

# Zásah jednotek požární ochrany u dopravní nehody elektromobilu

Bc. David Roman

---

Diplomová práce  
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. David Roman**  
Osobní číslo: **L22520**  
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**  
Specializace: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Zásah jednotek požární ochrany u dopravní nehody elektromobilu**

## Zásady pro vypracování

- Zpracujte literární rešerši zkoumané oblasti z domácích a zahraničních zdrojů.
- Vymezte základní pojmy a právní ukotvení týkající se daného tématu.
- Vymezte možná rizika, která mohou vzniknout při zásahu jednotek požární ochrany u dopravní nehody elektromobilu.
- Navrhněte opatření ke zlepšení současného stavu.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BISSCHOP, Roeland et al. *Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles* [online]. RISE Research [cit. 2023-10-14], 2019. ISBN 978-91-88907-78-3. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Roeland-Bisschop/publication/336640117\\_Fire\\_Safety\\_of\\_Lithium-Ion\\_Batteries\\_in\\_Road\\_Vehicles/links/5da95a9292851c577eb81828/Fire-Safety-of-Lithium-Ion-Batteries-in-Road-Vehicles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roeland-Bisschop/publication/336640117_Fire_Safety_of_Lithium-Ion_Batteries_in_Road_Vehicles/links/5da95a9292851c577eb81828/Fire-Safety-of-Lithium-Ion-Batteries-in-Road-Vehicles.pdf)
  2. ENGE, Per, Nick ENGE a Stephen ZOEPF. *Electric vehicle engineering*. New York: McGraw Hill, 2021. ISBN 978-126-0464-078.
  3. HORNÍK, Jiří et al. *Vyprošťování u silničních dopravních nehod*. Ministerstvo vnitra, 2021. ISBN 978-80-7616-109-2.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Strohmandl, Ph.D.**  
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **26. dubna 2024**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.**  
ředitel ústavu

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 26. 4. 2024

Jméno a příjmení studenta: Bc. David Roman

.....  
podpis studenta

## ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou zásahu jednotek požární ochrany u dopravní nehody elektromobilu.

V současné době nejsou vydané žádné metodické pokyny z gesce Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, pro zasahující jednotky požární ochrany, dle kterých by bylo přesně specifikováno, jakým způsobem mají v případě dopravní nehody elektromobilu postupovat. K dispozici je pouze všeobecné doporučení pro jednotky požární ochrany.

Pomocí metody analýzy rizik Event Tree Analysis byly specifikovány jednotlivé rizikové události, jež mohou nastat u dopravní nehody elektromobilu. Za pomoci statistických dat, byla vyčíslena pravděpodobnost, v kolika procentech případu v minulých letech došlo k dopravní nehodě, při které figuroval elektromobil.

Výsledkem diplomové práce, je souhrn takticko-technických dat a komplexní systém školení příslušníků a členů hasičských jednotek. Doporučení zefektivní práci jednotek požární ochrany a zajistí zvýšení bezpečnosti práce jednotek v případě zásahu na tento typ události.

Větší část návrhů diplomové práce, lze poměrně snadno a v krátkém časovém úseku aplikovat do činnosti a výbavy jednotek požární ochrany.

Klíčová slova: bezpečnost, dopravní nehoda, elektromobil, jednotky požární ochrany, integrovaný záchranný systém

## ABSTRACT

The diploma thesis deals with the issue of the intervention of fire protection units in an electric car accident.

Currently, there are no methodological instructions issued by the General Directorate of the Fire Rescue Service of the Czech Republic for intervening fire protection units, according to which it would be specified exactly how to proceed in the case of an electric car accident. There is only a general recommendation for fire protection units.

Using the Event Tree Analysis method, the individual risk events that may occur in the event of an electric vehicle accident were specified. With the help of statistical data, the probability of what percentage of cases in the past years a traffic accident involving an electric vehicle was quantified.

The result of the thesis, is a summary of tactical data and a comprehensive system of training of officers and members of fire brigades. The recommendations will make the work of fire protection units more efficient and there would be an increase in the safety of the work of the units in the event of a response to this type of incident.

Most of the suggestions of the thesis can be applied relatively easily and in a short period of time to the activities and equipment of fire protection units.

Keywords: electric vehicle, fire protection units, integrated rescue system, safety, transportation accident

Děkuji tímto mému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Janu Strohmandlovi, Ph.D., za cenné rady, čas a trpělivost při vedení mé diplomové práce. Poděkovat bych chtěl i manželce a rodině, která mě podporovala po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE A METODY ZPRACOVÁNÍ</b> .....	<b>13</b>
<b>2 PRÁVNÍ RÁMEC A LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>16</b>
2.1 SBÍRKY INTERNÍCH AKTŮ ŘÍZENÍ GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU .....	17
2.2 LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	19
<b>3 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM</b> .....	<b>21</b>
3.1 HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR.....	22
3.1.1 Jednotky požární ochrany .....	22
3.1.2 Druhy jednotek požární ochrany .....	23
3.1.3 Kategorie jednotek požární ochrany .....	24
3.1.4 Předurčenost jednotek požární ochrany .....	24
3.1.5 Předurčenost jednotek sborů dobrovolných hasičů obce k dopravním nehodám .....	27
3.1.6 Odborná příprava a způsobilost jednotek sboru dobrovolných hasičů obce .....	28
3.2 POSKYTOVATELÉ ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY .....	29
3.3 POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY .....	30
<b>4 DOPRAVNÍ NEHODA</b> .....	<b>31</b>
4.1 ČINNOST SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU U DOPRAVNÍ NEHODY.....	31
4.2 ČINNOST JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ ELEKTROMOBILU .....	32
4.3 POVINNOSTI ÚČASTNÍKŮ DOPRAVNÍ NEHODY .....	35
4.4 DRUHY KOMUNIKACÍ .....	36
<b>5 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE</b> .....	<b>38</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>6 KONSTRUKCE A PRINCIP FUNKČNOSTI ELEKTROMOBILU</b> .....	<b>40</b>
6.1 POHONY ELEKTROMOBILŮ.....	41
6.2 PLNĚ ELEKTRICKÝ AUTOMOBIL .....	44
6.3 DRUHY BATERÍ V ELEKTROMOBILECH.....	46
6.3.1 Lithium-iontové baterie.....	47
6.3.2 Nikl-metal hydridové baterie .....	48
6.3.3 Olovněné baterie .....	49
6.3.4 Ultrakondenzátory .....	50
<b>7 ČINNOST JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ ELEKTROMOBILU</b> .....	<b>52</b>



7.1	BEZPEČNOST ZASAHUJÍCÍCH JEDNOTEK.....	55
7.2	TECHNICKÉ PROSTŘEDKY VYUŽÍVANÉ PŘI VYPROŠŤOVÁNÍ U DOPRAVNÍCH NEHOD.....	56
7.3	STATISTICKÉ ÚDAJE K DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI ELEKTRO AUTOMOBILŮ .....	58
<b>8</b>	<b>ZNAČENÍ ELEKTROMOBILU .....</b>	<b>60</b>
8.1	INFORMACE PRO ZÁCHRANÁŘE – ZÁCHRANNÉ DATOVÉ LISTY .....	63
8.1.1	ŠKODA ENYAQ COUPÉ iV .....	65
8.1.2	Tesla Model X.....	69
8.1.3	Hyundai IONIQ 5.....	73
<b>9</b>	<b>APLIKACE METODY ANALÝZY RIZIK – ETA.....</b>	<b>77</b>
<b>10</b>	<b>NÁVRH KE ZLEPŠENÍ ZÁSAHU JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ ELEKTROMOBILU.....</b>	<b>81</b>
10.1	VYBAVENÍ PRVOVÝJEZDOVÝCH CISTEREN U HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU .....	81
10.2	OCHLAZOVACÍ SYSTÉM TRAKČNÍCH BATERÍ OD VÝROBCŮ ELEKTROMOBILU .....	84
10.3	SYSTÉM ŠKOLENÍ PŘÍSLUŠNÍKŮ HZS .....	85
10.4	METODIKA POSTUPU U DOPRAVNÍCH NEHOD.....	86
<b>11</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>87</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>99</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>100</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>101</b>

## ÚVOD

Historicky první vyrobený automobil na spalovací pohon je datován ke konci 19. století. Avšak za tuto dobu, automobilový průmysl zaznamenal výrazný pokrok. S rozvojem moderní společnosti, stoupá i množství dopravních prostředků na komunikacích a úměrně k tomu roste i tlak na snižování škodlivých látek, jež vypouštějí konvenční vozidla z výfukových systému. S rostoucím tlakem na přechod k bezemisní technologii se mění i dynamika dopravy, přičemž elektrická vozidla postupně získávají na popularitě a stávají se nedílnou součástí dopravního systému. S tímto trendem však přichází i nová specifika a výzvy pro jednotky požární ochrany, které musí jít s trendem a adekvátně reagovat na dopravní nehody s elektromobily. Elektromobily jsou poháněny vysokonapěťovými bateriemi, což přináší nové pohledy a unikátní aspekty při zásazích jednotek požární ochrany.

Bezpečné provozování elektromobilů je palčivým problémem posledních několika let pro celý vyspělý svět. S rostoucím počtem elektromobilů, které jsou provozovány na dopravních komunikacích, roste i počet jejich dopravních nehod. Tomuto trendu se musí i jednotky požární ochrany přizpůsobovat a neustále zdokonalovat a inovovat své postupy, v případě zásahu na takto specifickou dopravní nehodu.

Materiály, z nich jsou moderní automobily vyráběny, jdou neustále mílovými kroky kupředu a jejich pevnost a odolnost, se negativně projevuje u starších modelů hydraulických vyprošťovacích zařízení, jež mají problémy v případě dopravní nehody a nutnosti vyproštění osob z nich přestříhnout. Na tuto skutečnost tedy musí reagovat i výrobci těchto hydraulických vyprošťovacích zařízení.

Dotčené téma diplomové práce jsem si vybral z důvodu, že sám jsem příslušník Hasičského záchranného sboru Zlínského kraje, na pozici hasič – technik chemické služby a dané téma rezonuje naší společností ze všech stran. Z politických kruhů je elektromobilita velice silně tlačena mezi občany, jako prakticky jediná možnost udržitelnosti dopravy v budoucích letech. Avšak na druhou stranu se stále nedostatečně diskutuje potřebná bezpečnost elektromobilu a k tomu potřebné infrastruktury, jak pro ostatní obyvatelstvo, skrze možné nebezpečí při nabíjení elektromobilu, a to ať už v podzemních garážích, kde v důsledku možného požáru vznikne extrémní množství nebezpečných látek a vysoké teploty s tím spojené, tak i při parkování v garáži rodinného domu. Z druhého pohledu hasičského, je to pro nás ještě palčivější téma, jelikož je to stále velice málo probádaná skutečnost.

Ovšem tento trend se zdá být, jako nevyhnutelný a my se na to musíme co nejlépe připravit, jelikož v nejbližší době se mimořádné události s účastí dopravního automobilu na elektrický pohon stanou téměř jistě každodenním rutinou.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE A METODY ZPRACOVÁNÍ

Pravidla silniční dopravy jsou pevně ukotvena v rámci právního rámce České republiky. Těmto tématům se věnuje první část teoretické části diplomové práce. V druhé části teoretické části diplomové práce je vymezený integrovaný záchranný systém v České republice a jeho jednotlivé složky.

**Hlavním cílem** diplomové práce je zdokonalení zásahu jednotek požární ochrany u dopravní nehody elektromobilu, za využití takticko-technických poznatků, které vyplynuly z výsledků diplomové práce.

### Dílčím cílem:

- zmapování právního rámce, jež se týká provozu vozidel na pozemních komunikacích,
- přehled požadavků na jednotky požární ochrany, které zasahují u dopravních nehod na pozemních komunikacích.

### Při tvorbě diplomové práce byly použité následující metody:

**Analýza** – představuje proces systematického rozkladu celku (jevu, objektu) na jeho jednotlivé části. Jedná se o podrobný rozbor vlastností, vztahů a faktů, postupující od celku k jeho jednotlivým složkám. Analytický přístup umožňuje odhalit různé aspekty a charakteristiky jevů a procesů, jejich strukturu, identifikovat fáze, rozpoznat rozporuplné tendence a podobně. Prostřednictvím analýzy je možné odlišit podstatné informace od těch nepodstatných, rozeznat stálé vztahy od náhodných (Molnár, ©2014).

**Dedukce** – je logický postup, při kterém se odvozují konkrétní závěry z obecných principů, předpokladů nebo pravidel. Tento postup vychází z předpokladu, že pokud jsou obecné principy pravdivé a platné, pak jsou pravdivé i závěry, které z těchto principů vyplývají (Dedukce, 2017).

**Indukce** – zkoumání jednotlivých událostí postupující od konkrétních případů k obecným pravidlům, spočívá v analýze jednotlivých událostí nebo jevů, na jejichž základě je formulován obecný závěr. Tento přístup zahrnuje odvozování obecných tvrzení z empirického materiálu, vycházejícího z bohatého souboru poznatků o konkrétních

situacích. Indukce umožňuje vytvářet obecné závěry platné pro zkoumaný jev nebo objekt. Kvalita indukce stoupá s úplností; úplná indukce, kdy jsou zkoumány všechny prvky zkoumaného jevu nebo souboru, poskytuje nejlepší výsledky. Závěry indukce nejsou jednoznačné, ale i přesto mají vysokou pravděpodobnost (Molnár, ©2014).

**Popis** – je obecný výzkumný přístup, který se zabývá podrobným popisem jevů, situací, objektů nebo událostí. Tato metoda slouží k získání detailních informací o sledovaném jevu a může být použita v různých oblastech vědy, výzkumu a analýzy.

**Pozorování** – je záměrný, cílevědomý, systematický a plánovaný přístup k zachycení jevů a procesů s cílem odhalit podstatné souvislosti a vztahy v pozorované skutečnosti. Vědecké pozorování patří mezi široce akceptované výzkumné metody a hraje významnou roli v rámci jak kvalitativního, tak kvantitativního výzkumu. Metoda pozorování vždy vykazuje výběrový charakter, přičemž výběr materiálu, objektu je pečlivě proveden s ohledem na stanovený cíl výzkumu, aby bylo dosaženo úplnosti. Při této metodě se předpokládá objektivita, což znamená nezávislost pozorovatele i pozorovaného objektu, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování a působení na sebe (Výzkumné metody, © 2013).

**Rešerše** – komplexní přehled dostupných zdrojů k danému tématu.

**Syntéza** – spojení jednotlivých částí do celku, kde se zaměřuje na vzájemné vztahy mezi složkami jevu nebo objektu, což umožňuje odhalení vnitřních pravidelností v jejich fungování a vývoji. Syntéza je proces, který vede k formulaci závěrů na základě původních zjištění (Ochrana, 2019).

**Dedukce** – je logický postup, při kterém se odvozují konkrétní závěry z obecných principů, předpokladů nebo pravidel. Tento postup vychází z předpokladu, že pokud jsou obecné principy pravdivé a platné, pak jsou pravdivé i závěry, které z těchto principů vyplývají (Dedukce, 2017).

### **Metody analýzy rizik:**

**Brainstorming** – je kreativní metoda, která se používá ke generování nápadů, řešení problémů nebo inovativních myšlenek ve skupině. Tato metoda klade důraz na svobodný a neomezený tok myšlenek a podporuje všechny účastníky, aby se aktivně podíleli na procesu generování nových myšlenek.

**Event Tree Analysis** – vizualizuje potenciální následky havárie, které vycházejí z počáteční události.

Tato analýza identifikuje havarijní sekvence, které vznikají v důsledku řady poruch a chyb, jež mohou vést k havárii, a hodnotí, zda funkce systému byla úspěšná nebo selhala. Tyto havarijní sekvence reprezentují logické kombinace událostí a lze je převést do modelu stromu. Kromě toho je možné provést kvantitativní hodnocení, pokud jsou dostupné pravděpodobnosti jednotlivých sekvencí událostí. Metoda poskytuje grafický náhled na různé scénáře havárií a umožňuje jejich kvantitativní analýzu v závislosti na průběhu událostí a chyb v systému.

## 2 PRÁVNÍ RÁMEC A LITERÁRNÍ REŠERŠE

Dopravní nehody nejsou jen záležitostí jednotek požární ochrany, ale u větší části nehod se jedná o mimořádnou událost, ke které vyjíždí všechny složky integrovaného záchranného systému (IZS). IZS rozumíme koordinovaný postup všech jeho složek při přípravě na mimořádné události a při samotném provádění záchranných a likvidačních prací. IZS se řídí zákonem č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému (Česko, 2000a).

### **Zákon o Hasičském záchranném sboru**

Hasičský záchranný sbor (HZS) je jeden ze čtveřice základních složek integrovaného záchranného systému. HZS je jednotný bezpečnostní sbor, mezi jeho základní úkoly patří chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi (MU) a krizovými situacemi.

K dalším jeho úkolům patří podílet se na zajišťování bezpečnosti České republiky, plněním a organizováním úkolů požární ochrany, ochrany obyvatelstva, civilního nouzového plánování, integrovaného záchranného systému, krizového řízení a dalších úkolů v rozsahu a podmínkách, který stanovuje zákon o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů č. 320/2015 Sb. (Česko, 2015).

### **Zákon o požární ochraně**

Obce mají dle zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, povinnost zřídit jednotku sboru dobrovolných hasičů obce (SDHO), jejímž cílem je plnit úkoly na úseku požární ochrany. Jednotka SDHO provádí hašení požárů a záchranné práce při živelných pohromách a jiných MU, a také plní další úkoly ve svém hasebním obvodu (Česko, 1985).

### **Zákon o provozu na pozemních komunikacích**

Dopravní nehodou je dle zákona č. 361/2000 Sb., událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie či srážka, která se stala, nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž došlo ke zranění či usmrcení osoby, nebo ke škodě na majetku, která vyplývá s provozu vozidla v pohybu (Česko, 2000b).



## **2.1 Sbírký interních aktů řízení Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru**

Součástí sbírek interních aktů řízení Generální ředitelství HZS ČR (SIÁŘ GŘ HZS ČR) jsou předpisy a pokyny generálního ředitele HZS ČR, které upravují činnosti jednotek požární ochrany (JPO).

### **Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru č. 57 / 2013**

Pokyn GŘ HZS ČR, který stanovuje základní zaměření pravidelné odborné přípravy jednotek PO a příslušníků HZS ČR.

Každý z příslušníků HZS ČR, záchranného útvaru a také zaměstnanci HZS podniku musí být během roku proškoleni z následující odborných témat:

- předpisy týkající se požární ochrany, IZS, ochrany obyvatelstva a krizového řízení,
- používání požární techniky a věcných prostředků požární ochrany,
- požárně technické charakteristiky a technickobezpečnostních parametrů látek,
- pravidla bezpečné práce a zásady první pomoci.

Součástí ročního plánu pravidelné odborné přípravy příslušníků a zaměstnanců JPO je nutné ustanovit:

- teoretickou část přípravy a praktický výcvik,
- prověřovací a taktická cvičení,
- tělesnou přípravu,
- přezkoušení odborných znalostí a dovedností u každého člena JPO,
- přezkoušení znalostí bezpečnosti práce.

Součástí všeobecné přípravy je i pravidelná tělesná příprava k udržení, případně zvyšování fyzické zdatnosti v minimálním počtu 2 hodiny každou směnu, přičemž každý hasič by měl volit takový druh tělesné přípravy, který cílí k celkovému posílení fyzické zdatnosti, která je nezbytně nutná pro výkon služby (SIÁŘ č.57, 2013).

**Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru  
číslo 3 / 2014**

Pokyn GŘ HZS ČR, který stanovuje rozsah odborné přípravy a způsobilosti členů jednotek SDHO a jednotek SDH podniků.

Každý začínající člen jednotky SDH musí projít základní odbornou přípravou v rozsahu nejméně 40 vyučovacích hodin.

Členové jednotky SDHO, kteří již absolvovali odborné kurzy strojníků, velitelů družstev, případně velitelů dobrovolných jednotek, je vyžadováno periodické prodlužování odborné způsobilosti formou přezkoušení, a to v intervalech nejdéle 5 let (SIÁŘ č.3, 2014).

**Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru  
číslo 16 / 2017**

Pokyn GŘ HZS ČR, který stanovuje opěrné body HZS ČR a typy předurčených jednotek požární ochrany pro záchranné práce.

Záchranné práce jsou činnosti, které vedou k odvrácení nebo omezení bezprostředního rizika vniklého při MU, primárně ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, které vedou k přerušení jejích příčin. Mezi záchranné práce jsou řazeny i činnosti, které umožňují vytvoření přiměřených bezpečnostních podmínek pro ochranu zasahujících osob (SIÁŘ č.16, 2017).

**Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru  
číslo 4 / 2021**

Pokyn GŘ HZS ČR, který stanovuje rozsah odborné přípravy a způsobilosti členů jednotek SDHO a jednotek SDH podniku.

Vyjma role hasičů, musí mít každá jednotka požární ochrany (JPO) i určené počty velitelů družstev a strojníků, kteří musí procházet periodickým školením v pravidelných intervalech, aby si zajistili prodloužení své odbornosti v jednotce SDHO (SIÁŘ č. 4, 2021).

## 2.2 Literární rešerše

Diplomová práce byla zpracována s důrazem na široké spektrum literárních zdrojů. Literární rešerše je zaměřena na získání uceleného a aktuálního pohledu na problematiku týkající se zásahu jednotek požární ochrany u dopravní nehody v oblasti elektromobility.

### **BISSCHOP, Roeland; WILLSTRAND, Ola; AMON, Francine a ROSENGGREN, Max. Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles**

Publikace obsahuje rozsáhlé množství technických a statistických údajů, jenž se vážou k využívání baterií a obecně elektromobilitě. Bere v úvahu trendy a rizika posledních let, které rostou s množstvím narůstajících dopravních prostředků na komunikacích, jenž jsou poháněné na baterie (Bisschop et al., 2019).

### **ENGE, Per; ENGE, Nick a ZOEPF, Stephen. Electric vehicle engineering**

Publikace podrobně vysvětluje technologie a techniky související s návrhem a provozem dnešních elektrických vozidel. Kniha je původně psaná, jako praktická příručka pro účely výuky na Stanfordově univerzitě. Je rozdělena do dvou částí, teoretická část se věnuje všeobecným principům elektromobility. Součástí praktické části je projekt na postavení modelu elektromobilu (Enge et al., 2021).

### **HORNÍK, Jiří; JIRÁSEK, Ivo; THIN, Pavel; VESELÝ, Radek; ZUBER, Zbyšek et al., Vyprošťování u silničních dopravních nehod**

Jedná se o učební skripta, které cílí na dvě skupiny hasičů – nováčci díky této publikaci mohou získat elementární znalosti v oblasti vyprošťování u silničních dopravních vozidel. Druhou skupinou hasičů jsou pak velitelé, kterým publikace poskytne oporu při provádění odborné přípravy ostatních příslušníků (Horník et al., 2021).

### **112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva**

Odborný měsíční časopis informuje laiky i odbornou veřejnost o tématech z oblasti požární ochrany, činnosti složek integrovaného záchranného sboru, problematiky ochrany obyvatelstva a krizového řízení (112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva, 2023).

### **Typové činnosti složek integrovaného záchranného systému**

Podklady pro složky IZS, které jsou zpracovány dle vyhlášky č. 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení IZS. Obsahem typových činností jsou postupy složek IZS při záchranných a likvidačních pracích s ohledem na druh a charakter mimořádné události (Dokumentace IZS, © 2024).

### **Sapeurs pompiers**

Webové stránky ředitelství hasičských a záchranných služeb ve Francii, které poskytuje vzdělávací materiály pro hasiče, jež jsou nezbytné pro jejich odbornou přípravu a rozvoj. Tyto materiály zahrnují informace o základních postupech první pomoci, správném postupu při evakuaci a zásazích, a také o prevenci rizik spojených s povoláním hasiče. Stránka také nabízí přístup k interaktivním kurzům a simulacím, umožňující hasičům trénovat a zdokonalovat své dovednosti (Sapeurs pompiers incendie secours, ©2019).

### **RTC Rescue**

Webové stránky se specializují na poskytování školení a konzultací v oblasti záchrany při dopravních nehodách. Nabízejí online školení pomocí a jsou určeny pro sdílení a rozvoj technik a metod záchrany. Stránky jsou zaměřeny na sdílené operačních znalostí a dovedností mezi záchrannými organizacemi ve Velké Británii, ale i celém světě (RTC Rescue. ©2020).

### 3 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Je rozvinutý systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob, které společně provádí záchranné a likvidační práce a připravují se na mimořádné události.

Mimořádná událost je označována jako, škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život člověka, zdraví, majetek nebo životní prostředí, a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.

Mezi záchranné práce jsou řazené činnosti, které vedou k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vniklých mimořádnou událostí, zejména ty, které se vztahují k ohrožení života, zdraví, či majetku, nebo životního prostředí a následkem toho vedou k přerušení jeho příčin.

Jako likvidační práce jsou označovány činnosti, které vedou k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí.

Zástupce jednotlivých složek IZS dělíme do dvou základních skupin (Česko, 2000a).

#### **Základní složky integrovaného záchranného systému**

- *„Hasičský záchranný sbor,*
- *jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,*
- *poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,*
- *Policie České republiky“ (Česko, 2000a).*

#### **Ostatní složky integrovaného záchranného systému**

- *„vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,*
- *ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,*
- *ostatní záchranné sbory orgány ochrany veřejného zdraví,*
- *havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,*
- *zařízení civilní ochrany,*

- *neziskové organizace a sdružení občanů, které lze využít k záchranným a likvidačním pracím,*
- *ostatní složky IZS poskytující při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání“ (Česko, 2000a).*

V době vyhlášeného krizového stavu, se mezi ostatní složky IZS řadí také poskytovatelé akutní lůžkové péče, na jejichž pracovišti je zřízený urgentní příjem. Jestliže tito poskytovatelé uzavřou s místně příslušným poskytovatelem zdravotnické záchranné služby, případně krajským úřadem dohodu o plánované pomoci na vyžádání, HZS kraje je začlení do poplachového plánu IZS kraje. Dotčení poskytovatelé se stanou ostatními složkami IZS i při období mimo krizový stav (Česko, 2000a).

### **3.1 Hasičský záchranný sbor**

Hasičský záchranný sbor je hlavním koordinátorem a stěžejní složkou IZS. V případě nasazení více složek IZS u mimořádné události je povětšinou velitelem zásahu příslušník HZS kraje. Velitel družstva, případně čtyř HZS kraje řídí součinnost složek a koordinuje záchranné a likvidační práce na taktické úrovni. Přednostní velení u mimořádné události je pevně stanovené v dokumentaci IZS – typové činnosti složek IZS při společném zásahu.

V případě nasazení dalších sil a prostředků, se velitel zásahu obrací na operační a informační středisko IZS, které je zařazené do organizační struktury HZS (Česko, 2000a).

#### **3.1.1 Jednotky požární ochrany**

Jednotky požární ochrany jsou rozděleny do čtyř druhů a šesti kategorií. Avšak k těmto čtyřem hlavním druhům se řadí ještě pátý druh jednotky – vojenská hasičská jednotka, která vykonává své povinnosti pouze v prostorech spadajících pod vlastnictví Ministerstva obrany. K šesti hlavním kategoriím jednotek se řadí ještě kategorie sedmá. Jednotkou v sedmé kategorii je JPO N – jednotka, které momentálně není zařazená do plošného pokrytí (Česko, 1985).

#### **Jednotky požární ochrany, které jsou zařazené do plošného pokrytí kraje**

jsou organizovaný systém, který je tvořený odborně vyškolenými osobami, požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany.

JPO působí v organizačním nebo operačním řízení. V organizačním řízení vykonávají činnosti, které vedou k zdokonalení technické a odborné způsobilosti sil a prostředků požární

ochrany k plnění úkolů jednotek PO. Mezi tyto činnosti jsou řazeny činnosti, které souvisí se zdokonalováním odborné a fyzické způsobilosti hasičů, údržba a opravy požární techniky a ostatních prostředků PO.

Operační řízení jednotce začíná ve chvíli, kdy přijme zprávu o vzniku požáru či jiné MU a to až do doby, než se jednotka vrátí do své obvykle dislokace na hasičské stanici (Jednotky PO, 2023).

### 3.1.2 Druhy jednotek požární ochrany

JPO rozdělujeme do následujících druhů:

- „jednotka HZS kraje,
- jednotka HZS podniku,
- jednotka SDH obce,
- jednotka SDH podniku,
- vojenská hasičská jednotka“ (Česko, 1985).

Jednotka HZS kraje, je složena z příslušníků HZS kraje, jež vykonávají nepřetržitou službu na stanicích HZS kraje. Jednotku HZS kraje zřizuje stát, resp. Ministerstvo vnitra. Stanice HZS kraje jsou rozděleny zpravidla takovým způsobem, aby dojezdové časy výjezdového družstva HZS kraje byly do 20 minut při I. poplachovém stupni.

Jednotka HZS podniku, je tvořena ze zaměstnanců právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby (PFO). Tito pracovníci vykonávají činnost v této jednotce jako své zaměstnání. Jednotku HZS podniku musí zřídit právnická či PFO, které dle zákona č.133/1985 Sb. o požární ochraně, provozuje činnosti, při kterých vzniká zvýšené, či vysoké požární nebezpečí.

Jednotka SDH obce, se skládá z fyzických osob, které nevykonávají činnost v této JPO jako své hlavní zaměstnání. Každá obec má ze zákona o PO povinnost zřídit JPO. V určitých případech může tuto povinnost řešit smluvně se sousední obcí. Jednotka této obce bude zajišťovat PO i dotčené smluvní obci (Česko, 1985).

Jednotka SDH podniku, se skládá ze zaměstnanců právnické osoby nebo podnikající fyzické osoby, kteří nevykonávají činnost v jednotce PO jako své hlavní zaměstnání. Jednotku SDH podniku zřizuje právnická či PFO, které dle zákona č.133/1985 Sb. o požární ochraně, provozuje činnosti, při kterých vzniká zvýšené, či vysoké požární nebezpečí.

O zřízení SDH podniku, namísto HZS podniku, může rozhodnout pouze příslušný HZS kraje. HZS kraje posuzuje požárního nebezpečí nebo dokumentace zdolávání požárů v podniku.

Vojenská hasičská jednotka (VHJ) se skládá z vojáků a občanských zaměstnanců, jež vykonávají činnost v jednotce PO jako své hlavní zaměstnání. VHJ se zřizuje ve vojenských objektech, vojenských útvarech, vojenských zařízeních a vojenských záchranných útvarech a u právnických osob, které založilo či řídí Ministerstvo obrany (Česko, 1985).

### 3.1.3 Kategorie jednotek požární ochrany

Jednotky požární ochrany jsou rozděleny do následujících skupin tak, aby bylo zajištěno pokrytí celého území České republiky:

- **s územní působností zasahující i mimo území svého zřizovatele:**
  - JPO I – jednotka HZS kraje s dobou výjezdu do 2 minut a dojezdovým časem do 20 minut
  - JPO II – jednotka SDHO s dobou výjezdu do 5 minut a dojezdovým časem do 10 min
  - JPO III – jednotka SDHO s dobou výjezdu do 10 minut a dojezdovým časem do 10 min
  
- **s místní působností zasahující zejména na území svého zřizovatele:**
  - JPO IV – jednotka HZS podniku s dobou výjezdu do 2 minut
  - JPO V – jednotka SDHO s dobou výjezdu do 10 minut
  - JPO VI – jednotka SDHO podniku s dobou výjezdu do 10 minut
  - JPO N – jednotka sboru dobrovolných hasičů podniku a jednotka SDHO, které nejsou zařazené do plošného pokrytí (Česko, 1985)

### 3.1.4 Předurčenost jednotek požární ochrany

Jednotky požární ochrany se rozlišují podle rozsahu vybavení a speciálních záchranných prací při dopravních nehodách na následující typy – Obrázek 1:

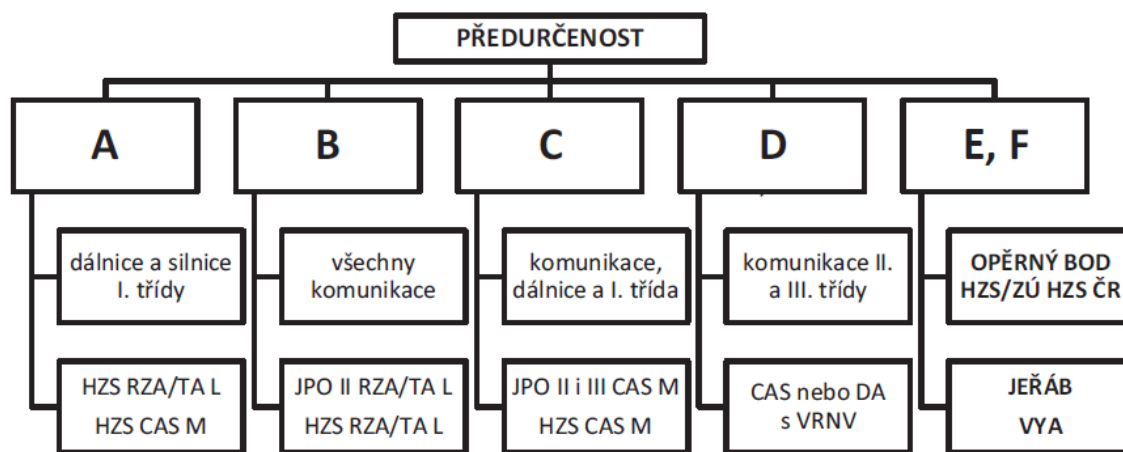
- A. jednotka HZS kraje, která je předurčená pro záchranné práce na dálnicích a místech silnic I. třídy, jež jsou užívané pro dálkovou a mezistátní dopravu.



- Jednotku určuje Ministerstvo vnitra (MV) – generální ředitelství HZS ČR na návrh HZS kraje.
- jednotka musí mít ve své výbavě rychlý zásahový automobil (RZA), nebo technický automobil (TA), případně cisternovou automobilovou stříkačku (CAS) ve speciálním technickém provedení,
  - základní početní stav příslušníků na směně, který je stanovený právním předpisem je v tomto případě navýšen o 2 příslušníky.
- B. jednotka HZS kraje, případně jednotka vybraná SDHO kategorie JPO II, která je předurčená pro záchranné práce na všech komunikacích. Jednotku určuje Ministerstvo vnitra (MV) – generální ředitelství HZS ČR na návrh HZS kraje.
- jednotka musí být vybavena RZA, případně TA.
- C. jednotka HZS kraje předurčená pro záchranné práce na všech komunikacích nebo vybraná jednotka SDHO kategorie JPO II (výjimečně i JPO III), která je předurčená pro záchranné práce zpravidla na vybraných úsecích dálnic a silnic I. třídy pro mezistátní a dálkovou dopravu určená územně příslušným HZS kraje.
- jednotka je vybavena CAS ve speciálním technickém provedení.
- D. vybraná jednotka SDHO kategorie JPO II nebo III předurčená pro záchranné práce na silnicích II. a III. třídy a místních komunikacích,
- jednotka je vybavena CAS, nebo dopravním automobilem (DA), tato jednotka musí mít ve své výbavě alespoň sadu ručních vyprošťovacích nástrojů.
- E. jednotka HZS kraje nebo Záchranného útvaru HZS ČR je vybavena automobilovým jeřábem, který má nosnost výložníku do 20 tun a lanovým navijákem do 40 tun.
- F. jednotka HZS kraje nebo Záchranného útvaru HZS ČR, která je určena jako opěrný bod pro vyprošťování těžkých vozidel,
- jednotka je vybavena vyprošťovacím automobilem nebo automobilovým jeřábem s nosností výložníku nad 20 tun (SIÁŘ č.16, 2017).

Pro jednotky PO, které jsou předurčené pro zásahy na dálnicích a silnicích I. třídy je stanovena dojezdová doba na místo zásahu do 15 minut. Doba dojezdu na ostatní komunikace je stanovena dle úrovně zabezpečení katastru obce, kudy pozemní komunikace prochází.

K dopravním nehodám, u kterých je předpoklad vyprošťování osob z havarovaných automobilů, se vysílají síly a prostředky v početním stavu minimálně 1+3, tedy zmenšené družstvo, a to s vozidly RZA, případně dvou či třímístný TA a současně vždy družstvo s CAS (SIÁŘ č.16, 2017).



Obrázek 1 – Předurčenost jednotek PO u dopravních nehod (Horník et al., 2021)

### 3.1.5 Předurčenost jednotek sborů dobrovolných hasičů obce k dopravním nehodám

Základním kritériem pro zařazení JSDHO, jakožto předurčené jednotky na zásahy u dopravní nehody, je její zařazení. Jednotky, jež mohou být předurčené pro zásahy u dopravních nehod, jsou JPO kategorie – II, případně III. Dále musí JPO splňovat jedno z výše zmíněných bodů v kapitole 3.1.4 a všechny následující kritéria.

#### Jednotky zařazené do poplachového plánu kraje

Předurčenost JSDHO je definována na krajské úrovni plošným pokrytím a poplachovým plánem kraje. Dotčená jednotka je uvedená, jako předurčená pro záchranné práce při silničních dopravních nehodách v právním předpisu daného kraje. Nařízení kraje, jež stanovuje podmínky pro zabezpečení plošného pokrytí území kraje jednotkami požární ochrany schvaluje rada kraje. Schválení nařízení, vychází ze zákona č. 129/2000 Sb., o krajích a zákonu č. 133/1985 Sb., o požární ochraně (VĚSTNÍK, 2021).

Celkem 8 JSDHO je předurčených k zásahům u dopravních nehod ve Zlínském kraji – Tabulka 1.

Tabulka 1 – JSDHO předurčené pro zásahy u dopravních nehod ve Zlínském kraji (vlastní; dle VĚSTNÍK, 2021)

Evidenční číslo		Kat. JPO	Okres	ORP	Dislokace JPO	Zřizovatel
Kraj + ÚO	JPO					
722	1 06	JPO II/ 1-C	UH	UH	Buchlovice	Městys Buchlovice
723	1 05	JPO II/ 1-C	VS	RO	Horní Bečva	Obec Horní Bečva
723	1 14	JPO II/ 1-D	VS	VS	Karolínka	Město Karolínka
721	1 20	JPO II/ 1-C	KM	KM	Koryčany	Město Koryčany
723	1 34	JPO II/ 2-C	VS	RO	Rožnov pod Radhoštěm	Město Rožnov pod Radhoštěm
722	1 12	JPO II/ 1-C	UH	UB	Starý Hrozenkov	Obec Starý Hrozenkov
722	1 13	JPO II/ 2-C	UH	UB	Strání	Obec Strání
724	1 32	JPO II/ 1-C	ZL	VI	Vizovice	Město Vizovice

### **Požadavky na vybavení zásahového vozu**

Předurčená JSDHO musí být vybavena automobilem typu: RZA, nebo TA. Téměř žádná JSDHO nemá ve své výbavě RZA. Předepsané požadavky dle vyhlášky č. 35/2007 Sb., o technických podmínkách požární techniky, určuje následující vybavení, kterým musí JSDHO disponovat v kabině, nebo úložném prostoru účelové nástavby zásahového TA – viz. Příloha P I (Česko, 2007).

### **3.1.6 Odborná příprava a způsobilost jednotek sboru dobrovolných hasičů obce**

Každý člen JSDHO musí nejpozději do 1 roku od zařazení do jednotky dobrovolných hasičů úspěšně absolvovat základní odbornou přípravu v délce nejméně 40 vyučovacích hodin. Základní odbornou přípravu organizuje velitel JSDHO zpravidla na základně dané jednotky. Tato příprava může být prováděna i ve vzdělávacích zařízeních MV – generálního ředitelství hasičského záchranného sboru kraje, případně ve vzdělávacích spolicích, které působí na úseku požární ochrany.

Obsahem základní odborné přípravy jsou následující témata:

- *„organizace požární ochrany,*
- *ochrana zdraví a života hasiče,*
- *první pomoc,*
- *požární prevence,*
- *požární taktika,*
- *technický výcvik, do kterého se doporučuje zahrnout informace o technických prostředcích“ (SIÁŘ č.3, 2014).*

### **Zaměření odborné přípravy jednotek sboru dobrovolných hasičů obce**

Pravidelnou odbornou přípravu členů JSDHO organizuje velitel této jednotky. Jednotka provádí pravidelný teoretický i praktický výcvik během celého roku. V rámci odborné přípravy musí být provedeno alespoň jedno taktické cvičení JSDHO, které je organizované na území obce a dle potřeb se jej zúčastní i zástupce orgánů obce.

Předurčené jednotky kategorie II. a III. absolvují na územně příslušné stanici HZS kraje odbornou přípravu v minimální délce 16 hodin z toho alespoň 8 hodin zaměřených na téma vyprošťování u dopravních silničních nehod.

Taktéž musí členové jednotky pravidelně každoročně absolvovat odbornou přípravu v oblasti poskytování první pomoci na místě zásahu, kterou organizuje HZS kraje (SIÁŘ č. 4, 2021).

### **3.2 Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby**

Zdravotnická záchranná služba je zdravotní službou, která poskytuje především přednemocniční neodkladnou péči osobám se závažným postižením zdraví, nebo osobám, které jsou v přímém ohrožení života.

Přednemocniční neodkladná péče, je poskytována pacientovi na místě události, při kterém došlo k závažnému postižení zdraví nebo přímému ohrožení života. Následně je poskytována během přepravy pacienta k cílovému poskytovateli akutní lůžkové péče (Česko, 2011).

Povinnosti poskytovatele zdravotnické záchranné služby je nepřetržité zajišťování činností, které vedou k připravenosti na mimořádné události a krizové situace. Mezi další povinnosti poskytovatele zdravotnické záchranné služby, patří zpracování podkladů k dokumentaci integrovaného záchranného systému (Zdravotnická záchranná služba, 2017).

### 3.3 Policie České republiky

Policie České republiky je jednotný ozbrojený sbor. Příslušníci policie vykonávají službu pro blaho veřejnosti. Jejich primárním úkolem je chránit bezpečnost osob, majetku a veřejného pořádku. Mezi jejich další úkoly se řadí předcházet trestné činnosti, plnit úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, přímo použitelnými předpisy Evropské unie či mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu.

Působnost policie České republiky je primárně pouze na území České republiky. Příslušníci policie mohou působit v cizích státech, pouze po schválení z daného státu (Česko, 2008).

## 4 DOPRAVNÍ NEHODA

Dopravní nehodou (DN) je MU, u které došlo vlivem dopravního provozu na dálnici či silnici různých tříd k události, při které je ohroženo zdraví či život zúčastněných osob, případně vznikla škoda na majetku nebo životním prostředí. Tuto skutečnost je účastník DN povinen ohlásit na Polici ČR (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

### 4.1 Činnost složek integrovaného záchranného systému u dopravní nehody

Složky IZS provádí činnosti u DN za účelem jejího zabezpečení, a to zejména tyto:

- zajištění bezpečnosti u místa DN,
- provedení protipožárního opatření,
- poskytnutí první pomoci zraněným,
- šetrné vyproštění a ošetření zraněných účastníků dopravní nehody,
- zamezení úniku nebezpečných látek z havarovaných vozidel, aby nedošlo k ohrožení životního prostředí,
- poskytnutí přednemocniční neodkladné zdravotnické pomoci účastníkům DN,
- poskytnutí potřebné humanitární pomoci zasaženým osobám (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

### Dopravní nehody, při níž může dojít k ohrožení složek integrovaného záchranného systému

Dopravní nehody se dělí do 3 typů skupin, dle míry ohrožení složek IZS při jejich řešení:

- DN u níž jsou takové podmínky, že při provádění záchranných a likvidačních prací na místě zásahu, je vyloučeno vlastní ohrožení složek IZS.
- DN u kterých je nutné, aby zraněné osoby byly vyproštěné a transportované do bezpečné vzdálenosti. Složky IZS a účastníci dopravní nehody jsou ohroženy účinky, jež jsou důsledkem samotné DN. K odstranění účinků je nutné provést záchranné a likvidační práce. V případě nepříznivého stavu, či složitého terénu je nutné příslušníky vybavit specializovaným vybavením. U těchto druhů nehod se vytyčuje nebezpečná zóna.

- DN při které je podezření, případně byla zjištěna přítomnost nebezpečné látky, musí zasahující záchranáři použít nejvyšší stupeň ochranných prostředků. V případě takové nehody, je nutné na hranici nebezpečné zóny postavit dekontaminační, případně dezaktivační stanoviště, dle druhu transportované nebezpečné látky pro členy zasahujících složek IZS a účastníky nehody (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

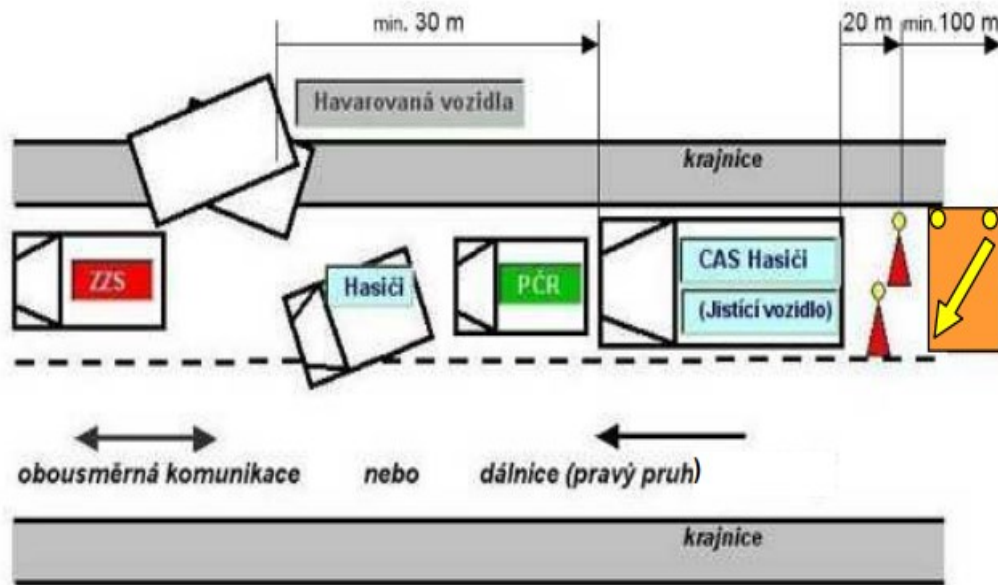
## 4.2 Činnost jednotek požární ochrany při dopravní nehodě elektromobilu

K místu dopravní nehody musí jednotky PO přijíždět bezpečně, především dbát na možné nebezpečí na místě zásahu a aktuální povětrnostní podmínky. V případě MU na dálnicích, či silnicích pro motorová vozidla, je třeba počítat s možností využití alternativních výjezdu na komunikaci, případně využít souběžné vedlejší komunikace (Horník et al., 2021).

### Ustavení zásahových vozidel

Na místě zásahu je nutné zajistit co největší bezpečnost pro zasahující složky IZS a to ať už využitím světelných výstražných zařízení, jimiž jsou osazena zásahová vozidla, ale především umístěním zásahového vozidla do **nárazníkového postavení** – Obrázek 2. Strojník cisternového zásahového vozidla ustaví toto vozidlo do polohy, která zajistí oddělení místa zásahu u MU od okolního provozu, případně zatarasí celou komunikaci a uzavře průjezd ostatních vozidel. Tento druh ustavení zásahové cisterny chrání zasahující složky IZS u DN. Pro lepší přehlednost ostatním účastníkům dopravního provozu a větší bezpečnost zasahujících složek IZS, je také vhodné za poslední zásahové vozidlo umístit výstražné kužely do vzdálenosti 50 m až 100 m od místa MU, dle typu a třídy komunikace (Horník et al., 2021).



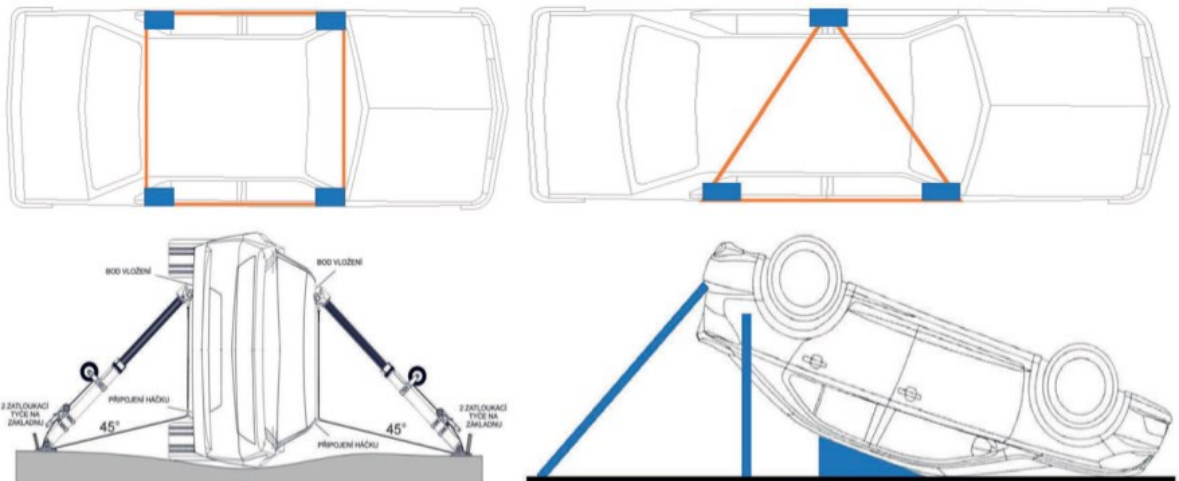


Obrázek 2 – Nárazníkové postavení vozidel IZS u DN (Dopravní nehoda – STČ 08/IZS, 2009)

### Stabilizace havarovaných vozidel

Při provádění záchranných prací na havarovaném vozidle, musí brát jednotky PO zřetel na aspekt poškození daného vozidla. JPO musí zohlednit možnost, že během zásahu může dojít k nekontrolovatelnému pohybu poškozených a deformovaných částí vozidla, případně v důsledku předpětí, který vzniklo následkem DN vystřelit kterýmkoliv směrem. V důsledku tohoto, může vzniknout nebezpečná situace jak pro zasahující jednotky hasičů, tak i pro samotnou zraněnou – vyprošťovanou osobu.

Před započítím samotných záchranných a vyprošťovacích prací je nutné zajistit a stabilizovat havarované vozidlo, aby se předešlo samovolnému nekontrolovatelnému pohybu vozidla. Vozidla, která stojí na kolách, se převážně stabilizují tří, případně čtyřbodovou stabilizací – Obrázek 3. U havarovaných vozidel, která se nachází na střeše nebo boku, se nejčastěji využívají ke stabilizaci klíny a stabilizační podpěrné tyče. V případě nedostatku stabilizačního vybavení, lze provizorně použít nastavovací žebříky a věcné prostředky z výbavy zásahového automobilu (Horník et al., 2021).



Obrázek 3 – Druhy stabilizace vozidel u DN

Velitel zásahu stanoví příslušníka – zdravotníka, který vnikne, je-li to bezpečné a možné, do havarovaného vozidla a poskytne zraněným osobám, které cestovaly v havarovaném automobilu, první pomoc. Následně tento příslušník průběžně informuje zraněné osoby o krocích, které provádí JPO na havarovaném vozidle s cílem je vyprostit, aby se předešlo případnému otáčení zraněné osoby a možnému zhoršení zdravotního stavu. V průběhu vyprošťovacích prací, je zdravotník neustále v kontaktu s cestujícími a kontroluje jejich zdravotní stav.

Příslušníci JPO nasadí zádržný systém na nevystřelený airbag vozidla, aby se předešlo případnému dalšímu zranění, jak osob nacházejících se v havarovaném vozidle, tak i jich samotných. Osoby, které cestovaly v havarovaném vozidle, musí být dostatečně kryty, aby se předešlo dalšímu zranění, jež by mohlo vzniknout o ostré hrany, které vznikly při rozstříhnutí havarovaného vozidla (Horník et al., 2021).

### 4.3 Povinnosti účastníků dopravní nehody

#### Řidič, jenž se účastnil DN, má za povinnost:

- neprodleně a bez zbytečného otálení zastavit vozidlo,
- neužívat alkoholické nápoje, případně jiné návykové látky, a to po dobu, než u něj příslušník policie ČR provede test, na přítomnost těchto látek, aby vyloučil jejich požití, před či během jízdy,
- provést takové opatření, které vyloučí vznik dalších škod osobám, případně věcem, jež mohou nastat v důsledku DN,
- spolupracovat při zjištění skutkového stavu (Co je vlastně dopravní nehoda?, ©2023).

#### Účastníci dopravní nehody mají za povinnost:

- učinit taková opatření, aby zamezili vzniku ohrožení bezpečnosti provozu na pozemní komunikaci, v místech DN,
- jestliže okolnosti v místě dění DN vyžadují usměrnění či zastavení jiného vozidla, jsou oprávněni tak učinit,
- jestliže jsou naplněny zákonné požadavky, jsou účastníci DN povinni tuto nehodu ohlásit na Policii ČR a došlo-li ke zranění osob, jsou také povinni, dle svých schopností poskytnout první předlékařskou pomoc a zraněné osobě zavolat zdravotnickou záchrannou službu,
- přehledně a výrazně označit místo, kde se udála DN,
- jestliže je to možné, pokusit se umožnit obnovit a zprůjezdnit provoz na pozemní komunikaci, a to primárně pro vozidla hromadné dopravy osob,
- v případě, že došlo k poškození pozemní komunikace, obecně prospěšného zařízení či životního prostředí, ohlásit tuto skutečnost Policii ČR,
- na požádání si účastníci DN vzájemně předložit průkazy své totožnosti, a sdělit údaje o dopravním vozidle, které se účastnilo DN,

- jestliže nebyly naplněné podmínky, aby byla DN ohlášena Policii ČR, jsou účastníci DN povinni sepsat společný záznam o dopravní nehodě, jenž podepíší a předají pojistiteli (Dopravní nehoda, © 2010 - 2018).

**V případě nehody, která naplňuje závažnější kritéria,** mezi která patří zranění či usmrcení osob, hmotná škoda na vozidlech či přepravujících věcech, které převyšují částku 100 000 Kč, jsou účastníci dopravní nehody povinni:

- neprodleně a bez zbytečného zdržování ohlásit tuto DN na Policii ČR,
- neprovádět jednání, která by mohla zamezit, či ztížit řádné vyšetření DN Policii ČR,
- je-li potřeba, přemístit vozidla za účelem vyproštění či ošetření osob, případně zprůjezdnění vozovky pro hromadnou dopravu, vyznačí účastníci situaci a stopy vozidel, ze kterých došlo k DN,
- zůstat na místě DN do příjezdu příslušníků Policie ČR, případně se na místo neprodleně vrátí po poskytnutí nebo přivolání pomoci (Co je vlastně dopravní nehoda?, ©2023).

#### 4.4 Druhy komunikací

Pozemní komunikace jsou dopravní cesty, které jsou určeny pro silniční a jiná vozidla a také chodce. O zařazení komunikace do dané třídy rozhoduje příslušný silniční správní úřad, dle jejího určení, dopravního významu nebo stavebně technického vybavení.

Pozemní komunikace se dělí na následující 4 kategorie:

- *„dálnice,*
- *silnice,*
- *místní komunikace,*
- *účelové komunikace“* (Česko, 1997).

##### **Dálnice**

Je typ pozemní komunikace, která je využívána pro rychlou dálkovou a mezistátní silniční dopravu. Tento typ silnice je budován, bez úrovnových křížení a s místy, která jsou určena pro vjezd a výjezd na tuto komunikaci. Dálnice má směrově oddělené jízdní pruhy a mohou ji využívat pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost nesmí být nižší než 80 km.hod<sup>-1</sup> (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

## Silnice

Typ pozemní komunikace, která je veřejně přístupná pro silniční a jiná vozidla, ale i chodce. Silniční síť je tvořena silnicemi, které jsou podle svého určení a dopravního významu rozděleny do následujících tříd:

- **silnice I. třídy** – je určena primárně pro dálkovou a mezinárodní dopravu. Silnice I. třídy je vystavěna jako rychlostní komunikace a je přístupná jen pro silniční motorová vozidla. Tento druh silnice je přístupný pouze silničním motorovým vozidlům, jejichž nejvyšší povolená rychlost nesmí být nižší než  $80 \text{ km}\cdot\text{hod}^{-1}$ ,
- **silnice II. třídy** – je typ silnice, která je určena pro dopravu mezi okresy,
- **silnice III. třídy** – je typ silnice, který je určen k vzájemnému propojení obcí a jejich napojení na ostatní pozemní komunikace (Česko, 1997).

## Místní komunikace

Za místní komunikaci je považována taková pozemní komunikace, která je veřejně dostupná a slouží primárně místní dopravě na území obce. Místní komunikace se dále mohou dělit dle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení do čtyř tříd (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

## Účelová komunikace

Za účelovou komunikaci je považována taková pozemní komunikace, která se využívá ke spojení jednotlivých nemovitostí, případně ke spojení ostatních pozemních komunikací nebo k dostupnosti lesních a zemědělských pozemků (Katalog typových činností složek IZS, 2007).

## 5 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE

První část diplomové práce se věnuje právnímu rámci dotčené tematiky, sbírkám interních aktů Generálního ředitelství HZS ČR a také literární rešerši ke zkoumanému tématu.

V následující kapitole je blíže specifikován integrovaný záchranný systém a jeho jednotlivé složky. Jednotky požární ochrany, jakožto jedna ze základních složek, jsou zde blíže specifikovány a rozděleny. Dále jsou blíže specifikovány požadavky na vybavení a vzdělání členů JSDHO, které jsou zařazeny a povolávány, jakožto jednotky předurčené pro zásahy u dopravních nehod v rámci plošného poplachového plánu kraje.

V závěrečné kapitole teoretické části diplomové práce je definována dopravní nehoda z pohledu zákona. Taktéž jsou zde blíže specifikovány činnosti složek integrovaného záchranného systému, jež budou provádět u dopravní nehody na pozemní komunikaci.
















## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 KONSTRUKCE A PRINCIP FUNKČNOSTI ELEKTROMOBILU

Pojem elektromobil zahrnuje velice rozsáhlou oblast dopravních prostředků, jelikož zde může být zařazen téměř každý vůz, který ke svému pohonu využívá částečně či úplně elektrickou energii. Energie je uložena v akumulátorových bateriích, které se dobíjí ať už z elektrické sítě, nebo prostřednictvím rekuperace z vozu – Obrázek 4. Oproti konvenčnímu motoru, jsou elektromotory velice efektivní, jejich efektivita je až čtyřnásobná oproti spalovacímu motoru. Největší část vyrobené energie z konvekčního motoru, přechází na teplotní ztráty.

### Základní dělení elektromobilů:

- elektromobil na baterie (BEV),
- hybridní elektromobily,
  - micro hybrid (HEV),
  - mild hybrid (HEV),
  - full hybrid (HEV),
  - plug-in hybrid (PHEV),
- elektromobil s palivovým článkem (Druhy elektromobilů – znáte je všechny?, 2019)

	 KONVENČNÍ	 HYBRID	 PLUG-IN HYBRID	 ELEKTRICKÉ
<b>ZDROJ ENERGIE</b>				
<b>SPOTŘEBA</b>				
<b>EMISE</b>				 ŽÁDNÉ EMISE

Obrázek 4 – Druhy elektromobilů (Druhy elektromobilů – znáte je všechny?, 2019)



## 6.1 Pohony elektromobilů

Elektromobilita představuje významný posun v dopravě. Ať už se jedná o plně elektrické automobily, nebo pouze částečně, ve formě hybridu. Do pohonného ústrojí dotčených vozů jsou integrovány elektromotory, jejichž primárním úkolem je pomoc konvenčnímu motoru při rozjezdech, případně v městském provozu. Zde plně hybridní automobil, dokáže úplně nahradit konvenční motor.

### Elektromobil na baterie

Tento druh elektromobilů využívá technologii BEV, jeho pohon je zajištěn pouze z integrované baterie, které pohání elektrické hnací ústrojí. Energie pro elektromotor se pomocí invertoru transformuje ze stejnosměrného proudu, která je uložena v baterii do střídavého proudu, jenž pohání elektromotor.auta jsou vybavena jedním nebo více elektromotory, které jsou uloženy na každé nápravě případně kole zvlášť.

Elektromobily mohou být nabíjeny pomocí tří rychlostních typů nabíječek, a to ať už z domácí zásuvky, ale i městské rychlonabíječky. Většina elektromobilů má moderní lithium-iontové baterie, které mají vysokou energetickou hustotu a dlouhou životnost. Baterie jsou uloženy pod podlahou vozidla, což zlepšuje těžiště automobilu a poskytuje více místa v interiéru.

Tento druh pohonu řadí elektromobil mezi nejekologičtější variantu pohonu s nulovými emisemi (Types of Electric Vehicles – A Complete Guide, © 2023).

### Hybridní elektromobily

Jako hybridní automobil jsou označovány automobily, které dokážou při brzdění či zpomalování rekuperovat elektrickou energii, kterou následně využijí ke svému pohonu, jenž převážně pomáhá zvýšit výkon a zrychlit akceleraci klasického spalovacího motoru a snížit náklady na konvenční palivo – Obrázek 5.

#### Micro hybrid:

Jako micro hybridní automobil jsou označovány automobily, které jsou vybavené systémem Start & Stop. Jedná se o technicky nejjednodušší variantu hybridního pohonu. Automobil ke svému pohonu používá po celou dobu klasický spalovací motor a jeho řídicí jednotka umožňuje zhasínání a startování motoru. Další generace micro hybridu již disponuje rekuperací brzdě energie, které pomocí startéru vytváří při brzdění elektrickou energii,

která dobíjí akumulátor. Tento systém je neefektivnější v městském provozu, kdy situace vyžaduje časté brždění a rozjezdy (Sajdl, © 2023).

### **Mild hybrid:**

Systémem mild hybrid jsou vybavená auta, které kombinují klasický spalovací motor a ve většině případů s 48V elektromotorem, který při zpomalování a brždění rekuperuje kinetickou energii, kterou mění na elektrickou a následně využívá k dobíjení baterie. Tento typ hybridu má na rozdíl od klasického, znatelně nižší kapacitu baterie, tudíž není schopná pohánět vůz samostatně. Hlavní úloha elektromotoru je při rozjíždění automobilu, kdy pomáhá klasickému spalovacímu motoru.

Automobily vybavené technologií mild hybrid mají nižší spotřebu paliva a nižší produkci CO<sub>2</sub> s porovnáním s klasickými automobily, které jsou vybaveny spalovacími motory (Co je mild-hybrid a na jakém principu funguje?, 2020).

### **Full hybrid**

Tento typ automobilu je vybaven jak elektro motorem, tak i spalovacím motorem. Automobil může být poháněn pouze elektromotorem, avšak skrze malé baterie, vzdálenost, kterou ujede, pouze na elektrickou energii nepřesahuje dva kilometry. Automobil je také vybaven systémem rekuperace kinetické energie, kterou následně dobíjí baterie. Elektrická energie je dodávána jednomu elektromotoru u klasických hybridních automobilů, případně u paralelních hybridů, přímo na elektromotory zabudovaných u hnacích kol aut.

Tento druh pohonu je obzvláště účinný v městském provozu, kde díky své povaze a plynulosti provozu dokáže automobil jet pouze na elektrickou energii, a tím výrazně snížit náklady na klasické palivo a snížit emise CO<sub>2</sub> k nule (What are 'mild hybrid', 'full hybrid', 'plug-in hybrid' and 'pure-electric' cars?, 2021).

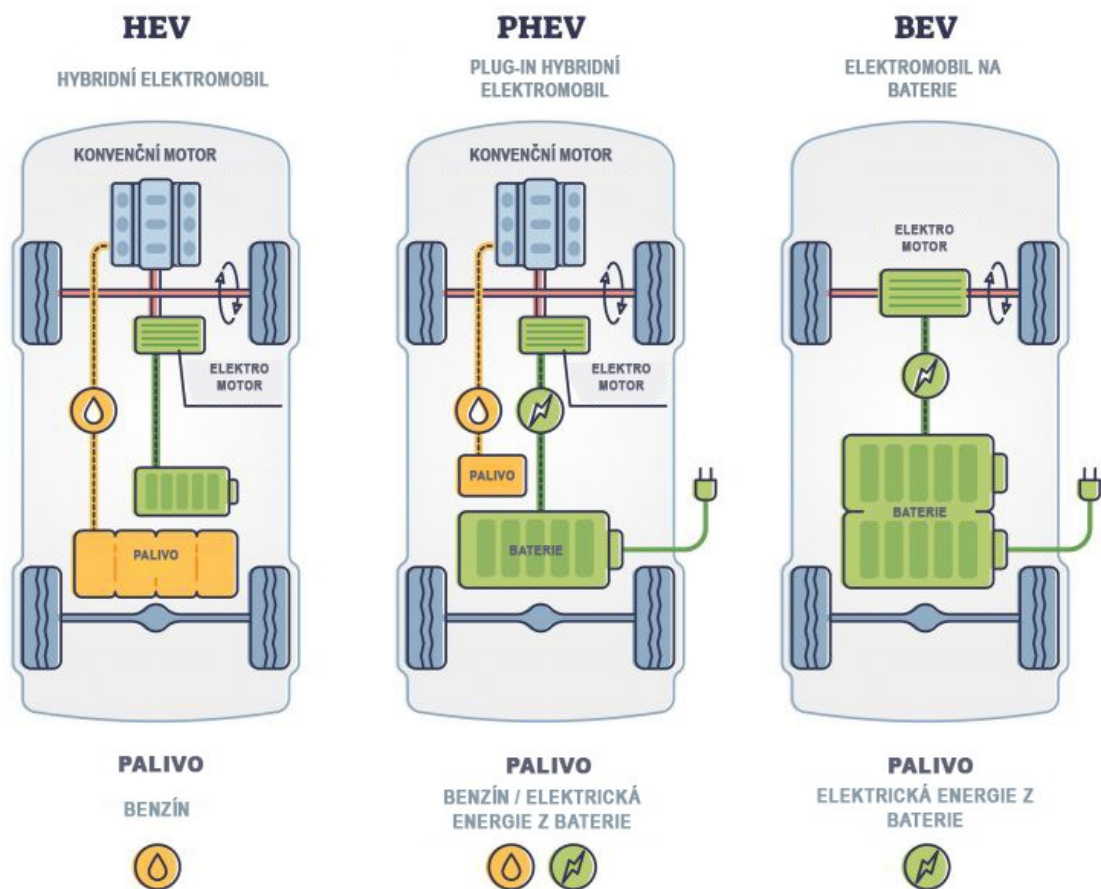
### **Elektromobil s palivovým článkem**

Elektromobil vybavený palivovými články je poháněn vodíkem. Tato technologie je účinnější než konvenční automobil vybavený klasickým spalovacím motorem. Tento druh pohonu neprodukuje žádné škodlivé emise z výfuku. Jeho zbytkový odpad je pouze vodní pára a teplý vzduch.

Princip pohonu spočívá v přeměně vodíku z palivového článku na elektrickou energii, kterou dodává elektromotoru. Po této přeměně již automobil pracuje úplně stejně, jako klasický elektromobil.

Nejběžnější palivový článek, který se používá u elektromobilů, je palivový článek s polymerní elektrolytovou membránou. V palivovém článku je mezi katodou a anodou membrána z elektrolytu. Palivový článek funguje na principu, že do něj vodík vstupuje a na anodě se rozpadá na protony a elektrony. Protony snadno procházejí membránou, zatímco elektrony jsou nuceny cestovat alternativní cestou přes externí obvod, čímž vzniká elektrický proud. Tento proud pak slouží pro pohon elektromotoru automobilu (Fuel Cell Electric Vehicles, © 2023).

## DRUHY ELEKTROMOBILŮ



Obrázek 5 – Pohony elektromobilů (vlastní, upraveno dle – TYPES OF ELECTRIC VEHICLES, 2022)

## 6.2 Plně elektrický automobil

Každý automobil, který se řadí do této kategorie, je složený z hlavních částí, které se starají o energii a pohon k jeho provozu:

- elektrický trakční motor,
- regulátor elektrického výkonu,
- měnič,
- systém chlazení,
- pomocná baterie,
- palubní nabíječka,
- elektrická převodovka,
- nabíjecí zásuvka,
- trakční baterie.

**Elektrické trakční motory** jsou mnohem jednodušeji řešeny než klasické spalovací motory v konvenčních automobilech. Vzhledem ke skutečnosti, že jeho rozměry jsou mnohem menší než klasický motor, může být elektro motor umístěn přímo do nápravy vozidla. Trakční motor využívá energii z trakčních baterií k mechanickému pohonu kol elektro automobilu skrze převodovku.

**Regulátor výkonu elektrické energie** řídí přenos energie z trakční baterie do elektromotoru, ovládá rychlost a točivý moment trakčního motoru. Jeho funkce jsou ovládány prostřednictvím nožního pedálu řidiče, což umožňuje kontrolu rychlosti vozidla a nastavení napětí na vstupu do elektrického motoru.

**Měnič** má své důležité místo v každém elektro automobilu. Jeho nezastupitelnou úlohou je měnit stejnosměrný proud, který je uložen v bateriích na střídavý proud, jenž se využívá jako energie pro elektromotor.

**Systém chlazení** kontroluje teplotu klíčových částí během provozu.

**Pomocná baterie** poskytuje energii pro elektrické příslušenství v elektromobilu. V případě výpadku trakčních baterií zajišťuje napájení elektromotoru a vyrovnává pokles napětí při startování motoru (112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva, 2023).

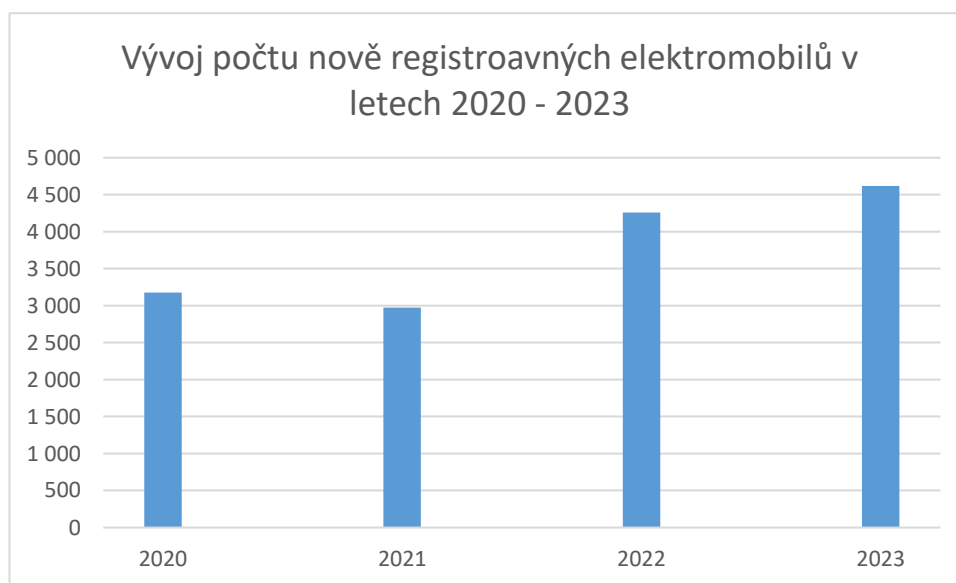
**Palubní nabíječka** se používá k přeměně střídavého napětí z nabíjecí zásuvky na stejnosměrné napájení určené pro trakční baterii. Současně interaguje s nabíjecím zařízením a během procesu nabíjení sleduje charakteristiky baterie, jako je napětí, proud, teplota a stav nabití. Reguluje také nabíjecí proud podle potřeby.

**Elektrická převodovka** transformuje elektrickou energii z elektromotoru na mechanickou energii pro pohon kol.

**Nabíjecí zásuvka** umožňuje připojení elektrického kabelu z externího nabíječe pro dobíjení trakčních baterií.

**Trakční baterie** jsou klíčovou součástí elektro automobilu. Umožňují akumulaci a následné využití elektrické energie k pohonu automobilu (112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva, 2023).

S rostoucím tlakem k přechodu na alternativní paliva roste i počet registrovaných osobních vozidel v České republice na elektrický pohon, o čemž svědčí i Graf 1, data jsou platná k 30.9.2023.



Graf 1 – Počet nově registrovaných elektromobilů v ČR (Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, 2023)

### 6.3 Druhy baterií v elektromobilech

Baterie v elektromobilu je klíčovým komponentem, dle kterého je určen výkon, dojezd a celková efektivita automobilu. Základem každé baterie je článek, jenž je nejmenší elektrochemická jednotka. Napětí jednoho článku je průměrně 3,6 V, avšak tato hodnota není zdaleka dostatečná, aby mohla napájet elektro automobil. Jednotlivé články jsou tedy kombinovány do modulů, které jsou následně spojeny do bateriových balíčků.

Mezi základní typy baterií, které se používají v elektro automobilech řadíme:

- lithium-iontové baterie,
- nikl-metal hydridové baterie,
- olovněné baterie,
- ultrakondenzátory (Enge et al., 2021).

Baterie používané v elektromobilech se liší mezi různými výrobci, přičemž každá automobilová společnost si vytváří mírně odlišné baterie, v nichž probíhají chemické reakce specifickým způsobem. V zásadě jsou všechny tyto baterie konstruovány na stejném principu, a to s využitím bateriových článků a modulů. Bateriové moduly jsou snazší na výrobu, instalaci i údržbu. Díky této skladbě mohou být taky jednotlivé vadné moduly lehce vyměněny. V případě vzniku požáru, tento druh uspořádání výrazně snižuje rychlost rozšíření požáru.

Jednotlivé články mohou být spojeny buď v sériovém, nebo paralelním zapojení, aby jejich součet dosáhl požadovaného napětí a proudu. V současné době, jsou převážně využívány tři typy zapojení a každý jednotlivá z nich má své výhody a nevýhody. Řadíme zde válcové, hranolové a pouzdrové zapojení.

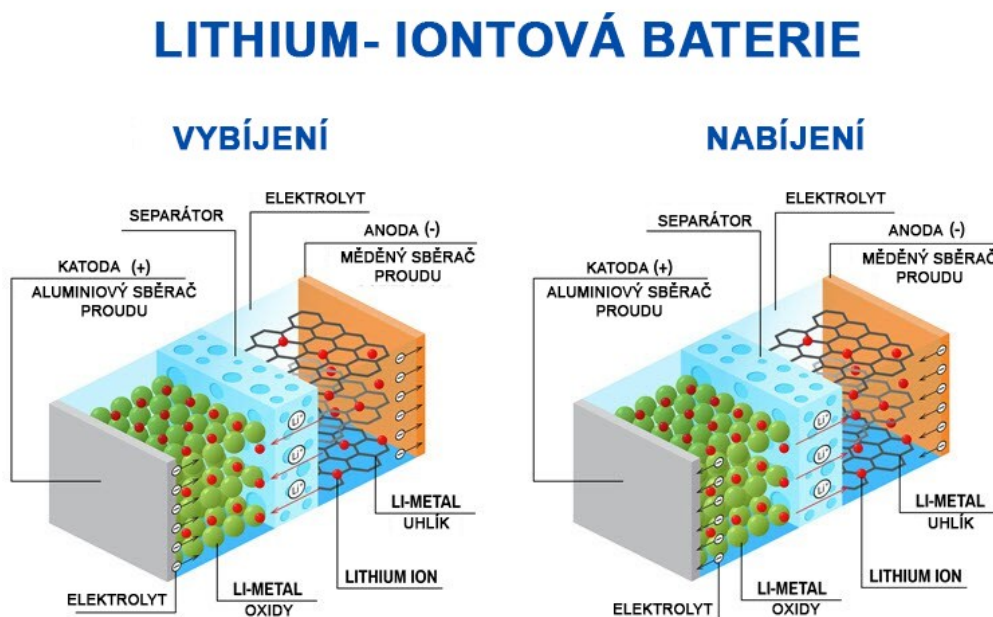
Typ válcového zapojení je nejlevnější, avšak má zároveň nejvyšší účinnost. Tento druh zapojení využívá automobilka Tesla. Hranolové články, které jsou skladnější, jejich výroba není zdaleka tak nákladná a mnohem lépe se v automobilu chladí, jsou využívány v elektromobilech od společnosti BMW a Volkswagen. Jejich nevýhoda je ovšem na straně energetické hustoty, která je poměrně nižší a nezvládají tolik počtu nabití a vybití, jako předchozí válcová varianta zapojení. Pouzdrové zapojení preferují ve svých automobilech společnosti Nissan, Renault a Chevrolet, jež jsou nejflexibilnější po stránce jednotlivých

modulů a kapacit, ale je třeba u nich kontrolovat teplotu a tlak (Elektromobily, jejich baterie a jak nabíjet, © 2022).

### 6.3.1 Lithium-iontové baterie

Elektrická energie v lithium-iontových bateriích se ukládá do jednotlivých bateriových článků. Každý článek má jeden kladný a jeden záporný pól. Jednotlivé články baterie, jsou připojené k tenké fólii, která obsahuje kovy. Baterie fungují na principu přesunu lithiových iontů mezi dvěma elektrodami – anodou a katodou. Anoda a katoda jsou obě potaženy elektrochemicky aktivním materiálem a odděleny separátorem, který brání přímému kontaktu, ale umožňuje průchod iontů – Obrázek 6.

Při nabíjení baterie se lithiové ionty uvolňují z katodového materiálu a pohybují se skrze elektrolyt, tj. vodivou kapalinu nebo gel – k anodě, kde jsou uloženy. Výsledkem toho procesu je akumulace energie ve formě chemických vazeb. Pokud dochází k vybíjení baterie, tak se děj obrací: ionty lithium se uvolňují z anody a pohybují se zpět ke katodě, přičemž generují elektrický proud, který je využíván elektrickým zařízením. Separátor zajišťuje, že i když ionty procházejí, elektrony musí cestovat externím obvodem, což vede k vytvoření elektrického proudu (Bisschop et al., 2019).



Obrázek 6 – Schéma vybíjení x nabíjení lithium-iontové baterie (vlastní, dle – schéma li-ion baterie, 2017)

Lithiové – iontové baterie jsou preferovaným řešením pro ukládání energie v moderních elektrických vozidlech. Jejich nepřekonatelné vlastnosti, jako je vysoká životnost cyklu, vysoká hustota energie a vysoká účinnost, je činí velmi vhodnými pro elektro automobily. Malé typy baterií se používají pro automobily vybavené systémy start-stop, tudíž v automobilech vybavených nejzákladnějším stupněm hybridního pohodu. Velké typy baterií jsou používány k pohonu hnacího ústrojí u plně elektrických automobilů. Pro dosažení potřebného výkonu a energie musí být do elektromobilu integrován velký počet bateriových článků. Cílem automobilových společností je dosáhnout co největšího bateriového balíku, avšak stále musí být zajištěna vysoká bezpečnost (Bisschop et al., 2019).

Zpravidla se bateriové moduly umísťují uvnitř zesílených a vyztužených prostor nebo oblastí, které jsou méně náchylné k poškození při nehodách – Obrázek 7. Tato zóna obvykle zahrnuje prostor ve středu šasi mezi rozvorem kol. Integrací lithiové-iontových baterií do této oblasti se výrobci automobilů snaží eliminovat možnost, že baterie bude ovlivněna při nehodě nebo nárazu (Bisschop et al., 2019).



Obrázek 7 – Typy umístění baterií v podvozku vozidla (Bisschop et al., 2019)

### 6.3.2 Nikl-metal hydridové baterie

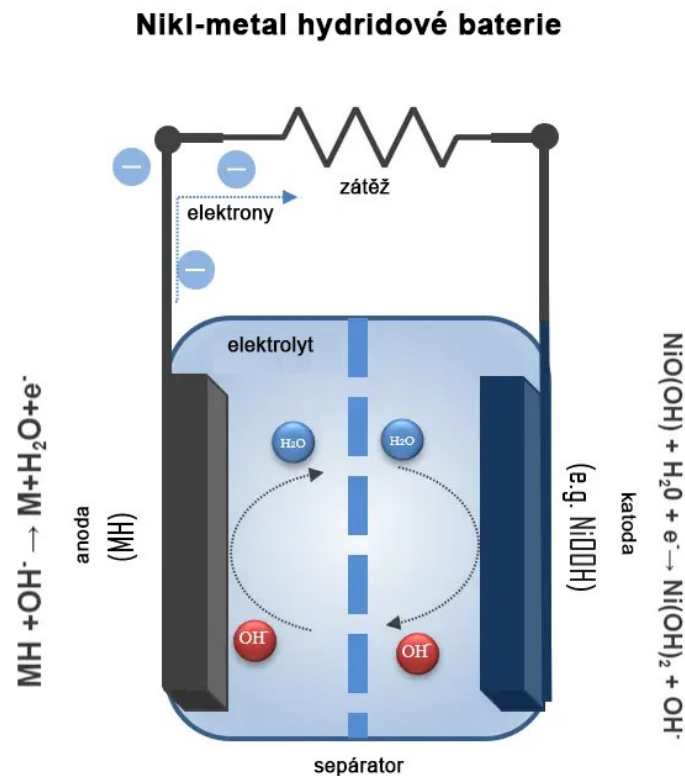
Princip baterie je založený na elektrochemických reakcích mezi kladným a záporným elektrodem. Na kladné elektrodě baterie probíhá reakce s použitím nikl oxidu hydroxidu. Nikl-metal hydridové baterie používají slitinu, která absorbuje vodík. Tato slitina umožňuje ukládat vodík, který je potřebný pro elektrochemické reakce – Obrázek 8.

V průběhu nabíjení baterie se vodík uvolňuje z kladné elektrody a pohybuje se k záporné elektrodě, kde je absorbován do slitiny. Při vybíjení se proces obrací, vodík se uvolňuje ze slitiny na záporné elektrodě a pohybuje se zpět ke kladné elektrodě, čímž vzniká elektrický proud.

Nikl-metal hydridové baterie jsou cenově levnější, než dříve zmíněné lithium-iontové baterie, avšak mezi jejich nevýhodu patří, že nedokáží uložit takové množství elektrické energie skrz jejich nižší hustotu a nedokáží pracovat s tak vysokým napětím jako lithium-



iontové baterie. Baterie jsou také citlivé na extrémní teploty, jež ovlivňují jejich výkon a životnost. Proto nejsou optimální k využívání v plně elektrických automobilech, ale jsou vhodné k použití v automobilech s hybridním pohonem (Golson, 2023).



Obrázek 8 – Schéma Nikl–metal hydridové baterie (vlastní, dle – Nickel Metal Hydride Battery – How it works, © 2023)

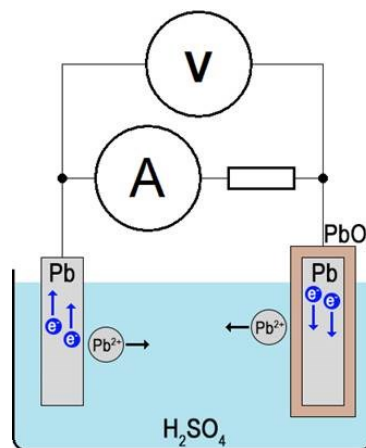
### 6.3.3 Olovněné baterie

Akumulátor je tvořen sérií galvanických článků, uvnitř nichž se nacházejí elektrody z olovné slitiny, umístěné v prostředí, kde působí řídký roztok kyseliny sírové. Tento roztok může být absorbován v materiálu podobném skleněné vlně, který se nachází mezi olovenými deskami, anebo může být zpevněn do gelového stavu. Elektrody jsou navrženy s mřížkovou strukturou, aby se zvětšil jejich povrch a zefektivnil tak průběh chemických reakcí. Důvodem použití slitiny místo čistého olova je jeho měkkost, která by neumožňovala udržet požadovaný tvar. Do slitiny se proto přidávají další prvky jako antimon, vápník, cín, selen a další, což zvyšuje její mechanickou odolnost a elektrickou vodivost – Obrázek 9.

Jedna z elektrod je vyrobena z čistého olova, zatímco povrch druhé je obalen vrstvou olovičitého oxidu. Během procesu vybíjení dochází k transformaci obou typů materiálů elektrod – olova a olovičitého oxidu – na olovnatý síran. Elektrolyt se současně zbavuje kyseliny sírové a namísto ní se zvyšuje obsah vody. Pokud vrstva olovnatého síranu na povrchu obou elektrod účinně zamezí průchodu elektrického proudu, baterie je vybitá.

Pokud se baterie nabíjí pomocí vnějšího zdroje elektrické energie, dochází ke zvýšení koncentrace kyseliny sírové v elektrolytu. Tento jev vzniká rozpouštěním olovnatého síranu z elektrod a štěpením molekul vody, které vede k tvorbě kyseliny sírové (Olověný akumulátor, © 2023).

Olověné baterie se po dlouhá léta používají jako zásobárna energie, pro dodání energie startéru, který pomocí této energie nastartuje konvenční motor. Avšak olověné baterie si i dnes najdou své místo v moderních plně elektrických či hybridních automobilech. Jejich nespornou výhodou je, že jsou levné, výkonné, bezpečné a spolehlivé. Na druhé straně jejich krátká životnost a nízká výkonnost při nízkých venkovních teplotách ztěžuje jejich používání v elektro mobilech (How do batteries for electric cars work?, 2022).



Obrázek 9 – Schéma olověného akumulátoru (Olověný akumulátor, © 2023)

### 6.3.4 Ultrakondenzátory

Ultrakondenzátory jsou přelomem v technologii kondenzátorů. Zařízení jsou schopné ukládat mnohonásobně větší elektrický náboj než jejich běžní předchůdci. Zatímco standardní kondenzátory mohou mít izolační vrstvu tvořenou vzduchem nebo plastovou folií, ultrakondenzátory zvyšují stupeň využívání elektrod, které jsou často flexibilní a pokryté vodivými materiály, například uhlíkem.

Princip fungování kondenzátorů je založen na hromadění elektronů. Při nabíjení kondenzátoru, elektrony opouštějí jednu elektrodu, což vede k vytvoření kladného náboje, zatímco se na druhé elektrodě shromažďují, čímž vzniká záporný náboj. Oba náboje jsou odděleny izolátorem, který tvoří elektrické pole pro uchování energie. Když jsou následně elektrody připojeny do elektrického obvodu, dojde k průtoku proudu a k vybití kondenzátoru.

Ultrakondenzátory využívají porézní aktivní uhlí na elektrodách. Tyto elektrody jsou odděleny izolační vrstvou a ponořeny do elektrolytu plného kladných a záporných iontů.

Během nabíjení se ionty hromadí na elektrodách, čímž na každé z nich vznikají dvojité vrstvy náboje. Ultrakondenzátory ukládají energii mezi dvěma náboji opačné polarity, a to v elektrolytu s rovnoměrně rozptýlenými ionty, přispívá k jejich vysoké kapacitě. Vysoká plocha elektrod a těsná blízkost mezi iontovým nábojem a povrchovým nábojem jsou klíčem k dosažení vysoké kapacity (Supercapacitor applications, © 2021).

Ultrakondenzátory mají na rozdíl od lithium-iontové baterie nízkou hustotu, která dosahuje jen 10% až 20% hustoty lithium-iontových baterií. Díky tomu jsou ultrakondenzátory využívány při nepříliš náročných činnostech, avšak mohou poskytnout krátkodobé intenzivní zatížení. Využívá se převážně při rekuperaci brzděné energie, které je následně využita k rozjezdu vozidla.

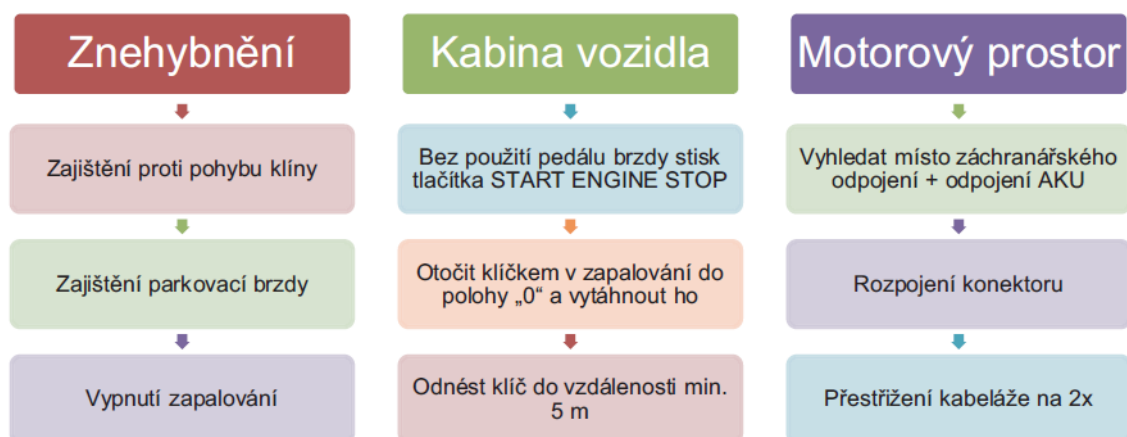
V ostatních parametrech ultrakondenzátory mnohonásobně převyšují klasické elektrochemické články. Doba životnosti je prakticky neomezena, a to bez úbytku kapacity i s přibývajícím cykly, taktéž i stálost výkonu při nízkých i vysokých teplotách a velmi rychlá doba dobíjení (Superkondenzátory, 2018).

## 7 ČINNOST JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ ELEKTROMOBILU

Členové jednotek požární ochrany musí v první řadě, před započítím samotných záchranných prací u dopravní nehody zajistit bezpečnost na pozemní komunikaci, a to jak pro sebe samotné, tak i pro osádku havarovaných vozidel.

### Všeobecný postup při deaktivaci vysokonapěťového systému

Určité postupy jednotek PO mohou být v praxi použity u velké části elektro automobilů. Jednotka PO průzkumem zjistí, zda dotčený elektro automobil je vybaven určitým prvkem, kterým zajistí havarovaný elektro automobil proti možnému pohybu. Všeobecným opatřením k zamezení pohybu elektro automobilu, je využití klínů k zaklínování vozidla, aktivace brzdy, deaktivace napájení elektřiny v automobilu, ať už rozpojením speciálních konektorů, odpojením baterie, vytažením pojistek, případně přestřížením elektrických kabelů na specificky označených místech k tomuto střihu – Obrázek 10 (Horník et al., 2021).



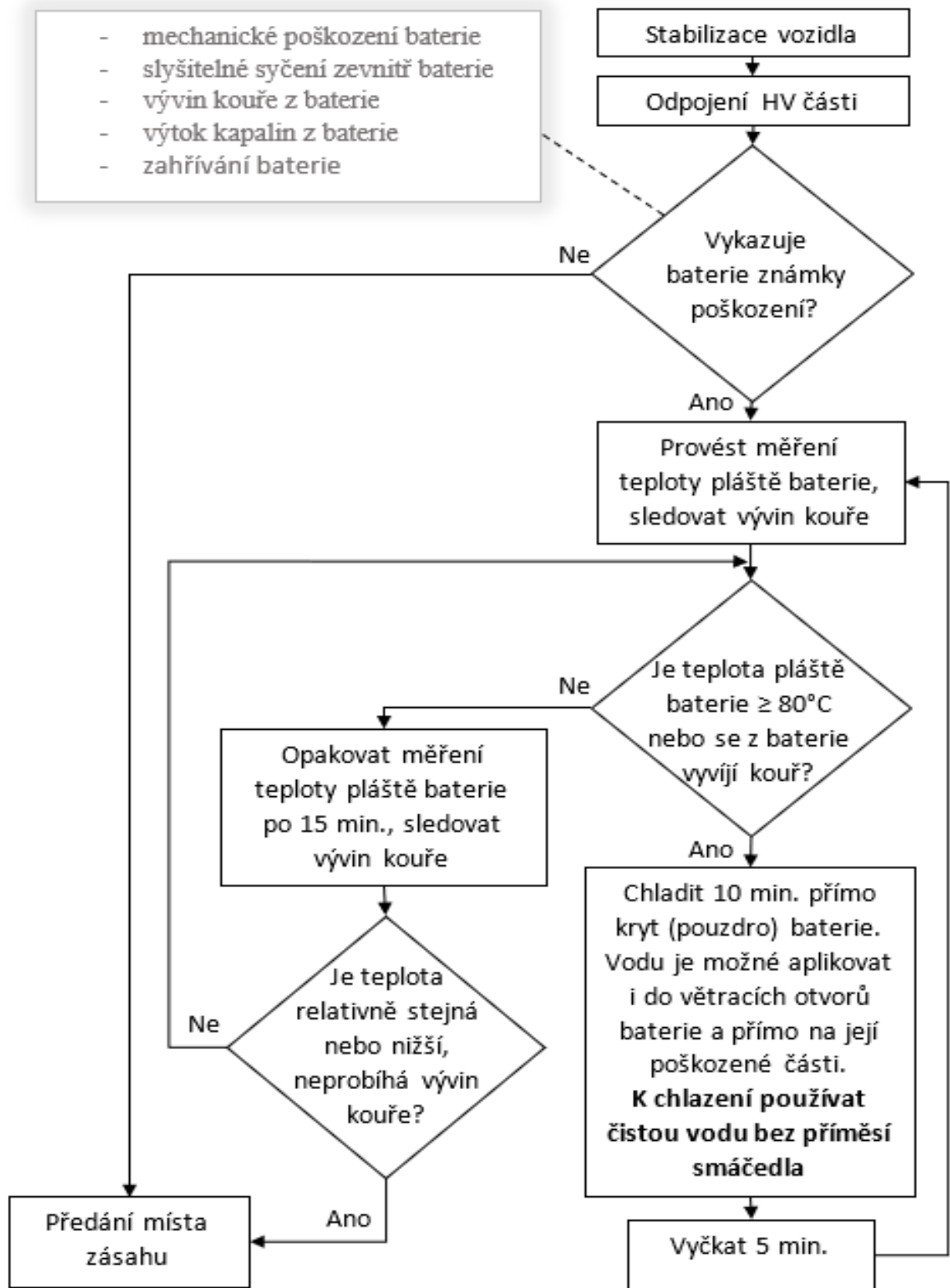
Obrázek 10 – Všeobecný postup k deaktivaci vysokonapěťového systému vozidla (Horník et al., 2021).

### Kontrola trakční baterie

Cílem průzkumu JPO u dopravní nehody elektromobilu, musí být také zaměřen na aktuální stav trakční baterie. Primárně se průzkum zaměřuje na:

- *„mechanické poškození,*
- *slyšitelné syčení, praskání,*
- *výtok kapalin,*
- *zahřívání,*
- *vývin kouře“ (Silniční vozidla s elektrickým pohonem, 2023).*

V případě, že bylo průzkumem zjištěno, že trakční baterie byla poškozena, nebo její povrchová teplota je 80 °C a více, musí jednotky zahájit okamžitě chlazení trakční baterie, jelikož hrozí bezprostřední ohrožení. Ochlazovat trakční baterii je nutné přímo do ní, případně na její kovový kryt. Doba ochlazování by se měla být 10 minut. Následně členové JPO monitorují stav trakční baterie pomocí termokamery. Jestliže dojde k opětovnému samovolnému zahřátí, případně se z trakční baterie kouří, musí se ochlazování trakční baterie opakovat do doby, než její teplota bude srovnatelná s teplotou okolí – Obrázek 11 (Silniční vozidla s elektrickým pohonem, 2023).



Obrázek 11 – Algoritmus chlazení trakční baterie vodním proudem (Silniční vozidla s elektrickým pohonem, 2023)

## 7.1 Bezpečnost zasahujících jednotek

Zasahující jednotky PO se musí vybavit osobní ochrannou výstrojí:

- hasičskou přilbou schváleného typu,
- zásahové rukavice schváleného typu, (doporučuje se pod ně použít jednorázové zdravotnické rukavice),
- výstražnou vestou,
- zásahový oděv schváleného typu,
- zásahová obuv schváleného typu,
- respirátor – ochrana dýchacích cest (pouze v případě, že je nutné řezání skla na havarovaném automobilu) – Obrázek 12 (Horník et al., 2021).



Obrázek 12 – Osobní ochranné prostředky hasiče, při zásahu u DN (Horník et al., 2021)

**Bezpečnostní aspekty související s prací u dopravní nehody:**

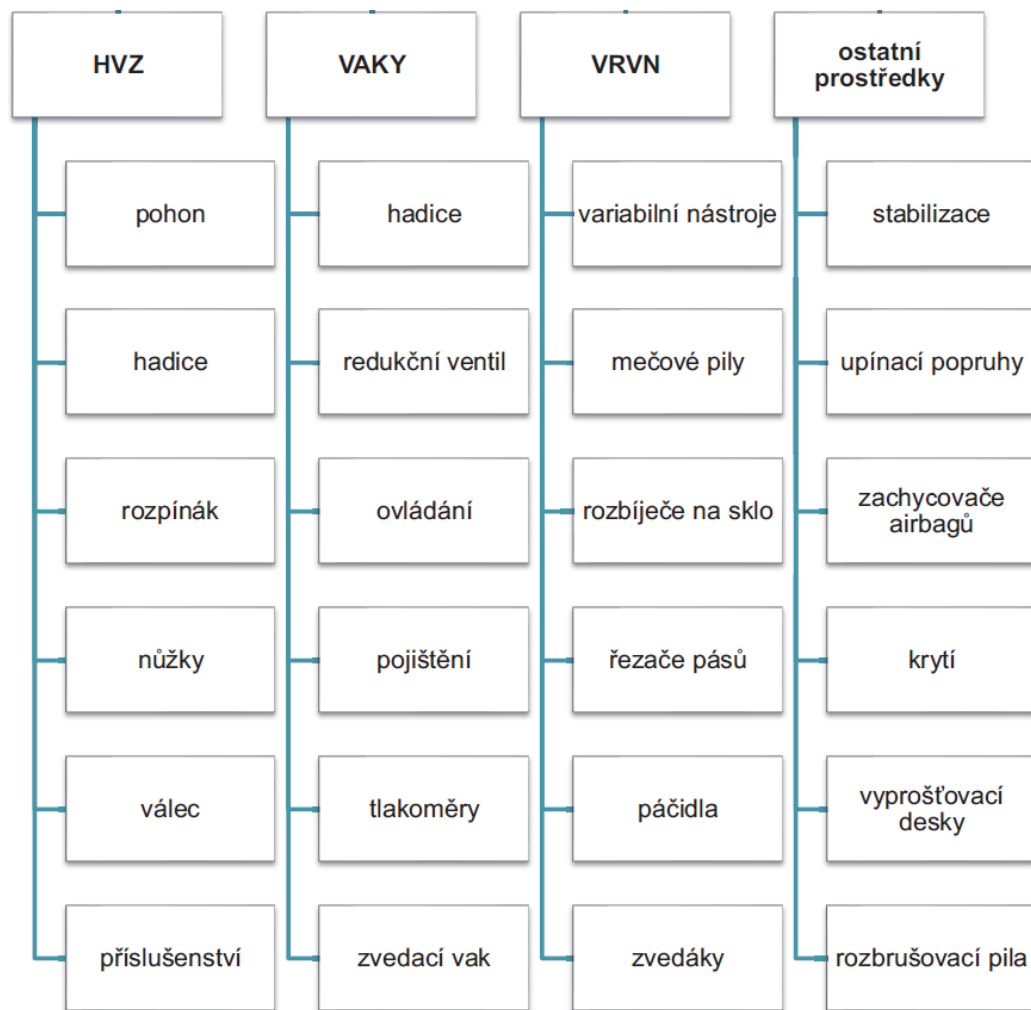
- zajistit bezpečnost pro zasahující složky na místě MU všemi dostupnými prostředky,
- za pomoci příslušníků Policie ČR udržovat nezúčastněné osoby v bezpečné vzdálenosti od místa MU,
- zajistit, aby spojovací části na vysokotlakých hadicích byly řádně spojeny a zajištěny, aby se předešlo možnému rozpojení vysokotlakých hadic, a jejich řádné rovné natažení,
- příslušník HZS, jenž obsluhuje vysokotlaké nářadí, se musí vyvarovat postavení v pozici mezi nářadím a havarovaným vozidlem, aby nemohlo dojít k jeho případnému přimáčknutí nástrojem k havarovanému vozidlu,
- je přísně zakázáno stříhat pyropatrony od airbagu, pružnou a kalenou ocel,
- použité nářadí a materiál odkládat do dostatečné vzdálenosti od havarovaných vozidel, aby se udržoval dostatečný pořádek, při provádění záchranných prací (Horník et al., 2021).

**7.2 Technické prostředky využívané při vyprošťování u dopravních nehod**

Jednotky PO jsou vybaveny technickými prostředky, které využívají při záchranných a vyprošťovacích pracích na havarovaných vozidlech. Základní rozdělení technických prostředků:

- hydraulické a akumulátorové vyprošťovací zařízení,
- pneumatické zvedací vaky,
- ruční vyprošťovací nástroje,
- ostatní prostředky, zejména na stabilizaci vozidla a krytí pasažérů v nabouraném vozidle, či ostrých hran vozidla (Horník et al., 2021) – Obrázek 13.





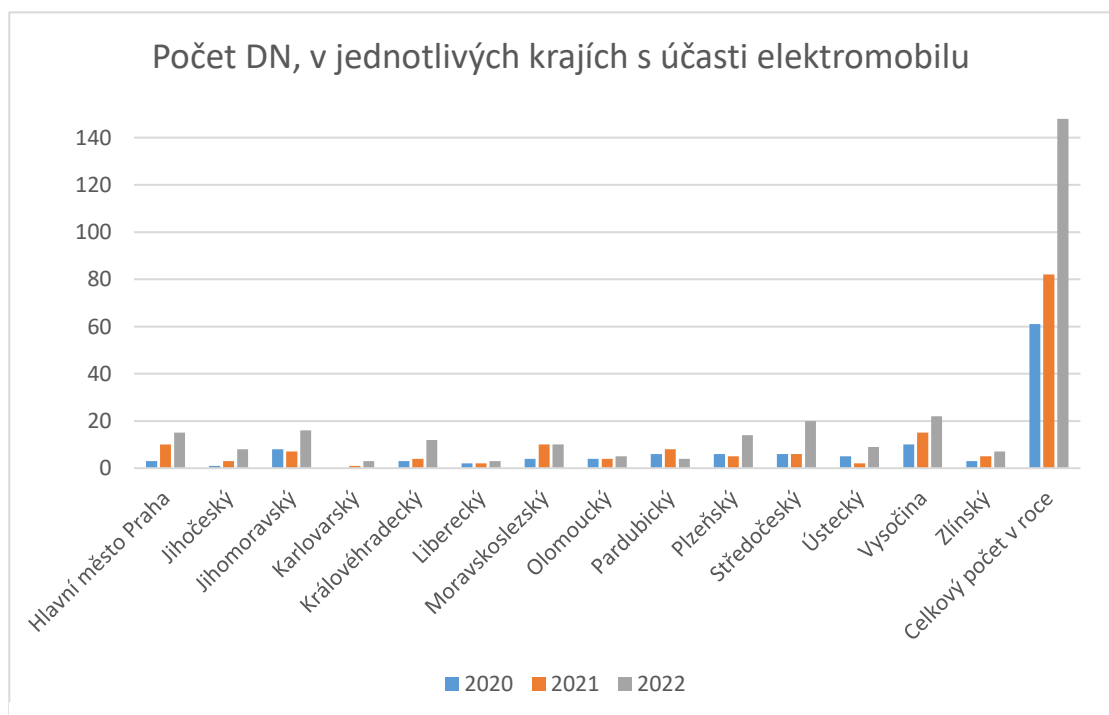
Obrázek 13 – Druhy technických prostředků užívaných u DN (Horník et al., 2021).

### 7.3 Statistické údaje k dopravní nehodovosti elektro automobilů

S množstvím a nárůstem provozu elektromobilů v dnešní době se bohužel zvyšuje i četnost nehod a následných požárů, u nichž je vyžadován zásah složek IZS. S rostoucím počtem elektromobilů na silnicích dochází k situacím, kdy jsou vozidla vystavena různým rizikům, ať už jde o technické poruchy, dopravní nehody nebo jiné mimořádné události. Tyto nehody mohou způsobit nejen materiální škody, ale i potenciálně zvýšené nebezpečí pro zasahující záchranné složky, které se musí vypořádat s riziky spojenými s provozem elektro automobilů.

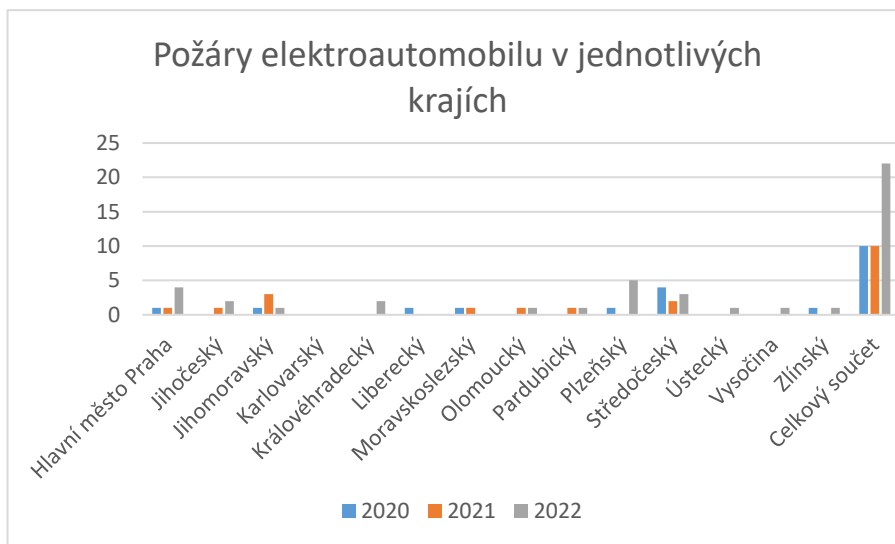
V rámci tohoto kontextu hraje klíčovou roli nařízení Evropské unie, které stanovuje stát se klimaticky neutrálním kontinentem do roku 2050, dále také dotační politika a kritéria podporující přechod na ekologičtější alternativy pohonu vozidel od ropných paliv, přičemž elektromobilita je jedním z hlavních směrů této transformace. Tato opatření nejen tlačí na rozšiřování množství elektromobilů, ale zároveň reflektují širší evropský trend odklonu od fosilních paliv na cestě k udržitelnější dopravě. Současně je však nutné zkoumat, jak tato politika ovlivňuje bezpečnost elektromobilů v reálném provozu. Efektivní implementace a dodržování nařízení EU jsou klíčové pro bezpečné a ekologicky příznivé provozování elektromobilů, a zároveň mohou přispět k minimalizaci rizik spojených s jejich nehodami.

Na níže vyobrazeném grafu – Graf 2, lze sledovat rostoucí počet automobilových nehod, ve kterých figurovala elektrovozidla.



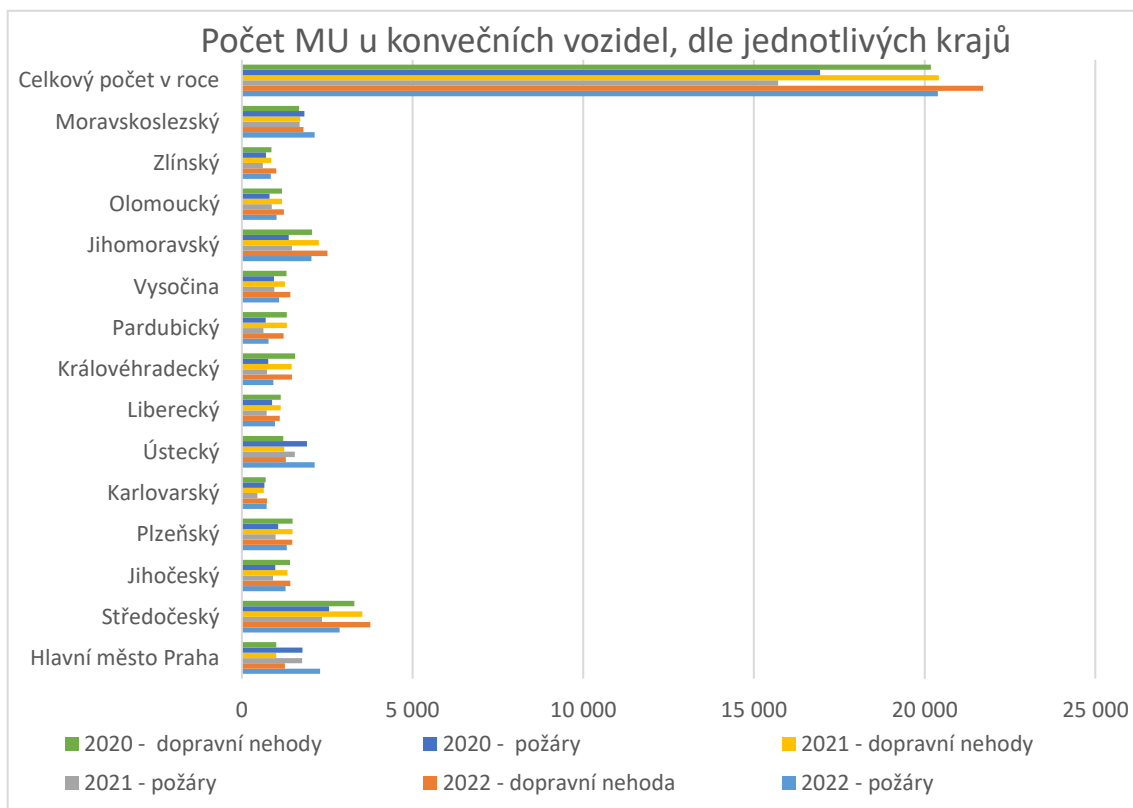
Graf 2 – Graf počtu DN s účastí elektromobilu (Nedělníková, 2023)

Počet MU, při nichž došlo k požáru automobilu na elektrický pohon následkem dopravní nehody, má taktéž rostoucí tendenci, tak jako počet nehod elektro automobilů – Graf 3.



Graf 3 – Počet požáru elektromobilu (Nedělníková, 2023)

Počet MU, ke kterým došlo v průběhu zmíněných tři let u běžných vozidel, na konvenční spalovací motor – Graf 4.



Graf 4 – Graf počtu MU u vozidel na konvenční pohon (Nedělníková, 2023)

## 8 ZNAČENÍ ELEKTROMOBILU

Pro zasahující jednotky PO je důležité, aby u dopravní nehody s účastí elektromobilu ho dokázaly jednoznačně rozpoznat a své taktické postupy přizpůsobit této skutečnosti. Mezi značnou nevýhodou v tomto směru patří, že automobilky nemají jednotné značení pro elektromobily. Velká rozmanitost log a nápisů, které navíc mohou v důsledku požáru se stát nečitelné a neidentifikované.

V dnešní době je možné s naprostou jistotou rozpoznat pouze elektromobily Tesla podle jejich továrního značení, neboť všechna vozidla této značky jsou pouze na elektrický pohon. U označení vozidel od ostatních výrobců můžeme často vidět určité opakující se prvky. Jedním z nich je využití modré barvy v logu nebo na nápisech auta. U elektromobilů a hybridních vozidel je běžné nalézt v jejich názvech písmeno "e", například e-tron nebo e-drive. U hybridních automobilů se také často objevuje slovo "hybrid" jako součást jejich označení.

Mezi další vodítko, které identifikují vozidla s tímto druhem pohonu, patří registrační značka vozidla. Část zákona č. 193/2008 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, která nabyla účinnosti od 1.4.2019 umožňuje na vlastní žádost vlastníka či provozovatele silničního vozidla, přidělení speciální registrační značky. Registrační značku tvoří velká písmena „EL“, které následují další standartní písmena a čísla, jež se užívají v běžných registračních značkách. Tato registrační značka není pro majitele a provozovatele vozidel povinná, avšak vozidla s touto specifickou poznávací značkou mohou využívat určitých výhod v silničním provozu, a zvláště jistou míru úlevy při placení dálničních a parkovacích poplatků. Z těchto důvodů lze předpokládat, že většina majitelů těchto vozidel, si o specifickou registrační značku požádá.

Dalším označením, které mohou vést ke skutečnosti, že se jedná o elektromobil, jsou výrazné polepy a loga s označením „zero emission“ či obrázku kabelu s koncovkou. Takto označená vozidla můžeme vidět především ve spojení s podnikatelskou činností. Avšak na zmíněné označení nelze stoprocentně spoléhat, že se jedná o elektromobil (Malkovský et al., 2020).

Mezi důležitý znak pro rozpoznání elektrického pohonu u vozidel je přítomnost nabíjecího konektoru, který je typicky umístěn za krytkou na karoserii. U hybridních vozidel je obvykle k nalezení i další krytka pro tradiční palivovou nádrž. Ačkoliv ne všechna hybridní vozidla mají možnost externího nabíjení baterií, lze tedy říct, že vozidla s nabíjecím konektorem obvykle disponují bateriemi s vysokou kapacitou, což může mít vliv na bezpečnostní

aspekty. Nabíjecí konektory bývají umístěny na různých místech vozu, často nad předním nebo zadním blatníkem, a někdy jsou schované pod krytkou v přední části vozidla – Obrázek 14. Existuje několik druhů konektorů, které se liší podle výrobce a trhu, na kterém bylo vozidlo prodáno – Obrázek 15 (Malkovský et al., 2020).



Obrázek 14 – Umístění konektorů (Malkovský et al., 2020)



Obrázek 15 – Druhy nabíjecích konektorů (Malkovský et al., 2020)

U některých vozidel nemusí být na první pohled zřejmé, že se jedná o automobil s elektro pohonem. K jednoznačné identifikaci může vést až přítomnost oranžové kabeláže, konektorů, cedulek a štítků v prostoru motoru vozidla, případně typický ukazatel na palubní desce elektromobilu.

### **Aplikace určení pro záchranáře**

Mobilní aplikace jsou příkladem, kdy jsou využívány moderní technologie k lepší efektivitě a bezpečnosti u záchranných složek. U jednotek požární ochrany se mezi tyto aplikace řadí např. Euro Rescue. Tato aplikace poskytuje rychlý a snadný přístup k záchranným listům vozidel, ale i jednoznačnou identifikaci pohonu vozidla. Díky těmto informacím mohou záchranáři efektivněji a bezpečněji provádět vyproštění osob z havarovaných vozidel.

Mezi další aplikace určené pro záchranáře se řadí např. Moditech Crash Recovery Systém, či Rescue Assist App.

### **Elektrický pohon vozidel**

Elektrické systémy pohonu vozidel, trakční baterie a nabíjení vozidel pracuje s napětím, které je životu nebezpečné. Vysokonapěťové části jsou označovány výrazně oranžovou barvou – Obrázek 16, a to ať kabely, tak i kryty vysokonapěťových konektorů. Ve většině případů se napětí v takto značených částech pohybuje v rozmezí od 400V do 800V. Vzhledem ke galvanickému oddělení má vozidlo nulový potenciál vůči zemi, což znamená, že ho lze hasit jako zařízení bez napětí. Situace je ale diametrálně odlišná, pokud je vozidlo připojeno k nabíječce. V takovém případě je třeba brát v úvahu zvýšené riziko úrazu elektrickým proudem, jelikož vozidlo je v tomto stavu uzemněno (Silniční vozidla s elektrickým pohonem, 2023).



Obrázek 16 – Vysokonapěťové kabely (Hybrid / Electric Vehicle High-Voltage Cable, © 2024)

## 8.1 Informace pro záchranáře – záchranné datové listy

V případě nehody je nutná rychlá a bezodkladná pomoc. Výrobci automobilů spolu s autokluby z tohoto důvodu vytvářejí a zveřejňují standardizované datové listy, jejich součástí jsou klíčové informace o vozidle, které jsou důležité pro jednotky PO.

**Obsahem těchto listů jsou obvykle:**

- **Umístění důležitých částí vozidla:** Pozice umístění bezpečnostních prvků, jako jsou airbasy, předpínače bezpečnostních pásů, baterie, elektrické systémy a baterie.
- **Struktura vozidla:** Detailní informace o konstrukci vozidla, umístění nosných sloupků a preferovaná místa, kde provést jejich střih, v případě potřeby vyproštění zraněné osoby z vozidla.
- **Specifika alternativních pohonů:** U vozidel, jež jsou vybavená elektrickým, hybridním, případně jiným alternativním pohonem jsou poskytnuty klíčové informace o manipulaci a bezpečnostních aspektech těchto systémů.
- **Návod k zásahu:** Pokyny pro záchranáře, jak bezpečně manipulovat s vozidlem a jeho součástmi během záchranných a vyprošťovacích prací.

Záchranné datové listy mají za úkol rychle a stručně podat záchranářům dostatek informací, aby mohli rychle a bezpečně zasáhnout v situacích, kdy je nutné vyprostit zaklíněnou osobu v automobilu, případně odvrátit riziko požáru či jiné nebezpečí, vyplývající z provozu vozidla.

### Schéma elektromobilu

Bezpečnostní schéma elektromobilu – (Obrázek 21, Obrázek 25, Obrázek 29), zobrazuje u níže zmíněných typů elektromobilů jejich klíčové prvky a součásti. Tyto schémata jsou pro jednotky požární ochrany nesmírně důležitá, zejména s ohledem na rychlost a efektivitu zásahu. Výrobci elektromobilů umísťují schémata do záchranných datových listů, díky čemuž získají záchranáři přesné informace o struktuře a umístění bezpečnostních a nebezpečných prvků a komponentů vozidla. Pro zasahující jednotky požární ochrany jsou tyto informace velice důležité, zvláště v případě nutnosti vyprošťování zaklíněných osob. Znalost těchto informací je klíčová pro bezpečné a účinné zásahy při nehodách elektromobilů, kde nastává riziko spojené s elektrickými systémy vozidla. Tyto schémata

pomáhají záchranářům provést rychlou a bezpečnou práci, což může být zásadní pro ochranu lidských životů a minimalizaci škod na majetku.



### 8.1.1 ŠKODA ENYAQ COUPÉ iV

#### Identifikace a rozpoznání vozidla

Jednotky PO se musí primárně zaměřit při rozpoznávání vozidla na typové označení vozidla na zadních dveřích od zavazadlového prostoru a umístění nabíjecího portu na zadní pravé straně elektro automobilu – Obrázek 17.

Označení **ENYAQ iV** na víku zavazadlového prostoru.



Nabíjecí zásuvka.



Motorový prostor.



Obrázek 17 – Označení vozidla ŠKODA ENYAQ iV (ŠKODA ENYAQ COUPÉ iV (od 2023), 2023)

#### Stabilizace a znehybnění vozidla

V případě, že není slyšet hluk běžícího motoru, nezaručuje to, že vozidlo je vypnuté. Elektrický motor automobilu může náhle a bezhlučně začít pracovat, dokud není auto úplně vypnuté.

Před započítím záchranných a vyprošťovacích prací musí být automobil zajištěn parkovací brzdou, stisknutím tlačítka START–STOP a odnést klíč z vozidla do vzdálenosti alespoň pěti metrů. Jestliže na informačním panelu přístrojů je vyobrazen nadpis „OFF“, znamená to, že je elektrický pohon automobilu bezpečně vypnutý – Obrázek 18.

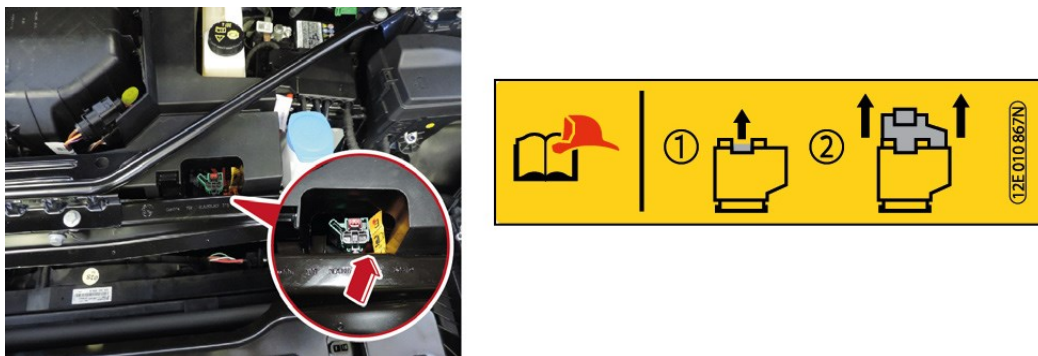
Záchranné jednotky musí používat předepsané ochranné pomůcky. (ŠKODA ENYAQ COUPÉ iV (od 2023), 2023).



Obrázek 18 – Postup k znehybnění vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPÉ iV (od 2023), 2023)

### Deaktivace vysokonapětového systému vozidla – hlavní metoda

Vysokonapětový systém vozidla lze deaktivovat pomocí nízkonapětového zařízení, které je umístěno na nosníku vozidla v prostoru motoru. Otevřením rozpojovacího místa – Obrázek 19, dle postupu na žlutém štítku dojde k deaktivaci vysokonapětového systému (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023).



Obrázek 19 – Deaktivace vysokonapětového systému vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023)

### Deaktivace vysokonapětového systému vozidla – alternativní metoda

Alternivní cestou k deaktivaci vysokonapětového systému vozidla je vytažení pojistky označené žlutým štítkem, která se nachází v prostoru pro řidiče, před jeho levým kolenem – Obrázek 20 (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023).



Obrázek 20 – Alternativní deaktivace vysokonapětového systému vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023)

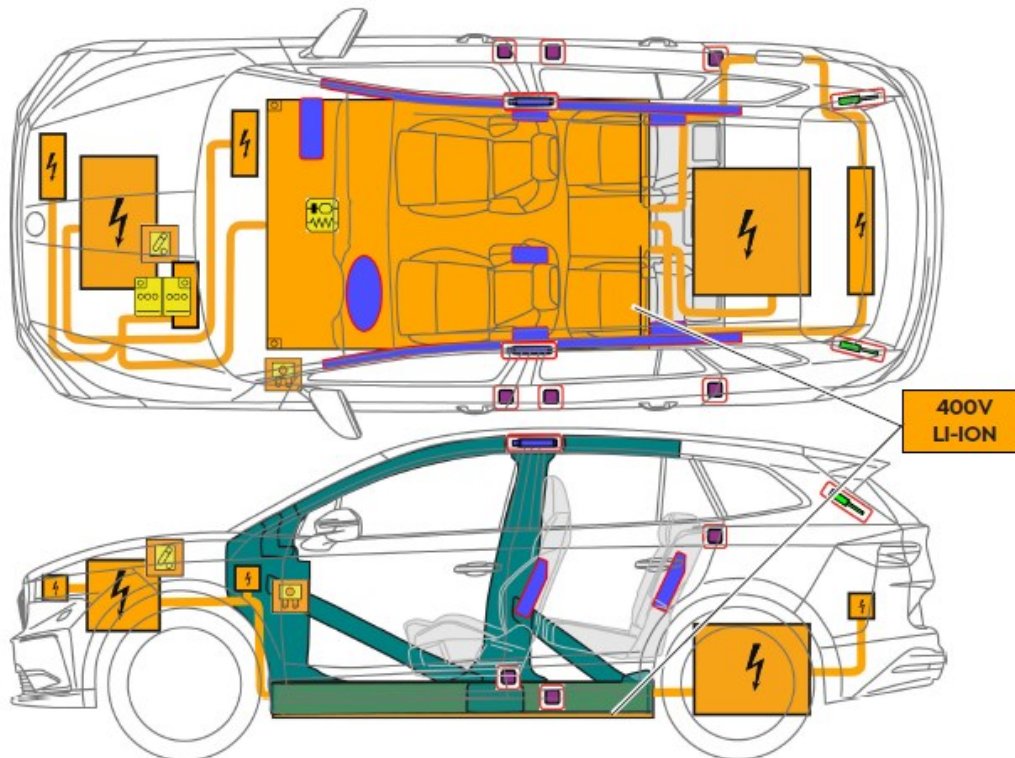
**Postup při požáru vozidla**

V případě požáru vozidla a následného zasažení vysokonapěťové baterie, je jednotkám PO doporučováno použít vodu, jenž by měla, v co největší míře vniknout také do vysokonapěťového akumulátoru.

Aby se zabránilo samovolnému opětovnému rozhoření vysokonapěťových akumulátorů, je doporučeno ponořit automobil do vodní lázně na 48 hodin (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023).

**Postup pro odtažení vozidla**

Elektromobil je zakázáno odtahovat v případě, že poháněna zadní náprava se dotýká komunikace. V případě, že se jedná o vozidlo s pohonem všech kol, je nezbytně nutné použít k odtažení vozidla, odtahové vozidlo s ložnou plochou a dotčené nabourané elektro vozidlo na něj naložit. Odtážené nabourané vozidlo je třeba umístit do karanténní plochy, v dostatečné vzdálenosti od ostatních vozidel, případně budov, aby v případě opětovného vznícení vozidla (baterií), nedošlo k ohrožení vedle stojících objektů. (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023).



Legenda

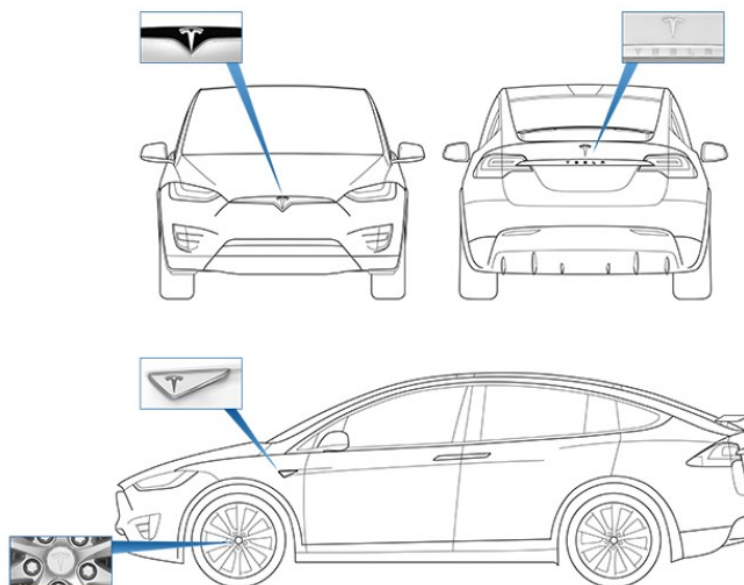
	Airbag		Vyvíječ plynu airbagu		Předpínač bezpečnostního pásu		Řídicí jednotka SRS		Aktivní systém ochrany chodců
	Automatický systém ochrany proti převrácení		Plynová vzpěra / předpjatá pružina		Zóna vysoké pevnosti		Zóna vyžadující zvláštní pozornost		
	Nízkonapěťový akumulátor		Ultrakondenzátor, nízkonapěťový		Palivová nádrž		Plynová nádrž		Bezpečnostní ventil
	Napájecí sada, vysokonapěťová		Vysokonapěťový napájecí kabel		Vysokonapěťové zařízení, které odpojuje vysoké napětí		Pojistková skříň k vypnutí vysokého napětí		Vysokonapěťový ultrakondenzátor
	Nízkonapěťové zařízení, které odpojuje vysoké napětí		Pojistková skříň k vypnutí vysokého napětí		Vysokonapěťová součást				

Obrázek 21 – Popis a umístění nebezpečných a bezpečnostních prvků v ENYAQU COUPE iV (ŠKODA ENYAQU COUPE iV (od 2023), 2023).

### 8.1.2 Tesla Model X

#### Identifikace a rozpoznání vozidla

Jednotky PO rozpoznají automobil od společnosti Tesla Model X, dle loga společnosti na přední kapotě a dveřích od kufru. Další rozpoznávací znaky – loga jsou umístěna na předních blatnících a uprostřed disků kol – Obrázek 22 (Model X, ©2012-2020).



Obrázek 22 – Označení vozidla Tesla Model X (Model X, ©2012-2020)

#### Stabilizace a znehybnění vozidla

Automobil společnosti Tesla Model X se pohybuje tiše, z tohoto důvodu nelze nikdy předpokládat, že je vypnutý. Na radiči rychlostního režimu, může řidič zařadit „plazivou rychlost“, v tomto případě by se elektromobil neměl pohybovat, dokud nedojde k sešlápnutí akcelérátoru i za podmínky, že je zařazená poloha pro jízdu dopředu či dozadu. Nikdy se nelze spolehnout, že se automobil nebude pohybovat.

Stisknutím tlačítka na konci páčky řazení, dojde k zařazení polohy „parkování“ – Obrázek 23. V případě, že má Model X zařazenou polohu parkování, dojde k automatické aktivaci parkovací brzdy a sdružený přístroj bude ukazovat polohu parkování.

Při provádění záchranných a likvidačních prací, je třeba zaklínovat všechny čtyři kola automobilu (Model X, ©2012-2020).

Záchranné jednotky musí používat předepsané ochranné pomůcky.



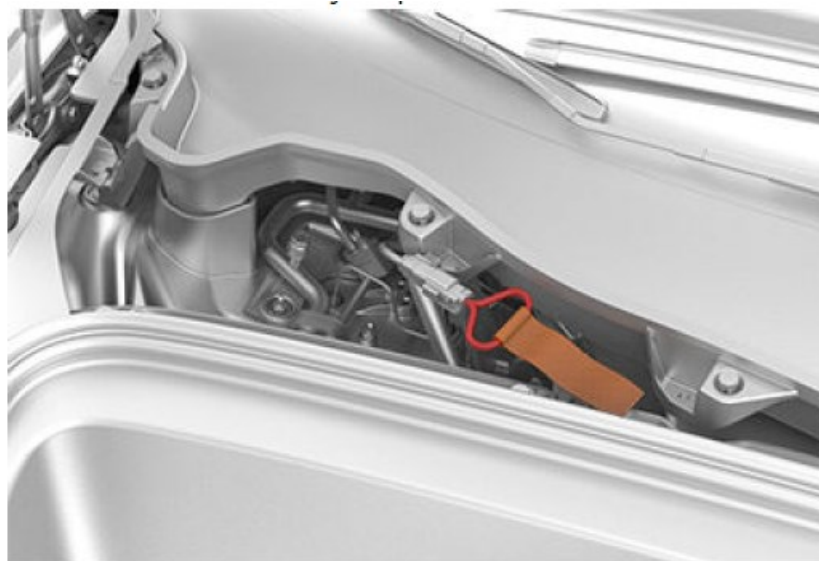


Obrázek 23 – Aktivace parkovací brzdy u Modelu X  
(Model X, ©2012-2020)

### Deaktivace vysokonapětového systému vozidla

K deaktivaci vysokonapětové smyčky dojde přestřížením nouzové kabelové smyčky na nízkonapětovém kabelu – Obrázek 24, která se umísťena v předním zavazadlovém prostoru. Zároveň s deaktivací vysokonapětové smyčky se deaktivuje také doplňkový zádržný systém a všechny airbagy v automobilu.

Nouzovou kabelovou smyčku je třeba vždy přestříhnout nadvakrát, aby byla vyloučena možnost náhodného spojení kabelu a mohla být přestřížená část vyjmuta (Model X, ©2012-2020).



Obrázek 24 – Umístění nouzové kabelové smyčky u Modelu X  
(Model X, ©2012-2020)

### Postup při požáru vozidla

V případě požáru vysokonapětového akumulátoru, případně pokud je vystaven extrémní teplotě či produkuje vysokou teplotu či plyny, je nutné jej chladit velkým množstvím vody. Pro účinné uhašení požáru a ochlazení akumulátoru je vyžadováno cca 11 356 litrů vody,

která se aplikuje přímo na akumulátor. Jednotky PO musí zajistit dostatečný množství vody k uhašení požáru automobilu. Jestliže není dostupná hasební voda, lze aplikovat suché chemické prostředky, CO<sub>2</sub>, pěnu či jiné běžné hasicí prostředky. Hasební voda musí být aplikována přímo na akumulátor (Model X, ©2012-2020).

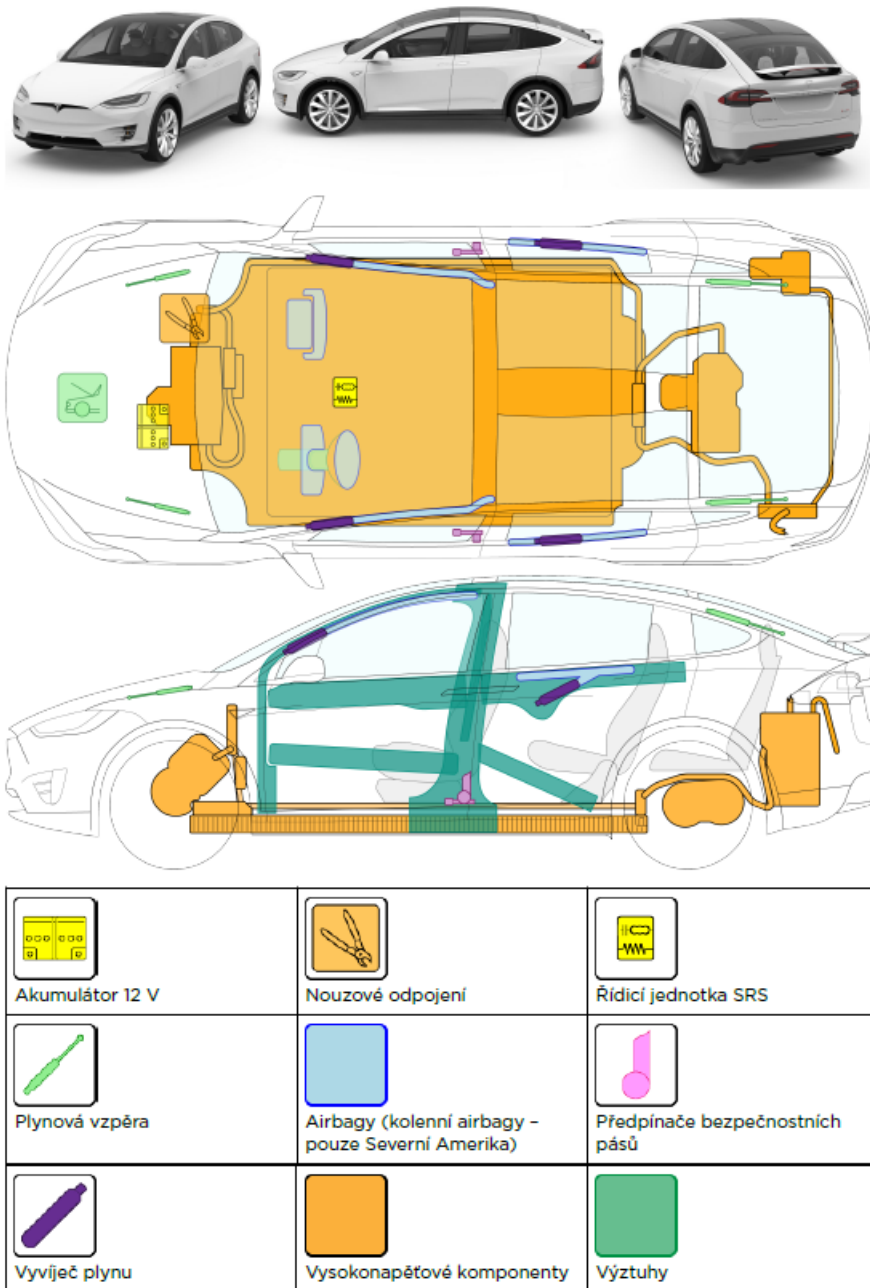
Jestliže to bezpečnostní situace umožňuje, je optimální automobil zvednout či naklonit tak, aby jednotky PO měly lepší přístup k akumulátoru. Vodu zle aplikovat dovnitř akumulátoru pouze tehdy, je-li již otevřený, například ventilačním otvorem nebo poškozením v důsledku nehody. Jednotkám PO je zakázáno vytvářet otvory do akumulátoru. U malých požárů automobilu, které nezasahují do akumulátoru, je pro jednotky PO doporučován stejný postup, jako v případě hašení požárů běžných konvenčních vozidel.

Při následném provádění prohlídky elektromobilu je důrazně doporučováno se nedotýkat žádných vysokonapěťových komponentů vozidla. Je také nutné vždy používat izolované nástroje (Model X, ©2012-2020).

### **Postup pro odtažení vozidla**

Automobil nesmí být odtáhnout po vlastní ose. Na kratší vzdálenosti je nutné zvednout přední kola odtahovým automobilem a pod zadní kola dát transportní vozíky tak, aby se žádné z kol Modelu X nedotýkalo vozovky. V případě transportu na větší vzdálenosti, je třeba použít odtahový automobil s ložnou plochou a na něj poškozený elektromobil naložit.

Odtažený automobil, který byl nabourán, zaplaven, případně zasažen požárem, u něhož mohlo dojít k poškození vysokonapěťového akumulátoru, by měl být zaparkován na otevřeném prostranství ve vzdálenosti alespoň 15 metrů od jakýchkoliv jiných objektů a předmětů z důvodu možnosti opětovného vznícení automobilu (Model X, ©2012-2020).



Obrázek 25 – Popis a umístění nebezpečných a bezpečnostních prvků v Modelu X (Model X, ©2012-2020).



### 8.1.3 Hyundai IONIQ 5

#### Identifikace a rozpoznání vozidla

V případě nehody elektromobilu IONIQ 5 se jednotky PO, primárně soustředí na umístění loga na zadních dveřích automobilu. Dalším znakem k rozpoznání modelu je nabíjecí port na zadní pravé straně elektro automobilu – Obrázek 26.

Automobilka Hyundai navíc identifikuje své elektromobily výrobním číslem (VIN), kde osmá pozice obsahuje písmeno „A, B, C nebo D“ (IONIQ5 Electric, © 2021).



Obrázek 26 – Označení vozidla Hyundai IONIQ 5 (IONIQ5 Electric, © 2021)

#### Stabilizace a znehybnění vozidla

Při provádění záchranných a vyprošťovacích prací musí zasahující jednotky PO vozidlo zajistit proti nechtěnému samovolnému pohybu. V případě, že na přístrojové desce je vyobrazen nadpis „PŘIPRAVEN“, automobil se může stále samovolně a nenadále rozjet.

K vozidlu je nutné přistupovat pouze z bočních stran a vyvarovat se přístupu z přední, či zadní strany automobilu. K bezpečnému zastavení vozidla je třeba aktivovat na radiči rychlostních režimů parkovací polohu, zatáhnout parkovací brzdu a zaklínovat všechna kola elektro automobilu – Obrázek 27 (IONIQ5 Electric, © 2021).

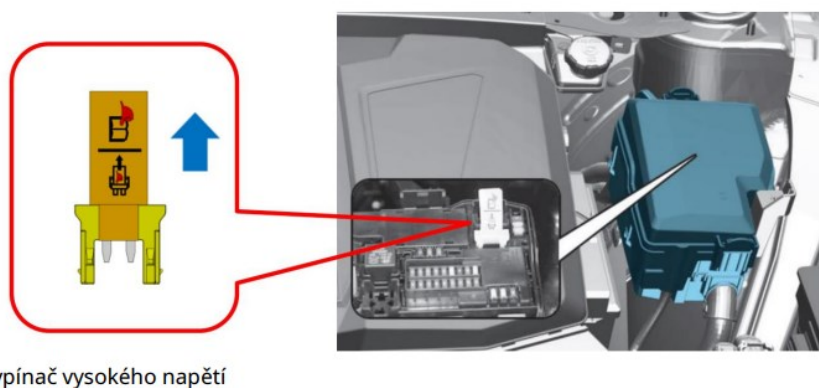


Obrázek 27 – Bezpečné zajištění vozidla (IONIQ5 Electric, © 2021)

### Deaktivace vysokonapětového systému vozidla

K deaktivaci vysokonapětového systému dojde, při odpojení kabelu, jenž je přiveden na záporný pól 12V baterie a vytažením pojistky vysokého napětí, která je umístěna v pojistkové skříni, která se nachází v prostoru motoru vozidla – Obrázek 28.

Vozidlo je vybaveno vysokonapětovými kondenzátory, k vybití kondenzátoru dojde po 5 minutách, kdy byl odpojen přívod elektrické energie (IONIQ5 Electric, © 2021).



Obrázek 28 – Umístění pojistky vysokého napětí (IONIQ5 Electric, © 2021)

### Postup při požáru vozidla

V případě vzniku malého požáru, který nezasáhl vysokonapětovou baterii, lze tento požár uhasit přenosným hasicím přístrojem typu ABC. Jestliže je celý automobil zasažen požárem, včetně vysokonapětové baterie, je třeba k jeho uhašení velké množství vody – cca. 10 tisíc litrů. V případě, že při nehodě vznikl otvor v obalu vysokonapětových baterií, je doporučeno chladit baterie přímo přes tento otvor, avšak je zakázáno jednotkám PO provádět násilný otvor do vysokonapětových baterií.

Po uhašení plamenného hoření automobilu, je třeba nadále kontrolovat teplotu vysokonapětové baterie pomocí termokamery. Je doporučeno ponořit celý elektro automobil do vodní lázně, jakožto efektivní způsob uhašení a docházení vysokonapětové baterie, alespoň po dobu čtyřiceti hodin.

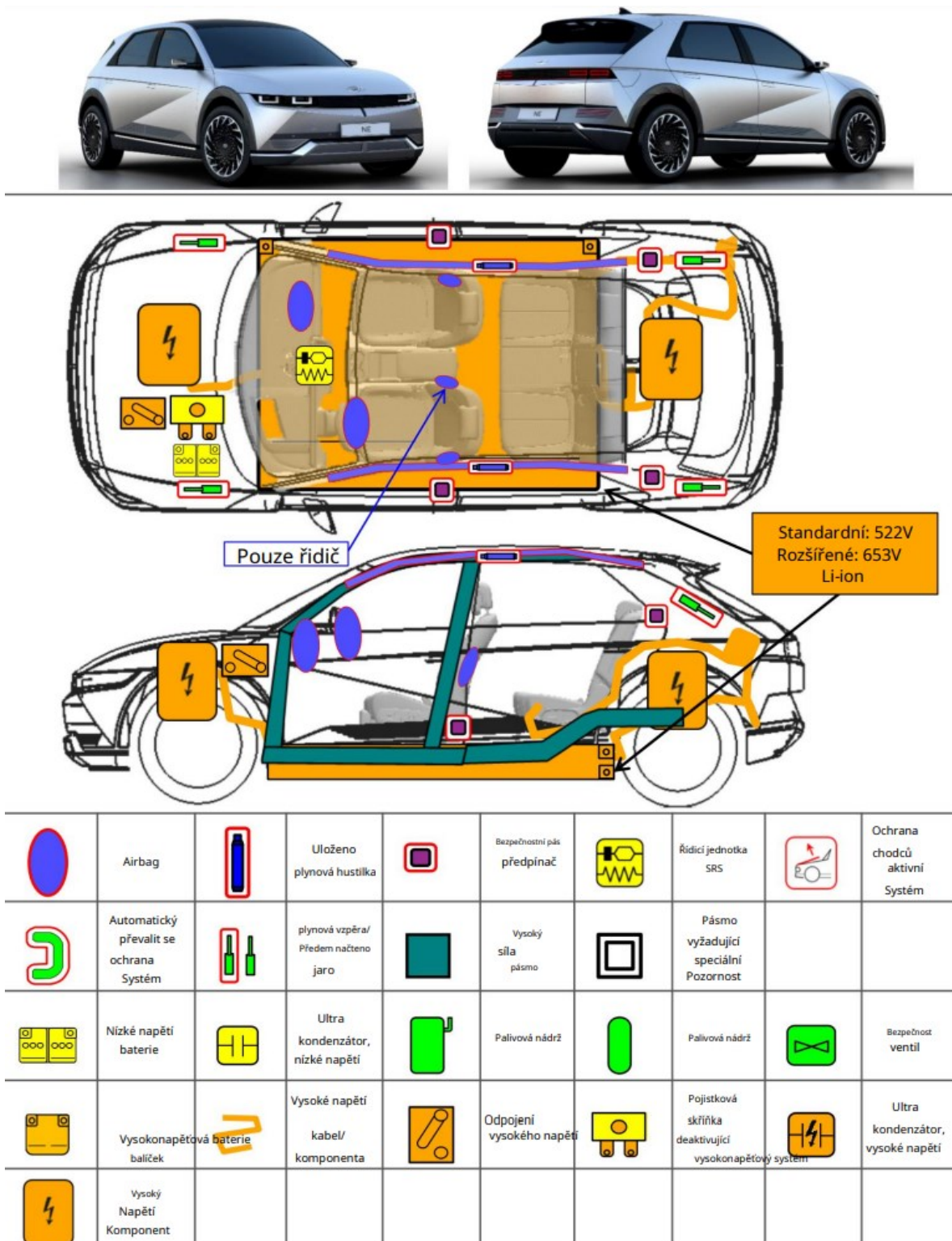
K hašení požáru elektromobilu nesmí být použita mořská či slaná voda (IONIQ5 Electric, © 2021).

**Postup pro odtažení vozidla**

Elektro automobil IONIQ 5 nesmí být odtažen po vlastní ose. Výrobce elektromobilu je doporučeno použít k odtažení vozidla odtahový automobil s ložnou plochou.

V případě tažení poškozeného elektromobilu s předními koly na komunikaci, by mohlo dojít k požáru či poškození motoru automobilu.

Odtažené vozidlo, u něhož došlo k havárii, či požáru, by mělo být odstaveno samostatně na otevřeném prostoru, aby nedošlo k případnému ohrožení požárem okolních budov či věcí (IONIQ5 Electric, © 2021).



Obrázek 29 – Popis a umístění nebezpečných a bezpečnostních prvků v IONIQ5 (IONIQ5 Electric, © 2021)

## 9 APLIKACE METODY ANALÝZY RIZIK – ETA

Analytický proces Event Tree Analysis (ETA) sleduje průběh událostí od jejich počátečního bodu přes průběh dalších událostí, vždy s ohledem na dvě možnosti – pozitivní a negativní výsledky. Metoda ETA představuje kombinaci grafické a statistické analýzy. Ilustrace systémového stromu událostí je zobrazena ve formě větvícího se grafu, kde jsou využívány definované symboly a popisy. Výsledný obrazec zobrazuje všechny potenciální události, které by mohly nastat v daném procesu či události. S nárůstem počtu událostí se postupně graf rozvětňuje do výsledné podoby, jako větve stromu (Rizika a nebezpečí, © 2024).

Analytická metoda je aplikována na průběh dopravní nehody elektromobilu, ošetření účastníků nehody a následné záchranné práce.

Tabulka 2 – Události a pravděpodobnosti k metodě ETA (vlastní)

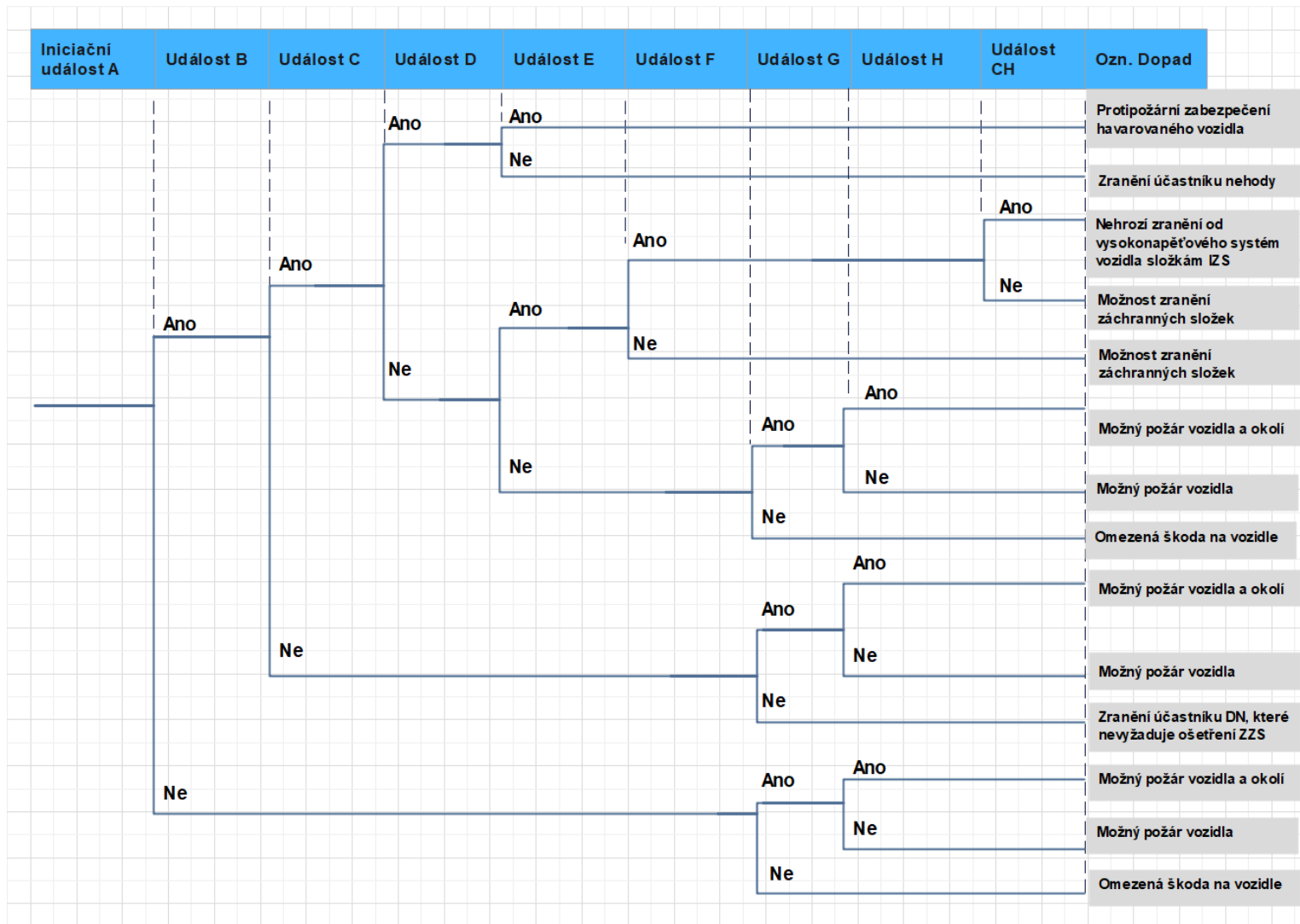
Ozn.	Popis události	Pravděpodobnost nastání události
A	Dopravní nehoda elektromobilu	$P(A)=0,0015$
B	Došlo ke zranění cestujících?	$P(B)=0,2$
C	Nutná přítomnost ZZS na místě MÚ.	$P(C)=0,9$
D	Je nutná hospitalizace zúčastněných osob DN?	$P(D)=0,7$
E	Škoda po DN je většího rozsahu, na místě MÚ jsou přítomné JPO.	$P(E)=0,75$
F	Hrozí riziko pro zasahující záchranné složky v důsledku skutečnosti, že se jedná o elektromobilu?	$P(F)=0,1$
G	Je vozidlo ohrožené požárem?	$P(G)=0,8$
H	Ohrožuje následný požár vozidla nezúčastněnou osobu?	$P(H)=0,6$
CH	Jednotka PO je vybavena speciální emergency plugem.	$P(CH)=0,1$

**Hodnoty v Tabulka 2** – vychází z brainstormingu ve skupině 6 osob. (autor a 5 příslušníků HZS Zlínského kraje). Vyjímá hodnoty pravděpodobnosti v řádku A, jenž je vypočítán ze skutečných statistických údajů.

**Celkový počet dopravních nehod v roce 2022 činil 98 460** (Oficiální stránky Českého statistického úřadu Krajská správa ČSÚ v Brně, 2023).

Z celkového počtu dopravních nehod v roce 2022 připadá pouze **148 nehod**, ve kterých figurovaly elektromobily (Nedělníková, 2023).

Z výše zmíněných dat vyplývá, že **v roce 2022 byla pravděpodobnost - 0,15 %**, kdy došlo k dopravní nehodě, při které figuroval elektromobil.



Obrázek 30 – Metoda ETA (vlastní)

Tabulka 3 – Pravděpodobnost jednotlivých dějů – metoda ETA (vlastní)

Ozn. Dopad – metoda ETA (obr. 29)	Pravděpodobnost
1 – Protipožární zabezpečení havarovaného vozidla	0,00014175 %
2 – Zranění účastníku nehody	0,00004725 %
3 – Nehrozí zranění od vysokonapěťového systém vozidla složkám IZS	0,0000006075 %
4 – Možnost zranění záchranných složek	0,0000054576 %
5 – Možnost zranění záchranných složek	0,000054675 %
6 – Možný požár vozidla a okolí	0,00000972 %
7 – Možný požár vozidla	0,00000648 %
8 – Omezená škoda na vozidle	0,00000405 %
9 – Možný požár vozidla a okolí	0,0000144 %
10 – Možný požár vozidla	0,0000096 %
11 – Zranění účastníku DN, které nevyžaduje ošetření ZZS	0,000006 %
12 – Možný požár vozidla a okolí	0,00072 %
13 – Možný požár vozidla	0,00048 %
14 – Omezená škoda na vozidle	0,00024 %

Jednotlivé pravděpodobnosti v Tabulka 3, jsou součinem koeficientu pravděpodobnosti nastání z Tabulka 2 – třetího sloupce. Frekvence každého konečného stavu posloupnosti, může být určena násobením frekvence počáteční události a podmíněné pravděpodobnosti podél každé cesty, vedoucí k danému koncovému stavu posloupnosti.

Tabulka 4 – Výsledná pravděpodobnost – metody ETA (vlastní)

Jednotlivé dopady – metoda ETA	Výsledná pravděpodobnost
Protipožární zabezpečení havarovaného vozidla	0,00014175 %
Zranění účastníku nehody	0,00004725 %
Nehrozí zranění od vysokonapěťového systém vozidla složkám IZS	0,0000006075 %
Možnost zranění záchranných složek	0,000060151 %
Možný požár vozidla a okolí	0,00074412 %
Možný požár vozidla	0,00049608 %
Omezená škoda na vozidle	0,00024405 %
Zranění účastníku DN, které nevyžaduje ošetření ZZS	0,000006 %

Výsledná pravděpodobnost v Tabulka 4, je součtem stejných pravděpodobností z Tabulka 3.

**Jednotlivé pravděpodobnosti možných rizikových scénářů, jsou v současné době velice nízké, téměř rovné nule. Avšak s tím, jak bude přibývat počet elektromobilů provozovaných na silnicích, poroste i počet jejich dopravních nehod a vzroste procento toho, že dojde k riziku, které bylo zkoumané rizikovou metodou ETA – Obrázek 30.**



## 10 NÁVRH KE ZLEPŠENÍ ZÁSAHU JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ ELEKTROMOBILU

V současné době prakticky neexistuje jednotný a předepsaný postup, dle kterého by se měly zasahující jednotky řídit u dopravní nehody elektromobilu. Je vydané pouze všeobecné doporučení v obecné rovině. S množstvím přibývajících elektromobilů na silnicích, úměrně poroste i procento dopravních nehod, kde budou figurovat elektromobily.

Celková koncepce, jež by mohla vest ke zlepšení současného stavu, je návrh vybavení a postupů, které jsou rozděleny do několika hlavních bloků.

### 10.1 Vybavení prvovýjezdových cisteren u Hasičského záchranného sboru

I přes ohromné množství věcných prostředků a omezený úložný prostor v zásahových vozidlech JPO, by bylo vhodné koncepčně do jedné roletové skříně uložit věcné prostředky, které budou využívány při zásahu u dopravní nehody elektromobilu.

**Návrh věcných prostředků, které budou využity u dopravní nehody elektromobilu:**

#### 1. Emergency plug

Dnes již dostupná bezpečnostní zástrčka – Obrázek 31, která je určena k rychlému, bezpečnému a spolehlivému zajištění vozidla s plug-in hybridním, případně plně elektrickým pohonem, proti nečekanému a nechráněnému pohybu.

Zástrčka je oboustranná a její dva konektory pasují na všechny automobily, autobusy a kamiony, které jsou schválené a dostupné na evropském trhu a silnicích. Bezpečnostní zástrčka je vybavena samotestem, který ve velmi krátkém čase ověří, zda zástrčka pracuje správně. Po zapojení zástrčky do zásuvky vozidla, se rozsvítí modrá led indikace, to znamená, že se automobil přepnul pro zasahující jednotky do bezpečné nabíjecí pozice.

Zástrčka funguje na principu, že po jejím zapojení do nabíjecí zásuvky automobilu, se v automobilu simuluje proces nabíjení a v tu chvíli se elektromobil přepne do polohy nabíjení, tzn., že řadič rychlostního režimu se přepne do polohy parkování a automaticky se aktivuje parkovací brzda (Emergency Plug®, ©2024).

Emergency plug je již v současné době na trhu k dostání, avšak téměř žádná JPO ho nemá k dispozici, i přesto že, je to jeden z nejrychlejších a nejjednodušších systémů, jak zabezpečit elektromobil proti pohybu.



Obrázek 31 – Bezpečnostní zástrčka pro záchranáře (Emergency Plug®, ©2024).

## 2. Zakládací klíny

Mezi další věcné prostředky, které pomohou ke stabilizaci a zamezení pohybu elektromobilu patří čtyři zakládací bezpečnostní klíny. Tyto klíny musí být dostatečně robustní a veliké, aby zamezily pohybu všech druhů elektromobilu. Ze zkušenosti je známo, že některé značky elektromobilu mohou nižší klíny samovolně přejet.

V současné době jsou CAS JPO vybavené pouze dvěma zakládacími klíny, které jsou ovšem určeny pro vlastní založení CAS, a nikoliv k zásahovému využití u dopravních nehod.

Záchranné datové listy pro elektromobily u většiny automobilek, doporučují zaklínování všech kol elektromobilu, pro jeho bezpečnou fixaci.

### 3. Ochlazovací vozík pod elektromobil

Automobilové společnosti zmiňují v záchranných datových listech, že je zakázáno utvářet do bateriových svazků otvory. V současné době se ve velké míře praktikuje dělaní násilných otvorů do bateriových svazků pomocí hasicího zařízení Cold Cut Systém Cobra. Avšak tímto způsobem, může dojít k porušení i dalších, do té doby nepoškozených svazků baterie, což může vést k celkovému požáru baterie a následnému ponoření dotčeného elektromobilu do vodní lázně na předepsanou dobu.

Jako vhodné a nenásilné řešení se jeví návrh ochlazovacího vozíčku do výbavy HZS, jenž by díky své nízké výšce a flexibilním rozměrům, byl snadno uskladnitelný v CAS. V případě potřeby ochlazení bateriových svazku ze spodní strany vozidla, by jej bylo možné rozložit a rychle aplikovat. Vozík s roztahovací konstrukcí, osazen čtyřmi koly pro jednodušší manipulaci, který by měl z horní strany vodní trysky, a z přední strany koncovku typu „C“, jež by sloužila k připojení dopravního vedení. Jednoduchým připojením a následným zajetím pod poškozený automobil, by docházelo k rovnoměrnému a bezpečnému ochlazování elektromobilu, a to bez nutnosti s automobilem pohybovat.

#### **Předpokládané finanční náklady na implementaci návrhu do vybavení jedné prvovýjezdové CAS**

Náklady na vybavení jedné zásahové CAS technickými prostředky, které byly v rámci diplomové práce navrženy jsou:

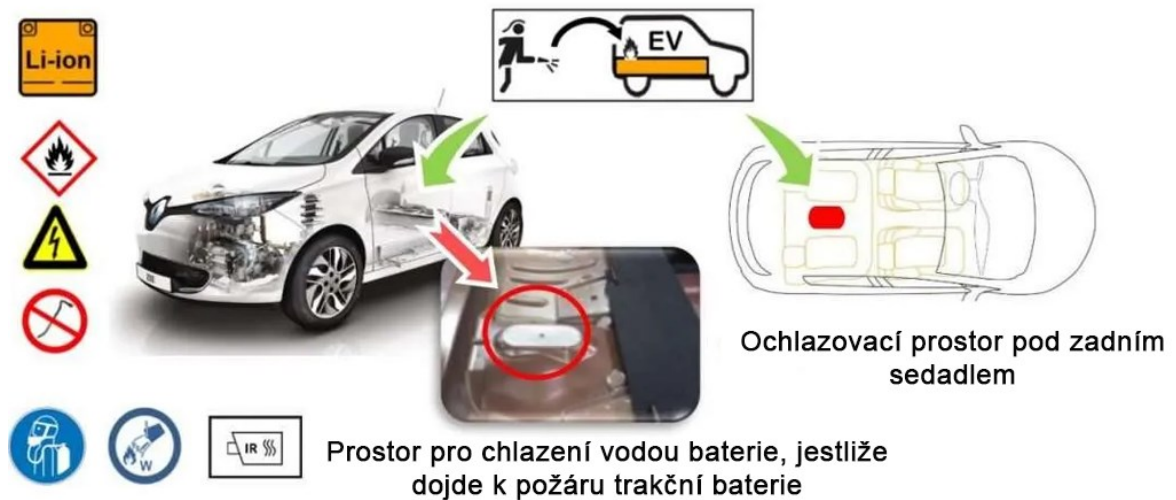
- úprava a integrace držáku v CAS, na navržené věcné prostředky do jedné roletové skříně – cca 10 000,-
- emergency plug – 28 000,-
- zakládací klíny – 4 x 400= 1 600,-
- nerezový ochlazovací vozík pod automobil – cca 25 000,-

Celkové náklady na dovybavení jedné prvovýjezdové CAS navrženými věcnými prostředky se pohybují kolem částky 65 000,-.

## 10.2 Ochlazovací systém trakčních baterií od výrobců elektromobilu

Dalším vhodným a pravděpodobně nejjednodušším řešením, by bylo dodělaní trubice a napouštěcího hrdla přímo při procesu výroby elektromobilu. Tento systém by byl napojen do dosavadního krytu bateriových svazků. Napouštěcí hrdlo by mohlo být umístěné pod krytkou v okolí dobíjecí zásuvky. V případě potřeby chladit baterie, by JPO otevřely pouze krytku a napojily se již nyní používaným dopravním vedením k tomuto chladicímu systému bateriových svazků. Díky tomuto systému a obalu bateriových svazků, by jednoduše a rychle docházelo k celoplošnému a rovnoměrnému ochlazování baterií.

V současné době má pouze automobilka Renault u jednoho ze svých elektrických modelů, vyvinutý systém chlazení baterií. Ve spolupráci s francouzskými hasiči, vyvinuli systém, kdy při vysoké teplotě, které vzniká v důsledku požáru dojde k roztavení krycí krytky baterií pod zadními sedačky automobilu. Tento systém umožňuje jednoduché zaplavení a chlazení bateriových svazků vodou – Obrázek 32.



Obrázek 32 – Chladicí prostor Renault Zoe (vlastní, dle – Renault Zoe ZE, 2022)

### 10.3 Systém školení příslušníků HZS

Školení příslušníků HZS v oblasti elektromobility, je v dnešní době ve většině případů nastaveno pouze v teoretické úrovni. Na hasičských stanicích, dle typu a počtu příslušníků, je vyčleněn jeden, případně pár příslušníků, kteří se specializují na vyprošťování z havarovaných vozidel. Tito příslušníci mají nadstandartní školení a účastní se metodických zaměstnání i v prostorech automobilek, kde jsou jim předávány nejnovější informace a poznatky z oblasti vyprošťování z automobilů u dopravních nehod. Tito konkrétní příslušníci se prakticky dostanou a vyzkouší si vyprošťování i stříhání nových automobilů. Taktéž jsou jim předané zkušenosti přímo od zaměstnanců automobilových společností, případně od daných podnikových hasičů, kteří se této problematice široce věnují.

Avšak systém školení všech ostatních příslušníků HZS je nastaven pouze na teoretické bázi, kdy zmínění vyčlenění příslušníci HZS předávají získané informace ostatním příslušníkům sloužícím na dané stanici HZS kraje.

Školení by bylo vhodné rozšířit o praktické činnosti na nových modelových automobilech pro všechny příslušníky HZS. Rozšířit možnou spolupráci s výrobcí automobilů a zavést koncepční praktické školení. Již nyní mají automobilky k dispozici automobily, jež jsou obnažené a je na nich možná praktická ukázka bezpečnostních a výztužných prvků vozidla – Obrázek 33.

Rozšíření tohoto modelu i na obnažené elektromobily a převést platformu školení na transportní model, jenž by mohl objíždět jednotlivé územní odbory HZS. Díky tomuto systému školení, by se k novým vozům a jejich technologiím dostalo podstatně více příslušníků. U reálné dopravní nehody, by takto vyškolení příslušníci měli mnohem větší přehled a praktické zkušenosti s postupy, jež by získali při tomto systému školení, které by následně v dané situaci mohli použít i u dopravní nehody.



Obrázek 33 – Obnažené vozidlo Škoda Kodiaq (KODIAQ svléknutý z kůže, 2017)

#### 10.4 Metodika postupu u dopravních nehod

V gesci generálního ředitelství HZS České republiky, je vydávání odborných metodických listů, dle kterých se řídí postupy JPO u jednotlivých záchranných činností. V současné době však ještě nebyla vydána žádná závazná metodika, jenž by se zabývala čistě problematikou postupů JPO při zásahu u dopravní nehody elektromobilu.

Zásahové metodiky se skládají z několika částí u dopravních nehod jsou tři části:

- charakteristika,
- úkoly a postup činností,
- očekávané zvláštnosti.

Již vydanou metodiku, která řeší problematiku dopravních nehod automobilů s hybridním pohonem, by bylo vhodné rozšířit a vytvořit novou metodiku zabývající se problematikou dopravní nehody automobilu na plně elektrický pohon.

## 11 DISKUZE

Výsledky diplomové práce, berou v potaz aktuální trendy a poznatky v rámci zkoumaného tématu z širokého spektra literárních zdrojů, jak místních, tak i zahraničních.

Zásadním rozdílem, jež vyplynul při průzkumu literární rešerše na dotčené téma, jsou pokyny výrobců elektromobilů, oproti doporučením GŘ HZS ČR. Výrobci elektromobilů jasně ve svých záchranných datových listech k danému typu elektromobilu zdůrazňují, že nesmí být provádět násilný vstup do pouzdra bateriového svazku, jestliže k tomuto porušení nedošlo v důsledku dopravní nehody. Avšak dostupné doporučení GŘ HZS ČR stanovuje, že případné chlazení / hašení požáru bateriových svazků se má provádět za pomoci zařízení Cold Cut System Cobra. Tento hasební systém, pracuje na principu řezání pomocí vodního paprsku s příměsí abraziva a následného hašení dotčeného prostoru. Toto doporučení je v naprostém protikladu, od výše zmíněného doporučení výrobců elektromobilu.

Jako nejvhodnější a nejrychlejší volba pro ochlazování bateriových svazků, je dodělení trubice do obalu bateriových svazků, přímo při procesu výroby elektromobilu, dle návrhu ke zlepšení zásahu jednotek PO.

V rámci rizikové analýzy ETA byly stanoveny rizika, s kterými se až doposud jednotky požární ochrany v rámci zásahu na dopravní nehody u konvekčního automobilu neselektovali. Jednotky požární ochrany budou muset brát na tyto nová rizika zřetel a při provádění záchranných prací se této skutečnosti přizpůsobit. Na tuto problematiku navazuje i navržený systém školení příslušníků JPO.

Počet elektromobilů provozovaných na silnicích stále roste exponenciální křivkou a tudíž je potřeba dále na této problematice pracovat a zkoumat nové možnosti, které JPO usnadní zásahy u těchto dopravních nehod elektromobilů, případně zdolávání jejich požárů.

## ZÁVĚR

Dnešní moderní a rychle se rozvíjející společnost klade vysoký důraz na inovace a pokroky, a to i v oblasti dopravy. Elektromobilita, i přestože se stále nachází v počátečních fázích svého vývoje, zažívá výrazný pokrok díky rostoucím nárokům a očekáváním veřejnosti. I když elektromobily zatím nedosáhly výrazné popularity mezi běžnými lidmi, zejména kvůli vysokým pořizovacím nákladům a dlouhým dobám nabíjení bateriových svazků, jejich potenciál je nezpochybnitelný.

V této době, kdy se svět pohybuje směrem k udržitelnější a ekologičtější dopravě, je elektromobilita vnímána jako klíčový prvek snahy o snížení emisí skleníkových plynů a ochranu životního prostředí. Tato nová forma dopravy přináší sebou výzvy, které vyžadují neustálou adaptaci a inovaci, jak ze strany výrobců elektromobilů, tak i ze strany jednotek požární ochrany.

Hlavním cíl diplomové práce je splněn v 10, kde jsou navržena celkem 4 dílčí opatření v podobě věcných prostředků a jeho umístění, dále integrace systému chlazení bateriových svazků v elektromobilu při procesu výroby a systematické školení příslušníků Hasičského záchranného sboru na danou problematiku. Dílčí cíl práce je zanalyzován v 77, pomocí rizikové metody ETA.

Z výpočtů statistických dat vyplynulo, že počet dopravních nehod s elektromobily je momentálně téměř zanedbatelný, pouze kolem 0,15 %. Avšak s předpokládaným nárůstem tohoto čísla v budoucnosti je nezbytné, aby jednotky požární ochrany byly dokonale připraveny na tento nový typ dopravních nehod.

Téma elektromobility zůstává stále otevřené a vyžaduje další podrobné výzkumy, neboť všechny otázky a fakta týkající se provozu elektromobilů nejsou dosud známy. Věcné prostředky a postupy jednotek požární ochrany se budou velice rychle vyvíjet, aby odpovídaly novým požadavkům a vývojovým trendům elektromobilové technologie. Jednou z klíčových výzkumných otázek pro budoucnost je, jak účinně a bezpečně hasit bateriové svazky. S neustálým vývojem baterií a novými inovacemi, které přicházejí na trh, bude nezbytné sledovat a přizpůsobovat postupy jednotek požární ochrany, aby byly schopny adekvátně reagovat na nové technologické výzvy a inovace v oblasti elektromobility.

Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru se musí také aktivně zapojit do diskusí o rozvoji infrastruktury podporující elektromobilitu. To zahrnuje spolupráci s městy



a regionálními orgány při plánování a implementaci nabíjecích stanic a optimalizaci elektrické infrastruktury. Z pohledu jednotek požární ochrany je tedy nejen nutné reagovat na aktuální situace, ale i aktivně předcházet budoucím výzvám spojeným s rostoucím výskytem elektromobilů na silnicích a zároveň se podílet na tvorbě bezpečného a udržitelného prostředí pro jejich provoz.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

112: *odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. Praha: MV - generální ředitelství HZS ČR, 2023. ISSN 1213-7057.

BISSCHOP, Roeland; WILLSTRAND, Ola; AMON, Francine a ROSENGGREN, Max. *Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles*. Online. RISE Research, 2019. ISBN 978-91-88907-78-3. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Roeland-Bisschop/publication/336640117\\_Fire\\_Safety\\_of\\_Lithium-Ion\\_Batteries\\_in\\_Road\\_Vehicles/links/5da95a9292851c577eb81828/Fire-Safety-of-Lithium-Ion-Batteries-in-Road-Vehicles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roeland-Bisschop/publication/336640117_Fire_Safety_of_Lithium-Ion_Batteries_in_Road_Vehicles/links/5da95a9292851c577eb81828/Fire-Safety-of-Lithium-Ion-Batteries-in-Road-Vehicles.pdf). [cit. 2023-10-14].

ČESKO. Vyhláška č. 35/2007 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární techniky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2007.

ČESKO. Zákon č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13?text=13+1997>.

ČESKO. Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1985. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1985-133>.

ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000a. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>.

ČESKO. Zákon č. 273/2008 Sb. o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2008. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273>.

ČESKO. Zákon č. 320/2015 Sb. zákon o hasičském záchranném sboru. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320>.

ČESKO. Zákon č. 361/2000 Sb. o silničním provozu. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000b. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>. [cit. 2023-10-12].

ČESKO. Zákon č. 374/2011 Sb. Zákon o zdravotnické záchranné službě. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-374>.

*Co je mild-hybrid a na jakém principu funguje?* Online. Portál řidiče. 2020, <https://www.portalridice.cz>. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/co-je-mild-hybrid-a-na-jakem-principu-funguje>. [cit. 2023-12-20].

*Co je vlastně dopravní nehoda?* Online. Policie ČR. © 2023. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/co-je-vlastne-dopravni-nehoda.aspx>. [cit. 2023-10-14].

Dedukce. Online. Sociologická encyklopedie. 2017. Dostupné z: <https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Dedukce>. [cit. 2024-03-29].

*Dokumentace IZS*. Online. Hasičský záchranný sbor České republiky. © 2024. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>. [cit. 2024-02-12].

Dopravní nehoda - STČ 08/IZS: Katalogový soubor - typová činnost složek IZS při společném zásahu. Online. In: *Hasičský záchranný sbor*. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2009, s. 38. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/stc-08-izs-dopravni-nehoda-akt-2020-pdf.aspxEwij2ua3ovODAxX0yQIHHTQZBxUQr4kDegQIARA3>. [cit. 2024-01-23].

*Dopravní nehoda*. Online. DOPRAVNI-PRAVO. © 2010 - 2018. Dostupné z: <http://www.dopravni-pravo.cz/dopravni-nehoda/>. [cit. 2023-10-14].

*Druhy elektromobilů – znáte je všechny?* Online. Škoda Storyboard. 2019. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/e-mobilita-cs/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/>. [cit. 2023-12-20].

*Elektromobily, jejich baterie a jak nabíjet*. Online. Nenalezený vydavatel. © 2022. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum/elektromobily-a-jejich-baterie>. [cit. 2023-12-25].

*Emergency Plug®*. Online. EDarley.com. ©2024. Dostupné z: <https://www.edarley.com/emergency-plug/>. [cit. 2024-02-08].

ENGE, Per; ENGE, Nick a ZOEPF, Stephen. *Electric vehicle engineering*. McGraw Hill, 2021. ISBN 978-126-0464-078.

*Fuel Cell Electric Vehicles*. Online. U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. © 2023. Dostupné z: [https://afdc.energy.gov/vehicles/fuel\\_cell.html](https://afdc.energy.gov/vehicles/fuel_cell.html). [cit. 2023-12-21].

GOLSON, Jordan. *Lithium-Ion vs. Nickel-Metal Hydride vs. Solid-State Batteries: What's the Difference?* Online. Capital One Auto Navigator. 2023. Dostupné z: <https://www.capitalone.com/cars/learn/finding-the-right-car/lithiumion-vs-nickelmetal-hydride-vs-solidstate-batteries-whats-the-difference/2335>. [cit. 2023-12-27].

HORNÍK, Jiří; JIRÁSEK, Ivo; THIN, Pavel; VESELÝ, Radek; ZUBER, Zbyšek et al. *Vyprošťování u silničních dopravních nehod*. Ministerstvo vnitra, 2021. ISBN 978-80-7616-109-2.

*How do batteries for electric cars work?* Online. EnergySage. 2022. Dostupné z: <https://www.energysage.com/electric-vehicles/how-do-electric-car-batteries-work/>. [cit. 2023-12-27].

*Hybrid / Electric Vehicle High-Voltage Cable*. Online. Champlain Cable. © 2024. Dostupné z: <https://www.champcable.com/hybrid-electric-vehicle-high-voltage-cable/>. [cit. 2024-01-17].

IONIQ5 Electric: Emergency Response Guide. Online. In: *Hyundai*. © 2021, s. 29. Dostupné z: [https://www.hyundai.com/content/dam/hyundai/au/en/documents/IONIQ\\_5\\_Emergency\\_Response\\_Guide\\_2021.pdf.pdf](https://www.hyundai.com/content/dam/hyundai/au/en/documents/IONIQ_5_Emergency_Response_Guide_2021.pdf.pdf). [cit. 2024-01-22].

*Jednotky PO*. Online. Hasičský záchranný sbor. © 2023. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jednotky-po-961839.aspx>. [cit. 2023-10-10].

*Katalog typových činností složek IZS*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-028-9.

*KODIAQ svléknutý z kůže*. Online. Škoda Storyboard. 2017. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/modely/cs/kodiaq-svleknuty-z-kuze/>. [cit. 2024-02-08].

MALKOVSKÝ, Zdeněk; KARL, Jan; SUCHÝ, Ondřej a THIN, Pavel. Aktuální poznatky z elektromobility pro potřeby HZS ČR. Online. In: *GŘ HZS ČR - Technický ústav požární ochrany*. Praha, 2020, s. 34. Dostupné z: [https://www.hasici-vzdelavani.cz/sites/default/files/download/soubory/201007%20Komentovan%C3%BD%20v%C3%BDklad%20k%20MU%20s%20EV-H\\_0\\_0.pdf](https://www.hasici-vzdelavani.cz/sites/default/files/download/soubory/201007%20Komentovan%C3%BD%20v%C3%BDklad%20k%20MU%20s%20EV-H_0_0.pdf). [cit. 2024-01-17].

Model X: Příručka pro nouzové situace. Online. In: . USA, ©2012-2020, s. 37. Dostupné z: [https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2016\\_Model\\_X\\_Emergency\\_Response\\_Guide\\_cs\\_cz.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2016_Model_X_Emergency_Response_Guide_cs_cz.pdf). [cit. 2024-01-19].

MOLNÁR, Zdeněk. Úvod do základů vědecké práce: aneb jak napsat úspěšnou disertaci. Online. In: . ©2014, s. 26. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~dlaskpet/Help/ZakladyVedeckePrace.doc>. [cit. 2024-02-12].

NEDĚLNÍKOVÁ, Hana. *Statistické údaje počtu dopravních nehod, [elektronická pošta]*. 2023.

*Nickel Metal Hydride Battery – How it works*. Online. In: Electricity - Magnetism. © 2023. Dostupné z: <https://www.electricity-magnetism.org/electric-battery/nickel-metal-hydride-battery-how-it-works/>. [cit. 2023-12-27].

*Oficiální stránky Českého statistického úřadu Krajská správa ČSÚ v Brně*. Online. ČSÚ v Brně. 2023. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/dopravni-nehody-v-jihomoravskem-kraji-v-roce-2022>. [cit. 2024-02-08].

OCHRANA, František. *Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2019. ISBN 978-80-246-4204-8.

*Olověný akumulátor*. Online. Encyklopedie fyziky. 2018. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1707-oloveny-akumulator>. [cit. 2023-12-27].

*Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM*. Online. Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. 2023. Dostupné z: <https://www.cistadoprava.cz/registrace-vsech-cistych-vozidel-v-cr-dle-nap-cm/>. [cit. 2024-01-25].

*Renault Zoe ZE*. Online. Battery Design. 2022. Dostupné z: <https://www.batterydesign.net/2016-renault-zoe-ze-40/>. [cit. 2024-02-08].

*Rizika a nebezpečí*. Online. Znalostní systém prevence rizik v BOZP. © 2024. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/metody-hodnoceni-rizik>. [cit. 2024-02-07].

RTC Rescue. Online. ©2020. Dostupné z: <https://www.rtc-rescue.com>. [cit. 2024-03-29].

SAJDL, Jan. *Micro Hybrid*. Online. Autolexicon.net. © 2023. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/micro-hybrid/>. [cit. 2023-12-20].

Sapeurs pompiers incendie secours. Online. ©2019. Dostupné z: <https://www.sdis68.fr/>. [cit. 2024-03-29].

*Schéma li-ion baterie.* Online. In: IStock. 2017. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/sch%C3%A9ma-li-ion-baterie-gm825367806-133778177>. [cit. 2023-12-27].

SIÁŘ č.16: GENERÁLNÍHO ŘEDITELE HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. Online. In: . Praha, 2017, s. 11. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/gr-57-2013.aspx>. [cit. 2023-10-12].

SIÁŘ č.3: GENERÁLNÍHO ŘEDITELE HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. Online. In: . Praha, 2014, s. 15. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/siar-ca-3-2014-pokyn-3-z-27-1-doc.aspx>. [cit. 2023-10-21].

SIÁŘ č.4: GENERÁLNÍHO ŘEDITELE HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. Online. In: . Praha, 2021, s. 22. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/4-2021-pop-jpo-pdf.aspx>. [cit. 2023-10-26].

SIÁŘ č.57: GENERÁLNÍHO ŘEDITELE HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. Online. In: . Praha, 2013, s. 23. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/gr-57-2013.aspx>. [cit. 2023-10-21].

Silniční vozidla s elektrickým pohonem: Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu. Online. In: *Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha, 2023, s. 5. [cit. 2024-01-17].

ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023). Online. In: *Škoda*. 2023. Dostupné z: [https://www.skoda-auto.com/\\_doc/66c3f6d6-187d-4486-a2db-27ca80dd7f1b](https://www.skoda-auto.com/_doc/66c3f6d6-187d-4486-a2db-27ca80dd7f1b). [cit. 2024-01-17].

*Supercapacitor applications*. Online. E-Mobility Engineering. © 2021. Dostupné z: <https://www.emobility-engineering.com/supercapacitor-applications/>. [cit. 2023-12-27].

*Superkondenzátory: nahradí v budoucnu lithium-iontové baterie?* Online. Hybrid.cz. 2018. Dostupné z: <https://www.hybrid.cz/superkondenzatory-nahradi-v-budoucnu-lithium-iontove-baterie/>. [cit. 2023-12-27].

*Types of Electric Vehicles – A Complete Guide*. Online. Power Sonic. © 2023. Dostupné z: <https://www.power-sonic.com/blog/types-of-electric-vehicles/>. [cit. 2023-12-20].

*TYPES OF ELECTRIC VEHICLES*. Online. In: GoSkippy. 2022. Dostupné z: <https://goskippy.com/electric-vehicle/hybrid-vs-ev-cars-what-is-the-difference/>. [cit. 2023-12-21].

*VĚSTNÍK: právních předpisů Zlínského kraje*. 2021.

*Výzkumné metody*. Online. Wikisofia. © 2013. Dostupné z: [https://wikisofia.cz/wiki/V%C3%BDzkumn%C3%A9\\_metody](https://wikisofia.cz/wiki/V%C3%BDzkumn%C3%A9_metody). [cit. 2024-02-12].

*What are 'mild hybrid', 'full hybrid', 'plug-in hybrid' and 'pure-electric' cars?* Online. Driving.co.uk from The Sunday Times. 2021. Dostupné z: <https://www.driving.co.uk/car-clinic/mild-hybrids-plug-in-hybrids-full-hybrids-explained/>. [cit. 2023-12-20].

*Zdravotnická záchranná služba.* Online. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. 2017. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/zdravotnicka-zachranna-sluzba-3/>. [cit. 2023-10-10].

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CAS	cisternová automobilová stříkačka
DA	dopravní automobil
DN	dopravní nehoda
ETA	Event Tree Analysis
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	jednotky požární ochrany
MU	Mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
PFO	podnikající fyzická osoba
PO	požární ochrana
RZA	rychlý zásahový automobil
SDH	sbor dobrovolných hasičů
SDHO	sbor dobrovolných hasičů obce
SIÁŘ GŘ	sbírka interních aktů řízení Generálního ředitelství
TA	technický automobil
VHJ	Vojenská hasičská jednotka



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Předurčenost jednotek PO u dopravních nehod (Horník et al., 2021).....	26
Obrázek 2 – Nárazníkové postavení vozidel IZS u DN (Dopravní nehoda – STČ 08/IZS, 2009).....	33
Obrázek 3 – Druhy stabilizace vozidel u DN .....	34
Obrázek 4 – Druhy elektromobilů (Druhy elektromobilů – znáte je všechny?, 2019).....	40
Obrázek 5 – Pohony elektromobilů (vlastní, upraveno dle – TYPES OF ELECTRIC VEHICLES, 2022).....	43
Obrázek 6 – Schéma vybíjení x nabíjení lithium-iontové baterie (vlastní, dle – schéma lithium baterie, 2017) .....	47
Obrázek 7 – Typy umístění baterií v podvozku vozidla (Bisschop et al., 2019).....	48
Obrázek 8 – Schéma Nikl–metal hydridové baterie (vlastní, dle – Nickel Metal Hydride Battery – How it works, © 2023).....	49
Obrázek 9 – Schéma olovněného akumulátoru (Olověný akumulátor, © 2023).....	50
Obrázek 10 – Všeobecný postup k deaktivaci vysokonapěťového systému vozidla (Horník et al., 2021). .....	52
Obrázek 11 – Algoritmus chlazení trakční baterie vodním proudem (Silniční vozidla s elektrickým pohonem, 2023) .....	54
Obrázek 12 – Osobní ochranné prostředky hasiče, při zásahu u DN (Horník et al., 2021 ..	55
Obrázek 13 – Druhy technických prostředků užívaných u DN (Horník et al., 2021). .....	57
Obrázek 14 – Umístění konektorů (Malkovský et al., 2020).....	61
Obrázek 15 – Druhy nabíjecích konektorů (Malkovský et al., 2020).....	61
Obrázek 16 – Vysokonapěťové kabely (Hybrid / Electric Vehicle High-Voltage Cable, © 2024).....	62
Obrázek 17 – Označení vozidla ŠKODA ENYAQ iV (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023).....	65
Obrázek 18 – Postup k znehybnění vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023) .....	65
Obrázek 19 – Deaktivace vysokonapěťového systému vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023) .....	66
Obrázek 20 – Alternativní vysokonapěťového systému vozidla (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023) .....	66
Obrázek 21 – Popis a umístění nebezpečných a bezpečnostních prvků v ENYAQU COUPE iV (ŠKODA ENYAQ COUPE iV (od 2023), 2023). .....	68
Obrázek 22 – Označení vozidla Tesla Model X (Model X, ©2012-2020).....	69
Obrázek 23 – Aktivace parkovací brzdy u Modelu X (Model X, ©2012-2020).....	70
Obrázek 24 – Umístění nouzové kabelové smyčky u Modelu X (Model X, ©2012-2020) .	70
Obrázek 25 – Popis a umístění nebezpečných a bezpečnostních prvků v Modelu X (Model X, ©2012-2020).....	72

---

Obrázek 26 – Označení vozidla Hyundai IONIQ 5 (IONIQ5 Electric, © 2021) .....	73
Obrázek 27 – Bezpečné zajištění vozidla (IONIQ5 Electric, © 2021).....	73
Obrázek 28 – Umístění pojistky vysokého napětí (IONIQ5 Electric, © 2021).....	74
Obrázek 29 – Popis a umístěn nebezpečných a bezpečnostních prvků v IONIQ5 (IONIQ5 Electric, © 2021).....	76
Obrázek 30 – Metoda ETA (vlastní).....	79
Obrázek 31 – Bezpečnostní zástrčka pro záchranáře (Emergency Plug®, ©2024). .....	82
Obrázek 32 – Chladicí prostor Renault Zoe (vlastní, dle – Renault Zoe ZE, 2022).....	84
Obrázek 33 – Obnažené vozidlo Škoda Kodiaq (KODIAQ svléknutý z kůže, 2017).....	86

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 – Počet nově registrovaných elektromobilů v ČR (Registrace všech čistých vozidel v ČR dle NAP ČM, 2023).....	45
Graf 2 – Graf počtu DN s účastí elektromobilu (Nedělníková, 2023).....	58
Graf 3 – Počet požárů elektromobilu (Nedělníková, 2023).....	59
Graf 4 – Graf počtu MU u vozidel na konvenční pohon (Nedělníková, 2023) .....	59

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – JSDHO předurčené pro zásahy u dopravních nehod ve Zlínském kraji (vlastní; dle VĚSTNÍK, 2021) .....	27
Tabulka 2 – Události a pravděpodobnosti k metodě ETA (vlastní) .....	77
Tabulka 3 – Pravděpodobnost jednotlivých dějů – metoda ETA (vlastní).....	80
Tabulka 4 – Výsledná pravděpodobnost – metody ETA (vlastní).....	80
Tabulka 5 – Vybavení TA (Česko, 2007).....	102

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vybavení TA dle vyhlášky č. 35/2007 Sb., o technických podmínkách požární techniky

## PŘÍLOHA P I: VYBAVENÍ TA DLE VYHLÁŠKY Č. 35/2007 SB., O TECHNICKÝCH PODMÍNKÁCH POŽÁRNÍ TECHNIKY

Tabulka 5 – Vybavení TA (Česko, 2007)

Název	Počet kusů
Cestářské koště	1
Dalekohled	1
Detekční přístroj hořlavých plynů a par	1
Dýchací přístroj s min. zásobou 1600 l vzduchu	Dle počtu sedadel v TA
Džberová stříkačka nebo obdobné hasicí zařízení	1
Ejektory ležatý	1
Elektrické kalové čerpadlo 400 V s výtlačným hrdlem 52, výkonem 2,3 kW	1
Elektrocentrála 230/400 V, 4,5 kW, krytí IP 44	1
Hadicový držák v obalu	2
Hadicový můstek	2
HVZ – hadice o délce 20 m k propojení nástroje s pohonnou jednotkou	2
HVZ – motorová pohonná jednotka hydraulického vyprošťovacího zařízení pro současnou činnost dvou vyprošťovacích nástrojů	1
HVZ – přímočarý teleskopický rozpínací nástroj – stojka v základním stavu nejvíce 600 mm s pracovním zdvihem 570 mm	1
HVZ – rozpínací nástroj s čelistmi s rozpínací vzdáleností 600 mm a rozpínací silou 30 kN podle ČSN EN 13204	1
HVZ – ruční pohonná jednotka hydraulického vyprošťovacího zařízení	1
HVZ – řetězový úvazek	1
HVZ – stabilizační podpěry a klíny	1
HVZ – stříhací nástroj na pedály	1

Pokračování tabulky číslo 5.

HVZ – stříhací nástroj s minimálním rozevřením 150 mm a se schopností stříhání podle kategorie G ČSN EN 13204	1
HVZ – zachycovač airbagů pro opakované použití	1
Hydrantový nástavec	1
Izolovaná požární hadice 75x5 m	2
Izolovaná požární hadice 52x20 m	6
Izolovaná požární hadice 75x20 m	6
Kanálová rychloupávka	1
Kbelík 10 l	1
Klíč k nadzemnímu hydrantu	1
Klíč k podzemnímu hydrantu	1
Klíč na hadice a armatury 75/52	2
Klíč na sací hadice	2
Kombinovaná proudnice 52 pro plný a roztržitý proud	2
Krumpáč	2
Lékárnička velikost III	1
Lopata	3
Motorová kotoučová (rozbrušovací) pila s výkonem 3,7 kW a kotoučem o průměru 250 mm s příslušenstvím, mimo provedení „Hobby“	1
Motorová řetězová pila s výkonem 2,7 kW a délkou řetězové lišty 380 mm s příslušenstvím, mimo provedení „Hobby“	1
Nádoba na pohonné hmoty a olej k motorové kotoučové pile	1
Nádoba na pohonné hmoty a olej k motorové řetězové pile	1
Motykosekera	1
Nádoba na úkapy	1

Pokračování tabulky číslo 5.

Náhradní tlaková láhev	50 % z počtu dýchacích přístrojů, nejméně 2 ks
Nízkoprůtažné lano s opláštěným jádrem typu A 30 m, průměrem min. 10 mm	2
Nízkoprůtažné lano s opláštěným jádrem typu A 60 m, průměrem min. 10 mm	1
Objímka na izolovanou požární hadici 52 v obalu	4
Objímka na izolovanou požární hadici 75 v obalu	4
Pákové kleště	1
Papírové ručníky	1
Pěnotvorná proudnice na střední pěnu	1
Pěnotvorná proudnice na těžkou pěnu	1
Ploché páčidlo	1
Plovoucí čerpadlo	1
Plynotěsný protichemický ochranný oděv typu 1a podle ČSN EN 943-1	4
Požární sekera bourací	1
Požární světlomet s kloubovým držákem, není-li použit osvětlovací stožár	2
Prodlužovací kabel 230 V, 25 m na navijáku	2
Prodlužovací kabel 400 V, 25 m na navijáku	1
Průtokový kartáč na mytí s hadicí 25x10 m	1
Přechod 75/52	2
Přenosné výstražné světlo oranžové barvy	1



Pokračování tabulky číslo 5.

Přenosný hasicí přístroj práškový s hasicí schopností 34A a zároveň 183B	1
Přenosný hasicí přístroj CO <sub>2</sub> s hasicí schopností 89B	1
Přenosný kulový kohout	1
Přenosný přiměšovač	1
Přenosný záchranný a zásahový žebřík pro hasiče pro tři osoby s dostupnou výškou min. 8 m	1
Přetlakový ventil	1
Přetlakový ventilátor, jmenovitý výkon 12.000 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>	1
Přikrývka (deka) v obalu	1
Pytel polyetylénový	5
Rozdělovač	1
Ruční svítilna	4
Rukavice proti tepelným rizikům do 600 °C	2
Rukavice lékařské pro jednorázové použití nesterilní	15
Sací hadice, celková délka sady 10 m	1
Sací koš	1
Sací nástavec na pěnidlo	1
Savice přiměšovače	1
Sběrač 2 × 75	1
Skříňka s elektrotechnickými nástroji	1
Skříňka s nástroji	1
Tekuté mýdlo 500 ml	1
Termofolie 2×2 m	2
Trhací hák	1

Pokračování tabulky číslo 5.

Ventilové lano na vidlici	1
Vyprošťovací nůž (řezák) na bezpečnostní pásy	2
Vytyčovací páska 100 m	1
Záchranné a evakuační nosítka	1
Záchranný kyslíkový přístroj	1
Záchytné lano na vidlici	1