



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

**Katedra konstrukcí pozemních staveb**

**Elektromobilita z hlediska požární bezpečnosti staveb**

**Electromobility in relation to fire safety of buildings**

Diplomová práce

Studijní program: Integrální bezpečnost staveb

Studijní obor: -

Vedoucí Práce: doc. Ing. Vladimír Mózer, Ph.D

**Bc. Adam Habětínek**

Praha 2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Habětín Jméno: Adam Osobní číslo: 465372  
 Zadávající katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb  
 Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb  
 Studijní obor: -

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: ELEKTROMOBILITA Z HLEDISKA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI STAVEB

Název diplomové práce anglicky: ELECTROMOBILITY IN RELATION TO FIRE SAFETY OF BUILDINGS

Pokyny pro vypracování:


- 1/ Stav poznání, právní předpisy a technické normy
- 2/ Analýza požárovosti elektromobilů
- 3/ Analýza rizik požárů elektromobilů a jejich zdolávání
- 4/ Průzkum zrealizovaných parkovacích stání pro elektromobily v budovách
- 5/ Doporučení opatření pro normalizaci a specifikace potřeb navazujícího výzkumu

Seznam doporučené literatury:

Právní předpisy a technické normy pro garáže z hlediska požární bezpečnosti  
 Sun, P., Bisschop, R., Niu, H. et al. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles. Fire Technol 56, 1361–1410 (2020)  
 CHRISTENSEN, P.A., et. al. Risk management over the life cycle of lithium-ion batteries in electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 148, September 2021  
 relevantní kapitoly SFPE Handbook of Fire Protection Engineering a NFPA Fire Protection Handbook

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Vladimír Mózér, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.9.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

  
Podpis vedoucího práce

  
Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta(ky)

# Abstrakt

Práce je věnována požární bezpečnosti elektromobilů, konkrétně navrhování nových nabíjecích stanic. Byl proveden průzkum a porovnání vývoje počtů elektromobilů v České republice a západních evropských států. Jsou popsány základní specifika požárního zásahu u požárů elektromobilů a jejich nabíjecích stanic. Také jsou shrnuty požadavky nedávno vydaného doporučení od HZS ČR pro navrhování nabíjecích stanic. Praktická část aplikuje tyto doporučení a hodnotí dvě vybrané nabíjecí stanice vůči tomuto doporučení. Jsou také jmenovány požadavky chystané technické normalizační informace týkající se provozů s bateriovými systémy.

## Klíčová slova

Požární bezpečnost; požárně bezpečnostní zařízení; elektromobil; nabíjecí stanice; Li-ion baterie; požární zásah; ochlazování

# Abstract

The work is focused on fire safety of electric vehicle, namely designing new charging stations. In general there is made survey of the number of electric vehicles in Czech Republic and neighbouring states of EU. It is a description of specifics and peculiarities of fire extinguishing of electric vehicle and charging station. It is also described recent recommendation of General Directorate of FRS CR relating to fire prevention precaution in areas with battery presence. The final part is dedicated to assessment of two built charging stations and comparison to the mentioned recommendations.

## Keywords

Fire safety; fire emergency systems; electric vehicle; charging station; Li-ion battery; firefighting; cooling

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Elektromobilita z hlediska požární bezpečnosti staveb“ vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury, pramenů a za pomoci odborných konzultací s doc. Ing. Vladimírem Mózem, Ph.D.

V..... dne.....

.....

Podpis

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Vladimíru Mózerovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování poskytl. Dále bych chtěl poděkovat všem projekčním a developerským kancelářím za poskytnutí základních podkladů k praktické části.

Bc. Habětínek Adam

# Obsah

<b>Obsah</b>	<b>I</b>
<b>Seznam použitých symbolů a zkratk</b>	<b>III</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>9</b>
1.1 Motivace	9
1.1.1 Historie elektromobilů	9
1.2 Množství elektromobilů a státní podpora	10
1.2.1 Česká republika	10
1.2.2 Francie	11
1.2.3 Německo	12
1.2.4 Nizozemsko	12
1.2.5 Švédsko	13
1.3 Stanovení výzkumné otázky	14
1.4 Cíle práce	14
<b>2 Současný stav poznání</b>	<b>15</b>
2.1 Baterie	15
2.1.1 Konstrukce baterie	15
2.1.2 Princip bateriového článku	16
2.2 Elektromobil x plug-in hybrid	17
2.2.1 Modely na českém trhu	18
2.3 Nabíjecí stanice	18
2.3.1 Režim nabíjení	19
2.3.2 Konektory pro nabíjení střídavým proudem	20
2.3.3 Dobíjecí infrastruktura v ČR	21
2.4 Požární riziko	22
2.4.1 Mechanické poškození	22
2.4.2 Elektrické a tepelné poškození	24
2.5 Požární zásah elektromobilů	24
2.6 Nabíjecí stanice z pohledu PBS	31
2.6.1 Metodické doporučení – elektromobilita	31
2.6.2 Technická normalizační informace	31
<b>3 Řešený příklad</b>	<b>36</b>
3.1 Objekty	36
3.1.1 OC Nový Smích	36
3.1.2 budova The Flow	36
3.1.3 River Garden II a III	37
3.1.4 OC Futurum Brno	37
3.1.5 BB centrum	37
3.2 Zhodnocení	37
<b>4 Závěr práce a doporučení</b>	<b>41</b>
4.1 Dobudovávání nabíjecích stanic tzv. „Retrofitting“	41

4.2	Zařízení detekce poruchových stavů .....	42
4.3	Rozšiřování stání .....	45
4.4	Vyčlenění nabíjecích parkovacích stání .....	45
4.5	Základní doporučení .....	47
	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>48</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>49</b>
	<b>Literatura .....</b>	<b>50</b>

# Seznam použitých symbolů a zkratk

## Zkratky

AC	Střídavý proud
CNG	Stlačený zemní plyn
DC	Stejnoseměrný proud
DHZ	Doplňkové hasící zařízení
DOSS	Dotčené orgány státní správy
DZP	Dokumentace zdolávání požáru
EPS	Elektrická požární signalizace
EU	Evropská Unie
HZS	Hasičský záchranný sbor
JPO	Jednotky požární ochrany
LFP	Lithium železo fosfátové baterie
Li-ion	Lithium iontové baterie
Li-pol	Lithium polymerové baterie
LTO	Lithium-titanové baterie
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NCA	Nikl cobalt aluminium
NFPA	Národní asociace požární ochrany
NMC	Nikl mangan cobalt
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
PBS	Požární bezpečnost staveb
PO	Požární odolnost
PÚ	Požární úsek
SPB	Stupeň požární bezpečnosti
SSHZ	Sprinklerové stabilní hasící zařízení
TNI	Technická normalizační informace
ZOKT	Zařízení odvodu kouře a tepla



# 1 Úvod

## 1.1 Motivace

Hrozící nedostatek ropy a zvyšující se společenské tlaky na životní prostředí postupně v posledních dekádách nutí automobilový průmysl k velikým změnám. Tyto změny se upínají a nasvědčují k používání elektromobilů, tedy vozů poháněných elektřinou. Tomu nasvědčují i kroky jednotlivých automobilek, kdy jako první automobilka Audi letos v březnu ohlásila, že končí s vývojem spalovacích motorů a do pěti let chce mít na trhu 20 elektromobilů. Obdobný krok s týdenním zpožděním ohlásila skupina VW, která by ráda naplnila vizi, že v roce 2050 bude značka uhlíkově neutrální, aby se tak stalo šéf značky Volkswagen Ralf Brandstätter řekl „rok 2040 je nejzazším termínem pro vypuštění posledního spalovacího motoru na silnici“.

Tyto vyhlídky společně se již zvětšujícím se počtem elektromobilů mezi námi otvírají nové problémy pro bezpečnostní inženýrství, potažmo konkrétně pro požární bezpečnost staveb. Použití elektromobilů je závislé na jejich dobíjení, a tak jako ve všechny ostatní stroje stvořené člověkem elektromobily nejsou dokonalé a stávají se nehody. Proto by bezpečnost jejich používání měla být na prvním místě. A právě bezpečnosti umístování nabíjecích stanic a bodů se věnuje tato práce.

### 1.1.1 Historie elektromobilů

Historicky první elektromobil byl sestaven v roce 1835 holandským profesorem Sibrandusem Stratinghem, tedy bezmála o 50 let dříve než Karl Benz v roce 1886 sestavil první spalovací automobil. První elektromobily připomínaly spíše elektrifikované kočáry. Jedním ze zásadních milníků nastal v roce 1899, kdy poprvé na světě byla překonána rychlost 100 km/h v elektromobilu. Z počátku 20. století bylo v USA více elektromobilů než automobilů se spalovacím motorem. Změna nastala vynálezem elektrického startéru pro spalovací motory a následně sériová výroba Henryho Forda.

Další vzestup zájmu o elektromobily způsobila energetická krize v letech 1970 a 1980. V 90. letech 20. století se v Evropě začaly sériově vyrábět elektromobily značek Citroën, Fiat, Peugeot, Renault a dalších. Z důvodu vysoké pořizovací ceny je provozovaly převážně velké státní podniky a instituce.

Elektromobily byly v ústraní až do roku 2008, od kdy jejich prodeje postupně rostou. V roce 2015 společnost BMW oznámila, že bude elektrifikovat všechny své vozy během dalších 10 let. Elektromobilovou revoluci iniciovala v 21. století americká automobilka Tesla vedená jihoafricko-americkým inženýrem Elonem Muskem.

V roce 2017 tvořily elektromobily 1 % světového prodeje automobilů.[1] V roce 2018 zhruba 4,6 %.[2] Díky dlouhodobě se snižující ceně a zvyšující se kapacitě lithium-iontových baterií, švýcarská banka UBS odhaduje, že v roce 2025 budou elektromobily tvořit 14 % prodejů aut a dle deníku The Economist nahradí elektromobily během 21. století spalovací motory. Škoda Auto předpokládá, že v roce 2025 budou elektromobily tvořit zhruba 25% prodejů automobilů na trhu.

## 1.2 Množství elektromobilů a státní podpora

V následující části bych chtěl přiblížit konkrétní počty elektromobilů pohybující se mezi námi a v okolních Evropských státech. Co se počtů elektromobilů týče Česká republika je v evropském měřítku spíše pozadu, a to platí i pro státní podporu pro pořízování elektromobilů. Tyto podpory se různí v jednotlivých státech a jak si ukážeme na číslech zásadně ovlivňují počty elektromobilů v jednotlivých státech.

### 1.2.1 Česká republika

V ČR zatím nebyla zavedena podpora pro soukromé osoby. Podpora v ČR zatím proběhla pouze v rámci dotačních výzev ze strany ministerstva životního prostředí a ministerstva průmyslu a obchodu.

#### Ministerstvo životního prostředí

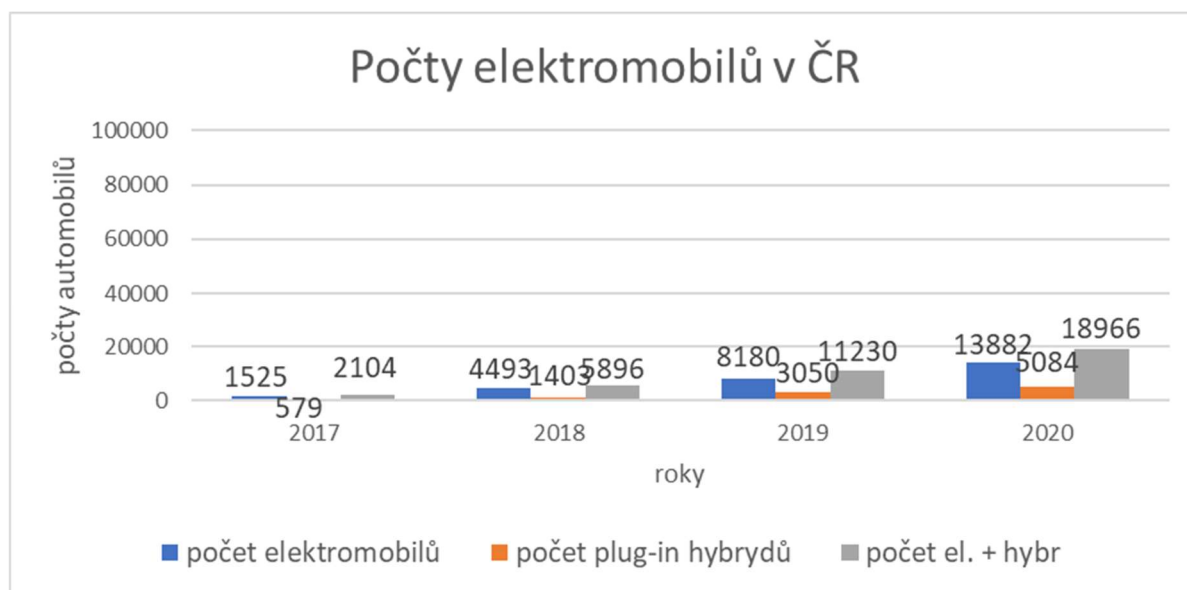
Poslední dotační program MŽP proběhl na jaře loňského roku 2020, kdy ministerstvo prostřednictvím Státního fondu životního prostředí ČR vypsalo podporu až 100 miliónů korun na pořízení vozidel s nízkými nebo nulovými emisemi. Tento program se týkal pouze samosprávy (obcí, okresů, krajů), příspěvkových organizací, výzkumných institucí a nově i veřejných vysokých škol. Toto bylo již počtvrté, co byl program vypsán. Výše dotace je uvedena v následující tabulce 1. [3]

Tabulka 1: Výše dotaze z programu MŽP [4]

Typ vozidla / dobíjecí stanice	CNG	Elektromobil	Plug-in hybrid	hybrid
M1 (osobní)	50 000 Kč	250 000 Kč	200 000 Kč	50 000 Kč
N1 (nákladní do 3,5 t včetně)	100 000 Kč	500 000 Kč	200 000 Kč	x
L7E (malá užitková)	x	200 000 Kč	x	x
L6E	x	100 000 Kč	x	x
L1E, L2E (motorčky do 45 km/h)	x	30 000 Kč	x	x
L3E, L4E, L5E (motorčky nad 45 km/h)	x	50 000 Kč	x	x
M2, M3 do 7,5 t včetně (minibus)	150 000 Kč	1 000 000 Kč	x	x
N2 do 12 t včetně (nákladní auto)	250 000 Kč	1 000 000 Kč	x	x
dobíjecí stanice	x	20 000 Kč	x	x

## Ministerstvo průmyslu a obchodu

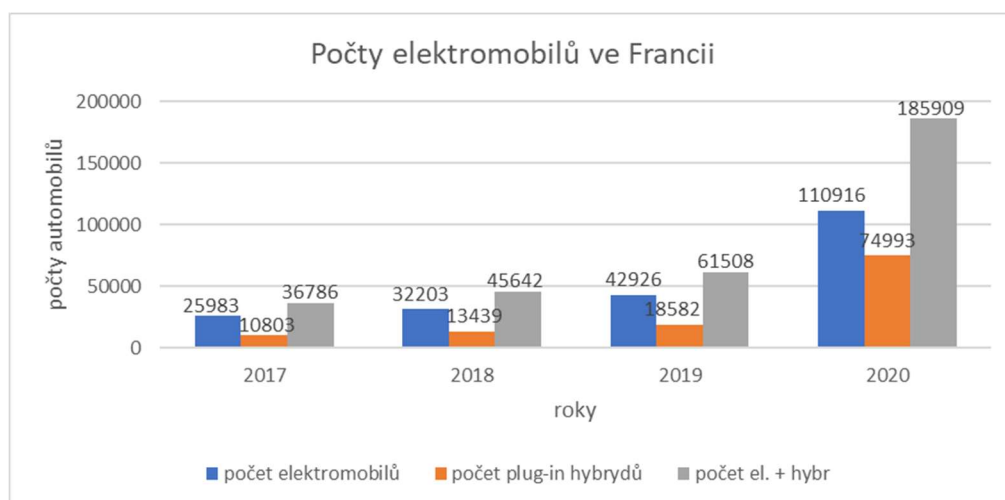
MPO také nabízelo finanční podporu na pořízení elektromobilů, a to srze dotační výzvu „Nízkouhlíkové technologie – elektromobilita“. Program byl vypsán pro malé a střední mimopražské podniky s možností vyčerpání až 150 mil. Kč. Podpora mohla být ve výši 25 % - 40 % nákladů na pořízení. Tato dotační výzva byla již pátá od MPO. Avšak v roce 2021 se znovu neuskuteční, pro potřebu finančních prostředků v jiných odvětví díky koronavirové krizi. [5] Průběh počtů elektromobilů vidíme na obrázku 1.



Obrázek 1: počty zregistrovaných elektromobilů v ČR[6]

### 1.2.2 Francie

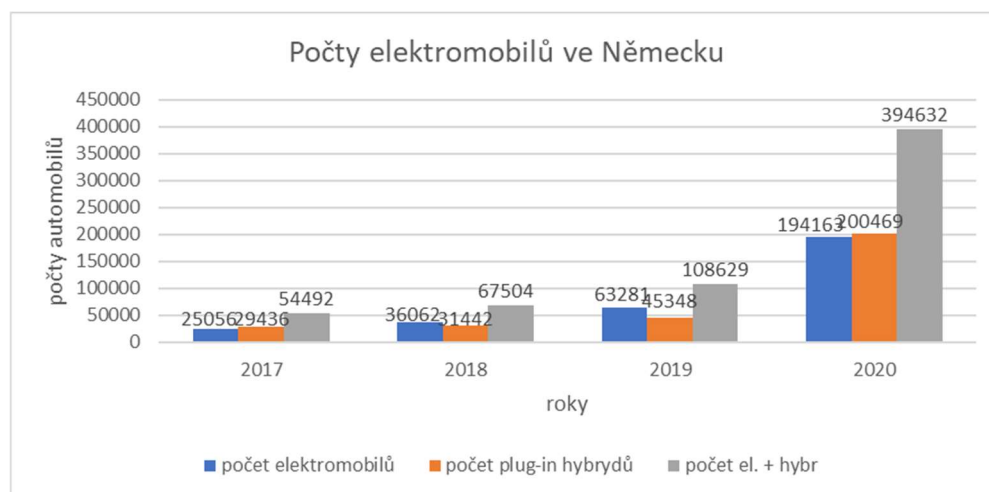
Ve Francii je státní podpora vedena jak pro soukromé osoby, tak pro firmy. Pro soukromé osoby je možné získat podporu až 7000 € a pro firmy až 5000 €. Zároveň pokud člověk má menší příjem než 18 000 € ročně může získat dalších 5000 € za přechod ze spalovacího automobilu na elektromobil. Tedy celkem až 12 000 € v přepočtu cca 305 000 korun. [7] Průběh počtů elektromobilů ve Francii vidíme na obrázku 2.



Obrázek 2: počty registrovaných elektromobilů ve Francii[8]

### 1.2.3 Německo

V Německu je podpora nákupů elektromobilů koncipována trochu jinak. Polovinu dotace platí stát a polovinu automobilka. Celkem je možné získat podporu až 9000 € na elektromobil s cenou do 40 000 €, a 7 500 € na elektromobil s vyšší cenou. Částečná podpora je i pro nákup ojetých vozidel. Pro nás ale důležité z hlediska PBS, že v Německu probíhá také dotace na pořízení domácích nabíječek, kdy Německá státní banka KfW-Bank uhradí až třetinu nákladů, dále je možné získat podporu od jednotlivých spolkových zemí a také od dodavatelů energie, v některých případech lze tedy nabíjecí stanici pořídit prakticky zdarma. [9] Průběh počtu elektromobilů v Německu vidíme na obrázku 3.

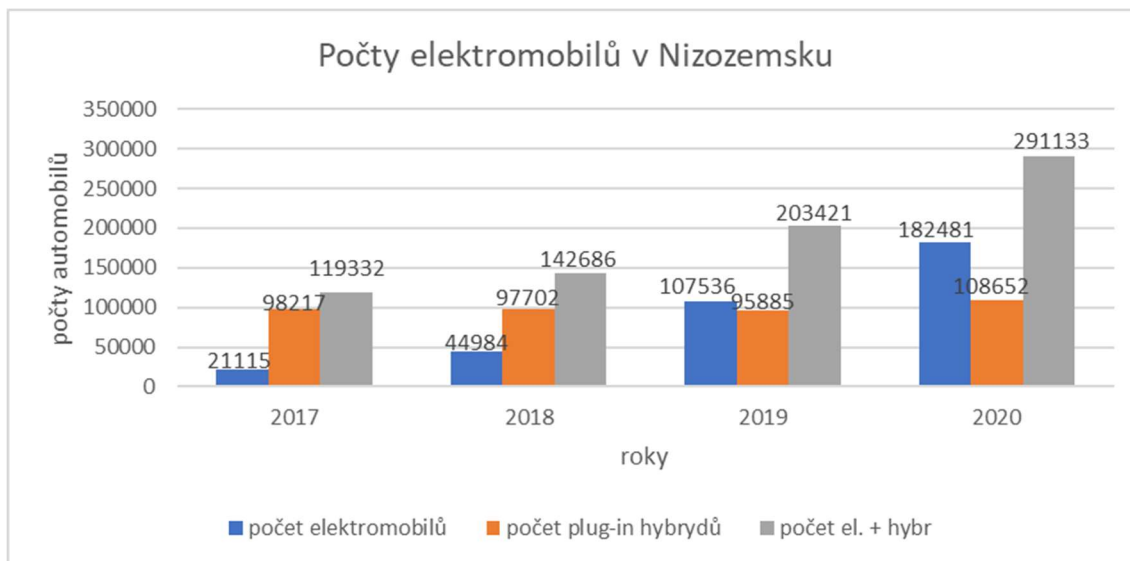


Obrázek 3: počty registrovaných elektromobilů v Německu[8]

### 1.2.4 Nizozemsko

Nizozemsko pomyslná mekka elektromobility v EU, má vypsanou finanční dotaci 4000 € pro nákup elektromobilu, zároveň je nákup osvobozen od daně, naopak nákup automobilů se spalovacím pohonem byl zdaněn přísněji poplatkem, který se může vyšplhat až na 12 000 €. Dále

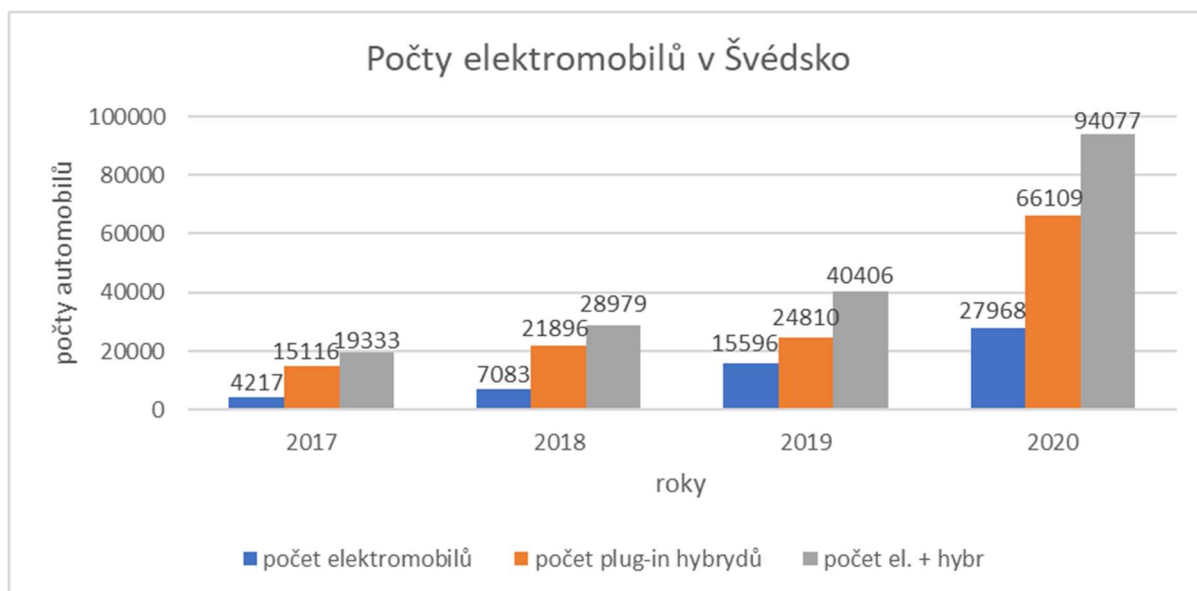
je také podpora na budování nabíjecích stanic. [10] Průběh počtu elektromobilů v Nizozemsku vidíme na obrázku 4.4



Obrázek 4: počty registrovaných elektromobilů v Nizozemsku[8]

### 1.2.5 Švédsko

Ve Švédsku jak je vidět výrazně převažují automobily s technologií plug-in hybrid motoru a to především proto, že státní podpora je nastavena jako 5 700 € pro nákup automobilu s menší uhlíkovou stoupou CO<sub>2</sub> než 70 g/km, tedy není striktně vyžadována čistá elektromobilita pro získání podpory.[11] Průběh počtu elektromobilů v Švédsku vidíme na obrázku 5.



Obrázek 5: počty registrovaných elektromobilů ve Švédsku[8]

### **1.3 Stanovení výzkumné otázky**

Z předchozí kapitoly tedy vyplývá výrazné zvyšování počtů elektromobilů. Jejich potřeba dobíjení je ekvivalentem pro čerpání/tankování spalovacích motorů. Tato činnost musí odpovídat dle předpisů ČSN 65 0202 – Hořlavé kapaliny – plnění a stáčení výdejní čerpací stanice. A tak jako tomu je u pro spalovací motory tak je tomu i pro elektromobily a proces dobíjení představuje určité zvýšení rizika. Proto je nutné stanovit podmínky budování nabíjecích stanic, především v těžce dostupných místech jako tomu jsou například podzemní garáže.

### **1.4 Cíle práce**

Hlavními cíli práce jsou:

- 1) Definovat sledované parametry a rizika nabíjení
- 2) Nutnost instalace PBZ pro nabíjecí stanice?
- 3) Nutnost definovat přístup k místu nabíjecí stanice z hlediska požárního zásahu?

## 2 Současný stav poznání

### 2.1 Baterie

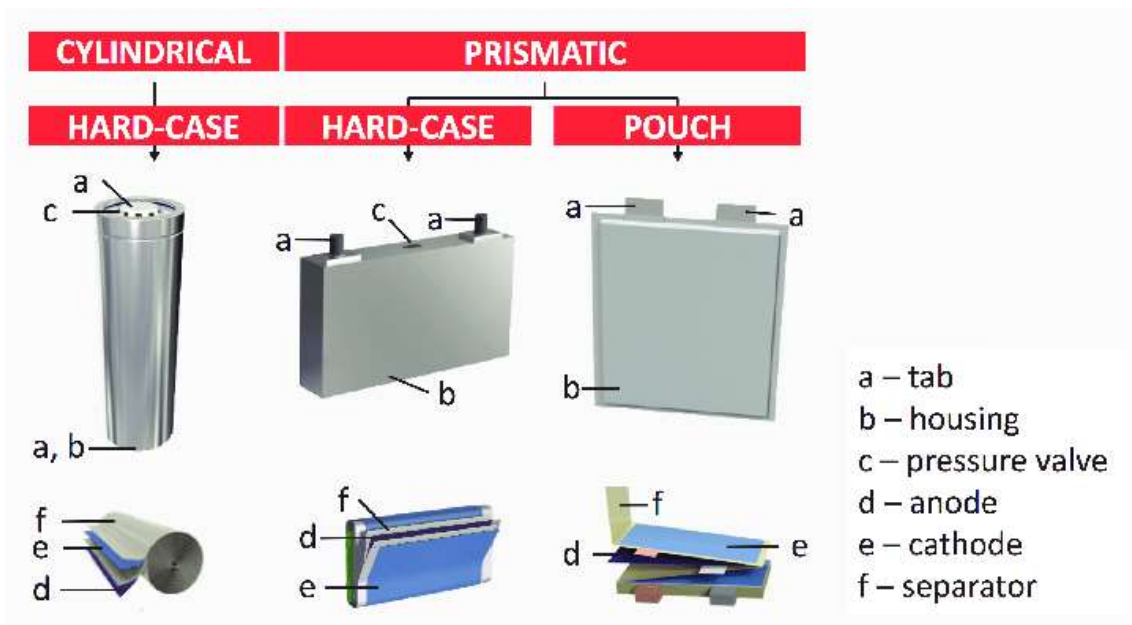
Základním funkčním prvkem elektromobilu je logicky velkokapacitní baterie poskytující energii pro pohon. Jednotlivé značky výrobců používají trochu jiné baterie. Přesto alespoň základní funkce budou popsány.

#### 2.1.1 Konstrukce baterie

Každá z baterií se skládá ze stovek až tisíců malých bateriových článků, které jsou spojeny buď sériovým či paralelním zapojením tak aby došlo k dosažení požadovaného napětí a proudu. Každý bateriový článek má napětí 3 – 4 V. V současnosti se využívají tři základní typy článků:

- Válcové (cylindrical)
- Hranolové (prismatic – hard-case)
- Pouzdrové (prismatic – pouch)

Základní typy jsou zobrazeny na obrázku 6.



Obrázek 6: Konstrukční varianty bateriových článků [12]

Tyto bateriové články jsou dále spojovány do větších modulů a ty tvoří základní stavební buňku celé baterie, to je vidět na obrázku 7. Rozdělení do bateriových modulů je snazší výroba, instalace, management, ale i údržba. V případě potřeby mohou být vyměněny jednotlivé moduly a v případě požáru toto uspořádání pomáhá snížit rychlost jeho rozšíření. [13]



Obrázek 7: Velkokapacitní baterie automobilky Tesla [14], připojené jednotlivé bateriové moduly

V praxi se setkáváme s bateriemi různých označení dle použitého materiálu, Lithiové, Li-ion, Li-pol. Základní typy lithiových baterií jsou:

- **Li-ion baterie** – katoda  $\text{LiCoO}_2$ , anoda  $\text{LiC}_6$  nebo C, elektrolyt  $\text{LiPF}_6$ , separátor PE/PP
- **Li-pol baterie** – katoda  $\text{LiCoO}_2$ , anoda  $\text{LiC}_6$  nebo C, elektrolyt-separátor = pevný polymer (např. PMMA či PAN), polymerní obal baterie
- **Lithium-železo-fosfátové baterie LFP** (příp.  $\text{LiFe}$ ,  $\text{LiFePO}_4$ ) - katoda  $\text{LiFePO}_4$ , anoda Li nebo  $\text{LiC}_6$
- **Lithium-titanové baterie LTO** - katoda  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  nebo  $\text{LiFePO}_4$ , anoda  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$

LTO a LFP mají elektrolyt a separátor jako Li-ion baterie (liší se od Li-ion konstrukcí a materiálem elektrod). Nejčastěji používanými typy baterií jsou Li-ion a Li-pol baterie.

### 2.1.2 Princip bateriového článku

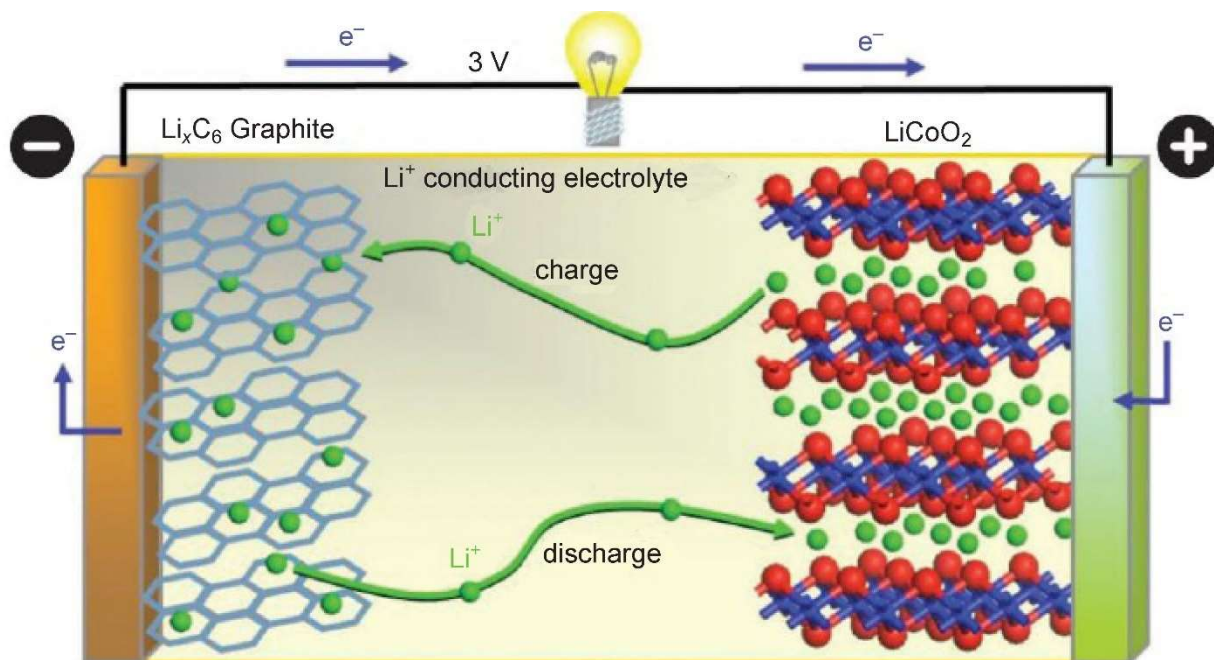
Princip jednotlivého bateriového článku je v podstatě klasickým galvanickým článkem. Kdy jsou dvě elektrody, záporná a kladná, umístěny ve vodivém bezvodném elektrolytu. Kladná elektroda (katoda) bývá hned z několika možných sloučenin nejčastěji s lithiem. Záporná elektroda (anoda) je tvořena většinou nějakým uhlíkovým materiálem, grafitem [15] apod.

V baterii probíhají dva základní procesy nabíjení a vybíjení (zobrazeny jsou na obrázku 8):

- V procesu vybíjení dochází k uvolňování elektronů ze záporné anody, spotřebě elektrického napětí a příjmu na kladné katodě. Toto napětí je využito v obvodu a uvnitř baterie dochází k přesunu kladně nabitých iontů lithia na kladnou anodu.



- V procesu nabíjení dochází zase k přijímání elektronů z obvodu (nabíječky) na kladné katodě a uvnitř k přesunu kladných iontů lithia zase zpět na zápornou anodu a dochází k vytváření elektrického napětí mezi elektrodami, které může být opět využito.



Obrázek 8: Grafické znázornění procesů lithiové baterie [16]

## 2.2 Elektromobil x plug-in hybrid

Současné elektromobily jsou rozdělovány dle způsobu pohonu. Jedním ze způsobu je plně elektrifikovaný automobil a druhým je hybridní vůz, který jako hlavní pohonný motor má klasický spalovací a jako podpůrný je umístěn elektrický.

Plný elektromobil je poháněn pouze elektrickým motorem. Zdrojem energie pro tento motor je akumulátor popsany výše. Dojezdové vzdálenosti a výkon se odvíjejí od celkové kapacity akumulátoru umístěného v elektromobilu.

Hybridní automobil má ve srovnání s elektromobilem 2 zdroje energie. Ty jsou zastoupeny ve formě klasického paliva většinou benzínu a elektrické energie v baterii. Rozlišujeme dvě základní varianty hybridního vozu: tzv. plný hybrid a plug-in hybrid. Plný hybrid získává energii do baterie pouze procesem zvaným rekuperace, kdy je energie získávána při brždění a zpomalování. Baterie je tedy závislá na spalovacím motoru a pohybu vozidla. V případě plug-in hybridu se zpravidla umísťuje baterie s větší kapacitou, pohon vozidla je možné přepnout čistě na elektrický motor. Baterii je možné dobíjet nabíjecí stanicí obdobně jako u čistých elektromobilů. [17]

### 2.2.1 Modely na českém trhu

V následující tabulce 2 jsou uvedeny vybrané příklady elektromobilů na českém trhu:

Tabulka 2: Výběr čistých elektromobilů na českém trhu[18]

model	Přibližná pořizovací cena [kč]
Tesla Model 3	1 300 000
Volkswagen e-Golf	959 000
Nissan Leaf	950 000
BMW i3	1 050 000
Hyundai Ioniq Electr	730 000
Škoda Enyaq	1 050 000

### 2.3 Nabíjecí stanice

Nedílnou součástí využívání elektromobilů jsou nabíjecí stanice. Nabíjecí stanice tvoří ekvivalent čerpacím stanicím pro automobily se spalovacím pohonem. Velkým rozdílem je však čas trvání nabíjení a čerpání paliva. Nabíjení se pohybuje v řádech desítek minut až několik hodin, zatímco plnou nádrž jsme schopni mít za pár minut.

Se zvyšujícími se počty elektromobilů mezinárodní elektrotechnická komise stanovila dvě základní normy, které definují čtyři různé režimy nabíjení. Dále tu máme různé provedení kabelů a konektorů pro připojení.

Nabíjení normální rychlostí (3 kW až 7 kW) je nabíječka baterie umístěna od výrobce přímo ve voze. Kabel je připraven pro připojení do elektrické sítě 230 V AC nebo třífázové sítě 400 V AC.

Rychlé nabíjení (22 kW až 43 kW) využívá dle normy dvě řešení. Prvním je palubní nabíječka, navržená pro nabíjení od 3 kW do 43 kW při 230 V nebo 400 V. Druhé řešení je použití externí nabíječky, která převede střídavé napětí na stejnosměrné a nabíjí elektromobil při 50 kW. [19] Přibližné doby nabíjení a odpovídajícího napětí, napájení a maximálního proudu vidíme v tabulce 3.

Tabulka 3: Přibližný přehled doby nabíjení a potřebných parametrů [20]

Maximální proud	Napájení	Napětí	Doba nabíjení baterie na 80 % s kapacitou 30 kWh
16 A	1 fáz.-3,3 kW	230 VAC	6-8 hodin
16 A	3 fáz.-10 kW	400 VAC	2-3 hodiny
32 A	1 fáz.-7 kW	230 VAC	3-4 hodiny
32 A	3 fáz.-24 kW	400 VAC	1-2 hodiny
63 A	3 fáz.-43 kW	400 VAC	20-30 minut
100-125 A	Trvale-50 kW	400-500 VDC	20-30 minut

### 2.3.1 Režim nabíjení

Jak již bylo zmíněno máme 4 různé režimy nabíjení [19, 21]:

#### Režim 1

Režim 1 využívá připojení k elektrické síti standardní elektrickou zásuvku umístěnou v domácnosti. Režim 1 musí dle normy splňovat zapojení elektroinstalace dle bezpečnostních předpisů a s uzemňovacím vodičem. Obvod musí být jištěn proti zkratu, přetížení a v obvodu musí být zapojený proudový chránič.

Režim 1 je snadno realizovatelné řešení, lze ho využít v podstatě kdekoliv, kde je přístup k elektřině. Bohužel režim 1 s sebou přináší několik rizik, díky kterým se začínají používat bezpečnější způsoby nabíjení. Jedním z nich je oteplení kabelu po delší době nabíjení na maximálním výkonu (8 A až 16 A).

#### Režim 2

Režim 2 byl navržen pro země, kde není povolen režim 1. Princip je stejný jako u režimu 1. Kabel je připojen do běžné domovní zásuvky, ale na rozdíl od režimu 1 je navíc vybaven o ochranu v kabelu. Toto ochranné zařízení vestavěné do kabelu hlídá správné připojení elektromobilu a správnou funkčnost uzemnění.

#### Režim 3

Režim 3 probíhá pomocí specializovaného nabíjecího zařízení a využívá střídavý proud ze sítě. Nabíjecí zařízení je vybaveno řídicím vodičem, který je připojen ke kostře elektromobilu pomocí rezistoru. Tímto vodičem protéká malý proud a vrací se zpět do nabíjecí stanice pomocí zemního vodiče. Pokud proud protéká správně, sepne se stykač a uvede zařízení do provozu. Pokud není konektor připojen vůbec, tak je zásuvka vypnuta. Tento systém představuje velkou výhodu pro veřejné použití.

Při odpojování by mohl vzniknout elektrický oblouk. Odpojení řídicího vodiče před následným uzemněním zamezí nebezpečí vzniku elektrického oblouku, jenž při odpojování hrozí. Řídicí vodič zajistí přerušování obvodu a vypne stykač. Proud se tedy přerušuje v nabíjecí stanici a zamezí elektrickému oblouku mezi konektorem a výstupem z elektromobilu.

Zabezpečení proti elektrickému oblouku může být provedeno i jinými způsoby – přenosem řídicího signálu po elektrické síti nebo bezdrátovým přenosem. Díky těmto systémům může nabíjecí zařízení komunikovat s distribuční sítí, což následně ulehčí účtování a umožní nejen inteligentní nabíjení ale i využití Vehicle to grid.

Technologie Vehicle to grid umožní provozovateli distribuční sítě lépe řídit denní zatížení elektrické soustavy. Při použití inteligentního nabíjení si uživatel na dobíjecí stanici nebo pomocí aplikace v mobilním telefonu nastaví, na jakou úroveň a za jakou dobu chce mít elektromobil dobit. Tuto informaci dostane distributor a rozloží rovnoměrně nabíjení podle zatížení sítě.

Vehicle to grid jde snadno vysvětlit na menší firmě používající více elektromobilů. Jeden uživatel připojí svůj elektromobil k nabíjení a bude vyžadovat rychlé dobíjení, které by mohlo zatížit elektrickou soustavu. Proto aplikace vehicle to grid zařídí použití energie uložené v bateriích ostatních firemních aut, která jsou připojena k nabíječkám.

Dodavatel energie díky těmto třem aplikacím sníží zákazníkovi cenu elektrické energie nebo umožní jiné výhody.

#### Režim 4

Elektromobil je prostřednictvím externí nabíječky připojen k distribuční síti. Nabíječka obsahuje ochrany, řízený výkonový AC/DC měnič, komunikační jednotku a nabíjecí kabel. Režim 4 se používá především pro stejnosměrné nabíjení, tedy nabíjení velkými proudy. [19]

### 2.3.2 Konektory pro nabíjení střídavým proudem

Tak jak byly zmiňovány různé režimy dobíjení. Také je dle elektrotechnických norem možné používat různé konektory připojení. Na obrázku 9 máme přehlednou tabulku s typy těchto konektorů.

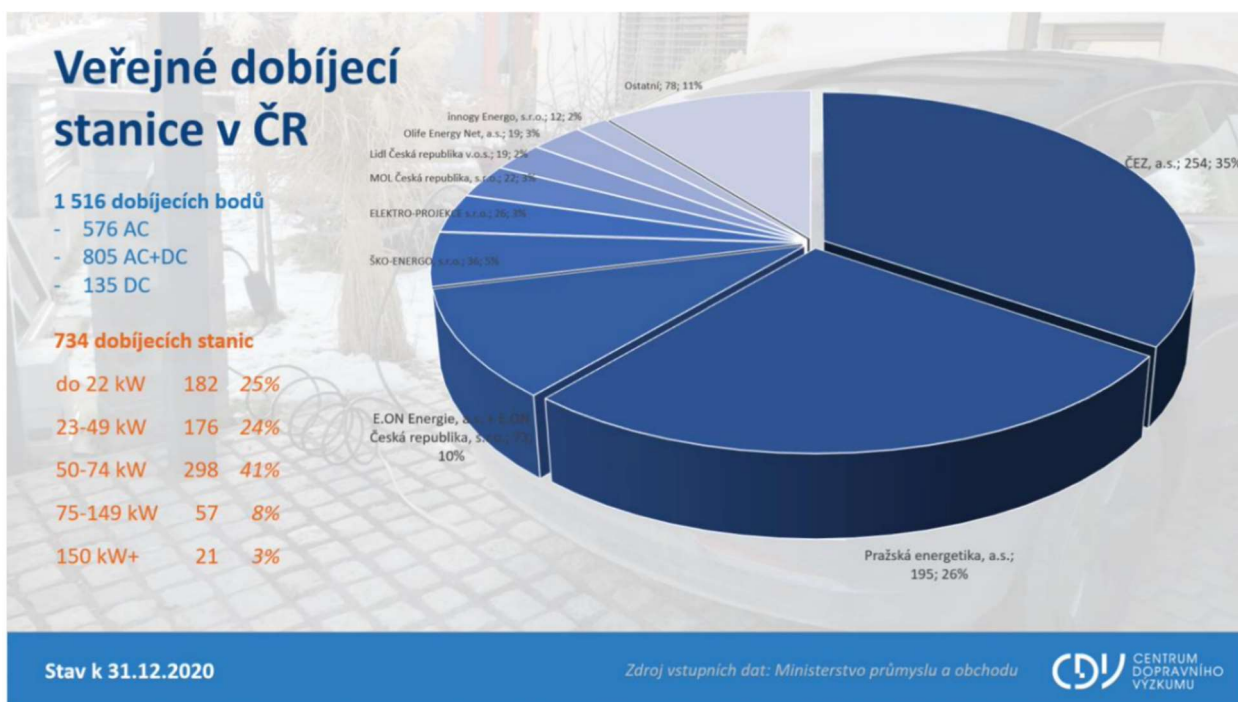
	Type 1/North America	Type 2/Europe	GB/T standard/China
<b>Charging mode 2</b> 			
<b>Charging mode 3, case B</b> 	 Type 2		
<b>Charging mode 3, case C</b> 			
<b>Charging mode 4</b> 			

Obrázek 9: Konektory připojení v různých částech světa [22]

### 2.3.3 Dobíjecí infrastruktura v ČR

Jak již bylo několikrát zmíněno, důležitým faktorem elektromobility je infrastruktura dobíjecích stanic. V České republice bylo k 31.12. 2020 celkem 734 veřejných nabíjecích stanic a na nich 1516 nabíjecích bodů. To vychází něco málo pod 5 aut na jeden nabíjecí bod. Celkem je v České republice 54 subjektů, kteří provozují veřejné nabíjecí stanice. [23]

Na obrázku 10 vidíme jak procentuální zastoupení výkonů nabíjecích stanic, tak procenta zastupujících provozovatelů.



Obrázek 10: Grafika zastoupení nabíjecích stanic dle výkonu a provozovatele [23]

## 2.4 Požární riziko

Základním rozdílem oproti běžným automobilům se spalovacími motory v souvislosti s požární bezpečností je právě velkokapacitní baterie a specifika pojená s požárním zásahem. Riziko požáru a jeho závažnost plyne hlavně z rizika požáru baterie. K poškození a vzplanutí baterie může nastat obecně třemi způsoby:

1. Mechanické poškození
2. Elektrické poškození
3. Teplotní poškození

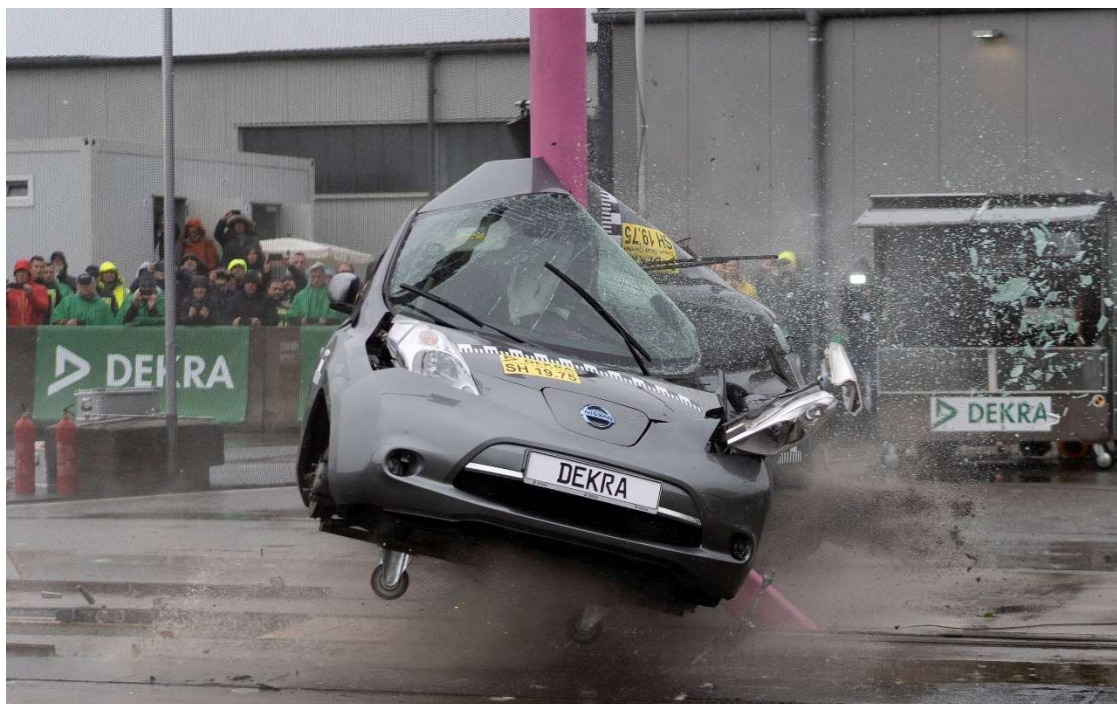
V souvislosti s nabíjením a bezpečností nabíjecích stanic jsou z našeho hlediska zajímavější především elektrické a teplotní způsoby poškození.

Dalším kumulativním rizikem procesu nabíjení je fakt, že k nabíjení dochází v zásadě vždy bez dozoru. Vozidlo je ponecháno připojené na nabíjecí stanici a majitel u toho není přítomen. To výrazně zpožďuje reakci prvotního zásahu, popřípadě předání informace jednotkám požární ochrany.

### 2.4.1 Mechanické poškození

Typickým mechanickým poškozením může být autonehoda. V důsledku nárazu může dojít k poškození separátoru a k následnému zkratování baterie spojenému s uvolňováním velkého množství energie.

Nelze však předpokládat, že k požáru dojde u všech dopravních nehod elektromobilů. Např. studie spol. Dekra s.r.o. testovala hned několik elektromobilů v přísnějších crashtestech. Ke zkouškám byly vybrány 3 Nissany Leaf a 1 Renault Zoe. Stáří vozidel bylo cca 5 až 8 let. Tato vozidla byla testována při rychlostech 84 km/h pro čelní náraz a 75 km/h pro boční náraz. Nárazovou plochou byl ocelový sloup. Pro srovnání, standardní crash testy, tj. nárazové zkoušky dle Euro NCAP probíhají v rychlosti 50 km/h navíc s větší plochou překážky (realizovány proti desce). Proto bylo při testech Dekry dosaženo násobně většího tlaku v místě nárazu. Jak je ukázáno na obrázku 11. [24]



Obrázek 11: Crash test spol. Dekra, Nissan Leaf [24]

Přesto při zkouškách nedošlo ani v jednom případě k požáru. Navíc ve všech 4 případech došlo k automatickému odpojení sítě s vysokým napětím. Dekra ve své studii zároveň i doporučila hasičům, jak postupovat v případě nehody elektrovozidla:

- odpojení sítě lze rozpoznat např. z vystřelených airbagů či indikátorů na palubní desce
- postupovat s osobními ochrannými prostředky včetně dýchacích přístrojů. Důvodem je přítomnost jedovatých a dráždivých látek. Kromě fluorovodíku, který je přítomen v některých typech baterií, v bateriích může vznikat např. chlorovodík atd.
- v průběhu zásahu je vhodné kontrolovat teplotu pomocí termokamery,
- pro vlastní zásah doporučuje Dekra použití hasebních hřebů a následný požár uhasit vodou, příp. pomocí CO<sub>2</sub>.

Další studie [25] uvádí porovnání elektromobilů s běžnými spalovacími automobily v rámci četnosti požárů na jednu miliardu ujetých mil vozidly. Ze studie vyplývá, že dle společnosti Tesla došlo k přibližně 5 požárům za miliardu ujetých mil. A dle statistik Národní asociace požární ochrany (NFPA) došlo v USA k přibližně 55 požárům na miliardu ujetých mil automobilů se spalovacími motory. Klasickým porovnáním tedy vyplývá, že u elektromobilů dochází k výrazně menšímu počtu požárů. Je však nutné vzít v úvahu, že automobilů se spalovacími motory je výrazně větší počet, používají se již desítky let a lidé stále používají i opravdu staré automobily. Tedy v rámci takového porovnání je těžké zhodnotit správné užívání automobilů.

Obecně, ale lze shrnout, že požáry elektromobilů jsou zatím méně časté a že elektromobily je bezpečné používat. Nicméně pokud k požáru dojde, je uhašení elektrovozidla obtížnější než v případě běžného vozidla.

## 2.4.2 Elektrické a tepelné poškození

K elektrickému poškození může dojít v průběhu nabíjení. Lithiové baterie jsou navrženy pro úschovu daného množství energie po daný čas. Pokud jsou tyto limity překročeny např. příliš rychlým nabitím nebo přebitím, může dojít k degradaci bateriových článků, a dokonce k jejich poškození.

Úroveň nabití se definuje jako stav nabití v daných mezích, proto se uvádí v procentech 0-100 %. Avšak plně nabitá baterie je běžně za limitem a tedy přebitá. K přebití může dojít, pokud napětí na článku je špatně detekováno kontrolním systémem, nebo když je použita špatná nabíječka nebo je nabíječka porouchaná. Z hlediska poškození přebitím záleží na samotných materiálech použitých v baterii a přehřívání se může objevit u LFP katod a anod už u 105% přebití, zatím co ostatní baterie s NMC a NCA karbonovými elektrody jsou odolnější a problémy se vyskytují až u 130 % přebití. [26]

Dalším nebezpečím je příliš rychlé nabíjení. Které bylo testováno různými studiemi. Studie švédského RISE shrnuje některé z nich. [26] Obecně je ve studiích uváděna referenční hodnota rychlosti nabíjení 1 C, což znamená nabití plné kapacity baterie za 1 hodinu. Při hodnotách nabíjení 2 C tedy plné nabití za 30 minut docházelo k otevření nejen bezpečnostního otvoru, ale i krytu anody a explozi článku. Obecně je konstatováno že při rychlostech větších 0,5 C (plné nabití za 2 hodiny) může dojít k problémům s přehříváním. Prakticky se uvažuje možnost samovznícení či poškození baterie, pokud byla ohřáta na vyšší teploty než 80 °C.

## 2.5 Požární zásah elektromobilů

Požární zásah u elektrického vozidla se v mnohém shoduje s automobily konvenčních paliv, je třeba však potřeba počítat s několika specifiky:

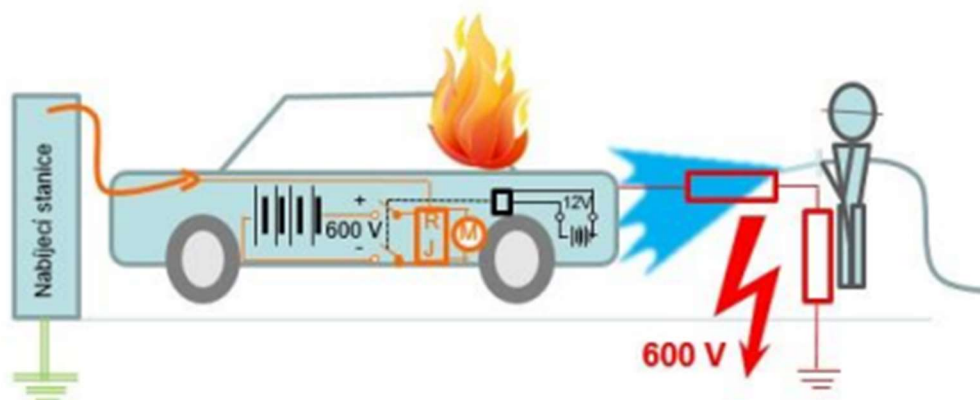
- Možnost samovznícení či opětovného samovznícování trakční baterie.
- Riziko úrazu elektrickým proudem
- Nutnost lokalizace baterie
- Možnost vniku termálního úniku
- Možnost odletování článků baterie
- Vyšší spotřeba dýchací techniky
- Vyšší spotřeba vody
- Hoření alkalických kovů

Riziko samovznícování spočívá hlavně v tom, že k němu může docházet v průběhu několika hodin i dní po požáru vozidla, proto je nutné stanovit adekvátní opatření či podmínky předání místa zásahu.

Riziko úrazu elektrickým proudem se vyskytuje především u vozidla, které je připojeno na nabíjecí kabel. Toto riziko vzniká z důvodu, že je skrz kabel dokonale uzemněno a existuje tedy riziko průchodu elektrického proudu přes proud hasiva. Vlivem požáru může dojít k poškození izolace vysokonapěťových částí vozidla, vyřazení ochranných prvků soustavy vysokého napětí a může dojít k vzniku elektrického potenciálu proti zemi. Jak je vidět na obrázku 12. Tento



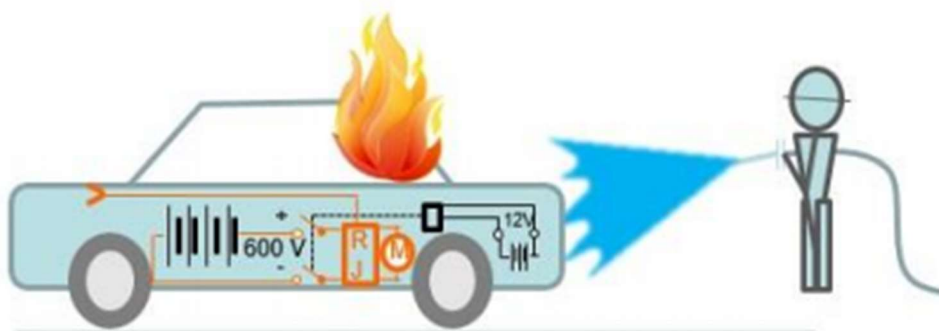
potenciál může odpovídat až nejvyššímu plnému potenciálu vysokého napětí. Toto riziko přetrvává i v případě vypnutí nabíjecí stanice, neboť vypnutím nedojde k přerušení uzemnění. Proto je nutné se i v takovém případě chovat k zařízení jako k zařízení pod napětím, a to až do doby, než dojde k odpojení stanice. [27]



Obrázek 12: Znárodnění případu hašení připojeného vozidla [27]

V těchto případech je tedy nutné čisté vody jako hasební látky. Nesmí se používat pěnidla, smáčedla a podobné příměsi, které zvyšují vodivost vody. To může být výraznou komplikací pro zásahy u hybridních vozidel, kde se počítá i s únikem konvenčních paliv, u kterých se zasahuje пеноu.

V případě volně stojícího elektrického vozidla toto riziko odpadá, neboť nedojde k dokonalému uzemnění a vzniku potenciálu vůči zemi. To i v případech poškození pneumatik, či dotyku karoserie zemi. Nelze totiž mluvit o dokonalém stabilním uzemnění, jak je vidět na obrázku 13. A je tedy v tomto případě možné použití příměsí, pěnidel a smáčedel.



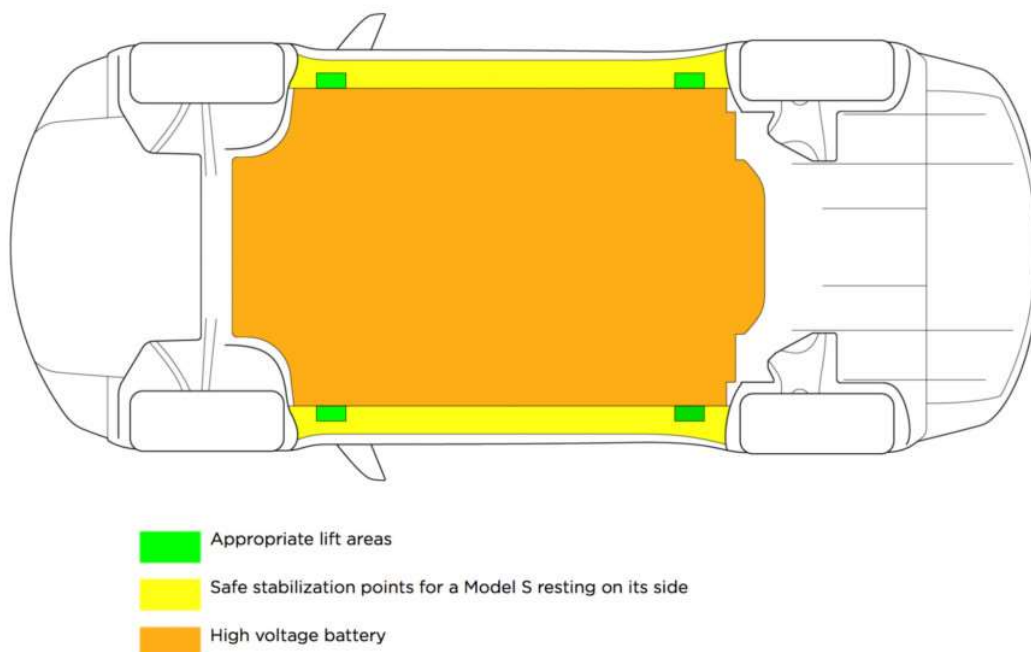
Obrázek 13: znárodnění případu hašení volně stojícího vozidla [27]

Důležitým faktorem požárního zásahu je také lokalizace baterie. Ta se u jednotlivých modelů nachází na různých místech. Pokud zasahující hasiči nemají informace o konkrétním modelu dá se řídit základními předpoklady kdy pro elektromobily se běžně umísťují buď pod podlahu vozidla v celé ploše (viz obrázek 14), či do centrálního tunelu.

**LIFT AREAS**

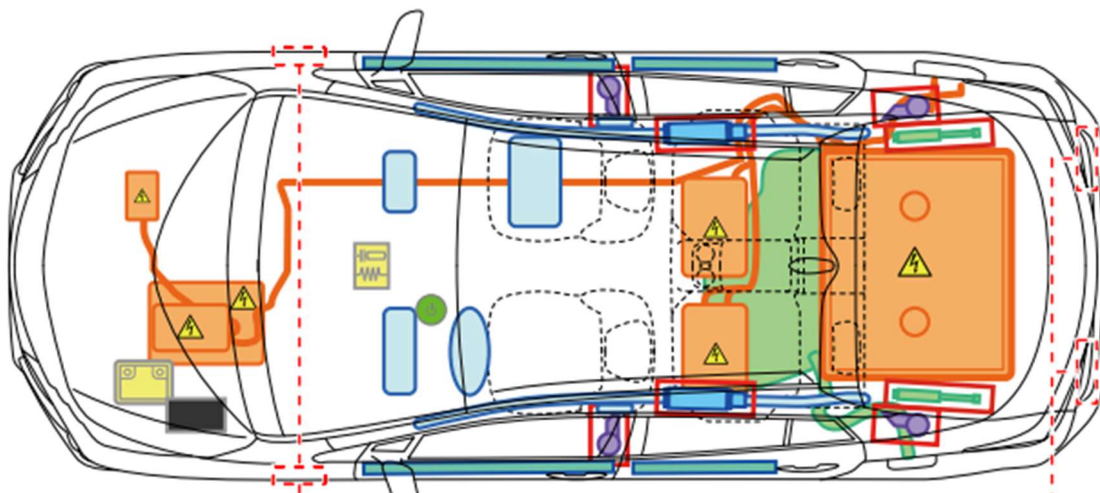
The high voltage battery is located under the floor pan. A large section of the undercarriage houses the high voltage battery. When lifting or jacking, only use the designated lift areas, as shown in green.

▲ Warning: DO NOT USE THE HIGH VOLTAGE BATTERY AREA TO LIFT OR STABILIZE MODEL S.



Obrázek 14: Schématický příklad umístění trakční baterie elektromobilů [28]

Pro hybridní vozy se běžně baterie umísťuje pod zadní sedačky, za zadní sedačky, v zavazadlovém prostoru pod podlahu (Obrázek 15), či spodní část vozidla u zadní nápravy.



Obrázek 15: Schématická příklad umístění trakční baterie hybridů [29]

Při hašení požáru elektromobilu či hybridního vozu je nutné kontrolovat a v případě potřeby ochlazovat baterii. Která je možný iniciátorem dalších vznícení. Poškozená baterie se stává nestabilní a může docházet k postupnému zahoření jednotlivých modulů bateriových článků. K tomu to jevu může docházet i několik hodin někdy i dní po požáru. Hlavním důvodem ochlazování je zastavení předávání tepla mezi jednotlivými moduly bateriových článků (nemusí

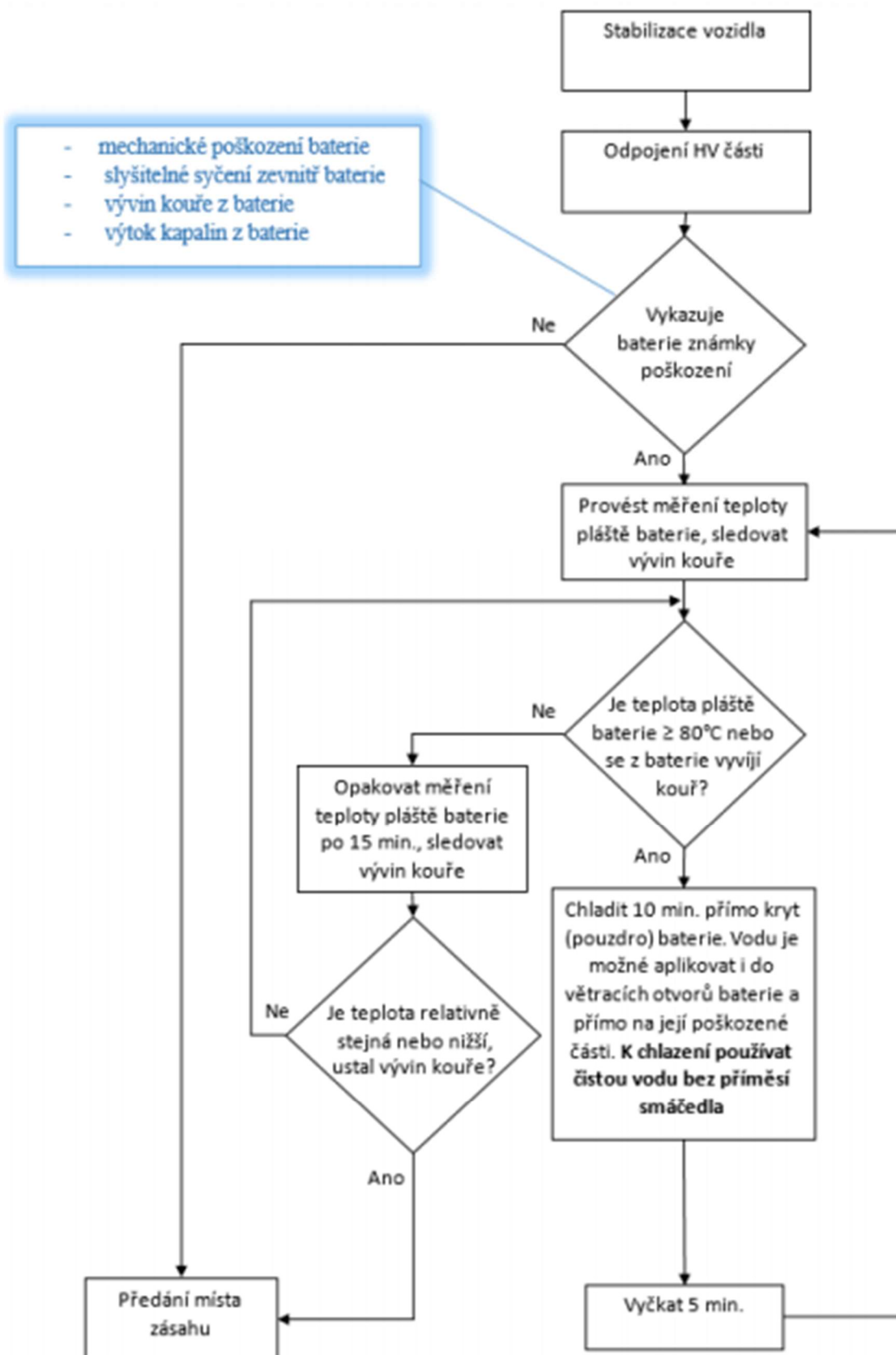
automaticky dojít k celkovému vyhoření baterie). Teplo vznikající chemickou reakcí v baterii je možné efektivně odvádět proudem vody, či ponořením vozidla do lázně.

Ochlazování vodním proudem má za cíl stabilizaci baterie. Je doporučeno použití čisté vody bez příměsí a proudem aplikovat na kryt baterie. Sprchový proud jedné proudnice C se považuje za dostatečný, příklad je uveden na obrázku 16. Doporučené časové schéma chlazení je na obrázku 17. Tedy 10 minut chladit proudem vody, následně 5 minut pozorovat stav baterie, pokud se baterie samovolně zahřívá nebo dochází ke vzniku kouře, opětovně začít chladit. Takto postupovat stále dokola. Pro pozorování baterie se doporučuje monitorovat její stav pomocí termo kamery. [27]



Obrázek 16: Příklad možného ochlazování proudnicí [27]

Po úspěšné stabilizaci baterie je doporučeno baterii sledovat dalších 45 minut a pokud teplota baterie je stabilní samovolně se nezvyšuje a nedochází ke vzniku kouře, je možné místo zásahu předat. Někteří výrobci tuto dobu ve svých příručkách doporučují prodloužit až na 60 minut.



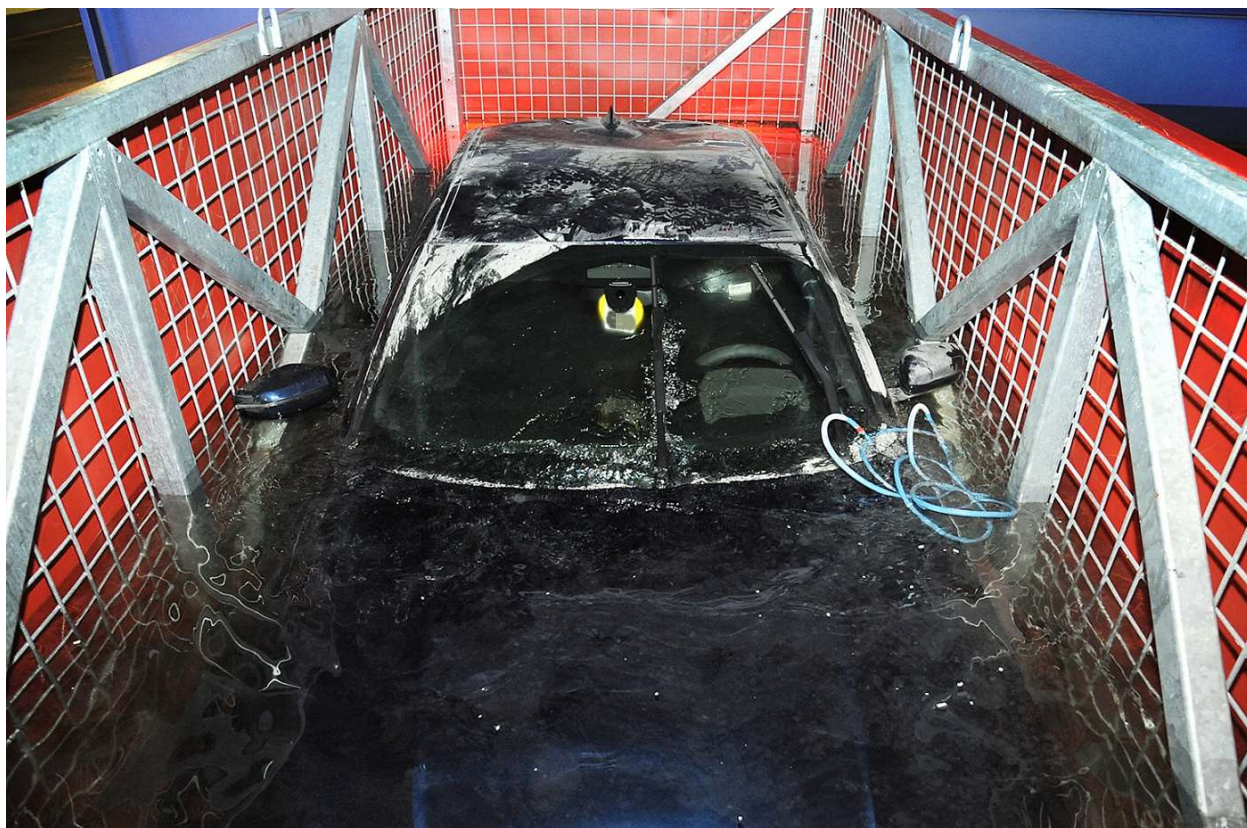
Obrázek 17: Algoritmus postupu technické události [27]

Dalším možným způsobem ochlazení je metoda ponoření do vodní lázně, jak je vidět na obrázku 18. Tato metoda způsobí totální škodu na vozidle. Proto by mělo být její použití odůvodněno nemožností jiného zásahu.

Po ponoření vozidla do vodní lázně mohou vznikat výbušné plyny. Ty vznikají při průběhu elektrolýzy po průchodu stejnosměrného elektrického proudu kapalinou mezi elektrodami elektrické instalace. Při těchto reakcích dochází k šumění a bublání někdy také nazývaný microbubbling pozorovatelný v blízkém okolí nad ponořeným vozidlem.

Tyto reakce rozhádají molekuly vody na vodík a kyslík a produkované plyny se mohou nahromadit až na výbušnou koncentraci (mez výbušnosti vodíku se vzduchem 4 – 75 obj. % a 4 – 95 % obj. % ve směsi s kyslíkem). Je proto nutné před ponořením vozidla do lázně zajistit nezbytné podmínky pro únik těchto plynů z uzavřených částí.

Vozidlo by mělo být ve vodní lázni umístěno alespoň 48 hodin. Zároveň je nutné počítat s tím, že ponořením vozidla a výše popsány chem. reakcemi vznikne kontaminovaná voda, kterou je třeba odborně likvidovat. [27]

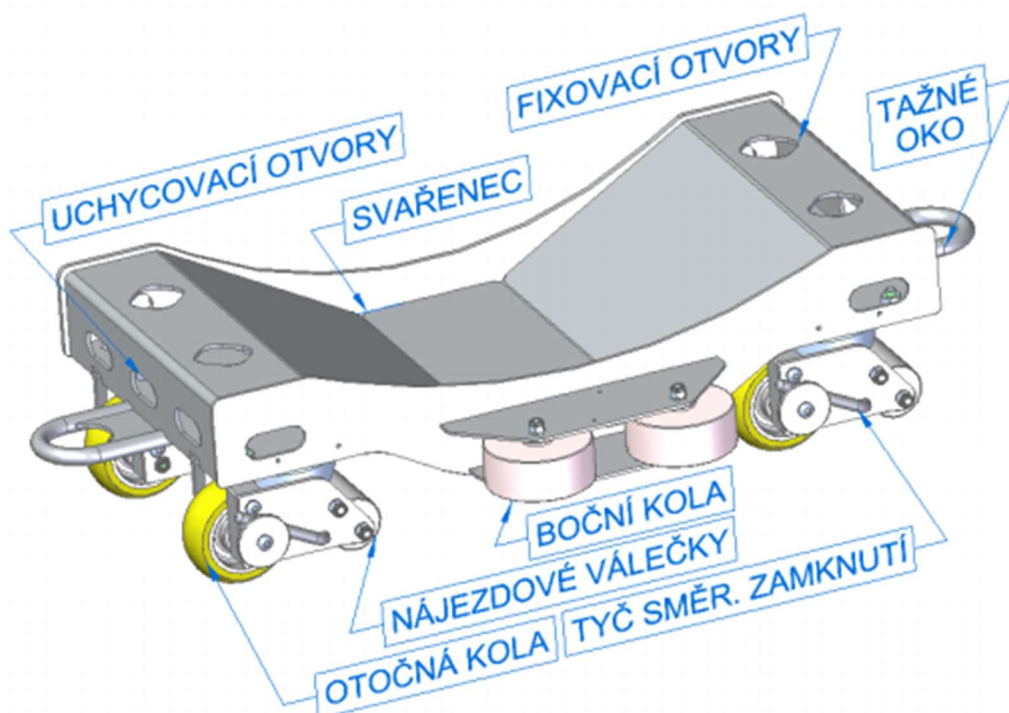


Obrázek 18: Ukázka ponoření vozidla do vodní lázně [30]

Posledním důležitým faktorem souvisejícím s požárním zásahem u elektromobilů, potažmo právě u nabíjecích stanic situovaných v těžko přístupných místech, jako jsou třeba podzemní garáže, je možnost transportu vozidla mimo objekt (garáž).

K tomu by mohly být používány např. manipulační vozíky zobrazené na obrázcích 19, 20. Kdy v případě potřeby je možné manipulační vozíky umístit pod kola vozu. Dále manuálně či tažným zařízením vozem pohybovat potřebným směrem. Modelová situace v podzemních garážích by mohla vypadat tak, že dojde k manuálnímu přesunu vozu k vjezdové rampě, dále navázání vozu

na tažné lano k zasahujícímu vozu na úrovni terénu mimo objekt a vytažení vozu po rampě hromadné garáže ven na volné prostranství.



Obrázek 19: Konstrukční znázornění vodícího kolečka [27]



Obrázek 20: Fotografie praktické zkoušky olomouckých hasičů [31]

## 2.6 Nabíjecí stanice z pohledu PBS

Vzhledem k složitostem požárního zásahu u elektromobilů a potažmo nabíjecích stanic je nutné minimalizovat riziko, resp. možnosti škod již na úrovni požární prevence. Tento fakt se tedy musí projevit do stavebně-projekční sféry. Na to již ministerstvo vnitra skrze generální ředitelství hasičského záchranného sboru reaguje. V dubnu 2021 bylo vydáno metodické doporučení týkající se elektromobility [32] a je chystaná nová technická normalizační informace [33] pro provoz s bateriovými systémy, do kterých spadá i kategorie nabíjecích stanic elektromobilů. V následujících částech si popíšeme body týkající se právě vnitřních nabíjecích stanic.

### 2.6.1 Metodické doporučení – elektromobilita

Metodické doporučení [32] rozděluje 3 základní provoz z hlediska PBS a to:

1. Objekty / prostory pro výrobu baterií
2. Objekty / prostory pro skladování a manipulaci s bateriemi
3. Objekty / prostory pro parkování a dobíjení elektromobilů

Konkrétní opatření zmiňovaná pro objekty / prostory dobíjení elektromobilů jsou:

1. Při stanovení SPB v PÚ s bateriovými systémy se doporučuje stanovit minimálně IV. SPB v návaznosti na řadu norem ČSB 73 08xx.
2. Pro PÚ hromadných garáží se doporučuje instalace systému EPS a v PÚ s nabíjecími stánkami je také doporučena instalace SSHZ a ZOKT. V případě, že se jedná o změny stávajících objektů, tedy vybudování nabíjecích stanic do stávajících garáží doporučuje se doplnit systém ZOKT až od 4 dobíjecích míst v jednom PÚ
3. Pro bezpečné provedení zásahu a zajištění manipulačního prostoru okolo vozu se doporučuje rozšířit parkovací stání s dobíjením na min. šířku 3,5 m
4. Doporučuje se parkovací stání s dobíjením budovat pouze v místech, kde se nachází pevné podlahy. Nedoporučuje se taková stání zřizovat v zakladačích a podobných zařízeních, a to z důvodu nemožnosti provedení požárního zásahu.
5. V rámci zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu by mělo PBŘ obsahovat zhodnocení a popis způsobu transportu vozidla s nestabilní baterií z prostoru hromadné garáže, a to s přihlédnutím na technickou vybavenost místně příslušného HZS kraje, popřípadě stanovit návrh opatření pro majitele/provozovatele garáže, které bude povinen zajistit.

Tyto požadavky metodického doporučení se nevztahují na úseky jednotlivých a řadových garáží.

### 2.6.2 Technická normalizační informace

Dalším stupněm pro informování odborné veřejnosti a sjednocení požárně preventivních podmínek v projekční praxi je chystaná technická normalizační informace týkající se právě elektromobility. [33]

V dokumentu jsou obecně shrnuta rizika, základní možnosti zásahu a definice nově vyskytujících se pojmů v návaznosti na požární kodex řady norem ČSN 73 08xx. Požadavky pro jednotlivé provozy jsou rozděleny do několika kategorií:

- Parkování (bez dobíjení)
- Parkování s dobíjením
- Dobíjení baterií speciální techniky v objektech
- Výroba
- Skladování
- Servisy
- Recyklace a třídírny

V našem případě důležitými požadavky jsou právě požadavky na parkovací stání s dobíjením. Dochází k rozdělení dobíjecích stanic hned z několika pohledů ty nejdůležitější jsou dle rychlosti dobíjení a umístění dobíjecí stanice.

Dle rychlosti dobíjení: (předpis neplatí pro stanice s výkonem do 3,7 kW)

- Běžné dobíjecí stanice (do 22 kW)
- Vysoce výkonné stanice (výkon 22 – 120 kW)
- Ultra výkonné stanice (nad 120 kW)

Dle umístění dobíjecí stanice:

- Vnější, přičemž se dále dělí na:
  - o Volně stojící, se vzdáleností 15 m od nadzemní zástavby/technologie apod.
  - o Přistavené u stávajícího objektu, vzdálenost do 15 m od zástavby
  - o Na střeše objektů
- Vestavěné (samostatně nebo jako součást garáže):
  - o V objektech podle ČSN 73 0835 – budovy zdravotnické a sociální péče
  - o V ostatních objektech

Dále bych rozebral požadavky právě pro kategorii vestavěných dobíjecích stanic běžných objektů, tedy ne objektů dle ČSN 73 0835, pro ně dochází k zpřísnění na požadavcích umístění a PO požárně dělících konstrukcí.

- Obecně se nepovoluje dobíjení v jakýchkoliv zakladačových systémech.
- V případě, že instalované nabíjecí stanice umí komunikovat s vozem a monitorovat jeho stav doporučuje se aby byla nastavena limitní teplota (doporučeno 45°C), při které dojde k automatickému odpojení vozidla. Zároveň je-li objekt vybaven systémem EPS, tak je nutné systém nabíjecí stanice propojit se systémem EPS a v případě zmiňovaného odpojení musí být spuštěn informována obsluha. Navazující činnosti a ovládaná zařízení mají být upřesněna v PBR.



- Dále jsou požadavky na vestavěné stanice specifikovány přímo pro hromadné garáže. Kde musí být dodrženy veškeré podmínky pro parkování v garážích objektu dle ČSN 73 0804 příloha I, dobíjení se v tomto smyslu považuje za parkování.
- Dobíjecí místa (vč. dobíjených elektromobilů) nesmí být blíže než 5 m od východů z garáží do navazujících únikových cest ani blíže než 5 metrů od dveří, jimiž úniková cesta z jiného požárního úseku vstupuje do garáží.
- Pro nabíjení v hromadných garážích musí být dobíjecí stanice s pevně připojeným kabelem. Nepřipouští se možnost požití vlastních nabíjecích kabelů. Tyto pevně připojené kabely musí být pravidelně revidovány (odpovědnost provozovatele).
- V požárním úseku garáže s dobíjecí stanicí musí být dobíjecí stanice vždy vyčleněna do samostatného oddělení, a to v souladu s přílohou I ČSN 73 0804. V oddělení dobíjecí stanice smí být maximálně 8 elektromobilů. Při požadavku na více dobíjecích bodů (vozidel) v dobíjecí stanici (než 8) dělit dobíjecí stanici do jednotlivých oddělení po maximálně 8 dobíjecích místech (stáních). Požadavek na požární odolnost přepážek na hranici oddělení se oproti ČSN 73 0804 zvyšuje na 60 minut.
- Vypínání elektroinstalace objektu musí být řešeno v souladu s ČSN 73 0848 (běžně se jedná buď o HLAVNÍ VYPÍNAČ ELEKTRICKÉ ENERGIE nebo o CENTRAL STOP a TOTAL STOP). Tyto hlavní vypínače musí samozřejmě zajišťovat i vypnutí dobíjení.
- Je nutné umožnit v případě nouze i nouzové vypnutí dobíjení a u dobíjecí stanice je nutné umístit trvale přístupný „HLAVNÍ VYPÍNAČ DOBÍJENÍ“, který vypne přívod k dobíjecímu místu
  - o U každého dobíjecího bodu je nutné umístit „hlavní vypínač dobíjení“, tj. vypínač tohoto dobíjecího bodu.
  - o U každé dobíjecí stanice sestavené z několika dobíjecích bodů je nutné mít také „hlavní vypínač dobíjení“ celé dobíjecí stanice (současné vypnutí všech dobíjecích bodů jedné stanice včetně přívodu). Ve většině hromadných garáží je instalován systém EPS, a tak vypnutí tohoto vypínače je požadováno zajistit i v případě vzniku požáru (logiku, čas a technické provedení musí být stanoveno v PBR). Vzdálenost hlavního vypínače dobíjecí stanice od dobíjených vozidel musí být ve vzdálenosti minimálně 5 m a maximálně 15 m.
  - o Každý hlavní vypínač dobíjení (bodů i stanice) je nutné řádně jednoznačně a viditelně označit.
- Pro oddělení dobíjecí stanice je stanoven striktní požadavek na umožnění evakuace osob minimálně dvěma směry úniku a zároveň i zásah je nutné umožnit minimálně ze dvou stran. Pro splnění tohoto požadavku lze využít základní principy ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804, kde je třeba tento požadavek zajistit alespoň pro 2/3 osob, resp. pro 2/3 plochy (v ČSN 73 0804 toto je řešeno článkem 10.11, přičemž obdobný princip lze nalézt i v ČSN 73 0802).
- Dobíjecí stanice budou vždy umístěny co nejbliže k vjezdu. Není přípustné realizovat dobíjecí stanice níže než 1 podlaží pod vjezdem a výše než 1 podlaží nad vjezdem do garáže (tj. umístění je umožněné v podlaží s vjezdem +/- jedno podlaží, v případě terénu

v rovině vč 1.NP lze dobíjecí stanice instalovat standardně v 1.PP, v 1.NP a ve 2.NP). Pokud je vzdálenost jakéhokoli místa dobíjecí stanice od vjezdu do garáží více než 40 metrů (měřeno po trase zásahu, resp. hadicového vedení JPO), je požadováno zřídit nezavodněné požární potrubí (suchovod) podle požadavků ČSN 73 0873 dimenze B75 mm (s redukcí B75 mm / C52 mm). Poloha vyústění suchovodu musí být určena v PBŘ s ohledem na konkrétní dispozici. Minimálně 5 m a maximálně 20 m od dobíjecí stanice, přičemž vhodné je navrhnout několik vyústění. Je doporučeno přes zpětný ventil suchovod zavodnit z běžného vodovodního řadu, a to s ohledem na omezení rizika vandalizmu (otevření uzávěru, odstranění víčka apod.). Suchovod může být součástí požárního úseku garáží.

- Jsou stanoveny zvláštní požadavky na šířku stání elektromobilů v rámci dobíjecí stanice. Tato šířka musí odpovídat šířce vyhrazeného stání pro vozidla přepravující osoby těžce pohybově postižené a vyhrazeného stání pro osoby doprovázející dítě v kočárku, tj. pro jeden elektromobil nejméně 3500 mm. V případě více vozidel vedle sebe se tato šířka násobí počtem míst.
- Zvýšené požadavky na použití požárně bezpečnostních zařízení jsou:
  - o V každém požárním úseku garáže, kde bude umístěna dobíjecí stanice, musí být navržen systém EPS (monitorované a ovládané zařízení musí být popsána v PBŘ v souladu s ČSN 73 0875).
  - o Podle počtu dobíjecích bodů (resp. vozidel, které v jeden okamžik lze dobíjet) jsou požadována další zařízení takto:
    - do 4 dobíjených vozidel – bez dalších opatření;
    - 5 až 8 dobíjených vozidel – alespoň v oddělení dobíjecí stanice (podle I.5.2 ČSN 73 0804) včetně komunikací (proluk) zajistit alespoň lokální systém DHZ;
    - více než 8 takovýchto míst (tj. budou minimálně 2 oddělení dobíjecích stanic) je nutné v celém požárním úseku instalovat systém ZOKT a zároveň i SSHZ (SHZ nebo DHZ).
  - o V případě, že v objektu je kamerový systém (např. v obchodních centrech) je požadováno vybavit kamerovým systémem i dobíjecí místo s přenosem signálu do místnosti s trvalou službou (nebo alespoň se zajištěnou službou v době provozu objektu). Doporučeno je zapojit kamerový systém do systému elektrické požární signalizace (s možným automatickým vyhodnocením dané situace).
- V rámci PBŘ musí být navržena studie transportu vozidla (elektromobilu) z dobíjecího místa (hořící vozidlo) do venkovních prostorů, kde bude možné vést účinnější protipožární zásah JPO (např. ponoření vozidla do kontejneru s vodou). Postup transportu stanovený ve studii (v rámci PBŘ) musí být odsouhlasený místně příslušným územním odborem HZS. Možná je varianta vytažení vozidla z garáží pomocí navijáků bez mobilní techniky. V případě návrhu kotvicích (vázacích) bodů musí být tyto posouzeny i ve statické části projektu, a to i v návaznosti na navržené sklony ramp (lze

předpokládat hmotnost jednoho vozidla až 3500 kg). Lze provést i vytvoření kotevního místa do podlahy nad šikmou plochu.

- Při záchytu hasební vody bude postupováno, jako při běžném zásahu na nebezpečnou látku (zde je možné předpokládat vznik např. HCl, HF, Co, Cd, případně další a při zásahu reakce s vodou vznik kyselin). Z tohoto důvodu je stanoven požadavek na vybavenost garáže havarijní soupravou (pro záchyt hasební vody) a to u vjezdu do garáže.
- Kanalizační vpusti nesmí být umíst'ovány pod dobíjecí místa ani v jejich bezprostřední blízkosti (minimálně do vzdálenosti 5 m).
- Pokud je ve stavebním objektu více než 32 dobíjecích míst (bodů), je stanovena povinnost vytvoření karanténního místa pro odstavení vozidla.
- V blízkosti dobíjecích stanic je doporučeno osadit detektor HF (flourovodík) a detektor HCl a je doporučeno tyto zapojit jako monitorované zařízení do systému EPS (v případě respektování tohoto doporučení je nutné stanovit v PBŘ další návaznosti).
- V těchto objektech lze v souladu se stávajícím zněním právních předpisů (zejména vyhlášky č. 246/2001Sb. v platném znění, § 18, písm. b) očekávat složité podmínky pro zásah a v návaznosti na to lze tedy očekávat povinnost zpracování DZP.

Definice zmíněného karanténního místa je:

- Místo na volném prostranství mimo požárně nebezpečné prostory (stavebních objektů, otevřených technologií, vnějších skládek apod.) na které lze umístit jakkoli rizikové baterie nebo elektromobily apod. a to tak, že nebude ohroženo okolí, a to ani v případě požáru na tomto karanténním místě (tj. místo, kde lze připustit požár baterie nebo dopravního prostředku s baterií s možností jednodušší eliminace rizik). Nejbližší objekt, vnější technologie, skládka hořlavých materiálů apod. musí být vzdáleny minimálně 15 metrů, přičemž zkrácení uvedené vzdálenosti je možné provést nejvýše ze dvou stran, a to požární stěnou s požární odolností REI 180 DP1 dimenzované nejen na požární odolnost, ale i na statické zatížení větrem apod. Výška stěny musí být stanovena v PBŘ s ohledem na konkrétní podmínky, přičemž minimální vzdálenost této stěny a karanténního místa musí být alespoň 5 metrů. Karanténní místo je nutné zajistit pro případ požáru (sběr hasební vody, zajištění příjezdu, zajištění zdroje požární vody, příjezdová komunikace). Karanténní místa lze rozdělit na:
  - karanténní místo pro vozidla (pro odstavení vozidla)
  - karanténní místo pro baterie

## 3 Řešený příklad

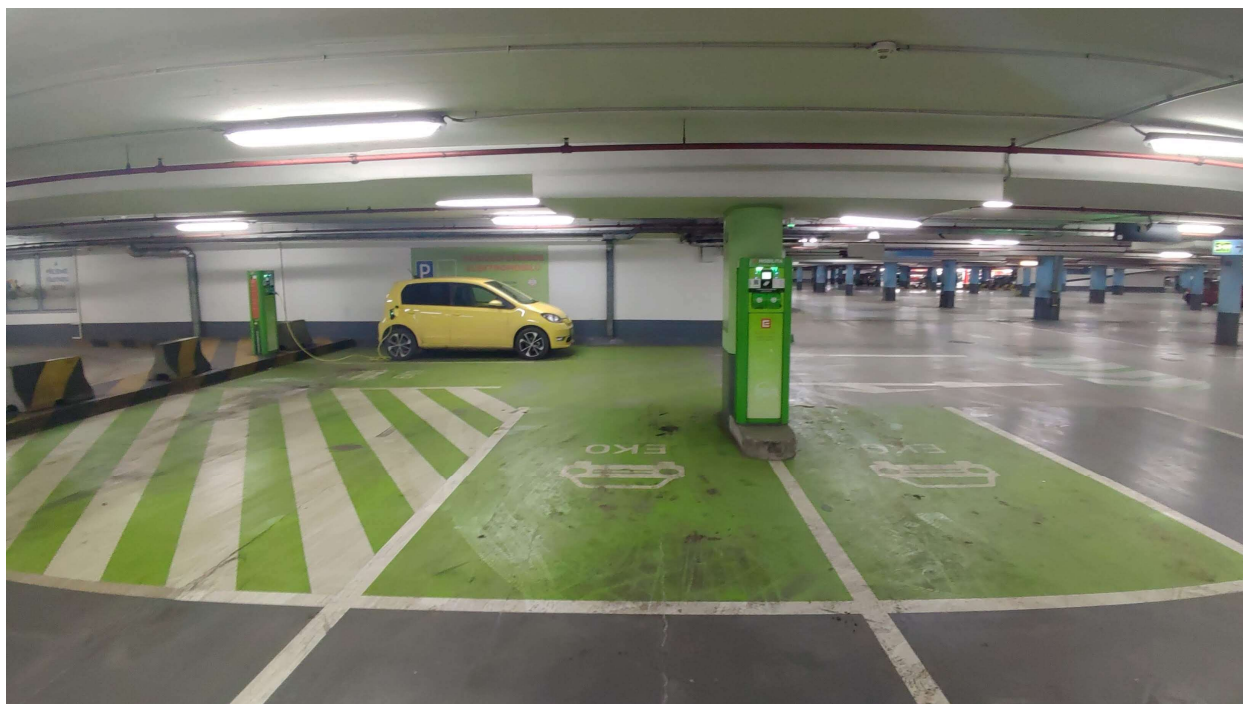
Z ohledem na teoretickou rovinu této práce bylo jako řešený příklad této práce zvoleno zhodnocení vybraných již realizovaných nabíjecích stanic vůči vydanému metodickému doporučení HZS. Pro příklad bylo vybráno několik realizovaných nabíjecích stanic, a to v obchodním centru Nový Smíchov (Anděl), v polyfunkční budově The Flow (Václavské náměstí), v kancelářském komplexu River Garden II a III, v obchodním centru OC Futurum Brno a v multifunkčním centru BB centrum v Praze (2x na sobě nezávislé garáže).

Všechny posuzované garáže jsou dle Přílohy I zatříděny jako vestavěné hromadné garáže skupiny 1. Další parametry dle přílohy I x,y,z jsou zhodnoceny v tabulce .

### 3.1 Objekty

#### 3.1.1 OC Nový Smích

V Obchodním centru jsou realizované dva dobíjecí stojany s možností připojení celkem až 4 elektromobilů. Realizace těchto míst je vidět na obrázku 21. Jedná se o dva stojany každý výkonu 11 kW. Nacházejí se v 2.PP, které má jak možnost příjezdu vnitřní vertikální komunikací, tak skrz vlastní přímý vjezd z úrovně terénu.

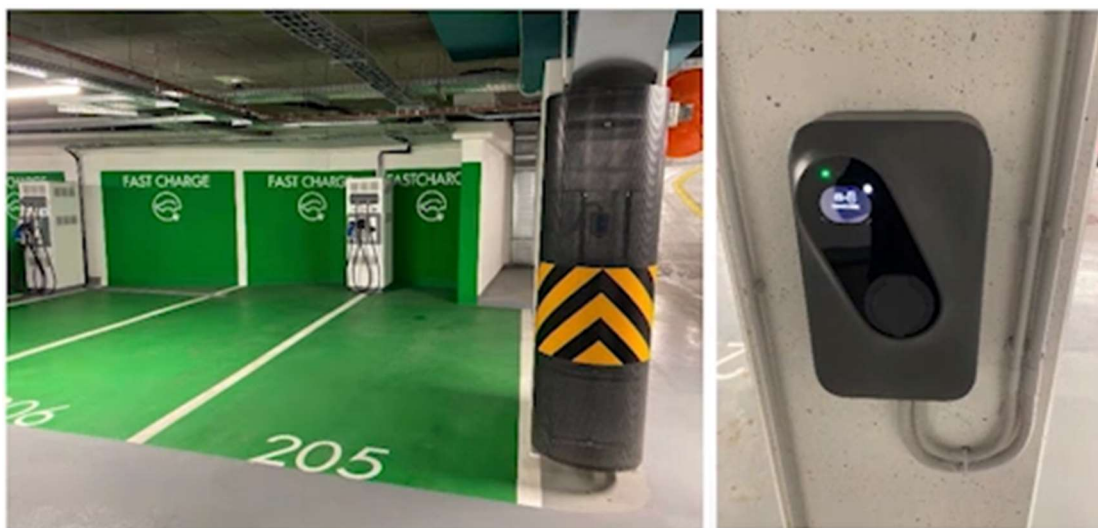


Obrázek 21: Foto realizace nabíjecích stanic v OC Nový Smíchov

#### 3.1.2 budova The Flow

V polyfunkční budově The Flow na Václavském náměstí se jedná o 3 rychlonabíjecí stanice s možností připojení až 6 elektromobil. Nabíjecí stanice se nachází v 1. PP. Každý ze stojanů může

nabíjet 2 elektromobily, každý s výkonem 45 kW. Výstupy mohou být jak DC tak AC. Zároveň je v objektu realizovaných 50 jednotlivých běžných nabíječek s jednotlivým výkonem 7,3 kW. Hodnoceny byly však pouze rychlonabíjecí stanice. Realizace rychlonabíjecích míst i jednotlivé nabíjecí stanice je vidět na obrázku 22.



Obrázek 22: Realizaci nabíjecích stanic, budova The Flow, vlevo rychlonabíjecí stanice, vpravo běžná nabíjecí stanice

### 3.1.3 River Garden II a III

V kancelářském komplexu River Garden II a III je umístěno 5 nabíjecích stojanů s možností připojení až 10 automobilů, každý s výkonem 45 kW. Nabíjecí stojany se nachází v 1.PP. Výstupy z nabíjecích stojanů jsou pouze v DC.

### 3.1.4 OC Futurum Brno

V tomto případě jsou stanice umístěny v samostatném parkovacím objektu, který se nachází vedle obchodního centra. V objektu jsou 2 nabíjecí stojany pro možnost připojení celkem 4 automobilů s každým výstupem 22 kW, připojení pouze AC.

### 3.1.5 BB centrum

V tomto případě se jedná o dvě různá garážová stání v developerském projektu BB centrum, první se nachází v budově Filadelfie, druhý v budově Brumlovka.

V budově Filadelfie se nachází 36 nabíjecích stanic typu wall box s výstupem 22 kw. Každý nabíjecí box je pro jeden automobil tedy pro 36. Nabíjecí boxy se nachází v 1.PP.

V budově Brumlovka se nachází 20 nabíjecích stanic typu wall box s výstupem 22 kw. Každý nabíjecí box je pro jeden automobil tedy pro 20. Nabíjecí boxy se nachází v 2.PP.

## 3.2 Zhodnocení

Hodnoceny byly objekty dle Metodického doporučení ministerstva vnitra vydaného v dubnu 2021 [32], to jak umístěná PBZ, tak umístění nabíjecích stanic v PÚ. Přehledné informace jsou

zobrazeny v tabulce . V tabulce jsou dále hodnoceny vzdálenosti vnitřních zásahových cest a také vzdálenost pro evakuaci/transport vozidla mimo objekt na volné prostranství.

V budově Flow byl SPB zvýšen na IV., z požadovaných PBZ byly umístěny EPS a ZOKT, stání nebyla rozšířena na požadovaných 3,5 m, byla zajištěna pevná podlaha a v PBŘ nebyl zhodnocen možný způsob transportu vozidla z objektu.

V budově OC Nový Smíchov nebyl SPB zvýšen a byl ponechán na III. SPB, požadovaná PBZ zařízení byly umístěny všechna EPS, ZOKT i SSHZ, šířka stání nebyla rozšířena na požadovaných 3,5 m, byla zajištěna pevná podlaha a také nebyl v PBŘ zhodnocen možný transport vozidla z objektu.

V budově River Garden nebyl zvýšen SPB. PÚ zůstává v II. SPB, z požadovaných PBZ doporučení jsou umístěna EPS a SHZ, šířka stání nebyla rozšířena, pevná podlaha je splněna. Transport vozidla také nebyl zhodnocen.

V parkovacím domě OC Futurum Brno nebyl zvýšen SPB. PÚ zůstává v II. SPB, z požadovaných PBZ doporučení jsou umístěna EPS a PHZ, šířka stání nebyla rozšířena, pevná podlaha je splněna. Transport vozidla také nebyl zhodnocen.

V budově Filadelfie nebyl zvýšen SPB. PÚ zůstává v II. SPB, z požadovaných PBZ doporučení jsou umístěna EPS, SHZ a ZOKT, šířka stání nebyla rozšířena, pevná podlaha je splněna. Transport vozidla také nebyl zhodnocen.

V budově Brumlovka nebyl zvýšen SPB. PÚ zůstává v II. SPB, z požadovaných PBZ doporučení jsou umístěna EPS, SHZ a ZOKT, šířka stání nebyla rozšířena, pevná podlaha je splněna. Transport vozidla také nebyl zhodnocen.

Tabulka 4: Zhodnocení realizovaných opatření v řešených objektech

	Opatření	Budova Flow	OC Nový Smíchov	River Garden II a III	Brno OC Futurm	BB centrum (bud. Brumlovka)	BB centrum (bud. Filadelfie)
Charakteristika PŮ garáže	Větrání (parametr x)	částečně otevřený (0,9)	částečně otevřený (0,9)	uzavřený (0,25)	otevřený (1,3)	částečně otevřený (0,9)	částečně otevřený (0,9)
	SSHZ (parametr y)	SHZ (2,5)	SHZ (2,5)	SHZ (2,5)	PHZ (1,5)	SHZ (2,5)	SHZ (2,5)
	oddělení (parametr z)	děleno do oddělení (1,5)	děleno do oddělení (1,5)	děleno do oddělení (1,5)	děleno do oddělení (1,5)	děleno do oddělení (1,5)	děleno do oddělení (1,5)
	podlaží nabíjecích stani	1.PP	2.PP	1.PP	1.NP	2.PP	1.PP
	mezní počet stání /z toho elektro	455/56	455/4	126/10	394/4	455/20	455/36
Posouzení dle metodického doporučení MV.	SPB.	IV. SPB	III. SPB	II. SPB	II. SPB	II. SPB	II. SPB
	EPS	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
	ZOKT	Ano	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano
	SSHZ	Ne	Ano	Ano	Ano (PHZ)	Ano	Ano
	Šířka stání >3,5 m	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
	Pevné podlahy	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
	Nouzové tlačítko vypnutí EPO <sup>1)</sup>	Ne	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano
	Možný transport vozidla	Nezhodnoceno	Nezhodnoceno	Nezhodnoceno	Nezhodnoceno	Nezhodnoceno	Nezhodnoceno
Poznámka: 1) EPO – tlačítka Emergency power off							

V následující tabulce jsou ještě zobrazeny skutečné vzdálenosti od vnitřních zásahových cest a na volné prostranství mimo objekt. Ve všech případech by byla případná manipulace se zasaženým vozem komplikovaná, a to především v obchodním centru a objektu Brumlovka, kde by se v případě transportu vozu na úroveň terénu překonávalo velké převýšení z 2. podzemního podlaží.

Tabulka 5: Vzdálenosti posuzovaných stanic od zásahových cest a volného prostranství

Objekt	Vzdálenost od zásahových cest [m]	Vzdálenost na volné prostranství [m]
Budova Flow	20,7	100,4
OC Nový Smíchov	10,5	195,6
River Garden II a III	8,2	95,4
Brno OC Futurm	6,8	32,2
BB centrum (bud. Brumlovka)	15,8	188,2
BB centrum (bud. Filadelfie)	25,6	75,9

Projekty částečně splnila opatření doporučená ze strany HZS, přesto v případě požáru by byl kritickým bodem právě nezhodnocený transport vozidla mimo prostor hromadné garáže.



## 4 Závěr práce a doporučení

Dosaženým cílem této práce bylo získání přehledu a shromáždění informací z již publikovaných zdrojů. Zachycení chystaných požadavků pro požární kodex a prevenci požární bezpečnosti staveb spojených s používáním elektromobilů. Toto značně ztěžují probíhající a nejnovější vydávané předpisy, reagující na již urgentní potřebnou situaci projektantů v běžné praxi.

V řešených objektech vidíme, že doporučení byla částečně splněna, dokonce vnitřní zásahové cesty ústí v blízkosti nabíjecích stanic pro usnadnění zásahu. Avšak vzhledem k velkým vzdálenostem od vjezdu do objektů by mohli nastat komplikace transportování zasaženého automobilu mimo objekt.

Společně se shromažďováním podkladů jsou dále v této kapitole popsány problémy a doporučení, na které se v průběhu vyhodnocování přišlo.

### 4.1 Dobudování nabíjecích stanic tzv. „Retrofitting“

V souvislosti s příchozí novelou vyhlášky 266/2021 Sb. přichází povinnost pro nové a měněné stavby pro bydlení s více jak 10 garážovými stáními je nutnost zajistit kabelovou instalaci pro pozdější dobudování nabíjecí stanice.

V kontextu tohoto dobudování bylo kontaktováno oddělení realizace projektů od spol EON s.r.o. Panem Michalem Kocábem [34], který popsal aktuální proces při povolování stanic. Popsaný proces není nikterak standardizovaný.

V první řadě je kontaktován stavební úřad pro zjištění, které dokumenty bude úřad požadovat. Nejčastěji zůstává proces povolení pouze u dokumentace pro územní souhlas, bez potřeby dodatečných stanovisek z ostatních orgánů státní správy. Tedy nedochází ke konzultaci na příslušném HZS. Veškerá další iniciativa týkající se požární ochrany je dále pouze na vůli investora. Dle tvrzení Pana Kocába tak dochází většinou pouze ke konzultaci s osobou odborně způsobilou na úseku požární ochrany.

Ve světle těchto informací v souvislosti se zmiňovanou novelou vyhlášky by mohlo docházet k obcházení posouzení nabíjecích stanic ze strany investorů. Např. dojde k povolení bytového domu s připravenou instalací pro nabíjecí stanice. V takové to podobě vypracovaná dokumentace PBŘ posouzená HZS jako DOSS ve stavebním řízení. A následně po kolaudaci dojít k dobudování nabíjecích stanic bez posouzení souvislostí PBŘ. To by mohlo vést k obcházení potřeby některých finančně náročných opatření.

**Doporučení:** Možným řešením je do procesu legislativy zajistit i podmínky pro užívání objektů garáží, potažmo nabíjecích stání. Např. v rámci vyhlášky 23/2008 §21 stavba garáží a uvést zde podmínky pro užívání garáží ve smyslu naplnění požadavků platných pro návrh. Problémem tohoto řešení je možná extrémní finanční zátěž pro majitele již vybudovaných nabíjecích stanic, pro které by to mohlo znamenat i dobudování potřebných PBZ.

## 4.2 Zařízení detekce poruchových stavů

Důležitým faktorem pro zvládnutí požáru je včasná detekce. U elektromobilů to platí dvojnásob, neboť selhání jednoho bateriového článku se může rapidně šířit a vzniknout tak termální únik v celé baterii.

V tomto odvětví dochází v současné době k pokrokům. Příkladem takového možného řešení může být v únoru 2021 uvedený na trh systém od společnosti Johnson Controls s názvem Lithium Ion Risk Prevention System. Systém je navržen primárně pro bateriové kontejnery u soliterních zdrojů elektřiny např. větrných turbín či solárních polí. Bateriové sety v těchto případech dost často bývají recyklované s čímž se zvyšuje riziko selhání.

V dalších řádcích je popsán funkční systém spol. Johnson Controls [35].

Systém funguje na základě 4 konstrukčních prvků:

- Kontrolní čidlo
- Čidlo bateriového packu
- Odpojovací zařízení
- Řídící deska

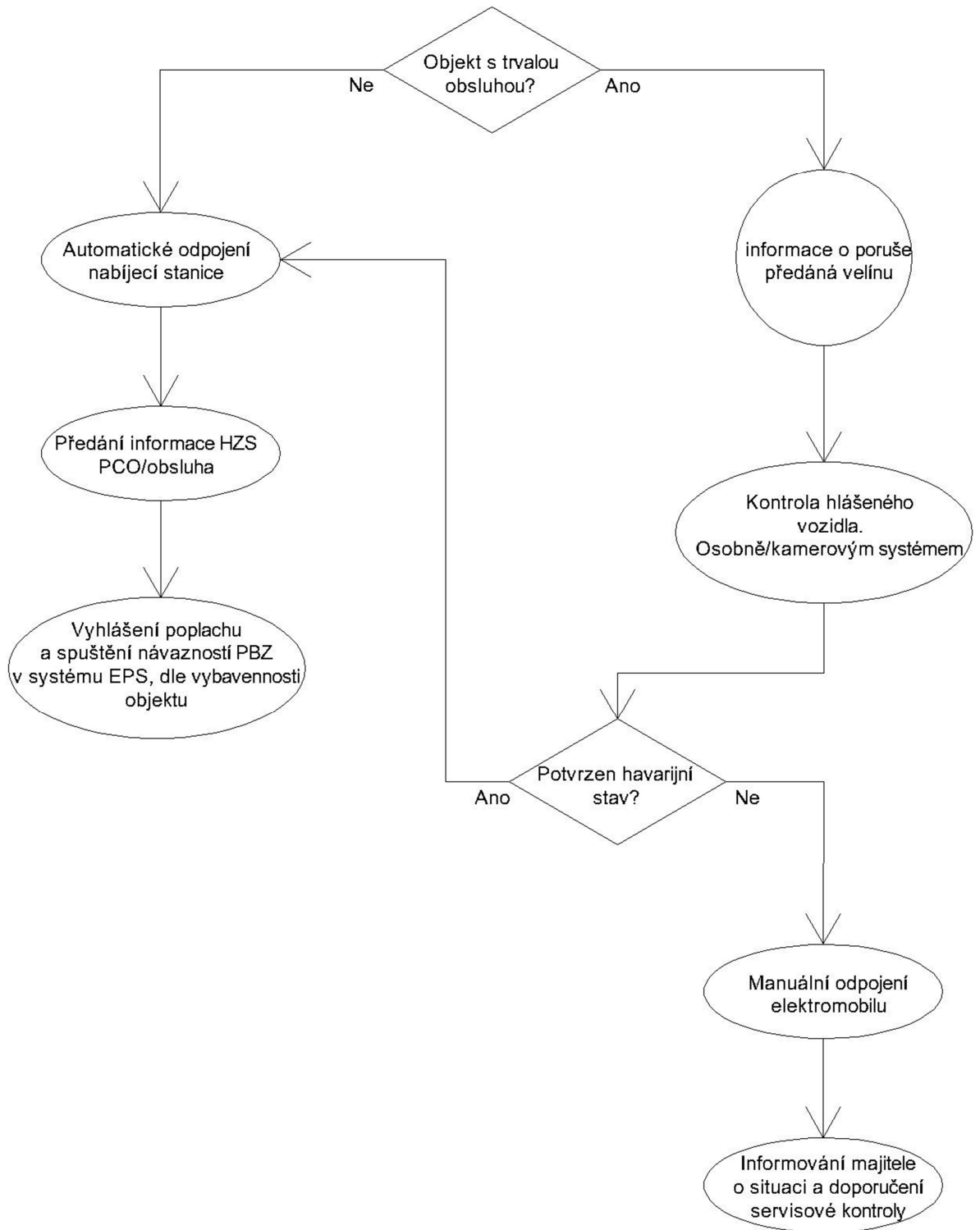
Systém funguje na principu brzkého detekování plynů a toxických par vycházejících v rané fázi selhání bateriového článku. Firma je přímo nekonkretizuje jsou pouze pojmenovány jako tzv. „Off gasses“. Detekce probíhá na základě porovnávání čidla bateriového packu a kontrolního čidla mimo rack. Následně je informace předána a vyhodnocena na řídicí desce a dále dochází k automatickému odpojení pomocí odpojovacího zařízení. Řídící deska může být propojena s dalšími požárně bezpečnostními zařízeními jako EPS nebo například SHZ/GHZ. Na obrázku 24 jsou schematicky zobrazeny komponenty systému.

Přestože je systém navržen pro jiný způsob uložených bateriových článků. Podobný systém by byl schopný zajistit brzké odpojení nabíjecí stanice i v případě elektromobilů. Důležitým faktorem je rychlost detekce. S ohledem na tento fakt je běžná EPS výrazně pomalejší a běžná tepelně kouřová čidla umístěná nad automobilem zachytí až rozvinutou tepelně/kouřovou reakci selhávající baterie. Proto by mohla nastat situace zavedení obdobného systému od spol. Johnson Controls, která by komunikovala s nabíjecí stanicí a potažmo systémem EPS.

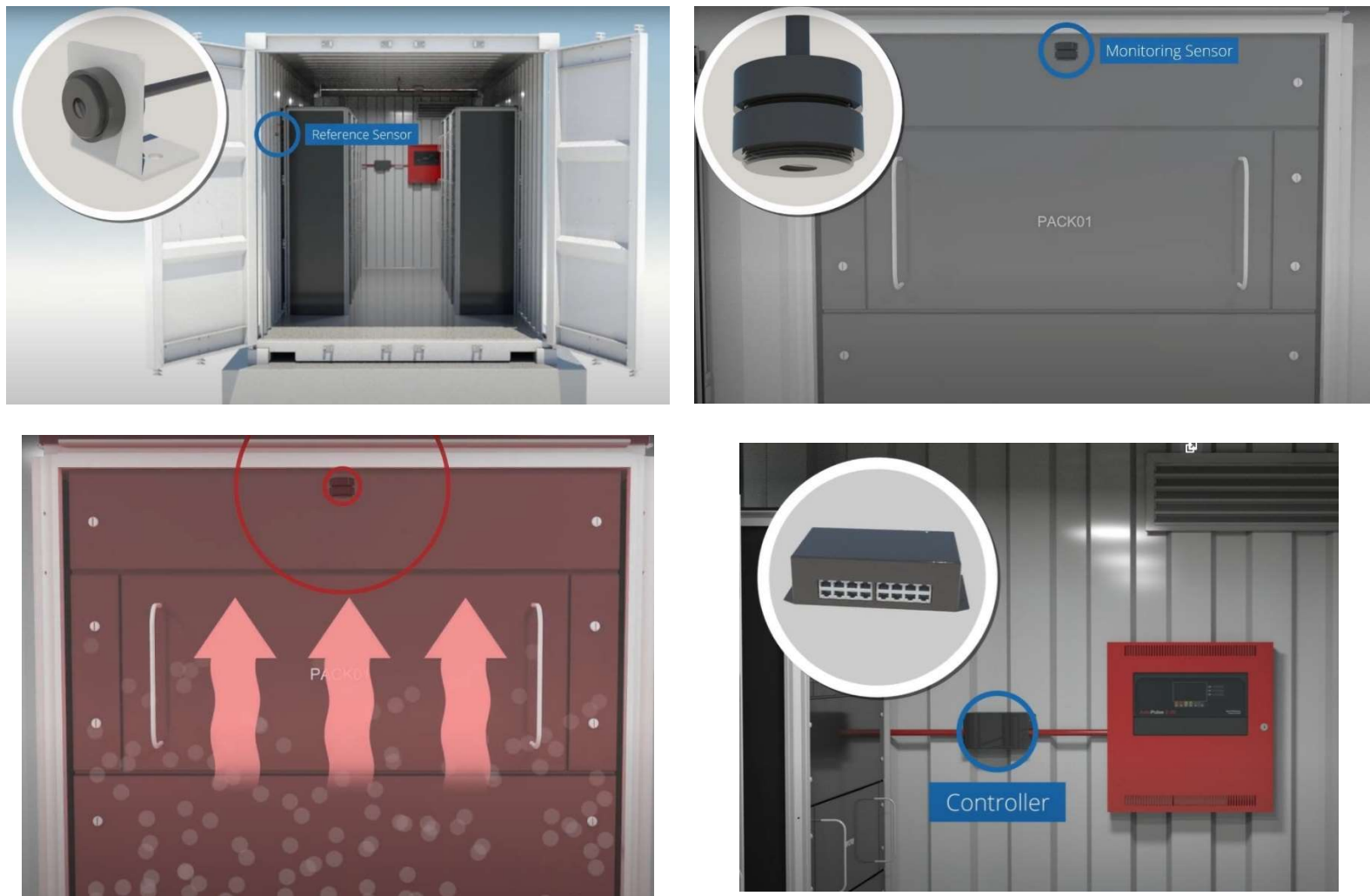
Dalším důležitým faktorem v kontextu na požární bezpečnost staveb je možnost hlášení selhání. Pro tuto potřebu je na obrázku sestaven diagram možného postupu hlášení poruchového stavu a navazujících činností.

V neposlední řadě je třeba zmínit nutnost definování sledovaných parametrů navrhované parametry:

- Teplota baterie (možnost poruchovosti již při vystavení 80 °C [26])
- Kouř a toxické výpary (zmiňované „off gasses“)
- Napětí baterie (resp. přepětí, každý automobil samostatně, neboť různé modely používají různé baterie s jinými bezpečnými hranicemi napětí na elektrodách)
- Deformovanost obálky (také parametr individuální pro každý automobil, mělo by dojít k ohlášení nárazu a poškození baterie)



Obrázek 23: diagram posloupnosti událostí při ohlášení poruchy elektromobilu



Obrázek 24: zleva shora popis obrázků: kontrolní čidlo, čidlo bateriového packu, zachycení „Off gasses“, odpojovací zařízení

### 4.3 Rozšiřování stání

Návrh, jak metodického doporučení, tak návrh TNI, uvažuje s rozšířením parkovacích stání s nabíjecími stanicemi na šířku alespoň 3,5m. Kvůli případné snazší manipulaci s poškozeným vozem a možnosti evakuace vozidla. Širší stání také může napomoci zabránit šíření požáru z jednoho vozidla na druhé.

Zde opět podobně jako v problému retrofitingu nabíjecích stanic narážíme na problém s přípravou kabelové instalace pro budoucí dobudování nabíjecí stanice v objektech pro bydlení s více jak 10 garážovými stáními dle novely vyhlášky 266/2021 Sb. Kdy pokud dojde k přípravě budoucích nabíjecích stanic mělo by se myslet i na tento požadavek 3,5 m šířky.

V závislosti na konzultaci s developery Passerinvest Group, a.s. a Sekyra Group a.s. je pro ně tento požadavek velmi svazující v souvislosti se zajištěním dostatku parkovacích míst v objektech. Běžné parkovací stání je 2,5 m široké, tedy rozšíření na 3,5 m je v přepočtu o 40 %. Tedy pro zajištění minimálního počtu normového stání dle ČSN 73 6056 je třeba budovat hromadné garáže o 40 % větší. Z čehož plyne velká finanční zátěž.

**Doporučení:** Zde není navrženo žádné řešení, ale doporučení pro další studii problematiky a zásahové taktiky, zda je tento požadavek opravdu nutný. Zároveň je důležité, aby na tyto požadavky mysleli dopředu projektanti dopravních staveb, resp. garáží, aby v případě pozdějšího dobudování nabíjecích stanic byl dodržen počet minimální stání, a potřebný počet se stáních se vešel do prostoru garáže.

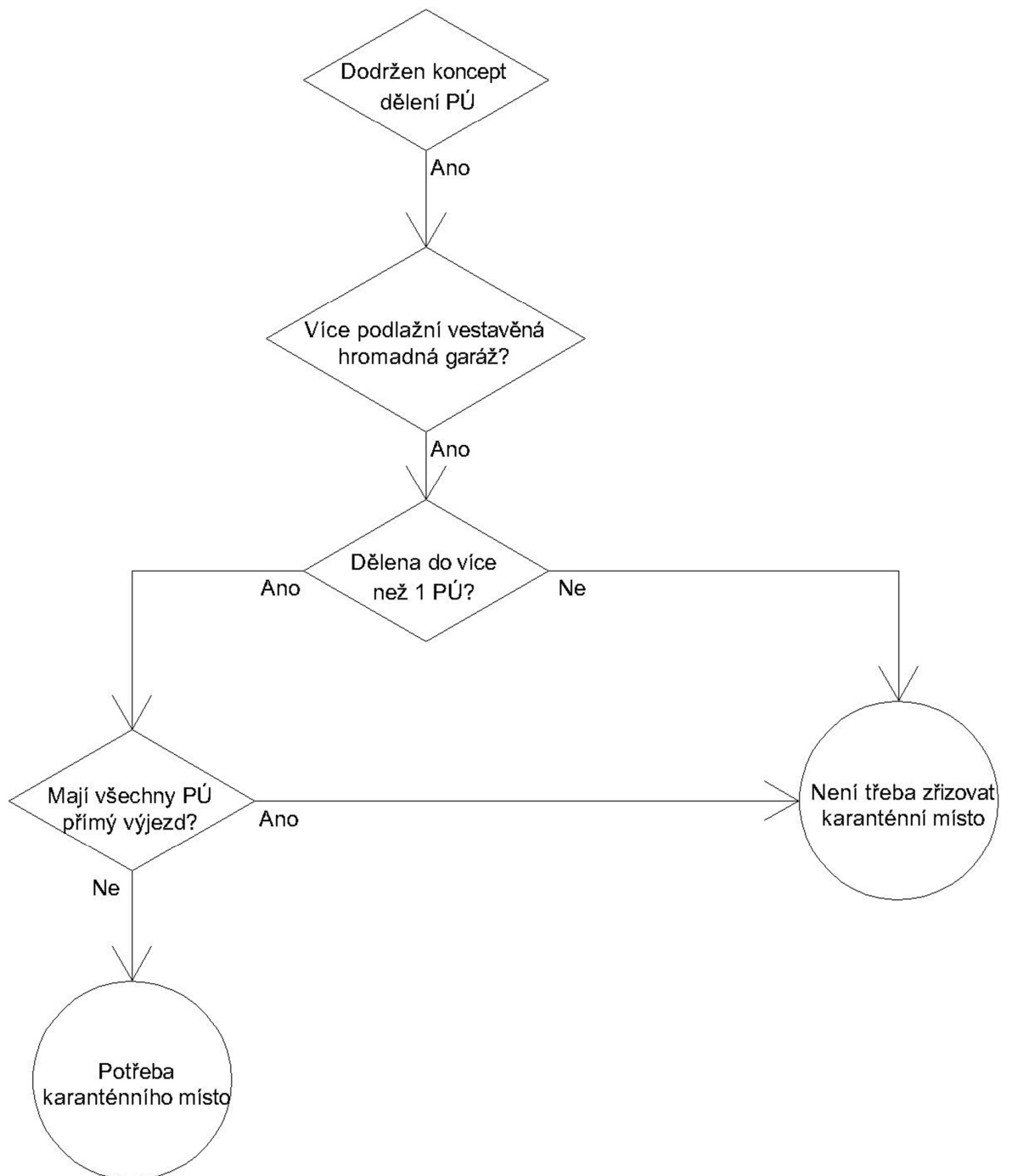
### 4.4 Vyčlenění nabíjecích parkovacích stání

Dle návrhu pro vydání technické normalizační informace je omezeno umístování nabíjecích stanic do 1 podlaží pod a nad vjezd. Uvažujeme-li vjezd na úrovni 1.NP, tak je možné rozmístit nabíjecí stanice na podlažích 1.PP, 1.NP a 2.NP.

Toto navrhované opatření by mohlo narazit na legislativní problém s evropským tzv. green dealem, kde by pravděpodobně nemohlo dojít k takovému omezování. Zároveň je třeba vzít v úvahu, že riziko nehrozí pouze při nabíjení, ale poškození baterie se může projevit i samovolně až po nějaké době od poškození. A z praktického hlediska je dost nepravděpodobné, že by se řidiči drželi omezení vjezdu na nižší podlaží a respektovali zákaz vjezdu.

V kontextu celkového konceptu požární bezpečnosti staveb dělení do požárních úseků a potřeby transportu poškozeného elektromobilu na volné prostranství. Jdou tyto dvě myšlenky proti sobě. Kdy základní myšlenka dělení stavby do PÚ je omezení šíření účinků požáru z jednoho PÚ do druhého PÚ. Transport poškozeného vozidla s potřebou průběžného chlazení je skrze vedlejší PÚ je právě přesouvání ohniska požáru.

**Doporučení:** Jako možné řešení, by mohlo posloužit tzv. karanténní místo, které taky definuje návrh TNI [33]. V případě, že by garáž netvořila jeden požární úsek jako celek (při respektování všech parametrů x,y,z a celkového mezního počtu stání), tak by bylo potřeba toto karanténní místo vybudovat v každém PÚ garáže, který nemá přímý vjezd/výjezd na volné prostranství. Pro lepší srozumitelnost je vypracován diagram pro potřebu zřízení karanténního místa na obrázku 25.



Obrázek 25: Rozhodovací diagram pro zřízení karanténního místa

Takové karanténní místo je v TNI definováno takto [33]: místo na volném prostranství mimo požárně nebezpečné prostory (stavebních objektů, otevřených technologií, vnějších skládek apod.) na které lze umístit jakkoli rizikové baterie nebo elektromobily apod. a to tak, že nebude ohroženo okolí, a to ani v případě požáru na tomto karanténním místě (tj. místo, kde lze připustit požár baterie nebo dopravního prostředku s baterií s možností jednodušší eliminace rizik). Nejbližší objekt, vnější technologie, skládka hořlavých materiálů apod. musí být vzdáleny minimálně 15 metrů, přičemž zkrácení uvedené vzdálenosti je možné provést nejvýše ze dvou stran, a to požární stěnou s požární odolností REI 180 DP1 dimenzované nejen na požární odolnost, ale i na statické zatížení větrem apod. Výška stěny musí být stanovena v PBR s ohledem na konkrétní podmínky, přičemž minimální vzdálenost této stěny a karanténního místa musí být alespoň 5 metrů. Karanténní místo je nutné zajistit pro případ požáru (sběr hasební vody, zajištění příjezdu, zajištění zdroje požární vody, příjezdová komunikace).

## 4.5 Základní doporučení

Celkově návrh technické normalizační informace k bateriovým provozům konkrétně popisuje technické potřeby a nastiňuje budoucí požadavky normy do požárního kodexu řad norem ČSN 73 08xx. V souvislosti s vývojem legislativy a technických požadavků se doporučuje do budoucna zaměřit na tyto problematiky:

- Zajištění naplnění požadavků i pro nabíjecí stanice dobudované v již realizovaných prostorech garáží. Viz kapitola 4.1.
- Specifikace sledovaných parametrů mezi automobilem a nabíjecí stanicí. Viz kapitola 4.2.
- Dostatečný důraz pro odbornou projekční veřejnost ohledně podmínek širšího stání, tak aby nedocházelo k pozdějšímu nedostatku park. stání. Viz kapitola 4.3.
- Stanovení podmínek pro umístění nabíjecích stanic v PÚ bez přímého vjezdu/výjezdu do volné prostranství. Viz kapitola 4.5.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: počty zaregistrovaných elektromobilů v ČR[6].....	11
Obrázek 2: počty registrovaných elektromobilů ve Francii[8].....	12
Obrázek 3: počty registrovaných elektromobilů v Německu[8].....	12
Obrázek 4: počty registrovaných elektromobilů v Nizozemsku[8].....	13
Obrázek 5: počty registrovaných elektromobilů ve Švédsku[8].....	13
Obrázek 6: Konstrukční varianty bateriových článků [12].....	15
Obrázek 7: Velkokapacitní baterie automobilky Tesla [14], připojené jednotlivé bateriové moduly	16
Obrázek 8: Grafické znázornění procesů lithiové baterie [16].....	17
Obrázek 9: Konektory připojení v různých částech světa [22].....	20
Obrázek 10: Grafika zastoupení nabíjecích stanic dle výkonu a provozovatele [23].....	21
Obrázek 11: Crash test spol. Dekra, Nissan Leaf [24].....	23
Obrázek 12: Znázornění případu hašení připojeného vozidla [27].....	25
Obrázek 13: znázornění případu hašení volně stojícího vozidla [27].....	25
Obrázek 14: Schématický příklad umístění trakční baterie elektromobilů [28].....	26
Obrázek 15: Schématická příklad umístění trakční baterie hybridů [29].....	26
Obrázek 16: Příklad možného ochlazování proudnic [27].....	27
Obrázek 17: Algoritmus postupu technické události [27].....	28
Obrázek 18: Ukázka ponoření vozidla do vodní lázně [30].....	29
Obrázek 19: Konstrukční znázornění vodícího kolečka [27].....	30
Obrázek 20: Fotografie praktické zkoušky olomouckých hasičů [31].....	30
Obrázek 21: Foto realizace nabíjecích stanic v OC Nový Smíchov.....	36
Obrázek 22: Realizací nabíjecích stanic, budova The Flow, vlevo rychlonabíjecí stanice, vpravo běžná .....	37
Obrázek 23: diagram posloupnosti událostí při ohlášení poruchy elektromobilu.....	43
Obrázek 24: zleva shora popis obrázků: kontrolní čidlo, čidlo bateriového packu, zachycení „Off gasses“, odpojovací zařízení.....	44
Obrázek 25: Rozhodovací diagram pro zřízení karanténního místa.....	46



## Seznam tabulek

Tabulka 1: Výše dotaze z programu MŽP [4] .....	10
Tabulka 2: Výběr čistých elektromobilů na českém trhu[18].....	18
Tabulka 3: Přibližný přehled doby nabíjení a potřebných parametrů [20] .....	18
Tabulka 4: Zhodnocení realizovaných opatření v řešených objektech .....	39
Tabulka 5: Vzdálenosti posuzovaných stanic od zásahových cest a volného prostranství .....	40

## Literatura

- [1] *The death of the internal combustion engine* [online]. Dostupné z: <https://www.economist.com/leaders/2017/08/12/the-death-of-the-internal-combustion-engine>
- [2] *All-electric car market share on the rise worldwide* [online]. Dostupné z: <https://www.electrive.com/2018/12/13/all-electric-car-market-share-on-the-rise-worldwide/>
- [3] *Úřady mají další výhodnou šanci na pořízení eko-vozidel, dokonce i nákladních 10. 02. 2020* [online]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_20200210\\_Dalsi-dotace-na-ekologické-pohony](https://www.mzp.cz/cz/news_20200210_Dalsi-dotace-na-ekologické-pohony)
- [4] *Tabulka – Výše dotace pro jednotlivé typy vozidel* [online]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_20200210\\_Dalsi-dotace-na-ekologické-pohony/\\$FILE/Tabulka%20-%20Vyse%20dotace%20pro%20jednotlive%20typy%20vozidel.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_20200210_Dalsi-dotace-na-ekologické-pohony/$FILE/Tabulka%20-%20Vyse%20dotace%20pro%20jednotlive%20typy%20vozidel.pdf)
- [5] *NÍZKOUHLÍKOVÉ TECHNOLOGIE - Elektromobilita - V. výzva* [online]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/nizkoughlikove-technologie---elektromobilita---v--vyzva--251085/>
- [6] *Dopravní ročenky Ministerstva dopravy* [online]. Dostupné z: <https://www.sydos.cz/cs/rocenky.htm>
- [7] *Elektromobily a plug-in hybridy ve Francii lámou prodejní rekordy* [online]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/elektromobily-a-plug-in-hybridy-ve-francii-lamou-prodejni-rekordy-5618>
- [8] *Electric car use by country* [online]. nedatováno. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_car\\_use\\_by\\_country](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country)
- [9] *Elektromobil za cenu Fabie? V Německu díky štědrým dotacím realita* [online]. Dostupné z: [https://autobible.euro.cz/elektromobil-za-cenu-fabie-v-nemecku-diky-stedrym-dotacim-realita/#:~:text=Německo%20letos%20v%20červnu%20už,\(1%20067%20000%20Kč\).](https://autobible.euro.cz/elektromobil-za-cenu-fabie-v-nemecku-diky-stedrym-dotacim-realita/#:~:text=Německo%20letos%20v%20červnu%20už,(1%20067%20000%20Kč).)
- [10] *Také Nizozemsko oznámilo dotace na elektromobily* [online]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/take-nizozemsko-oznamilo-dotace-na-elektromobily>
- [11] *Každé třetí prodané auto ve Švédsku bylo do zásuvky* [online]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/kazde-treti-prodane-auto-ve-svedsku-bylo-do-zasuvky>
- [12] SCHRÖDER, Robert, Muhammed AYDEMIR a Günther SELIGER. Comparatively Assessing different Shapes of Lithium-ion Battery Cells. *Procedia Manufacturing* [online]. 2017, **8**, 104–111. ISSN 23519789. Dostupné z: doi:10.1016/j.promfg.2017.02.013
- [13] *Elektromobily a jejich baterie* [online]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/eshop/znalostni-centrum11/elektromobily-a-jejich-baterie>
- [14] CUMA, Mehmet Uğraş, Emrah YİRİK, Çağla DERİCİOĞLU, Erdem ÜNAL, Burak ONUR a Mehmet TÜMAY. DESIGN CONSIDERATIONS OF HIGH VOLTAGE BATTERY PACKS FOR ELECTRIC BUSES. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCES ON AUTOMOTIVE AND TECHNOLOGY* [online]. 2017 [vid. 2021-06-13]. ISSN 25364480. Dostupné z: doi:10.15659/ijaat.17.04.517
- [15] *Lithiové akumulátory, Přehled základních typů a jejich vlastností* [online]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/13612-lithiove-akumulatory>

- [16] MILLER, By Peter. Automotive Lithium-Ion Batteries. *Johnson Matthey Technology Review* [online]. 2015, 59(1), 4–13. ISSN 20565135. Dostupné z: doi:10.1595/205651315X685445
- [17] *Pomůžeme vám vyznat se v moderních pohonech* [online]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/pomuzeme-vam-vyznat-se-v-modernich-pohonech-21002303>
- [18] *Jaké elektromobily si můžete v Česku pořídit?* [online]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/alternativni-doprava/elektromobily/jake-elektromobily-si-muzete-v-cesku-poridit/>
- [19] SPILKA, Vojtěch. *Elektromobilita, její současný stav a perspektiva*. B.m., 2017. ČVUT v Praze.
- [20] *Připojení systému k nabíjecí stanici – klíčový prvek pro elektromobily* [online]. Dostupné z: [http://www.smartev.cz/wp-content/uploads/2017/02/Schneider\\_teorie.pdf](http://www.smartev.cz/wp-content/uploads/2017/02/Schneider_teorie.pdf)
- [21] *Plug-in Electric Vehicles and Charging Technologies* [online]. Dostupné z: <https://www.nap.edu/read/21725/chapter/4>
- [22] *Řešení pro nabíjení elektromobilů v silniční infrastruktuře od Phoenix Contact* [online]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/alternativni-energie/reseni-pro-nabijeni-elektromobilu-v-silnicni-infrastruktuře-od-phoenix-contact>
- [23] *Tisková zpráva - Kolik je v Česku dobíjecích stanic? Kolik bodů? A kolik subjektů je provozuje?* [online]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/v-cesku-provozuje-verejne-dobijeci-stance-54-subjektu/>
- [24] *High Safety Level of Series-Produced Electric Cars Confirmed in DEKRA Crash Tests - Press Release* [online]. B.m.: DEKRA e.V. Dostupné z: <https://media.dekra.com/media/2019-11-12-dekra-press-release-crash-tests-electric-cars.pdf>
- [25] *Are electric cars more likely to catch fire?* [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://money.cnn.com/2018/05/17/news/companies/electric-car-fire-risk/index.html>
- [26] BISSCHOP, Roeland, Ola WILLSTRAND, Francine AMON a Max ROSENGREN. *Fire safety of lithium-ion batteries in road vehicles*. Boras, Sweden: RISE Research Institute of Sweden, 2019. ISBN 978-91-88907-78-3.
- [27] MALKOVSKÝ, Zdeněk, Jan KARL, Ondřej SUCHÝ a Pavel THIN. *Aktuální poznatky z elektromobility pro potřeby HZS ČR*. B.m.: Ministerstvo vnitra ČR, GŘ HZS ČR
- [28] *EMERGENCY RESPONSE GUIDE TESLA MODEL 3 ELECTRIC* [online]. Dostupné z: [https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model\\_3\\_Emergency\\_Response\\_Guide\\_en.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model_3_Emergency_Response_Guide_en.pdf)
- [29] *PRIUS PRIME Emergency Response Quick Guide* [online]. Dostupné z: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/Training/AFV/Emergency-Response-Guides/Toyota/Toyota-Prius-Prime-PHEV-2017-2018-QRG.ashx>
- [30] *Záznam požáru hybridního vozu v autoservisu - Čestlice* [online]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/230989-pri-pozaru-vozidla-v-autoservisu-v-cestlicich-vznikla-dvoumilionova-skoda-elektromobil-skoncil-v-kontejneru-s-vodou/>
- [31] *Olomoučtí hasiči vymysleli geniální vozíky. Díky nim dostanou hořící elektromobil snadno z garáže* [online]. Dostupné z: <https://www.autosalon.tv/novinky/ridicuv-chleba/olomoucti-hasici-vymysleli-specialni-voziky-pomoci-kterych-dostanou-horici-elektromobil-z-garaze>

- 
- [32] *Požární bezpečnost staveb - elektromobilita* [online]. B.m.: Ministerstvo vnitra ČR, GŘ HZS ČR. duben 2021. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/metodicke-doporuceni-elektromobilita-a-pozarni-bezpecnost-staveb.aspx?fbclid=IwAR235VRPP0jj-WF6m2GiTCFuetn28Q9ooJjYLRCKfzPw7cEfEF8mrVjvGsY>
- [33] *Návrh pro vydání Technické normalizační informace*. říjen 2020
- [34] Konzultace s projektantem spol. EON s.r.o. -Michal Kocáb. listopad 2021
- [35] *Lithium-Ion Risk Prevention System* [online]. B.m.: Johnson Controls a.s. Dostupné z: <https://www.tycofpp.com/lithium-ion-risk-prevention-system>