

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství  
Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby  
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky  
Vedoucí katedry: Ing. Luboš Smutný, Ph.D.

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

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.  
Autor bakalářské práce: Denis Klíma

České Budějovice, 2020

# Zadání práce BP

Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Denis KLÍMA  
Osobní číslo: Z17256  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: ZDTb-17 – specializace Dopravní a manipulační technika  
Téma práce: Problematika rozvoje elektricky poháněných vozidel kategorie M1 v České republice  
Zadávající katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

### Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Cílem práce je stanovení faktorů působících negativně a pozitivně na zvýšení počtu osobních automobilů poháněných elektromotory v České republice.

Metodický postup:

1. Studium literatury týkající se řešení problematiky (pohon elektromobilů, jízdní dosah, nabíjecí infrastruktura, kupní cena, spotřeba energie, dostupnost energie, prodejní a servisní střediska a další) a vypracování řešení.
2. Stanovení faktorů působících negativně a pozitivně na zvýšení počtu osobních elektricky poháněných automobilů v České republice.
3. Souhrn negativních a pozitivních faktorů v oblasti elektromobility osobních automobilů a perspektivy jejich dalšího vývoje.

Rozsah pracovní zprávy: 50 – 60 stran  
Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

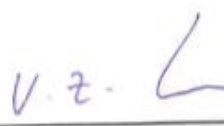
Seznam doporučené literatury:

- Celjak, I.: Konstrukce a provoz elektricky poháněných automobilů. Učební text, KZDMT, ZF, JČU České Budějovice, dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/studentum/vyukove-materialy/>
- Celjak, I.: Smysl rozvoje elektromobility ve městech. Komunální technika 7/2018, Profi Press Praha, s. 48-52
- Hromádka, 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
- Vepr, 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/>
- Electroauto – novinky o elektromobilitě: <https://www.electroauto.cz/>
- Vše o elektromobilech: <https://elektrickevozy.cz/>
- O energetice – elektromobilita: <https://oenergetice.cz>
- Prodej elektromobilů: <https://www.alza.cz/elektromobily/>
- Elektromobily – informace: <http://elektromobil.vseznamu.cz>
- Svaz dovozců automobilů: <http://portal.sda-cia.cz>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**  
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

V Českých Budějovicích dne 27. února 2019

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Budejovská 1868, 370 00 České Budějovice

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

## **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.

.....

Datum

.....

Podpis

## **Poděkování**

Nejdříve ze všeho bych rád chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za výborné vedení, podnětné rady a odbornou pomoc, kterou mi poskytoval po celou dobu při zpracovávání mé bakalářské práce a za čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl poděkovat firmě CB auto za zapůjčení elektromobilu a současně bych chtěl poděkovat všem respondentům, kteří mně poskytli rozhovory za účelem zpracování jejich zkušeností s elektromobilitou a problematikou v ní. Rád bych také poděkoval své rodině a všem přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili a vytvořili mi takové podmínky pro dokončení této práce.

## **Abstrakt**

V řádech posledních několika desítek let se spalovacími motory, které dominují v sektoru osobní dopravy, se nyní zdá, že elektrický automobil je na pokraji rychlého vzestupu na rozvinutých i rozvíjejících se automobilových trzích. Široké uplatnění elektrického vozidla by pro společnost mohlo přinést významné změny, nejen pokud jde o technologie, které používáme pro osobní dopravu, ale také odsunout naši ekonomiku od ropy a pokusit se o ekologickou stopu v dopravním průmyslu v podobě snížení emisí. Tato práce se zabývá především elektromobilitou, jejím rozvojem, ale také její problematikou rozvoje v České republice, dále také nabíjecí infrastrukturou a její blízké budoucnosti pro elektromobilitu. Potenciál pro elektrické vozidlo bude omezen, aniž by byla věnována dostatečná pozornost normám, a to nejen z hlediska rychlosti jeho přijetí a plynulosti tohoto přechodu, ale také z hlediska zachování kompatibility mezi odbornými pravomocemi, bezpečnosti veřejnosti a pomoc při zajišťování ekologické udržitelnosti. Tato práce dále zdůrazňuje řadu oblastí, v nichž mohou být zapotřebí nové nebo přizpůsobené současné normy, školení a certifikace, zejména pokud jde o baterie a infrastrukturu nabíjení a distribuci elektrické energie.

**Klíčové slova:** Elektrická vozidla, emise, ropa, baterie, nabíjení

## **Abstract**

In the order of the last few decades with internal combustion engines dominating the passenger transport sector, the electric car now appears to be on the verge of a rapid rise in both developed and emerging automotive markets. The broad application of the electric vehicle could bring about significant changes for society, not only in terms of the technologies we use for passenger transport, but also move our economy away from oil and attempt an environmental footprint in the transport industry by reducing emissions. This work is mainly concerned with electric mobility, its development, but also its issue of development in the Czech Republic, as well as charging infrastructure and its near future for electric mobility. The potential for an electric vehicle will be limited without paying sufficient attention to standards, not only in terms of the speed of its adoption and the fluency of this transition, but also in terms of maintaining compatibility between professional powers, public safety and helping to ensure eco-bikes.

**Keywords:** Electric vehicles, emissions, oil, batteries, charging

# Obsah

1	Úvod.....	11
2	Metodika a cíle práce .....	12
2.1	Cíl práce .....	12
3	Elektromobilita.....	13
3.1	Historie elektromobility .....	13
3.2	Rozdělení druhů energie pro pohon vozidla.....	15
3.3	Elektromobily .....	15
3.4	Konstrukce elektromobilů .....	15
3.4.1	Elektromotor .....	15
3.4.2	Baterie .....	16
3.4.3	Invertor.....	18
3.5	Asynchronní motor.....	18
3.6	Synchronní motor s permanentními magnety.....	19
3.7	Vlastnosti v provozu.....	20
3.7.1	Jízdní dosah elektromobilů .....	20
3.7.2	Princip fungování .....	21
3.7.3	Čidla a ostatní sensory .....	21
3.7.4	Umístění motoru .....	21
3.7.5	Spojka.....	22
3.7.6	Okamžitá reakce plynu.....	22
3.7.7	Hmotnost elektromobilu .....	22
3.7.8	Údržba elektromobilu.....	22
3.7.9	Bezpečnost .....	23
4	Baterie pro elektromobily .....	24
4.1	Nabíjení .....	24
4.1.1	Přenosná nabíječka.....	24



4.1.2	Wallbox .....	25
4.1.3	Veřejné nabíjecí stanice .....	26
4.1.4	Rychlonabíjecí stanice .....	26
4.1.5	Bezkontaktní nabíječky .....	27
4.1.6	Kabelové nabíječky .....	28
4.1.7	Konektory pro kabelové nabíjení .....	29
4.2	Autonomní elektromobily a autonomní nabíjení.....	30
5	Rozvoj elektromobility v české republice.....	31
5.1	Odhad prodeje elektromobilů v ČR.....	31
5.2	Nižší emise .....	32
5.3	Náklady na provoz Elektromobilu .....	33
5.4	Nižší poruchovost.....	33
5.5	Levnější provoz .....	33
6	Největší distributoři nabíjecích stanic a energie v ČR.....	35
6.1	E.ON.....	35
6.1.1	Ceník služby E.ON Drive .....	35
6.2	ČEZ .....	36
6.3	PRE.....	37
7	Problematika rozvoje elektromobility v ČR .....	39
7.1	Baterie .....	39
7.1.1	Životnost baterií .....	39
7.2	Pojištění .....	40
7.3	Nízký počet dobíjecích stanic.....	40
7.4	Veřejná podpora v ČR .....	41
7.5	Vysoká pořizovací cena elektromobilů .....	42
7.6	Nedostatečná infrastruktura.....	43
7.7	Jízdní dosah elektromobilu.....	44

8	Výhled do budoucna .....	45
8.1	Fotovoltaika.....	46
9	Praktická část .....	48
9.1	Dopravní trasa .....	48
9.2	ŠKODA CITIGOe iV .....	49
	Technická data ŠKODA CITIGOe iV .....	50
9.3	Jízdní režimy .....	50
9.4	Měření .....	50
9.4.1	Výsledky měření .....	51
9.5	Nabíjení elektromobilu ŠKODA CITIGOe iV.....	52
9.5.1	Nabíjení v domácích podmínkách.....	52
9.5.2	Nabíjení na veřejné stanici.....	53
10	Závěr a diskuse.....	55
11	Seznam použité literatury.....	56
12	Seznam obrázků .....	60
13	Seznam tabulek .....	61
14	Seznam zkratek .....	62

# 1 Úvod

Poslední dobou je elektromobilita a vůbec budoucnost automobilového průmyslu velkým tématem, a to hlavně proto, že na konci roku 2018 se Evropská unie rozhodla, že automobilky budou muset u nově vyrobených automobilů velkou měrou snížit emise CO<sub>2</sub> a tím pádem vede k zamyšlení, jak se automobilky zachovají a jestli je v současnosti jedinou volbou právě elektromobilita, která dokáže snížit tyto požadované emise. Dále je určitým problémem také počet veřejných dobíjecích stanic, který je více než zanedbatelný. Elektromobilita zcela mění automobilový průmysl, který kromě stávající řady aut se spalovacími motory vyvíjí a vyrábí vozidla s hybridním a čistě elektrickým pohonem. Před rozšířením elektromobilů je nutné vybudovat nepostradatelnou infrastrukturu v podobě dostatečného počtu dobíjecích stanic.

V Současné době je totiž v České republice dostupné méně než dvě stě veřejných dobíjecích stanic pro téměř 4000 registrovaných elektrických a hybridních vozidel. Údaje energetických společností ukazují, že počet veřejných dobíjecích stanic by se měl do konce roku 2020 zvýšit na 1300. Vývojáři, kteří staví nabíjecí stanice v rámci svých nových kancelářských, maloobchodních a průmyslových nemovitostí, se také připravují na elektromobilitu, podle Arcadis, což je mezinárodní společnost zaměřená na poradenství v oblasti stavebnictví, životního prostředí a udržitelného růstu. Od roku 2021 budou zavedeny přísnější limity na již zmiňované produkování oxidu uhličitého neboli CO<sub>2</sub> u nových automobilů, a snížit toto produkování CO<sub>2</sub> až o 1/5. V průměru by to mělo být 90 g. Do roku 2030 dále až o 37,5 % o čemž také rozhodla Evropská unie.

## **2 Metodika a cíle práce**

Hlavním cílem mé praktické části bylo zjistit, do jaké míry se elektromobil liší od běžného automobilu se spalovacím motorem. Jedním z mých cílů bylo provozovat elektromobil se spotřebou pod 13 kWh na 100 ujetých kilometrů, což se zdá nereálné, ale moje poznatky z jízdy nejsou tak daleko od požadovaného cíle.

### **2.1 Cíl práce**

#### **Cíl práce:**

- Cílem práce je stanovení faktorů působících negativně a pozitivně na zvýšení počtů osobních automobilů poháněných elektromotory v České republice.

#### **Úkoly práce:**

- Studium literatury týkající se řešené problematiky (pohon elektromobilu, jízdní dosah, nabíjecí infrastruktura, kupní cena, spotřeba energie, dostupnost energie, prodejní a servisní střediska a další) a vypracování rešerše.
- Stanovení faktorů působících negativně a pozitivně na zvýšení počtu osobních elektricky poháněných automobilů v České republice.
- Rozbor negativních a pozitivních faktorů v oblasti elektromobility osobních automobilů a perspektivy jejich dalšího vývoje.

## 3 Elektromobilita

### 3.1 Historie elektromobility

V současné době je elektromobilita považována jako novinka mezi automobily, není tomu ovšem tak, elektromobilita je už dávno objevena. Za touto myšlenkou zkonstruovat elektricky poháněný automobil bylo několik techniků a vědců již v 19. století. Kdo a kdy se o pokus sestavit první elektromobil není stoprocentní, ale jako první funkční elektromobil se uvádí vůz, který byl sestaven holandským vynálezcem Sibrandusem Stratinghem a to v roce 1835, který sestavil za pomoci svého asistenta. K tomuto datu a nápadu Sibranduse vedlo to, že se prý málem udusil ze zplodin, které produkoval parní stroj. [1]

Na konci 19. století byla elektromobilem překonána zatím v tu dobu nepřekonaná hranice 100 km/h, a to belgickým elektromobilem La Jamais Contente, který si v překladu říkal „věčně nespokojený“, ten byla sestaven s 2 motory o výkonu 25 kW a litou karoserií z lehkých prvků hořčíku a hliníku. [1]



**Obrázek 1 – První elektromobil Sibranduse Stratingha [1]**

Na začátku 20. století začala elektromobilita prudce klesat, v této době měly elektromobily zastoupení okolo 40 % na trhu. Největší problém se skrýval hlavně kvůli nízkému dojezdu, který v té době byl do 60 km a provozní rychlosti která byla někde kolem 30 km/h. Elektromobily se ze všeho nejdříve snažily ukončit a nahradit výrobou motorů s vnějším spalováním tedy parní motory. Ovšem díky slabší tepelné účinnosti

a masivní konstrukci se však ukázalo, že by neuspěly. Další vývoj byl spojen především díky objevení motoru s vnitřním spalováním. [1]

Pro srovnání v roce 1908 sestrojil Henry Ford svůj první automobil Ford model T, který ve srovnání s elektromobilem nabídl dlouhý dojezd až 200 km a rychlost 60 km/h. Což bylo vzhledem do blízké budoucnosti určitě příjemné, především díky v té době cenově přijatelné dostupnosti benzínu, měli tedy tyto spalovací motory budoucnost jistou. Avšak pomohl jim k tomu také elektromotor – objev automatického startéru. Tím se ukázala také jejich záporná vlastnost, a to roztočit je do pracovních otáček. Spalovací motor totiž v klidu nedává kroučící moment a do provozu ho musí uvést cizí síla. [1]

Spalovací motory se mohly cítit neohroženě až do 70. let. Nicméně v roce 1973 otrásla automobilovým průmyslem ropná krize, tento rok byl nejspíše pro vývoj elektromobility klíčový. [1]

Proto také lidé začali hledat udržitelnější zdroje energie. Nejprve přišli s nápadem benzínové zdroje nahrazovat lihem, z toho nakonec ale rychle sešlo, a tak se výzkumníci a vědci začali zajímat znovu o elektromobily. V roce 1974 přišla společnost Sebring Vanguard, která sídlí na Floridě s vozítkem CitiCar, které bylo malé, úsporné a jednoduché na ovládání s výkonem menším než 3 kW. Tento výkon nebyl sice nějak obrovský, ale přinesl naději, že v budoucnu by to mohlo jít i bez ropy. Tento elektromobil jel rychlostí až 56 km za hodinu a dojezdovou vzdálenost měl něco okolo 60 km. [1]

Populární CitiCar postupně nahradil elektromobil pojmenovaný ComutaCar, kterých se vyrobilo necelých 5 000. Popularita tohoto elektromobilu byla dokonce označena za druhou vlnu elektromobility. Vývoj byl ale ukončen, když cena ropy opět klesla. Dnes se jedná o cenný historický kousek v muzeích i soukromých sbírkách. [1]

Další pokusy lze už označovat spíše o snahu zmenšit znečištění životního prostředí, a to především o nižší znečištění ovzduší. Emise oxidu uhličitého tehdy ještě nepatřily mezi hlavní důvody. [1]

V roce 1990 byla v Kalifornii vystavena vyhláška, která udávala za úkol místním výrobcům automobilů, že musí do 8 let zajistit 2 % nízkoemisních vozidel. [1]

## 3.2 Rozdělení druhů energie pro pohon vozidla

- EM – čistě elektrický pohon
- ICE – pohon zajištěný spalovacím motorem
- HEV – hybridní pohon
- PHEV–hybridní pohon, baterie je zde nabíjena ze sítě
- REV – elektrický pohon s prodlouženým dojezdem
- BEV – vozidlo s elektromotorem s baterií
- HEV – mikrohybridní automobil [6]

## 3.3 Elektromobily

Elektromobily už od vzniku jevíly známky kvalitních vozidel, především díky své jednoduchosti, snadnému ovládní, šetrnosti k hlučnosti na vozovce, ale v dnešní době především díky šetrnosti vůči životnímu prostředí. [20]

Největším mínusem je velice těžká baterie, z níž prakticky bere elektromobil energii potřebnou k pohybu. Baterie v elektromobilu se dá tedy říct, že je vlastně něco jako benzínová nádrž v automobilu. Při stejné hmotnosti baterie a nádrže je množství energie, kterou baterie pojme několikanásobně nižší než množství benzínu. Což právě snižuje hmotnost elektromobilu. [20]

Elektromobily jsou o hodně jednodušší automobily, které mají nižší nároky na údržbu a vyšší komfort pro jejich uživatele. Největší problém a výzva pro výzkum a následné začlenění do provozu je snížit hmotnost a cenu baterie. [2]

## 3.4 Konstrukce elektromobilů

### 3.4.1 Elektromotor

Elektromotor je nezbytnou součástí elektromobilu a má svoji účinnost až 90 %, jen pro představu: typický spalovací motor se s účinností pohybuje někde v rozmezí okolo 30–40 %. [19]

Elektromotor je v současné době nejjednodušší zařízení, které dokáže vytvářet potřebný točivý pohyb, tím že přeměňuje elektrickou energii na mechanickou práci a tím pádem uvádí zařízení do pohybu. U elektromotoru se uvádí následující nejdůležitější parametry, těmi jsou výkon, otáčky, proudové zatížení, točivý moment, průměr statoru, hmotnost a účinnost. [19]

Elektromobily jsou poháněny bez komutátorovými elektromotory a jako zdroj využívají trakční baterie, nebo kontakt s pomocí pantografu s elektrickými vodiči (jako jsou například troleje). [6]

Elektromotory mohou mít následujících typy:

- Stejnoseměrné komutátorové
- Stejnoseměrné motory s elektronickou komutací
- Synchronní motor
- Asynchronní motor [6]



**Obrázek 2 – elektromotor a inventar [10]**

### **3.4.2 Baterie**

Baterie je zařízení v elektromobilu, ze které získává elektromotor potřebnou elektrickou energii, kterou potřebuje elektromotor k tomu, aby byl schopen elektrickou práci odevzdat. Elektrická práce je součin napětí, proudu a času a její jednotka je W, resp. kWh. K tomu, aby bylo možné posoudit činnost elektromotoru, je nutné znát i jiné parametry jako je doba, za kterou bude elektrická práce vykonána. Výkon poté vyjadřuje, za jakou dobu se určitá práce vykoná. Elektrický výkon je elektrická práce vykonaná za jednotku času. Elektrická práce je vlastně maximální hodnota elektrického výkonu, který je k dispozici elektromotoru při nepřerušovaném odběru po dobu jedné hodiny. Tím pádem, jestliže elektrický motor odebere z baterie průměrně 0,2 kWh pro ujetí 1 kilometru (kWh.km-1) při určité rychlosti jízdy za určitého prostředí, umožní baterie s hodnotou 50 kWh ujet průměrnou délku trasy (jízdní dosah) 200 km ( $50 : 0,2 = 250$  km). V praxi je však jízdní dosah poněkud nižší,



a to až o 20 %, takže vlastně nelze využít celou hodnotu 50 kWh, přičemž je to také zapříčiněné počtem nabíjecích cyklů, a to až o 40 %. [6]

Nejčastější typy baterií, se kterými se setkáváme v elektromobilitě:

- **Lead Acid baterie** – nejlevnější typ olovené baterie. Je konstruována na 300 až 500 nabíjecích cyklů. Pakliže není používána, je potřeba ji zhruba jednou za čtrnáct dní vybit a nabít.
- **Nickel Metal Hydride (NiMH)** – minimálně dvojnásobná kapacita oproti bateriím NiCd, rychleji se nabíjí. Po cca 500 nabíjecích cyklech by měla být vyměněna či repasována. Jednou za čtvrt roku ji musíme vybit a nabít.
- **Lithium-iont (Li-ion)** – má vysokou kapacitu, je lehká a konstruována až na 1000 nabíjecích cyklů. Cena je sice vyšší než u NiMH baterií, ale díky životnosti je tento typ výhodnější.
- **Lithium-polymer (Li-pol)** – zatím nejlepší model baterie podle poměru hmotnost/výdrž/životnost a s nízkým procentem samovybití. Je však choulostivá při nabíjení a je nutné použít pouze nabíječky dodávané výrobcem.
- **Lithium železo fosfát (LiFePO4)** – s nižšími výrobními náklady a netoxická, s vynikající teplotní stabilitou, oproti Li-ion akumulátorům dodává vyšší proud (ale nižší napětí), počet cyklů je o hodně vyšší. [6]



Obrázek 3 – Baterie Nissan leaf [21]

Na obrázku je zobrazena laminová lithiovo-iontová baterie z elektromobilu Nissan Leaf, která má výkon 24kWh. Jednotlivé články jsou propojeny do skupin – údajně 192 článků ve 48 modulech tak, že dodává výstupní napětí dejme tomu asi 300-350 V. Celková hmotnost této baterie je asi 174 kg, Kapacita a výkon: 24kWh = 74 A při napětí 324 V po dobu jedné hodiny = 74Ah. [21]



**Obrázek 4 – Umístění baterie u vozu Volkswagen [29]**

### **3.4.3 Invertor**

Invertor neboli výkonová jednotka, je velice důležité zařízení, které je umístěné mezi baterií a elektromotorem a převádí napětí baterie na napětí potřebné k napájení elektromotoru. [10]

Invertor dále plní tyto důležité funkce:

- Invertor je zařízení, které mění stejnosměrný proud z baterie na střídavý proud pro elektromotor, takže slouží jako spojovací článek v elektromobilu. Můžeme ho znát také pod pojmem „**měníč**“ nebo „**střídač**“.
- Řídí režim chodu elektromotoru za jízdy podle pokynů řidiče prostřednictvím akcelérátoru = pedálu akcelerace (rychlost a výkon) v části „**frekvenční měnič**“ [6]

### **3.5 Asynchronní motor**

Pro pohon elektromobilů se používá asynchronní motor, který má klecovou kotvu, která je vyrobená z mědi – v porovnání s hliníkovou dosahuje nižších ztrát. Motor

pracuje na principu magnetické indukce: Třífázové statorové vinutí vytváří otáčivé magnetické pole. Toto pole indukuje napětí v kotvě, a jelikož jednotlivé závity klecové kotvy jsou zkratované, kotvou protéká proud. Rotorový proud vytváří magnetické pole, které roztáčí motor. Podmínku indukce napětí v rotoru je rozdílná frekvence statorového a rotorového magnetického pole. [7]

### **3.6 Synchronní motor s permanentními magnety**

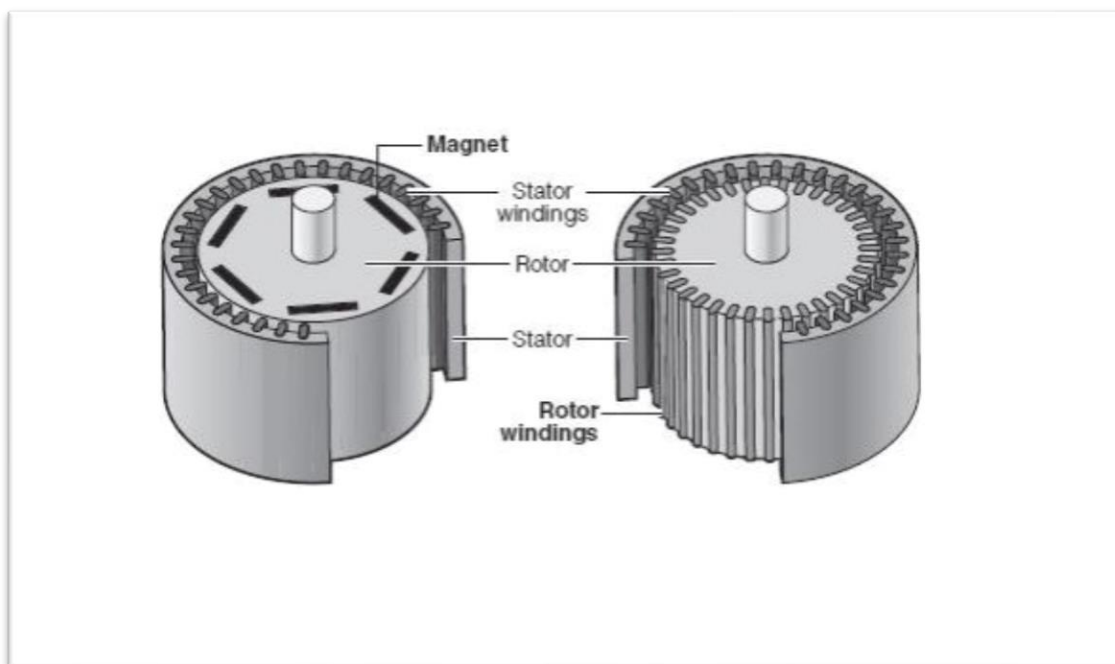
Nejčastěji se však v elektromobilech využívá synchronní motor s permanentními magnety – Jak název napovídá, na rozdíl od asynchronního motoru se rotor otáčí se stejnou frekvencí, jako je frekvence magnetického pole generovaného statorovým vinutím. To odpovídá chování běžného synchronního motoru, avšak na rozdíl od něj, PMSM magnetické pole rotoru nevytváří rotorové vinutí, ale permanentní magnety. [7]

#### **Výhody**

- V porovnání s asynchronním motorem dosahuje Synchronní motor s permanentními magnety vyšších účinností a to až 96 % a to ve větším rozsahu momentu a otáček. [7]

#### **Nevýhody**

- Vyšší cena (magnety se vyrábějí z vzácných kovů).
- Teplotní omezení
- Malé rozměry [7]



**Obrázek 5 – Synchronní a asynchronní motor [7]**

### **3.7 Vlastnosti v provozu**

#### **3.7.1 Jízdní dosah elektromobilů**

Jízdní dosah ovlivňují zejména 4 faktory z hlediska spotřeby energie:

- 1) hmotnost vozidla,
  - 2) rychlost jízdy a zrychlení,
  - 3) překonávání svahu
  - 4) způsob ovládání vozidla řidičem a používání elektrických spotřebičů – ohřev.
- [6]

Při jízdě do svahu nebo při zpomalování vozidla, při které v určitém stavu neboli hmotnosti, projede vozidlo v určité rychlosti se zásobou energie v baterii, která je pevnou součástí vozidla, nebo vlastními zařízeními pro doplňování energie jako například ze systémů, které získanou zásobou energie doplňují, jako je například rekuperace. [6]

Rekuperace je změna kinetické energie na využitelnou elektrickou energii, kterou elektromobil opětovně využije při brzdění. [11]

Jízdní dosah neboli dojezd elektromobilu, je maximální vzdálenost, která může být vykonána z „plně nabité“ baterie, bez průběžného nabíjení z jiného zdroje elektrické energie, nebo také výměny baterie za nabitou. Podle normy ČSN EN 13447

je „dosah vzdálenost, kterou elektricky poháněné silniční vozidlo ujede zkušební posloupaností ze stavu plně nabitě baterie, do konce zkušebního měření, která se vyjadřuje v kilometrech. [12]

### **3.7.2 Princip fungování**

Princip fungování u spalovacích motorů je velmi složitý, funguje tak že motor nasaje vzduch společně s palivem, hořením ve spalovací komoře vzniká směs a písty se začnou pohybovat, což vede k roztočení hřídele, která se spojí přes spojku s převodovou skříní a ta roztáčí kola. [2]

Vezme-li se elektrický pohon, tak ten funguje na úplně jiném principu. V baterii vzniká chemická reakce, ze které vzniká elektrická energie, která pokračuje do výkonové elektroniky, ta upravuje napětí a proud podle toho, co elektrický motor v danou chvíli potřebuje. V elektromotoru dochází k vytvoření elektromagnetických polí, jejichž interakcí dojde k rotaci hřídele, která je spojena přes jednostupňový reduktor přímo s koly vozidla. [2]

### **3.7.3 Čidla a ostatní sensory**

U spalovacích motorů je celá řada čidel, sensorů, a tak se staly v současné době velice složitými vozidly, hlavní příčinou jsou bezpochyby neustále zvyšování požadavků na výkon motoru, ale také zavedení nejrůznějších ekologických nařízení například AdBlue, nebo filtry pevných částic. [2]

Elektromotor je oproti spalovacímu motoru v tomhle směru hodně zjednodušený, ke své funkci potřebuje pouze dvě čidla, a to čidlo polohy rotoru a jedno čidlo teploty ve vinutí. U spalovacích motorů může dojít k poruše několika dílů, u elektrického motoru dochází pouze k opotřebení ložisek, za předpokladu správné konstrukce. [2]

### **3.7.4 Umístění motoru**

Vozidla se spalovacím motorem využívají nejvíce konceptu s motorem zabudovaným ve přední části automobilu a s pohonem předních kol nebo všech kol. A to z několika důvodů, hlavním z důvodů je blízkost hnané nápravy k motoru, potřeba deformační zóny, délka výfukového potrubí, chlazení a v neposlední řadě také kvůli jeho velikosti. [2]

Hlavní výhodou elektromotoru v tomto směru je určitě úspora místa, kdy elektromotor při stejném nebo i větším výkonu zabere o dost méně místa než motor spalovací. Dále nepotřebuje výfukové a sací potrubí, neohřívá se na tak vysoké teploty.

Jednoduše řečeno má elektromotor menší konstrukční omezení, lze ho tedy umístit několika způsoby. [2]

### **3.7.5 Spojka**

Zatím co spalovací motor nesmí mít při rozjezdu nulové otáčky, takže k postupnému vyrovnávání otáček motoru využívá spojku. Elektromobil spojku nepotřebuje, protože na rozdíl od spalovacího motoru dokáže elektromotor uvést vozidlo do pohybu z nulových otáček. Stejně je na tom i se setrvačником a převodovkou. U elektromobilu tak funguje pouze převod mezi motorem a koly. [2]

### **3.7.6 Okamžitá reakce plynu**

Elektromobil má okamžitou reakci na sešlápnutý pedál plynu. Je to způsobeno především tím, že má o hodně menší množství točivých setrvačných hmot, navíc pro zvýšení rychlosti není nutné, řadit, zvyšovat otáčky turbodmychadla a tak podobně. Jde tedy pouze o spínací logiku tranzistorů, které jsou schopné spínat až v řádech desetitisíců za sekundu. Zrychlení se tedy dostaví téměř okamžitě. [2]

### **3.7.7 Hmotnost elektromobilu**

Nejspíš největší negativní vlastností elektromobilu je jeho hmotnost, a to především pro vysokou hmotnost baterie, protože ve srovnání s konvenčními palivy, je podstatně těžší. Litr paliva vydá stejné množství energie jako 60kg baterie. Dá se tedy předpokládat, že až se odstraní tento negativní vliv, nebude mít elektromobil ve srovnání s vozidlem se spalovacím motorem žádnou konkurenci, po odstranění tohoto nedostatku lze čekat vysoký zájem právě o elektromobily. Pro příklad, když se podaří dostat do 500kg baterie 100kWh elektrické energie, což není malé množství, ale ve srovnání s naftovým motorem je to jako 10 l nafty. Průměrně elektromobil ujede okolo 500 km, naftový motor tuto vzdálenost zvládne za 25 l paliva, tudíž za necelých 21 kg, což je oproti elektromobilu značná výhoda. [13]

Pro snížení celkové hmotnosti elektrických vozidel se výrobci snaží také snížit hmotnost karoserie a ostatních komponentů využitím hliníkových a kompozitních materiálů nebo vysokopevnostní oceli. [13]

### **3.7.8 Údržba elektromobilu**

Oproti vozidlu se spalovacím motorem je elektromobil mnohem úspornější a finančně jednodušší na údržbu a servis. Není nutné se zabývat výměnou motorového oleje, olejového filtru, palivového filtru, vzduchového filtru, zapalovacích svíček, vodního

čerpadla, nebo také rozvodovým pohonem (řemeny, řetězy). U elektromobilu dochází také k nižšímu opotřebení brzdových kotoučů a brzdových destiček, a to díky rekuperaci. [14]

Je třeba ovšem zmínit, že dochází k postupnému opotřebení baterie, kterou bude nutné vyměnit nebo repasovat. Opotřebení baterie bude mít postupně vliv i na snížení dojezdu. Bude záležet hlavně na teplotě prostředí, stylu jízdy, podle využívání rychlonabíjecích stanic a další řadou vlivů. Proto celá řada výrobců baterií dává záruku až 8 let na snížení dispoziční elektrické práce maximálně o 25 %. [2]

### **3.7.9 Bezpečnost**

Z bezpečnostního hlediska je největší problém elektromobilů to, že jejich baterie jsou vysoce hořlavé. Co se týče elektrické soustavy, tak dosahuje napětí okolo 400 V, což může u člověka znamenat smrtelné poranění. To ale neznamená že jsou nebezpečné pouze elektromobily, celkově je elektrická energie vysoce nebezpečná, i 230 V může být u člověka smrtelným. Například lidé používají spoustu elektrických zařízení v domácnosti, které jsou toho schopné, ale u elektromobilů je tato schopnost podstatně nižší. V elektromobilech je tato elektrická soustava izolovaná od země a od karoserie. Pro zásah elektrickým proudem by bylo nutné dotknout se jednou částí těla plusového a druhou minusového vodiče. [2]

## 4 Baterie pro elektromobily

V dnešní době se využívají a vyrábějí nejvíce baterie s Li-on články, které mají běžný katodový materiál a která má největší dosažitelnou energetickou hustotu 250 kWh/t, protože ale nebyly k dostání na trhu v takovém množství tak se používaly jen v malém množství, dále také byly hodně drahé a nedosahovaly dostatečné životnosti. Díky většímu množství objemu výroby však ceny klesají.

Dalším slibným článkem se zdají být 5 V články. Proto se očekává nástup třetí generace elektromobilů s levnou baterií a dojezdem kolem 800 km. Tato vzdálenost už by odpovídala dojezdu jako u automobilu na fosilní paliva.

Jestliže si automobilový průmysl v České republice chce setrvat vysoké postavení, bude muset vysoce podpořit a zainvestovat továrny na baterie. Minimální požadavek na produkci za rok je 1 GWh. Ideálem je však 10 GWh což by bylo pro 100 000 elektromobilů za jeden rok. Jestliže podle předpokladů bude chtít vyrábět Česká republika 1 milion elektromobilů za rok, bude tedy potřeba vyrobit 100GWh. [5]

### 4.1 Nabíjení

Elektromobily musí odněkud přijímat energii. Elektromobily se nabíjejí několika způsoby, jako třeba bezkontaktní nebo kabelové nabíječky. [7]

Nabíjecí místa se používají podle výkonu a rychlosti, dělí se na:

- Nabíjení pomocí přenosné nabíječky – Režim 2 (1,4- 22 kW)
- Nabíjení pomocí Wallboxu – Režim 3 (1,4- 22 kW)
- Nabíjení pomocí rychlonabíjecích stanic – Režim 3 a 4 (43–350 kW) [15]

#### 4.1.1 Přenosná nabíječka

Toto nabíjení je asi nejpoužívanější, je to základní způsob doplnění elektrické energie do elektromobilu. Většinou se používá standartní jednofázová nabíječka, která může být buď 10 A, 12 A nebo 16 A, která je schopná nabíjet až 3,7 kW. Přenosné nabíječky lze zapojit do klasické 230 V zásuvky.

Ovšem k přenosné nabíječce s 22 kW je potřeba počítat s tím že musí být zapojena do typu průmyslové zásuvky CEE32A. [15]





**Obrázek 6 – Přenosná nabíječka [Foto: autor]**

#### **4.1.2 Wallbox**

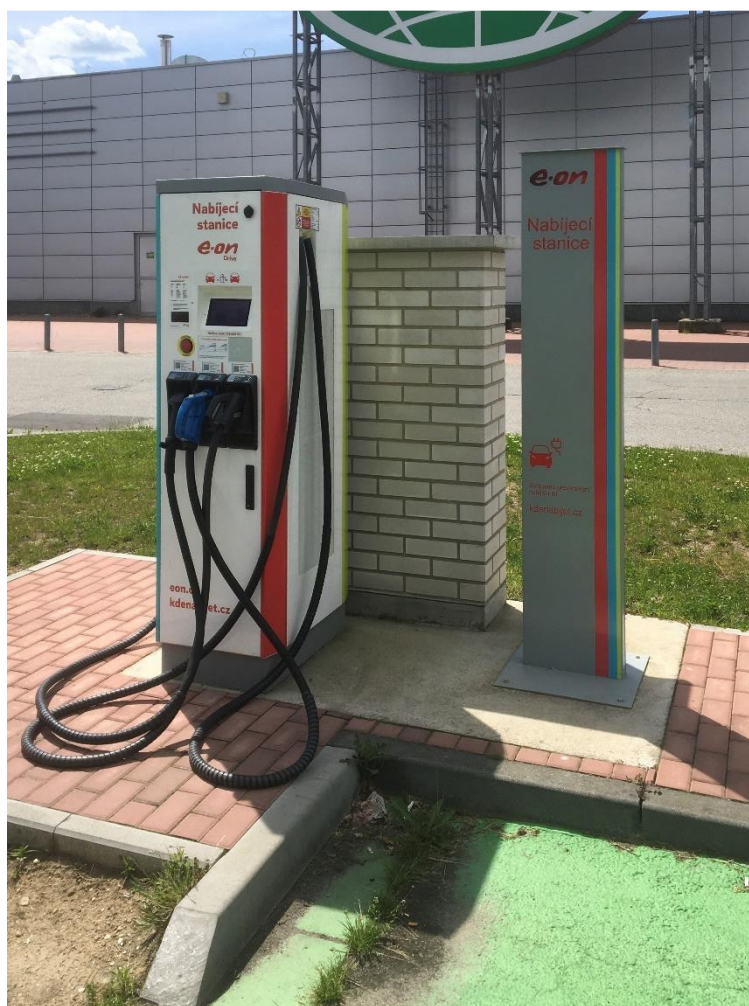
V porovnání s přenosnou nabíječkou wallbox několikanásobně ušetří čas pro potřebné nabití, zkracuje se nám tak několikanásobně doba dobití. Wallboxy mají k dispozici výkon 1,4- 22 kW (jedno nebo třífázově). Je nutné zvolit potřebný nabíjecí kabel se správným konektorem, dají se připojit pomocí 2 konektorů (typ 1 a typ 2). Typ 1/ „Yazaki“, ty jsou však v současnosti nahrazovány Typem 2 „Mennekes“. [15]



**Obrázek 7 – Wallbox [30]**

### 4.1.3 Veřejné nabíjecí stanice

V české republice můžeme najít celou řadu dobíjecích stanic, největší distributoři těchto stanic jsou ČEZ, E.ON nebo PRE, mohou to být ale také stanice soukromé. Nabíjecí kabely musí vlastnit každý majitel elektromobilu, nejsou dostupné na veřejných stanicích. Každá stanice má své vlastní způsoby a pravidla, některé jsou zdarma, jiné se musí předplácet pomocí karet a čipů. [15]



Obrázek 8 – Veřejná nabíjecí stanice Eon [Foto: autor]

### 4.1.4 Rychlonabíjecí stanice

Nejnovější nabíjecí stanice typu AC a DC, proto zatím přístupné pouze se dvěma elektromobily. Používanější je ale DC, které poskytují stejnosměrný proud, a dodávají výkon až 350 kW. U nás v České republice jsou standardní pouze s 50 kW. DC stanice jsou vybaveny integrovaným kabelem s konektorem CHAdeMO a devíti pinový CCS. Méně oblíbené stanice AC mají maximální výkon 43 kW u kterých jsou také veřejné

stanice vybaveny integrovaným kabelem a s konektorem Typu 2 neboli „Mennekes“.  
[15]

K dispozici můžeme mít 3 typy zásuvek, které poskytující střídavý (AC) proud (viz. Tabulka 1).

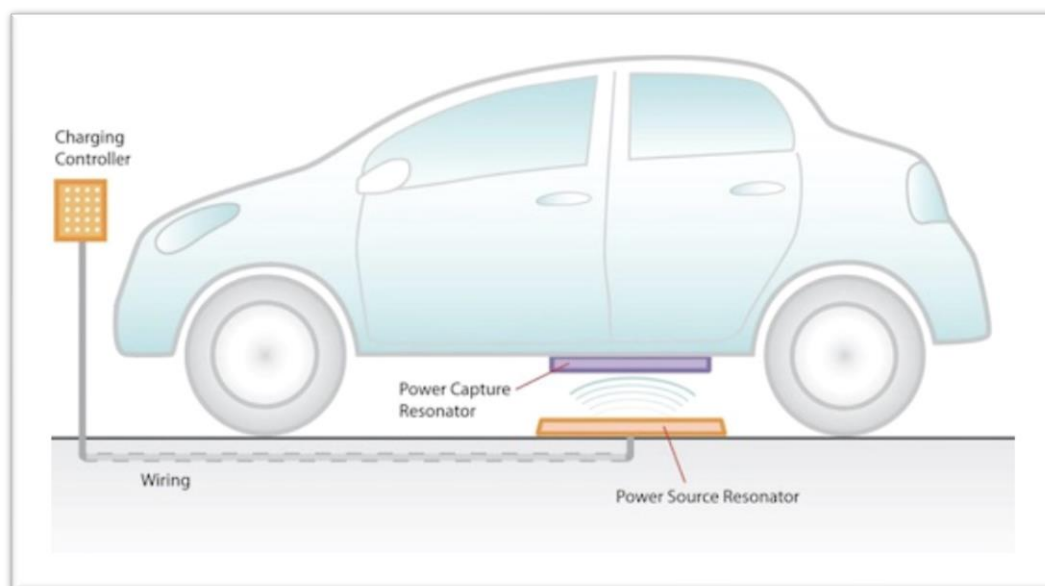
**Tabulka 1 – Rozdělení typů zásuvek [15]**

1 fázová zásuvka (schuko)	3fázová zásuvka (16 A)	3fázová zásuvka (32 A)
3,7kW	11kW	22kW

Podle výše uvedených hodnot zjišťujeme, že nejrychlejší možnost nabíjení baterie elektromobilu střídavým proudem je za pomoci zásuvky či AC nabíjecí stanice s napětím 3x230V a maximálním proudem 32 A na každé fázi. [15]

#### **4.1.5 Bezkontaktní nabíječky**

Energie je přenášena polem mezi vysílačem v nabíjecí stanici a přijímačem v elektromobilu. K přenosu lze užít magnetické pole nebo elektrické pole. Jedná se o velmi zajímavou možnost především ve spojení s autonomními vozidly, jelikož odstraňuje nutnost jakéhokoli zásahu ze strany obsluhy. [31]



**Obrázek 9 – Bezkontaktní nabíječka [31]**

Nová technologie bezdrátového nabíjení funguje na principu dvou magnetických zařízení, jedno je umístěno na dobíjecím místě na vozovce a je připojeno k elektrické rozvodné síti. Druhé zařízení je pak umístěno na spodní části elektromobilu. Vlivem otáčení venkovního hlavního magnetu dochází k rotaci magnetu vnitřního a tím i ke generování elektrické energie. Jedná se o velmi kvalitní technické řešení pro elektromobily, hlavním problémem zůstává požadovaný vysoký výkon a vysokofrekvenční elektromagnetické pole. [16]

**Výhody:**

- zvýšená bezpečnost,
- vysoká odolnost nabíjecí stanice,
- zvýšení uživatelského komfortu,
- nabíjecí stanici je možné umístit pod povrch.

**Nevýhody:**

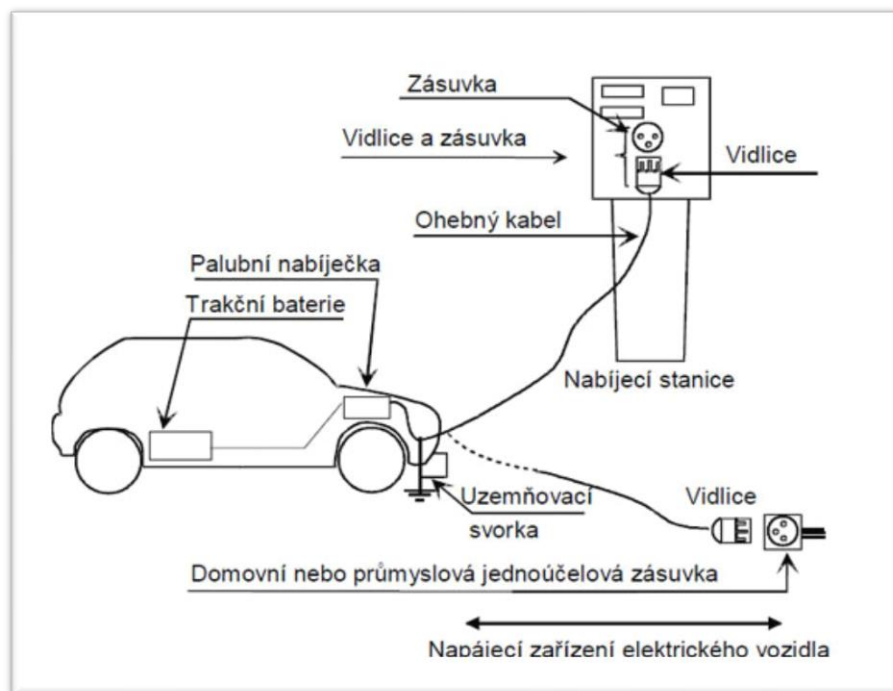
- vyšší cena,
- o něco menší účinnost v porovnání s kabelovými nabíječkami,
- vyžaduje přesné parkování. [7]

#### **4.1.6 Kabelové nabíječky**

V současnosti se jedná o hlavní způsob nabíjení elektromobilů. Palubní nabíječky jsou umístěny uvnitř vozidla a dělí se na dva typy. První typ umožňuje přímé nabíjení ze sítě. Zvyšuje použitelnost elektromobilů v oblastech, kde není dostatečná nabíjecí infrastruktura. [17]

Druhým typem kabelových nabíječek jsou nabíjecí stanice, které jsou umístěné vně vozidla. Díky tomu mohou být podstatně větší a umožňují tak rychlejší nabíjení. Nejmenší výkon mají domácí nabíjecí stanice, které jsou určeny k pro nabíjení elektromobilu v garáži. [17]

Připojení elektrických vozidel s použitím kabelů může být provedeno následujícím způsobem:









**Obrázek 10 – Schéma připojení EM do zásuvky [17]**

Připojení elektrického vozidla na střídavou napájecí síť s použitím napájecího kabelu s vidlicí, trvale připojeného k elektrickému vozidlu. Připojení elektrického vozidla ke střídavému napájení s použitím napájecího kabelu a vidlice, trvale připojených k elektrickému automobilu.

Na obrázku 10 je schéma připojení do domácí nebo průmyslové zásuvky a připojení k nabíjecí stanici. [17]

#### **4.1.7 Konektory pro kabelové nabíjení**

U elektromobilů se setkáváme s různými typy dobíjecích konektorů. Konektory vzhledově vypadá odlišně, existují však také speciální adaptéry, které dovolují nabíjet i z nabíječky s jiným konektorem. Nejvíce se vyskytující konektor se nazývá Mennekes, kterých je v České republice okolo 300. Hned za ním je běžná 16 A CEE zásuvka. Nejméně rozšířené jsou pak Tesla Supercharger. [18]

Střídavý proud AC	Stejnoseměrný proud DC	Kombinovaný (CSS)
Typ 1 Yazaki (Japonsko/USA) 	CHAdeMO (Japonsko/USA) 	Typ 1 CCS (Japonsko/USA) 
Typ 2 Mennekes (Evropa) 	Tesla Supercharger (Japonsko/USA) 	Typ 2 CCS (Evropa) 

Obrázek 11 – Přehled konektorů pro nabíjení elektromobilů [18]

#### 4.2 Autonomní elektromobily a autonomní nabíjení

Autonomní řízení je samostatný obor silniční dopravy, ale elektromobilita mu umí nabídnout skutečné osamostatnění vozidel od řidičů. Autonomní vozidlo si tedy může po vystoupení posádky v rámci samostatného parkování zajistit nabíjení. Elektromobil je totiž možné automaticky nabíjet, není to však plně realizovatelné, jelikož elektromobily jsou konstruovány s několika hořlavými látkami a vzniká tak nebezpečí požáru. Na druhé straně schopnost autonomního nabíjení snižuje závislost elektromobilů na nabíjecí infrastruktuře v místě parkování například na sídlištích. Autonomní elektromobily se v noci samostatně zajedou nabít.

Největším problémem autonomního nabíjení je zpoplatnění. Pro plnou samostatnost se musíte zbavit tažení šňůry nebo čerpadla k nabíjení nebo doplňování paliva. EM mají dvě stávající řešení pro autonomní nabíjení: vodivé neboli robotické nabíječky nebo indukční (bezdrátové) nabíjecí podložky. Obě technologie mají platné aplikace.

## 5 Rozvoj elektromobility v české republice

Počet elektromobilů v České republice byl v roce 2018 odhadován na přibližně 2 000. V těchto datech není jen počet registrovaných vozidel, ale také data ze Svazu dovozců automobilů.

Počet nově registrovaných elektromobilů v České republice je v roce 2018 dvakrát větší než v roce předešlém. Počet registrovaných elektromobilů se tak vyšplhal ze 300 na 640. I tak se ale čisté elektromobily v roce 2018 na celkových nových registracích podílely 0,23 % a na celkovém vozovém parku osobních aut v ČR podílely 0,03 %. Do roku 2030 se díky novým vyhlášeným standardním emisním normám od EU očekává vysoký nárůst několika miliardových investic ze strany automobilek právě do elektromobility. Dá se tedy očekávat vysoký nárůst na prodeji aut v EU tím pádem i v České republice.

Odhad do budoucna je takový, že v roce 2025 bude počet elektromobilů na nových prodeji aut na světě činit 11 %. V roce 2030 by to mělo být již 28 % a v roce 2040 celkem 55 %. To na druhou stranu znamená, že i v roce 2040 bude stále 45 % nově prodaných automobilů na spalovací ve většině případů benzínový motor. [25]

### 5.1 Odhad prodeje elektromobilů v ČR

Pro vytvoření výhledu prodeje elektrických vozů v ČR a vývoje jejich podílu na celkovém vozovém parku ČR je třeba nejprve odhadnout vývoj počtu aut v ČR do roku 2040.

Lze vyjít z následujících předpokladů:

Růst počtu osobních aut v ČR byl v letech 1990-2017 průměrně 3,12 % ročně. Pokud by tento růst pokračoval až do roku 2040, v ČR by v tento rok jezdilo 11,3 mil. Osobních automobilů, tedy dvojnásobek proti dnešku.

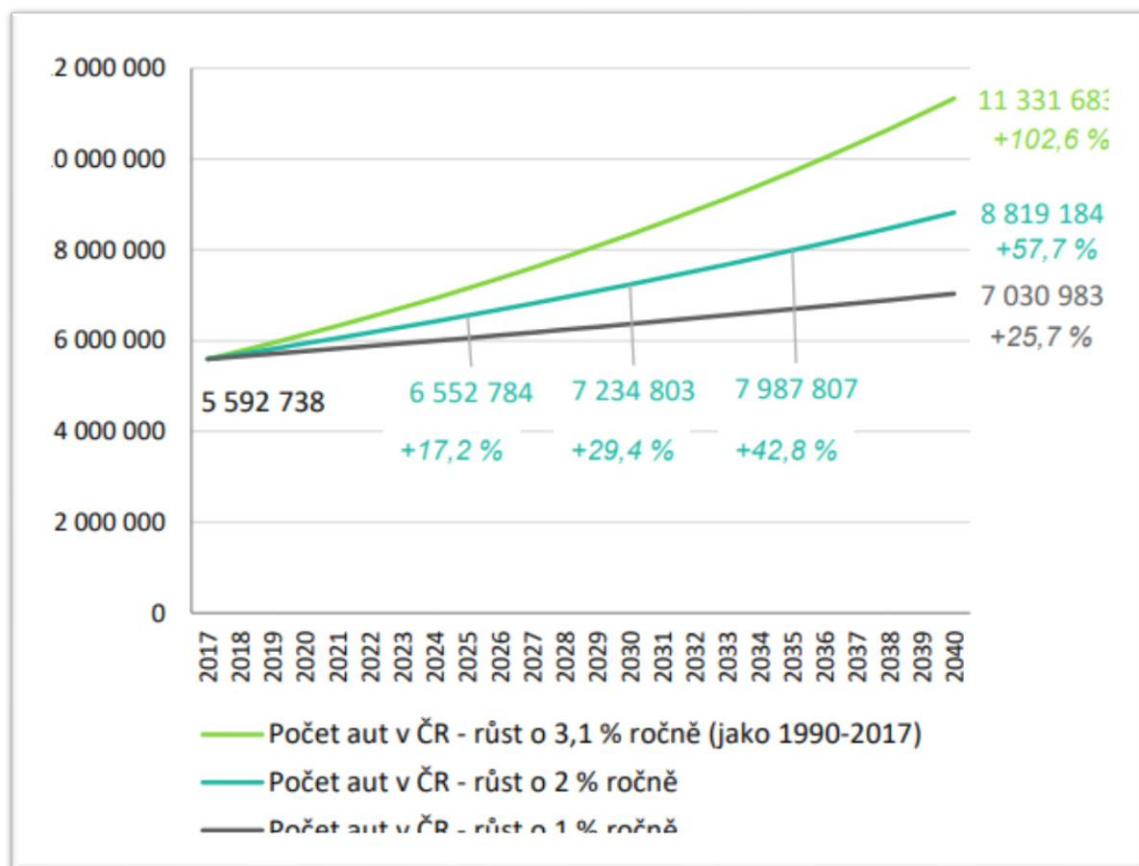
Poptávka po automobilech v ČR poroste podle odhadu i nadále s tím, jak lidé budou bohatnout a auta budou pro ně dostupnější např. více osobních aut v rodině. Rozšiřovat budou svůj vozový park i firmy, na které připadají 3/4 registrací nových osobních automobilů v ČR. (viz. obrázek č. 11).

Na nové prodeje však budou působit i protichůdné faktory, jako např. sdílení aut, nástup nových generací, jež nebudou chtít podle dosavadních výzkumů pravděpodobně vlastnit tolik automobily.

V delším časovém horizontu může mít vliv i příchod autonomních automobilů a s nimi spojené dostupnější taxi služby apod. Pokud by tedy do roku 2040 rostl počet



osobních aut v ČR v průměru o 2 % ročně, jezdilo by v roce 2040 na českých silnicích celkem 8,8 mil. osobních vozů. [25]



Obrázek 12 – Předpokládaný vývoj prodeje EM [25]

## 5.2 Nižší emise

Ochránci životního prostředí a Evropský parlament naléhá na to, aby se evropská legislativa emisím CO<sub>2</sub> z automobilů věnovala i dál. Europoslanci vyzvali už před rokem a půl Evropskou komisi k tomu, aby stanovila limity i pro období po roce 2020. Komise chce svůj emisní cíl představit do léta. Dojednání konkrétních pravidel pak bude právě na europoslancích a zástupcích členských zemí. Zatím se neví, jak vysoký nový cíl bude. Podle různých odhadů by se mohl pohybovat mezi 68 až 80 gramy CO<sub>2</sub>. Do něj by se v současnosti kromě elektromobilů vešly jen některé hybridy a možná nejmenší automobily na stlačený zemní plyn (CNG).

Automobilky se snaží dosáhnout snížení emisí taky díky úpravám konvenčních pohonů. Při dalším zpřísnování limitů už si s tím ale nevystačí. Největším přelomen jsou alternativní paliva jako zemní plyn. Po roce 2021 ale budou muset v mnohem větší míře nastoupit právě elektromobily. V plánech automobilového průmyslu hraje důležitou roli Evropská unie. Ta určuje limity pro emise hlavního skleníkového plynu



způsobujícího globální oteplování, oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Osobní automobily a dodávky odpovídají přibližně za 13 procent celoevropské produkce emisí CO<sub>2</sub>. První limity byly stanoveny v roce 2007. Aktuálně platí, že v roce 2021 by neměl průměr žádné automobilky za všechny její automobily prodané v EU překročit 95 gramů CO<sub>2</sub> na ujetý kilometr. [23]

### **5.3 Náklady na provoz Elektromobilu**

Elektromobily jsou v současnosti více a více populární téma, ve světě už jich jezdí miliony a s největší pravděpodobností jednou zcela nahradí automobily se spalovacím motorem, zejména proto, že spalování ropy v dnešním měřítku je dlouhodobě neudržitelné. Provoz elektromobilu se ale vyplatí už dnes. [3]

### **5.4 Nižší poruchovost**

Spotřební komponenty, jako jsou svíčky, palivové filtry, olej a další díly, typické pro spalovací motory, je nutné pravidelně kontrolovat a měnit. Tomuto se lze u elektromotoru zcela vyhnout, protože tyto díly jednoduše neobsahuje.

Elektromotor je celkově efektivnější, než motor spalovací a tím i méně poruchový, má o poznání vyšší životnost, protože nejsou, narozdíl od spalovacích, vystavovány vysokým tlakům, tření a teplotám.

U elektromobilu není výfukový systém takže není potřeba provádět měření emisí. Brzdy a brzdová kapalina mají u elektromobilu výrazně vyšší životnost než u automobilu se spalovacím motorem, protože většina brzdného výkonu je měněna zpět na energii do baterií, což dodatečně zvyšuje dojezd a efektivitu elektromobilu. [3]

### **5.5 Levnější provoz**

Elektromobil je možné "natankovat" doma, elektrickým proudem, který odběratel zaplatí podle svého tarifu. Pokud může využít k nabíjení tzv. noční proud, může se dostat až na hranici 40,- Kč/100 km. Při průměrné sazbě vychází cena provozu na 68 Kč, ve srovnání s pevnými pohonnými hmotami, viz tabulka 2. [3]

Samozřejmě je tu i možnost jezdit úplně zadarmo. Majitel elektromobilu může například vlastnit solární panely s akumulacním systémem energie, který se nejvíce vyplatí právě v kombinaci s elektromobilem, protože vyrobená energie jde takto efektivně ukládat a využívat. [3]

**Tabulka 2 – Rozdělení typů zásuvek [3]**

	Elektromotor	Spalovací motor
Spotřeba na 100 km	15 kWh	8 l
Cena/ jednotka	4,54 Kč/ kWh	30 Kč/ l
Cena za 100 km	68 Kč	240 Kč

V tabulce 2 lze vidět výrazný rozdíl v ceně na 100 km, kde je elektromobil jednoznačně levnější v provozu. Ve skutečnosti je třeba zahrnout několik faktorů, jako například jeho dojezd, který se v dnešní době pohybuje kolem 500 km na jedno nabití, takže po časové stránce v součtu s nabíjením by stále nejspíše vítězil automobil se spalovacím motorem, nicméně vědci uvádí že do několika let by se dojezdová vzdálenost mohla prodloužit o několik stovek kilometrů. To už je však na provozovateli elektromobilu, na jakou vzdálenost by elektromobil využíval.

## 6 Největší distributoři nabíjecích stanic a energie v ČR

Do své práce jsem se rozhodl zařadit také distributory elektrické energie a nabíjecích stanic v České republice. Jako příklad jsem přidal přehled nabíjecích stanic uvedených distributorů v jihočeském kraji.

### 6.1 E.ON

Mezi největší distributory elektrické energie a nabíjecích stanic v české republice se řadí společnost E.ON, která vytvořila projekt s názvem EnergiePlus+, což je projekt, který nám nabízí extra bonusové programy a aktivity, díky nimž lze ušetřit, ale také dozvědět se užitečné informace, vzdělávat se a mnoho dalšího. V tomto projektu se také zabývá právě Elektromobilitou, konkrétně se program nazývá E.ON Drive, kde se stačí zaregistrovat, stáhnout mobilní aplikaci a poté lze nabíjet svá elektrická vozidla na veřejných stanicích tohoto distributora. Registrovaný zákazník má výhodnější cenu (viz tabulka č.3), dříve E.ON nabízel bezplatné nabíjení na veřejných stanicích, momentálně jsou však všechny zpoplatněny. [26]

E.ON Drive nabízí další možné řešení pro elektromobilitu, jakou jsou:

- Poradenství v oblasti výrobků a dotací,
- Individuální plánování v oblasti elektromobility s nabídkou na míru,
- Poskytuje nonstop servisní linku,
- Kontrola a údržby dle platných norem a směrnic. [26]

#### 6.1.1 Ceník služby E.ON Drive

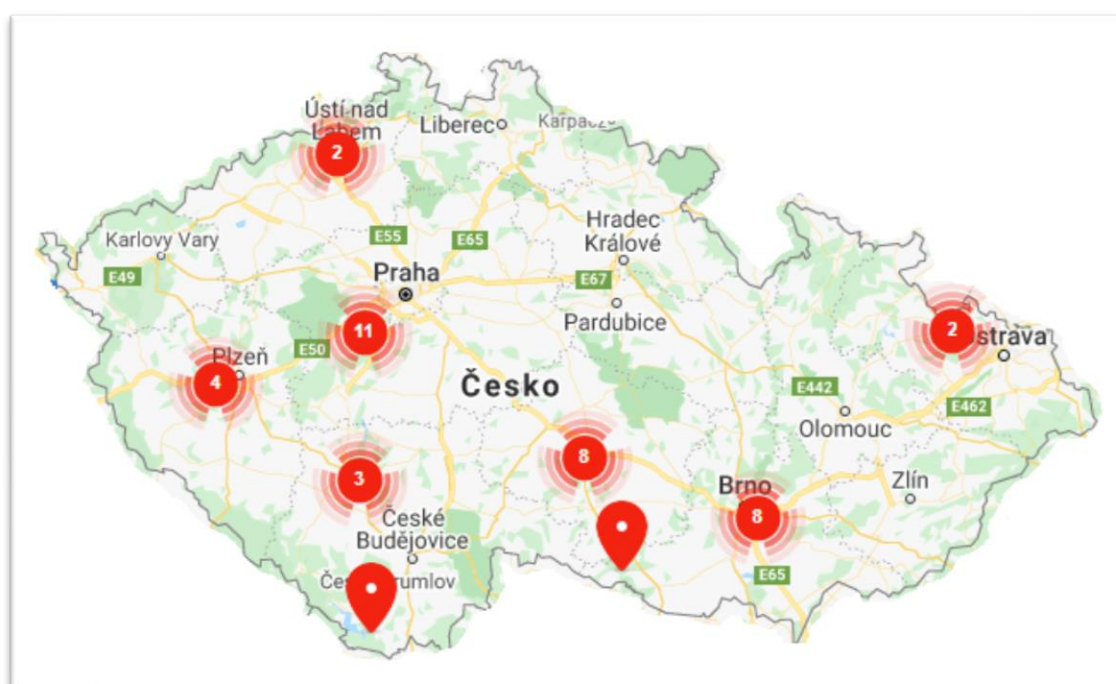
Po zaregistrování mají odběratelé elektrické energie z nabíjecích stanic značné cenové zvýhodnění (viz. tabulka č.3). Neregistrovaný zákazník platí podstatně větší částku než zákazník registrovaný (viz. tabulka č. 4).

**Tabulka 3 – Registrovaný zákazník EON Drive [26]**

AC dobíjení	3,- Kč/kWh
DC dobíjení	6,- Kč/kWh
UFC dobíjení	9,- Kč/kWh
RFID E.ON DRIVE karta	ZDARMA
každá další RFID E.ON DRIVE karta	200 Kč

**Tabulka 4 – Neregistrovaný zákazník EON Drive [26]**

AC dobíjení	9,- Kč/kWh
DC dobíjení	11,- Kč/kWh
UFC dobíjení	13,- Kč/kWh
RFID E.ON DRIVE karta	ZDARMA
každá další RFID E.ON DRIVE karta	200 Kč



**Obrázek 13 – Nabíjecí síť společnosti EON [33]**

Na obrázku 12 je uveden počet veřejných nabíjecích stanic v jednotlivých krajích, EON jich v roce 2020 má na území české republiky 40, největší počet 11 je ve středočeském kraji a Praze. [26]

## 6.2 ČEZ

Společnost ČEZ je v České republice největším poskytovatelem nabíjecí infrastruktury. V současné době je využívání jejich nabíjecích stanic zpoplatněné oproti konkurenčnímu E-Onu, který nabíjení nadále poskytuje zdarma. [28]

Společnost ČEZ je v České republice největším poskytovatelem nabíjecí infrastruktury. V současné době je využívání jejich nabíjecích stanic zpoplatněné oproti konkurenčnímu E-Onu, který nabíjení nadále poskytuje zdarma. [28]

Celkový počet dobíjecích stanic:

- 100 DC

- 51 AC [28]



Obrázek 14 – Nabíjecí síť společnosti ČEZ [34]

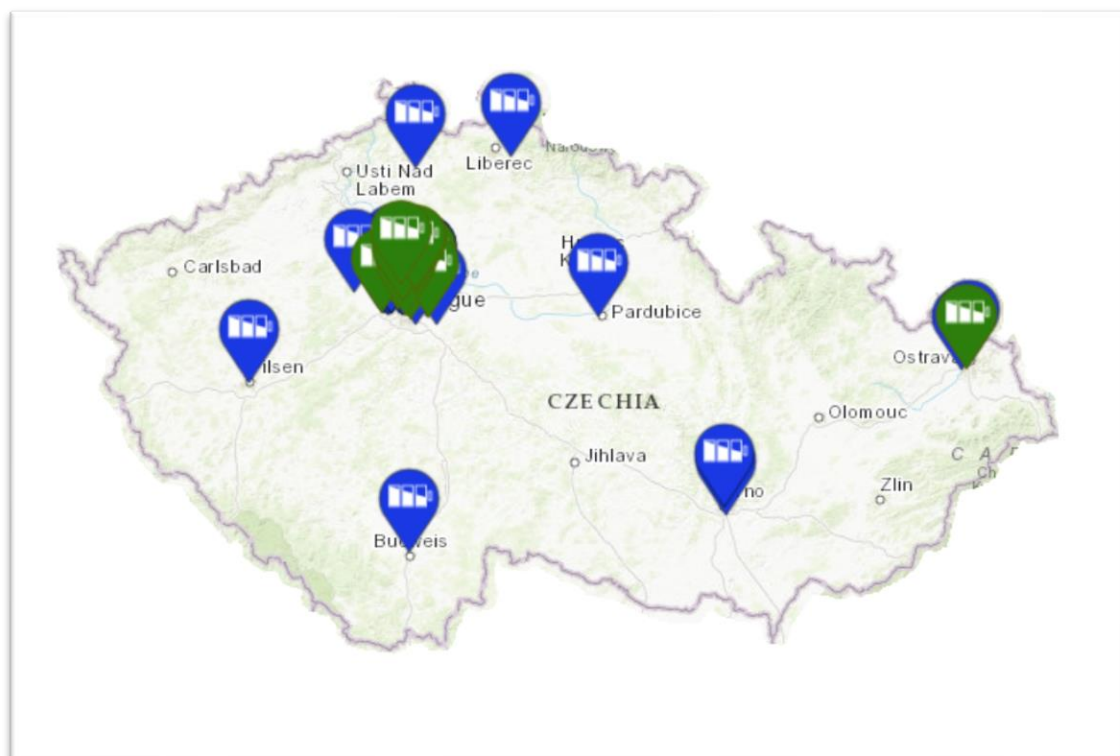
Na obrázku 13 je zobrazený celkový počet nabíjecích stanic distributora ČEZ, který má 100 rychlonabíjecích stanic a 51 standardních nabíjecích stanic, údaje jsou vedeny k 1.1. 2020

### 6.3 PRE

Ve společnosti PRE, které se také jinak říká Pražská energetika se pracuje na projektu E-mobilita. První práce na projektech spojených s čistou mobilitou započaly v roce 2010. Firma obstarala portfolio elektrokol, která půjčovala svým zákazníkům.

Prostřednictvím PRE bylo možné získat slevu na pořízení elektrokola. Následujícího roku se nabídka rozrostla o elektromobily. [27]

Většina nabíjecích stanic této společnosti se nachází v Praze (viz. obrázek14). Ve spolupráci s Brnem a Ostravou vznikly nabíjecí stanice i na těchto místech. Projekty realizace nabíjecích stanic započaly v roce 2011 a pokračují dodnes s využitím evropských fondů pro rozvoj elektromobility. Platba na nabíjecích stanicích PREpoint není realizována pomocí RFID čipů jako u konkurenčního ČEZu. Při zahájení zpoplatňování bylo možné využívat RFID čip. [27]



**Obrázek 15 – Nabíjecí síť společnosti PRE [32]**

## 7 Problematika rozvoje elektromobility v ČR

Období posledních několika let lze bez nadsázky charakterizovat jako období dynamického rozvoje v oblasti elektromobility ve všech jeho aspektech, počínaje výstavbou a rozvojem dobíjecí infrastruktury, rostoucí nabídkou a dostupností jednotlivých vozidel, tak i v neposlední řadě úpravou, respektive přípravou související legislativy (jak na půdě ČR, tak i EU). V následujících podkapitolách je stručně uveden základní přehled současného stavu v oblasti elektromobility z pohledu České republiky. [8]

### 7.1 Baterie

Jedná se o nejdražší a také nejdůležitější část celého elektromobilu. Dobrou zprávou ale je, že v posledních letech užívání elektromobilů spolehlivě a v praxi prokázala, že není důvod se obávat její rychlé degradace a nutnosti její předčasné výměny. Zkušenosti většiny odborníků na elektromobilitu prokázaly, že baterii s vyspělými systémy pro řízení nabíjení a provozu baterie, dokáží baterii uchovat na 90% původní schopnosti uchovat elektrickou energii i po 200 000 km. Spousta lidí bez informací a praktických zkušeností z oboru šíří názor, že baterie, které tvoří podstatnou část ceny automobilu, bude nutno po několika letech měnit. Samozřejmě, jsou ojedinělé případy, kdy vlivem defektu při výrobě baterie či poruchy, tento jev nastal. [3]

#### 7.1.1 Životnost baterií

Na životnost baterie má vliv:

1) Zatížením baterie vysokými proudy. Chemická struktura baterie nezvládne vydat tolik proudu, jako když by byla vybíjena pozvolna. [6]

2) Provozní teplotou. V mrazech (pod  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) nebo i při teplotách kolem  $40^{\circ}\text{C}$  Celsia lithiové baterie vykazují sníženou kapacitu. [6]

3) Úrovní (hloubkou) vybíjení. U trakčních baterií obecně platí, že čím jsou vybíjecí cykly hlubší, tím je pak životnost baterie kratší. Jedná se tak o exponenciální úpadek dispoziční elektrické práce baterie. Například: bude-li se baterie opakovaně vybíjet do hloubky 80 % vyčerpá se 80 % dispoziční elektrické práce, zůstane v baterii k dispozici pouze 20 %), životnost baterie bude výrazně kratší než při vybíjení do hloubky pouze na 40 %. [6]

4) Ponechání ve vybitém stavu. Čím delší dobu se baterie ponechá v nenabitém stavu a čím větší je její hloubka vybití, tím více se zkracuje životnost. [6]

## 7.2 Pojištění

Pro elektromobily platí nejnižší sazba povinného ručení. Náklady na provoz a údržbu elektromobilu jsou tedy podstatně nižší než náklady u běžného automobilu na fosilní paliva. Podle testů konkrétních vozidel jde dokonce až o desetinásobně nižší náklady na provoz elektromobilu, oproti automobilu se spalovacím motorem. [3]

Samozřejmě je kupní cena srovnatelné třídy automobilu se spalovacím motorem nižší a pro některé neřeší problém každodenního dojíždění na velké vzdálenosti, jedná se ale o novou technologii, kde za mírné přizpůsobení, nabízí velkou přidanou hodnotu, nejen bez hluku a výfukových zplodin. [3]

## 7.3 Nízký počet dobíjecích stanic

V současné době lze z dostupných informačních zdrojů identifikovat v České republice veřejně dostupných cca 600 nabíjecích stanic. Z tohoto počtu je převážná většina nabíjecích stanic provozována prostřednictvím třech největších elektroenergetických skupin, jmenovitě skupiny ČEZ, skupiny PRE a skupiny E.ON. Ve většině případů poskytují tyto skupiny i tzv. rychlonabíjecí vysokovýkonné stanice na stejnosměrný proud. V roce 2022, kdy díky dotacím OPD (Operační program doprava) vznikne dalších 375 rychlonabíjecích stanic. V ostatních případech se jedná o kombinaci nabíjecích stanic na střídavý proud. V České republice dosud neexistuje oficiálně publikovaná evidence nabíjecích stanic (na rozdíl například od čerpacích stanic) a proto pro zjišťování konkrétního umístění dané nabíjecí stanice (včetně podrobností týkajících se vybavení, časové dostupnosti, způsobu placení apod.) je nutné vycházet buď z dostupných materiálů jednotlivých provozovatelů nabíjecích stanic, případně mapových podkladů jednotlivých zájmových spolků a sdružení. [8]

Nejvíce nabíjecích stanic je v současné době umístěno ve třech největších českých městech, a to v Praze, Brně a Ostravě. Postupně s rozvojem infrastruktury jsou pokrývána i další krajská a okresní města, respektive hlavní silniční tahy (zejména dálnice D1). V současné době nejsou nabíjecí stanice dostupné ve větším počtu např. v Liberci, Olomouci, respektive Karlových Varech. Z hlediska umístění nabíjecích stanic se lze setkat s následujícím umístěním, které respektuje očekávané požadavky na umístění, respektive způsob použití nabíjecí stanice: [8]

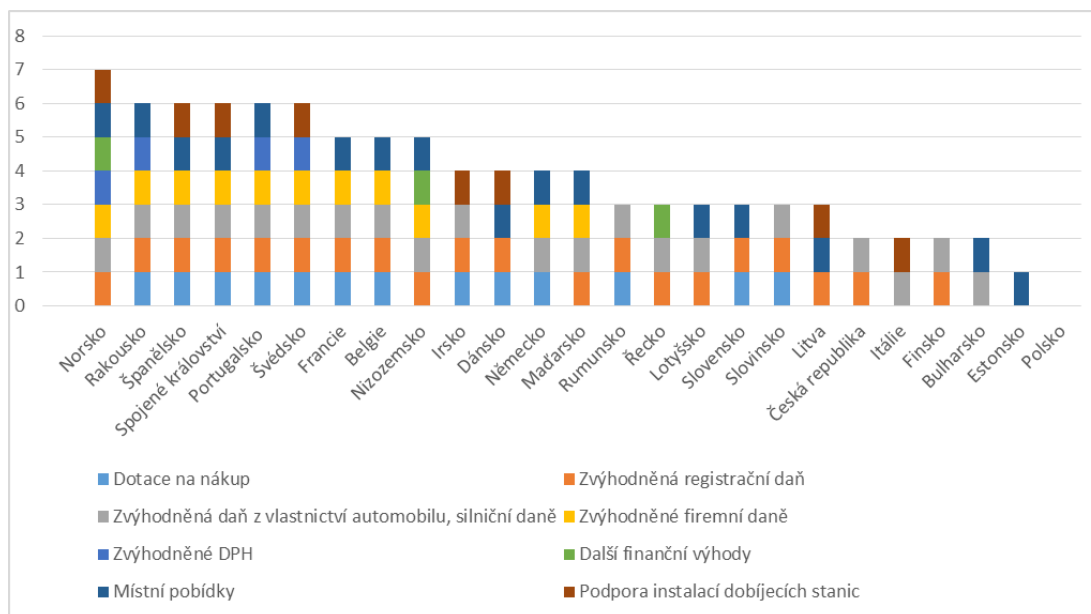
- Rychlonabíjecí stanice s výkonem nabíjení vyšším než 22 kW
  - Obchodní centra
  - Dálnice a rychlostní komunikace



- Nabíjecí stanice s výkonem nabíjení nižším než 22 kW
  - Parkovací a odstavné plochy (úřadů, veřejných institucí, soukromých společností apod.)
  - V rámci pozemků vlastněných soukromými osobami (rodinné domy apod.) [8]

#### **7.4 Veřejná podpora v ČR**

V České republice je podpora elektromobility předmětem Národního akčního plánu čisté mobility, který obsahuje řadu konkrétních opatření, včetně právní a legislativní opatření, přímých pobídek k nákupu vozidel na alternativní paliva, přímých pobídek k budování infrastruktury pro alternativní paliva, daňové pobídky nebo nefinanční pobídky na straně poptávky nebo výzkumu. Jednotlivá opatření týkající se přímo nebo nepřímo podpory osobních elektromobilů shrnuje. [35]



Obrázek 16 – Veřejná podpora států EU [35]

## 7.5 Vysoká pořizovací cena elektromobilů

Státní zvýhodnění na nákup pro fyzické osoby zatím není v České republice v plánu, nicméně ceny elektromobilů by v dohledné době měli klesat. V rámci EU totiž byla odsouhlasena poměrně přísná ekologická pravidla. Aby se produkce emisí do roku 2030 snížila o 37,5 %, byla stanovena povolená množství CO<sub>2</sub> na km jako průměr mezi všemi prodanými vozidly. Automobilky musí do roku 2021 snížit emise nově vyráběných aut na 95 gramů CO<sub>2</sub> za ujetý kilometr z dosavadních 130 gramů. K roku 2030 musí tato hodnota klesnout pod hranici 60 gramů. [24]

Dosáhnout požadovaného průměru napříč prodanými automobily bez elektrických vozidel je nemožné. Je tedy pravděpodobné, že při snaze dostat těmto limitům budou automobilky nucené tlačit cenu elektromobilů směrem dolů. [24]

V současnosti jsou však ceny elektromobilů největší překážkou pro jeho pořízení, v tabulce 5 jsou znázorněny elektromobily, které se dají koupit do 1 milionu korun.

**Tabulka 5 – Přehled elektromobilů na českém trhu do 1 milionu korun [24]**

	<b>Cena</b>	<b>Výkon</b>	<b>Dojezd</b>
<b>Velorxtrike VXT 2 Quadro</b>	186 000 Kč	3 kW	60 km
<b>Škoda Citigo iV</b>	479 900 Kč	61 kW	260 km
<b>Daimler Smart EQ Fortwo</b>	568 900 Kč	60 kW	160 km
<b>Hyundai Ioniq Electric</b>	832 990 Kč	100 kW	294 km
<b>Renault Zoe</b>	837 000 Kč	68 kW	200-300 km
<b>Volkswagen e-Golf</b>	882 900 Kč	85 kW	231 km
<b>Hyundai Kona Electric</b>	899 990 Kč	100 kW	289 km
<b>Nissan Leaf</b>	950 000 Kč	110 kW	270 km

## 7.6 Nedostatečná infrastruktura

Začínajícím technologickým trendem v oblasti nabíjecích stanic je, kromě vyššího napětí 900 V a chlazení kabelů, také využívání baterií. Ty umožňují snížit maximální alokovaný příkon stanice a krátkodobě nabíjet vyšším výkonem, než je výkon nabíjecích zdrojů stanice. Běžné je dnes již vzdálený dohled nad stanicemi a platba mobilní aplikací. Původně plánovaná možnost rezervace nabíjecího místa se prakticky implementovala. [24]

Hlavním technickým cílem tak zůstává dosažení vysokého počtu veřejných nabíjecích míst. Takovouto dopravní infrastrukturu státy, včetně České republiky, podporují. V ČR jde například o podporu prostřednictvím strukturálních dotačních programů Ministerstva dopravy, Ministerstva průmyslu a obchodu či Ministerstva životního prostředí. [24]

## **7.7 Jízdní dosah elektromobilu**

Postupně dochází ke zvyšování. Elektromobily, které jsou v současné době na trhu, mají solidní dispoziční elektrickou práci a jejich udávaný dojezd se od reality liší jen málo. A nemusí jít o záležitosti za hodně peněz, jakými jsou například Jaguar I-Pace, Audi E-Tron nebo Mercedes EQC., Renault Zoe, Volkswagen e-Golf, Hyundai Ioniq Electric či e-Kona, nebo v úvodu zmíněná Kiu e-Niro, [4]

## 8 Výhled do budoucna

V roce 2017 představila řada zemí plán na zákaz vozidel se spalovacími motory. Země jako například Velká Británie, Francie nebo také Čína uvedly že zákaz by se mohl uskutečnit do roku 2040. Lze tedy předpokládat, že elektromobily čeká světlá budoucnost. Elektrifikace nákladní dopravy je velikým příslibem především v kombinaci s autonomním řízením. Avšak to bude vyžadovat mnohem větší energii uloženou v baterii. Nárůst kapacity baterií (cca 10 % / rok) příliš nepomáhá zkracování doby nabíjení, výkony rychlých nabíjecích stanic se tak budou blížit hodnotám okolo 0,5 MW. Kromě zvýšených nároků na distribuční síť začne činit problémy spojené s tloušťkou a hmotností kabelu. Proto se plánuje zvýšení napětí pohonu ze současných 400 V výhledově na 800 V. Díky tomu bude možné zdvojnásobit přenášený výkon při zachování stejného proudu. Začnou se prosazovat nové způsoby nabíjení. Kromě bezkontaktního nabíjení se bude více využívat výměny baterií. Problematické není ani tak lithium, kterého je na Zemi dostatek, pouze chybí dostatečné produkční kapacita, který je příměsí anody. [7]

V České republice energetická společnost ČEZ, která je jednou z největších společností dodávající elektrickou energii a podporující rozvoj elektromobility, počítá s tím, že okolo roku 2025 bude v tuzemsku jezdit 20–30 tisíc elektrických vozidel. To je počet, který už může přispět k tomu, že budování a provoz veřejné infrastruktury se začnou vyplácet a budou komerční. I kvůli ceně zatím v Česku není o elektromobily tak velký zájem jako v některých západoevropských zemích. Kvůli tomu také automobilky nabízejí tento typ vozidel později než v jiných státech.

Proto bude zásadní právě aktivita české automobilky, protože zkušenosti z ostatních zemí ukazují, že velký vliv na vnímání elektromobility má domácí výrobce. [22]

V tabulce 6 je předpokládaný rozvoj a nárůst počtu elektromobilů, statistika udává, že v roce 2040 bude nárůst nově registrovaných vozidel na celkový prodej v ČR o 55 %.

**Tabulka 6 – Předpokládaný rozvoj elektromobility v ČR [25]**

Rok	Počet nově registrovaných elektromobilů v ČR	Podíl nově registrovaných elektromobilů na celkových nových prodejích aut v ČR	Počet elektromobilů celkem v provozu v ČR	Podíl elektromobilů na celkovém vozovém parku v ČR
2020	8 647	3 %	19 899	0,3 %
2025	35 004	11 %	135 642	2,1 %
2030	98 374	28 %	496 013	6,9 %
2035	166 799	43 %	1 188 256	14,9 %
2040	235 553	55 %	2 223 853	25,2 %

### 8.1 Fotovoltaika

Fotovoltaika může být možným řešením zvýšení poptávky po elektromobilech, jelikož náklady na nabití jsou v tomto směru nulové, jde jen o počáteční investici a vybudování fotovoltaických panelů (např. na střechy baráků, paneláků). Díky energii získané ze slunce lze nabíjet i elektromobily. Nabíjení elektromobilů ze solárních panelů je ekologicky šetrné a finančně výhodné – elektromobil se nabíjí zdarma. Pro nabíjení elektromobilu je vhodné mít dostatečně výkonnou domácí solární elektrárnu.

Elektromobil lze většinou bez problémů nabít pomocí domácí solární elektrárny. Elektromobil lze nabíjet z běžné zásuvky, která může být napájena elektrickou energií ze solárního panelu s připojeným střídačem. Pro efektivní nabíjení elektromobilu je ale většinou nutná speciální řídicí jednotka, jež nabíjení ovládá přesně podle požadavků elektroniky v automobilu a aktuální produkce energie v elektrárně. Systémy pro domácí nabíjení elektromobilu pomocí solárních panelů jsou již na trhu běžně dostupné. Například nabíjecí stanice v podobě pergoly se solárními panely nedávno představila automobilka BMW. Nabíječka vypadá jako přístřešek na čtyřech dřevěných sloupech, střechu pak tvoří solární panely. [9]



**Obrázek 17 – Fotovoltaické solární panely [Foto: autor]**

## 9 Praktická část

V praktické části mé práce jsem se zabýval získáváním osobních poznatků z provozování elektromobilu. Především jeho jízdních vlastností, spotřeby elektrické práce, ale také především tak kritizované dojezdové vzdálenosti.

### 9.1 Dopravní trasa

Pro všechna měření v různých režimech jízdy jsem zvolil stejnou dopravní trasu, která začínala v Rudolfově u Českých Budějovic, následně vedla přes Lišov, Zvíkov, Hlincovou horu a končila opět na Rudolfově. Dopravní trasa měřila celkově 18 km. Tato dopravní trasa byla zvolena především vzhledem ke kombinaci příměstského provozu a provozem mimo něj. Zvolený terén byl záměrně zvolen kopcovitý.



Obrázek 18 – Testovací dopravní trasa [37]



## 9.2 ŠKODA CITIGOe iV

V současné době jeden z nejlevnějších elektromobilů, které lze na českém trhu koupit, který však v konkurenci nijak nezaostává a srovnává se svými jízdními i technickými parametry automobilům ve stejné i vyšší cenové kategorii.

Elektromobil při testu vykazoval velmi dobré jízdní vlastnosti. Systém tohoto elektromobilu umožňuje nastavení několika režimů jízdy a rekuperace. Informace o datech aktuálního jízdního režimu a technickému stavu vozidla se zobrazují na obrazovce před řidičem na kraji přístrojové desky.



Obrázek 19 – Testovací elektromobil ŠKODA CITIGOe iV [Foto: autor]

**Tabulka 7 – Technická data EM ŠKODA CITIGOe iV [36]**

<b>Technická data ŠKODA CITIGOe iV</b>	
Rok výroby	2019
Maximální výkon [kW]	61
Maximální točivý moment [Nm]	212
Dispoziční energie baterie [kWh]	36,8
Typ baterie	Li-Ion
Stálý převod	5,176
Pohotovostní hmotnost [kg]	1 235
Součinitel odporu vzduchu	0,325
Jízdní dosah [km]	Nový až 260
Spotřeba energie [kWh.100 km <sup>-1</sup> ]	16
Maximální rychlost [km.h <sup>-1</sup> ]	130
Zrychlení 0-100 km.h <sup>-1</sup> [s]	12,3

### 9.3 Jízdní režimy

Tento elektromobil nám kromě normálního jízdního režimu nabízí také režimy ECO a ECO+, které ovlivňují nastavení vozidla a jsou navrženy tak, aby případně maximalizovaly jízdní dosah. Snižují spotřebu a zvyšují dojezd snížením výkonu motoru a omezením systémů zajišťujících komfort jízdy, jako je například klimatizace nebo rádio.

### 9.4 Měření

Na zvolené dopravní trase jsem měřil a porovnával jízdní vlastností v různých režimech jízdy, všechny jízdní režimy byly měřeny v rekuperaci č.4. Rekuperace je změna kinetické energie na využitelnou elektrickou energii, kterou elektromobil opětovně využije při brzdění. Tato energie se buď ukládá do baterií přímo v elektromobilu, nebo se vrací do napájecí soustavy a pohání elektromotor.

#### 9.4.1 Výsledky měření

Měření se provádělo za řídkého provozu, venkovní teplota byla 18 °C a samozřejmě za dodržování předepsaných rychlostí a pravidel silničního provozu. Rekuperace byla všude stejná na č. 4 ve všech prováděných režimech jízdy.

**Tabulka 8 – Normální jízdní režim EM**

Normální režim	
Jízdní dosah před zahájením jízdy	103 km
Délka trasy	18 km
Doba jízdy	21 min
Průměrná spotřeba	13,3 kWh
Průměrná rychlost	63 km/h
Jízdní dosah po ukončení jízdy	96 km

**Tabulka 9 – ECO režim EM**

Režim ECO	
Jízdní dosah před zahájením jízdy	96 km
Délka trasy	18 km
Doba jízdy	22 min
Průměrná spotřeba	12,2 kWh
Průměrná rychlost	68 km/h
Jízdní dosah po ukončení jízdy	92 km

**Tabulka 10 – ECO+ režim EM**

Režim ECO+	
Jízdní dosah před zahájením jízdy	92 km
Délka trasy	18 km
Doba jízdy	24 min
Průměrná spotřeba	11,7 kWh
Průměrná rychlost	65 km/h
Jízdní dosah po ukončení jízdy	89 km

Z výsledků je patrné, že za stejných teplotních a povětrnostních podmínek, stejné dopravní trase se výsledky testovaného elektromobilu při různých režimech jízdy odlišují. Volba jízdních režimů se tak opravdu vyplatí, při režimu ECO+ dojezd elektromobilu klesl pouze o 3 km, díky rekuperaci. (viz. Tabulka 10)

## **9.5 Nabíjení elektromobilu ŠKODA CITIGOe iV**

Testovací elektromobil jsem nabíjel jak v domácím prostředí, tak na veřejně přístupné nabíjecí stanici, a to konkrétně u distributora E – on. V domácích podmínkách přes klasickou zásuvku trvalo nabíjení elektromobilu mnohem déle než na veřejně dostupné stanici od tohoto distributora.

### **9.5.1 Nabíjení v domácích podmínkách**

Nabíjení v domácích podmínkách probíhalo přes klasickou 230 V zásuvku se třemi válcovými kontakty. Nabíjení bylo provedeno přes celou noc, s tím že jsem si na palubním počítači zjistil, kdy bude elektromobil nabit na maximální dojezd.

- Elektromobil byl připojen k dobíjení v 22:17 s dojezdovou vzdáleností 36 km, tento automobil neukazuje procenta nabití baterie, ale pouze dojezdovou vzdálenost, a to na přístrojové desce.
- První kontrolu, zda se elektromobil nabíjí jsem prováděl v 1:25, kdy měl elektromobil dojezdovou vzdálenost v délce 79 km.
- Ukončení nabíjení elektromobilu bylo v 11:29 s dojezdovou vzdáleností 227 km – dále už dojezdová vzdálenost nestoupala, tudíž se jednalo o nejdelší možnou dojezdovou vzdálenost tohoto automobilu.



**Obrázek 20 – Nabíjení v domácích podmínkách [Foto: autor]**

### **9.5.2 Nabíjení na veřejné stanici**

Pro nabíjení na veřejné dobíjecí jsem zvolil stanici od distributora E – on, která má výkon 50 kW. Pro nabíjení elektromobilu ŠKODA CITIGOe iV byla použita zásuvka s konektorem CCS Combo (stejnoseměrné nabíjení DC).

- Elektromobil byl připojen k veřejné síti v 18:35 s dojezdovou vzdáleností 28 km.
- Ukončení nabíjení elektromobilu bylo v 19:42 s dojezdovou vzdáleností 218 km – není to ovšem konečná dojezdová vzdálenost, pouze ukončení nabíjení.



Obrázek 21 – Veřejný nabíjecí stojan [Foto: autor]

## 10 Závěr a diskuse

Cílem mé Bakalářské práce bylo zjistit, proč se rozvoj elektromobility v ostatních státech EU rozvíjí několikanásobně rychleji než v České republice. V teoretické části práce se dále zajímám o rozvoj elektromobility v české republice, problematikou rozvoje, konstrukcí elektromobilu, nabíjecí infrastrukturou a distributory elektrické energie. V praktické části jsem se seznámil s jízdními vlastnostmi elektromobilu, s výhodami i nevýhodami v provozu a jeho nabíjením.

Z mého pohledu je jedním z hlavních důvodů nedostatečná podpora a zájem státu. Podle asociace pro elektromobilitu má přitom Česká republika lepší podmínky, než ostatní vyspělé státy jako jsou například Norsko nebo dokonce i USA, díky silné elektrické síti vyrobíme velké množství elektrické energie, které ovšem nevyužíváme pro rozvoj elektromobility, ale vyvážíme ji do zemí, kde je elektromobilita již plně rozvinuta jako například do Rakouska. Jedinou podporou státu je dotace na pořízení elektromobilu, jedná se však jen pro provozovatele firem. Následná podpora od státu přichází v podpoře na speciální registrační značky, které mají nést řadu výhod jako například parkování. Velkým mínusem elektromobilů dnešní doby, ale stále zůstává jejich vysoká hmotnost, kterou chtějí výrobci odstranit.

V praktické části jsem rozebral faktory, které by ovlivnily pořízení ideálního elektromobilu. S testovacím vozem škoda Citigo jsem jezdil ve třech nabízených režimech jízdy. Z měření je patrné, že škoda Citigo se přibližuje parametrům pro ideální elektromobil, které by v české republice plně vyhovovaly požadavkům zákazníků pro jejich účely. Testovaný elektromobil škoda Citigo má hmotnost 1235 kg je vybaven baterií s kapacitou 36,8 kWh a průměrnou spotřebou 16 [kWh.100 km<sup>-1</sup>]. Jízdní dosah u tohoto elektromobilu se pohybuje někde okolo 220 km (záleží na počtu nabití). Tento elektromobil také splňuje požadavky na snížení emisí CO<sub>2</sub>.

Ze závěru tedy plyne že testovaný elektromobil by mohl být odrazovým můstkem pro průlom a rozvoj elektromobility v české republice, díky jeho technickým parametrům a jízdním vlastnostem.



## 11 Seznam použité literatury

- [1] *Vědecké okénko: Na cestě do historie elektromobility, díl 1. aneb jak to všechno začalo* [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/vedecke-okenko-na-cestech-do-historie-elektromobility-dil-1-aneb-jak-to-vsechno-zacalo>
- [2] *KONSTRUKCE ELEKTROMOBILU* [online]. [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: [https://www.devinn.cz/konstrukce\\_ele/](https://www.devinn.cz/konstrukce_ele/)
- [3] *Náklady na provoz a údržbu elektromobilu* [online]. [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady-a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/naklady-na-provoz-a-udrzbu-elektromobilu>
- [4] *Sedm největších mýtů, které mezi lidmi kolují o elektromobilech* [online]. [cit. 2020-01-20]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/sedm-nejvetsich-mytu-ktere-lidmi-koluji-elektromobilech/>
- [5] *Technologické trendy v silniční dopravě* [online]. [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.tpsd-ertrac.cz/file/3-etapa-oblast-elektromobilita/>
- [6] Celjak, I.: *Předmět Konstrukce a provoz vozidel: přednášky, učební materiály* Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky, ZF, JČU České Budějovice, 2018;
- [7] *Trakční vlastnosti elektromobilu – výkony a účinnosti* [online]. [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: [http://motor.feld.cvut.cz/sites/default/files/predmety/B1M14EPT/EPT\\_%C3%BAloh\\_a5\\_2017\\_18\\_elektromobil.pdf](http://motor.feld.cvut.cz/sites/default/files/predmety/B1M14EPT/EPT_%C3%BAloh_a5_2017_18_elektromobil.pdf)
- [8] EUROENERGY, SPOL. S R. O, *Dílčí studie pro pracovní tým A25 – Predikce vývoje elektromobility v ČR* [online]. Praha, 2018 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: [https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2018/11/Studie-NAPS-SG-A25\\_Elektromobilita.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2018/11/Studie-NAPS-SG-A25_Elektromobilita.pdf)
- [9] *Je možné elektromobil nabíjet pomocí solárních panelů?* [online]. [cit. 2020-02-2]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/alternativni-doprava/elektromobily-a-jejich-vyhody/jde-nabit-elektromobil-pomoci-solarnich-panelu>
- [10] *Jak funguje elektromobil? Technika se vyvíjí, ale moc nemění* [online]. [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-funguje-elektromobil-technika-se-vyviji-ale-moc-nemeni-2399>



- [11] *Jak funguje rekuperace v elektromobilech?* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <http://www.business-car.cz/testy/jak-funguje-rekuperace-v-elektromobilech>
- [12] *Využití elektrické energie pro pohon osobních automobilů – 1* [online]. [cit. 2020-02-2]. Dostupné z: <https://www.energie21.cz/vyuziti-elektricke-energie-pro-pohon-osobnich-automobilu-1/>
- [13] *Baterie zůstávají limitujícím faktorem elektromobilů. Průlom se čeká za sedm let* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/baterie-zustavaji-limitujicim-faktorem-elektromobilu-prulom-se-ceka-za-sedm-let/>
- [14] *Jaké jsou výhody a nevýhody elektromobilů?* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/alternativni-doprava/elektromobily-a-jejich-vyhody/jake-jsou-vyhody-a-nevyhody-elektromobilu>
- [15] *Základy nabíjení* [online]. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/blog/zaklady-nabijeni/>
- [16] *Vědci vyvinuli bezpečnou technologii bezdrátového dobíjení elektromobilů* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/vedci-vyvinuli-bezpecnou-technologie-bezdratoveho-dobijeni-elektromobilu>
- [17] *Nabíjecí systémy elektromobilů vodivým propojením dle ČSN EN 61851-1 ed. 2* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/alternativni-energie/nabijeci-systemy-elektromobilu-vodivym-propojenim-dle-csn-en-61851-1-ed-2>
- [18] *Vše, co potřebujete vědět o nabíjení elektromobilů* [online]. [cit. 2020-02-2]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/vse-o-nabijeni-elektromobilu>
- [19] *KONSTRUKCE ELEKTROMOBILU* [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: [https://www.devinn.cz/konstrukce\\_ele/](https://www.devinn.cz/konstrukce_ele/)
- [20] *Co je elektromobilita* [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <http://www.smartev.cz/cz/co-je-elektromobilita/>
- [21] *CO JE ELEKTROMOBILITA* [online]. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/baterie-elektromobilu-mate-predstavu-o-velikosti-muzeme-ji-nahradit>
- [22] *Přichází doba elektromobilů. Automobilky tlačí i čím dál přísnější limity pro emise* [online]. [cit. 2020-02-2]. Dostupné z:

<https://euractiv.cz/section/cr-v-evropske-unii/news/prichazi-doba-elektromobilu-automobilky-tlaci-i-cim-dal-prisnejsi-limity-pro-emise/>

[23] *Přichází doba elektromobilů. Automobilky tlačí i čím dál přísnější limity pro emise* [online]. [cit. 2020-04-30]. Dostupné z:

<https://euractiv.cz/section/cr-v-evropske-unii/news/prichazi-doba-elektromobilu-automobilky-tlaci-i-cim-dal-prisnejsi-limity-pro-emise/>

[24] *Kolik stojí nejlevnější elektromobil v ČR?* [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/nejlevnejsi-elektromobil-v-cr>

[25] *Elektromobilita v ČR* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z:

[https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www\\_csas\\_cz/Dokumenty-korporat/Dokumenty/Analytici/vyhled\\_elektromobility\\_v\\_CR\\_2019\\_03.pdf](https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/www_csas_cz/Dokumenty-korporat/Dokumenty/Analytici/vyhled_elektromobility_v_CR_2019_03.pdf)

[26] *E.ON Drive, vaše kompletní řešení pro emobilitu* [online]. [cit. 2020-02-2]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/drive#1>

[27] *PREmobilita* [online]. [cit. 2020-05-12]. Dostupné z:

<https://www.pre.cz/cs/profil-spolecnosti/dalsi-aktivita-pre/premobilita/>

[28] *Elektromobilita* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z:

<https://www.cez.cz/cs/sluzby-pro-zakazniky/elektromobilita/konfigurator>

[29] *Životnost baterií elektromobilů? VW přiznal reálná čísla a co vše je ovlivní* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z:

<https://autoroad.cz/technika/96345-zivotnost-baterii-elektromobilu-vw-priznal-realna-cisla-a-co-vse-je-ovlivni>

[30] *Evropská unie chce nabíječku pro elektroauta v každém novém domě* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/evropska-unie-chce-nabijeci-stanici-pro-elektroauta-v-kazdem-novem-dome>

[31] *Siemens a BMW vyvíjejí bezkontaktní nabíjení elektromobilů* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/siemens-bmw-vyvijeji-bezkontaktni-nabijeni-elektromobilu>

[32] *Mapa dobíjecích stanic PREpoint* [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/dobijeni-elektromobilu/mapa-dobijecich-stanic-prepoint/>

[33] *Síť nabíjecích stanic a e-půjčovna E.ON* [online]. [cit. 2020-05-30]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/o-nas/energie-plus/emobilita/mapa-stanic-a-e-pujcoven#menu>

[34] *Mapa dobíjecích stanic CEZ* [online]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z:

<https://www.elektromobilita.cz/cs/mapa-dobijecich-stanic>

[35] *Rozvoj trhu s elektromobily v České republice: veřejná podpora a zkušenosti ze zahraničí* [online]. [cit. 2020-06-02]. Dostupné z:

<https://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/19010-rozvoj-trhu-s-elektromobily-v-ceske-republice-verejna-podpora-a-zkusenosti-ze-zahranici>

[36] Reklamní literatura ŠKODA CITIGOe iV

[37] Mapy.cz

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1 – První elektromobil Sibranduse Stratingha [1] .....	13
Obrázek 2 – elektromotor a inventor [10].....	16
Obrázek 3 – Baterie Nissan leaf [21] .....	17
Obrázek 4 – Umístění baterie u vozu Volkswagen [29] .....	18
Obrázek 5 – Synchronní a asynchronní motor [7] .....	20
Obrázek 6 – Přenosná nabíječka [Foto: autor].....	25
Obrázek 7 – Wallbox [30].....	25
Obrázek 8 – Veřejná nabíjecí stanice Eon [Foto: autor].....	26
Obrázek 9 – Bezkontaktní nabíječka [31].....	27
Obrázek 10 – Schéma připojení EM do zásuvky [17] .....	29
Obrázek 11 – Přehled konektorů pro nabíjení elektromobilů [18] .....	30
Obrázek 12 – Předpokládaný vývoj prodeje EM [25] .....	32
Obrázek 13 – Nabíjecí síť společnosti EON [33] .....	36
Obrázek 14 – Nabíjecí síť společnosti ČEZ [34].....	37
Obrázek 15 – Nabíjecí síť společnosti PRE [32] .....	38
Obrázek 16 – Veřejná podpora států EU [35].....	42
Obrázek 17 – Fotovoltaické solární panely [Foto: autor] .....	47
Obrázek 18 – Testovací dopravní trasa [37] .....	48
Obrázek 19 – Testovací elektromobil ŠKODA CITIGOe iV [Foto: autor].....	49
Obrázek 20 – Nabíjení v domácích podmínkách [Foto: autor].....	53
Obrázek 21 – Veřejný nabíjecí stojan [Foto: autor].....	54

## 13 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Rozdělení typů zásuvek [15].....	27
Tabulka 2 – Rozdělení typů zásuvek [3].....	34
Tabulka 3 – Registrovaný zákazník EON Drive [26] .....	35
Tabulka 4 – Neregistrovaný zákazník EON Drive [26].....	36
Tabulka 5 – Přehled elektromobilů na českém trhu do 1 milionu korun [24] .....	43
Tabulka 6 – Předpokládaný rozvoj elektromobility v ČR [25].....	46
Tabulka 7 – Technická data EM ŠKODA CITIGOe iV [36].....	50
Tabulka 8 – Normální jízdní režim EM .....	51
Tabulka 9 – ECO režim EM.....	51
Tabulka 10 – ECO+ režim EM .....	52

## 14 Seznam zkratek

%	procento
°C	stupeň Celsia
EM	elektromobil
l	litr
km	kilometr
W	watt
V	volt
s	sekunda
A	ampér
Kč	koruna česká
Kg	kilogram
g/km	gram na kilo
km.h <sup>-1</sup>	kilometr za hodinu
kWh	kilowatthodina
kW	kilowatt
Nm	Newton metr
GWh	gigawatthodina
AC	střídavý proud
DC	stejnoseměrný proud