie stanice pre elektromobily alebo infraštruktúra vedenia pre neskoršiu inštaláciu nabíjacích staníc. Je zrejmé, že riziko vo vnútri budov je najväčšie a nie je prípustné podceňovať ho.

1 TEORETICKÝ ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Nakoľko práca obsahuje viacero odborných pojmov, pre lepšie pochopenie problematiky sme sa rozhodli pojmy definovať a objasniť.

1.1 Základné pojmy

Elektromobilita je systém určený pre cestné komunikácie s dopravnými prostriedkami poháňanými elektrickou energiou. Zložkami tohto systému sú elektrické vozidlá, nabíjacie stanice, legislatíva. Do cestnej infraštruktúry nie je potrebné nijak zasahovať, len vyhotoviť nabíjaciu infraštruktúru (Ministerstvo hospodárstva, 2013).

Elektrické vozidlo (Electric vehicle - EV) je motorové vozidlo určené na cestné komunikácie, ktoré má elektrický pohon (Frivaldský, 2019).
Elektrickú energiu získava z batérie (akumulátora), ktorá sa nachádza vnútri vo vozidle. Je potrebné nabíjať ju z vonkajšieho zdroja pomocou nabíjacej stanice alebo domácej zásuvky (Bakša, 2013).

Batériové elektrické vozidlo (Battery electric vehicle - BEV) je vozidlo, ktoré využíva ako zdroj energie určitý typ chemického akumulátora (Frivaldský, 2019).

Elektrické vozidlo napájané z palivových článkov je vozidlo, ktoré sa napája z palivových článkov a hlavným zdrojom energie je palivový článok (Frivaldský, 2019).

Hybridný automobil (Hybrid electric vehicle - HEV) je vozidlo, ktoré je poháňané dvomi rozdielnymi druhmi pohonu, z toho jeden je elektrický. Elektrický motor sa využíva pri rozbiehaní vozidla a slúži len ako doplnok k spaľovaciemu motoru (Mojelektromobil, 2020).

Plug-in hybrid (Plug-in hybrid vehicle - PHEV) je vozidlo, ktoré pozostáva z dvoch pohonov, zvyčajne z benzínového a elektrického (Mojelektromobil, 2020).

Infraštruktúra pre elektromobily predstavuje sieť nabíjacích staníc, ktoré umožňujú dobíjanie batérie z elektrickej energie (Ministerstvo hospodárstva, 2013).

Li-ion batéria je batéria podobná tuškovej batérii, no je väčšia a má vyššiu energetickú hustotu (Mojelektromobil, 2020).

1.2 Právne predpisy a normy

Dňa 1.3.2021 vstúpil do platnosti v rámci Európskej Únie, a teda aj Slovenskej republiky zákon o elektromobilite.

Je to **zákon č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov**, ktorého §8 znie:

(1) „Nové nebytové budovy a významne obnovované existujúce nebytové budovy s viac ako desiatimi parkovacími miestami musia mať najmenej jednu nabíjaciu stanicu elektrických vozidiel a infraštruktúru vedenia, najmä rozvody pre elektrické káble, na najmenej jednom z piatich parkovacích miest s cieľom zabezpečiť neskoršiu inštaláciu nabíjacích staníc pre elektrické vozidlá, ak sa parkovisko nachádza

a) vnútri budovy a pri významnej obnove budovy sa obnova vzťahuje aj na parkovisko alebo na elektrickú infraštruktúru budovy, alebo

b) v bezprostrednom susedstve budovy a významná obnova budovy sa týka aj obnovy parkoviska alebo elektrickej infraštruktúry parkoviska.

(2) Nové bytové budovy a významne obnovované existujúce bytové budovy s viac ako desiatimi parkovacími miestami musia mať infraštruktúru vedenia, najmä rozvody pre elektrické káble, pre každé parkovacie miesto s cieľom umožniť neskoršiu inštaláciu nabíjacích staníc pre elektrické vozidlá, ak sa parkovisko nachádza

a)vnútri budovy a pri významnej obnove budovy sa obnova vzťahuje aj na parkovisko alebo na elektrickú infraštruktúru budovy, alebo

b)v bezprostrednom susedstve budovy a významná obnova budovy sa týka aj obnovy parkoviska alebo elektrickej infraštruktúry parkoviska.

(3) Požiadavky podľa odsekov 1 a 2 sa nevzťahujú

a)na budovy, pri ktorých žiadosť o stavebné povolenie alebo žiadosť o povolenie zmeny stavby je podaná do 10. marca 2021,
b)na významne obnovované existujúce budovy, ak náklady na nabíjacie stanice a infraštruktúru vedenia presahujú 7 % celkových nákladov významnej obnovy budovy.

(4) Každá nebytová budova s viac ako 20 parkovacími miestami musí mať od 1. januára 2025 najmenej jednu nabíjaciu stanicu elektrických vozidiel" (Zákon č. 555/2005).

Elektromobilitou, špecifickejšie napájaním elektrických vozidiel sa zaoberá i harmonizačný dokument HD 60364-7-222, ktorý bol prevedený do systému STN ako **STN 33-2000-7-722 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-722: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Napájanie elektrických vozidiel.**

Špecifické požiadavky dokumentu sú určené pre elektrické obvody na:

- dodávku energie do elektrických vozidiel
- spätnú dodávku elektriny z elektrických vozidiel.

V spomínanej STN 33-2000-7-722 je uvedený článok, ktorý popisuje, že pri prenose energie vodivým prepojením, napríklad nabíjacím káblom musia nabíjacie stanice EV spĺňať jednotlivé časti súboru IEC 61851, ktorý bol prevzatý do systému STN v častiach:

- *„STN EN IEC 61851-1 Systém nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 1: Všeobecné požiadavky*
- *STN EN 61851-21 Systémy nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 21: Požiadavky na elektrické vozidlá s vodivým prepojením na striedavé/jednosmerné napájanie*
- *STN EN 61851-21-1 Systémy nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 21-1: Požiadavky na EMC vozidlových nabíjacích zariadení pre elektrické vozidlá určených na vodivé prepojenie na napájanie striedavým/jednosmerným prúdom*

- *STN EN 61851-22 Systémy nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 22: Nabíjacie stanice na striedavý prúd pre elektrické vozidlá*
- *STN EN 61851-23 Systém nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 23: Nabíjacie stanice na jednosmerný prúd pre elektrické vozidlá*
- *STN EN 61851-24 Systém nabíjania elektrických vozidiel vodivým prepojením. Časť 24: Digitálna komunikácia medzi nabíjacou stanicou EV na jednosmerný prúd a elektrickým vozidlom na riadenie nabíjania jednosmerným prúdom"* (Je, 2020)

Pri dodržaní všetkých požiadaviek v uvedených STN nepredstavuje elektrická inštalácia a ani nabíjacia stanica EV požiarne ohrozenie. V normách STN 33-2000-4-42 a STN EN IEC 61851-1 sú popísané technické riešenia a opatrenia, aby bola zabezpečená vhodná elektrická inštalácia a nabíjacia stanica pre EV (Je, 2020).

Čiastkový záver kapitoly 1

Z uvedeného nám vyplýva, že každá novopostavená budova či stavba po významnej rekonštrukcii bude musieť byť vybavená nabíjacími stanicami pre EV alebo bude musieť mať predpripravenú infraštruktúru vedenia, najmä rozvody pre elektrické káble pre neskoršiu inštaláciu nabíjacích staníc pre EV. Týmto faktom sa zvyšuje aj požiarne riziko. Preto je potrebné venovať tejto problematike dostatočnú pozornosť a pripraviť sa na možné riziká zo strany protipožiarnej bezpečnosti stavieb a záchranných zložiek.

2 CIEĽ A METODIKA PRÁCE

Hlavným cieľom bakalárskej práce je zhodnotenie súčasnej situácie v oblasti rozvoja elektromobility na Slovensku s analýzou rozvoja potrebnej infraštruktúry a zabezpečenia protipožiarnej ochrany.

Pre účely splnenia hlavného cieľa bakalárskej práce sme zadefinovali nasledujúce čiastkové ciele:

- Základné pojmy, definície, právne predpisy a normy
- Stanovenie metodiky a cieľov v práci
- Elektromobilita na Slovensku, štatistika, infraštruktúra, označovanie elektromobilov
- Elektromobilita vo vzťahu k záchranným zložkám, nehodovosť elektromobilov, zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrického vozidla
- Elektromobilita vo vzťahu k protipožiarnej bezpečnosti stavieb
- Vyhodnotenie, odporúčania a závery

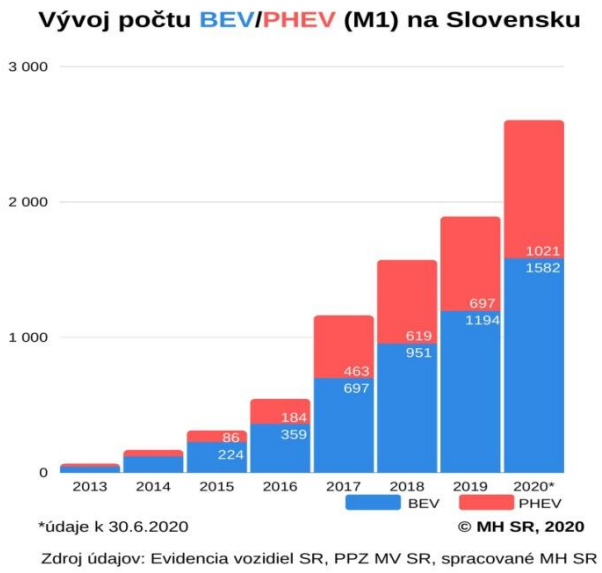
Metodika práce pozostávala z viacerých úkonov. Začali sme vypracovaním literárnych rešerší v Univerzitnej knižnici a v Krajskej knižnici v Žiline. Z rešerší sme preštudovali všetky zdroje a vybrali potrebné a užitočné informácie. Na internete sme sa dostali i k zahraničnej literatúre, teda zahraničným článkom a publikáciám týkajúcich sa danej témy a preložili sme ich. Oboznamovali sme sa s aplikáciou Crash Recovery System najskôr pomocou smartfónu a neskôr pomocou počítača nakoľko nám spoločnosť Moditech poskytla skúšobnú verziu. Napokon sme navštívili príslušníkov HaZZ v Žiline a viedli s nimi rozhovor ohľadom rizík spojených s elektromobilitou a s využitím aplikácie v praxi. Viedli sme aj rozhovory prostredníctvom mobilného telefónu s odborníkmi z Českej republiky, s bývalým okresným riaditeľom HaZZ, s veliteľmi HaZZ a prostredníctvom e-mailu sme komunikovali s ďalšími odborníkmi z praxe.

3 ELEKTROMOBILITA NA SLOVENSKU

Dopyt po elektromobiloch sa každým rokom zvyšuje. V niektorých krajinách sveta dokonca prevyšuje kúpa elektromobilov nad vozidlami so spaľovacím motorom. Aj na Slovensku trend kúpy elektromobilov rastie. Ľudí motivuje množstvo výhod, ale mnohí sa zamýšľajú aj nad nevýhodami. V nasledujúcej kapitole si uvedieme štatistické údaje týkajúce sa elektromobility na Slovensku. Charakterizujeme tiež jednotlivé výhody a nevýhody elektromobilov. Uvedieme mapu infraštruktúry, popíšem označenie elektromobilov a spomenieme aj fabriku na výrobu a recykláciu batérií.

3.1 Štatistika elektromobilov

Prvým krokom k hodnoteniu súčasnej situácie v oblasti elektromobility je štatistická analýza (Obrázok 1), ktorá dokazuje nárast počtu elektromobilov v našej krajine.



Obr. 1 Vývoj počtu batériových elektrických vozidiel a plug-in hybridných elektrických vozidiel (Ministerstvo hospodárstva, 2020)

Z obrázku 1 nám vyplýva, že záujem o elektromobily každým rokom narastá. Za 6 mesiacov pribudlo 388 elektrických vozidiel, čo predstavuje zvýšenie o 24,53%. Plug- in hybridov pribudlo 324, čím sa zvýšil dopyt o 31,73%.

Najviac kupovaným vozidlom v priebehu tohto obdobia bolo Škoda Citigo-e IV, po nej nasledovalo Volkswagen e-Up a na tretie miesto sa dostala Kia, ktorá plánuje vyrábať elektromobily od roku 2024 aj v žilinskom závode (Kuník, 2020a).

3.2 Výhody a nevýhody elektromobilov

Ako každý nový trend v spoločnosti, elektromobilita ponúka množstvo výhod, ale aj nevýhod. Zhrnieme ich v nasledujúcej podkapitole.

3.2.1 Výhody

Výhodami elektromobilov sú napríklad:

- štátne dotácie

V roku 2020 bol tak obrovský záujem o elektromobily, že dotácie sa vyčerpali v priebehu niekoľkých minút. Podľa ministra hospodárstva, Richarda Sulíka, budú dotované elektromobily aj v roku 2021,no výška podpory bude nižšia. MH SR chce podporiť výhradne len elektromobily (Bakša, 2020).

- najnižšia cena za registráciu vozidla a za povinné zmluvné poistenie

- lacnejšia prevádzka v porovnaní so spaľovacími autami

Elektrina slúžiaca na pohon vozidla je lacnejšia ako benzín alebo nafta. Pri možnosti výrobe vlastnej energie je možné výdavky obmedziť.

- tichý chod vozidla

Elektromobil je typický tichým zvukom motora, no pri vyšších rýchlostiach je počuť aerodynamický hluk.

- nulové emisie

Nulové emisie sú najväčšou výhodou elektromobilov. Vďaka nim sa naša planéta môže stať lepším a zdravším miestom pre život.

- bezpečnosť

Konštrukcia elektromobilov sa líši od klasických automobilov. Je to spôsobené náhradou mohutného spaľovacieho motora za batériu umiestnenú v podlahe. Batéria znižuje ťažisko, a to má lepší vplyv na stabilitu vozidla.

- a množstvo ďalších (Mojelektromobil, 2020)

3.2.2 Nevýhody elektromobilov

Elektromobilita obnáša i rad nevýhod, ktorými sú napríklad:

- vysoká kúpna cena

Vysoká cena za elektromobil je najmä z dôvodu drahej batérie nachádzajúcej sa vo vnútri vozidla. Rozdiel v porovnaní s vozidlom na spaľovací motor sa však vráti vďaka nižším prevádzkovým a servisným nákladom.

- dlhší čas nabíjania batérie

Kvôli dlhšiemu času nabíjania batérie sa predlžuje i čas trvania cesty v prípade, ak je dlhšia. Čas nabíjania batérie závisí od jej kapacity a od výkonu nabíjacej stanice.

- väčšie znečistenie pri výrobe kvôli batérii

Pri výrobe batérií sa používajú chemikálie, ktoré pôsobia nepriaznivo na naše životné prostredie. Je zrejmé, že elektromobil to vykompenzuje po 3000 km svojej bezemisnej jazdy.

- kratší dojazd

Pri dlhšej ceste je nevýhodou kratší dojazd. Je nutné naplánovať si cestu s potrebnými zastávkami pre doplnenie elektrickej energie pre pohon vozidla. Veľkou výhodou však je množstvo nabíjacích staníc a fakt, že sa budujú a plánujú budovať ďalšie (Mojelektromobil, 2020).

3.3 Infraštruktúra

Infraštruktúra je na Slovensku pomerne bohatá. Počet nabíjacích staníc stále narastá. Existujú dva typy nabíjania, ktorými je možné dobiť batériu elektromobilu. Sú to:

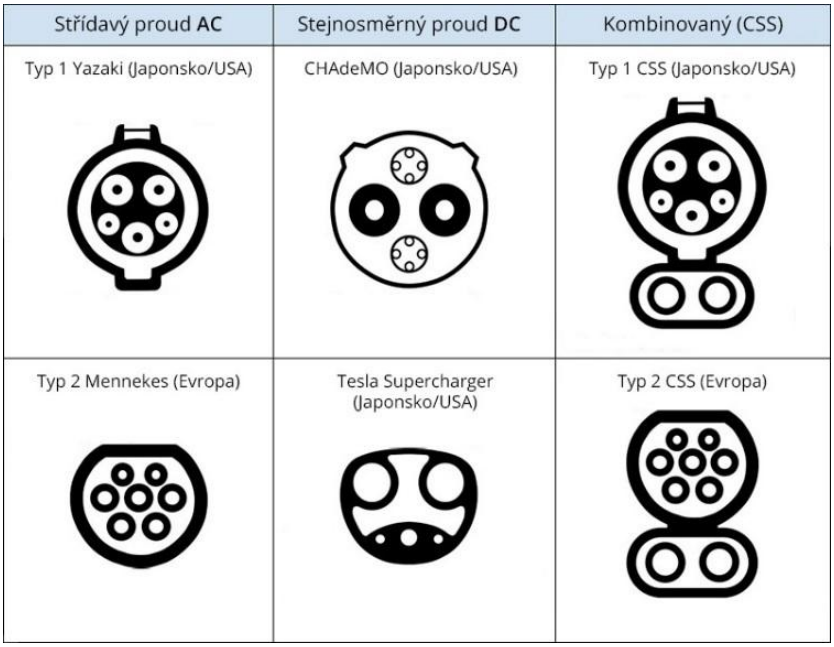
1. AC nabíjanie

Nabíjanie pomalého charakteru, ktoré pracuje prostredníctvom striedavého elektrického prúdu. Jeho výkon je 5kWh a dojazd 100 km dosiahne vozidlo po približne 3 hodinách. Túto formu nabíjania využívajú BEV a PHEV (Kubaská, 2020).

2. DC nabíjanie

Toto nabíjanie je charakteristické jednosmerným prúdom, ktorý sa dostáva priamo do batérie. Nabíjanie je desaťkrát rýchlejšie, čo predstavuje veľkú výhodu najmä pri dlhších cestách. Pomocou tejto nabíjačky dokážu niektoré EV nabiť 80% kapacity batérie za 20 - 40 minút. Pri častej voľbe spomínaného nabíjania sa batérii skracuje životnosť (Kubaská, 2020).

Konektory nabíjania sú vyobrazené na nasledujúcom obrázku č. 2 a popísané sú pod ním.

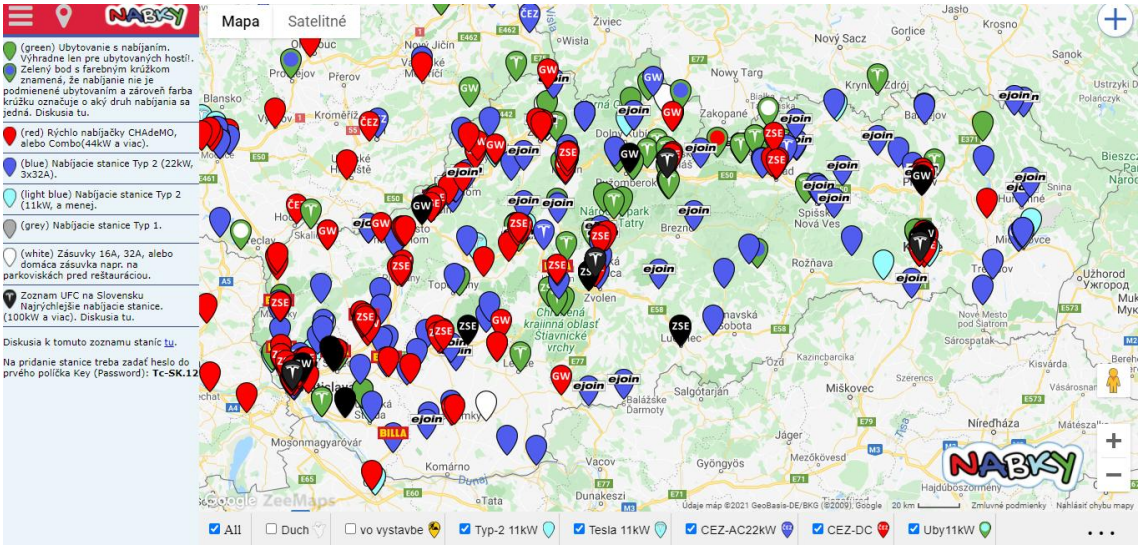


Obr. 2 - Prehľad konektorov pre nabíjanie EV (Všetko, 2018)

- Typ 1 - využíva sa v japonských elektromobiloch pomocou AC nabíjania
- Typ 2 - je využívaný elektromobilmi značky Tesla.
- CCS - predstavuje kombináciu nabíjania jednosmerným aj striedavým prúdom. Je využívaný automobilovými spoločnosťami značky Volkswagen, General Motors, Ford, BMW,..
- CHAdeMO - tento typ nabíjania využívajú automobilové spoločnosti Mitsubishi, Nissan, Subaru a Toyota pomocou DC nabíjania (Elektromobil, 2020)

Nabíjacie stanice sú schopné nabiť batérie elektromobilov za rozličný čas, ktorý závisí predovšetkým od výkonu nabíjacej stanice a od typu batérie. Rýchlonabíjacie stanice sú schopné nabíjať batériu od 100 do 540 km/hod. Tento číselný údaj predstavuje aký dojazd získame za hodinu nabíjania v km. Niektoré rýchlonabíjacie stanice umožňujú dobiť batériu aj za 20 minút na 80%. V pláne výstavby sú aj nabíjacie stanice, ktoré by umožňovali dobiť batériu za 5 až 10 minút. Elektromobily je možné nabíjať aj v domácnostiach pomocou 1-fázových, 3-fázových zásuviek alebo pomocou tzv. wall boxov (Elektromobil, 2020).

Prehľad súčasného stavu nabíjacích staníc pre elektromobily na Slovensku je uvedený v nasledujúcom obrázku.



Obr. 3 Nabíjacie stanice pre elektromobily na Slovensku (nabky.com, 2021)

3.4 Označovanie elektromobilov na Slovensku

V priebehu roku 2020 sa na Slovensku začali poskytovať zelené evidenčné čísla vozidiel pre plug-in hybridy, hybridy a elektromobily. V dnešných dňoch sú vydávané pre všetky elektromobily, keď majitelia o značku požiadajú. Súčasný vlastníci elektromobilov môžu požiadať o výmenu značky.

Výhodami zelenými EČV (Obrázok 4) v súčasnosti sú napríklad:

- bezplatné parkovanie na spoplatnených parkoviskách v určitých mestách alebo obciach
- cenovo výhodnejšie parkovanie na spoplatnených parkoviskách v určitých mestách alebo obciach

Výhodami zelených EČV v budúcnosti budú:

- jazda v autobusových pruhoch - je to však otázka budúcnosti, pretože zatiaľ tak zákon neustanovuje
- povolený vjazd do nízko emisných zón - v súčasnej dobe však nemáme oblasti s takýmito zónami (Kuník, 2020b).

Obr. 4 - Evidenčné čísla elektromobilov (Mojelektromobil, 2020)

3.5 Fabrika na výrobu batérií na Slovensku

Najnovší vývoj v oblasti lítium-iónových batériových článkov pre celý rad trhov a aplikácií ponúka spoločnosť InoBat Auto. Táto fabrika bude postavená v Trnave a pracovné pozície obsadí 1500 zamestnancov. Spoločnosť plánuje vložiť do vybudovania projektu prostriedky v hodnote jednej miliardy eur. Začiatok budovania by mal byť koncom roka 2020 a prvé batérie by mali byť vyhotovené koncom roka 2021. InoBat Auto chce batérie vyrábať podľa potrieb jednotlivých odberateľov. O batérie budú mať záujem automobilky Peugeot, Jaguar Land Rover, Volkswagen a KIA (Kuník, 2020c).

Vďaka pozitívnym výsledkom pri posudzovaní vplyvov na životné prostredie, má spoločnosť možnosť pokračovať v ďalších povoleniach pre realizáciu výstavby. Spoločnosť má plány nie len na Slovensku, ale aj v Európe. Batérie budú predstavovať pokrok vo vývoji z dôvodu nezávislosti od kobaltu, uhlíkovej neutrality, ale aj kvôli vyššiemu dojazdu. Batérie by mali mať dojazd vyšší o 20% (Obrázok 5). InoBat Auto chce neustále vytvárať nové zloženia batérií, aby vyhovovali tým najvyšším požiadavkám z hľadiska bezpečnosti, výkonu a nákladov na EV. Pri výrobe batérii sa budú využívať obnoviteľné zdroje energie kvôli šetrnosti k vzduchu, pôde, prírode a vode (Kuník, 2020d).

Firma InoBat Auto plánuje aj spoluprácu so spoločnosťou Primobius, vďaka ktorej sa budú batérie recyklovať vo fabrike na Slovensku (Kuník, 2020c).

Obr. 5 - Li-ion batéria pre elektromobily (Mojelektromobil, 2020)

Čiastkový záver kapitoly 3

Dopyt po elektromobiloch na Slovensku sa zvyšuje. Dôkazom toho je narastajúci trend záujmu uvedený na obr. 1, rozrastajúca sa infraštruktúra, prvá výrobňa a recyklácia batérií na Slovensku či špeciálne evidenčné čísla vozidiel.

4 ELEKTROMOBILITA - ZÁCHRANNÉ ZLOŽKY

V kapitole popíšeme nehodovosť elektromobilov, zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrického vozidla, dopravné nehody elektrických vozidiel v Žiline a aplikáciu Crash Recovery System.

4.1 Nehodovosť elektromobilov

Elektromobily prinášajú rad rizík najmä kvôli LIB, ktorá sa nachádza v elektromobiloch. LIB vynašla v roku 1980 spoločnosť Goodenough a spoločnosť SONY ju uviedla na trh v roku 1991 (Sun, 2020).
Jej výhodami sú vysoké menovité napätie, dlhá životnosť pri správnom zaobchádzaní a skladovaní, nízke samovybíjanie, možnosť rýchleho nabíjania. Nevýhodami sú možnosť samovznietenia pri tepelných, mechanických alebo elektrických vonkajších vplyvoch, vyššia cena, v priebehu vybíjania klesá napätie (Frivaldský, 2019).

EV sú využívané v extrémne teplých aj v extrémne chladných prostrediach. Tieto extrémy majú negatívny vplyv na výkon batérie a skracujú jej životnosť. Pri vystavení batérie nadmernému teplu alebo pri jej poškodení, dochádza k vnútornému skratu, po ktorom môže nastať vznietenie alebo výbuch. Pri požiari elektromobilu sa produkuje veľké množstvo organických chemikálií, vrátane toxických plynov, akými sú oxid uhoľnatý či kyanovodík, ktoré sú pre človeka smrteľné (Sun, 2020).

Podľa štatistík sa požiar elektrických vozidiel najčastejšie začína v energetickom úložisku, teda v batérii. Príčinu požiarov EV možno rozdeliť do niekoľkých kategórií:

1. Samovznietenie počas státia vozidla. Môže to súvisieť s poveternostnými podmienkami - napríklad vysoká teplota alebo vlhkosť či chybne vyrobená batéria.

2. EV sa vznieti počas nabíjania. Táto porucha môže súvisieť so zlyhaním LIB v dôsledku prebíjania alebo chybou nabíjacích staníc.

3. LIB sa poškodí dôsledkom dopravnej nehody. Poškodenie batérie môže byť tak rozsiahle, že sa vznieti.

4. EV sa môže vznietiť vonkajšími vplyvmi - napríklad podpaľačstvo alebo susedné horiace vozidlo (Sun, 2020).

Každý výrobca EV by mal spotrebiteľov informovať o pokynoch pri autonehodách EV. Majitelia EV by mali byť oboznámení s bezpečnostnými informáciami a postupmi pri krízovej situácii. Vlastník vozidla by mal pri spozorovaní iskrenia, dymenia alebo plameňov urýchlene zastaviť vozidlo, vypnúť ho, vzdialiť sa a privolať záchranné zložky (Sun, 2020).

4.2 Zistenie súčasného stavu pri postupe nehody elektrického vozidla

Pri nehode EV by sa vlastník vozidla nemal dotýkať vysokonapäťových častí EV. Pri nevyhnutnosti styku týchto častí, musí automobil obsahovať osobné ochranné pracovné prostriedky. Nebezpečné časti bývajú označené oranžovou farbou a inými výstražnými nálepkami, ktorých príklady sú uvedené na obrázku 6 (Monoši, 2017).

Obr. 6 - Nápisy varujúce pred možným nebezpečenstvom (Nissan, 2013)

Odporúčaný postup hasenia EV je nasledovný:

1. Identifikácia vozidla

Pri stále narastajúcom počte elektromobilov je vhodné použiť aplikáciu Crash Recovery System, poprípade príručku od výrobcov vozidiel či videá z youtube. Záchranné zložky si pomocou aplikácie vyhľadajú presný typ vozidla a umiestnenie batérie, izolačných spínačov, vysokonapäťových káblov, akumulátora a iných prvkov a dôležitých informácií potrebných k čo najrýchlejšiemu a bezpečnému zdolaniu požiaru.

2. Určenie plánu hasenia požiaru

Možnosťou je buď nechať vozidlo horieť alebo uhasiť ho vodou (Sun, 2020).

3. Ochrana ľudí

Ak sa osoby nachádzajú vo vnútri vozidla, je potrebné zistiť, v akom stave je vysokonapäťový systém EV. Môžu nastať tri stavy:

- Vysokonapäťový systém je neporušený a osoby je možné vyslobodiť bez vyslobodzovacieho náradia. Systém je možné odpojiť a následne vyslobodiť osoby bez čakania.
- Vysokonapäťový systém je neporušený a osoby je nutné vyslobodiť s použitím vyslobodzovacieho náradia. Systém je možné odpojiť, ale behom prvých desiatich minút je nutné nezasiahnuť káblové zväzky alebo iné prvky vysokonapäťového systému.
- Vysokonapäťový systém je porušený a sú zjavné poškodenia vedenia. Po odpojení je nutné počkať 10 minút kým sa eliminuje zvyškové napätie v systéme (Monoši, 2017).

Na mieste nehody je potrebné, aby si všetky osoby chránili dýchacie cesty buď ochrannými dýchacími prostriedkami alebo dostatočnou vzdialenosťou od miesta nehody (Sun, 2020).

4. Zastabilizovanie vozidla

Pri príchode záchranárov na miesto incidentu je potrebné vozidlo zaistiť proti pohybu. Používajú sa na to kliny alebo zdvíhacia nafukovacia výstroj. Tieto komponenty sa neodporúčajú pokladať pod vysokonapäťové príslušenstvo kvôli ich možnému porušeniu a následnému zásahu elektrickým prúdom (Monoši, 2017).

5. Uhasenie ohňa, v prípade nabíjania vypnutie nabíjania

Je niekoľko možností ako uhasiť EV. Jednou je nechať vozidlo úplne vyhorieť. Je však nutné zameriavať sa na ochranu okolia. Táto možnosť nie je vhodná z pohľadu ekonomiky, pretože uzavretie cesty na minimálne 8 hodín by pozastavilo infraštruktúru. Druhou možnosťou je vozidlo uhasiť vodou. Na hasenie EV je potrebné veľké množstvo vody, čo predstavuje približne 1125 litrov vody za minútu. Pri tejto možnosti musíme zohľadniť aj odtok vody, pretože odtekajúca voda je kontaminovaná sadzami a chemikáliami a môže sa dostať do pôdy alebo kanalizácie (Sun, 2020).

Ďalšou možnosťou je ponoriť vozidlo do kontajnera naplneného vodou a nechať ho tam určitý čas, aby sa požiar úplne uhasil a zároveň, aby vozidlo opätovne nevzplanulo.

6. Vyčistenie miesta a odvoz vozidla na určené miesto

Ak bolo EV vystavené požiaru, treba s ním manipulovať veľmi opatrne. Dôsledkom poškodenia LIB je riziko, že batéria sa opätovne vznieti. EV by sa malo zaparkovať na parkovisko v exteriéri v dostatočnej vzdialenosti od okolitých vozidiel, horľavých predmetov, horľavých povrchov a budov. Poškodené vozidlá by mali byť označené určitým spôsobom, aby pracovníci dodržiavali postupy a preventívne opatrenia (Sun, 2020).

4.1.1 Príklady nehôd elektromobilov a následných požiarov v Európe

- Tragická nehoda vozidla Audi e-tron

Obr. 7 - Tragická nehoda vozidla Audi e-tron (youtube.com, 2020**)**

29.júla 2020 sa v Nemeckom Brandenbursku udiala vážna tragická dopravná nehoda. Mladá vodička narazila do stromu, vozidlo začalo horieť a nedalo sa otvoriť. Aj napriek rýchlemu zásahu hasičov, sa nepodarilo oheň dostať pod kontrolu a vozidlo nekontrolovateľne neustále horelo. EV bolo možné otvoriť až po uhasení požiaru, kedy už bola vodička mŕtva (Mudroň, 2020).

- Nehoda vozidla Tesla Model S

Obr.8 - Nehoda vozidla Tesla model S (facebook.com, 2017**)**

18. októbra 2017 vo vysokej rýchlosti narazil do betónového múru vodič auta značky Tesla. Vozidlo narazilo prednou časťou vozidla, kde bol oheň iniciovaný akumulátorom. Zdolávanie požiaru bolo veľmi náročné, celkovo požiar hasili 35 hasiči a spotrebovalo sa obrovské množstvo vody na chladenie batérie. Taktiež do ovzdušia unikalo veľa toxických plynov. Vozidlo sa následne umiestnilo na 48 hodín do karantény kvôli možnému ďalšiemu požiaru (Sun, 2019).

- Požiar elektromobilov na rýchlonabíjačke

Obr. 9 - Požiar elektromobilov na nabíjačke (youtube.com, 2020)

8. mája 2020 v čínskom meste Dongguan došlo k požiaru. Na rýchlonabíjacej stanici sa nabíjali štyri EV. Z jedného z vozidiel začal vychádzať hustý čierny dym a následne došlo k výbuchu. Vozidlo zachvátili plamene, ktoré sa začali šíriť aj na vedľajšie vozidlo. Vedľajšie vozidlo po krátkom čase začalo cúvať a po čase explodovalo aj ono. Oheň sa presunul aj na ďalšie vozidlo. Podľa dostupných informácií boli zničené dokopy 4 vozidlá. Na mieste udalosti zasahovalo 40 príslušníkov hasičského zboru. Príčina výbuchu nie je známa, no po udalosti boli uzavreté všetky nabíjacie stanice Didi (Fialka, 2020).

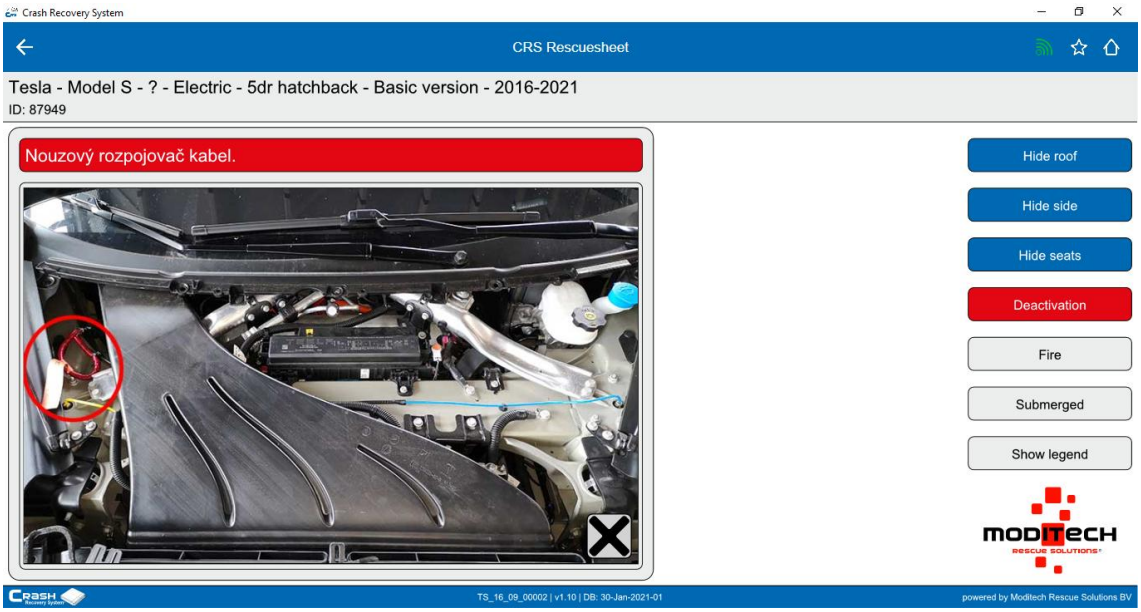
Pri zhliadnutí videa tohto incidentu je však viac než pravdepodobné, že príčinou požiaru EV bola batéria vozidla. Nakoľko zvuky vo videu sú typické pre zvyšujúci sa tlak v jednotlivých článkoch batérie, postupne sa uvoľňujúci tlak vo vnútri batérie a následné povolenie ochranného obalu (Je, 2020).

4.1.2 Správy o nehodovosti EV

Spoločnosť Tesla sa rozhodla publikovať správy o nehodovosti a požiarovosti vozidiel. Prvé informácie o nehodovosti a požiarovosti týchto vozidiel sa objavili v októbri roka 2018 a vydáva ich raz za 3 mesiace. EV tejto spoločnosti sú predstavované ako najbezpečnejšie autá na svete kvôli pasívnej a aktívnej bezpečnosti a automatizovanej asistencii vodiča. Tesla na základe prípadov nehôd vylepšuje modely spevnenou konštrukciou batérie, ktorá zaisťuje, že oheň sa nedostane k batérii (Tesla, 2020).

4.3 Dopravné nehody elektrických vozidiel v Žiline a postup HaZZ

Zo zistených informácií sa na Slovensku doposiaľ nevyskytol požiar EV. Spomeniem však dve nehody EV v Žiline v priebehu roka 2020 s veliteľom Ing. Tomášom Chromiakom. V prvom prípade sa jednalo o vozidlo Tesla model S. Pri tomto type vozidla hasiči nemali problém deaktivovať systém, pretože mali poznatky o deaktivácii. Prednú kapotu otvorili dvojitým stlačením uvoľňovacieho tlačidla na kľúči od vozidla. Po otvorení prednej kapoty odpojili vysokonapäťový kábel v ľavej časti a napätie vo vozidle sa vyplo. Vyobrazenie miesta vysokonapäťového kábla je na nasledujúcom obrázku č. 10 (Chromiak, 2021).



Obr. 10 - Deaktivácia vysokonapäťového systému vo vozidle Tesla S (CRS, 2021)

V druhom prípade sa jednalo o vozidlo Kia Soul. Informácie o deaktivácii systému museli hasiči vyhľadávať cestou na výjazd prostredníctvom internetu zo zahraničných stránok či videí. Odpojovač bol umiestnený v zadnej časti vozidla, na podlahe pod stredným sedadlom. K odpojovaču sa bolo možné dostať len po odskrutkovaní niekoľkých skrutiek. Napokon sa však podarilo systém deaktivovať (Chromiak, 2021).

4.4 Crash Recovery System

Z uvedených skúseností nehôd elektromobilov je podľa môjho názoru potrebné aktualizovať aplikáciu Crash Recovery System, ktorú majú hasiči vo výjazdových tabletoch alebo zvoliť inú vhodnú alternatívu rýchleho a spoľahlivého vyhľadávania informácii pri požiaroch alebo nehodách elektromobilov.

Aplikácia ponúka niekoľko verzií. Dve verzie sú dostupné pre Európu a aj pre Slovensko, nakoľko sa dá verzia spustiť v českom jazyku.

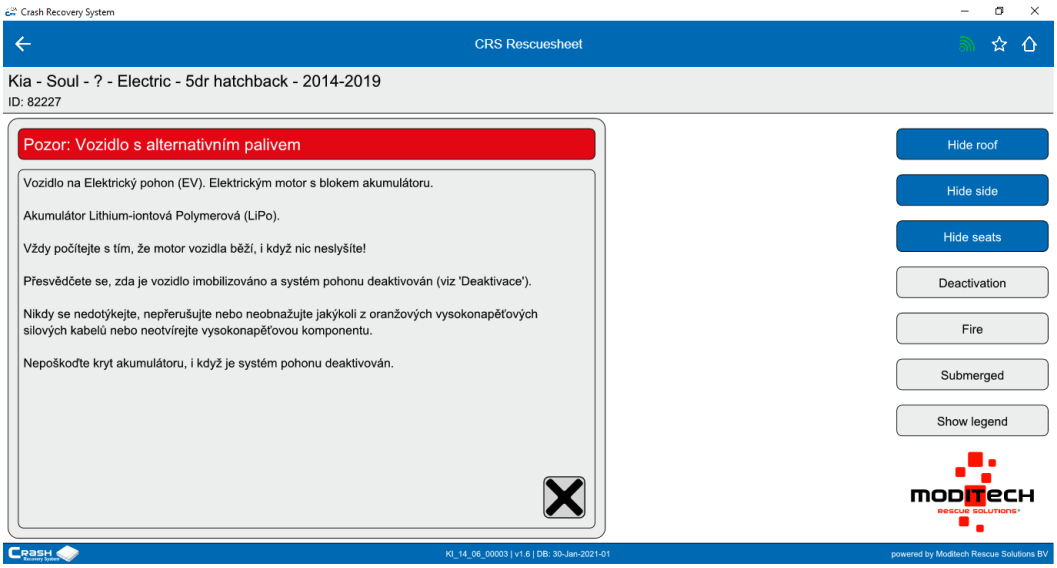
- Verzia Lite Edition

Verzia CRS Lite ponúka statické údajové listy, informácie o bezpečnosti vozidiel, mesačné online aktualizácie za nízku cenu. Zobrazená grafika však nie je interaktívna, takže v tejto edícii neexistujú ďalšie základné informácie a fotografie. V databáze sú k dispozícii všetky vozidlá vrátane dodávok, autobusov

a nákladných vozidiel. Pre výber vozidla je potrebné zvoliť značku, model, karosériu a modelový rok vozidla v užívateľskom konte (moditech.com, 2021). Túto verziu má HaZZ v demo verzii z roku 2012.

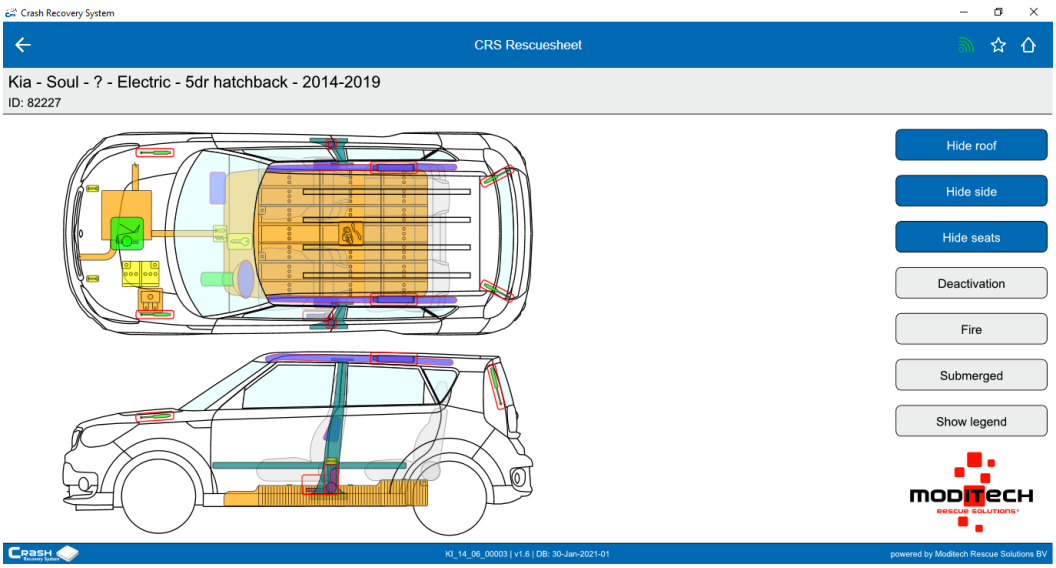
- Verzia Standard Full Edition

Verzia Crash Recovery System plného vybavenia ponúka interaktívnu grafiku zobrazujúcu postupy umiestnenia a deaktivácie bezpečnostných komponentov a pohonných systémov, umožňuje prístup ku komplexnej databáze vrátane všetkých osobných automobilov vybavených airbagmi. Vydanie obsahuje najnovšie technológie - hybridné, elektrické a palivové články, nové technológie airbagov a pokrokové oceľové výstuže. Má k dispozícii rýchly a ľahký prístup ku všetkým relevantným informáciam o vozidle na záchranu. Obsahuje aj ďalšie informácie, ktoré popisujú presné možnosti bezpečnej deaktivácie pohonného a zadržiavaceho systému počas zásahu. Pre výber vozidla v štandardnej plnej edícii je nutné zvoliť značku, model, karosériu a modelový rok vozidla v užívateľskom konte (moditech.com, 2021).
Spoločnosť Moditech mi poskytla túto plnú verziu na skúšobné obdobie.
V nasledujúcich obrázkoch uvediem postup pri zásahu spomínaného vozidla Kia Soul. V aplikácii som si vyhľadala v položke Cars and Vans značku vozidiel Kia, model Soul, elektrické prevedenie a rok výroby 2014-2019. Po kliknutí na rok výroby sa zobrazil nasledujúci panel (Obrázok 11):



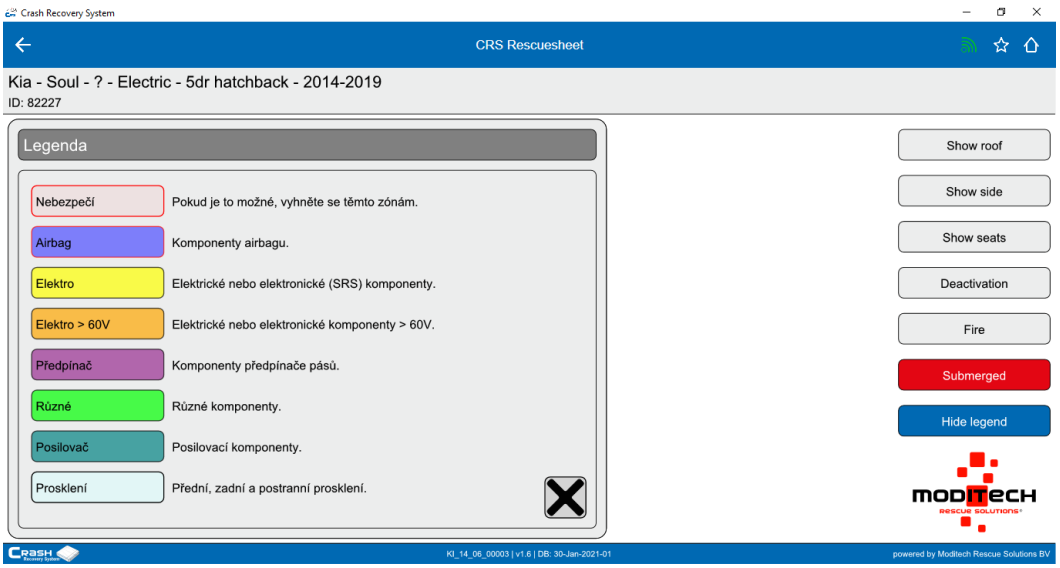
Obr.11 - Upozornenia pri voľbe vozidla (CRS, 2021)

Po zatvorení tohto panela sa vyobrazilo vozidlo s farebnými komponentmi (Obrázok 12):



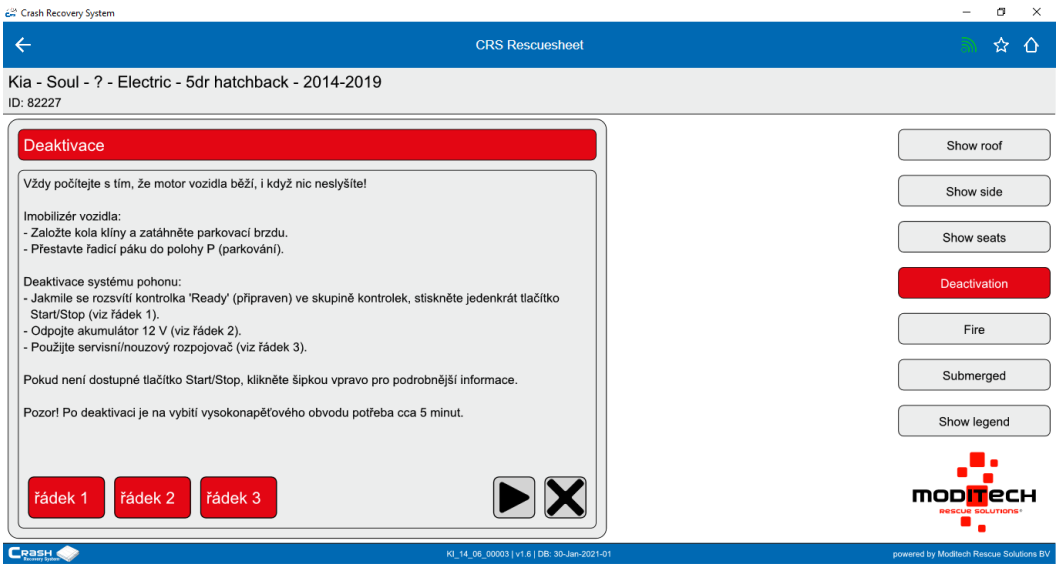
Obr. 12 - Vyobrazenie vozidla s farebnými komponentmi (CRS, 2021)

Tabuľka s vysvetlením farebných komponentov (Obrázok 13) sa vyobrazila po stlačení tlačidla „*Show legend*“ v pravej časti.



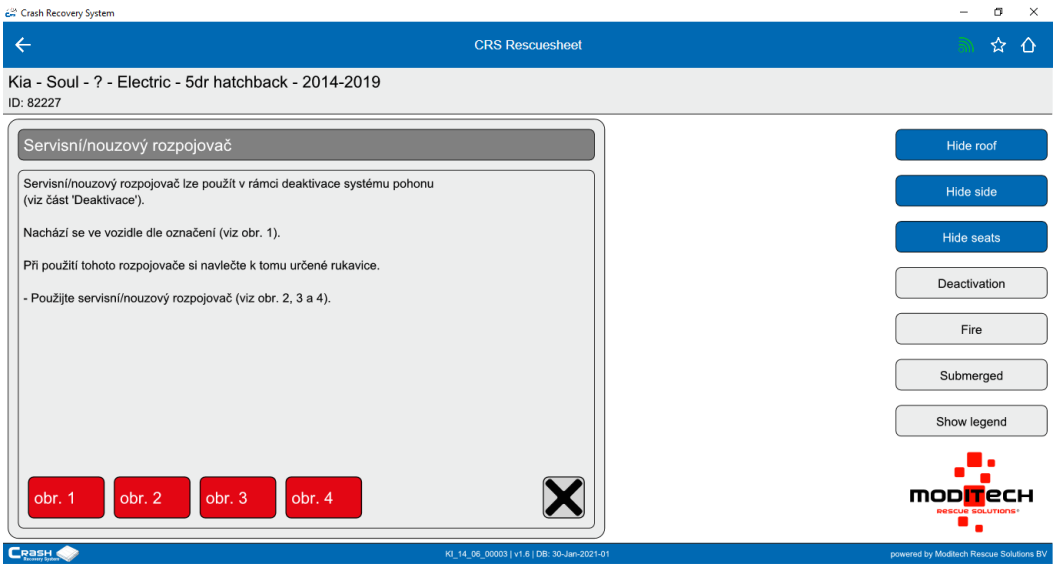
Obr. 13 - Vysvetlenie farebných komponentov (CRS, 2021)

Postup ako deaktivovať vozidlo (Obrázok 14) sa zobrazí po stlačení tlačidla *„Deactivation“* v pravej časti. *„ “*



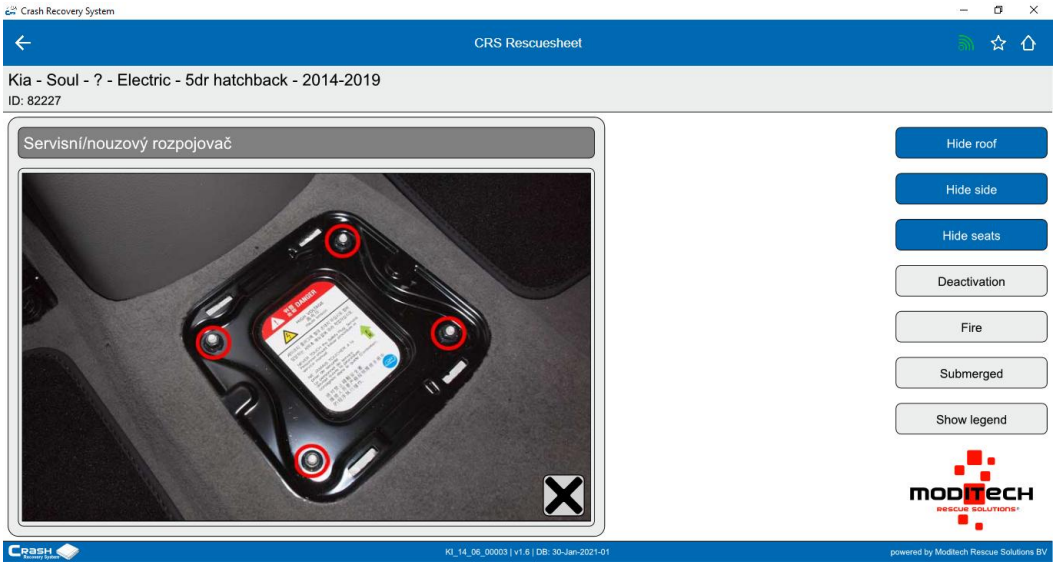
Obr. 14 - Deaktivácia systému (CRS, 2021)

Po stlačení tlačidla *„řádek 3“* sa zobrazí tabuľka (Obrázok 15) ako systém deaktivovať pomocou fotografií, ktoré sa zobrazia po kliknutí na *„obr. 1“* (Obrázok 16), *„obr. 2“* (Obrázok 17), *„obr. 3“* (Obrázok 18) a *„obr. 4“* (Obrázok 19).

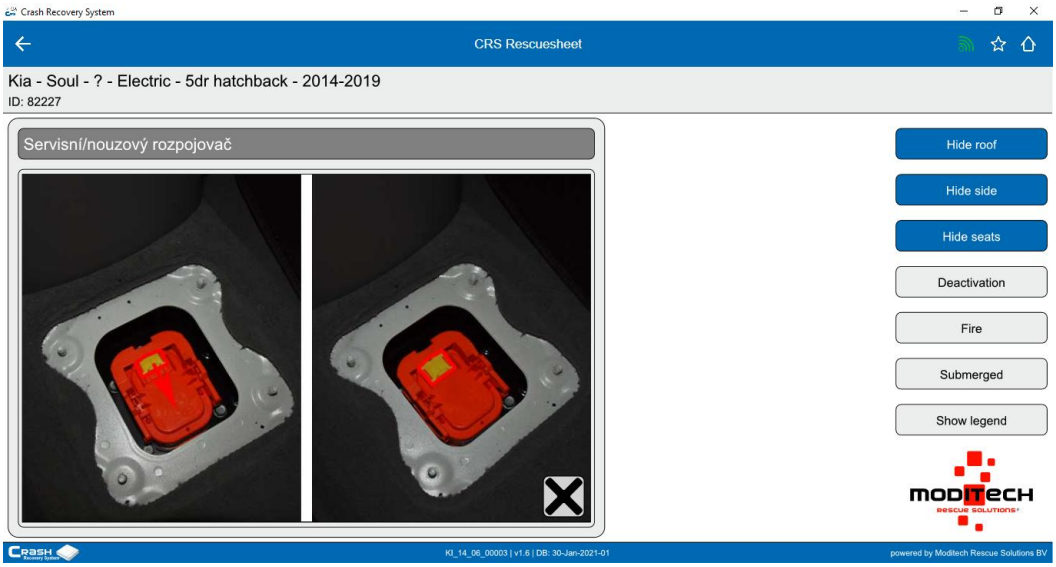


Obr. 15 - Postup pri deaktívacii systému vozidla (CRS, 2021)

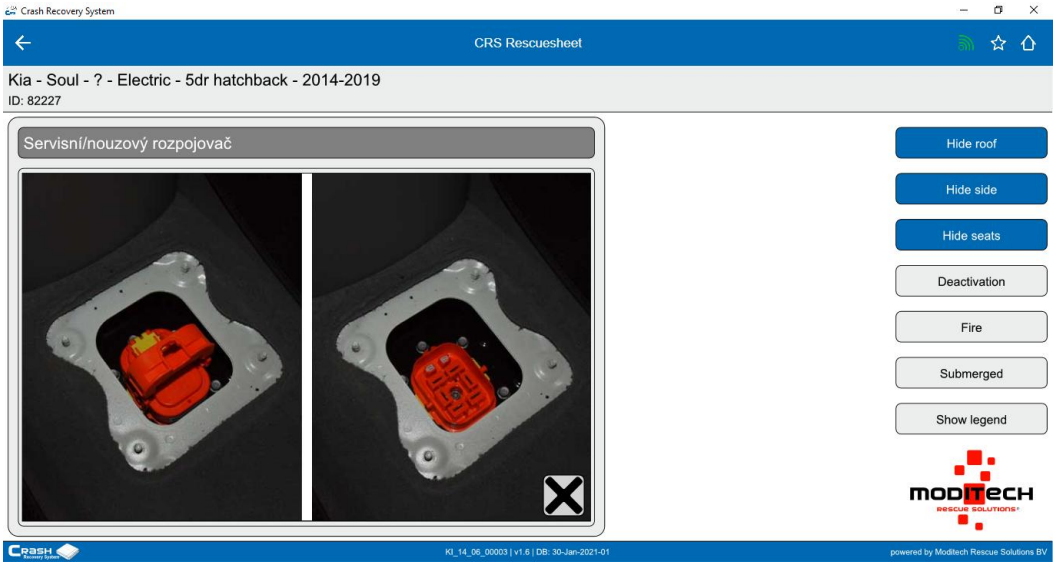
Obr.16 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)



Obr. 17 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

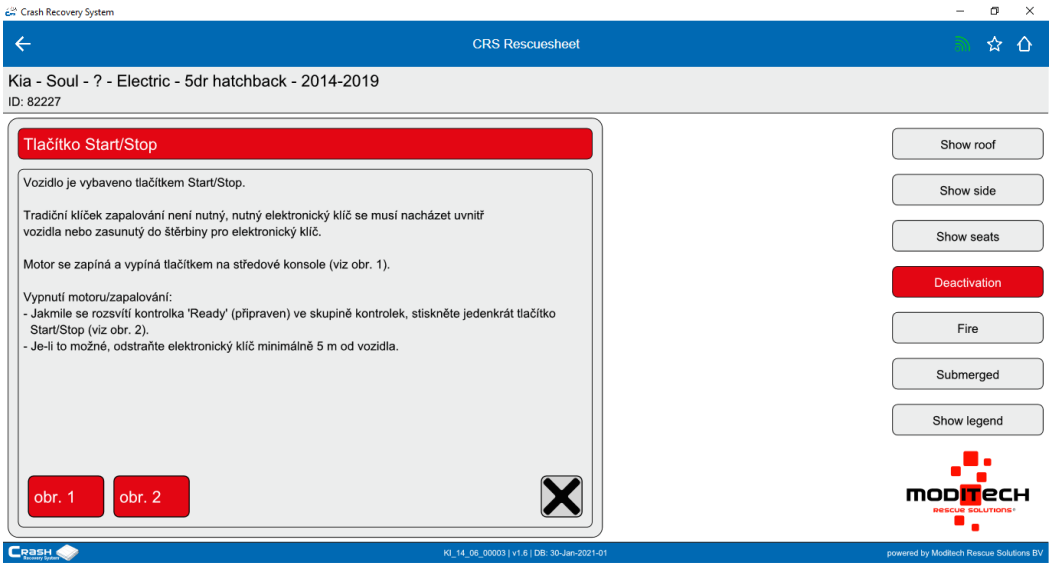


Obr. 18 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

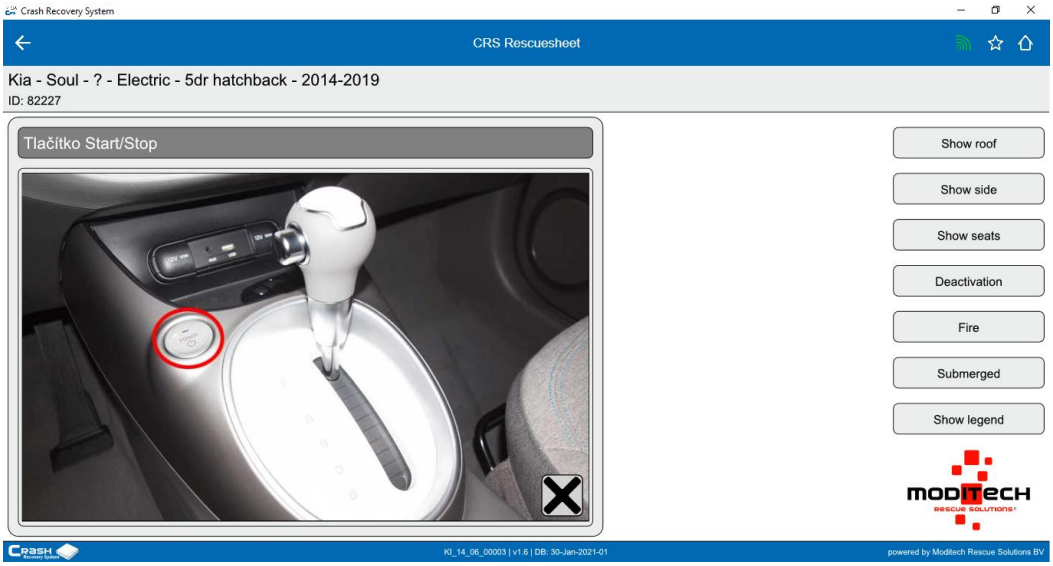


Obr. 19 - Postup pri deaktivácii systému vozidla (CRS, 2021)

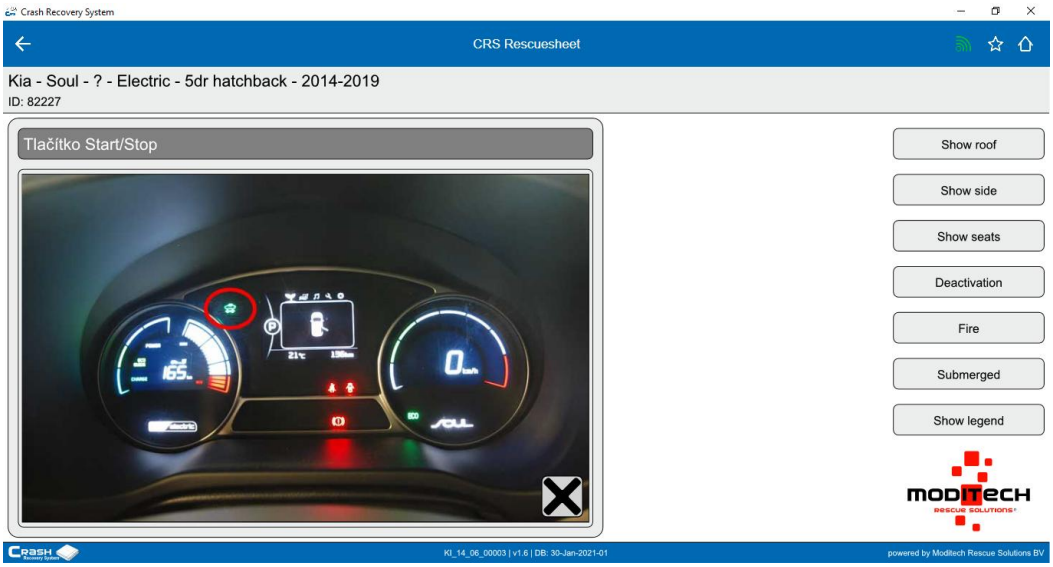
Obrázok 14 ponúka možnosť stlačenia tlačidla „řádek 2“. Po stlačení tlačidla sa zobrazí postup ako je možné vypnúť motor s fotografiami po stlačení tlačidiel *„obr. 1“* (Obrázok 21) a *„obr. 2“* (Obrázok 22).



Obr.20 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)

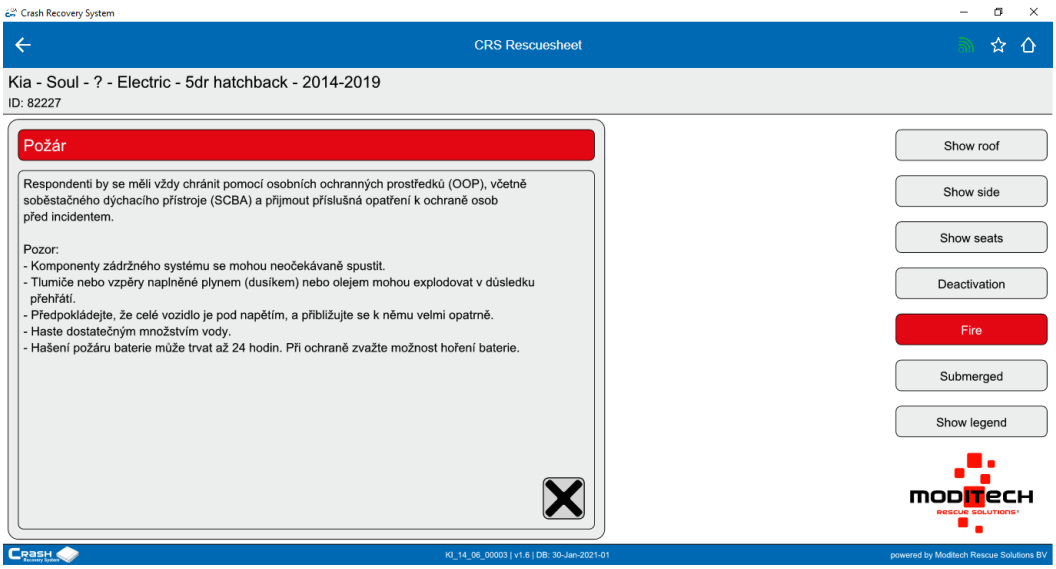


Obr. 21 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)



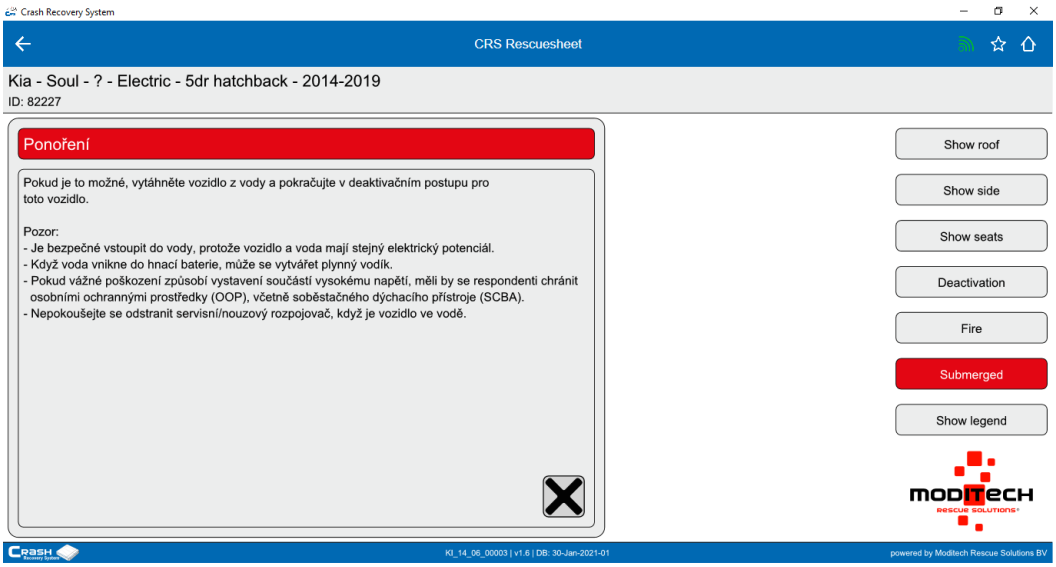
Obr. 22 - Postup vypnutia motora (CRS, 2021)

V paneli na pravej časti sa nachádza aj tlačidlo *„Fire“*. Po stlačení sa zobrazí tabuľka (Obrázok 23) s pokynmi pri požiari vozidla.



Obr. 23 - Postup pri požiari vozidla (CRS, 2021)

V paneli na pravej časti sa nachádza tlačidlo *„Submerged“*. Po stlačení sa vyobrazia pokyny (Obrázok 24) na čo je potrebné dávať pozor pri ponáraní vozidla do vody.



Obr.24 - Ponorenie vozidla (CRS, 2021)

Čiastkový záver kapitoly 4

Nehody a incidenty na cestách sa dejú z rôznych príčin, ktorými môžu byť nepozornosť vodičov, vysoká rýchlosť, neohľaduplnosť či ignorovanie dopravných značiek. Je potrebné venovať riadeniu vozidla dostatočnú pozornosť, aby sme nespôsobili zrážku. Z uvedených nehôd je zrejmé aké nebezpečenstvo predstavujú nehody EV a ako je potrebné postupovať. Aplikácia Crash Recovery System ponúka rýchle, presné a spoľahlivé riešenie ako postupovať pri nehode alebo požiari EV.

5 ELEKTROMOBILITA - POŽIARNA BEZPEČNOSŤ STAVIEB

Je žiaduce zodpovedne pristupovať ku kritériám protipožiarnej bezpečnosti týkajúcej sa statickej dopravy EV a nabíjacích staníc vo vnútri budov. Požiarna bezpečnosť je preto kľúčovou témou vo sfére špecialistov požiarnej ochrany, stavebných spoločností a prevádzkovateľov parkovísk. EV majú tendenciu vznietiť sa v dôsledku poškodenia batérie alebo jej vystaveniu nežiaducim vplyvom. Pri vznietení batérie sa plamene šíria extrémne rýchlo a vytvárajú vysoké teplo. Teplota sa môže zvýšiť až na tisíc a viac stupňov Celzia. Oheň môže poškodiť nosnú konštrukciu a spôsobiť zrútenie parkoviska (Fire, 2020).

Príkladom môže byť požiar v nákupnom centre Douglas Village v Írskom Corku. Pri požiari osobného vozidla pri včasnom zistení a so skorým prijatím opatrení, došlo k vážnej nehode. Bolo poškodených viac ako 60 automobilov, ale narušila sa aj statika budovy, čo malo za následok škody v miliónoch eur (Logan, 2019).

Ďalším príkladom je požiar EV v Českej republike. Auto začalo horieť v autoservise v Čestlích. Požiar začali hasiči hasiť pomocou hasiacich prístrojov, pod kolesá umiestnili kliny a pomocou navijaku vytiahli vozidlo von z budovy, kde vozidlo ochladzovali. Veliteľ zásahu si vyžiadal špeciálny kontajner na úplné uhasenie elektromobilu. Pomocou žeriavu sa vozidlo umiestnilo do kontajnera a následne bolo zaliate vodou, aby nedošlo k nežiaducemu horeniu. Škoda bola v prepočte vyčíslená na viac ako 70 000 eur (Fliegerová, 2020).

5.1 Riešenie protipožiarnej bezpečnosti stavieb v Slovenskej republike

Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v §8a, hovorí o elektromobilite, o povinnosti zriaďovať nabíjacie stanice alebo rozvody pre neskoršiu inštaláciu nabíjacích staníc vo vnútri budov. V zákone sa však nespomínajú povinnosti, normy ani predpisy, ktorými by sa mala zabezpečiť požiarna bezpečnosť stavieb (Elektromobilita, 2021).

Asociácia pasívnej požiarnej ochrany Slovenskej republiky spolu s inými organizáciami začala vo veci konať tak, že sa dožadovala Ministerstva dopravy a

výstavby SR vysvetliť pojmy "infraštruktúra vedenia, najmä rozvody pre elektrické káble" a "nabíjacia stanica" pre správne uvedenie zákona do praxe v súvislosti s návrhmi vhodnej elektroinštalácie, ale taktiež kvôli návrhu vhodného stavebného riešenia (Elektromobilita, 2021).

Odpoveď s výkladmi dožadovaných pojmov obdržali. V odpovedi sa písalo, že pojmom "infraštruktúra vedenia, najmä rozvody pre elektrické káble" je nutné rozumieť systémy elektroinštalačných rúrok alebo systémy na ukladanie elektrických káblov, ktorými sú napríklad žľaby, kanály, príchytky, rúrky, vyhotovených podľa STN. Tieto komponenty by mali zabezpečiť neskoršie vyhotovenie nabíjacích staníc pre EV v súlade so zákonom. Slovné spojenie "nabíjacia stanica" nie je definované v zákone, takže nie je presne vymedzený typ nabíjacej stanice pre EV, ktorý sa musí vyhotovovať vo vnútri budov. Typ nabíjacej stanice sa vyhotoví podľa konkrétnych podmienok. Je možné zvoliť si nabíjaciu stanicu pre bežné, stredne rýchle alebo rýchlo nabíjanie a taktiež je možné zvoliť si či sa vozidlo pripojí na bežnú zásuvku, 230V alebo 400V za pomoci adaptéra poskytnutého s vozidlom (Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, 2020).

Plk. Mgr. Rudolf Kramář, vedúci pracoviska komunikácie Hasičského a záchranného zboru Českej republiky, mi sprostredkoval informácie ohľadom riešenia PBS v rámci Európskej únie, nakoľko zákon je platný pre všetky štáty EÚ. Podľa jeho informácií v rámci EÚ nie sú žiadne predpisy, zákony, požiadavky ako zabezpečiť PBS. Asi 2 týždne po kontaktovaní EÚ, ich EÚ oslovila s požiadavkou o vypracovanie takéhoto riešenia PBS. Preto odborníci z Českej republiky momentálne pracujú na vytváraní požiadaviek zabezpečenia PBS s nabíjacími stanicami vo vnútri budov (Kramář, 2021).

4.2 Riešenie protipožiarnej bezpečnosti stavieb niektorých Európskych krajín

Požiarnu bezpečnosť EV a nabíjacích staníc vo vnútri budov rieši i Holandsko. Odborníci z holandského hasičského zboru na základe štúdia odbornej literatúry a praktických poznatkov vydali publikáciu, ktorá obsahuje opatrenia na

zlepšenie protipožiarnej bezpečnosti. Tieto opatrenia môže prijať vlastník/ správca budovy na zníženie rizika a následkov požiarov a sú to opatrenia:

- Architektonické
  - možná dodatočná ochrana stavby v blízkosti parkovacích miest s EV
  - parkovanie EV v najnižšom podlaží v umelej vani, ktorá sa môže v prípade požiaru naplniť vodou

- Inštalačno - technické
  - zriadenie zariadenia, pomocou ktorého môžu prítomní ľudia alebo hasiči v prípade núdze odpojiť nabíjacie zariadenia od napájacieho zdroja
  - umiestnenie parkovacích miest pre EV a nabíjacie stanice nie na miestach, kde je privádzaný vzduch (napríklad na otvorenej fasáde) a nie na mieste únikovej cesty pre osoby
  - umiestnenie výfukových kanálov tak, aby splodiny horenia vychádzajúce z garáže nespôsobovali nepriaznivé účinky na životné prostredie

- Organizačné
  - zaistenie rýchleho sledovania požiarneho poplachu
  - poskytnutie pokynov ako postupovať v prípade núdze pre užívateľov

- Preventívne
  - umiestnenie parkovacích miest a nabíjacích staníc čo najbližšie k vjazdom a východom z garáže
  - oznámenie príjazdu EV do budovy a zaparkovanie na určené miesto
  - plán vyvezenia EV von z budovy po uhasení (Brandveiligheid, 2020)

Čiastkový záver kapitoly 5

Z uvedených poznatkov je zrejmé, že Slovenská republika nemá žiadne zákony, normy či odporúčania pri zabezpečovaní protipožiarnej bezpečnosti stavieb súvisiace s elektromobilitou. Podľa nášho názoru je potrebné sa touto problematikou zaoberať čím skôr, nakoľko povinnosť zriaďovania nabíjacích staníc je v platnosti od 1.3.2021 v rámci celej Európskej Únie. Je potrebné zvážiť či by mala Slovenská republika čakať na nariadenie Európskej únie alebo či túto problematiku bude riešiť v rámci riešenia PBS Slovenskej republiky.

6 ODPORÚČANIE

Pri písaní práce sme dospeli k záveru, že tejto problematike sa v rámci Slovenskej republiky nekladie dostatočná pozornosť. Preto v nasledujúcich podkapitolách stručne popíšeme možnosti riešenia problematiky.

6.1 Odporúčanie pre záchranné zložky

Na základe zistených skutočností, v HaZZ je podľa nášho názoru potrebné záchranným zložkám zabezpečiť aktuálnu verziu aplikácie Crash Recovery System. Je na zvážení kompetentných či by sa jednalo o lite verziu (v hodnote 164 eur na jedno zariadenie) alebo o štandardnú plnú verziu (v hodnote 349 eur na jedno zariadenie). Myslíme si však, že štandardná plná verzia je vhodnejšia, pretože ponúka interaktívnu grafiku zobrazujúcu postupy umiestnenia a deaktivácie bezpečnostných komponentov a pohonných systémov. Obsahuje aj ďalšie informácie, ktoré popisujú presné možnosti bezpečnej deaktivácie pohonného a zadržiavacieho systému počas zásahu.

Po konzultácii s veliteľom HaZZ, Ing. Tomášom Chromiakom sme sa zhodli na riešení poskytnúť aplikáciu pre Operačné strediská v rámci jednotlivých krajov. Tým pádom by sa zakúpilo osem licencií v plnej verzii v hodnote 2792 eur na jeden rok. Operačné strediská by v rámci výjazdov hasičom poskytli potrebné informácie prostredníctvom snímok obrazovky z aplikácie alebo pokynov prostredníctvom telefónu. Takýmto spôsobom by mali hasiči potrebné, spoľahlivé informácie v priebehu niekoľkých sekúnd, ktoré následne aplikujú pri autonehode alebo požiari EV.

Taktiež si myslíme, že je potrebné zaobstarať pre záchranné zložky kontajner na hasenie EV alebo podpísať dohodu s Českou republikou, ktorá má kontajnerov niekoľko a v prípade potreby by kontajner poskytli. Je nevyhnutné zaoberať sa aj otázkou umiestnenia kontaminovanej vody z kontajnerov prostredníctvom orgánov ochrany životného prostredia.

Kontajner je vyobrazený na nasledujúcom obrázku 25.

Obr. 25 - Kontajner pre hasenie EV (Fliegerová, 2020)

6.2 Odporúčanie pre riešenie protipožiarnej bezpečnosti stavieb

V návrhu riešenia a zohľadnenia PBS spomeniem niektoré odporúčania holandskej príručky a odborníkov z Českej republiky. Sú nimi:

- Vyhradené parkovacie miesta pre EV s väčšou šírkou

Tieto parkovacie miesta by sa mali nachádzať v blízkosti vchodu alebo východu z budovy a mali by mať väčšiu šírku parkovacieho pruhu ako je štandardná, nakoľko je možné vznietenie v dôsledku poškodenia batérie. Širší pruh by mohol zabezpečiť neskoršie zachvátenie vedľajšieho odparkovaného vozidla.

- Parkovacie miesta pre EV by nemali byť umiestnené na únikovej ceste

Parkovacie miesta ani nabíjacie stanice pre EV by sa nemali umiestniť na únikovej ceste z dôvodu nepriechodnosti alebo úplného zatarasenia únikovej cesty.

- Vzdialené odpojenie nabíjania

Vzdialený odpojovač nabíjania by zabránil prívodu elektrickej energie do EV na diaľku. V prípade absencie takéhoto odpojovača by v niektorých prípadoch nebolo možné vozidlo odpojiť, nakoľko by mohlo byť zachvátené plameňmi.

- Žiadne nasávacie potrubia alebo vetranie v blízkosti nabíjacej stanice

V blízkosti nabíjacej stanice by sa nemali nachádzať nasávacie potrubia z dôvodu možnosti nasávania nebezpečných a toxických výparov pri požiari vozidla na nabíjacej stanici a následnému vedeniu výparov do vnútra budovy. Vetranie v blízkosti nabíjacej stanice by malo za následok rýchle rozvinutie požiaru, čo takisto nie je priaznivé.

- Vyhotovenie stien s najvyššou požiarnou odolnosť

V okolí nabíjacej stanice by sa mohli vyhotoviť steny s najvyššou požiarnou odolnosťou, aby sa nenarušila statika budovy vo veľmi krátkom čase.

- Zriadenie nabíjacej stanice v blízkosti vchodu/ východu z budovy

Krátka vzdialenosť nabíjacej stanice od vchodu alebo východu z budovy zabezpečí rýchlejší a lepší prístup k vozidlu záchranným zložkám.

- Riešenie odvodnenia

Pod každou nabíjacou stanicou a parkovacím miestom pre EV by mala byť vyspádovaná podlaha s miestom na odtok kontaminovanej vody v prípade požiaru.

- Zaistenie rýchlej detekcie požiaru

V rámci zabezpečenia objektu by sa mala zriadiť na potrebných miestach elektrická požiarna signalizácia.

ZÁVER

V bakalárskej práci sme sa dopracovali k rôznym poznatkom, ktoré naplnili hlavný cieľ práce, a teda zhodnotili súčasnú situáciu v oblasti rozvoja elektromobily na Slovensku s analýzou rozvoja potrebnej infraštruktúry a zabezpečenia protipožiarnej ochrany. Čiastkové ciele sme rozpísali v jednotlivých kapitolách.

V prvej kapitole sme definovali pojmy ako elektromobilita, elektromobil, infraštruktúra, hybridné vozidlo, li-ion batéria a pod., pre lepšie pochopenie problematiky. Spomenuli sme legislatívu, právne predpisy a normy týkajúce sa elektromobility na Slovensku. V druhej kapitole sme opísali cieľ a metodiku práce. V kapitole tretej sme sa venovali elektromobilite na Slovensku. Zo štatistík nám vyplynulo, že dopyt po elektromobiloch na Slovensku rastie, a tým pádom aj infraštruktúra, teda sieť nabíjacích staníc. Vďaka zelenému evidenčnému číslu vozidla vieme, že sa jedná o EV, plug-in hybridné alebo hybridné vozidlo. Na Slovensku by mala prebiehať výstavba fabriky na výrobu a výskum batérií do elektromobilov, čo predstavuje taktiež pokrok v tejto oblasti. V štvrtej kapitole sme písali o nehodovosti elektromobilov, zistili sme súčasný stav pri postupe nehody elektrického vozidla. Uviedli sme príklady nehôd a následných požiarov EV vo svete a aj nehody EV v Žiline. V kapitole sme aj opísali aplikáciu Crash Recovery System a postup pri nehode alebo požiari vozidla Kia Soul. V piatej kapitole sme sa venovali riešeniu protipožiarnej bezpečnosti stavieb v súvislosti s elektromobilitou na Slovensku a v zahraničí. Poznatky zo zahraničia, špecifickejšie z Holandska, týkajúce sa odporúčaní protipožiarneho zabezpečenia statickej dopravy EV a zriaďovania nabíjacích staníc vo vnútri budov sú príkladom riešenia tejto problematiky. Šiesta kapitola sa zaoberá odporúčaním pre záchranné zložky a pre protipožiarnu bezpečnosť stavieb. Podľa nášho úsudku je potrebné HaZZ poskytnúť plnú verziu aplikácie Crash Recovery System napríklad prostredníctvom zakúpenia licencií pre operačné strediská a taktiež je potrebné HaZZ zakúpiť kontajnery pre hasenie EV. V rámci PBS sme zhrnuli odporúčania z Holandskej príručky a od odborníkov z Českej republiky.

Podľa nášho názoru je elektromobilita cestou budúcnosti v prípade, ak by sa elektromobily dobíjali výlučne elektrinou z obnoviteľných zdrojov energií a ak sa

neutralizuje uhlíková stopa pri výrobe batérií. Taktiež batérie do elektromobilov sa vyrábajú z lítia, kobaltu a grafitu, čo sú zložky vyčerpateľné, a teda nie večné.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Aplikácie:

CRASH RECOVERY SYSTEM

Dokumenty:

MINISTERSTVO DOPRAVY A VÝSTAVBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY. 2020. *Novela zákona č. 555/2005 Z.z. v znení zákona č. 378/2019 Z.z. - odpoveď*

Internetové články:

BAKŠA, J.,2013. *The Electric Vehicle: Technology and Expectations in the Automobile Age.* [online]. Dostupné z: https://www.teslamagazin.sk/elektromobil-info-vsetko-co-potrebujete-vediet-o-elektromobiloch/

BAKŠA, J. 2020. *Chystané dotácie na elektromobily v SR: Väčší balík peňazí, nižší príspevok.* [online]. Dostupné z: https://www.teslamagazin.sk/dotacie-elektromobily-sr-novy-program/

Brandveiligheid elektrische voertuigen en laadpalen in parkeergarages, 2020 [online]. Dostupné z: https://www.brandweer.nl/brandveiligheid/laadpaal-elektrische-autos

Elektromobilita a riešenie PBS, 2021. [online]. Dostupné z: https://appo.sk/o-nas/projekty/elektromobilita-a-riesenie-pbs/

FLIEGEROVÁ, T. 2020. *Při požáru vozidla v autoservisu v Čestlicích vznikla dvoumilionová škoda, elektromobil skončil v kontejneru s vodou.* [online]. Dostupné z: https://www.pozary.cz/clanek/230989-pri-pozaru-vozidla-v-autoservisu-v-cestlicich-vznikla-dvoumilionova-skoda-elektromobil-skoncil-v-kontejneru-s-vodou/

FIALKA, T. 2020. *Požiar na nabíjacej stanici pochoval v Číne 4 elektromobily*. [online]. Dostupné z: https://www.topspeed.sk/novinky/poziar-na-nabijacej-stanici-pochoval-v-cine-4-elektromobily/17730?parent=117651

Fire safety car parks top priority due to electric vehicles. 2020. [online]. Dostupné z: https://www.bolidt.com/en/fire-safety-car-parks-top-priority-due-to-electric-vehicles

Je väčším rizikom nabíjacia stanica elektromobilu alebo elektromobil? 2020. [online]. Dostupné z: https://appo.sk/je-vacsim-rizikom-nabijacia-stanica-elektromobilu-alebo-elektromobil/

KUNÍK, T. 2020a. *Štatistiky Q2/2020: Po slovenských cestách jazdí ďalších 162 elektromobilov*, 2020.[online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/statistiky-elektromobilov-q2/

KUNÍK, T. 2020b. *Zelené EČV na Slovensku - všetky dôležité informácie*., 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/zelene-ecv/

KUNÍK, T. 2020c. *InoBat Auto: Továreň pre batérie do elektromobilov vznikne pri Voderadoch.*, 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/inobat-auto-tovaren-baterie-elektromobily-voderady/

KUNÍK, T. 2020d. *InoBat Auto: Posudzovanie vplyvov na životné prostredie dopadlo kladne.*, 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/inobat-auto-predstavuje-prvu-inteligentnu-bateriu-vyrabat-sa-bude-vo-voderadoch/

LOGAN, C. 2019. *Preparing car parks for the risk of charging electric vehicles* [online]. Dostupné z: https://blog.coltinfo.co.uk/preparing-car-parks-for-the-risks-of-charging-electric-vehicles

MINISTERSTVO HOSPODÁRSTVA SR. 2013. *Stratégia rozvoja elektromobility v Slovenskej republike a jej vplyv na národné hospodárstvo Slovenskej republiky*. [online]. Dostupné z: https.//www.mhsr.sk/uploads/files/QeKrkpWz.pdf

MOJELEKTROMOBIL. *Elektromobil info: Všetko čo potrebujete vedieť o elektromobiloch.* 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/elektromobil/

MOJELEKTROMOBIL. *Hybrid info: Všetko čo potrebujete vedieť o hybridných automobiloch*. 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/hybrid/

MUDROŇ, M. 2020. *Tragická nehoda elektromobilu opäť otvorila diskusiu o bezpečnosti*, 2020. [online]. Dostupné z: https://www.mojelektromobil.sk/nehoda-elektromobilu-bezpecnost-audi/

SUN, P., Bisschop, R., Niu, H., Huang, X. 2020. *A Review of Battery Fires in Electric Vehicles*. [online]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/338542510_A_Review_of_Battery_Fires_in_Electric_Vehicles

Tesla Vehicle Safety Report, 2020. [online]. Dostupné z: https://www.tesla.com/en_EU/VehicleSafetyReport?redirect=no

Všetko, čo potrebujete vedieť o nabíjaní elektromobilov. 2018. [online]. Dostupné z: https://www.alza.sk/vsetko-o-nabijani-elektromobilov

Internetové zdroje:

www.facebook.com

www.moditech.com

www.nabbky.com

www.youtube.com/watch?v=pQ758S_k7eY

Knižné zdroje:

FRIVALDSKÝ, M. a kol. 2019. *Elektromobilita*. 1.vydanie. Žilina: Žilinská univerzita. 320 s. ISBN 978-80-554-1598-7.

Príručky:

Nissan Leaf 2013 - Sprievodca núdzovej záchrany, © 2013 NISSAN INTERNATIONAL S.A., Č. publikácie FR3E-1ZE0U0

Rozhovory:

CHROMIAK, T. 2021. *Skúsenosti pri autonehodách elektromobilov*. Veliteľ HaZZ, Žilina. Telefonická komunikácia [2021-02-12].

KRAMÁŘ, R. 2021. *Skúsenosti a poznatky ohľadom riešenia protipožiarnej bezpečnosti budov v súvislosti s elektromobilitou v rámci Českej republiky a Európskej únie.* Pracovisko komunikácie Hasičského záchranného zboru Českej republiky. Telefonická komunikácia [2021-02-11].

Zákony, vyhlášky, normy:

STN 33 2000-7-722: 2016-09, *Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 7-722: Požiadavky na osobitné inštalácie alebo priestory. Napájanie elektrických vozidiel*

Zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Záverečné práce:

KUBASKÁ, T. 2020. *Elektromobilita v Slovenskej republike.* Diplomová práca. Bratislava: Ekonomická univerzita v Bratislave.

Zborníky:

MONOŠI, M., TÁNCZOS, Z., TÁNCZOS P., 2017. *Zásahová činnosť hasičov pri dopravných nehodách elektromobilov*. In: *Požárná ochrana 2017* [elektronický zdroj]: sborník přednášek XXVI. ročníku mezinárodní konference ... :6.-7. září 2017, Ostrava. -ISBN 978-80-7385-188-0. -ISSN 1803-1803. - CD-ROM, s. 182-185