



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**

**Ekonomická a technická analýza elektromobility v České republice**

**Economic and Technical Analysis of Elektromobility in Czech Republic**

**Bakalářská práce**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Ing. Josef Černohous

**Robin Fingerhut**

Praha 2020





# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Fingerhut** Jméno: **Robin** Osobní číslo: **474488**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávací 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:

**Ekonomická a technická analýza elektromobility v České republice**

Název bakalářské práce anglicky:

**Economic and Technical Analysis of Electromobility in Czech Republic**

Pokyny pro vypracování:

- Zpracujte historii elektromobility v ČR po roce 1989 do současnosti
- Ekologické dopady výroby, provozu a likvidace elektromobilů na životní prostředí
- Analyzujte dopad dotační politiky na budoucí vývoj prodeje elektromobilů
- Proveďte technické srovnání elektromobilu s konvenčním automobilem
- Proveďte ekonomickou analýzu elektromobilu a konvenčního vozidla
- Zhodnoťte zjištěné závěry

Seznam doporučené literatury:

1. Kislingerová: Manažerské finance, C.H.Beck 2007
2. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, odbor 31000: Národní akční plán čisté mobility (NAP CM), říjen 2015
3. EuroEnergy, spol.s.r.o.: Dílčí studie pro pracovní tým A25 - Predikce vývoje elektromobility v ČR, 3.4.2018
4. Brealey, Myers, Allen – Teorie a praxe firemních financí, BizBooks, 2014, ISBN: 978-80-265-0028-5

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Josef Černošous, CVUT v Praze FEL K13116**

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

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

Platnost zadání bakalářské práce: **19.02.2022**

Ing. Josef Černošous  
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 .....

.....  
Robin Fingerhut

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Josefu Černohousovi za cenné rady, odborný dohled a veškerou pomoc při její tvorbě.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá rozvojem elektromobility, především v České republice. Nejprve je zde shrnuta nedávná historie elektromobilů, kde je zmíněno několik elektrických vozů od těch amatérsky zhotovených až po nejnovější modely značky Škoda. Důraz je pak kladen na příčiny nedávného rozmachu elektromobility, tedy zejména na postupně se zpřísnující limity emisí CO<sub>2</sub>. Dále je popsán dopad elektromobilů na životní prostředí, kde je kromě provozu zohledněna i jejich výroba a likvidace. Zde je zdůrazněna důležitost energetického mixu, ve kterém je elektřina pro vůz vyráběna. Další část pojednává o vlivu dotační politiky některých vybraných států na budoucí rozvoj elektromobility, včetně postoje České republiky. Zmíněno je zde také Norsko, které by mohlo posloužit k predikování budoucího vývoje elektromobility v České republice i ve světě. Poté je objasněno názvosloví základních typů elektrických vozů. V poslední části je provedeno technické a ekonomické srovnání vybraných dvojic vozů za využití znalostí získaných v předchozích částech práce s cílem porovnat investici do elektromobilu oproti konvenčnímu vozu pro malý podnik.

## Klíčová slova

Elektromobilita, elektromobil, emise CO<sub>2</sub>, dotační politika, BEV, HEV, baterie, životnost, dojezd, Škoda Auto, Hyundai

## Abstract

This bachelor thesis deals with the expansion of electromobility, especially in the Czech Republic. Firstly, the recent history of electromobility is summarized, where several electric vehicles are mentioned, from those made by amateurs to the latest Škoda Auto models. The importance of gradually tightening limits on CO<sub>2</sub> emissions of the vehicles as a cause of recent boom of electromobility is mentioned. Furthermore, the impact of electric vehicles on the environment is described and in addition to their usage, their production and destruction is also considered, as well as the energy mix in which the electricity for the car is produced. The next part deals with the subsidy policy of several countries and its influence on the future development of electromobility, including the position of the Czech Republic. Norway is also discussed in more detail since the future development of electromobility in the Czech Republic and the whole world could be predicted from there. Then the nomenclature of the main types of electric vehicles is clarified. In the last part there is a technical and economic comparison of selected cars using the knowledge gained in the previous parts of the thesis with the aim to compare the investment into an electric and conventional vehicle for a small company.

## Key words

Electromobility, electric vehicle, CO<sub>2</sub> emissions, subsidy policy, BEV, HEV, battery, lifespan, range, Škoda Auto, Hyundai

# Obsah

---

1. Úvod.....	1
2. Historie elektromobility v ČR po roce 1989 do současnosti .....	2
2.1. Historie Elektromobility v ČR.....	2
2.2. Vliv emisí CO <sub>2</sub> na vývoj elektromobility .....	4
2.3. Elektromobilita v současnosti.....	5
3. Ekologické dopady výroby, provozu a likvidace elektromobilů na životní prostředí.....	7
3.1. Výroba .....	7
3.2. Provoz.....	8
3.3. Likvidace .....	10
4. Dopad dotační politiky na budoucí vývoj prodeje elektromobilů .....	11
4.1. Dotační politika v Norsku.....	12
4.2. Dotační politika v České republice.....	13
5. Základní rozdělení elektromobilů.....	15
5.1. BEV .....	15
5.2. HEV.....	15
5.3. FCEV .....	17
6. Srovnání technických parametrů elektromobilu a konvenčního automobilu .....	18
6.1. Technické srovnání Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D.....	18
6.2. Technické srovnání Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	20
7. Ekonomické srovnání elektromobilu a konvenčního vozidla.....	22
7.1. Základní parametry.....	22
7.2. Ekonomické srovnání Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	25
7.3. Ekonomické srovnání Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.....	31
7.4. Zhodnocení zjištěných závěrů případové studie.....	37
Závěr .....	38
Bibliografie: .....	39
Seznam obrázků .....	41
Seznam tabulek .....	41
Seznam grafů.....	41



# 1. Úvod

---

Automobily se spalovacími motory podstatně znečišťují ovzduší a jejich provoz má negativní vliv na životní prostředí. Dále jsou závislé na dovozu ropy, jejíž zásoby mají své limity. Jako možná alternativa konvenčních vozidel se v posledních letech ukazují elektromobily. Elektrický pohon byl vynalezen podstatně dříve než spalovací, ovšem pro jeho závislost na zdroji elektrické energie, kterou je velmi obtížné efektivně skladovat, nebyl v minulosti plně rozšířen. Tento problém setrvává dodnes, neboť právě baterie je hlavním limitujícím faktorem elektromobilů. Zvyšuje jejich hmotnost, výrazně navyšuje cenu a udává jejich dojezd, který je v porovnání s konvenčními vozy stále nižší. Skladování elektrické energie je obecně velký problém nejen v elektromobilitě, ale i v mnoha dalších odvětvích. Nedávné technologické pokroky výroby akumulátorů však ukazují, že by se v budoucnu mohlo podařit tuto překážku překonat. Automobilky se každoročně vzájemně předhánějí v dojezdu jejich elektrických vozů. Před několika lety byl dojezd běžného elektromobilu sotva 100 kilometrů, dnes je možné dosáhnout dojezdu 500 kilometrů, i více. Ceny elektromobilů se také postupně přibližují cenám srovnatelných konvenčních vozů, avšak otázkou zůstává, do jaké míry musí samy automobilky tyto ceny dotovat z vlastních peněz.

Drastický krok Evropské unie spočívající ve stanovení emisních limitů škodlivých látek prodaných vozů každé automobilky má sice za následek kýžené zvýšení investic automobilových společností do technologií elektromobility a s tím i spojené zvýšení prodeje elektrických vozidel, ovšem podobně jako každá forma dotace má i každá regulace několik vedlejších jevů. Prvním faktorem takto rychlého a razantního kroku je naprosté odstavení jakýchkoli dalších alternativ, kterou by mohlo být například vozidlo poháněno stlačeným vodíkem. Společnosti jednoduše řečeno „nemají čas“ na zkoumání dalších alternativ. Dále pak limity zcela výlučně uvažují emise škodlivých plynů pouze během jízdy vozidla, avšak nikoli během jeho výroby a likvidace. Přitom při výrobě akumulátoru elektrického vozu dochází k vypouštění množství emisí CO<sub>2</sub> a jejich ekologická likvidace je stále spojena s mnoha otázkami. Dalším extrémním výsledkem těchto regulací potom může být i bankrot některých automobilových společností, které nebudou schopny dostatečně elektromobily dotovat a jejich zákazníci o ně nebudou mít dále zájem. Tím pak klesá i konkurence v tomto odvětví, neboť potenciální, nově vznikající automobilová firma by kromě konvenčních vozů musela také ihned investovat do elektromobilů.

Osobně si myslím, že by se k technologii elektromobility došlo v průběhu několika dalších desítek let přirozenou cestou. Toto razantní urychlení celého procesu bude mít za následek spotřebování velkého množství finančních prostředků po celém světě bez záruky, že jde zcela jistě o ekologičtější variantu. Je to podobné jako v dalších energetických odvětvích, kdy snaha najít ekologičtější řešení vedla k obrovským peněžním výdajům s velmi malým pozitivním výsledkem na životní prostředí. Oceňuji, že se Česká republika vzhledem k elektromobilitě v tuto chvíli drží spíše při zemi, avšak je zcela zřejmé, že elektromobily i v České republice brzy rozšířeny budou, a je tedy třeba se na to řádně připravit.

## 2. Historie elektromobility v ČR po roce 1989 do současnosti

Elektromobilita zažívá v současné době obrovský rozkvět. Její částečné oživení přišlo na konci 80. let minulého století, kdy se některé velké světové automobilky rozhodly zařadit elektrický model do svého portfolia. Na území Československa se v menším množství elektroauta také vyráběla, a to již krátce před rokem 1989. Za zmínku určitě stojí elektromobil EMA 1, který byl vytvořen na Vysokém učení technickém v Brně. [1]



Obrázek 1 Ema 1 [2]

EMA 1 měla dojezd až 50 km a její pohon zajišťovala hned dvojice elektromotorů. Zrychlení 0-40 km pak bylo dosaženo za 12 vteřin a vůz byl také schopen brzdít pomocí rekuperace. Celý projekt byl bohužel i přes jeho nadčasovost brzy ukončen, a sice proto, že trh ještě nebyl na elektromobily připraven. [2]

V následujících letech vznikaly elektromobily výhradně jako amatérský počín nadšenců, kteří svou šikovností přetvářeli automobily se spalovacími pohony na elektromobily. Nebude překvapením, že nejčastěji využívali vozidel značky Škoda, či alespoň některých jejích dílů. [2], [3]

### 2.1. Historie Elektromobility v ČR

Po roce 1989 v důsledku politických změn již nic nebránilo většímu objemu výroby, a tak na začátku 90. let došlo k sestrojení elektrického prototypu Škoda Shortcut. Ten vycházel z modelu Favorit, avšak, jak již název napovídá, s výrazně zkrácenou karosérií. Vozidlo bylo schopno uvést jen 2 osoby včetně řidiče, ale i přesto Shortcut sklízel na autosalonech a výstavách velký úspěch. Dosahoval rychlosti až 80 km/h a dojezdu 80 km. [4]

K sériové výrobě bohužel nikdy nedošlo, avšak i Shortcut přispěl ke světovému povědomí o českých elektromobilech. Zanedlouho poté se Škoda Plzeň dočkala švýcarské zakázky na tisíc elektrických vozidel. Během testování bylo nakonec od zkracování karoserie upuštěno, a tak po několika dalších úpravách vznikl první sériově vyráběný elektromobil značky Škoda – model Eltra. [4]



Obrázek 2 Škoda Shortcut [5]

Ten stále využíval většiny součástek ze Škody Favorit a některé díly pak z modelů 120 L a Pick-up. Jistou zajímavostí je to, že Eltra k jízdě využívala standardní manuální převodovku. Jde tedy o v té době jediný sériově vyráběný elektromobil s manuální převodovkou na světě. [6]



Obrázek 3 Škoda Eltra [1]

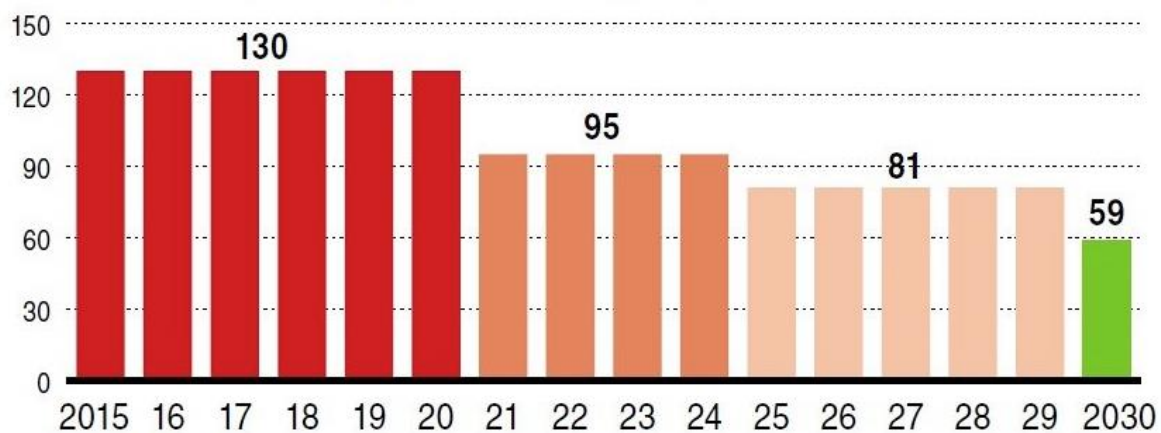
Celý projekt se bohužel několikrát výrazně zpozdil z důvodu vývoje některých nových, potřebných komponentů, mezi tím došlo ke zhotovení několika modelů jiných automobilek a tzv. díra na trhu se zaplnila. Ve výsledku tedy vzniklo přes tisíc těchto elektromobilů, které už však nikdo nechtěl. Desítky kusů se i přesto podařilo prodat napříč Evropou, zejména v Německu, nebo různým podnikům. Většina vozů se provozu nedočkala a byla odložena či zlikvidována. V současné době by se v České republice mělo vyskytovat posledních deset kusů. [3], [5], [6]

Po těchto neúspěšných pokusech zažívala elektromobilita velký úpadek, a to nejen na území České republiky, ale i ve světě. Elektromobily na silnicích byly spíše rarita. Do roku 2010 bylo v celé Evropské unii registrováno méně než tisíc osobních automobilů s čistě elektrickým pohonem. [7]

## 2.2. Vliv emisí CO<sub>2</sub> na vývoj elektromobility

Velkým impulsem pro tradiční automobilky k investici do elektromobility byla nová nařízení Evropské unie na postupné snižování emisí CO<sub>2</sub> na ujetý km vozidla. Od roku 2021 by měly průměrné emise CO<sub>2</sub> všech vyrobených vozů každé automobilky klesnout na 95 g za ujetý km. To by odpovídalo průměrné spotřebě 3,54 l nafty nebo 4,06 l benzínu na 100 km. Průměrné emise CO<sub>2</sub> vozidel se spalovacími pohony ale naopak rostou, a to ze dvou hlavních důvodů. Prvním je nedávná aféra diesellových motorů, proti jejichž využívání velmi ostře vystupují evropské úřady a lidé v ně ztrácejí důvěru a přecházejí na vozidla s benzínovým motorem. Ty mají ale podstatně větší spotřebu, a tedy i emise CO<sub>2</sub>. Uvádí se, že diesellových aut se prodalo v roce 2018 o jeden a čtvrt milionu méně než v předchozím roce, což snížilo jejich podíl na trhu z 44 na 36 procent. Druhým důvodem je pak stále roustoucí zájem zákazníků o vozy SUV, které kvůli větším rozměrům, horší aerodynamice a vyšší hmotnosti mají výrazně větší spotřebu paliva a opět tedy i množství emisí CO<sub>2</sub> než ostatní osobní automobily. [8]

### Emisní cíle přitvrzují (emise CO<sub>2</sub> (g/km))



Pramen: JATA, SAP

Obrázek 4 Graf emisních cílů Evropské unie na emise CO<sub>2</sub> v gramech na ujetý kilometr [8]

Obrázek 4 znázorňuje emisní cíle odpovídající vážené hodnotě všech prodaných automobilů podle Evropské unie v minulých i následujících letech. Zkoumají se vždy tzv. flotilové emise, tedy součet všech emisí CO<sub>2</sub> na kilometr se vydělí počtem všech prodaných vozů za dané období, přičemž za každý gram CO<sub>2</sub> nad limit se bude platit pokuta 95 eur. Skutečně požadované emisní limity budou pro každou automobilku trochu jiné, neboť je zohledňována i průměrná hmotnost prodaných automobilů. Do konce roku 2020 se bude započítávat 95 % všech prodaných aut, od roku 2021 už ale budou započítávána všechna. Obrázek 5 udává, kolik by musely automobilky zaplatit na pokutách za překročené emise CO<sub>2</sub>, pokud by jejich hodnotu od roku 2018 nijak nesnížily. Pro skupinu VW (která zahrnuje i značku Škoda) by to bylo až 9,19 miliard eur. [8]

Společnost VW uvedla, že ke snížení emisí CO<sub>2</sub> o jeden gram je potřeba investovat do technologií sto milionů eur. A tato částka ještě s každým dalším snižováním roste. Šéf značky Seat, která spadá pod koncern VW uvedl, že k tomu, aby v roce 2025 byl schopný splňovat limity CO<sub>2</sub>, by musel prodávat až čtvrtinu vozidel s nulovými emisemi, tedy převážně elektromobilů. Některé automobilky se snaží kupovat tzv. kredity za nízké emise od ostatních značek, tedy především od výrobců elektromobilů. Koncern Fiat Chrysler například uzavřel dohodu se společností Tesla Motors, že do svého prodeje zahrne její vozy, a za to zaplatí stovky milionů eur, což bude stále méně, než kolik by bylo třeba zaplatit na pokutách. Japonská Toyota se pak podobně dohodla s tamní společností Singulauto, neboť v Japonsku je požadováno, aby každý desátý prodaný automobil měl buď plně elektrický, plug-in hybridní nebo vodíkový pohon. Snaha o snižování emisí CO<sub>2</sub> automobilek je součástí požadovaného celkového snížení emisí skleníkových plynů v EU, které by do roku 2030 měly oproti roku 2005 klesnout o 40 %. [8]

## Kolik by mohly automobilky platit

Výrobce	Emise celé flotily 2018 (g/km)	Cíl pro rok 2021 2021 (g/km)	Pokuta* (v mld. eur)
Skupina VW	121,2	94,6	9,19
PSA	114,2	91,1	5,39
Skupina Renault	113,2	90	3,57
BMW	127,1	99,6	2,66
Hyundai-Kia	121,9	91,9	2,88
Ford	123,7	96,6	2,56
FCA	125,3	89,8	3,24
Daimler	134,3	100,7	3,01
Toyota	101,3	93,5	0,55
Skupina Nissan	112,9	93,9	1,14
Volvo	130,2	104,7	0,77
Pozn.: pokuta se stanovuje podle počtu registrovaných vozů			*pokud by emise neklesly o jediný gram

Obrázek 5 Pokuty za překročené emise CO<sub>2</sub> [8]

### 2.3. Elektromobilita v současnosti

Většina automobilek je tedy nucena investovat do vlastních technologií elektromobilů. Můžeme očekávat, že počet elektromobilů v následujících letech poroste. Na konci roku 2018 jich bylo v Evropské unii registrováno již téměř 150 tisíc. V České republice však podíl registrovaných elektromobilů vůči ostatním osobním automobilům dosahoval jen 0,27 %. Největší podíl má Norsko (31 %), dále Nizozemsko (5,4 %), Švédsko, Rakousko a Portugalsko (2 %). To by se však mělo brzy změnit. Škoda Auto na jaře 2017 nastínila svůj koncept Vision E a do roku 2022 by měla představit další nové elektromobily. [7], [9]

#### 2.3.1. Škoda CITIGOe iV

Mezi nimi je i první nabízený, plně elektrický vůz Škoda CITIGOe iV. Ten se prodává za cenu od 430 tisíc Kč, čímž vzbudil rozruch po celé Evropě, neboť svou nízkou cenou předčil i velmi úspěšný VW e-up!, který je zhruba o 170 tisíc Kč dražší. Bude disponovat výkonem 61 kW a dosáhne maximální rychlosti 130 km/h. Dojezd vozu na jedno nabití je uváděn až 260 kilometrů. Parametry vozu tedy potvrzují to, co už název napovídá, že půjde o elektromobil především pro jízdu po městě. Škoda CITIGOe iV bude s velkým přehledem nejdostupnějším plně elektrickým vozidlem na českém trhu. Je ale zároveň třeba zdůraznit, že v porovnání se svým benzínovým kolegou je stále výrazně dražší a je tedy otázkou, zda se elektromobil díky svým přirozeně nižším nákladům na km jízdy vyplatí. O tom pojednává kapitola 7.2. „S modely CITIGOe iV a Superb iV zahajujeme elektrickou budoucnost značky Škoda, na níž se nyní mohou přímo podílet i naši zákazníci. Ta se již velice brzy stane dostupnou nejen s ohledem na férovou pořizovací cenu vozu, ale i smysluplnou kapacitu baterií a s tím souvisejícího dojezdu. Velmi brzy budou následovat další elektrifikované modely,“ uvedl roku 2019 ředitel Škoda Auto pro ČR Luboš Vlček. [10], [11]



Obrázek 6 Nový vůz Škoda CITIGOe iV na autosalonu ve Frankfurtu [10]

### 2.3.2. Škoda Vision iV

Dalším z vozů, na které se do konce roku 2020 můžeme těšit je i již zmíněná Škoda Vision iV. Tento vůz nastiňuje, kam se v budoucnu bude posouvat vývoj technologií a designu značky Škoda. Vozidlo nemá zrcátka, ale využívá obrazu z několika kamer rozmístěných zvenku auta. Dále zde chybí tradiční kliky na dveřích, neboť ty jsou ovládané pouhým dotykem. Několik diodových světel pak dodává vozu futuristický vzhled, který je podtržen zajímavým designem potkávacích světel a podsvíceného nápisu „ŠKODA“ na kufru vozu. Pohon zajišťují dva elektromotory o systémovém výkonu 225 kW. Dojezd by měl činit až 500 km. Vůz však stále není v sériové výrobě a je tedy možné, že se některé z těchto parametrů ještě změní. [12]



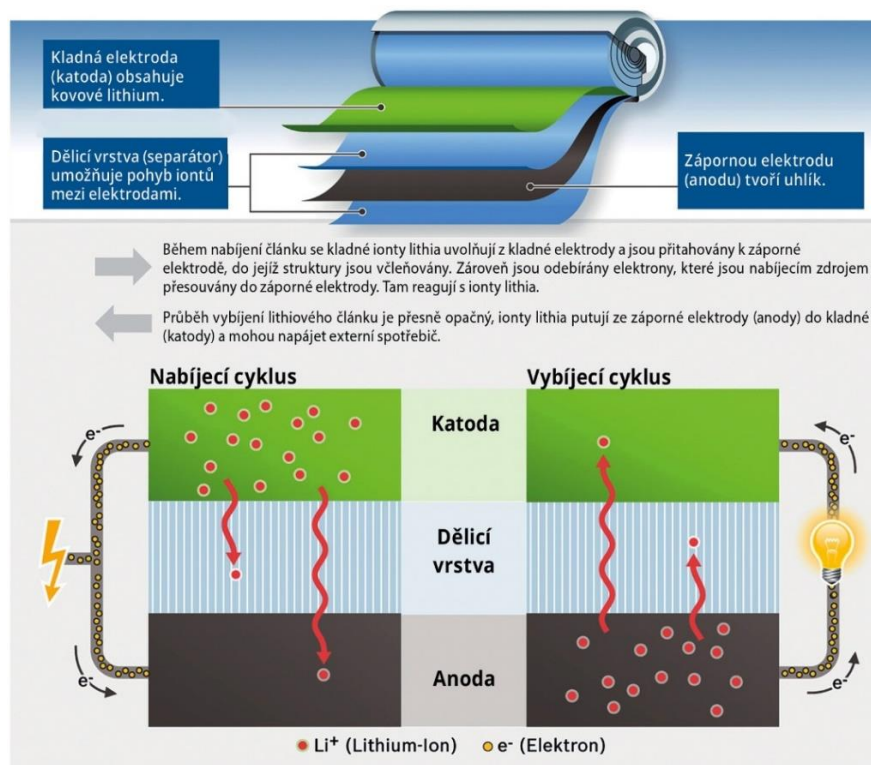
Obrázek 7 Škoda Vision iV [12]

### 3. Ekologické dopady výroby, provozu a likvidace elektromobilů na životní prostředí

Nízké emise CO<sub>2</sub> a celková šetrnost k životnímu prostředí jsou jistě jedny z hlavních obecných výhod elektromobilů, a tedy i důvodem jejich současného rozmachu. Je však nutné tuto tvrzení průběžně pečlivě zkoumat a ujistit se o jejich pravdivosti – tedy, že jde vzhledem k životnímu prostředí o šetrnější dopravní prostředky, než jsou konvenční vozy, kterými jsou v současné době především vozidla s benzinovým či naftovým pohonem. Na první pohled se může zdát, že auto poháněné elektrickou energií neprodukuje do ovzduší žádné škodlivé látky. To je ovšem pravda jen částečně. Elektromobil během jízdy skutečně neprodukuje žádné výfukové plyny, o čemž svědčí i absence „špinavého“ výfuku, který nemůže chybět na žádném autě se spalovacím motorem, je však třeba se podívat na celý „životní proces“ elektromobilů. Pro celkový dopad na životní prostředí je nutno započítat i emise spojené s výrobou elektromobilu, jeho likvidací, nebo i těžba potřebných vzácných materiálů. Na druhou stranu bychom stejně tak museli spalovacím motorům připočítat emise způsobené těžbou ropy, kterých rozhodně není zanedbatelné množství. [13]

#### 3.1. Výroba

Jednou z již zmíněných nechvalných vlastností elektromobilů je jejich stále nízký dojezd, který je způsoben poměrně nízkou kapacitou baterií elektromobilu. A je to právě baterie, při její výrobě dochází k nemalým emisím CO<sub>2</sub>. Uvádí se, že až 50 % z celkových emisí CO<sub>2</sub> výrobního procesu elektromobilu jde právě za jeho baterií. Energií pro většinu současných elektromobilů zajišťuje Li-Ion (Lithium-iontový) akumulátor. Následující obrázek znázorňuje zjednodušené schéma nabíjení a vybíjení takového článku. [14]

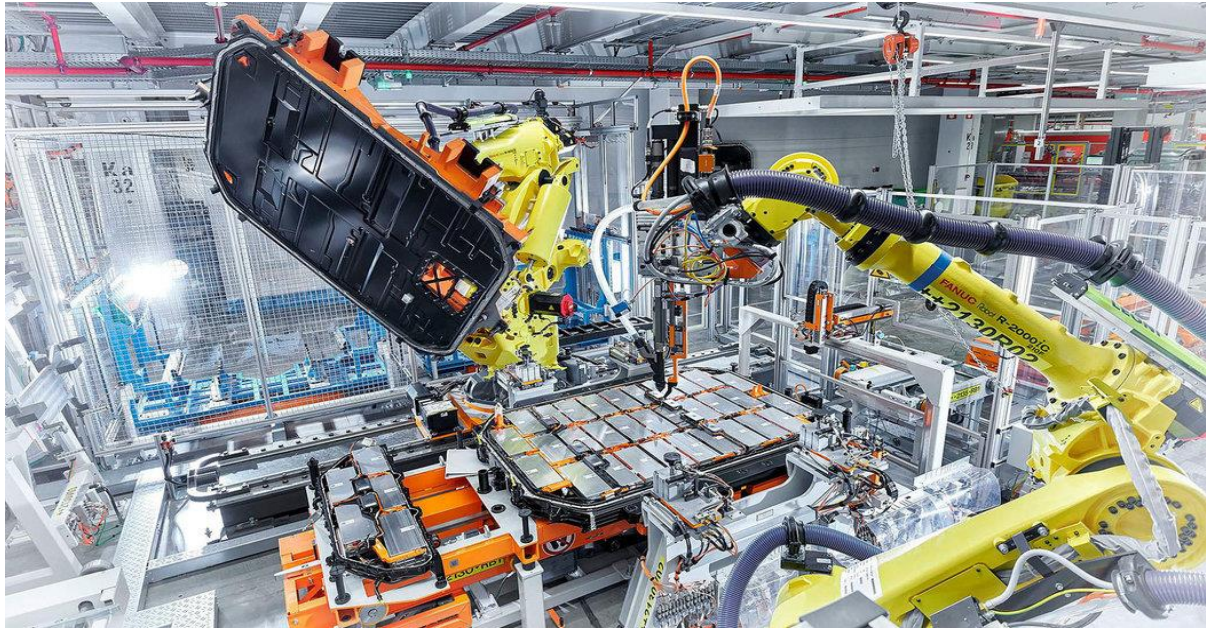


Obrázek 8 Zjednodušený proces nabíjení a vybíjení Li-Ion baterie [14]

Těchto článků musí být v elektromobilu velké množství, což podstatně zvyšuje celkovou hmotnost vozu. Například akumulátory vozidla Tesla S, které mají jeden z nejlepších poměrů energie akumulátoru k jeho hmotnosti, váží okolo 600 kg a vozidlo je s nimi schopno ujet 500 km. Naftové vozidlo potřebuje

k ujetí stejné vzdálenosti jen asi 25 litrů paliva, což odpovídá 20,5 kg. Konstrukteři elektromobilů se tedy musí s velkou hmotností akumulátorů vypořádat, a to se ne vždy daří. Elektromobil má v dnešní době stále spíše horší jízdní vlastnosti než vozidla se spalovacím pohonem. S rostoucí hmotností vozidla se totiž také snižuje jeho schopnost zrychlení. Výhodou ale může být to, že se akumulátory umísťují zpravidla do „podlahy“ vozu, čímž snižují jeho těžiště, a tudíž i zlepšují jeho stabilitu v zatáčkách. [14]

Některé zdroje uvádí, že při výrobě spalovacího vozu se vyprodukuje celkem cca 5-10 tun CO<sub>2</sub> v závislosti na hmotnosti, velikosti a místě výroby vozu. Tesla pak uvádí celkové emise pouze 2,7 tuny CO<sub>2</sub> na jedno elektrické vozidlo. Je však třeba podotknout, že do tohoto čísla nezapočítává právě výrobu baterií, neboť ty nakupuje od firmy Panasonic. A navíc, v porovnání s výsledky některých nezávislých výzkumů, jsou jejich čísla velmi optimistická, což může vznášet určité pochybnosti. [15]



Obrázek 9 Výroba elektromobilu [15]

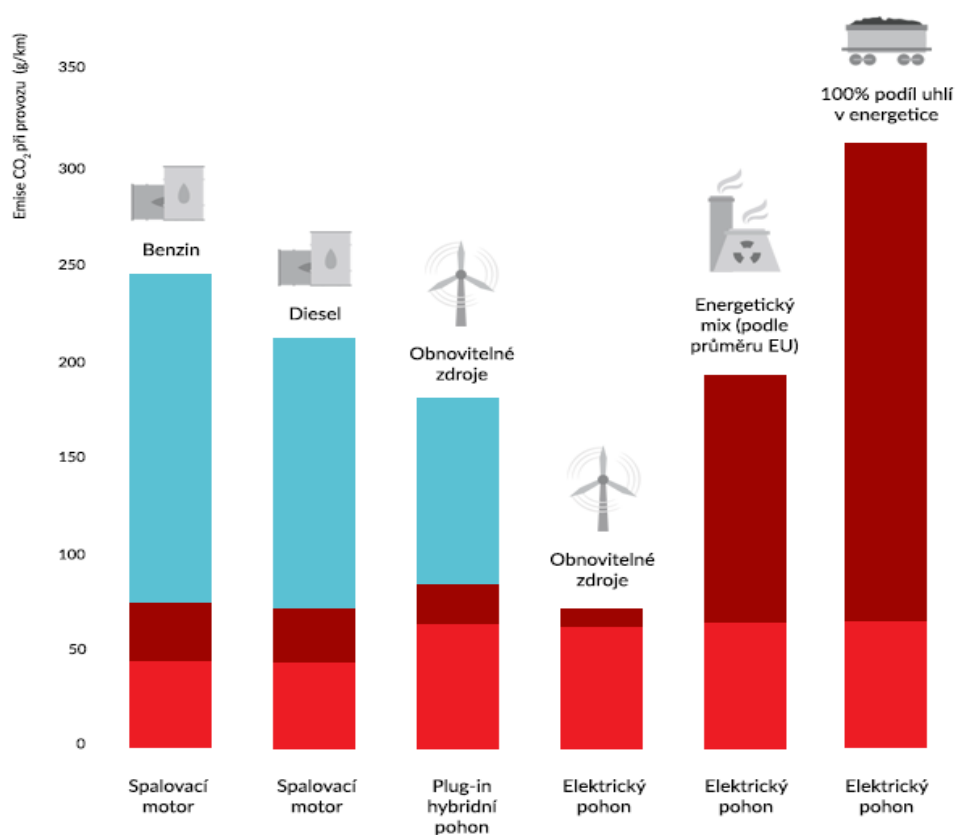
Některé zdroje totiž hovoří až o 17,5 tunách CO<sub>2</sub>, které uniknou do ovzduší při výrobě akumulátorů o kapacitě 100 kilowatthodin. Takové využívá například právě Tesla či Nissan. Tesla má ovšem v plánu přiblížit se podstatně více k uhlíkové neutralitě. V americké Nevadě připravuje závod na výrobu vlastních akumulátorů, který má být dokončen během roku 2020 a má být poháněn z obnovitelných zdrojů, tudíž s nulovou provozní uhlíkovou stopou. Odhaduje se, že asi 50 % emisí CO<sub>2</sub> připadá při výrobě akumulátorů právě na výrobce a zbylých 50 % na těžbu vzácných surovin, takže by se daly uvažovat nejvíce pesimistické odhady na 9 tun emisí CO<sub>2</sub> uvolněných do ovzduší při výrobě akumulátorů a připočítáním okolo 10 tun CO<sub>2</sub> při výrobě elektromobilu samotného, se celkově dostaneme zhruba někam pod 20 tun emisí CO<sub>2</sub>. Je však nutno poznamenat, že automobily s elektrickým pohonem jsou stále na počátku své budoucí éry, tudíž se dá očekávat, že se výrobní procesy budou v následujících letech zlepšovat, a tedy náročnost výroby baterií a tím i jejich cena snižovat. [16]

### 3.2. Provoz

Při jízdě na silnicích se situace podstatně mění. Zmínil jsem již skutečnost, že výroba elektromobilů oproti konvenčním automobilům ekologičtější není, avšak při provozu elektromobily neprodukují žádné emise. Toto tvrzení je pravdou jen do jisté míry, neboť ke svému provozu spotřebovávají elektrickou energii, jejíž výroba, a tedy i emise CO<sub>2</sub> s ní spojené jsou závislé na energetickém mixu v dané zemi. Následující graf zachycuje celkové množství emisí CO<sub>2</sub> během životního cyklu automobilu podle typu jeho pohonu. [17]



## Množství vypuštěných emisí CO<sub>2</sub> za životní cyklus automobilu podle zdroje paliv



- Výroba a likvidace vozidla
- Produkce paliva
- Emise CO<sub>2</sub>

**Poznámka:** Hodnoty se vztahují k průměrnému vozidlu střední třídy a jsou kalkulovány k nájezdu 220 000 km.

**Zdroj:** TNO, 2015; kalkulace autora

Obrázek 10 Množství vypuštěných emisí CO<sub>2</sub> za životní cyklus automobilu podle typu pohonu [17]

Lze zde vidět i skutečnost, že pokud by se elektřina vyráběla pouze v uhelných elektrárnách, provoz elektromobilu by byl nejméně ekologickou variantou. A ačkoliv ty v České republice stále tvoří asi polovinu energetických zdrojů, tak v současné době dochází k jejich útlumu a lze do budoucna očekávat, že obnovitelné zdroje elektřiny budou naopak z našeho energetického mixu tvořit postupně větší a větší část. [17]

ČEZ se totiž chystá více než polovinu uhelných elektráren do konce roku 2035 vyřadit z provozu. Aktuální instalovaný výkon uhelných elektráren (k r. 2020) je v ČR 4641 MW a následně přestane být využíváno až okolo 3000 MW. V provozu by měly zůstat novější modernizované elektrárny. Generální ředitel ČEZ Daniel Beneš uvedl, že v Česku již není výhodné usilovat o výstavbu nové uhelné elektrárny z důvodu nízké ceny elektřiny a postupně se zvyšujícího tlaku Evropské unie na ekologii a emise CO<sub>2</sub>. [18]

Mnohem lepších výsledků by pak elektromobily dosahovaly, kdyby energii čerpaly čistě z obnovitelných zdrojů. Ty však v ČR tvoří pouze 13 % celkového energetického mixu.

To si samozřejmě automobilky uvědomují. Elon Musk například oznámil, že se postupně všechny dobíjecí stanice Tesla Supercharger odpojí od sítě a budou mít čistě solární nabíjení. [16], [17]

Některé společnosti se rozhodly zajít ještě dál a sestrojily několik automobilových prototypů, které by mohly mít solární panely zabudované přímo na karoserii. Množství vyrobené elektřiny takovými panely by bylo podstatně omezeno jejich plochou, tedy rozměry vozidla. Vozidlo by tak mohlo tento způsob využívat ke kratším dojezdům jen několika kilometrů. Především tedy pro jízdu po městě. Obzvláště účinný by pak tento způsob mohl být při popojíždění v kolonách, kde spalovací motory dosahují vysoké spotřeby. Například společnost Ford už s jedním takovým vozidlem experimentuje. Představen byl již v roce 2013. Jde o vůz s hybridním pohonem s názvem C-MAX Energi Solar Concept. Solární panely na jeho střeše jsou zde však využívány zejména pro provoz klimatizace a jiného elektrického příslušenství. [19]



Obrázek 11 Ford C-MAX Energi Solar Concept [20]

Poněkud zajímavější a jistě i odvážnější tvrzení pronesla čínská společnost Hanergy, která patří mezi jedny z největších výrobců solárních panelů. Ta se chlubí tím, že s její pokrokovou technologií, kdy automobily vybavila nejmodernějšími tenkovrstvými solárními panely s vysokou účinností (až 31,6 %), budou vozidla schopna po pouhých 6 hodinách slunečního světla urazit až 80 km jízdy čistě na solární energii. [19]

### 3.3. Likvidace

Vzhledem k tomu, že ještě neexistuje tak velké množství elektromobilů s ukončenou životností, se zdá, jakoby se otázka likvidace odkládala až do blízké budoucnosti. Přitom vysoká recyklovatelnost, která se týká především baterií, se uvádí jako jedna z výhod elektromobilů. V současné chvíli se ovšem recykluje méně než 1 % vzácných surovin z akumulátorů. Toto číslo se má ale, údajně, v blízké době podstatně navýšit a elektromobily mají za pomoci recyklace snížit nároky na využití zdrojů platiny, rhodia a paladia, které se vyskytují v katalyzátorech automobilů se spalovacími pohony. [17]

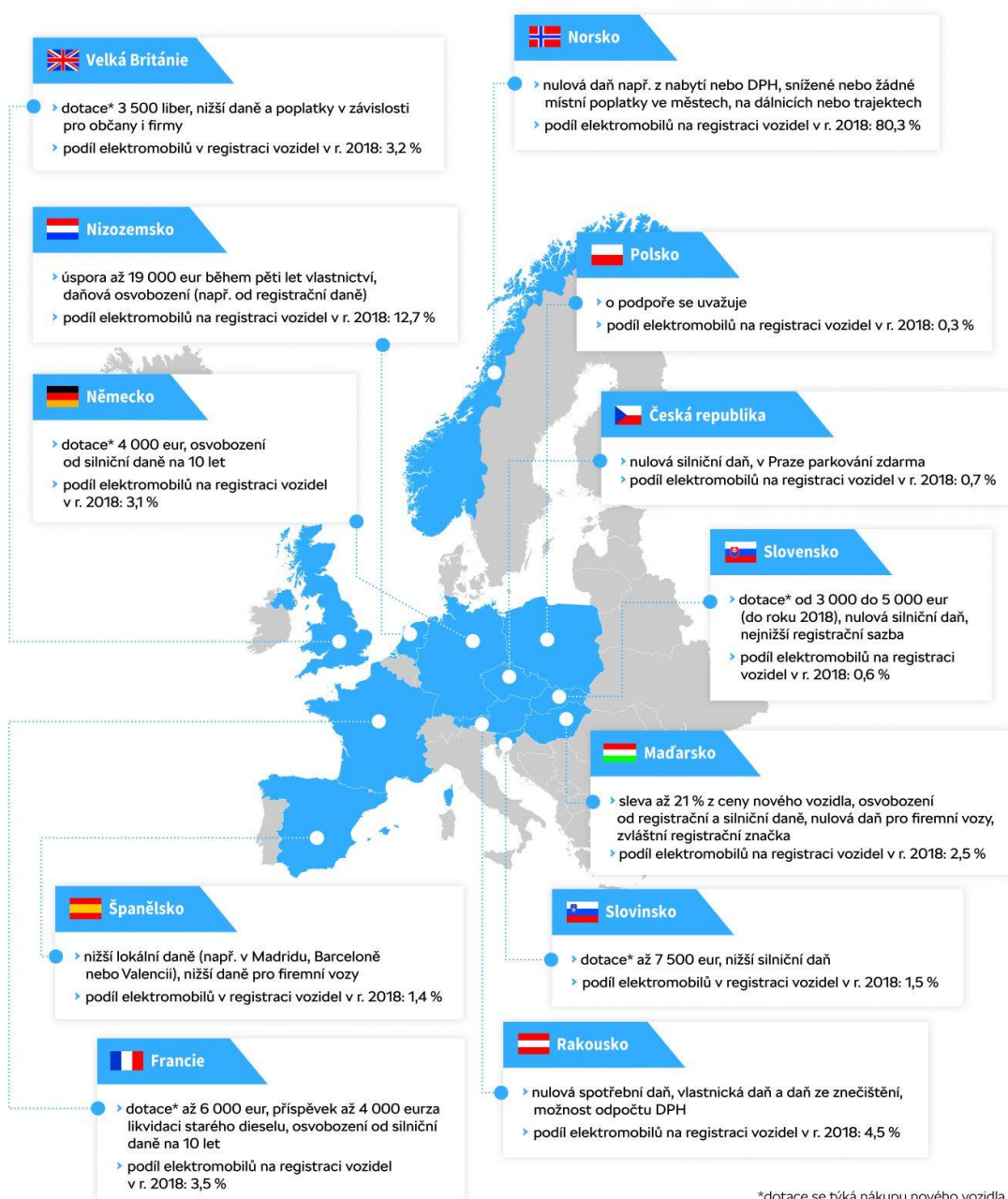
Dá se také předpokládat, že o vysloužilé akumulátory z elektromobilů bude zájem, a tedy nebude nutné je ihned likvidovat. Akumulátor, jehož kapacita po nějaké době klesne na 70 %, by mohl být jednoduše vyměněn a prodán. Proces efektivní likvidace a částečné recyklace bude tímto způsobem odložen o několik dalších let, během kterých se věří v další technologický posun. [21]

## 4. Dopad dotační politiky na budoucí vývoj prodeje elektromobilů

Investice do elektromobilu není, jak již bylo zmíněno, levnou záležitostí a jak vyplývá z obsahu minulé kapitoly, dopad provozu elektromobilu na životní prostředí závisí z velké části na energetickém mixu, ze kterého spotřebovaná elektřina pochází.



### Podpora prodeje elektromobilů v jednotlivých evropských státech a podíl nově registrovaných elektrických vozidel v roce 2018

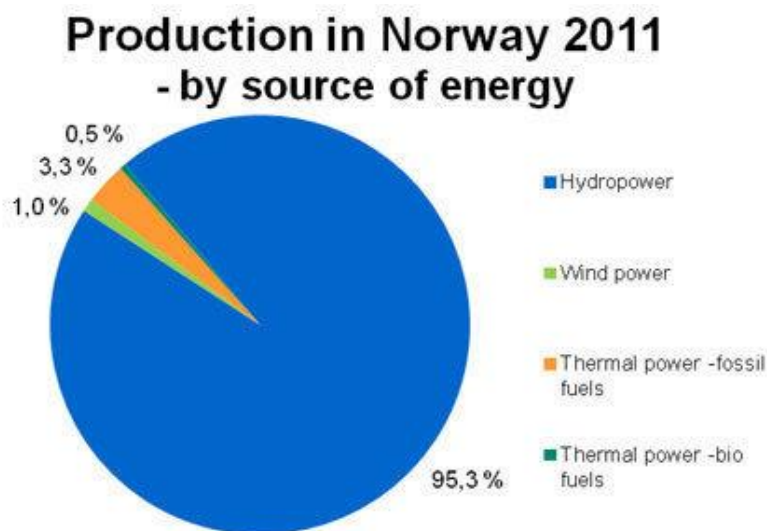


Obrázek 12 Státní podpora vybraných států EU na prodej elektromobilů [22]

V následujících letech se očekává nárůst výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů a nabízí se tedy otázka, do jaké míry by měly samy státy přispět budoucím vlastníkům vozidla s elektrickým pohonem. Každý stát se k této otázce staví trochu jinak. Sousední Německo zavedlo dotaci 4 000 eur na nákup elektromobilu, který ovšem nebude spadat mezi luxusní vozy, jako jsou například ty od firmy Tesla. V Rakousku funguje takřka stejná podpora. Velká Británie rozdává kupujícím částku 4 500 eur. Ve Francii je pak možnost požádat ještě o něco zajímavější částku, a sice 6 300 eur. V Nizozemsku jsou vlastníci elektromobilů osvobozeni od registrační daně. Portugalsko zase zavedlo odpuštění nejen registrační daně, ale i od tzv. cirkulační daně. A dále zde kupující elektromobilu dostane při sešrotování svého stávajícího vozidla dotaci 4 500 eur. Ve Švédsku jsou částkou 4 000 eur dotována všechna vozidla, která nepřesáhnou hodnotu provozních emisí 50 g CO<sub>2</sub>/km. Jednu z největších částek nabízí vláda Spojených států, a to až 7 500 dolarů. I to jistě stojí za relativním úspěchem společnosti Tesla Motors, která zde prodá s velkým přehledem největší podíl elektromobilů oproti konkurenčním modelům. Asie v tomto ohledu rozhodně není pozadu. V Číně je možnost dotace v přepočtu ve výši 6 až 10 tisíc dolarů. Japonsko nabízí dotaci na rozdíl ceny elektromobilu a srovnatelného auta se spalovacím motorem, a to až do výše 200 000 Kč, tedy pro srovnání se zmíněnými státy až 8 000 eur. S přehledem největší částku nabízí Norsko, zejména pak, porovnáme-li ji s částkami, které jsou nabízeny státy Evropské unie. Dotace na elektromobily v Norsku totiž dosahují po zohlednění všech výhod až 12 000 eur. Takové zvýhodnění zde již má za následek obrovský nárůst prodeje elektromobilů, což také vysvětluje již zmíněný podíl elektromobilů oproti konvenčním automobilům na území Norska v provozu (31 %). [23]

#### 4.1. Dotační politika v Norsku

Norsko je, co se týče rozvoje elektromobility, s velkým přehledem „napřed“ oproti zbytku světa. Je to tedy ta pravá země, chceme-li trochu nahlédnout do budoucnosti. V Norsku majitelé elektromobilů neplatí za registraci vozidla, mají nižší silniční daň, neplatí mýtné a mohou využívat zdarma všechny trajekty a tunely. Rozhodujícím faktorem se pak stala úleva od platby DPH, díky čemuž se elektromobil v Norsku oproti konvenčním automobilům skutečně ekonomicky vyplatí. Nelze se pak příliš divit tomu, že z nově registrovaných aut je zde přes polovinu právě těch elektrických. [24]



Obrázek 13 Energetický mix Norska k roku 2011 [25]

Obrázek 13 ukazuje, že Norsko vyrábí elektřinu v podstatě pouze z obnovitelných zdrojů. V takovém případě jsou pak elektromobily ve smyslu šetrnosti k životnímu prostředí obzvlášť efektivní.

Norsko se zdá být jakýmsi vzorem pro zbytek Evropy, avšak i pro takto vyspělou zemi, jakou Norsko je, se jeví nárůst elektromobility jako budoucí problém. Elektromobily stojí státní kasu velké peníze, neboť za každou uspořenou tunu oxidu uhličitého zaplatí daňoví poplatníci více než 9 900 euro.

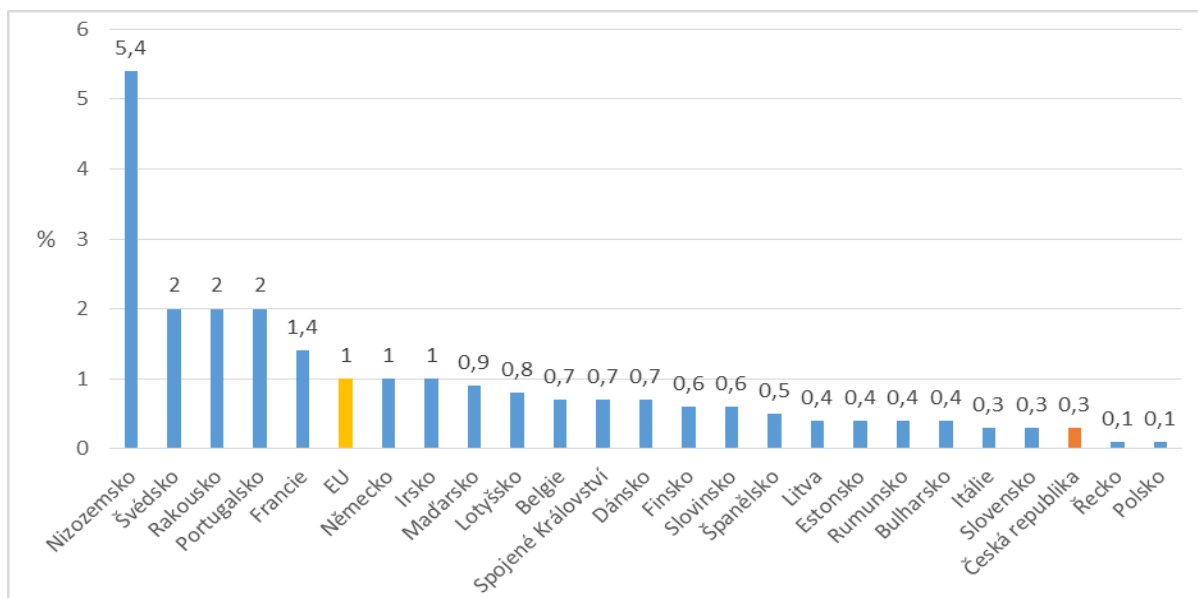
Emisní povolenky na tunu CO<sub>2</sub> se přitom na evropských trzích prodávají v řádu desítek eur. Vzhledem ke stále nízkým dojezdům také Norové využívají elektromobil až jako své druhé nebo třetí auto, čímž tato podpora ztrácí takový efekt. Jednou z dalších výhod pro majitele elektrických vozidel je zde pak možnost jízdy v pružích vyhrazených pro hromadnou dopravu. Ovšem ve chvíli, kdy tuto výsadu může využívat takto velké množství lidí, se provoz hromadné dopravy výrazně komplikuje. [26]

Dalším problémem rostoucí elektromobility v Norsku je pak nedostatečné množství dobíjecích stanic. Zdá se, že infrastruktura Norska nebyla na tak rychlý nárůst elektrických vozidel připravena. Nabíjení elektromobilu je, obzvlášť na sídlištích, každodenní problém, a to i přesto, že norská vláda zvyšuje každoročně počet dobíjecích stanic více než o čtvrtinu. [27]

Čím dál více je tedy slyšet názory, že by se některé výhody měly přinejmenším zmírnit. Až následující roky ukážou, zdali se Norsko s těmito problémy dokáže spolehlivě vypořádat a ukáže zbytku světa, že právě toto je ta správná cesta. [26]

## 4.2. Dotační politika v České republice

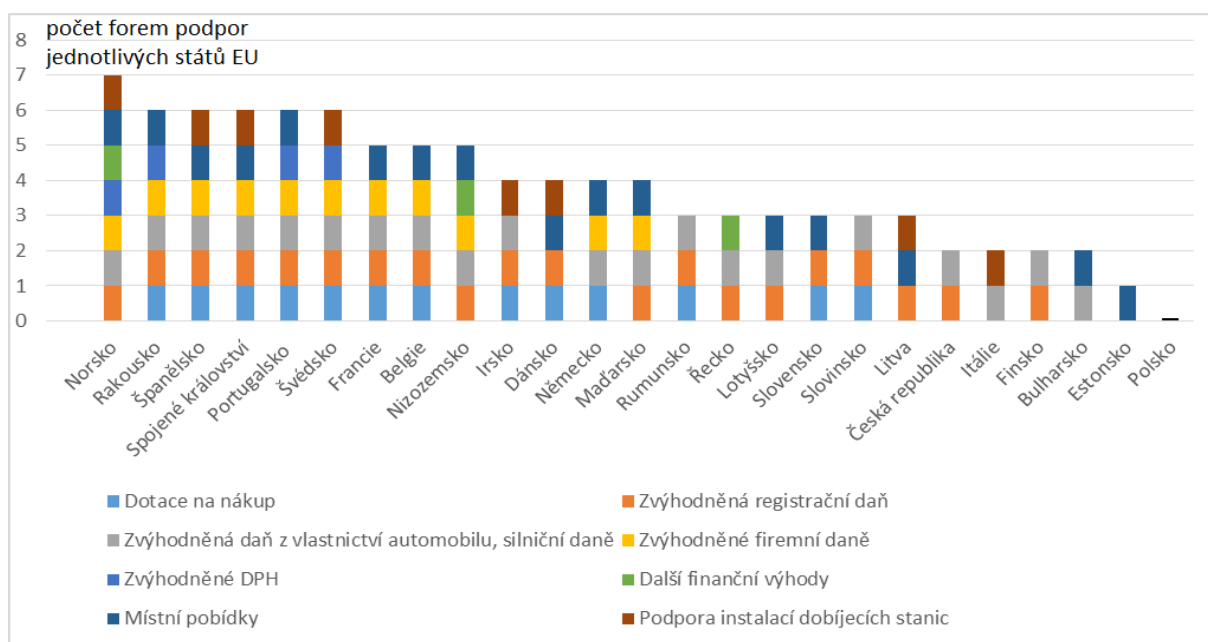
Přes velký rozmach elektromobility v Evropě, a i ve světě, byla dosud Česká republika spíše jakýmsi pozorovatelem, čekajícím, jak to celé nakonec dopadne. Avšak během posledních let zažíváme i tady nárůst počtu elektrických vozidel v provozu.



Obrázek 14 Poměr elektromobilů k osobním automobilům vybraných států EU (v %) [7]

Přesto je to zatím jen 0,3 % ze všech osobních automobilů, což je v porovnání se zbytkem Evropské unie poměrně malé číslo. Česká republika poskytuje také některé formy dotací a výhod pro vlastníky elektromobilů, avšak v daleko menší míře. Přímou finanční podporu je nabízena výhradně firmám, které za rok 2019 celou částku vyhrazenou na podporu elektromobility v ČR, 200 milionů Kč, vyčerpaly. V roce 2020 budou podmínky pro splnění nároku na dotaci ještě zpřísněny. Hranice maximální pořizovací ceny vozidla, pro který bude možný nárok na dotaci uplatnit, bude snížena na 1,2 milionu Kč a namísto 200 milionů Kč na to Česko vyhradí ze státní kasy pouze 50 milionů. Podpora pak nebude mít, oproti loňskému roku, vliv na nákup hybridních, či plug-in hybridních vozidel. Výše dotací bude procentuální z ceny vozidla, a sice 20 % pro velké, 25 % pro střední a 30 % pro malé podniky. [7], [28]

Dotační postoj České republiky k elektromobilitě velmi dobře zachycuje Obrázek 15.



















Obrázek 15 Druhy podpor elektromobility zavedené ve vybraných státech Evropy [7]

Zde jsou seřazeny vybrané státy Evropy podle počtu výhod a podpor, které vlastníkům elektromobilů nabízejí. Česká republika se v tomto srovnání nachází téměř na konci, nicméně úplně uzavřena celé elektromobilitě není. Je v plánu, aby do konce roku 2020 byla až čtvrtina vozidel státní správy na hybridní nebo plně elektrický pohon. Do konce roku 2030 by to pak mělo být až 50 %. Do budoucna pak Ministerstvo životního prostředí zvažuje i dotace na přímou finanční podporu nákupu elektromobilů občany. Rozvoj infrastruktury a podporu výstavby nových nabíjecích stanic se chystá podpořit i Ministerstvo dopravy. Další forma podpory, která v grafu znázorněna není, je parkování elektromobilů na území hl. m. Prahy, po zaplacení jednorázového poplatku 100 Kč, zdarma. Toto opatření může mnoha lidem ušetřit i tisíce korun ročně. Úplně zády se tedy Česká republika k elektromobilitě nestaví, a to také proto, že rozvoj elektromobility pomáhá plnit český cíl 14% podílu obnovitelných zdrojů v dopravě do konce roku 2030. Studie odhadují, že prodeje elektromobilů, plug-in hybridů, hybridů a elektromobilů s palivovými články by měly v Evropě dosáhnout za pomoci plánovaných politických opatření 5-21 % všech osobních automobilů. Zvyšování podílu elektromobilů na trhu samozřejmě úzce souvisí s vývojem jejich cen, zejména pak v porovnání s vývojem cen konvenčních automobilů. Celkový efekt na životní prostředí je spojen s energetickým mixem dané země. S nárůstem podílu obnovitelných zdrojů v českém energetickém mixu lze očekávat i nárůst dotací na elektrická vozidla, a tudíž i nárůst jejich prodeje. [7]

## 5. Základní rozdělení elektromobilů

Za elektromobil je považováno každé vozidlo využívající ke svému pohybu elektrickou energii, avšak druhů elektromobilů je dnes celá řada. Některé existují teprve velmi krátkou dobu, neboť jde o každoročně se rozvíjející technologie, a tak se názvosloví teprve postupně formují. Nejběžnější typy elektromobilů se pokusím stručně popsat v této kapitole. [29]

	 KONVENČNÍ	 HYBRID	 PLUG-IN HYBRID	 ELEKTRICKÉ
<b>ZDROJ ENERGIE</b>				
<b>SPOTŘEBA</b>				
<b>EMISE</b>				

Obrázek 16 Základní rozdělení elektromobilů [29]

### 5.1. BEV

Zkratka BEV vychází z anglického výrazu „battery electric vehicle“. Jde o elektrické vozidlo, které k ukládání potřebné energie využívá pouze baterii. Taková baterie se poté může nabíjet dvěma způsoby. Jednak rekuperací, kdy je potenciální energie vozidla přeměňována během brzdění na elektrickou, anebo nabíjením přímo ze sítě. Takové vozidlo má nulové provozní emise CO<sub>2</sub> na km a je tedy z již zmíněných důvodů, souvisejících s omezením vypouštěných látek do ovzduší, v dnešní době postupně zařazováno do katalogu téměř každé větší automobilové společnosti. [29], [30]

### 5.2. HEV

Zkratka HEV znamená „hybrid electric vehicle“, tedy hybridní elektrické vozidlo. Jde o takové vozidlo, které ke svému pohybu využívá jak spalovací motor, tak i elektromotor. Hlavním průkopníkem této technologie je Toyota, která již před více než 20 lety uvedla na trh svůj první takový elektromobil, model Prius. Nešlo sice o první hybridní elektromobil vůbec, avšak Toyota přišla na způsob, jak efektivně využívat elektromotor ve spolupráci se spalovacím motorem, a tedy i jak řídit nabíjení a vybíjení baterie pomocí výpočetního systému, bez kterého dnes žádný hybrid nemůže kvalitně fungovat. Elektromotor zde doplňuje funkci spalovacího motoru při jeho okamžité nízké efektivitě. [31]



*Obrázek 17 Toyota Prius [31]*

Hybridní vozy lze pak dále dělit do několika skupin, které se liší typem poháněcího motoru na sériové, paralelní a kombinaci obou. Sériové hybridy využívají k pohybu vždy pouze elektrický motor. Spalovací motor slouží výhradně k dobíjení jeho baterie. Sériová hybridní vozidla dosahují skvělých výsledků v městském provozu, zejména porovnávané-li je s konvenčními vozidly, která jsou při jízdě po městě méně efektivní. Paralelní hybridy jsou schopny kromě jízdy za pomoci elektromotoru využívat k pohybu i spalovací motor, a podle potřeby přepínat mezi nimi, či zaměstnávat oba současně. Takový typ pohonu je v porovnání se sériovým efektivnější při vyšších rychlostech. Sériový/paralelní hybrid je pak schopen střídát tyto dva režimy. [29], [32]

Druhý způsob dělení rozlišuje hybridní elektromobily na micro, mild, full a plug-in hybridy. Micro hybrid je takové vozidlo, které využívá především spalovací motor, avšak je doplněn o funkci start/stop a akumulátor vozidla se nabíjí pomocí rekuperace. Mild hybrid pak využívá k jízdě elektromotor, který je ale připojován k pohonu především při rozjíždění a nikdy nepracuje samostatně bez spalovacího motoru. Full hybrid je elektromobil, který dokáže k jízdě využívat jak čistě spalovací motor, tak čistě elektrický motor. Od plug-in hybridu se liší tím, že jeho baterii nelze dobít přímo ze sítě, ale pouze během jízdy. Plug-in hybrid totiž disponuje i baterií s poměrně velkou kapacitou, která dnes běžně umožňuje dojezd přes 50 km a je tedy vhodný jak pro jízdu po městě, kdy využívá především elektromotor, tak i na delší vzdálenosti a vysoké rychlosti, kde využívá spalovací motor. V blízké době se na českém trhu objeví plug-in hybrid Škoda Superb iV. [29]





*Obrázek 18 Výhody a nevýhody plug-in hybridů [29]*

### 5.3. FCEV

Označení pro „full cell electric vehicle“. Jde o elektromobily, které jsou vybaveny palivovými články. Ty obsahují nádrž s vodíkem, který se postupně přeměňuje na elektrickou energii a páru. Elektrická energie je pak dále využívána elektromotorem k pohybu vozidla. Tento typ vozidel se zatím příliš nerozšířil. Hlavní překážkou je poměrně vysoká cena vodíku, která je způsobena mimo jiné velmi nízkou energetickou efektivností jeho výroby. Dále je také složité jeho skladování. Velkou předností při srovnání s ostatními typy elektromobilů by zase ovšem mohl být rychlý způsob doplňování energie, tedy tankování vodíkové nádrže. [30]

## 6. Srovnání technických parametrů elektromobilu a konvenčního automobilu

V této kapitole provedu technické srovnání vždy pro dvojici vozidel o různém typu jejich pohonu. Srovnávat budu v obou případech elektromobil a automobil s konvenčním pohonem. Cílem bude porovnat vozidla jak v nižší, tak i vyšší užitkové kategorii a dále pak provést v následující kapitole, na základě těchto technických údajů, ekonomické srovnání.

### 6.1. Technické srovnání Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Pro své první srovnání jsem si vybral automobily Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D. Především proto, že jde o první a dosud jediný elektromobil typu BEV od značky Škoda. Dalším aspektem k výběru právě tohoto vozu je pak existence modelu jak s elektrickým, tak i benzinovým pohonem. Kromě pohonu jde tedy o dvě téměř shodná vozidla, která uživatelům zajišťují podobné služby a komfort. Benzinová verze je dostupná v typu 3D a 5D. Označení symbolizuje počet dveří vozu, kdy se kromě klasických bočních dveří považuje za dveře i zadní otevírání kufru. Elektrická verze má vždy čtyři boční dveře a jedny zadní. Ke srovnání tedy pro větší podobnost s elektrickým modelem použiji benzinovou verzi 5D. K získání technických parametrů vozidel jsem využil oficiální informace na webových stránkách značky Škoda ([www.skoda-auto.cz](http://www.skoda-auto.cz); [www.skoda-storyboard.com](http://www.skoda-storyboard.com)), příp. je doplněn zdroj jinak.

Škoda CITIGOe iV		Škoda CITIGO 5D	
cena	479 000 Kč	cena	207 200 Kč
výkon	61 kW	výkon	44 kW
pohon	elektrický	pohon	benzinový
převodovka	1-stup. automat.	převodovka	5-stup. mechanická
kapacita baterie	36,8 kWh	objem nádrže	35 l
spotřeba	12,9 kWh/100 km	spotřeba	4,9 l/100 km
dojezd (vypočtený)	252 (285) km	dojezd (vypočtený)	714 km
délka	3597 mm	délka	3597 mm
šířka	1645 mm	šířka	1645 mm
výška	1478 mm	výška	1481 mm
hmotnost	1530 kg	hmotnost	1330 kg
maximální rychlost	130 km/h	maximální rychlost	162 km/h
zrychlení 0-100 km/h	12,3 s	zrychlení 0-100 km/h	14,4 s
emise CO <sub>2</sub>	0 g/km	emise CO <sub>2</sub>	97 g/km

Tabulka 1 Srovnání technických parametrů vozidel Škoda CITIGO 5D a Škoda CITIGOe iV

Prvním, a také jedním z nejdůležitějších aspektů obou modelů je jejich cena. Cena je zde tak, jak je uvedena na oficiálních webových stránkách společnosti Škoda, a to včetně DPH. Aktuální cena závisí na konkrétní výbavě a uvádí ji autorizovaný prodejce vozů Škoda. Rozdíl v ceně elektrického a benzinového modelu v základní výbavě je více než dvojnásobný. Důvodem je již zmíněná vyšší cena výroby některých prvků elektromobilu, především jeho baterie. Právě ta má zásadní vliv na většinu technických parametrů v tomto srovnání. Kromě ceny samozřejmě ovlivňuje i dojezd vozu.

Ze zjištěných informací o její schopnosti uchovávání energie, která činí až 36,8 kWh, jsem za pomoci údaje o spotřebě vozidla, která se uvádí 12,9 kWh/100 km, vypočítal teoretický možný dojezd vozu 285 km. Oficiální čísla společnosti škoda uvádějí dojezd menší, a sice 225-274 km. To je patrně způsobeno tím, že skutečná spotřeba vozidla je ve skutečnosti o něco větší, než se uvádí. A to obzvláště v situacích, kdy dochází k množství ztrát při častém brzdění a následných rozjezdech, dále pak v nedokonalosti řízení vozu či agresivnější jízdě a celkově jiných než laboratorních podmínkách zajištěných při oficiálním měření spotřeby. Dále je také třeba uvažovat, že baterie není běžně nabíjena na 100% kapacitu, stejně tak jako není nikdy úplně vybita, což zvyšuje její životnost.

Baterie také v neposlední řadě výrazně zvyšuje celkovou hmotnost elektrické verze vozu, která je v porovnání s benzinovou o 200 kg těžší. Samotná baterie elektromobilu totiž váží 248 kg. [33]

Maximální rychlost elektromobilu je omezena na 130 km/h. Patrně kvůli obecně vyšší spotřebě elektromobilů při vysokých rychlostech, dále pak možná symbolicky dosahuje právě maximální povolené rychlosti na dálnicích ČR. [34]

Dojezd benzinového modelu jsem spočítal obdobně za pomoci uváděného objemu nádrže a spotřeby vozu. Výsledek 714 km je opět více než dvojnásobný, a tedy hovoří jasně ve prospěch konvenčního vozidla.



Obrázek 19 Škoda CITIGOe iV [35]

Spotřeba paliva benzinové verze se podstatně liší při jízdě po městě a mimo město od 3,9 l/100 km až po 4,9 l/100 km. Vzhledem k povaze srovnání, kdy jde o vozidlo s názvem CITIGO, určeno převážně pro jízdu po městě, a kdy na druhé straně stojí model elektrický, který málokdo bude využívat mimo město, jsem použil údaj spotřeby pro jízdu po městě, tedy 4,9 l/100 km.

Ovšem ne všechny technické parametry se přiklání na stranu konvenčního vozu. Elektrický motor, který je zde synchronní s permanentními magnety, dodává elektromobilu výrazně vyšší maximální

výkon než spalovací, a sice 61 kW oproti 44 kW. I díky tomu je vůz schopen dosáhnout rychlosti 100 km/h o více než 2 sekundy rychleji než jeho benzinový kolega.

Dále je třeba zohlednit i fakt, že elektromobily obecně nemají manuální převodovku. Pro spoustu lidí pak může být automatická převodovka jedním z rozhodujících aspektů při výběru vozu.

Rozměry obou vozidel jsou takřka stejné. Obrázek 19 zachycuje Škodu CITIGOe iV.

Zajímavé je, že přestože se jedná o automobily nižší cenové kategorie, a tomu odpovídá i nízký výkon a relativně nízká spotřeba, emise CO<sub>2</sub> benzinové verze by nesplňovaly již zmíněné cíle, které by automobilky měly od konce roku 2020 dodržet, tedy 95 g/km. Na trhu byste jen velmi obtížně hledali benzinové vozidlo s nižšími emisemi CO<sub>2</sub>, což jen potvrzuje, jak odvážný, ne-li nemožný cíl musí automobilky splnit, a že investice do elektromobility je pro ně v tuto chvíli skutečně nezbytná.

## 6.2. Technické srovnání Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Ke svému druhému srovnání jsem si vybral elektromobil Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback. Důvodů bylo několik. První srovnání je prováděno pro vozy nižší užitkové třídy, tedy ve druhém jsem zvolil vozy střední třídy. Hyundai IONIQ mě také zaujalo svou stále poměrně přívětivou cenou, za kterou nabízí zajímavý výkon. Vzhledově jde o velmi nápaditý model, který si jistě najde řadu zájemců. Zároveň se elektromobil svojí cenou nedostane nad hranici vytyčenou pro získání státní podpory. Stejně jako u Škody CITIGOe iV jde o čistý elektromobil BEV. K tomuto vozu pak bylo třeba zvolit podobný model se spalovacím motorem. Svým velmi podobným vzhledem se nabízel právě model Hyundai i30 Fastback. Ten má také takřka stejný výkon a je nabízen i ve stejné užitkové variantě Style. K získání technických parametrů vozidel jsem využil oficiální informace na webových stránkách značky Hyundai ([www.hyundai.cz](http://www.hyundai.cz)), příp. je doplněn zdroj jinak.

Hyundai IONIQ Style		Hyundai i30 Fastback Style	
cena	999 990 Kč	cena	439 000 Kč
výkon	100 kW	výkon	103 kW
pohon	elektrický	pohon	benzinový
převodovka	1-stup. redukční	převodovka	6-stup. manuální
kapacita baterie	38,3 kWh	objem nádrže	50 l
spotřeba	13,8 kWh/100 km	spotřeba	5,1 l/100 km
dojezd (vypočtený)	311 (276) km	dojezd (vypočtený)	980 km
délka	4470 mm	délka	4455 mm
šířka	1820 mm	šířka	1795 mm
výška	1450 mm	výška	1425 mm
hmotnost	1575 kg	hmotnost	1330 kg
maximální rychlost	210 km/h	maximální rychlost	165 km/h
zrychlení 0-100 km/h	9,9 s	zrychlení 0-100 km/h	9,1 s
emise CO <sub>2</sub>	0 g/km	emise CO <sub>2</sub>	117 g/km

Tabulka 2 Srovnání technických parametrů vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Tabulka 2 zachycuje některé technické parametry vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback. Na první pohled je opět patrný velký rozdíl v jejich ceně. Elektromobil zde cenově vyjde na více než dvojnásobek. Cena je uvedena podle cenového katalogu Hyundai, skutečná cena českých prodejců se může lišit.

Výkon obou vozidel je, jak již bylo zmíněno, velmi podobný, a sice 100 kW pro elektromobil a 103 kW pro benzínový vůz. Elektromobil k pohonu využívá synchronní motor s permanentními magnety.

Spotřebu obou vozidel jsem zvolil jako takovou, kterou oba vozy dosahují mimo město, neboť budu v ekonomické studii uvažovat o nákupu těchto vozů jakožto služebních vozů na dlouhé služební cesty. Kapacita baterie elektromobilu dosahuje 38,3 kWh, což zajišťuje pozoruhodný dojezd 311 km. Benzínový model je ovšem schopný urazit vzdálenost více než třikrát větší, a to až 980 km. Rozměry obou vozidel jsou velmi podobné. Stejně jako u Škody CITIGO je pak elektromobil v porovnání s benzínovým vozem podstatně těžší.

Nebude překvapením, že benzínové vozidlo je schopno dosáhnout větší maximální rychlosti oproti elektromobilu, kterým se často maximální rychlost omezuje z důvodu vysoké spotřeby elektrické energie při vyšších rychlostech. Zajímavé je, že benzínový i30 Fastback dosahuje rychlosti 100 km/h téměř o vteřinu rychleji než elektrický IONIQ. Přitom právě zrychlení je u elektromobilů považováno za jednu z jejich nejlákavějších vlastností.

Hyundai i30 Fastback by, stejně jako Škoda CITIGO 5D, nesplňoval emisní cíle CO<sub>2</sub>, které budou muset automobilky od konce roku 2020 plnit. Cíl pro rok 2021 je 90 g/km, jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2 Vliv emisí CO<sub>2</sub> na vývoj elektromobility. Hodnota emisí CO<sub>2</sub> tohoto vozu dosahuje 117 g/km.



*Obrázek 20 Hyundai IONIQ [36]*

## 7. Ekonomické srovnání elektromobilu a konvenčního vozidla

V této kapitole jsem provedl ekonomické srovnání vozidel, které jsem technicky popsal v předchozí kapitole. Výpočty jsou prováděny jako porovnání dvou investic pro právnickou osobu. Právnická osoba bude firma, která uvažuje o nákupu elektromobilů nižší cenové kategorie pro denní rozvoz a dále několika služebních vozů střední cenové kategorie. Cílem bylo zjistit, zda se investice do elektromobilů oproti konvenčním automobilům firmě vyplatí.

Vzhledem k tomu, že jde o právnickou a nikoli fyzickou osobu, bude možné využít finanční podpory nabízené v současné době státem ČR. Porovnání investic je provedeno na základě jejich čisté současné hodnoty (NPV). Metoda zohledňující NPV zahrnuje do výpočtu i časovou hodnotu peněz, jejíž význam je pro fungování firmy podstatný. K jejímu provedení bylo důležité správně určit diskont, o čemž bude pojednáno v následujících kapitolách.

### 7.1. Základní parametry

Zde uvádím jednotlivé parametry, či postupy jejich výpočtu, které budou pro mé ekonomické analýzy podstatné.

#### 7.1.1. Využití dotací

Státní dotace by byly využity v plné výši 30 % z ceny elektromobilu, neboť jsou výpočty provedeny pro malou firmu, která má na tuto dotaci nárok, jak bylo vysvětleno v jedné z předchozích kapitol. Elektromobil musí být levnější než 1 200 000 Kč, což oba elektromobily v této studii splňují. Tato státní finanční podpora výrazně zvýhodní investici do elektromobilu. O tuto podporu je samozřejmě třeba oficiálně požádat a jak již bylo zmíněno, vláda v letošním roce (2020) uvolnila k tomuto účelu jen 50 milionů Kč, což je čtyřikrát méně než v roce minulém. Je tedy otázka, jak obtížné bude dotaci získat v roce následujícím, a zda se celková částka nevyčerpá rychleji, než si o ni firma stihne zažádat. Předpokládejme ale, že naše firma si žádost o dotaci stihla podat včas a zároveň splnila všechny stanovené podmínky pro její získání.

#### 7.1.2. Spotřeba energií

Firma má v plánu provozovat vozy nižší užitkové kategorie pro rozvoz po městě a vozy střední kategorie zejména mimo město, dle čehož je určena i spotřeba vozidel. Spotřebu energií spočítáme na rok za pomoci technických údajů v předchozí kapitole, množství ujetých kilometrů za den a počtu pracovních dní v roce, který jsem podle kalendáře stanovil na 252 dní.

Nejprve je třeba spočítat množství najetých kilometrů za rok.

$$V_{rok} = V_{den} * D_{rok} \quad (1)$$

$V_{rok}$  ... množství najetých kilometrů za rok (km/rok)

$V_{den}$  ... množství najetých kilometrů za den (km/den)

$D_{rok}$  ... počet pracovních dnů v roce (dny/rok)

Spotřeba energií vozidla za rok pak bude vycházet z konkrétní spotřeby vozu, která se pro každé vozidlo liší.

$$S_{rok} = \frac{S_{100km}}{100} * V_{rok} \quad (2)$$

$S_{rok}$  ... spotřeba energií vozidla za rok (kWh) nebo (l) (podle typu pohonu vozidla)

$S_{100km}$  ... spotřeba energií vozidla na 100 km (kWh/100km) nebo (l/100km) (podle typu pohonu vozidla)

### 7.1.3. Cena energií

Cenu benzínu jsem určil jednoduše podle nákupní ceny benzínu jakožto komoditní veličiny k dnešnímu dni.

\*Dnešního dne 21. 3. 2020 je uváděna cena benzínu včetně DPH **29,31 Kč/l**.<sup>1</sup>

(cena může být výrazněji ovlivněna právě probíhající virovou pandemií)

Pro určení ceny elektřiny jsem zvolil ceník od společnosti PRE, kde se vyskytuje sazba C27d E MOBILITA pro firmy a podnikatele a který je platný od 1. 1. 2020.

Využijeme rozdělení tarifu na nízký a vysoký. Nízký tarif trvá 8 hodin a stanoví se na konkrétní dobu zpravidla mezi večerními a ranními hodinami. V tuto dobu budeme elektromobily nabíjet. K tomu bude v obou případech potřeba investovat do tzv. wallboxu, který podstatně zkrátí dobu nabíjení vozidla.

Celková cena elektřiny sestává kromě dílčích složek v Kč/kWh také z měsíčních a ročních stálých poplatků, které očekávám, že by firma musela platit i bez využití elektromobilů, a tudíž je do ceny elektřiny nebudu zahrnovat. Dále předpokládám, že nebude třeba kvůli nabíjení elektromobilů navyšovat velikost jističe, což by mělo za následek další, s tím spojené náklady.

Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Cena za spotřebovanou elektřinu	1,58600	Kč/kWh
Cena za distribuované množství elektřiny	0,16493	Kč/kWh
Cena na podporu elektřiny z podporovaných zdrojů energie	0,49500	Kč/kWh
Daň z elektřiny	0,02830	Kč/kWh
Cena za systémové služby	0,07712	Kč/kWh
<b>Celková cena elektřiny</b>	<b>2,35135</b>	<b>Kč/kWh</b>

Tabulka 3 Dílčí složky ceny elektřiny<sup>2</sup>

Celková cena elektřiny je tedy po zahrnutí všech dílčích složek **2,35135 Kč/kWh**.

### 7.1.4. Roční provozní náklady

Roční provozní náklady jednotlivých vozidel budou vycházet z jejich konkrétní spotřeby a typu jejich pohonu. Konkrétní hodnotu pak získáme součinem spotřeby energií vozidla za rok a ceny energií.

$$N_{rok} = S_{rok} * P_e \quad (3)$$

$N_{rok}$  ... náklady za provoz vozidla na rok (Kč)

$S_{rok}$  ... spotřeba energií vozidla za rok (kWh) nebo (l) (podle typu pohonu vozidla)

$P_e$  ... cena energií za kWh nebo l (Kč/kWh) nebo (Kč/l) (podle typu pohonu vozidla)

<sup>1</sup> zdroj: <https://www.kurzy.cz/komodity/benzin-nafta-cena/>

<sup>2</sup> zdroj: <https://www.pre.cz/Files/firmy/elektrina/seznam-produktu/preekoproud/cenik-preekoproud-predistribuce/>

Dále je třeba k ročním provozním nákladům přičíst také servisní náklady. Servisní náklady jsou pro elektromobily uváděny výrazně nižší, avšak je velmi obtížné je odhadnout. Elektromobily ještě nejsou dostatečně rozšířeny, aby se dalo vycházet ze zkušeností, a tak nám musí postačit odhady. Neexistuje zcela jasný zdroj, který by uváděl důvěryhodná čísla. Náklady elektromobilu na servis jsem po radě automechanika stanovil na 75 % těch pro konvenční vozy, přitom ve skutečnosti by to patrně mohlo být ještě o něco méně kvůli obecně nižší poruchovosti. Majitel elektromobilu také například ušetří za pravidelnou výměnu motorového oleje, který tyto vozy ke svému provozu nepotřebují. Konkrétní náklady se pak liší podle cenové kategorie vozu. Tato čísla jsou velmi hrubě odhadnuta a uvědomuji si jejich nepřesnost, mají tedy spíše znázornit rozdílnost těchto nákladů pro konvenční a elektrická vozidla. Dále se domnívám, že při úplném zanedbání těchto nákladů by ve výsledku došlo k nepřesnosti větší. Z tohoto důvodu jsem je ve výpočtu ponechal.

#### 7.1.5. Diskont

Diskont neboli diskontní míra je velmi důležitý parametr při výpočtu každé investiční příležitosti. Je mnoho možností, jak diskont zvolit, přičemž z velké části také záleží na osobním uvážení.

Jednou z možností k určení diskontní míry je metoda zahrnující ukazatel WACC (weighted average cost of capital), tedy vážený průměr nákladů na kapitál. Ta nám udává, kolik bude firma muset zaplatit za svůj kapitál, což tedy zároveň znázorňuje minimální požadovanou míru výnosnosti. K této metodě je třeba znát některé informace o firmě, jako např. již zmíněnou úrokovou míru za cizí kapitál a vlastní kapitál. Tuto informaci bohužel pro svou analýzu nemám k dispozici, a tedy výpočet ukazatele WACC není možný.

Dále můžeme k určení diskontní míry využít míru inflace. Tu jsem stanovil průměrnou hodnotou za poslední dva roky podle údajů uváděných Českým statistickým úřadem na hodnotu 2,7 %.<sup>3</sup> Diskontní míru by pak tedy firma mohla stanovit stejnou v případě, kdy by neměla vypůjčený žádný cizí zpoplatněný kapitál. Při nárůstu firmy rovnajícimu se míře inflace by pak společnost nebyla ztrátová, avšak zároveň by nevykazovala žádný reálný nárůst. Tuto hodnotu zároveň považuji za spodní hranici diskontu.

Očekávám, že právnická osoba, pro kterou je analýza prováděna, si bude muset kvůli této investici požádat v bance o úvěr. Diskontní míru pro tuto analýzu jsem tedy určil podle úroků, které firma bude muset bance průběžně vyplácet. V současné chvíli je nabízen nejnižší úrok okolo 4,5 %. Předpokládám, že jde o solventní firmu s dobrou historií a pověstí, a tedy si bude schopna tento úrok zajistit. Pro firmu by bylo příjemné, kdyby alespoň daných 4,5 % byla schopna ze svých aktivit získat. Diskontní míru jsem tedy stanovil právě 4,5 %. Tuto hodnotu diskontu považuji za bezpečnou. O vlivu diskontu na výslednou čistou současnou hodnotu hovoří kapitola 7.2.1 Citlivostní analýza Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D.

#### 7.1.6. Prodejní hodnota konvenčního vozu

Po skončení doby investice firma konvenční vozy prodá, neboť ty, jak je známo, dosahují podstatně delší doby životnosti oproti elektromobilům. Pro správné odhadnutí jejich prodejní hodnoty jsem kontaktoval společnost Generali Česká pojišťovna a.s., která pro tyto účely využívá vlastní výpočetní algoritmus. Ten je pro fungování pojišťovny naprosto stěžejní, a proto jsou na jeho přesnost kladeny vysoké nároky. Určení přesné hodnoty vozu v každém pojistném plnění je pro pojišťovnu klíčové. S jeho pomocí jsem pro obě konvenční vozidla v mé studii určil jeho předpokládanou hodnotu po dané době. Pro elektromobily tento algoritmus bohužel využít nešel, neboť jde o nové vozy a novou technologii, pro kterou si v odvětví pojišťoven teprve hledají správné postupy výpočtů. Dále pak mnohdy ani není jasné, s jakou životností lze u elektromobilů počítat.

---

<sup>3</sup> zdroj: [https://www.czso.cz/csu/czso/inflace\\_spotrebiteleske\\_ceny](https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebiteleske_ceny)



Hodnoty výchozích parametrů z přechozích kapitol, které budou shodné pro obě mé ekonomické analýzy, shrnuje následující tabulka.

cena elektřiny	2,35135 Kč/kWh
cena benzínu	24,22 Kč/l
počet pracovních dnů za rok	252 dnů
dotace na elektromobil	30 % z jeho ceny
diskont	4,5 %

*Tabulka 4 Výchozí hodnoty pro ekonomická srovnání*

## 7.2. Ekonomické srovnání Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Na jedné straně tohoto srovnání stojí vozidlo s benzínovým pohonem Škoda CITIGO 5D, na straně druhé pak elektromobil Škoda CITIGOe iV. Oba vozy se nachází v nižší užitkové kategorii. Kromě stejného výrobce byl zvolen i stejný model obou vozidel. Technické rozdíly obou vozidel popisuje kapitola 6.1 Technické srovnání Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D.

Při koupi elektrického vozu využijeme aktuální nabídky značky Škoda s názvem EKOBONUS. Ten zahrnuje k nákupu elektromobilu i zmíněnou domácí nabíjecí stanici neboli wallbox zdarma. A to včetně instalace, čímž se tedy předejde dalším, s tím spojeným, nákladům.

Vozy budou využívány k dennímu rozvozu zboží. Pro správný odhad takového denního nájezdu jsem kontaktoval paní Janu Stašovou ze zákaznické podpory společnosti damejido.cz s.r.o., kde bylo využíváno několika elektromobilů k denní rozvážce zboží. Ta mi sdělila, že jejich vozy běžně najezdily 150-170 km denně. Po tomto zjištění jsem tedy zvolil denní nájezd průměrně 160 km. Společnost Škoda na svých webových stránkách uvádí, že životnost baterie elektromobilu značky Škoda je shodná s životností elektromobilu a měla by dosahovat alespoň 8 let, po kterých bude baterie stále vykazovat nejméně 70% kapacity. Avšak je pravděpodobné, že tento odhad nepočítá s velkým denním nájezdem, který jsem pro tuto analýzu zvolil. Investici budeme počítat pro 6 let, po této době tedy skončí i životní cyklus elektromobilu, neboť výměna staré baterie za novou v tuto chvíli není ekonomicky výhodná.

Je to způsobeno tím, že automobilky musí na každý prodaný elektromobil doplácet již v tuto chvíli desítky až stovky tisíc korun. Důvodem pro výrobu elektromobilů jsou především zmíněné celkové průměrné emisní limity, které automobilky musí plnit, a které se při prodeji elektromobilů výrazně snižují. Překročením těchto limitů by musely platit daleko více než doplácí v tuto chvíli na výrobě elektromobilů. Avšak prodej samostatných baterií pro elektromobily se do tohoto součtu nezapočítává, tedy jejich celkové emisní hodnoty nesnižuje. Automobilky pak nemají důvod jejich prodej dotovat, a tudíž cena baterií dosahuje téměř ceny nového vozidla. To je samozřejmě velmi neekologické, neboť při výměně baterie by vozidlo mohlo několik dalších let fungovat a je to něco, na co by se v následujících letech podle mého názoru měla Evropská unie zaměřit. Stačilo by například počítat prodané baterie do elektromobilů s příslušnou životností do celkových průměrných emisí CO<sub>2</sub> podobně jako prodané elektromobily. Do té doby se asi musíme smířit s životností elektromobilů odpovídající životnosti jejich baterií.

Výchozí cena nového vozu	171 240 Kč
Obvyklá cena ojetého vozidla	98 219 Kč
Kilometrová korekce (najeto 241 920 km)	-34 377 Kč
Obvyklá cena ojetého vozidla včetně kilometrové korekce	63 802 Kč

*Tabulka 5 Ocenění ojetého vozidla Škoda CITIGO 5D*

Tabulka 5 znázorňuje ocenění ojetého vozidla Škoda CITIGO 5D. Toto ocenění bylo zpracováno specialistou ze společnosti Generali Česká pojišťovna a.s. podle mnou zadaných parametrů odpovídajících požadavkům studie, včetně doby provozu vozidla a počtu najetých kilometrů. Hodnota vozidla Škoda CITIGO 5D po 6 letech provozu a celkem najetých 241 920 km je zde odhadnuta na **63 802 Kč** bez DPH. Lze si všimnout, že námi zvolený denní nájezd odpovídající donáškové společnosti výrazně přesahuje průměrný denní nájezd tohoto vozidla, a tedy algoritmus pojišťovny automaticky upravil hodnotu vozidla o - 34 377 Kč. Tabulka 6 symbolicky zachycuje průběh výpočtu. Vlastní výpočet se nachází v příloze.

	Škoda CITIGOe iV	Škoda CITIGO 5D
cena vozidla bez DPH	395 868 Kč	171 240 Kč
spotřeba energie na 100 km	12,9 kWh/100 km	4,9 l/100 km
spotřeba energie na rok	5201 kWh	1 976 l
roční náklady energií	12 230 Kč	47 857 Kč
náklady na rok	18 144 Kč	24 192 Kč
státní podpora	30 %	-
nákladové NPV	<b>381 801 Kč</b>	<b>474 118 Kč</b>

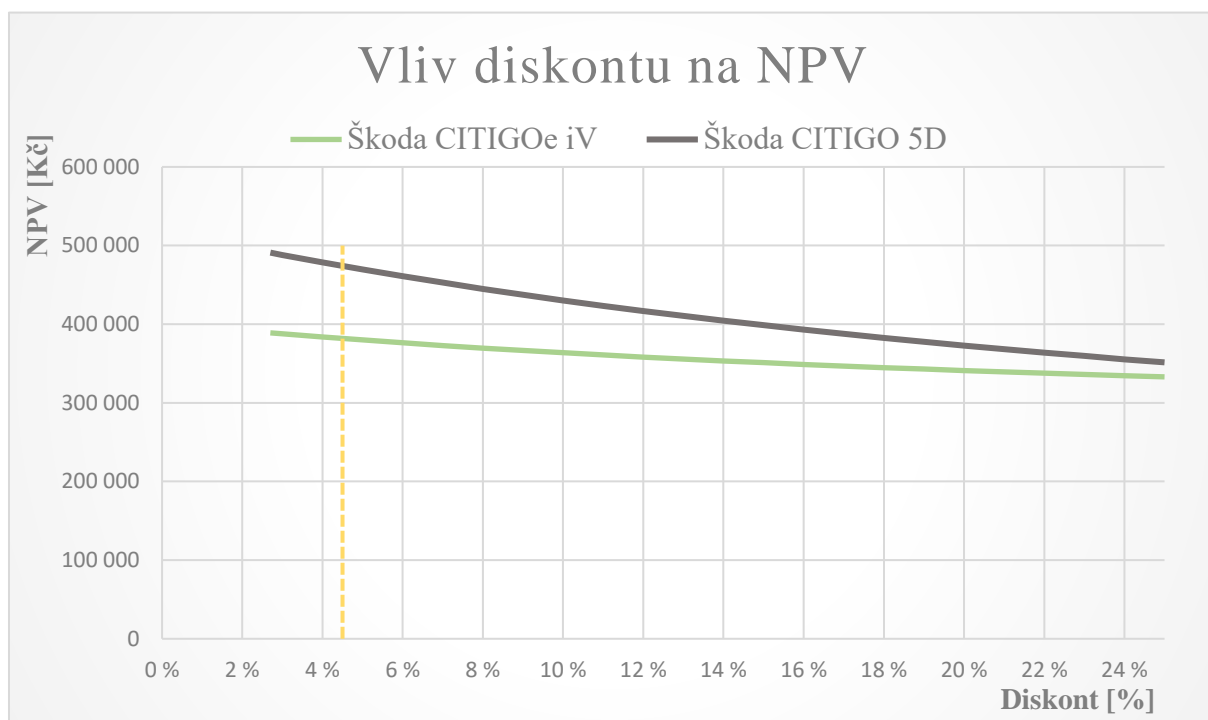
*Tabulka 6 Čistá současná hodnota investic do vozidel Škoda CITIGO 5D a Škoda CITIGOe iV*

Můžeme si všimnout, že kromě rozdílu v ceně se všechny ostatní aspekty naklání na stranu elektromobilu. Roční náklady na energii pro pohon vozidla jsou u benzínové verze téměř čtyřnásobné a servisní náklady také nahrávají spíše elektromobilům, jelikož jsou pro jejich nízkou potřebu údržby podstatně nižší. Pro benzínovou Škodu CITIGO 5D jsem je stanovil na 12 000 Kč na každých 20 000 km. Pro elektrickou Škodu CITIGOe iV pak jako 75% hodnotu této částky. Jak jsem zmínil v kapitole 7.1.4 Roční provozní náklady, hodnoty servisních nákladů jsou velmi hrubě odhadnuty a jejich primární role v tomto výpočtu je spíše podtrhnout jejich rozdílnost pro elektrická a benzínová vozidla. V následující kapitole je mimo jiné zkoumán vliv servisních výdajů na výsledné nákladové NPV, včetně situace, kdy by servisní náklady elektromobilu byly v budoucnu z nějakého důvodu větší než konvenčních vozidel. Cena elektřiny je po volbě vhodného tarifu také velmi výhodná. Dále jsme do výpočtu zahrnuli i 30% státní podporu. Díky tomu všemu je i čistá současná hodnota elektromobilu nižší než konvenčního vozu. Investice do elektromobilu se tedy v tomto případě firmě vyplatí. Je to z velké části způsobeno zvoleným prostředím, které jsme vybrali velmi výhodné pro elektromobily, tedy jízdu po městě, kde mají konvenční vozy vyšší spotřebu, ještě podtrženou velkým zvoleným denním nájezdem.

Při nižším zvoleném denním nájezdu by se mohlo stát, že by se podstatně méně projevil přirozeně nižší náklady na provoz elektromobilu a mísky vah by se naklonily na stranu konvenčního vozu. Případně se výsledek může změnit po jiné volbě diskontu a dalších parametrů. Pro určení vlivu změny parametrů na výsledné NPV poslouží citlivostní analýza.

### 7.2.1. Citlivostní analýza Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

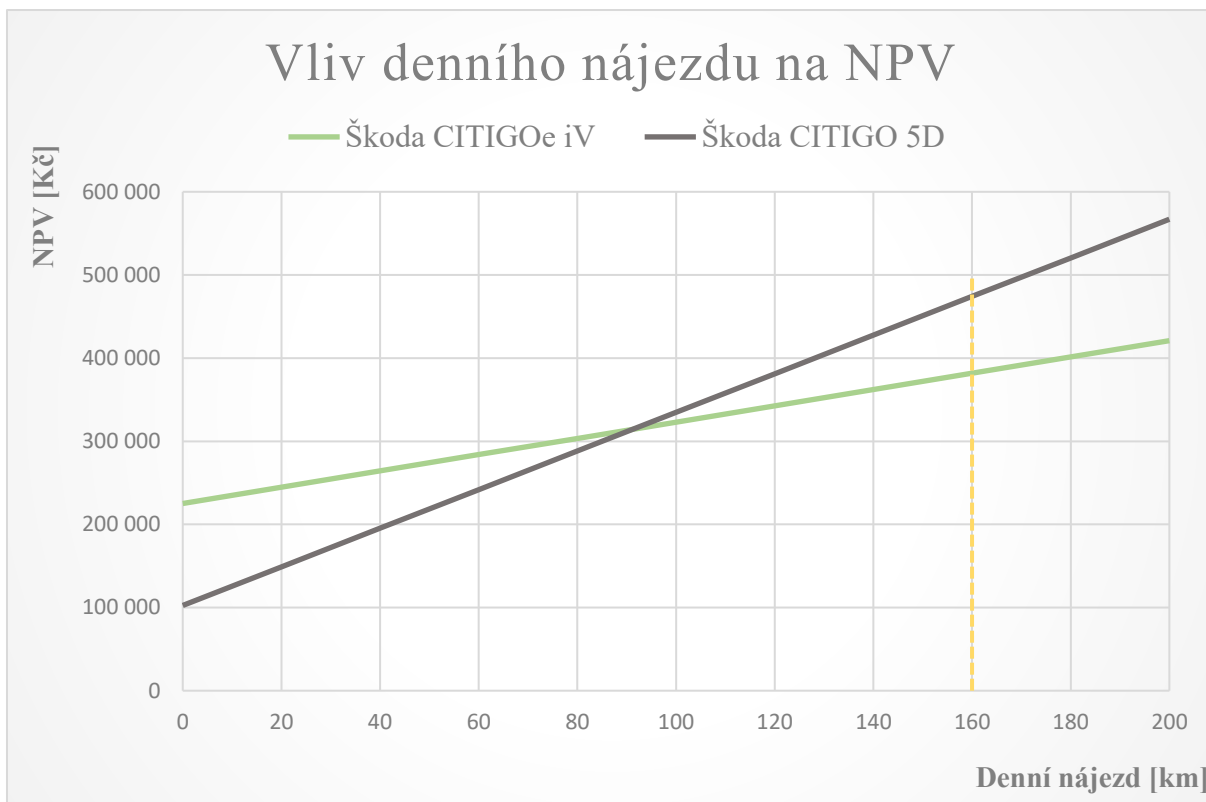
Na ose y vyneseme čistou současnou hodnotu NPV, na ose x poté vždy měnící se parametr. Hodnoty právě se neměnicích parametrů zůstanou stejné jako u původního výpočtu.



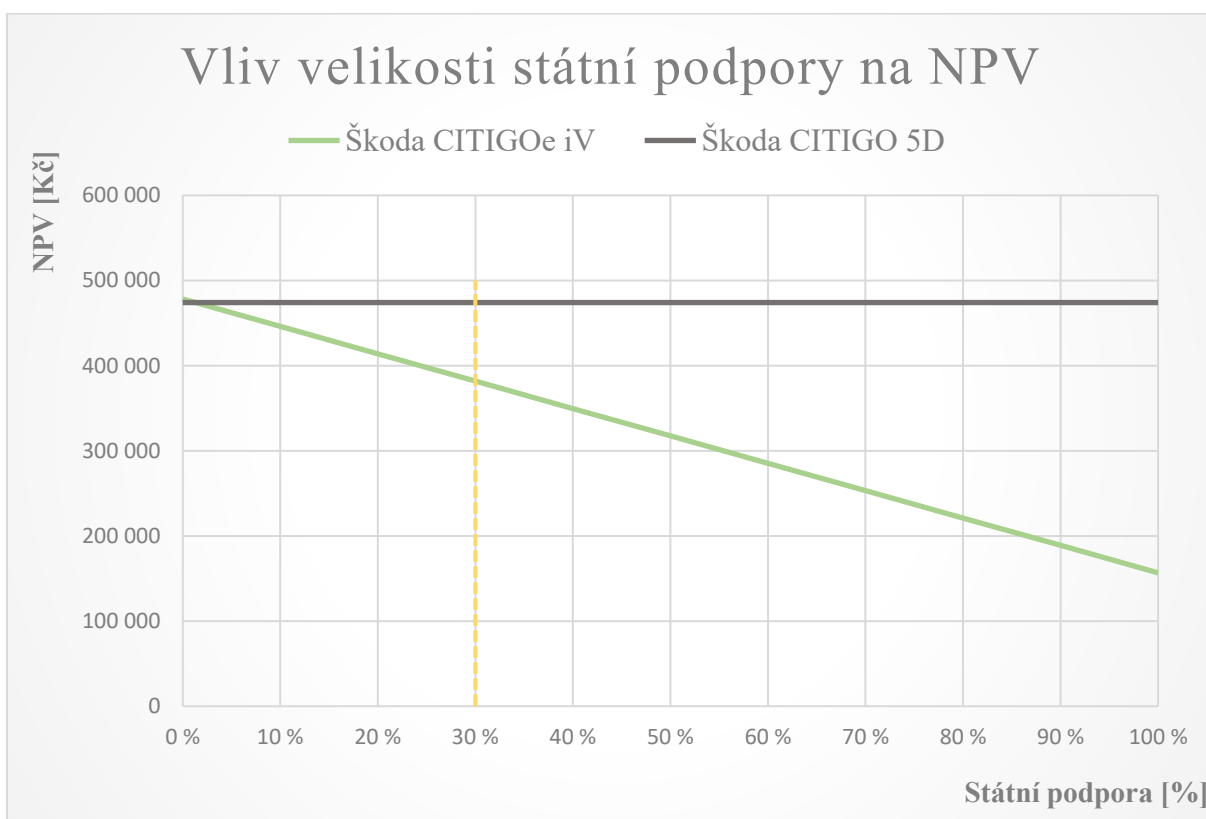
Graf 1 Vliv volby diskontu na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Graf 1 zobrazuje změnu čisté současné hodnoty v závislosti na změně diskontové míry. Graf jsem z důvodu jeho nelineárního chování proložil obloukovou křivkou. Hodnota NPV, jak je známo, s rostoucí hodnotou diskontu klesá. Provozní náklady jsou podstatně vyšší u konvenčního vozu. Elektromobil má naopak vyšší cenu. Diskont mi nijak nesnižuje čistou současnou hodnotu ceny vozu, avšak výrazně snižuje čistou současnou hodnotu provozních nákladů, a to obzvláště s přibývajícimi roky počítané investice. NPV konvenčního vozu pak klesá s rostoucím diskontem rychleji. Při určité hodnotě by se měly obě křivky protnout. Z grafu ovšem vyplývá, že by k tomuto jevu došlo patrně až při velmi vysokém diskontu, konkrétně to nastane okolo hodnoty 34 %. Mnou zvolený diskont je ale podstatně nižší, a sice 4,5 % (v grafu zvýrazněno žlutě). Vypočítaná inflace za poslední 2 roky udává nejnižší možnou hodnotu diskontu 2,7 %. O volbě diskontu pojednává kapitola 6.1.5 Diskont.

Graf 2 zachycuje vliv denního nájezdu na výslednou čistou současnou hodnotu investice. Denní nájezd je jeden z nejdůležitějších parametrů celé ekonomické analýzy. Má zásadní vliv na provozní náklady obou vozidel. Provozní náklady konvenčního automobilu jsou obecně podstatně vyšší, a tedy s rostoucím denním nájezdem se výsledný rozdíl těchto nákladů od určité hodnoty prohlubuje. Růst denního nájezdu pak postupně zvýhodňuje elektromobil. Bod zlomu se nachází v asi 90 km denního nájezdu. Mnou zvolený denní nájezd je, jak již bylo zmíněno a odůvodněno na počátku kapitoly 7.2, 160 km (zvýrazněno žlutě). Je potřeba poznamenat, že pro různé hodnoty denního nájezdu by se patrně měnila také výsledná hodnota konvenčního vozidla. Dále je pak nejisté, zda by vůbec vozidla byla schopna pro vyšší denní nájezdy tak dlouho fungovat. Pokud bychom například chtěli zvolit denní nájezd 200 km, vozidla by najezdila po 6 letech přes 300 tisíc kilometrů, což je patrně, především pro elektromobil, takřka nereálné.



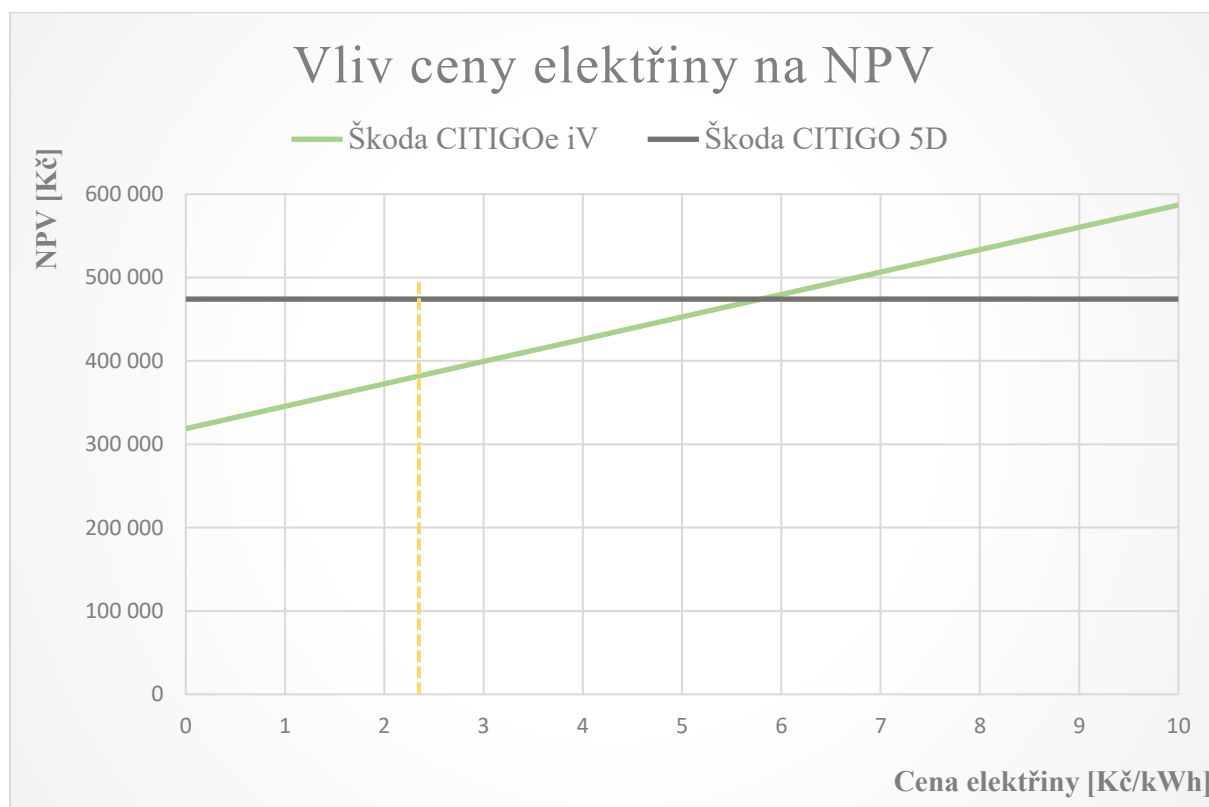
Graf 2 Vliv denního nájezdu na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D



Graf 3 Vliv velikosti státní podpory na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Graf 3 znázorňuje změnu NPV v závislosti na velikosti státní podpory. S rostoucí hodnotou státní podpory se čistá současná hodnota elektromobilu snižuje. NPV konvenčního vozu zůstává stejné, neboť se na něj podpora nevztahuje.

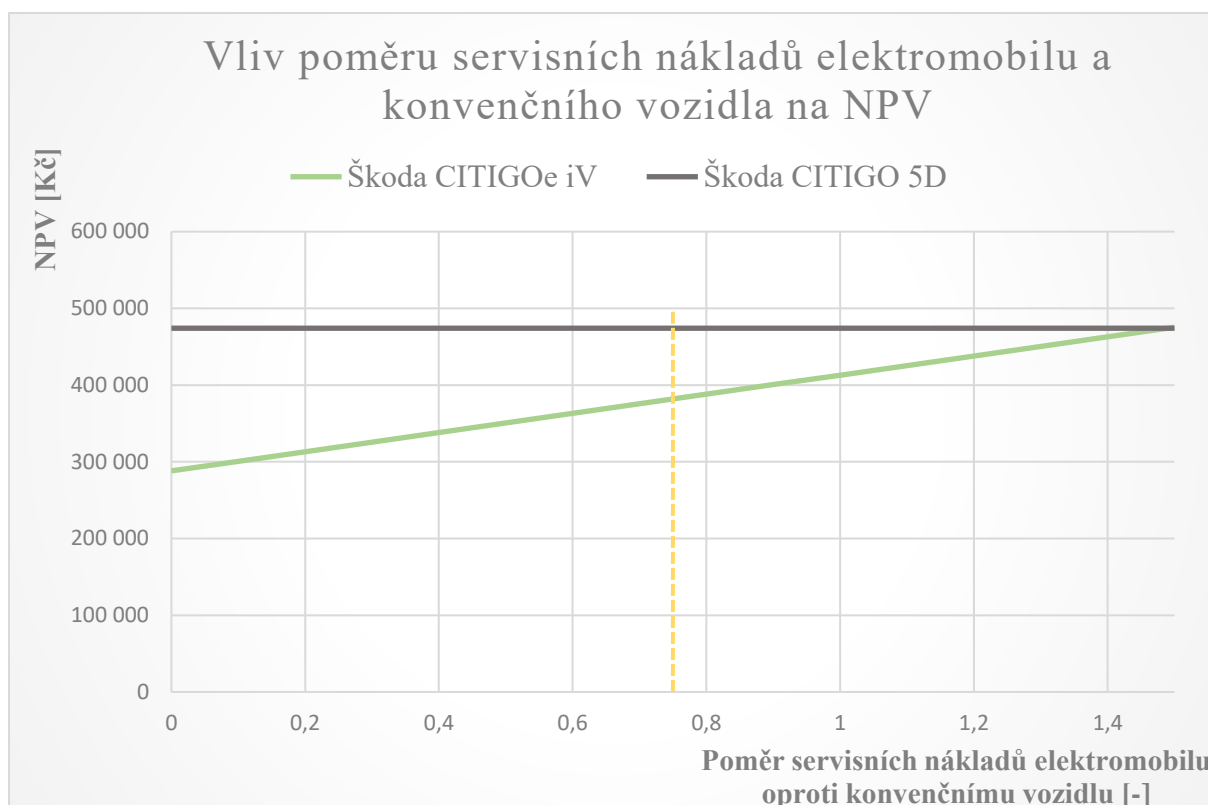
Z grafu 3 také vyplývá, že bez dotací se investice do elektromobilu těsně nevyplatí. Avšak, elektromobil je výhodnější již pro dotaci čítající 10 %. To tedy znamená, že elektrická varianta by byla vhodná i pro střední a velký podnik, které by, jak je zmíněno v kapitole 4.2 Dotační politika v České republice, dosahovaly pouze na 20% a 25% dotaci, nikoli 30%, jako je tomu v tomto případě (zvýrazněno žlutě).



Graf 4 Vliv ceny elektřiny na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Cena elektřiny podstatně ovlivňuje provozní náklady elektromobilu, což velmi názorně zachycuje graf 4. Z něho vyplývá, že pokud by cena elektřiny dosáhla řekněme hodnoty 6 Kč/kWh, elektromobil by již oproti konvenčnímu vozu nebyl výhodný. Pro tuto studii byla zvolena cena elektřiny relativně nízká, a sice 2,35135 Kč/kWh (zvýrazněno žlutě), neboť jsou výpočty prováděny pro firmu, která často dosahuje výhodnějších tarifů. Běžně cena elektřiny bez využití speciálních tarifů může dosahovat i hodnoty podstatně vyšší, elektromobil by pak nebyl ekonomicky vhodnější volbou. V případě nabíjení elektromobilu u veřejné nabíjecí stanice se ceny často mohou dostat i nad hranici 10 Kč/kWh.

To je velmi nepříjemná zpráva pro elektromobily, neboť se očekává, že cena elektřiny v následujících letech spíše poroste z důvodu postupného odstavování uhelných a v některých státech i jaderných elektráren, o čemž pojednává kapitola 2.2 Provoz.



Graf 5 Vliv poměru servisních nákladů na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Graf 5 zachycuje vliv servisních nákladů na NPV, tedy znázorňuje, jak by se výsledná čistá současná hodnota obou investic měnila se změnou poměru servisních nákladů elektromobilu vůči konvenčnímu automobilu. Jak jsem již zmínil v kapitole 7.1.4, servisní náklady jsem zvolil velmi hrubě a mají tedy spíše symbolicky zachycovat jejich existenci. Rozhodl jsem se ho zhotovit proto, že zvolený poměr servisních nákladů elektromobilu vůči konvenčnímu vozidlu jsem určil podle vlastního uvážení a nemám žádný spolehlivý zdroj dokazující jeho správnost. Smysl tohoto grafu je tedy ukázat, jak významnou roli ve výpočtu tento parametr hraje a zda nemohl můj vlastní úsudek výrazně ovlivnit výsledek celé analýzy. Z grafu je patrné, že konvenční automobil by se vyplatil ve chvíli, kdy by servisní náklady elektromobilu byly oproti němu zhruba více než 1,5x větší. V současné chvíli se ovšem uvádí, že servisní náklady elektromobilu jsou oproti konvenčním vozům podstatně nižší a ani se neočekává žádná změna tohoto parametru v nejbližších letech. Mnou zvolenou hodnotu tohoto parametru (v grafu zvýrazněna žlutě) tedy považuji za rozumnou, a přestože nemůžu zaručit její přesnost, nepředpokládám, že by na výsledek měla negativní vliv.

### 7.3. Ekonomické srovnání Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Ve druhém ekonomickém srovnání jsem porovnal vozy střední užitkové třídy, elektrický Hyundai IONIQ a benzínový Hyundai i30 Fastback. Obě vozidla jsou od stejného výrobce, což kromě podobných technických parametrů potvrzuje také jejich vzhled. Technické srovnání obou vozidel popisuje kapitola 6.2 Technické srovnání Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.

Půjde o služební vozy na dlouhé pracovní zahraniční cesty. Společnost Hyundai se na svých webových stránkách zaručuje, že akumulátor tohoto elektromobilu bude mít po 8 letech nebo 160 000 km, anebo po 5 letech při jakémkoli nájezdu, stále kapacitu alespoň 70 %. Z toho jsem tedy vycházel a po dohodě s vedoucím práce jsem zvolil denní nájezd na 220 km.

Při tomto zvoleném denním nájezdu by stále stačila k požadovanému provozu 70% kapacita baterie, kterou společnost Hyundai po 5 letech slibuje. Za tu dobu elektromobil najezdí 277 200 km. Poté, stejně jako v případě Škody CITIGOe iV skončí životnost elektromobilu, neboť ceny akumulátorů dosahují stále příliš vysoké ceny a automobilky nemají dostatečný zájem na jejich prodeji. Avšak je nutno zmínit, že technologie elektromobility se velmi rychle mění. Před pár lety se uváděla životnost akumulátoru elektromobilu maximálně okolo 5 let, dnes už se při běžném nájezdu uvádí jejich životnost 10 nebo i 15 let. V tuto chvíli jde o nová vozidla a není tedy zcela jasné, s jakou životností u nich lze počítat. Mnou zvolených 5 let při vyšším denním nájezdu považuji spíše za bezpečně zvolenou hodnotu, případnou změnu tohoto parametru a jeho vliv na výsledek popisuje kapitola 7.3.1 Citlivostní analýza vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.

K elektrickému vozu Hyundai IONIQ bude třeba pořídit také domácí dobíjecí stanici neboli wallbox, který mimo jiné podstatně zkrátí dobu nabíjení vozidla, a tedy se vozidlo bude schopno nabít během nižšího tarifu přes noc.



Obrázek 21 Webasto Wallbox Pure 11 kW nabíjecí stanice [37]

K určení hodnoty ojetého vozu Hyundai i30 Fastback mi opět pomohl algoritmus poskytnutý specialistou ze společnosti Generali Česká pojišťovna a.s. Odhad i pro tento vůz byl proveden přesně podle mnou zadaných parametrů.

Výchozí cena nového vozu	363 628 Kč
Obvyklá cena ojetého vozidla	182 754 Kč
Kilometrová korekce (najeto 277 200 km)	-63 964 Kč
Obvyklá cena ojetého vozidla včetně kilometrové korekce	118 760 Kč

*Tabulka 7 Ocenění ojetého vozidla Hyundai i30*

Vozidlo je zde oceněno na **118 760 Kč**. Opět je možné si povšimnout, že algoritmus automaticky provedl kilometrovou korekci výsledné hodnoty o -63 964 Kč, tedy že mnou zvolený denní nájezd podstatně přesahuje průměrný denní nájezd tohoto vozidla.

	Hyundai IONIQ	Hyundai i30 Fastback
cena vozidla bez DPH	826 438 Kč	363 628 Kč
spotřeba energie na 100 km	13,8 kWh/100 km	5,1 l/100 km
spotřeba energie na rok	6260 kWh	2 313 l
roční náklady energií	17 990 Kč	68 489 Kč
servisní náklady na rok	51 975 Kč	69 300 Kč
státní podpora	30%	-
<b>nákladové NPV</b>	<b>792 018 Kč</b>	<b>829 625 Kč</b>

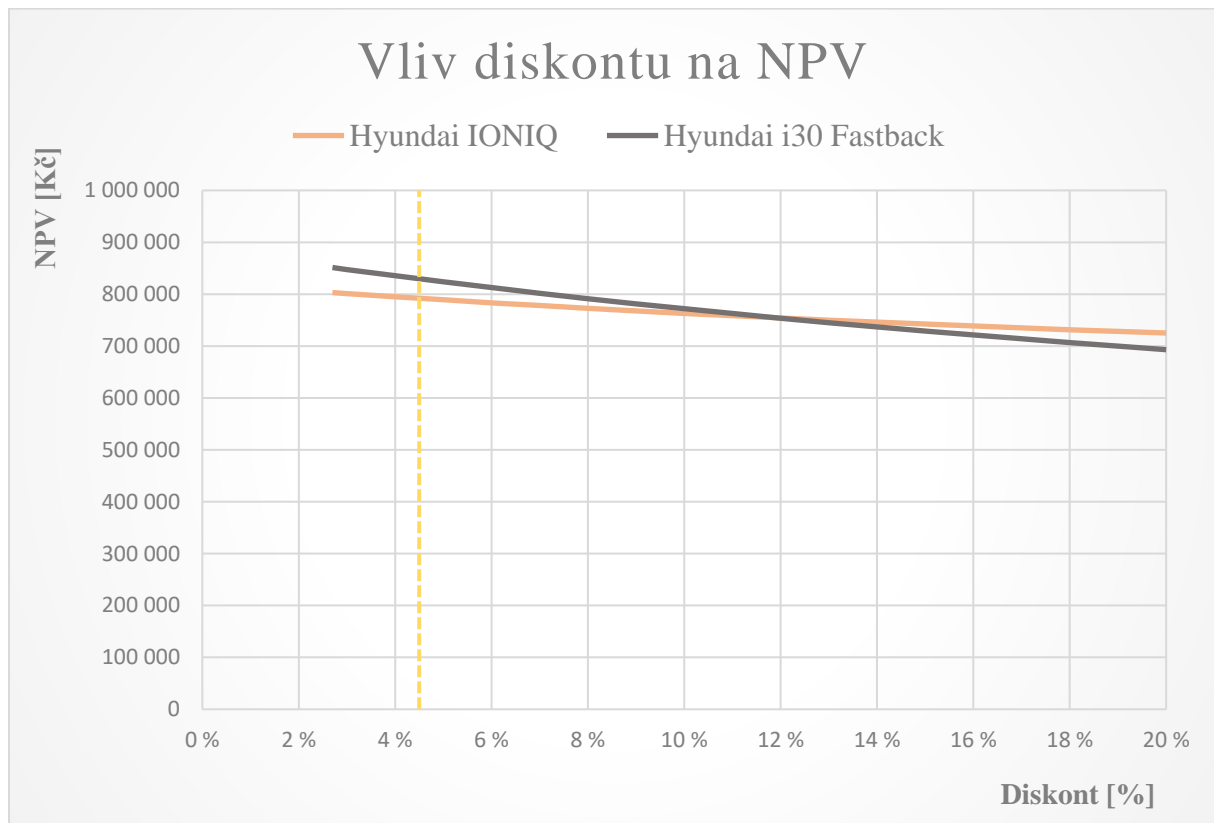
*Tabulka 8 Čistá současná hodnota investic do vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback*

Podobně jako v případě Škody CITIGO se většina parametrů naklání k elektromobilu. Cena elektromobilu je ale opět více než dvojnásobná. Elektromobil se ovšem po započítání nejvyšší možné, třicetiprocentní státní podpory ekonomicky vyplatí. A to především z toho důvodu, že benzínové vozidlo má téměř čtyřikrát větší roční náklady na energii a podobně jako u Škody CITIGO i větší servisní náklady. Poměr servisních nákladů elektromobilu a konvenčního vozu jsem ponechal 75 %, ovšem v absolutních číslech jsem tuto hodnotu z důvodu vyšší ceny obou vozidel o několik tisíc Kč navýšil. Vliv vybraných parametrů na výsledek je probíráán v kapitole 7.3.1 Citlivostní analýza vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.



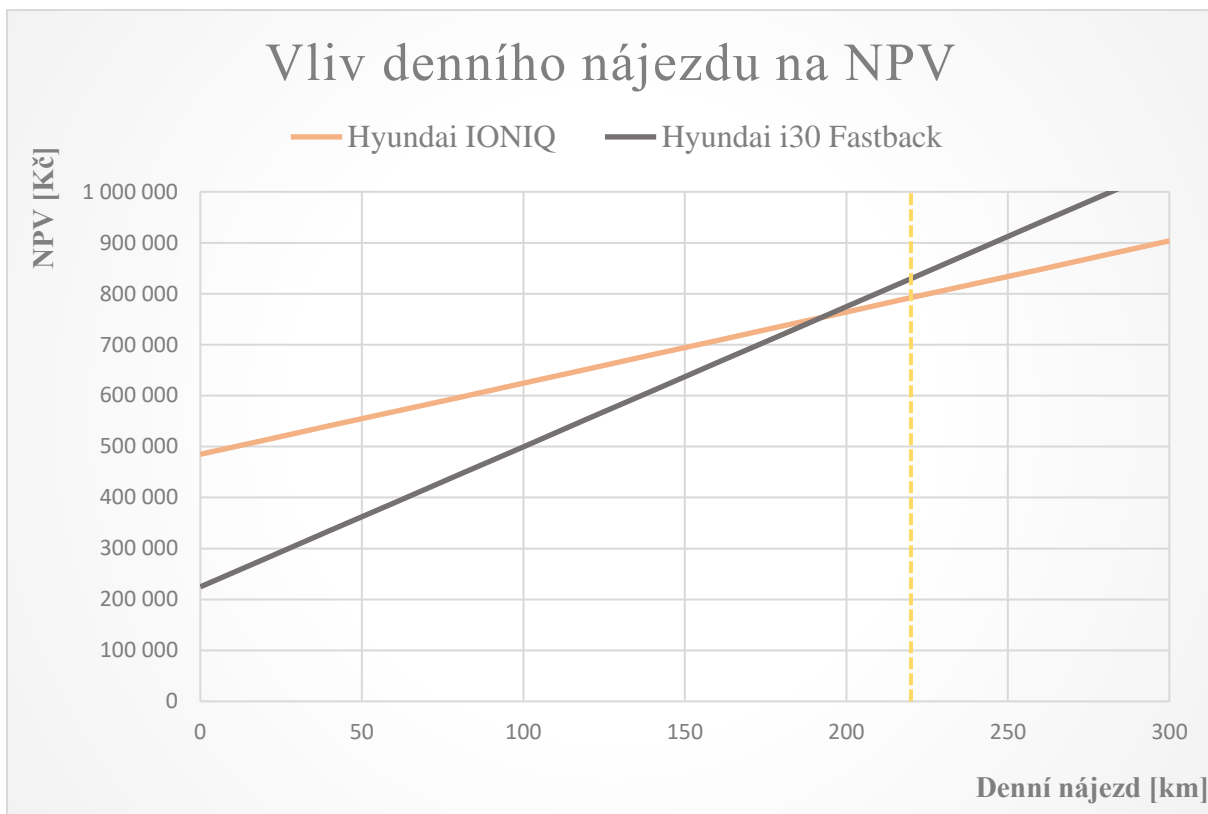
### 7.3.1. Citlivostní analýza vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Graf 6 udává vliv volby diskontu na výsledné NPV. Se zvětšujícím se diskontem hodnota NPV klesá. A vzhledem k tomu, že provozní náklady jsou podstatně vyšší u konvenčního vozu, který má naopak nižší cenu, se v určité hodnotě obě křivky protnou. V tomto případě je to v hodnotě okolo 12 %. Mnou zvolená hodnota diskontu je 4,5 % (v grafu zvýrazněno žlutě). O volbě diskontu pojednává kapitola 6.1.5 Diskont.

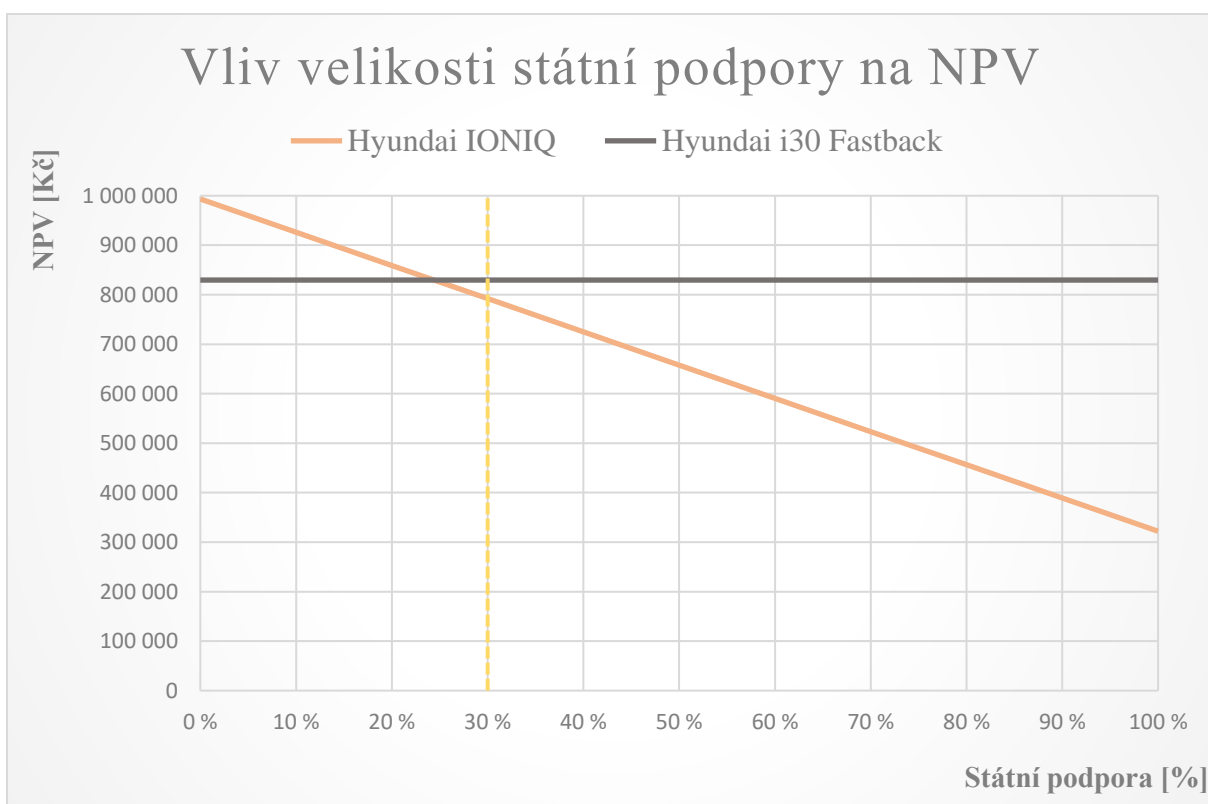


Graf 6 Vliv diskontu na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Denní nájezd je zásadní parametr celého výpočtu, což potvrzuje i Graf 7. S rostoucím denním nájezdem obou vozidel se postupně více vyplatí elektromobil, jelikož jeho nákladové NPV s tímto parametrem roste pomaleji než konvenčního vozu. Je to způsobeno obecně většími provozními náklady vozidel se spalovacími motory. V určitém bodě se obě křivky protnou a od té chvíle se elektromobil ekonomicky vyplatí. K tomu dojde v hodnotě okolo 190 km denního nájezdu, mnou zvolený je 220 km (v grafu zvýrazněno žlutě). Graf také zobrazuje čistou současnou hodnotu pro situace, kdy by vozidla denně naježdila o něco více, tedy až 300 km. Tento denní nájezd by však velmi brzy začal být nedosažitelný vzhledem k dojezdu vozu, který sice činí 311 km, ovšem poté se s přibývajícím roky snižuje. Podobně by při nižších nájezdech patrně nebylo nutné elektromobil po 5 letech likvidovat. Krajní hodnoty jsou tedy v grafu spíše symbolicky.

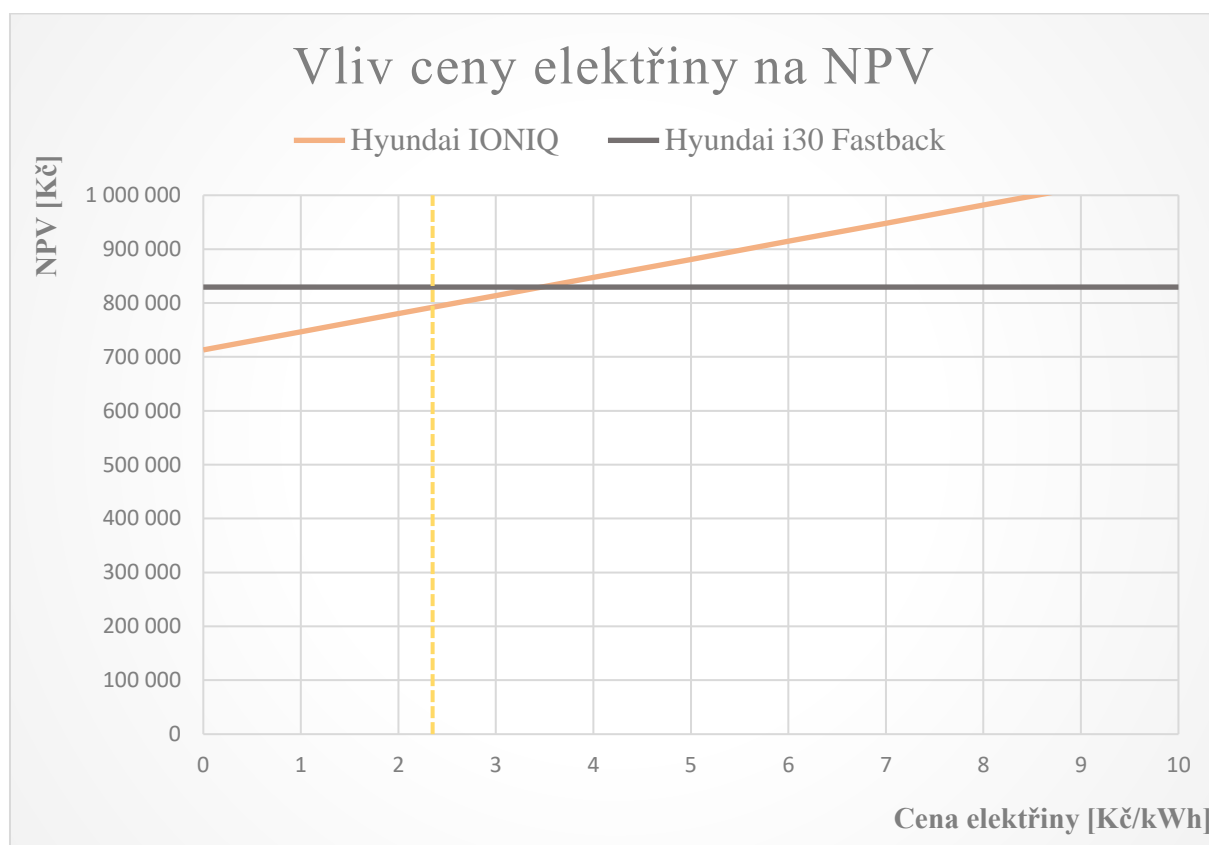


Graf 7 Vliv denního nájezdu na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback



Graf 8 Vliv velikosti státní podpory na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Státní dotace mohou být v tuto chvíli velkým lákadlem k nákupu elektromobilů, což dokazuje i Graf 8. Je jasné, že s rostoucí velikostí státní podpory na nákup elektromobilu se bude snižovat jeho cena, a tedy i výsledné NPV. Z grafu je také patrné, že bez využití státní podpory se v tomto případě pořízení elektromobilu nevyplatí. Nestačí přitom ani 20% dotace, až od té 30% (v grafu zvýrazněno žlutě), pro kterou je výpočet prováděn, je NPV investice do elektromobilu nižší než do konvenčního vozu. Pro střední a velké podniky by tedy v tomto případě nešlo o ekonomicky výhodnou investici. Pro fyzické osoby, které si zatím o tuto formu státní podpory zažádat nemohou, by se pak zřejmě také nejednalo o ekonomicky výhodné řešení, neboť je patrný velký rozdíl obou investičních NPV.

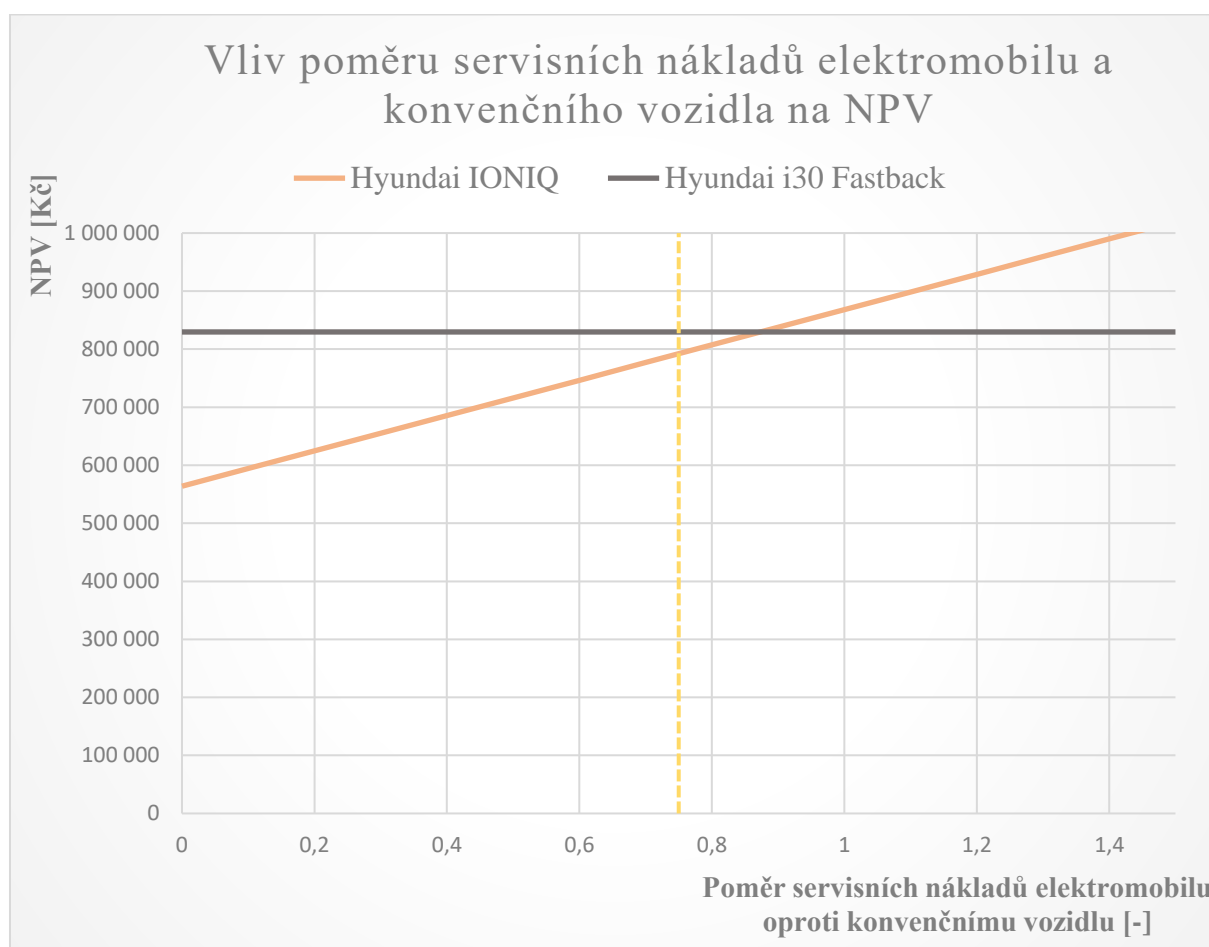


Graf 9 Vliv ceny elektřiny na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Vývoj ceny elektřiny úzce souvisí s budoucím vývojem elektromobility na celém světě. Graf 9 zachycuje důležitost tohoto parametru. Je zcela zřejmé, že s rostoucí cenou elektřiny poroste i čistá současná hodnota investice do elektrického vozu. Mnou zvolená cena elektřiny, která využívá nízký tarif je 2,35135 Kč/kWh. V tomto případě se obě křivky protnou zhruba v hodnotě 3,5 Kč/kWh, což je stále relativně nízká cena elektřiny. Pro vyšší cenu je pak výhodnější konvenční vozidlo. Jak jsem již zmiňoval v citlivostní analýze Škody CITIGO, v některých veřejných nabíjecích stanicích se běžně může vyskytovat cena elektřiny i vyšší než 10 Kč/kWh, pro kterou je pak v grafu patrný velký finanční rozdíl obou investic. Pro běžnou cenu elektřiny v domácnost, která se může pohybovat okolo 5 Kč/kWh by se tento elektromobil nevyplatil, domácnost by také samozřejmě ani nemohla využít státní dotaci. Jak jsem již zmiňoval, cena elektřiny by se měla v následujících letech spíše zvyšovat z důvodu postupného odstavování uhelných a v některých státech i jaderných elektráren. Velmi úzce to souvisí se snahou o snižování emisí CO<sub>2</sub> produkovaných při výrobě elektřiny, neboť právě to má zásadní vliv na ekologickou stránku elektromobilů. Aby byl provoz elektromobilů skutečně ekologický, musela by

se výrazná část elektřiny v energetickém mixu vyprodukovat z obnovitelných zdrojů. V tuto chvíli se tedy zdá, že si musíme vybrat mezi ekonomičností a ekologičností elektrických vozů.

Graf 10 znázorňuje vliv poměru servisních nákladů obou vozidel na NPV. Zde jsem, stejně jako pro minulé srovnání, volil hodnotu 75 % servisních nákladů elektromobilu oproti konvenčnímu vozu (v grafu zvýrazněno žlutě). Pokud bych se rozhodl servisní náklady zanedbat, pak bych znevýhodnil elektromobil, který by měl mít tyto náklady obecně nižší. Křivky v grafu se protnou okolo hodnoty 90 %, tento parametr by však pravděpodobně mohl být i nižší, občas se totiž uvádí, že elektromobily mají servisní náklady až poloviční. Potom by byl rozdíl obou investic podstatně větší. Já jsem zvolil zmíněnou hodnotu 75 % proto, abych naopak výrazně nezvýhodnil elektromobil a považuji to spíše za horní hranici tohoto parametru. Reálná hodnota servisních nákladů se pro každé vozidlo bude lišit podle typu vozidla, stylu jízdy, zda bude vůz parkovat venku nebo v garáži atd.



Graf 10 Vliv poměru servisních nákladů Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

## 7.4. Zhodnocení zjištěných závěrů případové studie

Svá ekonomická srovnání jsem prováděl pro právnickou osobu s celou řadou výhodně zajištěných podmínek. Došel jsem k překvapivému zjištění, že výsledné nákladové NPV obou srovnání vyšlo nižší pro elektromobil. Považuji to za podnět o optimistickému výhledu na vývoj elektromobility v následujících letech. Pro obě případové studie byly zvoleny trochu jiné parametry, a tedy ani zjištěné závěry nejsou zcela shodné.

### 7.4.1. Zjištěné závěry případové studie Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D

Oba vozy jsem srovnával na základě jejich investiční čisté současné hodnoty NPV. Již při pohledu na NPV je vidět, že se elektromobil může ekonomicky vyplatit. Je to poměrně překvapivé zjištění, neboť právě ekonomická stránka elektromobility je považována za její největší slabinu. I přes velmi příjemný výsledek elektromobilu je však třeba zdůraznit několik věcí.

Nejprve musím opět podotknout, že jsem pro své srovnání vybral prostředí pro elektromobily nejvíce výhodné. Zvolil jsem převážně jízdu po městě, kde mají konvenční vozy vysokou spotřebu pohonných hmot. Dále jsem uvažoval o investici pro firmu, která si mohla zažádat o v tuto chvíli nejvyšší možnou třicetiprocentní dotaci. Bez této dotace se elektromobil těsně nevyplatí. Vzhledem k tomu, že jde o donáškovou službu jsem také stanovil poměrně vysoký denní nájezd vozidel, který velmi výrazně zvýhodnil elektromobily v této studii. Cena elektřiny byla zvolena na základě výhodného nízkého tarifu. Také předpokládám, že vozidlo bude nabíjeno pouze přes noc. Tyto parametry hrály významnou roli v této studii a je pravděpodobné, že by mnoho potenciálních uživatelů takto výhodné podmínky pro svou investici nebyla schopna zajistit. Jejich důležitost popisují v kapitole 7.2.1 Citlivostní analýza Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D.

Na druhou stranu zase neočekávám, že by se ekonomicky vyplatilo vyměnit baterii elektrického vozu po době její životnosti. Je pravděpodobné, že v průběhu následujících let budou postupně vznikat místa, kde bude možné akumulátory elektromobilů nechat vyměnit nebo opravit za rozumnou cenu. Poté by investice do elektromobilu mohla být podstatně perspektivnější.

Nelze tedy na základě mé práce prohlásit elektrickou verzi Škody CITIGO za ekonomicky výhodnější oproti benzínové verzi. Avšak jsem přesvědčen, že jistě existuje prostředí, podobné tomu mnou zvolenému, ve kterém se investice do tohoto elektromobilu někomu skutečně může ekonomicky vyplatit.

### 7.4.2. Zjištěné závěry případové studie Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback

Čistá současná hodnota elektromobilu Hyundai IONIQ vyšla o něco málo nižší než konvenčního vozu Hyundai i30 Fastback. Je zde ovšem, podobně jako v předchozím srovnání, uvažováno prostředí pro elektromobily velmi výhodné. Je to tedy spíše nepříznivý výsledek pro elektromobil, a proto neočekávám, že by se obecně většímu počtu potenciálních zájemců v tuto chvíli vyplatil, přestože pravděpodobně existuje několik výjimek, kde uživatel dosáhne takto výhodného prostředí a elektromobil se mu těsně ekonomicky vyplatí. K tomu by bylo třeba dosáhnout velmi vysokého denního nájezdu elektromobilu, přičemž mnou zvolený už takřka dosahuje technických možností vozu, a dále si sjednat výhodný tarif na jejich nabíjení, které bude prováděno výhradně přes noc. Také jsem přesvědčen, že bez státní podpory by to v tuto chvíli nešlo, tedy týká se to zatím pouze právnických osob, nikoli fyzických.

Na druhou stranu je vidět velký posun v konkurenceschopnosti elektromobilů. Už jen skutečnost, že se elektromobil střední užitkové třídy, cenově za téměř jeden milion Kč, teoreticky může ekonomicky vyplatit, byť za využití státní dotace, je přinejmenším pozoruhodná.

## Závěr

Úvodem práce stručně zachycuji význam elektromobility v současné době, přičemž zmiňuji hlavní překážky, které bude třeba k využití jejího plného potenciálu v následujících letech překonat.

Dále zmiňuji některé modely elektrických vozidel, od těch starších až po ta novější. V této kapitole také nastiňuji několik, z mého pohledu důležitých skutečností, které mají za následek současný velký rozmach elektromobility. Velmi důležitou roli zde hraje Evropská unie, která ve snaze o snížení vypouštěného množství emisí CO<sub>2</sub> zavádí stále přísnější regulace, které mají za následek investici světových automobilek do technologií elektromobility. Velmi rychle se dostávají elektromobily na světové trhy a svými parametry i cenou se blíží konvenčním vozům. Není však zcela jasné, do jaké míry musí samy automobilky prodeje svých elektromobilů pod nátlakem finančně dotovat, ani jaké negativní vlivy bude toto razantní urychlení vývoje elektromobility v následujících letech mít.

V práci také zmiňuji, že není zcela zřejmá ekologická stránka elektrických vozidel, neboť často není ke škodlivým látkám při jejich provozu připočítáno i množství škodlivých látek vypuštěných do ovzduší během výroby a likvidace těchto vozidel, zejména jejich baterie. Pro elektromobily se pak také obecně počítají nulové provozní emise, avšak ty závisí zcela výhradně na energetickém mixu, ze kterého je daná elektřina vyráběna. V České republice je velký podíl zejména uhelných elektráren. Abychom tedy mohli elektromobily považovat za ekologicky přínosné, je nejprve třeba osvojit si ekologickou výrobu elektřiny. To je obecně známá skutečnost, na elektrárny je tedy kladen podobný důraz, co se týče emisí CO<sub>2</sub>. Ve výsledku dochází k postupnému odstavování velkého množství uhelných elektráren, což je na jednu stranu přínosné, vzhledem ke zmíněné ekologičnosti výroby elektřiny, ovšem na druhou stranu tím patrně vzroste cena elektřiny. To je opravdu nepříjemný důsledek tohoto opatření, vzhledem k tomu, že již v tuto chvíli je pro elektromobily velmi obtížné zaručit jejich konkurenceschopnost. Jejich cena je stále podstatně vyšší než konvenčních vozidel a pokud by přišly o svoji lákavou vlastnost obecně nižších provozních nákladů, patrně by bylo nesmírně obtížné smysluplně zajistit jejich místo na trhu.

Spousta států se snaží jít elektromobilitě naproti a nabízejí řadu podpor a dotací, ovšem i přesto se elektromobil oproti srovnatelnému konvenčnímu vozu v České republice stále vyplatí jen výjimečně. Jiná situace nastává v Norsku, kde vláda za pomoci štědrých dotací dokázala ekonomicky zvýhodnit elektromobily oproti konvenčním vozům. Zde tedy elektromobilita zažívá velký rozmach a je zajímavé situaci průběžně sledovat, případně se i pokusit vyvarovat některých učiněných chyb.

V další části provádím technické a ekonomické srovnání dvou vybraných dvojic vozidel. Elektrický vůz Škoda CITIGOe iV se pro toto srovnání více než nabízel. V tuto chvíli jde o nejlevnější elektromobil na českém trhu, a ještě značky Škoda. Srovnání tohoto elektrického vozu s benzínovou verzí dopadlo z mého pohledu velmi pozitivně. Rozdíl v investiční čisté současné hodnotě NPV obou vozidel se ve výsledku velmi přívětivě naklání na stranu elektromobilu. Nutno ovšem podotknout, že bez státní podpory jsou výsledky takřka stejné, ačkoliv věřím, že při velkém denním využití vozidla by se mohlo ekonomicky vyplatit i fyzické osobě, tedy bez využití státní podpory.

V případě elektromobilu Hyundai IONIQ už výsledek tak pozitivní nebyl. Elektromobil měl sice výsledné nákladové NPV v porovnání s konvenčním vozem nižší, avšak již ne tak výrazně. Nelze to tedy považovat za zcela pozitivní výsledek, zejména při uvažování zvolených parametrů, které elektromobilům nejvíce nahrávají. K tomu, aby vozidla střední užitkové třídy byla obecně ekonomicky výhodnější si, zdá se, budeme muset ještě pár let počkat.

Faktem zůstává, že se elektromobily každoročně zdokonalují, a tedy místo otázky posledních několika let, která zněla, zda k rozmachu elektromobility dojde, se spíše přesouváme k otázce, jak k tomu dojde a kolik nás to bude stát. Je totiž velmi pravděpodobné, že se množství elektromobilů po celém světě v následujících letech ještě podstatně zvýší. Neodvažuji se v tuto chvíli tvrdit, zda je to dobře nebo špatně, ale rozhodně bychom se na to, jako Česká republika, měli připravit.

## Bibliografie:

---

- [1] HORN, Štěpán. *Proč elektromobily neuspěly a vracejí se až po 150 letech* [online]. Dostupné z: <https://www.forbes.cz/proc-elektromobily-neuspely-a-vraceji-se-az-po-150-letech/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [2] 24net s.r.o. *Elektromobily, které neznáte: EMA 1* [online]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/elektromobily-ktere-neznate-ema-1-664> (viděno kvě. 17, 2020).
- [3] VEGR, Jaromír. *Elektromobily – historie a současnost*, čtvrtletník Pro-Energy, č. 3/2008, str. 44-50. Viděno: kvě. 17, 2020.
- [4] DUSIL, Tomáš. *Škoda Shortcut: Tohle je první elektrická Škoda! Znáte raritní elektrofavorit?* [online]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/skoda-shortcut-tohle-je-prvni-elektricka-skoda-znate-raritni-elektrofavorit-104095> (viděno kvě. 17, 2020).
- [5] DITTRICH, Lukáš. *Vision E není první elektrická Škoda. Přečtěte si příběh Škody Eltra a Shortcut* [online]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/vision-e-neni-prvni-elektricka-skoda-precete-si-pribeh-skody-eltra-shortcut/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [6] Novinky.cz. *Vzácnou Škodu Favorit s elektropohonem zachránili z Německa. Nyní je na prodej* [online]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/auto/clanek/vzacnou-skodu-favorit-s-elektropohonem-zachranili-z-nemecka-nyni-je-na-prodej-40057917> (viděno kvě. 17, 2020).
- [7] ZVĚŘINOVÁ, Iva, ŠČASNÝ, Milan, MARTÍNKOVÁ, Zuzana, MÁCA, Vojtěch. *Rozvoj trhu s elektromobily v České republice: veřejná podpora a zkušenosti ze zahraničí* [online]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/energeticka-politika/19010-rozvoj-trhu-s-elektromobily-v-ceske-republice-verejna-podpora-a-zkusenosti-ze-zahranici> (viděno kvě. 17, 2020).
- [8] DVORÁK, František. *Boj o gramy CO2 bude extrémně nákladný, může zdražit auta*, iDNES.cz, dub. 18, 2019 [online]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/emise-co2-autoprmysl-oxid-uhlicity.A190416\\_135217\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/emise-co2-autoprmysl-oxid-uhlicity.A190416_135217_automoto_fdv) (viděno kvě. 17, 2020).
- [9] DVORÁK, František. *Škoda do roku 2022 představí deset elektroaut a vyvine nový VW Passat* [online]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/skoda-elektromobil-bernhard-maier-volkswagen-passat.A190221\\_093104\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/skoda-elektromobil-bernhard-maier-volkswagen-passat.A190221_093104_automoto_fdv) (viděno kvě. 17, 2020).
- [10] iDNES.cz. *Škoda může zahýbat trhem elektroaut, dotované citigo trápí konkurenci* [online]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/skoda-citigo-elektromobil-dealer-lubos-vlcek.A191015\\_141213\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/skoda-citigo-elektromobil-dealer-lubos-vlcek.A191015_141213_automoto_fdv) (viděno kvě. 17, 2020).
- [11] Lidovky.cz. *Elektrická Škoda Citigo bude za 429 900 Kč. Půjde o nejdostupnější elektromobil v Česku* [online]. Dostupné z: [https://www.lidovky.cz/byznys/auto/elektricka-skoda-citigo-bude-za-429-900-kc-pujde-o-nejdostupnejsi-elektromobil-v-cesku.A190910\\_123359\\_in-auto\\_ele](https://www.lidovky.cz/byznys/auto/elektricka-skoda-citigo-bude-za-429-900-kc-pujde-o-nejdostupnejsi-elektromobil-v-cesku.A190910_123359_in-auto_ele) (viděno kvě. 17, 2020).
- [12] LILLING, Ondřej. *Škoda Vision iV je elektromobil v hodnotě 90 milionů, prohlédli jsme si ho přímo na silnici* [online]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/skoda-vision-iv-je-elektromobil-v-hodnote-90-milionu-prohledli-jsme-si-ho-primo-na-silnici-129483> (viděno kvě. 17, 2020).
- [13] DOLEJŠ, Jan. *Jsou dnešní elektromobily ekologické?* [online]. Dostupné z: <https://www.chytraauta.cz/jsou-elektromobily-ekologicke-201701/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [14] STEHLÍK, Jakub. *Baterie zůstávají limitujícím faktorem elektromobilů. Průlom se čeká za sedm let* [online]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/baterie-zustavaji-limitujicim-faktorem-elektromobilu-prulom-se-ceka-za-sedm-let/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [15] DOKOUPIL, Michal. *Jízda čistá, ale co výroba? Kolik CO2 vznikne při výrobě elektromobilů?* [online]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/jizda-cista-ale-co-vyroba-kolik-co2-vznikne-pri-vyrobe-elektromobilu-131387> (viděno kvě. 17, 2020).
- [16] KHUDHUR, Patrik. *Studii znevažující přínos elektromobilů berte s rezervou. Povíme vám proč* [online]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/71/studii-znevazujici-prinos-elektromobilu-berte-s-rezervou-povime-vam-proc/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [17] ŠVARC, Michal. *Je běžný automobil ekologičtější než elektromobil?* [online]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/je-bezny-automobil-ekologictejsi-nez-elektromobil> (viděno kvě. 17, 2020).
- [18] oEnergetice.cz. *ČEZ plánuje do roku 2035 odstavit více než polovinu svých českých uhelných elektráren* [online]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/cez-planuje-do-roku-2035-odstavit-vice-nez-polovinu-svych-ceskych-uhelnych-elektraren/> (viděno kvě. 17, 2020).

- [19] SEDLÁK, Martin. *Auta dostanou solární střechu. Zazvoní spalovacím motorům zvonec?* [online]. Dostupné z: <https://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/16/auta-dostanou-solarni-strechu-zazvoni-spalovacim-motorum-zvonec/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [20] JEREW, Benji. *Ford C-Max Energi, Now With Solar Power!* [online]. Dostupné z: <https://www.greenoptimistic.com/ford-c-max-energi-now-solar-power-20140106/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [21] EnviWeb.cz, *Jak to bude s akumulátory elektromobilů?* [online]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/105532> (viděno kvě. 17, 2020).
- [22] ŠKODA Storyboard, *Podpora prodeje elektromobilů v jednotlivých evropských státech a podíl nově registrovaných elektrických vozidel v roce 2018* [online]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/dotace-na-nakup-nulova-dan-nebo-zadne-mytne-aneb-jak-podporit-emobilitu/attachment/emobility-map-europe-czech/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [23] BURSÍK, Martin. *Dotace na elektromobily u nás i ve světě* [online]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/temata-a-novinky/jak-to-je-s-dotacemi-na-elektromobily-u-nas-a-ve-svete> (viděno kvě. 17, 2020).
- [24] DEML, Jakub. *Podpora elektromobility: Na co lákají u nás i jinde v Evropě* [online]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/podpora-elektromobility-na-co-lakaji-u-nas-i-jinde-v-evrope-21001531> (viděno kvě. 17, 2020).
- [25] thediplomat.gr *The secret behind Norway's electric car revolution* [online]. Dostupné z: <https://thedi diplomat.gr/the-secret-behind-norways-electric-car-revolution/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [26] PAVLOVIČ, Radek. *Norsko řeší problém: příliš mnoho elektromobilů* [online]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/norsko-resi-problem-prilis-mnoho-elektromobilu-1030343> (viděno kvě. 17, 2020).
- [27] BEDNÁŘ, Marek. *Norská elektrická pohádka nabírá hořkého konce, takhle to opravdu nepůjde* [online]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/norska-elektricka-pohadka-nabira-horke-konce-takhle-to-opravdu-nepujde/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [28] HAMALČÍKOVÁ, Kamila. *Dotace na elektromobily 2020: Jaguar I-Pace či Tesla X už firmy musí pořídit bez dotace* [online]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/dotace-na-elektromobily-2020-vyse-dotace-5-dotacni-vyzva> (viděno kvě. 17, 2020).
- [29] ŠKODA Storyboard *Druhy elektromobilů – znáte je všechny?* [online]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [30] MIŠKOVSKÝ, Ondřej. *Typy elektromobilů a jak je rozeznat* [online]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/typy-elektromobilu-a-jak-je-rozeznat> (viděno kvě. 17, 2020).
- [31] BARTEK, Jakub. *První Prius byl drahým experimentem. Toyotě se však vyplatil* [online]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/retro-toyota-prius-prvni-generace/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [32] ŠTÝS, Matěj. *Průkopník hybridních vozů Prius slaví dvacet let* [online]. Dostupné z: [https://www.irozhlaz.cz/zivotni-styl/auto/prius-hybridni-vozy-toyota-dvacet-let\\_1712111732\\_mos](https://www.irozhlaz.cz/zivotni-styl/auto/prius-hybridni-vozy-toyota-dvacet-let_1712111732_mos) (viděno kvě. 17, 2020).
- [33] HORČÍK, Jan. *Elektromobily Škoda Citigo-e iV a Vision iV už lze v Norsku předobjednat* [online]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/elektromobily-skoda-citigo-e-iv-vision-iv-uz-lze-v-norsku-predobjednat> (viděno kvě. 17, 2020).
- [34] LIEBREICH, Jiří. *Škoda zahájila předprodej prvního elektromobilu a hybridu. Levnější Citigo vyjde na téměř půl milionu* [online]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/skoda-zahajila-predprodej-prvniho-elektromobilu-a-hybridu-levnejsi-citigo-vyjde-na-temer-pul-milionu-1362219> (viděno kvě. 17, 2020).
- [35] BUREŠ, David. *Škoda Citigo-e iV oficiálně: První elektrická škodovka slibuje sportovního ducha* [online]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/galerie/novinky/68204/skoda-citigo-e-iv-oficialne-prvni-elektricka-skodovka-slibuje-sportovniho-ducha?foto=0> (viděno kvě. 17, 2020).
- [36] PALMER, Zac. *Hyundai Ioniq Electric gets more range with larger battery pack* [online]. Dostupné z: <https://www.autoblog.com/2019/05/02/hyundai-ioniq-electric-larger-battery-update/> (viděno kvě. 17, 2020).
- [37] Electroworld.cz, *Webasto Wallbox Pure 11 kW nabíjecí stanice* [online]. Dostupné z: <https://www.electroworld.cz/webasto-wallbox-pure-11kw-nabijeci-stance> (viděno kvě. 17, 2020).



## Seznam obrázků

Obrázek 1 Ema 1 [2] .....	2
Obrázek 2 Škoda Shortcut [5] .....	3
Obrázek 3 Škoda Eltra [1] .....	3
Obrázek 4 Graf emisních cílů Evropské unie na emise CO <sub>2</sub> v gramech na ujetý kilometr [8] .....	4
Obrázek 5 Pokuty za překročené emise CO <sub>2</sub> [8].....	5
Obrázek 6 Nový vůz Škoda CITIGOe iV na autosalonu ve Frankfurtu [10].....	6
Obrázek 7 Škoda Vision iV [12].....	6
Obrázek 8 Zjednodušený proces nabíjení a vybíjení Li-Ion baterie [14].....	7
Obrázek 9 Výroba elektromobilu [15] .....	8
Obrázek 10 Množství vypuštěných emisí CO <sub>2</sub> za životní cyklus automobilu podle typu pohonu [17].....	9
Obrázek 11 Ford C-MAX Energi Solar Concept [20] .....	10
Obrázek 12 Státní podpora vybraných států EU na prodej elektromobilů [22] .....	11
Obrázek 13 Energetický mix Norska k roku 2011 [25] .....	12
Obrázek 14 Poměr elektromobilů k osobním automobilům vybraných států EU (v %) [7].....	13
Obrázek 15 Druhy podpor elektromobility zavedené ve vybraných státech Evropy [7] .....	14
Obrázek 16 Základní rozdělení elektromobilů [29] .....	15
Obrázek 17 Toyota Prius [31].....	16
Obrázek 18 Výhody a nevýhody plug-in hybridů [29] .....	17
Obrázek 19 Škoda CITIGOe iV [35].....	19
Obrázek 20 Hyundai IONIQ [36] .....	21
Obrázek 21 Webasto Wallbox Pure 11 kW nabíjecí stanice [37] .....	31

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Srovnání technických parametrů vozidel Škoda CITIGO 5D a Škoda CITIGOe iV .....	18
Tabulka 2 Srovnání technických parametrů vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	20
Tabulka 3 Dílčí složky ceny elektřiny .....	23
Tabulka 4 Výchozí hodnoty pro ekonomická srovnání.....	25
Tabulka 5 Ocenění ojetého vozidla Škoda CITIGO 5D .....	26
Tabulka 6 Čistá současná hodnota investic do vozidel Škoda CITIGO 5D a Škoda CITIGOe iV.....	26
Tabulka 7 Ocenění ojetého vozidla Hyundai i30 .....	32
Tabulka 8 Čistá současná hodnota investic do vozidel Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	32

## Seznam grafů

Graf 1 Vliv volby diskontu na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	27
Graf 2 Vliv denního nájezdu na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	28
Graf 3 Vliv velikosti státní podpory na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	28
Graf 4 Vliv ceny elektřiny na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	29
Graf 5 Vliv poměru servisních nákladů na NPV Škoda CITIGOe iV a Škoda CITIGO 5D .....	30
Graf 6 Vliv diskontu na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.....	33
Graf 7 Vliv denního nájezdu na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	34
Graf 8 Vliv velikosti státní podpory na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	34
Graf 9 Vliv ceny elektřiny na NPV Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback .....	35
Graf 10 Vliv poměru servisních nákladů Hyundai IONIQ a Hyundai i30 Fastback.....	36