



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

Porovnání provozu vozidel s různými zdroji energie

Vehicle operation with Different Energy Sources Evaluation

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jiří Vašíček, CSc.

Jan Bouček

Praha 2020



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bouček** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **474558**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Elektrotechnika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Porovnání provozu vozidel s různými zdroji energie

Název bakalářské práce anglicky:

Vehicle operation with Different Energy Sources Evaluation

Pokyny pro vypracování:

Identifikujte parametry vozidel na klasický benzinový nebo naftový pohon, CNG/LPG a elektromobilů
Navrhněte modelové příklady provozu vozidla
Proveďte vícekritériální vyhodnocení vybraných druhů vozidel s elektromobilem

Seznam doporučené literatury:

Kislingerová a kol: Manažerské finance, Beck 2007, 2. vydání, ISBN/978-80-7179-903-0
Bc. Adam Sikyta, Využití elektromobility v podmínkách ČR, MŽP ČR, Praha, 2012

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

doc. Ing. Jiří Vašíček, C.Sc., katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd FEL

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

Datum zadání bakalářské práce: **13.01.2020** Termín odevzdání bakalářské práce: _____

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2021**

doc. Ing. Jiří Vašíček, C.Sc.
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

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „“ vypracoval samostatně za použití uvedené literatury a zdrojů

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Jan Bouček

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Vašíčkovi, CSc., za jeho odbornou pomoc při vedení mé bakalářské práce. Dále děkuji své přítelkyni za podporu a mému bratru za velmi nápomocné rady.

Anotace

Tato bakalářské práce je zaměřena na porovnávání ročních nákladů na provoz elektromobilu a automobilu na klasický benzínový či naftový pohon. Výsledkem práce je komplexní přehled všech nákladů spojených s užíváním automobilu a nalezení nejlevnější varianty provozu. Zároveň tato práce může posloužit při rozhodování jaký typ automobilu si pořídit.

Klíčová slova

Elektromobil, elektromobilita, provozní náklady, porovnání, Volkswagen, dobíjení, podpora elektromobility

Abstrakt

This bachelor's thesis is focused on comparing the annual costs of operating an electric car and a car powered by petrol or diesel engine. The result of the work is a comprehensive overview of all costs associated with the use of car and finding the cheapest variant of operation. At the same time, this work can be used in deciding which type of car to buy if we just want a new economically advantageous car.

Key words

Electric car, elektromobility, operating costs, comparison, Volkswagen, charging, electromobility support

Obsah

Seznam zkratek	8
1. Úvod.....	9
2. Představení porovnávaných vozidel.....	10
2.1. Volkswagen e-Golf	10
2.2. Volkswagen Golf.....	11
2.3. Další alternativy k porovnávaným vozidlům	13
2.4. Porovnání vozidel a jejich rozdíly	13
3. Pořizovací cena	14
4. Palivové náklady	16
4.1. Cena benzínu	16
5. Nabíjení elektromobilu	18
5.1. Dobíjení na střídavý proud	18
5.2. Dobíjení na stejnosměrný proud.....	19
5.3. Náklady na dobíjení elektromobilu	20
5.3.1. Veřejné dobíjecí stanice.....	21
5.3.2. Pořízení domácího Wallboxu	24
5.3.3. Nabíjení doma ze zásuvky	28
6. Porovnání nákladů spojených s palivem a dobíjením elektromobilu	30
6.1. Závislost palivových nákladů na ujeté vzdálenosti	31
7. Ostatní provozní náklady	33
7.1. Servis	33
7.2. Pojištění.....	35
8. Státní podpora elektromobility	36
8.1. Podpora v ČR	36
8.1.1. Dálniční známky	36
8.1.2. Speciální registrační značka	37
8.1.3. Silniční daň	38
8.1.4. Zpoplatněný vjezd do měst a parkování v zónách.....	39
8.2. Podpora ve světě.....	39
8.2.1. Norsko.....	41

8.2.2.	Francie.....	42
8.2.3.	Německo	43
9.	Výpočet celkových nákladů	44
9.1.	Přehled porovnávaných variant	44
9.1.1.	Varianta 1.....	45
9.1.2.	Varianta 2.....	47
9.1.3.	Varianta 3.....	49
9.1.4.	Varianta 4.....	51
9.2.	Vyhodnocení celkových nákladů.....	53
10.	Vícekritériální hodnocení.....	54
10.1.	Ekonomické hledisko	54
10.2.	Ekologické hledisko	55
10.3.	Hledisko komfortu	55
10.4.	Vyhodnocení vícekritériálního hodnocení.....	56
11.	Závěr	57
	Reference.....	58
	Seznam obrázků.....	65
	Seznam tabulek.....	66

Seznam zkratek

AC	Střídavý proud (Alternating Current)
ČR	Česká republika
DC	Stejnoseměrný proud (Direct Current)
DPH	Daň z přidané hodnoty
EU	Evropská unie (European Union)
NPV	Čistá současná hodnota (Net present value)
OC	Obchodní centrum
OTE	Operátor trhu s elektřinou
PHM	Pohonné hmoty a maziva
POZE	Podporované zdroje energie
RCF	Roční ekvivalentní peněžní tok
USA	Spojené státy americké (United States of America)
VW	Volkswagen

1. Úvod

Když se v dnešní době podíváme na různé nabídky automobilek, můžeme si všimnout, že kromě automobilů, využívajících dosud nejpoužívanější pohonné agregáty se spalovacím motorem ať už zážehovým, nebo vznětovým, čím dál více přibývají auta s alternativním pohonem. Není to dáno pouze technologickým rozvojem, ale především kvůli snahám o snížení emisí CO₂ a omezení používání ztenčujících se zásob fosilních paliv. Navíc všemu pomáhá rostoucí trend v rozvoji elektromobility napříč celým světem. Napomáhají tomu i stále se zvyšující nároky na limit emisí CO₂ a sankce pro automobilky za jejich nedodržování. Od roku 2020 smí všechna osobní auta vyrobená danou automobilkou v průměru vypustit maximálně 95 g CO₂ na kilometr jízdy. Automobilky se tedy mohou buď snažit o snížení emisí u klasických automobilů nebo se zabývat vývojem elektromobilů. V současnosti je možné setkat se s elektromobilem od téměř každé větší automobilové značky jako je Ford, BMW, Nissan, Volkswagen, Kia a další, nebo alespoň narazit na ohlášení o zavedení nějakého prvního elektromobilu (v rámci automobilky) do prodeje. Mezi takové automobilky patří například Lexus se svým prvním vozem UX 300e jenž by se měl začít prodávat v roce 2020, dále pak třeba Rolls-Royce nebo Jaguár jako zástupci luxusnějších typů aut [41] [42] [43].

V mé práci se budu zajímat především o porovnání nákladů na provoz elektromobilu a benzínového vozidla pro různé varianty provozu. Důležité je také si uvědomit, že při porovnávání nelze pohlížet čistě jen na finanční stránku, ale měla by se zohlednit i stránka komfortu při používání automobilu či ekologické dopady. [74].

Cílem mé práce by tedy měl být komplexní přehled o nákladech za vše potřebné na provoz automobilu, který by mohl lidem pomoci při rozhodování jaký typ automobilu si pořídit. Proto se nebudu omezovat pouze na náklady na pořízení automobilu a palivo, ale zaměřím se také na věci jako je servis, pojištění, úlevy pro vjezd do města a případné kladné i záporné důsledky, na které se při porovnávání zapomíná. Jako rozšíření ekonomických faktorů vytvořím vícekriteriální hodnocení, jenž bude zohledňovat navíc stránku komfortu a ekologie. Takovéto vícekriteriální hodnocení pak bude sloužit k širšímu pohledu na problematiku porovnávání provozu jednotlivých automobilů.

2. Představení porovnávaných vozidel

Pro porovnávání jsem vybral nejprodávanější auto v Evropě za rok 2018 – Volkswagen Golf a k tomu výbavově podobný elektromobil od stejné automobilky Volkswagen e-golf. [1] Smyslem výběru bylo zajistit, aby porovnávaná auta byla navzájem co nejvíce podobná v komfortu, vybavení auta a technických parametrech, a aby tedy samotné porovnání nákladů na provoz dávalo smysl. Obě auta jsou praktickými pro jízdu ve městech i pohodlnými pro klasické přemísťování mezi městy, nejedná se o nijak luxusní automobily a jejich pořizovací cena je dostupná většině lidem, jenž uvažují o koupi nového vozidla. Zároveň se jedná o již zažitou značku i model, který je lidmi vnímán často jako záruka kvality a nemají tedy strach si takový automobil pořídit. Vozidla od automobilky Volkswagen byla vybrána také proto, že Volkswagen je jedním z největších automobilových koncernů, spadá pod něj 14 samostatných značek včetně námi zvolené značky vozidel Volkswagen. Není tedy problém nalézt autorizované prodejny a opravny [26].

2.1. Volkswagen e-Golf

Automobil Volkswagen e-golf patří k první generaci moderních elektromobilů a představuje čistý elektromobil s nulovými emisemi CO₂. Jedná se o zástupce nižší střední třídy vozidel. Základ elektromobilu Volkswagen e-Golf je postaven na sedmé generaci hatchbacku Volkswagen Golf, shoduje se s ním v podvozkové platformě i designu [18]. První generace je na trhu od roku 2015, kdy byl ale velkým nedostatkem nízký dojezd a slabý výkon elektromobilu. V roce 2017 se však dočkal vylepšení týkajícího se zvýšení dojezdové vzdálenosti až na 300 km na jedno nabití, snížení spotřeby paliva a nové lithium-iontové baterie o výkonu 35,8 kW. [2] V roce 2018 byl třetím nejprodávanějším elektromobilem v Evropě, kdy se ho prodalo přes 21 000 kusů. To je oproti předchozímu roku nárůst o 9000 kusů, což je nárůst o více jak 40 %, tyto čísla svědčí o zvyšující se poptávce po elektromobilech. Pro porovnání nejprodávanější elektromobil roku 2018 Nissan Leaf dosáhl téměř 39 000 prodaných kusů [1].



Obrázek 1: VW e-golf

Tabulka 1: Parametry VW e-golf

Volkswagen e-Golf (2017)	
Pohon	Elektřina, hnaná náprava: přední
Výkon	100 kW
Točivý moment	290 Nm
Hmotnost	1615 Kg
Zrychlení 0-100 km/h	9,6 s
Maximální rychlost	150 km/h
Spotřeba	12,7 kWh/100 km
Dojezd	300 km

2.2. Volkswagen Golf

Automobil VW Golf je nejprodávanějším autem v Evropě a daří se mu i celosvětově, a proto byl také pro toto porovnání zvolen. Volkswagen Golf je jedním z nejdůležitějších modelů německé automobilky Volkswagen. Jeho první generace byla představená už v roce 1974 a od té doby se dočkává pravidelně nových generací. Mezi přednosti patří

široká nabídka, cenová dostupnost modelu, velmi příjemné jízdní vlastnosti a v neposlední řadě i pověst vozu a jeho oblíbenost u lidí [19]. Patří do nižší střední třídy a v Německu se podle něj tato třída také někdy nazývá "Golf-Klasse". Díky své popularitě se stále objevují nové generace tohoto auta, nejnovější je generace VII. Pro porovnání budu používat právě model z generace VII s motorem 1.6 TDI [3] [29] [30].



Obrázek 2: VW Golf VII

Tabulka 2: parametry VW Golf

Volkswagen Golf VII	
Motor	1.6 TDI
počet válců/ventilů	4.4
Převodovka	6M/7A
zdvihový objem	1598 cm ³
Výkon [kW při 1/min]	77 při 3000
Točivý oment [Nm při 1/min]	250 při 1500
pohotovostní hmotnost	1295 kg
zrychlení 0-100 km/h	10,7 s
Maximální rychlost	192 km/h
Spotřeba komb.	3,8 l/100 km

2.3. Další alternativy k porovnávaným vozidlům

Kromě dvou uvedených vozidel více by se dalo porovnání provádět i na ostatních cenově i výbavově podobných automobilech. Mezi elektromobily by se mohlo jednat například o Nissan Leaf, jenž je pouze o 15 000 Kč dražší než VW e-Golf a dojezdem i výbavou jemu velmi podobný. Navíc se jedná o v Evropě o nejprodávanější elektromobil za rok 2018 a čtvrtý nejprodávanější elektromobil ve světě za rok 2019 [62][63][64]. Dalším elektromobilem by mohl být Renault ZOE, jenž patří do stejné cenové i výbavové kategorie [65].

V případě VW Golfu by možnými alternativy mohl být Ford Focus. Patří do stejné cenové kategorie, výbavově je dosti podobný, a navíc se začíná těšit stále větší oblíbenosti. V roce 2019 se dostal na devátou příčku nejprodávanějších aut v Evropě, což je posun o čtrnáct míst nahoru oproti předchozímu roku. V České republice získal titul Auto roku 2019 [66] [67]. Levnější ale stále srovnatelnou variantou by mohla být ještě Škoda Fabia. Dražší variantou pak jedno z dlouhodobě nejprodávanějších aut v Česku Škoda Octavia [68].

2.4. Porovnání vozidel a jejich rozdíly

Nejzásadnějším rozdílem porovnávaných aut je motor, auta se však liší i výbavou a pořizovací cenou. Pro zajištění co největší podobnosti, jsme pro model Golf VII brali v potaz přikoupení dodatečného vybavení. Dalším rozdílem je hmotnost vozidel. Automobil VW e-Golf je těžší kvůli hmotnosti akumulátoru (318 kilogramů). Co se týče jízdních vlastností disponuje e-Golf větším výkonem, točivým momentem a zrychlením. Zaostává však v maximální rychlosti, ta je o 42 km/h menší než u klasického Golfu, s maximální rychlostí e-Golfu 150 km/h by to ale neměl být v běžném provozu omezující faktor pro jízdu ani pro komfort. Pokud by nás zajímal zavazadlový prostor, tak ten je u e-golfu 341 litrů, což je pouze o 30 litrů méně, než kolik nabízí verze Golf se svými 380 lity.

3. Pořizovací cena

Cena na koupi vozidla je největším výdajem ze všech nákladů a je tedy i jedním z nejdůležitějších aspektů při výběru a porovnání samotného vozidla. Je dána výbavou, parametry a v neposlední řadě i značkou auta. U těchto aspektů jsem se snažili docílit co největší podobnosti napříč porovnávanými auty, proto jsou porovnávaná auta od jedné značky a k základní pořizovací ceně je dokoupená dodatečná výbava, tak aby byla auta výbavově téměř totožná, a tedy i komfort z jízdy a používání byl srovnatelný. Po zohlednění cen doplňkového vybavení se rozdíl v ceně jednotlivých aut zmenšil o více jak polovinu, především kvůli dokoupení automatické převodovky za 233 000 Kč pro model VW Golf. Cena jednotlivých automobilů a komponent pochází z českých oficiálních stránek Volkswagenu a katalogů pro jednotlivé automobily [2] [4]. Všechny uvedené ceny jsou brány s DPH, jelikož cílem mé práce je porovnat náklady na provoz pro osobní účely, nikoli pro firmu. Kromě varianty výpočtu pořizovací ceny, kde přikupujeme dodatečné vybavení, tak aby oba automobily měly stejnou výbavu, provedu i variantu, kde budu brát v úvahu pouze výbavu nezbytnou pro dosažení srovnatelného komfortu automobilů.

Tabulka 3: Varianta výbavy 1

	VW Golf	VW e-Golf
základní cena	452 900 Kč	882 900 Kč
automatická převodovka	233 000 Kč	0 Kč
akustický parkovací systém	0 Kč	14 100 Kč
ambiente osvětlení	0 Kč	5 700 Kč
vyhřívané čelní sklo	8 000 Kč	0 Kč
PreCrash	3 700 Kč	0 Kč
paket zrcátka	5 300 Kč	0 Kč
textilní koberečky	0 Kč	3 800 Kč
podvozek s volbou profilu jízdy	4 400 Kč	0 Kč
led světlomety statické	29 900 Kč	0 Kč
paket světla	0 Kč	6 900 Kč
cena celkem	737 200 Kč	913 400 Kč

Tabulka 4: Varianta výbavy 2

	VW Golf	VW e-Golf
základní cena	452 900 Kč	882 900 Kč
automatická převodovka	233 000 Kč	0 Kč
cena celkem	685 900 Kč	882 900 Kč

Celkovou cenu budu brát jako počáteční investici, kterou použiji k určení ročních provozních nákladů. Abych stanovil roční hodnotu investice musíme znát diskont a dobu trvání investice. Diskont jsem si určil jako 5 % a životnost investice na 8 let. Roční hodnotu investice pak určím podle rovnice:

$$RCF = \frac{r}{(1-(1+r)^{-T})} \cdot NPV, \quad (1)$$

kde

RCF je roční ekvivalentní peněžní tok,

r je hodnota diskontu

T je doba investice

NPV je čistá současná hodnota investice

Tabulka 5: RCF varianty 1

Roční hodnota investice varianty 1						
délka investice	8	Diskont	5,0 %	VW Golf	-737 200 Kč	114 061 Kč
				VW e-Golf	-913 400 Kč	141 323 Kč

Tabulka 6: RCF varianty 2

Roční hodnota investice varianty 2						
délka investice	8	Diskont	5,0 %	VW Golf	-685 900 Kč	106 124 Kč
				VW e-Golf	-882 900 Kč	136 604 Kč

Kromě samotné pořizovací ceny je důležité zmínit, že na nákup elektromobilu lze uplatnit v mnoha zemích investiční podpory. Pokud bychom elektromobil nakoupili například ve Francii, jsme schopni dosáhnout na podporu přibližně 150 000 Kč. V Česku jsou ale podpory na nákup elektromobilů pouze pro právnické osoby, nikoli pro fyzické.

4. Palivové náklady

Palivové náklady tvoří největší částku v ročních nákladech na provoz a jsou tak po ceně za koupi vozidla druhým nejdůležitějším faktorem při výběru. Pro mou studii jsem vybral roční nájezd 15 000 km. Roční průměr najetých kilometrů v Evropě je 12 000 km, ale v tom jsou započítané i auta, která se používají pouze na krátkou cestu na nákup a zpátky, proto jsem se rozhodl tento průměr navýšit [5]. Kromě základního nájezdu 15 000 km, provedu výpočet i pro 20, 30 a 50 tisíc km/rok. Pro náklady konvenčního automobilu si stanovím pevnou cenu za litr PHM (průměrná cena naturalu 95 a nafty), se kterou budu počítat po celou dobu provozu. U elektromobilu je více variant, jak doplňovat palivo, a proto budu každou z nich počítat zvlášť.

4.1. Cena benzínu

Cenu benzínu jsem stanovil aritmetickým průměrem z průměrných měsíčních nákladů za konec roku 2019 a prvních 3 měsíců roku 2020. Takto stanovená hodnota ceny benzínu je rovna 32,035 Kč [6]. Palivové náklady VW Golfu pak vypočtu za použití této ceny benzínu, spotřeby na 100 km a ročního nájezdu, který jsem pro studii vybral.

Tabulka 7: Ceny PHM

Průměrné ceny PHM za posledních 12 měsíců		
1.	30,1	kč/l
2.	32,02	kč/l
3.	32,19	kč/l
4.	31,95	kč/l
5.	31,99	kč/l
6.	32,15	kč/l
7.	32,09	kč/l
8.	32,13	kč/l
9.	32,29	kč/l
10.	32,72	kč/l
11.	32,75	kč/l
12.	32,04	kč/l
průměr	32,035	kč/l

Výpočet probíhá podle následující rovnice:

$$cena\ za\ benzín = \frac{rn}{100} \cdot s_{PHM} \cdot p, \quad (2)$$

kde

rn je roční nájezd v kilometrech,

s_{PHM} je spotřeba PHM v l/100 km,

p je průměrná cena litru PHM.

Při ročním nájezdu 15 000 km, spotřebě 3,8 l/100 km a ceně za litr PHM z tabulky (7) by pak roční náklady na PHM podle rovnice (2) činily 18 260 Kč. Pro porovnání, kdybychom nájezd zvedli na dvojnásobek, tedy 30 000 km, roční náklady by byly 36 520 Kč.

5. Nabíjení elektromobilu

Zásadním aspektem ovlivňujícím provozování elektromobilu na každodenní úrovni je jeho dobíjení. Doba dobíjení elektromobilu je ovlivněná typem použité kabeláže, dobíjecí stanice nebo zásuvkou. Způsobů, jak elektromobil dobíjet, je více. Základním způsobem dobíjení je využití klasických zásuvek 230 V nebo 400 V [27]. Pokročilejší a rychlejší variantou, jenž se v poslední době stále více rozšiřuje je dobíjení pomocí rychlonabíjecích stanic na stejnosměrný proud [28] [52].

5.1. Dobíjení na střídavý proud

Při dobíjení elektromobilu střídavým proudem je vlastní nabíjecí zařízení umístěno uvnitř elektromobilu. Tam převádí střídavý proud ze sítě na proud stejnosměrný, který je potřebný pro akumulátory ve vozidle. Zásadní nevýhodou tohoto způsobu dobíjení je rychlost. Maximální rychlost je omezena možnostmi palubního počítače. Pokud je tedy vozidlo vybaveno např. jen 3,6 kilowattovou jednofázovou nabíječkou, tak rychlost nabíjení bude shora omezena právě hodnotou 3,6 kW. Proto i když přijedete k nabíjecí stanici s výkonem 22 kW AC, budete moci využít jen 3,6 kW. Kromě parametrů palubního dobíjecího zařízení je potřeba zjistit typ konektoru, kterým vozidlo disponuje. Nejpoužívanějším typem konektoru je v současné době Mennekes typ 2. Pro nabíjení ze sítě tedy potřebujeme kabel, který má na jedné straně právě tento typ konektoru a na druhé straně typ podle potřeby dobíjecí stanice [28] [52].



Obrázek 3: Konektor Mennekes typ 2

5.2. Dobíjení na stejnosměrný proud

Dobíjení stejnosměrným proudem složí k dobíjení v tzv. rychlodobíjecích stanicích. Při nabíjení se nevyužívá palubní nabíjecí zařízení, které bylo hlavním důvodem pomalejšího nabíjení v případě střídavého nabíjení. Díky využití stejnosměrného proudu, který je potřebný pro akumulátory a pohonné ústrojí elektromobilů, můžeme elektromobil nabíjet přímo. Pro tento typ dobíjení existovalo více standardů a konektorů, v poslední době se ale nejvíce používá typ CCS. Tento typ konektoru kombinuje typ pro stejnosměrné nabíjení se standardem Mennekes 2. Díky tomu odpadla nutnost ve vozidlech používat dva různé typy konektorů a zvýšil se tak uživatelský komfort. Na používání CCS se dohodli všechny velké automobilky. Tesla využívá vlastní konektory Tesla Supercharger, ale postupně se přeorientovává na standart CCS [28].



Obrázek 4: Konektor typu CCS

5.3. Náklady na dobíjení elektromobilu

Cena dobíjení elektromobilu se bude odvíjet od způsobu, jakým elektromobil budeme nabíjet, zda budeme elektromobil dobíjet ze zásuvky u nás doma, zda si pro tento případ pořídíme vlastní domácí dobíjecí stanici, nebo jestli budeme používat veřejné dobíjecí stanice. Tyto jednotlivé varianty se liší nejen v ceně, ale i v rychlosti nabíjení a komfortu pro uživatele, proto zde cena není jediným faktorem a při určování nejvhodnější varianty záleží především na způsobu, jakým elektromobil používáme. Zda pro denní pojíždění po městech, nebo pro víkendové cesty na chatu, či za příbuznými, kdy potřebujeme ujet větší množství kilometrů najednou.

Například pokud vlastníme rodinný domek můžeme si zajistit vlastní přípojku pro elektromobil, díky kterému bychom měli i nárok na využití speciální tarifu, ale zároveň to sebou nese povinnosti v podobě nutnosti nainstalovat takové dobíjecí zařízení, případně kvůli němu zvýšit hodnotu jističe. Navíc se musíme starat o údržbu a případný servis. Na druhou stranu máme dobíjení vždy po ruce, nemusíme se starat o to, zda bude u veřejných stanic volno, navíc čas, který bychom strávili u veřejných dobíjecích stanic můžeme strávit v pohodlí domova. Naopak pokud bych chtěl dobíjet u veřejných stanic, tak musím počítat s tím, že budu někdy muset čekat na její uvolnění nebo místo ní vyhledat jinou pravděpodobně vzdálenější stanici, například před víkendem, kdy se lidé budou chystat na odjezd na chaty a za příbuznými. Odpadne nám však starost se zřízením stanice u nás doma a náklady s tím spojenými, ale zároveň o to více budu platit v ceně elektřiny. Pokud bydlím v bytovém domě může se dohodnout v družstvu pořízení vlastní dobíjecí stanice, v takovém případě by se investice rozdělila nebo by se financovala z peněz, jenž má družstvo ze své činnosti navíc. Nastal by však problém při dohadování kdy může kdo nabíjet, mohl by se sice zavést rozpis, ale je velmi pravděpodobné, že by se vždy našel někdo nespokojený a komplikoval by celý projekt ať už od samotného budování nebo pak při jeho využívání. Záleží tedy často na osobních preferencích a možnostech, nebo na situaci mezi rezidenty, pokud se jedná o bytovou jednotku.

Za úvahu také stojí to, jaká rychlost nabíjení je pro nás dostatečně komfortní. Zda nám stačí nabíjet pomalu například přes noc, nebo požadujeme nabitý automobil do dvou hodin či hodiny. Rychlejší nabíjecí stanice sebou nesou i větší investice, jak do

samotného zařízení, tak do rozvodů. Taková varianta by se dala nejlépe využít v bytovém domě, kde se dá investice rozprostřít do většího množství lidí a kde by pak byla snazší domluva mezi lidmi. Nestávalo by se tak často, že bychom museli čekat až na nás přijde řada a počet lidí vlastníci elektromobil v takovém domě by mohl být vyšší, a to i při zachování stejného komfortu dobíjení, možná i většího díky rychlosti, než u klasičtější pomalejší dobíjecí stanice.

V následujících podkapitolách budou podrobněji popsány jednotlivé varianty dobíjení, v konečném porovnání pak budou uvedené všechny varianty. Platí totiž, že výběr záleží především na majiteli e-auta, který si musí vybrat dle svých potřeb, času provozu a nabíjení a toho kde a v čem bydlí, což podstatně ovlivňuje jeho možnosti.

5.3.1. Veřejné dobíjecí stanice

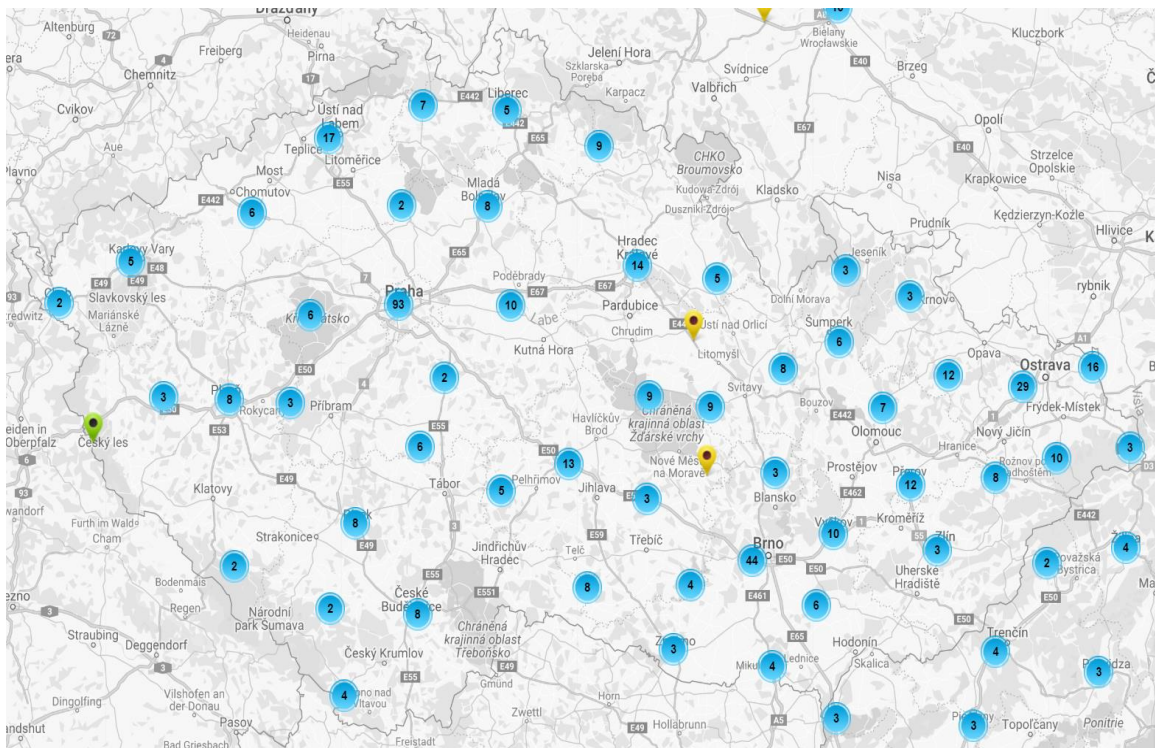
Infrastruktura dobíjecích stanic se stále rozrůstá, přesto pro většinu lidí může být stále odrazujícím faktorem především proto, že nemůžeme nabíjet v pohodlí domova, čímž tato varianta poněkud ztrácí na uživatelském komfortu, navíc pokud už máme nějakou dobíjecí stanici v našem okolí ne vždy je jisté, že bude volná. Jak z názvu vyplývá jedná se o veřejné dobíjecí stanice a může je tedy využívat kdokoliv kdo splňuje provozní řád takovýchto stanic.



Obrázek 5: Dobíjecí stanice

V české republice začala síť veřejných dobíjecích stanic vznikat v roce 2012 pod značkou ČEZ, nyní se v Česku nalézá zhruba 450 dobíjecích stanic (údaj z prosince 2019) [7]. Podle webu eafu.eu se k roku 2019 v Evropě nalézá 20 077 rychlodobíjecích stanic 154 023 normálních dobíjecích stanic [8], toto číslo však každým dnem roste průměrně o 6,6 stanice za den [9].

Informace o nabíjecích stanicích poskytuje od roku 2018 služba Google maps nebo můžeme pro jejich vyhledávání použít přímo specializované služby jako je například evmapa.cz pro českou republiku nebo chargema.com pro Evropu. Všechny tyto mapy a seznamy dobíjecích stanic jsou průběžně aktualizovány a doplňovány o nově vzniklé dobíjecí stanice.



Obrázek 6: Mapa dobíjecích stanic

Kromě ČEZu nabízí své služby v oblasti dobíjení elektromobilů i PRE a EON. Společnost PRE má cenu zvažovat, pokud bydlíme v Praze nebo přímém okolí, síť jejich dobíjecích stanic je totiž v ostatních částech republiky velmi chabá. Nevýhodou dobíjecích stanic PRE je také to, že se u nich platí jak paušální poplatek, tak cena za kilowatthodinu a od určité chvíle i čas strávený u dobíjecího stojanu. Doba, po které je

nutné platit i cenu za čas, je 120 minut. To může být značná nevýhoda především proto, že většina dobíjecích stanic PRE nejsou tzv. rychlodobíjecí stanice. Pokud nemáme s PRE uzavřenou smlouvu, lze jejich dobíjecí stanice stále využívat, ale ceny jsou značně vyšší a tuto variantu nebudu tedy uvažovat [20] [21].

Tabulka 8: Ceník dobíjecích stanic PRE

Ceník PRE		
Stálý kvartální plat za každou kartu/čip (Kč/čtvrtletí)	Cena za odebranou elektřinu (Kč/kWh)	Cena za dobíjení (Kč/min)
36,3	3,03	0,24

ceny vč. DPH

Další možnost je dobíjení u společnosti EON, zde po registraci a uzavření smlouvy získáme RFID kartu E.ON Drive, díky níž se identifikujeme na vybraných dobíjecích stanicích a budeme tak platit sníženou sazbu za dobíjení. Ta je u většiny dobíjecích stanic 3 Kč/kWh pro AC dobíjení a 6 Kč/kWh pro DC dobíjení. Pro neregistrované platí sazba 6 Kč/kWh pro AC dobíjení a 11 Kč/kWh pro DC dobíjení. Jejich ceník není ale jednotný, a u některých stanic je tato cena vyšší, ale existují i dobíjecí stanice v OC Globus, kde je dobíjení zadarmo, ale je otázkou, jak dlouho tato akce potrvá. U takových míst však musíme počítat s větší pravděpodobností obsazení dobíjecí stanice a také s tím, že takových míst není tolik [22][23].

Nejrozšířenější provozovatel dobíjecích stanic v ČR skupina ČEZ nabízí dobíjecí čip, se kterým můžeme neomezeně dobíjet ve všech jejich stanicích po celé České republice za 544,5 Kč měsíčně. ČEZ ale chytá změnu jeho platebního systému a zdražení pro neregistrované zákazníky, spolu se zavedením poplatku za překročení určitého časového úseku (pravděpodobně 2 hodiny) v hodnotě 2 Kč/min. Pro moje účely budu předpokládat pořízení čipu od skupiny ČEZ. Roční náklady na dobíjení elektromobilu by pak činily 6534 Kč [10] [24]. Zároveň by se dalo uvažovat o současné registraci jak u ČEZu, tak u PRE, pokud se nacházíme v Praze nebo o kombinaci ČEZu a EONU pokud se nacházíme v jiné části republiky. Ale volba dobíjecích stanic ČEZ je stěžejní především díky jejich nejrozšířenější infrastruktuře a prozatímni asi nejvýhodnější ceny za nabíjení.

Tabulka 9: Ceny dobíjení u veřejných dobíjecích stanic

Ceník dobíjecích stanic			
	Paušální poplatek za rok v Kč	Cena za kWh v Kč	Cena za min. v Kč
ČEZ	6534	-	-
E.ON	-	3 (AC), 6 (DC)	-
PRE	145	3,03	0,24

ceny vč. DPH

Z tabulky (9) je vidět že díky nízkému paušálnímu poplatku a ceně dobíjení 3 Kč, je nabídka firmy PRE poměrně výhodné, ale nevýhodou je právě soustředění pouze na jedinou lokalitu a to Prahu, ve zbytku České republiky zatím moc dobíjecích stanic PRE neexistuje.

5.3.2. Pořízení domácího Wallboxu

Další variantou, jak nabíjet elektromobil je pořízení tzv. wallboxu. Tedy nástěnné dobíjecí stanice. Ceny těchto wallboxů se pohybují od 10 do 60 tisíc Kč, v závislosti na jejich výkonu a požadovaných vlastnostech. Hlavní výhodou wallboxů je jejich rychlost nabíjení, oproti nabíjení z běžné zásuvky jsou schopné elektromobil dobít až desetkrát rychleji, zároveň nám poskytují komfort v podobě nabíjení z domova bez nutnosti vyhledávat veřejné dobíjecí stanice. Pro naše potřeby budeme uvažovat wallbox 22 kW/32 A na střídavý proud, průměrná cena takového zařízení, pokud budeme nakupovat u ověřených prodejců se pohybuje v rozmezí 19 000 – 26 000 Kč. Další možností je nákup přímo od našeho dodavatele elektřiny, jenž má sice omezenou užší nabídku výrobků, ale má v ceně většinou i montáž a dopravu. Pro další počítání budu uvažovat cenu 23 700 Kč, což je včetně montáže wallboxu na stávající el. rozvody, navrtání, připojení v místě připraveného kabelu, dopravu a úpravy v podobě posílení instalace. Přibližná doba nabíjení na plnou kapacitu z takového zařízení je 5 hodin.



Obrázek 7: Wallbox

Je nutné počítat s tím, že pro bezproblémové nabíjení z takového wallboxu bude potřeba zvýšit příkon jističe a pokud není přípojka dostatečně dimenzovaná je nutné jí posílit, to provádějí různé firmy jejichž ceníky se za takovou práci různě liší, já budu počítat s cenou 2700 Kč (tato cena je už pro zjednodušení započítaná v ceně wallboxu), za všechny potřebné úkony při výměně a posílení přípojky [25]. Běžný rodinný domek má jistič na 3x25 A, ten bude potřeba nahradit jističem 3x40 A. S tím jsou spojeny náklady za připojení a se zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu, ty stanovíme na základě vyhlášky o připojení č. 16/2016 Sb. V případě třífázového připojení činní náklady 500 Kč za každý ampér navíc. V našem případě budou jednorázové náklady za změnu jističe 7 500 Kč [11]. Zároveň musíme počítat, že se nám zvýší měsíční plat za příkon podle jmenovité proudové hodnoty jističe před elektroměrem dle odpovídající distribuční sazby. Cena takového navýšení závisí na našem dodavateli elektrické energie a na nastaveném tarifu za elektřinu. Já použil tarif D02d – Jednotarifová sazba a zprůměroval ceny za MWh a měsíční sazby za příkon jističe od hlavních dodavatelů. Měsíční nárůst ceny činil 71 Kč (to znamená průměrné navýšení ročních nákladů o 847 Kč). Data pocházejí z nejnovějších ceníků platných pro rok 2019 [12] [13] [14].

V tabulkách jsou započteny a dohromady uváděny platby za dodávku elektřiny (Kč/MWh), distribuci elektřiny (Kč/MWh), daň z elektřiny (Kč/MWh), systémové služby (Kč/MWh) a platba za POZE (Kč/MWh). Činnost OTE, která se platí jako fixní poplatek za měsíc, bez ohledu na spotřebu elektřiny, a tedy bez ohledu na to, zda dobíjíme nebo nedobíjíme elektromobil, není započtená.

Tabulka 10: Ceny v tarifu D02d

Tarif D02d				
cena 1 MWh v Kč	E.ON	PRE	ČEZ	průměrná cena v Kč
	4 677,89	4 674,48	5 371,67	4 908
jistič nad 3x32 A do 3x40 A včetně	184	189,97	191,18	188
jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	115	118,58	119,79	118
Měsíční navýšení poplatku za jistič				71
Roční navýšení poplatku za jistič				847
Náklady na výměnu jističe				7 500

ceny vč. DPH

Další možností je, že už máme zavedený dvoutarif D25d, v takovém případě je u společnosti PRE a EON ceník pro oba tyto tarify zatím stejný. Jediným rozdílem je firma ČEZ, u které je rozdílná cena za dodávku elektřiny (tarif D27d je mírně výhodnější oproti tarifu D25d), ale ve všech ostatních položkách je platba stejná. Dá se tedy prozatím zjednodušeně pro náš výpočet předpokládat, že pokud již máme zavedený dvoutarif D25d budou ceny za elektřinu stejné jako v tarifu D27d a navýšení v ceně za elektřinu budou tvořit pouze poplatky za navýšenou hodnotu jističe. Je ale pravděpodobné, že ceníky pro tarif elektromobility se budou měnit a pro lidi s tarifem D25d bude výhodné přejít právě na tarif D27d. Samotné navýšení roční platby za jistič je tedy 1 123 Kč plus jednorázový poplatek 7 500 Kč za navýšení hodnoty jističe.

Tabulka 11: Ceny tarifu D27d

Tarify pro elektromobilitu D27d				
cena 1 MWh v Kč	E.ON	PRE	ČEZ	průměrná cena v Kč
vysoký tarif	5467,77	5091,33	5111,61	5 224
nízký tarif	2380,62	2301,78	3021,02	2 568
jistič nad 3x32 A do 3x40 A včetně	244	242	260,15	249
jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	152	151,25	162,14	155
Měsíční navýšení poplatku za jistič				94
Roční navýšení poplatku za jistič				1 123
Roční navýšení poplatku za nižší hodnotu jističe v tarifu D27d oproti tarifu D02d				448
Roční navýšení poplatku za vyšší hodnotu jističe v tarifu D27d oproti tarifu D02d				724
Roční navýšení poplatku při přechodu z nižšího jističe v tarifu D02d na vyšší jistič v tarifu D27d				1 571
Jednorázový poplatek za výměnu jističe				7500

ceny vč. DPH

Jednou z dalších možností je přejít z klasického tarifu na dvoutarif pro elektromobil, v tomto případě jsou ceny za jističe vyšší, ale můžeme ušetřit za ostatní výdaje za elektřinu. Samotný roční rozdíl v ceně při přechodu z nižšího jističe v klasickém tarifu na vyšší jistič v tarifu pro elektromobil je 1 571 Kč/rok plus jednorázový poplatek za navýšení jističe 7500 Kč.

Cenu za samotné dobíjení vypočtu z ročního nájezdu automobilu, který jsem pro mé účely v základní variantě výpočtu zvolil 15 000 km, ze spotřeby elektromobilu a ze zprůměrované ceny za elektřinu pro klasický tarif a pro tarif elektromobil, u kterého budeme uvažovat nabíjení v době nízkého tarifu. VW e-Golf uvádí spotřebu 12,7 kWh/100 km, ve skutečnosti je však spotřeba vyšší, musíme uvažovat používání

klimatizace či topení a zohlednit způsob jízdy a kde s autem jezdíme. Podle výrobce se průměrná spotřeba při takovém způsobu jízdy pohybuje okolo 14,1 kWh/100 km [3] [15].

Roční náklady pro jednotlivé varianty tarifů a přechodů mezi tarify vypočítám z následující rovnice:

$$\text{náklady za elektřinu a jistič} = \frac{rn}{100} \cdot s_{kw} \cdot p_{kw} + c, \quad (3)$$

kde

rn je roční nájezd v kilometrech

s_{kw} je spotřeba kW/100 km

p_{kw} je cena za jeden kW

c je navýšení poplatku za jistič

Roční náklady na nabíjení elektromobilu z domácího wallboxu pro tarif elektřiny D02d jsou součtem ročního navýšení poplatků za jistič a ročních nákladů za elektřinu, tedy podle rovnice (3) 9 260 Kč.

Roční náklady na nabíjení elektromobilu z domácího wallboxu při přechodu z tarifu D02d na tarif D27d jsou podle rovnice (3) 7 002 Kč.

Roční náklady na dobíjení elektromobilu, pokud jsme před pořízením elektromobilu už měli dvoutarif D25d, jsou podle rovnice (3) 6 554 Kč.

Při uvažování poplatků za jistič beru pouze rozdíl v ceně, který vznikl navýšením jističe, případně přechodem na jiný tarif, protože poplatek za jistič je fixním položkou v ceně elektřiny, kterou platíme nezávisle na pořízení elektromobilu.

5.3.3. Nabíjení doma ze zásuvky

Jakýkoliv elektromobil, včetně nejmodernějších modelů je stále možné nabíjet za použití standardní 230 V zásuvky, toto nabíjení je však velmi časově náročné, za jednu hodinu nabíjení se dojezd našeho elektromobilu zvedne přibližně o 14 km. Doba nabíjení na plnou kapacitu se poté pohybuje kolem sedmnácti hodin. Pokud máme k dispozici vícefázovou zásuvku může se dojezd za hodinu nabíjení zvýšit o dalších 35 km, teda na 50 km [16]. Nabíjení ze zásuvky je sice nejsnazší řešení, u kterého nám odpadá počáteční

investice do wallboxu, ale musíme počítat s delší dobou nabíjení, a tedy i se snížením komfortu používání našeho elektromobilu. Pokud bychom však denně jezdili pouze kratší vzdálenosti a stačilo nám nabíjet elektromobil přes noc, je toto řešení velmi praktické a finančně nejefektivnější. Výpočet ceny za elektřinu je stejný jako ve výpočtech pro wallbox, odpadá pouze cena za navýšení jističe u tarifu klasik, a při přechodu na tarif elektromobil platíme pouze rozdíl v poplatku za jistič v tarifu elektromobil oproti tarifu klasik.

Roční náklady za dobíjení v tarifu D02d jsou tedy podle rovnice (3) 10 380 Kč, pro dobíjení v případě přechodu z tarifu D02d na tarif D27d pak 5 879 Kč a pro případ, že už jsme měli před pořízením elektromobilu dvoutarif D25d, 5 430 Kč.

6. Porovnání nákladů spojených s palivem a dobíjením elektromobilu

Při ročním nájezdu 15 000 km, který jsem zvolil jako základní roční nájezd, a zohlednění čistě nákladů za elektřinu nebo PHM lépe vychází elektromobil pro všechny varianty dobíjení. Nejlépe pak varianta, při které nabíjíme doma v tarifu elektromobil a pak nabíjení u veřejných stanic, pokud si vybereme nabíjení čistě u dobíjecích stanic ČEZu. Nejdražší variantou je naopak VW Golf se svou potřebou PHM, jehož cena dělá největší rozdíl.

Tabulka 12: palivové náklady na 15 000 km

Palivové náklady na 15 000 km							
typ auta	spotřeba v litrech/kWh	způsob doplňování paliva		cena benzínu/elektriny na l/kWh	poplatek za jistič v Kč		celková cena
VW Golf	3,8	benzínové stanice		32,035	-		18 260 Kč
VW e-Golf	17,9	domácí dobíjení	tarif D02d	4,908	wallbox	847	14 025 Kč
					bez	-	13 178 Kč
			tarif D27d	2,568	wallbox	1 571	8 466 Kč
					bez	448	7 343 Kč
		měl jsem tarif D25d	2,568	wallbox	1 123	8 018 Kč	
				bez	-	6 895 Kč	
		veřejné dobíjecí stanice	čip ČEZ	544,5 (měsíčně)	-		6 534 Kč

ceny vč. DPH

U dobíjení z domácího wallboxu nesmíme zapomenout ještě zohlednit počáteční investice v podobě navýšení hodnoty jističe a samotného pořízení wallboxu a prací s tím spojených. To provedeme pomocí výpočtu anuitního faktoru a rovnice (1)

Tabulka 13: RCF investice do jističe a wallboxu

Roční hodnota investice						
délka investice v letech	8	Diskont	5,0 %	jistič	-7 500	1 160 Kč
				wallbox	-23 700	3 667 Kč

ceny vč. DPH

Po zohlednění ostatních výdajů spojených s nabíjením elektromobilu už neplatí, že provoz benzínového vozidla je dražší bez ohledu na způsob dobíjení elektromobilu. Metoda, při které si doma pořídíme wallbox a zůstaneme u tarifu D02d budeme platit více než při tankování PHM. Stále ale platí, že pokud se rozhodneme při koupi elektromobilu využít i speciálního tarifu D27d nebo už máme dvoutarif D25d, je nabíjení elektroauta výhodnějším způsobem.

Tabulka 14: Náklady na palivo

Porovnání nákladů spjatých s doplňováním paliva				
VW Golf	PHM			18 260 Kč
VW e-Golf	domácí dobíjení	tarif D02d	wallbox	18 852 Kč
			bez wallboxu	13 178 Kč
		tarif D27d	wallbox	13 293 Kč
			bez wallboxu	7 343 Kč
		měl jsem tarif D25d	wallbox	12 845 Kč
			bez wallboxu	6 895 Kč
veřejné dobíjení			6 534 Kč	

ceny vč. DPH

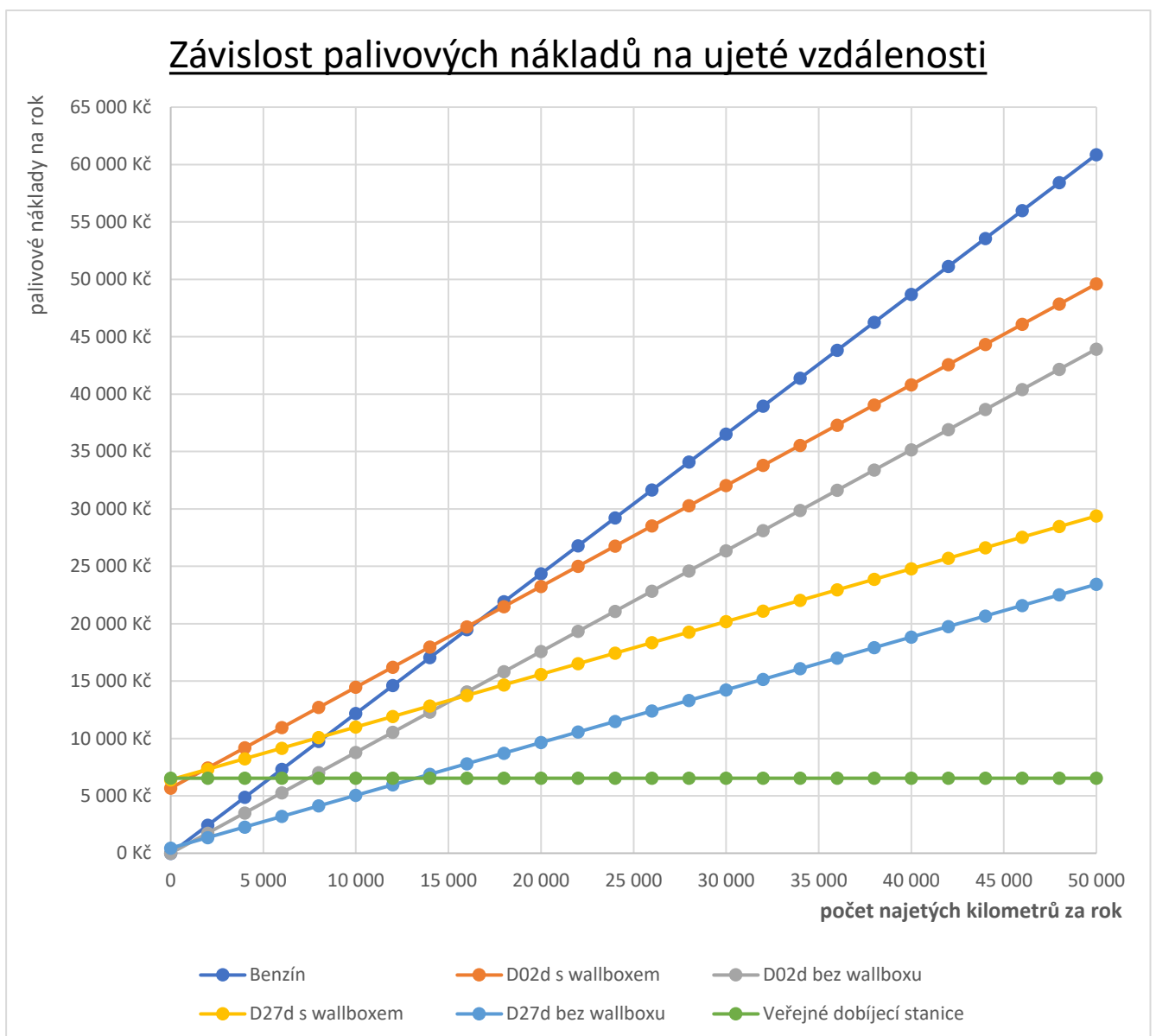
Nejlevnější variantou je dobíjení z veřejných dobíjecích stanic, kde je roční poplatek stále konstantní bez ohledu na ujeté kilometry. Pokud chceme dobíjet elektromobil doma je pak nejvýhodnější variantou tedy domácí nabíjení v tarifu D27d nebo D25d (zde záleží jaký tarif jsme měli před koupí elektromobilu) bez pořizování wallboxu.

6.1. Závislost palivových nákladů na ujeté vzdálenosti

Jelikož počet ujetých kilometrů za rok se mezi řidiči dosti liší, je vhodné ukázat, jak by palivové náklady vypadaly, pokud bychom ujeli ročně dvakrát více, kdy se začínají vyplácet jednotlivé varianty a jakých variant se při větším počtu kilometrů vyvarovat.

Při ročním nájezdu 17 000 km je už Volkswagen e-golf výhodnější ve všech variantách dobíjení. Při nájezdu 13 500 je nejlevnější variantou dobíjení u veřejných dobíjecích stanic a s rostoucím počtem kilometrů se rozdíl ještě více zvětšuje. S ročním nájezdem

20 000 km je rozdíl v nákladech na palivo oproti benzínovému vozidlu necelých 18 000 Kč, při 30 000 km je rozdíl už 30 000 Kč. Při větším počtu najetých kilometrů se dá ale předpokládat, že dobíjení z veřejných dobíjecích stanic by bylo zřejmě kombinované s nočním nabíjením u nás doma a cena by se nepatrně zvýšila, přesto by se jednalo o nejlevnější variantu provozu. Z grafu níže je také vidět, že u nižšího počtu najetých kilometrů nám cenu z velké části ovlivňuje počáteční investice do wallboxu a jističe, pak se ale díky nižšímu sklonu přímky daného nižší cenou elektřiny postupně vzdalují od křivky nákladů za benzín a počáteční investice už představuje pouze zlomek celkové ceny.



Obrázek 8: Graf závislosti palivových nákladů na ujeté vzdálenosti

7. Ostatní provozní náklady

7.1. Servis

Na prvních pět let provozu si pro VW Golf pořídíme servisní balíček, který Volkswagen nabízí při koupi nového automobilu, pokud se nejedná o elektromobil nebo plugin hybrid. Konkrétně servisní balíček Servis plus – 5 let/100 000 km, který zahrnuje servisní úkony předepsané výrobcem, včetně výměny motorového oleje, olejového filtru, vzduchového filtru, prachového a pylového filtru, zapalovacích svíček (benzínový motor), palivového filtru (naftový motor), brzdové kapaliny a prodloužení záruky mobility. Dále náhradní díly a práci nutnou k jejich výměně v případě jejich běžného opotřebení způsobeného obvyklým užíváním vozidla. Jedná se o servisní úkony na následujících částech vozidla: výměna stírátek, spojka (běžné opotřebení spojky), brzdové destičky a brzdové kotouče, výměna rozvodového řemenu, výměna baterie, odpružení a tlumení, výfukový a palivový systém, poloosy, řemeny, systém chlazení, drobný pomocný materiál, doplnění motorového oleje mezi servisními intervaly, dezinfekci a případné doplnění klimatizace, kontrolu vozidla před STK. Po vypršení servisního balíčku si budeme další tři roky obstarávat údržbu vozidla v podobě výměny olejů a filtrů sami. Cena servisního balíčku je 7 500 Kč za rok. Tento servisní balíček platí ale pouze pro roční nájezdy pod 20 000 km, pokud bychom počítali s větším nájezdem budeme si pořizovat servisní balíček Servis plus – 5let/150 000. Tento servisní balíček obsahuje vše, co balíček předchozí a jeho cena je 9 800 Kč za rok [17].

Na šestý, sedmý a osmý rok provozu si budeme servis obstarávat sami. Předpokládejme, že se o auto staráme tak abychom zbytečně neničili a nezbytně nenamáhali různé komponenty a že se díky tomu opravy zredukuje na nezbytné minimum. Vyměňovat tedy budeme různé oleje a kapaliny, vzduchové filtry, brzdové destičky a kotouče a různé spotřební zboží. Pro zjednodušení všechny výdaje spojené s opravami za poslední tři roky rovnoměrně rozdělíme do šestého, sedmého a osmého roku používání. Takto získanou částku budeme dále používat pro zjištění ročních nákladů na servis [31][32][33][34].

V případě elektromobilu máme záruku osm let na akumulátor v ceně auta, odpadá nám zároveň nutnost měnit olej v motoru a převodovce a olejový filtr. Jediné, co tedy

budeme měnit je pylový filtr, brzdová kapalina a spotřební zboží, jako jsou gumičky do stěračů. Náklady na spotřební zboží však můžeme vypustit, jelikož budou stejné pro obě porovnávaná vozidla. Při nájezdu do 20 000 km kdy nebude nutné měnit brzdovou kapalinu tak často budeme ročně platit 1 700 Kč, pokud bude nájezd vyšší budeme počítat s cenou 2 000 Kč [72].

Nesmíme zapínat také na to, že s autem musíme jezdit na technické kontroly. Nové vozy podle zákona 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích musí podstoupit technickou kontrolu po 4 letech provozu vozidla, a poté každé 2 roky. Součástí technické kontroly je i měření emisí, to se nestahuje na elektromobily, které žádné emise nemají. Cena za měření emisí se pohybuje okolo 800 Kč za jedno měření.

Jelikož v každém roce platíme za servis jinou částku, tak nejprve vypočítám NPV podle rovnice (4) a z něj pak RCF podle rovnice (1).

$$NPV = \sum_0^t \frac{CF_t}{(1+r)^t} = \frac{CF_0}{(1+r)^0} + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (4)$$

kde

t je doba životnosti

r je diskont

CF je peněžní tok v daném roce

Tabulka 15: náklady na servis

Roční náklady na servis v Kč		
Roční nájezd v km	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf
0 – 20 000 km	8 500	1 900
20 000 – 30 000 km	10 560	2 250
30 000 – 50 000 km	11 480	2 600

ceny vč. DPH

Důležité je si ale uvědomit, že ceny za servis nejsou něco předpověditelného, jedná se spíše jen o odhady za předpokladu, že jednotlivé komponenty vydrží po dobu jejich

běžné životnosti. Opotřebením jednotlivých komponentů, a tedy i čas kdy a jak často je budeme měnit nezávisí jen na počtu najetých kilometrů, ale i na způsobu naší jízdy.

7.2. Pojištění

Hlavní kritéria při výpočtu ceny povinného i havarijního pojištění jsou druh vozidla, objem motoru auta, průběh předchozího pojištění a účel k jakému auto používáme. Mnou porovnávané automobily se budou lišit pouze v objemu motoru auta. Všechny elektromobily spadají do nejnižší pojistné kategorie, tedy do varianty pro vozidla s obsahem pod 1000 ccm.

Důležitým faktorem je také to, kdo si pojištění dělá. Já pojištění počítal pro osobu, která by odpovídala mně. To znamená, že vstupními parametry byl věk 22 let a nulové bonusy z předchozích pojištění. Z toho vyplývá, že cena za pojištění je poněkud větší. Proto kromě této základní varianty výpočtu ještě jednu variantu, kde pojistné osobě je 35 let a platí si pojištění 10 let, zatím bez toho, aby havarovala. Kromě věku a bonusů je důležité i trvalé bydliště. Ve velkém městě budeme platit více než například ve vesničce na Moravě. Pro mé porovnání je zvolenou lokalitou Praha, a proto i pojištění bude bráno pro tuto lokalitu.

Tabulka 16: Ceny pojištění

	Volkswagen Golf		Volkswagen e-golf	
Věk pojištěného	22	35	22	35
Povinné ručení	11 817	4 435	9 001	3 458
Havarijní pojištění	23 280	11 832	11 430	9 214
Pojištění celkem	35 097 Kč	16 267 Kč	20 431 Kč	12 672 Kč

cena vč. DPH

Parametry havarijního ručení jsou spoluúčast 10 %, asistenční služby, pojištění proti vandalizmu, odcizení, srážce se zvířeti, přírodním živlům. Pojištění je bráno od společnosti ČPP (Česká podnikatelská pojišťovna). Pro kontrolu cen jsem zkontroloval ceny i u jiných pojistných společností a rozdíly byli povětšinou v řádu desítek nebo stovek korun. Dá se ale říci, že pro mnou nastavené parametry pojištění jsou ceny v tabulce (16) obecně použitelné.

8. Státní podpora elektromobility

Elektromobilita je jednou z cest, jak dosáhnout na limity a plány ve snižování emisí CO₂ v EU a ve světě. Začlenění elektromobilů a přechod od spalovacích motorů není snadný a mnohdy je i finančně náročný. Proto se výrobci a státy snaží elektromobilitu lidem zatraktivnit, například zaváděním dotací, úlevami při vjezdech do měst a při parkování. Kromě toho podporují firmy při budování infrastruktury dobíjecích stanic [35] [37].

8.1. Podpora v ČR

V České republice se podpor dočkali především podnikatelé, a to na pořízení elektromobilu tak na dobíjecí stanice. Velikost dotace se odvíjí od velikosti podniků. U osobních vozidel kategorie M1 tvoří výše dotace 30 % pro malé podniky, 25 % pro střední podniky a 20 % pro velké podniky ze způsobilých výdajů projektu. Tento dotační projekt spadá do programu nízkouhlíkové technologie a jeho základ tvoří dotace z EU. Cílem tohoto projektu je podpořit firmy v konkurenceschopnosti a rozvíjet českou ekonomiku prostřednictvím zavádění technologií z oblasti elektromobility. Pro fyzické osoby zatím žádné dotace na pořízení elektromobilů neexistují, ale dočkali se jiných menších zvýhodněních, jež by aspoň menší měrou měli motivovat k pořízení elektromobilu. [36] [51]

8.1.1. Dálniční známky

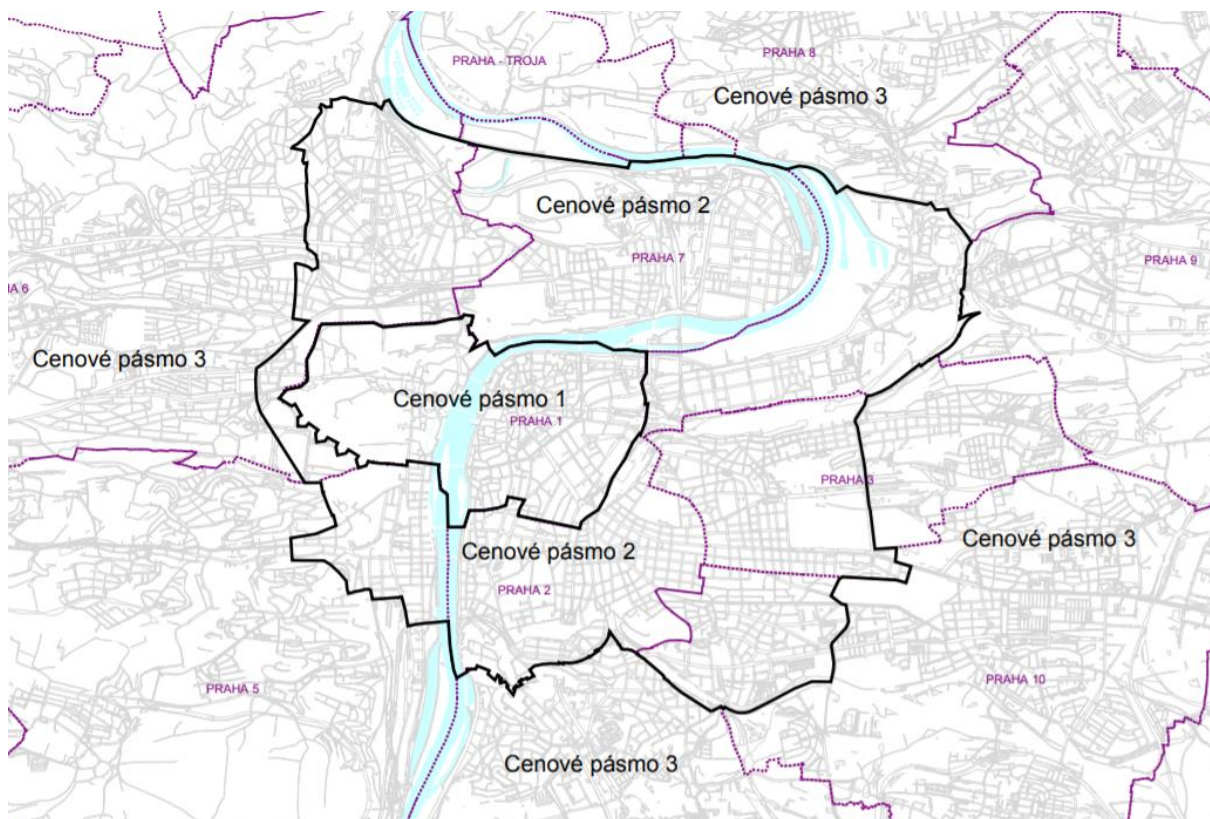
Od ledna roku 2020 si majitelé elektromobilů a některých plug-in nemusí pořizovat dálniční známku. Toto opatření je dokonce uvedeno v nové novele zákona, konkrétně: novela zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích. Zde se přímo píše, že osvobození od zpoplatnění kromě jiného platí pro vozidla používající jako palivo elektrickou energii nebo vodík. To výlučně nebo v kombinaci s jiným palivem, je-li hodnota emisí CO₂ v kombinovaném provozu nejvýše 50 g/km [39].

Pro naše porovnávání to znamená, že v případě Volkswagen e-golf nebudeme muset platit za dálniční známku. Oproti tomu za Volkswagen golf budeme ročně platit 1 500 Kč. Variantu, že bychom se zpoplatněným silnicím vyhnuli, nebudeme z důvodu velkého narušení komfortu při používání vozidla uvažovat.

8.1.2. Speciální registrační značka

Další výhodou majitelů elektromobilů je možnost bezplatného zažádání o registrační značku elektrického vozidla začínající písmeny EL a následovanými kombinací velkých písmen latinské abecedy a arabských číslic. Takováto registrační značka je přiřazována podle stejných pravidel, jimiž se řídí oprostění od zpoplatnění dálnic. Tedy nárok mají silniční vozidla používající jako palivo elektrickou energii nebo vodík. Výlučně, nebo v kombinaci s jiným palivem, je-li hodnota emisí CO₂ v kombinovaném provozu nejvýše 50 g/km [40].

K výhodám takovéto registrační značky by měla patřit možnost využívání vyhrazených jízdních pruhů ve městech, které jsou jinak např. pouze pro autobusy nebo taxi služby. Dále parkování ve městech zdarma, což platí například v Praze, kde elektromobily platí pouze roční manipulační poplatek 100 Kč. Po pořízení značky „EL“ se majitelé elektromobilů v Praze dokonce ani nebudou muset kvůli zvýhodněnému stání v parkovacích zónách registrovat na úřadě a budou moci stát po celé Praze. O zvýhodněné parkování však přišla hybridní vozidla nespĺňující požadavek na hodnotu emisí CO₂ v kombinovaném provozu s nejvyšší hodnotou 50 g/km [44]. Cena ročního oprávnění pro stání v Praze se podle cenových pásem může pohybovat od 24 000 Kč za 3. cenové pásmo na největším okraji Prahy, do 36 000 Kč za 1. cenové pásmo v centru. Tyto ceny jsou pro nerezidenty. Rezidenti platí za parkování v místě svého bydliště 1 200 Kč za první registrované auto [45].



Obrázek 9: Mapa cenových pásem Prahy

8.1.3. Silniční daň

Další úleva pro elektromobily je oproštění od silniční daně. Silniční daň musejí platit firmy a podnikatelé, kteří auto používají při práci související s výdělečnou činností. Předmětem této daně jsou všechna motorová vozidla, která jsou používána k podnikání, a to i když jsou vlastněna soukromými osobami. Výše silniční daně se odvíjí od objemu motoru u osobních aut, u nákladních aut se sazba odvíjí od počtu náprav. Poplatníkem silniční daně je vždy provozovatel vozidla, který je zapsán v technickém průkazu vozidla. Výše zpoplatnění silniční daně a přesná formulace je uvedena v zákoně č. 16/1993 Sb. - Zákon České národní rady o dani silniční. Zde je také vypsán seznam vozidel osvobozených od placení. Mezi těmito vozidly se právě nacházejí i vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností méně než 12 tun, která mají elektrický pohon [46].

Roční sazba daně pro osobní automobil může být při zdvihovém objemu motoru nad 3 000 cm³ až 4 200 Kč, pro Volkswagen Golf se zdvihovým objemem 1 598 cm³ bychom zaplatili 3 000 Kč ročně.

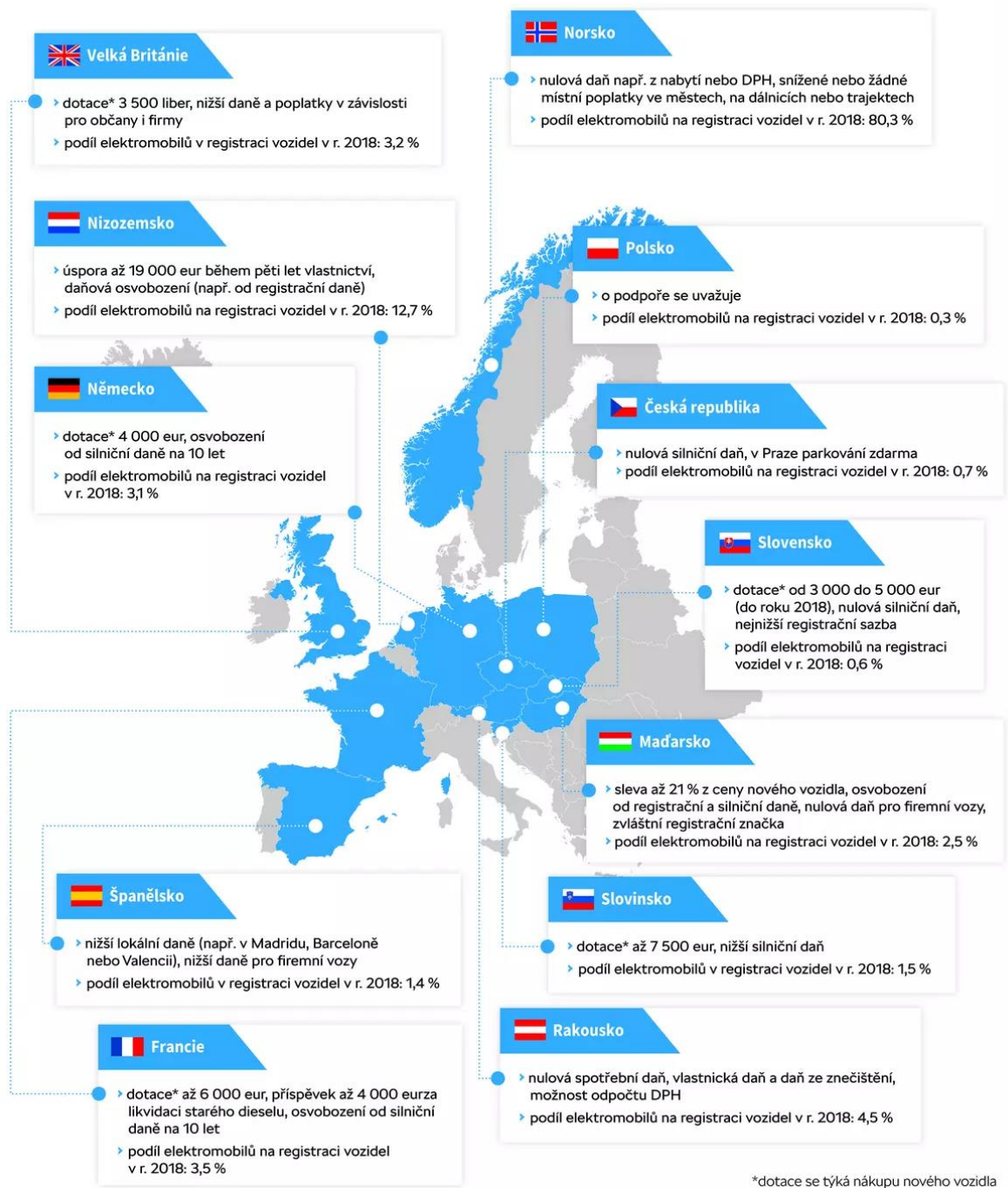
8.1.4. Zpoplatněný vjezd do měst a parkování v zónách

Zde se jedná prozatím pouze o plány do budoucna, které jsou předmětem diskuzí a projednávání. Nejbližší k tomu má zatím Praha, zde většinu znečištění ovzduší tvoří právě automobilová doprava. Tento návrh zpoplatnění vjezdu do města se opírá především o myšlenku, že každý člověk by měl nést zodpovědnost za to, jak město znečistí. Z toho také vyplývá, že pokud by k takovému zpoplatnění došlo, tak majitelé elektromobilů se tomuto poplatku vyhnou [47]. Pokud bychom se ale podívali do zahraničí, tak zpoplatněný vjezd do měst již není nic neobvyklého například ve Francii, Španělsku, Německu nebo Norsku, ve všech těchto státech se můžeme setkat ať už úplného oproštění od poplatku pro elektromobily, nebo aspoň s jejich zařazením do nejekologičtější skupiny automobilů s nejlevnějším poplatkem [49].

8.2. Podpora ve světě

Obecně se dá říci, že v Evropě se můžeme setkat s mnohem větší podporou elektromobility v Česku, a to především při nákupu nového vozidla. V České republice sice existují dotační programy, ale ty mohou využívat zatím jen firmy. Asi nejznámějším příkladem podpor pro fyzické osoby je Norsko, zde se snaží docílit toho, aby do roku 2025 byla všechna nově prodaná auta poháněna elektřinou nebo vodíkem. S různým typem podpor se však můžeme dnes potkat ve většině států EU, ale i mimo ni, a to především v Číně nebo USA. Postupné zařazování elektrických vozidel do běžného silničního provozu je již několik let součástí politických programů, a proto stále více zemí láká své občany ke koupi elektromobilu různými zvýhodněními a dotacemi. Navíc se dá předpokládat, že tento trend se bude ještě více rozšiřovat ve snaze plnit limity vypouštěného CO₂ do ovzduší. Důkazem toho je například i Směrnice 2009/33/ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel vydaná evropským parlamentem. Tato směrnice má za úkol stimulaci trhu pro čistá a energeticky efektivní vozidla a povzbuzení průmyslu k investicím do nízkoemisních vozidel. S tím souvisí další směrnice evropského parlamentu a to směrnice 2014/94/EU o zavádění infrastruktury

pro alternativní vozidla. Infrastruktura je jednou z hlavních podmínek pro možnost širšího využívání elektrických vozidel, proto by její rozvoj měl být jednou z priorit členských států EU. Příklady dotací a zvýhodnění pro vybrané státy jsou popsány níže [54] [55].



Obrázek 10: Podpora elektromobility v Evropě

8.2.1. Norsko

Norská vláda na začátku roku 2016 přijala plán, na jehož konci by měla být v Norsku osobní a lehká užitková vozidla dostupná pouze s elektrickým pohonem. Tento plán by chtěli splnit do roku 2025. Již nyní je Norsko na vrcholu žebříčku zemí s největším podílem registrovaných elektromobilů nebo hybridů. Hlavní motivem pro nákup elektromobilů je pro norské občany zavedení zeleného systému zdanění automobilů, který je pro auta s nízkými emisemi, a především pro ty s nulovými emisemi mnohem příznivější. Je totiž založen na kombinaci váhy vozidla a jeho CO₂ a NO_x emisí. Nesnaží se zde tedy docílit úplného odstranění neekologických vozidel zákazy ale především zvýhodňováním a jimi nazývanou „Green tax“ politikou. Ve výsledku to znamená, že je pak pořízení elektromobilu ve srovnání s podobným benzínovým automobilem levnější. Kromě zvýhodnění při pořízení jsou zde úlevy při vjezdech do měst či snížené poplatky na dálnicích a trajektech. Důležité je také zmínit parkování zdarma ve městech, které je v Norsku jinak poměrně drahé. Krom toho ještě možnost jízdy v pruzích vyhrazených pro MHD [50] [53].

Tabulka 17: Daně za nové auto v Norsku

	VOLKSWAGEN GOLF	VOLKSWAGEN E-GOLF
IMPORT PRIZE	22 046	33 037
CO₂ TAX (113 G/KM)	4 348	-
NO_x TAX	206	-
WEIGHT TAX	1 715	-
SRAPPING FEE	249	249
25% VAT	5 512	-
RETAIL PRICE	34 076 €	33 286 €

ceny uvedeny v €

Jak je z tabulky patrné, tak i při vyšší pořizovací ceně elektromobilu (v našem případě VW e-Golf), je konečná cena nižší než u benzínového automobilu (VW Golf). Díky tomu, pokud si má norský občan vybrat při koupi nového automobilu, je mnohem více

motivován pro pořízení ekologičtější varianty ve formě elektroauta. Vláda tak dosáhla toho že podíl registrovaných elektromobilů a hybridů v roce 2016 překročil hranici 60 %.

8.2.2. Francie

Systém podpory čisté mobility byl ve Francii zaveden již v roce 2008. V roce 2017 byl ve Francii překročen počet 100 000 registrovaných elektromobilů. V témž roce byla zavedena i výše podpory na nákup elektromobilu 6 000 € na jedno vozidlo. K tomuto příspěvku je možné navíc získat další 4 000 € pokud při nákupu doložíme záznam o likvidaci starého automobilu s výrobním datem před rokem 2006. Kromě podpory ekologických vozidel Francie zavedla i systém malusů, které znevýhodňují nákupy automobilů s vysokými emisemi. Výše takového malusu je pak dána hodnotami deklarovaných emisí CO₂ na kilometr u jednotlivých vozidel. Při koupi nového vozidla se pak cena díky malusům může navýšit až o 20 000 € pro auta s emisemi 212 g CO₂/100 km a výše [56].

Kromě dotace na samotné nakoupení elektroauta francouzská vláda poskytovala daňové úlevy občanům pro pořízení dobíjecí stanice, a to až do výše 13 % z pořizovací ceny. Navíc jsou elektromobily osvobozeny od silniční daně na 10 let.

Dále je ve Francii zaveden systém ekologických známek, taková známka opravňuje řidiče ke vjezdu do Paříže, Grenoble, Lyonu a dalších francouzských měst. Známky jsou rozděleny do 6 emisních tříd. Podle třídy se pak udělují barevné značky, díky kterým se dá určit jakou měrou se vozidla na znečišťování ovzduší podílejí a kam mají tedy povolený vjezd. Nejekologičtější automobily označuje ve Francii zelená známka, na tu mají nárok pouze elektromobily. Cena jedné ekologické známky je 26,90 € v česku se dá pořídit za 699 Kč. Při vjezdu do města bez požadované ekologické známky hrozí pokuta 68 €, ale v krajním případě může být její výše až 375 €, tedy cca. 9 400 Kč [58].



Obrázek 11: Ekologick  známky ve Francii

8.2.3. Německo

V Německu je státní pr spěvek na po izen  elektromobilu 4 000 € a na po izen  hybridního vozidla 3 000 €. P vodn  m lo být pr d lovan  dotací ukončeno, ale na konci roku 2019 se začalo diskutovat o nav s n  tohoto pr sp vku až na hodnotu 6 000 € a vyplácet se z ejmn  budou až do roku 2025. Navíc vláda d v  stále více peněz do rozvoje infrastruktury dobíjecích stanic, v současn  době asi 300 milionu € z čehož 200 milionů € je na rychlodobíjecí stanice a 100 milionů € na norm ln  dobíjecí stanice [59].

Kromě státní podpory na po izen  elektromobilu Německo nabízí pro vlastníky elektroaut ulevu od silniční dan  až na deset let. Silniční daň se počítá ze dvou hlavních složek. Z emisí CO₂ (2 € za gram na kilometr) a z vztakov ho objemu motoru (2 € za 100 cm³ u benzínových motorů a 9,50 € za 100 cm³ u dieselových motorů). Cena silniční dan  by tedy pro Volkswagen Golf v Německu byla 166 € a Volkswagen e-golf by byl od této daně osvobozen [60] [61].

V Německu je navíc stejn  jako ve Francii zaveden pro vjezd do většiny v t ich m st jako jsou Berlín, Mnichov, Frankfurt a dal i systém ekologických známek. Ty jsou zde rozděleny do 4 emisních stupně, podle nich pak mají automobily poveln  vjezd do určitých m st a jejich  ast . Cena takov  ekonomick  známky je 19,90 €, v Česku se dá v pr pad  pot by po idit za 499 kč. Pokud do m sta vjedeme bez takov to známky nebo se známkou nedostačující, hrozí n m z pravidla pouta 80 € tedy cca 2 200 kč [57].

9. Výpočet celkových nákladů

V téhle kapitole budu provádět celkový výpočet všech nákladů z předchozích kapitol pro několik různých variant vybavení a provozu, a poté proběhne jejich vyhodnocení. Náklady budou počítány formou RCF. Všechny varianty jsou počítány se zahrnutým DPH a pro fyzickou osobu. Ve variantách pro dobíjení elektromobilu není zahrnuta možnost, že nepřejdeme na tarif D27d, protože je ve všech směrech nevýhodná. Zároveň pro zjednodušení počítám pouze s variantou, kdy přecházíme na tarife D27d a neměli jsme před tím dvoutarif D25d. Rozdíl těchto dvou variant je pouze v částce, kterou platíme ve fixním poplatku za jistič, tedy necelých 450 Kč.

9.1. Přehled porovnávaných variant

Pro přehlednost uvedu jednotlivé varianty, jedná se o kombinace pořizovací ceny (základní nebo rozšířená výbava), věku použitém k výpočtu ceny za pojištění a ročního nájezdu kilometrů.

Varianta 1: Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, rozšířená výbava, věk 22

Varianta 2: Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, základní výbava, věk 22

Varianta 3: Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, rozšířená výbava, věk 35

Varianta 4: Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, základní výbava, věk 35

Postupně uvedu tabulky celkových nákladů, začínat budu od té pro nejmenší roční nájezd kilometrů a končit s tou s největším počtem najetých kilometrů. Všechny ceny v tabulce budou uvedeny vč. DPH a v Kč. Pokud je v tabulce napsáno D27d Wall, znamená to, že počítáme případ, kdy jsme přešli z dřívějšího tarifu (buď D25d nebo D02d) a pořizovali jsme si domácí wallbox, pokud za D27d není napsáno nic, wallbox si nepořizujeme. Pokud je napsáno Veř. dob. nabíjíme náš elektromobil u veřejných dobíjecích stanic. Toto bude platit pro tabulky ve všech variantách.

9.1.1. Varianta 1

- Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, rozšířená výbava, věk 22

Tabulka 18: roční náklady na provoz varianty 1 (15 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	18 260	13 293	7 346	6 534
Požizovací cena	114 060	141 323		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	178 618	177 047	171 097	170 288

Roční nájezd 15 000 km

Tabulka 19: roční náklady na provoz varianty 1 (20 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	24 347	15 591	9 641	6 534
Požizovací cena	114 060	141 323		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	184 704	179 345	173 395	170 287

Roční nájezd 20 000 km

Tabulka 20: roční náklady na provoz varianty 1 (30 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	36 520	20 188	14 237	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	10 560	2 250		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	198 938	184 291	178 341	170 637

Roční nájezd 30 000 km

Tabulka 21: roční náklady na provoz varianty 1 (50 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	60 867	29 380	23 430	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	11 480	2 600		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	224 204	193 834	187 884	170 988

Roční nájezd 50 000 km

9.1.2. Varianta 2

- Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, základní výbava, věk 22

Tabulka 22: roční náklady na provoz varianty 2 (15 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	18 260	13 293	7 346	6 534
Požizovací cena	106 124	136 604		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	170 681	172 328	166 378	165 569

Roční nájezd 15 000 km

Tabulka 23: roční náklady na provoz varianty 2 (20 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	24 347	15 591	9 641	6 534
Požizovací cena	106 124	136 604		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	176 767	174 626	168 676	165 569

Roční nájezd 20 000 km

Tabulka 24: roční náklady na provoz varianty 2 (30 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	36 520	20 188	14 237	6 534
Pořizovací cena	106 124	136 604		
Servis	10 560	2 250		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	191 001	179 572	173 622	165 919

Roční nájezd 30 000 km

Tabulka 25: roční náklady na provoz varianty 2 (50 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	60 867	29 380	23 430	6 534
Pořizovací cena	106 124	136 604		
Servis	11 480	2 600		
Pojištění	35 097	20 431		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	216 267	189 115	183 164	166 268

Roční nájezd 50 000 km

9.1.3. Varianta 3

- Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, rozšířená výbava, věk 35

Tabulka 26: roční náklady na provoz varianty 3 (15 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	18 260	13 293	7 346	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	159 788	169 288	163 378	162 529

Roční nájezd 15 000 km

Tabulka 27: roční náklady na provoz varianty 3 (20 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	24 347	15 591	9 641	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	165 875	171 586	165 636	152 529

Roční nájezd 20 000 km

Tabulka 28: roční náklady na provoz varianty 3 (30 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	36 520	20 188	14 237	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	10 560	2 250		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	180 108	176 532	170 582	162 879

Roční nájezd 30 000 km

Tabulka 29: roční náklady na provoz varianty 3 (50 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	60 867	29 380	23 430	6 534
Pořizovací cena	114 060	141 323		
Servis	11 480	2 600		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	205 374	186 075	180 125	163 229

Roční nájezd 50 000 km

9.1.4. Varianta 4

- Roční nájezd 15 000/20 000/ 30 000/ 50 000 km, základní výbava, věk 35

Tabulka 30: roční náklady na provoz varianty 4 (15 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	18 260	13 293	7 346	6 534
Požizovací cena	106 124	136 604		
Servis	8 500	1 785		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	153 911	164 919	158 969	158 160

Roční nájezd 15 000 km

Tabulka 31: roční náklady na provoz varianty 4 (20 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	24 347	15 591	9 641	6 534
Požizovací cena	106 124	136 604		
Servis	8 500	1 900		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	159 997	167 217	161 267	158 160

Roční nájezd 20 000 km

Tabulka 32: roční náklady na provoz varianty 4 (30 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	36 520	20 188	14 237	6 534
Pořizovací cena	106 124	136 604		
Servis	10 560	2 250		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	172 171	171 813	165 863	158 160

Roční nájezd 30 000 km

Tabulka 33: roční náklady na provoz varianty 4 (50 000 km)

	Volkswagen Golf	Volkswagen e-golf		
		D27d Wall	D27d	Veř. dob.
Náklady spojené s palivem	60 867	29 380	23 430	6 534
Pořizovací cena	106 124	136 604		
Servis	11 480	2 600		
Pojištění	16 267	12 672		
Dálniční známka	1 500	0		
Parkování	1 200	100		
Celkové náklady	197 437	181 356	175 406	158 510

Roční nájezd 50 000 km

9.2. Vyhodnocení celkových nákladů

Při ročním nájezdu 15 000 km je výsledek velmi ovlivněn především tím, kolik je osobě, která si auto pořizuje a sjednává si pojištění. Pokud nejsme úplní nováčci bez předchozích zkušeností, ale pár let za volantem jsme již strávili, je vždy výhodnější Volkswagen Golf. Pokud je nám však 22 let jako mně, je elektromobil výhodnější. Je to dáno velkou cenou za povinné a havarijní pojištění, které u takového ročního nájezdu překračuje i cenu za palivo. Zároveň je ale nutné říci, že výhodnějším se elektromobil stává pouze pokud dobíjíme u veřejných dobíjecích stanic, nebo pokud nabíjíme z domova, ale bez pořízení wallboxu. Kvůli počáteční investici do wallboxu se pak při provozu se základní výbavou automobilu dostáváme cenově nad VW Golf.

Pro roční nájezd 20 000 km jsou čísla ještě stále dost podobná jako při nájezdu 15 000 km. Stále velmi rozhoduje, kolik platíme za pojištění. Proto, pokud počítáme variantu, kdy nám je 35 a platíme menší částku je provoz elektromobilu pořád nevýhodný nebo srovnatelný, pokud dobíjíme elektřinu bez wallboxu. Výjimku tvoří dobíjení u veřejných dobíjecích stanic, kde se začíná projevovat skutečnost, že platíme pouze paušální poplatek. V případě že počítáme variantu, kdy nám je 22, je elektromobil výhodnější díky velkému rozdílu v cenách za pojištění.

U ročního nájezdu 30 000 km stále neplatí, že by provoz elektromobilu byl o tolik výhodnější. Stále je zde patrný vliv ceny za pojištění a v případě, že máme auto v základní výbavě a nabíjíme ho z domácího wallboxu, jsou roční náklady VW e-golf menší pouze o necelých 400 Kč oproti VW Golf. Kdybych se však rozhodli například pro nepořizování si havarijního pojištění, byl by provoz elektromobilu dražší než provoz benzínového nebo naftového vozidla.

Konečně u ročního nájezdu 50 000 km se naplno projeví menší cena za dobíjení elektřiny oproti tankování u benzínových stanic. Náklady za dobíjení elektřiny v takovém případě jsou poloviční než náklady na PHM v případě, že máme domácí wallbox. Pokud ho nemáme jsou tyto náklady u elektromobilu menší o 60 % a pokud dobíjíme u veřejných dobíjecích stanic, jsou náklady menší dokonce o téměř 90 %.

10. Vícekriteriální hodnocení

Kromě ekonomických aspektů má provoz jakéhokoliv automobilu i aspekty ekologické a aspekty komfortu. Proto zde pro vybranou variantu provozu provedu vícekriteriální hodnocení. To se bude skládat z celkem šesti kritérií pokrývající ekonomickou, ekologickou a komfortovou oblast provozu. Každá oblast se bude skládat ze dvou kritérií. V ekonomické části i přesto, že jsme spočítali v předchozí kapitole celkové náklady rozdělíme tuto částku na dvě kritéria. První kritérium je pořizovací cena, jelikož pro spoustu lidí může být pořizovací cena dosti podstatným faktorem, kvůli financím kterými na pořízení automobilu disponují. Druhé kritérium pak budou provozní náklady, ve kterých ale nebude započtena pořizovací cena, jenž je popsána v předchozím kritériu). V ekologické části jsou kritéria emise v g/km a hlučnost. V komfortové části pak doba nabíjení a dojezdová vzdálenost na jedno nabití, respektive plnou nádrž. Jednotlivé hodnoty jsou převedeny do škály 0–10, čím menší číslo tím lepší, hodnoty jsou pak zobrazeny v paprskovém grafu tak, že čím větší vyhraničená plocha tím lépe automobil vychází.

10.1. Ekonomické hledisko

Mezi ekonomická hlediska patří pořizovací cena a provozní náklady, jednotlivé hodnoty jsou brány z předchozích kapitol a výpočtů. Jako pořizovací cenu beru cenu varianty se základní výbavou. Pro výpočet provozních nákladů pak beru roční nájezd 30 000 km, levnější cenu za pojištění (varianta kdy nám je 35 let a máme tedy předchozí zkušenosti s řízením auta) a nabíjení elektromobilu z domácího wallboxu.

Pro určení výsledných hodnot na škále 0-10 jsem vybral referenční hodnoty a podle nich pak přepočítal mé skutečné hodnoty. Referenční hodnota pro pořizovací cenu je 1 000 000 Kč pro hodnotu 10 což je pořizovací cena elektromobilů BMW i3 a Mercedes-Benz B ED a 300 000 Kč pro hodnotu 0, což je pořizovací cena Škoda Fabia. Pro provozní náklady pak horní hranice 100 000 Kč za rok a dolní hranice 0 Kč za rok

Tabulka 34: bodové ohodnocení ekonomických kritérií

	VW Golf	VW e-golf
Pořizovací cena	6,17	8,76
Provozní náklady	6,60	3,52

10.2. Ekologické hledisko

V ekonomických hlediscích beru v potaz emise v g/km a hlučnost v dB. Hodnoty emisí jsou brány z bakalářské práce Marka Krempaského, Emise CO₂ při provozu elektromobilu [73], zde komě emisí vypouštěných přímo za jízdy jsou započteny emise vyprodukované při výrobě 1 kWh pro energetický mix ČR. [74] Výsledkem je pak množství emisí CO₂ na ujetý kilometr. Při určování hlučnosti je pro VW Golf brána hodnota v dB od výrobce a u VW e-golf se pak řídíme Nařízením EU, podle kterého by elektromobily měly z důvodu bezpečnosti vydávat vytvářený zvuk o hodnotě alespoň 56 dB. Referenční hodnoty pro ekologická hlediska pak byly horních 165 g/km CO₂ pro emise, což odpovídá emisím automobilu Mercedes-Benz GLC, a dolních hranice 12 g/km, což by odpovídalo emisím elektromobilu při energetickém mixu Francie. Pro hlučnost jsou referenční hodnoty 140 dB (hlučnost nejhlasitějšího automobilu od značky Porsche) a 56 dB což je stanovené minimum pro elektromobily.

Tabulka 35: bodové ohodnocení ekologických kritérií

	VW Golf	VW e-golf
Emise	6,84	4,51
Hlučnost	2,62	0

10.3. Hledisko komfortu

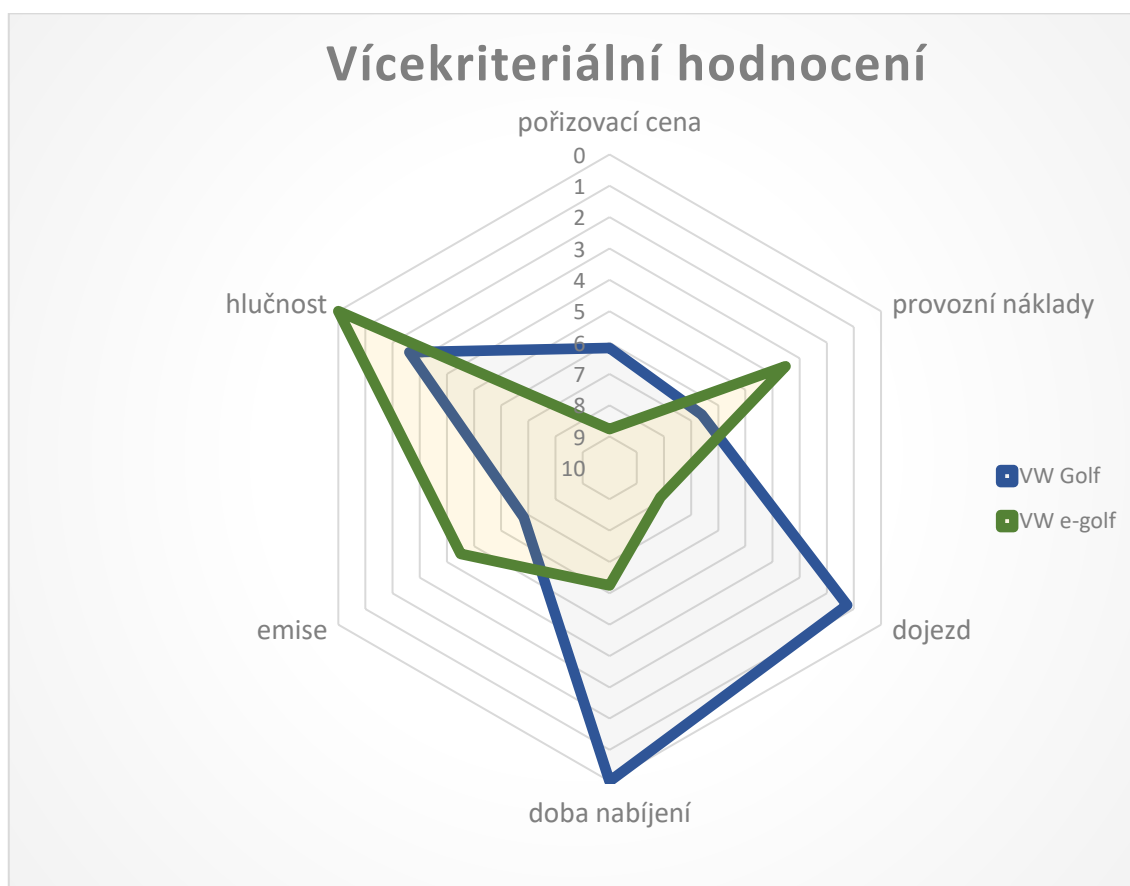
Z hlediska komfortu jsem bral v potaz dobu nabíjení, respektive tankování a maximální dojezd na jedno plné nabití baterie, respektive jednu plnou nádrž. Maximální dojezd e elektromobilu je brán z hodnot od výrobce a VW golfu je spočítán z objemu nádrže a spotřeby v l/100 km. Jako referenční hodnoty pak byly vybrány pro dojezd 1 600 km pro hodnotu 0, což je údaj z české databanky rekordů zjetý s automobilem Škoda Rapid 1,6 TDI, a 0 km pro hodnotu 10. U nabíjení pak hodnota 8 hodin jako maximální, což by měla být maximální doba, aby se mohl nabít automobil přes noc.

Tabulka 36: bodové ohodnocení hledisek komfortu

	VW Golf	VW e-golf
Dojezdová vzdálenost	1,25	8,13
Doba dobíjení	0	6,25

10.4. Vyhodnocení vícekriteriálního hodnocení

Při vyhodnocování více kritérií najednou je důležité si uvědomit, že pro každého mají jednotlivá kritéria různou váhu a důležitost. Vícekriteriální hodnocení tedy slouží spíše pro širší pohled na věc a ukázání, že ekonomické hledisko není vždy jediný faktor při rozhodování.



Obrázek 12: Graf vícekriteriálního hodnocení

Z paprskového grafu je vidět, že VW e-golf je lepší především po ekologické stránce a ve stránce provozních nákladů, které však vyvažuje jeho větší pořizovací cena. VW golf pak jednoznačně kraluje v hodnocení komfortu při používání.

11. Závěr

Při porovnávání provozu jednotlivých automobilů se nedá obecně určit, jestli je výhodnější elektromobil nebo benzínové/naftové vozidlo, velmi záleží na počtu ujetých kilometrů za rok, na osobě, která si automobil pořizuje a jeho možnostech v podobě dobíjení. Můžeme říci, že čím větší roční nájezd kilometrů tím pravděpodobněji bude provoz elektromobilu výhodnější. Ve většině mnou porovnávaných variant provozu se elektromobil začal vyplácet při ročním nájezdu přes 30 000 km, ale jsou i situace, kdy se nám vyplatí už i při 15 000 kilometrech za rok.

Z vícekriteriálního hodnocení víme, že i když elektromobil vychází ekonomičtěji jeho komfort z jízdy nedosahuje hodnot komfortu klasického automobilu. V ekologické části sice elektromobil vychází lépe, ale nemůže se současným energetickým mixem tvrdit, že je naprosto bez emisí, kvůli emisím vzniklým při výrobě elektřiny potřebné pro dobíjení elektromobilu. Se současným trendem podpory obnovitelných zdrojů a snahy o čistou výrobu energie je však pravděpodobné, že hodnota emisí elektromobilů bude dál klesat a jedná se tedy o důležitou cestu do budoucna.

Reference

- [1] BUREŠ, David, 2019. *Tohle jsou nejprodávanější auta v Evropě za rok 2018. Pořád bodují malé hatchbacky* | *Auto.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/tohle-jsou-nejprodavanejsi-auta-v-evrope-za-rok-2018-porad-boduji-male-hatchbacky-127361>
- [2] ANON., 2020. *e-Golf - Modely. Volkswagen Česká republika* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/e-golf>
- [3] DRAGON, Aleš, 2019. *Volkswagen Golf se začal vyrábět před 45 lety. První generace skončila v roce 2009* | *Auto.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/volkswagen-golf-se-zacal-vyrabet-pred-45-lety-prvni-generace-skoncila-v-roce-2009-128741>
- [4] ANON., 2020. *Nový Golf - Modely. Volkswagen Česká republika* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/novy-golf>
- [5] ANON., nedatováno. *Change in distance travelled by car* | *ODYSSEE-MURE* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/efficiency-by-sector/transport/distance-travelled-by-car.html>
- [6] ANON., 2020. *Průměrné měsíční ceny PHM - ceny benzínu a nafty* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.ccs.cz/phm>
- [7] ANON., 2019. *ČEZ zdvojnásobil počet rychlodobíjecích stanic, v Česku už jich nabízí sto.* *iROZHLAS* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zivotni-styl/auto/rychlodobijeci-stance-elektromobil-dobijeni-cez-vystavba-rozvoj_1907181242_mpr
- [8] ANON., 2019. *Country detail electricity* | *EAFO* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/electric-vehicle-charging-infrastructure>
- [9] HORČÍK, Jan, 2019. *Hybrid.cz. Hybrid.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-evrope-je-uz-7000-rychlodobijecich-panic-standardu-ccs>
- [10] BŘEZINOVÁ, Jana, 2019. *Kolik stojí nabíjení elektromobilů?* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektromobilu>
- [11] ANON., nedatováno. *Zvýšení rezervovaného příkonu* | *E.ON* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/domacnosti/kontakty-podpora/poruchy-a-technicke-dotazy/zmena-hlavniho-jistice/zvyseni-rezervovaneho-prikonu>

- [12] ČEZ: Elektřina pro dobíjení, 2019. Ceník, Dostupné z:
https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2019/moo/web_cenik_elektrina_pro-dobijeni_na-neurcito_moo_20199_cezdi.pdf
- [13] EON: ceník dodávky elektřiny, 2019. Ceník, dostupné z:
https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2019/moo/web_cenik_elektrina_pro-dobijeni_na-neurcito_moo_20199_cezdi.pdf
- [14] PRE: ceník elektřiny pro domácnost, 2019. Ceník, dostupné z:
<https://www.pre.cz/Files/domacnosti/elektrina/archiv-produktu/2019/8/pre-proud-universal-predi/>
- [15] HORČÍK, Jan, 2017. Hybrid.cz. *Hybrid.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/test-volkswagen-e-golf-358-kwh-kdyz-se-koncernu-dari>
- [16] TOMÍŠEK, Marek, 2017. Nový Volkswagen e-Golf (100 kW) – skutečná spotřeba. *USPORNE.info* [online]. [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.usporne.info/8370-novy-volkswagen-e-golf-100-kw-skutecna-spotreba/>
- [17] ANON., nedatováno. *Golf* [online] [vid. 2020-01-05]. Dostupné z: [https://konfigurator.volkswagen.cz/cc-cz/cs_CZ_VW/V/equipment/130/BQ14KE08/5K5K/TW/\\$AS@/@?GrossNetSwitch=GROSS](https://konfigurator.volkswagen.cz/cc-cz/cs_CZ_VW/V/equipment/130/BQ14KE08/5K5K/TW/$AS@/@?GrossNetSwitch=GROSS)
- [18] VERDON, Tony, 2017. *Volkswagen e-Golf: it's the same, but different - Reviews - Driven* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.driven.co.nz/reviews/volkswagen-e-golf-it-s-the-same-but-different/>
- [19] JIROUŠ, Milan, 2017. Volkswagen Golf IV (výroba 1997 – 2003). *Autoweb.cz* [online]. [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.autoweb.cz/volkswagen-golf-iv-vyroba-1997-2003/>
- [20] ANON., nedatováno. *Dobíjení na PREpoint | PREmobilita* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.premobilita.cz/cs/dobijeni-elektromobilu/dobijeni-na-prepoint/>
- [21] PRE point: ceník dobíjení vozidel, 2017. Ceník, dostupné z:
<https://www.premobilita.cz/Files/dobijeni/cenik-dobijeni-od-01012017/>
- [22] E.ON: Ceník dobíjení v síti dobíjecích stanic E.ON Drive, 2020. Ceník, dostupné z:
<https://www.eon.cz/-a169723---6bHfjgND/cenik-dobijeni-e-on-drive-pdf-up>
- [23] ANON., nedatováno. *E.ON Drive | váš partner pro elektromobilitu | E.ON* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/drive>
- [24] SCHREINER, Martin, mluvčí ČEZ, nedatováno. ČEZ nasadí moderní zákaznický systém pro elektromobilitu a upraví tarify pro síť veřejného dobíjení. *Skupina ČEZ - O Společnosti* [online]

- [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/cez-nasadi-moderni-zakaznický-system-pro-elektromobilitu-a-upravi-tarify-pro-sit-verejného-dobíjení-68776>
- [25] S.R.O, CENÍKY ŘEMESEL, nedatováno. *Elektrikáři | Ceníky Řemesel* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.cenikyremesel.cz/ceniky/elektrikari>
- [26] MCDONNELL, Tim, 2016. 4 charts that show electric cars' bright future. *Grist* [online]. [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://grist.org/business-technology/4-charts-that-show-electric-cars-bright-future/>
- [27] JURA a BURKOVIČ, 2014. Hybrid.cz. *Hybrid.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nabijeci-stance-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-nenaletet>
- [28] REDAKCE ČASOPISU, ElektroPrůmysl.cz, 2019. *Typy konektorů pro dobíjení elektromobilů – od pomalých po rychlonabíjecí - ElektroPrůmysl.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/alternativni-energie/typy-konektoru-pro-dobíjení-elektromobilu-od-pomalých-po-rychlonabíjecí>
- [29] PROKOPEC, Petr, 2012. Volkswagen Golf: historie legendy od první po sedmou generaci. *Autoforum.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/fascinace/volkswagen-golf-historie-legendy-od-první-po-sedmou-generaci/>
- [30] VOLKSWAGENCLUB, nedatováno. *Info a historie - Volkswagenclub* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.volkswagenclub.cz/golf/info-a-historie>
- [31] RÁJPNEU.CZ, nedatováno. *Výměna motorového oleje, Havířov, Ostrava | K&K PNEU* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.rajpneu.cz/vymena-motoroveho-oleje/>
- [32] *Automatická převodovka - Výměna oleje Brno* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.autoservis-azm.cz/autoservis-brno/automaticka-prevodovka-vymena-oleje-brno>
- [33] *Jak důležitá je pravidelná výměna brzdové kapaliny? | AUTOJOB.cz* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.autojob.cz/auto-magazin/clanek/2775-jak-dulezita-je-pravidelna-vymena-brzdove-kapaliny.htm>
- [34] FAIRGARAGE. *Výměna brzdových destiček & kotoučů » Informace • Ceny • Servisy* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.fairgarage.com/cs-cz/vymena-brzdovych-desticek>
- [35] IRLE, Roland, nedatováno. *EV-Volumes - The Electric Vehicle World Sales Database* [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.ev-volumes.com/>

- [36] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, nedatováno. *Firmy mohou získat podporu na rozšiřování nabíjecí infrastruktury a pořízení elektromobilů* | MPO [online] [vid. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/aktualni-informace/firmy-mohou-ziskat-podporu-na-rozsirovani-nabijeci-infrastruktury-a-porizeni-elektromobilu--251128/>
- [37] DENKOVÁ, Adéla a Ondřej PLEVÁK, 2019. Rozjezd elektromobility se neobejde bez podpory. *euractiv.cz* [online]. [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/doprava/news/rozjezd-elektromobility-se-neobejde-bez-podpory/>
- [38] DITTRICH, Lukáš, 2019. Dálniční známky 2020: Pravidla pro elektromobily a hybridy. *Autobible.cz* [online]. [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/dalnicni-znamky-cr-2020-elektromobily-hybridy/>
- [39] INFO@AION.CZ, AION CS-, nedatováno. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- [40] MINISTERSTVO DOPRAVY, nedatováno. *Registrační značka elektrického vozidla – platnost, oprávnění, výhody* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Ministerstvo/Zadost-o-poskytnuti-informace-\(1\)/Poskytnute-informace/Registracni-znacka-elektrickeho-vozidla---platnost](https://www.mdcr.cz/Ministerstvo/Zadost-o-poskytnuti-informace-(1)/Poskytnute-informace/Registracni-znacka-elektrickeho-vozidla---platnost)
- [41] ANON., nedatováno. *Environmental Sustainability – AVERE* [online]. [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.averre.org/environmental-sustainability/>
- [42] FIEN, Van den Steen, 2018. Electromobility to save the world. *Global Fleet* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.globalfleet.com/en/safety-safety-environment-taxation-and-legislation/global/features/electromobility-save-world>
- [43] ALTENBURG, Tilman, Eike W. SCHAMP a Ankur CHAUDHARY, 2016. The emergence of electromobility: Comparing technological pathways in France, Germany, China and India. *Science and Public Policy* [online]. B.m.: Oxford Academic, **43**(4), 464–475. ISSN 0302-3427. Dostupné z: doi:10.1093/scipol/scv054
- [44] Magistrát hl. m. Prahy: Metodický pokyn pro výdej parkovacích oprávnění do zón placeného stání na území hl. m. Prahy pro elektrická vozidla a vozidla s hybridním pohonem, 2019. dostupné z: <https://parkujvklidu.cz/wp-content/uploads/2019/04/Methodika-hybridy-od-1.5.2018.pdf>

- [45] KUPTIK, Oscar, nedatováno. *Praha upravila ceníky pro zóny placeného stání - Naše Praha* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://www.nasepraha.cz/zpravy-45/praha-upravila-ceniky-pro-zony-placeneho-stani>
- [46] INFO@AION.CZ, AION CS-, nedatováno. 16/1993 Sb. Zákon o dani silniční. *Zákony pro lidi* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1993-16>
- [47] ECHO24, 2019. *Praha chystá revoluci v dopravě. Plánuje zpoplatnit vjezd do centra - Echo24.cz* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: [//echo24.cz/a/SY5WB/praha-chysta-revoluci-v-doprave-planuje-zpoplatnit-vjezd-do-centra](https://echo24.cz/a/SY5WB/praha-chysta-revoluci-v-doprave-planuje-zpoplatnit-vjezd-do-centra)
- [48] ANON., nedatováno. *Barcelona/City LEZ – Distintivo-Ambiental.es* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.distintivo-ambiental.es/en/spanish-environmental-zones/barcelonacity-lez.html>
- [49] ANON., nedatováno. *General Information – Distintivo-Ambiental.es* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.distintivo-ambiental.es/en/general-information.html>
- [50] ANON., nedatováno. *Norwegian EV policy* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>
- [51] S.R.O, Residit, nedatováno. Elektromobilní klid před bouří – Dálnice zdarma a výhody v řadě měst, včetně Prahy - Odborné časopisy. *Odbornecasopisy.cz* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/clanek/elektromobilni-klid-pred-bouri-dalnice-zdarma-a-vyhody-v-rade-mest-vcetne-prahy--3858>
- [52] S.R.O, Residit, nedatováno. Elektromobilita – budoucnost již začala - Časopis Elektro - Odborné časopisy. *Odbornecasopisy.cz* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/elektromobilita-budoucnost-jiz-zacala--10668>
- [53] NIKEL, Divel, 2019. *Electric Cars: Why Little Norway Leads The World In EV Usage* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/davidnikel/2019/06/18/electric-cars-why-little-norway-leads-the-world-in-ev-usage/#5f72f79f13e3>
- [54] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/33/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel (Text s významem pro EHP)* [online]. 15. květen 2009. [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2009/33/oj/ces>
- [55] https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fa6ea15b-b7b0-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

- [56] RANDALL, Chris, 2019. France increases EV subsidy system. *electrive.com* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.electrive.com/2019/12/19/france-revises-their-ev-subsidy-system/>
- [57] Umweltplakette Europe - Feinstaubplakette. *Umweltplakette Europa* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.eu-umweltplakette.de/>
- [58] ANON., nedatováno. France - Low Emission Zones - Green Zones. *Environmental Badge Europe* [online]. [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.environmentalbadge.com/eco-zones-france/>
- [59] ENERGY, Federal Ministry for Economics Affairs and, nedatováno. *Regulatory environment and incentives for using electric vehicles and developing a charging infrastructure* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Industry/regulatory-environment-and-incentives-for-using-electric-vehicles.html>
- [60] FEDERAL MINISTRY OF FINANCE, nedatováno. Homepage - Federal Ministry of Finance. *Bundesministerium der Finanzen* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.bundesfinanzministerium.de/Web/EN/Home/home.html>
- [61] WEDIA, nedatováno. *German motor vehicle tax & Emissions badges* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.iamexpat.de/expat-info/driving-germany/motor-vehicle-tax-emissions-badges>
- [62] NISSAN CZ, nedatováno. Nissan LEAF - Elektromobil. *Nissan* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.nissan.cz/vozidla/nova-vozidla/leaf.html>
- [63] https://www-europe.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/cz/brochures/Techdata/Nissan_LEAF_Tech_data_CZ.pdf
- [64] HORČÍK, Jan, nedatováno. Hybrid.cz. *Hybrid.cz* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nejprodavanejsi-elektroauta-roku-2019-tesla-model-3-nissan-leaf-mitsubishi-outlander-phev>
- [65] RENAULT ČESKÁ REPUBLIKA. *ZOE | Elektrické vozy | Renault Česká republika* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.renault.cz/elektricke-vozy/zoe.html>
- [66] FORD CZ, nedatováno. *FOCUS* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.ford.cz/osobni-vozy/novy-focus>
- [67] SRPOVÁ, Eva, 2019. Českým Autem roku 2019 se stal Ford Focus. Po čtyřech letech skončila nadvláda vozů značky Škoda. *Hospodářské noviny (iHNed.cz)* [online] [vid. 2020-04-21].

Dostupné z: <https://auto.ihned.cz/c1-66422630-cesko-zna-sve-auto-roku-2019-poctvrte-se-jim-stal-ford-focus>

- [68] ŠKODA AUTO A.S., nedatováno. *ŠKODA AUTO a.s.* [online] [vid. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/>
- [69] SPILKA, V.: Elektromobilita, její současný stav a perspektiva, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2017, Bakalářská práce
- [70] Hořeňovský, V.: Analýza vybraných typů elektromobilů a jejich využití v taxislužbě, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2019, Diplomová práce
- [71] Janoušek, R.: Ekonomické a systémové aspekty elektromobilů, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2014, Diplomová práce
- [72] PECÁK, Radek. Kolik stojí servisní prohlídka elektromobilu? Zajímali jsme se u značky KIA. *Autona elektřinu* [online] [vid. 2020-04-26]. Dostupné z: <https://www.autonaelektřinu.cz/aktuality/61-kolik-stoji-servisni-prohlidky-elektromobilu-zajimali-jsme-se-u-znacky-kia>
- [73] KREMPASKÝ, M.: Emise CO₂ při provozu elektromobilu, Praha: ČVUT v Praze, Fakulta strojní, 2019, Bakalářská práce
- [74] Bc. SYKITA, Adam. Využití elektromobility v podmínkách ČR, MŽP ČR, Praha, 2012
- [75] KISLINGEROVÁ, Eva. Manažerské finance. 2. přeprac. a rozš. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2007. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-903-0.

Seznam obrázků

Obrázek 1: VW e-golf, dostupné z: https://www.autotrader.com/car-reviews/2019-volkswagen-e-golf-review-281474979934450	11
Obrázek 2: VW Golf VII, dostupné z https://www.autoevolution.com/news/vw-golf-7-bluemotion-16-tdi-acceleration-test-video-65703.html#	12
Obrázek 3: Konektor Mennekes typ 2 [78], dostupné z https://www.tyden.cz/obrazek/201403/53342beecd7f3/crop-589887-mennekes-800_520x250.jpg	18
Obrázek 4: Konektor typu CCS [79], dostupné z 4.http://www.hybrid.cz/v-evrope-je-uz-7000-rychlonabijecich-stanic-standardu-ccs	19
Obrázek 5: Dobíjecí stanice [80], dostupné z https://oenergetice.cz/elektromobilita/sit-verejnych-dobijecich-stanic-pro-elektromobily-se-rozrusta-nove-lze-nabijet-i-v-karvine/	21
Obrázek 6: Mapa dobíjecích stanic [81], dostupné z https://www.evmapa.cz/#	22
Obrázek 7: Wallbox [82], dostupné z https://www.ebay.com/p/912414618	25
Obrázek 8: Graf závislosti palivových nákladů na ujeté vzdálenosti	32
Obrázek 9: Mapa cenových pásem Prahy [83], dostupné z http://www.parkujvklidu.cz/wp-content/uploads/2016/04/Cenova_pasma.pdf	38
Obrázek 10: Podpora elektromobility v Evropě [84], dostupné z https://www.garaz.cz/clanek/podpora-elektromobility-na-co-lakaji-u-nas-i-jinde-v-evrope-21001531?mol-gallery--selected=59852	40
Obrázek 11: Ekologické známky ve Francii [85], dostupné z https://www.uamk.cz/aktuality/1675-povinna-ekoplaketa-v-parizi	43
Obrázek 12: Graf vícekriteriálního hodnocení	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry VW e-golf	11
Tabulka 2: parametry VW Golf	12
Tabulka 3: Varianta výbavy 1.....	14
Tabulka 4: Varianta výbavy 2.....	15
Tabulka 5: RCF varianty 1	15
Tabulka 6: RCF varianty 2	15
Tabulka 7: Ceny PHM	16
Tabulka 8: Ceník dobíjecích stanic PRE	23
Tabulka 9: Ceny dobíjení u veřejných dobíjecích stanic.....	24
Tabulka 10: Ceny v tarifu D02d	26
Tabulka 11: Ceny tarifu D27d	27
Tabulka 12: palivové náklady na 15 000 km.....	30
Tabulka 13: RCF investice do jističe a wallboxu	30
Tabulka 14: Náklady na palivo.....	31
Tabulka 15: náklady na servis.....	34
Tabulka 16: Ceny pojištění	35
Tabulka 17: Daně za nové auto v Norsku	41
Tabulka 18: roční náklady na provoz varianty 1 (15 000 km)	45
Tabulka 19: roční náklady na provoz varianty 1 (20 000 km)	45
Tabulka 20: roční náklady na provoz varianty 1 (30 000 km)	46
Tabulka 21: roční náklady na provoz varianty 1 (50 000 km)	46
Tabulka 22: roční náklady na provoz varianty 2 (15 000 km)	47
Tabulka 23: roční náklady na provoz varianty 2 (20 000 km)	47
Tabulka 24: roční náklady na provoz varianty 2 (30 000 km)	48
Tabulka 25: roční náklady na provoz varianty 2 (50 000 km)	48
Tabulka 26: roční náklady na provoz varianty 3 (15 000 km)	49
Tabulka 27: roční náklady na provoz varianty 3 (20 000 km)	49
Tabulka 28: roční náklady na provoz varianty 3 (30 000 km)	50
Tabulka 29: roční náklady na provoz varianty 3 (50 000 km)	50

Tabulka 30: roční náklady na provoz varianty 4 (15 000 km)	51
Tabulka 31: roční náklady na provoz varianty 4 (20 000 km)	51
Tabulka 32: roční náklady na provoz varianty 4 (30 000 km)	52
Tabulka 33: roční náklady na provoz varianty 4 (50 000 km)	52
Tabulka 34: bodové ohodnocení ekonomických kritérií	54
Tabulka 35: bodové ohodnocení ekologických kritérií.....	55
Tabulka 36: bodové ohodnocení hledisek komfortu	55

Seznam příloh

Příloha 1: Bakalářská práce – výpočty (soubor excel)