

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnost zavedení elektromobility pro servisní vozidla do Dopravního podniku
města Pardubic a.s.

Pavel Šrejber

Bakalářská práce

2020

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Pavel Šrejber**
Osobní číslo: **D17128**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Logistické technologie**
Téma práce: **Možnost zavedení elektromobility pro servisní vozidla do Dopravního podniku města Pardubic a.s.**
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza elektromobility
2. Návrh zavedení elektromobility do DPMP a.s.
3. Zhodnocení výsledků

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ADAMEC, Vladimír. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2156-9.
DRDLA, Pavel. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Vydání: 2. upravené. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2018. ISBN 978-80-7560-189-6.
KLEPRLÍK, Jaroslav. *Silniční doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2011. ISBN 978-80-7395-451-2.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **6. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. února 2020

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 19. 5. 2020

Pavel Šrejber

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval Ing. Petru Drápalíkovi z Dopravního podniku města Pardubic za poskytnutí dat potřebných pro zpracování práce.

Dále bych chtěl poděkoval vedoucímu práce Ing. Petru Nachtigallovi, Ph.D., za všestrannou pomoc, množství cenných a inspirativních rad, podnětů, doporučení, připomínek a ochotou při konzultacích poskytnutých ke zpracování této práce.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá elektromobilitou, konkrétně možnosti zavedení elektromobility do Dopravního Podniku města Pardubic. Práce zkoumá elektromobilitu jako celek, a to včetně legislativní úpravy, státní podpory, možnosti dobíjení a ekonomické analýzy. Práce vyobrazuje zhodnocení výsledků analýzy a doporučení pro rozhodnutí podniku.

KLÍČOVÁ SLOVA

elektromobilita, udržitelná mobilita, dobíjecí stanice, historie elektromobility, cena elektromobilů

TITLE

Possibility of integration electromobility for service vehicles to Dopravní podnik města Pardubic a.s.

ANNOTATION

The Bachelor thesis follows the topic electromobility, especially the possibility of integration electromobility to Dopravní podnik města Pardubic. The thesis examines electromobility as a whole including laws, state support, possibilities of charging, and economical analysis. The thesis shows the evaluation of results and makes suggestion for business decisions.

KEYWORDS

electromobility, sustainable mobility, charging stations, history of electromobility, price of elecromobility

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
SEZNAM ZKARATEK.....	11
ÚVOD	12
1 ANALÝZA ELEKTROMOBILITY.....	13
1.1 Historie a vývoj elektromobilů.....	13
1.2 Výhody a nevýhody elektromobilů.....	14
1.3 Typy elektromobilů.....	15
1.3.1 Hybrid Electric Vehicle.....	15
1.3.2 Plug-in Hybrid Electric Vehicle.....	15
1.3.3 Battery Electric Vehicle.....	16
1.4 Zkušenosti s elektromobilitou ve státech EU.....	16
1.4.1 Česká republika.....	17
1.4.2 Norsko.....	21
2 DOBÍJECÍ STANICE	24
2.1 Možnosti dobíjení elektromobilu.....	25
2.1.1 Veřejné dobíjecí stanice.....	25
2.1.2 Wallboxy.....	27
2.1.3 Dobíjení z pouličních lamp.....	28
2.2 Infrastruktura dobíjecích stanic.....	29
2.3 Ceny elektrické energie.....	29
3 DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA PARDUBIC A.S.	31
3.1 Představení DPMP	31
3.1.1 Historie DPMP.....	31
3.1.2 Funkční uspořádání.....	32
3.1.3 Základní rozdělní procesů.....	34
4 NÁVRH ZAVEDENÍ ELKTROMOBILITY DO DPMP A.S.	35
4.1 Dopravní model.....	35

4.2	Finanční analýza nákupu nových elektromobilů.....	37
4.2.1	Osobní vozidla kategorie M1	37
4.2.2	Nákladní vozidla kategorie N1.....	40
4.3	Dobíjení elektromobilů	42
4.4	Náklady na provoz	44
4.4.1	Provozní náklady současného vozového parku.....	45
4.4.2	Provozní náklady nového vozidla	46
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vizualizace pohonů a jejich ekologičnost.....	16
Obrázek 2 Vývoj počtu vozidel na alternativní pohon.....	23
Obrázek 3 Trend vývoje počtu elektromobilů v ČR	24
Obrázek 4 Dobíjecí stanice Super charger od firmy Tesla.....	26
Obrázek 5 Mapa dobíjecích stanic	29
Obrázek 6 Zahájení provozu trolejbusů	32
Obrázek 7 Organizační struktura společnosti.....	33
Obrázek 8 Vývoj nákladů vozů Škoda Citigo-iV a Volkswagen Up!.....	47
Obrázek 9 Vývoj nákladů vozů Volkswagen e-Golf a Volkswagen Golf.....	48
Obrázek 10 Vývoj nákladů vozů Renault MASTER Z.E. a Renault MASTER.....	49
Obrázek 11 Vývoj nákladů vozů Renault MASTER Z.E. a Renault MASTER.....	49

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Míra poskytnutí podpory od MPO	19
Tabulka 2 Výše poskytnuté podpory od MŽP.....	20
Tabulka 3 Registrace nových vozidel skupiny M1 v ČR dle použitých paliv	25
Tabulka 4 Energetický mix ČR	30
Tabulka 5 Vozový park DPMP	35
Tabulka 6 Průměrné ujeté kilometry vozidel	36
Tabulka 7 Cena vozu Škoda Citigo-e iV	38
Tabulka 8 Cena vozu Volkswagen e-Golf.....	39
Tabulka 9 Cena vozu Toyota Prius Plug-in hybrid	39
Tabulka 10 Cena vozu Renault MASTER Z.E.	41
Tabulka 11 Cena vozu Renault KANGOO Maxi Z.E.	42
Tabulka 12 Přehled kapacit baterií a spotřeby vybraných elektromobilů	43
Tabulka 13 Celková odebraná energie pro plné dobití.....	43
Tabulka 14 Sumarizace hodnot časů dobíjení a dojezdu u vybraných elektromobilů	44
Tabulka 15 Náklady na PHM za rok 2019	46
Tabulka 16 Ceny a spotřeby protějšků vybraných elektromobilů.....	47
Tabulka 17 Zlom výhodnosti elektromobilů	50

SEZNAM ZKARATEK

BEV – Battery Electric Vehicle

CNG – Stlačený zemní plyn

CO₂ – Oxid uhličitý

ČR – Česká republika

DPH – Daň z přidané hodnoty

DPMP – Dopravní podnik města Pardubic a.s.

EU – Evropská unie

HDP – Hrubý domácí produkt

HEV – Hybrid Electric Vehicle

Kčs – Koruna československá

LPG – Zkapalněný ropný plyn

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

NAP CM – Národní akční plán čisté mobility

PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

PHM – Pohonné hmoty

WLTP – Worldwide Harmonized Light Duty Vehicles Test Procedure

ÚVOD

Svět se mění, a s ním se mění i způsob, jakým se přepravujeme. V současné době se stále diskutuje, jakým způsobem by se měla vyvíjet budoucnost mobility. Jedna z možností je postupné nahrazování spalovacích motorů. Nahrazování je nutné z hlediska emisních norem, které jsou stále přísnější. Z důvodu stále přísnějších emisních norem je nutné, aby výrobci automobilů hledali alternativy. Jedna z možností je přechod ze spalovacích motorů na elektromotory. **Elektromobilita a její možnost zavedení pro servisní vozidla do Dopravního podniku města Pardubic a.s. (dále jen „DPMP“)** je cílem práce.

Práce se bude zabývat vysvětlením pojmu elektromobilita, vymezením její historie a podrobného popisu dobíjecích stanic a dobíjení.

Pojem elektromobilita je stále více užívaný termín, a to nejen kvůli stále se zpřísnujícím emisním normám pro vozidla se spalovacím motorem. Elektromobilita otevírá stále nové dveře s využitím nových technologií. Možnosti jsou v tomto odvětví obrovské. To dokazuje fakt, že mnoho výrobců osobních automobilů úplně odpouští od výroby klasických vozů se spalovacím motorem a dále se zaměřují pouze na elektromobily, nebo vozidla s hybridním pohonem. Toto vše je dále hnáno poklesem světových zásob fosilních paliv. Elektromobilita znamená zásadní změnu v systému celé společnosti. S příchodem elektromobility je potřeba se zaměřit nejen na vývoj nových technologií, ale také komplexní sociální změnu. V dnešní době se elektromobilita setkává i se značnou kritikou, kde se zpochybňuje její ekonomická výhodnost a ekologičnost. Elektromobilita je v současné době stále podporována jako vhodný prostředek k transformaci hlavně silniční dopravy.

Práce bude zkoumat, zda je výhodné nahrazení současných vozidel DPMP za nová elektrická vozidla. Zkoumána bude ekonomická výhodnost a zda bude nahrazení při současných dopravních výkonech možné. Práce bude zkoumat podporu elektromobily ze strany státu, kolik je možné dostat příspěvek a kdo je subjektem pro danou podporu. Uvedeno bude několik případů elektromobilů, na kterých bude provedena analýza nahrazení vozidel se spalovacím motorem. Propočítaná bude velikost podpory, o kterou bude možné zažádat. Dále budou zanalyzovány doby nabíjení elektromobilů, které se porovnají se současnými dopravními výkony DPMP.

V závěrečné části autor zanalyzuje, zda by bylo vhodné danou obměnu provést a za jakých podmínek se vyplatí.

1 ANALÝZA ELEKTROMOBILITY

Elektromobilita je definována jako systém přepravy na základě vozidla, které je poháněno elektrinou (1). Elektromobilita v silniční dopravě však není pouze obor automobilového průmyslu. Elektromobilita původně referovala na všechny dopravní módy, a to od elektrických kol či koloběžek až po vysokorychlostní vlaky (2). Pro upřesnění je potřeba uvést, že elektromobilita neoznačuje pouze vozidla poháněná elektromotorem s baterkou ve vozidle. Elektromobilita zahrnuje všechna vozidla, která nějakým způsobem využívají elektrické energie k pohonu. Mezi ně se může pro příklad uvést vozidla s hybridním pohonem, kde se využívá kombinace elektromotoru a spalovacího motoru. Pro železniční dopravu se může uvést lokomotiva se sběračem, který z troleje odebírá elektrickou energii.

1.1 Historie a vývoj elektromobilů

Přesto že si mnoho lidí myslí, že vozy na elektrický pohon jsou vynález 20. nebo 21. století, tak jejich počátek se datuje roku 1835. Jméno vynálezce bylo Sibrandus Stratingh. Tento Nizozemský profesor chemie a fyziky na Univerzitě Rijksuniversiteit Groningen již roku 1834 projížděl městem Groningen prototypem parou poháněného vozidla (3). Toto vozidlo bylo příliš hlučné a výpary z výfuku byly příliš silné. Profesor tak o rok později přišel s prvním bateriově poháněným elektrickým vozidlem. Velký skok poté nastal roku 1859, kdy francouzský fyzik Gaston Planté vynalezl první dobíjitelné baterie (4).

Rozmach na přelomu 19. a 20. století

Elektromobily zažily významný rozmach koncem 19. století a končící až ve třicátých letech 20. století. Vznik tržní nabídky elektromobilů se ve Spojených státech amerických datuje již roku 1893, kde jich byla představena celá škála na Chicagském autosalonu (5).

Jakožto automobilový národ i Češi se podíleli na vývoji elektrických vozidel. Jako jeden z hlavních představitelů byl František Křižík. Ten roku 1895 sestrojil první elektromobil, který se mohl chlubit pohonem na zadní nápravu a dosahoval výkonu pěti koňských sil (4). Dominanci elektromobilů také nahrával elektromobil La Jamais Contente Belgičana Camille Jenatzyho. Toto vozidlo jako první v roce 1899 překonalo hranici 100 km/h (5).

Útlum elektromobility ve 20. století

Hlavním problémem elektromobilů v tehdejší době byl jejich dojezd. Dojezd tehdy byl něco okolo 60 km při provozní rychlosti 30 km/h. Zásadní podíl na vytlačení elektromobilů měla automobilka Ford s jejím modelem T. Ten nabídl dojezd 200 km a rychlost až 60 km/h. Další rána pro elektromobily přišla s vynálezem automatického elektrického startéru, jehož

absence byla jedním z hlavních důvodů nepoužívání spalovacích motorů. Před tím se motor musel natočit klíčkou ručně, a to bylo zdlouhavé a často i nebezpečné (4). Dominance spalovacích motorů zatím trvá dodnes, avšak v 70. letech 20. století začaly první pochybnosti o tom, zda jsou spalovací motory budoucností. Právě v roce 1973 přišel takzvaný první ropný šok. Do té doby se vůbec nehledělo na cenu ropy. Cena této komodity byla dlouhodobě velmi nízká. Před prvním ropným šokem stál 1 barel ropy (cca 159 litrů) 3 dolary, avšak poté co Blízký východ přerušil dodávky ropy stál jeden barel až 14 dolarů (6). Toto rapidní zdražení a uvědomění si závislosti na ropě uvedlo opět otázku elektromobility.

1.2 Výhody a nevýhody elektromobilů

Elektromobily mají samozřejmě své výhody a nevýhody. Je jisté, že mají své kvality, jinak by se vývoj neupínal právě na elektromobilitu. Vývoj je hnaný i samotnými automobilkami, jenž se i z hlediska velkých omezení ze strany Evropské Unie musí více zaměřovat na alternativy ke spalovacím motorům. Některé automobilky dokonce úplně přestávají vyrábět dieselové motory, omezují benzinové motory a přecházejí pouze k elektromobilům (7).

Výhody (8):

- Nižší náročnost na údržbu. Elektromobily jsou v jádru velmi jednoduché a oproti spalovacím motorům mají mnohem méně částí, které se mohou porouchat,
- Při jízdě neprodukuje žádné emise. Emise CO₂ a ostatní vypouštěné škodlivé látky jsou nulové, a tudíž je elektromobil vhodný například do centra měst,
- Menší náklady na provoz vozu,
- Snížení hlukové zátěže.

Nevýhody (8):

- Vyšší pořizovací cena oproti spalovacímu motoru je zapříčiněna hlavně cenou baterie, která tvoří největší část ceny elektromobilu,
- Zatím nedostatečná infrastruktura dobíjecích stanic,
- Průměrná doba nabití,
- Energetická náročnost výroby baterie,
- Nedostatek Lithia a jiných vzácných prvků potřebných pro výrobu baterií.

1.3 Typy elektromobilů

Typy elektromobilů jsou různé, některé dokážou vytvořit svou vlastní elektrickou energii, některé čerpají pouze ze zásob, které mají uložené v baterii ve vozidle. Typy elektromobilů podle způsobu dobíjení můžeme rozdělit na tři základní druhy (9):

- HEV – Hybrid Electric Vehicle,
- PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle,
- BEV – Battery Electric Vehicle.

1.3.1 Hybrid Electric Vehicle

Hybridní vozidla jsou vozidla, která pro provoz používají zároveň spalovací motor a elektromotor. Tato vozidla jsou vybavena baterií, která uchovává elektrickou energii a při rekuperačním brzdění elektrickou energii shromažďuje. Tyto prvky navzájem spolupracují a tím výrazně šetří palivo (10). Jedna z variant je FULL Hybrid, což je vozidlo, které je schopné jezdit pouze na elektrickou energii bez použití spalovacího motoru. Dojezd čistě na elektrickou energii je však značně omezen kapacitou baterie.

V konkurenci konvenčních motorů se hybridy prosazují těžko, avšak poslední dobou se začínají stále více prodávat. To je navíc podpořeno tím, že dnes již téměř každá automobilka má ve své nabídce vozidlo s hybridním pohonem.

Sériový hybrid je druh hybridního vozidla, který je poháněn pouze elektrickým motorem a spalovací motor slouží pouze k dobíjení baterie. Toto uspořádání je nejlepší v městském provozu při častém brzdění a rozjíždění (9).

















Paralelní hybrid je pohon pouze elektrickým, nebo pouze spalovacím motorem. Je efektivnější při vyšších rychlostech, kde dokáže využít potenciál obou motorů. Sériově-paralelní hybrid je potom vozidlo, které dokáže přepínat mezi sériovým nebo paralelním režimem. Umí tak přepínat mezi režimy podle potřeby a využít tak potenciál obou režimů na maximum (9).

1.3.2 Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Plug-in Hybrid funguje podobně jako hybridní vozidla. Jediný a hlavní rozdíl je v tom, že Plug-in Hybrid dokáže přijímat elektrickou energii i z jiného zdroje, jako je zásuvka či dobíjecí stanice. Klasický hybrid se pak omezuje pouze na dobíjení za pomoci rekuperace, nebo spalovacího motoru. Plug-in Hybrid má větší kapacitu baterie než hybridní vozy. Díky tomu zajišťuje daleko větší dojezd na čistě elektrickou energii bez nutnosti použití spalovacího motoru (9).

1.3.3 Battery Electric Vehicle

Battery Electric Vehicle je vozidlo, které k pohonu používá pouze elektromotor napájený baterií. Jak je patrné vozidlo nemá spalovací motor, tudíž je nutné dobíjet vůz zásuvkou, nebo na dobíjecí stanici. Vzhledem k absenci spalovacího motoru je kladen velký důraz na kapacitu baterie. Dojezd na baterii se může pohybovat v rozmezí 100-700 km s potenciálem velkého růstu v blízké budoucnosti. Na obrázku číslo 1 je viditelný rozdíl zatížení životního prostředí při použití jednotlivých druhů pohonu a pro porovnání je zde uveden i konvenční spalovací motor.

	 KONVENČNÍ	 HYBRID	 PLUG-IN HYBRID	 ELEKTRICKÉ
ZDROJ ENERGIE				
SPOTŘEBA				
EMISE				

Obrázek 1 Vizualizace pohonů a jejich ekologičnost

Zdroj: (9)

1.4 Zkušenosti s elektromobilitou ve státech EU

Česká republika je jedna z mnoho zemí, kde se o elektromobilitě často hovoří, nárůst prodeje nových elektromobilů se značně zvětšuje a jsou zde projekty, které podporují prodeje ať už peněžním nebo jiným zvýhodněním. Celkově se také zlepšuje informovanost občanů o skutečných výhodách a nevýhodách elektromobility.

I přes toto všechno Česká republika ani zdaleka nepatří k lídrům v oboru elektromobility. Daleko dál se již dostaly státy jako Norsko, Nizozemsko, nebo sousední Německo. Při následujícím srovnání je nutné si uvědomit, že podmínky pro zvýhodnění nejsou v různých státech rovnocenné.

1.4.1 Česká republika

V Česku existuje několik zvýhodnění pro majitele elektromobilů. Stát podporuje elektromobilitu dotacemi i jinými druhy nefinančního zvýhodnění.

Legislativní rámec v České republice v oblasti alternativních paliv

Provoz vozidel na elektrickou energii je určen z největší části č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Tento zákon upravuje podmínky pro registraci vozidel, stanovuje technické požadavky na provoz silničních vozidel a schvalování jejich technické způsobilosti (11).

Legislativní rámec ČR obsahuje mnoho dalších, zákonů a vyhlášek, které se týkají provozu vozidel na alternativní paliva. Nejdůležitější jsou uvedeny v následujícím rozdělení (11):

- Vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích,
- Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích,
- Zákon České národní rady č. 16/1993 Sb., o dani silniční,
- Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů,
- Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů,

Parkování v Praze

Každý, kdo byl někdy v Praze ví, že je zde obrovský problém s parkovacími místy. Hlavní město přišlo se zvýhodněním, které nabízí elektromobilům a hybridním vozům parkování zdarma. Parkování zdarma není však úplně přesný popis, jak dané zvýhodnění funguje. Platí totiž jen pro modré a fialové zóny, tedy pro parkování pro rezidenty. Pro jinak barevně označená parkování poté již platí pravidla, jako pro každé jiné vozidlo. Vozidla, která chtějí parkování zdarma se musí prokazovat speciální registrační značkou EL. Podmínka pro vydání této značky pro hybridní vozidla je podmíněna prokázáním určité hodnoty emisí. Hybridy mohou mít tabulkovou hodnotu měření emisí CO₂ nejvýše 50 gramů na kilometr (12).

Zpoplatněná pozemní komunikace

Podle novely zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, v ustanovení § 20a odst. 1 písm. o), je možné bezplatně využívat zpoplatněné pozemní komunikace vozidly používajícími jako palivo elektrickou energii, nebo vodík (13):

- Výlučně, nebo,

- V kombinaci s jiným palivem, je-li hodnota emisí CO₂ v kombinovaném provozu nejvýše 50 gramů na kilometr.

Dotace na nákup vozů a dobíjecích stanic

V současné době existují dva programy na podporu elektromobility. První je vypsán Ministerstvem průmyslu a obchodu a druhý Ministerstvem životního prostředí. Oba programy jsou odlišné, jak do určování výše podpory, tak do určení, pro jaké subjekty je podpora určena. První výzva je vydána Ministerstvem průmyslu a obchodu, (dále jen „MPO“). V rámci podpory elektromobility vydalo MPO již pátou výzvu na pořízení elektromobilů a dobíjecích stanic pro firmy. Výzva se jmenuje Nízkouhlíkové technologie – Elektromobilita. Cílem výzvy je podpora konkurenceschopnosti podniků a udržitelnost české ekonomiky prostřednictvím zaváděním inovativních technologií v oblasti elektromobility. Výsledkem projektu bude zvýšení využití efektivnosti a spolehlivosti nízkouhlíkových technologií a zvýšení celkového inovačního potenciálu včetně snížení hluku a emisí v dopravě (15).

Výzva byla publikována 2.12.2019 a příjem žádostí v rámci této výzvy byl zahájen 6.1.2020 a končit by měl 28.5.2020. Alokace výzvy byla v datum publikace 50 000 000 Kč, kde peníze půjdou z Evropských strukturálních a investičních fondů a budou vypláceny po skončení výzvy. Pro velký zájem o podporu, kdy ke dni 10.2.2020 bylo přijato 203 žádostí, s požadavkem na přidělení dotace dosahující výše 92 304 000 Kč se MPO rozhodlo, že alokovanou částku navýší na 150 000 000 Kč. Toto navýšení je možné i díky značnému nedočerpání předchozích výzev programu podpory Nízkouhlíkové technologie. Tato částka je konečná a příjem žádostí bude ukončen v případě, že částka v přijatých žádostech dosáhne této konečné částky (14, 15).

Věcné zaměření výzvy jsou silniční vozidla a infrastruktura. Omezení žádosti na nabíjecí stanici má podmínku, že nabíjecí stanice musí být po dobu udržitelnosti projektu využívána pouze žadatelem dotace, tzn. že nesmí být například využívána zákazníky žadatele dotace

(např. parkoviště, autoservisy, nákupní střediska, ...) (15). Dotace je tudíž vhodná například pro dopravní podniky, které zvažují obměnu vozového parku. Nabíjecí stanice by se tudíž mohla využívat jak pro osobní vozidla i pro nákladní a tím docílit co největšího využití.

Vymezení výzvy pro silniční vozidla je uvedeno v následujícím rozdělení, je však nutné podotknout, že se jedná pouze o vozidla na elektrickou energii a nespádají sem vozidla s pohonem například kombinace CNG a benzínu (15):

- L – motocykly, čtyřkolky,
- M1 – osobní vozidla,

- M2 a M3 do 7,5 t – minibusy,
- N1 a N2 do 12 t – nákladní vozidla.

Forma a výše podpory bude poskytnuta v souladu s pravidly spolufinancování Evropských strukturálních a investičních fondů v programovém období 2014-2020. Předpokladem pro dostání podpory je úplné předfinancování výdajů projektu ze soukromých zdrojů příjemce dotace. Podpora je určena pro malé, střední a velké podniky, které při požadavku na dotaci určí, kolik procent z ceny vozu bude uhrazeno. Míra poskytnutí podpory pro vozidla je vyobrazeno v tabulce číslo 2 (15).

Tabulka 1 Míra poskytnutí podpory od MPO

Typ firmy	Míra podpory pro vozidla kategorie M1	Míra podpory pro vozidla kategorie 1, M2, M3, N1, N2
Malý podnik	30 %	40 %
Střední podnik	25 %	35 %
Velký podnik	20 %	30 %

Zdroj: (15)

Minimální výše dotace je 250 000 Kč. To znamená, že podnikatel, který by si chtěl pořídit nejlevnější elektromobil na trhu, čímž je Škoda Citigoe iV, který stojí necelých půl milionu korun, tak podmínky pro dotaci nesplní. Opačné omezení je poté na maximální cenu vozu. Do programu nejsou zařazeny vozy kategorie M1 s pořizovací cenou vyšší než 1 250 000 Kč bez DPH. Z toho vyplývá, že za dotaci nelze pořídit neluxusnější elektrická vozidla typu Porsche Taycan. Dále zde platí pravidla maximální podpory do výše dle pravidel veřejné podpory de minimis (15).

Pro firmy, které nestihly podat žádost včas, nebo nestihly uskutečnit potřebná rozhodnutí plánuje MPO již šestou výzvu na podporu Nízkouhlíkové technologie, která by se měla konat v druhé polovině roku 2020 (14).

Jakožto druhá možnost o poskytnutí podpory je výzva č. 11/2019: Elektromobilita. Tuto výzvu vyhlašuje Ministerstvo životního prostředí (dále jen „MŽP“) prostřednictvím Státního fondu životního prostředí. Cílem této výzvy je snížení negativních vlivů dopravy na zdraví obyvatel a ochrana životního prostředí, zejména snížením emisí z dopravy, snížením hlukové zátěže a dalších pozitiv vyplívajících z využívání vozidel s alternativním pohonem (16).

Příjem žádostí o poskytnutí podpory je možné podávat od 17.2.2020 do 31.10.2020 nebo do vyčerpání alokace. Alokace je v této výzvě vyčíslená na 100 000 000 Kč.

Výzva je určena pro nákup nových vozidel do nabytí vlastnictví uživatele, nebo do pronájmu vozidel formou operativního leasingu. V této výzvě je možné žádat o vozidla, která využívají tyto alternativní pohony (16):

- Vozidla na CNG, jenž má alespoň jednu pohonnou jednotku na CNG (mohou být i kombinace s ostatními palivy),
- Plug-in hybrid,
- Hybrid,
- Elektromobil.

Výzva je určena i na pořízení dobíjecích stanic. To je možné pouze za podmínky, že subjekt žádající dotaci, žádá i o nákup nového elektromobilu. Subjekt tedy nemůže žádat o dotaci pouze na dobíjecí stanici bez nákupu elektromobilu (16).

Subjekty, které mohou žádat o poskytnutí finanční podpory jsou (16):

- Společnosti a ostatní subjekty vlastněné z více než 50 % územním samosprávním celkem,
- Státní příspěvkové organizace,
- Veřejné vysoké školy,
- Územní samosprávní celky,
- Veřejné výzkumné organizace,
- Svazky obcí.

Výše podpory na jednotlivá vozidla a dobíjecí stanice je stanovena fixní částkou. Jedno z omezení zní, že dotovaná částka může tvořit maximálně 40 % celkových způsobilých výdajů. Při pořízení dobíjecí stanice je částka stanovena na 20 000 Kč. Přehled výše finanční podpory pro jednotlivé druhy vozidel jsou znázorněné v tabulce číslo 2 (16).

Tabulka 2 Výše poskytnuté podpory od MŽP

Typ vozidla	Maximální výše dotace na jedno vozidlo			
	CNG	Elektro	Plug-in hybrid	Hybrid
MI	50 000 Kč	250 000 Kč	200 000 Kč	50 000 Kč
N1	100 000 Kč	500 000 Kč	200 000 Kč	X
M2, M3	150 000 Kč	1 000 000 Kč	X	X
N2	250 000 Kč	1 000 000 Kč	X	X

Zdroj: (16)

Ve výzvě od MŽP je stanoveno několik omezujících podmínek. První a nejpodstatnější je, že žadatel může podat pouze jednu žádost na finanční podporu. Je zde důležitá omezující

podmínka, která by se mohla týkat dopravních podniků. Dopravní podniky ve vlastnictví města nemohou požádat o podporu na vozidla kategorie M2 a M3, pokud by dané vozidlo bylo využíváno k zajištění dopravní obslužnosti jako veřejné služby v přepravě cestujících (16).

Národní akční plán čisté mobility

Národní akční plán čisté mobility (dále jen „NAP CP“) je dokument vydaný Ministerstvem průmyslu a obchodu, který vychází z požadavků směrnice 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva na přijetí příslušného vnitrostátního rámce politiky pro rozvoj trhu alternativních paliv v odvětví dopravy a příslušné infrastruktury. NAP CM se primárně vztahuje k využití alternativních paliv ke vztahu požadavků EU na členské státy. Dokument vychází z příslušných cílů Strategie Evropa 2020 obzvláště pokud jde o dekarbonizaci sektoru dopravy. U NAP CM je přepokládána návaznost na základní strategické dokumenty vlády ČR. NAP CM byl vydán pro období 2015-2018 s výhledem do roku 2030 s tím, že každé 3 roky bude aktualizován. Poslední aktualizace proběhla v roce 2018 (11).

Cílem NAP CP je aktivně podpořit rozšiřování využití alternativních paliv v dopravě, podpořit elektromobilitu tak, aby byla vnímána jako standartní technologie a podpořit výzkum vodíkové technologie tak, aby byl v budoucnu její výzkum a vývoj podporován minimálně jako je podporován výzkum elektromobility v současné době. Další cíl je zajistit podporu elektromobility tak, aby ve střednědobém a dlouhodobém horizontu ČR neztratila svoji konkurenceschopnost na globálním trhu. To souvisí zejména s proexportním charakterem a velkým podílem automobilového průmyslu na HDP (11).

1.4.2 Norsko

Na Norsko je často odkazováno jako na zemi, která úspěšně představila a zavedla elektromobilitu do své země. To se jí podařilo postupnými kroky, které sahají až do roku 1970. Plán rozvoje byl v Norsku rozdělený do pěti fází, přičemž v současné době již běží poslední pátá fáze. Postupně v čase byly jednotlivé kroky následující (17):

- Koncepce rozvoje – fáze probíhající v letech 1970 až 1990 byla zaměřena na vývoj prototypů elektrických vozidel a systému jejich pohonu,
- Testování – od roku 1990 do 1999 probíhalo testování vozového parku ve zkušebních programech a začínala jakási předehra ke komercionalizaci. V testovací fázi začínaly elektromobilitu v Norsku provázet první zákonné zvýhodnění. Jako první bylo roku

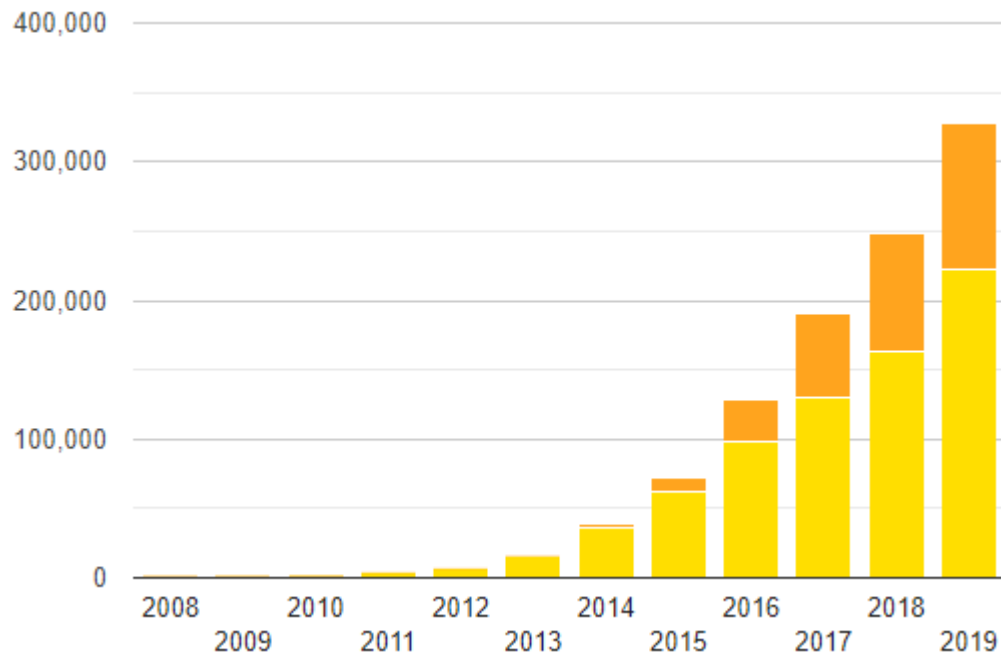
1991 osvobození od registrační daně na vozidlo. Dále v průběhu času přibylo zmenšení ročního licenčního poplatku a osvobození od platby silničního mýtného,

- Počáteční trh – fáze probíhající od roku 1999 do 2009. V této fázi již probíhaly první pokusy o komercializaci. Došlo k dalšímu zvýhodňování. V roce 2001 byly elektromobily osvobozeny od platby DPH a v roce 2009 byly osvobozeny od poplatků za využití trajektu. Elektromobily mohou využívat vyhrazený pruh pro autobusy. Na počátku 21. století byl problém s dodávkou nových elektroaut s technologií, která by byla schopna konkurovat spalovacím motorům,
- Představení trhu – od roku 2009 do roku 2012. Vozidla se začínají prodávat ve větším množství a nadále není problém s dodávkou vozů. Ceny elektromobilů rapidně klesají díky využívání nových technologií,
- Expanze trhu – probíhá od roku 2013 až do teď. Rapidně se zvedá konkurence na poli výroby a prodeje elektromobilů, která způsobuje další snižování cen. Prodeje vozidel s elektromotorem se vyrovnávají prodejem vozidel se spalovacím motorem. Tato fáze však poukazuje na mnoho hrozeb a plánování do dalších let. Změna systému státu, kdy na silnicích bude jezdit stále více elektrovozidel a v danou chvíli nastane, že zde bude více vozidel na elektřinu, než na fosilní paliva znamená další výzvu. Již nyní se přemýšlí, že se zruší výhoda využívání vyhrazeného pruhu pro autobusy.

Všechny výše uvedené výhody jako například osvobození od DPH budou muset být do budoucna znovu projednány, zda stále tyto výhody udržovat. Prvotně si je nutné uvědomit proč byly dané výhody zavedeny. Jejich primární cíl je zatraktivnit preferovanou věc. Ukázat výhody a zlepšit celkový vnímaný obraz dané věci do doby, než jí občané daného státu začnou masivně využívat. Ve chvíli, kdy trh bude plný elektromobilů, tak již není zapotřebí udržovat dané výhody. Mohou existovat obavy, že při zrušení výhod přejde část populace zpět k využívání spalovacích motorů. Toto není hrozba v případě, kdy se na trhu přestanou spalovací motory objevovat. Kvůli tlaku Evropské unie na výrobce aut ohledně emisí spoustu výrobců se čím dál více specializuje na elektroauta, zlepšuje technologii a hlavně zlevňuje.

Výše uvedená zákonná opatření podle dostupných informací splnila svůj účel na výbornou. Hlavně za posledních pár let v Norsku rapidně stoupají prodeje nových elektromobilů. Za rok 2019 bylo registrováno 60 316 nových čistě elektrických vozidel a 19 017 vozidel typu Plug-in hybrid a celkem v daném roce bylo prodáno 142 381 osobních aut. Po provedení výpočtu nám vyjde podíl elektrických aut a Plug-in hybridů činí 55,72 %. To je největší podíl za celou dobu (18, 19). Vývoj počtu elektromobilů na Norských silnicích

je na obrázku číslo 2, kde žlutou barvou je znázorněn počet elektromobilů a oranžovou barvou je znázorněn počet Plug-in hybridů.



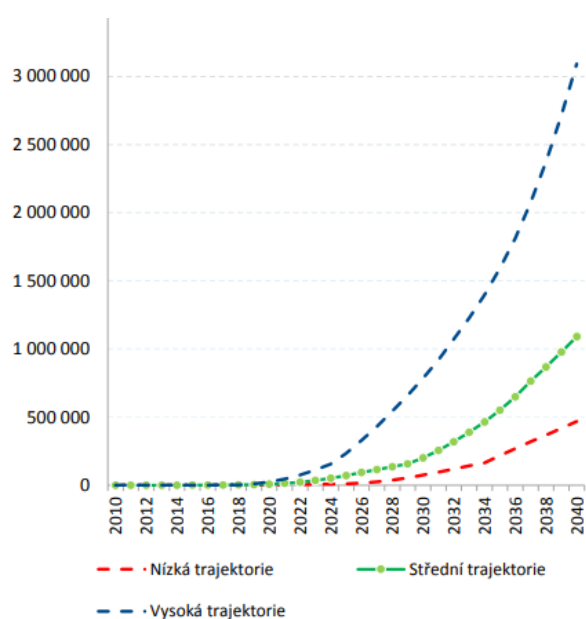
Obrázek 2 Vývoj počtu vozidel na alternativní pohon

Zdroj: (19)

S těmito čísly je stát nadmíru spokojený, avšak hodlá se dál přibližovat uhlíkové neutralitě. V roce 2019 se stanovil cíl, že v roce 2025 budou všechny nové automobily poháněné výhradně elektrickou energií. To znamená, že nemá v plánu podporovat ani Plug-in hybridy a chce se vydat cestou s nulovými emisemi z provozu. Druhá část tohoto cíle poté zní, že do roku 2025 chce, aby na norských silnicích jezdilo 1 200 000 čistě elektrických osobních aut. V porovnání s dnešním počtem to je něco okolo pětinasobku současného stavu (18).

2 DOBÍJECÍ STANICE

Elektromobily potřebují k provozu elektrickou energii. Klasické čerpací stanice v tomto případě naprosto ztrácejí smysl. K potřebám elektromobility slouží dobíjecí stanice. Ty se mohou nacházet na parkovištích, v obchodních centrech, nebo třeba na klasické čerpací stanici. Jejich počet a rozložení je v současné době dostačující. Dostačující stav dobíjecích stanic však nebude navždy pokud rychlost výstavby nebude rychlejší. Trend pořizování elektromobilů exponenciálně roste a do budoucna hovoří pro mnohonásobně větší podíl elektroaut na trhu. To se však bude muset podpořit výstavbou čím dál tím více dobíjecích stanic (20). Trend vývoje počtu elektromobilů můžeme vidět na obrázku číslo 3.



Obrázek 3 Trend vývoje počtu elektromobilů v ČR

Zdroj: (21)

Počet registrovaných elektromobilů v České republice se téměř zdvojnásobil od minulého roku. To však nic nemění na tom, že celkový počet registrovaných elektromobilů v roce 2019 je pouze něco přes dva tisíce (22). V porovnání s vozidly se spalovacími motory tvoří nepodstatnou část. V tabulce číslo 3 můžeme vidět počet registrovaných vozidel pro období od ledna do září 2019.

Tabulka 3 Registrace nových vozidel skupiny M1 v ČR dle použitých paliv

Palivo	Počet	Podíl
Benzín	134 230	70,24 %
Nafta	51 615	27,01 %
CNG	1 351	0,71 %
Elektro	507	0,27 %
Benzín + LPG	392	0,21 %
Benzín + Elektro	256	0,13 %
Benzín + GNG	19	0,01 %
Nezařazeno	2 740	1,43 %

Zdroj: (23)

Z tabulky číslo 3 je patrné, že registrace nových elektromobilů stále výrazně zaostává za prodejem vozidel na naftu či benzín. Po krátkém výpočtu autor zjistil, že na každý jeden zakoupení elektromobil připadá 367 vozidel se spalovacím motorem.

2.1 Možnosti dobíjení elektromobilu

Možnosti dobíjení elektromobilů se neomezuje pouze na veřejné dobíjecí stanice. Mezi další možnosti patří klasické dobíjení ze zásuvky, nebo takzvané wallboxy a také projekt dobíjení z pouličních lamp.

2.1.1 Veřejné dobíjecí stanice

Veřejné dobíjecí stanice s mohou jednoduše rozdělit do dvou skupin. Nejzákladnější dělení je na rychlonabíjecí stanice a běžné nabíjecí stanice. Běžné nabíjecí stanice disponují výkonem 22 kW. Příkladem rychlosti nabíjení běžné nabíjecí stanice se udává navýšení dojezdu o 110 km za jednu hodinu u vozidla Tesla Model S (24).

Rychlonabíjecí stanice jsou stanice jejichž výkon přesahuje 40 kW. Nejběžnější dělení rychlonabíjecích stanic je (24):

- Rapid charger,
- Fast charger,
- Quick charger,
- Super charger,
- Ultra charger.

Nejnámější rychlonabíjecí stanice je Super Charger společnosti Tesla. Tyto dobíjecí stanice nejsou zatím v Česku příliš rozšířené. Na území České republiky se doposud nacházejí

čtyři a plánované jsou další dvě (25). Tato stanice o výkonu 250 kW je schopna zvýšit dojezd vozů Tesla o 110 km za pouhých 5 minut (26). Na obrázku číslo 4 je vidět vzhled dobíjecích stanic Super charger od firmy Tesla a jejich rozmístění v prostoru odpočívadel.



Obrázek 4 Dobíjecí stanice Super charger od firmy Tesla

Zdroj: (27)

Při klasické návštěvě čerpací stanice průměrný člověk stráví přibližně 10 minut. To zahrnuje pouze obsluhu čerpací pistole a samotnou platbu. Nezapočítává se například doba pro užití toalety, nebo čas strávený drobným nákupem či čekání ve frontě u pokladny. Po výpočtu se zjistí, že za stejnou dobu, co trvá tankování vozidla se spalovacím motorem je rychlonabíjecí stanice Super charger schopna zvýšit dojezd o přibližně 220 km. Z toho vyplývá, že člověk s denním nájezdem menším než 100 km by se musel na čerpací stanici stavit každý druhý den. To však za předpokladu, že u dobíjecí stanice stráví maximálně 10 minut. Během této doby však může například vyřídit potřebné hovory, zajít na drobný nákup nebo si prostě odpočinout. Při déle strávené době se samozřejmě zvětšuje dojezd vozidla.

Ultra charger je v současné době stanice s největším výkonem. Doposud byly možné vidět pouze v zahraničí. To už neplatí a nyní se dobíjecí stanicí s výkonem 175 kW může pyšnit i Česká republika. Společnost E.ON jí otevřela ve Vystrkově u Humpolce. To je přibližně v polovině cesty mezi Prahou a Brnem. Stanice disponuje výkonem 175 kW, který však není maximální možný. Stanice může v budoucnosti nabídnout až dvojnásobný výkon. Ultrarychlá stanice dobije vůz z nuly na 80 % za 10 minut. V porovnání s ostatními to je o třetinu kratší doba, než je potřeba u standardních rychlonabíjecích stanic (28).

Na Slovensku již dobíjecí stanice o výkonu 350 kW již funguje. Byla postavena u obce Budča. Ačkoli v současné době není elektromobil, který by daný výkon zvládal, například Tesla Model 3 bude po softwarové aktualizaci daný výkon zvládat (29).

Ačkoli jsou rychlonabíjecí stanice pro rozvoj elektromobility naprosto nezbytné, je nutné, aby uživatelé používali výhradně domácí nabíjení. Rychlonabíjecí stanice jsou primárně určeny pro dálkové trasy. Například největší místo pro nabíjení elektromobilů od společnosti Tesla ve Spojených státech Amerických se nachází v Městě Kettleman. Umístění stanic Supercharger se nachází přibližně v půli cesty mezi San Franciskem a Los Angeles. Tyto dvě města ležící na západním pobřeží Spojených států amerických jsou právě největší trhy pro automobilku Tesla a jsou od sebe vzdálené přibližně 620 km (30). Tento dojezd zvládá jen málo elektromobilů, proto je nutná zastávka pro dobítí. Toto je však případ velmi dlouhé cesty, pro které je rychlodobíjecí stanice nutná. Nejčastější způsob dobíjení by měl probíhat v domácnosti pomocí zásuvek či wallboxů.

2.1.2 Wallboxy

Pro nabíjení elektromobilů v domácnosti, nebo v zaměstnání můžeme využít několik variant. Nejběžnější způsob je využití klasické 230V zásuvky. V dnešní době se dá dobíjet jakýkoliv moderní elektromobil z běžné zásuvky. Jediný problém používání klasických 230V zásuvek je jejich rychlost dobíjení. Během dobíjení tímto způsobem se v průměru zvýší dojezd automobilu o 14 km za hodinu (24). Pro nějaké uživatele toto může být nedostatečná rychlost dobíjení.

Další možnost je 16A 5kolíková 3-fázová zásuvka. Toto je zásuvka, kterou má většina domácností například v garáži a používá se například pro napájení stolní okružní pily, nebo pro stavební míchačku. Touto zásuvkou je možné zvýšit dojezd u vozidla Tesla Model S o 55 km za jednu hodinu (31).

Nejúčinnější možnost dobíjení elektromobilu v domácnosti jsou wallboxy. Tyto nástěnná zařízení operují ve dvou variantách výkonu. Existují slabší wallboxy o výkonu 11 kW a výstupním proudem 16 A. Udávané nabití vozidla je 55 km za hodinu. Druhou variantou je wallbox s výkonem 22 kW a výstupním proudem 32 A. U tohoto typu je možné očekávat zvýšení dojezdu až 110 km za hodinu (31).

Ceny těchto zařízení se pohybují od 10 do 60 tisíc korun. I nejlevnější wallboxy dokážou oproti klasické zásuvce výrazně zkrátit dobu nabíjení vozidla. Pořizovací cena může však dále růst vzhledem k možným nákladům na úpravu elektroinstalace (15). Přes větší počáteční náklady se počítá, že wallbox bude vlastnit a užívat každá domácnost nebo firma vlastnící elektromobil.

Wallboxy jsou hlavně volba pro majitele hotelů, restaurací a soukromých parkovišť. Wallboxy svojí nízkou cenou oproti klasické dobíjecí stanici, které na nachází například na

čerpacích stanicích nabízí přijatelnou alternativu. Nejen že se dají pořídít v řádu desetitisíců, ale oproti 3fázové zásuvce nabízí elegantní řešení, které neudělá ostudu a přidá do prostoru moderní designový prvek.

2.1.3 Dobíjení z pouličních lamp

Vzhledem k očekávanému nárustu počtu elektromobilů v České republice je potřeba také řešit dobíjení ve velkých městech. Při odvolání na předešlý pododdíl je nutné si uvědomit že wallboxy nejsou pro velkoměsta nebo třeba sídliště příliš vhodné. Zároveň je nutné si uvědomit, že řešit dobíjení pouze velkým množstvím rychlodobíjecích stanic není možné. Proto města přicházejí s inovativními způsoby dobíjení elektromobilů ve městech.

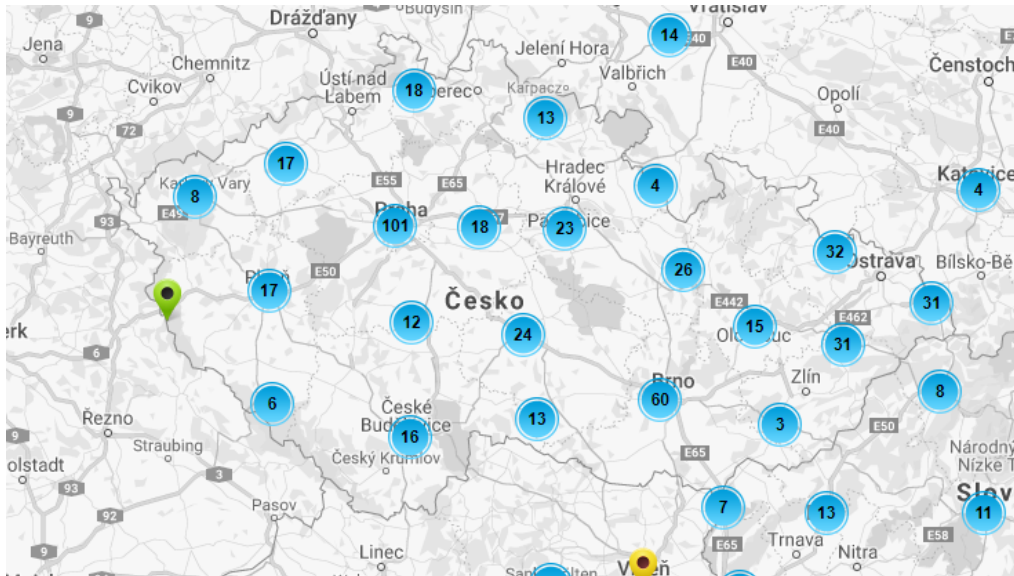
Hlavní město České republiky Praha připravuje rozsáhlé investice pro podporu elektromobility, přesněji řečeno do nabíjení. Praha dle svých studií odhaduje, že se počet elektromobilů do roku 2030 zvýší na minimálně 100 000 elektromobilů. Návštěvníci Prahy mají zatím možnost dobíjet své elektromobily na necelých třech stovkách míst. Dosavadní infrastruktura by za daného trendu zvyšování počtu elektromobilů nebyla schopna do budoucna poskytnout dostatečnou kapacitu dobíjecích stanic. Tento problém chce Praha řešit vybudování nového veřejného osvětlení se zabudovanými nabíječkami na elektromobily. Městskou nabíjecí síť by dle plánu mělo tvořit 4 až 4,5 tisíce lamp veřejného osvětlení a u každé lampy by bylo možné dobíjet dvě až tři auta zároveň (32).

Toto řešení není stále vypracováno k dokonalosti a stále se řeší řada problémů. Jeden z problémů jsou kabely elektrické energie vedoucí právě k lampám. V současné době jsou využívány kabely, které jsou kapacitou stavěny přesně na odběr pouličních lamp. Při zapojení dalších zařízení, v tomto případě elektromobilů by došlo k přetížení sítě a vyhoření kabelů (32).

Stále se také vymýšlí, jak za poskytovanou službu budou uživatelé platit. To v současné době řeší firma Operátor ICT. Vzhledem k různým poskytovatelům elektrické energie je potřeba, aby zde byl jednotný systém placení pro všechny uživatele. Jednotný systém by byl možný využívat i pro jiné dopravní módy. Mezi návrhy využití by se dala uvést vodní doprava po Vltavě, kde by na nábřeží mohli dobíjet lodě na elektrický pohon (32).

2.2 Infrastruktura dobíjecích stanic

V České republice můžeme v současné době najít okolo 600 dobíjecích stanic a jejich přibližné rozložení je vidět na obrázku číslo 5.



Obrázek 5 Mapa dobíjecích stanic

Zdroj: (33)

Například skupina ČEZ provozuje 100 stanic s rychlým dobíjením. Jejich síť dobíjecích stanic se za poslední rok zdvojnásobila a skupina ČEZ plánuje další zdvojnásobení do konce roku 2019. To znamená, že do konce roku 2020 by měla vstupovat s 200 dobíjecími stanicemi (34). Z uvedených dat je patrné, že se skupina řídí trendem vývoje počtu elektromobilů a exponenciálně navyšují infrastrukturu dobíjecích stanic v České republice.

2.3 Ceny elektrické energie

V problematika dobíjení elektromobilů je velmi podstatná cena elektřiny. Cena elektřiny je a bude jedno se zásadních měřítek používaných ke zhodnocení výhodnosti elektromobilu. Pro lepší porozumění problematiky je nutné si uvědomit, že cena elektrické energie může v různých krajích ve stejnou dobu stát rozdílnou cenu. Nejvíce však cenu ovlivňuje sám dodavatel. Základní složkou ceny na elektrickou energii je tzv. silová elektřina. Silová elektřina je produkt vyrobený v elektrárně a následně distribuovaný uživateli. Jinak řečeno jde o energii, kterou domácnost nebo firma reálně odebrala. Podíl na celkové ceně se u silové elektřiny pohybuje okolo 40-50 %. Uživatel dále platí poplatky za distribuci a přenos energie. Distribuce tvoří druhý největší podíl na ceně elektřiny. Pohybuje se okolo 35 %. Další dílčí složky jsou poté poplatky na obnovitelné zdroje energie a za služby společnosti ČEPS. Podíl na ceně

jednotlivých dílčích částí však není pevně stanoven a záleží na dodavateli elektřiny. V současné době se cena elektrické energie pro domácnost pohybuje okolo 4,91 Kč/kWh (35).

Energetický mix ČR

Energetický mix představuje relativní četnost jednotlivých zdrojů energie. V České republice jsou na výrobu elektrické energie nejvíce využívány fosilní zdroje. Největší podíl má v této kategorii hnědé uhlí. Mezi další využívané fosilní paliva patří černé uhlí, zemní plyn, ropa a ropné produkty (36).

Nejvíce jsou v ČR prosazované jaderné elektrárny. V současné době se na území ČR nachází jaderné elektrárny Dukovany a Temelín. Je známo, že jaderná energie je jedna z nejčistších možných řešení. S jadernými elektrárnami počítá vláda ČR, kde premiér Andrej Babiš prosazuje jadernou energii jako nedílnou součást energetického mixu ČR. Andrej Babiš to oznámil na summitu EU, kde se lídři zemí EU shodli na uhlíkové neutralitě do roku 2050 (37).

Poslední kategorií energetického mixu ČR je energie z obnovitelných zdrojů. Do této kategorie řadíme sluneční, větrnou, vodní a energii z biomasy (36). Ačkoliv má tato skupina zatím nejmenší relativní četnost, do budoucna se plánuje masové rozšíření. Relativní četnost jednotlivých skupin za roky 2018 je uvedeno v tabulce číslo 4.

Tabulka 4 Energetický mix ČR

Zdroje energie v roce 2018	
Obnovitelné zdroje celkem	6,17 %
Sluneční	2,07 %
Větrná	0,22 %
Vodní	0,77 %
Biomasa	3,11 %
Fosilní zdroje celkem	56,95 %
Hnědé uhlí	44,63 %
Černé uhlí	4,18 %
Zemní plyn	5,80 %
Ropa a ropné produkty	0,04 %
Druhotné zdroje a ostatní	2,30 %
Jaderné zdroje celkem	36,88 %

Zdroj: (36)

3 DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA PARDUBIC A.S.

Město Pardubice je město s bohatou historií sahající 650 let do budoucnosti. Nachází se ve východních Čechách na soutoku řek Labe a Chrudimky a tato lokalita je vzdálena 104 km od hlavního města České republiky Prahy pouhých 104 km. Město má skvělé napojení na dopravní infrastrukturu. Městem prochází první a třetí železniční koridor a má dobré napojení na dálnici D11. Vzhledem k velké dopravní intenzitě je město Pardubice předurčeno být důležitým dopravním uzlem a centrem průmyslu ve východních Čechách. To vypovídá o tom, že Pardubice mají své vlastní fungující mezinárodní letiště se smíšeným provozem pro osobní i nákladní dopravu. Dále disponuje hustou sítí cyklotras a cyklostezek. Město má rozlohu téměř 78 km² a něco kolem 90 000 obyvatel. Město Pardubice má i neodmyslitelné kulturní a sportovní zázemí. Ve městě se například nachází Univerzita Pardubice, Východočeské muzeum, Východočeskou galerii, Komorní filharmonii a Východočeské divadlo. Každoročně se zde koná mnoho tradičních mezinárodních sportovních akcí. S Pardubicemi je především spojována Velká pardubická a plochodrážní Zlatá přilba (38).

3.1 Představení DPMP

Dopravní podnik města Pardubic a.s. je akciová společnost jejíž hlavní činností je provozování městské hromadné dopravy v Pardubicích. Jako vedlejší činnosti DPMP provozuje Autoškolu a školící středisko, vnitrostátní a mezinárodní zájezdovou autobusovou dopravu, servis autobusů, lakovna a myčka silničních vozidel, odtahovou službu a parkovací plochy v Pardubicích. Dále provozuje čerpací stanici pro naftová vozidla a plnicí stanici pro vozidla na CNG. DPMP provozuje také říční dopravu. DPMP má ve vlastnictví výletní loď Arnošta z Pardubic (39).

3.1.1 Historie DPMP

Historie DPMP sahá až do roku 1950. V tomto roce byl vznik Dopravního komunálního podniku města Pardubic. V tomto roce byly zprovozněny první autobusové linky z Jesničánek kolem nádraží k nemocnici. Provoz byl poskytován dvěma autobusy a tehdejší jízdné stálo 3 Kčs. V roce 1951 byl rozšířen provoz o další linky do Svitkova a na Slováky. Tentýž rok se rozšířila působnost o poskytování taxislužby. Rok 1952 byl významný, jelikož se tento rok zahájil provoz první trolejbusové linky do Bohdanče za pomoci šesti trolejbusů (40). Trolejbusy, které zahajovaly provoz v roce 1952 můžete vidět na obrázku číslo 6.



Obrázek 6 Zahájení provozu trolejbusů

Zdroj: (41)

V dalších letech se postupně zvětšoval počet linek a obsluhovaného území. V roce 1954 z názvu odpadl přívlastek „komunální“ a dále byl název Dopravní podnik města Pardubic. V roce 1989 se podnik stal státním podnikem. To však netrvalo dlouho a v roce 1996 se podnik stává akciovou společností. V roce 1998 začínaly první kroky pro bezbariérovou dopravu, kdy DPMP nakoupil 8 nízkopodlažních autobusů. Téhož roku DPMP rozšiřuje oblast podnikání i do další odvětví, a to zřízením autoškoly. V průběhu času bylo mnoho změn na provozovaných linkách. Mnoho jich bylo přidáno, některé zrušeny a mnohokrát se měnily trasy jednotlivých linek. V roce 2012 byla zahájena první plavební sezóna lodi Arnošta z Pardubic v režii DPMP. Nyní DPMP provozuje 30 pravidelných linek městské hromadné dopravy (40).

3.1.2 Funkční uspořádání

Společnost Dopravní podnik města Pardubic se sídlem na adrese Teplého 2141, Zelené předměstí (Pardubice V), 530 02. V obchodním rejstříku je zapsána jako akciová společnost s předmětem podnikání ve výrobě, obchodu a službách neuvedených v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona se základním jměním ve výši 225 881 000 Kč. Společnost má jediného akcionáře a tím je Statutární Město Pardubice (42).

Jelikož se jedná o akciovou společnost tak její nejvyšší orgán je Valná hromada. Valnou hromadu poté dále dělíme na dva orgány.

3.1.3 Základní rozdělní procesů

Předmětem podnikání na základě živnostenského oprávnění jsou následující činnosti (42):

- Silniční motorová doprava:
 - nákladní provozovaná vozidla nebo jízdními soupravami o nejvyšší povolené hmotnosti přesahující 3,5 tuny, jsou-li určeny k přepravě zvířat nebo věcí,
 - osobní provozovaná vozidla určenými pro přepravu více než 9 osob včetně řidiče,
 - nákladní provozovaná vozidla nebo jízdními soupravami o nejvyšší povolené hmotnosti nepřesahující 3,5 tuny, jsou-li určeny k přepravě zvířat nebo věcí.
- Osobní provozovaná vozidla určenými pro přepravu nejvýše 9 osob včetně řidiče,
- Vnitrozemská vodní doprava,
- Provozování autoškoly,
- Opravy silničních vozidel,
- Klempířství a oprava karoserií,
- Výroba, instalace a opravy elektrických spojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení,
- Montáž, opravy, revize a zkoušky plynových zařízení a plnění nádob plyny,
- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona.

Do předmětu podnikání spadá dále podnikání na základě (42):

- Úředního povolení – provozování dráhy trolejbusové na území města Pardubice a města Lázně Bohdaneč,
- Osvědčení – provádění měření emisí vozidel s vznětovým motorem.

4 NÁVRH ZAVEDENÍ ELKTROMOBILITY DO DPMP A.S.

Práce má za úkol vypočítat a zhodnotit výhodnost přechodu DPMP u využívání elektromobilů u skupiny M1 a N1, tj. osobní vozidla pro přepravu maximálně devíti osob včetně řidiče, nebo nákladní vozidla do 3,5 t. Následující část se bude věnovat ekonomičnosti a ekologičnosti. Bude zde popsán a porovnán provoz elektromobilů oproti vozidlům se spalovacím motorům. Zároveň bude porovnána spotřeba energie a celková ekonomická náročnost u obou typů pohonů.

4.1 Dopravní model

Ve spolupráci s DPMP byla pro práci poskytnuta data o nájezdech vozidel skupiny M1. Informace o najetých kilometrech a průměrné spotřebě vozidel jsou za období od ledna do listopadu roku 2019. Pro účel práce bylo vybráno 8 automobilů, přičemž se jedná o šest naftových vozidel, jedno benzínové vozidlo a jeden elektromobil. Popis jednotlivých vozů je znázorněn v tabulce číslo 5.

Tabulka 5 Vozový park DPMP

Vozidlo	Tovární značka	Obchodní označení	Typ motoru	Rok výroby
1	Škoda	Roomster Style 1.4	Diesel	2008
2	Škoda	Yeti 1.2	Benzín	2017
3	Renault	Kangoo 1.5	Diesel	2005
4	Fiat	Ducato Combi	Diesel	2015
5	Nissan	NV 200	Elektro	2017
6	Škoda	Fabia 1.4	Diesel	2003
7	Škoda	Superb kombi 2.0	Diesel	2013
8	Renault	Mégane 1.5	Diesel	2014

Zdroj: (44)

Mezi vozidly je velká diference. Ve výběru jsou vozidla s ročníkem výroby od roku 2008 do roku 2017. Díky tomuto vzorku bude možné porovnat, jaký bude mít vliv nahrazení současných vozidel za nové elektrické na celkové náklady na provoz.

Dále je diference v typu karoserie vozidel. Daný vzorek obsahuje dodávky, malá osobní vozidla i velká osobní vozidla typu kombi. Díky této diferenci bude možné porovnat nabídku osobních i užitkových vozidel. Trh s elektrickými vozidly se stále rozrůstá a téměř každá automobilka má již ve své nabídce osobní elektromobil. Nabídka užitkových elektromobilů v současné době zatím není příliš rozsáhlá. Omezení je zatím v technologii, kdy poměrnou část

nákladového prostoru zabírají baterie. Tento problém se však v blízké budoucnosti bude minimalizovat vzhledem ke zlepšení technologií v oblasti baterií. S postupem času budou baterie zabírat menší prostor, aniž by se snižoval dojezd vozidla.

Nájezdy vozidel

DPMP poskytl záznam o najetých kilometrech v období od ledna do listopadu 2019. Z těchto údajů se určí průměrný měsíční a roční nájezd. Nejdůležitější údaj z hlediska času dobíjení vozidla je průměrný denní nájezd.

V tabulce číslo 6 bude uvedena průměrná spotřeba vozidel poskytnutá DPMP. Vzhledem k absenci údaje průměrné spotřeby elektromobilu Nissan EV 200, bude hodnota uvedená v tabulce údaj o průměrné spotřebě zjištěný na internetu. Průměrná spotřeba činí 25,2 kWh/100 km (45).

Jelikož se jedná o firemní vozidla budeme počítat, že ujeté vzdálenosti se uskutečnily pouze ve všední dny. Dále při propočtech časů dobíjení a potřebnému dojezdu bez nutnosti dobíjení, se dále bude ještě přidávat rezerva pro výjimečné situace. DPMP však bude mít stále ve vlastnictví ostatní vozidla se spalovacími motory, která nejsou tak citlivá na plánování dobíjení a z toho vyplívajícího dojezdu vozidla. Pro výpočet průměrného denního nájezdu se počítalo s provozem vozidel 250 dní v roce. Vypočtené hodnoty jsou v tabulce číslo 6.

Tabulka 6 Průměrné ujeté kilometry vozidel

Vozidlo	Celkový nájezd 1-11 [km]	Průměrný měsíční nájezd [km/měsíc]	Průměrný roční nájezd [km/rok]	Průměrný denní nájezd (všední dny) [km/den]	Průměrná spotřeba
1	2 520	229	2 749	11	6,67 l/100 km
2	17 280	1 571	18 851	75	7,39 l/100 km
3	4 335	394	4 729	19	6,92 l/100 km
4	22 985	2 090	25 075	100	10,04 l/100 km
5	9 759	887	10 646	43	25,2 kWh/100 km
6	4 184	380	4 564	18	5,93 l/100 km
7	15 194	1 381	16 575	66	7,72 l/100 km
8	8 151	741	8 892	44	5,63 l/100 km

Zdroj: (44)

Při pohledu do tabulky číslo 6 je patrné, že je velký rozdíl v ujetých kilometrech na den u jednotlivých vozidel. DPMP provozuje vozidla, která průměrně za den najezdí od 11 do

100 km za den. Jediný doposud provozovaný elektromobil Nissan NV 200 za den v průměru najezdí 43 km.

4.2 Finanční analýza nákupu nových elektromobilů

Tato část se bude zabývat finanční analýzou nákupu nového elektromobilu. V předchozích částech se určila vozidla, která by mohla být nahrazena novým elektromobilem. Bude se počítat kompletní cena nového elektromobilu, pokud se na ně využijí dotace, které v současné době nabízí MPO a MZP. Poté se budou u jednotlivých vozidel počítat celkové provozní náklady. S určením nákupní ceny elektromobilu se poté vypočte doba, po kterou by vozidlo muselo jezdit, aby jeho provoz vyšel levněji než provoz vozidla se spalovacím motorem.

4.2.1 Osobní vozidla kategorie M1

V této části se budou zkoumat vozidla, která by byla registrovaná jako vozidla kategorie M1. Toto rozdělení bude ve finanční analýze podstatné z hlediska výše možné poskytnuté dotace viz pododíl 1.4.1. V této kategorii jako vzorek poslouží tři vozidla. Vybrány byly dva elektromobily a jeden Plug-in hybrid. Zkoumané vozy budou Škoda Citigo-e iV, Volkswagen e-Golf a Toyota Prius Plug-in hybrid. Hlavní zkoumané technické ukazatele budou u těchto vozidel dojezd, spotřeba a cena.

Škoda Citigo-e iV

Tento vůz se prezentuje jako nejlevnější elektromobil. Jeho cena začíná na 479 900 Kč včetně DPH. Elektromobil od společnosti Škoda nabízí dojezd 252 km na jedno nabití. Hodnoty emisí a dojezdu u nových vozů jsou zjištěny dle nového homologačního standartu WLTP (Worldwide Harmonized Light Duty Vehicles Test Procedure). Kombinovaná spotřeba u vozu Škoda Citigo-e iV je udávaná na 14,8 kWh na 100 km, a přitom nabízí rekuperaci brzděné energie. Obsah baterie udávaný výrobcem je 36,8 kWh. Jelikož se jedná o elektromobil poháněný výhradně na elektrickou energii, jsou emise vykazované z provozu 0 g CO₂ na každý ujetý kilometr (46).

Výrobce u tohoto vozidla udává rychlost nabití na 80 % kapacity baterie za 12 hodin a 43 minut pomocí standartní zásuvky. Pomocí wallboxu je dobití na 80 % kapacity baterie za 4 hodiny a 12 minut (47). 80 % kapacity teoreticky znamená dojezd 200 km. Dále se při výpočtu přidá rezerva z důvodu delší trvání dobití na 100 % kapacity. Při použití pomalého dobíjení ze zásuvky vychází přibližné zvýšení dojezdu o 14 km za jednu hodinu. Při použití wallboxu činí zvýšení dojezdu 45 km za hodinu.

Výsledná cena při uplatnění dotací od MPO nebo MŽP na vůz Škoda Citigo-e iV je uvedena v tabulce číslo 7.

Tabulka 7 Cena vozu Škoda Citigo-e iV

	Bez DPH	DHP	Celkem
Standardní cena (Základní výbava)	396 612 Kč	83 288 Kč	479 900 Kč
Výše dotace MPO	Nesplňuje podmínky		
Cena po dotaci MPO	396 612 Kč	83 288 Kč	479 900 Kč
Výše dotace MŽP	158 645 Kč		
Cena po dotaci MŽP	237 967 Kč	83 288 Kč	312 255 Kč
Podpora na dobíjecí stanici MŽP	20 000 Kč		

Zdroj: (Autor)

Při nákupu vozu Škoda Citigo-e iV není možné uplatnit dotaci od MPO viz pododdíl 1.4.1. Naopak se dá uplatnit podpora od MŽP. Výše této podpory by činila 158 645 Kč. Dále by se dalo požádat o dotaci na dobíjecí stanici ve výši 20 000 Kč. Celková dotace by tedy činila 178 645 Kč a výsledná cena vozu 312 255 Kč.

Volkswagen e-Golf

Elektromobil od automobilky Volkswagen. Tento vůz je jeden z nejnověji představených vozů firmy Volkswagen. Cena tohoto vozu značně převyšuje cenu Škody Citigo-e iV. Cena v základní výbavě činí 882 900 Kč (48).

Výrobce u tohoto vozu udává dojezd při kombinovaném provozu (městský a mimoměstský provoz) 231 km s udávanou kapacitou baterie 35,8 kWh. Stejně jako u minulého vozidla byla dojezdová vzdálenost měřena dle homologačního standardu WLTP. Udávaná spotřeba vozidla výrobce je 13,2 kWh na 100 s 16" koly a 14,1 se 17" koly. Vzhledem k tomu, že k základní výbavě jsou dodávána 16" kola, se bude počítat s hodnotou 13,2 kWh na 100 km. E-Golf je plně elektrický vůz stejně jako Škoda Citigo-e iV, tudíž emise vykazované z provozu jsou 0 g CO₂ (48).

Výrobce udává rychlost dobíjení na plnou kapacitu za cca 17 hodin. Tento čas lze dosáhnout při použití klasické zásuvky o napětí 230 V. Při použití wallboxu s maximálním proudem 32 A se vozidlo dobije za 5 hodin a 20 minut (49). Tyto výsledky se dají poté přepočítat na zvýšení dojezdu za jednu hodinu. Prvním pomalejším způsobem se za hodinu zvýší dojezd o 13,5 km. Druhý rychlejší způsob poté zvýší dojezd vozidla o 43 km za hodinu.

Výsledná cena při uplatnění dotací od MPO nebo MŽP na vůz e-Golf je uvedena v tabulce číslo 8.

Tabulka 8 Cena vozu Volkswagen e-Golf

	Bez DPH	DHP	Celkem
Standardní cena (Základní výbava)	729 669 Kč	153 231 Kč	882 900 Kč
Výše dotace MPO	Nesplňuje podmínky		
Cena po dotaci MPO	729 669 Kč	153 231 Kč	882 900 Kč
Výše dotace MŽP	250 000 Kč		
Cena po dotaci MŽP	479 669 Kč	153 231 Kč	632 900 Kč
Podpora na dobíjecí stanici MŽP	0 Kč		

Zdroj: (Autor)

Stejně jako u předchozího vozu není možné uplatnit dotaci od MPO. Při využití dotace od MŽP činí výše dotace 250 000 Kč. To je maximální podpora, kterou v této dotační výzvě je možné dostat. V tabulce číslo 8 je uvedena podpora na dobíjecí stanici od MŽP 0 Kč. To je z důvodu, že již veškeré možné prostředky byly přiděleny částce 250 000 Kč, která je určena pro nákup vozidla e-Golf. Celková cena činí 632 900 Kč. Pokud by subjekt měl zájem o pořízení dobíjecí stanice, budou vznikat další náklady.

Toyota Prius Plug-in hybrid

Pravděpodobně nejznámější hybrid. Toyota vyrábí model Prius už od roku 1997. Nejnovější model Prius Plug-in hybrid stojí 990 900 Kč. Tento model nabízí kombinaci pohonu na elektrickou energii a benzín. Tato kombinace zajišťuje dojezd 1 141 km. Výrobce přitom udává, že je možné ujet až 50 km čistě na elektrickou energii. Vůz disponuje baterií s kapacitou 8,8 kWh. Spotřebu můžeme tedy určit jako 17,6 kWh na 100 km. Spotřeba benzínu je udávána 1,2 l na 100 km. Průměrně poté vůz vypustí 28 g CO₂/km, avšak vůz má nulové emise, pokud jezdí pouze na elektriku (50, 51). Výsledná cena při uplatnění dotací od MPO nebo MŽP na vůz Toyota Prius Plug-in Hybrid je uvedena v tabulce číslo 9.

Tabulka 9 Cena vozu Toyota Prius Plug-in hybrid

	Bez DPH	DHP	Celkem
Standardní cena (Základní výbava)	818 926 Kč	171 974 Kč	990 900 Kč
Výše dotace MPO	Nesplňuje podmínky		
Cena po dotaci MPO	818 926 Kč	171 974 Kč	990 900 Kč
Výše dotace MŽP	200 000 Kč		
Cena po dotaci MŽP	618 926 Kč	171 974 Kč	790 900 Kč
Podpora na dobíjecí stanici MŽP	Pouze při pořízení elektromobilu		

Zdroj: (Autor)

U tohoto vozu opět nebyla splněna podmínka na dotaci od MPO. Jelikož je hranice minimální částky podpory 250 000 Kč a z celkové částky se pro velké podniky může dotovat maximálně 20 %, musela by být cena vyšší než 1 250 000 Kč. To by se dalo pouze v případě luxusnějších elektromobilů, nebo při nákupu více vozidel najednou. Výsledná cena za Toyotu Prius tedy činí 790 900 Kč. Z důvodu menší podpory a vyšší ceny se již práce nebude zabývat tímto vozidlem.

4.2.2 Nákladní vozidla kategorie N1

Tato část se bude zabývat finanční analýzou vozidel v kategorii N1. Tato kategorie vozidel se příliš neliší od kategorie vozidel M1. Nejdůležitější rozdíl je v našem případě výše dotace, která se na vozidla může dostat. U těchto vozidel se dále zavede ještě jeden důležitý ukazatel a tím bude objem nákladového prostoru. Nabídka vozidel skupiny N1, tedy nákladní vozy do 3,5 t není v současné době veliká. V následujících dvou letech by však většina automobilek měla mít své zastoupení v této kategorii. Zkoumané vozy budou Renault MASTER Z.E. a Renault KANGOO Maxi Z.E. dvoumístný.

Renault MASTER Z.E.

MASTER Z.E. je plně elektrická dodávka od firmy Renault. Nabízí šest variant nákladového prostoru. Pro účely bakalářské práce byla vybrána neprostornější varianta L3H2 R75, která v základní výbavě stojí 1 610 000 Kč. Dodávka je vhodná pro městský provoz a v těchto podmínkách nabízí 120 km reálného dojezdu. Baterie disponuje kapacitou 33 kWh, což udává spotřebu přibližně 27 kWh na 100 km. MASTER Z.E. již v základní verzi nabízí funkci rekuperačního brzdění (52).

Výrobce udává dva časy dobítí podle použitého způsobu. První způsob je dobíjení za pomoci zásuvky s napětím 220 V. Tímto způsobem je možné dobít vůz za 12 hodin. Druhý udávaný způsob je použití 7,4kW jednofázové dobíjecí stanice s elektrickým proudem o velikosti 32 A. Jinak řečeno se jedná o wallbox a vozidlo se dobije do plné kapacity za 6 hodin. (52). Tyto výsledky se dají poté přepočítat na zvýšení dojezdu za jednu hodinu. Prvním pomalejším způsobem se za hodinu zvýší dojezd o 10 km. Druhý rychlejší způsob zvýší dojezd vozidla o 24 km za hodinu.

U této dodávky se dá nákladový prostor naložit až pěti paletami. Celkový objem nákladového prostoru je 13 m³ (52). Výsledná cena při uplatnění dotací od MPO nebo MŽP na vůz Renault MASTER Z.E. je uvedena v tabulce číslo 10.

Tabulka 10 Cena vozu Renault MASTER Z.E.

	Bez DPH	DHP	Celkem
Standardní cena (Základní výbava)	1 330 579 Kč	278 421 Kč	1 610 000 Kč
Výše dotace MPO	399 174 Kč		
Cena po dotaci MPO	931 405 Kč	278 421 Kč	1 209 826 Kč
Výše dotace MŽP	500 000 Kč		
Cena po dotaci MŽP	880 579 Kč	278 421 Kč	1 159 000 Kč
Podpora na dobíjecí stanici MŽP	0 Kč		

Zdroj: (Autor)

Dle tabulky číslo 10 je vidět, že dotace od MŽP je vyšší o více než 100 000 Kč oproti MPO. Cena s touto dotací by docílila ceny 1 159 000 Kč včetně DPH.

Renault KANGOO Maxi Z.E.

Další vůz od výrobce Renault. Vůz v základní výbavě stojí 704 900 Kč. Tento vůz s porovnáním s druhým zkoumaným vozem od značky Renault stojí méně než polovinu přechozího zkoumaného. Vůz je stejně jako druhý zkoumaný vybavený baterií o obsahu 33 kWh a také nabízí funkci rekuperačního brzdění. Výrobce však udává dojezd až 200 km v reálných podmínkách (53). Při tomto dojezdu vychází spotřeba přibližně 16 kWh na 100 km.

Výrobce udává dva časy dobítí podle použitého způsobu. První způsob je dobíjení za pomoci zásuvky s napětím 220 V. Tímto způsobem je možné dobít vůz za 12 hodin. Druhý udávaný způsob je použití 7,4kW jednofázové dobíjecí stanice s elektrickým proudem o velikosti 32 A. Jinak řečeno se jedná o wallbox a vozidlo se dobije do plné kapacity za 6 hodin. (53). Tyto výsledky se dají poté přepočítat na zvýšení dojezdu za jednu hodinu. Prvním pomalejším způsobem se za hodinu zvýší dojezd o 16,5 km. Pomocí wallboxu se zvýší dojezd vozidla o 33 km za hodinu.

Jedná se o menší dodávku. Nákladový prostor u tohoto vozu je pouhých 4,6 m³ (53). Výsledná cena při uplatnění dotací od MPO nebo MŽP na vůz Renault MASTER Z.E. je uvedena v tabulce číslo 11.

Tabulka 11 Cena vozu Renault KANGOO Maxi Z.E.

	Bez DPH	DHP	Celkem
Standardní cena (Základní výbava)	607 355 Kč	127 545 Kč	734 900 Kč
Výše dotace MPO	Nesplňuje podmínky		
Cena po dotaci MPO	607 355 Kč	127 545 Kč	734 900 Kč
Výše dotace MŽP	242 942 Kč		
Cena po dotaci MŽP	364 413 Kč	127 545 Kč	491 958 Kč
Podpora na dobíjecí stanici MŽP	20 000 Kč		

Zdroj: (Autor)

Výsledná cena vychází 491 958 Kč. Dále je možné zažádat navíc o 20 000 Kč na podporu výstavby dobíjecí stanice. Při porovnání s MASTER Z.E. je markantní rozdíl v ceně i dojezdu. Cena je nižší o téměř 700 000 Kč a napříč tomu má levnější vozidlo téměř dvojnásobný dojezd. Jediná vlastnost, ve které vyčnívá MASTER Z.E. je velikost nákladového prostoru.

4.3 Dobíjení elektromobilů

Tato problematika je jedna z nejdůležitějších faktorů, nad kterými uvažují lidé při představě o pořízení nového elektromobilu. Tato otázka zahrnuje několik faktorů, které se musí brát v potaz. Při této otázce si subjekt musí položit otázku, jaký bude mít denní nájezd, kde bude nejvíce nabíjet elektromobil a jak rychle ho potřebuje mít dobítý. Dobíjení elektromobilů bylo již teoreticky popsáno ve druhé kapitole. Viz pododdíl 2.1.1 nabíjení elektromobilu by mělo probíhat převážně v domácnostech, nebo v zázemí firem. Dobíjení na rychlodobíjecích stanicích by mělo probíhat pouze výjimečně při dlouhých cestách a nemělo by se využívat na denní bázi. Následující část se z tohoto důvodu bude věnovat pouze dobíjení pomocí wallboxu nebo zásuvky.

Odebraná energie pro plné dobití

Pro výpočty se budou využívat hodnoty kapacity baterií které jsou uvedené v oddílu 5.2. Pro lepší přehled budou jednotlivé údaje znovu přehledně uvedené v tabulce č. 12. V tabulce číslo 12 bude kromě kapacity také uvedená hodnota spotřeby elektrické energie na 100 km.

Tabulka 12 Přehled kapacit baterií a spotřeby vybraných elektromobilů

	Kapacita baterie	Spotřeba elektrické energie
Škoda Citigo-e iV	36,8 kWh	14,8 kWh/100 km
Volkswagen e-Golf	35,8 kWh	13,2 kWh/100 km
Renault MASTER Z.E.	33 kWh	27 kWh/100 km
Renault KANGOO Maxi Z.E.	33 kWh	16 kWh/100 km

Zdroj: (Autor)

První věc, se kterou se při nabíjení elektromobilu musí počítat je energetická ztráta. Ministerstvo energetiky USA a jeho úřad pro energetickou účinnost vydalo studii, která zkoumá účinnost a energetickou ztrátu vozidel. Studie se věnuje elektromobilům i vozidlům se spalovacím motorem. Dle této studie se během procesu nabíjení ztratí přibližně 16 % elektrické energie, proto je důležité si nejprve zjistit, kolik se celkem odebere elektrické energie ze sítě (54). Celkové množství odebrané energie se určí pomocí vzorce, který se odvodí pomocí dostupných veličin. S využitím vzorce číslo 1. a hodnot kapacit baterie z tabulky číslo 12 se vypočítá celková odebraná energie. Dosažené výsledky budou prezentovány v tabulce číslo 13.

$$E_c = C \cdot (1 + \mu) \quad [\text{kWh}] \quad (1)$$

Kde: E_c celková potřebná energie [kWh]

C kapacita baterie [kWh]

μ účinnost nabíjecího procesu

Tabulka 13 Celková odebraná energie pro plné dobití

Škoda Citigo-e iV	42,7 kWh
Volkswagen e-Golf	41,5 kWh
Renault MASTER Z.E.	38,3 kWh
Renault KANGOO Maxi Z.E.	38,3 kWh

Zdroj: (Autor)

Doba nabíjení elektromobilu

Následující část se bude věnovat schopnosti nových elektromobilů zvládat současné dopravní výkony DPMP. S využitím tabulky číslo 6, kde jsou uvedeny denní nájezdy vozidel v DPMP a informací z oddílu 4.2 bude možné určit, zda by nové elektromobily bylo možné využít. Jedná se o problematiku, zda se elektromobily v době v prostoji dokážou dostatečně nabít, aby byli schopni být bez omezení v provozu.

Sumarizovaná data z oddílu 4.2 jsou uvedena v tabulce číslo 14.

Tabulka 14 Sumarizace hodnot časů dobíjení a dojezdu u vybraných elektromobilů

Vozidlo	Zvýšení dojezdu za hodinu		Dojezd
	Klasická zásuvka	Wallbox	
Škoda Citigo-e iV	14 km/h	45 km/h	252 km
Volkswagen e-Golf	13,5 km/h	43 km/h	231 km
Renault MASTER Z.E.	10 km/h	24 km/h	120 km
Renault KANGOO Z.E.	16,5 km/h	33 km/h	200 km

Zdroj: (Autor)

Při porovnání dat z tabulky č.14 a tabulky číslo 6 je možné dojít k několika závěrům. Na provoz vozu Škoda Citigo-e iV by stačila klasická zásuvka, aby vozidlo bylo stále připravené k provozu. Vzhledem k maximálnímu průměrného nájezdu vozidla DPMP, který činí 100 km za den se dá konstatovat, že elektromobil Škoda Citigo-e iV o dojezdu 252 km na plnou baterii a přibližnému času 7 hodin pro navýšení dojezdu o 100 km není zapotřebí wallbox. Wallbox by poté zkrátil dobíjení na přibližně 2 hodiny 10 minut. To znamená, že elektromobil Škoda Citigo-e iV by se dal provozovat za současných dopravních výkonů vozidel DPMP bez nutnosti použití wallboxu a stále by byl k dispozici, za předpokladu, že by se každý večer dobíjel ze sítě.

Stejně by platilo pro elektromobily Volkswagen e-Golf a Renault KANGOO Z.E., kdy by se pouze nepatrně zvýšil čas pro nabíjení na zvýšení dojezdu o 100 km. Za stávajících podmínek by však vozidla měla zvládat současné dopravní výkony dopravního podniku, a to i bez používání wallboxu.

Jiný případ nastává u elektromobilu Renault MASTER Z.E., kdy vozidlo disponuje menším dojezdem a delší dobou dobíjení. Teoretický dojezd 120 km by v průměrném dni stačil natolik, aby vozidlo zvládlo bez nabíjení dojet 100 km bez nabíjení, nehledě na to, že by se vůz dobíjel 10 hodin do plné kapacity baterie. Pro tento specifický případ by bylo nutné plánovat cesty tak, aby nepřekročily hranici 100 km. Při maximálním dojezdu 120 km by zbylých 20 km sloužilo jako rezerva. A z důvodu vysoké dobíjecí doby by bylo vhodné využití wallboxu.

4.4 Náklady na provoz

Tento oddíl se bude věnovat nákladům na provoz vozidel. Věnovat se bude nákladům na provoz současného vozového parku v DPMP a teoretickým nákladům potřebným na provoz nového elektromobilu.

4.4.1 Provozní náklady současného vozového parku

Náklady na provoz vozidla nejsou pouze náklady na PHM. Provozní náklady obsahují veškeré náklady, které je nutno vynaložit na provoz vozidla. Pro určení provozních nákladů je nutné uvažovat ve střednědobém až dlouhodobém horizontu. Například při nákupu dálniční známky nám vzniká jednorázový náklad, který se také musí přičíst k nákladům a poté ho vztáhnout na ujeté kilometry.

Tyto náklady obsahují mnoho neznámých, které se ukážou pouze časem. Jako příklad se uvádí opravy automobilu. Poruchovost vozidel je velice nevyzpytatelná a záleží na mnoha faktorech. Každý automobil je svým způsobem jedinečný. Poruchovost může ovlivňovat i nejmenší odchylka při výrobě. Každý detail určuje životnost automobilu a nemůže se nijakým způsobem ovlivnit. Chování řidiče vozidla je na druhou stranu úplně jiná věc. Chování řidiče je faktor, který může zásadním způsobem zkrátit životnost vozidla a tím pádem způsobit vyšší náklady na servis vozu. To vše v konečném důsledku opět zvýší provozní náklady. V opačném případě se dá říct, že správné zacházení s vozem může mít za důsledek minimální poruchovost vozidla, která naopak sníží provozní náklady. Nelze ani opomíjet pravidelnou údržbu vozu. Pravidelná údržba je další velice důležitý prvek, který je potřeba dodržovat pro zachování co nejdelší životnosti vozidla.

Výpočet celkových provozních nákladů není z hlediska budoucích nákladů možné vypočítat naprosto přesně. Pokud se budou porovnávat provozní náklady u elektromobilů a u vozidel se spalovacím motorem je možné však určit jeden zásadní rozdíl. Rozdíl spočívá v nákladech na údržbu vozidla. Elektromobily jsou v hodně zjednodušeném slova smyslu o mnohem jednodušší. U elektromobilů odpadají některé problémy se spotřebním zbožím, které spalovací motory potřebují. Elektromotory například nepotřebují měnit svíčky, palivové filtry nebo třeba olej. Tyto komponenty je potřeba u spalovacích motorů pravidelně kontrolovat a měnit. Jelikož je elektromotor daleko více efektivnější má i vyšší životnost, protože není vystavován vysokým tlakům, teplotám nebo tření (55). Tyto odhady jsou však jen velmi teoretické, a proto se do výpočtů nebudou zahrnovat.

DPMP pro účely práce poskytl informace o ceně nákupu nafty. Dle poskytnutých informací vychází průměrná cena na litr nafty 28,8 Kč včetně DPH. Tato částka byla vypočtena z údajů za rok 2019. Jelikož DPMP má již ve vlastnictví jeden elektromobil je potřeba znát i průměrnou cenu nákupu elektrické energie. Cena za rok 2019 byla 2,61 Kč/kWh. Za použití

dostupných cen PHM a tabulky číslo 6 se vypočítají náklady na PHM za rok pro jednotlivá vozidla ve vlastnictví DPMP. Výsledky budou uvedeny v tabulce číslo 15.

Výpočet nákladů na PHM pro vozidlo číslo 2, jenž je vybaveno benzínovým motorem se využije průměrná cena benzínu za rok 2019. Průměrná cena benzínu v roce 2019 je 33,10 Kč/l (56).

Tabulka 15 Náklady na PHM za rok 2019

Vozidlo	Roční spotřeba PHM	Náklady na PHM za rok	Náklady na jeden km
1	183,4 l	5 282 Kč	1,9 Kč/km
2	1 393 l	46 108 Kč	2,4 Kč/km
3	327,2 l	9 423 Kč	2 Kč/km
4	2 517,5 l	72 504 Kč	2,9 Kč/km
5	2 632,4 kWh	6 871 Kč	0,6 Kč/km
6	270,6 l	7 793 Kč	1,7 Kč/km
7	1 279,6 l	36 852 Kč	2,2 Kč/km
8	500,6 l	14 417 Kč	1,6 Kč/km

Zdroj: (Autor)

Provoz elektromobilu, pokud se jedná pouze o náklady vynaložené na PHM vychází zdaleka nejlépe. Pro kompletní analýzu je nutné přidat do výpočtů i cenu, za kterou se vůz pořídil. Další část se bude věnovat finanční analýze vybraných elektromobilů. Pro lepší představu se výpočty doplní cenami za stejné modely vozidel ve variantě se spalovacím motorem a jejich provozními náklady.

4.4.2 Provozní náklady nového vozidla

Pro výpočet výhodnosti nákupu nového elektromobilu bude zapotřebí porovnat cenovou výhodnost elektromobilu oproti vozidlu se spalovacím motorem. Elektromobily jsou dražší na pořízení oproti vozidlům se spalovacími motorem. To následně kompenzují menší provozní náklady. Cílem této části bude zjistit po jaké době se elektromobil může vyplatit.

Při výpočtu se bude uvažovat pouze pořizovací cena a náklady na PHM. Do nákladů by se měly zahrnovat všechny náklady, které vzniknou v průběhu používání vozu. Takovéto odhady jsou velmi složité a často nepřesné, proto se do budoucích výpočtů nebudou brát v potaz. Náklady, které při provozu vzniknou a lze s nimi počítat za každou cenu existují. Jako příklad je možné uvést povinné ručení vozidla. Povinné ručení vozidla je poplatek, který se musí platit, pokud se chce daným vozidlem jezdit. Z důvodu, že vzniká u všech vozidel, bez ohledu na typ paliva je možné ho z budoucích výpočtů vynechat. Obecně v ceně povinného

ručení mohou vzniknout rozdíly v ceně. Tyto rozdíly v ceně povinného ručení však u nového vozidla jsou minimální, a proto se nebudou brát v potaz.

Automobilky postupně opouštějí trh se spalovacími motory a vydávají se plně elektrickou cestou. To je případ i automobilky Škoda. Zkoumaný model Škoda Citigo-e iV již svého protichůdce nemá. Automobilka Škoda již úplně přerušila výrobu modelu Škoda Citigo se spalovacím motorem a dále prodává pouze elektrifikovanou verzi. Jako náhrada se proto využije vůz Volkswagen Up! Tento vůz je téměř identický s modelem Citigo, a proto se využije jako náhrada. V tabulce číslo 16 budou uvedeny pořizovací ceny protějšků vozů se spalovacím motorem a s jejich udávanou spotřebou.

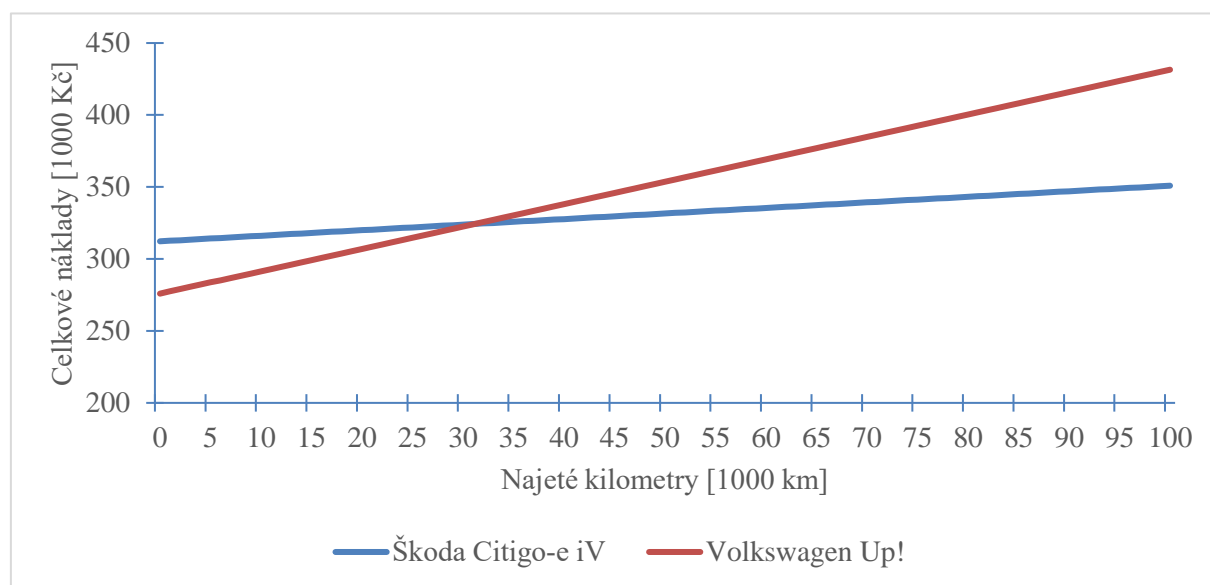
Tabulka 16 Ceny a spotřeby protějšků vybraných elektromobilů

	Pořizovací cena včetně DPH	Udávaná spotřeba
Volkswagen Up!	275 900 Kč	4,7 l/100 km
Volkswagen Golf	479 900 Kč	4,9 l/100 km
Renault MASTER	777 000 Kč	7,4 l/100 km
Renault KANGOO	413 000 Kč	5,3 l/100 km

Zdroj: (57, 58, 59, 60)

S využitím tabulky číslo 16, zjištěných dat v oddílu 4.2 a informací poskytnutých DPMP se vypočítá vývoj ceny v čase. Vždy se bude jednat o vozidla stejné kategorie, pouze s rozdílem typu používaného paliva.

Na obrázku číslo 8 je znázorněn vývoj nákladů na PHM u vozů Škoda Citigo-e iV a Volkswagen Up! se započítáním pořizovací ceny.

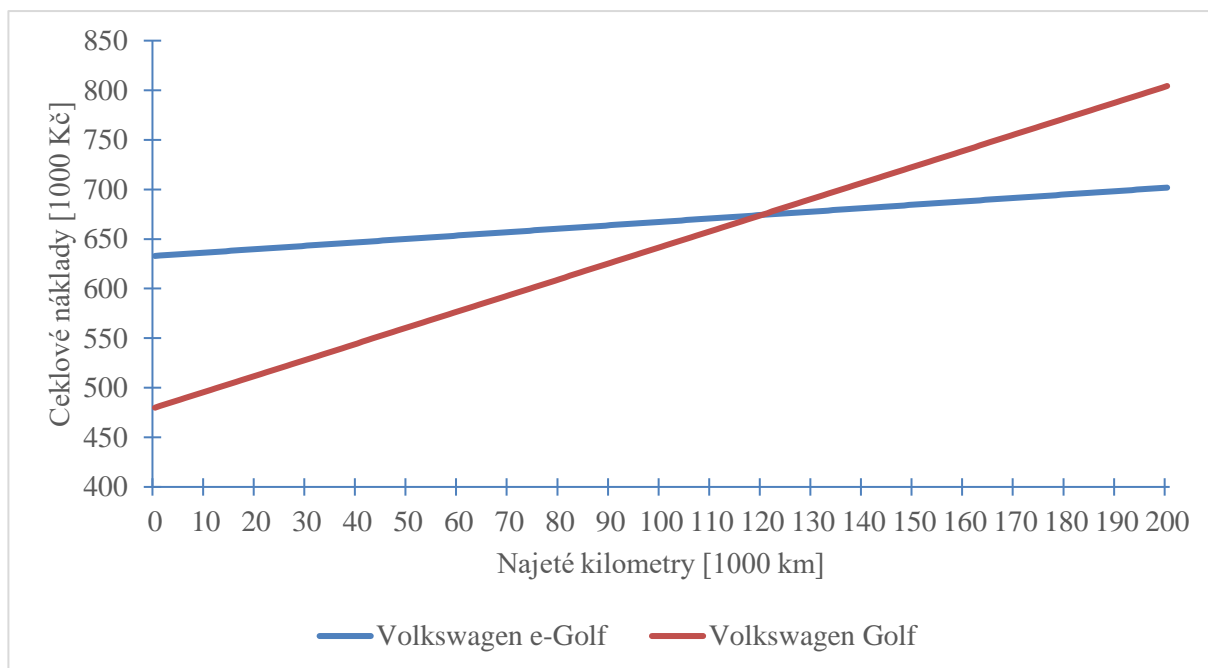


Obrázek 8 Vývoj nákladů vozů Škoda Citigo-iV a Volkswagen Up!

Zdroj: (Autor)

Pořizovací náklady vozu Škoda Citigo-e iV jsou větší, avšak cena na jeden ujetý kilometr je nižší. Vývoj provozních nákladů s postupem najetých kilometrů vychází lépe elektromobil. Při porovnání vozidel Škoda Citigo-e iV a Volkswagen UP! vychází, že po započítání pořizovací ceny a nákladů na jeden kilometr bude výhodnější vůz Škoda už po přibližně 30 000 km.

Na obrázku číslo 9 je znázorněn vývoj nákladů na PHM u vozů Volkswagen e-Golf a Volkswagen Golf se započítáním pořizovací ceny.

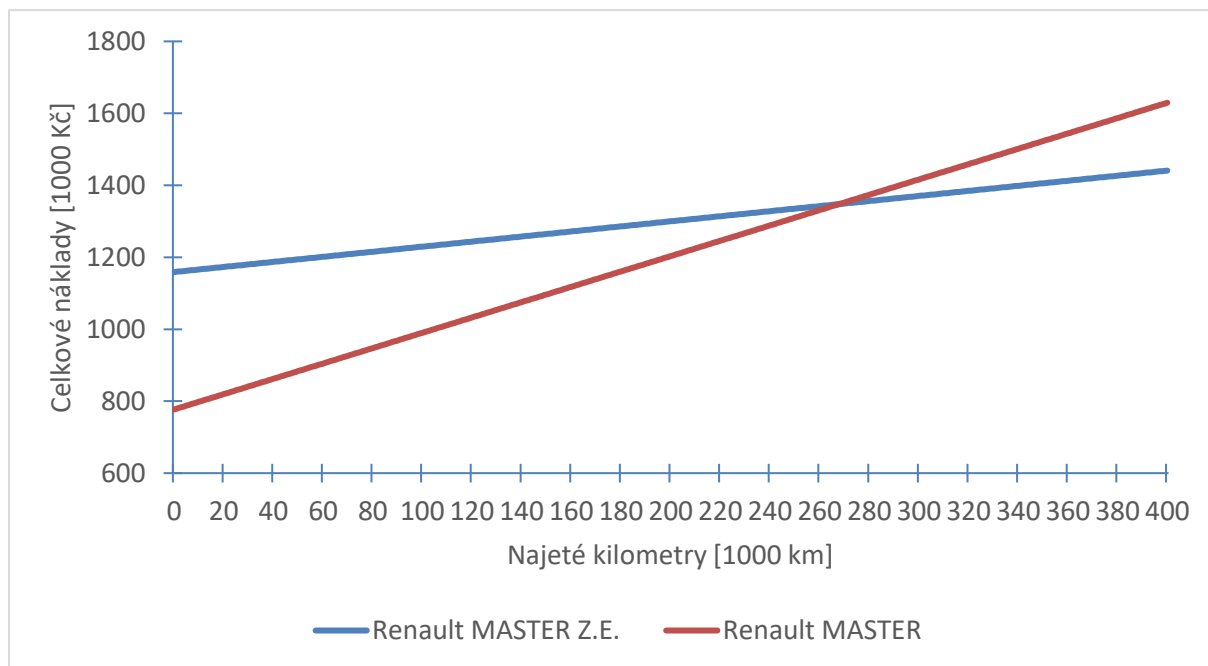


Obrázek 9 Vývoj nákladů vozů Volkswagen e-Golf a Volkswagen Golf

Zdroj: (Autor)

Průběh nákladů u vozů Volkswagen e-Golf a Volkswagen Golf probíhá velmi podobně jako u minulého porovnání. Vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům je elektromobil zprvu dražší. Náklady na jeden ujetý kilometr jsou naopak nižší. Bod zvratu, kdy budou celkové náklady na provoz elektromobilu menší se nachází na hranici přibližně 120 000 km. Hranice, při které se stává elektromobil výhodnější je oproti předchozímu případu posunutá o přibližně 90 000 km. To má za důsledek větší rozdíl pořizovací ceny elektrického a spalovacího motoru.

Na obrázku číslo 10 je znázorněn vývoj nákladů na PHM u vozů Renault MASTER Z.E. a Renault MASTER se započítáním pořizovací ceny.

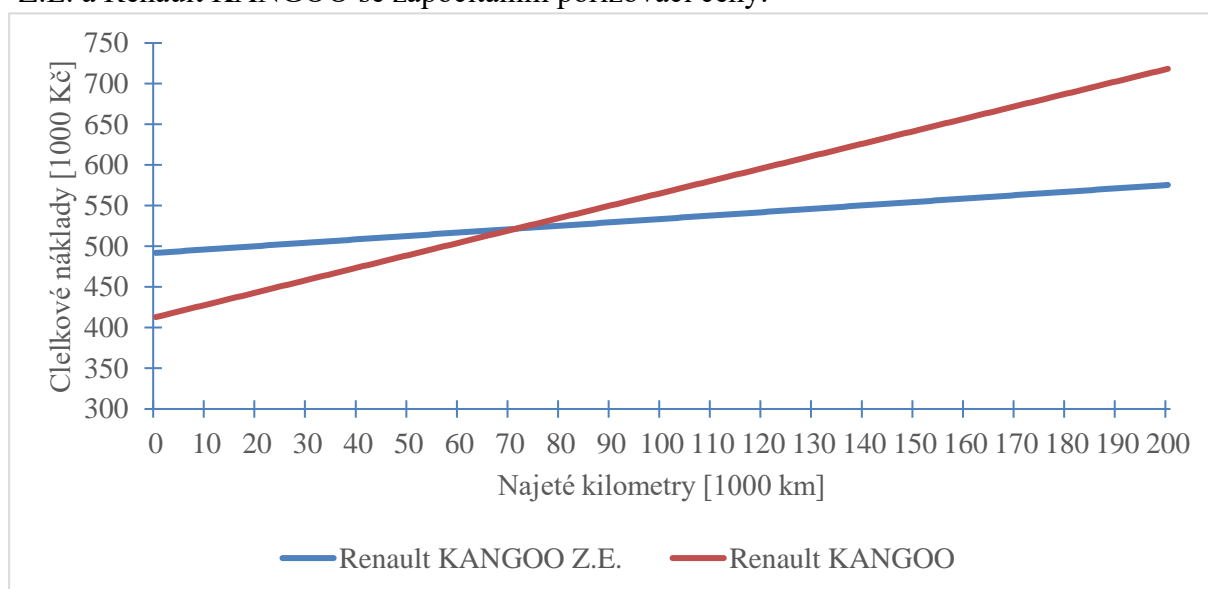


Obrázek 10 Vývoj nákladů vozů Renault MASTER Z.E. a Renault MASTER

Zdroj: (Autor)

Elektromobil Renault MASTER Z.E. má z vybraných elektromobilů největší pořizovací cenu. S tím souvisí i největší rozdíl mezi cenou pořízení elektrického nebo spalovacího motoru. S postupem času se však elektromobil stává opět výhodnější, a to při překročení hranice přibližně 270 000 km.

Na obrázku číslo 11 je znázorněn vývoj nákladů na PHM u vozů Renault KANGOO Z.E. a Renault KANGOO se započítáním pořizovací ceny.



Obrázek 11 Vývoj nákladů vozů Renault KANGOO Z.E. a Renault KANGOO

Zdroj: (Autor)

Stejně jako u všech předchozích zkoumaných porovnání vychází z dlouhodobého hlediska lépe elektromobil. V tomto případě při zakoupení elektromobilu Renault KANGOO Z.E. nastává bod zvratu na hranici 70 000 km.

Návratnost při současných dopravních výkonech

Autor již uvedl výsledky provozních nákladů nového vozidla v minulém oddílu. Díky informaci, kdy nastává bod zvratu tzn. že provozní náklady na elektromobil jsou menší, než provozní náklady vozidel se spalovacím motorem se může vypočítat časová výhodnost elektromobilů za podmínky uskutečňování stejných dopravních výkonů DPMP za rok 2019.

Moment, kdy budou celkové provozní náklady elektromobilu menší nastává u vybraných elektromobilů ve chvíli:

- Škoda Citigo-e iV – 30 000 km
- Volkswagen e-Golf – 90 000 km
- Renault MASTER Z.E. – 270 000 km
- Renault KANGOO Z.E. – 70 000 km

S využitím dat z tabulky číslo 6 o průměrném nájezdu vozidel se určí za jakou dobu se elektromobily stávají výhodnější, za podmínky stejných ročních nájezdů v následujících letech. Výsledky jsou uvedené v tabulce číslo 17.

Tabulka 17 Zlom výhodnosti elektromobilů

Průměrný roční nájezd [km/rok]	Škoda Citigo-e iV [roky]	Volkswagen e-Golf [roky]	Renault MASTER Z.E. [roky]	Renault KANGOO Z.E. [roky]
2 749	10,9	32,7	98,2	25,5
18 851	1,6	4,8	14,3	3,7
4 729	6,3	19,0	57,1	14,8
25 075	1,2	3,6	10,8	2,8
10 646	2,8	8,5	25,4	6,6
4 564	6,6	19,7	59,2	15,3
16 575	1,8	5,4	16,3	4,2
8 892	3,4	10,1	30,4	7,9

Zdroj: (Autor)

Data v tabulce číslo 17 se pohybují v rozmezí od 1 do skoro 100 let. Elektromobil Škoda Citigo-e iV vychází z hlediska celkových nákladů od 1,2 do 10,9 let v závislosti, se kterým dopravním výkonem se počítá. U těchto hodnot jen nutné brát v potaz životnost elektromobilu.

Pro tento specifický případ se může konstatovat, že životnost 1,2 roku, kdy začne elektromobil vycházet finančně lépe je téměř zaručená a další hodnoty jsou také velice reálné.

U elektromobilu Volkswagen e-Golf jsou hodnoty v rozměni od 3,6 do 32,7 roku. Podobně vycházejí hodnoty u elektromobilu Renault KANGOO Z.E., kdy rozmezí je od 2,8 do 25,5 roku. Nejnižší vypočítané hodnoty jsou opět naprosto reálné životnosti vozidel. U nejvyšších hodnot už je doba životnosti vozidla spíše nereálná, avšak to jsou výsledky s nejmenším ročním dopravním výkonem 2 749 km/rok. To je velmi malý roční nájezd a nové vozidlo by bylo značně nevyužito.

Renault MASTER Z.E. je na tom s výsledky značně hůře. Nejnižší hodnota je 10,8 roku. Po deseti letech je vozidlo už značně zastaralé a v současné době ještě není řádně otestována životnost baterií, které se dávají do nových elektromobilů. Z ekonomického hlediska je tato varianta nevýhodná a neměla by se uskutečnit. V budoucnu se počítá s rozvojem technologií baterií, které budou v důsledku levnější s větším dojezdem. Zlevnění elektromobilů poté otevře dveře i pro využívání větších nákladních vozidel.

Doporučení pro Dopravní podnik

Z výsledků vypočítaných v této kapitole by autor doporučil využít některou z nabízených možností státní podpory nákupu nových elektromobilů a pořídit jeden či více nových elektromobilů. Nabídka nových elektromobilů je stále větší a technologie využívané v nových elektromobilech jsou stále vyspělejší. Z ekonomického hlediska a celkových provozních nákladů popsanych v oddílu 4.4 vychází, že v průběhu času vychází elektromobily levněji. Ekonomická i ekologická stránka nakloněny pořízení nového elektromobilu.

ZÁVĚR

Cílem práce byla možnost zavedení elektromobility pro servisní vozidla do DPMP. Pro účely práce bylo nutné pospat elektromobilitu jako celek. Autor se zabýval tématem jako jednoho komplexního celku. Pro pochopení elektromobility nestačí znát pouze nabídku elektromobilů s jejími technickými parametry. Přejít na elektromobilu musí znamenat změnu v chování celé společnosti. Bakalářská práce řešila problematiku dobíjení, statní podpory nebo technologickými nedostatky současných elektromobilů.

V první kapitole byl jasně vymezen pojem elektromobilita, co vše obsahuje a jaké dopravní prostředky se mezi elektromobily mohou řadit. Poté byl popsán historický vývoj, a zde bylo vidět, že elektromobilita není vynález 20. ani 21. století, nýbrž již 30. léta 19. století. V následující části práce bylo popsáno rozdělení elektromobilů. V této části bylo vymezeno, že elektromobily nejsou pouze automobily poháněné čistě elektrickou energií, která se skladuje v bateriích. Mezi elektromobily patří i kombinace různých pohonů jako třeba kombinace spalovacího a elektrického motoru.

Ve druhé kapitole byli popsány dobíjecí stanice. V této části je jasně vysvětleno jejich rozdělení. Hlavní přínos této části poté spočíval a osvětě funkce dobíjecích stanic. Jak by současní a budoucí uživatelé měli problematiku dobíjení vnímat. Do detailu je zde uvedeno jak rychle a na jakých typech dobíjecích stanic jsou elektromobily schopny dobít svou baterii. Z výsledků analýzy autor vyvodil závěr, že dobíjení elektromobilů by mělo probíhat většinu času v domácnosti pomocí zásuvek nebo wallboxů. Dobíjení pomocí rychlonabíjecích stanic by sloužilo pro dálkové cesty a nemělo by se využívat na denní bázi.

Pro samotné zavádění elektromobility do DPMP byl vybrán vzorek elektromobilů, který byl porovnán se současným vozovým parkem DPMP. Jako první se určila celková pořizovací cena nových elektromobilů. K výpočtu se využili státní dotace na podporu elektromobility. Pořizovací cena ve výsledku vycházel levněji o 150 000 až 500 000 Kč. Další postup spočíval v porovnání vybraných elektromobilů s vozidly se spalovacími motory se stejné kategorie vozů, kdy se vzali pořizovací náklady a náklady na provoz a určilo se, zda v průběhu času budou vycházet lépe elektromobily nebo vozidla se spalovacím motorem. Eventuelně každý elektromobil ve vybraném vzorku vycházel lépe z hlediska celkových nákladů. Při výpočtu celkových nákladů autor nepočítal s náklady na údržbu, jelikož jsou velmi volatelní a podávali by nepřesné výsledky.

Pro zavedení elektromobility bylo nutné, aby zkoumaná vozidla zvládala současné dopravní výkony vozidel DPMP. Z analýzy vyšlo, že tři ze čtyř elektromobilů by za současných

dopravních výkonů neměli problém dobíjet baterie v době v pohotovosti tak, aby nebyla omezena schopnost vozidla zvládat současné dopravní výkony. Při nižším dopravních výkonech by poté stačilo dobíjení pomocí klasické zásuvky. Pro poslední zkoumaný elektromobil analýza ukázala, že bez použití wallboxu by elektromobil nestačil na současné dopravní výkony.

Na závěr by autor chtěl podotknout, že elektromobily jsou v současné době považovány za prémiový produkt, vzhledem k ceně oproti vozidlům se spalovacím motorem. V blízké budoucnosti díky zlepšování technologií baterií a zvětšování povědomí o výhodách elektromobilů se může očekávat výrazný nárůst počtu elektromobilů na pozemních komunikacích.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) GRAUERS, Anders, Steven SARASINI a Magnus KARLSTRÖM. *WHY ELECTROMOBILITY AND WHAT IS IT?* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/211430/local_211430.pdf
- (2) SCHEFFELS, Gerald. *Electromobility: Definition, Vehicles and Future* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.spotlightmetal.com/electromobility-definition-vehicles-and-future-a-810482/>
- (3) HUISMAN, Jan Waling. [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.rug.nl/university-museum/history/prominent-professors/sibrandus-stratingh?lang=en>
- (4) FOUSEK, Daniel, *Vědecké okénko: Na cestě do historie elektromobility, díl 1. aneb jak to všechno začalo* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://elektrickevozy.cz/clanky/vedecke-okenko-na-ceste-do-historie-elektromobility-dil-1-aneb-jak-to-vsechno-zacalo>
- (5) VEJBOR, Jan, *Stručná historie elektromobilů* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <http://www.elektromobily-os.cz/strucna-historie-elektromobilu>
- (6) NOVOTNÝ, Radovan, *Ropná krize v 70. letech: Jak růst cen ropy a vysoká inflace daly vzniknout stagflaci* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.investicniweb.cz/2011-1-27-ropna-krize-v-70-letech-jak-rust-cen-ropy-vysoka-inflace-daly-vzniknout-stagflaci/>
- (7) MATOUŠEK, Jan, *Bliží se konec naftových motorů? Diesely jsou levnější než dřív, stojí jako benzin* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/slevy-na-naftove-motory/r~3e6a44e8513411e998d70cc47ab5f122/v~sl:cb29847a924aef853f5b4574f3980562/>
- (8) SIKYTA, Adam, *Využití elektromobility v podmínkách ČR* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/vyuziti_elektromobility_v_podminkach_cr.pdf
- (9) *DRUHY ELEKTROMOBILŮ – ZNÁTE JE VŠECHNY?* [online], [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.skoda-storyboard.com/cs/inovace/mobilita/druhy-elektromobilu-znate-je-vsechny/>
- (10) *Fakta a mýty o hybridních vozidlech* [online], [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/hybrid-innovation/index.json>

- (11) [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista_mobilita_seminar/\\$FILE/SOPSPZP-NAP_CM-20160105.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cista_mobilita_seminar/$FILE/SOPSPZP-NAP_CM-20160105.pdf)
- (12) KOLMAN, Stanislav, *Elektromobily, hybridy a parkovací zóny: Kdy můžete zaparkovat na modré?* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/elektromobily-hybridy-a-parkovaci-zony-kdy-muzete-zaparkovat-na-modre-131213>
- (13) zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů, v ustanovení § 20a odst. 1 písm. o)
- (14) *NÍZKOUHLÍKOVÉ TECHNOLOGIE - Elektromobilita - V. výzva* [online], [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/nizkoughlikove-technologie---elektromobilita---v--vyzva--251085/>
- (15) Výzva V programu podpory Nízkouhlíkové technologie – Elektromobilita. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, ©2005-2020 MPO [cit. 2020-03-18]. Licencováno pod CC BY-NC-ND. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/dotace-a-podpora-podnikani/oppik-2014-2020/vyzvy-op-pik-2019/2019/12/NUT-V--Vyzva-elektromobilita.pdf>
- (16) Výzva č. 11/2019 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory, 2019. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí: © 2008–2020 Ministerstvo životního prostředí [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ekomobilita/\\$FILE/OFDN_vyzva_NPZP_11_2019_ekomobilita_20191217.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ekomobilita/$FILE/OFDN_vyzva_NPZP_11_2019_ekomobilita_20191217.pdf)
- (17) FIGENBAUM, Erik a Marika KOLBENSTVEDT. *Electromobility in Norway - experiences and opportunities with electric vehicles* [online]. Oslo: Institute of Transport Economics, 2013 [cit. 2020-03-18]. ISBN 978-82-480-1465-2. Dostupné z: <https://www.toi.no/getfile.php/1333828/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2013/1281-2013/1281-2013-elektronisk.pdf>
- (18) *Norway reaches historical electric car market share* [online], [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: Skrevet av: elbil.no Publisert:1. april 2019 Oppdatert:2. april 2019
- (19) *Norway* [online], [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: <https://www.eafo.eu/countries/norway/1747/summary>
- (20) VOTRUBA, Stanislav, *Dílčí výstupy z pracovní skupiny NAP SG A25* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2018/11/4WS_PREdistribuce.pdf

- (21) MUŘICKÝ, Eduard, *Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2018/11/4WS_MPO.pdf
- (22) BŘEZINOVÁ, Jana, *Kolik stojí nabíjení elektromobilů?* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/kolik-stoji-nabijeni-elektromobilu>
- (23) *Grafy a tabulky ke statistice vozidel registrovaných v ČR v období 1-9/2019* [online], [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: http://portal.sda-cia.cz/clanky/download/2019_10_Grafy_a_tabulky.pdf
- (24) *Průvodce možnostmi nabíjení elektromobilu* [online], [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.ecofuture.cz/clanky/pruvodce-moznostmi-nabijeni-elektromobilu>
- (25) *Tesla Superchargers in Czech Republic* [online], [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.tesla.com/cs_CZ/findus/list/superchargers/Czech%20Republic
- (26) STEVENS, Tim, *Tesla's new Superchargers add up to 1,000 miles per hour* [online]. [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.cnet.com/roadshow/news/tesla-new-supercharger-model-3/>
- (27) *Dobíjecí stanice Super charger od firmy Tesla* [online], In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: https://www.tesla.com/cs_CZ/supercharger
- (28) ZEMKOVÁ, Barbora, *Dobití elektromobilu za 10 minut? Díky ultrarychlé dobíjecí stanici je to možné i v Česku* [online]. In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/ultrarychle-dobijeci-stanice>
- (29) SVATOŠ, Patrik, *Slovensko má první dvě nabíjecí stanice s výkonem 350 kW. Kde je najdete?* [online]. In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/slovensko-ma-prvni-dve-nabijeci-stanice-s-vykonem-350-kw-kde-je-najdete-4441>
- (30) LAMBERT, Fred, *Tesla is upgrading its largest Supercharger station with new V3 technology* [online]. In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://electrek.co/2019/11/13/tesla-upgrading-largest-supercharger-station-v3-technology/>
- (31) *Nabíjecí stanice pro elektromobily, druhy a použití. Jak nenaletět* [online], In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/nabijeci-stanice-pro-elektromobily-druhy-pouziti-jak-nealetet>
- (32) HELLER, Jakub, *Prahou bude jezdit 100 tisíc elektromobilů a dobíjí je pouliční lampy, plánuje město* [online]. [cit. 2020-01-04]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/domaci/v-praze-ma-byt-do-deseti-let-100-tisic-elektromobilu-nabijet/r~08e571ccaed011e994100cc47ab5f122/>

- (33) Mapa dobíjecích stanic, In: *Evmapa* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.evmapa.cz>
- (34) SCHREIER, Martin, *SÍŤ RYCHLÉHO VEŘEJNÉHO DOBÍJENÍ ČEZ JAKO PRVNÍ V ČR HLÁSÍ 100 STANIC. ZA ROK NAROSTLA NA DVOJNÁSOBEK*. [online]. In: . [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/sit-rychleho-verejneho-dobijeni-cez-jako-prvni-v-cr-hlasi-100-stanic.-za-rok-narostla-na-dvojnasopek-59322>
- (35) *Ceny elektrické energie* [online], [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
- (36) *Národní energetický mix* [online], [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix/narodni-energeticky-mix>
- (37) *Summit EU se shodl na uhlíkové neutralitě do roku 2050* [online], [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/zahranicni/clanek/summit-eu-se-shodl-na-uhlikove-neutralite-do-roku-2050-40306962>
- (38) *Geografie* [online], [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <https://www.pardubice.eu/o-pardubicich/informace-o-meste/geografie/>
- (39) *Služby poskytované DPMP* [online], [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/sluzby/>
- (40) *Historie DPMP* [online], [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/historie-dpmp/>
- (41) BRÁZDOVÁ, Tereza. *Trolejbusy v Pardubicích jezdí 65 let* [online]. [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: <https://pardubice.rozhlas.cz/trolejbusy-v-pardubicich-jezdi-65-let-6029109#&gid=1&pid=3>
- (42) *Základní identifikační informace* [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/zakladni-identifikacni-informace/>
- (43) *Výroční zpráva Dopravního podniku města Pardubic 2017* [online]. [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: <http://www.dpmp.cz/content/image.php?uid=5b07ed8a99713>
- (44) Data o vozovém parku (měsíční přehledy o jízdě a spotřebě jednotlivých vozidel). Dopravní podnik města Pardubic, 2019. Interní materiály DPMP
- (45) TOMÍŠEK, Marek, 2015. Elektromobil Nissan e-NV200 – skutečná spotřeba. In: *Usporňe* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.usporne.info/1108-elektromobil-nissan-e-nv200-skutecna-spotreba/>
- (46) Nové citigo e-iv, In: *Škoda-auto* [online]. ©ŠKODA AUTO a.s. 2020 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/modely/nove-citigo/nove-citigoe-iv>

- (47) Nové citigo-e iV život ve stylu iV, In: *Škoda-auto* [online]. ©ŠKODA AUTO a.s. 2020 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/modely/nove-citigo/nove-citigoe-iv/nove-citigoe-iv-zivot-ve-stylu-iv>
- (48) E-golf, *Volkswagen* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/e-golf>
- (49) Nabíjení Vašeho vozu e-Golf je velmi snadné, *Volkswagen* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/e-golf/moznosti-nabijeni>
- (50) Toyota Prius Plug-in Hybrid, In: *Toyota* [online]. © Toyota Central Europe - Czech [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/new-cars/prius-plugin/#/ajax/%2Fnew-cars%2Fprius-plugin%2Febrochure>
- (51) Toyota Prius Plug-in Hybrid, In: *Ev-database* [online]. ©2020 EV Database - v4.1 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://ev-database.uk/car/1059/Toyota-Prius-Plug-in-Hybrid>
- (52) Nový Renault MASTER Z.E. 100% elektrický, In: *Cdn.group.renault* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://cdn.group.renault.com/ren/cz/pdf/pricelists/master-ze-price.pdf.asset.pdf/1c624ab870.pdf>
- (53) Renault Kangoo Z.E. 100% elektrické, In: *Cdn.group.renault* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://cdn.group.renault.com/ren/cz/pdf/pricelists/kangoo-ze-price.pdf.asset.pdf/f38a7ad288.pdf>
- (54) VALÁŠEK, Dominik, 2018. Srovnání energetické ztráty elektromobilů a běžných aut. In: *Garaz* [online]. © 1996–2020, Seznam.cz [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/srovnani-energeticke-ztraty-elektromobilu-a-beznych-aut-21000070>
- (55) Náklady na provoz a údržbu elektromobilu, In: *Evexpert* [online]. EVEXPERT.CZ © 2016 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.evexpert.cz/rady-a-tipy-zajimavosti-novinky-informace-evexpert/elektromobilita/naklady-na-provoz-a-udrzbu-elektromobilu>
- (56) TOMÍŠEK, Marek, Elektromobil Nissan e-NV200 – skutečná spotřeba. In: *Usporne* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.usporne.info/1108-elektromobil-nissan-e-nv200-skutecna-spotreba/>
- (57) Nový up!, In: *Volkswagen* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/up-varianty/up>
- (58) Nový Golf, In: *Volkswagen* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/modely/novy-golf>

(59) Nový Renault MASTER, In: *Cdn.group.renault* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://cdn.group.renault.com/ren/cz/pdf/pricelists/master-furgon-price.pdf.asset.pdf/546ab209a7.pdf>

(60) Renault Kangoo express, In: *Cdn.group.renault* [online]. [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://cdn.group.renault.com/ren/cz/pdf/pricelists/kangoo-express-price.pdf.asset.pdf/ee2d7a6f4b.pdf>