

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství  
Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby  
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky  
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
Perspektivy rozvoje elektricky poháněných  
vozidel kategorie M1 v České republice

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.  
Autor bakalářské práce: Matouš Dědič

České Budějovice, 2019

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Matouš DĚDIČ**  
Osobní číslo: **Z16100**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **ZDTb-17 - specializace Dopravní a manipulační technika**  
Název tématu: **Perspektivy rozvoje elektricky poháněných vozidel kategorie M1 v České republice**  
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

**Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

*Cíl práce:*

Cílem práce je studium problematiky elektromobility a stanovení faktorů, působících pozitivně nebo negativně na růst počtu osobních automobilů v České republice.

*Metodický postup:*

1. Seznámení s dosaženým stupněm elektromobility v České republice.
2. Stanovení faktorů, působících pozitivně nebo negativně na zvýšení počtu osobních elektricky poháněných automobilů kategorie M1 v České republice.
3. Rozbor negativních faktorů a stanovení opatření k jejich řešení ve prospěch zvýšení počtu elektromobilů kategorie M1.
4. Vypracování předpovědi vývoje trhu s elektromobily v České republice do roku 2025.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**

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

Seznam odborné literatury:

**Dufek, J., Huzlík, J.:** Metodika pro stanovení emisní zátěže látek znečišťujících ovzduší v České republice. Brno, Centrum dopravního výzkumu, 2001, 21 s.

**Havránek, J. a kol.:** Hluk a zdraví. Avicenum, Praha, 1990, 280 s. ISBN 80-201-0020-2

**Memorandum o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR, říjen 2017, Ministerstvo průmyslu a obchodu**

**Národní akční plán čisté mobility, říjen 2015, Ministerstvo průmyslu a obchodu**

**Šuta, M., Bencko, V.:** Zdravotní rizika znečištění ovzduší nejvýznamnějšími automobilovými emisemi. Praktický lékař, 1998, roč. 78, č. 6 a 10, ISSN 0032-6739

**Metodika výpočtu emise CO<sub>2</sub> motorových vozidel podle U. S. Environmental Protection Agency Vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší § 3 odst. 5**

**Rychlý nástup rozvoje elektromobilů ohrožuje automobilový průmysl v Evropě, ING Economist Department, červen 2017**

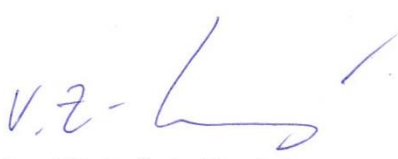
**[https://www.ing.nl/media/ING\\_EBZ\\_breakthrough-of-electric-vehicle-threatens-European-car-industry\\_tcm162-128687.pdf](https://www.ing.nl/media/ING_EBZ_breakthrough-of-electric-vehicle-threatens-European-car-industry_tcm162-128687.pdf)**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **4. ledna 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2019**

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA**  
**V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**  
studijní oddělení  
Studentská 1888, 370 05 České Budějovice

  
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 21. února 2018

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne .....

Podpis

## **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc., za cenné rady a podnětné připomínky, které mi pomohly k vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě ACR auto, a.s., která jako jediná projevila laskavost a umožnila mi testování elektromobilu.

## Abstrakt ČJ

V první části se práce zaměřuje na důvody, proč se vlastně téma elektromobility rozvíjí a z jakého důvodu je snaha obměnit vozový park za vozidla poháněná alternativními palivy. Práce pokračuje částí, která se zabývá zdroji elektřiny. Jsou zde konstatovány různé způsoby výroby a prognóza, jakým směrem se tato oblast ubírá. V dalším kroku se práce zabývá problematikou nabíjení baterií. Toto téma je jedním z faktorů, které brzdí rozvoj a spousta lidí to považuje za největší hrozbu. Práce ukáže, zda jsou obavy opodstatněné a jaké možnosti nabíjení existují. Úroveň elektromobility v České republice zatím není na nejvyšší úrovni, proto je potřeba se podívat na inspirativní fungující příklady z jiných zemí. Z jakého důvodu je v České republice takový stav vysvětluje další téma s následným rozebráním negativních, ale i pozitivních faktorů působících na rozvoj elektromobility. V říjnu roku 2015 vydalo ministerstvo průmyslu a obchodu národní akční plán čisté mobility, ve kterém jsou směry, kam by se měla elektromobilita v dalších letech ubírat, rozebrány. V další části jsou uvedeny skutečné hodnoty, jak se elektromobily v České republice prodávají a jaký je vývoj prodeje. Dále je uveden postoj domácí automobilky k elektromobilitě. Na závěr se práce zaměřuje na názory různých odborníků a majitelů elektromobilů, proč si myslí, že rozvoj elektromobility není tak rychlý jako v jiných zemích.

V praktické části práce je představen elektromobil BMW i3S. Tento elektromobil byl za účely této práce zapůjčen ve firmě ACR auto a.s., a byly na něm testovány různé aspekty, které jsou u elektromobilů stěžejní.

**Klíčová slova:** Elektromobilita, energie, baterie, rozvoj, elektřina

## **Abstrakt AJ**

In the first part, the thesis focuses on the reasons why the topic of electromobility is developing and why there is the effort to change the fleet for vehicles powered by alternative fuels. The thesis continues with a section dealing with electricity sources. There are various ways of generating electricity and the prognosis in which direction this area is going. In the next step the thesis deals with the problem of charging the batteries. This topic is one of the factors that hamper the development and many people consider this as the greatest threat. The thesis shows whether the concerns are well founded and which charging options exist. The level of electromobility in the Czech Republic is not the best so it is necessary to look at inspirational examples from other countries. Another topic of this thesis explains why there is such a situation in the Czech Republic and afterwards there are analysed negative and positive factors influencing the development of electromobility. In October 2015, the Ministry of Industry and Trade awarded a national action plan for clean mobility, which analyses the electromobility directions for the coming years. The next section shows the real values of how electric vehicles are being sold in the Czech Republic and what the development of sales is. In addition, the attitude of the domestic automaker to electromobility is stated. In conclusion, the thesis focuses on the views of various specialists and owners of electric cars, why they think that the development of electromobility is not as rapid as in other countries.

In the practical part of the thesis there is introduced the BMW i3S electric car. This electric vehicle was loaned in a ACR auto a.s company for the purpose of this work and it was tested for various aspects that are crucial to electromobiles.

**Keywords:** Electromobility, energy, battery, development, electricity

# Obsah

Úvod.....	11
1 Důvody rozvoje elektromobility .....	12
1.1 Proč nahrazovat spalovací motor .....	12
1.1.1 Co je to spalovací motor .....	12
1.1.2 Výhody spalovacích motorů .....	12
1.1.3 Nevýhody spalovacích motorů.....	12
1.1.4 Globální oteplování.....	13
1.2 Proč náhrada elektromobilitou?.....	14
1.2.1 Ropa .....	14
1.2.2 Lithium.....	14
1.2.3 Emise za celou životnost elektromobilu .....	15
1.3 Udržitelný zdroj.....	16
1.3.1 Elektřina .....	16
1.3.2 Původ elektrické energie v ČR.....	16
1.3.3 Náklady na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů .....	17
1.3.4 Tři důvody snížení nákladů.....	17
1.4 Nabíjení .....	18
1.5 Nabíjecí stanice .....	18
1.5.1 Domácí nabíjení 230 V .....	18
1.5.2 Domácí nabíjení 16 A .....	19
1.5.3 Domácí nabíjení 22 kW/32 A .....	19
1.5.4 Veřejné nabíjení 44-55 kW .....	19
1.5.5 Veřejné nabíjení 135 kW .....	19
1.5.6 Speciální nabíječky .....	19
1.6 Cenová politika nabíjení.....	22
1.7 Elektromobilita ve světovém měřítku .....	23



1.7.1	Norsko .....	23
1.7.2	Francie.....	24
1.7.3	USA.....	24
1.8	Stav elektromobility v ČR.....	24
1.9	Negativní faktory ovlivňující růst elektromobility.....	25
1.10	Pozitivní faktory ovlivňující růst elektromobility .....	26
1.10.1	Náklady .....	26
1.10.2	Nižší emise .....	26
1.10.3	Jednoduché ovládání .....	27
1.11	Rozbor negativních faktorů .....	27
1.11.1	Infrastruktura nabíjecích stanic .....	27
1.11.2	Vysoká cena elektromobilů.....	28
1.11.3	Nízký dojezd .....	29
1.11.4	Nízká státní podpora .....	29
1.11.5	Kolísání sítě, záložní zdroje .....	30
1.12	Předpověď trhu do roku 2025 .....	31
1.12.1	Vývoj přepravních výkonů.....	31
1.12.2	Předpověď vývoje elektromobilů.....	31
1.12.3	Předpověď trhu s elektromobily.....	32
1.12.4	Základní body podpory státu.....	33
1.12.5	Smart Cities.....	34
1.13	Hodnoty prodeje elektromobilů v ČR.....	35
1.13.1	Počet prodaných elektromobilů v ČR za rok 2018 .....	35
1.13.2	Počet prodaných elektromobilů od roku 2008 do roku 2018.....	36
1.14	Postoj k elektromobilitě domácí značky ŠKODA .....	36
1.14.1	Nové elektrické modely .....	36
1.14.2	Vize do roku 2025 .....	36

1.15	Sdílení elektromobilů.....	37
1.16	Názory odborníků (jaké faktory brání rozvoji elektromobility) .....	37
2	Metodika .....	39
2.1	Zapůjčení elektromobilu.....	39
2.2	Představení BMW a elektromobilita .....	39
2.3	BMW i3S.....	39
2.3.1	Výroba a použité materiály .....	40
2.3.2	Technické parametry BMW i3S .....	40
2.4	Sběr dat pro hodnocení BMW i3S .....	41
2.4.1	Postup při ověření jízdních vlastností .....	41
2.4.2	Posouzení vzhledu.....	43
2.4.3	Průběh nabíjení.....	44
2.4.4	Stanovení spotřeby energie .....	45
2.4.5	Stanovení cenové náročnosti trasy s porovnáním se spalovacím automobilem.....	45
2.4.6	Test vlivu zatížení na spotřebu.....	46
2.4.7	Test vlivu jízdního stylu a režimu na spotřebu automobilu .....	47
2.4.8	Shrnutí testů .....	48
2.4.9	Klady a zápory BMW i3S .....	49
	Závěr a diskuse.....	50
	Seznam použité literatury.....	52
	Seznam obrázků .....	58

## Úvod

Elektromobilita je v současnosti velmi diskutované téma. Ve světovém měřítku to není nic nového. Elektromobily byly vynalezeny a vyvíjeny už v 19. století. Tento vývoj zastavil Henry Ford, který lidu nabídl rychlou a levnou výrobu benzínových automobilů. Dalším z mnoha milníků se odehrál v Kalifornii roku 1996, kde se kvůli zamořenému ovzduší objevily plně funkční elektromobily, které lidé využívali. Proč tehdy nastal útlum, nelze jednoznačně říci. Důvodem mohl být tlak ropných společností nebo výrobců automobilů se spalovacími motory, nevyvrácené předsudky lidí či nízká podpora vlády. Elektromobilita není zdaleka nic nového, co by nemohlo již dlouhou dobu fungovat.

Práce se zabývá situací především u nás. V České republice se toto téma začalo objevovat po kauze „dieselgate“, kdy německá automobilka softwarově upravovala emise svých aut. Dalším důvodem je také redukování CO<sub>2</sub> ze strany EU, to je správně, avšak CO<sub>2</sub> není jediný a nejhorší plyn, co bychom měli hlídat. Například oxid dusíku, který produkují diesellové motory, je 300x účinnější skleníkový plyn než CO<sub>2</sub>. U CO<sub>2</sub> lze nejjednodušeji stanovit jeho koncentraci v ovzduší, proto se regulace týkají zejména tohoto plynu. Část odborné veřejnosti se přiklání k názoru, že emise způsobují skleníkové plyny a tím dochází ke globálnímu oteplování. Tuto situaci by měly elektromobily také částečně zredukovat. Avšak to, zda emise spalovacích motorů mají přímý vliv na globální oteplování, je v současné době diskutováno. Ať už je to tak či onak, má elektromobil i řadu jiných nesporných výhod, na které je v práci poukázáno.

Práce konstatuje, jak daleko v rozvoji elektromobility jsme v naší zemi při porovnání s ostatními zeměmi, od kterých bychom se měli inspirovat, jakým způsobem vláda podporuje tuto problematiku a jaké mají vlastně Češi podmínky pro provozování elektromobilů, zda je reálné si v tuto chvíli říci, že mohou v plné míře nahradit automobily se spalovacími motory.

Dále práce poukazuje na:

- Některé faktory, jak negativní, tak i pozitivní a možná řešení situace.
- Jak moc pravdivé jsou předsudky konzervativních lidí, kteří elektromobilitu odsuzují.
- Prognóza, jakým způsobem by se trh s elektromobily mohl do roku 2025 vyvíjet.

# 1 Důvody rozvoje elektromobility

## 1.1 Proč nahrazovat spalovací motor

### 1.1.1 Co je to spalovací motor

Spalovací motor je tepelný stroj, který při hoření paliva přetransformuje energii na mechanickou práci. Spalovací motory se dělí na zážehový a vznětový a dále na motory s vnitřním a vnějším spalováním (Rauscher, 2005).

### 1.1.2 Výhody spalovacích motorů

- Vysoký dojezd bez nutnosti dlouhých přestávek  
Se spalovacím motorem dojedeme tak daleko, jak nám to dovolí palivo v nádrži. Po doplnění paliva můžeme ihned pokračovat v jízdě.
- Malá měrná hmotnost  
Vyjadřuje se 1 kg hmotnosti na 1 kW výkonu. Tyto hodnoty neustále klesají, přispívá k tomu přeplňování motorů a zvyšování otáček u naftových motorů a také nové konstrukční materiály.
- Možnost provedení motorů jako více palivových např.: bioplyn – nafta, zemní plyn – benzin (Rauscher, 2005).

### 1.1.3 Nevýhody spalovacích motorů

- Nízká účinnost  
Účinnost spalovacího motoru se pohybuje přibližně okolo 30 %.
- Nutnost spouštět motor cizím zdrojem energie  
Musí být v automobilu ještě zdroj elektřiny a elektrický startér.
- Nevhodný průběh točivého momentu  
Při nárůstu zatížení klesají otáčky klikové hřídele, proto je potřeba používat několikasupňové převodovky.
- Hluk  
Při spalování paliva vzniká hluk.
- Vznik tepla  
Kvůli přeměně paliva na teplo se musí do automobilů montovat také chladicí systém.

- **Exhalace**

Některé složky kouře z výfuku jsou jedovaté nebo dokonce velmi jedovaté. Např.: oxid uhelnatý, oxid dusíku, nespálené uhlovodíky, oxidy síry, oxid uhličitý a pevné částice.

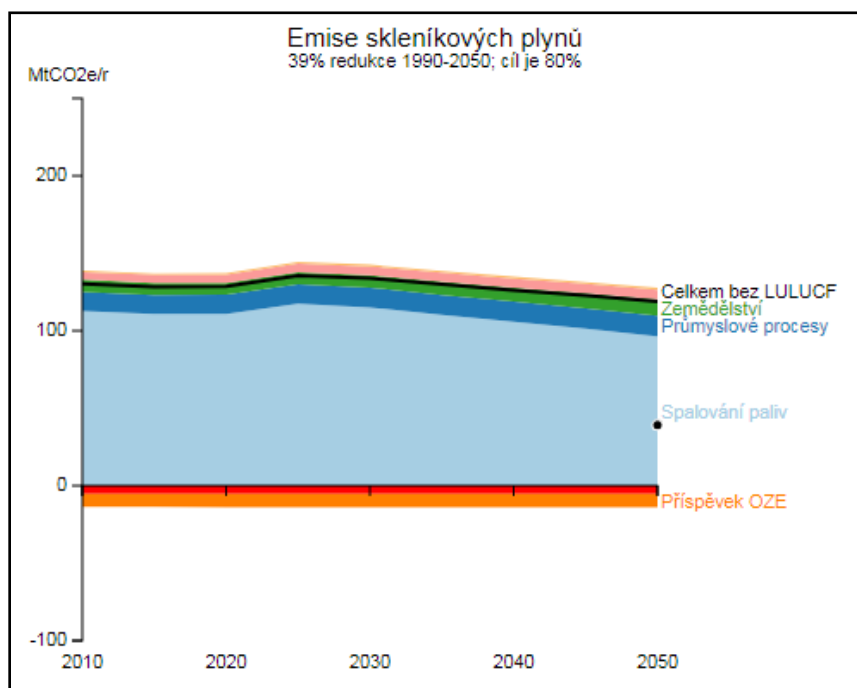
- **Náklady na opravy a servis**

Musíme měnit například olej, který mimochodem také zatěžuje životní prostředí. Z globálního hlediska se nemůžeme bavit o bezproblémových a spolehlivých strojích. U automobilu se spalovacím motorem vyjde servis průměrně na 13 000,- Kč ročně. U elektromobilu se tyto náklady na servis pohybují kolem 1 000,- Kč ročně (Horčík, 2017, Dvořák, 2016).

#### **1.1.4 Globální oteplování**

Oxid uhličitý je skleníkový plyn a skleníkový plyn zadržuje teplo. Lze sledovat, že největší část skleníkových plynů má na svědomí spalování paliv (viz obrázek 1 [Co2enviros, 2019]).

Skleníkový efekt je běžný jev, jinak by byla na planetě Zemi neustále teplota pod bodem mrazu. Ale velké množství tohoto plynu znamená, že se planeta více ohřívá a má to za důsledek například nedostatek vody. Úkaz se dá ale odůvodnit ještě druhým způsobem, a to, že oteplování je přirozeným vývojem planety. V historii naší planety už se klimatické cykly několikrát opakovaly. Argumentem však je, že podle předpokládaného vývoje se teplota zvyšuje mnohem rychleji, než by měla. V tuto chvíli nelze říci, kde je pravda, zda má lidské konání vliv na tento efekt nebo se planeta Země nachází pouze v některém z jejích cyklů. Co je ale jasné, že emise spalovacích motorů mají negativní vliv na zdraví všech obyvatel, zejména ve městech. Už jen proto má smysl se problematikou zabývat (Verner, 2018).



Obrázek 1 – Emise skleníkových plynů

## 1.2 Proč náhrada elektromobilitou?

Asi nejzásadnější věcí je smogová situace. Průzkum Evropské unie z roku 2013 říká, že maximální povolená koncentrace oxidu dusičnatého byla překračována v 19 zemích EU. Tato situace má za důsledek rakovinu plic a vznik kardiovaskulárních chorob. Vzhledem k tomu, že je u nás 5,6 milionu vozidel (bez nákladních) a tento stav stále rapidně narůstá, znečištění ovzduší roste (Míka, 2017).

### 1.2.1 Ropa

Dalším důvodem může být snížení závislosti na dodávkách ropy a možnost využívat elektrickou energii vyrobenou v České republice.

Česká republika vzhledem ke své geografické poloze nemá k dispozici svoje ložiska ropy. Naše republika je proto závislá na dovozu ropy ze zahraničí, a to je jeden z největších problémů a snížení závislosti je jedním z hlavních cílů Evropské unie. Zásoby ropy nejsou přesně stanoveny, hovoří se však o zásobách na 60 let. (Míka, 2017)

### 1.2.2 Lithium

K výrobě baterií pro elektromobil je potřeba lithium. Lithium je obnovitelný zdroj, který se samovolně obnovuje. V ČR jsou dva zdroje lithia: odkaliště (zpracování zbytků) a podzemní těžba. Zpracování zbytků ze starší těžby jsou salarové roztoky,

nádrže, které obsahují vysoké koncentrace rozpuštěných solí, lithia, draslíku a sodíku. V ČR je podle geologických odhadů přibližně 1 200 000 t lithia.

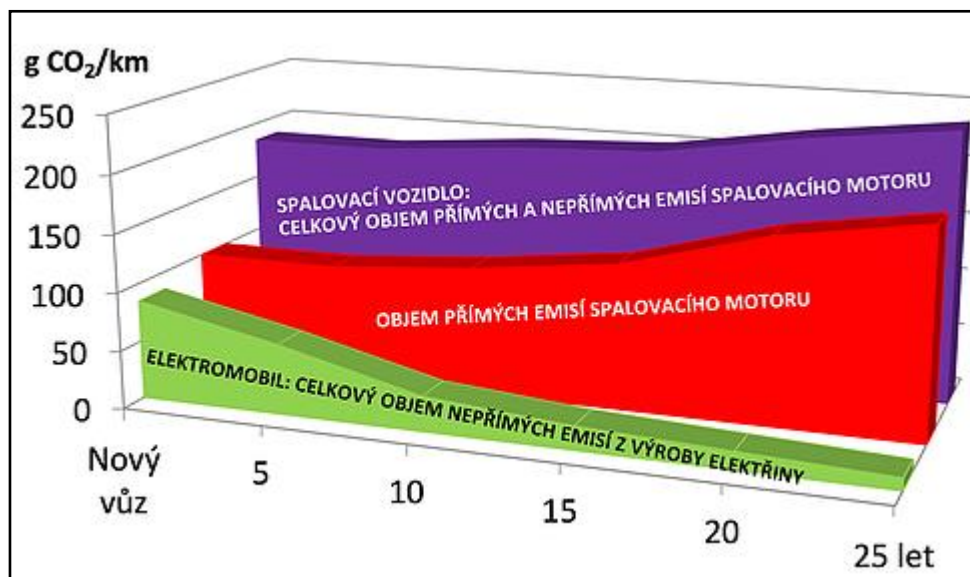
Každá baterie jednou ztratí svou funkčnost, ale také obsahuje cenné kovy (nikl, lithium a kobalt). Výkupní ceny těchto kovů s poptávkou rostou. Kilogram kobaltu stojí 80 USD, cena niklu je více než 10 USD za kg. (Klíma, 2018)

Lithium je obsaženo v bateriích, ale ve velmi malém množství. Zvýšením množství lithia se nezlepší vlastnosti baterií. Musí být obsaženo, ale není nutné velké množství.

„Lithium má v našich bateriích podíl jen asi 2 %. Takže je to jako sůl v salátu: jde o velmi malé množství celkové hmoty a také poměrně malou část nákladů. Ale zní to, jako by to bylo něco velkého, protože se to jmenuje „lithium ion“, takže naše baterie by se měly jmenovat spíše „nikl grafit“, protože obsahují nejvíce niklu a grafitu.“ Elon Musk (Vance, 2016).

### 1.2.3 Emise za celou životnost elektromobilu

Mnoho rádoby odborníků tvrdí, že elektromobil sice nekouří, ale jeho emise vznikají již při výrobě elektromobilu. Graf na obrázku 2 ukazuje, že elektromobil sice má nepřímé emise, ale i tak jsou nižší, než nepřímé emise spalovacího vozidla (viz obrázek 2 [Asep, 2019]). Graf ukazuje konkrétní hodnoty na 25letou životnost automobilu (Marušinec, 2018).



Obrázek 2 – Emise za životnost elektromobilu

### **1.3 Udržitelný zdroj**

Smysl má vyvíjet věci, které mají budoucnost. Co se týče pohonů automobilů, mají smysl takzvané udržitelné zdroje. Udržitelný zdroj je ten, který naplňuje potřeby současné generace a zároveň neohrozí budoucí generaci, aby mohla naplňovat potřeby své (Korčák, 1991).

#### **1.3.1 Elektřina**

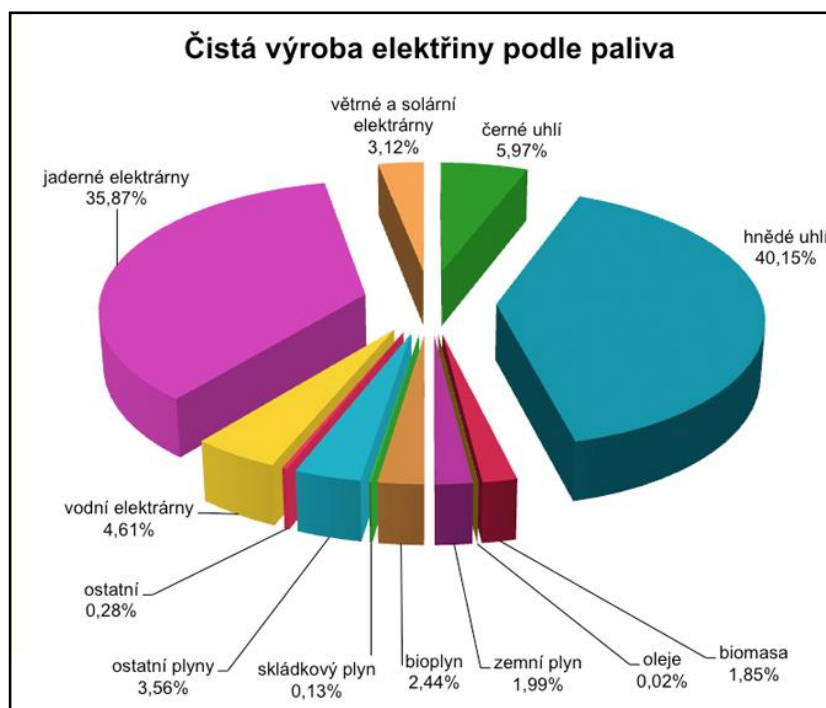
Elektrická energie je udržitelný zdroj, které je v České republice dostatek. Česká republika ročně vyveze 17 TWh. ČR je pátým největším vývozcem elektrické energie na světě. Pokud by se do roku 2035 nezměnil počet elektráren, elektřina, kterou vyvážíme, by stačila pro 4 miliony elektromobilů (Hamalčíková, 2014).

#### **1.3.2 Původ elektrické energie v ČR**

Kdybychom hovořili o ideálním stavu, tak bychom vyráběli elektrickou energii z obnovitelných zdrojů a jezdili elektromobily. Představa je to dobrá, realita je však bohužel ještě pořád někde jinde. Kvůli našim klimatickým a geografickým podmínkám obnovitelné zdroje, jako: větrné elektrárny, přílivové elektrárny, fotovoltaika, geotermální energie, nemají moc velkou šanci. Nejvíce u nás používaným obnovitelným zdrojem jsou vodní elektrárny. Podíl obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny v ČR je 14,9 % (viz obrázek 3 [ERÚ, 2013]). Pro rok 2030 je cílem tuto hodnotu zvýšit na 32 %. Například v Německu mají podíl obnovitelných zdrojů nyní 38,5 %. Příznivou informací je, že od roku 2002, kdy uhelné elektrárny vyráběly 75 % celkové produkce, se tento stav snížil zhruba na 46 %.

Další velkou částí jsou jaderné elektrárny, které produkují přibližně 35 % elektrické energie v celkovém energetickém mixu. Jaderné elektrárny neprodukují žádné škodlivé emise. Jediná zbytková produkce je malá část radioaktivního odpadu. Okolí jaderné elektrárny není nijak nepříznivě ovlivněno. To dokazuje malý projekt JE Temelín, kdy si v prostorách elektrárny vybudovali vlastní včelstva, med který byl produkovaný v Temelíně, byl po radiační kontrole uznán jako kvalitní med běžně dostupný v obchodech. V loňském roce jaderné elektrárny vyrobily 30 miliard kWh, což je o necelých 200 milionů více než v roce 2017. Díky této výrobě nemuselo být spáleno 27 miliónu tun uhlí a do ovzduší vypuštěno 25 miliónu tun CO<sub>2</sub> (Hamalčíková, 2014).





**Obrázek 3 – Způsoby výroby elektřiny**

### 1.3.3 Náklady na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů

Mezinárodní agentura (IRENA) provedla výzkum, kdy v závěru podotýká, že náklady spojené s výrobou elektrické energie z obnovitelných zdrojů jsou čím dál nižší. Výzkumný ústav uvádí, že by se do konce roku 2020 měla výroba elektrické energie z OZE vyrovnat nákladům výroby z fosilních paliv. Například od roku 2010 do roku 2017 klesly náklady na výrobu elektřiny z fotovoltaických elektráren o 73 % (Červinková, 2018).

### 1.3.4 Tři důvody snížení nákladů

Prvním důvodem jsou technické inovace. Dalším je konkurence v podobě aukcí při výstavbě elektráren na obnovitelné zdroje. Třetím důvodem je široké spektrum zkušených firem, které jsou aktivní v nových projektech. Tyto firmy také hledají nové trhy.

V segmentu hledání nových technologií (zejména zvyšování efektivity a snižování počátečních nákladů) se očekává nadále největší pokrok a tudíž snižování nákladů. Jedná se o tzv. sdružené náklady energie, jež zohledňují celý životní cyklus výroby elektřiny. Využívání obnovitelných zdrojů začíná být výhodné nejen z ohledu ochrany životního prostředí, ale začíná být i chytrým ekonomickým řešením.

Mezi faktory, které zvýhodňují ceny energií z OZE v aukcích patří:

- regulatorní prostředí,
- minimální rizika,
- silná inženýrská základna,
- příznivý daňový systém,
- nízké náklady rozvoje projektu,
- dostupnost zdrojů (Červinková, 2018).

## 1.4 Nabíjení

Nabíjení je záležitost, kterou by měl majitel elektromobilu provádět pokaždé, když se přemístí do cílové stanice, byť i na krátký časový úsek.

## 1.5 Nabíjecí stanice

Nabíjecích stanic je několik druhů. V základní rovině je lze rozdělit na domácí a veřejné. Největším problémem u domácích je ten, že lidé bydlící v panelových domech tuto možnost mohou využít obtížně.

### 1.5.1 Domácí nabíjení 230 V

Nabíjení z běžné zásuvky je nejpomalejší varianta, ale také nejjednodušší. K tomu není potřeba nic speciálního, pouze kabel (viz obrázek 4 [Alza.cz, 2019]), který s sebou vozí každý elektromobil. Vlastní nabíječka elektromobilu transformuje střídavý proud na stejnosměrný. Během hodiny nabíjení se kapacita baterie navýší cca o 14 km dojezdu (Redakce e-mobilita, 2018).



**Obrázek 4 – Kabel na domácí nabíjení**

### **1.5.2 Domácí nabíjení 16 A**

Touto možností připojení disponuje většina rodinných domů. Pro využívání této zásuvky je zapotřebí adaptér tzv. „pětikolík“. Adaptér stojí 500,- Kč. Pomocí tohoto připojení lze získat až 55 km dojezdu za 1 hodinu nabíjení (záleží na konkrétním elektromobilu) (Redakce e-mobilita, 2018).

### **1.5.3 Domácí nabíjení 22 kW/32 A**

Tato varianta je nejrychlejší variantou domácího nabíjení. Základem je pořízení tzv. wallboxu (nástěnná nabíjecí stanice). Cena wallboxu se pohybuje v rozmezí od 10 do 30 tis. Kč. Na pořízení lze využít také dotace. Za hodinu nabíjení tímto způsobem vzroste dojezd přibližně o 110 km (Redakce e-mobilita, 2018).

### **1.5.4 Veřejné nabíjení 44-55 kW**

Jsou to běžné veřejné rychlonabíječky. Ceny těchto nabíječek se pohybují od 250 do 600 tis. Kč. Z této nabíječky se baterie nabije z 0 na 80 % za 20 minut (Redakce e-mobilita, 2018).

### **1.5.5 Veřejné nabíjení 135 kW**

Rychlonabíjecí stanice Tesla. Tyto nabíječky disponují v současné době největším výkonem na světě. Je schopna elektromobil Tesla Model S dobít o 224 km dojezdu za 30 minut. Firma Tesla hodlá tento výkon ještě navýšit a nejvýkonnější nabíječka by měla být testována ve Vystřkově u Humpolce (Redakce e-mobilita, 2018).

### **1.5.6 Speciální nabíječky**

#### **a) Nabíjecí pruh**

Projekt, se kterým začala Jižní Korea, kdy by na dálnicích byl každých 32 km indukční dobíjecí pás (viz obrázek 5 [HighwayEngland, 2015]) a při rychlosti jízdy  $64 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  by dobíjel elektromobily. Auta by pro dobítí baterií nemusela zastavovat. V Jižní Koreji byl pruh navržen pro autobusy. V Británii, Švédsku, Francii a USA probíhá obdobný výzkum. Velká Británie na projekt vyčlenila 550 milionů dolarů a věří ve velký potenciál této myšlenky (Hořčík, 2015).



**Obrázek 5 – Nabíjecí pruh pro elektromobily**

b) Bezdrátové nabíjení z podložky

Bezdrátová podložka je vybavena systémem Groundpad, zapojí se do elektřiny a jakmile nad sebou systém registruje automobil vybavený systémem CarPed, začne automaticky nabíjet. Elektromobil by měl být nad podložkou najetý co nejpřesněji s tolerancí 7 centimetrů podélně a 14 centimetrů příčně. Při parkování palubní systém navádí řidiče přesně nad podložku. Podložka může být umístěna i mimo zastřešený objekt, odolává povětrnostním podmínkám. Nabíjení probíhá výkonem 3,2 kWh. Za 8 hodin dokáže Grounpad nabít baterie o 115 km (Šurkala, 2018).

c) Připojení na náhradní baterii

Záložní baterie je uložena na jednonápravovém vozíku (viz obrázek 6 [Cesah, 2018]). Vozík je s elektromobilem propojen kabely, které jsou v oji. Systém funguje na principu, že když je energie v bateriích elektromobilu na nízké úrovni, systém přepne na záložní zdroj. Vybitý vozík se poté vymění za nabitý ve výdejně, kde by se nabíjel pro dalšího uživatele. Vozík Nomad má výkon 85 kWh a dokáže navýšit dojezd malého elektromobilu až o 600 km. Tato technologie se zatím nepoužívá (Zimmermann).



**Obrázek 6 – Vozík Nomad**

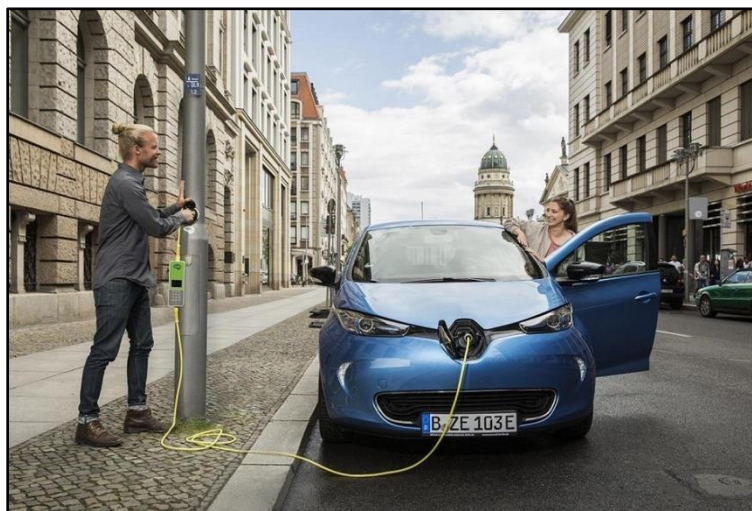
d) Kurýrní nabíjení elektromobilů

Škoda Auto a Pražská energetika spustila pilotní projekt mobilních nabíjecích stanic. Projekt má ulehčit revoluční přechod automobilismu k elektromobilitě. Mobilní nabíjecí stanice je zařízení, připojené za elektrokolo, které se rychle přepraví k požadovanému elektromobilu. Mobilní nabíjení by mohly ocenit firmy, které by nemusely dojíždět s celou flotilou ke stacionární stanici. Kurýrní nabíjení lze také využít jako nouzové nabíjení v případě, že elektromobil nemá kapacitu ani na dojetí k nejbližší stanici. Mobilní nabíjecí zařízení disponuje energií 16,8 kWh a dokáže nabít baterie na 80 % za 4 hodiny. Baterie jsou snadno vyměnitelné, takže v případě vybití se kurýr přesune na centrálu, kde jednoduše vymění baterie za nabitou a pokračuje ve své práci (Thoř, 2018).

e) Nabíjení elektromobilů z pouličních lamp

Nový projekt na podporu elektromobility odsouhlasila londýnská vláda. Lamy by zde měly kromě svícení sloužit také jako nabíjecí stanice (viz obrázek 7 [Ubitricity, 2017]). Uživatelé budou potřebovat speciální kabel s elektroměrem, který bude měřit jejich spotřebu pro pozdější platbu spotřebované energie.

V České republice se tento pilotní projekt také testuje. V Praze existují tři lampy, které zároveň svítí, dobíjí elektromobily a mají zabudovanou wi-fi. Slouží také k měření hluku, teploty, tlaku, vlhkosti a stavu ovzduší (Bajerová, 2017).



**Obrázek 7 – Nabíjení z pouličních lamp**

## **1.6 Cenová politika nabíjení**

Existují čtyři způsoby, jak platit za nabíjení. V ČR jsou některé nabíjecí stanice zdarma. V současné době se připravuje zpoplatnění všech veřejných stanic.

### **Platba za nabití**

Tento způsob platby za jedno nabití je nesprávný z toho důvodu, že každý elektromobil odebere různé množství energie. Tím pádem elektromobil za plné nabití zaplatí stejně jako ten, který nabíjí baterie jen o 20 %. Tento systém funguje v Německu.

### **Paušální platby**

System zavedla společnost ČEZ. Zatím stojí paušální nabíjení 500,- Kč/měsíc. Tato částka se bude pravděpodobně s rozvojem elektromobility zvyšovat. Paušální nabíjení v budoucnu pravděpodobně nebude výhodné.

### **Platba za minutu**

Platby za minutu provozuje také společnost ČEZ jako druhý způsob platby. Tento systém je také nesprávný. Když přijede elektromobil s přehřátými bateriemi, software umožní čerpat energii pouze velmi pomalu, naproti tomu elektromobil, jehož baterie je v optimální teplotě, za tuto dobu spotřebuje mnohem více energie.

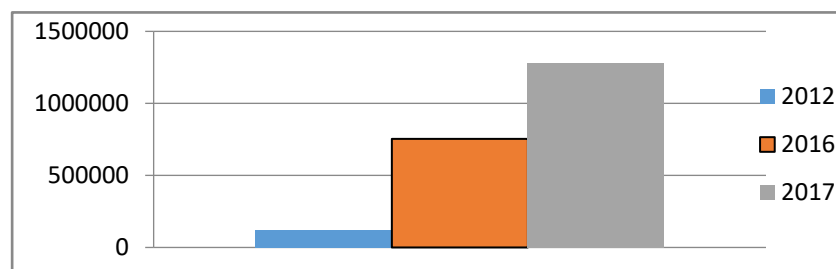
## Platba za kWh

Je to nejlepší způsob, jak zaplatit opravdu tolik, kolik elektromobil spotřebuje. E.ON chce tento způsob plateb zavést v celé ČR. Rozvoj tohoto způsobu brzdí legislativa, která vyžaduje ověřené měřidlo výstupního proudu na rychlonabíjení. Toto měřidlo neexistuje, proto jsou platby za kWh zatím nemožné, přestože rychlonabíjecí stanice sama umí spočítat velice přesně spotřebovanou energii pro nabití.

Nejlevnější nabíjení je samozřejmě v domácnostech. U rychlonabíjecích stanic je cena energie 6–8,- Kč/kWh. V domácích podmínkách je cena přibližně 4,- Kč/kWh.

## 1.7 Elektromobilita ve světovém měřítku

Největší snahou světových trhů je vyrovnat se cenou elektromobilů cenám spalovacích automobilů, jež jsou sériově vyráběny desítky let. Státy podporují elektromobilitu tím, že umožňují daňová zvýhodnění nebo třeba parkování ve městech zdarma. Počet prodaných elektromobilů každoročně roste. Meziročně až o 92 % (viz obrázek 8 [Redakce obnovitelne.cz, 2017]).



Obrázek 8 – Počet elektromobilů ve světě

### 1.7.1 Norsko

Norsko je v elektromobilitě zatím nejdále. Počet nakupovaných elektromobilů dosahuje 40 % ze všech automobilů.

- Norsko odpouští DPH u elektromobilů, takové auto je levnější než automobil se spalovacím motorem.
- Žádné mýtné poplatky.
- Parkování zdarma a jízda v pruzích pro autobusy.
- Nabíjení zdarma.

Tyto výhody měly za úkol zvýšit počet prodaných elektromobilů na 50 tisíc kusů do roku 2017, to se však povedlo už o 1,5 roku dříve. Do roku 2020 chce Norsko na výhodách pro uživatele ubrat. Mýtné pro elektromobily bude například



padesátiprocentní oproti automobilům se spalovacím motorem. Nicméně vozový park se povedlo obměnit velice dobře a vlastnit elektromobil v Norsku se stále vyplatí.

Další krokem do roku 2025 bude zavedení elektromobility do komerčního sektoru. Norové chtějí, aby do roku 2025 autobusy a dodávky neměly žádné emise. Naopak autobusy, které znečišťují životní prostředí ve městech a obcích nejvíce, budou platit poplatky (Redakce obnovitelne.cz, 2017).

### **1.7.2 Francie**

Francie vytvořila program pro zavedení elektromobility už v roce 2008. Systém spočívá ve finanční podpoře uživatelů. Při nákupu elektromobilu dostanou od státu 156 000,- Kč. Dalších 100 000,- Kč dostanou, pokud doloží likvidaci auta s dieselovým pohonem vyrobeným před rokem 2006. Naopak nákup spalovacích automobilů je zatížen takzvanými malusy, které se vztahují jak na nákup nových, tak i ojetých aut. Výše malusů je počítána podle produkovaných emisí. Malus se může vyšplhat maximálně až na 260 000,- Kč (Redakce obnovitelne.cz, 2017).

### **1.7.3 USA**

V USA mají systém daňových kreditů, které nejsou přímo vyplácené, ale jsou obyvatelům strhávány z výsledného placení daní. Podpora se liší podle dispoziční energie baterií, začíná se na podpoře částkou 58 000,- Kč. Automobil musí mít baterii o dispoziční energii alespoň 5 kWh. Tato částka se navyšuje poté s každou další kWh o dalších 10 tisíc korun. Nejvyšší podpora může dosáhnout částky až 173 000,- Kč. Ve chvíli, kdy prodej elektromobilů od konkrétní automobilky přesáhne počet 200 000 automobilů, podpora skončí. Nejlépe nakročeno má Tesla Motors.

Tento systém je zaveden v celých Spojených státech amerických, jednotlivé státy mají ještě nadstandardní podpory ve formách slev na mýtné, odpouštění registračních poplatků, půjčky na elektromobil za výhodných podmínek nebo přednostní jízdní pruhy (Redakce obnovitelne.cz, 2017).

## **1.8 Stav elektromobility v ČR**

Česká republika nejde úplně tím správným směrem ve prospěch elektromobility. U nás se podpora automobilů s nižšími emisemi řeší tak, že se zpřísní normy a stará auta s vysokými emisemi budou platit vysoké poplatky. Určitě by bylo



smysluplnější více podpořit koupi vozidel na alternativní pohony než trestat současné majitele za to, čím jezdí.

V současnosti se podpory dočkali podnikatelé, pro nákup elektromobilu dostanou 24 až 33 % dotaci z pořizovací ceny. Na zřízení nabíjecí stanice je možné získat až 80% dotaci.

V ČR je nyní používáno 3 200 elektromobilů. Kupují je spíše firmy díky finanční podpoře. Pro fyzické osoby je to zatím nevýhodné (Redakce obnovitelne.cz, 2017).

### **1.9 Negativní faktory ovlivňující růst elektromobility**

Čtyři zásadní negativní faktory, působící proti růstu elektromobility v ČR.

#### **Infrastruktura nabíjecích stanic**

Nedostatečná infrastruktura nabíjecích stanic, což vyvolává obavy ze svobody pohybu a nemožnosti nabíjení na tolika místech, jako na běžných čerpacích stanicích.

#### **Vysoká cena elektromobilů**

Cena elektromobilů se pohybuje okolo 900 000,- Kč. Nissan Leaf (viz obrázek 9 [Štrobl, 2017]) je levnější elektromobil a jeho cena je v rozmezí 730 až 920 000,- Kč. Za tuto cenu se dá například pořídit Škoda Kodiaq se spalovacím motorem, což je velké SUV, která jsou v současné době žádaná.



**Obrázek 9 – Nissan Leaf**

#### **Nízký jízdní dosah**

Nízký jízdní dosah (dojezd na plně nabitou baterii) elektromobilů oproti spalovacím automobilům. Běžný elektromobil má dojezd do 200 km. Se spalovacím automobilem je možnost dojezdu běžně 700 km, u některých modelů až 1 500 km.

## **Nízká státní podpora**

Státní podpora by pomohla nižší ceně elektromobilů. Zatím u nás nejsou nastaveny výhodné podmínky pro nákup elektromobilů.

## **Kolísání sítě, záložní zdroje**

Veřejnost se domnívá, že pokud by se měla ČR zelektrifikovat ve prospěch elektromobility, způsobilo by to obrovské kolísání sítě. Další obavou je případ, kdy by ze standardní sítě přestal téct proud, například při blížící se katastrofě, pak by lidé nemohli nabít své automobily a přišli by o mobilitu.

## **1.10 Pozitivní faktory ovlivňující růst elektromobility**

### **1.10.1 Náklady**

Cena ropy neustále roste. Očekává se růst o 1 % za každý rok. Zejména obavy z výpadku dodávek na světové trhy mají za důsledek růst ceny. Na cenu ropy mají vliv také další faktory.

Cena může vyskočit až na 90 USD za barel, což zvýší ceny pohonných hmot na 35,- Kč za litr. Při této ceně vyjde 1km ujetý se spalovacím motorem na 2,40,- Kč. (Kovanda, 2018)

Průměrná cena elektrické energie je 4,07,- Kč/kWh. Při této ceně vyjde 1 km na 0,40,- Kč. Existují však i možnosti, jak jezdit zdarma, za určitých podmínek lze nabíjet elektromobily Tesla na jejich superchargerech bezplatně. Pokud by se po vzoru států, jako je například Norsko, inspirovala i Česká republika, mohlo by být bezplatné nabíjení i v naší zemi, alespoň dočasně, z důvodu podpory rozvoje elektromobility (Hamalčíková, 2018).

### **1.10.2 Nižší emise**

Elektromobil má jednoznačně nižší emise. Spoustu neodborných a nepodložených názorů říká, že elektromobil má výfuk v uhelné elektrárně a po připočtení spotřebovaných emisí z výroby jsou elektromobily ještě méně ekologické než spalovací automobily.

Toto tvrzení není pravdivé. Výroba malých elektromobilů vyprodukuje polovinu emisí než výroba malých automobilů se spalovacím motorem. U středních a velkých elektromobilů jsou emise o čtvrtinu nižší než výroba spalovacích automobilů. Zvláště bychom se měli zabývat hodnotami u malých elektromobilů, jelikož za tímto účelem byla elektromobilita vyvíjena – pro každodenní jízdu do zaměstnání nebo po městě na nákupy a za kulturou.

Po vypočítání přímých a nepřímých emisí lze konstatovat, že například Opel Mokka vyprodukuje na 100 km 19,4 kg CO<sub>2</sub>. Podobný elektromobil Nissan Leaf vyprodukuje na 100 km 15,3 kg CO<sub>2</sub>. V těchto hodnotách je zahrnuta výroba automobilu. Výroba elektřiny se zde počítá pouze z uhelných elektráren. Pokud by byl započten energetický mix ČR, byla by hodnota o 40 % nižší.

Na zemi je v současné době přibližně 1,3 miliardy automobilů. Z toho jsou 3 miliony elektromobilů. Emisní hodnota spalovacích automobilů je průměrně 118,1 g/1 km CO<sub>2</sub>. Průměrný nájezd činí 147 812 km. Z toho vyplývá, že za svoji životnost vyprodukuje automobil na tekutá paliva 17 456,6 kg CO<sub>2</sub>. Elektromobily již ušetřily ovzduší o 52 500 000 tun CO<sub>2</sub> (přímé emise).

Co se týče provozu elektromobilů a emisí, největší význam má provozovat malé elektromobily, jelikož velký elektromobil (se spotřebou nad 19,2 kWh/100 km) vyprodukuje za svou životnost (přímé a nepřímé emise) více emisí než malý benzínový automobil se spotřebou do 4,3 litru. V současné době jsou v kurzu velká SUV a malé automobily se neseťkávají s vysokou poptávkou (Celjak, 2018).

### **1.10.3 Jednoduché ovládání**

Elektromobil se ovládá zařazením páky do režimu parkování, zpátečky, neutrálu nebo jízda vpřed. Automobil je po zařazení ihned připraven k jízdě a po stlačení pedálu se rozjede, žádné nevypočitatelné chování jako škubání nebo zhasnutí motoru při rozjezdu se stát nemůže. Na trhu se již objevuje novinka E-PEDAL, díky němuž se akcelerování a brzdění ovládá jediným pedálem. Ovládání je ještě jednodušší a pohodlnější. Tento systém se montuje do nového Nissanu Leaf.

Řidič se při jízdě nemusí rozptylovat otáčkami nebo včasným řazením. Pouze musí sešlapávat akcelerátor a zpomalovat rekuperací nebo klasickou brzdou. Na infotainmentu lze sledovat velké množství údajů, například rychlost jízdy, dispoziční energii baterií a množství odebrané energie, popřípadě množství rekuperované energie. Řídit elektromobil je opravdu velice snadné (Soukup, 2011).

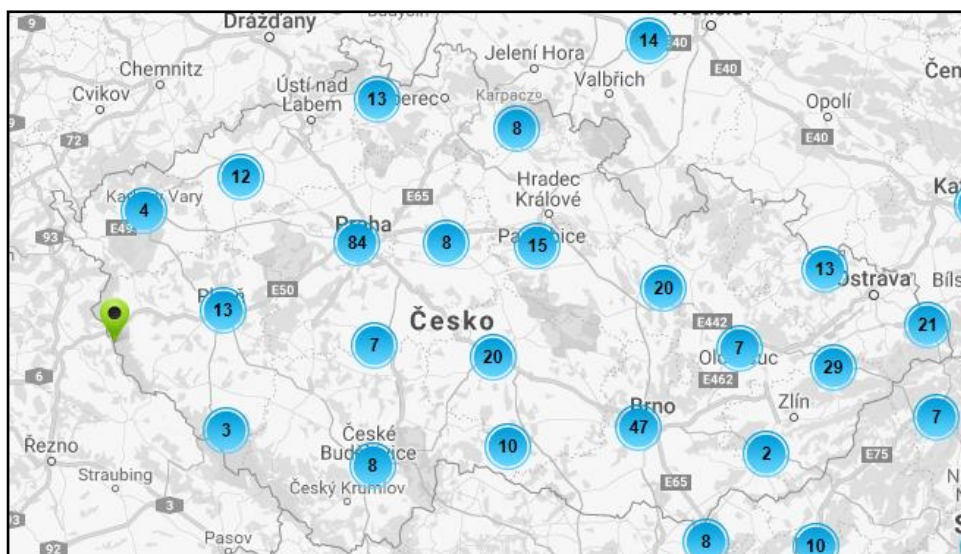
## **1.11 Rozbor negativních faktorů**

### **1.11.1 Infrastruktura nabíjecích stanic**

V současné době je v České republice instalováno 400 nabíjecích stanic (viz obrázek 10 [EVmapa, 2019]). Tento stav by neměl být pro provoz elektromobilu v současné době výrazně limitující, jelikož pouze 20% nabíjení probíhá na veřejných stanicích, zbytek doma nebo u zaměstnavatele, resp. v soukromé

firmě. Do budoucna by se měl počet ještě rapidně rozrůst. Do roku 2020 by mělo být v ČR 1300 nabíjecích stanic. Dálnice a velká města budou mít rychlonabíjecí stanice a na parkovištích, v parkovacích domech, u nákupních center by měly být vybudovány běžné nabíjecí stanice (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

Výstavba jedné stanice trvá 1-2 roky. Komplikovaná jsou legislativní povolení a také přípojka pozemku na síť. Nabíjecí stanice stojí 800 až 900 tis. Kč. Tato cena je přijatelná, například vybudování stanice na CNG stojí 6-8 mil. Kč (Klíma, 2018).



**Obrázek 10 – Infrastruktura dobíjecích stanic ČR**

### 1.11.2 Vysoká cena elektromobilů

Elektromobil sice oproti spalovacím automobilům nemá spoustu komponentů, přesto je dražší. Nejdůležitější komponent, baterie, cenu elektromobilu výrazně zvyšují. Cena baterie u Nissanu Leaf je 130 000,- Kč, což je 20 % ceny. Dalším důvodem vysoké ceny je nízká sériovost výroby. Přes tyto všechny aspekty lze koupit elektromobil za nižší cenu za podpory státu. Jak již bylo řečeno, u nás se zatím dočkali podpory pouze podnikatelé, kteří při využití 33 % maximální slevy na nákup dostanou slevu z nákupu Nissanu Leaf (730 000,- Kč) 240 900,- Kč. Nákup by vyšel na 489 100,- Kč. Velikostně srovnatelné auto, například Ford Fiesta stojí 310 000,- Kč. Tento cenový rozdíl se při provozu, kdy je roční nájezd přibližně 20 tisíc kilometrů, vrátí velice rychle. Vláda by se dle předpokladů měla nadále zabývat rozvojem elektromobility a tyto výhody by mohly v budoucnu čerpat i fyzické osoby.

Již nyní cena baterií rapidně klesá. V roce 2011 stála baterie eGolfu 648 000,- Kč. V roce 2018 stála 144 000,- Kč a v roce 2030 by měla stát 56 700,- Kč (Hořčík, 2018).

### **1.11.3 Nízký dojezd**

Původní smysl výroby byl, že elektromobil bude využíván pro jízdu do zaměstnání, na nákup, za zálibami a sníží se emise zejména v městech a v příměstských oblastech. Průměrná jízdní vzdálenost je 42 kilometrů za den. Na tyto účely by dojezd malých elektromobilů (120 km) byl dostačující. Delší cesty nejsou vyloučené. Díky Tesla Supercharger lze nabít elektromobil do 80 % za 40 minut. Tesla model S na 80 % nabitou baterií dokáže ujet 350 km.

Jízdní dosah limituje hmotnost baterie. Aby elektromobil měl dojezd 700 km jako spalovací automobil, musel by mít baterii o výkonu 180 kWh. Taková baterie by měla hmotnost 810 až 1 800 kg. Tato situace se rozhodně zlepší v průběhu vývoje baterií.

Limitující je také cena baterií – 1 kWh = 8 000 až 12 000,- Kč. Výše uvedená baterie s dojezdem 700 km by tedy vyšla na 1 440 000 až 2 160 000,- Kč. Výhodou je, že při odevzdání starých baterií se vrací 4 600,- Kč/1 kWh (Celjak, 2018).

### **1.11.4 Nízká státní podpora**

Jak je již uvedeno výše, podpora je nyní 24 až 33 % na pořízení elektromobilu a až 80 % na výstavbu a pořízení nabíjecí stanice. Na vybudování nabíjecích stanic bylo již vyčleněno 1,2 miliardy Kč.

Pro podporu elektromobility proběhly už 3 dotační výzvy (80, 150 a 60 mil. Kč). Prostředky byly již vyčerpány. Podpora měla úspěch, jelikož mezi podnikateli se zájem o elektromobilitu zvýšil. 4. výzva je téměř připravená, plánovaný rozpočet je 200 mil. Kč. Bude-li vysoký zájem o dotace MPO, zvýší se podpora nad uvedený rámec. Výzva by měla být platná do května roku 2019, bude určena podnikatelským subjektům pro pořízení elektromobilu a pro podporu infrastruktury. Výše dotace bude 75 % pro menší podnik do 50 zaměstnanců, 65 % pro střední podnik do 250 zaměstnanců a 55 % pro velký podnik nad 250 zaměstnanců. Dotace budou určeny na uznatelné náklady.

Uznatelné náklady jsou vícenáklady oproti běžnému automobilu se spalovacími motory. Vícenáklady tvoří 45 % ceny elektromobilu. Maximální dotace pro nákup elektromobilu bude 1 milion Kč (Redakce hybrid.cz, 2018).

### 1.11.5 Kolísání sítě, záložní zdroje

Na tuto problematiku je také pomýšleno. Odpovědí jsou bateriová úložiště a smartgrid. Ty také souvisejí s recyklací baterií elektromobilů, jelikož v bateriových úložištích by se daly dále používat.

#### a) Smart grid

Chytré sítě představují inovaci v tom, že umožní efektivně začlenit všechny připojené uživatele od velkých výrobních zdrojů až po lokální výrobce. Projekt také počítá s tím, že dojde k větší vytíženosti sítě, a proto zahrnuje řešení pro bezproblémové nabíjení elektromobilů bez ohrožení sítě.

#### b) Bateriová úložiště

Jednou z hlavních účelů bateriových úložišť je plné nahrazení energetického zdroje při nečekaném výpadku sítě.

Dalším účelem je kompenzace odchylek v elektrické síti. Lze je využít také k regulaci přetoku jalového výkonu, který vzniká v důsledku kabelizace, elektroniky připojené do sítě, atd. Nejvýraznější je v nočních hodinách. Přetok jalového výkonu způsobuje zvýšení napětí a zabraňuje regulaci sítě.

Funkci bateriového úložiště si můžeme představit následovně. Ve vesnici by byl nainstalován tento bateriový systém, do kterého by během dopoledních hodin tekla energie do baterií a ukládala se zde. V případě, že by každý obyvatel vesnice byl majitelem elektromobilu a odpoledne by přijel domů a začal nabíjet svůj automobil, způsobilo by to vysoké nárazové zatížení sítě, které by vykompenzoval právě bateriový systém.

Největší bateriové úložiště v ČR je nainstalováno v Mydlovarech u Českých Budějovic (viz obrázek 11 [Trnavský, 2019]). Investorem je firma E.ON. Energie uložená v této stanici je 1,75 MWh, ta by dokázala pokrýt denní spotřebu stovky běžných domů.



Obrázek 11 – Zásobárna energie Mydlovary

Projekt je v současné době v testovací fázi a zkouší se jeho využití. Pokud budou výsledky příznivé, navýší se energie tohoto konkrétního systému až na 10 MWh.

V Evropě jsou podobné systémy již na 20 místech. Na severoněmeckém ostrově Pellworm slouží ke stabilizaci sítě a efektivnímu využívání energie z větrných elektráren.

### c) Solární cloud

Solární cloud by fungoval takovým způsobem, že by si domácnosti nebo firmy přebytečnou elektřinu vyrobenou díky vlastním, např. solárním panelům, ukládaly do úložiště. Poté si ji v případě potřeby nabíjení automobilů vezmou zpět.

Citelný přínos by tento systém mohl mít zejména pro velké podniky. Tyto teorie potvrdil pilotní provoz v ocelárně ArcelorMittal. Pro firmy je také nespornou výhodou, že v případě výpadku energie se nezastaví výroba a linky mohou brát energii z úložiště (Cejnarová, 2018).

## 1.12 Předpověď trhu do roku 2025

Národní plán čisté mobility byl vytvořen za těmito třemi účely:

1. snížení negativních dopadů emisí z dopravy na životní prostředí,
2. snížení závislosti na kapalných palivech,
3. zvýšení účinnosti dopravních zařízení.

Při vytváření této studie se vycházelo ze závazků ČR k EU. Byl sledován stav znečišťujících látek a jejich podíl v ovzduší od roku 2000 do roku 2013. V některých aglomeracích a velkých městech je limitní stav emisí překračován několikanásobně (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

### 1.12.1 Vývoj přepravních výkonů

Do roku 2050 by měl být růst přepravních výkonů o 51 %. Z důvodů předpokládaného růstu cen tekutých paliv se také předpokládá pokles individuální dopravy a tento pokles zapříčiní vyšší vytížení železniční a případně lodní dopravy. Přesto zůstane silniční doprava dominantní (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

### 1.12.2 Předpověď vývoje elektromobilů

Cena elektromobilů klesá a za určitých podmínek může již být z hlediska dlouhodobých nákladů konkurenceschopná automobilům se spalovacími motory. Nejen proto lze očekávat, že zájem dále poroste a dojde ke komercializaci.



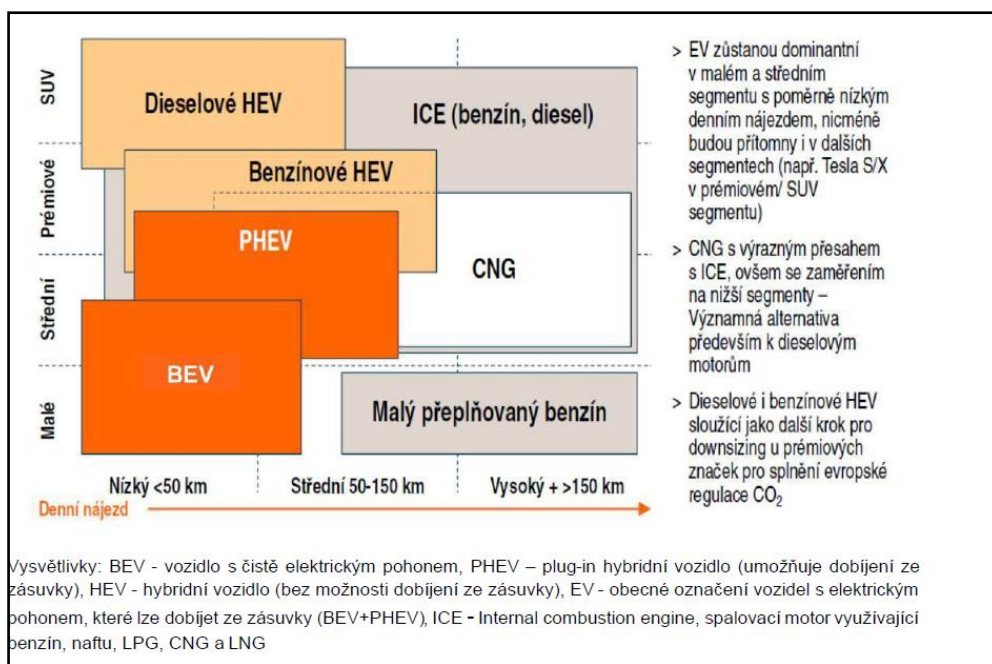
Rozvoj elektromobility je prokazatelný z těchto důvodů:

- Neustále zpříšňování emisí – automobilky jsou nucené k výrobě elektromobilů
- Finanční důvody (snižování pořizovací ceny automobilu, baterií, zvýšení jejich dispoziční energie při současném poklesu hmotnosti)
- Důraz na zlepšování kvality života, především ve městech

Neočekává se zatím úplné vytlačení vozidel na spalovací pohon. Ty stále zůstanou na svém místě v určité sortě automobilů (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

### 1.12.3 Předpověď trhu s elektromobily

Nejočekávanější je objem prodeje malých elektromobilů, u kterých je dostačující nižší dojezd (viz obrázek 12 [Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015]). Pořízení elektromobilů se předpokládá u domácností, které disponují ještě jedním vozidlem na spalovací pohon. Největší rozvoj se očekává ve velkých městech, kde bude také nejdříve a nejvíce rozvinuta infrastruktura nabíjecích stanic.



Obrázek 12 – Rozbor pohonů vůči velikosti automobilu

V současné době je vzhledem k nízké podpoře vývoj závislý převážně na tržních faktorech.

### Předpokládaný rozvoj do roku 2025

- Očekává se reálný dojezd 200 km.
- Všechna města nad 10 tisíc obyvatel budou mít síť nabíjecích stanic.



- Pokles cen baterií o 7 % ročně (může se objevit nová technologie, která cenu sníží ještě rychleji).
- Paušální platby 500,-Kč/měsíc za rychlonabíjení mimo domov (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

#### **1.12.4 Základní body podpory státu**

Elektromobilita si zaslouží podporu státu pro urychlení nebo nastartování rozvoje. Vzniklo 5 bodů, ve kterých se stát hodlá zapojit do urychlení rozvoje.

##### **Bezplatné parkování**

Vozidlům na elektrický pohon bude umožněno bezplatně parkovat na vyhrazených parkovacích místech ve velkých městech.

##### **Pruhy pro autobusy a taxi**

Tyto pruhy budou moci taktéž využívat elektromobily.

##### **Dorovnání nákladů**

Stát dorovná pořizovací cenu elektromobilu oproti ceně spalovacího automobilu. Tato částka bude 200 000,- Kč.

##### **Rozvoj veřejné infrastruktury**

Chybějící infrastruktura je veřejností vnímána jako jeden z klíčových negativních faktorů rozvoje. V současné době je naplánován rozvoj rychlých a ultrarychlých veřejných nabíjecích stanic. Investice jsou ovšem zatíženy velkým rizikem, jelikož je zatím elektromobilita v začátcích, návratnost nabíjecích stanic nelze v současné době stanovit.

Veřejná podpora by měla výstavbu nabíjecích stanic urychlit. Stát hodlá podporovat jednak samotnou výstavbu v podobě dotace a také umožnění výstavby na státních pozemcích. Náklady na zajištění přípojky pro rychlonabíjecí stanici se odhadují na 750 000 až 1 500 000,- Kč. Je samozřejmě výhodné počítat na jeden přívod více nabíjecích stanic. Pro vybudování potřebné husté sítě se očekává, že bude potřeba 500 až 1 000 lokalit.

##### **Daňové úlevy**

S rostoucím podílem elektromobility se musí také počítat s nižším výběrem daní. V roce 2014 bylo díky elektromobilům vybráno pouze o 5,5 mil. Kč méně na daních. V situaci, kdy dojde k masivnímu rozvoji, bude muset stát řešit, jak vyrovnat tento výpadek. ČR má v plánu, že by se snížila podpora biopaliv, a tím by

se vyrovnal daňový deficit. V roce 2020 by se mohl výběr daní snížit až o 250 mil. Kč. Benefitem za tyto ušlé daňové poplatky bylo v roce 2014 omezení emisí CO<sub>2</sub> o 700 tun. V roce 2020 by to mohlo být až 2 900 000 tun CO<sub>2</sub> (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

### **Zpřísnění emisí**

Pro rok 2021 jsou připraveny nové emisní normy. Emise mají být zpřísněny na 95 g CO<sub>2</sub>/1 km. Pokuta za každý gram nad tento limit má být 2 500,- Kč. Spotřeba spalovacích motorů při těchto hodnotách by musela být nejvíce 3,5 l/100 km. Výrobce automobilů snížení emisí u automobilu o 1 gram stojí 100 mil. Kč. V roce 2030 má být stanovena nejvyšší ustatelná hodnota emisí na 45 g CO<sub>2</sub>/1 km. Tyto hodnoty nelze naměřit u automobilu, které není alespoň hybridní. Například Škoda Octavia 3 s motorem 1,4 TSI Green tec se spotřebou 5,3 l/100 km benzínu vyprodukuje 121 g CO<sub>2</sub>/1 km.

Doposud jsou plněny pouze tyto konkrétní body:

1. Speciální registrační značky.
2. Zvýhodněný nákup elektromobilů pro podnikatele a obce.
3. Osvobození od správního poplatku při registraci do provozu.
4. Usnadnění výstavby páteřní sítě nabíjecích stanic na pozemcích státu

(Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

Lidé mají tendenci přemýšlet jako: “Proč by měly mít elektromobily dotace? Ale nezohledňují, že všechna vozidla na spalování fosilních paliv jsou v zásadě dotována náklady – náklady na životní prostředí – na Zemi, ale nikdo za to neplatí. Za to ovšem také budeme platit, samozřejmě – v budoucnu za to zaplatíme. Jen se to prostě neplatí teď.” – Elon Musk (Vance, 2016).

#### **1.12.5 Smart Cities**

Účelem této studie je vyřešit kombinaci energetiky, dopravy a informační a komunikační technologie ve prospěch úspory uhlíku, využívání obnovitelných zdrojů a zefektivnění energetického využití. Tato iniciativa bude řešit poptávku a posílení modelů podnikání v energetice za účelem zvýšení účinnosti zdrojů a úsporám energie.

Příklady řešení:

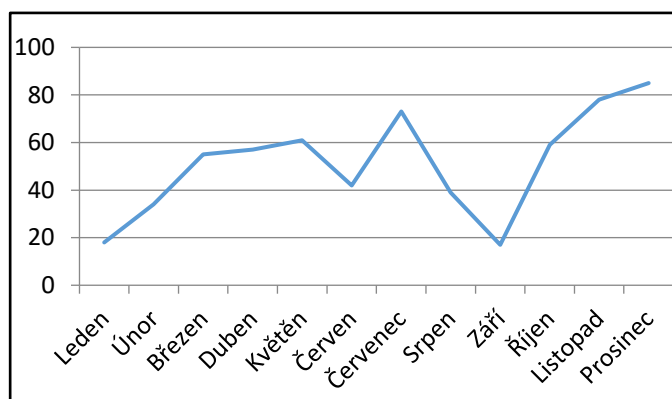
- Inteligentní řešení nabíjení elektromobilů a elektrorozvodných sítí řízených ICT technologiemi.

- Elektrická vozidla pro veřejnou dopravu.
- Vyrovnávání kolísavého průběhu energie v síti vhodným nastavením elektromobilů (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

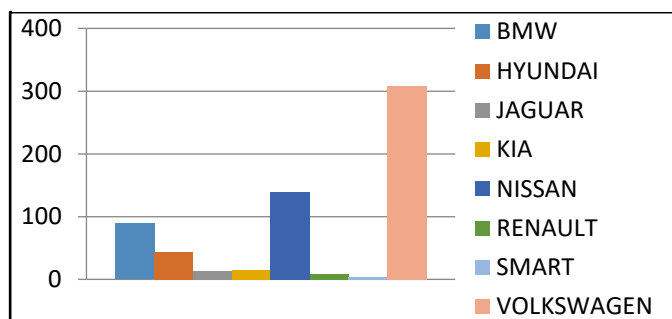
### 1.13 Hodnoty prodeje elektromobilů v ČR

#### 1.13.1 Počet prodaných elektromobilů v ČR za rok 2018

Graf ukazuje, jak probíhal prodej elektromobilů v roce 2018 v ČR. V průběhu roku se prodalo v České republice 618 elektromobilů (viz obrázek 13 [SDA-CIA, 2019]).



**Obrázek 13 – Počet prodaných elektromobilů 2018**



**Obrázek 14 – Počet prodaných elektromobilů dle značky**

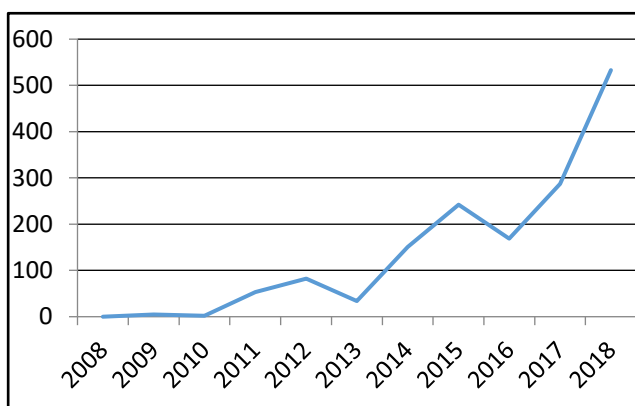
Německá automobilka vede v prodeji elektromobilů (viz obrázek 14 [SDA-CIA, 2019]).

U automobilky Nissan je patrné, že jejich včasné investice do tohoto segmentu mají svůj význam. V grafu naprosto chybí elektromobily společnosti Tesla. To by mohlo vypovídat o tom, že v ČR nebude takový zájem o velké luxusní automobily. Pokud by byl tento předpoklad pravdivý, bylo by to v souladu se smyslem elektromobility. Situace se možná změní díky první nově otevřené pobočce firmy

Tesla pro Českou republiku v Praze. Prodej elektromobilů zatím tvoří pouze 0,22 % z celkového prodeje automobilů (Sda-cia, 2018).

### 1.13.2 Počet prodaných elektromobilů od roku 2008 do roku 2018

V grafu je znázorněn růst prodeje elektromobilů, který započal v roce 2009, kdy bylo prodáno prvních 5 elektromobilů v ČR (viz obrázek 15 [SDA-CIA, 2019]). Křivka ukazuje rostoucí vývoj. Díky rozvoji infrastruktury a snaze eliminovat problémy spojené s elektromobilitou, lze předpokládat, že růst prodeje se bude i v dalších letech zvyšovat.



Obrázek 15 – Počet prodaných elektromobilů v ČR od roku 2008 do 2018

### 1.14 Postoj k elektromobilitě domácí značky ŠKODA

V současné době naše domácí automobilka vyvíjí elektrické automobily a připouští, že další vývoj automobilismu bude ve směru alternativních pohonů. Informace z vedení automobilky Škoda jsou každý měsíc zpřesňovány.

#### 1.14.1 Nové elektrické modely

Letos se objeví v nabízených autech značky čistě elektrický automobil Škoda Citigo. Škoda také v roce 2019 začne vyrábět komponenty do elektromobilů a prohlašuje, že opravdová revoluce přijde v roce 2020, kdy vyjede na trh koncept Vision E. Bude to plně elektrické SUV s pohonem všech kol a výkonem 225 kW. Tento model slibuje dojezd 500 km (Škoda auto, 2018).

#### 1.14.2 Vize do roku 2025

Do roku 2025 bude mít Škoda 6 elektromobilů v různých kategoriích a hodlá proinvestovat do vývoje elektromobilů 2 miliardy eur. Tento program je největší v historii značky (Škoda auto, 2018).

## 1.15 Sdílení elektromobilů

Tato služba je určena pro uživatele, kterým se nevyplatí vlastnit a provozovat elektromobil. Využití této služby může být také koncipováno tak, že na delší vzdálenost cestující použije hromadnou dopravu a při návštěvě většího města si vypůjčí elektromobil na pohyb v městském provozu.

V Praze byla tato služba spuštěna jako pilotní projekt v srpnu roku 2018. K půjčení elektromobilu je zapotřebí věk řidiče minimálně 21 let, řidičské oprávnění skupiny B a registrace v aplikaci, kterou uživatel má v chytrém telefonu. Sdíleno je 20 elektromobilů. Název elektromobilu je City Spirit. Jedná se o malé dvoumístné automobily s délkou 2,2 metru, tudíž do městského provozu a pro parkování ideální. Tyto automobily mohou parkovat v modrých a fialových zónách zdarma. Na jedno nabití najede City Spirit 120 km. Jakmile dispoziční energie baterie klesne pod úroveň, kdy automobil nemůže ujet více než 35 km, pracovníci pro automobil dojedou, nabijí, zkontrolují a opět nabídnou k zápůjčce. Při samotné zápůjčce musí být uživatel nejdříve zaregistrovaný a mít naskenovány potřebné doklady, poté vyhledá v aplikaci nejbližší volný vůz a ten si zarezervuje. Aplikace sama automobil odemkne a uživatel může jet. Platba je 4,- Kč za každou započatou minutu. S elektromobilem uživatel může jet kamkoliv, vrátit ho však musí na území Prahy 1,2, nebo 3. V případě, že se tento projekt ukáže jako úspěšný, měla by mít Praha 240 elektromobilů pro uspokojení další poptávky (Kaloč, 2018).

## 1.16 Názory odborníků (jaké faktory brání rozvoji elektromobility)

Otázka na odborníky: Co v současnosti považujete jako důvod nízkého rozšíření elektromobility?

- Jednou z překážek je neochota výrobců dovážet a prodávat elektromobily. Častými argumenty lidí jsou vysoká cena a krátký dojezd. Výrobci tvrdí, že zájem by byl, ale auta se dováží velmi málo a při objednání auta na budoucího majitele elektromobilu čeká ještě dlouhá čekací lhůta. (Martin Pavlík, majitel elektromobilu Peugeot iOn);
- Vysoká cena nových elektromobilů. Řešením by bylo snížení nároků nebo koupě ojetého elektromobilu. (Vít Ožana, majitel elektromobilu Stromos);
- Největším problémem je pohodlnost řidičů a neochota se vzdát velké infrastruktury čerpacích stanic, rychlého tankování a bezmyšlenkovitého

používání topení a klimatizace. (Dalibor Kondrát, majitel elektromobilu Peugeot iOn);

- Pro lidi, kteří potřebují dojezd na nádrž 1 000 km a doplnit nádrž za 5 minut, elektromobil zatím není. Nabízí se otázka, kdo opravdu potřebuje ujet bez zastávky 1 000 km. Další otázkou je, zda lidé nejsou ochotni u nabíjení elektromobilu strávit pár minut navíc, během které si třeba vyřídí emaily nebo dají oběd. (Ondřej Hunčovský, majitel Tesly Model S, provozovatel portálu Teslička.cz);
- Překážkou je neinformovanost lidí o tom, co elektromobily umějí a neochota lidí přijmout skutečnost, že taková alternativa se dá už používat. Další věcí je nízká podpora státu, regionů i samotných měst. Města by se měla starat o to, aby se obyvatelům lépe dýchalo. (Jan Horčík, šéfredaktor magazínu Hybrid.cz);
- Názory potenciálních uživatelů elektromobilů znějí, jako kdyby každý týden jezdili na Gibraltar. Je to obecný strach z nové technologie, který má opodstatnění v absenci praktických zkušeností. Každý uživatel automobilu na spalovací pohon jezdí na krátkodobý ekologický úvěr, který je úročen stejně nevýhodně jako krátkodobé půjčky. Absorbovat ekologické škody, které jsou uzpůsobeny spálením 1 litru benzínu (cca 2 kg CO<sub>2</sub>) bude v budoucnu stát přibližně 45,- Kč. Za zmínku stojí také další karcinogenní látky, jejichž následky jsou těžko vratné. (Lukáš Hataš, místopředseda Asociace pro elektromobilitu);
- V současnosti měla všechna ministerstva dle programu na rozvoj elektromobility nakupovat pouze vozy na alternativní paliva. Toto nařízení není dodržováno. Vláda jedná takovým způsobem, kdy potom těžko můžeme něco chtít po městech a obcích. (Ing. Radovan Burkovič, majitel Peugeotu iOn), (Hamalčíková, 2017).

## 2 Metodika

Pro splnění cíle BP a ověření faktorů, působících pozitivně nebo negativně na rozvoj elektromobility v ČR, bylo nutné prakticky vyzkoušet provozování elektromobilu a porovnat některé důležité provozní hodnoty s automobilem, který je poháněn spalovacím motorem. Důležité faktory mají vazbu na technické parametry elektromobilu, takže bylo nutné postupovat v souladu s níže uvedenými body.

1. Představení elektromobilu, technických údajů.
2. Popis použitých materiálů na výrobu.
3. Posouzení vzhledu.
4. Popis podmínek výzkumu.
5. Výzkum jednotlivých aspektů.
6. Zhodnocení.
7. Projevené klady a zápory.
8. Potvrzení/vyvrácení negativních předsudků o elektromobilech.

### 2.1 Zapůjčení elektromobilu

Pro praktickou část byl zapůjčen elektromobil BMW i3S. Tento elektromobil je mírně odlišný od běžných automobilů poháněných elektrickou energií.

### 2.2 Představení BMW a elektromobilita

Koncept „BMW i“ byl založen v roce 2009, v tu dobu zahrnoval pouze plug-in hybridní vozidla. První automobil čistě na elektřinu byl vyvinut v roce 2013.

BMW uvedlo, že dříve než v roce 2020 nezačne s masovou výrobou elektromobilů, jelikož současná technologie není dostatečně zisková. Do roku 2025 chce BMW představit 12 čistě elektrických automobilů. V roce 2019 také začne ve svém závodě vyrábět plně elektrické mini. (Vobořil, 2018).

### 2.3 BMW i3S

BMW i3 je známé výbornými jízdními vlastnostmi, udržitelným rozvojem, inovativním designem a inteligentními prvky. Tyto aspekty zapříčinily, že se stalo nejprodávanějším elektromobilem v segmentu prémiových kompaktních vozů. BMW i3 se později inovovalo na BMW i3S (testovaný model). Ten nabízí vyšší výkon motoru, více vyladěný podvozek a lepší dynamické parametry. Německá automobilka nemyslí jen na samotné užívání elektromobilu. Je průkopníkem

recyklace elektromobilů. Firma myslí na co nejekologičtější používání surových materiálů, jejich zpracování až po následnou recyklaci.

### **2.3.1 Výroba a použité materiály**

#### **Interiér**

Více než z 80 % jsou v interiéru použity recyklované materiály nebo materiály z obnovitelných zdrojů. Každý materiál má své opodstatněné použití.

Pro výrobu interiéru BMW i3S jsou použity:

- Recyklované plasty
- Vlákna bombajského konopí  
Nahrazují plastové materiály z ropy a jejich nespornou výhodou je o 30 % nižší hmotnost.
- Čistá vlna  
Vlna použitá na výrobu sedaček je prodyšná a reguluje teplotu mezi sedačkami a tělem cestujícího. Sedadlo tak i v horkých dnech zůstává na dotek chladné.
- Eukalyptové dřevo  
Eukalyptové dřevo je použito na lišty palubní desky. Kromě toho, že je to velice zajímavý designový prvek, toto dřevo pochází z lesního hospodářství FCS, což zajišťuje trvalou udržitelnost.
- Činěná kůže z olivových listů  
Kůže použitá na sedadla je vyčiněná přírodní tříslovinou z olivových listů. Proces činění je šetrný k přírodě a kůži zachovává její přirozený lesk a schopnost regulovat teplotu. Olivové listy jsou vedlejším produktem olivových plantáží.

#### **Konstrukční díly**

BMW i3 používá díly z uhlíkových kompozitů, které je možné opětovně používat v sériové výrobě. Uhlíková vlákna jsou 100 % vyrobená z energie získávané z vodních elektráren. Elektrická energie potřebná pro kompletaci celého automobilu v německém Lipsku je získávána 100 % z větrných elektráren. V porovnání s ostatními modely BMW je energie potřebná pro jeho výrobu poloviční. Díky použitým materiálům je celý automobil z 95% recyklovatelný (BMW, 2018).

### **2.3.2 Technické parametry BMW i3S**

- Maximální výkon elektromotoru: 75 kW
- Točivý moment: 250 Nm



- Nejvyšší rychlost: 150 km/h
- Zrychlení 0–100 km/h: 7,3 s
- Kombinovaná spotřeba: 12,6 kWh/100 km
- Jízdní dosah: 200 km
- Doba nabíjení běžná zásuvka: 9,5 h
- Doba nabíjení AC – rychlonabíjení (wallbox): 2,75 h
- Doba nabíjení DC – rychlonabíjení: 39 min
- Dispoziční energie baterie: 33,2 kWh
- Hmotnost automobilu: 1 320 kg
- Cena: 989 300,- Kč

Tyto informace udává výrobce. Reálný dojezd a spotřeba je uvedena ve výsledcích měření, které jsou součástí této BP.

## **2.4 Sběr dat pro hodnocení BMW i3S**

Test automobilu proběhl v listopadu roku 2018 za zimních podmínek. Na vozovkách byla cca 10 cm vrstva sněhu. Meteorologické podmínky: teplota vzduchu 0 °C, vítr JZ, rychlost 3-3,6 m.s<sup>-1</sup>. Tyto podmínky byly stěžejní hlavně pro baterie.

### **2.4.1 Postup při ověření jízdních vlastností**

Při nastoupení do vozu probíhá nastartování a zvolení jízdního režimu. Režimy jsou čtyři: sport, komfort, eco a eco pro+. Testované režimy byly eco pro+ vs. sport.

Při prvních pocitech uchvátí uživatele tichý provoz. Absence hluku motoru přidává na komfortu jízdy. Po zvolení režimu eco pro+ by se dalo očekávat, že auto nebude pružné a bude upřednostňovat nízkou spotřebu. Nic tak výrazného se nekonalo. Auto bylo svižné a jediné citelné omezení bylo omezení na 90 km/h. Tato rychlost ale také může být překročena například při předjíždění a při úplném prošlápnutí pedálu auto jede i přes tento limit. V režimu eco pro+ je hlavní omezení v komfortních systémech, které jsou utlumeny, a tím se zvyšuje dojezd. Jízda s tempomatem je z pohledu řidiče komfortní, ale úsporná není. Při tomto režimu automobil pořád jede na první úroveň odebírání energie a ani při sjíždění z kopců se nekoná rekuperace. Při jízdě v režimu eco pro+ auto silně rekuperuje po povolení pedálu. Díky této vlastnosti na trase dlouhé 68 km nebylo nutné používat klasickou brzdu.

Při testování režimu sport byla patrná větší akcelerace a slabší rekuperace. Po sešlápnutí akcelérátoru nastává extrémní zrychlení. K tomu tvrdý podvozek umožňuje svižnou sportovní jízdu.

Na zasněžených okresních silnicích se projevila velká nevýhoda tohoto automobilu, a to jsou úzké pneumatiky. Ty mají rozměr 155/70 R19 (viz obrázek 16 [Redakce vybermiauto.cz, 2018]). Důvodem je co nejnižší valivý odpor, ale na zasněžené silnici musí řidič jet opravdu velmi opatrně. Při prudkém stoupání, společně se zadním náhonem a úzkými pneumatikami, se mohou stát pro tento automobil velkou překážkou. Při zatížení automobilu posádkou by se mohla stát až nepřekonatelnou.



**Obrázek 16 – Pneumatika vozu**

#### 2.4.2 Posouzení vzhledu

Na první pohled je BMW velmi futuristické a propracované. Zvenku působí jako malé městské autíčko, po nastoupení překvapí prostorností uvnitř. Vzdušnost celému interiéru dodává také absence středového panelu. Vnitřek působí luxusně a líbivý je o to víc, když použité materiály nejsou vybírány jen z hlediska designu. Zavazadlový prostor má objem 260 l, což není mnoho, ale pro běžné používání dostačující. Navíc velkou výhodou je přední úložný prostor, kam lze umístit kabely a nabíječky.

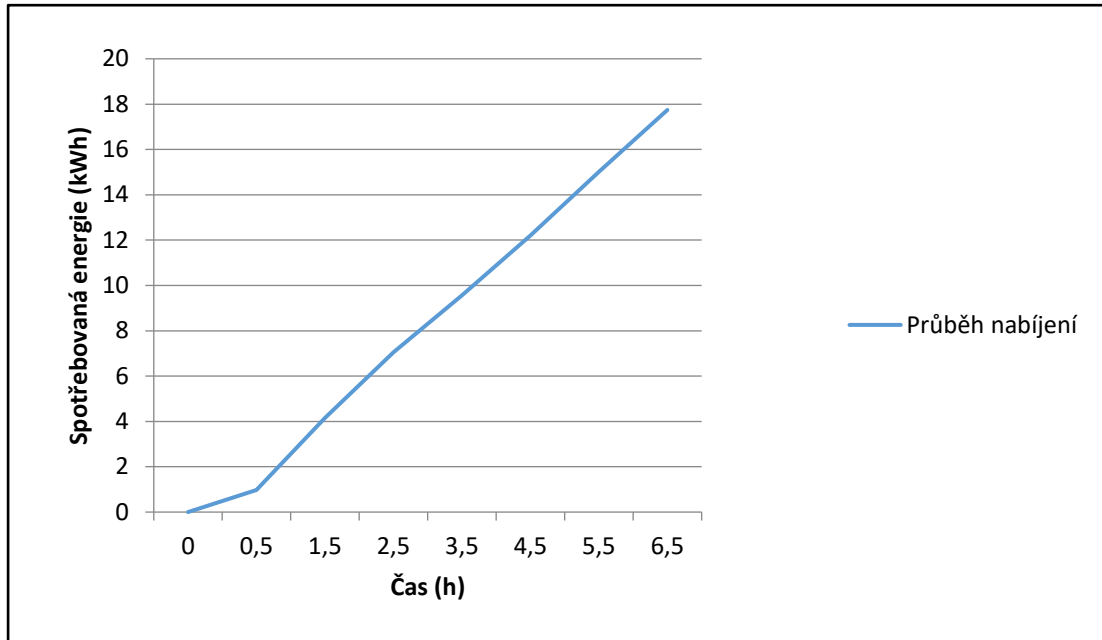
Zadní dveře se otevírají proti sobě a chybí B-sloupek (viz obrázek 17 [Bednář, 2018]). Musí se nejdřív otevřít přední dveře a poté zadní. Toto řešení má jednu velkou výhodu, a to pohodlný přístup na zadní sedačky. Nevýhodou je, že když chce vystoupit pouze člověk sedící vzadu, musí se otevírat oboje dveře. Další nevýhodou je otevírání dveří v menších prostorech a také zadní okénka. Ta nejdou otevírat vůbec.



Obrázek 17 – Otevírání dveří

### 2.4.3 Průběh nabíjení

Nabíjení probíhalo v domácích podmínkách z běžné zásuvky a zkoumanými hodnotami byla doba nabíjení při zvýšení dojezdu o 100 km (viz obrázek 18). Tento způsob nabíjení je ten nejpomalejší, ale pro běžného uživatele, který má přes noc možnost nabíjet, je dostačující.



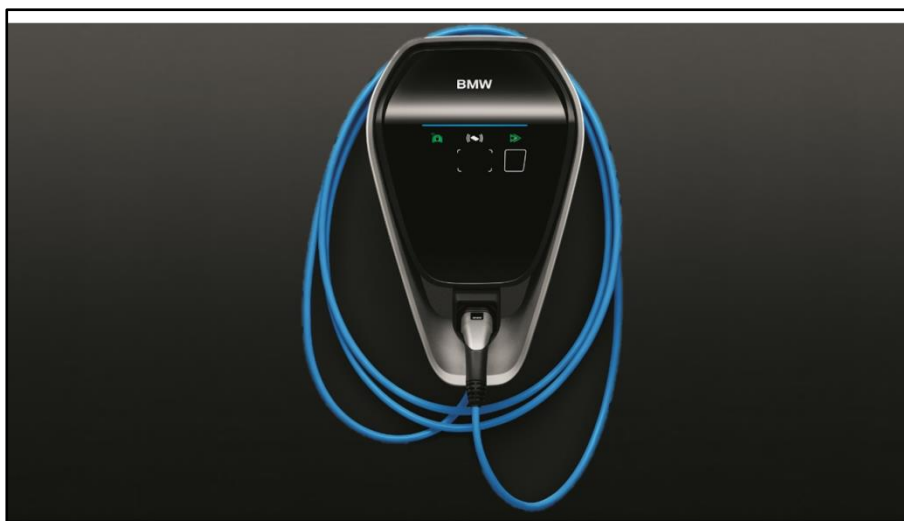
Obrázek 18 – Průběh nabíjení

V grafu lze sledovat, že začátek nabíjení byl pozvolný a poté lineárně stoupal, jelikož baterie se v zimních podmínkách musela nejprve zahřát.

Nabíječka za dobu nabíjení 6,5 h pro zvýšení dojezdu o 100 km odebrala ze sítě 17,743 kWh. To znamená, že při průměrné sazbě 4,- Kč/kWh je to 71.972,- Kč. Při výpočtu běžného nočního nabíjení a započtení sazby nočního tarifu 1.389,- Kč byla cena nabíjení 24.645,- Kč.

Nabíjení do plné kapacity trvalo 12 hodin. Předpokládaný dojezd byl 180 km při ekonomickém režimu a baterie odebrala ze sítě 36,435 kWh. Čas nabíjení byl delší než udávaný výrobcem, za to pravděpodobně mohou mrazivé teploty nebo slabá síť.

Maximální nabíjecí proud byl 2,85kW. Domácí Wallbox (viz obrázek 19 [BMWgroup, 2018]). dokáže nabíjet BMW i3S proudem 11 kW. Rychlonabíječka se stejnosměrným proudem dokáže nabíjet výkonem až 50 kW.



**Obrázek 19 – Wallbox**

#### **2.4.4 Stanovení spotřeby energie**

Výrobce udává spotřebu 12,6 kWh/100 km, které se v testu nepodařilo docílit ani při neekonomičtějších způsobu jízdy. Průměrná spotřeba byla 17,7 kWh/100 km.

#### **2.4.5 Stanovení cenové náročnosti trasy s porovnáním se spalovacím automobilem**

##### a) Elektromobil

Test probíhal na trase dlouhé 68 km.

- Hodnoty před jízdou
  - Stav baterie: 55 %
  - Předpokládaný dojezd: 100 km
  - Režim: Eco pro+
  - Topení: Vypnuto
- Hodnoty po jízdě
  - Stav baterie: 16 %
  - Předpokládaný dojezd: 30 km
  - Průměrná spotřeba: 17,6 kWh/100 km
- Spotřebovaná energie
  - Úbytek dispoziční energie baterie: 39 %
  - Snížení dojezdu: 70 km
  - Délka trasy: 68 km

Předpokládaný dojezd se snížil o 2 km více, než elektromobil reálně ujel. Celková spotřeba energie byla 12,9 kWh. Z toho vyplývá, že při průměrných cenách elektřiny jsou náklady na elektrickou energii na této trase 51,60,- Kč.

#### b) Spalovací automobil

Testovaným automobilem byla Škoda Fabia 3 1.0 TSI 81 kW, který je výkonem srovnatelný s BMW i3S. Jízda byla co nejúspornější. Průměrná cena benzínu činila 32,- Kč. Cena pohonných hmot spotřebovaných na této trase se rovnala částce 131,20,- Kč.

- Průměrná spotřeba: 6 l/100 km
- Spotřeba na trase: 4,1 l
- Topení: Vypnuto
- Průměrná cena phm: 32,- Kč
- Celková částka phm: 131,20,- Kč

#### c) Porovnání spotřeby na 1 km

- BMW i3S: 0,75,- Kč/km
- ŠKODA Fabia 3: 1,93,- Kč/km

V potaz je nutné brát, že nejsou započítány náklady na servis, které by spalovací automobil ještě značně znevýhodnily. Naopak cena kilometru u elektromobilu je počítána z průměrné hodnoty ceny proudu. Majitel elektromobilu by si ale nabíjí baterie v noci a cena za 1 km by byla 0,26,- Kč/km.

### 2.4.6 Test vlivu zatížení na spotřebu

#### a) Jízda bez zatížení

První jízda proběhla bez posádky. Trasa byla zvolena v okolí obce Nová Včelnice. Charakter trasy: kopcovitý terén.

##### ➤ Hodnoty před jízdou

- Stav baterie: 59 %
- Předpokládaný dojezd: 177 km
- Režim: Eco pro+
- Topení: Vypnuto

##### ➤ Hodnoty po jízdě

- Stav baterie: 54 %
- Předpokládaný dojezd: 104 km
- Průměrná spotřeba: 17,7 kWh/100 km

- Spotřebovaná energie
  - Úbytek dispoziční energie baterie: 5 %
  - Snížení dojezdu: 13 km
  - Délka trasy: 9 km

b) Jízda se zátěží

Druhá jízda byla s plně naloženou posádkou, kterou BMW dovoluje. Zátěž nyní činila o 250 kg více.

- Hodnoty před jízdou
  - Stav baterie: 54 %
  - Předpokládaný dojezd: 103 km
  - Režim: Eco pro+
  - Topení: Vypnuto
- Hodnoty po jízdě
  - Stav baterie: 48 %
  - Předpokládaný dojezd: 90 km
  - Průměrná spotřeba: 17,7 kWh/100 km
- Spotřebovaná energie
  - Úbytek dispoziční energie baterie: 6 %
  - Snížení dojezdu: 13 km
  - Délka trasy: 9 km

Na tomto testu je vidět, že při krátké kopcovité trase na palubním počítači klesne stav dojezdu o více kilometrů, než automobil skutečně ujel. Také se zde neprokázal vliv zvýšení hmotnosti na průměrnou spotřebu.

#### **2.4.7 Test vlivu jízdního stylu a režimu na spotřebu automobilu**

Tento test probíhal na trase dlouhé 68 km. Při první jízdě byl zvolen režim Eco pro+ s úsporným stylem jízdy a vypnutým topením. Druhá jízda byl pravý opak, režim byl sportovní, styl jízdy taktéž a byly využívány všechny komfortní režimy automobilu včetně topení nastaveného na 24 °C.

#### **Jízda ECO**

- a) Hodnoty před jízdou
  - Stav baterie: 55 %
  - Předpokládaný dojezd: 100 km
  - Režim: Eco pro+

- Topení: Vypnuto
- b) Hodnoty po jízdě
  - Stav baterie: 16 %
  - Předpokládaný dojezd: 30 km
  - Průměrná spotřeba: 17,6 kWh/100 km
- c) Spotřebovaná energie
  - Úbytek dispoziční energie baterie: 39 %
  - Snížení dojezdu: 70 km
  - Délka trasy: 68 km

### **Jízda SPORT**

- a) Hodnoty před jízdou
  - Stav baterie: 53 %
  - Předpokládaný dojezd: 103 km
  - Režim: Sport
  - Topení: Zapnuto
- b) Hodnoty po jízdě
  - Stav baterie: 8 %
  - Předpokládaný dojezd: 13 km
  - Průměrná spotřeba: 17,7 kWh/100 km
- c) Spotřebovaná energie
  - Úbytek dispoziční energie baterie: 45 %
  - Snížení dojezdu: 90 km
  - Délka trasy: 68 km

Na tomto výzkumu je zřejmé, že styl jízdy, jízdni režim a komfortní systémy mají velký vliv na spotřebu. Při druhé, sportovní jízdě bylo snížení dojezdu o 20 km více než u první jízdy. Energie z baterie ubyla o 6 % více.

### **2.4.8 Shrnutí testů**

BMW i3S je automobil určený především do města. Veškeré rozjezdy, couvání, parkování, popojíždění v kolonách se dají s BMW zvládat jednoduše a komfortně a díky asistentům i s nižšími zkušenostmi řidiče. Automobil je ale poměrně prostorný, a proto by mohl být používán i mimo městský provoz. Testování ukázalo, že nižší provozní náklady elektromobilu jsou oproti spalovacímu automobilu významné. Dále se potvrdilo, že nízká teplota má vliv na horší fungování baterií. Ukázalo se, že hmotnost posádky nijak zvlášť neovlivnila



spotřebu. Oproti tomu jízdní styl a provoz komfortních systémů nejvíce ovlivní jízdní dosah elektromobilu.

Při měření spotřeby se ukázalo, že i přes to, že před každou jízdou byla spotřeba vynulována a každá jízda byla odlišná jízdním režimem a zatížením automobilu, tak se pokaždé na palubním počítači ukázala přibližně stejná průměrná spotřeba. Je na místě důvodné podezření z nesprávnosti měření palubního počítače BMW.

Výzkum potvrdil nízkou cenu provozu, dlouhou dobu nabíjení z domácí sítě (ovlivněnou zimními podmínkami), dále také komfortní a jednoduché ovládaní. V době zápůjčky se také potvrdila nízká nabíjecí infrastruktura, jelikož rychlonabíjení v Českých Budějovicích v tu dobu nebylo možné. V poměrně krátké době od zápůjčky situace zaznamenala malý posun a tím bylo zprovoznění rychlonabíjecí stanice od firmy E.ON u nákupního centra Globus (viz obrázek 20).



**Obrázek 20 – Dobíjecí stanice České Budějovice**

#### **2.4.9 Klady a zápory BMW i3S**

- + Recyklovatelné materiály
- + Prostorný interiér
- + Jízdní dynamika
- + Nestárnoucí design
- + Jízdní režimy
- + Možnost ovládaní jedním pedálem
- + Palubní počítač
- + Jednoduché ovládaní
  
- Pravděpodobně klamavé měření spotřeby
- V určitých situacích nepraktické zadní dveře
- Nemožnost stahování zadních oken
- Úzké pneumatiky
- Vysoká cena

## Závěr a diskuse

Prodej elektromobilů započal v ČR v roce 2009. V té době bylo na elektromobily pohlíženo jako na zajímavou alternativu, ale málokdo si v tu dobu dokázal představit, že by elektromobil někdy plně nahradil spalovací automobil a automobilky by investovaly miliardy eur do vývoje.

Pravděpodobně budeme v nejbližší době svědky revoluce automobilového průmyslu. Zda bude vliv na životní prostředí dostatečně efektivní, jaký bude dopad na průmysl a pracovní trh, to nelze v současné době jednoznačně stanovit.

Legislativní omezení vynucují rozvoj elektromobilů, ale především by se mělo změnit myšlení lidí. Svůj vliv na povědomí veřejnosti má medializace, kdy většina novinářů kritizuje elektromobilitu a publikují převážně negativní vlastnosti. Podporovatelů elektromobility je málo a většinou dělají osvětu zdarma a ve svém volném čase.

Jeden z důvodů, proč se elektromobilita rozvíjí, je negativní působení konvenčních automobilů na životní prostředí a zdraví lidí. Emise mají dopad na činnost dýchacích orgánů, na stav některých vnitřních orgánů a také na globální oteplování.

V práci je rozebrána problematika původu elektrické energie v České republice, která je pátým největším vývozcem elektřiny na světě. V současné době největším sektorem zdrojů jsou hnědouhelné elektrárny a jaderné elektrárny. Podíl obnovitelných zdrojů na energetickém mixu je asi 15 %. Do roku 2030 by se tato hodnota měla zvýšit na 32 %. Mezinárodní agentura IRENA dle výzkumu tvrdí, že náklady k výrobě elektřiny z obnovitelných zdrojů stále klesají a tyto zdroje se stávají konkurenceschopnější.

Práce je zaměřena také na nabíjení baterií, druhy domácích nabíječek, veřejných nabíjecích stanic, zajímavé alternativy a pilotní projekty. Toto odvětví prochází velkým vývojem a již v současné době nabízí nepřehledné množství možností.

Ve světě jsou v oblasti elektromobility některé země daleko před stavem v ČR. Na nejvyšší úrovni je v této oblasti Norsko a také Francie či USA. U každého státu jsou rozebrány konkrétní body podpory rozvoje. Nakonec je v této kapitole uveden stav elektromobility v České republice.

Dále jsou v práci popsány pozitivní a negativní faktory, které ovlivňují růst elektromobility a jaká fakta jsou opodstatněná a která jsou pouze šířena neinformovanými lidmi.

Jakým způsobem se bude situace vyvíjet je uvedeno v další kapitole, která se zaměřuje na prognózu vývoje do roku 2025. Vychází zejména z Národního plánu čisté mobility.

Další část se zaměřuje na počty prodaných elektromobilů dle statistik SDA-CIA, kde jsou konstatovány růsty prodeje, jednotlivé značky, které se prodávají a graf, jak prodej narůstá v jednotlivých letech.

Závěrečná část práce se věnuje konkrétnímu elektromobilu BMW i3S z důvodu, že tento automobil byl prodejcem, jako jediný v Českých Budějovicích, zapůjčen pro účel krátkodobého testu. Nejdříve je představena firma BMW, následně konkrétní automobil i3S. Sběr dat formou uživatelského testu byl zaměřen na nabíjení, porovnání spotřeby a finanční náročnosti provozu se spalovacím automobilem, vliv zatížení automobilu na spotřebu, vliv jízdního stylu a užívání komfortních systémů na dojezd. Testování proběhlo poměrně úspěšně ve prospěch elektromobilu, potvrdila se nízká cena provozu, komfortní jízda a skvělé jízdní vlastnosti především ve městě. Bohužel byla doba zápůjčky krátká, a tak nebyla možnost vyzkoušet dlouhodobější každodenní používání elektromobilu, zejména zda dokáže plně nahradit konvenční automobil.

## Seznam použité literatury

Ashlee, V. (2016): *ElonMusk*. Praha: Slovart, 416 s. ISBN: 978-80-87270-73-8

Bajerová, J. (2017). *Nabíjení elektromobilů z pouličních lamp: Brzy si ho vyzkoušejí v Londýně* [online] [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/nabijeni-elektromobilu-z-poulicnich-lamp-v-londyne>

BMW Česká republika (2018). *Žádné kompromisy. Vše pro maximální radost jízdy s nulovými emisemi*. [online] [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.bmw.cz/cs/all-models/bmw-i/i3/2017/trvala-udrzitelnost.html>

Cesah. *Nomad jako správce energie pro váš domov* [online] [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: [http://www.cesah.com/Nomadic\\_Power.469.0.html](http://www.cesah.com/Nomadic_Power.469.0.html)

Červinková, J. (2018). *Irena: Náklady na elektřinu z OZE stabilně klesají, trend bude pokračovat*. [online] [cit. 2018-20-12]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/irena-naklady-vyrobu-elektriny-obnovitelnych-zdroju-klesaji/>

ČEZ Historie a současnost Elektrárny Temelín. [online] [cit. 2018-10-15]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>

Dvořák, F. (2016) *Nákupem auta placení teprve začíná. Spočítejte si, na co máte* [online] [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/autoservis/tco-naklady-na-provoz.A161101\\_055935\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/autoservis/tco-naklady-na-provoz.A161101_055935_automoto_fdv)

EVMAPA (2019). *Evmmap je nejjednodušší způsob interakce s nabíjecími stanicemi*. [online] [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.evmapa.cz/>

Hamalčíková, K. (2014). *Výroba elektřiny v ČR: Nejvíc energie stále získáváme z uhelných elektráren* [online] [cit. 2018-26-09]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/vyroba-elektriny-v-cr-nejvic-energie-stale-ziskavame-z-uhelnych-elektraren>

Hamalčíková, K. (2017). *Elektromobily v ČR: Co nejvíce brání jejich většímu rozšíření na našich silnicích?* [online] [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/elektromobily-serial-4-dil-elektromobilita-a-jeji-prekazky>

Hamalčíková, K. (2018). *Cena elektřiny za kWh v roce 2018 poskočila na 4,1 Kč. Proč koukat i na jiné částky?* [online] [cit. 2019-01-17]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/cena-elektřiny-za-kwh-2018-cez-eon-pre-a-jini-dodavatele-elektřiny>

Horčík, J. (2015). *Británie otestuje silnice bezdrátově nabíjející auta* [online] [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/britanie-otestuje-silnice-bezdratove-nabijejici-auta>

Horčík, J. (2016). *Cena elektromobilů na českém trhu - kompletní přehled!* [online] [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/cena-elektromobilu-na-ceskem-trhu-kompletni-prehled>

Horčík, J. (2017). *Servisní náklady elektromobilů: srovnání Nissan Leaf a Hyundai Ioniq.* [online] [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/servisni-naklady-elektromobilu-srovnani-nissan-leaf-hyundai-ioniq>

Kaloč, J. (2018). *V Praze bylo spuštěno sdílení elektromobilů. Nová služba by mohla zlepšit rychlost pohybu po centru* [online] [cit. 2018-11-12]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/v-praze-bylo-zpusteno-sdileni-elektromobilu-nova-sluzba-by-m/r~3db981aa919311e88a270cc47ab5f122/?redirected=1550578723>

Korčák, P. (1991). *Trvale udržitelný rozvoj* [online] [cit. 2018-19-10]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=trvale\\_udrzitelny\\_rozvoj&site=spotreba](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=trvale_udrzitelny_rozvoj&site=spotreba)

Kovanda, L. (2018). *Ceny ropy se řítí vzhůru.* [online] [cit. 2019-01-25]. Dostupné z: <https://www.fxstreet.cz/zpravodajstvi-99056.html>

Marušinec, J. *Proč je elektromobil lepší než spalovací vozidlo?* [online] [cit. 2018-09-12]. Dostupné z: <https://www.asep.cz/proc>

Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *Národní akční plán čisté mobility*. [pdf]  
Ministerstvo průmyslu a obchodu. Praha. [cit. 2019-10-08]. Dostupné z:  
<https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/narodni-akcni-plan-ciste-mobility--167456/>

Míka, P. (2017) *Elektromobilita jako budoucnost dopravy. Proč ji vůbec potřebujeme?* [online] [cit. 2019-02-23]. Dostupné z:  
<https://www.ecofuture.cz/clanek/elektromobilita-jako-budoucnost-dopravy-proc-ji-vubec-potrebuujeme>

Novotný, P. (2017). *Žádné daně nebo mýtné. Podpora elektromobility u nás a ve světě* [online] [cit. 2018-11-02]. Dostupné z:  
<http://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/146/zadne-dane-nebo-mytne-podpora-elektromobility-u-nas-a-ve-svete/>

Paleček, R. (2018). Smysl elektromobility ve městech. *Komunální technika*, 7:48-52. ISSN: 1802-2391

Palíšek, E. (2018). Efektivní využití „zelené energie“ s bateriovými systémy. *Visions*, 1:44-45. ISSN 1804-364X

Paráčková, M. (2018). Globální oteplování. *Studenta work&lifemag*, 60:22-23.

PressKit (2017). *Nové BMW i3, nové BMW i3s*. [online] [cit. 2019-02-10]. Dostupné z:  
<https://www.press.bmwgroup.com/czech/article/detail/T0273915CS/nov%C3%A9-bmw-i3-nov%C3%A9-bmw-i3s>

Přednáška E.ON, Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích (2018)

Rauscher, J. (2005). *Spalovací motory*. [pdf] Učební texty vysokých škol. Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z:  
<http://www.iae.fme.vutbr.cz/userfiles/ramik/files/Spalovaci%20motory%202005.pdf>

Redakce Hybrid.cz (2018). *Stát podpoří nákup elektromobilů pro firmy, chystá se největší dotační výzva* [online] [cit. 2019-01-27]. Dostupné z:

<http://www.hybrid.cz/nejvetsi-dotacni-vyzva-na-podporu-elektromobility-je-zadvermi>

Redakce Pro - energy (2018) *Zásobování České republiky ropou* [online] [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <http://www.pro-energy.cz/clanky2/4.pdf>

Soukup, P. (2011). *Test smart ED: Jak se řídí elektromobil?* [online] [cit. 2019-02-01]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/test-smart-ed-jak-se-ridi>

Svatoš, P., Pultzner, M. (2017). *Bezplatné nabíjení na Tesla Superchargeru. Jak se to s ním vlastně aktuálně má?* [online] [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/nabijeni-na-tesla-superchargeru-jak-to-vlastne-aktualne-je-987>

Škoda auto a.s. (2019). *Elektrická budoucnost značky Škoda* [online] [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/elektricka-budoucnost-znacky-skoda/>

Šurkala, M. (2018). *BMW uvádí podložku pro bezdrátové nabíjení plug-in hybridů* [online] [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <https://www.svetmobilne.cz/bmw-uvadi-podlozku-pro-bezdratove-nabijeni-plug-in-hybridu/6435>

Thoř, M. (2018). *Kurýři startupu Dodo budou po Praze vozit nabíjecí stanice pro elektromobily* [online] [cit. 2018-11-19]. Dostupné z: <https://www.fyi.cz/kuryri-startupu-dodo-budou-po-praze-vozit-nabijeci-stance-pro-elektromobily/>

Trnavský, J. (2018). Využití elektrické energie pro pohon osobních automobilů - 2. *Energie 21*, 3:36-37. ISSN 1212-1673

Vobořil, D. (2018). *BMW: Německé automobilky investovaly do elektromobility více než ostatní velcí konkurenti dohromady* [online] [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektromobilita/nemecke-automobilky-investovaly-elektromobility-vice-nez-ostatni-velci-konkurenti-dohromady/>

Vobořil, D. (2018). *BMW: Současná generace našich elektromobilů není pro masovou výrobu dostatečně zisková* [online] [cit. 2019-02-17]. Dostupné z:





Evmapa (2019). *Evmapa je nejjednodušší způsob interakce s nabíjecími stanicemi* [online] [cit. 2018-12-12] Dostupné z: <https://www.evmapa.cz/>

HighwaysEngland (2015). *Vyhrazený pruh pro bezdrátové nabíjení elektromobilů a plug-in hybridů pomocí indukce.* [online] [cit. 2018-12-9] Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/britanie-otestuje-silnice-bezdratove-nabijejici-auta>

Ministerstvo průmyslu a obchodu (2015). *Rozbor pohonů vůči velikosti automobilu* [online] [cit. 2019-01-07] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/automobilovy-prumysl/narodni-akcni-plan-ciste-mobility--167456/>

Redakce vybermiauto.cz (2018). *Test modernizovaného BMW i3* [online] [cit. 2019-12-08] Dostupné z: <https://vybermiauto.cz/recenze/test-bmw-i3/motorizace>

SDA-CIA (2019). *Počet nově registrovaných automobilů dle paliva* [online] [cit. 2019-01-09] Dostupné z: <https://www.sda-cia.cz/repository-volnedostupna?lang=CZ&y=2018&m=11>

SDA-CIA (2019). *Počet prodaných elektromobilů dle značky rok 2018* [online] [cit. 2019-01-15] Dostupné z: <https://www.sda-cia.cz/repository-volnedostupna?lang=CZ&y=2018&m=11>

SDA-CIA (2019). *Počet prodaných elektromobilů v letech 2008 - 2018* [online] [cit. 2019-01-16] Dostupné z: <https://www.sda-cia.cz/repository-volnedostupna?lang=CZ&y=2018&m=11>

Štrobl, P. (2017). *Bude takto vypadat nový elektromobil Nissan Leaf?* [online] [cit. 2018-12-07] Dostupné z: <https://cdr.cz/clanek/bude-takto-vypadat-novy-elektromobil-nissan-leaf>

Trnavský, J. (2019). *Zatím největší bateriové úložiště v Česku* [online] [cit. 2019-01-10] Dostupné z: <https://energie21.cz/nejvetsi-bateriove-uloziste-v-cesku/>

Ubitricity (2015). *Nabíjení elektromobilů z pouličních lamp: Brzy si ho vyzkoušejí v Londýně.* [online] [cit. 2018-12-19] Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/nabijeni-elektromobilu-z-poulicnich-lamp-v-londyne>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Emise skleníkových plynů.....	14
Obrázek 2 – Emise za životnost elektromobilu .....	15
Obrázek 3 – Způsoby výroby elektřiny.....	17
Obrázek 4 – Kabel na domácí nabíjení .....	18
Obrázek 5 – Nabíjecí pruh pro elektromobily.....	20
Obrázek 6 – Vozík Nomad.....	21
Obrázek 7 – Nabíjení z pouličních lamp.....	22
Obrázek 8 – Počet elektromobilů ve světě.....	23
Obrázek 9 – Nissan Leaf .....	25
Obrázek 10 – Infrastruktura dobíjecích stanic ČR.....	28
Obrázek 11 – Zásobárna energie Mydlovary .....	30
Obrázek 12 – Rozbor pohonů vůči velikosti automobilu.....	32
Obrázek 13 – Počet prodaných elektromobilů 2018 .....	35
Obrázek 14 – Počet prodaných elektromobilů dle značky.....	35
Obrázek 15 – Počet prodaných elektromobilů v ČR od roku 2008 do 2018 .....	36
Obrázek 16 – Pneumatika vozu.....	42
Obrázek 17 – Otevírání dveří .....	43
Obrázek 18 – Průběh nabíjení .....	44
Obrázek 19 – Wallbox .....	45
Obrázek 20 – Dobíjecí stanice České Budějovice .....	49