



# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta elektrotechnická  
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## **Elektromobilita v ČR** **Electromobility in the Czech Republic**

### **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Vítek, CSc.

**Jakub Kott**

**Praha 2014**

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Kott** Jakub

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

*Název tématu:*

### **Elektromobilita v ČR**

*Pokyny pro vypracování:*

1. Obecný přehled se zaměřením na nabíjecí stanice
2. Přístup distributorů k rozvoji elektromobility
3. Případová studie pořízení a provozu elektromobilů v servisní firmě

*Seznam odborné literatury:*

1. Brealey R.A., Myers S.C. Teorie a praxe firemních financí. Victoria Publishing, 1994.
2. Vegr J.: Elektromobily – historie a současnost. ProEnergy, č.3/2008.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Vítek, CSc.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015

~~Doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.~~

vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2014

## Prohlášení autora práce

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

V Praze dne .....

.....

Podpis autora práce

## Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především vedoucímu práce Ing. Miroslavu Vítkovi, CSc. za odborné vedení při zpracování mé bakalářské práce a za konzultace k jejímu obsahu. Dále pak za pomoc při sbírání podkladů ke zpracování a realizaci případové studie. Také bych rád poděkoval svému blízkému okolí, že mi umožnilo dostatek prostoru a podpory pro její tvorbu.

# Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá elektromobilitou a elektromobily jako způsobem nahrazení klasických automobilů se spalovacími motory. V práci jsou vysvětleny některé základní principy a myšlenky elektromobility a její zasazení do České republiky.

Práce má tři hlavní části. První část shrnuje obecné vlastnosti elektromobilů a nabíjecích stanic a nastiňuje, jakým směrem by se mohl vývoj a rozšiřování elektromobilů ubírat. Druhá část se zabývá tím, co pro rozvoj elektromobility dělají distributoři energií působící v České republice. Poslední třetí část je věnována případové studii, kde je rozebrána možnost pořízení dodávek poháněných elektromotorem za účelem dosažení nižších výdajů oproti naftovým dodávkám. Studie je zasazena do hlavního města Prahy pro společnost zabývající se cateringem a rozvozem obědů po Praze a blízkém okolí.

## Klíčová slova

Elektromobilita, elektromobil, nabíjecí stanice, standardy pro dobíjení elektromobilů, distributoři energií, distribuční tarif D27 a C27, provozní výdaje, ekvivalentní výdaje, Mercedes-Benz, Škoda, Peugeot

# Abstract

This bachelor thesis deals with electromobility and electric vehicles as a way of replacement of classic cars with internal combustion engines. The paper explains some of the basic principles and ideas of electromobility and its position in the Czech Republic.

The work is divided into three main parts. The first part summarizes the general characteristics of electric vehicles and charging stations, and outlines the direction which could the development and expansion of electric vehicles take. The second part deals with the activities of energy distributors operating in the Czech Republic which lead to developing the electromobility. The last part is devoted to a case study, where the possibility of acquiring electrical vans, in order to achieve lower costs compared to diesel vans, is analyzed. The study is set to the capital Prague for a company engaged in catering and lunch delivery in Prague and its surroundings.

## Key words

Electromobility, electric vehicle, charging station, charging standards for electric vehicles, energy distributors, distribution tariff D27 and C27, operating expenses, equivalent expenses, Mercedes-Benz, Škoda, Peugeot

# Obsah

1.	Úvod .....	1
2.	Obecný přehled se zaměřením na nabíjecí stanice.....	2
2.1.	Základní vlastnosti elektromobilů a nabíjecích stanic.....	2
2.2.	Možnosti rozvoje a potlačení některých nevýhod elektromobilů .....	8
3.	Přístup distributorů k rozvoji elektromobility.....	12
3.1.	Přehled distributorů v České republice .....	12
3.2.	ČEZ.....	14
3.3.	E.ON .....	18
3.4.	PRE .....	22
3.5.	RWE .....	28
4.	Případová studie pořízení a provozu elektromobilů v servisní firmě .....	31
4.1.	Výběr vozu.....	32
4.2.	Způsob výpočtu výhodnosti variant .....	33
4.3.	Varianta 1 - Mercedes-Benz Vito .....	37
4.3.1.	Technické parametry a porovnání Mercedes-Benz Vito 110 CDI a Vito E-CELL..	37
4.3.2.	Výpočet výhodnosti varianty 1.....	39
4.4.	Varianta 2 – Škoda Praktik .....	41
4.4.1.	Technické parametry a porovnání Škoda Praktik 1,6 TDI a Škoda EVC R3.....	41
4.4.2.	Výpočet výhodnosti varianty 2.....	42
4.5.	Varianta 3 – Peugeot Partner .....	45
4.5.1.	Technické parametry a porovnání Peugeot Partner Furgon L1 1,6 HDi 90 k a Peugeot Partner Electric L1 .....	45
4.5.2.	Výpočet výhodnosti varianty 3.....	47
4.6.	Zhodnocení případové studie .....	49
5.	Závěr.....	51
6.	Seznam použité literatury a zdrojů .....	53
7.	Seznam obrázků .....	57
8.	Seznam tabulek .....	58
9.	Seznam grafů.....	59

# 1. Úvod

Neustále se zvyšující počet automobilů způsobuje problémy po celé Zemi, ať už se jedná o dopravní zácpy, parkování nebo v neposlední řadě znečišťování ovzduší. Naprostá většina dnešních automobilů využívá spalovacího motoru, buď benzínového, nebo dieselového. Právě tyto motory způsobují znečištění ovzduší a ve velkých městských aglomeracích, kde může těchto motorů najednou běžet i několik desítek tisíc, znepríjemňují lidské životy. To je první důvod, proč by mohly být nahrazeny něčím čistším, a do jisté míry hospodárnějším, jako jsou elektromotory využívané v elektromobilech. Dalším problémem, který jistojistě pomůže k nahrazení spalovacích motorů, jsou tenčící se zásoby ropy. Nejsme schopni přesně odhadnout, na jak dlouho ropa lidstvu ještě vystačí, ale dříve nebo později se její cena kvůli nedostatku výrazně zvýší a ropa samotná bude potřeba v jiných aplikacích než na pohánění automobilů. Z tohoto důvodu si myslím, že je elektromobilita perspektivní odvětví a rozhodl jsem se ho určitým způsobem zpracovat v této bakalářské práci.

Práci jsem rozdělil do pěti velkých částí. První částí je tento úvod, kde čtenáře seznámím s obsahem práce.

V druhé části popisuji základní vlastnosti, výhody a nevýhody elektromobilů. Důležitým aspektem používání elektromobilů jsou nabíjecí stanice a jejich standardy, proto i o nich se v této části zmíním. Na závěr se v první části nachází možnosti rozvoje elektromobility, co se týče technologie nabíjení, popřípadě rychlé výměny bateriového modulu automobilu.

Ve třetí části se zabývám projekty a různými jinými aktivitami v elektromobilitě ze strany distributorů působících v České republice. Jedná se o skupiny společností ČEZ, E.ON, PRE A RWE. Zajímavé je, že někteří distributoři jsou v této oblasti výrazně aktivnější než jiní.

V další části provedu případovou studii na pořízení elektromobilů do firmy J&J Catering spol. s.r.o., která se zabývá cateringem a rozvozem obědů po Praze a blízkém okolí. Městské prostředí a potřeby firmy by měly přímo vyhovovat využití elektromobilů. Studie bude prováděna pro 3 různé dodávky s elektrickým pohonem, přičemž každá bude unikátní ve způsobu pořízení. Cílem studie bude zjistit rentabilitu investice do elektromobilu.

Poslední částí je závěr, kde shrnuji poznatky z celé bakalářské práce.



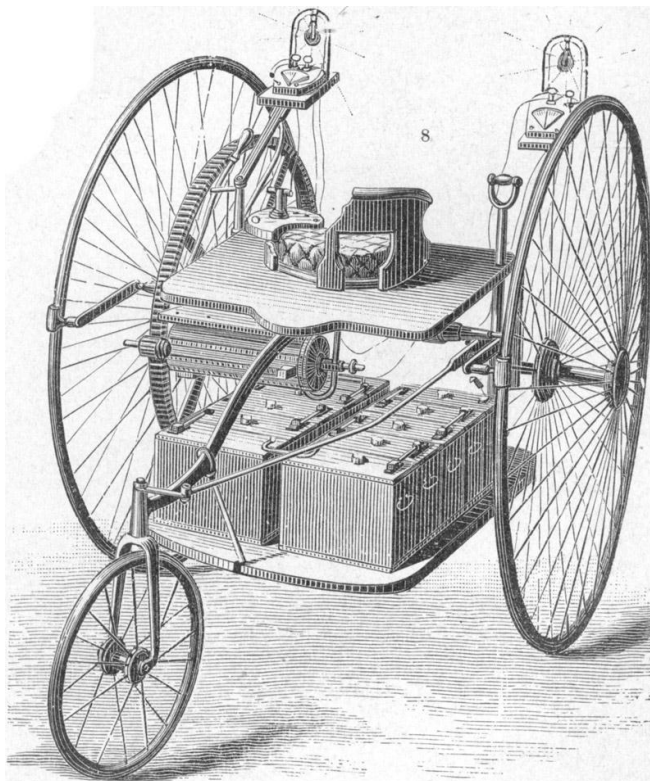
## 2. Obecný přehled se zaměřením na nabíjecí stanice

První část se bude věnovat základnímu přehledu vlastností elektromobilů a nabíjecích stanic a možnému rozvoji elektromobility.

### 2.1. Základní vlastnosti elektromobilů a nabíjecích stanic

Elektromobilita je velice perspektivní oblast rozvoje jak mobility, tak přenosových soustav, distribučních sítí a všeho, co s těmito věcmi souvisí. Pojem elektromobilita se často nemyslí pouze elektromobily jako takové, ale celý směr, kterým by se lidstvo mohlo vydat v rámci boji s globálními klimatickými změnami, znečišťováním ovzduší a docházením zásob fosilních paliv. Elektromobilita je také nedílnou součástí rozvoje inteligentních energetických sítí budoucnosti „Smart grids“, o kterých se několikrát okrajově zmíním.

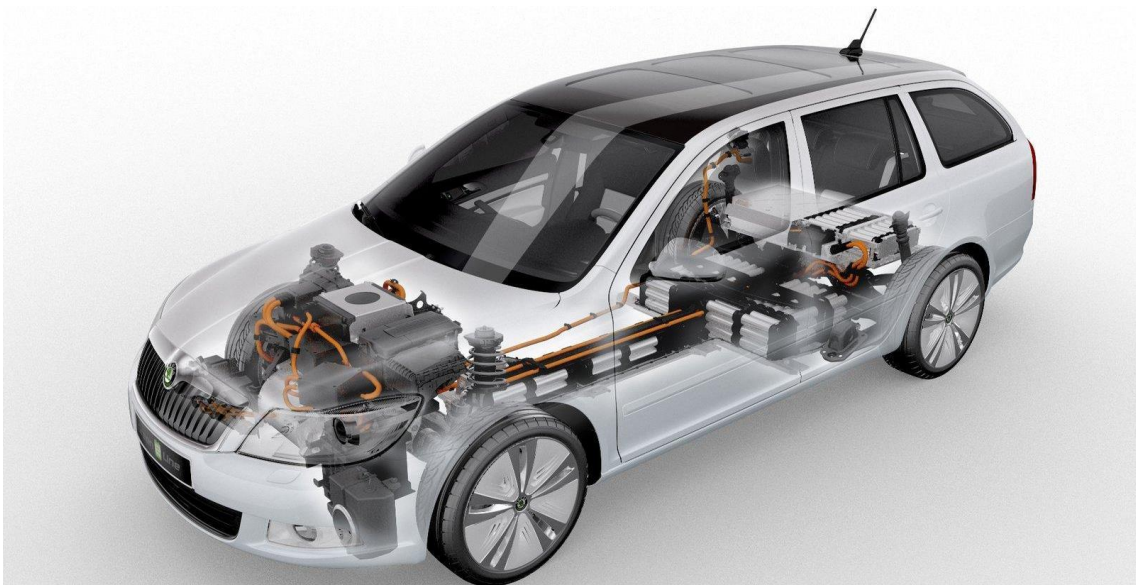
Samotný elektromobil je v principu velice jednoduchý. První funkční elektromobil byl představen již v roce 1881 technikem Gustavem Trouvéem. Kolem roku 1900 byl v USA pohon vozidel na elektřinu druhým nejrozšířenějším po parním pohonu. Poté ovšem přišel rozmach spalovacích motorů a elektromobily upadly v zapomnění. [32]



Obrázek 1 První elektromobil z roku 1881 [32]

Jak je vidět první elektromobil neměl mnoho společného ani s dnešními automobily, ale v principu fungoval velice podobně jako dnešní elektromobily.

Elektromobil je ve skutečnosti v dnešní době jednodušší než klasický automobil se spalovacím motorem. Pokud se podíváme na nejčastější konstrukci elektromobilu, je stavbou podobný klasickému spalovacímu automobilu, ale často je to způsobeno tím, že z něho vychází. Místo nádrže na benzin nebo naftu jsou baterie a místo spalovacího motoru je potřebná elektronika a elektromotor. Téměř úplně zde chybí převodovka. Díky charakteristikám elektromotoru, který má vyrovnaný točivý moment téměř od první otáčky až po otáčky maximální, není potřeba vícestupňová převodovka, a místo řadicí páky je v elektromobilu pouze ovládací prvek na zvolení jízdy dopředu, dozadu nebo režimu parkování. Samotný elektromotor je jednoduchý, má pouze jednu rotující část (rotor), nevyžaduje žádnou provozní kapalinu (olej apod.), je téměř úplně bezúdržbový a hlavně při provozu nevypouští žádné emise do ovzduší. K řízení elektromotoru je samozřejmě potřeba řídicí elektronika včetně různých měničů napětí, proudu a frekvence. Tato elektronika může být ale v závislosti na použitém motoru v každém elektromobilu jiná. Moderní elektromobily ovšem splňují spolu s dobíjecími stanicemi evropské standardy a není tedy problém jakýkoli nový elektromobil nabít pomocí jakékoli dobíjecí stanice. Poměrně problémovou částí jsou baterie, které jsou nejdražší a nejtěžší částí elektromobilu. Baterie výrazně omezují dojezd elektromobilu, když se vyčerpají, je jejich dobítí mnohonásobně delší než dotankování klasického automobilu. Také jejich životnost se pohybuje okolo pěti let, a to v porovnání s průměrným stářím automobilu v České republice, které činí 14,5 roku, není dostačující. Životnost baterií se dá výrazně ovlivnit stylem využívání elektromobilu. Bateriím nevyhovuje úplné vybití, a jejich životnost je víceméně dána počtem dobíjecích cyklů. [37]



**Obrázek 2 Škoda Octavia Green E Line představená v roce 2010 [33]**

Škoda Octavia Green E Line, která je zachycena na obrázku 2 na předchozí straně, se nikdy nedočkala výroby a bylo vyrobeno pouze 10 kusů, na kterých probíhá testování a měření dat dodnes. V České republice mezi nejznámější elektromobily patří model i3 od německého výrobce luxusnějších aut BMW. Dalším známým modelem je Tesla Model S od amerického výrobce, který ale i přes velký úspěch se svým elektromobilem stále balancuje na hranici ziskovosti. [37]

Ve stručnosti uvedu některé výhody a nevýhody elektromobilu. Výhod i nevýhod je určitě mnohem více a o všech z nich by se dalo diskutovat, proto jsem vybral pouze ty základní a na první pohled zřejmé. V době, kdy vše záleží na penězích, se elektromobil nemusí zdát tak výhodný, ale asi nejde přesně vyčíslit například fakt, že kdyby se ve městech provozovali pouze elektromobily, nedocházelo by ke znečišťování ovzduší. Předešlo by se tím různým respiračním potížím, obyvatelstvo by bylo zdravější, a to by ve výsledku mohlo přinést úspory například ve zdravotnictví.

Tabulka 1 Porovnání výhod a nevýhod elektromobilu [1]

Výhody	Nevýhody
<b>Bez emisní provoz.</b> Výroba vozidla i výroba elektřiny, na kterou jezdí, ovšem bez emisí není.	<b>Vysoká pořizovací cena.</b> Pořizovací cena elektromobilu je přibližně dvojnásobná než u stejného vozu se spalovacím motorem.
<b>Nízké provozní výdaje.</b> S dnešními cenami a distribučními tarify se výdaje pohybují mezi 40 až 70 Kč / 100km – to je přibližně 1/6 provozních výdajů vozu se spalovacím motorem.	<b>Malý dojezd a omezená životnost baterií.</b> Většina dnešních elektromobilů má dojezd okolo 130 až 150 km tedy asi šestinový oproti klasickému automobilu. Životnost baterií je ovlivněna četností využívání (počet dobíjecích cyklů) a způsobu provozu elektromobilu.
<b>Možnost dobít z jakékoli zásuvky.</b> V budoucnu pokud dojde k rozšíření rychlodobíjecích stanic tak možná i na většině parkovišť.	<b>Dlouhé dobíjecí časy.</b> Typický čas pro úplné dobítí ze zásuvky (230V) je 8 hodin. Se speciálními rychlodobíjecími stanicemi se tento čas snižuje přibližně na hodinu.
<b>Jednoduchost elektromotoru.</b> Životnost je téměř nekonečná a motor je bezúdržbový.	<b>Nutnost vybudování dobíjecích stanic a s tím spojených distribučních sítí.</b>

Nyní se dostávám k samotným dobíjecím stanicím. V České republice je již s předstihem vyřešena standardizace AC (alternating current = střídavý proud) dobíjecí infrastruktury. Všechny veřejné dobíjecí stanice jsou tedy vybaveny jednotnou specializovanou zásuvkou pro

elektromobily dle standardu IEC 62 196-2 a IEC 61851-mode 3, laicky nazývanou „Mennekes“.

Tento typ zásuvky umožňuje v současnosti rychlonabíjení výkonem až 22 kW. Plné nabití tímto výkonem trvá cca 1 hodinu. Touto zásuvkou jsou například vybaveny i elektromobily smart fortwo ed (třetí generace), Mercedes-Benz Vito E-Cell a další. Dále je každá AC veřejná dobíjecí stanice stále ještě vybavena klasickou domácí zásuvkou, ze které lze nabíjet výkonem až 3,7 kW, vedle elektromobilů i elektroskútry a elektrokola. Tento fakt tedy umožňuje najednou dobíjet i dvě vozidla. Pro rychlonabíjení, resp. ultrarychlé nabíjení, pomocí DC (direct current = stejnosměrný proud) vznikl standard Combo II neboli CCS (Combined Charging System – kombinovaný nabíjecí systém), na kterém se shodli evropští a severoameričtí výrobci automobilů v rámci ACEA (European Automobile Manufacturers Association). Tento standard bude povinný pro všechny elektromobily vyráběné od 1. 1. 2017 a nabíjecí výkon v současnosti dosahuje 50 kW. Tímto výkonem je možné baterii nabít z 0 na 80 % za 20 min. Stále ještě i v ČR existuje několik DC rychlonabíjecích stanic s japonským standardem ChaDeMO (volně přeloženo jako nabij a jed). Předpokládá se, že tyto stanice budou nahrazeny právě standardem CCS. Na přechodnou dobu ještě existuje duální řešení, které umožňuje rychlonabíjet vozy s oběma standardy. V oblasti dobíjecí infrastruktury lze i nadále očekávat rozvoj nových technologií, především rychlodobíjecích stanic, které elektromobily dobijí za podstatně kratší dobu. [1], [3], [4]

Výrobci dobíjecích stanic je celá řada, a jednotlivých typů je ještě více. Vybral jsem si jednu z nejmodernějších a nejvýkonnějších dobíjecích stanic od výrobce ABB a pokusím se popsat její základní vlastnosti. Jedná se o stanici Terra DC charging station 53 C (CE), která je unikátní v tom, že podporuje všechny standarty a zákazník si může vybrat, jaký standard preferuje nebo si zvolit multistandardní variantu. Je tedy schopna dobíjet pomocí DC i AC proudu, v případě DC (rychlodobíjení) je maximální výstupní výkon až 50 kW. Je vhodná pro vnitřní i venkovní využití a zvládá jak 50 Hz tak 60 Hz na přírodní síti. Stanici je samozřejmě možno připojit do ethernetové sítě a podporuje autorizaci pomocí RFID čipů. Výrobce tuto stanici doporučuje pro firmy, které mají flotilu elektromobilů se standardem CSS a nebo jako rychlodobíjecí stanici pro čerpací stanice u dálnic a často frekventovaných silnic. Podrobnější informace jsou v tabulce na další straně, která je převzata přímo z letáku výrobce. [34], [35]

<b>General specifications</b>	
Environment	Indoor / outdoor
Operating temperature	-10 °C to +50 °C (de-rating characteristic applies) Option: -35 °C to +50 °C
Storage temperature	-40 °C to +70 °C
Compliance and safety	CE / Option: CHAdeMO
Input AC power connection	3P + N + PE
Input voltage range	400 V <sub>AC</sub> +/-10% (50 Hz or 60 Hz)
Max. rated input current & power	125A, 86 kVA
Power factor (full load)	> 0.96
Efficiency	94% at nominal output power
RFID system	ISO/IEC14443A/B, ISO/IEC15693, FeliCa™ 1, NFC reader mode, LEGIC Prime & Advant
Network connection	GSM / CDMA / 3G modem, 10/100 Base-T Ethernet
Power consumption idle	25 W (max)
Protection	IP54
Operational noise level	45-50 dBA
Dimensions (D x W x H)	760 mm x 525 mm x 1900 mm
Mass	400 kg

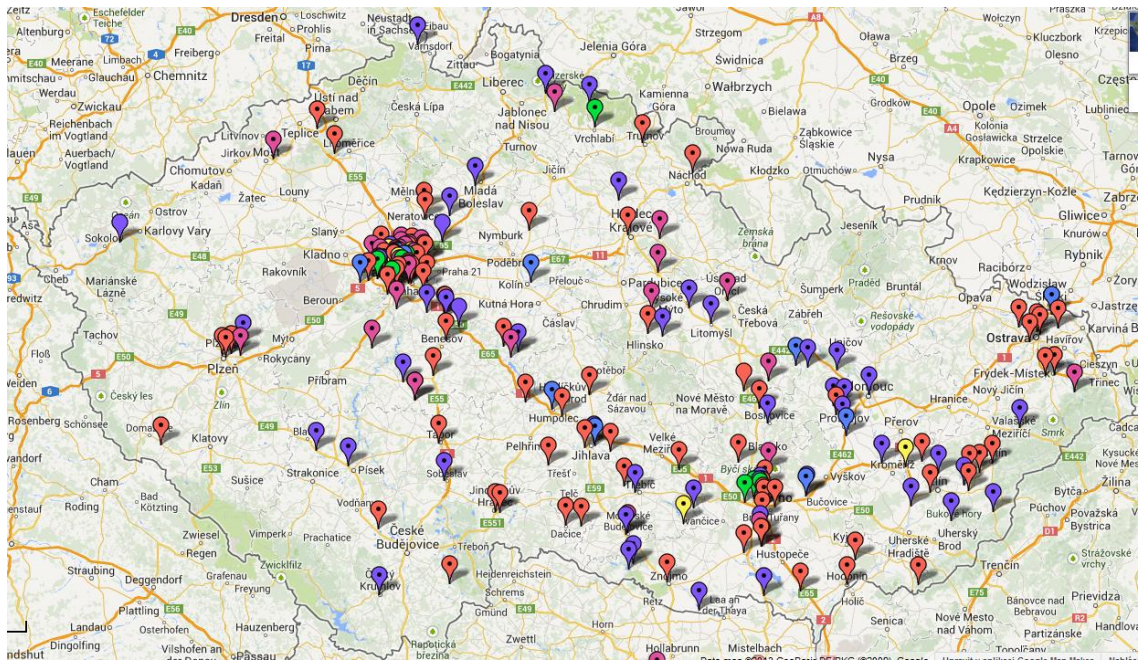
Obrázek 3 Podrobnější informace o dobíjecí stanici Terra DC charging station 53 C (CE) od firmy ABB [35]



Obrázek 4 Dobíjecí stanice Terra DC charging station 53 C (CE) od firmy ABB ve všech svých variantách [35]



V České republice je přibližně 250 dobíjecích stanic. Většina z nich jsou jednoduché AC dobíjecí stanice s malým výkonem přibližně několik kW. Tyto stanice se často nachází v areálech středních technických škol a podobně, jejich využívání závisí často na domluvě. Zbytek byl vybudován distributory operujícími na českém trhu s elektrickou energií nebo plynem v takovémto počtu: 34 stanic společnost ČEZ, 15 skupina E.ON, firma PRE postavila 28 dobíjecích stanic a RWE jednu.



Obrázek 5 Mapa všech dobíjecích stanic na území ČR (aktuální k 1. 5. 2014) [26]

## 2.2. Možnosti rozvoje a potlačení některých nevýhod elektromobilů

Elektromobilům výrazně hraje do karet hned několik faktorů, díky kterým se dá předpokládat velký přísun investic, ale také názorové naklonění lidí a oboje je potřeba pro rozvoj této technologie. Jedná se hlavně o nulové provozní emise a nedostatek fosilních paliv, jejichž cena se bude v budoucnosti výrazně zvyšovat.

Na tuto kapitolu bude potřeba se minimálně v některých oblastech podívat v širším měřítku než pouze jako na elektromobilitu v České republice. Nic méně v ČR plánují všichni distributoři pokračovat nejen ve svých zajetých projektech, ale také spolupracovat s vládou na různých například daňových úlevách, které by se mohly vztahovat na nákup a provoz elektromobilu ať už pro domácnosti nebo pro firmy. Z určitého pohledu nejsou v tomto snažení energetické společnosti naší vládou příliš podporovány. Přeci jenom pro distributory a prodejce elektrické energie tímto může vzniknout velice zajímavý nový trh, který jim v budoucnu může přinést významné zisky. Distributoři samozřejmě budou navyšovat počty nabíjecích míst (stanic). Toto budování pro ně ovšem bude nadále ztrátové, dokud se výrazně nezvýší počty elektromobilů provozovaných v České republice. Podle dat z ministerstva dopravy bylo v České republice k 1. lednu 2014 registrováno celkem 1 768 elektrovozidel. Počet obsahuje veškerá vozidla, tedy i motocykly. Bohužel podíl osobních automobilů tvoří jen necelých 13 % z uvedeného počtu. To v porovnání s ostatními státy Evropské unie není mnoho. Ještě k tomu je potřeba si uvědomit, že většina těchto elektromobilů je vlastně majetkem samotných distributorů, kteří je využívají pro své účely nebo je pronajímají v rámci projektů například magistrátům měst. [25]

Co se týče budoucích investic a možností rozvoje technologie jako takové, je zde samozřejmě mnoho směrů, kterými se lze vydat. Všechny tyto směry ovšem budou mít společné cíle, a tím bude především zlevnit pořízení a využívání elektromobilu, eliminovat nebo minimalizovat jeho nevýhody, jako je například malý dojezd, ale také využití možná na první pohled skrytých vlastností elektromobilů.

Ve své podstatě se vše točí okolo baterií. Elektrický motor je v praxi mnohem jednodušší než spalovací, má téměř nulovou údržbu, a v jeho vývoji již k žádnému významnému posunu nejspíše nedojde. Ve výrobě automobilů jako takových se také zřejmě nic velkého nezmění, rozhodně nic co by nějak zásadně ovlivnilo to, že by ke svému pohybu potřebovali méně energie, a tím dosahovat výrazně nižší spotřeby a nižších provozních nákladů. Na druhou stranu se baterie už také mohly z hlediska vývoje přiblížit svému maximu, pokud je tomu tak, budou to mít elektromobily těžké. S bateriemi souvisí naprostá většina nevýhod elektromobilu. Ale už nyní je zde pár nápadů či technologií, které jsou schopny i se současnými možnostmi

baterií vylepšit postavení elektromobilu v konkurenci s klasickým automobilem se spalovacím motorem.

Možností jak vyřešit malý dojezd elektromobilu, a s tím spojené dlouhé dobíjecí časy baterií, je několik. Jedna z možností je, že baterie nebudou natrvalo spojeny s automobilem a bude možné je v relativně krátkém časovém intervalu vyměnit za plně nabité. Tento způsob má kromě obnovení plného dojezdu ještě další výhodu a tou je, že by v případě skončení životnosti baterií, která je v dnešní době pouze několik let, nemuselo dojít k znehodnocení celého elektromobilu a po výměně baterií by byl po technické stránce prakticky jako nový. V praxi to funguje u téměř všech elektrických přístrojů, které jsou napájeny bateriemi. Muselo by samozřejmě dojít k určité unifikaci a standardizaci aby bylo možné s jakýmkoli elektromobilem provést výměnu baterií například u každé čerpací stanice. Představa je taková, že by bylo vše plně automatizované a řidič by tedy ani nemusel vystupovat z vozidla. Tento způsob „nabíjení“ je testován např. v dánské Kodani a japonském Tokiu. [1], [23]



**Obrázek 6 Ukázka automatizované výměny baterií v elektromobilu [23]**

Další možností je samozřejmě zkrátit dobíjecí časy. Z technického hlediska jsou zde určité nějaké technické limity a také je potřeba zhodnotit, jaké by tyto velké a nepravidelné odběry měly dopad na distribuční nebo dokonce celou přenosovou soustavu. Se samotným nabíjením pomocí dobíjecích stanic pak souvisí zapojení elektromobilů do tzv. Smart grids neboli chytrých sítí. V principu jde o to, že by baterie všech elektromobilů, které by byly připojeny do sítí,

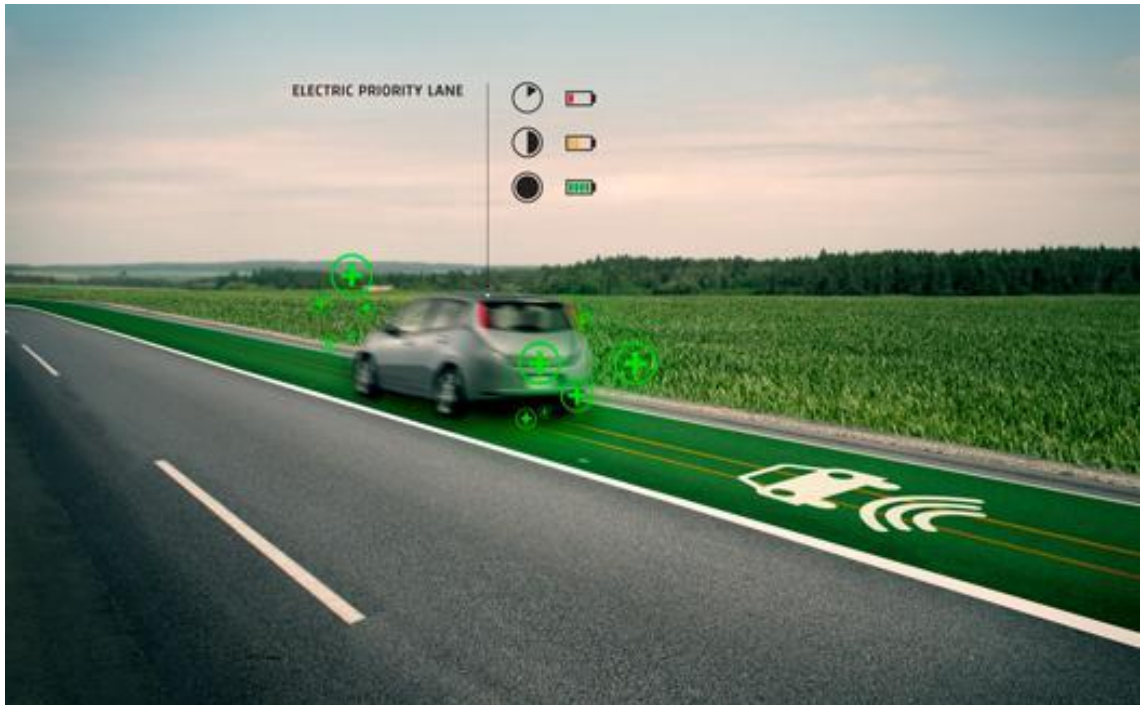


sloužily jako úschovny energie, a v případě odběrových špiček spotřeby nebo nečekaného poklesu výkonu na straně výroby by dodávaly elektrickou energii zpátky do sítě. Dobíjecí stanice by pak ovšem musely být složitější a umožňovat tok elektrické energie oběma směry. Nejpraktičtější využití by pak zřejmě nastávalo u rodinného domu, který by například na pokrytí večerní špičky spotřeby využil energii v bateriích elektromobilu, který by se poté přes noc, kdy je přebytek elektrické energie, dobil. Nevýhodou je fakt, že elektromobil nebude v případě náhlé potřeby dobít na 100 %. [24]



**Obrázek 7 Ukázka využití elektrické energie v elektromobilu pro pokrytí spotřeby rodinného domu [24]**

Ne úplně nereálná možnost je přizpůsobit elektromobily pro bezkontaktní (bezdrátové) nabíjení. V podstatě se jedná o indukční technologii, která využívá elektromagnetické pole. Elektromobily musí být vybaveny speciálními deskami, které začnou baterie vozu nabíjet v okamžiku, kdy vůz zastaví nad nabíjecí podložkou. Jakmile se akumulátor nabije, proces nabíjení se automaticky přeruší. Tento způsob nabíjení lze teoreticky využít i k nabíjení baterií přímo za jízdy. Uvažuje se nad tím, že by elektromobily mohly využívat speciální pruh, který by se skládal z nabíjecích podložek. Dokud by se elektromobily pohybovaly po vytyčené trase, nabíjely by se neustále. Z výpočtů vyplývá, že by bylo dostačující, kdyby touto technologií bylo vybaveno 10 % silnic. Pro řidiče jako takové by se opět jednalo pro velmi jednoduché a pohodlné řešení. Problémové by mohlo být vybudování například speciálních pruhů, které by bylo (možná bude) velmi nákladné. Také není zcela jasné, jak by tyto silná magnetická pole ovlivňovala ostatní elektroniku v jejich blízkosti, například řídicí a bezpečnostní systémy v klasických automobilech.[24], [46]



**Obrázek 8 Takto nějak by mohl vypadat speciální dobíjecí pruh pro elektromobily [49]**

Často opomíjenou skutečností je ovšem fakt, že pokud dojde k rozvoji elektromobility bude narůstat spotřeba elektrické energie bez ohledu na to, kterou cestou se vývoj vydá. Bude tedy potřeba vybudovat zdroje elektrické energie. Je potřeba vzít v úvahu, kde tuto energii pro elektromobily vyrobíme. Elektromobily by z ekologického hlediska postrádaly smysl, pokud by elektřina, na kterou budou jezdit, byla vyrobena například ve velmi neefektivních a „špinavých“ uhelných elektrárnách, které by znečišťovaly ovzduší. Také bude potřeba posílit distribuční síť, protože současný stav sítí není na tyto zvýšené odběry dimenzován a mohlo by se stát, že by společnost sice začala nakupovat elektromobily, ale jejich nabíjení by způsobilo mnohem závažnější problémy. [28], [46]

### 3. Přístup distributorů k rozvoji elektromobility

V této části práce nastíním přístup jednotlivých distributorů v České republice k elektromobilitě a jejímu rozvoji.

#### 3.1. Přehled distributorů v České republice

V České republice operuje pět společností, které distribuují elektrickou energii nebo zemní plyn. Prvním a zároveň největším je společnost ČEZ Distribuce, a. s., která zajišťuje distribuci elektřiny. Společnost působí na území krajů Plzeňského, Karlovarského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Olomouckého, Moravskoslezského a částečně v kraji Zlínském a Vysočina. [5], [7]

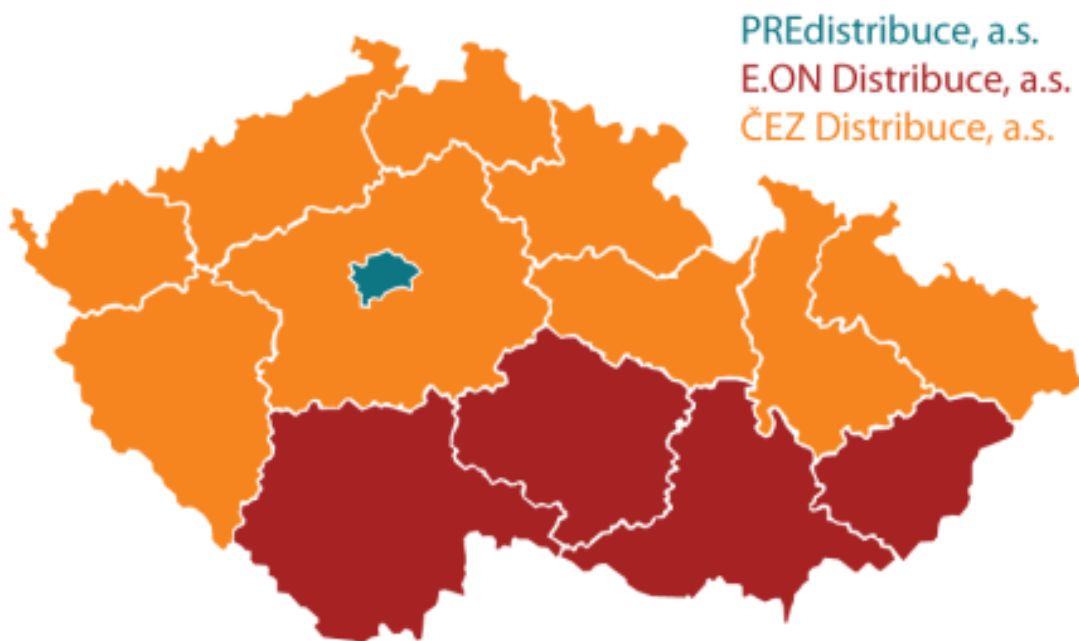
Další společností, která se nezabývá pouze distribucí elektřiny, ale také zemního plynu je společnost E.ON Distribuce a.s. Tato společnost je držitelem licence na distribuci elektřiny v oblasti jižních Čech a jižní Moravy a držitel licence na distribuci plynu v oblasti jižních Čech. [8]

Jako další na trhu operuje společnost PREDistribuce, a.s., která zajišťuje distribuci elektřiny na území hlavního města Prahy a města Roztoky u Prahy. [9]

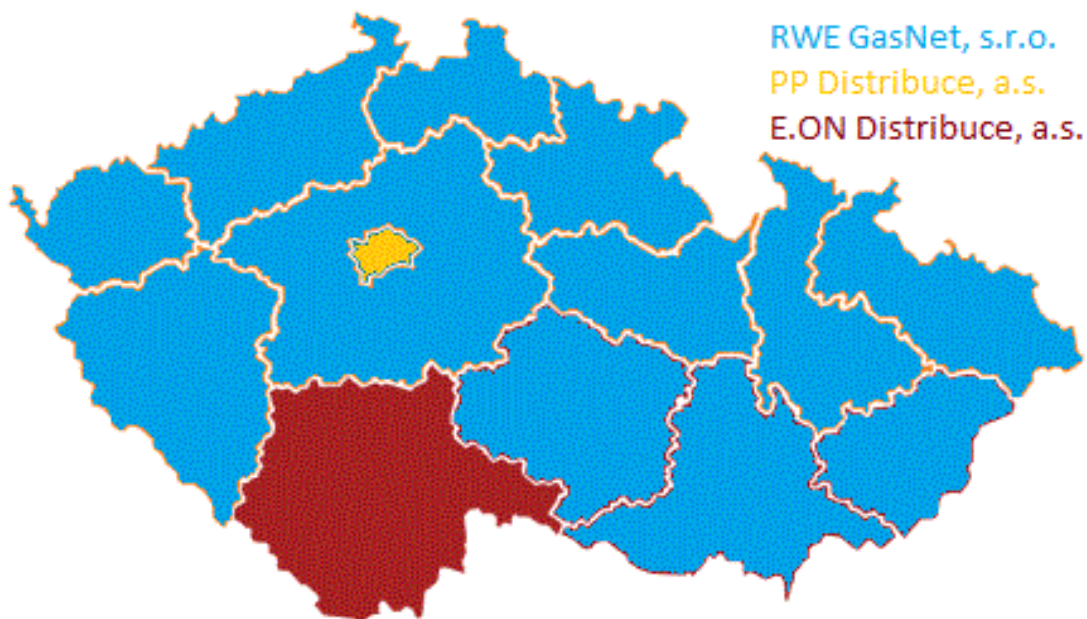
V Praze dále působí akciová společnost Pražská plynárenská Distribuce, a. s., člen koncernu Pražská plynárenská, a. s. (PP a.s.) sice působí i jako obchodník s elektrickou energií, ale v oblasti elektromobility se nijak neangažuje, soustředí se spíše na podporu vozů s pohonem na stlačený zemní plyn (CNG). [10]

Největším distributorem plynu na území české republiky je RWE GasNet, s.r.o., která vznikala od 1. 1. 2007 do 1. 11. 2013 postupným slučováním regionálních distributorů zemního plynu, jednalo se o firmy STP Net, s.r.o., SČP Net, s.r.o., ZČP Net, s.r.o., VČP Net, s.r.o., JMP Net, s.r.o. a SMP Net, s.r.o. RWE GasNet, s.r.o. sice působí pouze jako distributor zemního plynu nic méně je součástí skupiny RWE, která v České republice působí také jako obchodník s elektrickou energií a proto její aktivity souvisí i s elektromobilitou. [6]

Na další straně jsou mapky znázorňující jednotlivé oblasti působnosti distributorů.



Obrázek 9 Mapa distributorů elektrické energie v ČR [5]



Obrázek 10 Mapa distributorů zemního plynu v ČR [5]

Vzhledem k tomu, že distribuční společnosti vznikly odtržením od jejich mateřských firem v rámci unbundlingu, budu dále hovořit o přístupu jednotlivých skupin společností k rozvoji a elektromobilitě jako takové. Skupiny, které budu v blíže analyzovat jsou ČEZ, E.ON, PRE a RWE, protože Pražská plynárenská a.s. se elektromobilitou nezabývá.

### 3.2.ČEZ

Společnost ČEZ se v elektromobilitě angažuje pomocí velkého projektu, který je souhrnně nazván /E/mobility FUTURE/E/MOTION a spolupracuje s mnoha partnery.

Nejdůležitější skupinou partnerů jsou samozřejmě dodavatelé elektrických vozidel, bez spolupráce s těmito výrobci by nemělo smysl rozvíjet síť nabíjecích stanic a tím celou elektromobilitu. Mezi tyto partnery patří značky Peugeot, ŠKODA, Mercedes-Benz, Opel, Smart, SOR a spousta dalších menších firem, které se zabývají například výrobou a provozem elektroskútrů či elektrokol. ČEZ jako první začal spolupracovat s francouzským výrobcem automobilů Peugeot a to již v roce 2010. Jednalo se o první projekt tohoto typu ve střední a východní Evropě. Cílem Projektu bylo získat praktické zkušenosti z každodenního provozu elektromobilů a dále rozvíjet elektromobilitu. ČEZ se zavázal vybudovat více než 150 dobíjecích stanic a Peugeot na oplátku formou pronájmu do projektu poskytl 65 elektromobilů Peugeot i0n. Automobilka ŠKODA vyvíjela a představila vůz Octavia Green E Line, který mohla testovat právě díky síti nabíjecích stanic. Tento vůz se však nedostal do sériové výroby. Značky Mercedes-Benz a Smart jsou jedny z největších výrobců automobilů s alternativními pohony na světě. Jako první nabízeli sériový elektromobil k prodeji pro běžného zákazníka. Konkrétně se jednalo o automobil smart fortwo electric drive a to již v roce 2010. Zanedlouho se přidala dodávka Mercedes-Benz Vito. S výrobcem autobusů SOR realizovala společnost ČEZ vývoj elektrobuse SOR EBN, který je výbornou alternativou naftových nebo plynových autobusů pro městskou dopravu především v centrech měst, kde jeho minimální dojezd 130 km je více než dostačující. [11], [12]

Rozvoj elektromobility samozřejmě není možný bez podpory státních orgánů jako je ministerstvo průmyslu a obchodu, ministerstvo životního prostředí atd. Velice zajímavé jsou spolupráce s některými českými městy. Například v květnu 2013 dodal ČEZ tři elektromobily Statutárnímu městu Ostrava v rámci kampaně zelená pro čistou dopravu v Ostravě a regionu. Spolupráce také probíhá s jednotlivými městskými částmi Prahy. Praha 5 nechala v rámci projektu Praha 5 – centrum elektromobility vybudovat veřejně přístupnou nabíjecí stanici a zakoupila jeden elektroskútr a dva elektromobily pro potřeby úřadu. Obdobný projekt se dvěma elektromobily a nabíjecí stanicí realizuje městská část Praha 14. Praha 16 ve spolupráci se společností ČEZ provozuje 2 elektromobily a 4 nabíjecí stanice. Dvě jsou veřejné a dvě neveřejné. [11], [13], [15]

ČEZ provozuje službu Elektromobilita Skupiny ČEZ. Abyste se stali zákazníkem této služby a mohli využívat dobíjecí stanice vybudované společností ČEZ, musíte mít uzavřenou platnou



zákaznickou smlouvu na službu Elektromobilita. Po vyplnění dotazníku a podepsání smlouvy dojde k předání čipové karty, která slouží k identifikaci zákazníka u nabíjecí stanice, kterých je v České republice momentálně 34 a další budou přibývat. Nemusí platit, že na jednoho zákazníka připadá jedna čipová karta. Zákazníkem této služby se může stát jak domácnost, tak firma. Vyúčtování služeb probíhá každé 3 měsíce podle aktuálního ceníku. Ceny jsou paušální, nezáleží tedy na tom, jak často budete svůj elektromobil nebo jakékoli jiné elektro vozidlo nabíjet. Pro kalendářní rok 2012 byla cena 300,00 Kč bez DPH za kalendářní čtvrtletí a kartu. Na rok 2013 cena stoupla na 450,00 Kč bez DPH za kalendářní čtvrtletí a kartu. Pro rok 2014 cena zůstala stejná. Ceník dále obsahuje sazby za různé úkony s kartou jako je její ztráta, zneplatnění atd. Vše se však pohybuje v rozmezí maximálně několika stovek korun. Při rádném užívání můžete tedy dobít svůj elektromobil za 1800 Kč celý rok. [14], [15]

Samotné dobíjení elektromobilu u nabíjecích stanic společnosti ČEZ je velice jednoduché. Po přiložení čipové karty dojde k odemčení dobíjecí stanice a poté je uživatel naváděn pomocí displeje, kterou zásuvku zvolit a nabíjecí stanice poté zkontroluje, zda je vše v pořádku a začne samotné nabíjení. Po ukončení nabíjení se stanice uzamkne. Jak již bylo řečeno, společnost ČEZ do dnešního dne vybudovala v České republice 34 dobíjecích stanic. Z toho je jedna tzv. rychlodobíjecí (symbol blesku) a zbylých 33 je normálních (symbol baterky). [14], [15]



Obrázek 11 Přehled nabíjecích stanic v ČR vybudovaných skupinou ČEZ [15]

Z mapky je čitelné, že ČEZ soustředí nabíjecí stanice do Prahy a dalších velkých měst, popřípadě k sídlům svých partnerů. V Praze se nabíjecí stanice většinou vyskytují v areálech velkých

obchodních center, které jsou partnery skupiny ČEZ v rámci projektu Elektromobilita. Je to logický krok, protože v těchto obchodních centrech se pohybuje velké množství lidí a elektromobil se pohodlně dobije během doby strávené v obchodním centru. Příkladem je Obchodní centrum Arkády Pankrác. Dobíjecí stanice také ale nalezneme například v budově Národního divadla nebo na parkovišti u Hlavního nádraží. Na adrese <http://www.futuremotion.cz/emobility/cs/dobijeci-stanice.html>, ze které mapka pochází, lze zjistit nejen přesnou polohu nabíjecí stanice (GPS souřadnice, adresa), ale také počet, stav a typ dobíjecí stanice. Vedle základního rozdělení se totiž normální dobíjecí stanice ještě dělí na jednofázové (230 V) a třífázové (400 V). Nabíjení pomocí třífázové stanice je samozřejmě rychlejší. Každá dobíjecí stanice na normální dobíjení je vybavena dvěma zásuvkami pro dobíjení elektromobilů. Jedna je typu Mennekes a umožňuje třífázové dobíjení až 32 A/400 V, druhá klasická domácí zásuvka umožňuje jednofázové dobíjení na úrovni 16 A/230 V. Co se týče rychlodobíjecích stanic ty mají parametry DC 125 A/400 V. Tyto stanice tedy k nabíjení využívají stejnosměrného proudu a teoreticky jsou schopné dobít baterie elektromobilu na dalších 100 km jízdy do 30 minut. Všechny stanice jsou testovány a jsou z nich sbírána data. Mimo jiné je také potřeba zaznamenávat jejich dopad na stabilitu distribuční sítě. [15], [17]



Obrázek 12 Stanice pro normální dobíjení od firmy EmotionCar s elektromobilem Peugeot iON v provedení pro společnost ČEZ [11]

Kromě výstavby nabíjecích stanic a pronajímání elektromobilů za zvýhodněných podmínek se ČEZ, v tomto případě přímo ČEZ Distribuce, a.s., snaží o rozvoj elektromobility tím, že domácnostem, podnikatelům a malým firmám nabízí od 1. 7. 2013 novou distribuční sazbu, která je zaměřena pro majitele elektromobilů a na zvýhodněné noční dobíjení těchto elektromobilů. Distribuční sazba určená elektromobilistům z řad domácností nese označení D27d, pro segment podnikatelů a menších firem pak C27d. Její výhodou je uplatnění tzv. nízkého tarifu pro nabíjení elektromobilu v noci. K distribuční sazbě nabízí ČEZ Prodej velmi výhodnou cenu silové elektřiny v rámci produktové řady eTarif FIX. Zákazníkům, majitelům elektromobilů, nabízí dvoutarifovou sazbu s platností nízkého tarifu po dobu osmi hodin v noci. Dle ČEZu zákazníci z řad domácností, kteří doposud využívali pro dobíjení elektromobilu například sazbu D02d, tak mohou nočním nabíjením ušetřit až 30 % na každé kilowatthodině. Sazba je nabízena všem odběrným místům spadajících do dané kategorie. Podmínkou ovšem je prokázání vlastnictví, případně užívací právo (např. leasing) elektromobilu. ČEZ uvádí, že by se v budoucnu chtěl zaměřit také na rozšíření možností různých typů dobíjení i pro domácnost, např. ve formě vlastní dobíjecí stanice. [16]



### 3.3.E.ON

V další části se budu věnovat přístupu společnosti E.ON. Tato společnost své počínání v oblasti elektromobility nazývá „Řešení pro mobilitu Elektromobilita“. Celý projekt se nazývá Smart Mobility neboli „chytrá mobilita“ a spadá do něj i podpora a rozvoj vozů na stlačený zemní plyn (CNG). [4]

E.ON v České republice provozuje flotilu elektromobilů smart fortwo ed (electric drive) a dodávkový vůz Vito E-Cell oboje od výrobce automobilů Mercedes-Benz. První Smart E.ON do České republiky pořídil v roce 2010, jednalo se o druhou generaci tohoto elektromobilu. V rámci projektu Smart Mobility společnosti E.ON dlouhodobě využívají a testují vozy instituce, jako jsou Zdravotnická záchraná služba hlavního města Prahy (již 2 vozy), ZOO Praha, Vodafone, humanitární organizace ADRA, Pražské služby a.s., nadace VIZE 97, Letiště Brno a mnoho dalších partnerů. Pro veřejnost jsou vozy také k zapůjčení u autopůjčovny SIXT. Co se týče dodávkového vozu Vito E-Cell, ten byl nejdříve zařazen ve vozovém parku E.ON a poté byl předán k dlouhodobému využívání do služeb Letiště Brno. [4], [27]



#### Technická specifikace smart fortwo ed:

**Maximální rychlost** 100 km/h  
**Maximální výkon motoru** 30 kW  
**Dojezd** cca 135 km  
**Baterie** Li-Ion, kapacita baterie 16,5 kWh  
**Plné nabití** za 7-8 hodin (v závislosti na stavu akumulátorů a venkovní teplotě). Při rychlonabíjení u dobíjecí stanice se čas potřebný pro dobíjení významně krátí (umožňuje smart ed 3. generace).  
**Maximální krouticí moment** 120 Nm  
**Zrychlení** z 0 na 50 km/h za cca 7 sekund  
**Lokální emise** 0 g CO<sub>2</sub>/km  
**Tichý provoz**  
**Spotřeba** 18,5 kWh/100 km (při ceně elektřiny cca 2,60 Kč/kWh dle E.ON ElektřinaKombi v NT tedy cca 48 Kč/100 km)

#### Technická specifikace Vito E-Cell:

**Maximální rychlost** 80 km/h  
**Maximální výkon motoru** 60 kW  
**Dojezd** cca 130 km  
**Baterie** Li-Ion, kapacita baterie 36 kWh  
**Plné nabití** za 5 (400 V) – 10 (230 V) hodin  
**Maximální krouticí moment** 280 Nm  
**Zrychlení** z 0 na 50 km/h za cca 6,5 sekundy  
**Lokální emise** 0 g CO<sub>2</sub>/km  
**Tichý provoz**  
**Spotřeba** 18 kWh/100 km (při ceně elektřiny cca 2,60 Kč/kWh dle E.ON ElektřinaKombi v NT tedy cca 47 Kč/100 km)



Obrázek 13 Elektromobily společnosti E.ON [4]

Z vlastností, které jsou zmíněny na obrázku výše, jsou asi nejzajímavější dobíjecí časy a cena provozu, která je v nejideálnějších podmínkách pod 50 Kč / 100 km.

Společností jsou dále provozovány elektroskútry E.ON e-max a elektrokola BIKE.ON. Od roku 2013 je v provozu půjčovna elektrokol a elektroskútrů na Vranově. K dispozici je 10

elektroskútrů a 8 elektrokol, které jsou k zapůjčení veřejnosti a zákazníci skupiny E.ON mají slevu až v hodnotě 1000 Kč. Od roku 2010 využívá ve spolupráci se skupinou E.ON také městská policie v Českém Krumlově a Českých Budějovicích. [4]

Kromě malých osobních automobilů, dodávek, elektroskútrů a elektrokol společnost E.ON podporuje a propaguje také využívání elektrobusů. Tyto elektrobusy jezdí například v Ostravě. E.ON uvádí, že cena elektrobusů je v porovnání s dieselovou variantou stále o něco vyšší, ale to je způsobeno stále ještě kusovou výrobou těchto autobusů. Nicméně například v oblasti Ostravska, kde je velký problém znečištění vzduchu, je tato bez emisní varianta velmi dobrý způsob jak se pokusit zlepšit kvalitu ovzduší. [4]

I tato společnost vystavila několik dobíjecích stanic a to jak soukromé tak veřejné. Nejprve se zaměřím na veřejné. Jako první v ČR vůbec byla vybudována dobíjecí stanice v prostorách parkoviště nákupního centra galerie Vaňkova v Brně. Dobíjení elektromobilů je pro návštěvníky nákupního centra zdarma. Další stanice se nacházejí na těchto místech: Praha sídlo společnosti Mercedes-Benz na Chodově, Praha lokality společnosti Charouz Těšnov a Černokostelecká, prostory letiště Brno – Tuřany. Na konci roku 2013 přibyly další dvě stanice. Jedná se o dobíjecí stanice sloupového typu a je možno dobíjet 2 elektromobily, elektroskútry nebo elektrokola najedou. Ve všech těchto stanicích je dobíjení zdarma po použití RFID karty, kterou je možné si opatřit u společnosti. E.ON uvedl do provozu také jedenáct neveřejných dobíjecích míst. Například v pobočce autopůjčovny SIXT v Praze u hotelu Hilton, kde slouží k dobíjení elektromobilů smart fortwo electric drive, které v rámci marketingové spolupráce společnost E.ON autopůjčovně zapůjčila. Další dobíjecí stanice je umístěna u hotelu Mosaic House v Praze, stejně tak u hotelu Holiday Inn na pražském letišti Václava Havla. Nabíjecí stanicí typu wallbox jsou vybaveny i čtyři lokality v sídlech E.ONu v Brně a Českých Budějovicích. Poslední tři neveřejné nabíjecí stanice jsou v prostorách vodní elektrárny Vranov, provozované E.ON Trend, s.r.o., kde slouží především pro potřeby dobíjení elektrokol a elektroskútrů z přilehlé půjčovny elektrokol a elektroskútrů. Celkově je tedy provozováno 15 dobíjecích stanic touto skupinou na území ČR. [4], [27]

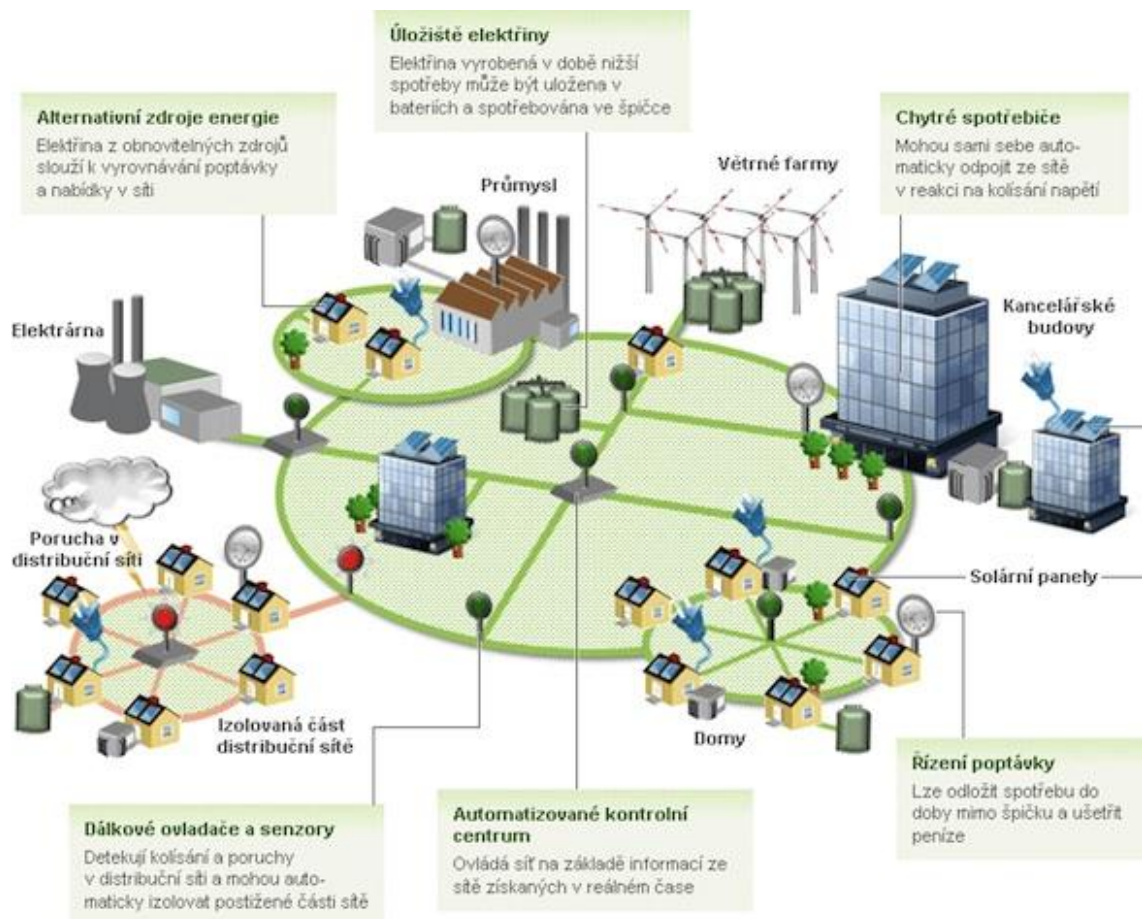


**Obrázek 14 Veřejná dobíjecí stanice vybudována společností E.ON na letišti v Brně [27]**

Také tato společnost od 1. 7. 2013 nabízí svým zákazníkům distribuční tarif D27d nebo C27d, který zvýhodňuje majitele elektromobilů a jejich dobíjení. Tarif má stejné parametry jako u jiných distributorů a k jeho získání je potřeba doložit vlastnictví nebo provozování elektromobilu. [28]

Celoevropsky plánuje E.ON vybudovat tzv. Smart grids (chytré sítě), které pomáhají účinněji využívat energii vyrobenou například z obnovitelných zdrojů. Elektromobily v této strategii hrají důležitou roli, protože by jejich baterie mohly fungovat jako zásobárny elektrické energie. E.ON odhaduje, že v roce 2020 bude v Německu provozováno 1 000 000 elektromobilů a v ČR 100 000. Při tomto počtu by elektromobilita dostala úplně nový rozměr. [28]

Na další stránce je schematicky znázorněno, jak by takové Smart grids mohly vypadat.






Obrázek 15 Schématické znázornění možné budoucí chytré sítě [28]

### 3.4.PRE

Pražská energetika v oblasti elektromobility realizuje velké množství projektů, které shrnuje pod společný název E-mobilita. PRE začalo s těmito projekty již v roce 2010, a to bezplatným zapůjčováním elektrokol pro své zákazníky, a poté poskytovalo slevy na následný nákup elektrokola. V roce 2011 byl elektrovozový park rozšířen o elektroskútry, elektromobil a byla zprovozněna půjčovna elektrokol PREkolo. Projektů je velká řada a úzce spolu souvisí. [3]

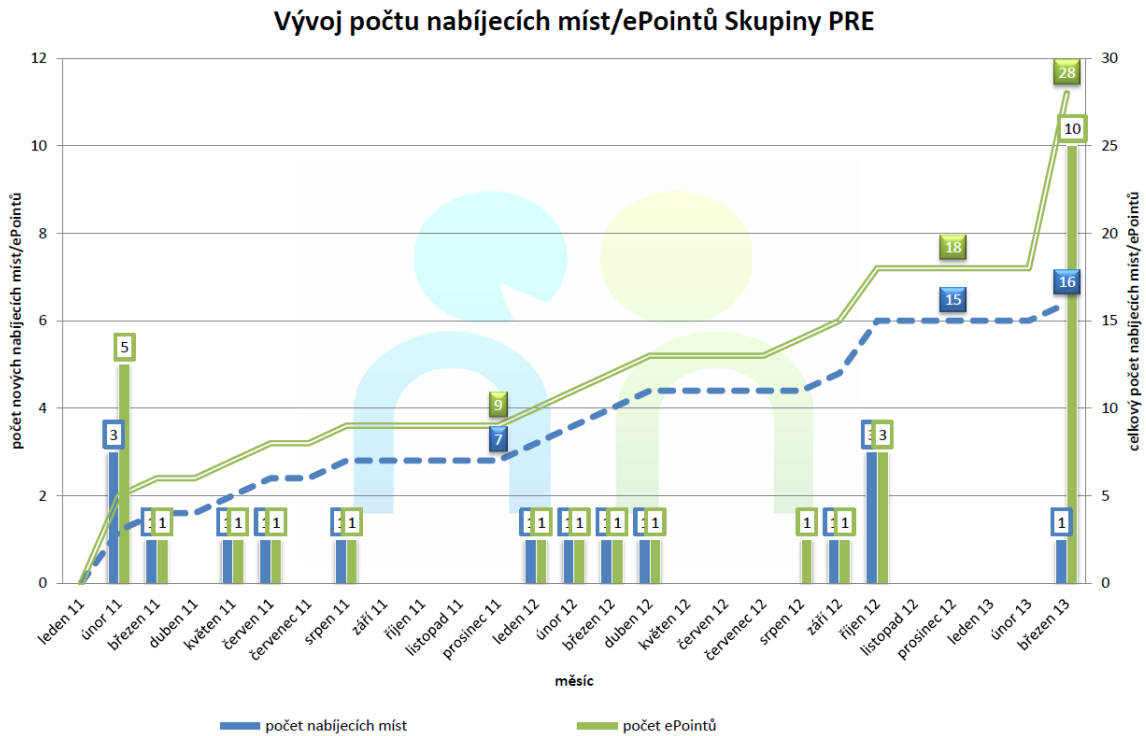
První projekt PRE je „Nabíjení“. Jedná se o síť nabíjecích míst na území hlavního města Prahy. Na jednom nabíjecím místě může být několik nabíjecích stanic, společnost PRE své nabíjecí stanice nazývá ePointy. Podobně jako ČEZ má i PRE více druhů stanic. Mezi zástupce jednofázových stanic na napětí 230 V patří ePoint STANDART od výrobce ENSTO. U tohoto modelu, který je vhodný například pro domácí použití (trvalá instalace v garáži a podobně) trvá dobítí elektromobilu v rozmezí 4 – 10 hodin. Stejný výrobce pro PRE také dodává ePoint PLUS, který je již třífázový a doba na dobítí může být až šestinásobně menší než u předchozího modelu. Další třífázovou dobíjecí stanicí je ePoint EVO, který vyrábí firma ABB. Tento typ dobíjecí stanice může využívat jak AC třífázové nabíjení (nabíjení střídavým proudem) tak DC třífázové rychlonabíjení (nabíjení stejnosměrným proudem). Při použití DC třífázové rychlonabíjení je možné dobít baterie elektromobilu z 20 % na 80 % své kapacity během 20 až 30 minut. Stanici tohoto typu Pražská energetika, a.s. instalovala například ve Vršovicích. Uvedené časy se mohou měnit u jednotlivých typů elektromobilů, u různého staří baterií atd. [3], [20], [22]

**Tabulka 2 Přehled typů nabíjecích stanic, které používá společnost PRE [3], [22]**

ePoint STANDART	ePoint PLUS	ePoint EVO
		
AC - 2 ks 1x 16 A / 230 V	AC - 1 ks 1x 16 A / 230 V, AC - 1 ks 3x 32 A / 400 V (Mennekes)	DC - 1 ks 120 A / 500 V (ChaDeMo), AC - 1 ks 3x 32 A / 400 V (Mennekes)

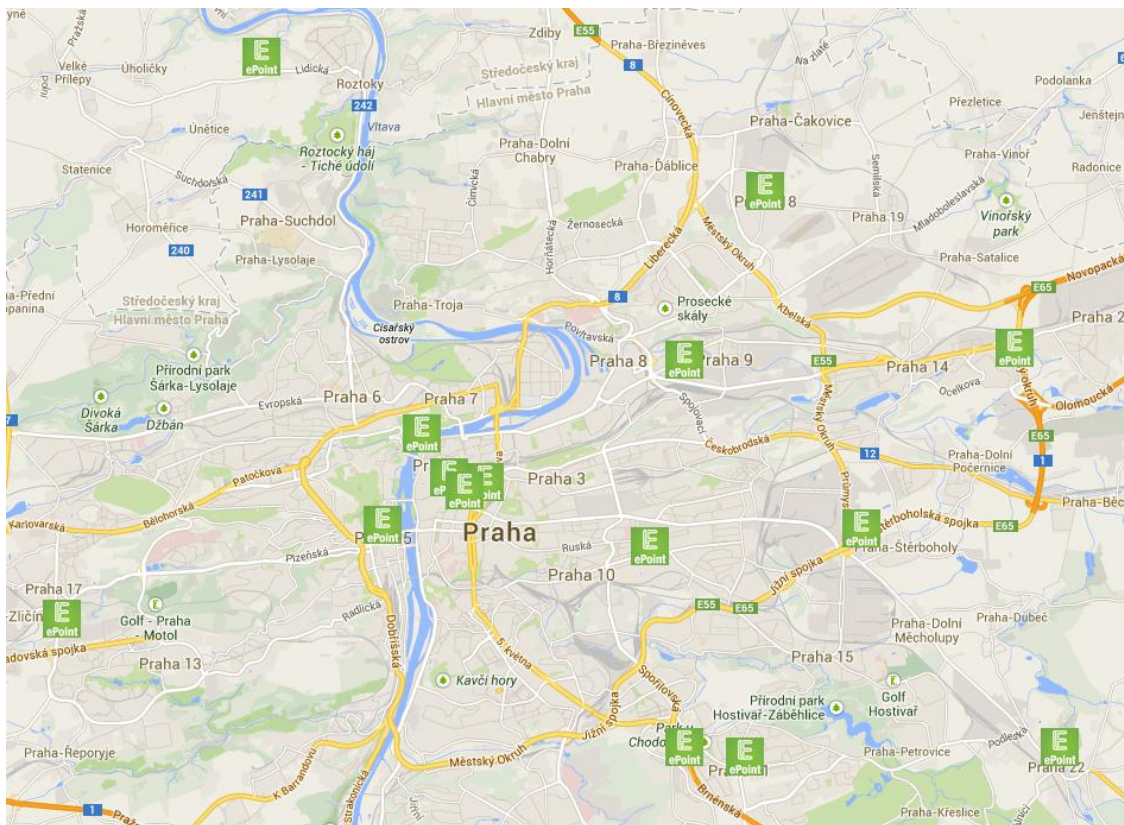


Pražská energetika prozatím vybudovala 16 nabíjecích míst, na kterých je dohromady 28 nabíjecích stanic. Naprostá většina jich je v Praze, ale v rámci spolupráce společnost PRE vybuďovalo také dva ePointy mimo Prahu a to v Brně a Ostravě. Výstavba začala na začátku roku 2011 a pokračuje stále dál. [22]



**Graf 1 Vývoj počtu nabíjecích míst/ePointů Skupiny PRE [22]**

Z grafu je viditelné, že výstavba nabíjecích míst a tím pádem ePointů je víceméně lineární. Dle nyní dostupných informací nebyla od března 2013 žádná nová stanice přistavěna, tudíž se graf dá označit za úplný. Zajímavý je také fakt, že v březnu bylo postaveno zatím největší nabíjecí místo, které nabízí hned 10 ePointů. Toto největší nabíjecí místo se nachází v obchodním centru Černý most. [20]

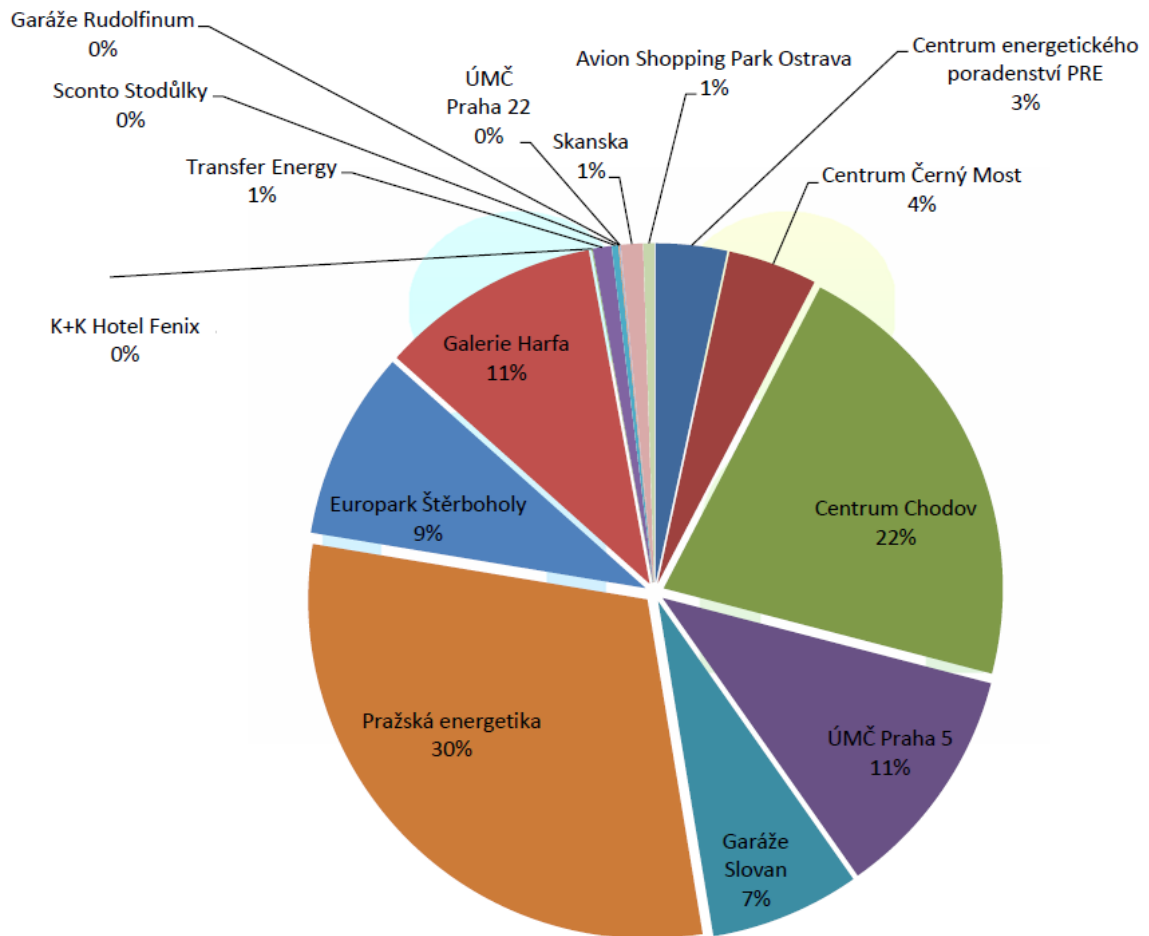


**Obrázek 16** Přehled nabíjecích míst v Praze vybudovaných Pražskou energetikou, a.s. [20]

Mapka byla převzata ze stránky společnosti PRE, kde po rozkliknutí lze opět nalézt detaily a počty jednotlivých stanic na určitém nabíjecím místě. Přesnou polohu všech ePointů si lze přes internetové stránky PRE nahrát do své navigace jako body zájmu, což ulehčuje jejich hledání. Do 31. 12. 2013 bylo dobíjení na všech stanicích PRE zdarma. Od roku 2014 je používání dobíjecích stanic zpoplatněno. Ceny jsou 2 Kč bez DPH za minutu u DC rychlonabíjení a 0,25 Kč bez DPH za minutu u klasického AC nabíjení. Samotná obsluha nabíjecí stanice je velice jednoduchá a k její aktivaci poslouží opět RFID karta, kterou pro prokázání vlastnictví elektromobilu bezplatně vydá společnost PRE. [18], [20]

Zajímavé je také sledovat, kde dochází k největším odběrům. Největší podíl 30 % má nabíjecí místo u Pražské energetiky. Důvod je jednoduchý. Skupina PRE má poměrně velký elektrovozový park, který se skládá ze dvou elektoskútrů GoVecs GO!1.2, tří elektromopedů ELMOTO, sedmi elektromobilů Citroën C-Zero a jedné elektrodávky Mercedes-Benz Vito E-Cell. Všechny těchto 8 automobilů na elektrický pohon společnost PRE využívá při svých obchodních aktivitách a samozřejmě je dobíjí na své centrále. Dále velký podíl mají velká OC jako je například obchodní centrum Chodov. [22]

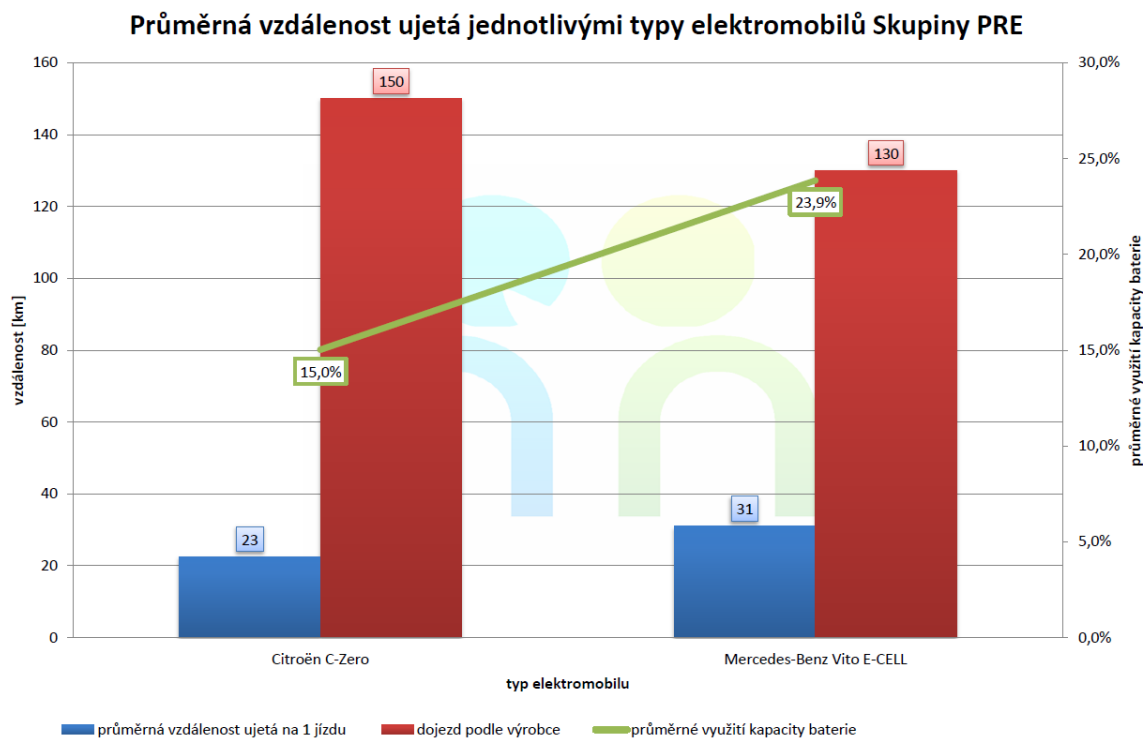
## Celkový podíl odběru nabíjecích stanic Skupiny PRE



Graf 2 Celkový podíl odběru nabíjecích stanic Skupiny PRE [22]

Při využívání svých elektromobilů (7 osobních a 1 dodávka), sbírání dat najetých kilometrů a jejich následným analyzováním došla firma PRE k zajímavému zjištění. Projevilo se, že je pro její potřeby, ať už se jedná o propagační účely, přepravu zaměstnanců nebo servis u zákazníka, se neprojeví jedna z hlavních nevýhod elektromobilu a to jeho malý dojezd. Graf potvrzující tuto skutečnost je na další stránce. [22]





**Graf 3 Průměrná vzdálenost ujetá jednotlivými typy elektromobilů Skupiny PRE [22]**

Z grafu je viditelné, že výrobcem udávaný dojezd (červený sloupec) je mnohonásobně větší než průměrná vzdálenost ujetá na 1 jízdě při aktivitách PRE (modrý sloupec). Výhodou toho, že PRE má u své centrály nabíjecí stanice je to, že přijede-li pracovník z nějaké služební cesty, může automobil ihned po příjezdu zapojit například do ePointu EVO, který elektromobil během několika desítek minut dobije například na 80 % a to dává pracovníkovi znovu operační rádius okolo 100 km. Samozřejmě využití elektromobilu není vhodné na dlouhé cesty, ale tím že PRE působí pouze po Praze a v jejím blízkém okolí, je tento druh dopravy vhodný. [3], [22]

Skupina PRE má však v oblasti elektromobility i další projekty. Zajímavý je například projekt PREkolo a s ním spojená půjčovna elektrokol pražské energetiky. Na internetových stránkách <http://www.prekolo.cz>, které jsou určeny přímo pro potřeby půjčovny, je možno si elektrokolo nebo elektrokoloběžku zarezervovat a poté půjčit. Na výběr je z 24 elektrokol a tří elektrokoloběžek. Samotné půjčení pak probíhá na základě dvou dokladů totožnosti na pobočce PRE. Zákazníci PRE mají 50 % slevu oproti ostatním vypůjčitelům. Pokud někoho elektrokolo osloví a je zákazníkem PRE, může využít slevu na nákup elektrokola nebo elektrokoloběžky ve výši 8 %. Sleva se nemusí zdát velická, ale je potřeba vzít v úvahu, že cena elektrokola se pohybuje v rozmezí od 17 000 Kč až k 100 000 Kč a vůbec se tedy nejedná o zanedbatelnou slevu. [21]

Společnost PRE stejně jako ostatní distributoři nabízí speciální distribuční sazbu, která zvýhodňuje majitele elektromobilů a tím jejich dobíjení. Jedná se opět o sazbu D27d a C27d, která je dvoutarifová s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin. Podmínky na získání služby jsou obdobné jako u jiných distributorů. Nabíjecí zařízení musí být napájeno vlastním přívodem a měřeno samostatným měřícím zařízením. [3]

### 3.5.RWE

Posledním distributorem v České republice je společnost RWE. Na začátek je nutno dodat, že RWE se elektromobilitou zabývá hodně, ale bohužel v ČR začala společnost poněkud později nebo možná pozvolněji (viz graf níže) a oproti zbylým distributorům na našem území tedy má co dohánět. Naopak na území například Německa v tomto oboru společnost RWE zase kraluje a provozuje tam okolo 600 dobíjecích stanic. Po celém světě je to pak už bez mála 2 000 stanic. Zajímavostí je, že pokud je dobíjení u těchto stanic zpoplatněno, je možné odebraný proud ihned zaplatit pomocí textové zprávy SMS. [29]



Obrázek 17 Plán rozvoje elektromobility v ČR podle RWE [30]

Graf zaznamenává plánovaný průběh aktivit. RWE je tedy stále ve fázi pilotního projektu.

Společnost RWE si jako flotilu svých elektromobilů vybralo vozy Citroën C-Zero. Do České republiky byly pořízeny pouze dva elektromobily této značky v rámci pilotního projektu. [31]



Obrázek 18 Citroën C-Zero společnosti RWE [31]

Svou první a zatím poslední nabíjecí stanici na území České republiky RWE uvedlo do provozu v květnu 2012 a to u svého sídla v Praze v ulici Limuzská. Tato stanice je kombinovaná a spojuje technologie nabíjení střídavým proudem (AC) s výhodami rychlého nabíjení stejnosměrným proudem (DC). S výkonem až 22 kW AC a až 50 kW DC umožňuje nabíjecí stanice dvacetkrát rychlejší nabíjení elektromobilů ve srovnání s běžnou zásuvkou pro domácnost. [31]



Obrázek 19 Stanice od společnosti RWE [31]

Skupina RWE se věnuje vývoji vlastních nabíjecích stanic a to jak variant pro venkovní (veřejné) dobíjení tak pro menší stanice, které jsou vhodné například pro instalování do garáží rodinných domů atd. Tyto stanice mají menší výkon a delší dobíjecí časy, ale pro domácí užití stačí.

	Smart Station	Easy Station	Combo Station
			
Dostupnost	Březen 2011	Červen 2011	Březen 2011
Nabíjecí výkon	2*22 kW AC	2*22 kW AC	1*22 kW AC / 1*50 kW DC
	Easy-Box	Eco-Box	Smart-Box
			
	Březen 2011	Říjen 2011	Červen 2011
	11 kW AC	11 kW AC	22 kW AC

**Obrázek 20 Přehled nabíjecích stanic vyvinutých skupinou RWE [30]**

Tabulka zřejmě není úplně aktuální, ale pro základní představu je dostačující. V ČR jediná instalovaná stanice (Obrázek 19 na předchozí straně) je tedy typ Combo Station na obrázku výše vpravo nahoře.

Protože společnost RWE na českém trhu vystupuje pouze jako distributor zemního plynu, nemůže pro majitele elektromobilů nabízet žádný výhodnější distribuční tarif jako zbylí tři distributoři elektrické energie. Právě díky tomuto faktu se RWE u nás (alespoň zatím) soustředí spíše na rozvoj jiného způsobu dopravy, a tím jsou vozidla poháněna stlačeným zemním plynem (CNG). V této oblasti již RWE vybudovalo mnoho čerpacích stanic právě na CNG. Přesto RWE odhaduje, že v roce 2020 bude v ČR jezdit 135 000 elektromobilů, což je o trochu optimističtější odhad než například u společnosti E.ON. [29], [30]

## 4. Případová studie pořízení a provozu elektromobilů v servisní firmě

V této části provedu studii pro firmu J&J Catering spol. s.r.o. sídlící v Pražských Strašnicích. Všechna data použitá v této studii budou co nejreálnější. Všechny ceny budou co nejaktuálnější a ověřené z oficiálních zdrojů. Ve studii budu vždy porovnávat 2 verze automobilu od stejného výrobce, abych předešel problémům s porovnáváním automobilů od různých výrobců s různými rozměry nákladového prostoru atd. Ve studii navrhnu alternativy ke stávajícím a používaným dodávkám. Porovnáám finanční návratnost použití elektromobilů oproti dieselovým dodávkám. Tato firma se kromě cateringových aktivit zabývá rozvozem obědů po Praze a jejích okrajových částí. Pro tuto činnost firma využívá 6 dodávek, které denně najedou mezi 60 a 80 kilometry. To jsou vzdálenosti, které bez problému zvládne i elektromobil dodávkového typu. Navíc tato vzdálenost je výhodná s ohledem na životnost baterií elektromobilu. Všechny dnešní elektromobily mají dojezd přes 100 km, a pokud nedochází k úplnému nebo téměř úplnému vybití jejich baterií, prodlužuje se tím životnost baterií a tím se stávají elektromobily více konkurenceschopné standardním automobilům.

#### 4.1. Výběr vozu

Firma v současné době využívá 6 dodávek. Všechny dodávky jsou poháněny naftou a jejich denní nájezd je mezi 60 a 80 kilometry se spotřebou okolo 8 litrů nafty na 100 kilometrů. Všechny vozidla jsou skříňového typu s kratším rozměrem a všechny mají dieselové motory. V následující tabulce je přehled současného vozového parku dle aktuálních ceníků jednotlivých výrobců. Výsledná cena může být jiná, ale jde pouze o ospravedlnění výběru dodávek, které budu porovnávat v jejich naftové a elektrické verzi v rámci studie.

**Tabulka 3 Aktuální vozový park a pořizovací ceny [47]**

<b>Název vozu</b>	<b>Počet</b>	<b>Aktuální pořizovací cena nového vozu</b>
Fiat Scudo	4	371 892 Kč bez DPH
Opel Vivaro	1	419 500 Kč bez DPH
Volkswagen Transporter	1	543 453 Kč bez DPH

Pro obměnu vozového parku jsem vybral tři varianty. Každá varianta je jiná ve způsobu pořízení elektromobilu a v každé variantě jsou vozy od jiného výrobce. Díky tomu budu moci určit, která varianta je nejvýhodnější a zda je vůbec pořízení elektrododávky pro takovouto firmu rentabilní. První varianta bude sériově vyráběný elektromobil dodávkového typu Mercedes-Benz Vito E-CELL. Tuto dodávku je možné si od společnosti Mercedes-Benz pronajímat po dobu 5 let. Jako druhou variantu jsem zvolil přestavbu českého MPV (multi-purpose vehicle = víceúčelové vozidlo) Škoda Praktik, což je dodávková varianta automobilu Škoda Roomster. Elektromobil po přestavbě je označován EVC R3. Třetí varianta je nejběžnější. Jedná se o klasickou koupi běžně dostupné dodávky Peugeot Partner Electric přímo od oficiálního zastoupení Peugeot v České republice.

## 4.2. Způsob výpočtu výhodnosti variant

Pro výpočet výhodnosti jednotlivých variant budu brát v úvahu cenu za elektřinu od společnosti PRE při využití její distribuční sazby C27d, která je dvoutarifová s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin. Nízký tarif se může rozdělit do dvou separovaných časových úseků a to kdykoli mezi 18:00 a 8:00. To vyhovuje mé studii. Vzhledem k tomu, že během typického provozu automobilů nebude docházet k úplnému vybíjení baterií, měly by se všechny dodávky dobít během oněch 8 hodin nízkého tarifu ze zásuvky 230 V. Produktová řada od PRE, kterou budu pro své výpočty využívat, se nazývá AKTIV EMOBILITA.

Cena dodávky silové elektřiny v nízkém tarifu při distribuční sazbě C27d a produktu AKTIV EMOBILITA je 1,720 47 Kč/kWh bez DPH. V této hodnotě jsou zahrnuty všechny ceny ostatních služeb, které jsou vázány na množství odebrané energie. Viz tabulka 4 níže.

**Tabulka 4 Skladba ceny elektřiny [48]**

Cena za činnost zúčtování OTE	0,007 55 [Kč/kWh]
Cena na podporu výkupu elektřiny z OZE	0,495 [Kč/kWh]
Cena distribuce PRE distribuce a.s.	0,064 72 [Kč/kWh]
Cena systémových služeb ČEPS	0,119 2 [Kč/kWh]
Cena obchodníka PRE a.s. v nízkém tarifu	1,034 [Kč/kWh]
<b>Celková cena v nízkém tarifu</b>	<b>1,720 47 [Kč/kWh]</b>

Při výpočtu budu předpokládat, že v sídle firmy kde se nachází velká kuchyně a ostatní potřebné vybavení pro aktivity spojené s výrobou, skladováním a rozvozem pokrmů, jsou dostatečně velké jističe s odpovídajícím měsíčním poplatkem za dostačující příkon a nebude tedy kvůli nočnímu dobíjení elektromobilů potřeba tyto jističe měnit a platit více za vyšší příkon. Kdyby muselo dojít k navýšení příkonu hlavního jističe, měsíční poplatek by vzrostl maximálně o několik stokorun. I proto to bude zanedbáno. V případě realizace projektu by ovšem bylo potřeba rovnoměrně rozdělit nabíjecí zásuvky pro elektromobily mezi všechny 3 fáze. Elektromobily mohou při nabíjení z napětí 230 V mít odběr elektrického proudu až 16 A. A pokud by jich bylo 6 (kompletní obměna vozového parku) jedná se o veliké proudy.

Cena nafty použitá ve studii je aktuální ke dni 17. 4. 2014 pro oblast Prahy a to 30,45 Kč bez DPH. [41]

Všechny výpočty i částky jsou bez DPH. Ve výpočtech zanedbávám rozdílné servisní výdaje. Rozdíl je malý, ale díky jednoduchosti motoru elektromobilu jsou jeho servisní výdaje nižší.



Tabulka 5 Tabulka používaných hodnot pro výpočty

Pořizovací cena (investice) / výše splátky / spotřeba	Dle automobilu
Cena 1 l nafty	30,45 Kč bez DPH
Cena 1 kWh	1,720 47 Kč bez DPH
Denní nájezd elektromobilů	80 km
Počet pracovních dní v měsíci	22
Diskont	8,44 %
Životnost naftové / elektrické vozidlo	10 let / 5 let
Anuita za dobu porovnání naftové / elektrické vozidlo	0,140 170 / 0,233 648

Nejprve je potřeba zjistit celkové roční provozní výdaje automobilů. V případě splátky jí budu započítávat do měsíčních provozních výdajů. Vzorce pro výpočet jsou jednoduché.

Výpočet provozních výdajů na 1km ( $V_{1km}$ ), pouze z hlediska spotřebované nafty nebo elektrické energie.

$$V_{1km} = \frac{S}{100} * CPM \left[ \frac{Kč}{km} \right] \quad (1)$$

S ... spotřeba

CPM ... cena pohonné hmoty

Výpočet ročních výdajů ( $V_{pr}$ ), opět pouze z hlediska spotřebované nafty nebo elektrické energie.

$$V_{pr} = V_{1km} * DN * 22 * 12 [Kč] \quad (2)$$

DN ... denní nájezd dodávek

Z hlediska investičního rozhodování využiji vzorec vhodný na porovnání investic s různou dobou životností. U elektromobilů budu počítat životnost 5 let. To odpovídá přibližně 1320 nabíjecím cyklům. U naftových variant automobilů bude životnost 10 let. Tato životnost je spíše orientační a odpovídá v realitě tomu jak dlouho většinou firma, pro kterou studii provádím své automobily/dodávky využívá. Pro výpočet je potřeba určit diskont ( $r$ ). Jeho hodnota výrazně ovlivňuje rozhodování při výběru investic. V mém případě zvolím diskont roven 8,44 %. Pro určení diskontu jsem využil model oceňování kapitálových aktiv CAMP (z

anglického capital asset pricing model). Tento model bere v úvahu hned několik parametrů, které dohromady vyjadřuje tento vzorec. [2]

$$r = r_f + (r_m - r_f) * \beta \quad (3)$$

r ... diskont

$r_f$  ... bezriziková výnosová míra

$r_m$  ... výnos tržního portfolia

$\beta$  ... faktor představující veličinu určující systematické riziko daného aktiva

Za  $r_f$  do vzorce (3) dosazují 4 % což je výnosnost státních dluhopisů, které představují (v naprosté většině případů) bezrizikovou investici. Po konzultaci jsem určil hodnotu  $r_m$  (výnos tržního portfolia) rovnou 10 %. Poslední neznámou ve vzorci je koeficient  $\beta$ . Tento koeficient výrazně závisí na odvětví, ve kterém se firma pohybuje a ve kterém využívá svá aktiva. Čím vyšší koeficient je, tím se jedná o ekonomicky rizikovější odvětví. Hodnota se samozřejmě mění s časem a pro výpočet jsem použil nejaktuálnější hodnotu ze zdroje a z kolonky typu průmyslu „Food processing“ neboli zpracování jídla. Hodnota koeficientu  $\beta$  je 0,74. Hodnota je nízká, protože jídlo je základní lidská potřeba. Naopak například odvětví průmyslu s náhradními díly na automobily má tento koeficient dvojnásobný, odbyt v tomto odvětví není tak jistý jako v případě jídla. Po dosažení za neznámé vypadá vzorec (3) tedy takto. [2], [49]

$$r = 0,04 + (0,1 - 0,04) * 0,74 = 0,0844 = 8,44 \%$$

**Kritérium pro výhodnost investice jsou minimální roční ekvivalentní výdaje  $V_e$ .** Vzorec pro výpočet je takovýto. [2]

$$V_e = a_{T_{\check{z}}} * \left[ \sum_{t=1}^{T_{\check{z}}} V_{pr} * (1 + r)^{-t} + I \right] \quad (4)$$

Pokud jsou roční výdaje  $V_{pr}$  konstantní je možné vzorec zjednodušit. Tento zjednodušený vzorec bude využit ve většině výpočtů. [2]

$$V_e = V_{pr} + a_{T_{\check{z}}} * I \quad (5)$$

$a_{T_{\check{z}}}$  ... anuita za dobu porovnání

$V_{pr}$  ... roční provozní výdaje

r ... diskont

t ... rok průběhu investice

I ... investice (v mém případě pořizovací cena automobilu)

Pro možné doplnění všech neznámých ve vzorcích (4) a (5) je ještě potřeba určit anuitu za dobu porovnání  $a_{T_z}$ .

$$a_{T_z} = \frac{q^{-1} - 1}{q^{-T_z} - 1} = \frac{(1 + r)^{-1} - 1}{(1 + r)^{-T_z} - 1} \quad (6)$$

r ... diskont

$T_z$  ... doba životnosti

Výpočet anuity pro naftové vozidlo s životností 10 let. (6)

$$a_{10} = \frac{(1 + 0,0844)^{-1} - 1}{(1 + 0,0844)^{-10} - 1} \doteq 0,140\ 170$$

Výpočet anuity pro elektromobil s životností 5 let. (6)

$$a_5 = \frac{(1 + 0,0844)^{-1} - 1}{(1 + 0,0844)^{-5} - 1} \doteq 0,233\ 648$$

**Veškeré výpočty se nacházejí v souboru Excel na přiloženém CD.**

### 4.3. Varianta 1 - Mercedes-Benz Vito

V první variantě budu porovnávat dodávku Mercedes-Benz Vito. Důvodů je hned několik. Vito se vyrábí jak v naftové (110 CDI) tak elektrické verzi (E-CELL) a na českém trhu je možné si tuto dodávku pronajmout. Dodávka od Mercedesu má také velice podobné parametry jako stávající vozy, které firma používá. Cena je přibližně průměrná a to 450 000 Kč bez DPH. Cena platí pro základní (nejkratší) skříňový typ. Elektrická verze je také skříňového typu, ovšem jak již bylo zmíněno, nedá se koupit pouze pronajmout a to za 40 000 Kč bez DPH měsíčně. [47]

#### 4.3.1. Technické parametry a porovnání Mercedes-Benz Vito 110 CDI a Vito E-CELL

Mercedes-Benz Vito 110 CDI je základní verze s nejslabším naftovým motorem. U elektrické verze není jiné varianty.

Tabulka 6 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 1 [37], [38]

Parametr	Mercedes-Benz Vito 110 CDI	Mercedes-Benz Vito E-CELL
Maximální výkon [kW]	70	60
Maximální točivý moment [Nm]	250	280
Objem nádrže [l] / kapacita baterií [kWh]	75	36
Spotřeba pro městský provoz [l/100km] / [kWh/100km]	10	27
Dojezd [km]	Cca 760	Cca 130
Doba dobíjení 400 V / 230 V [h]	-	5 / 10
Kombinované emise CO <sub>2</sub> [g/km]	203 – 211	0
Poháněná náprava	Zadní	Přední

Z tabulky 6 lze vyčíst, že vozy jsou si výkonově velice podobné a však těchto parametrů každý z nich dosahuje využitím naprosto rozdílných motorů. Největší rozdíl je samozřejmě v dojezdu, ale pro účely firmy, pro kterou studii provádím je tento parametr nepodstatný, protože jak již bylo uvedeno, jejich dodávky denně najedou 60 až 80 kilometrů a to Vito E-CELL zvládne s velkou rezervou. Mimo aktivní rozvoz se bez problému dobije a to i z klasické zásuvky s 230 V. Velký rozdíl bude samozřejmě v pořizovací ceně, ale poté i v provozních výdajích kdy se začne

projevovat levný elektrický provoz oproti naftě. K tomuto porovnání se dostanu v další části práce. Oba typy dodávek jsou od sebe k nerozeznání, pokud si odmyslíme výrazný nápis na Vitu E-CELL upozorňující na jeho nulové lokální (provozní) emise.



**Obrázek 21 Elektrická verze dodávky Mercedes-Benz Vito E-CELL [37]**

Dodávky budou mít různé jízdní vlastnosti, a to ať už kvůli rozdílu v poháněných nápravách, nebo rozložení hmotnosti. Pro využití pro rozvoz obědů ve městě jsou tyto věci ovšem nepodstatné. Na obrázku níže je průřez elektrickým Vitem. Vito využívá klasickou koncepci elektromobilu. Elektromotor je umístěn v místě kde, je u běžné dodávky spalovací motor a baterie jsou umístěny kvůli své vysoké hmotnosti pod podlahou mezi nápravami.



**Obrázek 22 Průřez dodávkou Mercedes-Benz Vito E-CELL [37]**

### 4.3.2. Výpočet výhodnosti varianty 1

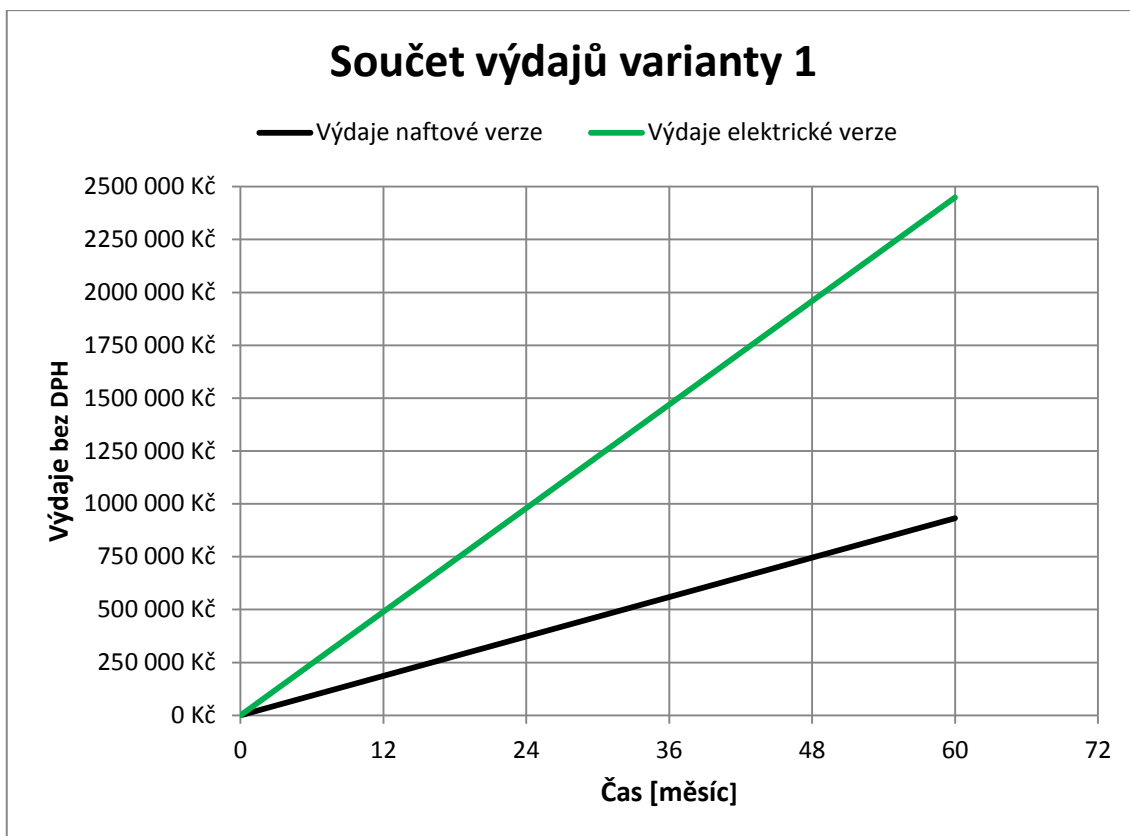
Mercedes-Benz Vito E-CELL se nedá koupit, ale jak již píše výše, dá se pronajmout na dobu pěti let. Za pronajmutí se platí konstantní měsíční částka 40 000 Kč bez DPH. V této částce je veškerý servis. Jednoduchou matikou se dá ovšem zjistit, že za oněch 5 let by firma za Vito E-CELL zaplatila 2 400 000 Kč bez DPH. Aby bylo porovnání s naftovou verzí co nejbližší, zvolil sem jako způsob financování klasické naftové dodávky pětiletý leasing s nulovou akontací. Pražské zastoupení Mercedes-Benz nabízí základní model za měsíční splátku 10 176 Kč. Po splacení pětiletého leasingu by tedy naftová dodávka vyšla na 610 560 Kč bez DPH. Už od oka se dá říci, že tato varianta nebude rentabilní, přesto ale uvedu vypočtené hodnoty. [47]

Protože u naftové verze s životností 10 let nejsou roční výdaje konstantní (po pěti letech skončí leasing) musel být použit složitější vzorec (4) než u všech ostatních výpočtů. Dosazení do vzorce (4) není složité je pouze zdlouhavé, proto ho zde nebudu uvádět. Investice je u této varianty nulová.

Tabulka 7 Vypočtené hodnoty pro variantu 1

	<b>Mercedes-Benz Vito 110 CDI</b>	<b>Mercedes-Benz Vito E-CELL</b>
Provozní výdaje na 1 km	3,04 Kč bez DPH	0,46 Kč bez DPH
Měsíční provozní výdaje	5 358,55 Kč bez DPH	817,57 Kč bez DPH
Celkové roční výdaje (včetně splátek) po dobu prvních 5 let	186 415 Kč bez DPH	489 811 Kč bez DPH
Celkové roční (provozní) výdaje po 5. roce	64 303 Kč bez DPH	-
<b>Roční ekvivalentní výdaje</b>	<b>112 432 Kč bez DPH</b>	<b>489 811 Kč bez DPH</b>

Z tabulky vypočtených výdajů je jasně zřetelné, že elektrické Vito by jezdilo více než šestkrát levněji. To ovšem nevykompenzuje přibližně 4 krát větší splátku. Po vypočtení ročních ekvivalentních výdajů, které zohledňují různou životnost automobilů, je jasné, že pořízení elektromobilu v této první variantě není rentabilní. Nevýhodnost této varianty je ještě výrazněji vidět na grafu 4, který zaznamenává součet provozních výdajů na naftovou a elektrickou verzi dodávky.



Graf 4 Součet výdajů varianty 1

Křivka výdajů na elektrickou verzi stoupá mnohem rychleji než u verze naftové. Závěr je tedy opravdu zřejmý, a to, že tato varianta tedy není ani zdaleka rentabilní a může být využita maximálně jako PR pro nějakou firmu či osobu, která si to může dovolit a chce mít elektrodávku. Určitě se u této varianty platí za značku Mercedes-Benz a nabídka i působí dojmem, že německý výrobce se o všechno ohledně auta postará (servis, opravy) a po navrácení ho zřejmě sešrotuje, ale nechá si tyto služby a jakousi prestiž zaplatit.

**Varianta 1 není pro společnost rentabilní.**

## 4.4. Varianta 2 – Škoda Praktik

Druhou variantou je přestavba na našem trhu běžně dostupného automobilu na elektromobil. Škoda Roomster není typickým zástupcem dodávek, jedná se spíše o MPV, ale v provedení Praktik, které má odstraněná zadní sedadla a zaplechovaná okna, se velikostí nákladového prostoru přibližuje dodávkám firmou J&J Catering spol. s.r.o. provozovaných. Pořizovací cena Škody Praktik v naftové verzi (na výběr je pouze jediná) je podle aktuálního ceníku 285 023 Kč bez DPH. Je tedy mnohem levnější než uvedené automobily v tabulce 3, bude ale ztrácet na praktičnosti oproti opravdovým dodávkám. Přestavbu automobilu nabízí společnost EVC Group s.r.o., která k přestavbě použije základní benzínový model v hodnotě 195 812 Kč bez DPH. Na přestavěný vůz a na všechny jeho firmou dodané části platí standardní dvouletá záruka. [39], [40], [47]

### 4.4.1. Technické parametry a porovnání Škoda Praktik 1,6 TDI a Škoda EVC R3

Tabulka 8 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 2 [39], [40]

Parametr	Škoda Praktik 1,6 TDI	EVC R3
Maximální výkon [kW]	66	30
Maximální točivý moment [Nm]	230	110
Objem nádrže [l] / kapacita baterií [kWh]	55	16
Spotřeba pro městský provoz [l/100km] / [kWh/100km]	5,7	15
Dojezd [km]	Cca 960	120 - 160
Doba dobíjení 400 V / 230 V [h]	-	2,7 / 8
Kombinované emise CO <sub>2</sub> [g/km]	124	0
Poháněná náprava	Přední	Přední

Z tabulky 8 je patrné, že použité komponenty na přestavbu dosahují mnohem menších výkonů než „sériové“ elektromobily. Slabší elektromotor má ovšem menší spotřebu energie a tím pádem stačí menší baterie na obdobný dojezd. Pokud bude auto využíváno opravdu pouze na rozvoz obědů po městě, výkon je dostačující. Automobil po přestavbě na elektromobil vypadá naprosto stejně jako produkční naftová verze. Společnost EVC přestavbu provádí ve dvou



variantách. Jedna je mnou vybraná R3 a druhá se nazývá R7. Verze R7 má výkonnější elektromotor a větší baterie a tím pádem větší dojezd. Parametry výkonnější verze jsou maximální výkon 65 kW, maximální točivý moment 190 Nm a dojezd 150 až 200 km. Pro mou studii je větší výkon i dojezd nepotřebný a navíc tato přestavba v celkovém součtu stojí přibližně o 30 % více a to jí výrazně znevýhodňuje. [39]



Obrázek 23 EVC R3 nebo R7 [39]

#### 4.4.2. Výpočet výhodnosti varianty 2

Požizovací cenu získáme ze stránek EVC Group s.r.o. Jedná se pouze o součet pořizovací ceny základního benzínového modelu Škoda Praktik (195 812 Kč bez DPH) a cenu přestavby a při ní použitých dílů (580 569 Kč bez DPH). Celková pořizovací cena elektromobilu EVC R3 je tedy 776 381 Kč bez DPH. [39], [47]

Přehled všeho co je v ceně 776 381 Kč bez DPH: vozidlo z nabídky Škoda-Auto v základní výbavě, bateriové boxy, akumulátory ( $\text{LiFePo}_4$ ), elektromotor, frekvenční měnič, jednofázová nabíječka 16A, elektrické topení, DC/DC měnič, vývěva, instalační materiál, instalace, homologace. Vozidlo tedy po přestavbě bude plně připraveno k využívání. [39]

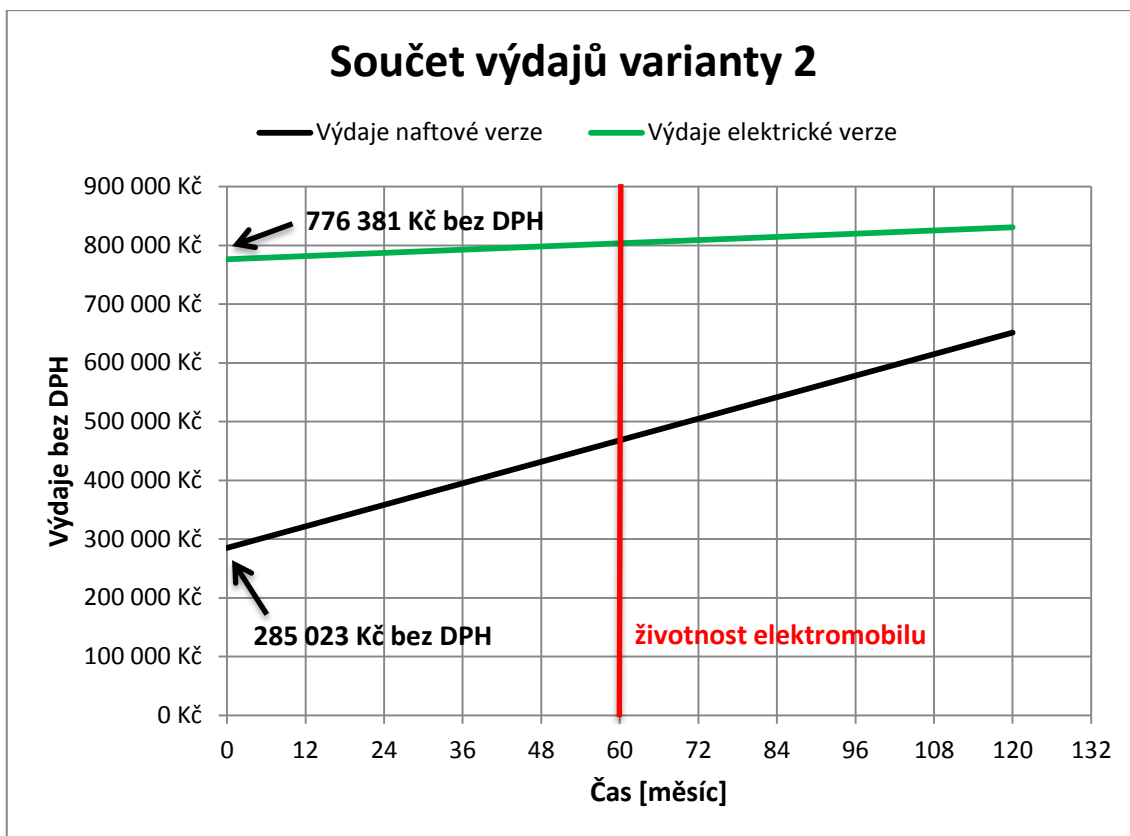
Tato varianta na první pohled vypadá výhodněji než první, ale na začátku bude samozřejmě potřeba poměrně vysoká investice na pořízení přestavěného vozidla. Provozní výdaje elektrické přestavby pak ovšem budou opět několikanásobně nižší.

Pro výpočet ročních ekvivalentních výdajů jak naftové tak elektrické verze byl použit vzorec (5), protože roční provozní výdaje jsou konstantní.

**Tabulka 9 Vypočtené hodnoty pro variantu 2**

	<b>Škoda Praktik 1,6 TDI</b>	<b>EVC R3</b>
Pořizovací cena (investice)	285 023 Kč bez DPH	776 381 Kč bez DPH
Provozní výdaje na 1 km	1,74 Kč bez DPH	0,26 Kč bez DPH
Měsíční provozní výdaje	3 054,37 Kč bez DPH	454,20 Kč bez DPH
Roční provozní výdaje	36 652 Kč bez DPH	5 450 Kč bez DPH
<b>Roční ekvivalentní výdaje</b>	<b>76 604 Kč bez DPH</b>	<b>186 850 Kč bez DPH</b>

Tabulka 9 dokládá, že na provoz obou verzí bude potřeba poměrně malých provozních výdajů. Elektrické verze EVC R3 bude jezdit přibližně 6 krát levněji. Počáteční investice do přestavby je ovšem tak vysoká, že návratnost je až za necelých 16 let a to je několikanásobně více, než je maximální životnost baterií použitých při přestavbě a tím pádem celého elektromobilu. Z hodnot ročních ekvivalentních výdajů je zřejmé, že ani tato varianta nemá reálnou návratnost. Výpočet jsem prováděl opět s životností 10 respektive 5 let. Přiložený graf na další stránce, ve kterém jsou vyznačeny počáteční investice a životnost elektromobilu, zobrazuje dobu 10 let, aby bylo více názorné, že investice do přestavby se navrací, ale ne dostatečně rychle.



Graf 5 Součet výdajů varianty 2

Graf 5 ukazuje, že výdaje na pořízení elektromobilu oproti konvenčnímu automobilu jsou moc vysoké na to, aby byla investice do elektromobilu rentabilní. Pořizovací výdaje jsou v grafu vyznačeny. Důvodem vysokých pořizovacích výdajů na přestavbu bude její nesériovost. Přestavba je prováděna ručně a to také zvedá její cenu pro konečného zákazníka.

**Závěr je tedy stejný jako u varianty 1. Ani přestavění konvekčního automobilu na elektromobil není pro firmu výhodné a rentabilní.**

## 4.5. Varianta 3 – Peugeot Partner

Poslední variantou, kterou uvedu v mé studii, je sériově vyráběný Peugeot Partner Electric. V nabídce pro český trh je přibližně od začátku roku 2014, jedná se tedy o novinku, která by měla využívat moderní technologie. Rozměry, praktičností i cenou se pro potřeby firmy hodí. Jako dieselová varianta byl zvolen Peugeot Partner Furgon L1 1,6 HDi 90 k, který se v České republice prodává za 360 700 Kč bez DPH. Je tedy dražší než Škoda Praktik, ale levnější než Mercedes-Benz Vito. Dodávka využívající elektromotor se nazývá Peugeot Partner Electric L1 a přijde na 684 600 Kč bez DPH, což není ani dvojnásobek naftové verze. Označení L1 pouze dává najevo rozměr dodávky. Obě verze je možné pořídit i v delší variantě L2. [42]

### 4.5.1. Technické parametry a porovnání Peugeot Partner Furgon L1 1,6 HDi 90 k a Peugeot Partner Electric L1

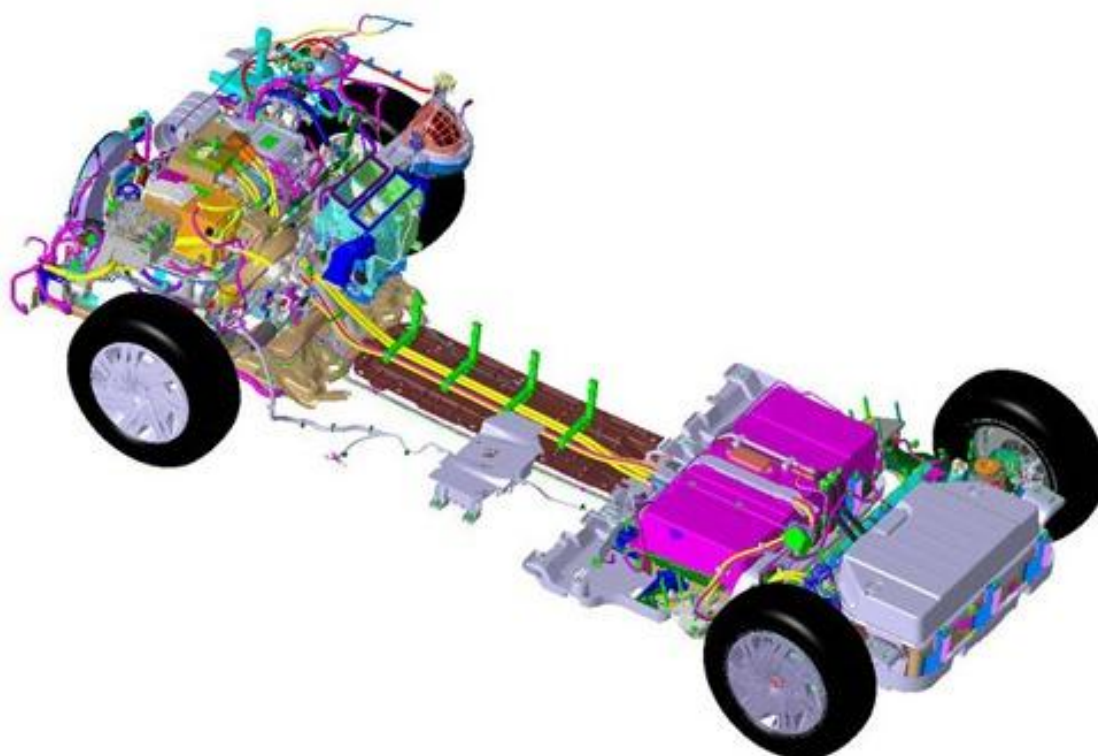
Tabulka 10 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 3 [42]

Parametr	Peugeot Partner Furgon L1 1,6 HDi 90 k	Peugeot Partner Electric L1
Maximální výkon [kW]	66	49
Maximální točivý moment [Nm]	215	200
Objem nádrže [l] / kapacita baterií [kWh]	60	20
Spotřeba pro městský provoz [l/100km] / [kWh/100km]	6	17,7
Dojezd [km]	Cca 1 000	130 - 170
Doba dobíjení 400 V / 230 V [h]	-	3,5 / 8,5
Kombinované emise CO <sub>2</sub> [g/km]	157	0
Poháněná náprava	Přední	Přední

Partner Electric se výkonově řadí mezi obě varianty zmíněné dříve. Oproti naftové verzi má nižší maximální výkon, ale vše dohání srovnatelným točivým momentem, který je ovšem konstantní takřka v celém rozsahu otáček. Výrobce udává dojezd 170 km, z internetového testu ale vyšlo najevo, že realita se pohybuje těsně přes 130 km. I tato hodnota je pro potřeby cateringové společnosti dostačující. [43]



Obrázek 24 Peugeot Partner Electric L1 [42]



Obrázek 25 Řez Peugeotem Partner Electric L1 [42]

Z vnějšku je až na nápis na dveřích nákladového prostoru Partner Electric naprosto shodný jako klasické verze. Na nižším obrázku je řez vozidlem, který odhaluje rozložení elektropohonu. Elektromotor a všechny další potřebné elektronické přístroje jako například měniče jsou nad přední nápravou. Baterie jsou naopak situovány kolem zadní nápravy. Vozidlo má tak vhodně

rozloženou hmotnost. Zdá se ale škoda nevyužitého prostoru mezi nápravami, kde mohlo být více baterií a tím by došlo ke zvýšení dojezdu elektromobilu.

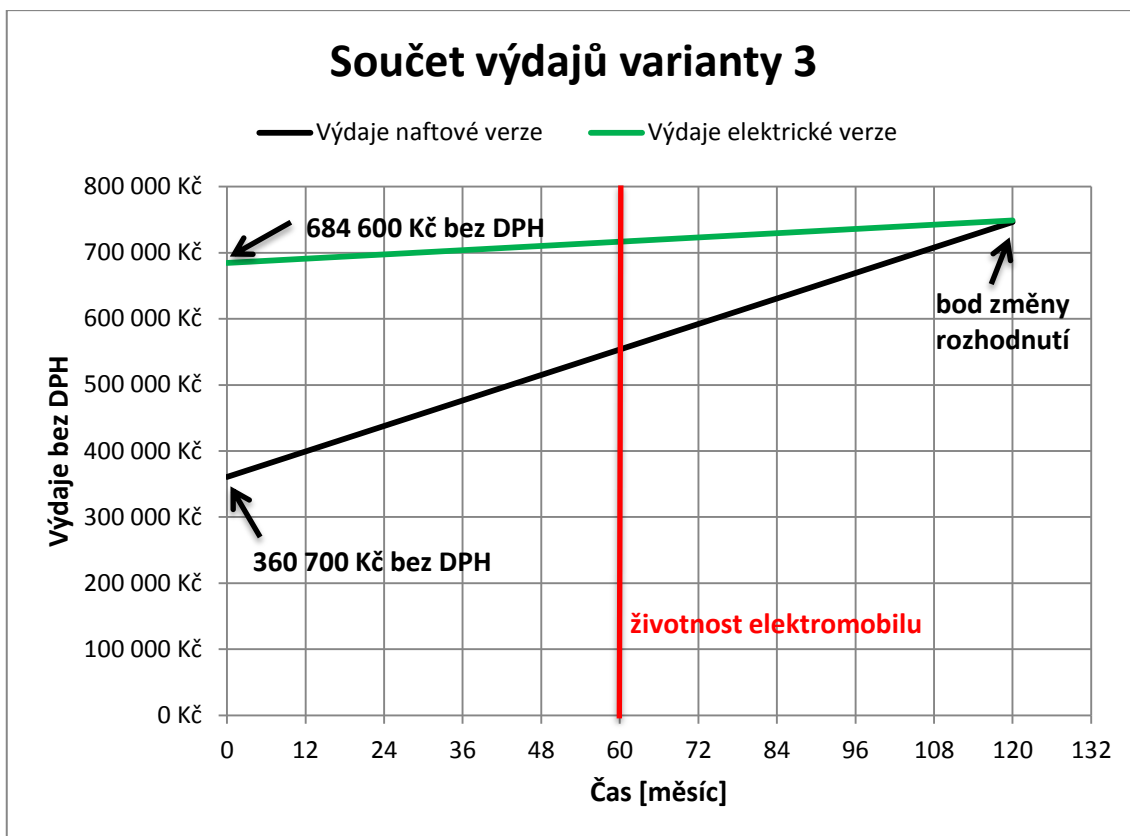
#### 4.5.2. Výpočet výhodnosti varianty 3

Poslední varianta vypadá i na první pohled jako nejlepší kandidát na nejuvhodnější investici pokud by se firma rozhodla pro elektromobily. Především díky pořizovací ceně elektrické verze, která není ani dvojnásobná oproti ceně naftové dodávky. Pro výpočet ročních ekvivalentních výdajů byl opět použit vzorec (5).

Tabulka 11 Vypočtené hodnoty pro variantu 3

	<b>Peugeot Partner Furgon L1 1,6 HDi 90 k</b>	<b>Peugeot Partner Electric L1</b>
Pořizovací cena	360 700 Kč bez DPH	684 600 Kč bez DPH
Provozní výdaje na 1 km	1,83 Kč bez DPH	0,30 Kč bez DPH
Měsíční provozní výdaje	3 215,13 Kč bez DPH	535,96 Kč bez DPH
Roční provozní výdaje	38 582 Kč bez DPH	6 432 Kč bez DPH
<b>Roční ekvivalentní výdaje</b>	<b>89 141 Kč bez DPH</b>	<b>166 387 Kč bez DPH</b>

Z tabulky 11 opět vychází, že elektrická verze jezdí za šestinové provozní výdaje. Roční ekvivalentní výdaje jsou v této variantě nejbližší ze všech tří variant, pro Partner Electric nejsou ani dvojnásobné. To ale znamená, že pořízení elektromobilu stále není pro firmu výhodné. Na další stránce je opět graf s provozními výdaje dodávek. Doba 10 let je pouze kvůli názornosti. Kromě počátečních investic na pořízení automobilů a životnosti elektromobilu je také vyznačen bod změny rozhodnutí, tento bod označuje místo, kde by se celkové výdaje naftové verze rovnaly výdajům verze elektrické. Bod změny rozhodnutí se v grafu 6 nachází krátce po 10 letech. To je ale delší doba než je předpokládaná životnost naftové dodávky a dokonce dvojnásobná doba než u životnosti elektrické verze. Pro investiční rozhodování je to tedy zcela nepodstatné.



Graf 6 Součet výdajů varianty 3

Z grafu 6 je vidět, že křivka provozních výdajů naftové verze roste mnohem rychleji než u elektromobilu, ale tento růst není dostatečně rychlý. Na vině bude opět vysoká investice do elektromobilu a jeho krátká životnost. Tato varianta se nicméně jeví jako nejlepší, například v případě, že by z nějakého důvodu muselo dojít k pořízení dodávky s elektrickým pohonem.

**Ani třetí varianta pořízení dodávky s elektrickým pohonem není pro firmu rentabilní.**



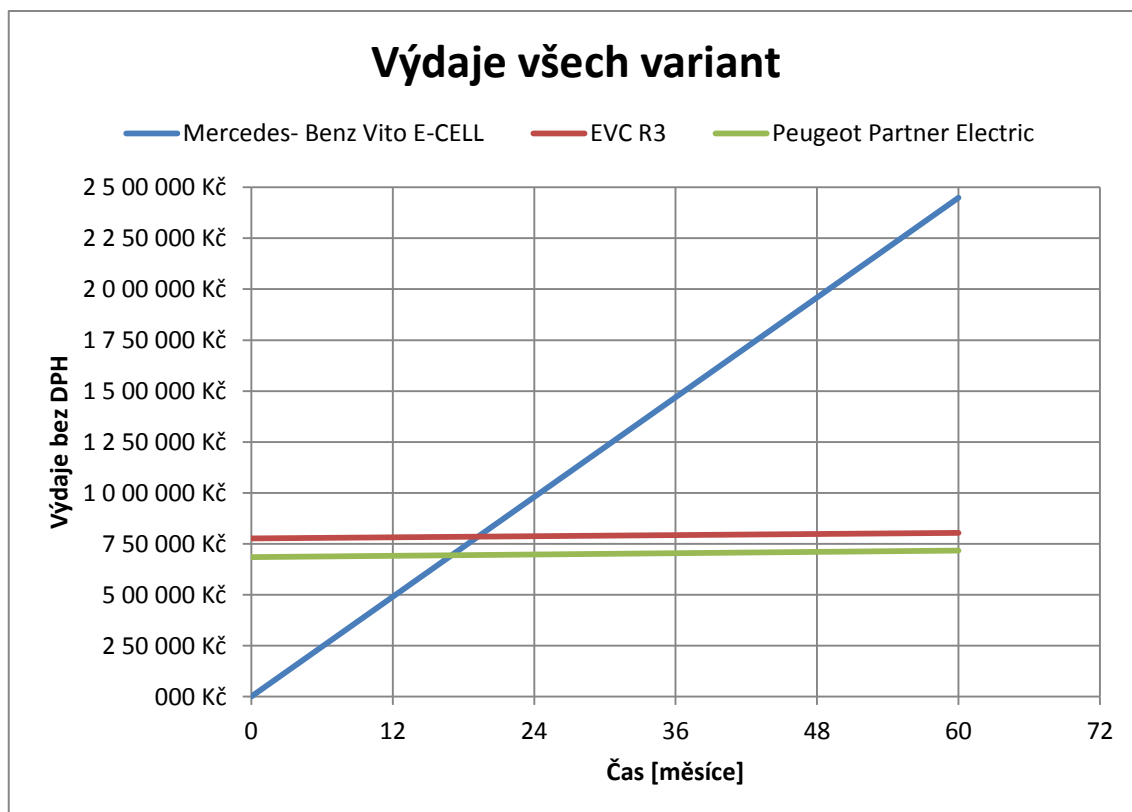
## 4.6. Zhodnocení případové studie

Závěry studie jsou zřejmé. **Ani jedna z variant pořízení elektromobilu za účelem rozvozu jídel po Praze se neukázala jako rentabilní.** Výsledek se dal předpokládat, a to i přes to, že studie byla situována do prostředí a podmínek, které elektromobilům nejvíce nahrávají. Níže je uvedena tabulka s vypočtenými ročními ekvivalentními výdaji všech variant.

Tabulka 12 Shrnutí vypočtených ročních ekvivalentních výdajů všech variant

Varianta	Naftová verze automobilu	Elektrická verze automobilu
<b>Varianta 1</b> <b>Mercedes-Benz Vito</b>	112 432 Kč bez DPH	489 811 Kč bez DPH
<b>Varianta 2</b> <b>Škoda Roomster (EVC)</b>	76 604 Kč bez DPH	186 850 Kč bez DPH
<b>Varianta 3</b> <b>Peugeot Partner</b>	89 141 Kč bez DPH	166 387 Kč bez DPH

Porovnávání jednotlivých variant nebylo předmětem této studie, ale tabulka ukazuje, že z použitých elektromobilů je nejvýhodnější Peugeot Partner Electric. Tuto skutečnost i graficky dokládá graf 7 níže, na kterém je vidět součet výdajů po celou dobu životnosti elektromobilu.



Graf 7 Výdaje všech variant

Faktorů, kvůli kterým nejsou dodávky poháněné elektromotorem výhodné, není mnoho, ale jsou tak významné, že pořízení elektromobilů zkrátka není z ekonomického hlediska správné. Jedná se především o pořizovací cenu, která je většinou minimálně dvojnásobná a nízkou životnost baterií a tím celého elektromobilu. Další důležitou věcí je vyspělost dnešních naftových motorů, které za sebou mají téměř stoletý vývoj a dosahují nízkých spotřeb a dlouhých životností. Cena elektřiny, ač se může na první pohled zdát vysoká, především díky různým poplatkům jako je platba za obnovitelné zdroje energie, ve finále nehraje vůbec žádnou roli a její případné snížení elektromobilům v cestě za zvýšením jejich počtů příliš nepomůže.

Pokud tedy mají mít elektromobily úspěch alespoň v těchto odvětvích, kde se jejich využití nabízí, je potřeba snížit jejich pořizovací cenu a popřípadě zvýšit životnost baterií nebo zajistit jejich snadnou výměnu. Výrobní cena elektromobilů může klesnout výrazným snížením ceny výrobního procesu například baterií nebo velkou sériovostí výroby. To se ale nejspíše nestane do té doby, dokud nebude o elektromobily větší zájem a neporostou jejich prodeje. Jedinou cestou nejspíše budou dotace, které budou zvýhodňovat nákup elektromobilu. V některých zemích světa je to poměrně běžné. Na Jihokorejském ostrově Jeju je dotace na pořízení elektromobilu v přepočtu 420 000 Kč. Ve Velké Británii dotace činí 5 000 liber, tedy asi 167 000 Kč. Státy jako je Čína, Norsko a Francie podporu pro elektromobily dokonce neustále navyšují. V České republice žádné takové dotace nejsou a podle aktuálních informací se ani neplánují. Jeden z důvodů může být, že v ČR nejsou natolik velké aglomerace, kde by byli velké problémy se znečištěným ovzduším atd. Svou roli v tom také může hrát politika a to, že poslední velká akce ohledně „čisté a zelené“ energetiky se politikům příliš nevyvedla. Jejich voliči jsou tedy na téma dotací na zelenou elektromobilitu hákliví. Na mysli mám podporu solárních panelů a následné sazby za výkup elektřiny těmito panely vyrobené, což vedlo k výraznému zvýšení ceny elektřiny na několik budoucích let. [44], [45]

Pokud se něco zásadně nezmění, zůstanou v České republice elektromobily nevýhodným produktem, který používají bohaté společnosti jako PR a koupí si ho pouze lidé, kteří si mohou dovolit jakákoli auta a elektromobil si koupí spíše ze zábavy. Mnou provedená studii tento závěr potvrdila.

## 5. Závěr

Tato bakalářská práce na téma Elektromobilita v ČR se zabývá základními vlastnostmi elektromobility a nastiňuje její pozici a uplatnění na území České republiky. Práce je rozdělena do několika částí, které v tomto závěru shrnu.

V první části (Úvod) popisuji, proč si myslím, že je elektromobilita perspektivní odvětví a stojí za to mu tuto bakalářskou práci věnovat. Následuje stručný přehled dalšího obsahu práce.

Druhá část se zabývá základními vlastnostmi elektromobilů a s nimi souvisejícími věcmi. Jsou zde vyzdvíženy některé výhody, ale také nevýhody, a případné problémy související s elektromobilitou jako takovou. Druhá polovina této části obsahuje možnosti rozvoje a potlačení nevýhod elektromobilů. Z celé této části plyne, že elektromobilita by nemusela být špatnou cestou za čistším ovzduším a bojem s nedostatkem ropy. Spousta věcí by se musela změnit či upravit, ale pro lidstvo by to mohl být krok kupředu.

V další části mé bakalářské práce jsem se zaměřil na přístup distributorů elektrické energie a plynu v České republice k rozvoji a podpoře elektromobility. Věnuji se skupinám společností ČEZ, E.ON, PRE a RWE. Společnosti ČEZ, E.ON a PRE v České republice budují infrastrukturu dobíjecích stanic a poskytují za výhodnějších podmínek elektromobily svým partnerům a veřejnosti ukazují výhody elektromobility pomocí různých propagačních akcí. Na území naší republiky je momentálně v provozu přibližně 250 nabíjecích stanic a z toho více než 80 postavili právě tyto 3 společnosti. Další co mají skupiny společné je nabízení distribučního tarifu D27d a C27d, díky kterému je dobíjení elektromobilů pro jeho majitele levnější, a tím jeho provoz výhodnější. Skupina RWE se v ČR vydala zatím jinou cestou a to podporou vozů využívající jako palivo stlačený zemní plyn (CNG). Je to poměrně logický krok, protože RWE je u nás pouze distributor plynu a elektřinu pouze prodává. Projekt na rozvoj elektromobility má ale také a jednu dobíjecí stanici společnost v ČR vybudovala. K velkému rozmachu budování dobíjecích stanic touto společností má dle jejího dlouhodobého plánu dojít až okolo roku 2016. Z toho hlediska je tedy Česká republika využití elektromobilů poměrně nakloněna, ale oproti velkým západním státům jsme jako národ určitě pozadu.

Ve čtvrté části jsem provedl případovou studii na pořízení a provoz elektromobilu či dodávky s elektrickým pohonem pro firmu J&J Catering spol. s.r.o. Cílem bylo zjistit výhodnost a rentabilitu investice do pořízení elektromobilu k využití na firemní aktivity. Kritériem jsou roční ekvivalentní výdaje. Pro větší rozmanitost a věrohodnost studie jsem zvolil tři různé varianty pořízení elektromobilu. Ani jedna varianta se však neukázala jako výhodnější než pořízení

naftových dodávek. Důvodem jsou velké investiční výdaje na nákup či pronájem elektromobilu. Ty jsou minimálně přibližně dvojnásobné, ale většinou jsou několikanásobně větší. Co se týče provozních výdajů, ty mají elektromobily mnohem nižší než naftové verze dodávek. Ze studie vyplývá, že provoz elektrické dodávky je přibližně šestkrát levnější. Za současných podmínek, s poloviční životností a vysokými pořizovacími výdaji zkrátka elektromobily nemohou konkurovat klasickým automobilům se spalovacím motorem.

V elektromobilitě se dle mého názoru skrývá velký potenciál, který bude vycházet stále více najevo s docházejícími zásobami fosilních paliv a růstem jejich cen, ale také například se stále se zhoršující kvalitou životního prostředí v důsledku vypouštění CO<sub>2</sub> do ovzduší. Elektromobily určitě nikdy nenahradí 100 % automobilů se spalovacím motorem, ale jejich počty se budou každým rokem zvyšovat. Toto zvyšování bude do velké míry ovlivněno přístupem jednotlivých států a velkých energetických firem. V dnešní době je pořízení elektromobilu stále spíše otázkou luxusu či zviditelnění firmy v rámci PR. Do budoucna by se to ovšem mělo výrazně změnit.

## 6. Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] VEGR, Jaromír. Elektromobily – historie a současnost, čtvrtletník Pro-Energy, č. 3/2008, str. 44–50
- [2] BREALEY, R.A., Myers S.C. Teorie a praxe firemních financí. Victoria Publishing, 1994, ISBN 978-80-265-0028-5
- [3] Pražská energetika, a.s. E-mobilita – Rady, tipy, informace vydaná společností pro své zákazníky, 2012
- [4] E.ON Česká republika, s.r.o. Řešení pro mobilitu – Elektromobilita, 2013
- [5] TZB-INFO. Jak zjistím, ke které distribuční soustavě elektřiny patřím a mohu si zvolit jinou? [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/jak-zjistim-ke-ktere-distribucni-soustave-elekriny-patrim-a-mohu-si-zvolit-jinou>
- [6] RWE GASNET, s.r.o. O společnosti [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.rwe-distribuce.cz/cs/o-spolecnosti/>
- [7] ČEZ DISTRIBUCE, a.s. Základní informace [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/informace-o-spolecnosti/zakladni-informace.html>
- [8] E.ON DISTRIBUCE, a.s. O společnosti E.ON Distribuce, a.s. [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.eon-distribuce.cz/cs/o-spolecnosti/index.shtml>
- [9] PREDISTRIBUCE, a.s. O společnosti [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.predistribuce.cz/distribuce/o-spolecnosti.html>
- [10] PRAŽSKÁ PLNÁRENSKÁ DISTRIBUCE, a.s. O společnosti [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.ppas.cz/o-spolecnosti/koncern-prazska-plynarenska-as-dcerine-spolecnosti>
- [11] ČEZ, a.s. Naši Partneri [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.futuremotion.cz/emobility/cs/nasi-partneri.html>
- [12] ŠKODA AUTO, a.s. Octavia Green Line [online], 2010. Dostupný z WWW: <http://new.skoda-auto.com/en/experience/concepts/octavia-green-e-line>
- [13] ZERZOŇ, J. Zelená pro čistou dopravu v Ostravě a regionu [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://www.ostrava.cz/cs/o-meste/aktualne/zelena-pro-cistou-dopravu-v-ostrave-a-regionu>
- [14] ČEZ, a.s. Chci se stát zákazníkem [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.futuremotion.cz/emobility/cs/pripojte-se-k-nam.html>
- [15] ČEZ, a.s. Dobíjecí stanice [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.futuremotion.cz/emobility/cs/dobijeci-stance.html>

- [16] ČEZ, a.s. Skupina ČEZ představuje novou distribuční sazbu pro dobíjení elektromobilů [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/4296.html>
- [17] ČEZ, a.s. Více o dobíjecích stanicích [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.futuremotion.cz/emobility/cs/dobijeci-stanice/vice-o-dobijecich-stanicich.html>
- [18] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Podmínky služby nabíjení vozidel prostřednictvím nabíjecích stanic (ePointů) [online], 2014. Dostupný z WWW: <https://www.pre.cz/cs/profil-spolecnosti/dalsi-aktivity-pre/e-mobilita/epoint-nabijeci-stanice-pre/podminky-nabijeni-vozidel/>
- [19] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Projekty PRE [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/e-mobilita/projekty-pre>
- [20] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Nabíjení [online], 2014 Dostupný z WWW: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/e-mobilita/nabijeni/>
- [21] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Úvod [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.prekolo.cz/cs/>
- [22] PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Projekty skupiny PRE v oblasti e-mobility [interní dokument], 2013.
- [23] SQUATRILIGIA, Chuck. Better Place Unveils an Electric Car Battery Swap Station [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://www.wired.com/2009/05/better-place/>
- [24] EKOBONUS.CZ . Elektrická mobilita v inteligentních energetických sítích [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://www.ekobonus.cz/video-elektricka-mobilita-v-inteligentnich-energetickych-sitich>
- [25] BLAHÁČEK, Marek. Jak na masovější rozšíření elektromobilů? [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.tipcars.com/magazin-jak-na-masovejsi-rozsireni-elektromobilu-6905.html>
- [26] ASOCIACE ELEKTROMOBILOVÉHO PRŮMYSLU. Nabíjení elektromobilu [online], 2014. Dostupný z WWW: <https://maps.google.com/maps/ms?msid=211677992783287875774.00043df21388580885a31&msa=0>
- [27] EKOBONUS.CZ. E.ON + Siemens + LETIŠTĚ BRNO = veřejná dobíjecí stanice. „Tankování“ je zdarma [online], 2011. Dostupný z WWW: <http://www.ekobonus.cz/eon-siemens-letiste-brno-verejna-dobijeci-stanice-tankovani-je-zdarma>

- [28]HORČÍK, Jan. Inteligentní sítě – Česká republika nezůstává pozadu [online], 2010. Dostupný z WWW: <http://www.ekobydleni.eu/energie/inteligentni-site-ceska-republika-nezustava-pozadu>
- [29]HORČÍK, Jan. RWE má v Evropě 2000 dobíjecích stanic pro elektromobily [online], 2012. Dostupný z WWW: <http://www.hybrid.cz/rwe-ma-v-evrope-2000-dobijecich-stanic-pro-elektromobily>
- [30]RWE GASNET, s.r.o. Zpráva k výroční tiskové konferenci společnosti RWE v České republice [online], 2011. Dostupný z WWW: [http://www.rwe.cz/cs/media/transgas/TK\\_HV\\_2010.pdf?jis=20110727230716](http://www.rwe.cz/cs/media/transgas/TK_HV_2010.pdf?jis=20110727230716)
- [31]ČTK. RWE provozuje v Evropě 1900 dobíjecích stanic pro elektromobily [online], 2012. Dostupný z WWW: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/rwe-provozuje-v-evrope-1900-dobijecich-stanic-pro-elektromobily-924479>
- [32]ECODRIVE. La première voiture électrique au monde roule à nouveau [online], 2012. Dostupný z WWW: <http://ecodrivemagazine.be/tag/gustave-trouve/?lang=fr>
- [33]CLUTCH'D. Paris 2010: Skoda Octavia Green E Line Concept [online], 2010. Dostupný z WWW: <http://www.clutchd.com/2010/09/paris-2010-skoda-octavia-green-e-line-concept.html/>
- [34]ABB, s.r.o. Infrastruktura pro dobíjecí stanice pro elektromobily [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.abb.com/product/cz/9AAC172658.aspx?country=CZ>
- [35]ABB, s.r.o. First CCS (Combo) fast charger available [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.abb.com/product/seitp332/140ea2874c0e8e40c1257b0f0039ff0f.aspx?productLanguage=us&country=CZ>
- [36]NOVINKY. Stáří osobních aut v Česku přesáhlo 14 let [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://www.novinky.cz/auto/308628-stari-osobnich-aut-v-cesku-presahlo-14-let.html>
- [37]MERCEDES-BENZ ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. Vito E-CELL [online], 2014. Dostupný z WWW: [http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc\\_czechia\\_website/czng/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/vito\\_639/e-cell.flash.html](http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/e-cell.flash.html)
- [38]MERCEDES-BENZ ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. Motory. Příběh Vita [online], 2014. Dostupný z WWW: [http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc\\_czechia\\_website/czng/home\\_mpc/van/home/new\\_vans/models/vito\\_639/panel\\_van\\_/data/engines.html](http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/panel_van_/data/engines.html)
- [39]EVC GROPU, s.r.o. Škoda Roomster [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.evgroup.cz/skoda-roomster.html>



- [40]ŠKODA AUTO, a.s. Technologie-ŠKODA Praktik [online], 2014. Dostupný z WWW:  
<http://www.skoda-auto.cz/models/Praktik/technology>
- [41]FINANCE.CZ. Ceny pohonných hmot on-line [online], 2014. Dostupný z WWW:  
<http://www.finance.cz/makrodata-eu/pohonne-hmoty/>
- [42]PEUGEOT ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. Partner Electric [online], 2014. Dostupný z WWW:  
<http://professional.peugeot.cz/objevte-vic-lcv/partner-uv/furgon-l1/sc=100-procentne-elektrickypartner-vu-electric/>
- [43]VAVERKA, Lukáš. Peugeot Partner Electric – Parťák do města [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.auto.cz/test-peugeot-partner-electric-partak-do-mesta-80713>
- [44]HORČÍK, Jan. Jihokorejský ostrov Jeju: ráj pro ty, kdo chtějí koupit elektromobil [online], 2014. Dostupný z WWW: <http://www.hybrid.cz/jihokorejsky-ostrov-jeju-raj-pro-ty-kdo-chteji-koupit-elektromobil>
- [45]HORČÍK, Jan. Británie rozšiřuje dotace pro elektromobily [online], 2012. Dostupný z WWW: <http://www.hybrid.cz/britanie-rozsiruje-dotace-pro-elektromobily>
- [46]BUSSPRESS. Dálnice D1 bude po rekonstrukci nejmodernější komunikací v Evropě!?? [online], 2012. Dostupné z WWW: <http://www.buspress.cz/dalnice-d1-bude-po-rekonstrukci-nejmodernejsi-komunikaci-v-evrope/>
- [47]Aktuální nabídky jednotlivých výrobců na základě poptávky přes email, 2014.
- [48]PRAŽSKÁ ENERGETIKA, a.s., Ceník pro produkt AKTIV EMOBILITA [online], 2014. Dostupný z WWW: <https://www.pre.cz/cs/firmy/sluzby-zakaznikum/dokumenty-ke-stazeni/dokumenty-elektrina/smlouvy-ke-stazeni/firmy/>
- [49]DAMODARAN, Aswath. Levered and Unlevered Betas by Industry 1/2013 [online], 2013. Dostupný z WWW: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

## 7. Seznam obrázků

Obrázek 1 První elektromobil z roku 1881 [32] .....	2
Obrázek 2 Škoda Octavia Green E Line představená v roce 2010 [33] .....	3
Obrázek 3 Podrobnější informace o dobíjecí stanici Terra DC charging station 53 C (CE) od firmy ABB [35].....	6
Obrázek 4 Dobíjecí stanice Terra DC charging station 53 C (CE) od firmy ABB ve všech svých variantách [35] .....	6
Obrázek 5 Mapa všech dobíjecích stanic na území ČR (aktuální k 1. 5. 2014) [26] .....	7
Obrázek 6 Ukázka automatizované výměny baterií v elektromobilu [23].....	9
Obrázek 7 Ukázka využití elektrické energie v elektromobilu pro pokrytí spotřeby rodinného domu [24].....	10
Obrázek 8 Takto nějak by mohl vypadat speciální dobíjecí pruh pro elektromobily [49] .....	11
Obrázek 9 Mapa distributorů elektrické energie v ČR [5].....	13
Obrázek 10 Mapa distributorů zemního plynu v ČR [5].....	13
Obrázek 11 Přehled nabíjecích stanic v ČR vybudovaných skupinou ČEZ [15] .....	15
Obrázek 12 Stanice pro normální dobíjení od firmy EmotionCar s elektromobilem Peugeot iOn v provedení pro společnost ČEZ [11] .....	16
Obrázek 13 Elektromobily společnosti E.ON [4] .....	18
Obrázek 14 Veřejná dobíjecí stanice vybudována společností E.ON na letišti v Brně [27] .....	20
Obrázek 15 Schématické znázornění možné budoucí chytré sítě [28] .....	21
Obrázek 16 Přehled nabíjecích míst v Praze vybudovaných Pražskou energetikou, a.s. [20] ....	24
Obrázek 17 Plán rozvoje elektromobility v ČR podle RWE [30] .....	28
Obrázek 18 Citroën C-Zero společnosti RWE [31].....	28
Obrázek 19 Stanice od společnosti RWE [31] .....	29
Obrázek 20 Přehled nabíjecích stanic vyvinutých skupinou RWE [30] .....	30
Obrázek 21 Elektrická verze dodávky Mercedes-Benz Vito E-CELL [37] .....	38
Obrázek 22 Průřez dodávkou Mercedes-Benz Vito E-CELL [37].....	38
Obrázek 23 EVC R3 nebo R7 [39] .....	42
Obrázek 24 Peugeot Partner Electric L1 [42] .....	46
Obrázek 25 Řez Peugeotem Partner Electric L1 [42] .....	46

## 8. Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání výhod a nevýhod elektromobilu [1] .....	4
Tabulka 2 Přehled typů nabíjecích stanic, které používá společnost PRE [3], [22].....	22
Tabulka 3 Aktuální vozový park a pořizovací ceny [47] .....	32
Tabulka 4 Skladba ceny elektřiny [48].....	33
Tabulka 5 Tabulka používaných hodnot pro výpočty.....	34
Tabulka 6 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 1 [37], [38] .....	37
Tabulka 7 Vypočtené hodnoty pro variantu 1 .....	39
Tabulka 8 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 2 [39], [40] .....	41
Tabulka 9 Vypočtené hodnoty pro variantu 2 .....	43
Tabulka 10 Technické parametry porovnávaných vozů varianty 3 [42] .....	45
Tabulka 11 Vypočtené hodnoty pro variantu 3 .....	47
Tabulka 12 Shrnutí vypočtených ročních ekvivalentních výdajů všech variant .....	49

## 9. Seznam grafů

Graf 1 Vývoj počtu nabíjecích míst/ePointů Skupiny PRE [22] .....	23
Graf 2 Celkový podíl odběru nabíjecích stanic Skupiny PRE [22] .....	25
Graf 3 Průměrná vzdálenost ujetá jednotlivými typy elektromobilů Skupiny PRE [22].....	26
Graf 4 Součet výdajů varianty 1 .....	40
Graf 5 Součet výdajů varianty 2 .....	44
Graf 6 Součet výdajů varianty 3 .....	48
Graf 7 Výdaje všech variant .....	49