



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

---

Fakulta elektrotechnická  
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

# Využití elektromobility ve vybraných zemích EU

## Electromobility in selected EU countries

**Studijní program:** Elektrotechnika, energetika a management

**Studijní obor:** Elektrotechnika a management

**Vedoucí práce:** Prof. Ing. Oldřich Starý, CSc.

**Cazachevici Andrei**

---

**Praha 2020**



## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Cazachevici** Jméno: **Andrei** Osobní číslo: **466246**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**  
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**  
Studijní obor: **Elektrotechnika a management**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Využití elektromobility ve vybraných zemích EU**

Název bakalářské práce anglicky:

**Electromobility in selected EU Countries**

Pokyny pro vypracování:

1. Vysvětlíte, co je elektromobilita a její význam.
2. Popište modely elektromobilů. Jejich charakteristiky. Porovnaní s benzinovými vozidly (technická a ekonomická kritéria)
3. Analyzujte problematiku dobíjení elektromobilů a dobíjecích stanic. Zpracujte mapu rozmístění dobíjecích stanic na území vybraných zemí v EU. Porovnejte s ČR.
4. Zpracujte statistiku využití elektromobilů ve vybraných zemích EU. Porovnejte s ČR.

Seznam doporučené literatury:

1. Wuhong Wang, Geert Wets, Yongjun Shen, Electromobility for Green Transportation Systems and Sustainable Environment, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2018, ISSN 1361-9209,
2. Scott Hardman, Alan Jenn, Gil Tal, Jonn Axsen, George Beard, Nicolo Daina, Erik Figenbaum, Niklas Jakobsson, Patrick Jochem, Neale Kinnear, Patrick Plötz, Jose Pontes, Nazir Refa, Frances Sprei, Tom Turrentine, Bert Witkamp, A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 62, 2018, Pages 508-523, ISSN 1361-9209
3. Till Gnann, Simon Funke, Niklas Jakobsson, Patrick Plötz, Frances Sprei, Anders Bennehag, Fast charging infrastructure for electric vehicles: Today's situation and future needs, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 62, 2018, Pages 314-329, ISSN 1361-9209
4. Mehmet Efe Biresselioglu, Melike Demirbag Kaplan, Barbara Katharina Yilmaz, Electric mobility in Europe: A comprehensive review of motivators and barriers in decision making processes, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 109, 2018, Pages 1-13, ISSN 0965-8564

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**prof. Ing. Oldřich Starý, CSc., katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd FEL**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **07.09.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **05.01.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **04.01.2022**

prof. Ing. Oldřich Starý, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 2. 1. 2021

---

Cazachevici Andrei

## Poděkování

V této části bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Oldřichu Starému, CSc. a Ing. Michaele Makešové za cenné rady a připomínky k mé práci a své rodině za podporu během celé doby mého studia na ČVUT FEL.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a jejím stavem ve vybraných zemích Evropské unie včetně České republiky. V mé práci do vybraných zemí patří také Norsko, které není členem EU. Vzhledem k tomu, že v Norsku je úroveň vývoje elektromobility docela vysoká, rozhodl jsem prozkoumat situaci s elektromobilitou i v této zemi. Cílem práce je porovnat technická a ekonomická kritéria elektromobilů a vozidel se spalovacím motorem, udělat analýzu rozvoje elektromobility v Česku a v jiných vybraných evropských zemích.

V teoretické části bakalářské práce porovnávám elektromobil a vozidlo se spalovacím motorem z hlediska účinnosti motoru, emise škodlivých látek, akcelerace, maximální rychlosti, dojezdové vzdálenosti, spotřeby paliva, údržby a cen. Jedním z cílů mé bakalářské práce je vyjasnit, zda je elektromobil z ekonomického hlediska výhodnější než konvenční auto, což udělám v praktické části.

Dále prozkoumám způsoby nabíjení elektromobilů a stav nabíjecí infrastruktury v Česku a v jiných evropských zemích během určitého počtu let. Ve své práci také analyzuji míru využití elektromobilů na území vybraných evropských států a ČR.

## **Klíčová slova**

Elektromobilita, elektromobil, elektrický motor, spalovací motor, auto, benzinové auto, dieselové auto, elektřina, palivo, nabíjecí stanice, nabíjení, náklady, hustota rozmístění, počet, baterie, emise, spotřeba, výkon, čas.

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with electromobility and its state in selected countries of European Union including Czech Republic. In my thesis Norway is one of the selected European countries, which isn't member of EU, but because it has high level of progress of electromobility, I decided to explore electromobility in Norway too. The main goal of this work is to compare technical and economical criterions of electric vehicle and of vehicle with internal combustion engine, to provide the analysis of how is taking place the



progress of electromobility in Czech Republic and other selected European countries.

In theoretical part of thesis work I am comparing electric car and car with internal combustion engine through such parameters as efficiency of motor, emission of harmful substances, acceleration, maximum speed, range, consumption, maintenance, prices. One the goals of my bachelor thesis is to see if an electric vehicle is more advantageous from the economical aspect then a vehicle with internal combustion engine, which will be done in practical part.

I am exploring the ways of charging electric vehicles and state of charging infrastructure in CR and in other selected European countries during the fixed number of years. In my work I am also analyzing the rate of using electric vehicles in selected European countries and CR.

### **Key words**

Electromobility, electric vehicle, electric engine, internal combustion engine, car, petrol car, diesel car, electricity, fuel, charging stations, charging, costs, density of layout, number, battery, emission, consumption, power, time.

# Obsah

1 ÚVOD .....	1
2 ELEKTROMOBILITA A JEJÍ VÝZNAM .....	3
3 TECHNICKO-EKONOMICKÁ KRITÉRIA VYBRANÝCH ELEKTROMOBILŮ, POROVNÁNÍ S KLASICKÝMI AUTOMOBILY .....	6
3.1 PRINCIP FUNGOVÁNÍ ELEKTROMOBILU .....	6
3.1.1 Baterie .....	6
3.1.2 Kontrolér .....	7
3.1.3 Palubní nabíječka .....	8
3.1.4 Elektrický motor .....	8
3.2 PRINCIP FUNGOVÁNÍ AUTA SE SPALOVACÍM MOTOREM .....	9
3.3 POROVNÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZŮ SE SPALOVACÍM MOTOREM PODLE TECHNICKÝCH KRITÉRIÍ .....	9
3.3.1 Účinnost elektrického a spalovacího motoru .....	9
3.3.2 Maximální rychlost .....	10
3.3.3 Akcelerace .....	11
3.3.4 Dojezdová vzdálenost .....	12
3.3.5 Emise CO <sub>2</sub> .....	13
3.4 POROVNÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZIDEL SE SPALOVACÍM MOTOREM PODLE EKONOMICKÝCH KRITÉRIÍ ..	14
3.4.1 Spotřebapaliva .....	14
3.4.2 Údržba .....	16
3.4.3 Ceny vozidel .....	17
4 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VYUŽITÍ ELEKTROMOBILU A KONVENČNÍHO AUTA POMOCÍ METODY RCF .....	19
4.1 ZAVEDENÉ PŘEDPOKLADY, VSTUPNÍ ÚDAJE .....	19
4.2 VÝSLEDKY VÝPOČTŮ .....	25
4.3 CITLIVOSTNÍ ANALÝZA .....	26
5 PROBLEMATIKA NABÍJENÍ A POROVNÁNÍ HUSTOTY NABÍJECÍCH STANIC VE VYBRANÝCH STÁTECH EU, V NORSKU .....	30
5.1 NABÍJENÍ NA NABÍJECÍCH STANICÍCH .....	30

5.2 NABÍJENÍ V DOMÁCNOSTI .....	34
5.2.1 Nabíjení ze zásuvky .....	34
5.2.2 Nabíjení přes wallbox .....	35
5.3 HUSTOTA ROZMÍSTĚNÍ NABÍJECÍCH STANIC VE VYBRANÝCH ZEMÍCH EVROPY A V ČESKÉ REPUBLICCE....	36
6 ZPRACOVÁNÍ PŘEHLEDU O VÝVOJI VYUŽÍVÁNÍ ELEKTROMOBILŮ VE VYBRANÝCH ZEMÍCH EU, V NORSKU VE SROVNÁNÍ S ČR.....	42
6.1 REGISTRACE ELEKTROMOBILŮ VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH ZEMÍCH .....	42
7 ZÁVĚR.....	49
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ .....	54
9 SEZNAM OBRÁZKŮ: .....	63
10 SEZNAM TABULEK: .....	65
11 SEZNAM PŘÍLOH:.....	66

# 1 Úvod

Elektromobilita je už dávno všem známý a aktuální pojem, který znamená uvádění dopravních jednotek pomocí elektrické energie, která se pak přeměňuje na mechanickou práci. Mezi elektromobily patří vozidla s čistě elektrickým motorem, hybridní auta (auta s kombinací elektrického a spalovacího motoru), autobusy s čistě elektrickým motorem, tramvaje, elektrokoloběžky, elektrokola atd. V mé bakalářské práci budou za elektromobily považována jenom osobní vozidla s čistě elektrickým motorem.

V dnešní době je rozvoj elektromobility vnímán jako velmi důležité téma v mnohých státech, zejména kvůli ekologickým aspektům. Podíl elektromobilů na produkce emise látek CO<sub>2</sub> je mnohem menší než u klasických vozidel se spalovacím motorem, a proto je přechod na elektromobily jedním z řešení. Jiný problém, který elektromobilita může vyřešit, je omezenost zásob ropy. Dnešní konvenční auta jezdí většinou na benzín a na naftu, což jsou paliva vyrobená z ropy. V důsledku deficitu ropy bude natankování auta činit jejich majitelům velké problémy.

Dnes existuje dosud nevyřešený spor mezi příznivci elektromobilů a konvenčních vozidel o tom, jaký typ vozidel je z ekonomického hlediska úspornější a výhodnější, proto se v mé bakalářské práci budu zabývat technickými a ekonomickými parametry elektromobilu (účinnost, maximální rychlost, dojezdová vzdálenost, akcelerace, emise CO<sub>2</sub>, spotřeba paliva, cena) a porovnáím je s parametry vozidel se spalovacím motorem stejné třídy, abych mohl určit, jaký typ automobilu je z technologického a ekonomického hlediska lepší. Důležitým bodem této bakalářské práce je ekonomické hodnocení aut se spalovacím a elektrickým motorem na konkrétním příkladu, který ukáže, jaký druh auta a za jakých podmínek je pro používání výhodnější.

Pro každého uživatele elektromobilu je velmi důležitá dostupnost nabíjecích stanic, na kterých řidič může nabít baterii svého vozidla. Proto je v mé práci proveden výzkum rozvoje dobíjecí infrastruktury ve vybraných evropských zemích. Vybranými zeměmi pro porovnání jsou Česká republika, Slovensko, Polsko, Rakousko, Německo a Norsko. Norsko není členem

Evropské unie, ale s ohledem na to, že tato země je v dnešní době lídrem v oblasti vývoje elektromobility na svém území, rozhodl jsem se ji také prozkoumat.

Je známo, že dnešní elektromobily jsou většinou mnohem dražší než klasická auta, na která jsme zvyklí, a proto je logicky předpokládat, že využití aut s čistě elektrickým motorem je mnohem menší. Z toho důvodu mnohé státy zavádějí speciální opatření a finanční projekty, které mají za cíl zvětšení zájemců o elektromobily tím, že je vláda bude přímo nebo nepřímo finančně podporovat. V této bakalářské práci uvádím, jak se vlády jednotlivých vybraných zemí zapojují do rozvoje elektromobility na svém území.

## 2 ELEKTROMOBILITA A JEJÍ VÝZNAM

**Elektromobilita** – pojem, pod kterým se rozumí pohyb dopravních prostředků pomocí elektrické energie (elektrická auta, elektrokola, elektrické autobusy, tramvaje, trolejbusy atd.) Pohánění dopravních prostředků elektrickou energií může být částečné nebo úplné. V případě částečného pohánění elektrickou energií mluvíme o hybridech, tj. o vozech s kombinací elektrického a spalovacího motoru. V případě úplného pohánění elektrickou energií mluvíme o čistých elektromobilech, které mají jenom elektrický motor, z něhož získávají energii nutnou pro pohyb. Stejně jako u hybridů může být energie do elektrického motoru přivedena jak při samotném brzdění, tak i při nabíjení ze zásuvky nebo ze speciálních nabíjecích stanic. [1]

Ke skupině elektromobilů patří také dopravní prostředky poháněné novou technologií – vodíkovým pohonem. Místo baterie je ve vozidle umístěna nádrž vodíku a svazek palivových článků, ve kterých v důsledku chemické reakce vzniká elektřina a vodní pára. Tato kombinace je lehčí a skladnější než baterie. [2]

Jiným typem elektrických aut jsou elektromobily, které získávají elektrickou energii nutnou pro pohyb ze slunečního záření. Na takových elektromobilech jsou instalovány solární panely. Elektrické vozy tohoto typu jsou poměrně drahé a jejich účinnost je vysoká pouze za vhodných světelných podmínek. [3]

Existují elektromobily, které používají alternativní způsoby skladování energie: setrvačníky nebo superkondenzátory. Oba prvky jsou schopny rychle akumulovat a následně odevzdávat velké množství elektrické energie. [3]

V dnešní době téměř 30 % všech emisí oxidu uhličitého v EU připadá na dopravu. Osobní auta a dodávky tvoří přibližně 60,7 % emisí z dopravy a 15 % všech emisí oxidu uhličitého v EU. [4] Škodlivé látky skleníkových plynů velmi silně ovlivňují zdraví člověka. Prachové částice PM<sub>2,5</sub> mohou být podle WHO příčinou rakoviny plic, různých kardiovaskulárních a respiračních onemocnění. [5] Evropský parlament nařídil členským zemím Evropské unie do roku 2050 snížit emise látek CO<sub>2</sub> v oblasti dopravy o 60 % oproti stavu z roku 1990,

u osobních aut o 37,5 % oproti stavu z roku 2019 a vyzval k opatřením, která ulehčí přechod na elektrická a hybridní auta. [4] Míra rozvoje elektromobility může vést k redukci oxidu uhličitého o 64–97 % a tím zlepšit celkovou kvalitu ovzduší o 73–95 % do poloviny století, což bude rozhodně přínosem pro zdraví lidí. [5]

Elektromobily nepotřebují fosilní paliva. Za předpokladu, že velká část lidí přejde na elektromobily, může být potřeba získávání fosilních paliv omezená, což vede ke snížení finančních nákladů států, společností, podniků, a tím i k nezávislosti na „politicky“ nebezpečných zemích, ve kterých se tyto fosilní paliva získávají. Celkově by Evropská unie za import fosilních paliv pro dopravu mohla do roku 2030 zaplatit o 58 až 83 miliard eur méně. V roce 2050 by to již mohlo být méně ještě o 115 až 180 miliard eur. [5] V případě docela velkého počtu elektromobilů a velmi nízkého množství konvenčních aut zaniká potřeba v čerpacích stanicích v takovém množství, které máme dnes. Na jejich místě mohou být instalovány nabíjecí stanice pro vozidla pohaněná pouze elektrickou energií.

Čím hustší je síť dobíjecích stanic, tím je to lepší pro uživatele elektromobilů. Distribuční síť má ale být pro větší počet stanic správně dimenzovaná, aby mohla poskytnout požadovaný výkon a neovlivnit odběr elektřiny v jiných místech, proto před jejím případným rozšířením musí být provedena nutná opatření a změny pro její přizpůsobení. V tomto případě může být vyžadována modifikace a přizpůsobení celé elektrizační soustavy, aby byla zajištěna rovnováha mezi výrobou a spotřebou elektřiny, což zase přináší další finanční a technické nároky. Předpokládá se, že do roku 2030 růst elektromobility nebude vyžadovat modifikaci elektrizační soustavy a instalace nových kapacit, ale pro pokrytí spotřeby v dalších desetiletích je nutná instalace systémů, které budou moct poskytnout výkon ve výši 150 GW. Podle výpočtu Öko-institutu se tyto zdroje mohou skládat například z 24 GW vodních elektráren, 45 GW solárních elektráren, z 87 GW větrných elektráren. 13 GW může být dostupných díky zdrojům spalujícím biomasu. [5]

Růst počtů elektromobilů a nabíjecích stanic může otevřít nová pracovní místa. Například otevření továrny, v níž se budou vyrábět elektromobily a příslušenství pro ně, vyžaduje nový personál, a to nejenom s elektrotechnickým vzděláním nebo kvalifikací. Jsou to nové pracovní

příležitosti i pro lidi z jiných profesí. Zaměstnání budou moct získat také lidi bez určitého oborového vzdělání, například řidiči, skladníci atd. Instalace a údržba nabíjecích stanic vyžadují pro svou činnost lidi s elektrotechnickou kvalifikací, což je zase vytvoření nových pracovních míst.

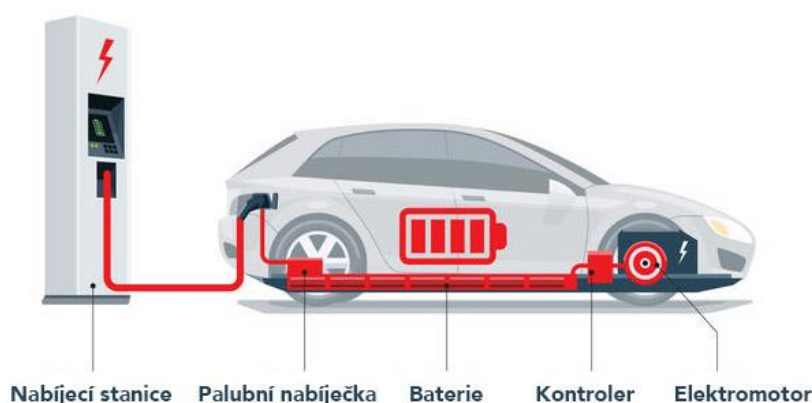
Růst uživatelů aut s čistě elektrickým motorem vede k nutnosti vzniku servisů, kde by majitelé mohli provést případnou údržbu nebo opravu auta. V těchto servisech musejí pracovat lidé s elektrotechnickou kvalifikací a případně vyhláškou. V důsledku toho může růst zájem o elektrotechnické obory, což je velkou výhodou pro průmyslové a vysoké školy, a obecně pro elektrotechnický průmysl. V případě úplného nebo částečného přechodu na elektromobily už nebude tak velká poptávka po mechanících, kteří provádějí servisní činnosti u aut se spalovacím motorem, v důsledku čehož mohou tito lidé zůstat bez práce. Vhodným řešením by mohlo být zavedení možnosti získání nutné kvalifikace pro činnost s elektromobilem a jeho komponenty například školením budoucích pracovníků servisů tak, aby i oni měli vhodnou vyhlášku pro provádění určitých přesně definovaných činností bez nutnosti vzdělání v oboru elektrotechniky. To je velkou výhodou při opravě vozidel, protože mechanici mají znalosti konstrukce aut, bez kterých se nelze obejít i v případě automobilů s čistě elektrickým pohonem. Takový systém funguje v dnešní době v Německu. V České republice musí mít pracovník pro činnost se servisem elektromobilů elektrotechnické vzdělání, absolvování platné zkoušky dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. a minimálně roční praxi. V tomto případě je pro podnikatele v této oblasti docela nákladné zaučit nového člověka jak finančně, tak i časově, jelikož délka studia elektrotechnického oboru jsou tři roky. [6]



### 3 Technicko-ekonomická kritéria vybraných elektromobilů, porovnání s klasickými automobily

#### 3.1 Princip fungování elektromobilu

Pohyb elektrického vozu zajišťují tyto čtyři důležité komponenty: elektrický motor, baterie pro skladování elektrické energie, kontrolér, palubní nabíječka.



Obr. 1: Princip fungování elektromobilu, zdroj: [7]

##### 3.1.1 Baterie

Baterie je zdrojem energie, která pohání celý elektromobil. Zpravidla je umístěna v podlaze mezi zadní a přední nápravou a je sestavena z mnoha malých bateriových článků, které pro dosažení požadovaného napětí a proudu mohou mít sériové nebo paralelní zapojení. Bateriové články jsou tří typů: valcové, hranolové, pouzdrové. Největší výhodou valcových článků je jejich vospělost a optimalizace při výrobě. Je to také nejlevnější varianta s nejvyšší účinností. Výhodou hranolových článků je skladovatelnost, lepší chlazení a nenákladová výroba. Nevýhodou je však nízká energetická hustota a problémy s počtem cyklů nabíjení a vybíjení. Pouzdrové články jsou z pohledu návrhu jednotlivých modulů a kapacity nejflexibilnějšími, ale musí být velmi pozorně kontrolována jejich teplota a tlak. [8]

Baterie může být nabita z domácí zásuvky, ze speciální nabíjecí stanice nebo pomocí rekuperace během brzdění, při kterém se kinetická energie, na rozdíl od konvenčního vozidla, nepřeměňuje na teplo, ale přeměňuje se na elektrickou energii a vrací se zpět do baterie, čímž ji nabije. Výdrž baterie ovlivňuje dojezdovou vzdálenost elektromobilů, která se pohybuje mezi 100 až 500 km. V dnešní době v elektromobilech se používají následující typy baterie [9]:

- **Olověné baterie** – nejstarší typ používaných baterií. Jejich nejslabší stránkou je manipulace látkami kyseliny, přítomnost olova v jejich konstrukci, malé poměry energie a hmotnosti a energie a objemu. Tyto baterie jsou kvůli své nízkonákladové výrobě a velkému poměru výkonu a hmotnosti levnou variantou.

- **Nikl-kadmiové baterie (NiCd)** – ze všech typů baterií mají nejvyšší životnost vyjádřenou počtem cyklů nabíjení a vybíjení (cca 1500 cyklů). Hlavní nevýhodou je použití těžkých kovů při výrobě, což má negativní účinek na lidský život a životní prostředí. Směrnice EU používání těchto baterií omezuje.

- **Nikl-metal hydridové baterie (NiMH)** – hlavní výhodou těchto baterií je nepřítomnost tzv. efektu paměti, který ovlivňuje maximální kapacitu baterie. Ve srovnání s Li-ion mají NiMH baterie menší kapacitu pro skladování energie a vysoký samovybíjecí koeficient.

- **Lithium-iontové baterie** – vyznačují se velkou kapacitou výkonu s velmi dobrým energetickým poměrem hustoty a hmotnosti. Avšak jsou drahé, rychle se přehřívají a mají omezený životní cyklus.

- **Lithium-polymerové baterie** – mají větší životní cyklus než lithium-iontové baterie, ale jsou nestabilní v případě přetížení a vybíjení pod určitou hodnotu.

### 3.1.2 Kontrolér

Kontrolér neboli počítač řízení elektrického pohonu je výkonová jednotka, která převádí napětí na výstupu akumulátoru na vhodné napětí pro napájení elektrického motoru. Důležitou funkcí kontroléru je zajištění správné dodávky výkonu do motoru a tím i samotné rychlosti elektromobilu a také

obracení směru točení elektromotoru. [10]

### 3.1.3 Palubní nabíječka

Palubní nabíječka je zařízení, které nabije bateriové články procházením elektrického proudu stanovené velikosti. Součástí nabíječky je usměrňovač, tj. zařízení, které mění střídavý proud na stejnosměrný, jímž se pak baterie nabije.[11]

### 3.1.4 Elektrický motor

Jak už bylo řečeno, jednou z nejdůležitějších součástí moderního elektromobilu je elektrický motor. Elektrický motor se skládá ze dvou částí: statoru a rotoru. Stator je nepohyblivá a vnější část stroje, která obsahuje vinutí s magnetickým obvodem. Rotor je pohyblivá část stroje s magnetickým obvodem, hřídelí a vinutím, na kterém jsou nasazeny kroužky nebo komutátor. Elektromotor funguje na principu elektromagnetické indukce. Proud protékající vinutím statoru a rotoru vytváří dvě magnetická pole, která svými silami působí tak, že se rotor otáčí a motor koná mechanickou práci. [12]. Tímto způsobem dochází k roztočení hřídele stroje, který je pomocí jednostupňového reduktoru spojen s koly auta, která se začínají točit, a vozidlo se dostává do pohybu. [13]

Existují elektrické motory:

- **Stejnoseměrné** – vinutí statoru a rotoru je napájeno stejnosměrným proudem. Při otáčení rotoru se směr proudu mění, tj. má střídavý charakter. Díky komutátoru má proud stálou polaritu, což znamená, že elektromagnetická síla působí na jednotlivě rozložené vodiče v rotoru ve stejném směru a rotor se otáčí. [12]
- **Asynchronní** – točivé magnetické pole může indukovat napětí a proudy v rotoru pouze při odlišné (asynchronní) rychlosti otáčení od rychlosti tohoto točivého magnetického pole. [12]
- **Synchronní** – proudy protékající statoru vytvářejí magnetické pole, které se otáčí synchronně s rotorem a má vůči točivému poli rotoru stálou polohu. [12]

## 3.2 Princip fungování auta se spalovacím motorem

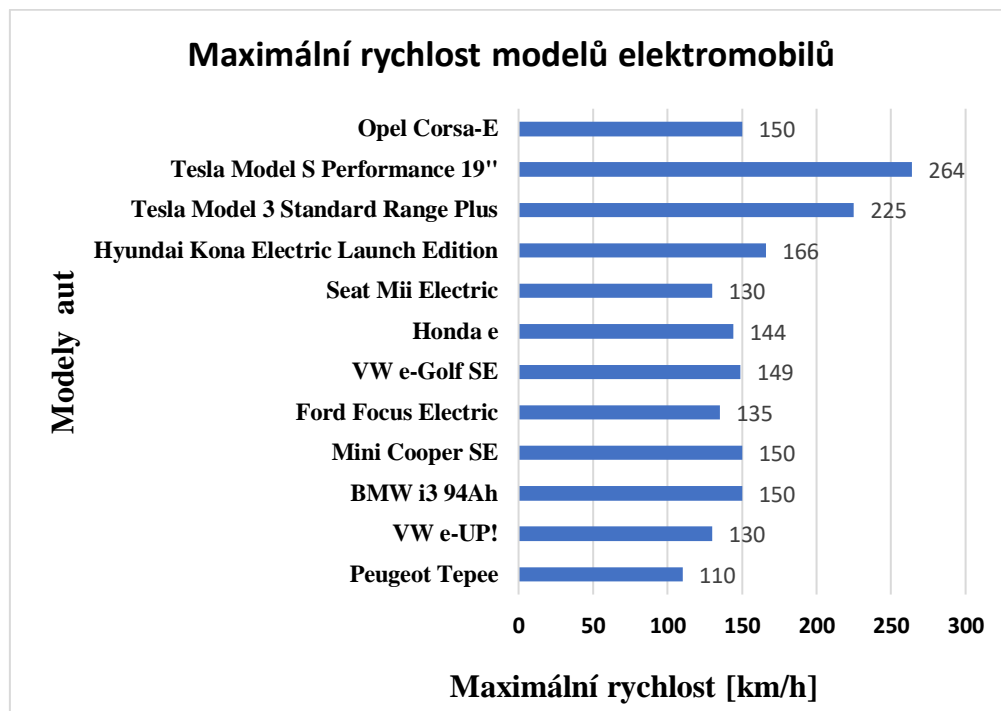
*„Pro pohon vozidla jsou zjednodušeně potřeba následující komponenty: vzduchový filtr, sací potrubí, palivová nádrž, blok motoru s písty a hřídeli, spojka, převodovka a výfukové potrubí.“ Spalovací motor „nasává vzduch z okolí a palivo z nádrže, hořením jejich směsi ve spalovací komoře dochází k rozpínání směsi a pohybu pístů. Tento pohyb roztáčí hřídel, která je přes spojku spojena s převodovkou, a ta pak roztáčí kola vozidla. Spaliny odcházejí ze spalovacích komor přes výfukové potrubí.“ [13]*

## 3.3 Porovnání elektromobilů a vozů se spalovacím motorem podle technických kritérií

### 3.3.1 Účinnost elektrického a spalovacího motoru

Jednou z výhod elektromobilů oproti automobilům se spalovacími motory je jejich vysoká účinnost. Podle zpráv Úřadu pro energetickou účinnost a obnovitelnou energii Ministerstva energetiky USA (US Department of Energy's Office of Energy Efficiency and Renewable Energy) elektrická auta konvergují přibližně 59–62 % elektrické energie získané z rozvodné sítě na mechanickou energii, která se převádí na kola. Konvenční auta se spalovacím motorem konvergují jenom cca 17–21 % energie na mechanickou energii určenou pro kola. [14] Účinnost takových aut činí zhruba 25 % a je závislá na kvalitě paliva (benzín, diesel, plyn). Účinnost elektrických motorů je závislá na kvalitě výroby elektřiny z primárního zdroje energie a její hodnota je přibližně 85–90 %. Tato část elektrické energie se převádí na užitečnou vykonanou práci. Rozdíl mezi účinností elektrického motoru a celkové účinnosti elektromobilu je dán ztrátami při nabíjení a vybíjení baterie. V některých autech je rozdíl ještě dán ztrátami při převodu proudu ze střídavého na stejnosměrný a naopak. [14]

### 3.3.2 Maximální rychlost

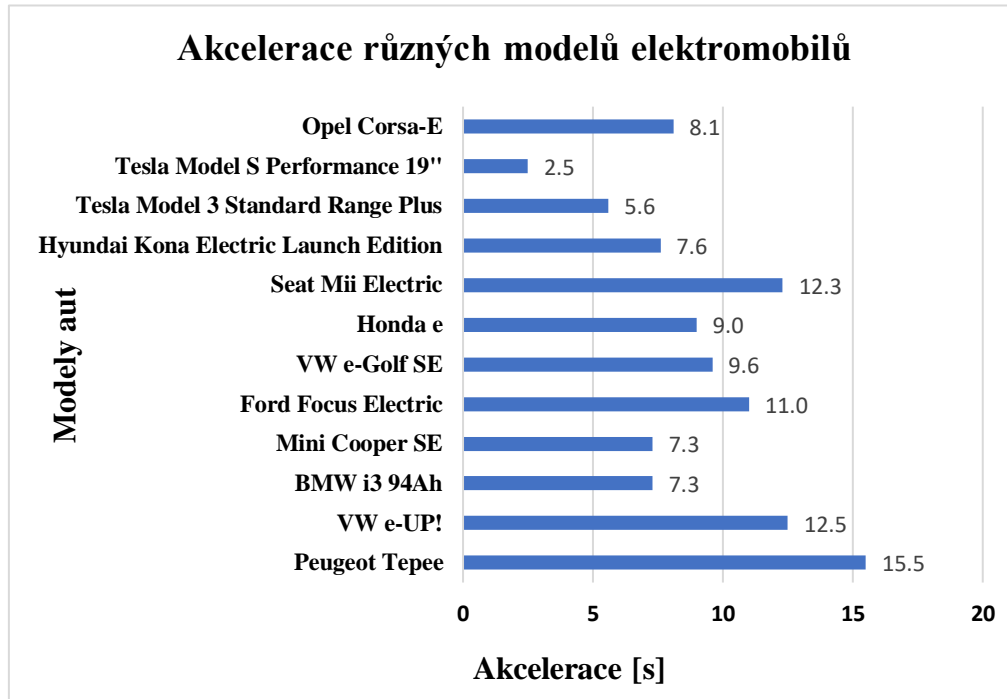


Obr. 2: Maximální rychlost elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15]

Jak už jsme poznali, motory elektromobilů mají vyšší účinnost, ale maximální rychlost u většiny elektrických vozidel je výrazně nižší než u klasických vozidel se spalovacím motorem, u kterých je více než 200 km/h. Je to dané hlavně tím, že výrobci elektromobilů omezují maximální rychlost kvůli vybití baterie. Čím rychleji pojede auto s čistě elektrickým pohonem, tím rychleji se bude vybíjet baterie a dojezdová vzdálenost se bude zkracovat.

### 3.3.3 Akcelerace

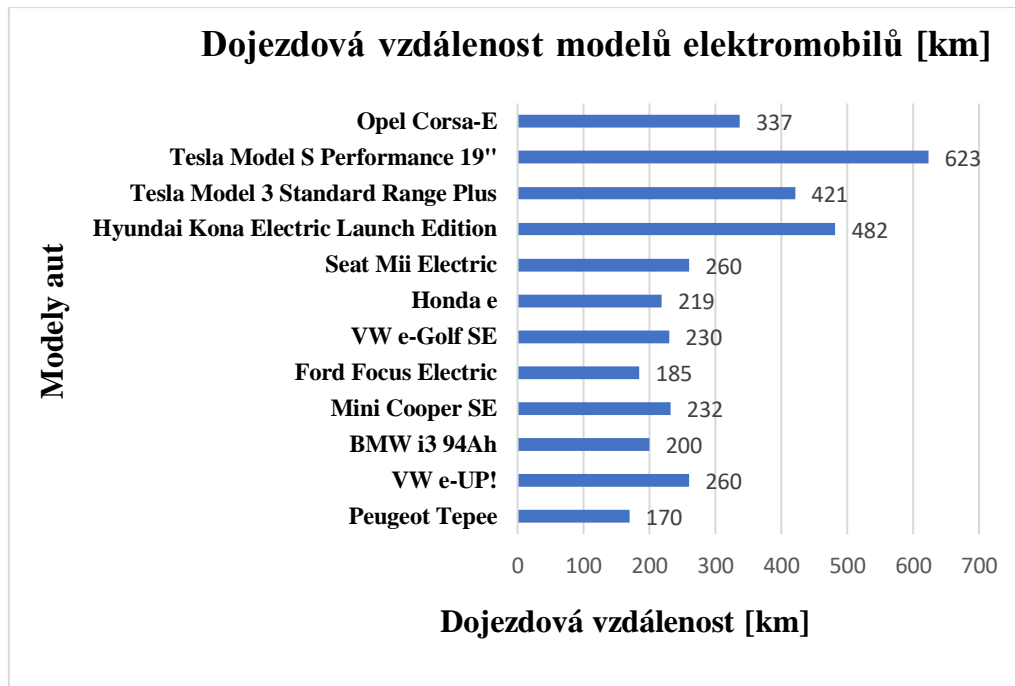
Je také důležité zmínit se o akceleraci elektrických vozidel. To je doba, za kterou se vozidlo dostane z rychlosti 0 km/h na rychlost 100 km/h.



Obr. 3: Akcelerace elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15]

Z grafu je vidět, že akcelerace elektromobilu se pohybuje ve stejném rozsahu, jako akcelerace aut se spalovacím motorem.

### 3.3.4 Dojezdová vzdálenost



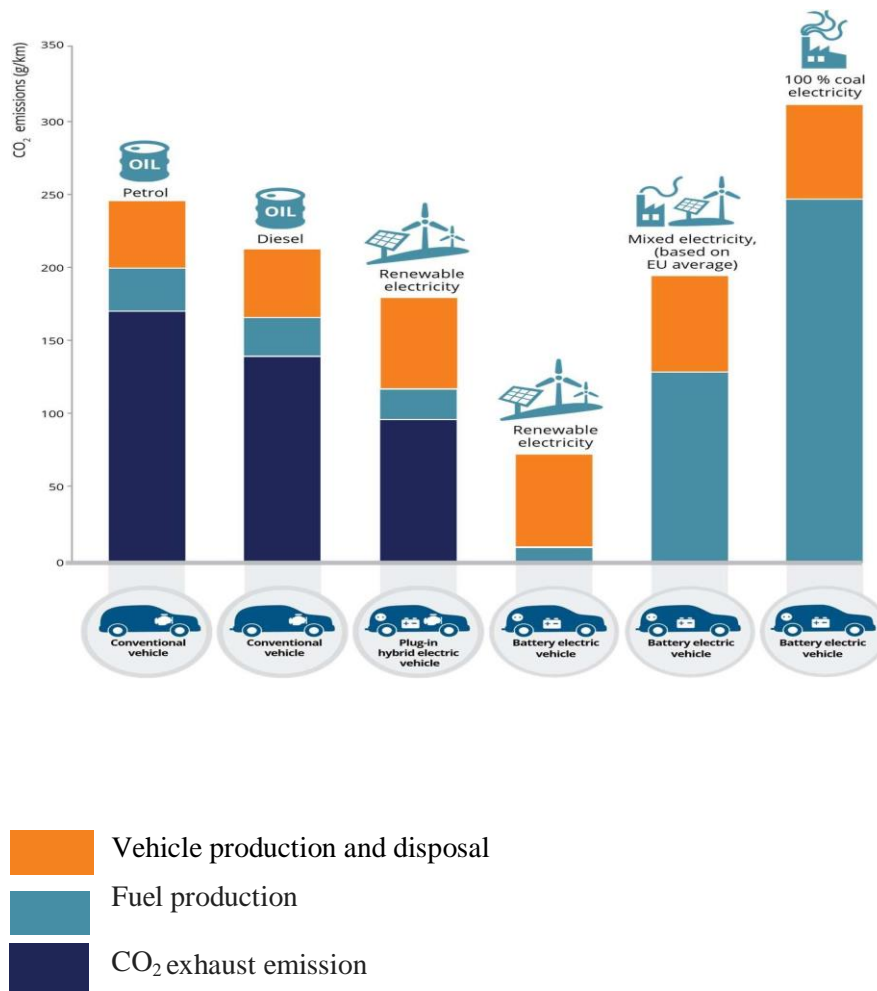
Obr. 4: Dojezdová vzdálenost elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15]

Z grafu je patrné, že skoro u všech vybraných modelů aut je dojezdová vzdálenost menší než u konvenčních, což je dáno jejich bateriemi. Auta se spalovacím motorem mohou ujet na plnou nádrž paliva minimálně 500 km. Z toho vyplývá, že dnešní elektromobily jsou určeny především pro jízdu na krátké vzdálenosti v rámci města pro denní potřeby. [16] Najít nabíjecí stanici mimo město může být v některých regionech velkým problémem a řidič to musí vzít v úvahu při plánování jízdy elektromobilem na velkou vzdálenost. Rychlost vybíjení baterie také závisí na stylu jízdy řidiče a na podmínkách využití klimatizace. Rychlá a „agresivní“ jízda a zapnutá klimatizace urychlují vybíjení baterie. Dojezdovou vzdálenost zkracuje i chladné počasí, které negativně ovlivňuje baterii vozidla pohaněného čistě elektrickým motorem.

### 3.3.5 Emise CO<sub>2</sub>

Elektromobilita je důležitá kvůli svému působení na čistotu ovzduší. Elektromobily jsou považovány za bezemisní dopravu. Jako palivo pro elektromobily slouží elektřina, která se vyrábí v elektrárnách. Na emisích se podílí také i samotná výroba aut. Následující obrázek nám demonstruje, jak se podílí tři druhy aut (konvenční, elektrické a hybridní) na celkovém počtu emisí oxidu uhličitého.

**Range of life-cycle CO<sub>2</sub> emissions for different vehicle and fuel types**



„Note: The values are estimated for an average mid-class vehicle, based on 220 000 km.

Source: TNO, 2015; authors' own calculations.“

Obr. 5: Množství vypuštěných emisí CO<sub>2</sub> za životní cyklus automobilu podle zdroje paliv, zdroj: [17]



Z grafu můžeme vyčíst, že při provozu elektromobily neprodukují žádné nebo jen zanedbatelné množství oxidu uhličitého, ale během výroby elektřiny v uhelných elektrárnách pro auta s čistě elektrickým pohonem jsou emise CO<sub>2</sub> přibližně 250 g/km, při nájezdu 20 000 km/rok emise budou činit 5 000 kg/rok. U konvenčních benzínových aut jsou emise výfukových plynů cca 160 g/km, což při stejném nájezdu 20 000 km/rok činí 3 200 kg/rok. Stejně jako v případě konvenčních aut, tak i v případě hybridů a elektromobilů se na produkci CO<sub>2</sub> podílí i samotná výroba a likvidace všech tří druhů vozidel. Z toho vyplývá, že nemůžeme s úplnou jistotou tvrdit, že elektromobily jsou pro naše životní prostředí méně škodlivé než automobily se spalovacími motory.

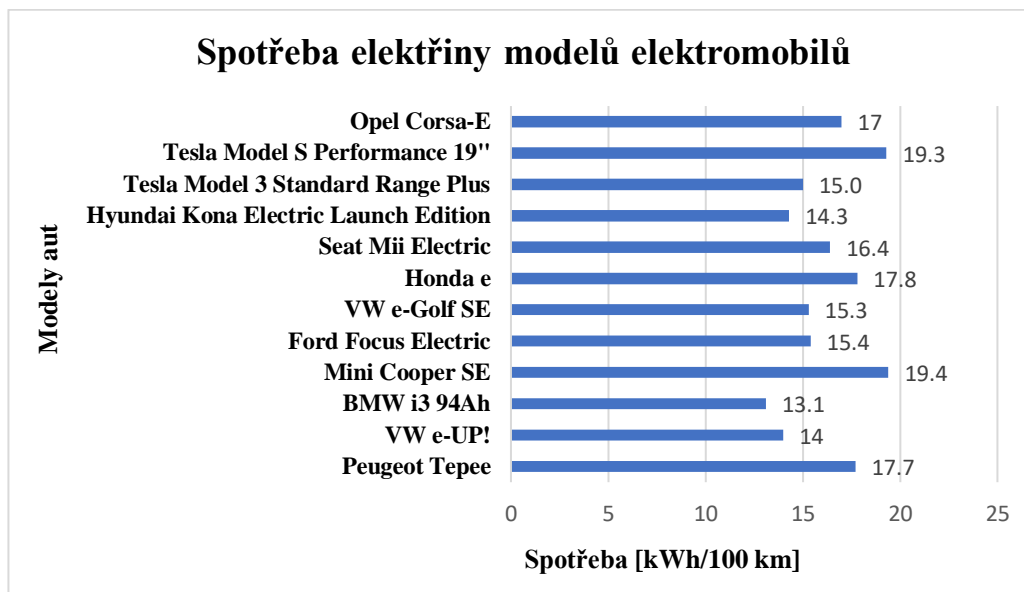
Možným způsobem, jak pomocí elektromobility omezit emise škodlivého oxidu uhličitého na naše životní prostředí a tím zlepšit jeho ekologický stav, je úplný přechod ze spalovacích elektráren na jaderné elektrárny a elektrárny využívající pro výrobu elektřiny obnovitelné zdroje. Z finančního a technického hlediska a kvůli využití recyklace použitého materiálu na vozidla se ale jedná o náročnou věc.

### **3.4 Porovnání elektromobilů a vozidel se spalovacím motorem podle ekonomických kritérií**

K ekonomickým kritériím patří spotřeba paliva, náklady na údržbu, cena vozidel.

#### **3.4.1 Spotřeba paliva**

U obou druhů automobilů budeme uvažovat kombinovanou spotřebu paliva, tj. spotřebu paliva v případě normální jízdy v běžném provozu: jízda se koná ve městě a mimo město bez topení a klimatizace. Níže uvádím spotřebu elektřiny u elektrických vozidel od různých výrobců:



Obr. 6: Spotřeba elektřiny elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15]

Příklad: Uvažujme průměrnou spotřebu elektřiny elektromobilu, kterou jsem vypočetl z dat využitých pro sestavení diagramu na obr. 5. Tato průměrná hodnota činí 16,2 kWh/100 km. Dále spočítáme, kolik za to zaplatíme v České republice. Průměrná cena elektřiny v domácnosti v ČR je dnes 4,08 Kč/kWh. [18] Za 100 km zaplatíme  $4,08 \text{ Kč/kWh} \times 16,2 \text{ kWh/100 km} = 66,096 \text{ Kč}$ . V tomto případě za jeden km zaplatíme 0,66096 Kč. Průměrná cena benzínu dnes je 27,85 Kč/l. [19] Průměrnou spotřebu benzínového auta stanovíme na 8 l/100 km. Cena benzínu na 100 km nám vyjde 222,8 Kč, tedy 2,228 Kč/km.

Dojezdová vzdálenost elektromobilu je menší než u konvenčních vozidel, ale přesto jsou elektromobily výhodnější. Například konvenční auto se spotřebou 8 l/100 km může na plně natankovanou nádrž ujet 500 km, elektromobil se spotřebou 16,2 kWh/100 km může na plně nabitou baterii ujet 250 km. Za 500 km u auta se spalovacím motorem zaplatíme  $2,228 \text{ Kč/km} \times 500 \text{ km} = 1\,114 \text{ Kč}$ , u auta s čistě elektrickým motorem zaplatíme  $0,66096 \text{ Kč/km} \times 500 \text{ km} = 330,48 \text{ Kč}$ .

Z provedených výpočtů je vidět, že v daném, konkrétním případě z hlediska spotřeby paliva provoz elektromobilu je výhodnější.

V případě elektromobilů náklady na spotřebu silně závisí na ceně paliva. Na rozdíl od čerpacích stanic, tarify na nabíjení baterie elektromobilu na veřejných nabíjecích stanicích se liší více v závislosti na rychlosti dobíjení. (**viz. kap 5.1**). Cena 1 kWh může činit 12 Kč. V tomto případě za 100 km zaplatíme

194,4 Kč, za 500 km – 972 Kč. Vidíme, že při tomto tarifu nabíjení se náklady na spotřebu elektromobilu jsou nižší než u spalovacího motoru, ale už se značně menším rozdílem. Odsud plyne výsledek, že nelze s úplnou jistotou tvrdit, že provoz elektromobilu z hlediska spotřeby paliva je vždy výhodnější než provoz konvenčního auta se spalovacím motorem, závisí to na tarifu nabíjení baterie, spotřebě paliva konkrétního modelu vozidla.

### 3.4.2 Údržba

**Oproti automobilu se spalovacím motorem má elektromobil z pohledu nákladů na údržbu následující výhody [20]:**

- Motor elektromobilu je konstrukčně jednodušší, což je jedním z důvodů menší poruchovosti.
- Samotný **elektromotor má také delší životnost**, protože během provozu vozidla na něj nepůsobí vysoké tlaky a teploty.
- Z toho důvodu, že motor elektrického vozidla neobsahuje **řadu běžných spotřebních komponentů, není potřeba pravidelně měnit olej, palivový filtr, svíčky atd.**
- **Brzdový systém elektromobilů má vyšší životnost. Při brzdění se většina výkonu přemění na energii a vrátí se zpět do baterie, čímž se tato baterie vlastně nabije a díky tomu se zvyšuje dojezdová vzdálenost elektromobilů.**

**Mezi nevýhody elektromobilů z pohledu údržby zejména patří:**

- **Degradace baterie** – časem se kapacita baterie zmenšuje, v důsledku čehož se zkracuje nájezd elektromobilů na jedno nabití. Kapacita baterie závisí také na počasí. Mráz a vedro působí na baterii nepříznivě a negativně ovlivňují její kapacitu. U auta se spalovacím motorem takový problém neexistuje.
- **Údržba domácí nabíjecí stanice** – pokud se majitel elektromobilu rozhodne nabíjet baterii do auta v domácnosti, musí počítat s náklady na údržbu, které zahrnují náklady na nové kabely, novou nabíjecí stanici atd.

### 3.4.3 Ceny vozidel

Rozhodl jsem se pro porovnání cen elektromobilů a aut se spalovacími motory v jedné zemi, v České republice.

Tab. 1 - Orientační ceny na nové neojeté elektromobily v České republice, zdroj: [21]

Model vozidla	Cena [Kč]
<i>Opel Corsa</i>	909 900
<i>Elegance</i>	
<i>Elektro</i>	
<i>Škoda Enyaq iV Founders Edition 80 150kW</i>	1 712 900
<i>VW ID.3</i>	1 261 400
<i>Tech</i>	
<i>BMW i3</i>	1 111 361
<i>120Ah</i>	
<i>Hyundai Kona Electric Electric Czech Edition</i>	1 300 000
<i>Style Premium</i>	
<i>KIA e-Niro</i>	1 160 980
<i>64 kWh</i>	
<i>Executive</i>	
<i>Škoda Citigo</i>	425 000
<i>iV STYLE</i>	
<i>Audi e-tron</i>	2 410 000
<i>Advanced 55</i>	
<i>quattro</i>	
<i>(265 kW/360 k)</i> <i>Automatik</i>	

Tab. 2 - Orientační ceny na nové nejeté vozy se spalovacím motorem v České republice, zdroj: [22]

<b>Model vozidla</b>	<b>Cena [Kč]</b>
<i>Opel CORSA NEW Edition 1.2 55 kW MT5</i>	334 990
<i>KIA XCEED 1.4 T-GDI TOP 7DCT</i>	663 980
<i>ŠKODA SCALA 1.5 TSI STYLE DSG</i>	620 753
<i>Hyundai I20 1,2I 62 KW MANUÁL COMFORT CLUB</i>	373 890
<i>Mitsubishi ASX 2,0MIVEC Invite MY20</i>	477 850
<i>AUDI A4 2.0 35 TFSI AVANT</i>	833 736
<i>Peugeot 2008 ACTIVE 1.2 PureTech 100 S&amp;S MAN6</i>	463 000
<i>VOLKSWAGEN TIGUAN 1.5 TSI LIFE</i>	686 720

Při porovnání cen obou druhů vozidel je vidět, že ceny většiny elektromobilů v České republice jsou vyšší než ceny většiny konvenčních aut se spalovacím motorem. Stejná situace je ve všech zemích světa, kde se prodávají elektromobily. Vyšší cenu elektromobilu oproti konvenčnímu autu lze vysvětlit vysokou cenou baterie. V budoucnu se očekává vylepšení technologie výroby baterie, v důsledku čehož baterie bude mít vyšší životnost a nižší cenu, což povede ke snížení cen na elektromobily.

## 4 Ekonomické hodnocení využití elektromobilu a konvenčního auta pomocí metody RCF,

### 4.1 Zavedené předpoklady, vstupní údaje

Hlavním konkurentem elektromobilů na trhu aut jsou vozidla se spalovacím motorem. Pro potenciálního zájemce o nákup osobního vozidla je důležité znát aspoň přibližně náklady na jeho provoz. V mé bakalářské práci porovnávám tři nová nejetá auta s třemi typy motoru: benzínový, dieselový, elektrický. U každého typu aut použiji pro ekonomické hodnocení metodu **ročního ekvivalentního peněžního toku (RCF)** pro nájezdy 10 000 km, 20 000 km, 30 000 km a 40 000 km za rok. RCF se počítá s časovou hodnotou peněz a jejich znevýhodněním a používá se pro projekty s různou životností, ale se shodným počátkem investic.

Pro porovnání jsem vybral auta od jednoho výrobce a jednoho modelu, VW Golf, vyrobená v roce 2020. Baterii elektromobilu budu nabíjet v domácnosti pomocí wallboxu, tj. speciální nabíjecí stanice, která se umísťuje na stěnu. Palubní nabíječka u VW e-Golfu zvládá maximální výkon 7,2 kW, proto je dostatečně si pořídit jednofázový wallbox s nabíjecím výkonem 7,4 kW za 18 900 Kč. [23] Pro správnou činnost wallboxu si musím zařídit odběrné místo pro jeho instalaci a zřídit nové jednofázové připojení na 230 V a 32 A. Přizpůsobení odběrného místa mě bude stát 10 000 Kč, za nové připojení v tomto případě zaplatím 6 400 Kč, jelikož za každý ampér zaplatím 200 Kč. [24] Předpokládám, že životnost nabíjecího kabelu je 5 let, a proto po tomto počtu let budu ho měnit. Cena kabelu je 7 200 Kč. [25] Počítám s tím, že auta jsou parkovaná jenom v bezplatných zónách, proto náklady na parkování jsou nulové.

Benzínové auto je **VW Golf 8 1,5 TSI** s následujícími parametry [26]:

- **Cena včetně DPH:** 572 900 Kč
- **Kombinovaná spotřeba:** 4,9 l/100 km
- **Výkon:** 110 kW
- **Objem motoru:** 1 498 cm<sup>3</sup>
- **Celková hmotnost:** 1 265 kg

Diesellové auto je **VW Golf 8 2,0 TDI DSG** s následujícími parametry [27]:

- **Cena:** 861 800 Kč
- **Kombinovaná spotřeba:** 3,7 l/100 km
- **Výkon:** 110 kW
- **Objem motoru:** 1 968 cm<sup>3</sup>
- **Celková hmotnost:** 1 390 kg

Elektrické auto je **VW e-Golf** s následujícími parametry [28]:

- **Cena:** 882 900 Kč
- **Kombinovaná spotřeba:** 12,7 kWh/100 km
- **Výkon:** 100 kW
- **Celková hmotnost:** 1 540 kg

Pro výpočet RCF je použit následující vzorec:

$$RCF = a \times NPV = \frac{(1+r)^T \times r}{(1+r)^T - 1} \times NPV \quad [\text{Kč}] \quad (1)$$

$$a = \frac{(1+r)^T \times r}{(1+r)^T - 1} - \text{anuita} \quad (2)$$

*NPV* – čistá současná hodnota

Pro výpočet *NPV* je použit následující vzorec:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T DCF_t \quad [\text{Kč}] \quad (3)$$

*t* – počet let

*T* – životnost auta. *T* je celkový součet počtu jednotlivých let *t*, ve kterých bylo provozováno vozidlo. Při nájezdu 10 000 km/rok auta budu provozovat 10 let, při nájezdu 20 000 km/rok budu provozovat 8 let, při nájezdu 30 000 km/rok – 6 let, při nájezdu 40 000 km/rok – 5 let. Životnosti ve všech scénářích jsem vybíral takové, abych pak měl možnost ojeta mnou vozidla prodat. V dnešní době málokdo jezdí autem po celou dobu jeho životnosti, každý chce prodat své

vozidlo, aby peníze z prodeje investoval například do nového automobilu.

$r$  – diskont. Diskontní sazba vychází z teorie opportunity cost a charakterizuje časovou hodnotu peněz a riziko. Diskontní sazba převádí budoucí hodnotu hotovostních toků na současnou. V mých výpočtech je diskont 5 %. Považuji tuto hodnotu za vhodnou, jelikož jsem fyzická osoba a vozidla se využívají jenom pro osobní účely, které nijak nesouvisí s podnikáním a ziskem.

$DCF_t$  – diskontovaný CF v roce  $t$ . [Kč/rok]

$CF_t$  – peněžní tok v roce  $t$ . [Kč/rok]

$$CF_{t=0} = -I_{sp} = -cena\ vozidla - registrační\ daň \quad [Kč] \quad (4)$$

$I_{sp}$  – investice při pořízení benzínového a dieselového aut. Registrační daň činí 800 Kč.

$$CF_{t=0} = -I_e = -cena\ vozidla - cena\ wallboxu - \\ - instalace\ wallboxu - nová\ jednofázová\ přípojka\ na\ 32\ A \quad [Kč] \quad (5)$$

$I_e$  – investice při pořízení elektromobilu. U elektromobilu se registrační daň neplatí.

$$CF_{t=1,2,\dots} = -N_{p_t} - N_{s_t} - N_{pr_t} - N_{tk_t} - N_{d_t} - N_{m_t} \quad [Kč/rok] \quad (6)$$

Všechny položky CF v mých výpočtech jsou se znamínkem minus, protože jsou nákladové. Všechna tři auta používám jenom pro osobní účely, nedostávám žádný zisk, proto hodnoty NPV a RCF budou záporné. NPV bude ukazovat, kolik mě stojí investice po celou dobu životnosti. RCF bude ukazovat průměrné roční náklady po celou dobu životnosti. Disponuji vlastním kapitálem pro nákup každého druhu vozidla. Nepočítám s dopadem pandemie covidu-19 na jednotlivé složky CF.

### Náklady na palivo $N_{p_t}$

Cena benzínu v mých výpočtech je 28,65 Kč/l, cena nafty je 28,18 Kč/l. Obě ceny jsou stanovené jako průměrné pro Prahu v prosinci roku 2020. [29] Cena paliva nebude další každý rok stejná, a proto musíme počítat s její změnou. Počítáme s tím, že meziroční nárůst ceny benzínu, nafty a elektřiny bude stejný jako inflace, tj. 2 %. Roční inflace je vzata z prognózy ČNB (Česká národní banka), podle které jsou 2 % v budoucnu považována za inflační cíl. [30] V mé práci nepočítám s tím, že časem se spotřeba paliva u všech druhů vozidel se zvyšuje, protože je to velmi individuální pro každé auto. Počítám s tím, že v letě



a v zimě spotřeba všech třech aut bude vyšší o 15 % kvůli využití klimatizace a topení. Za předpokladu, že topení a klimatizace se budou využívat po dobu 6 měsíců, tj. v letních a zimních měsících, průměrná roční spotřeba se zvýší přibližně o 8 %. U benzinového a dieselového aut počítám náklady na palivo podle následujícího vzorce:

$$N_{pt} = rs \times C_p \times (1 + \text{nárůst } C_p)^t \quad [\text{Kč/rok}] \quad (7)$$

$$rs = 108 \% \times \text{spotřeba} \times \text{roční nájezd} \quad [\text{l/rok}] \quad (8)$$

$rs$  – roční spotřeba [l/rok]

$C_p$  – cena paliva [Kč/l]

Jelikož nabíjení baterie elektromobilu probíhá v domácnosti, používám speciální tarif elektřiny pro elektromobily D27d od společnosti E.ON, který v sobě zahrnuje dva tarify: nízký a vysoký. Nízký tarif lze využít mezi 18. hodinou večer a 8. hodinou ráno, vysoký od 8. hodiny ráno do 18. hodiny večer. Baterii budu nabíjet v nízkém tarifu. Cena elektřiny v nízkém tarifu ( $C_e$ ) je 1,8856 Kč/kWh. K tomu ještě musím připočíst cenu na podporu elektřiny z podporovaných zdrojů energie ( $C_{ez}$ ), která činí 0,599 Kč/kWh. U tarifu D27d, stejně jako u jiných tarifů, se platí fixní měsíční částka, která se skládá ze třech složek: stálý plat ve výši 90 Kč/měsíc ( $S$ ), 2,02 Kč/A/měsíc za jednofázový jistič nad 25 A ( $J$ ) a 6,15 Kč / odběrné místo / měsíc ( $O$ ) za činnost operátora trhu (OTE). [31] U elektromobilu počítám roční náklady na palivo podle následujícího vzorce:

$$N_{pt} = ((rs \times (C_e + C_{ez})) + 12 \times (S + J + O)) \times (1 + \text{nárůst ceny elektřiny})^t \quad [\text{Kč/rok}] \quad (9)$$

$$rs = 108 \% \times \text{spotřeba} \times \text{roční nájezd} \quad [\text{kWh/rok}] \quad (10)$$

$rs$  – roční spotřeba

Pod nárůstem ceny elektřiny se má na mysli zvýšení finální ceny elektřiny, která zahrnuje v sobě všechny fixní a variabilní složky.

### Náklady na servis $N_{st}$

Náklady na servis u všech tří druhů aut jsou sestaveny z nejčastějších a obvykle provedených servisních činností. Samotné servisní činnosti a intervaly

jejich provedení závisí individuálně na stylu jízdy řidiče, na tom, jak se majitel stará o své auto, na kvalitě použitých materiálů (palivo, oleje, chladicí kapaliny atd.). Cena poskytovaných služeb závisí na stáří auta a jeho komponentů, v mnoha servisech je zavedena hodinová sazba za vykonanou práci. V mé práci v sobě ceny na servisní činnosti zahrnují jak cenu za materiály, tak i provedenou práci. Tyto ceny jsou převzaty z různých automobilových servisů v ČR. Ceny a intervaly provedení těchto činností jsou orientační. Do nákladů na servis není zahrnuto dolévání motorového oleje, chladicí kapaliny, výměna ostřikovačů, výměna předních a zadních světel, jelikož tyto věci jsou velmi individuální. Servisní činnosti u aut se spalovacím motorem: výměna pneumatik (každých 45 000 km), brzdové kapaliny (každý rok), brzdových destiček a kotoučů (každých 50 000 km), baterie (každých 75 000 km), motorového oleje včetně olejového filtru (každých 10 000 km), chladicí kapaliny (každý rok), servis klimatizace (každý rok), výměna kapaliny v posilovače řízení (každých 100 000 km), výměna palivového filtru (každých 120 000 km u benzínového vozidla a každých 60 000 km u dieselového), výměna kabinového filtru (30 000 km), výměna svíček (každých 60 000 km), výměna tlumičů (každých 80 000 km), výměna vzduchového filtru (každých 20 000 km), výměna oleje v převodovce (u benzínového auta každých 150 000 km (manuální převodovka, u dieselového každých 60 000 km (automatická převodovka), diagnostika vozidla (každý rok), výměna alternátoru (každých 120 000 km), výměna turbomychadla (každých 150 000 km), seřízení geometrie (každých 20 000 km), výměna startéru (každých 120 000 km). Servisní činnosti elektromobilu: výměna pneumatik (každých 45 000 km), brzdové kapaliny (každý rok), brzdových destiček a kotoučů (každých 100 000 km), chladicí kapaliny (každý rok), servis klimatizace (každý rok), výměna kapaliny v posilovače řízení (každých 100 000 km), výměna kabinového filtru (30 000 km), výměna tlumičů (každých 80 000 km), diagnostika vozidla (každý rok), seřízení geometrie (každých 20 000 km), výměna nabíjecího kabelu (každých 5 let). Ceny na seznam provedených činností čtenář může najít v příloze.

### **Náklady na povinné ručení $N_{pr,t}$**

Cena ročního povinného ručení závisí na cíli použití, typu vozidla, věku řidiče, počtu pojistných událostí, počtu měsíců předchozích pojištění, místě jeho

bydliště, objemu motoru, volbě pojistných limitů. Předpokládám, že děláme výpočty pro řidiče, kterému je 40 let, bydlí v Praze, má 150 měsíců předchozího pojištění, má nula pojistných událostí, zvolil si pojistný limit 100 mil. Kč, auto bude používat pro běžný provoz. Cena povinného ručení pro osobní automobil VW Golf 1,5 TSI je v tomto případě 3 266 Kč/rok. Cena povinného ručení pro osobní automobil VW Golf 2,0 TDI u stejné společnosti se stejným limitem pojištění je 4 646 Kč/rok. U elektromobilu se povinné ručení v České republice počítá jako u konvenčního auta s objemem motoru do 1 000 cm<sup>3</sup>. Pro VW e-Golf je cena povinného ručení u stejné společnosti se stejným pojistným limitem 1 819 Kč/rok. Pro zjištění roční ceny pojištění jsem použil kalkulaci povinného ručení online u firmy ČPP Vienna Insurance Group. [32] V mých výpočtech počítám s tím, že meziroční nárůst ceny povinného ručení je stejný jako inflace, tj. 2 %.

$$N_{pr_t} = C_{pj} \times (1 + \text{nárůst } C_{pj})^t \quad [\text{Kč/rok}] \quad (11)$$

$C_{pj}$  – cena povinného ručení za rok

#### **Náklady na dálniční známku $N_{dt}$**

Za dálniční známku platí jenom majitelé aut se spalovacím motorem. Majitelé elektromobilů jsou od platby za dálniční známku osvobozeni. Předpokládám, že časem se cena dálniční známky zvýší o 400 Kč/rok, pak za 10 let o 500 Kč/rok. Současná cena dálniční známky je 1500 Kč/rok.

#### **Náklady na technickou kontrolu $N_{tk_t}$**

Provádí se po 4 letech od zakoupení nového nejetého vozidla, pak každé 2 roky. Cena technické kontroly vozidla v České republice se pohybuje přibližně mezi 900 Kč a 1 100 Kč. Cena technické kontroly v mých výpočtech činí 1 000 Kč. Cenu technické kontroly vynásobíme inflací podle vzorce:

$$N_{tk_t} = \text{cena technické kontroly} \times (1 + \text{inflace})^t \quad [\text{Kč/rok}] \quad (12)$$

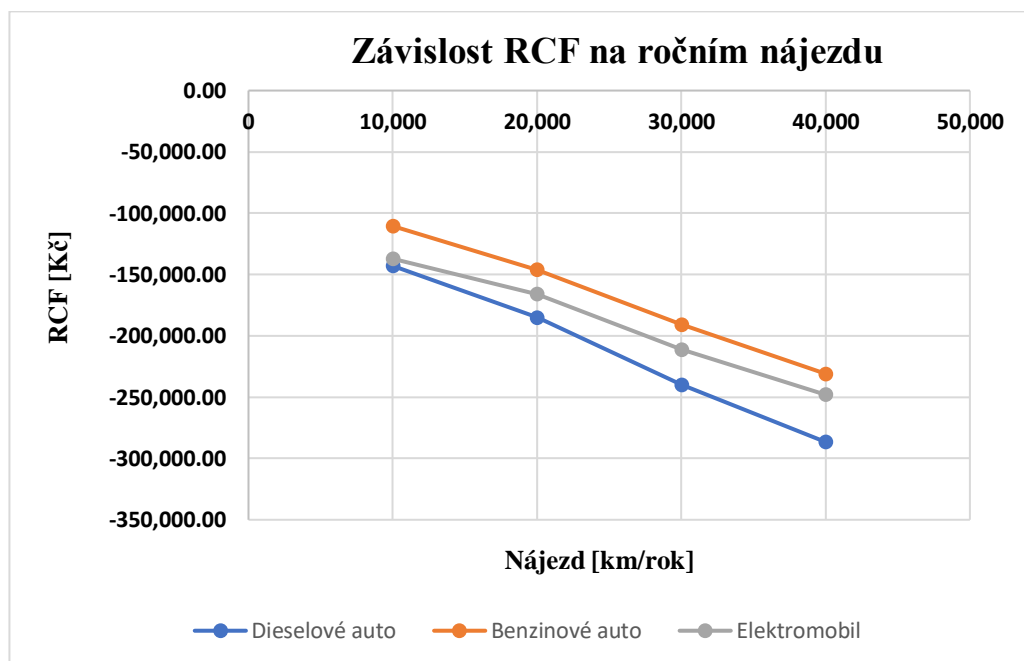
### Měření emise $N_{m_t}$

Měření emise u benzínového a dieslového automobilu se provádí ve stejných časových intervalech jako technická kontrola. Cena měření emise v České republice je obvykle v rozsahu od 700 do 1000 Kč. Na některých STK (stanice technické kontroly) cena za měření emise naftových motorů je vyšší než cena za měření emise benzinových motorů. Cena měření emise v mých výpočtech činí 750 Kč pro oba druhy vozidel. Elektromobily jsou od měření emisí osvobozeny. Cenu měření emisí vynásobíme inflací podle vzorce:

$$N_{m_t} = \text{cena měření emise} \times (1 + \text{inflace})^t \text{ [Kč/rok]} \quad (13)$$

## 4.2 Výsledky výpočtů

Výsledky výpočtů, které čtenář může najít v příloze, jsou představované následujícím grafem:



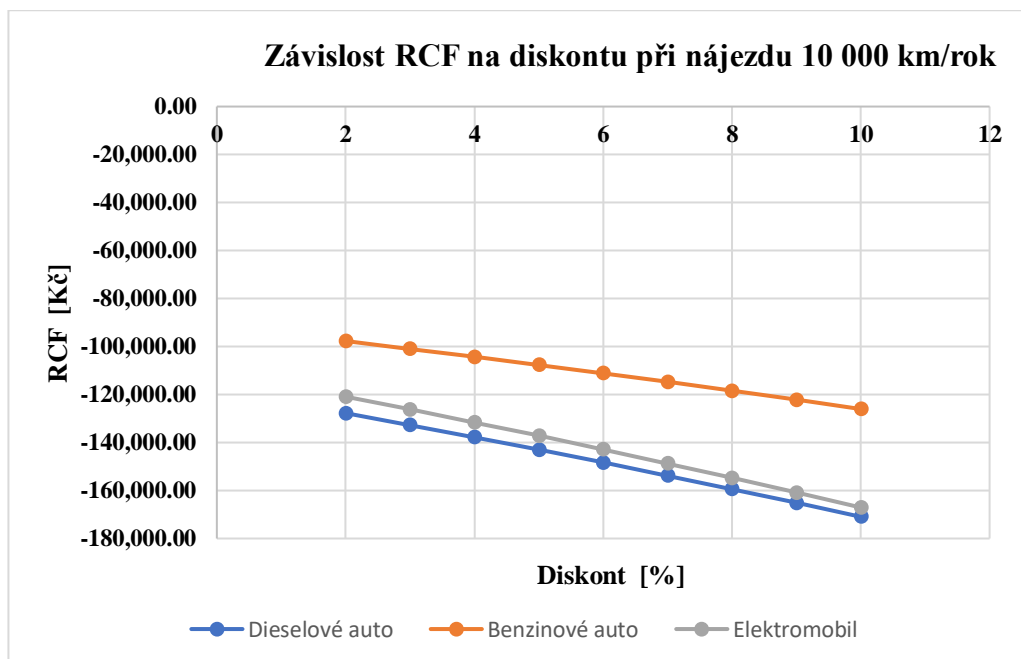
Obr. 7: Graf závislosti RCF na ročním nájedu, vlastní zpracování dle: [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

Z grafu je vidět, že provozování elektromobilu je výhodnější než provozování dieslového auta, ale je méně výhodné než jízda benzinovým

vozidlem. Větší hodnoty RCF u elektromobilu a u dieselového vozidla lze vysvětlit jejich vyšší cenou. Hodnoty ročních ekvivalentních nákladů v případě jízdy elektromobilem jsou nižší než v případě jízdy dieselovým automobilem kvůli, jak to ukazují moje výpočty jednotlivých složek peněžních toků, nižším nákladům na servis, spotřebu, absenci potřeby každoročního zakoupení dálniční známky a provedení měření emisí, nižší ceně povinného ručení. Úspora na těchto nákladech u elektromobilu nedělá ho více výhodným pro jízdu než auto s benzinovým motorem, a to při všech čtyřech nájezdech. Důvodem je, jak už bylo řečeno, vyšší cena elektromobilu.

### 4.3 Citlivostní analýza

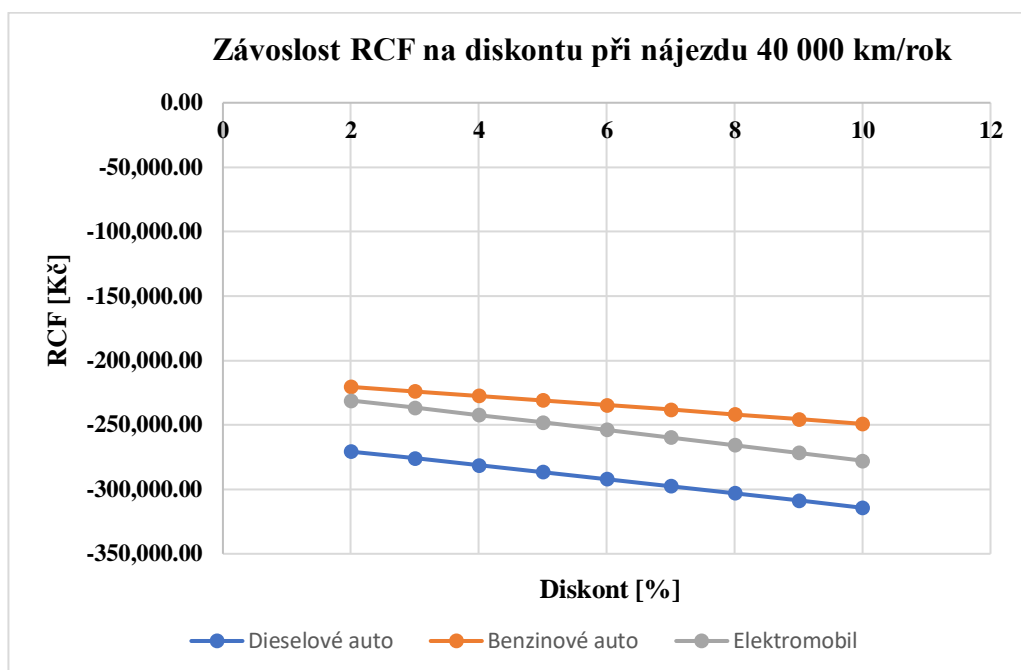
Průběh veškerého projektu může být ovlivněn změnou libovolného vstupního parametru, proto je dobře udělat citlivostní analýzu, která ukazuje, jak se mění výstupní hodnoty při změně vstupních. Považují za důležitou věc prozkoumat, jak se změní roční průměrné náklady (RCF) při změně diskontu a meziročního průměrného nárůstu cen na paliva. Citlivostní analýzu jsem rozhodl udělat pro roční nájezdy 10 000 km a 40 000 km.



Obr. 8: Graf závislosti RCF na diskontu při nájezdu 10 000 km/rok, vlastní zpracování dle: [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

Podle vytvořeného grafu se jízda elektromobilem s rostoucím diskontem

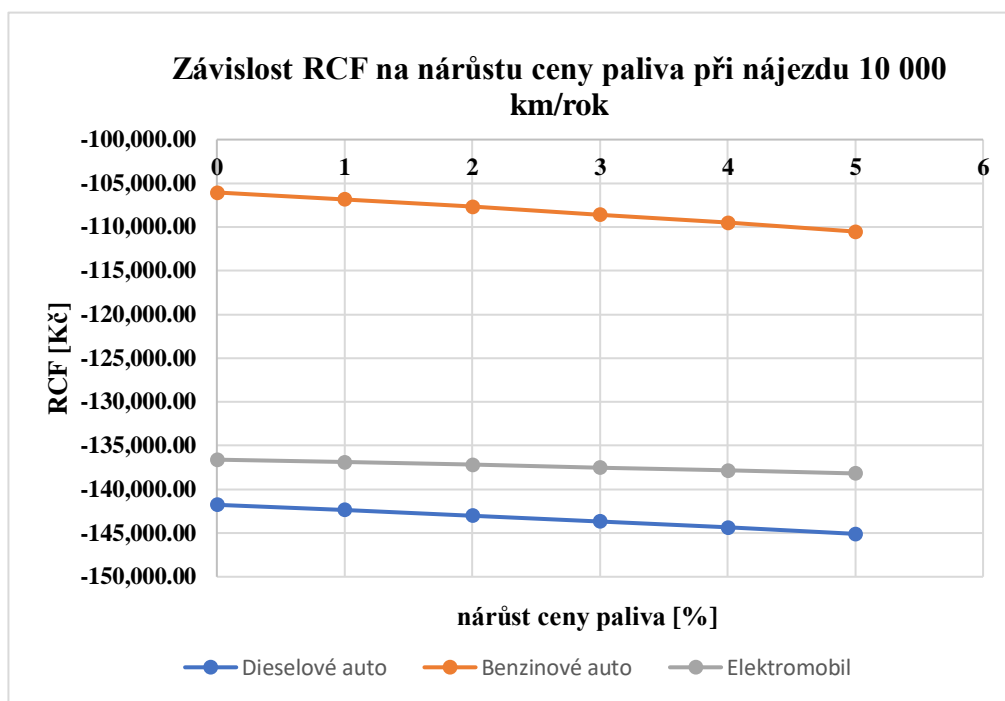
postupně znevýhodňuje ve prospěch diesellového auta, křivky závislosti diesellového auta a elektromobilu se postupně více překrývají. Odhadují, že při diskontu přibližně 15-16 %, lze očekávat protínání křivek elektromobilu a diesellového vozidla a zvýhodnění provozu posledního kvůli menším RCF. Při rostoucím diskontu růst ekvivalentních ročních nákladů provozu elektromobilu a diesellového vozidla je silnější než u benzinového. Stejná hodnota diskontu znevýhodňuje více budoucí peněžní toky v případě elektromobilu a diesellového auta, než v případě benzinového vozidla.



Obr. 9: Graf závislosti RCF na nárůstu diskontu při nájezdu 40 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23],[24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

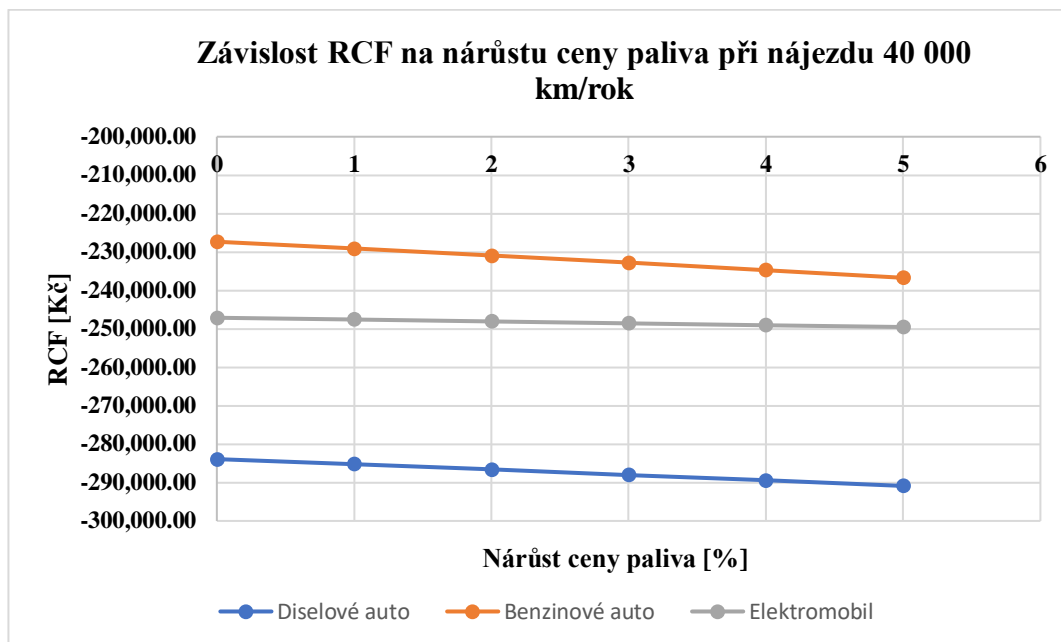
Při diskontu 2 % rozdíl ekvivalentních ročních nákladů elektromobilu a benzinového auta při nájezdu 40 000 km/rok menší než při stejném diskontu v případě najetých 10 000 km/rok. Při větším diskontu rozdíl RCF elektromobilu a benzinového auta roste. Příspěvek úspor na nákladech na servis, spotřebu, povinné ručení, dálniční známku, měření emise u elektromobilu se projeví na ročních ekvivalentních nákladech přibližně při diskontu rovným 2 % a při ročním nájezdu 40 000 km/rok. Odsud plyne, že při mnou uvažovaných předpokladech a vstupech, kvůli své vysoké ceně, lze očekávat, že provoz elektromobilu ve srovnání s benzinovým vozidlem může

být výhodnější až při nájezdu 40 000 km/rok a více.



Obr. 10: Graf závislosti RCF na nárůstu ceně paliva při nájezdu 10 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

Vytvořený graf nám ukazuje, že meziroční průměrný nárůst ceny paliva ovlivňuje více hodnoty ročních průměrných nákladů u benzinového a diesellového aut než u elektromobilu, u kterého můžeme sledovat skoro konstantní průběh závislosti RCF na nárůstu ceny elektřiny. Meziroční nárůst cen na palivo v rozsahu od 0 do 5 % neznevýhodňuje provoz benzinového vozidla oproti elektromobilu, ale také neznevýhodňuje provoz elektromobilu oproti autu s diesellovým motorem.



Obr. 11: Graf závislosti RCF na nárůstu ceně paliva při nájezdu 40 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32]

Závislost RCF na nárůstu ceny elektřiny u elektromobilu je skoro konstantní. Rozdíl ročních ekvivalentních nákladů elektromobilu a vozidla s benzinovým motorem je menší než při nájezdu 10 000 km/rok a při teoretickém větším nárůstu ceny benzínu lze očekávat protínání křivek závislostí představených na obr. 11 a zvýhodnění provozu elektromobilu oproti benzinovému autu.



## 5 Problematika nabíjení a porovnání hustoty nabíjecích stanic ve vybraných státech EU, v Norsku

V dnešní době má majitel elektromobilu možnost nabít své auto na speciálních nabíjecích stanicích nebo ve svém domě či bytě přímo ze zásuvky.

### 5.1 Nabíjení na nabíjecích stanicích

Nabíjecí stanice se dělí na dva druhy: stanice, které dodávají střídavý proud (pomalodobíjecí stanice), a stanice dodávající stejnosměrný proud (rychlodobíjecí stanice). Baterie elektromobilu pro nabíjení využívají jenom stejnosměrný proud. Rychlost nabíjení závisí především na palubní nabíječce elektromobilu. Palubní nabíječka je zařízení, které nabije bateriové články tím, že přes ně nechá protékat proud stanovené velikosti. Během nabíjení je elektrická energie dodávaná těmto bateriovým článkům, v nichž je uložena v chemických vazbách. Právě v palubních nabíječkách se střídavý proud přeměňuje na stejnosměrný a ten pak nabije baterii. [33] Existují tři úrovně standardu nabíjecích stanic [34]:

- **Úroveň 1** – 120 V AC, 1 kW. Charakterizuje se dlouhou dobou nabíjení, je pohodlná v případě potřeby malé dojezdové vzdálenosti u elektromobilů. Pro nabíjení plně vybité baterie pro ujetí 200 km je potřeba přibližně 20 hodin, pro ujetí 400 km – 43 hodin.
- **Úroveň 2** – 240 V AC, 3–20 kW. Pro nabití baterie na to, aby dojezdová vzdálenost činila 200 km, je potřeba 4–5 hodin, pro 400 km – 11 hodin. Tento standard nabíjecích stanic je nejpoužívanější.
- **Úroveň 3** – DC Fast Chargers, od 480 V DC, typicky 50 kW, ale jsou i 20kW. Umožňuje rychle nabít auto na 80 % pro ujetí 200 km během 20–30 minut, pro ujetí 400 km během 1 hodiny.

Nabíjení elektromobilu, u kterého palubní nabíječka je navržena na 3 kW, výkonem 11 kW nemá smysl. Palubní nabíječka v tomto případě může mít na výstupu maximálně 3 kW a k úspoře času dobíjením 11 kW nedojde. Pro každou popsanou úroveň existují příslušné typy konektorů, které jsou instalovány v elektromobilech [35]:

- **SAE J1772** – úrovně 1 a 2. Tento typ konektoru má dva druhy:

**Type 1** (Yazaki) a **Type 2** (Mennekes). Type 1 (Yazaki) se v dnešní době využívá především v Americe a v Asii. Nevýhodou tohoto konektoru je možnost využití jenom jedné fáze a nepřítomnost automatického systému zamykání. Type 2 (Mennekes) se používá převážně na území Evropy. Na rozdíl od Type 1 (Yazaki) disponuje uzamykatelným systémem.

- **SAE Combo CCS** – úroveň 3. Jde o už zmíněné Type 1 a Type 2, které na rozdíl od původních konektorů mají v dolní části umístěny ještě dva kolíky. Type 1 je poměrně hodně používán ve Spojených státech amerických, Type 2 v Evropě. Oba druhy konektoru jsou schopny zvládnout 350 kW.
- **CHAdeMO** – úroveň 3. Tento standard se využívá především v Japonsku a je určen pro japonské modely elektromobilů. Elektromobil s typem konektoru CHAdeMO nemůže být nabit z dobíjecí stanice s konektorem SAE Combo CCS a naopak.
- **Tesla HPWC** – úroveň 2. Je kompatibilní jenom s modelem Tesla.
- **Tesla supercharger** – úroveň 3. Je kompatibilní jenom s modelem Tesla.

Je důležité zmínit se o tarifech a podmínkách pro nabíjení elektromobilů na veřejných dobíjecích stanicích. V České republice jsou hlavními majiteli a provozovateli sítě dobíjecích stanic společnosti ČEZ, E.ON a PRE, které mají odlišné podmínky a tarify pro nabíjení baterie elektromobilů:

Tab. 3 - Srovnání cen nabíjení elektromobilů na dobíjecích stanicích, zdroj: [36]

<b>Srovnání cen nabíjení elektromobilů na dobíjecích stanicích</b>			
	<b>Paušál/měsíc</b>	<b>cena za kWh</b>	<b>poplatek za čas</b>
ČEZ TAXI	1750 Kč (předplaceno 500 kWh)	3,50 Kč	2 Kč/min. po překročení připojení na 480 minut u AC nabíječek nebo 90 minut u DC nabíječky (a to i v případě, že není plně nabito) nebo pokud je elektromobil již plně dobitý
ČEZ Obchodní cestující	550 Kč (předplaceno 122 kWh)	4,50 Kč	
ČEZ Víkendový řidič	200 Kč (předplaceno 36 kWh)	5,50 Kč	
ČEZ Pay as you go	0 Kč	7,50 Kč	
ČEZ pro neregistrované	0 Kč	9,50 Kč	
E.ON AC stanice pro registrované	-	3 Kč	-
E.ON DC stanice pro registrované	-	6 Kč	-
E.ON pro neregistrované	-	9 Kč (AC), 12 Kč (DC), 13 Kč (UFC)	-
PRE	36,3/čtvrtletí	3,03 Kč	0,24 Kč/min · (po překročení 120 minut)
PRE pro neregistrované	Viz další tabulka		

Tab. 4 - Srovnání cen na nabíjení PRE pro neregistrované zákazníky, zdroj: [36]

<b>Cena dobíjení PRE pro neregistrované zákazníky (přes sken QR kódu)</b>				
<b>Typ dobíjení</b>	<b>30 min.</b>	<b>1 hod.</b>	<b>2 hod.</b>	<b>3 hod.</b>
<b>Type 2 Mennekes 22 kW</b>	–	60 Kč	120 Kč	180 Kč
<b>CHAdEMO 50 kW+</b>	100 Kč	200 Kč	400 Kč	–
<b>CCS 50 kW+</b>	100 Kč	200 Kč	400	–

Z tabulek můžeme vyčíst, že tarify od různých poskytovatelů veřejných dobíjecích stanic se liší a závisejí především na tom, jestli je majitel auta registrovaný uživatel nebo ne. Registrovaní uživatelé mohou využívat levnější sazbu při dobíjení baterie svého vozidla. V případě ČEZ si uživatelé mohou vybrat vhodný balíček, který za určitou měsíční platbu obsahuje omezené množství bezplatných kWh, a po jejich vyčerpání poskytuje řidičům elektromobilů zvýhodněný tarif za kWh. Majitelé aut s elektrickým pohonem musejí dbát na strávený čas při nabíjení baterie, protože například v ČEZ a PRE jsou stanoveny poplatky za přesáhnutí limitovaného počtu minut. V případě nabíjení baterie na rychlodobíjecích (DC) stanicích zaplatíme vyšší sazbu za kWh. Aby bylo výhodnější provozovat elektromobil než konvenční vozidlo, musí být vybrána vhodná společnost a případně i vhodný balíček pro využití veřejných dobíjecích stanic. Majitel elektromobilu si také musí vybrat příslušný typ nabíjecí stanice z hlediska rychlosti dobíjení, což je velkou nevýhodou oproti konvenčním autům, kde tento problém neexistuje.

## 5.2 Nabíjení v domácnosti

### 5.2.1 Nabíjení ze zásuvky

Pro nabíjení baterie vozidla s elektrickým pohonem je nutné mít k dispozici speciální kabel, který má na jednom konci klasickou vidlici, kterou strčíme do zásuvky, a na druhém konci speciální konektor, který se připojuje k elektromobilu. Cena V domácích zásuvkách, jak všichni dobře víme, je střídavé napětí, které má v domácí jednofázové zásuvce v České republice hodnotu přibližně 230 V, maximální protékající proud je 16 A. V tomto případě uvažujeme, že účinník se rovná 1. V tomto případě maximální odebíraný výkon je  $P = U \times I \times \cos \Phi = 230 \text{ V} \times 16 \text{ A} \times 1 = 3,7 \text{ kW}$ . Takový výkon je pro nabíjení elektromobilu poměrně malý. Jinou a efektivnější variantou nabíjení baterie je využití třífázové zásuvky CEE s 5 kolíky (se střídavým proudem) s napětím na výstupu 400 V. [37] Ty dodávají větší výkon  $P = \sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 16 \text{ A} = 11 \text{ kW}$  a vozidlo bude mít větší dojezdovou vzdálenost po jedné hodině nabíjení. Lze použít i třífázové průmyslové zásuvky s proudem na výstupu 32 A a napětím 400 V, výkon je v tomto případě 22 kW. Pro využití tohoto způsobu je si nutné pořídit speciální adapter, jeden konec kterého se připojuje do průmyslové zásuvky, druhý se připojuje do konektoru elektromobilu. Baterie se nabije rychleji než v předešlých případech, avšak při této volbě je potřeba kontrolovat zatíženost domácí sítě, aby nedošlo k poruše a minimálně navýšit počet ampérů hlavního jistič tak na 32 A. Zpravidla v domácnostech v České republice jsou instalované jističe do 25 A včetně, v případě navýšení jejich ampérů se za každý ampér dodavateli elektřiny platí 500 Kč v případě třífázového jističe a 200 Kč v případě jednofázového. Zvyšuje se také měsíční platba za rezervovaný příkon.



*Obr. 12: Nabíjecí kabel pro elektromobily – 16 A / 230 V, max. výkon 3,7 kW, 1 fáze, Typ 1, délka kabelu 5 m, zdroj: [38]*

### **5.2.2 Nabíjení přes wallbox**

Další, lepší možnost z hlediska efektivity je zakoupení takzvaného „wallboxu“. Wallbox představuje nástěnnou nabíjecí stanicí, na které můžeme sami sledovat zatíženost domácí sítě, přizpůsobit časy nabíjení v nízkém tarifu (sazba D27d), některá zařízení mají větší výběr poskytovaných výkonů pro nabíjení a umožňují nastavit ten požadovaný [39]. Wallboxy mohou poskytovat výkon v rozsahu 3,6 kW – 22 kW. Cenový interval nástěnných nabíjecích stanic v České republice je 10 000 – 60 000 Kč.



*Obr. 13: MENNEKES WALLBOX – 16 A–32 A, zdroj: [40]*

V případě instalace wallboxu, který vyžaduje připojení 32 A a zřízení nové přípojky, bude vyžadován nový jistič na 32 A nebo navýšení počtu ampér již instalovaného jističe.

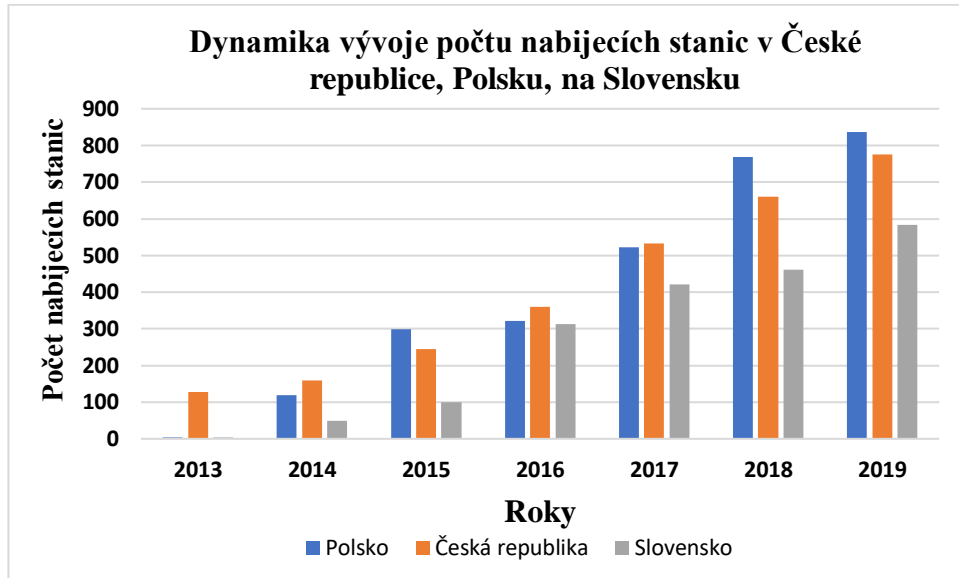
Rychlost nabíjení závisí nejenom na poskytovaném výstupu wallboxu, ale jak už bylo řečeno, na výkonu palubní nabíječe elektromobilu.

### 5.3 Hustota rozmístění nabíjecích stanic ve vybraných zemích Evropy a v České republice

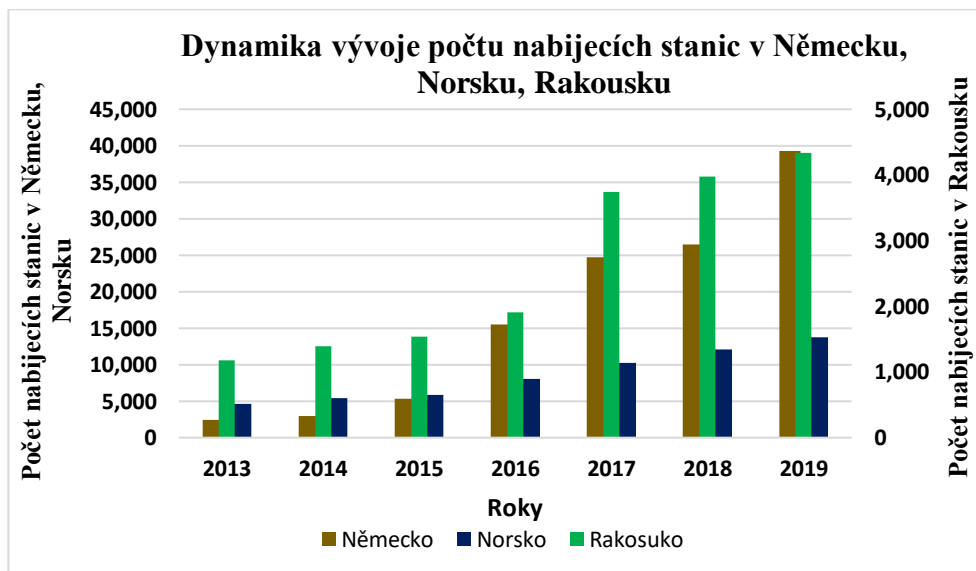
Počet dobíjecích stanic nepochybně roste s rozvojem výroby elektromobilů. Nyní se podíváme na to, jak jsou jednotlivé vybrané země Evropy vybaveny nabíjecími stanicemi pro elektromobily.



Obr. 14: Mapa rozmístění nabíjecích stanic v Evropě, zdroj: [41]

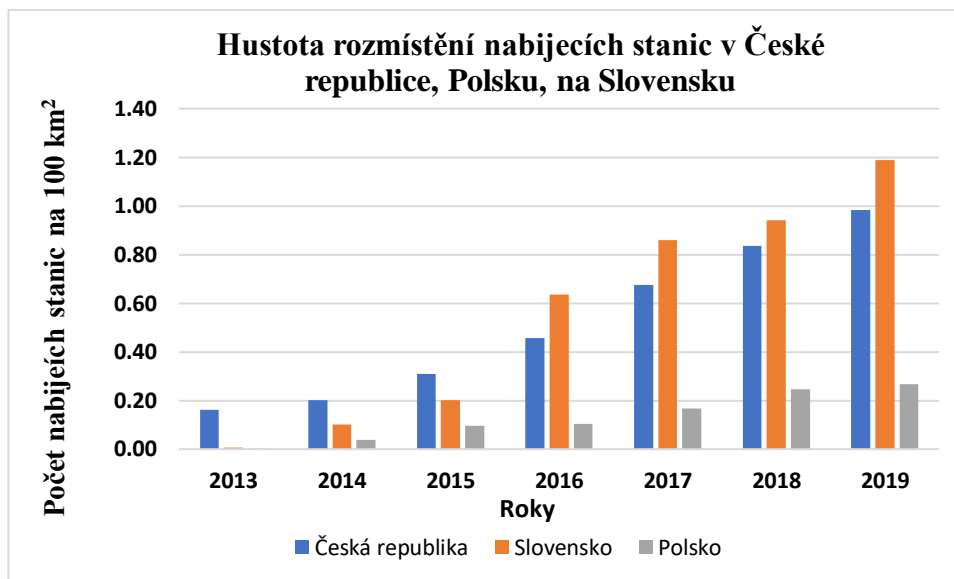


Obr. 15: Dynamika vývoje počtu nabíjecích stanic v České republice, Polsku a na Slovensku, zdroj: vlastní zpracování dle [42], [43], [44]

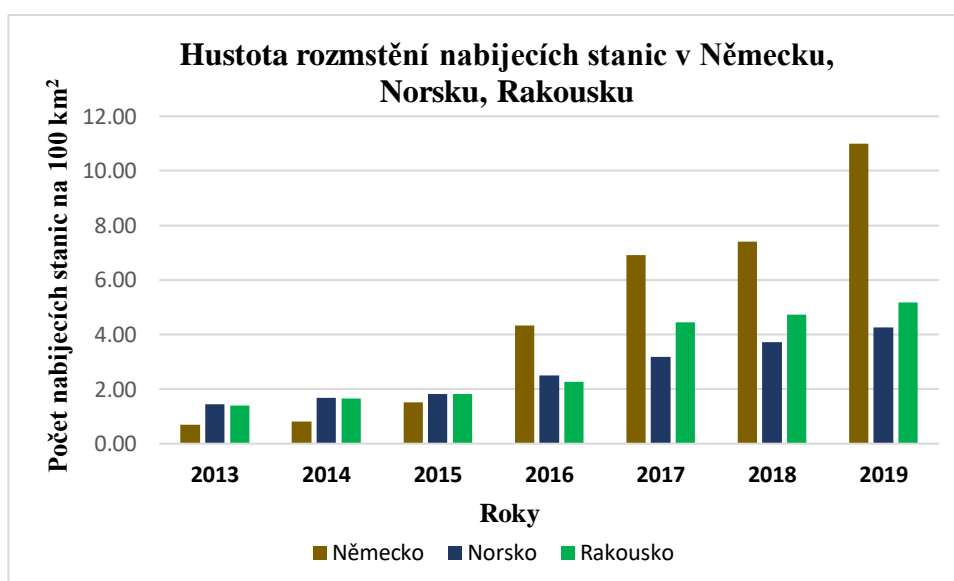


Obr. 16: Dynamika vývoje počtů nabíjecích stanic v Německu, Norsku a Rakousku, zdroj: vlastní zpracování dle [45], [46], [47]





Obr. 17: Hustota rozmístění nabíjecích stanic v České republice, Polsku a na Slovensku zdroj: vlastní zpracování dle [42], [43], [44]



Obr. 18: Hustota rozmístění nabíjecích stanic v Německu, Norsku a Rakousku, zdroj: vlastní zpracování dle [45], [46], [47]

Z grafů je patrné, že v Německu, Rakousku a Norsku je počet nabíjecích stanic a jejich hustota rozmístění větší než v ostatních zemích vybraných pro porovnání. Jedním z důvodů, proč to tak je, může být větší zájem ze strany státu o rozvoj dobíjecí sítě pro auta pohaněná elektrickou energií. V Rakousku dostávají fyzické osoby od státu subsidia 1 800 eur na pořízení dobíjecích stanic pro budovy. Společnosti poskytující a provozující veřejné dobíjecí stanice

dostávají od státu subsidia od 300 do 15 000 eur v závislosti na nabíjecí kapacitě. [48] Německo si dalo za cíl mít v roce 2030 jeden milion nabíjecích stanic, proto jsou zavedená následující subsidia [49]:

- Do 3 000 eur na pořízení nabíjecích stanic do 22 kW
- Do 12 000 eur na pořízení nabíjecích stanic do 100 kW
- Do 30 000 eur na pořízení nabíjecích stanic nad 100 kW

V Německu je také vytvořen fond ve výši 2,5 bilionů eur pro urychlení rozvoje nabíjecí infrastruktury, usnadnění výzkumu e-mobility a výroby bateriových článků. 500 milionů eur se investovalo do založení soukromých nabíjecích stanic, 1,5 bilionu eur bylo investováno do továrny vyrábějící bateriové články, zbývajících 500 milionů bylo vynaloženo na výzkum a vývoj. Každá čerpací stanice musí mít k dispozici nabíjecí infrastrukturu pro elektromobily. Přesná podpora se liší podle spolkových zemí. Například v Severním Porýní-Vestfálsku dostávají společnosti, které vlastní síť dobíjecích stanic, od státu finanční pomoc v maximální výši 5 000 eur nebo spoluúčast 50 % ze strany státu na postavení jedné dobíjecí stanice, pokud tato stanice umožní přístup neomezenému počtu lidí kdykoliv během dne, tj. 24/7 nebo aspoň 12 hodin denně v pracovních dnech. [50] V Norsku musí být podle zákona obsazeno minimálně 6 % parkovací zóny dobíjecími stanicemi. [51] V roce 2017 byl v Norsku spuštěn projekt, podle něhož byly na každých 50 km na hlavních silnicích postaveny minimálně dvě rychlodobíjecí stanice. Skoro na všech hlavních silnicích byly úspěšně instalovány tyto rychlodobíjecí stanice. [50]

V Česku je zaveden operační program DOPRAVA II. Jeho hlavními cíli jsou vytvoření příznivých podmínek pro větší využití aut na alternativní pohon na silnicích a přispění k „naplňování cílů Strategie Evropa 2020 dle požadavků návrhu směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva“. [53] Tento program podporuje budování sítě nových, pro veřejnost dostupných rychlodobíjecích stanic. Žadatelem o dotaci může být vlastník nebo provozovatel infrastruktury nabíjecích stanic s veřejným přístupem. Celková alokace činí 145 mil. Kč z Fondu soudržnosti EU. Dotace proplátí maximálně 70 % ze způsobilých výdajů, žadatel – minimálně 30 %. Žadatel musí ukončit výstavbu a novou stanici zprovoznit do 30 měsíců od okamžiku vydání právního aktu o poskytnutí podpory, peníze dostane po výstavbě. Žadatel se může zúčastnit programu pouze jednou. [53] V Polsku pro výstavbu nabíjecí stanice

nebo nabíjecí infrastruktury není nutné stavební povolení a nabíjení baterií elektromobilů elektrickou energií není podle existující legislativy považováno za prodej elektřiny. [54] Na Slovensku o dotaci na výstavbu dobíjecích stanic bylo možné požádat do 1. 10. 2019. Dotaci mohly využít obce, vyšší územní celky a jimi zřízené organizace. Zahraniční společnosti měly možnost požádat o dotaci po dohodě s obcemi. Dotace spočívala v tom, že žadatel platí jenom 5 % celkových nákladů spojených s výstavbou, zbývajících 95 % je pokryto ze státního rozpočtu. Minimální výše dotace na stanici je 2 500 eur, maximální je 5 000 eur. Žadatelé o dotaci mají od roku 2025 povinnost mít v nových budovách, případně stavbách, nejméně 20 parkovacích míst vybavených elektrickými stanicemi a dalšími příslušenstvími nabíjecí infrastruktury. [55]

V Polsku není od státu žádná finanční pomoc, a proto je nabíjecí infrastruktura, jak je vidět z grafů, méně rozvíjena než v ostatních porovnávaných zemích. V České republice a na Slovensku stát také finančně přispívá k rozvoji nabíjecí infrastruktury pro auta s elektrickým pohonem podobně jako v Německu, Norsku a Rakousku, ale ve výsledku vidíme, že síť nabíjecích stanic v posledních třech jmenovaných zemích je mnohem hustší než na území ČR a Slovenska, což může znamenat, že státní podpora je v těchto třech zemích (Německo, Rakousko, Norsko) lepší a výhodnější.

Pro potenciálního zájemce o elektromobil je důležitá přístupnost k dobíjecím stanicím, ale u investora je to naopak. Pro něj může být nevýhodné investovat do nabíjecí infrastruktury, a to i v případě využití dotace, protože počet elektromobilů na silnicích je nízký a investice nebudou návratné. To může být jedním z důvodů, proč v ČR a na Slovensku není výhodné zúčastnit se dotace, jelikož počet registrovaných elektromobilů v těchto dvou zemích je, jak zjistíme v další kapitole (viz. kap.6), menší než v Rakousku, Německu a Norsku.

Akční plán o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR navrhuje kromě přímé podpory pro výstavbu nabíjecích stanic také zavedení podpory formou nastavení zvýhodněných podmínek pro připojení dobíjecích stanic na distribuční soustavu [56]:

- Zavedení zvýhodněného distribučního tarifu pro veřejné nabíjecí stanice tak, aby byl úměrný výhodám, které elektromobily přináší elektrizační soustavě.
- Zavedení možnosti „flexibilnějšího sjednávání rezervovaného

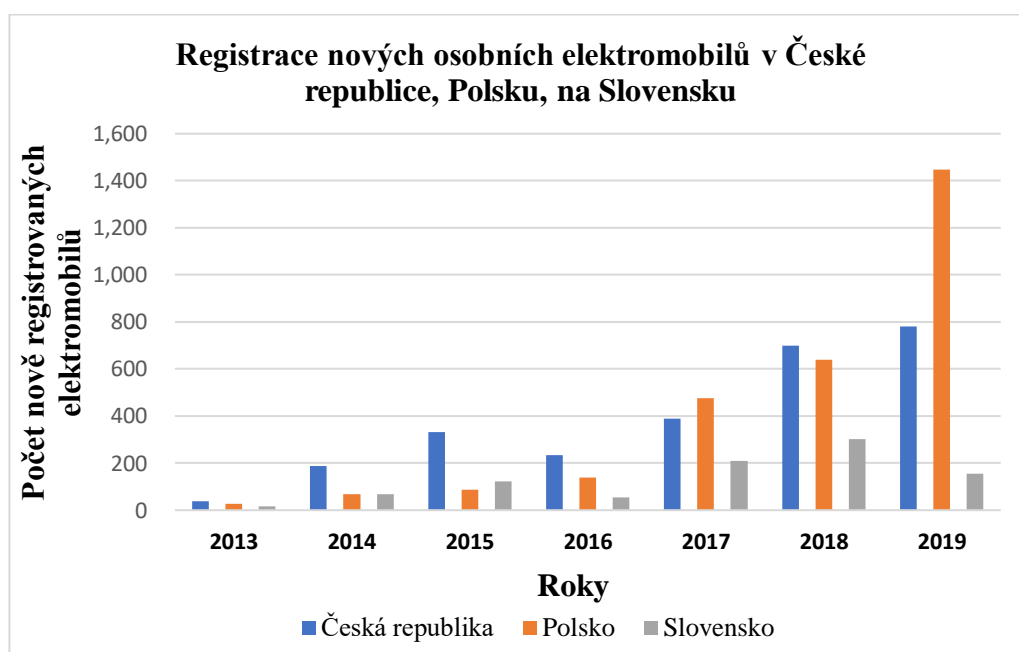
příkonu/kapacity jako součást regulace nabíjecího výkonu ze strany provozovatele distribuční soustavy“.

- Zavedení „zjednodušeného postupu připojování dobíjecí infrastruktury“.
- „Nastavení technických parametrů dobíjecí infrastruktury (komunikační protokol / rozhraní, konektivita) tak, aby bylo usnadněno univerzální propojení stanic do národní/nadnárodní sítě.“
- „Umožnění potenciálním žadatelům v rámci příslušného dotačního programu MD, aby mohli v maximální míře pro své projekty výstavby páteřní sítě rychlodobíjecích stanic realizovaných s podporou z předmětného dotačního programu MD využívat dálničních odpočívek a případně dalších pozemků ve vlastnictví státu, a to za zvýhodněných podmínek (tj. bez nutnosti platit komerční nájem a maximalizovat zisk z umístění předmětných zařízení na pozemcích státu).“

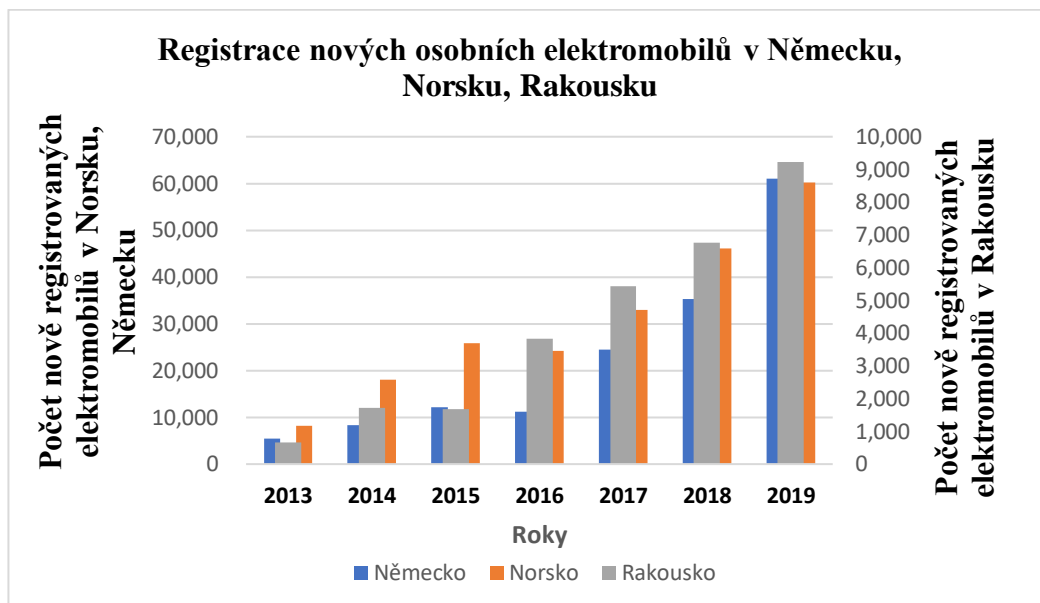
## 6 Zpracování přehledu o vývoji využívání elektromobilů ve vybraných zemích EU, v Norsku ve srovnání s ČR

### 6.1 Registrace elektromobilů ve vybraných evropských zemích

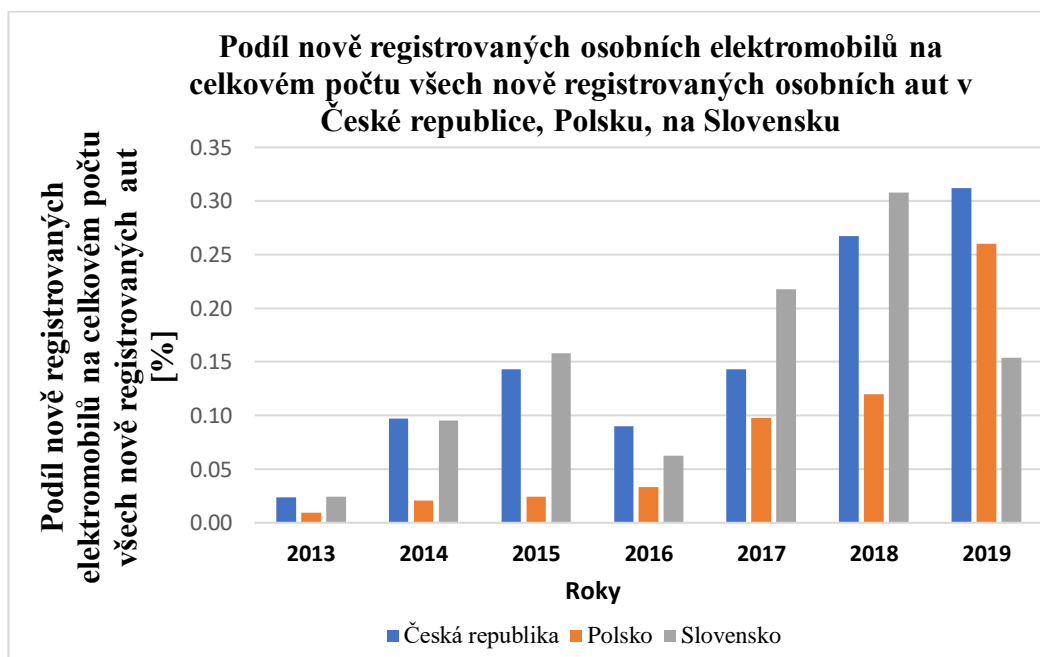
Je důležité vědět, jak jsou lidé ve vybraných zemích EU ochotní využívat elektromobily, proto se podíváme na registrace nových vozidel s elektrickým pohonem. Představu o tom dávají následující diagramy:



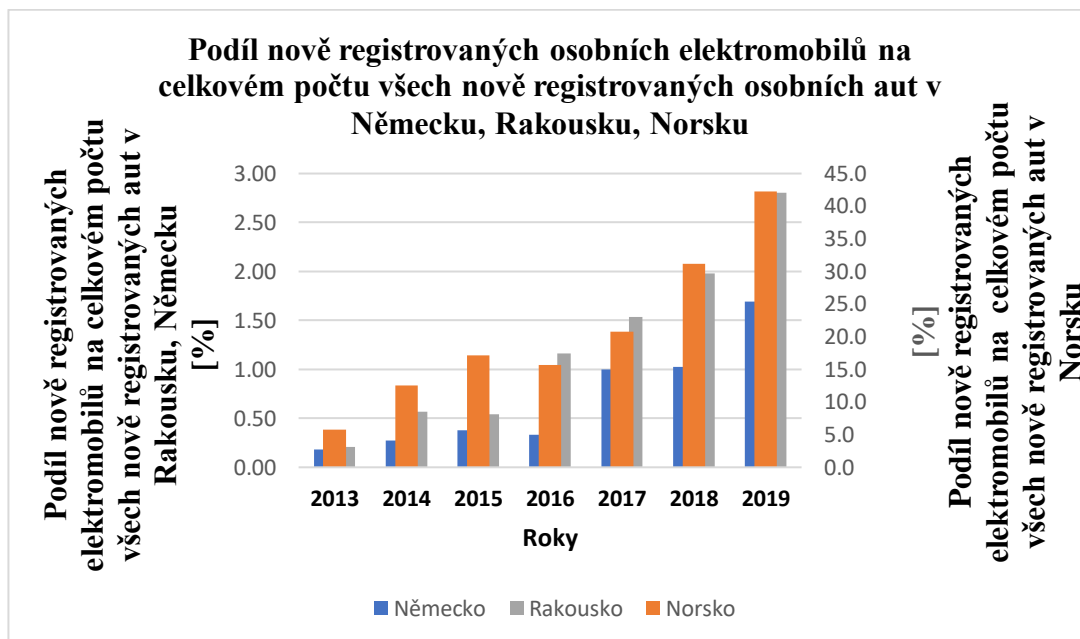
Obr. 19: Registrace elektromobilů v České republice, Polsku a na Slovensku, zdroj: vlastní zpracování dle [57], [58], [59]



Obr. 20: Registrace elektromobilů v Německu, Norsku, Rakousku zdroj: vlastní zpracování dle [60], [61], [62]



Obr. 21: Podíl nově registrovaných osobních elektromobilů na celkovém počtu všech nově registrovaných osobních aut v České republice, Polsku a na Slovensku zdroj: vlastní zpracování dle [57], [58], [59], [63], [64], [65]



Obr. 22: Podíl nově registrovaných osobních elektromobilů na celkovém počtu všech nově registrovaných osobních aut v Německu, Norsku, Rakousku zdroj: vlastní zpracování dle [60], [61], [62], [66], [67], [68]

Z uvedených statistik můžeme vyčíst, že se absolutní počty registrovaných elektromobilů a podíly registrovaných aut s čistě elektrickým motorem na celkových počtech registrovaných vozidel v různých vybraných zemích liší. V Norsku, Německu a Rakousku je registrace nových elektromobilů mnohem vyšší než v ostatních porovnávaných zemích. Podíl registrace elektromobilů na celkovém počtu registrovaných vozů je poměrně velký jenom v Norsku, kde v roce 2019 přesáhl hodnotu 40 %. Vyšší počet nově registrovaných elektromobilů v Rakousku, Norsku a Německu ve srovnání s jinými vybranými státy lze vysvětlit větším zájmem obyvatel těchto zemí o nákup aut s elektrickým pohonem, což je dáno zejména tím, že:

- 1) V Německu, Norsku a Rakousku je lépe rozvíjena dobíjecí infrastruktura. V těchto zemích je větší hustota rozmístění veřejných nabíjecích stanic, což velice usnadňuje provoz elektromobilů a je jedním z rozhodujících faktorů při nákupu tohoto druhu aut.
- 2) Podpora státu. Například v Německu existuje možnost využít dotaci ve výši 9 000 eur od státu při nákupu elektromobilu do výše 40 000 eur. Při pořízení dražšího vozidla s čistě elektrickým pohonem se dotace snižuje na 7 500 eur. Při nákupu ojetého elektromobilu stát pomáhá částkou, která činí přibližně 5 000 eur.

Německo podporuje majitele elektromobilů dotacemi na domácí nabíječky tím, že státní banka KfW-Bank uhradí 10–30 % její ceny. Elektromobily, které jsou registrované mezi lety 2011 a 2030, jsou osvobozené na dobu 10 let od platby silniční daně, která činí přibližně 194 eur/rok. Firemní vozidla s čistě elektrickým motorem a cenou maximálně 60 000 eur platí daň ve výši 0,25 % ceny měsíčně. Vozidla se spalovacím motorem platí 1 % ceny měsíčně. Majitelé firemních elektromobilů mají možnost dostat daňovou slevu, pokud budou nabíjet baterii v domácnosti. Některá města nabízejí pro elektromobily využití parkování zdarma, speciální parkovací místa a jízdu pruhy pro autobusy. [69] V Norsku jsou elektromobily osvobozené od platby DPH, která činí 25 %. Majitelé elektromobilů neplatí silniční daň a pojištění. Majitelé elektromobilů platí maximálně 50 % ceny za platné silniční úseky a za parkování. V některých městech mohou řidiči aut s čistě elektrickým pohonem parkovat úplně zadarmo. [70] V Rakousku činí státní dotace na nákup elektromobilu 5 000 eur, na výstavbu nabíjecích stanic se platí dotace v celkové výši 2 400 eur, 1 800 eur na nabíječky pro bytové domy a 600 eur na domácí nabíječky, případně na smart nabíjecí systémy. [71] Slovensko na konci roku 2019 zavedlo dotace ve výši 8 000 eur na nákup elektromobilů, které stojí méně než 50 000 eur. Příspěvek mohou využít jak fyzické, tak i právnické osoby. Podobný program byl na Slovensku spouštěn už v roce 2016, kdy na dotaci bylo vyčleněno 5,2 milion eur. Celou částku se tehdy nepodařilo vyčerpat. [72] Při nákupu elektromobilů se platí nejmenší sazba registrační daně – 33 eur. [73] V Polsku se při nákupu elektromobilu neplatí DPH. [74] V České republice dostávají finanční dotace na nákup vozidel pohaněných elektrickou energií pouze firmy a podnikatelé, avšak kromě těch, kteří sídlí na území Prahy. Nárok na dotace nemají ani hotely, restaurace či lázně. Minimální výše dotace činí 250 000 Kč. Dotace lze uplatnit jenom na auta s čistě elektrickým motorem. Cena osobního elektromobilu nesmí překročit 1 125 000 Kč, maximální cena užitkových elektromobilů není omezena. Na výše dotací má kromě ceny elektromobilu vliv



i velikost firmy nebo podniku. [75]

Výše dotace na pořízení osobního elektromobilu:

- Malý podnik 30 %
- Středně velká firma 25 %
- Velká firma 20 %

Výše dotace na pořízení užitkového elektromobilu:

- Malý podnik 40 %
- Středně velká firma 35 %
- Velká firma 30 %

Řidiči elektromobilů mohou parkovat v Praze zdarma v modrých a fialových zónách, pro získání této možnosti musejí mít uvedenou na registrační značce vozidla značku EL. Majitelé elektromobilů v České republice jsou také osvobozeni od platby za dálniční známku, silniční daň, registrační daň. V Rakousku, Německu a v Norsku je podpora ze strany státu pro nákup elektromobilů větší a komplexnější než v ostatních porovnávaných zemích. V Polsku lidé při nákupu elektromobilu neplatí jenom DPH, což, jak je vidět z grafů, není dostačující, a proto je podíl registrovaných elektromobilů v této zemi nejnižší ze všech prozkoumaných.

Ve všech vybraných zemích jsou prodeje elektromobilů nižší než prodeje klasických vozidel se spalovacím motorem. Je to dáno tím, že:

- a) Elektromobily jsou dražší než auta se spalovacím motorem a pro hodně lidí není dotace motivující nebo dostačující z finančního hlediska pro nákup vozidel s čistě elektrickým motorem.
- b) Dojezdová vzdálenost elektromobilů je menší než u klasických automobilů.
- c) Nabíjení baterie elektromobilu trvá minimálně nějakou dobu, což je jejich nevýhodou, jelikož konvenční auta se natankují maximálně během několika minut.
- d) Hustota rozmístění dobíjecích stanic je mnohem menší než hustota čerpacích stanic.

- e) Sazba za dobíjení baterie elektromobilů je při využití veřejných stanic v mnoha případech větší než tarif na elektřinu. Některé společnosti, které vlastní síť nabíjecích stanic požadují registraci uživatel a paušální měsíční platbu, na některých stanicích je za překročení určitého časového limitu při nabíjení baterie uživatel nucen zaplatit penále. Přístup k čerpací stanici není nijak zpoplatněn a samotné tankování probíhá velmi rychle, což je argument ve prospěch auta se spalovacím motorem.
- f) Pro nabíjení elektromobilu z domácí zásuvky je potřeba pořídit další drahé příslušenství: wallboxy, speciální adaptéry, kabely. Je nutné zajistit správné dimenzování domácí rozvodné sítě na zatížení při nabíjení baterie elektromobilu.
- g) Baterie elektromobilu časem degraduje, projevuje se to snížením její kapacity, a tím dochází ke zkrácení dojezdové vzdálenosti vozidla. Na kapacitu baterie má vliv také počasí. V zimě při silném mrazu nebo v létě při vysokých teplotách se kapacita baterie může snížit.
- h) Není jasné, jestli majitel bude moct elektromobil prodat a případně za jakou cenu. Pokud ho bude chtít prodat po několika letech vlastnictví a auto bude v dobrém stavu, tak není jistota, že někdo bude chtít koupit toto auto kvůli stále příliš vysoké ceně. Po dlouhých letech provozu také není jasné, za kolik by se dal elektromobil prodat, například kvůli zastaralé baterii. Nová baterie je příliš drahá a ne každý člověk si ji může dovolit nebo do ní chce investovat.
- i) Nedůvěra a absence chuti měnit zvyky. Automobil se spalovacím motorem je už dávno známá technologie, každý majitel vozidla tohoto druhu má minimálně orientační představy o tom, jak funguje konvenční auto, a zná aspoň jednoho člověka (kamaráda, známého, příbuzného), na kterého by se mohl obrátit pro radu. V dnešní době jsou autoservisy všude, a tak není problém si nechat opravit auto. Elektromobil je relativně nová technologie, není zatím tak dokonale prostudovaná jako vozidlo se spalovacím pohonem. Není zaručeno, že v libovolném servisu budou mít

pracovníci nutné zkušenosti s různými servisními činnostmi k opravě elektromobilů. Nabíjení baterie je jiná věc než natankování klasického auta. Trvá nějakou dobu, existuje mnoho různých tarifů, někde se platí za kWh, někde za minutu, na některých dobíjecích stanicích se platí za přesčasy. Hodně lidí nechce měnit zvyky, a proto nechtějí jezdit elektromobilem.

- j) Nabídka elektromobilů na trhu aut je ve srovnání s konvenčními vozidly silně omezená. Zájemci o nákup osobního auta mají větší výběr vozidel se spalovacím motorem než s elektromotorem.

## 7 Závěr

První část své bakalářské práce jsem věnoval pojmu elektromobilita a jejímu samotnému významu pro lidstvo. Dospěl jsem k tomu, že kromě všem známého ekologického vlivu na naše životní prostředí elektromobily přispívají ke snížení závislosti lidstva na získávání a dopravě fosilních paliv. Příznivý vývoj elektromobility otevírá nové pracovní příležitosti pro hodně lidí, kteří budou moct uplatnit své schopnosti a zkušenosti v servisu elektromobilů, jejich výrobě, výstavbě a obsluze nabíjecích stanic atd. Kromě výhod, které přinášejí auta s čistě elektrickým pohonem, existují i nevýhody. Při značném počtu elektromobilů na silnicích se musí dávat pozor na elektrizační soustavu. S větším počtem elektromobilů roste spotřeba elektřiny, což vede k většímu zatížení sítě, proto je vhodné předem provést nutná opatření alespoň na úrovni distribuční sítě, aby byla zajištěna rovnováha mezi výrobou a spotřebou elektřiny. Vznik nových pracovních míst v oblasti elektromobility vyžaduje lidi s elektrotechnickou kvalifikací a vzděláním, s povolením pracovat s určitým napětím, proto je potřeba zajistit jejich dostatek. Vyřešit tento problém může zavedení speciálního zaškolení nových pracovníků, které by netrvalo stejně dlouho jako studium na elektrotechnickém oboru, tj. 3 roky.

V druhé části jsem popsal základní technické a ekonomické charakteristiky elektromobilů a porovnal jsem je se stejnými charakteristikami klasických aut pohaněných spalovacím motorem. Účinnost elektromobilů je vyšší, ale jejich maximální rychlost a dojezdová vzdálenost jsou menší než u aut se spalovacím motorem. Z toho vyplývá, že většina dnešních modelů elektromobilů je vhodná pro jízdu především na malé vzdálenosti. Ve své práci jsem také ukázal, že i elektromobily znečišťují ovzduší oxidem uhličitým, ale jiným způsobem než konvenční auta. Během provozu jsou emise elektromobilu nulové, ale při výrobě elektřiny pro nabití baterie elektromobilů i při samotné výrobě elektromobilů a jejich likvidaci se také produkuje  $\text{CO}_2$ . Emise oxidu uhličitého jsou vyšší při výrobě elektřiny v elektrárnách, které používají fosilní paliva. Emise  $\text{CO}_2$  v elektrárnách využívajících obnovitelné zdroje energie jsou mnohem nižší, a proto je přechod na elektrárny s alternativními zdroji energie vhodným řešením pro omezení emisí  $\text{CO}_2$  a pro využití elektromobilů tak, aby nepůsobily nepříznivě na životní prostředí stejně

jako auta se spalovacím motorem. Náklady na servis a údržbu elektromobilů jsou mnohem menší než u auta se spalovacím motorem. Elektrický motor je konstrukčně jednodušší, obsahuje menší počet součástek a nepůsobí na něj stejně vysoké teploty jako na spalovací motor, a proto je jeho životnost vyšší a servis levnější. Moderní spalovací motory jsou dnes schopny vydržet přibližně od 250 000 do 500 000 km. Elektrický motor může vydržet větší počet km. U elektromobilu činí v dnešní době problém baterie, u které se s časem zmenšuje kapacita, a u auta se tím zkracuje dojezdová vzdálenost. Na baterii má velký vliv počasí. Při velkém horku, nebo naopak silném mrazu kapacita baterie klesá rychleji. Baterie je nejdražší součástka v elektromobilu, a proto je její výměna velmi drahá, což je jedním z hlavních důvodů nižšího zájmu o elektrická auta. Náklady na spotřebu elektromobilu na rozdíl od auta se spalovacím motorem závisí nejenom na ceně paliva, ale i na způsobu nabíjení. Cena dobíjení na veřejných stanicích závisí na rychlosti dobíjení, čím rychlejší je dobíjení, tím vyšší je cena. Nabíjení stejnosměrným proudem a vyšším výkonem je rychlejší a v souvislosti s tím i dražší. Pro přístup k některým nabíjecím stanicím je nutné být registrovaným zákazníkem a platit fixní měsíční částku. Na některých stanicích je zavedeno penále ve formě platby za překročení dovolených minut strávených při nabíjení baterie. Nabíjení v domácnosti využitím speciální sazby pro elektromobily D27d je výhodnější než nabíjení na veřejných nabíjecích stanicích zejména při použití nízkého tarifu, který lze využít od 18.00 do 8.00 po osm hodin denně. V tomto případě majitel elektromobilu může nechat baterie nabíjet v noci na plnou kapacitu. Z toho vyplývá, že nelze s úplnou jistotou tvrdit, že náklady na spotřebu paliva u elektromobilu jsou vždy menší než u konvenčního auta, závisí to na způsobu nabíjení, na ceně paliva a spotřebě konkrétních modelů aut. Ceny většiny elektromobilů jsou mnohem vyšší než ceny spalovacích aut. Hlavním důvodem je vysoká cena baterie elektromobilu.

Ve třetí části bakalářské práce se zabývám problematikou dobíjení baterie elektromobilů, která spočívá zejména v tom, že nabíjení elektromobilu trvá nějaký čas, minimálně 20 minut, což je velká nevýhoda pro majitele elektromobilů, protože tím ztrácejí svůj čas. Jak už bylo zmíněno, baterie elektromobilů mohou být nabity pomocí speciálních venkovních nabíjecích stanic nebo v domácnosti. V obou případech rychlost nabíjení baterie závisí na poskytovaném výkonu a na palubní nabíječe elektromobilu. Čím vyšší výkon

se baterii dodává, tím rychleji se nabije. Neušetříme na čase, pokud budeme dobíjet baterii elektromobilu výkonem vyšším než ten, který může poskytnout palubní nabíječka. V případě nabíjení elektromobilu v domácnosti je nutné mít k dispozici aspoň speciální kabel, který spojuje zásuvku a elektromobil. Pro urychlení nabíjení je nutné si buď pořídit adaptér, který dává na výstupu vyšší výkon při připojení do třífázové průmyslové zásuvky, nebo si zakoupit speciální nástěnnou nabíjecí stanici, tzv. wallbox. Wallbox je docela drahá, ale velmi užitečná věc, která má možnost přizpůsobit časy nabíjení podle nízkého a vysokého tarifu, nastavit požadovaný poskytovaný výkon pro nabíjení a sledovat zatíženost domácí sítě, čímž se dbá na to, aby nedošlo k případné poruše v této síti. Pořízení wallboxu je spojeno s dalšími případnými náklady na jeho instalace, na instalace nového jističe s vyšším počtem ampér nebo na navýšení počtů ampér u hlavního jističe.

Hustota a přístupnost sítě dobíjecích stanic je velmi důležitá pro každého majitele elektromobilu, obzvlášť pokud plánuje jízdu mimo město na velké vzdálenosti. Z provedeného výzkumu o počtu a hustotě rozmístění nabíjecích stanic ve vybraných zemích jsem dospěl k závěru, že v ČR je dobíjecí infrastruktura méně rozvíjená než v Německu, Norsku a Rakousku a že je rozvíjena na přibližně stejné úrovni, což znamená, že:

- 1) provozovat elektromobil na území České republiky je náročnější než v Německu, Norsku, Rakousku.
- 2) operační program Doprava II není dostatečně motivující a musí být zavedeny nové, lepší a efektivnější podpory ze strany státu pro vývoj a růst nabíjecí infrastruktury.

Ve čtvrté části jsem probral využití osobních elektromobilů na území vybraných států. Z vytvořených statistik vyplývá, že počet elektromobilů na českých silnicích je menší než na silnicích Německa, Rakouska a Norska. Ve všech vybraných zemích je počet elektromobilů mnohem menší než počet konvenčních aut. Hlavními důvody k tomu jsou menší hustota rozmístění nabíjecích stanic, konkurence ze strany aut se spalovacím motory, vyšší cena elektromobilů než klasických aut. Důležitou roli hraje státní podpora pro zájemce o nákup elektromobilu. V České republice dostávají dotace na pořízení elektromobilu jenom právnické osoby pro účely podnikání, a ne ve všech

oblastech. Například hotely, lázně a restaurace nemůžou dostat žádnou dotaci. Dotace nelze využít na území Prahy. V Rakousku, Norsku a Německu stát aktivně podporuje fyzické osoby při nákupu elektromobilů, a proto podle statistik je v těchto zemích větší zájem ze strany obyvatel o pořízení auta s čistě elektrickým pohonem.

V praktické části jsem udělal ekonomické hodnocení provozu tří druhů aut: benzínového, dieselového a elektro od VW: e – Golf, Golf 8 1,5 TSI (benzin), Golf 8 2,0 TDI DSG (diesel). Roční ekvivalentní náklady elektromobilu při všech čtyřech nájezdech: 10 000 km/rok, 20 000 km/rok, 30 000 km/rok, 40 000 km/rok jsou nižší než u dieselového, ale vyšší než u benzínového auta. Během výpočtů se potvrdilo, že náklady na spotřebu a servis elektromobilu jsou nižší než u obou druhů spalovacích aut. U elektromobilu jsou také nižší náklady na povinné ručení a nulové náklady na dálniční známku a měření emise. To je jedním z důvodů nižších hodnot RCF elektromobilu než u dieselového auta při všech čtyřech nájezdech. Druhým důvodem je relativně malý cenový rozdíl v ceně obou aut – 21 100 Kč. Už při nájezdu 10 000 Km/rok elektromobil je výhodnější kvůli nižším RCF. Úspora na spotřebě, servisu, povinném ručení, měření emise, dálniční známce při všech nájezdech nepřispěla k zvýhodnění provozu elektromobilu oproti benzínovému autu. Hlavním důvodem pro to je vyšší cena elektromobilu než cena benzínového auta. Cenový rozdíl činí 310 000 Kč a jak potvrdily výsledky provedených mnou výpočtů, je rozhodující. Roční ekvivalentní náklady elektromobilu a automobilu s benzínovým motorem se nesrovnaly s větším počtem najetých km. Je velice pravděpodobně, že tyto náklady se srovnají při ještě větším počtu ročně najetých km, avšak v tomto případě auta se budou opotřebovat, ztratit původní kvalitu jízdy a vyžadovat větší náklady na servis. Po velkém počtu najetých km auto je složitější prodat. Kapacita baterie elektromobilu se s časem a rostoucím počtem najetých km zmenšuje, což znamená zkrácení dojezdové vzdálenosti auta. S vybitou a nefunkční baterií vozidlo nebude moct jezdit. Kupovat auto s vybitou baterií nikdo nebude, protože cena nové baterie dnes je velmi vysoká, proto rozhodnutí o delším použití elektromobilu musí být dobře zvážené. Majitel elektromobilu musí buď elektromobil prodat s předstihem s funkční baterií nebo vyměnit baterii a pak ho prodat. V posledním případě vzniká otázka, za jakou cenu se bude moct ojeté auto prodat, za vyšší nebo nižší než je cena nové baterie?

Citlivostní analýza výsledků ukázala, že při nájezdu 10 000 km/rok při rostoucím diskontu lze očekávat, že roční ekvivalentní náklady elektromobilu budou mít vyšší hodnoty než roční ekvivalentní náklady diesellového auta, budoucí peníze vynaložené na pokrytí provozních nákladů elektromobilu budou více znevýhodněné a jízda elektromobilem bude vycházet dražší. Závislost RCF na diskontu při nájezdu 40 000 km/rok ukázala, že při 2 % diskontu roční ekvivalentní náklady u elektromobilu jsou větší než u benzinového vozidla, ale jejich rozdíl je mnohem menší než při stejném diskontu v případě nájezdu 10 000 km/rok, což je potvrzením toho, že elektromobil kvůli své vyšší ceně se vyplatí provozovat při co největším ročním nájezdu, protože v tomto případě lze očekávat, že hodnoty RCF elektromobilu budou menší než hodnoty RCF benzinového vozidla. Závislost RCF na nárůstu cen paliva ukázala, že roční ekvivalentní náklady jsou u aut s benzinovým a dieslovým motory citlivější na nárůst cen paliva než u elektromobilu, u kterého lze pozorovat skoro konstantní průběh závislosti RCF na meziročním růstu ceny elektřiny.

Ekonomické hodnocení všech třech druhů vozidel ukázalo, že vyšší cena elektromobilu má zásadní roli při budoucím vývoje jeho provozních ročních ekvivalentních nákladů a že finanční pomoc ze strany státu při pořízení elektromobilu je velmi důležitá, protože by přispěla k rychlejšímu poklesu těchto ročních ekvivalentních nákladů.

Hlavními příčinami nízkého zájmu o elektromobily je jejich vysoká cena, menší síť nabíjecích stanic než čerpacích a malá dojezdová vzdálenost. Technický progres však nestagnuje, a proto lze v budoucnu očekávat zvýšení dojezdové vzdálenosti elektromobilů a zlevnění jejich ceny díky zlevnění ceny baterie. Do té doby vlády států, které chtějí zvýšit počet elektromobilů na svých silnicích a zlepšit životní prostředí na svém území, musejí aktivně a komplexně přispívat k rozvoji elektromobility. Musí se investovat zároveň do nabíjecí infrastruktury, do elektrizační soustavy, do technologie výroby elektromobilů a do zvýšení počtu zájemců o nákup elektromobilů, aby rozvoj elektromobility probíhal rychleji a přinesl požadované výsledky.



## 8 Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] What you need to know about electromobility. *Infineon* [online]. c1999-2020 [cit. 2019-2-28]. Dostupné z: <https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/electromobility/>
- [2] FREI, Matrin. Vodíkový pohon automobilů: Nechceme lithium, chceme vodík. *AUTO.CZ* [online]. c2001-2020, 21.4.2018 [cit. 2019-2-28]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/vodikovy-pohon-automobilu-nehceme-lithium-chceme-vodik-121182>
- [3] LARMINIE, James a John LOWRY. *Electric vehicle technology explained* [online]. Chichester: John Wiley, c2003 [cit. 2019-2-28]. ISBN 0-470-85163-5. Dostupné z: <https://www.engbookspdf.com/uploads/pdf-books/ElectricVehicleTechnologyExplainedByJamesLarminieandJohnLowry-1.pdf>
- [4] Emise CO2 z aut: fakta a čísla (infografika). *Evropský parlament* [online]. 18.4.2019 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>
- [5] Budoucnost mobility v EU. *Evropský parlament* [online]. 7.10.2017 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/czechia/cs/budoucnost-mobility-v-eu>
- [6] *Akční plán o budoucnosti automobilového průmyslu v ČR*. 2017.
- [7] Důležité komponenty elektromobilů a plug-in hybridů. In: *AUTONABIJENÍ.CZ* [online]. c2020 [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: <https://www.autonabijeni.cz/dulezite-komponenty-elektromobilu-a-plug-in-hybridu/>
- [8] Elektromobily a jejich baterie. *EVEXPERT* [online]. c2016 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady-a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/elektromobily-a-jejich-baterie>

- [9] MANZETTI, Sergio a Florin MARIASIU. *Electric vehicle battery technologies: From present state to future systems* [online]. 2015 [cit. 2019-3-4]. ISBN 1364-0321. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115006577?via%3Dihub>
- [10] ŠPAČEK, Jakub. Jak funguje elektromobil? Technika se vyvíjí, ale moc nemění. *fDrive<sup>cz</sup>* [online]. c2020, 9.6.2018 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/jak-funguje-elektromobil-technika-se-vyviji-ale-moc-nemeni-2399>
- [11] CELJAK, Ivo. *Konstrukce, technické systémy a provoz elektricky poháněných automobilů* [online]. 2018 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: [http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF\\_v4.pdf](http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF_v4.pdf)
- [12] VOŽENÍLEK, Petr, Vladimír NOVOTNÝ a Pavel MINDL. *Elektromechanické měniče*. 2. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. [cit. 2019-3-4] ISBN 978-80-01-04875-7.
- [13] VRŠÍNSKÝ, JIŘÍ. Základní rozdíly mezi vozem se spalovacím motorem a elektromobilem, jako je třeba Tesla. *ELONX* [online]. c2020, 1.6.2020 [cit. 2020-12-4]. Dostupné z: <https://www.elonx.cz/zakladni-rozdily-mezi-vozem-se-spalovacim-motorem-a-elektromobilem-jako-je-treba-tesla/>
- [14] Electric Car Myth Buster — Efficiency. *CleanTechnica* [online]. c2020, 10.3.2018 [cit. 2019-3-6]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2018/03/10/electric-car-myth-buster-efficiency/>
- [15] EUROPEAN EV PRICELIST: Ranking electric cars the EU by price and range. *WattOV2Buy* [online]. c2015-2020 [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: <https://wattov2buy.com/european-ev-market-price-list-electric-cars-eu/>

- [16] CELJAK, Ivo. *Konstrukce, technické systémy a provoz elektricky poháněných automobilů* [online]. 2018 [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: [http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF\\_v4.pdf](http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF_v4.pdf)
- [17] *Electric vehicles in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, c2016. ISBN 978-92-9213-804-2. ISSN 1977-8449
- [18] Aktuální (průměrná) cena 1 kWh elektřiny. *Energie123.cz* [online]. c2011-2020 [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
- [19] Aktuální cena benzínu, cena nafty. *Kurzycz* [online]. c2020-2021 [cit. 2020-12-9]. Dostupné z: [https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/?dat\\_field=01.12.2020&dat\\_field2=09.12.2020](https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/?dat_field=01.12.2020&dat_field2=09.12.2020)
- [20] Náklady na provoz a údržbu elektromobilu. *Evexpert: Technology for a better world* [online]. c2016 [cit. 2020-12-04]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady-a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/naklady-na-provoz-a-udrzbu-elektromobilu>
- [21] VYHLEDÁVAČ VOZIDEL. *AutoPalace Group* [online]. c1991-2020 [cit. 2020-12-20]. Dostupné z: <https://www.autopalace.cz/skladove-vozy/nove/>
- [22] Nové vozy. *KLOKOČKA AUTOSALON* [online]. [cit. 2020-12-20]. Dostupné z: [https://www.klokocka.cz/vypis-vozu/?str=1&status=nove&price\\_min=29%20900&price\\_max=4%20460%2000&do=carFilter-submit](https://www.klokocka.cz/vypis-vozu/?str=1&status=nove&price_min=29%20900&price_max=4%20460%2000&do=carFilter-submit)
- [23] Elexim WallBox eHome 7,4 kW – Typ 1. *Alza.cz* [online]. c1994-2020 [cit. 2020-12-9]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/wallbox-ehome-7-4-kw-typ-1-d5262913.htm?o=1>
- [24] LUKÁŠ, David. *Porovnání nabíjecích stanic pro elektromobily*. Praha, 2019. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Tomáš Králík, Ph.D.
- [25] Phoenix Contact AC Typ 1, 32 A, 5 m. *Alza.cz* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/phoenix-contact-ac-typ-1-32-a-5-m-d5452872.htm?o=7>

- [26] Carismo.: Volkswagen Golf 8 1.5 TSI 110 kW Life. *Carismo*. [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.carismo.cz/nabidky/prodej/volkswagen/golf/life-1-5-tsi-110-kw/63143>
- [27] Carismo.: Volkswagen Golf 8 2.0 TDI 110 kW DSG STYLE. *Carismo*. [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.carismo.cz/nabidky/prodej/volkswagen/golf/style-2-0-tdi-110-kw-dsg/100038>
- [28] Carismo.: Volkswagen E-Golf 100 kW Edition 2020. *Carismo*. [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.carismo.cz/nabidky/prodej/volkswagen/golf/edition-2020-100-kw/13526>
- [29] *MBenzin.cz* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.mbenzin.cz/Prumerne-ceny-benzinu>
- [30] Prognóza ČNB z listopadu 2020. *ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA* [online]. c2020, 5.11.2020 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/menova-politika/prognoza/>
- [31] *Ceník Komplet elektřina 36 Říjen 2020 dodávky elektřiny E.ON Energie, a.s. pro zákazníky kategorie D – Domácnosti* [online]. 30.10.2020 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/ke-stazeni/produkty/komplet-elektřina/cenik-komplet-elektřina-36-rijen-2020-distribucni-uzemi-eon-pdf/Cen%C3%ADk%20Komplet%20elekt%C5%99ina%2036%20%C5%98%C3%ADjen%202020%20-%20distribu%C4%8Dn%C3%AD%20%C3%BAzem%C3%AD%20EON.pdf>
- [32] Povinné ručení online. *ČPP Vienna Insurance Group* [online]. c2020 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://ww2.cpp.cz/sjednani-online~povinne-ruceni/stranka.aspx?KategorieID=198&CmsObjektID=0>
- [33] CELJAK, Ivo. *Konstrukce, technické systémy a provoz elektricky poháněných automobilů* [online]. 2018 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: [http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF\\_v4.pdf](http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2019/02/Skripta-Konstrukce-a-provoz-elektromobil%C5%AF_v4.pdf)

- [34] 2020 Guide On How To Charge Your Electric Car With Charging Stations. *ChargeHub* [online]. c2020 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: <https://chargehub.com/en/electric-car-charging-guide.html#charginglevels>
- [35] Typy konektorů pro nabíjení EV ve světě. *Evexpert: Technology for a better world* [online]. c2016 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady-a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/typy-konektoru-pro-nabijeni-ev-ve-svete>
- [36] BŘEZINOVÁ, Jana. Kolik stojí nabíjení elektromobilů? *Elektrina.cz* [online]. c2014-2021, 21.4.2020 [cit. 2021-1-1]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektromobilu>
- [37] Vše, co potřebujete vědět o nabíjení elektromobilů. *Alza.cz* [online]. c1994-2020 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/vse-o-nabijeni-elektromobilu>
- [38] Typ 1(Yazaki) / 220V - 16A - 5m. *Alza.cz* [online]. c1994-2020 [cit. 2021-12-11]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/j1772-typ-1-16a-box-5m-d5111406.htm?o=18>
- [39] Wallbox nebo zásuvka? Co se vyplatí a proč? *E.ON ENERGY GLOBE: OCENĚNÍ ZA ÚSPORY, EKOLOGII A INOVACE* [online]. c2021 [cit. 2021-1-1]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/wallbox-nebo-zasuvka-co-se-vyplati-a-proc>
- [40] Mennekes Wallbox – 16A – 32A. *R-EVC* [online]. c2021 [cit. 2021-1-1]. Dostupné z: [https://r-vec.com/index.php?route=product/product&product\\_id=88](https://r-vec.com/index.php?route=product/product&product_id=88)
- [41] OPEN CHARGE MAP. *OPEN CHARG MAP* [online]. [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://openchargemap.org/site>
- [42] Czech Republic. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/czech-republic/1729/infrastructure/electricity>

- [43] Slovakia. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/slovakia/1751/infrastructure/electricity>
- [44] Poland. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/poland/1748/infrastructure/electricity>
- [45] Austria. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/poland/1748/infrastructure/electricity>
- [46] Germany. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/germany/1734/summary>
- [47] Norway. NORMAL AND FAST PUBLIC CHARGING POINTS. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/norway/1747/infrastructure/electricity>
- [48] Incentives and Legislation: Austria – Infrastructure incentives. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/austria/1723/incentives>
- [49] BALZER, MANUEL. The Ultimate Guide to EV Incentives In Germany: EV Charging Incentives in Germany. *Wallbox* [online]. c2020, 11.6.2020 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: [https://wallbox.com/en\\_catalog/ev-incentives-in-germany#EVChargingIncentives](https://wallbox.com/en_catalog/ev-incentives-in-germany#EVChargingIncentives)
- [50] Germany – Infrastructure Incentives. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/germany/1734/incentives>
- [51] Norway – Infrastructure. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/norway/1747/incentives>

- [52] Norwegian EV policy: Norway is leading the way for a transition to zero emission in transport. *Norsl elbilforening* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
- [53] OP Doprava – Výzva č. 70 – Infrastruktura pro alternativní paliva – Podpora rozvoje páteřní sítě dobíjecích stanic. *Dotační.info: NEJVĚTŠÍ PORTAL O DOTACÍCH V ČR* [online]. c2020 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.dotacni.info/op-doprava-vyzva-c-70-infrastruktura-pro-alternativni-paliva-podpora-rozvoje-paterni-site-dobijecich-panic/>
- [54] Poland Has Huge e-Mobility Plans. *CleanTechnica* [online]. c2020 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://cleantechnica.com/2018/05/31/poland-has-huge-e-mobility-plans/>
- [55] HORSKÁ, Hildegarda. SLOVENSKO DOTUJE NABÍJECÍ STANICE PRO AUTA. *MODERNÍ EKONOMICKÁ DIPLOMACIE MVZV ČR* [online]. c2020, 19.7.2019 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.export.cz/aktuality/slovensko-dotuje-nabijeci-panic-pro-auta/>
- [56] *Národní akční plán čisté mobility (NAP CM)* [online]. 2015 [cit. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54377/62106/640972/priloha001.pdf>
- [57] Czech Republic. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/czech-republic/1729/vehicles-and-fleet>
- [58] Slovakia. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/slovakia/1751/vehicles-and-fleet>
- [59] Poland. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/poland/1748/vehicles-and-fleet>
- [60] Germany. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/germany/1734/vehicles-and-fleet>



- [61] Austria. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/austria/1723/vehicles-and-fleet>
- [62] Norway. AF NEW REGISTRATIONS M1. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/norway/1747/vehicles-and-fleet>
- [63] Czech Republic Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/czech-republic-car-sales-data/>
- [64] Slovakia Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/slovakia-car-sales-data/>
- [65] Poland Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/poland-car-sales-data/>
- [66] Germany Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/germany-car-sales-data/>
- [67] Austria Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/austria-car-sales-data/>
- [68] Norway Automotive Sales Data & Trends. *CARSSALESBASE* [online]. [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://carsalesbase.com/norway-car-sales-data/>
- [69] BALZER, MANUEL. The Ultimate Guide to EV Incentives In Germany: EV Incentives in Germany. *Wallbox* [online]. c2020, 11.6.2020 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: [https://wallbox.com/en\\_catalog/ev-incentives-in-germany#EVIncentives](https://wallbox.com/en_catalog/ev-incentives-in-germany#EVIncentives)
- [70] EV and EV Charging Incentives in Norway. *Wallbox* [online]. c2020 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://blog.wallbox.com/en/norway-ev-incentives/>
- [71] European Alternative Fuels Observatory: Austria - Infrastructure incentives. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/austria/1723/incentives>



- [72] Slovensko výrazně zvýší dotace na pořízení elektromobilů a hybridů. *E15.cz* [online]. c2001 - 2020, 19.11.2019 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/zahranicni/slovensko-vyrazne-zvysi-dotace-na-porizeni-elektromobilu-a-hybridu-1364331>
- [73] European Alternative Fuels Observatory: Slovakia: Registration Tax Benefits. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/slovakia/1751/incentives>
- [74] European Alternative Fuels Observatory: Poland – VAT Benefits. *European Alternative Fuels Observatory* [online]. c2019 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/poland/1748/incentives>
- [75] Dotace na nákup elektromobilu: Jak se v roce 2020 vyvíjí podpora elektromobility v ČR? *Elektřina.co* [online]. 27.7.2020 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.elektrina.co/blog/elektrina/dotace-na-nakup-elektromobilu-jak-se-v-roce-2020-vyvi-ji-podpora-elektromobility-v-cr> - =v94

## 9 Seznam obrázků:

Obr. 1: Princip fungování elektromobilu, zdroj: [7].....	6
Obr. 2: Maximální rychlost elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15].....	10
Obr. 3: Akcelerace elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15].....	11
Obr. 4: Dojezdová vzdálenost elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15] .....	12
Obr. 5: Množství vypuštěných emisí CO <sub>2</sub> za životní cyklus automobilu podle zdroje paliv, zdroj: [17].....	13
Obr. 6: Spotřeba elektřiny elektromobilů, zdroj: vlastní zpracování dle [15] .....	15
Obr. 7: Graf závislosti RCF na ročním nájezdu, vlastní zpracování dle: [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32] .....	25
Obr. 8: Graf závislosti RCF na diskontu při nájezdu 10 000 km/rok, vlastní zpracování dle: [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32] .....	26
Obr. 9: Graf závislosti RCF na nárůstu diskontu při nájezdu 40 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23],[24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32] .....	27
Obr. 10: Graf závislosti RCF na nárůstu ceně paliva při nájezdu 10 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32].....	28
Obr. 11: Graf závislosti RCF na nárůstu ceně paliva při nájezdu 40 000 km/rok, vlastní zpracování dle [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32].....	29
Obr. 12: Nabíjecí kabel pro elektromobily – 16 A / 230 V, max. výkon 3,7 kW, 1 fáze, Typ 1, délka kabelu 5 m, zdroj: [38] .....	35
Obr. 13: MENNEKES WALLBOX – 16 A–32 A, zdroj: [40].....	35
Obr. 14: Mapa rozmístění nabíjecích stanic v Evropě, zdroj: [41] .....	36
Obr. 15: Dynamika vývoje počtu nabíjecích stanic v České republice, Polsku a na Slovensku, zdroj: vlastní zpracování dle [42], [43], [44].....	37
Obr. 16: Dynamika vývoje počtů nabíjecích stanic v Německu, Norsku a Rakousku, zdroj: vlastní zpracování dle [45], [46], [47] .....	37
Obr. 17: Hustota rozmístění nabíjecích stanic v České republice, Polsku a na Slovensku zdroj: vlastní zpracování dle [42], [43], [44] .....	38
Obr. 18: Hustota rozmístění nabíjecích stanic v Německu, Norsku a Rakousku, zdroj: vlastní zpracování dle [45], [46], [47] .....	38
Obr. 19: Registrace elektromobilů v České republice, Polsku a na Slovensku, zdroj: vlastní zpracování dle [57], [58], [59].....	42

Obr. 20: Registrace elektromobilů v Německu, Norsku, Rakousku zdroj: vlastní zpracování dle [60], [61], [62].....	43
Obr. 21: Podíl nově registrovaných osobních elektromobilů na celkovém počtu všech nově registrovaných osobních aut v České republice, Polsku a na Slovensku zdroj: vlastní zpracování dle [57], [58], [59], [63], [64], [65] .....	43
Obr. 22: Podíl nově registrovaných osobních elektromobilů na celkovém počtu všech nově registrovaných osobních aut v Německu, Norsku, Rakousku zdroj: vlastní zpracování dle [60], [61], [62], [66], [67], [68].....	44

## 10 Seznam tabulek:

Tab. 1 - Orientační ceny na nové nejeté elektromobily v České republice, zdroj: [21] .....	17
Tab. 2 - Orientační ceny na nové nejeté vozy se spalovacím motorem v České republice, zdroj: [22] ..	18
Tab. 3 - Srovnání cen nabíjení elektromobilů na dobíjecích stanicích, zdroj: [36] .....	32
Tab. 4 - Srovnání cen na nabíjení PRE pro neregistrované zákazníky, zdroj: [36] .....	33

## 11 Seznám příloh

- 1) Charakteristiky elektromobilů.xlsx
- 2) Nabíjecí stanice.xlsx
- 3) RCF aut, citlivostní analýza
- 4) Registrace elektromobilů