

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: Ing. Luboš Smutný, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh opatření podporujících rozvoj nízkoemisní pozemní mobility v ČR

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Tomáš Kutta

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš KUTTA**
Osobní číslo: **Z18141**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Téma práce: **Návrh opatření podporujících rozvoj nízkoemisní pozemní mobility v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Cílem práce je provést rozbor faktorů působících proti rozvoji nízkoemisní pozemní mobility v ČR. Na základě tohoto rozboru vypracovat návrh opatření ve prospěch zvýšení počtů osobních automobilů poháněných elektromotory v České republice.

Metodický postup:

1. Studium literatury týkající se řešené problematiky (pohon elektromobilů, jízdní dosah, nabíjecí infrastruktura, cena elektromobilů, spotřeba energie, dostupnost energie, prodejní a servisní střediska, státní formy podpory elektromobility a další) a vypracování rešerše.
2. Studium a rešerše z oblasti významu elektromobily pro budoucnost osobní dopravy.
3. Stanovení faktorů působících negativně na zvýšení počtu osobních elektricky poháněných automobilů v České republice.
4. Rozbor negativních faktorů, které působí proti rozvoji nízkoemisní mobility v kategorii vozidel M.
5. Návrh opatření ve prospěch podpory a zvýšení zájmu občanů o osobní elektromobily v České republice.

Rozsah pracovní zprávy: **60 – 80 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

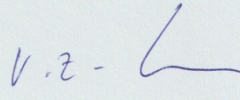
Seznam doporučené literatury:

- Cejlak, I.: Konstrukce a provoz elektricky poháněných automobilů. 2018, 168 s, učební text, KZDMT, ZF, JČU České Budějovice, dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/studentum/vyukove-materialy/>
- Cejlak, I.: Smysl rozvoje elektromobility ve městech. Komunální technika 7/2018, Profi Press Praha, s. 48-52
- Hromádko, J.: Speciální spalovací motory a alternativní pohony. GRADA, 2012
- Macur, J.: Alternativní pohony v dopravě. <http://klub.elektromobily.org/w/images/6/66/AltPohVDopr.ppt> 4.2.2008
- Kameš, J.: Alternativní pohony automobilů. BEN, 2004; ISBN 80-7300-127-6
- Sloboda, A. a kol.: Konstrukcia kolesových a pásových vozidiel – teória, konštrukcia, riziká. VENALA, Košice, 2008, ISBN 978-80-89232-28-4
- Vegr, J.: Elektromobily – historie a současnost. čtvrtletník Pro-Energy, č. 3/2008, str. 44-50
- ČSN EN 13447 (300251): Elektricky poháněná silniční vozidla – Terminologie
- ČSN EN 61851-1 ed. 2 (341590): Systém nabíjení elektrických vozidel vodivým propojením – Část 1: Všeobecné požadavky
- Asociace pro elektromobilitu ČR: <https://www.elektromobily-os.cz/>
- Asociace elektromobilového průmyslu: <https://www.asep.cz/>
- Akční plán o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR, září 2017, „Český automobilový průmysl 2025“, příloha k memorandu o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR, www.vlada.cz/assets/media-centrum/aktualne/Akcni-plan-o-budoucnosti-automobiloveho-prumyslu-v-CR.pdf
- Výzva č.21/2017 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory, Národní program Životní prostředí, Státní fond životního prostředí ČR
- Národní akční plán čisté mobility (NAP CM), říjen 2015, Ministerstvo průmyslu a obchodu
- Nářízení vlády č. 333/2014, kterým se stanoví emisní normy pro nové osobní automobily
- Vše o elektromobilech: <https://elektricevozy.cz/>
- O energetice – elektromobilita: <https://oenergetice.cz>
- Prodej elektromobilů: <https://www.alza.cz/elektromobily/>

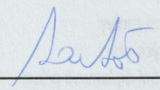
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivo Cejlak, CSc.**
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **22. ledna 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2020**

V Českých Budějovicích dne 25. února 2019


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
17800 Česká Budějovice


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

Prohlášení

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.

.....

Datum

.....

Podpis

Abstrakt:

Diplomovou práci jsem vypracoval na téma „Návrh opatření podporujících rozvoj nízkoemisní pozemní mobility v ČR“. Hlavním cílem bylo stanovit faktory působící proti rozvoji nízkoemisní pozemní mobility za pomoci webového dotazníku. Dále na základě zjištěných faktorů navrhnout opatření podporující rozvoj a zájem občanů o nízkoemisní mobilitu. Jako hlavní bylo stanoveno celkem osm faktorů: doba nabíjení vozidla, nedostatečná nabíjecí infrastruktura, pořizovací cena, nízký jízdní dosah, životnost baterie, nedostatek elektrické energie, ekologie výroby a nebezpečí vzplanutí baterií.

Klíčová slova: elektromobilita, pořizovací cena, nabíjení, elektrická energie.

Abstract:

I elaborated a diploma thesis on the topic "Proposal of measures supporting the development of low-emission land mobility in the Czech Republic". The main goal was to determine the factors against the development of low-emission land mobility using a web-based questionnaire. Furthermore, based on the identified factors, propose measures to support the development and interest of citizens in low-emission mobility. A total of eight factors were identified as the main ones: vehicle charging time, insufficient charging infrastructure, purchase price, low driving range, battery life, lack of electricity, production ecology and risk of battery ignition.

Keywords: electromobility, purchase price, charging, electricity.

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za odbornou pomoc při psaní práce. Dále patří mé poděkování Ing. Petru Jarošovi za to, že můj dotazník umístil na svou webovou stránku a díky němu se mi podařilo získat odpovědi od mnoha respondentů.

Obsah

Úvod.....	9
1 Rešerše literatury.....	10
1.1 Elektromobilita.....	10
1.1.1 Emise ze spalování paliva	11
1.1.2 Emise hluku.....	12
1.1.3 Smart Cities	13
1.2 Vývoj elektromobility	13
1.3 Národní akční plán čisté mobility	15
1.4 Druhy elektromobilů	16
1.4.1 Hybridní vozidlo	16
1.4.2 Rozdělení dle stupně hybridizace.....	16
1.4.3 Podle uspořádání hybridního systému	19
1.4.4 Stav vozového parku.....	20
1.5 Spotřeba energie, jízdní dosah	23
1.6 Nabíjecí infrastruktura	25
1.7 Cena a státní forma podpory	27
1.7.1 Cena.....	27
1.7.2 Podpora	28
2 Metodika a cíle práce	31
2.1 Cíle práce	31
2.2 Metodika	31
3 Praktická část	32
3.1 Stanovení a rozbor faktorů, které působí proti rozvoji elektromobility.....	32
3.1.1 Doba nabíjení vozidla	32
3.1.2 Nedostatečná nabíjecí infrastruktura.....	33
3.1.3 Pořizovací cena elektromobilu.....	35
3.1.4 Nízký jízdní dosah.....	37
3.1.5 Životnost baterie.....	38
3.1.6 Nedostatek elektrické energie	39
3.1.7 Likvidace baterií a jejich hašení při vznícení.....	41
3.1.8 Ekologie výroby	41
3.1.9 Další	42
3.1.10 Budoucnost elektromobility	43
3.2 Návrh opatření ve prospěch podpory a zvýšení zájmu občanů o osobní elektromobily v ČR.	44
4 Diskuse.....	46

Závěr	47
Seznam použité literatury.....	49
Seznam obrázků	53
Seznam tabulek	54
Seznam grafů.....	55
Seznam použitých zkratk.....	56

Úvod

Elektromobilita a moderní technologie se postupně stávají čím dál větší součástí našeho života a bude tomu tak i nadále. Se zpřísňujícími se emisními limity pro provoz vozidel je pohon automobilů na čistě elektrickou energii, nebo kombinace se spalovacím motorem, jednou z možných variant.

První část mé práce je zaměřena emise, historický a budoucí vývoj elektromobility, druhy elektromobilů, spotřebu paliva a jízdní dosah vozidel.

V druhé části je vypracována metodika dotazníku a stanoveny cíle práce.

Ve třetí části jsou popsány faktory působící proti rozvoji elektromobility a následný návrh opatření působících na rozvoj nízkoemisních vozidel.

1 Rešerše literatury

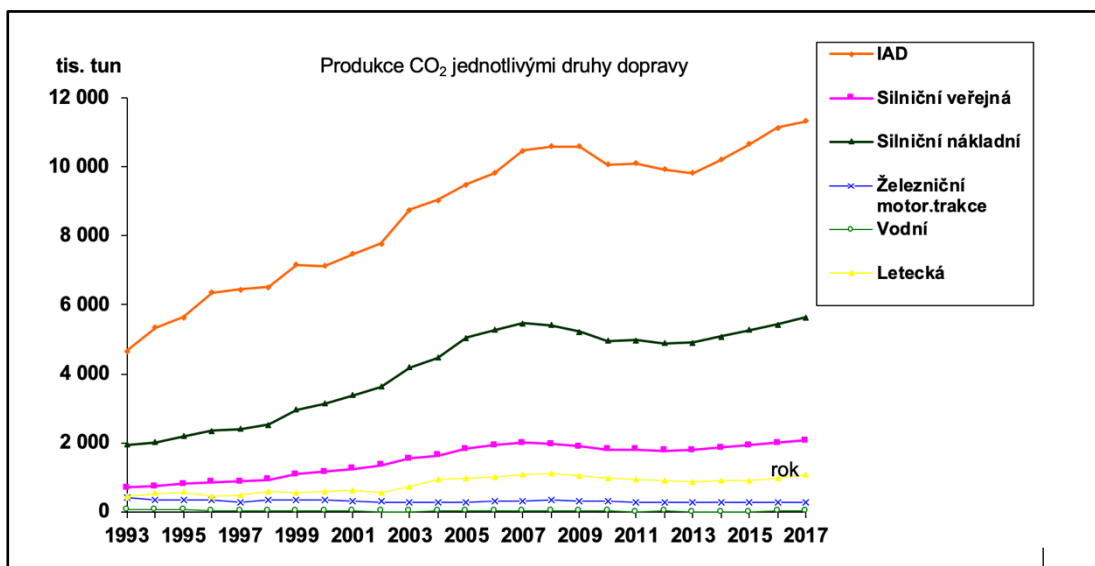
1.1 Elektromobilita

V následujících letech se očekává, že velikost světové populace žijící v městských a příměstských oblastech se zvýší z dnešních 50 % na 70 %. Ulice měst jsou nejvíce zaplněny hlavně v ranních a odpoledních hodinách. Toto přetížení ulic je způsobeno individuální dopravou zahrnující lidi cestující do a ze zaměstnání. Postupně se tedy budou ještě více zvyšovat emise z dopravy. Jednou z cest, jak zachovat současný pohyb osob, je přejít z fosilních paliv na obnovitelné zdroje. Může se tedy jednat o čistou elektromobilitu, nebo hybridní pohon (Ehrler, V., Hebes, P., 2012). Elektromobilitou se rozumí úmyslný pohyb dopravních zařízení pomocí elektrického pohonu. Pozemní elektromobilitou se rozumí pohyb silničních vozidel po předem stanovené pozemní dopravní trase, nebo po dráze, vyplývající z technologického postupu při realizaci pracovní operace (Celjak, I., 2018). S elektromobilitou se člověk setkává již dlouho. Tramvaje, trolejbusy nebo moderní vlaky jsou poháněny právě elektrickou energií. V posledních letech se k nim přidávají také elektromobily, elektrické autobusy a také elektrokola. Výhodou elektrického pohonu jsou žádné přímé emise, levnější provoz (v porovnání se spalovacími motory) a nízká hlučnost (E-on, 2018). Hlavní cíl elektromobility spočívá v odstranění zdrojů znečištění ovzduší emisemi ze spalovacích procesů motoru z měst a jejich přesunutí mimo město, kde bude elektrická energie pro pohyb elektromobilů nejprve vyráběna v emisních zdrojích (spalovací elektrárny) a později v bezemisních zdrojích elektrické energie (jaderné elektrárny a obnovitelné zdroje energie). Hlavní oblasti využití elektromobility spočívá hlavně v dopravě osob do zaměstnání do vzdálenosti 25 km od okraje města, zásobování maloobchodní sítě s denním nájezdem do 150 km, příměstské a městské dopravy, kurýrní služby, rozvoz občerstvení, dopravy v rámci systému státního dozoru, služeb a správy, údržbě městské infrastruktury (Celjak, I., 2018). Elektromobilita se v posledních letech velmi dynamicky rozvíjí. Mezi hlavní faktory jejího rozvoje patří regulace emisí CO₂, což zejména z pohledu EU představuje jednu z možností minimalizace negativních projevů změn klimatu. S emisemi souvisí další faktor, a to tlak na zlepšování kvality ovzduší zejména ve městech. Elektromobilita se ve městech nabízí jako ideální řešení, protože vozidla při svém provozu neprodukují téměř žádný hluk a žádné přímé emise. Dalším faktorem je závislost na dodávkách ropy. Dodávky zejména z politicky nestabilních regionů,

případně výrazný výkyv jejich cen jsou vnímány jako významné ohrožení (65 % tuzemské spotřeby pokrývají dodávky z Ruska). Česká republika disponuje zásobníky, které pokryjí výpadek dodávky zemního plynu na dobu 100 dní. Jedním z dalších faktorů rozvoje elektromobility je přístup zákazníků, kdy se lidé začínají zajímat o produkty s nižším dopadem na životní prostředí. Společensky odpovědnější se snaží být i firmy, které jsou významným provozovatelem automobilových flotil. Jako posledním faktor se dá označit zvyšující se technická úroveň elektromobilů, hlavně jejich jízdní dosah a rozšiřující se síť nabíjecích stanic, nebo nové typy nízkoemisních vozidel například plug-in hybridní vozidla (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015). Od 1. ledna 2020 vstoupily v platnost přísnější emisní limity pro nově vyrobená vozidla. Evropské automobilky se proto snaží svá portfolia rozšířit o nízkoemisní modely vozidel a vyhovět tak povolenému množství vypouštěného CO₂. Tyto limity je nutí orientovat se na výrobu hybridních vozidel a elektromobilů. Dosud bylo vozidlům povoleno vypouštět 120 gramů oxidu uhličitého na jeden kilometr. Nově by celé flotily vozů neměly překračovat v průměru 95 gramů oxidu uhličitého na kilometr. Za každý gram navíc hrozí automobilkám pokuta v přepočtu zhruba 2 500 Kč (ČT24, 2020).

1.1.1 Emise ze spalování paliva

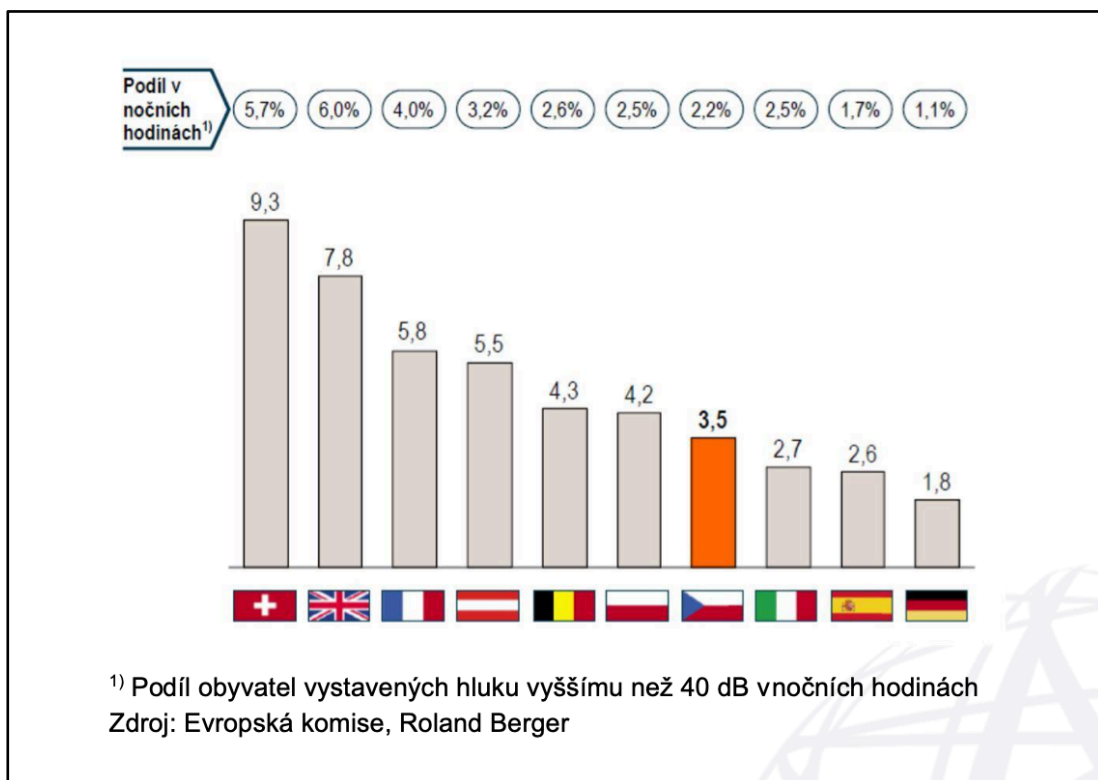
Doprava je v ČR významným zdrojem znečišťujících látek (pevné částice frakce PM_{2,5}, PM₁₀, dále NO₂). Problém znečištění ovzduší ze silniční dopravy se týká zejména velkých měst a aglomerací, ale i menších sídel s vysokou intenzitou dopravy. Sektor dopravy je v ČR druhým největším zdrojem emisí skleníkových plynů. V období mezi lety 2000–2018 se emise CO₂ z dopravy zvýšily o 66 %. V rámci sektoru dopravy je pak největším producentem emisí CO₂ individuální automobilová doprava (IAD), následovaná silniční nákladní dopravou a silniční veřejnou dopravou. Množství emisí za jednotlivé roky na obrázku 1 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).



Obrázek 1 - Vývoj emisí z dopravy v letech 1993-2017 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

1.1.2 Emise hluku

Hlukové emise z provozu vozidel jsou dalším z problémů dopravy. Tento problém ovlivňuje hlavně obyvatele v zastavěných oblastech. V České republice je vystaveno hluku nad 55 dB ve dne 3,5 % obyvatel, v noci (nad 40 dB) je toto číslo nižší 2,2 % populace. Data z dalších zemí Evropské Unie na obrázku 2. Dlouhodobý pohyb v nadměrně hlučném prostředí je možnou příčinou výskytu stresu, neuróz a vysokého krevního tlaku. Například hlavní město Praha, jako největší dopravní uzel, je jedno z nejpostiženějších míst v České republice. Elektromobily jsou z tohoto důvodu velmi vhodné do hustě osídlených oblastí, protože při rychlostech do 30 a 50 km.h⁻¹ mají velmi nízkou hlučnost. Naopak v rychlostech vyšších tato výhoda ustupuje a začíná se projevovat hluk valivý (zde záleží na použitých pneumatikách) a aerodynamický hluk (velikosti vozidla) (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).



**Obrázek 2 - Podíl obyvatel vystavených hluku vyššímu než 55 dB [%]
(Ministerstvo průmyslu o obchodu, 2015).**

1.1.3 Smart Cities

Pojem Smart Cities neboli chytrá města znamená zavádění moderních technologií do řízení města s cílem zlepšit kvalitu života obyvatel, zefektivnit správu věcí veřejných a šetření životního prostředí. Zahrnuje oblasti dopravy, energetiky ale i například odpadového hospodářství, vodohospodářství, e – governmentu a krizového řízení. Všechny tyto oblasti jsou propojené nebo na sebe vzájemně působí. Cílem je napomoci celkovému hospodářskému růstu měst a kvalitě jejich životního prostředí prostřednictvím jejich efektivního fungování. Využití moderních technologií je technickým prostředkem k dosažení hospodářských cílů. Elektromobilita bude v budoucnu důležitou součástí Smart Cities (Slavík, J. 2020).

1.2 Vývoj elektromobility

První elektromobily

První elektromobil vznikl již na počátku 19. století, kdy holandský profesor Sibrandus Stratingh sestrojil první elektrický vůz. Jednalo se spíše o odrážedlo než o skutečný elektromobil, jak ho známe dnes. Energií mu poskytoval článek, který se musel po dojezdu vyhodit. Koncem století, v roce 1899, prolomil hranici rychlosti 100

km.h⁻¹ elektromobil La Jamais Contente belgického inženýra Camille Jenatzy. Ještě na začátku 20. století byly elektromobily na trhu zastoupeny 40 %, ovšem poté co byl v roce 1908 představen Ford T, který se stal převládajícím vozidlem díky jeho ceně, dojezdu (200 km), rychlosti (až 60 km.h⁻¹) a tehdy levnému palivu (Fousek, D. 2019).

Konec 20.století

Další pokusy s elektromobilitou nastaly v 70. letech 20. století, kdy koncern PSA (Peugeot a Citroën) vyčlenil samostatnou divizi PSA Electrique na vývoj elektromobilů. PSA Electrique v roce 1995 spustila do té doby zatím největší sériovou výrobu elektromobilů. Mezi lety 1995-2000 vzniklo přibližně 5000 ks nových vozidel pod značkami Peugeot a Citroen dohromady. Další automobilkou bylo německé BMW, které sestrojilo celkem 2 kusy elektromobilu, které ale sloužily jen jako kamerová vozidla Olympijského organizačního výboru a do sériové výroby se nedostala. Dalším modelem bylo vozidlo s označením E1, které se představilo na Frankfurtském autosalonu a celkem vzniklo 6 prototypů s výkonem motoru 32 kW a dojezdem 160 km. Ani tento model nezapočal sériovou výrobu. Prvním sériově vyráběným BMW se stal model i3, který se prodává dodnes. Italská automobilka Fiat přišla v roce 1990 s modelem Panda Elettra vyráběným až do roku 1993. Dalším významným milníkem v oblasti elektromobility byl rok 1996 v USA, kdy se na zdejších silnicích začal objevovat elektromobil EV1 od automobilky General Motors. Ovšem toto vozidlo se nedalo koupit, ale jen pronajmout, a tak v roce 2004 byla ukončena jeho životnost a vozidla byla zákazníkům odebrána a sešrotována. Dochovalo se jen několik málo kusů (Kutta, 2018). I v České republice probíhal vývoj elektromobilů. V Ejpvicích u Plzně byl vyvíjen elektromobil Škoda Eltra 151L v klasickém provedení a v provedení Pick-up, dojezd činil 80 km. Většina vozidel byla prodána do Švýcarska. Dalším vozidlem z Ejpvic byl malý dodávkový elektromobil Tatra Beta. Vyrobeny byly hlavně prototypy, ale několik hotových vozidel se dostalo i do zahraničí (hlavně Švédsko) nebo do škol. Vývoj modelu Beta pokračoval hlavně ve verzi se spalovacím motorem a pod značkou Škoda a poté i Tatra. Vyrobito se celkem přibližně 1000 ks vozidel s benzínovými motory. Podnik ukončil výrobu v roce 1999 (Reitinger, T. 2019).

Začátek 21. století

Za největšího průkopníka v oblasti elektromobility je považována automobilka Tesla v čele s vizionářem Elonem Muskem. Tesla představila již v roce 2008 svůj

první elektromobil Roadster. Dále Mitsubishi začalo vyrábět model i-MiEV a slavilo s ním úspěch. Jednalo se licenční výrobu v Evropě s koncernem PSA pod názvy Peugeot iOn a Citroën C-Zero. V roce 2010 se začal prodávat Nissan Leaf, kterého se prodalo přes 400 tisíc, čímž značka drží absolutní rekord. Pětidveřový hatchback vypadal na první pohled jako běžný automobil se spalovacím motorem a za cenu okolo 700 000 Kč se jednalo o dostupný elektromobil. V současnosti je na trhu jeho výrazně modernizovaná druhá generace. Dále přišla automobilka Renault s modelem Zoe (prodáváný už i v České republice), BMW s modelem i3 a i3 ReX s prodlouženým dojezdem, Volkswagen začal prodávat svůj model e-Golf a menší e-Up a italská automobilka Fiat svůj model 500e prodáváný jen v Kalifornii v USA (Fousek, D. 2020).

1.3 Národní akční plán čisté mobility

Ministerstvo průmyslu a obchodu vypracovalo v roce 2015 Národní akční plán čisté mobility (NAP CM) pro období 2015-2018 s výhledem do roku 2030. Tento plán vychází z požadavku směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva. NAP se zabývá elektromobilitou, CNG, LNG a částečně technologií palivových článků. Směrnice 2014/94/EU požaduje po členských státech EU, aby definovaly národní cíle pro rozvoj příslušné infrastruktury nabíjecích a plnicích stanic. NAP má být každé tři roky aktualizován. V roce 2019 byla vydána jeho aktualizace. Za nejvýraznější změnu mezinárodního kontextu rozvoje čisté mobility, ke které došlo od schválení původního NAP CM v roce 2015, lze považovat přijetí tzv. Pařížské dohody o změně klimatu. V této dohodě se signatářské země zavázaly udržet nárůst globální průměrné teploty výrazně pod hranicí 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a vyvinout úsilí o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí. Evropská unie má velkou snahu tento závazek splnit. Dalším významným dokumentem je vize tzv. klimatické neutrality, která říká, že ke snížení emisí musí přispět všechny druhy dopravy, ale zároveň že elektrifikace dopravy není jediným řešením pro všechny druhy dopravy. Dle Evropské komise jsou důležitá i jiná alternativní paliva, dokud se nenajdou nové technologie elektrifikace dopravy.

Hlavní cíle NAP jsou:

- snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí, zejména pokud jde o emise látek znečišťujících ovzduší a emise skleníkových plynů,

- snížení závislosti na kapalných palivech, diverzifikace zdrojového mixu a vyšší energetická účinnost v dopravě.

Globálním cílem NAP CM je vytvoření příznivého prostředí, aby v dlouhodobém horizontu (po roce 2030) byla elektrická energie vnímána jako standardní palivo. Klíčovým principem, na kterém je NAP postaven, je technologická neutralita (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).

1.4 Druhy elektromobilů


















Elektromobil (EV, z anglického Electric Vehicle) je velice široký pojem a zahrnuje jakékoliv vozidlo, který ke svému pohonu používá elektrickou energii. Elektromobily dělíme na elektromobily poháněné energií jen z baterie (BEV, z anglického Battery Electric Vehicles), dále hybridní elektromobily (HEV, z anglického Hybrid Electric Vehicles) a elektromobily s palivovými články, dnes hlavně na vodík (FCEV, z anglického Fuel Cell Electric Vehicles). Bateriové elektromobily využívají k pohonu pouze elektromotor, elektrickou energii získávají primárně z dobíjecích stanic a uchovávají ji v bateriích. Hybridní elektromobily se od BEV liší tím, že se v nich kromě elektromotoru stále nachází také spalovací motor (vznětový nebo zážehový). Elektromobil na vodíkový pohon (FCEV) má, stejně jako BEV, pouze elektromotor, ale liší se způsobem uchovávání, resp. získávání elektrické energie – větší část trakční baterie je u FCEV nahrazena nádrží na vodík a sestavou palivových článků, ve kterých se vodík chemickou reakcí přeměňuje na elektrickou energii a vodní páru (ŠKODA Storyboard, 2019)

1.4.1 Hybridní vozidlo

Pohon hybridního vozidla využívá kombinaci klasického spalovacího motoru a elektromotoru. Akceleraci vozu zajišťují buď oba motory současně, nebo jen jeden z nich. Podle okolností jízdy vozidlo využívá režim, který je v dané situaci nejvýhodnější. Spotřeba paliva je nízká zejména při pohybu ve městě v nízkých rychlostech (Hořčík, J., 2006).

1.4.2 Rozdělení dle stupně hybridizace

Rozdělení podle stupně hybridizace patří mezi základní kritéria, která nám charakterizují hybridní pohon. V obecné rovině se jedná o to, jakou měrou se na pohonu podílejí jednotlivé složky hybridního pohonu. Na obrázku 3 jsou zobrazeny typy vozidel a jejich zdroje energie, její uložení ve vozidle a následné emise (Škoda Storyboard, 2019).

	 KONVENČNÍ	 HYBRID	 PLUG-IN HYBRID	 ELEKTRICKÉ
ZDROJ ENERGIE				
SPOTŘEBA				
EMISE				

Obrázek 3 - Zobrazení typů hybridních vozidel (Škoda Storyboard, 2019).

Rozsah hybridizace uvádí poměr druhů energie užitých pro pohon vozidla:

EM – Pohon pouze elektromotorem (Electric Motor)

ICE – Pohon pouze spalovacím motorem (Internal Combustion Engine)

HEV – Vozidlo (automobil) s hybridním pohonem (Hybrid Electric Vehicle)

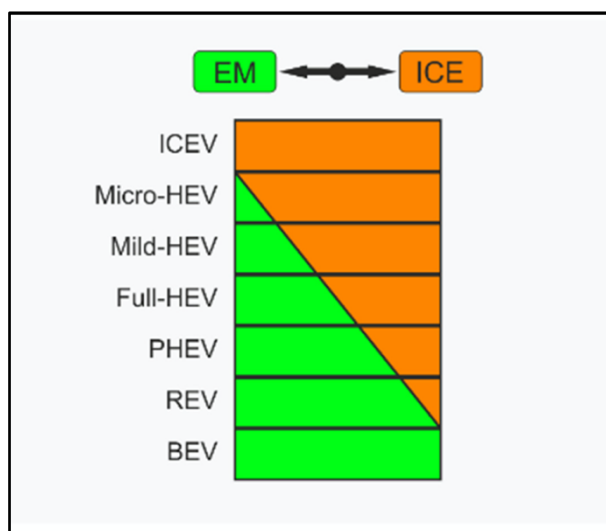
PHEV – Vozidlo s hybridním pohonem, u něhož je baterie nabíjena ze sítě (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

REV – Vozidlo s elektromotorem a prodlouženým dojezdem (Range extended Electric Vehicle)

BEV – Vozidlo (automobil) s elektromotorem s baterií (Battery Electric Vehicle)

Micro-HEV – Mikrohybridní automobil (Micro Hybrid Electric Vehicle)

Grafické znázornění hybridizace na obrázku 4.



Obrázek 4 - Míra hybridizace vozidel (Celjak, I. 2018).

Micro hybrid

Micro hybrid je nejnižším stupněm hybridizace, který někdy nespĺňuje ani základní definici pro hybridní pohon a to, že se všechny složky pohonu aktivně podílejí na vlastním pohonu vozidla. I přesto se mezi hybridní pohony řadí a je značně rozšířený. Ve své podstatě se jedná o zcela běžný automobil se spalovacím motorem vybavený větším alternátorem/startérem a především pozměněnou řídicí jednotkou, která umožňuje microhybridní provoz pomocí efektivního řízení spotřeby a dobíjení elektrické energie. Jedná se hlavně o start/stop systém. Hybridním pohonem se stává díky efektivitě dobíjení, kdy akumulátor je dobíjen pouze při brzdění vozidla, kdy běžně dochází k neefektivnímu běhu motoru s nulovým dodávaným výkonem. Při akceleraci je zase tok elektrické energie omezen na minimum a většina aktuálně nepotřebných zdrojů je odepnuta od napájení alternátorem, případně baterií. Typickým spotřebičem, který zatěžuje motor vozidla, je klimatizační jednotka. Ta je v tomto systému při akceleraci vozidla odepnuta a tím neodebírá přes alternátor výkon spalovacímu motoru, je umožněno zlepšení dynamických vlastností vozidla při zachování nebo snížení spotřeby paliva (Barták, P., 2010).

Mild hybrid

V tomto typu hybridu elektromotor podporuje spalovací motor. Vozidlo tedy neumí jet pouze na elektrický pohon. Spalovací motor se vypne například při dojezdu ke křižovatce nebo po zastavení vozidla a jakmile je znovu zapotřebí, startér ho znovu spustí. Samostatný akumulátor se automaticky dobíjí rekuperací kinetické energie při brzdění vozidla nebo jízdě setrvačností. Není zapotřebí připojovat ho k externímu zdroji napájení. Elektromotor dosahuje obvykle u osobních automobilů výkonu do 15 kW a dispoziční elektrická práce baterie je zpravidla v rozmezí 0,4 - 1 kWh (Ford, 2020).

Full hybrid

Tento stupeň je nejvyšší formou hybridizace, protože jsou zde zdroje energie v rovnováze. Je zde umožněn čistě elektrický provoz a v některých případech i provoz jen spalovacího motoru. Ve většině jízdních režimů spolu ale tyto zdroje kooperují s cílem dosažení nejvyšší efektivity provozu. Díky rozdělení potřebného výkonu mezi oba zdroje energie umožňuje výrazné zmenšení použití primárního zdroje energie, tedy spalovacího motoru. Zmenšení motoru tzv. downsizing vede k úspoře hmotnosti vozidla i paliva. Na výsledné dynamice vozidla se velkou měrou podílí elektromotor,

který má zpravidla výkon větší než 20 kW, tím umožňuje rekuperaci daleko většího množství kinetické energie. U některých automobilů je čistě elektrický pohon omezen rychlostí kolem 30–50 km.h⁻¹ a slouží především k pohybu po městě. Jiná vozidla jsou schopna na elektrický pohon dosahovat poměrně vysokých rychlostí. Velikost baterií se pohybuje od 1 kWh výše. Mezi výhody full hybridu patří hlavně výrazně lepší užité jízdní vlastnosti. Mezi nevýhody patří vysoké náklady na vývoj i výrobu a nárůst hmotnosti vozidla.

Plug-in hybrid

Plug-in hybrid je forma full hybridu, který je vybaven akumulátorem umožňujícím čistě elektrický dojezd v řádu desítek kilometrů a je schopen se nabíjet z vnějšího zdroje energie (nabíjecí stanice). Možnost pohybovat se v městském provozu s nulovými přímými emisemi je velmi žádoucí především ve velkých městech. Pohyb na dlouhé vzdálenosti s vlastnostmi typickými pro full hybrid je druhou výhodou. Mezi nevýhody a překážky pro masové šíření v dnešní době je vysoká cena baterií, problematická životnost, vysoká hmotnost a nemalé rozměry (Barták, P., 2010).

1.4.3 Podle uspořádání hybridního systému

Paralelní hybrid

Toto uspořádání pohonu je nejjednodušší forma uspořádání hybridního pohonu, která může zahrnovat všechny formy hybridizace. Základními vlastnostmi paralelního uspořádání je mechanické propojení elektromotoru se spalovacím motorem. Výhodou je možnost sčítání výkonů obou motorů. Zástavba je většinou velmi podobná nebo dokonce stejná jako zástavba konvenčního vozidla. Existuje mnoho typů uspořádání, ale nejrozšířenější je varianta, kde je elektromotor integrován do převodové skříně, nebo je vložen mezi spalovací motor a převodovou skříň. Elektromotor je od spalovacího motoru oddělen zpravidla spojkou, tak aby bylo umožněno provozovat pohon jako čistě elektrický. Toto uspořádání je výhodné pro poměrně malé nároky na rozsah otáček elektromotoru, protože i elektromotor pohání nápravu skrze převodovou skříň (Barták, P. 2010).

Sériový hybrid

V případě sériového hybridního systému slouží k pohonu automobilu výhradně elektrický motor. Výhodou tohoto systému je mechanická jednoduchost a především možnost provozovat spalovací motor v pásmu jeho nejvyšší účinnosti. Sériový systém

je výhodný do městského provozu s častým zastavováním a rozjížděním vozidla, kdy je konvenční automobil se spalovacím motorem velmi neefektivní. Prostorové uspořádání pohonu sériového hybridu je shodné s elektrickým automobilem s prodlouženým dojezdem (REV). Sériový hybridní automobil má zpravidla menší trakční baterii, ale výkonnější soustavu spalovacího motoru a generátoru. V případě vyčerpání dispoziční energie baterie (kWh) je stále schopen poskytnout jízdní dynamiku porovnatelnou s čistě elektrickým režimem provozu. Zástupce tohoto uspořádání je například Chevrolet Volt (obrázek 5) (Celjak, I., 2018).



Obrázek 5 - Sériový hybrid Chevrolet Volt 2012 (Goodwin, A., 2012).

Sériově–paralelní hybrid

Toto uspořádání vzniklo tak, aby těžilo výhody jak z paralelního, tak sériového uspořádání a potlačilo jejich nevýhody. Kombinovaný hybrid se dokáže při nízkých rychlostech, akceleraci a střídavém zatížení chovat jako sériový hybrid s vysokou účinností spalovacího motoru a klidným chodem a při konstantní jízdě se chová jako paralelní hybrid. Možností jak vytvořit kombinovaný hybridní pohon je mnoho. Vždy obsahuje minimálně dva elektromotory a soustavu spojek, případně dalších planetových soukolí (Barták, P. 2010).

1.4.4 Stav vozového parku

Klíčovým ukazatelem rozvoje elektromobility je prodej vozidel, resp. počet vozidel v ulicích. Cílem NAP CM v oblasti rozvoje veřejně přístupných nabíjecích stanic je na konci roku 2020 celkem 17 000 elektrických vozidel, z toho 6 000 čistých elektromobilů a zbytek 11 000 PHEV. Predikce vývoje počtu vozidel dle SDA počítá spíše s nižším počtem čistě elektrických vozidel, a to s celkem 5 200 kusy. Do konce

roku 2030 je počet odhadován dle Svazu dovozců automobilů na 217 000 kusů. Odhady v tomto směru nemusí být vůbec přesné, neboť nikdo neví, jakým směrem se vyvine vývoj baterií či zda se nenalezne jiný lepší zdroj energie pro pohon vozidel. Cíle NAP pro rok 2030 v počtu elektromobilů jsou hodně podobné (tabulka 1.) (Ministerstvo průmyslu o obchodu, 2019).

Tabulka 1 - Jednotlivé cíle počtu vozidel a infrastruktury v roce 2030 (Ministerstvo průmyslu o obchodu, 2019).

vozidla	rok 2030
elektromobily	220 000 / 500 000
EV busy	800 / 1 200
CNG	35 000
LNG kamiony	3 500 / 6 900
LPG	170 000 / 250 000
vodík OA	40 000 / 50 000
vodíkové autobusy	870
nabíjecí/plnicí stanice	rok 2030
elektrické	19 000 / 35 000
CNG	350 / 400
LNG	30
vodík	80

Aktuální prodeje vozidel a stav vozového parku ukazují, že trh se oproti predikci z NAP CM opožďuje, ale v dlouhodobém horizontu lze předpokládat projevení efektu přísnějších emisních limitů pro výrobce vozidel, který by měl trajektorii růstu počtu vozidel výrazně ovlivnit. Dle Svazu dovozců automobilů, který vydává každý měsíc zprávy s počty prodaných nových vozidel, se za rok 2018 prodalo celkem 703 kusů elektromobilů a 278 kusů hybridních vozidel (tabulka 3). Za rok 2019 se prodalo 756 kusů elektromobilů a 471 kusů hybridních vozidel, to představuje meziročně o 25 % více nízkoemisních vozidel. Pokud bude tento trend pokračovat, tak v roce 2020 překročí hranici prodeje nových nízkoemisních vozidel 1500 kusů. Rok 2020 zřejmě výrazně ovlivní domácí automobilka Škoda, která v září minulého roku spustila předprodej elektromobilu Citigo iV a plug-in hybridu Superb iV. První elektromobily obdrželi zákazníci v lednu letošního roku. Prvních 500 modelů Citigo iV má zajištěno bezplatné nabíjení po dobu 1 roku na nabíjecích stanicích Skupiny

ČEZ. Tato nabídka jistě přispěla k objednání prvních 500 kusů (Škoda Storyboard, 2019). Za poslední čtvrtletí roku 2019 se prodalo celkem 171 kusů elektromobilů a 210 kusů hybridních vozidel. První čtvrtletí letošního roku prodeje prudce stouply na 847 prodaných elektromobilů a 464 hybridních vozidel. Počet prodaných elektromobilů tedy překročil prodeje za celý rok 2019. Prodeje v tomto roce vede automobilka Škoda s 457 kusy modelu Citigo iV a 314 kusy modelu Superb iV. Tuzemská automobilka Škoda výrazně vede i v prodeji osobních vozidel se spalovacím motorem (85 895 kusů), druhý Volkswagen (20 869 kusů) a třetí Hyundai s 19 032 kusy za rok 2019 (SDA, 2020).

Tabulka 2 - Počty elektromobilů a hybridních vozidel 2019/2020 (SDA, 2020).

Značka	10/19		11/19		12/19		1/20		2/20		3/20	
	Typ											
	EV	Hybridy	EV	Hybridy	EV	Hybridy	EV	Hybridy	EV	Hybridy	EV	Hybridy
Audi	2		3		6		4		6		9	
BMW	8	13	2	12	5	9	6	17	5	12	7	9
DS							1	6		1	1	
Ford								1		6		7
Hyundai	21	1	12		19		77		60		15	1
Jaguar	1		4		3		2		2		2	
Kia		1	1			1	5	1	1		4	1
Land Rover		1						1				
Mercedes-Benz	1		2		2		2		3	1	4	1
Mini		2		1		1		3	5		2	1
Mitsubishi		5		5		3		7		2		5
Nissan	3		1		2		5		6			
Opel										2	1	1
Peugeot												2
Porsche		6				2		3		2	1	
Renault									10		3	
Smart			1				2		2			
Škoda		21	19	53	9	5	254	174	94	86	109	54
Tesla	25		11		5		13		1		99	
Toyota		1		1								
Volkswagen	2	8	1	10		10	6	7	14	5	4	4
Volvo		11		16		11		15		11		15
Celkem	63	70	57	98	51	42	377	235	209	128	261	101

Tabulka 3 - Počty prodaných elektromobilů a hybridů podle značek za rok 2019 (SDA, 2020).

Značka	Rok 2019	
	Typ	
	EV	Hybridy
Audi	47	1
BMW	101	78
Ford		1
Hyundai	138	58
Jaguar	47	
Kia	4	11
Land Rover		8
Mercedes-Benz	11	
Mini		32
Mitsubishi		60
Nissan	139	
Porsche		15
Renault	8	
Smart	9	
Škoda	28	85
Tesla	120	
Toyota		6
Volkswagen	104	33
Volvo		83
Celkem	756	471

1.5 Spotřeba energie, jízdní dosah

Jízdní dosah závisí na velikosti baterie a spotřebě energie samotným vozidlem.

Spotřeba energie samotná pak na 4 hlavních faktorech:

- hmotnost vozidla,
- rychlost jízdy a zrychlení vozidla,
- překonávání svahu,

- způsob ovládnání vozidla řidičem a používání elektrických spotřebičů – zejména ohřev a chlazení kabiny řidiče v závislosti na vnější teplotě.

Čtvrtý bod je velmi důležitým faktorem, který ovlivňuje spotřebu vozidla a potažmo jeho jízdní dosah a má velký vliv na posádku vozidla (Celjak, 2018).

Spotřeba elektrické energie je definována dle ČSN EN 13447 jako množství elektrické energie, vyjádřené ve watthodinách na kilometr (v praxi se pro lepší srozumitelnost používají kilowatthodiny), které vozidlo odebere z vnější elektrické rozvodné sítě k tomu, aby obvyklým nabíjecím postupem opět nabylo výchozí stav po ujetí dopravní trasy. Dobrá znalost daného vozidla a dopravní trasy řidičem činí velké rozdíly ve spotřebě energie. Norma ČSN EN 13447 také definuje jízdní dosah jako vzdálenost, kterou elektricky poháněné silniční vozidlo ujede zkušební posloupností ze stavu plně nabitě baterie do konce zkušebního kritéria, vyjádřenou v kilometrech. V závislosti na typu jízdního režimu a na typu elektricky poháněného vozidla existuje několik akčních dosahů. V brožurách prodejců vozidel se používá místo pojmu jízdní dosah pojem dojezd. Tento pojem je pro neodborného zákazníka srozumitelnější. Jízdní dosah jednotlivých elektromobilů je se pohybuje od desítek až po stovky kilometrů. Rozdíly v jízdní dosahu udávané výrobcem a skutečným dosahem mohou být někdy i 100 km. Jako například v článku z 31.10.2018 na webu autobible.euro.cz, kde lze nalézt porovnání 12 elektromobilů různých velikostí a jejich záporné odchylky od udávaného dojezdu výrobcem. Nejlépe hodnocený elektromobil (s nejmenší odchylkou) je dle obrázku 6 BMW i3, naopak nejhůře Tesla Model S (obrázek 6).

	Udávaný dojezd	Rozdíl oproti naměřenému výsledku
Tesla Model S 75D	490 km	161,7 km
Hyundai Ioniq Electric	280 km	91,7 km
Renault Zoe R110	316 km	81,0 km
Kia e-Niro	485 km	77,8 km
Hyundai Kona Electric 64 kWh	482 km	65,2 km
Smart ForTwo EQ	160 km	65,0 km
Nissan Leaf	270 km	64,0 km
Smart ForFour EQ	155 km	63,3 km
Jaguar I-Pace	470 km	62,8 km
Hyundai Kona Electric 39 kWh	312 km	57,7 km
Volkswagen e-Golf	231 km	42,7 km
BMW i3 94 Ah	235 km	40,3 km

Obrázek 6 - Srovnání jízdního dosahu elektromobilů (Dittrich, L., 2018).

1.6 Nabíjecí infrastruktura

Nabíjecí stanice vytvářejí zvláštní požadavky na integraci nabíjecích konektorů, zástrček a jejich umístění ve vozidlech. Nabíjení vozidla je buď zabudované v elektromobilu (palubní nabíječka, střídavý proud), nebo externě mimo vozidlo v nabíjecí stanici (stejnoseměrný proud).

Existují tři způsoby, jak umístit konektory, které slouží k propojení elektromobilu s nabíjecí stanicí:

- Konektory jsou umístěny pouze na boku stanice, kabel se zástrčkou je pevně spojen s vozidlem,
- Konektory umístěny na obou koncích kabelu,

- Kabel s konektorem pevně spojen s nabíjecí stanicí (Knapčíková, 2019).

Cílem nabíjecí infrastruktury je, aby počet nabíjecích stanic předbíhal trh s elektromobily a počet nabíjecích stanic v ulicích dokázal plně uspokojit jejich počet. Národní akční plán počítá s vybudováním 1 300 veřejných nabíjecích bodů do roku 2020 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015). Toto číslo je ale s největší pravděpodobností nedosažitelné, protože k listopadu 2019 bylo na území České republiky jen cca 450 nabíjecích stanic. Společnost ČEZ spravuje cca 75 nabíjecích stanic, společnost PRE do celkového počtu přispívá 69 kusy a 40 nabíjecích stanic vlastní společnost E.ON (obrázek 7.) Už v roce 2020 však díky fondu CEF (Connecting Europe Facility) vyroste 149 nových nabíjecích bodů a 10 ultrarychlých nabíjecích stanic. Ve stejném roce v České republice bude mít hned 24 nabíjecích stanice společnost IONITY. Také provozovatel čerpacích stanic MOL bude otevírat své nabíjecí stanice. Dalším milníkem je rok 2022, kdy by díky dotacím OPD (Operační program doprava) mělo vzniknout dalších 375 rychlonabíjecích stanic (Svatoš, P., 2019). Nabíjecí infrastruktura bude v budoucnu obsahovat poměrně široké portfolio technologií, AC, DC nabíjení o výkonech v rozsahu 3,7–350 kW, instalovaných dle typu lokality. V případě provozu veřejné nabíjecí infrastruktury se předpokládá postupný rozvoj vzájemné spolupráce a roamingu mezi provozovateli veřejných nabíjecích stanic a postupné oddělení role provozovatele nabíjecí infrastruktury a poskytovatele služby nabíjení. S rostoucí dispoziční energie baterií ve vozidlech se bude rozvíjet i výkonnější infrastruktura s výkony nabíjení nad 100 kW a pravděpodobně poroste i význam neveřejné (firemní, domácí) a poloveřejné nabíjecí infrastruktury (stanice s vymezeným přístupem) (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019).



Obrázek 7 - Nabíjecí stanice společnosti E-ON se dvěma parkovacími místy v Českých Budějovicích. (foto autor, 10.2.2020).

1.7 Cena a státní forma podpory

1.7.1 Cena

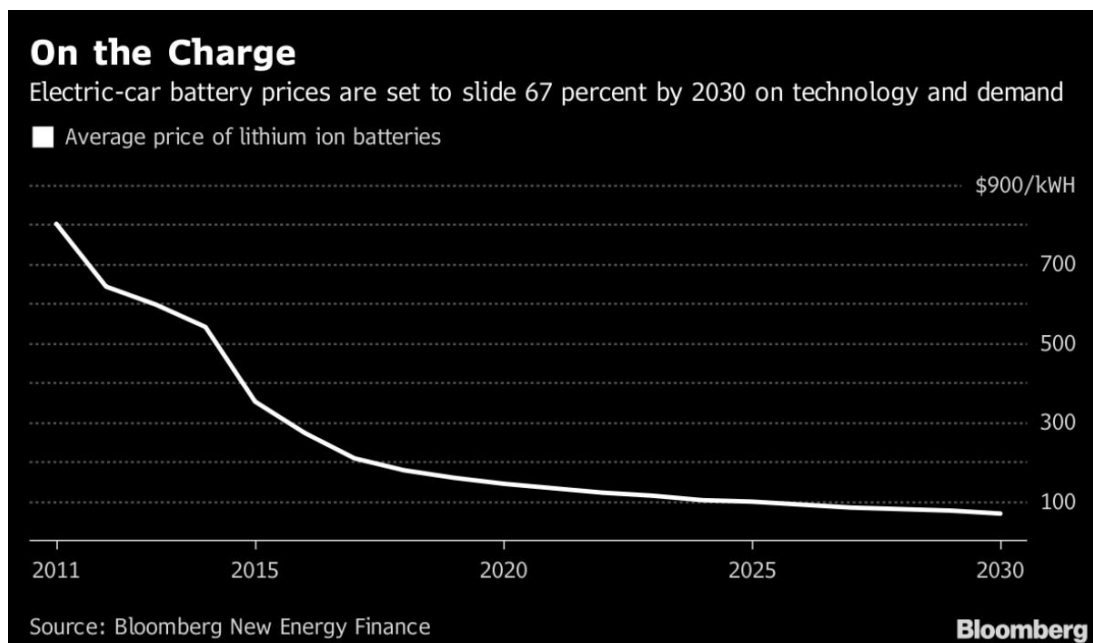
Cena elektromobilů je vyšší, než srovnatelného vozidla se spalovacím či hybridním pohonem. Například cena jednotlivých modelů Hyundai Ioniq 2020 na obrázku 8.



Obrázek 8 - Ceny modelů Ioniq (Hyundai, 2020).

Pro koncového zákazníka je jedním z hlavních parametrů nákupu vozidla jeho pořizovací cena. Pořizovací cena bude s největší pravděpodobností klesat, a to z důvodu poklesu ceny baterií a postupného splácení vývoje elektromobilů. Baterie jako hlavní zdroj energie je významnou položkou v ceně elektromobilu. Průměrná cena baterií od roku 2011 klesá. Podle Bloomberg New Energy Finance cena baterií za jednu kilowatthodinu neustále klesá. V roce 2011 se pohybovala cena 1 kWh okolo

800 USD, dnes (2020) se už snížila na 150 USD. Pokud bude cena i nadále klesat, v roce 2030 by 1 kWh mohla stát pod 100 USD. Například baterie do Nissanu Leaf první generace by samotná stála 19 200 USD, zatímco dnes už jen 3 600 USD. To je přibližně 5x méně. Důvodem poklesu ceny baterií je hlavně poptávka. Vývoj ceny baterií na obrázku 9. (Svatoš, 2018).



Obrázek 9 - Vývoj ceny baterií mezi lety 2011-2030. (Svatoš, 2018).

Dalším scénářem snížení ceny elektromobilu může být například vynalezení nových technologií nabíjení baterií a tím pádem by nemusela mít vozidla baterie s tak vysokou dispoziční energií, ale naopak by stačilo je nabíjet častěji za kratší čas (Kovač, P., 2019).

1.7.2 Podpora

Stát a jednotlivá města podporují vlastnictví a provoz nízkoemisních vozidel například parkováním ve městech v oblastech tzv. modrých zón bezplatně. Jedinou podmínkou je registrační značka pro elektromobily začínající písmeny EL. Od 1. ledna 2020 skončila povinnost pro řidiče elektromobilů, plug-in hybridů a vodíkových vozidel vylepovat dálniční známky na svá vozidla. Od 6. ledna 2020 přijímá Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO) žádosti v rámci programu Nízkouhlíkové technologie na pořízení elektromobilů a nabíjecích stanic pro elektromobily. Cílovou skupinou programu jsou malé, střední ale i velké podniky. Příjem žádostí končí 28. 5. 2020. Alokace uvedené výzvy je 50 mil. Kč. Ministerstvo životního prostředí vyhlásilo v pořadí již 4. výzvu na podporu nákupů vozidel s alternativním

palivem s alokací 100 mil. Kč pro municipality, kraje, státní příspěvkové organizace apod. Největší změnou v této výzvě je doplnění kategorie N2 (vozidla s hmotností 3 500 kg až 12 000 kg). Příjem žádostí bude probíhat od 17. února 2020 do 31. října 2020, nebo do vyčerpání prostředků. V roce 2019 bylo vyčerpáno přibližně 80 % prostředků, v roce 2020 se očekává významně větší zájem (CDV, 2020). Automobilka Škoda chce v následujících letech investovat až 819 milionů Kč do vybudování 7 000 nabíjecích stanic pro své zaměstnance v okolí závodů v Mladé Boleslavi, Kvasínách a Vrchlabí (Ecofuture, 2019). Již Národní akční plán z roku 2015 obsahoval řadu opatření, která byla zaměřena na přímou investiční podporu vozidel s alternativním pohonem nebo příslušné infrastruktury nabíjecích a plnicích stanic. Téma financování čisté mobility je zcela klíčové. Pro období 2021-2027 bude moci Česká republika na rozvoj čisté mobility počítat s určitou finanční podporou z prostředků Evropské unie. Bude se jednat hlavně o Evropské strukturální a investiční fondy (ESIF), z nichž jsou financovány jednotlivé operační programy (OP):

- Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost má být mj. zaměřen na podporu nákupu osobních i nákladních vozidel na alternativní paliva pro podnikatele a budování příslušné neveřejné infrastruktury.
- Operační program Doprava předpokládá pokračování dotačního programu na podporu budování veřejné infrastruktury pro alternativní paliva s důrazem na nabíjecí stanice a vodíkové plnicí stanice. Předpokládá se, že by na tuto oblast mohlo být vyčleněno až 4 mld. Kč.
- Integrovaný regionální operační program počítá s podporou intervencí zaměřených na pořízení nízkoemisních a bezemisních vozidel (autobusů/trolejbusů) a budováním související infrastruktury nabíjecích a plnicích stanic pro veřejnou dopravu.

Do budoucna by dalším zdrojem financování mohl být modernizační fond, který se zatím připravuje a diskutuje se i jeho konkrétní zaměření. Vznik fondu vychází ze směrnice o obchodování s emisními povolenkami na období let 2021 až 2030 s přibližnou alokací 120 mld. Kč. Část z těchto prostředků by mohla být využita na podporu nákupu nízkoemisních a bezemisních autobusů, a dále také na podporu pilotních projektů v oblasti říčních plavidel či železničních jednotek na alternativní pohon. Z dlouhodobého hlediska by však přímá investiční podpora neměla být tou jedinou cestou podpory rozvoje čisté mobility. NAP CM z roku 2015 počítal i

s opatřením zpoplatnění a zdanění vozidel a tím stimulovat rozvoj čisté mobility v ČR. Toto opatření se zatím jen analyzuje a nejsou známy konkrétní závěry (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019).

2 Metodika a cíle práce

2.1 Cíle práce

Cílem práce bylo provést rozbor faktorů, působících proti rozvoji nízkoemisní pozemní mobility v České republice. Jako podklad pro stanovení hlavních faktorů sloužil webový dotazník. Dále na základě tohoto rozboru byl vypracován návrh opatření ve prospěch zvýšení počtů osobních automobilů poháněných elektromotory v České republice.

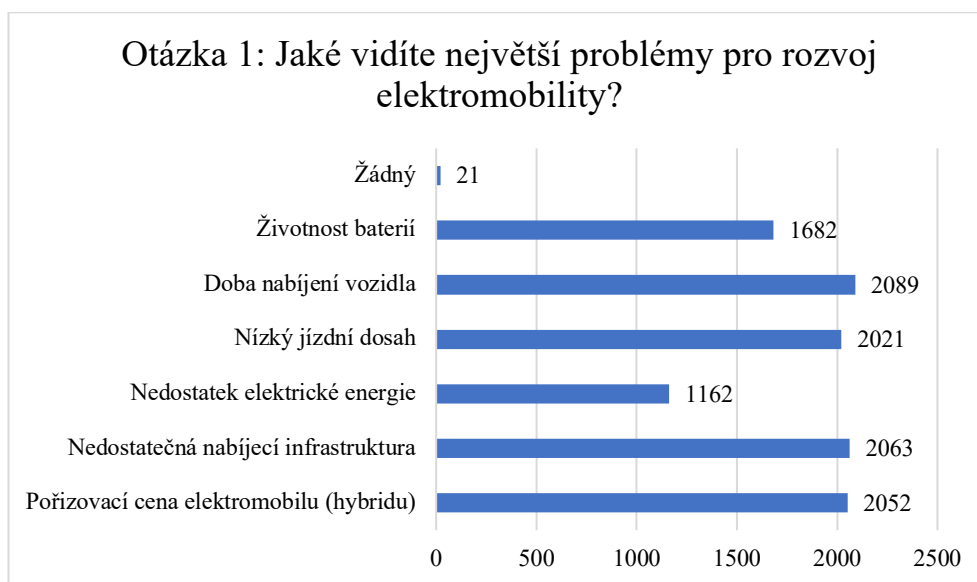
2.2 Metodika

Ke splnění cíle diplomové práce bylo nutné vytvořit webový dotazník přes službu Google Forms a následně zajistit jeho vyplnění respondenty v dostatečném počtu. Jako hlavní médium k šíření dotazníku byl zvolen internet, konkrétně webové stránky <http://www.dfens-cz.com> a <https://www.bike-forum.cz>, kde byl dotazník umístěn od 23. 2. 2020 do 9. 3. 2020. Dále vyplnili dotazník lidé z okruhu mých přátel a známých. Dotazník byl rozdělen na dvě části, kde v první části vyplňovali respondenti otevřené i uzavřené otázky k tématu. Ve druhé části se jich dotazník ptal na věk, pohlaví, dosažené vzdělání a kraj ve kterém bydlí. V první otázce vybírali respondenti z celkem šesti faktorů. Těchto prvních šest faktorů bylo vybráno prozkoumáním internetových článků a diskusí o elektromobilitě. V další otázce mohli respondenti sdělit, jestli spatřují další problémy. Ve třetí otázce byli tázáni na budoucnost elektromobility. Čtvrtá otázka se zabírala cenou nového elektromobilu, pro srovnání velikosti bylo vybráno vozidlo Škoda Fabia. Další otázka se dotazovala na zvýhodnění nákupu a následného provozu nízkoemisního vozidla. V šesté otázce se měl tázaný zamyslet nad budoucím počtem a rozmístěním nabíjecích stanic. Následující otázka sledovala jízdní dosah elektromobilu. Osmá otázka souvisela s nabíjením vozidla, a to, zda by si byl respondent ochoten výrazně připlatit za zkrácení doby nabíjení vozidla. Poslední otázka z první části se ptala na názor respondenta ohledně životnosti baterie.

3 Praktická část

3.1 Stanovení a rozbor faktorů, které působí proti rozvoji elektromobility

Na základě dotazníku bylo stanoveno celkem 8 hlavních faktorů, které brání rozvoji elektromobility. Vyhodnocení prvních šesti hlavních faktorů v grafu 1.

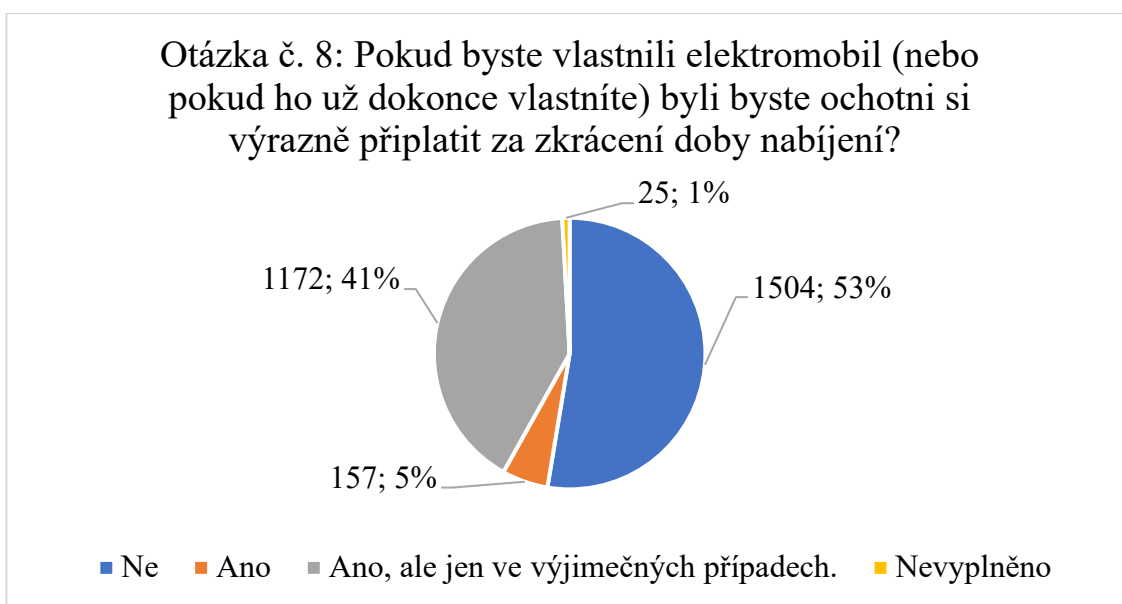


Graf 1 - odpovědi na otázku „Jaké vidíte největší problémy pro rozvoj elektromobility?“

3.1.1 Doba nabíjení vozidla

Tento faktor spatřuje jako překážku pro rozvoj celkem 2089 z 2858 odpovídajících. Čas potřebný pro nabití vozidla se pohybuje od 30 minut na rychlonabíjecích stanicích se stejnosměrným proudem (nabití na 80 % kapacity baterie) po několik hodin na domácích wall boxech se střídavým proudem. Doba nabíjení závisí tedy na použitém způsobu nabíjení, velikosti dispoziční energie baterie a schopnosti elektromobilu danou energii v určitém stavu přijmout. Pro konverzi ze střídavého proudu z nabíjecí stanice na stejnosměrný proud, který přijímá baterie se používají palubní nabíječky zabudované ve vozidle. Dalším faktorem, který může v některých případech ovlivnit čas potřebný k nabití baterie vozidla je chlazení baterie, resp. její vlastní teplota. Když je teplota baterie nad určitou hranicí, tak dojde ke zpomalení průtoku energie a tím prodloužení času nabíjení. Ne všechny elektromobily jsou vybaveny chlazením baterií. Například u Nissanu Leaf 2. generace tato funkce dostupná není. S nabíjením vozidla souvisí i cena za přenesenou energii, která je zákazníkovi účtována za přenesenou kilowatthodinu, časově (například za hodinu

nabíjení) nebo tarifně např. za kalendářní měsíc. Placení za službu probíhá tedy buď platební kartou na místě odběru elektrické energie nebo v mobilní aplikaci provozovatele dané nabíjecí stanice. Cena nabíjení závisí například v jakém režimu je vozidlo nabíjeno (AC nebo DC) a zda je osoba už registrována u provozovatele. Výjimku z tohoto systému nabíjení tvoří majitelé elektromobilů Tesla, kteří nabíjejí na nabíjecích stanicích Tesly SuperCharger bezplatně. V dotazníku byli respondenti dotazováni, zda by si byli ochotni výrazně připlatit za zkrácení nabíjecího času. Více než polovina respondentů (53 %) by nebylo ochotno si připlatit, 41 % jen ve výjimečných případech, 5 % by si bylo ochotno připlatit a 1 % nevyužilo možnost odpovědět nebo nevědělo. Jednotlivé počty v grafu 2.



Graf 2 - odpovědi na otázku „Pokud byste vlastnili elektromobil (nebo pokud ho už dokonce vlastníte) byli byste ochotni si výrazně připlatit za zkrácení doby nabíjení?“

3.1.2 Nedostatečná nabíjecí infrastruktura

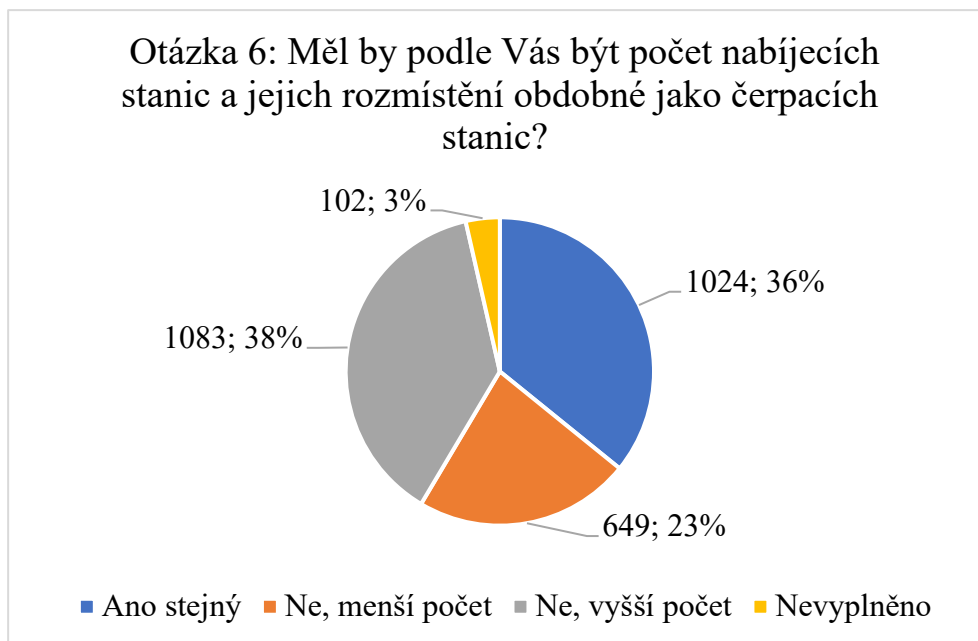
Celkem 2063 respondentů spatřuje tento faktor jako překážku pro rozvoj. Počet nabíjecích stanic v České republice neustále roste. Stále se hledají nová místa k umístění nabíjecích stanic a jsou vypisovány dotace na jejich výstavbu. Pokud by se počet veřejných nabíjecích stanic měl v budoucnu vyrovnat počtu veřejných čerpacích stanic (4006 ČS) tak by tento proces trval opravdu dlouho (Autobible, 2019). U klasických čerpacích stanic je od dvou po 6 a více stojanů s možností čerpání paliva. To znamená že u jedné čerpací stanice může najednou zastavit například 6 automobilů. Pokud by se čerpacím stanicím chtěly nabíjecí stanice vyrovnat do počtu konektorů,

tak by na jednom místě musely stát minimálně 3 stojany (stojan většinou se dvěma nabíjecími body). Tento model se zatím v praxi moc nevidí. Výjimkou je nabíjecí místo Vystrkov společnosti E-On u dálnice D1, kde je možné nabíjet současně 6 vozidel. Ovšem pokud je počet NS vztažen k počtu elektrických vozidel v provozu tak stav zatím dostačuje a bude se s největší pravděpodobností zvyšovat s přibývajícím vozidly. Výjimečně jsou vidět u nabíjecích míst fronty a když už k takové situaci dojde, tak se majitelé daných vozidel dokáží domluvit, protože jsou zároveň velkými příznivci elektromobility. Co naopak může současné a budoucí majitele elektricky poháněných vozidel trápit je blokování nabíjecích stojanů vozidly, která na elektrickou energii vůbec poháněny nejsou a ani být nemohou. Tato vozidla tzv. „blokuji“ nabíjecí místa. Viz obrázek 10.



Obrázek 10 - Parkování konvenčních vozidel na vyhrazených místech pro elektromobily, Vystrkov (Facebook, 2020).

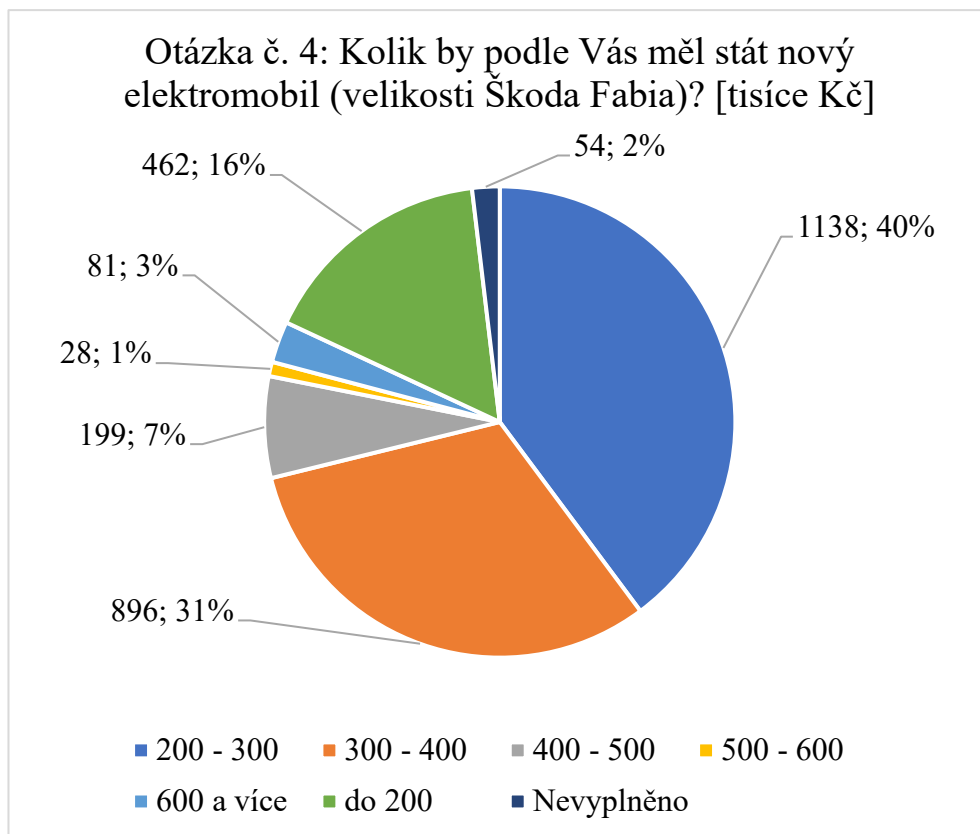
V otázce 6 odpovídali respondenti na rozmístění nabíjecích stanic. 36 % odpovídajících si myslí, že by počet měl být stejný. 38 % respondentů zvolilo volbu s vyšším počtem nabíjecích stanic a 23 % si myslí, že počet by do budoucna měl být nižší. 102 účastníků (3 %) neodpovědělo nebo nevědělo odpověď. Všechna data v grafu 3.



Graf 3 - odpovědi na otázku „Měl by podle Vás být počet nabíjecích stanic a jejich rozmístění obdobné jako čerpacích stanic?“

3.1.3 Pořizovací cena elektromobilu

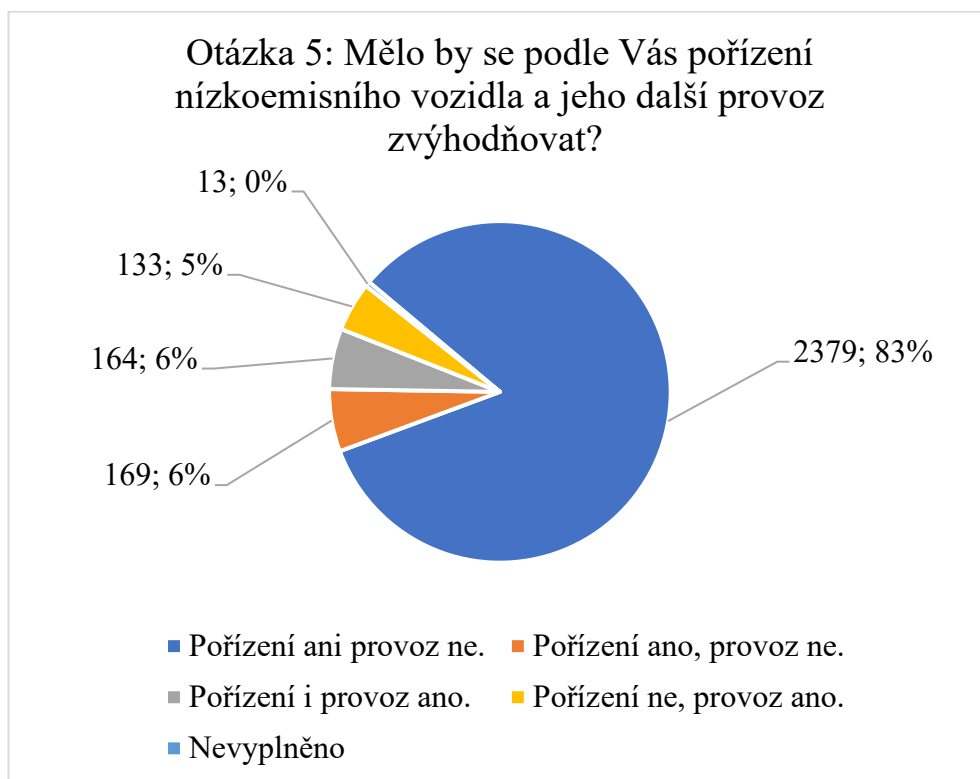
Pořizovací cena elektromobilu je pro zákazníka důležitým kritériem při výběru vozidla. Celkem 2052 z 2858 respondentů spatřuje tento faktor jako překážku při rozvoji elektromobility. V otázce 4 odpovídali respondenti na otázku „Kolik by podle Vás měl stát nový elektromobil (velikosti Škoda Fabia)?“. 16 % dotázaných si myslí, že by nový elektromobil měl stát do 200 000 Kč, 40 % z dotázaných odpovědělo že 200 – 300 000 Kč, 31% podíl tvořily odpovědi 300 – 400 000 Kč. Cenové rozpětí 400 – 500 000 zvolilo 7 % dotázaných. Jen 1 % odpovědělo, že 500 – 600 000 Kč a více než 600 000 Kč zvolilo 3 % dotázaných. Konkrétní čísla v grafu 4.



Graf 4 - odpovědi na otázku „Kolik by podle Vás měl stát nový elektromobil (velikosti Škoda Fabia)? [tisíce Kč]“

Nejlevnější elektromobil, který je dostupný na českém trhu je Yogomo Q9. Jedná se malý městský čtyřmístný elektromobil s dojezdem až 180 km na jedno nabití a maximální rychlostí 75 km.h⁻¹. Cena je stanovena na 295 000 Kč s možností dokoupení příplatkové výbavy jako například klimatizace nebo elektrické stahování bočních oken (Yogomo, 2020). Tento elektromobil by tedy teoreticky uspokojil 1138 respondentů. Nový elektromobil Škoda Citigoe iV má ceníkovou cenu 499 900 Kč. Tento model vychází z modelu Volkswagen e-up. Výkon motoru činí 61 kW, dispoziční energie baterie 36,8 kWh a jízdní dosah 252 km na jedno nabití (Škoda, 2020). Toto vozidlo by uspokojilo 7 % respondentů. Pokud by se ale cena nového elektrického vozidla měla snížit pod 200 nebo 300 000 Kč, tak by jeho první nákup měl být podpořen státem ve formě dotace. Téma podpory pořízení a provozu elektromobilu řešila otázka 5 (graf 5). 83 % respondentů si myslí, že by se pořízení ani následný provoz vozidla neměl nijak finančně podporovat. 169 respondentů souhlasí s podporou pořízení, ale ne s podporou provozu vozidla. Naopak 133 respondentů souhlasí s podporou provozu a nikoliv s podporou pořízení. A jen 6 %, 164 dotázaných

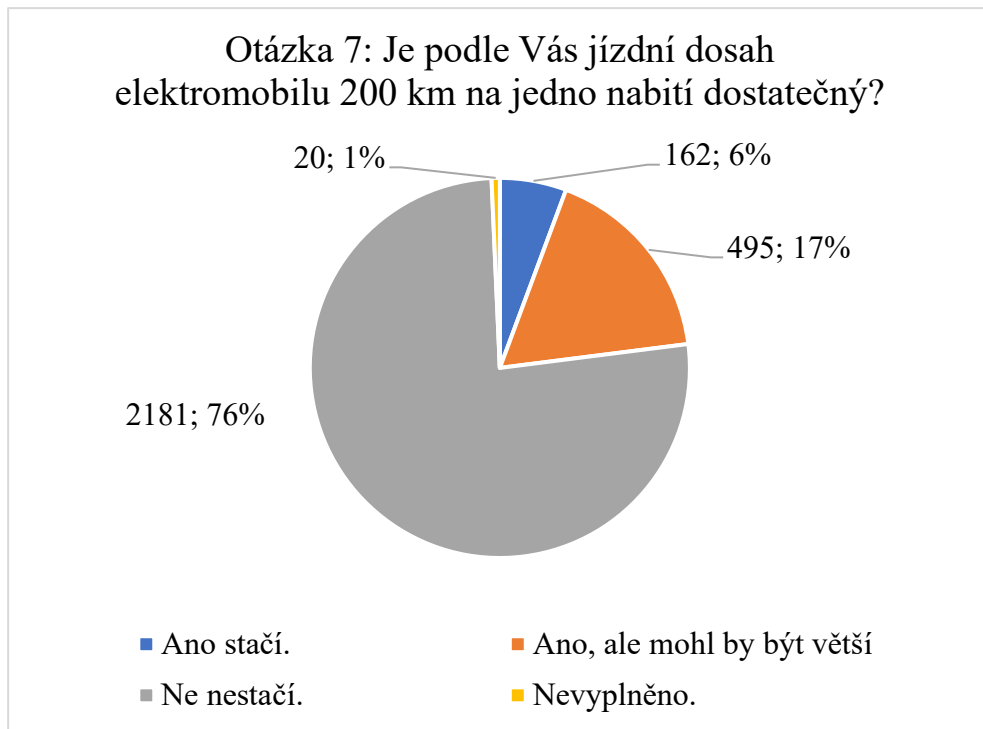
souhlasí s podporou pořízení i následného provozu vozidla. 13 dotázaných nevědělo nebo nedokázalo odpovědět.



Graf 5 - odpovědi na otázku „Mělo by se podle Vás pořízení nízkoemisního vozidla a jeho další provoz zvýhodňovat?“

3.1.4 Nízký jízdní dosah

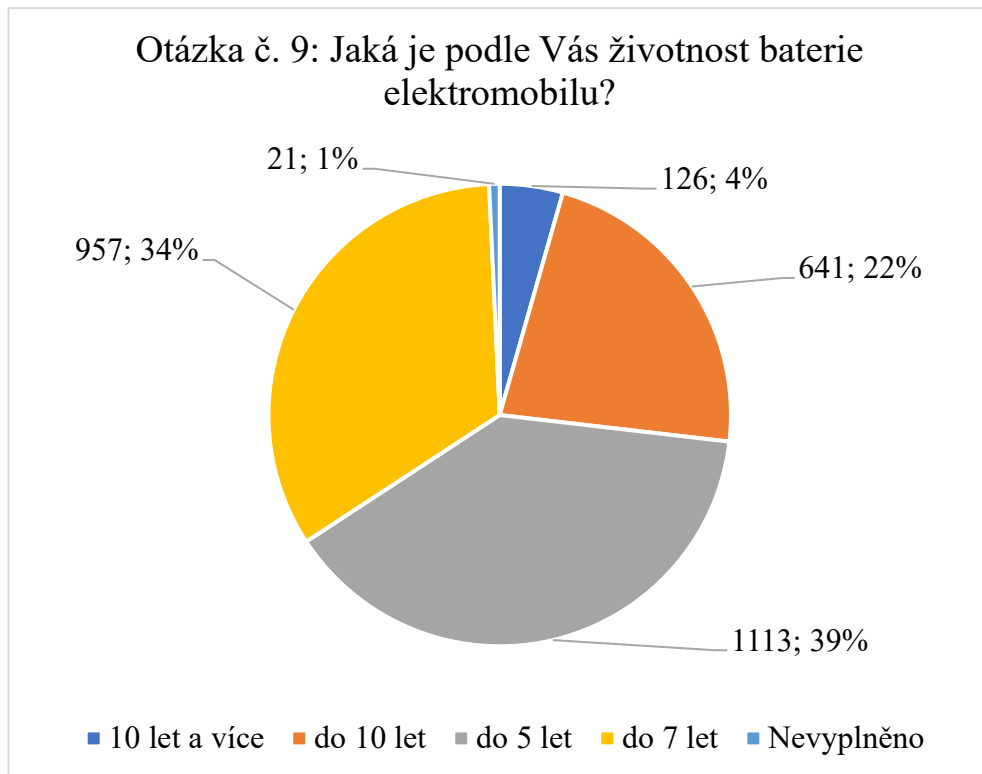
Tento faktor je častým argumentem proti rozšíření elektromobility, i přesto, že značná část řidičů hlavně ve městě nenajede se svým vozidlem více než 150 km za den. Jako překážku při rozšiřování elektromobility ji vidí 2021 z 2858 respondentů. Dnešní vozidla se spalovacími motory dojedou na jednu plnou nádrž paliva do vzdálenosti cca 500–1000 km a případné doplnění paliva na čerpací stanici je rychlé (5-10 minut). Z dotazníku vyplynulo, že se zákazníci nižší dojezdové vzdálenosti obávají (graf 6). 76 % respondentů se domnívá, že jízdní dosah elektromobilu 200 km na jedno nabití je nedostatečný. 6 % dotázaných by jízdní dosah 200 km stačil a 17 % dotázaných by také stačil, ale mohl by být ještě delší. 1 % (20 osob) nevyplnilo nebo nevědělo odpověď na tuto otázku.



Graf 6 - odpovědi na otázku „Je podle Vás jízdní dosah elektromobilu 200 km na jedno nabití dostatečný?“

3.1.5 Životnost baterie

Otázka životnosti baterie je také velmi diskutované téma. Jako problém pro rozvoj elektromobility ji vidí 1682 z 2858 respondentů. To, kdy je baterie v elektromobilu vhodná k celé či jen částečné výměně, určuje každý vlastník vozidla sám. Někdo by uvažoval o výměně už při poklesu kapacity baterie o 10 %, naopak opačný případ by byl až při poklesu o polovinu dispoziční energie. Obecně se uvažuje jako ještě dostatečná hodnota 80 % původní dispoziční energie. Většina automobilek na baterie poskytuje záruku 160 000 km nebo 8 let na pokles dispoziční energie na minimálně 80 %. Z dotazníku (graf 7) vyplynulo, že nejvíc respondentů (39 %) počítá s životností do 5 let. Další skupina (34 %) do 7 let. 641 respondentů (22 %) odpověděl, že životnost baterie je do 10 let. 126 odpovídajících (4 %) se ztotožnilo s názorem, že životnost je 10 a více let. 21 respondentů otázku nevyplnilo, nebo nedokázalo odpovědět.



Graf 7 - odpovědi na otázku „Jaká je podle Vás životnost baterie elektromobilu?“

3.1.6 Nedostatek elektrické energie

Elektrická energie je každodenní součástí našich životů. Její případný nedostatek považuje za důležitý faktor působící proti rozvoji elektromobility 1162 respondentů. Když je v přenosové soustavě málo elektrické energie a současně nelze zaručit dostatečné množství pro aktuální spotřebu, lze to kompenzovat následovně: Zvýšení dodávaného výkonu do sítě smluvním partnerem (tzv. záloha) nebo snížení spotřeby, a to omezením výroby ve velkých závodech (např. v hutním průmyslu). K tomuto kroku se přistupuje zřídka. Naopak opačný případ přebytku energie se řeší buď snížením výroby u některého ze zdrojů energie nebo navýšením spotřeby např. pomocí přečerpávací vodní elektrárny (Carbounion, 2017). V současné době je na daný počet elektromobilů a spotřebu obyvatelstvem energie dostatek. Tato situace se ale může změnit s plánovaným uzavřením jaderných elektráren v sousedním Německu do roku 2022. Německo naplánovalo uzavření všech jaderných elektráren do roku 2022 už v roce 2011. Stalo se tak po jaderné havárii v japonské elektrárně Fukušima I. Pokud se v roce 2022 tak stane chybějící elektrickou energií nejspíše nahradí energie z fosilních paliv nebo import. Rozmístění a plánované uzavření jaderných elektráren v Německu na obrázku 11 (Puchnar, J., 2020; Hájková, G., 2011).



Obrázek 11 - Odstavené a provozované jaderné elektrárny v Německu (Puchnar, J., 2020).

V České republice se budou postupně odstavovat uhelné elektrárny v severních Čechách. Skupina ČEZ v říjnu minulého roku uvedla, že do roku 2040 plánuje odstavení téměř všech svých elektráren spalujících uhlí. Uhlíkový instalovaný výkon by měl klesnout ze současných 6,2 GW až na pouhých 0,7 GW. Hlavní náhradou poklesu výkonu by měl být nový jaderný zdroj v elektrárně Dukovany (Urbánek, V., 2019). Energetický mix se v České republice (tabulka 4) mezi roky 2013 a 2018 příliš nezměnil.

Tabulka 4 - Národní energetický mix ČR (OTE, 2019).

Zdroje energie [%]	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Obnovitelné zdroje – Celkem	5,68	10,9	11,77	10,11	7,60	6,17
Sluneční	1,96	2,63	2,88	2,77	2,14	2,07
Větrné	0,47	0,57	0,71	0,63	0,45	0,22
Vodní	1,93	2,56	2,67	1,15	1,43	0,77
Geotermální	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomasa	1,33	2,19	2,34	5,57	3,58	3,11
Ostatní	0,00	2,99	3,17	0,00	0,00	0,00
Fosilní zdroje – Celkem	57,65	52,77	55,10	59,53	57,40	56,95
Hnědé uhlí	40,71	41,27	42,15	43,91	43,77	44,63
Černé uhlí	6,11	5,78	6,31	6,97	5,38	4,18
Zemní plyn	8,30	5,52	6,41	8,40	5,45	5,80
Ropa a ropné produkty	0,01	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04
Druhotné zdroje a ostatní	2,52	0,14	0,18	0,20	2,73	2,30
Jaderné zdroje – Celkem	36,67	36,28	33, 13	30, 36	35,01	36,88

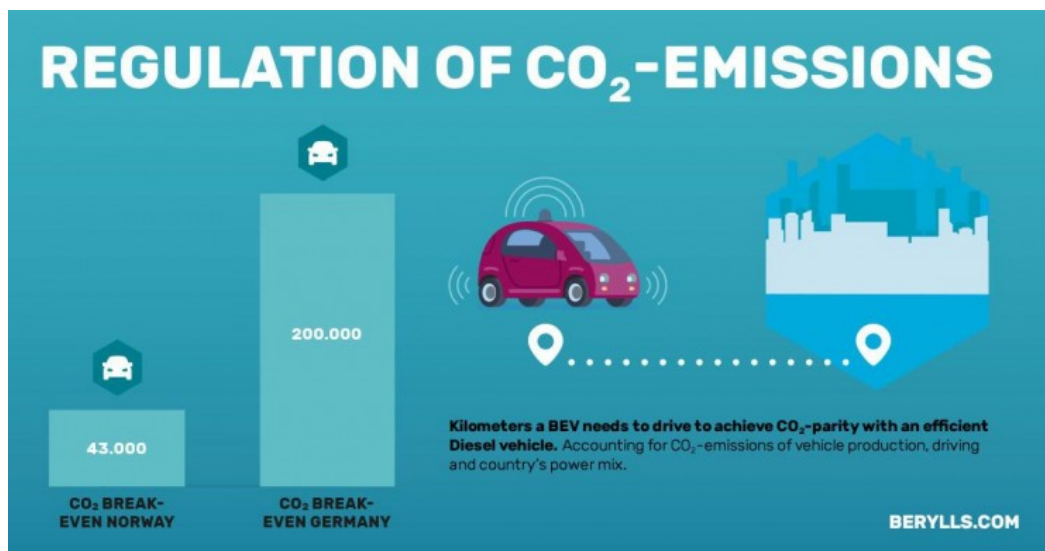
3.1.7 Likvidace baterií a jejich hašení při vznícení

V otevřené otázce „Další problémy při rozvoji elektromobility“ považuje tento faktor jako problém celkem 252 respondentů. Příčinou požáru baterie může být nejčastěji zkrat. Ke zkratu může dojít mimo baterii, ale i uvnitř baterie při deformaci. Požár ale může způsobit i nadměrné nabíjení baterie, nadměrné vybíjení nebo nadměrné teplo. Baterie může v takovém případě vzplanout nebo může dokonce dojít k výbuchu, když se uvnitř nahromadí plyny vznikající v důsledku zvýšené teploty. Při hašení se musí vozidlo ochlazovat vodou, a i po dokončení hašení je doporučeno ho ponořit do kontejneru s vodou až po dobu 72 hodin. Požár vozidla s bateriemi není pro hasiče lehké poznat, protože registrační značky s označením „EL“ nejsou v České republice pro nízkoemisní vozidla povinná. Automobilky samotné integrují do vozidla systémy, které v případě nárazu odpojí baterii a tím se sníží riziko vzniku požáru. Každé havarované vozidlo musí ale po nehodě do tzv. „karantény“, kde se sleduje jeho další stav (Příbyl, M., 2019).

3.1.8 Ekologie výroby

Výroba baterií pro elektromobily s sebou nese spoustu otázek. Některé názory se ztotožňují s názorem, že elektromobil je čistější na provoz a samotnou výrobu. Naopak se objevuje i opačný názor, že konvenční automobily jsou pořád ještě víc ekologické, za svou výrobu a provoz vyprodukují méně škodlivin CO₂. V tomto ohledu záleží na místě výroby vozidla a jeho následném místě provozu. Například

v Norsku bylo v roce 2018 vyrobeno 98 % energie z obnovitelných zdrojů (hlavně vodní elektrárny). Naopak v Německu to bylo jen 35,2 %, uhelná energie 35,3 %, jaderná 11,7 %, plynová 12,8 % a zbytek 5 % (NVE, 2019; Statista, 2019). V Norsku odpovídá ujetí 43 000 km elektromobilem k dosažení produkce stejného množství CO₂ jako stejné vozidlo s dieselovým motorem. Po této vzdálenosti už nemá žádnou uhlíkovou stopu. Naopak v Německu je tato vzdálenost vypočtena na hodnotu 200 000 km (obrázek 12) (Papadopoulos, L., 2018).



Obrázek 12 - Emise CO₂ a ujetá vzdálenost (Papadopoulos, L., (2018).

Problém s ekologií výroby vyplnilo celkem 240 respondentů.

3.1.9 Další

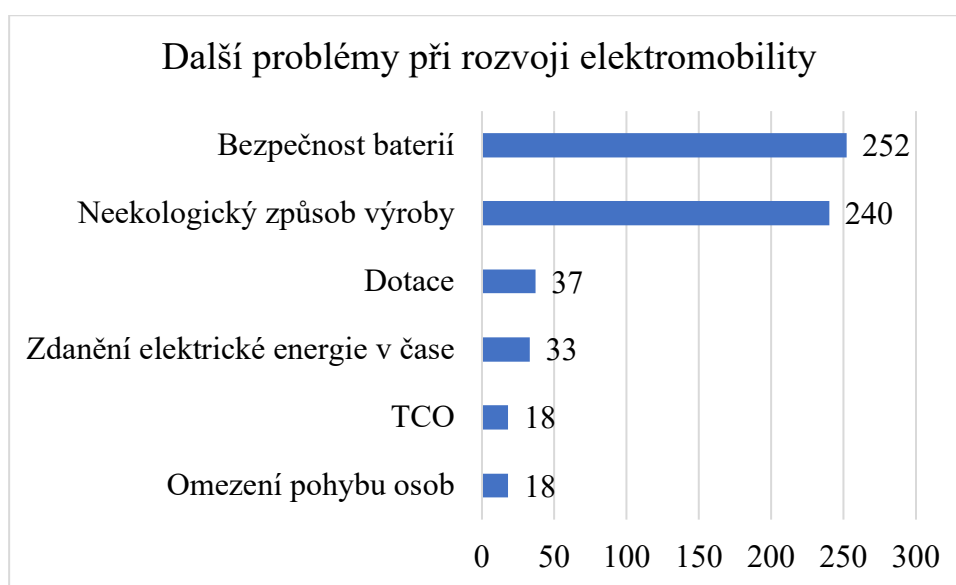
Dalšími problémy by mohlo být poskytování dotací na pořízení nízkoemisního vozidla státem. Tento stav by mohl v budoucnu vést ke zvýhodnění některé části populace, která by měla dost finančních prostředků na pořízení vozidla, a ještě by poté dostala část pořizovací ceny od státu zpět. Naopak ta „chudší“ část populace, která je závislá na pořízení ojetého vozidla z nedostatku finančních prostředků by žádnou podporu nejspíše nedostala, protože by nedosáhla ani na nejlevnější elektromobil. Situace s cenou elektromobilů se ale nejspíše v čase změní, elektromobily by měly spíše zlevňovat vzhledem k budoucí masovější produkci. Tento problém vnímá 37 respondentů.

Celkem 33 respondentů se obává zdanění elektrické energie v čase v souvislosti s tím, jak dojde k výpadku příjmu státu ze spotřební daně z fosilních paliv, která činí 10,95 Kč za litr motorové nafty a 12,84 Kč za litr benzínu. Pokud by

tedy došlo k přechodu na nízkoemisní vozidla ve větší míře než stovku kusů za rok, jako je tomu do teď, tak se nabízí zvýšení ceny za jednotku elektrické energie, protože nevybraná spotřební daň bude ve státním rozpočtu chybět.

Dalším negativním faktorem (18 respondentů) jsou celkové náklady na vlastnictví a provoz vozidla (TCO – z angl. Total Cost of Ownership). Tyto náklady jsou zatím vyčísleny jen krátkou dobu nebo jen odhadem. Je tomu tak z důvodu, že elektromobilita je novým a stále se vyvíjejícím produktem na trhu.

Jako další faktor byl 18 respondenty vyplněn omezení pohybu osob. Tito respondenti se obávají, že by mohli být ve svém volném pohybu omezováni případně by jejich pohyb mohl být sledován pomocí vozidla.

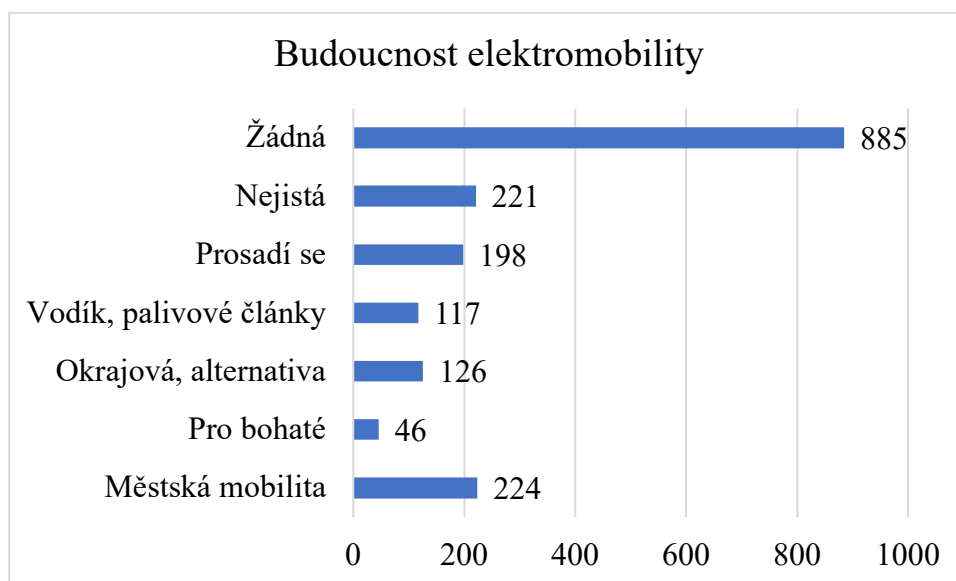


Obrázek 13 - Další problémy při rozvoji elektromobility.

3.1.10 Budoucnost elektromobility

Další otázka se zabývala budoucností elektromobility. 885 respondentů si myslí, že žádná budoucnost elektromobility není a jedná se tedy o slepou vývojovou větev automobilového průmyslu. Tento názor je tedy dost negativní. 224 odpovídajících vidí budoucnost v městské mobilitě, jako rozvoz zboží a osob po městě nebo doprava osob z příměstských oblastí do centra města. Další skupina respondentů (221) si myslí, že budoucnost je v této oblasti nejistá. 198 respondentů se domnívá, že se elektromobilita prosadí ve všech směrech dopravy a stane se plnohodnotnou součástí našich životů. 126 odpovídajících vidí elektromobilitu jako okrajovou záležitost nebo alternativu ke stávajícímu stavu. 117 osob se domnívá, že nízkoemisní mobilita bude mít podobu vodíku nebo palivových článků, a nikoliv bateriové

elektromobility, jak se o ní mluví dnes. Nejmenší skupina (46 respondentů) zastává stanovisko, že bude elektromobilita jen pro osoby s vyššími příjmy (bohatí lidé). Všechny tyto názory na budoucnost ale ukáže až čas.



Obrázek 14 - Odpovědi na otázku „Jaká je podle Vás budoucnost elektromobility?“.

3.2 Návrh opatření ve prospěch podpory a zvýšení zájmu občanů o osobní elektromobily v ČR.

Jako podpora provozu nízkoemisního vozidla se už v některých městech (např. Praha, Brno) zavádí parkování v centru měst zdarma. Jedná se o místa, kde jsou zavedeno „zónové parkování“ a nízkoemisní vozidla zde mohou parkovat bezplatně. Stačí jim k tomu pouze registrační značka pro nízkoemisní vozidla. NAP vyčíslil tuto výhodu na částku 5000 Kč za rok, což odpovídá celoroční jízdence na městskou hromadnou dopravu (MHD) v Praze.

Jako další opatření se nabízí možnost využívání jízdních pruhů pro městskou hromadnou dopravu hlavně v časech největšího dopravního vytížení. Toto opatření není možné udržet neomezenou dobu, ale mělo by sloužit jen jako stimul podpory a skončilo by při nasycení jízdních pruhů MHD.

V souvislosti s nabíjením vozidel se jeví jako možné zlepšení stavu interoperabilita a roaming provozovatelů veřejných nabíjecích stanic. Zákazník by jistě uvítal, kdyby mohl u nabíjecích stanic různých provozovatelů platit jedním způsobem (platební karta, aplikace nebo čip) a nemusel by přemýšlet, zda má oprávnění nabíjet nebo zda má tu správnou aplikaci. V souhrnu by se nabíjení elektromobilů mohlo více přiblížit klasickému čerpání paliva na čerpacích stanicích.

Dalším návrhem je vybudování ultrarychlé nabíjecí infrastruktury o výkonu 150-350 kW. Tato infrastruktura by byla použita hlavně pro vozidla s vyšší dispoziční energií baterie jako jsou nákladní vozidla.

Dále by ke zlepšení povědomí o elektromobilitě přispělo, kdyby i orgány státní správy, a i komunální služby začaly využívat elektricky poháněná vozidla a šly tím tedy občanům ku příkladu.

Dalším bodem, který by motivoval k pořízení nízkoemisního vozidla, by mohlo být odpuštění poplatku za registraci vozidla.

V oblasti školství je třeba zvýšit četnost a účinnost akcí pro odbornou i širší veřejnost, jejichž cílem bude především poskytnutí nezkreslených informací o problematice elektromobility, protože názory na elektromobilitu jsou pořád nevýrazným a méněcenným odrazem a deformací praxe a často si žijí svým vlastním životem. Zarytými odpůrci elektromobility se velmi často stávají ti, kteří problematice vůbec nerozumějí a s elektromobilem nikdy nejeli. Často se bohužel prezentují jako odborníci na elektromobilitu i na odborných webech.

Většina názorů lidí z oblasti provozu OA je převzatých tak, jak byly někým prezentovány, aniž si jejich věrohodnost „osvojitel“ ověřuje. Většina názorů, které lidé sdělují, především jejich obsah, nemá často přímý vztah ke skutečnosti a téměř nikdy k přírodě. Nelze vždy považovat všechny informace z elektromobility (internet, média, ústní sdělení) za důvěryhodné (pravdivé), protože společenský systém (včetně dílčích společenských skupin) je postaven tak, že lze určité druhy údajů (fakta) nezveřejnit (nebo naopak vymyslet), a proto jsou buď úmyslně zkresleny (sníženy, zveličeny, fake news, hoax), nezveřejněny v plném znění, nebo zcela zamlčeny.

Za poslední 4 roky se znalosti mladých lidí v oblasti elektromobility příliš nezměnily, a pokud ano, jsou většinou odmítavé, negativní, zkreslené, ovlivněné zarytými odpůrci elektromobility, kteří své názory šíří v rozmanitém mediálním prostředí. Samotní výrobci se propagaci elektromobilů ve svých reklamách nijak moc nevěnují, naopak stále zvyšují tlak nabídky směrem k velkým automobilům se spalovacími motory. Situace se sice postupně zlepšuje, ale je žádoucí osvětou předcházet šíření úmyslně zkreslených informací v neprospěch elektromobility a zároveň také nepravdivých informací o významu elektromobility ze strany neobjektivních příznivců elektromobility.

4 Diskuse

Na budoucnost elektromobility nelze pohlížet očima současného hodnotitele

1) **Nelze vycházet ze současných technologií zdrojů energie** pro jízdu (výroba baterií, rychlost a způsoby nabíjení, zdroje elektrické energie – bez spalování uhlí, více se budou využívat obnovitelné zdroje energie – zejména Slunce, změna účinnosti u fotovoltaických, věrných a vodních elektráren);

2) **Nelze počítat s dlouhodobou dostupností energie (ropy)** pro pohon spalovacích motorů (cena, spotřeba, neomezené čerpání, náklady na těžbu, možnosti dopravy ropy);

3) **Nelze vycházet ze současných představ o nabíjecí infrastruktuře** (počet, výkon nabíjení);

4) **Nelze kalkulovat se současnými energetickými nároky na jízdu e-automobilů** (15 až 30 kWh na 100 km);

5) Nelze počítat, že **ceny elektromobilů zůstanou na současné vysoké úrovni.**

Všechny tyto aspekty se budou v čase proměňovat, Pokud se ukáže, že provozování elektricky poháněného automobilu je **všestranně výhodné, resp. jednou špičkovou vlastností významně předčí negativa konvenčních vozidel**, uživatelé automobilů se spalovacími motory na základě svého svobodného rozhodnutí přejdou na provoz elektromobilů sami.

Závěr

Cílem této práce bylo stanovit faktory působící proti rozvoji elektromobility a poté navrhnout opatření pro rozvoj.

Díky této práci jsem pronikl více do témat týkající se elektromobility a seznámil se i s názory jiných lidí.

Z výsledků dotazníku je patrné, že zatím není veřejnost tolik nakloněna nízkoemisním pohonům vozidel. Ovšem toto naladění jednotlivců záleží hlavně na jejich finanční situaci a přístupu k novým technologiím. Jako hlavní relevantní důvody odmítavého postoje zákazníků vidím pořizovací cenu vozidla, životnost baterií a způsob výroby. U pořizovací ceny je jistá šance, že se bude snižovat s výhledem na pokles ceny baterií a masovější produkce elektromobilů. O životnosti baterií v elektromobilech zatím víme velmi málo a výsledky se velmi liší. Výroba elektrického proudu bude s největší pravděpodobností v následujících letech zahrnovat zapojení více obnovitelných zdrojů, a naopak méně fosilních paliv.

Domnívám se, že se povědomí veřejnosti o bezemisní dopravě bude zlepšovat, ať už výukou ve školách nebo například různými propagačními jízdami v elektromobilech a vysvětlováním zákazníkům hlavních výhod nízkoemisních vozidel.

Elektrická energie není nyní ze 100 % vyráběna z obnovitelných zdrojů, ale do budoucna, jak bude docházet k uzavírání například uhelných elektráren se podíl obnovitelných zdrojů bude zvyšovat. Dalšími možnými palivy, která produkují nízké nebo žádné emise jsou plyny CNG, LPG, LNG nebo technologie palivových článků.

V současné době se jako ideální vozidlo do městského provozu jeví malý elektromobil a na překonávání delších vzdáleností naopak plug-in hybridní vozidlo, které kombinuje výhody spalovacího motoru (snadná dostupnost paliva) a elektromotoru (bezemisní, tichý provoz). Pokud se v dohledné době začnou elektromobily zlevňovat nebo jim budou poskytovány různé výhody a finanční pobídky k pořízení vozidla (už se děje) tak se s největší pravděpodobností prosadí. Z počátku nejspíše nahradí druhý automobil v domácnosti.

Současný stav nabíjecí infrastruktury je pro současný počet elektrických vozidel dostatečný, i když by někdy majitelé elektromobilů chtěli nabíjecích míst více. V následujících letech bude nabíjecích bodů jistě přibývat hlavně ve městech nebo v místech kde se shromažďuje více lidí. Bohužel nabíjecí stanice na vesnicích nebo

horských a příhraničních oblastech se budou za pomoci státu budovat jako poslední. V těchto případech je možnost budovat soukromé či poloveřejné nabíjecí stanice ze soukromých zdrojů.

Seznam použité literatury

- Autobible (2019). *Počet čerpacích stanic se poprvé přehoupl přes 4 000. Ubylo těch standardních a přibývají plnicí stanice CNG.* [online] Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/pocet-cerpacich-stanic-se-poprve-prehoupl-pres-4-000-ubylo-tech-standardnich-a-pribyvaji-plnici-stanice-cng/> [cit. 29. 3. 2020]
- Barták, P. (2010), *Hybridní pohony v automobilových aplikacích.* [online] Dostupné z: http://home.zcu.cz/~rcermak/opvk_cm/M_02.pdf [cit. 4. 2. 2020]
- Carbounion (2017). *Co se děje, když vznikne nedostatek, nebo přebytek elektřiny v síti.* [online] Dostupné z: <https://www.carbounion.cz/radce/co-se-deje-kdyz-vznikne-nedostatek-nebo-prebytek-elekriny-v-siti> [cit. 4. 6. 2020]
- CDV (2020). *V roce 2019 se o čtvrtinu zvýšil počet osobních vozidel s externím nabíjením.* [online] Dostupné z: https://www.cdv.cz/tisk/v-roce-2019-se-o-ctvrtinu-zvysil-pocet-osobnich-vozidel-s-externim-nabijenim?fbclid=IwAR0ZZ_xB1GzmvJEFLCGHJDvyVEPXgEa-Xcka6ohjDjc0ne0FN8nogDGLp4 [cit. 20. 1. 2020]
- Celjak, I. (2018). *Konstrukce, technické systémy a provoz elektricky poháněných automobilů.* [online] Dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobilu_v4.pdf [cit. 5. 1. 2020]
- ČT24 (2020). *Nové emisní limity pro auta tlačí na výrobce. Elektromobilů přibývá, zlomový rok čeká zřejmě i Česko.* [online] Dostupné z: https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/3017744-nove-emisni-limity-pro-auta-tlaci-na-vyrobce-elektromobilu-pribyva-zlomovy-rok?fbclid=IwAR0-izold3o2EXNKUrvjAJ6GIwTaRRuu9ht6OMA8yJ66Cvr2-_dG20i1pjY [cit. 10. 1. 2020]
- Dittrich, L. (2018). *Reálný dojezd 12 elektromobilů: Kdo dojede nejdál a kdo nejvíc lze?* [online] Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/realny-dojezd-12-elektromobilu-dojede-nejdal-nejvic-lze/> [cit. 20. 2. 2020]
- Ecofuture (2019). *Podpora elektromobility: kde je hranice mezi extrémem a vstřícností?* [online] Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanky/uspory-v-domacnosti-10-tipu-jak-usetrit-bez-investic> [cit. 10. 3. 2020]

- Ehrler, V., Hebes, P. (2012). Electromobility For City Logistics – The Solution To Urban Transport Collapse? *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 3700, pp. 786-795.
- E-ON (2018). *Co je elektromobilita?* [online] Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/elektromobilita> [cit. 18. 1. 2020]
- Facebook (2020). *Majitelé a příznivci elektromobilů v ČR / SK.* [online] Dostupné z: <https://www.facebook.com/groups/2100772423579450/permalink/2532695480387140/> [cit. 29. 3. 2020]
- Firemní literatura automobilky Škoda (2020).
- Ford (2020). *Mild hybrid.* [online] Dostupné z: <https://www.ford.cz/prednakupem/objevte/hybrid-electric/mild-hybrid> [cit. 7. 3. 2020]
- Fousek, D. (2019). *Vědecké okénko: Na cestě do historie elektromobility, díl 1. aneb jak to všechno začalo.* [online] Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/vedecke-okenko-na-cestech-do-historie-elektromobility-dil-1-aneb-jak-to-vsechno-zacalo> [cit. 20. 1. 2020]
- Goodwin, A. (2012). *2012 Chevrolet Volt review.* [online] Dostupné z: <https://www.cnet.com/roadshow/reviews/2012-chevrolet-volt-review/> [cit. 7. 3. 2020]
- Hájková, G. (2011). *Proč německý odklon od jádra zdraží i českou elektrinu?* [online] Dostupné z: <https://www.mesec.cz/clanky/proc-nemecky-odklon-od-jadra-zdrazi-i-ceskou-elektzinu/> [cit. 4. 6. 2020]
- Hořčík, J. (2006). *Hybridní automobil.* [online] Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/slovnicek/hybridni-automobil> [cit. 4. 2. 2020]
- Hyundai (2020). *Modely Ioniq.* [online] Dostupné z: <https://www.hyundai.cz/modely/ioniq> [cit. 2. 2. 2020]
- Knapčíková, L. (2019). Electromobility in the Slovak Republic: A green approach. *Acta Logistica*, 6(2), 29-33.
- Kovač, P. (2019). *Baterie nabitá za 6 minut? Startup z Cambridge oznamuje průlom.* [online] Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/baterie-nabita-za-6-minut-startup-z-cambridge-oznamuje-prulom> [cit. 20. 1. 2020]
- Kutta, T. (2018). *Problematika elektromobility vozidel kategorie M.* Bakalářská práce. České Budějovice.
- Ministerstvo průmyslu o obchodu (2015). *Národní akční plán čisté mobility*, 161.
- Ministerstvo průmyslu o obchodu (2019). *Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility*, 117.

NVE (2019). *Electricity disclosure 2018*. [online] Dostupné z: <https://www.nve.no/norwegian-energy-regulatory-authority/retail-market/electricity-disclosure-2018/> [cit. 6. 6. 2020]

OTE (2019). *Statistika – Národní energetický mix*. [online] Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix> [cit. 4. 6. 2020]

Papadopoulos, L. (2018). *Diesel Cars Are Cleaner Than Some EVs, New Study Suggests*. [online] Dostupné z: <https://interestingengineering.com/diesel-cars-are-cleaner-than-some-evs-new-study-suggests> [cit. 6. 6. 2020]

Příbyl, M. (2019) *Hoří, má Teslo. Devět otázek a odpovědí o elektromobilech v plamenech* [online] Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/hori-ma-teslo-devet-otazek-a-odpovedi-o-elektroautech-v-plam/r~f03fa1340b6c11ea926e0cc47ab5f122/v~sl:0334b8a43df9f5fbc7520e67beafe545/> [cit. 6. 6. 2020]

Puchnar, J. (2020). *Americká studie odhaduje náklady německého odchodu od jádra*. [online] Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/americka-studie-odhaduje-naklady-nemeckeho-odchodu-od-jadra> [cit. 4. 6. 2020]

Reitinger, T. (2019). *Tatra Beta – Historie projektu Beta na pozadí privatizace plzeňské Škody, typy, technické údaje, fotografie, příběh*. 107.

SDA (2020). *Statistiky – Ke stažení*. [online] Dostupné z: <https://www.sda-cia.cz/repository-volnedostupna?lang=CZ> [cit. 15. 3. 2020]

Slavík, J. (2020). *Co to je a jak funguje inteligentní město – smart city*. [online] Dostupné z: http://www.smartcityvpraxi.cz/o_smart_city.php [cit. 27. 2. 2020]

Statista (2019). *Mix of energy sources used to generate electricity in Germany from 2016 to 2018*. [online] Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/736640/energy-mix-germany/> [cit. 6. 6. 2020]

Svatoš, P. (2018). *Za 7 let spadla cena baterií 4×. Budou elektrická auta levnější než ta spalovací?* [online] Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/za-7-let-spadla-cena-baterii-4-budou-elektricka-auta-levnejsi-nez-ta-spalovaci-2176> [cit. 20. 1. 2020]

Svatoš, P. (2019). *Kolik máme v ČR nabíjecích stanic a kolik jich do roku 2022 přibude?* [online] Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/kolik-mame-v-cr-nabijecich-stanic-a-kolik-jich-do-roku-2022-pribude-4582> [cit. 1. 2. 2020]

Škoda Storyboard (2019). *Elektrická budoucnost značky ŠKODA startuje, zahájen předprodej elektrifikovaných modelů CITIGOe iV a SUPERB iV*. [online] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/elektricka-budoucnost->

znacky-skoda-startuje-zahajen-predprodej-elektrifikovanych-modelu-citigoe-iv-a-superb-iv/ [cit. 3. 3. 2020]

Škoda Storyboard (2019). *Druhy elektromobilů – znáte je všechny?* [online] Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/> [cit. 3. 3. 2020]

Urbánek, V. (2019). *ČEZ: Do 20 odstavíme téměř všechny uhelné zdroje, Počeradý se prodají Tykačovi.* [online] Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zpravy/514266-cez-do-20-odstavime-temer-vsechny-uhelne-zdroje-pocerady-se-prodaji-tykacovi/> [cit. 4. 6. 2020]

Yogomo (2020). *Elektromobil do města.* [online] Dostupné z: <https://www.greencars.cz> [cit. 1. 4. 2020]

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Vývoj emisí z dopravy v letech 1993-2017 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).....	12
Obrázek 2 - Podíl obyvatel vystavených hluku vyššímu než 55 dB [%] (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015).....	13
Obrázek 3 - Zobrazení typů hybridních vozidel (Škoda Storyboard, 2019).....	17
Obrázek 4 - Míra hybridizace vozidel (Celjak, I. 2018).	17
Obrázek 5 - Sériový hybrid Chevrolet Volt 2012 (Goodwin, A., 2012).....	20
Obrázek 6 - Srovnání jízdního dosahu elektromobilů (Dittrich, L., 2018).	25
Obrázek 7 - Nabíjecí stanice společnosti E-ON se dvěma parkovacími místy v Českých Budějovicích. (foto autor, 10.2.2020).	27
Obrázek 8 - Ceny modelů Ioniq (Hyundai, 2020).....	27
Obrázek 9 - Vývoj ceny baterií mezi lety 2011-2030. (Svatoš, 2018).....	28
Obrázek 10 - Parkování konvenčních vozidel na vyhrazených místech pro elektromobily, Vystrkov (Facebook, 2020).	34
Obrázek 11 - Odstavené a provozované jaderné elektrárny v Německu (Puchnar, J., 2020).	40
Obrázek 12 - Emise CO ₂ a ujetá vzdálenost (Papadopoulos, L., (2018).	42
Obrázek 13 - Další problémy při rozvoji elektromobility.....	43
Obrázek 14 - Odpovědi na otázku „ Jaká je podle Vás budoucnost elektromobility?“	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Jednotlivé cíle počtu vozidel a infrastruktury v roce 2030 (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2019).....	21
Tabulka 2 - Počty elektromobilů a hybridních vozidel 2019/2020 (SDA, 2020).	22
Tabulka 3 - Počty prodaných elektromobilů a hybridů podle značek za rok 2019 (SDA, 2020).	23
Tabulka 4 - Národní energetický mix ČR (OTE, 2019).....	41

Seznam grafů

Graf 1 - odpovědi na otázku „Jaké vidíte největší problémy pro rozvoj elektromobility?“	32
Graf 2 - odpovědi na otázku „Pokud byste vlastnili elektromobil (nebo pokud ho už dokonce vlastníte) byli byste ochotni si výrazně připlatit za zkrácení doby nabíjení?“	33
Graf 3 - odpovědi na otázku „Měl by podle Vás být počet nabíjecích stanic a jejich rozmístění obdobné jako čerpacích stanic?“	35
Graf 4 - odpovědi na otázku „Otázka 6: Měl by podle Vás být počet nabíjecích stanic a jejich rozmístění obdobné jako čerpacích stanic?“	36
Graf 5 - odpovědi na otázku „Mělo by se podle Vás pořízení nízkoemisního vozidla a jeho další provoz zvyhodňovat?“	37
Graf 6 - odpovědi na otázku „Je podle Vás jízdní dosah elektromobilu 200 km na jedno nabití dostatečný?“	38
Graf 7 - odpovědi na otázku „Jaká je podle Vás životnost baterie elektromobilu?“	39

Seznam použitých zkratek

%	procento
°C	stupeň Celsia
EM	elektromobil
Kč	koruna česká
kg	kilogram
km.h ⁻¹	kilometr za hodinu
kWh	kilowatthodina
km	kilometr
kWh.km ⁻¹	kilowatthodina na kilometr
kW	kilowatt
GW	gigawatt
např.	například
V	volt
Kč.kWh ⁻¹	koruna česká za kilowatthodinu
AC	střídavý proud
DC	stejnoseměrný proud
NS	nabíjecí stanice
CO ₂	oxid uhličitý
EU	Evropská unie
NO ₂	oxid dusičitý
dB	decibel
mil.	milion
mld.	Miliarda
USD	americký dolar
LNG	zkapalněný zemní plyn (Liquefied Natural Gas)
CNG	stlačený zemní plyn (Compressed Natural Gas)
PM _{2,5}	pevné částice menší než 2,5 μm (particulate matter)
PM ₁₀	pevné částice menší než 10 μm